



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 19 055 T2 2005.09.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 089 111 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 19 055.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP00/01493**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 908 023.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/60398**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.03.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **12.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.04.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **30.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.09.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G02B 27/02**  
**G02B 27/01**

(30) Unionspriorität:

|                 |                   |           |
|-----------------|-------------------|-----------|
| <b>9629199</b>  | <b>02.04.1999</b> | <b>JP</b> |
| <b>17639099</b> | <b>23.06.1999</b> | <b>JP</b> |
| <b>18887599</b> | <b>02.07.1999</b> | <b>JP</b> |
| <b>21025299</b> | <b>26.07.1999</b> | <b>JP</b> |
| <b>28103199</b> | <b>01.10.1999</b> | <b>JP</b> |

(73) Patentinhaber:

**Olympus Corporation, Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**TOGINO, Takayoshi, Hachioji-shi, Tokyo 192-0023, JP; HAKEYAMA, Tetsuhide, Hachioji-shi, Tokyo 192-0023, JP**

(54) Bezeichnung: **OPTISCHES SICHTGERÄT UND BILDANZEIGE MIT DIESEM GERÄT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches Sichtsystem und eine Bildanzeigevorrichtung, welche dasselbe verwendet. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein derart ausgedachtes optisches Sichtsystem, dass ein helles Bild einer Anzeigevorrichtung des Typs, bei dem ein Bild durch reflektiertes Licht angezeigt wird, zum Beispiel einer Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung, durch ein optisches Okularsystem beobachtet werden kann, das derart angeordnet ist, dass es eine kompakte Größe aufweist und den Lichtqualitätsverlust minimiert. Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Bildanzeigevorrichtung, zum Beispiel ein Head-up-Display, das das optische Sichtsystem verwendet.

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein optisches Durchsichtsystem, das eine Durchsichtbeobachtung der Außenwelt oder dgl. in einem optischen System einer Bildanzeigevorrichtung, z. B. einem Head-up-Display, ermöglicht.

## TECHNOLOGISCHER HINTERGRUND

**[0003]** In den letzten Jahren sind mit der Entwicklung von Head-up-Displays und brillenartigen Displays kompakte optische Okularsysteme aktiv entwickelt worden. Als Ergebnis sind optische Okularsysteme vorgeschlagen worden, die ein dünnes und kompaktes dezentriertes Prisma verwenden, wie beispielsweise in den ungeprüften japanischen Patentanmeldungsveröffentlichungen Nr. (hierin als „JP(A)“ bezeichnet) 7-333551, 8-50256 und 8-234137 offenbart ist. Diese sind kompakte optische Okularsysteme, bei denen Reflexionsflächen brechend wirken und der optische Pfad gefaltet ist, und bei denen nicht rotationssymmetrische Dezentrierungs-Aberrationen, die durch brechend wirkende, dezentrierte Reflexionsflächen erzeugt werden, durch Verwenden einer anamorphotischen Reflexionsfläche oder einer nicht rotationssymmetrischen Reflexionsfläche mit genau einer Symmetrieebene korrigiert werden.

**[0004]** Betreffend Flüssigkristall-Anzeigevorrichtungen zum Anzeigen eines Bilds zur Beobachtung sind Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtungen entwickelt worden, um Bilder zu erzeugen, die heller und leichter zu beobachten sind. Als Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung mit einer Beleuchtungsstruktur hierfür wurde die JP(A) 10-268306 der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

**[0005]** Als ein optisches Okularsystem, das eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung verwendet, die heller ist als der Transmissionstyp, zum Beispiel eine Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung, ist das US-Patent Nr. 5,771,124 bekannt.

**[0006]** Jedoch erfordert das im US-Patent Nr. 5,771,124 offenbarte optische Okularsystem es, alle optischen Elemente aus Glas zu bilden, und besitzt daher ein großes Gewicht. Betreffend die Anordnung des optischen Okularsystems ist die Anzahl von Teilen groß und die Struktur ist groß. Weil auf die Reflexions-Bildanzeigevorrichtung auftreffendes Beleuchtungslicht gegenüber der Richtung senkrecht zur Bildanzeigefläche in einem beträchtlichen Ausmaß geneigt ist, wird weiterhin auf die Helligkeit in unerwünschter Weise verzichtet.

**[0007]** Demzufolge ist es denkbar, Beleuchtungslicht von einer Richtung ungefähr senkrecht zur Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung des optischen Sichtsystems gemäß der JP(A) 10-268306 aus auftreffen zu lassen. Dies ist jedoch für das US-Patent Nr. 5,771,124 nicht vorteilhaft, weil das dort offenbarte optische Okularsystem nicht kompakt ist.

**[0008]** Unter diesen Umständen ist es denkbar, ein helles und kompaktes optisches Sichtsystem zu konstruieren, indem ein hinsichtlich seiner Kompaktheit überlegenes optisches Okularsystem, wie es beispielsweise in der JP(A) 7-333551, 8-50256 und 8-234137 offenbart ist, und die Reflexions-Bildanzeigevorrichtung gemäß JP(A) 10-268306, bei der Beleuchtungslicht ungefähr senkrecht auf die Anzeigefläche gebracht wird, kombiniert werden.

**[0009]** Jedoch basiert das oben beschriebene herkömmliche optische Okularsystem, das ein dezentriertes Prisma verwendet, auf der Annahme, dass eine Transmissions-Bildanzeigevorrichtung verwendet wird. Daher ist der Abstand zwischen der Bildanzeigevorrichtung und der Eintrittsfläche des dezentrierten Prismas kurz. Aus diesem Grund ist es unmöglich, Raum zur Anordnung eines optischen Elements zur Beleuchtung der Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung zwischen der Bildanzeigevorrichtung und dem dezentrierten Prisma sicherzustellen. Demzufolge ist es unvermeidbar notwendig, die Reflexions-Bildanzeigevorrichtung

bezüglich der optischen Achse in einem beträchtlichen Ausmaß zu neigen und eine Lichtquelle derart anzuordnen, dass Beleuchtungslicht auf die Anzeigefläche aus einer geneigten Richtung auftrifft, wie im Fall des US-Patents Nr. 5,771,124.

**[0010]** Wenn eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung bezüglich der optischen Achse in einem beträchtlichen Ausmaß geneigt wird, insbesondere wenn eine Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung als Reflexions-Bildanzeigevorrichtung verwendet wird, kann die Helligkeit der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung aufgrund der Abhängigkeit vom Beobachtungswinkel nicht in befriedigender Weise aufgewiesen werden. Weil die Objektebene bezüglich der optischen Achse geneigt ist, wird weiterhin eine übermäßig starke Belastung auf das optische Okularsystem ausgeübt, um es zu ermöglichen, dass das Bild senkrecht zur optischen Achse ohne Krümmung und Verzeichnung beobachtet wird.

**[0011]** Ein weiteres optisches Okularsystem gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 ist in der EP 0 687 932 A2 offenbart.

**[0012]** Um ein optisches Durchsichtssystem zur Durchsichtbeobachtung der Außenwelt oder dgl. durch Verwendung eines dicken optischen Prismensystems zu konstruieren, das ein herkömmliches optisches Okularsystem bildet, wie es oben genannt wurde, ist es allgemeine üblich, Flächen derselben Konfiguration als augenseitige Fläche und außenweltseitige Fläche zu verwenden und die Brechkraft des optischen Durchsichtspfads auf null zu setzen.

**[0013]** Wenn jedoch die augenseitige Fläche des optischen Prismensystems nicht eine plane Fläche ist, wird sogar dann, wenn die Brechkraft des optischen Durchsichtspfads null ist, die Winkelvergrößerung nicht 1. Demzufolge können im Fall einer für ein einzelnes Auge entworfenen, am Kopf angebrachten Bildanzeigevorrichtung, bei der der Benutzer eine Beobachtung mit einem Auge durch das optische Prismensystem durchführt, während das andere Auge nackt ist, zwei Bilder, die mit dem linken und dem rechten Auge gesehen werden, nicht geeignet zu einem einzelnen Bild zusammengesetzt werden.

#### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0014]** Angesichts der oben beschriebenen Probleme im Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein kompaktes, helles und leistungsfähiges optisches Sichtsystem bereitzustellen, das ein aus einem dezentrierten Prisma gebildetes optisches Okularsystem sowie eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung verwendet, und darüber hinaus eine Bildanzeigevorrichtung bereitzustellen, die das optische Sichtsystem verwendet.

**[0015]** Ein erstes optisches Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung, das zur Lösung der Aufgabe bereitgestellt wird, umfasst eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung zum Anzeigen eines Bild durch Reflektieren eines Beleuchtungslichtstrahls, der von einer Vorderseite einer Anzeigefläche auftrifft, um ein Bild zur Beobachtung zu erzeugen, gemäß Anspruch 1. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Okularsystem zum Führen des Bilds zu einer Pupillenposition, an der das Auge eines Beobachters angeordnet werden soll.

**[0016]** Die Bildanzeigevorrichtung besitzt eine Beleuchtungsvorrichtung und eine optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung zum Leiten eines von der Beleuchtungsvorrichtung abgestrahlten Lichtstrahls derart, dass der Lichtstrahl auf die Anzeigefläche von deren Vorderseite her gerichtet werden kann.

**[0017]** Das optische Okularsystem umfasst ein Prismenelement mit einer Eintrittsfläche, durch die ein Anzeigelichtstrahl, der von der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung reflektiert wurde, in das Prismenelement eintritt, nachdem er durch die optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung getreten ist. Das Prismenelement weist ferner wenigstens eine Reflexionsfläche auf, die den Lichtstrahl in dem Prismenelement reflektiert, sowie eine Austrittsfläche, durch die der Lichtstrahl aus dem Prismenelement austritt.

**[0018]** Die wenigstens eine Reflexionsfläche des Prismenelements ist bezüglich einer optischen Achse dezentriert und besitzt eine nicht rotationssymmetrisch gekrümmte Flächenkonfiguration, die Dezentrierungs-Aberrationen aufgrund der Dezentrierung der Reflexionsfläche korrigiert, und wirkt brechend auf den Lichtstrahl.

**[0019]** Der Abstand zwischen der Eintrittsfläche des Prismenelements und der Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung erfüllt die folgende Bedingung, um das Bild zur Pupillenposition zu führen:

$0,6 < L/H < 3,1$

wobei L der Abstand zwischen einer Bildmittelposition, bei der die Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung die optische Achse schneidet, und einer Position ist, bei der die Eintrittsfläche des Prismenelements die optische Achse schneidet, und wobei H die Bildhöhe der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung (die diagonale Länge in einem Fall, in dem die Bildanzeigevorrichtung viereckig ist) ist.

**[0020]** Ein zweites optisches Sichtsystem, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, umfasst ein Bilderzeugungselement zum Erzeugen eines ersten Bilds, das durch einen Beobachter betrachtet werden soll, sowie ein optisches Okularsystem, das derart angeordnet ist, dass es das durch das Bilderzeugungselement erzeugte Bild zum Auge eines Beobachters führt. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Durchsichtelement, das näher zu einem von dem ersten Bild verschiedenen zweiten Bild hin angeordnet ist als das optische Okularsystem, so dass es das zweite Bild zum Auge des Beobachters führt.

**[0021]** Das optische Okularsystem weist wenigstens eine Reflexionsfläche mit einer gekrümmten Flächenkonfiguration auf, die derart angeordnet ist, dass sie einen Lichtstrahl von dem ersten Bild reflektiert und ihn in Richtung zum Auge des Beobachters hin führt. Die Reflexionsfläche besitzt eine Transmissionswirkung, um es einem Lichtstrahl von dem zweiten Bild zu ermöglichen, in das optische Okularsystem einzutreten, nachdem er durch das optische Durchsichtelement hindurchgetreten ist.

**[0022]** Das optische Durchsichtelement ist näher zum zweiten Bild hin angeordnet als die Reflexionsfläche in einem Abstand von der Reflexionsfläche.

**[0023]** Das optische Sichtsystem ist derart angeordnet, dass dann, wenn der Lichtstrahl von dem zweiten Bild durch das optische Durchsichtelement und das optische Okularsystem hindurchtritt, die kombinierte optische Brechkraft P des optischen Durchsichtelements und des optischen Okularsystems ungefähr null ist und die kombinierte Winkelvergrößerung  $\beta$  ungefähr 1 ist.

**[0024]** Ein drittes optisches Sichtsystem, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, umfasst ein Bilderzeugungselement zum Erzeugen eines ersten durch einen Beobachter zu betrachtenden Bildes, und ein optisches Okularsystem, das derart angeordnet ist, dass es das durch das Bilderzeugungselement erzeugte Bild zum Auge eines Beobachters führt. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Durchsichtelement, das näher zu einem von dem ersten Bild verschiedenen zweiten Bild hin angeordnet ist als das optische Okularsystem, so dass es das zweite Bild zum Auge des Beobachters führt.

**[0025]** Das optische Okularsystem weist wenigstens eine Reflexionsfläche mit einer gekrümmten Flächenkonfiguration auf, die derart angeordnet ist, dass sie einen Lichtstrahl von dem ersten Bild reflektiert und ihn zum Auge des Beobachters hin führt. Die Reflexionsfläche besitzt eine Transmissionswirkung, um es einem Lichtstrahl von dem zweiten Bild zu ermöglichen, in das optische Okularsystem einzutreten, nachdem er durch das optische Durchsichtelement hindurchgetreten ist.

**[0026]** Das optische Durchsichtelement ist näher zum zweiten Bild hin angeordnet als die Reflexionsfläche in einer solchen Weise, dass es sich in engem Kontakt mit der Reflexionsfläche befindet.

**[0027]** Das optische Sichtsystem ist derart angeordnet, dass dann, wenn der Lichtstrahl von dem zweiten Bild durch das optische Durchsichtelement und das optische Okularsystem hindurchtritt, die kombinierte optische Brechkraft P des optischen Durchsichtelements und des optischen Okularsystems ungefähr null ist.

**[0028]** Ein viertes optisches Sichtsystem, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, umfasst ein Bilderzeugungselement zum Bilden eines ersten durch einen Beobachter zu betrachtenden Bilds und ein optisches Okularsystem, das derart angeordnet ist, dass es das durch das Bilderzeugungselement erzeugte Bild zum Auge eines Beobachters führt. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Durchsichtelement, das näher zu einem von dem ersten Bild verschiedenen zweiten Bild hin angeordnet ist als das optische Okularsystem, so dass es das zweite Bild zum Auge des Beobachters führt.

**[0029]** Das optische Okularsystem besitzt wenigstens eine Reflexionsfläche mit einer gekrümmten Flächenkonfiguration, die derart angeordnet ist, dass sie einen Lichtstrahl von dem ersten Bild reflektiert und ihn in Richtung zum Auge eines Beobachters führt. Die Reflexionsfläche besitzt eine Transmissionswirkung, um es einem Lichtstrahl von dem zweiten Bild zu ermöglichen, in das optische Okularsystem einzutreten, nachdem er durch das optische Durchsichtelement hindurchgetreten ist.

- [0030]** Das optische Durchsichtelement ist näher zum zweiten Bild hin angeordnet als die Reflexionsfläche in einer solchen Weise, dass es sich in engem Kontakt mit der Reflexionsfläche befindet.
- [0031]** Das optische Sichtsystem ist derart angeordnet, dass dann, wenn der Lichtstrahl von dem zweiten Bild durch das optische Durchsichtelement und das optische Okularsystem hindurchtritt, die kombinierte Winkelverstärkung  $\beta$  des optischen Durchsichtelements und des optischen Okularsystems ungefähr 1 ist.
- [0032]** Die Gründe für die Wahl der oben beschriebenen Anordnungen bei der vorliegenden Erfindung, gemeinsam mit deren Wirkungen, werden im Folgenden in ihrer Reihenfolge beschrieben.
- [0033]** Das optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung zum Anzeigen eines Bilds durch Reflektieren eines von der Vorderseite einer Anzeigefläche auftreffenden Beleuchtungslichtstrahls zum Erzeugen eines Bilds zur Beobachtung. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Okularsystem zum Führen des Bilds zu einer Pupillenposition, an der das Auge eines Beobachters angeordnet werden soll. Die Bildanzeigevorrichtung besitzt eine Beleuchtungsvorrichtung und eine optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung zum Leiten eines Lichtstrahls, der von der Beleuchtungsvorrichtung emittiert worden ist, derart, dass der Lichtstrahl auf die Anzeigefläche von deren Vorderseite her gerichtet werden kann.
- [0034]** Daher besitzt das optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eine optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung zum Leiten eines von der Beleuchtungsvorrichtung emittierten Lichtstrahls derart, dass der Lichtstrahl auf die Anzeigefläche der Reflexionsanzeigevorrichtung von deren Vorderseite her gerichtet werden kann. Demzufolge kann Beleuchtungslicht auf die Anzeigefläche von deren Vorderseite her in ungefähr rechten Winkeln zur Anzeigefläche gerichtet werden. Daher ist es möglich, ein helles optisches Sichtsystem zu konstruieren.
- [0035]** Das optische Okularsystem ist aus einem Prismenelement gebildet, welches eine Eintrittsfläche besitzt, durch die ein von der Bildanzeigevorrichtung emittierter Anzeigelichtstrahl in das Prismenelement eintritt. Das Prismenelement weist ferner wenigstens eine Reflexionsfläche auf, die den Lichtstrahl im Prismenelement reflektiert, sowie eine Austrittsfläche, durch die der Lichtstrahl aus dem Prismenelement austritt. Daher ist es möglich, ein dünnes und kompaktes optisches Sichtsystem zu konstruieren.
- [0036]** Die wenigstens eine Reflexionsfläche des Prismenelements ist bezüglich einer optischen Achse dezentriert und besitzt eine nicht rotationssymmetrisch gekrümmte Flächenkonfiguration, die Dezentrierungs-Aberrationen aufgrund der Dezentrierung der Reflexionsfläche korrigiert und brechend auf den Lichtstrahl wirkt. Daher ist es möglich, ein sehr leistungsfähiges optisches Sichtsystem zu konstruieren, das kompakt und leicht ist und dennoch in der Lage ist, eine hohe optische Leistungsfähigkeit zu erreichen.
- [0037]** Ein brechendes optisches Element, wie eine Linse, erhält eine Brechkraft, indem eine Grenzfläche desselben mit einer Krümmung versehen wird. Wenn Strahlen an der Grenzfläche der Linse gebrochen werden, tritt demzufolge unvermeidbar eine chromatische Aberration gemäß den chromatischen Dispersionseigenschaften des brechenden optischen Elements auf. Demzufolge ist es allgemein üblich, ein anderes brechendes optisches Element hinzuzufügen, um die chromatische Aberration zu korrigieren.
- [0038]** Ein reflektierendes optisches Element, wie ein Spiegel oder ein Prisma, erzeugt theoretisch keine chromatische Aberration, sogar dann nicht, wenn eine Reflexionsfläche desselben brechend wirkt, und man braucht lediglich zum Zwecke der Korrektur einer chromatischen Aberration kein anderes optisches Element hinzuzufügen. Demzufolge ermöglicht es ein optisches System, welches ein reflektierendes optisches Element verwendet, die Anzahl von optischen Bauteilen zu verringern, aus dem Gesichtspunkt der Korrektur einer chromatischen Aberration im Vergleich zu einem optischen System, das ein brechendes optisches Element verwendet.
- [0039]** Gleichzeitig ermöglicht es ein reflektierendes optisches System, das ein reflektierendes optisches Element verwendet, dass das optische System selbst im Vergleich zu einem brechenden optischen System eine kompakte Größe aufweist, weil der optische Pfad im reflektierenden optischen System gefaltet ist.
- [0040]** Reflexionsflächen erfordern einen hohen Grad von Genauigkeit beim Zusammenbau und der Einstellung, weil sie im Vergleich zu brechenden Flächen eine hohe Sensitivität gegenüber Dezentrierungsfehlern haben. Jedoch ist es unter den reflektierenden optischen Elementen bei Prismen, bei denen die Positionsbeziehung zwischen den Flächen fest ist, lediglich erforderlich, die Dezentrierung als eine einzelne Einheit des Pris-

mas zu steuern/regeln, und diese erfordern keine hohe Zusammenbaugenauigkeit und keine große Anzahl von Mann-Stunden zur Einstellung, wie sie für andere reflektierende optische Elemente erforderlich sind.

**[0041]** Ferner weist ein Prisma eine Eintrittsfläche und eine Austrittsfläche auf, die brechende Flächen sind, sowie eine Reflexionsfläche. Daher ist der Freiheitsgrad für eine Aberrationskorrektur groß im Vergleich zu einem Spiegel, der lediglich eine Reflexionsfläche besitzt. Insbesondere, wenn der Prismen-Reflexionsfläche der größere Teil der gewünschten Brechkraft zugeordnet ist, um dadurch die Brechkraft sowohl der Eintritts- als auch der Austrittsfläche zu verringern, welche brechende Flächen sind, ist es möglich, die chromatische Aberration auf einen sehr geringen Betrag im Vergleich zu brechenden optischen Elementen, wie Linsen, zu reduzieren, während der Freiheitsgrad für Aberrationskorrektur auf einem hohen Niveau im Vergleich zu Spiegeln erhalten bleibt. Ferner ist das Innere eines Prismas mit einem transparenten Medium gefüllt, welches einen höheren Brechungsindex als derjenige von Luft aufweist. Daher ist es möglich, eine längere optische Pfadlänge zu erhalten als im Fall von Luft. Demzufolge ermöglicht es die Verwendung eines Prismas, ein optisches System zu erhalten, das dünner und kompakter ist als dasjenige, das aus Linsen, Spiegeln usw. gebildet ist, die in der Luft angeordnet sind.

**[0042]** Weiterhin ist ein optisches Okularsystem erforderlich, um bis zu den Randabschnitten des Bildfelds eine günstige Bilderzeugungsfähigkeit aufzuweisen, die für die Mitte des Bildfelds erforderliche Leistungsfähigkeit nicht zu erwähnen. Im Fall eines allgemeinen koaxialen optischen Systems wird das Vorzeichen der Strahlhöhe von außeraxialen Strahlen an einem Haltepunkt invertiert. Wenn optische Elemente nicht symmetrisch bezüglich des Haltepunkts angeordnet sind, werden daher Außeraxial-Aberrationen verschlechtert. Aus diesem Grund ist es allgemein üblich, brechende Flächen an jeweiligen Positionen anzuordnen, die einander über den Haltepunkt hinweg zugewandt sind, um dadurch eine befriedigende Symmetrie bezüglich des Haltepunkts zu erreichen und so Außeraxial-Aberrationen zu korrigieren.

**[0043]** Im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist, wie oben festgestellt wurde, das optische Okularsystem aus einem Prismenelement gebildet, das eine Eintrittsfläche aufweist, wenigstens eine Reflexionsfläche aufweist und eine Austrittsfläche aufweist. Die wenigstens eine Reflexionsfläche ist bezüglich der optischen Achse dezentriert und weist eine nicht rotationssymmetrisch gekrümmte Flächenkonfiguration auf, die Dezentrierungs-Aberrationen aufgrund der Dezentrierung der Reflexionsfläche korrigiert und brechend auf den Lichtstrahl wirkt, wodurch ermöglicht wird, dass nicht nur Axial-Aberrationen, sondern ebenso Außeraxial-Aberrationen günstig korrigiert werden.

**[0044]** Mit der oben beschriebenen Grundanordnung des optischen Sichtsystems gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, ein kompaktes optisches Okularsystem zu erhalten, das eine kleinere Anzahl von optischen Bauelementen aufweist als im Fall eines optischen Systems, das ein brechendes optisches System oder ein rotationssymmetrisches reflektierendes optisches System verwendet, und das über das gesamte Bildfeld hinweg, von der Mitte zu dessen Rändern, günstige Leistungseigenschaften aufweist.

**[0045]** Wenn ein Lichtstrahl, der bei Rückwärtsverfolgen eines Strahls durch die Mitte der Pupille tritt und die Mitte der Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung erreicht, als ein axialer Hauptstrahl definiert wird, wenn wenigstens eine Reflexionsfläche des Prismenelements nicht dezentriert bezüglich des axialen Hauptstrahls ist, dann wandert der axiale Hauptstrahl entlang desselben optischen Pfads, wenn er auf die Reflexionsfläche trifft und von dieser reflektiert wird, und daher wird der axiale Hauptstrahl im optischen System in unerwünschter Weise unterbrochen. Im Ergebnis wird ein Bild lediglich von einem solchen Lichtstrahl erzeugt, dessen Zentralabschnitt abgedeckt ist. Demzufolge ist der Mittelpunkt des Bilds in unvorteilhafter Weise dunkel oder es wird im Mittelpunkt des Bildfeldes kein Bild erzeugt.

**[0046]** Es ist auch möglich, eine brechend wirkende Reflexionsfläche bezüglich des axialen Hauptstrahls zu dezentrieren.

**[0047]** Wenn eine brechend wirkende Reflexionsfläche bezüglich des axialen Hauptstrahls dezentriert wird, ist es erwünscht, dass wenigstens eine Reflexionsfläche der das Prismenelement bildenden Flächen eine nicht rotationssymmetrische Form aufweist.

**[0048]** Der Grund hierfür wird im Folgenden im Detail beschrieben. Zunächst werden ein in der folgenden Beschreibung verwendetes Koordinatensystem und nicht rotationssymmetrische Flächen beschrieben. Eine optische Achse, die definiert ist durch eine gerade Linie, entlang derer der axiale Hauptstrahl sich bewegt, bis er die erste Fläche des optischen Systems schneidet, ist als eine Z-Achse definiert. Eine Achse, die die Z-Achse in der Dezentrierungsebene jeder Fläche, die das optische Okularsystem bilden, senkrecht schneidet, ist als

Y-Achse definiert. Eine Achse, die die optische Achse senkrecht schneidet und auch die Y-Achse senkrecht schneidet, ist als eine X-Achse definiert. Ein Nachzeichnen von Strahlen wird durch Rückwärtsverfolgen von Strahlen beschrieben, bei dem Strahlen von der Pupille in Richtung zur Reflexions-Bildanzeigevorrichtung hin verfolgt werden, wie oben beschrieben wurde.

**[0049]** Im Allgemeinen ist ein sphärisches Linsensystem, das lediglich eine sphärische Linse aufweist, derart angeordnet, dass durch die sphärischen Flächen erzeugte Aberrationen, wie sphärische Aberration, Koma und Bildkrümmung, bezüglich einiger Flächen korrigiert werden, indem die Aberrationen gegeneinander aufgehoben werden, wodurch Aberrationen insgesamt verringert werden.

**[0050]** Andererseits werden rotationssymmetrische asphärische Flächen oder dgl. verwendet, um in günstiger Weise Aberrationen mit einer minimalen Anzahl von Flächen zu korrigieren. Der Grund hierfür ist, verschiedene Aberrationen zu verringern, die durch sphärische Flächen erzeugt werden würden.

**[0051]** Jedoch können in einem dezentrierten optischen System nicht rotationssymmetrische Aberrationen aufgrund von Dezentrierung nicht durch ein rotationssymmetrisches optisches System korrigiert werden. Nicht rotationssymmetrische Aberrationen aufgrund von Dezentrierung umfassen Verzeichnung, Bildkrümmung sowie Astigmatismus und Koma-Aberrationen, die sogar auf der Achse auftreten.

**[0052]** Zunächst wird eine nicht rotationssymmetrische Krümmung des Bildes beschrieben. Wenn beispielsweise Strahlen von einem unendlich weit entfernten Objektpunkt auf einen dezentrierten konkaven Spiegel auftreffen, werden die Strahlen durch den konkaven Spiegel reflektiert, um ein Bild zu erzeugen. In diesem Fall ist die hintere Brennweite von demjenigen Abschnitt des konkaven Spiegels, auf den die Strahlen auftreffen, zur Bildfläche die Hälfte des Krümmungsradius des Abschnitts, auf den die Strahlen auftreffen, in einem Fall, in dem das Medium auf der Bildseite Luft ist. Demzufolge wird, wie in [Fig. 23](#) gezeigt ist, eine bezüglich des axialen Hauptstrahls geneigte Bildfläche erzeugt. Es ist unmöglich, eine derartige nicht rotationssymmetrische Bildkrümmung durch ein rotationssymmetrisches optisches System zu korrigieren.

**[0053]** Um die geneigte Bildkrümmung durch den konkaven Spiegel M selbst zu korrigieren, der die Quelle für die Bildkrümmung ist, wird der konkave Spiegel M aus einer nicht rotationssymmetrischen Fläche gebildet, und in diesem Beispiel ist der konkave Spiegel M derart angeordnet, dass die Krümmung stark ausgebildet ist (Brechkraft ist erhöht) in der positiven Richtung der Y-Achse, wohingegen die Krümmung schwach ausgebildet ist (Brechkraft ist reduziert) in der negativen Richtung der Y-Achse. Auf diese Weise kann die geneigte Bildkrümmung korrigiert werden. Es ist auch möglich, eine ebene Bildfläche mit einer minimalen Anzahl von Bestandteileflächen zu erhalten, indem eine nicht rotationssymmetrische Fläche, welche denselben Effekt aufweist wie die der oben beschriebenen Anordnung, im optischen System getrennt von dem konkaven Spiegel M angeordnet wird.

**[0054]** Es ist bevorzugt, dass die nicht rotationssymmetrische Fläche eine nicht rotationssymmetrische Fläche ist, die weder in der Fläche, noch außerhalb der Fläche eine Drehsymmetrieachse aufweist. Eine solche nicht rotationssymmetrische Fläche ermöglicht es, die Anzahl von Freiheitsgraden zu erhöhen und dies ist zur Aberrationskorrektur vorteilhaft.

**[0055]** Als Nächstes wird der nicht rotationssymmetrische Astigmatismus beschrieben. Ein dezentrierter konkaver Spiegel M erzeugt Astigmatismus sogar für Axialstrahlen, wie in [Fig. 24](#) gezeigt ist, wie im obigen Fall. Astigmatismus kann korrigiert werden, indem in geeigneter Weise die Krümmungen in der X- und Y-Achsenrichtung der nicht rotationssymmetrischen Fläche verändert werden, wie im obigen Fall.

**[0056]** Im Folgenden wird nicht rotationssymmetrisches Koma beschrieben. Ein dezentrierter konkaver Spiegel M erzeugt Koma sogar für Axialstrahlen, wie in [Fig. 25](#) gezeigt ist, wie im obigen Fall. Das Koma kann korrigiert werden, indem die Neigung der nicht rotationssymmetrischen Fläche geändert wird nach Maßgabe des Anstiegs des Abstands von dem Ursprung der X-Achse, und ferner durch geeignetes Verändern der Neigung der Fläche nach Maßgabe des Vorzeichens (positiv oder negativ) der Y-Achse.

**[0057]** Das optische Okularsystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann auch derart angeordnet sein, dass die oben beschriebene wenigstens eine Fläche, welche eine Reflexionswirkung aufweist, bezüglich des axialen Hauptstrahls dezentriert ist und eine nicht rotationssymmetrische Flächenkonfiguration aufweist und ferner brechend wirkt. Durch Einsetzen einer solchen Anordnung können Dezentrierungs-Aberrationen, die als Ergebnis des Versehens der reflektierenden Fläche mit einer Brechkraft erzeugt werden, durch die Fläche selbst korrigiert werden. Zusätzlich wird die Brechkraft der brechenden Flächen des Prismas verringert, und

daher kann die im Prisma erzeugte chromatische Aberration minimiert werden.

**[0058]** Die bei der vorliegenden Erfindung verwendete nicht rotationssymmetrische Fläche sollte vorzugsweise eine plansymmetrische Freiformfläche sein, die lediglich eine Symmetrieebene aufweist. Bei der vorliegenden Erfindung verwendete Freiformflächen sind durch die folgende Gleichung (a) definiert. Man beachte, dass die Z-Achse der Definitionsgleichung die Achse einer Freiformfläche ist.

$$z = cr^2 / [1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}] + \sum_{j=2}^{66} C_j X^m Y^n \quad \dots (a)$$

**[0059]** In Gleichung (a) ist der erste Term ein sphärischer Flächenterm und der zweite Term ist ein Freiformflächenterm.

**[0060]** Im sphärischen Flächenterm gilt: c: Krümmung am Scheitelpunkt k: konische Konstante

$$r = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

**[0061]** Der Freiformflächenterm ist gegeben durch:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=2}^{66} C_j X^m Y^n \\ & = C_2 X + C_3 Y \\ & + C_4 X^2 + C_5 XY + C_6 Y^2 \\ & + C_7 X^3 + C_8 X^2 Y + C_9 XY^2 + C_{10} Y^3 \\ & + C_{11} X^4 + C_{12} X^3 Y + C_{13} X^2 Y^2 + C_{14} XY^3 + C_{15} Y^4 \\ & + C_{16} X^5 + C_{17} X^4 Y + C_{18} X^3 Y^2 + C_{19} X^2 Y^3 + C_{20} XY^4 \\ & \quad + C_{21} Y^5 \\ & + C_{22} X^6 + C_{23} X^5 Y + C_{24} X^4 Y^2 + C_{25} X^3 Y^3 + C_{26} X^2 Y^4 \\ & \quad + C_{27} XY^5 + C_{28} Y^6 \\ & + C_{29} X^7 + C_{30} X^6 Y + C_{31} X^5 Y^2 + C_{32} X^4 Y^3 + C_{33} X^3 Y^4 \\ & \quad + C_{34} X^2 Y^5 + C_{35} XY^6 + C_{36} Y^7 \\ & \quad \dots \end{aligned}$$

wobei  $C_j$  ( $j$  ist eine ganze Zahl größer als 2) Koeffizienten sind.

**[0062]** Im Allgemeinen weist die oben beschriebene Freiformfläche sowohl in der XZ- als auch in der YZ-Ebene keine Symmetrieebene auf. Bei der vorliegenden Erfindung wird jedoch eine Freiformfläche mit lediglich einer Symmetrieebene parallel zu der YZ-Ebene erhalten, indem alle Terme von ungeradzahligem Grad bezüglich X auf null gesetzt werden. Zum Beispiel werden in der obigen Definitionsgleichung (a) die Koeffizienten der Terme  $C_2, C_5, C_7, C_9, C_{12}, C_{14}, C_{16}, C_{18}, C_{20}, C_{23}, C_{25}, C_{27}, C_{29}, C_{31}, C_{33}, C_{35}, \dots$  gleich null gesetzt. Auf diese Weise ist es möglich, eine Freiformfläche zu erhalten, die lediglich eine Symmetrieebene parallel zur YZ-Ebene besitzt. Eine Freiformfläche, die lediglich eine Symmetrieebene parallel zur XZ-Ebene besitzt, wird erhalten, indem alle Terme von ungeradzahligem Grad bezüglich Y auf null gesetzt werden. Beispielsweise werden in der obigen Definitionsgleichung (a) die Koeffizienten der Terme  $C_3, C_5, C_8, C_{10}, C_{12}, C_{14}, C_{17}, C_{19}, C_{21}, C_{23}, C_{25}, C_{27}, C_{30}, C_{32}, C_{34}, C_{36}, \dots$  gleich null gesetzt. Auf diese Weise ist es möglich, eine Freiformfläche zu erhalten, die lediglich eine Symmetrieebene parallel zur XZ-Ebene aufweist.

**[0063]** Ferner wird die Dezentrierungsrichtung entsprechend einer der oben beschriebenen Symmetrieebenen bestimmt. Zum Beispiel wird bezüglich der Symmetrieebene parallel zur YZ-Ebene die Dezentrierungs-



richtung des optischen Systems als die Y-Achsenrichtung bestimmt. Bezüglich der Symmetrieebene parallel zur XZ-Ebene wird die Dezentrierungsrichtung des optischen Systems als die X-Achsenrichtung bestimmt. Auf diese Weise können nicht rotationssymmetrische Aberrationen aufgrund von Dezentrierung wirksam korrigiert werden und gleichzeitig kann die Produktivität verbessert werden.

**[0064]** Man beachte, dass die obige Definitionsgleichung (a) lediglich als Beispiel gezeigt ist, wie oben festgehalten wurde, und dass das Merkmal der vorliegenden Erfindung darin besteht, dass nicht rotationssymmetrische Aberrationen aufgrund von Dezentrierung korrigiert werden und gleichzeitig die Produktivität verbessert wird, indem eine nicht rotationssymmetrische Fläche verwendet wird, die lediglich eine Symmetrieebene aufweist. Daher kann derselbe vorteilhafte Effekt für eine beliebige andere Definitionsgleichung erhalten werden, die eine solche nicht rotationssymmetrische Fläche beschreibt.

**[0065]** Übrigens ist es bei der vorliegenden Erfindung wichtig, dass der Abstand zwischen der Eintrittsfläche des Prismenelements und der Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung die folgende Bedingung erfüllt, um das Bild zur Pupillenposition zu führen.

$$0,6 < L/H < 3,1 \quad \dots(1)$$

wobei L ein Abstand zwischen einer Bildmitteposition, bei der die Anzeigefläche der Reflexionsbildanzeigevorrichtung die optische Achse schneidet, und einer Position ist, bei der die Eintrittsfläche des Prismenelements die optische Achse schneidet, und wobei H eine Bildhöhe der Reflexionsbild-Anzeigevorrichtung (die Diagonallänge in einem Fall, in dem die Anzeigefläche viereckig ist) ist.

**[0066]** Die Bedingung (1) muss erfüllt sein, um die optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung zwischen der Eintrittsfläche des Prismenelements und der Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung anzuordnen. Wenn L/H nicht kleiner als die obere Grenze, d. h. 3,1, ist, wird der Abstand zwischen der Eintrittsfläche des Prismenelements und der Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung übermäßig groß, und es wird schwierig, das oben beschriebene optische Okularsystem zu erhalten. Weiterhin wird das optische Sichtsystem selbst groß. Dies läuft der Aufgabe der vorliegenden Erfindung zuwider. Wenn L/H nicht größer als die untere Grenze, d. h. 0,6, ist, wird der Abstand übermäßig klein, und die Neigung der Strahlteilerfläche der optischen Beleuchtungslichtleitervorrichtung bezüglich der optischen Achse wird übermäßig klein. Demzufolge ist es dann, wenn man das Beleuchtungslicht auf die Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung in ungefähr einem rechten Winkel auftreffen lässt, aufgrund von Verdunkelung schwierig, die gesamte Anzeigefläche zu beleuchten.

**[0067]** Es ist noch mehr erwünscht, die folgende Bedingung zu erfüllen:

$$0,7 < L/H < 2,0 \quad \dots(1-1)$$

**[0068]** Die Bedeutung der oberen Grenze dieser Bedingung ist dieselbe wie die obige.

**[0069]** Es ist noch mehr erwünscht, die folgende Bedingung zu erfüllen:

$$0,8 < L/H < 1,5 \quad \dots(1-2)$$

**[0070]** Die Bedeutung der oberen Grenze dieser Bedingung ist dieselbe wie die obige.

**[0071]** Als Reflexions-Bildanzeigevorrichtung bei der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise eine Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung verwendet werden, obwohl die vorliegende Erfindung nicht notwendigerweise hierauf beschränkt ist.

**[0072]** Übrigens tritt chromatische Aberration relativ wahrscheinlich in dem optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung auf, weil die optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung in einem relativ großen Abstand angeordnet ist, der zwischen der Eintrittsfläche des Prismenelements und der Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung vorgesehen ist. Daher ist es erwünscht, ein optisches Beugungselement an der Eintrittsflächenseite des Prismenelements anzuordnen, um die chromatische Aberration zu korrigieren.

**[0073]** Bei dem optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann das als optisches Okularsystem verwendete Prismenelement ein beliebiges aus verschiedenen bekannten dezentrierten Prismen sein. Jedoch ist es erwünscht, ein dezentriertes Prisma eines Typs zu verwenden, der wenigstens eine Fläche auf-

weist, die sowohl als brechende Fläche als auch als reflektierende Fläche dient, um den optischen Pfad zur Erzielung einer Verringerung der Größe zu falten.

**[0074]** Ein typisches Prisma des oben beschriebenen Typs weist eine Eintrittsfläche auf, durch die der von der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung reflektierte Lichtstrahl in das Prismenelement eintritt, nachdem er durch die optische Beleuchtungslichtleiter-Vorrichtung hindurchgetreten ist, sowie eine erste Reflexionsfläche, die den durch die Eintrittsfläche eintretenden Lichtstrahl reflektiert. Das Prismenelement besitzt ferner eine zweite Reflexionsfläche, die den von der ersten Reflexionsfläche reflektierten Lichtstrahl reflektiert, sowie eine Austrittsfläche, durch die der von der zweiten Reflexionsfläche reflektierte Lichtstrahl aus dem Prisma austritt. Die erste Reflexionsfläche und die Austrittsfläche sind aus einer einzigen Fläche gebildet, die sowohl als brechende Fläche als auch als reflektierende Fläche dient.

**[0075]** Ein anderes Prisma des oben beschriebenen Typs weist eine Eintrittsfläche auf, durch die der von der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung reflektierte Lichtstrahl in das Prismenelement eintritt, nachdem er durch die optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung hindurchgetreten ist, sowie eine erste Reflexionsfläche, die den durch die Eintrittsfläche eintretenden Lichtstrahl reflektiert. Das Prisma weist ferner eine zweite Reflexionsfläche auf, die den von der ersten Reflexionsfläche reflektierten Lichtstrahl reflektiert, sowie eine dritte Reflexionsfläche, die den von der zweiten Reflexionsfläche reflektierten Lichtstrahl reflektiert, und ferner eine Austrittsfläche, durch die der von der dritten Reflexionsfläche reflektierte Lichtstrahl aus dem Prisma austritt. Die zweite Reflexionsfläche und die Austrittsfläche sind aus einer einzigen Fläche gebildet, die sowohl als eine brechende Fläche als auch als eine reflektierende Fläche dient.

**[0076]** Bei dem optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann die optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung ein transparentes Element sein, das eine erste Fläche aufweist, durch die der von der Beleuchtungsvorrichtung emittierte Lichtstrahl in das transparente Element eintritt, sowie eine zweite Fläche, die den durch die erste Fläche eintretenden Lichtstrahl totalreflektiert, und ferner eine dritte Fläche, die den von der zweiten Fläche totalreflektierten Lichtstrahl reflektiert. Die zweite Fläche transmittiert den von der dritten Fläche reflektierten Lichtstrahl, um die Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung von deren Vorderseite her zu beleuchten, und transmittiert auch den von der Anzeigefläche der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung reflektierten Lichtstrahl. Die dritte Fläche bildet eine Strahlteilerfläche, die den durch die zweite Fläche hindurchtretenden Anzeigelichtstrahl transmittiert.

**[0077]** In diesem Fall ist es erwünscht, dass ein Ablenkwinkel-Kompensationselement an der dritten Flächen-seite des transparenten Elements angeordnet wird, um einen durch das transparente Element verursachten Ablenkwinkel zu kompensieren.

**[0078]** Es ist nicht immer notwendig, ein Ablenkwinkel-Kompensationselement neben der optischen Beleuchtungslichtleitervorrichtung anzuordnen. Wenn kein Ablenkwinkel-Kompensationselement vorgesehen ist, ist es erwünscht, dass die nachfolgend beschriebene Bedingung erfüllt ist.

**[0079]** Zunächst sollen die Parameter definiert werden. [Fig. 19](#) ist ein Strahlpfaddiagramm, das den axialen Hauptstrahl zeigt, der durch die optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung tritt. Der Winkel  $\alpha$ , der gebildet ist zwischen einer tangentialen Ebene, die durch den Schnittpunkt zwischen der zweiten Fläche (im Allgemeinen eine gekrümmte Fläche oder eine plane Fläche) der optischen Beleuchtungslichtleitervorrichtung und dem axialen Hauptstrahl tritt, und einer tangentialen Ebene, die durch den Schnittpunkt zwischen der dritten Fläche (im Allgemeinen eine gekrümmte Fläche oder eine plane Fläche) der optischen Beleuchtungslichtleitervorrichtung und dem axialen Hauptstrahl tritt, ist als ein Apexwinkel definiert. Der zwischen dem in die zweite Fläche eintretenden axialen Hauptstrahl und dem aus der dritten Fläche austretenden axialen Hauptstrahl gebildete Winkel  $\theta$  ist als Ablenkwinkel definiert.

**[0080]** Im Allgemeinen ist ein Minimalwinkel der Ablenkung  $\theta_{\min}$  eines dreieckigen Prismas (dessen Brechungsindex durch  $n$  bezeichnet ist) mit einem Apexwinkel  $\alpha$  bestimmt durch

$$\theta_{\min} = 2\sin^{-1} [n \cdot \sin(\alpha/2)] - \alpha \quad \dots(2)$$

**[0081]** Hier sei definiert  $\theta - \theta_{\min}$  als  $\Delta\theta$ , wobei  $\theta$  der Ablenkwinkel des durch die zweite und dritte Fläche tretenden axialen Hauptstrahls der optischen Beleuchtungslichtleitervorrichtung ist, und  $\theta_{\min}$  der minimale Ablenkwinkel des dreieckigen Prismas mit einem Apexwinkel ist, der durch den Winkel  $\alpha$  definiert ist, der gebildet ist zwischen einer tangentialen Ebene, die durch den Schnittpunkt zwischen der zweiten Fläche und dem axialen Hauptstrahl tritt, und einer tangentialen Ebene, die durch den Schnittpunkt zwischen der dritten Fläche und

dem axialen Hauptstrahl tritt. In diesem Fall ist es wichtig, dass die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\Delta\theta < 20^\circ \quad \dots(3)$$

**[0082]** Wenn  $\Delta\theta$  nicht kleiner als die obere Grenze dieser Bedingung ist, d. h.  $20^\circ$ , wird bei jedem Feldwinkel ein Lichtstrahl durch die optische Beleuchtungslichtleitvorrichtung in einem großen Winkel gebrochen. Daher tritt eine Koma-Aberration aufgrund Dezentrierung und chromatischer Aberration in übermäßig starkem Ausmaß auf, und es wird schwierig, diese Aberrationen zu korrigieren, indem sie durch diejenigen des Prismenelements des optischen Okularsystems aufgehoben werden.

**[0083]** Es ist daher mehr erwünscht, die folgende Bedingung zu erfüllen:

$$\Delta\theta < 10^\circ \quad \dots(3-1)$$

**[0084]** Die Bedeutung der oberen Grenze dieser Bedingung ist dieselbe wie die obige.

**[0085]** Es ist noch mehr erwünscht, die folgende Bedingung zu erfüllen:

$$\Delta\theta < 3^\circ \quad \dots(3-2)$$

**[0086]** Die Bedeutung der oberen Grenze dieser Bedingung ist dieselbe wie die obige.

**[0087]** Die vorliegende Erfindung enthält eine Bildanzeigevorrichtung, mit dem oben beschriebenen optischen System für ein rechtes Auge oder ein linkes Auge eines Beobachters.

**[0088]** Die vorliegende Erfindung umfasst weiterhin eine Bildanzeigevorrichtung mit einem Paar von optischen Systemen, die wie oben beschrieben angeordnet sind, für ein rechtes und ein linkes Auge eines Beobachters.

**[0089]** Ferner umfasst die vorliegende Erfindung eine Bildanzeigevorrichtung, die ein Halteelement zum Halten der Bildanzeigevorrichtung am Kopf des Beobachters aufweist, so dass die Bildanzeigevorrichtung vor dem Gesicht des Beobachters angeordnet ist.

**[0090]** Nachfolgend wird das zweite optische Sichtsystem beschrieben, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann.

**[0091]** [Fig. 26](#) ist ein Strahlpfaddiagramm eines optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 5 (später beschrieben). Das zweite optische Sichtsystem wird im Folgenden unter Bezugnahme auf [Fig. 26](#) beschrieben. Das optische Okularsystem des optischen Sichtsystems umfasst ein optisches Prismensystem **210**. Das optische Prismensystem **210** besitzt eine erste Fläche **211**, eine zweite Fläche **212** und eine dritte Fläche **213**, in der Reihenfolge von der Seite der Austrittspupille **201** beim Rückwärtsverfolgen eines Strahls. Die erste Fläche **211** dient sowohl als transmittierende Fläche als auch als totalreflektierende Fläche. Die zweite Fläche **212** ist eine halbdurchlässige Reflexionsfläche. Die dritte Fläche **213** ist eine transmittierende Fläche. Anzeigelicht von einer in einer Bildebene **203** angeordneten Anzeigevorrichtung tritt in das optische Prismensystem **210** durch die dritte Fläche **213** ein. Das auftreffende Licht wird durch die erste Fläche **211** reflektiert, ferner durch die zweite Fläche **212** reflektiert, um aus dem optischen Prismensystem durch die erste Fläche **211** auszutreten. Danach tritt das Licht in das Auge eines Beobachters ein, das derart angeordnet ist, dass die Pupille an der Stelle der Austrittspupille **201** angeordnet ist. Daher ist das in der Bildebene **203** angezeigte Bild als ein vergrößertes Bild beobachtbar.

**[0092]** Ein optisches Durchsichtelement **220** ist vor der zweiten Fläche **212** des optischen Prismensystems **210** in einem Abstand von derselben angeordnet (der axiale Abstand zwischen dem optischen Durchsichtelement **220** und der zweiten Fläche **212** kann null sein). Das optische Durchsichtelement **220** ist aus einem anderen Transmissionsprismenelement gebildet, das eine erste Fläche **221** und eine zweite Fläche **222** in der Reihenfolge von der Seite der Austrittspupille **201** beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen aufweist. Die erste Fläche **221** und die zweite Fläche **222** sind transmittierende Flächen. Licht von der Außenwelt tritt sukzessive durch die zweite Fläche **222** und die erste Fläche **221** des optischen Durchsichtelements **220** und ferner durch die zweite Fläche **212** und die erste Fläche **211** des optischen Prismensystems **210** und tritt in das Auge des Beobachters ein, in dem die Pupille an der Position der Austrittspupille **201** angeordnet ist, um ein Bild der Außenwelt zu erzeugen. Es ist möglich, selektiv entweder das Außenweltbild und das angezeigte Bild der in der

Bildebene **203** angeordneten Bildanzeigevorrichtung zu beobachten. Es ist ebenso möglich, beide Bilder einander überlagert zu beobachten. In [Fig. 26](#) bezeichnet das Bezugszeichen **202** einen axialen Hauptstrahl.

**[0093]** Daher umfasst das optische Sichtsystem ein Bilderzeugungselement (die in der Bildebene **203** angeordnete Bildanzeigevorrichtung) zum Erzeugen eines ersten Bilds, das durch einen Betrachter beobachtet werden soll, und ein optisches Okularsystem (das das optische Prismensystem **210** und ein optisches Beugungselement **204** in diesem Fall umfasst), die derart angeordnet sind, dass sie das durch das Bilderzeugungselement erzeugte Bild zu einem Auge eines Beobachters führen. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Durchsichtelement **220**, das näher zu einem von dem ersten Bild verschiedenen zweiten Bild (dem Außenweltbild in diesem Fall) angeordnet ist als das optische Okularsystem, um das zweite Bild zum Auge des Beobachters zu führen. Das optische Okularsystem besitzt wenigstens eine Reflexionsfläche **212** mit einer gekrümmten Flächenkonfiguration, die angeordnet ist, um einen Lichtstrahl von dem ersten Bild zu reflektieren und ihn zum Auge des Beobachters hin zu führen. Die Reflexionsfläche **212** besitzt eine transmittierende Wirkung, um es zu ermöglichen, dass ein Lichtstrahl von dem zweiten Bild in das optische Okularsystem eintritt, nachdem er durch das optische Durchsichtelement **220** hindurchgetreten ist. Das optische Durchsichtelement **220** ist näher zum zweiten Bild angeordnet als die Reflexionsfläche **212**, in einem Abstand von der Reflexionsfläche **212**.

**[0094]** Das optische Sichtsystem ist derart angeordnet, dass dann, wenn der Lichtstrahl von der Außenwelt durch das optische Durchsichtelement **220** und das optische Prismensystem **210** tritt, die kombinierte optische Brechkraft  $P$  des optischen Durchsichtelements **220** und des optischen Prismensystems **210** ungefähr null ist und die kombinierte Winkelvergrößerung  $\beta$  ungefähr 1 ist. Die optische Brechkraft und die Winkelvergrößerung sind diejenigen an der Position, durch die der axiale Hauptstrahl **202** tritt.

**[0095]** Wenn die optische Brechkraft  $P$  des optischen Durchsichtsystems ungefähr null ist und die Winkelvergrößerung  $\beta$  ungefähr 1 ist, wie oben festgestellt wurde, erscheint das durch das optische Durchsichtsystem betrachtete Bild als dasselbe wie das Bild, das mit dem nackten Auge gesehen wird. Daher werden das mit dem nackten Auge gesehene Bild und das durch das optische Durchsichtsystem gesehene Bild ohne weiteres zu einem einzelnen Bild verschmolzen. Demzufolge ist es dann, wenn beispielsweise eine für ein einzelnes Auge entworfene am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung verwendet wird, einfach, das Außenweltbild mit beiden Augen zu sehen.

**[0096]** Der Ausdruck "die optische Brechkraft  $P$  ist ungefähr null" bedeutet, dass die optische Brechkraft  $P$  innerhalb des durch die folgende Bedingung definierten Bereichs liegt:

$$-0,002 < P < 0,002 \text{ (/mm)} \quad \dots(4)$$

**[0097]** Wenn die optische Brechkraft nicht innerhalb des durch diese Bedingung definierten Bereichs liegt, sind die Bilderzeugungsposition des durch das optische Durchsichtsystem betrachteten Bilds und des mit dem nackten Auge gesehenen Bilds übermäßig voneinander verschieden. Demzufolge wird es schwierig, die Außenwelt mit beiden Augen zu sehen.

**[0098]** Der Ausdruck "die Winkelvergrößerung  $\beta$  ist ungefähr 1" bedeutet, dass die Winkelvergrößerung  $\beta$  innerhalb des durch die folgende Bedingung definierten Bereichs liegt:

$$0,95 < \beta < 1,05 \quad \dots(5)$$

**[0099]** Wenn die Winkelvergrößerung  $\beta$  nicht innerhalb des durch diese Bedingung definierten Bereichs liegt, werden das durch das optische Durchsichtsystem betrachtete Bild und das mit dem nackten Auge gesehene Bild nicht mit derselben Größe erzeugt. Demzufolge ist es schwierig, die mit dem linken und dem rechten Auge gesehenen Bilder zu einem einzigen Bild zu verschmelzen.

**[0100]** Die oben beschriebene Anordnung, bei der das optische Durchsichtelement in einem Abstand von dem optischen Okularsystem angeordnet ist, bedeutet eine Struktur, bei der eine optische Brechkraft (zum Beispiel eine Luftlinse), die zwischen dem optischen Okularsystem und dem optischen Durchsichtelement erzeugt wird, ebenfalls zur optischen Leistungsfähigkeit des optischen Durchsichtsystems beiträgt, jedoch nicht eine Struktur, bei der das optische Okularsystem und das optische Durchsichtelement mit einem Klebstoff zusammengeklebt sind, der einen Brechungsindex ungefähr gleich demjenigen der optischen Elemente aufweist, so dass eine an der gekitteten Fläche erzeugte optische Brechkraft vernachlässigt werden kann. Das optische Okularsystem und das optische Durchsichtelement sind nicht notwendigerweise durch Luft getrennt, sondern

könnten auch mit einem Klebstoff mit einem Brechungsindex unterschiedlich von demjenigen der optischen Elemente zusammengekittet sein, sowie eine Struktur haben, bei der die Lücke zwischen dem optischen Okularsystem und dem optischen Durchsichtelement mit einem Fluid, zum Beispiel einer Flüssigkeit oder einem Gas, gefüllt ist. Man beachte, dass eine Flüssigkristallblende zwischen dem optischen Okularsystem und dem optischen Durchsichtelement angeordnet sein kann.

**[0101]** Es ist aus dem Gesichtspunkt der Aberrationskorrektur bevorzugt, dass die Reflexionsflächen des optischen Okularsystems eine nicht rotationssymmetrisch gekrümmte Flächenkonfiguration aufweisen, die Dezentrierungs-Aberrationen korrigiert.

**[0102]** Der Grund hierfür ist derselbe wie der oben bezüglich [Fig. 23](#) bis [Fig. 25](#) genannte.

**[0103]** Das optische Okularsystem kann auch derart angeordnet sein, dass die oben beschriebene wenigstens eine Fläche mit einer Reflexionswirkung bezüglich des axialen Hauptstrahls dezentriert ist und eine nicht rotationssymmetrische Flächenkonfiguration aufweist und ferner eine brechende Wirkung hat. Durch Einsatz einer solchen Anordnung können Dezentrierungs-Aberrationen, die als Ergebnis des Versehens der Reflexionsfläche mit einer brechenden Wirkung erzeugt werden, durch die Fläche selbst korrigiert werden. Weiterhin wird die Brechkraft der Reflexionsflächen des Prismas verringert und daher kann im Prisma erzeugte chromatische Aberration minimiert werden.

**[0104]** Die bei der vorliegenden Erfindung verwendete nicht rotationssymmetrische Fläche sollte vorzugsweise eine anamorphotische Fläche sein oder eine plansymmetrische Freiformfläche sein, die lediglich eine Symmetrieebene aufweist. Bei der vorliegenden Erfindung verwendete Freiformflächen sind durch die obige Gleichung (a) definiert. Man beachte, dass die Z-Achse der Definitionsgleichung die Achse einer Freiformfläche ist.

**[0105]** Man beachte, dass die obige Definitionsgleichung (a) lediglich als ein Beispiel gezeigt ist, und dass das Merkmal der vorliegenden Erfindung darin liegt, dass nicht rotationssymmetrische Aberrationen aufgrund von Dezentrierung korrigiert werden und gleichzeitig die Produktivität verbessert wird, indem eine nicht rotationssymmetrische Fläche verwendet wird, die lediglich eine Symmetrieebene aufweist. Daher kann derselbe vorteilhafte Effekt für jede beliebige andere Definitionsgleichung erhalten werden, die eine solche nicht rotationssymmetrische Fläche ausdrückt.

**[0106]** Es ist erwünscht, dass das optische Durchsichtsystem angeordnet ist, um die optische Brechkraft und Winkelverstärkung auszugleichen, die durch das optische Okularsystem erzeugt wird, so dass die kombinierte optische Brechkraft und Winkelverstärkung, die dem Lichtstrahl von dem zweiten Bild gegeben wird, wenn er durch das optische Durchsichtelement und das optische Okularsystem tritt, die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$-0,002 < P_x < 0,002 \text{ (1/mm)} \quad \dots(6)$$

$$-0,002 < P_y < 0,002 \text{ (1/mm)} \quad \dots(7)$$

$$0,97 < \beta_x < 1,03 \quad \dots(8)$$

$$0,95 < \beta_Y < 1,05 \quad \dots(9)$$

wobei dann, wenn die Dezentrierungsrichtung des gesamten optischen Systems eine Y-Achsenrichtung ist, und eine Ebene parallel zum axialen Hauptstrahl als die YZ-Ebene definiert ist, und ferner eine die YZ-Ebene senkrecht schneidende Richtung als X-Achsenrichtung definiert ist,  $P_x$  und  $P_y$  jeweils Brechkraften in der X- und Y-Richtung des optischen Gesamtsystems sind und  $\beta_x$  und  $\beta_y$  jeweils Winkelvergrößerungen in der X- und Y-Richtung des gesamten optischen Systems sind.

**[0107]** Man beachte jedoch, dass die obigen Bedingungen in einem Fall gelten, in dem die Vertikalrichtung eines Menschen die Y-Achsenrichtung ist. Wenn die Vertikalrichtung eines Menschen die X-Achsenrichtung ist, lauten die Bedingungen (8) und (9) wie folgt:

$$0,95 < \beta_x < 1,05 \quad \dots(8)'$$

$$0,97 < \beta_y < 1,03 \quad \dots(9)'$$

**[0108]** Der Grund, warum ein Unterschied in der Winkelvergrößerung zwischen der vertikalen und der hori-

zontalen Richtung gemacht wird, ist wie folgt. Das menschliche Auge kann genauer in der horizontalen (Y-Achsen-) Richtung sehen als in der vertikalen (Y-Achsen-) Richtung. Daher können die Toleranzen  $\beta_y$  in der Y-Achsenrichtung etwas lockerer sein und daher gibt es einen Unterschied zwischen den Bedingungen (8) und (9).

**[0109]** Die Bedeutungen der oberen und unteren Grenzen der Bedingungen (6) bis (9) sind dieselben wie diejenigen der oberen und unteren Grenzen der Bedingungen (4) und (5).

**[0110]** Bezüglich der Brechkräfte  $P_x$  und  $P_y$  in der X- und Y-Richtung des gesamten optischen Systems ist es noch erwünschter, die folgenden Bedingungen zu erfüllen:

$$-0,001 < P_x < 0,001 \text{ (1/mm)} \quad \dots(6-1)$$

$$-0,001 < P_y < 0,001 \text{ (1/mm)} \quad \dots(7-1)$$

**[0111]** Es ist auch erwünscht, dass wenigstens eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

$$-0,0005 < P_x < 0,0005 \text{ (1/mm)} \quad \dots(6-2)$$

$$-0,0005 < P_y < 0,0005 \text{ (1/mm)} \quad \dots(7-2)$$

**[0112]** Bezüglich der Winkelvergrößerungen  $\beta_x$  und  $\beta_y$  jeweils in der X- und Y-Richtung des gesamten optischen Systems ist es noch erwünschter, die folgenden Bedingungen zu erfüllen:

$$0,99 < \beta_x < 1,01 \quad \dots(8-1)$$

$$0,99 < \beta_y < 1,01 \quad \dots(9-1)$$

**[0113]** Es ist sogar noch erwünschter, die folgenden Bedingungen zu erfüllen:

$$0,995 < \beta_x < 1,005 \quad \dots(8-2)$$

$$0,995 < \beta_y < 1,005 \quad \dots(9-2)$$

**[0114]** Die Krümmungen der Flächen sollen wie folgt bezeichnet werden. Die Krümmungen in der X- und Y-Achsenrichtung der Eintrittsfläche der Augenseite, des ersten Prismas (des optischen Prismensystems **210** in [Fig. 26](#)) beim Rückwärtsverfolgen eines Strahls am Schnittpunkt zwischen der Eintrittsfläche und der Sichtachse (axialer Hauptstrahl) sind durch  $C_{x1}$  und  $C_{y1}$  bezeichnet, und die Krümmungen in der X- und Y-Achsenrichtung der Austrittsfläche des ersten Prismas am Schnittpunkt zwischen der Austrittsfläche und der Sichtachse sind durch  $C_{x2}$  und  $C_{y2}$  bezeichnet. Ferner sind die Krümmungen in der X- und Y-Achsenrichtung der Eintrittsfläche des ersten optischen Durchsichtelements, das an der Objektseite angeordnet ist, am Schnittpunkt zwischen der Eintrittsfläche und der Sichtachse durch  $C_{x3}$  und  $C_{y3}$  bezeichnet, und die Krümmungen in der X- und Y-Achsenrichtung der Austrittsfläche des optischen Durchsichtelements sind durch  $C_{x4}$  und  $C_{y4}$  bezeichnet. Wenn das erste Prisma und das zweite Prisma in großer Nähe zueinander angeordnet sind, ist es erwünscht, dass  $C_{x3}/C_{x2}$  und  $C_{y3}/C_{y2}$  die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,3 < C_{x3}/C_{x2} < 1,2 \quad \dots(10)$$

$$0,3 < C_{y3}/C_{y2} < 1,2 \quad \dots(11)$$

**[0115]** Wenn  $C_{x3}/C_{x2}$  oder  $C_{y3}/C_{y2}$  nicht größer als die untere Grenze der obigen Bedingungen ist, d. h. 0,3, weist dieser Abschnitt wegen des Vorhandenseins der zwischen den oben beschriebenen beiden Flächen sandwichartig angeordneten Luftschicht eine übermäßig starke positive Brechkraft auf. Um die optische Brechkraft des gesamten optischen Systems null zu machen, muss die Austrittsfläche des zweiten Prismas unvermeidbar eine starke negative optische Brechkraft haben, um die Brechkraft dieses Abschnitts auszugleichen. Demzufolge wird die Winkelvergrößerung bei weitem kleiner als 1. Um die Winkelvergrößerung ungefähr zu 1 zu machen, muss die Austrittsfläche des zweiten Prismas ebenfalls unvermeidbar eine starke negative optische Brechkraft haben. Demzufolge wird die optische Brechkraft des gesamten optischen Systems unerwünscht eine starke positive Brechkraft. Demzufolge wird es unmöglich, einen weit entfernten Ort zu betrachten.



**[0116]** Wenn  $Cx3/Cx2$  oder  $Gy3/Cy2$  nicht kleiner als die obere Grenze der obigen Bedingungen ist, d. h. 1,2, besitzt dieser Abschnitt eine übermäßig starke negative Brechkraft wegen des Vorhandenseins der Luftschicht, die sich sandwichartig zwischen den oben beschriebenen beiden Flächen befindet. Um die optische Brechkraft des gesamten Systems zu null zu machen, muss die Austrittsfläche des zweiten Prismas unvermeidbar eine starke positive optische Brechkraft aufweisen, um die Brechkraft dieses Abschnitts auszugleichen. Demzufolge überschreitet die Winkelvergrößerung 1 in einem beträchtlichen Maße. Um die Winkelvergrößerung ungefähr zu 1 zu machen, muss die Austrittsfläche des zweiten Prismas unvermeidbar eine starke positive optische Brechkraft aufweisen. Demzufolge bekommt das gesamte optische System unvermeidbar eine starke negative Brechkraft. Demzufolge wird es unmöglich, einen nahen Punkt zu beobachten.

**[0117]** Es ist noch wünschenswerter, die folgenden Bedingungen zu erfüllen:

$$0,4 < Cx3/Cx2 < 1 \quad \dots(10-1)$$

$$0,4 < Cy3/Cy2 < 1 \quad \dots(11-1)$$

**[0118]** Übrigens sollte das optische Okularsystem vorzugsweise wenigstens ein Prismenelement aufweisen, das mit einem Medium gefüllt ist, welches einen Brechungsindex größer als 1 aufweist, wie in [Fig. 26](#) gezeigt ist. Das Prismenelement umfasst wenigstens drei optische Flächen, die wenigstens entweder eine optische Transmissionswirkung oder eine optische Reflexionswirkung besitzen. Die drei Flächen sind eine erste Fläche, eine zweite Fläche und eine dritte Fläche. Die dritte Fläche ist eine Eintrittsfläche, durch die ein Lichtstrahl von dem ersten Bild in das Prismenelement eintritt. Die zweite Fläche ist derart angeordnet, dass sie dem optischen Durchsichtelement mit einem Abstand zugewandt ist. Die zweite Fläche weist eine Transmissionswirkung auf, um es zu ermöglichen, dass ein Lichtstrahl von dem zweiten Bild in das Prismenelement eintritt, nachdem er durch das optische Durchsichtelement hindurchgetreten ist. Die zweite Fläche besitzt ferner eine Reflexionswirkung, um den Lichtstrahl von dem ersten Bild in dem Prismenelement zu reflektieren. Die zweite Fläche besitzt wenigstens eine gekrümmte Reflexionsfläche. Die erste Fläche ist eine Austrittsfläche, durch die der Lichtstrahl von dem ersten Bild aus dem Prismenelement austritt.

**[0119]** In diesem Fall ist es erwünscht, dass wenigstens entweder die erste Fläche oder die dritte Fläche eine nicht rotationssymmetrisch gekrümmte Flächenkonfiguration aufweist, die Dezentrierungs-Aberrationen korrigiert, und dass die gekrümmte Flächenkonfiguration entweder eine anamorphotische Fläche oder eine Freiformfläche mit planer Symmetrie ist, die lediglich eine Symmetrieebene aufweist.

**[0120]** Es ist erwünscht, dass die erste Fläche derart angeordnet ist, dass sie sowohl als Reflexionsfläche als auch als Transmissionsfläche für den Lichtstrahl in dem Prismenelement dient.

**[0121]** In diesem Fall sollte die sowohl als Reflexionsfläche als auch als Transmissionsfläche dienende erste Fläche vorzugsweise eine totalreflektierende Fläche sein, die derart angeordnet ist, dass der reflektierte Lichtstrahl auf die erste Fläche in einem Winkel auftrifft, der den kritischen Totalreflexionswinkel überschreitet, und danach der von der Reflexionsfläche zurückreflektierte Lichtstrahl auf die erste Fläche in einem Winkel auftrifft, der den kritischen Totalreflexionswinkel nicht überschreitet, um aus dem Prismenelement auszutreten.

**[0122]** Bei dem optischen Sichtsystem können das optische Okularsystem und das optische Durchsichtelement derart angeordnet sein, dass ein erster Bildsichtfeldbereich, der durch den Lichtstrahl von dem ersten Bild, wenn er aus dem optischen Okularsystem austritt, bestimmt wird, innerhalb eines zweiten Bildsichtfeldbereichs gebildet wird, der durch den Lichtstrahl von dem zweiten Bild, wenn er durch das optische Durchsichtelement und einen Teil des optischen Okularsystems hindurchtritt, bestimmt wird.

**[0123]** Ferner können das optische Okularsystem und das optische Durchsichtelement wie folgt angeordnet sein. Der optische Durchmesser des optischen Durchsichtelements wird kleiner eingestellt als die Reflexionsfläche des optischen Okularsystems, das derart angeordnet ist, dass es dem optischen Durchsichtelement zugewandt ist, und das optische Durchsichtelement wird derart angeordnet, dass es einem Bereich der Reflexionsfläche, der näher zu dem Bilderzeugungselement liegt, zugewandt ist, so dass der Lichtstrahl-Transmissionsbereich der Reflexionsfläche, der den durch das optische Durchsichtelement eintretenden Lichtstrahl transmittiert, sich in Richtung zu dem Bilderzeugungselement bezüglich des Lichtstrahlreflexionsbereichs der Reflexionsfläche verschiebt. Weiterhin ist ein Abschnitt der Reflexionsfläche, der nicht direkt dem optischen Durchsichtelement zugewandt ist, mit einer lichtblockierenden Beschicht versehen, um den Eintritt von Streulichtstrahlen von der Außenwelt zu verhindern.

**[0124]** Es ist möglich, ein lichtblockierendes Element anzuordnen, das in der Lage ist, zwischen Transmission und Abschneiden des Lichtstrahls von dem Außenweltbild zu schalten oder zwischen Transmission und Verdunkeln des Lichtstrahls an wenigstens einer von Positionen vor und hinter dem optischen Durchsichtelement zu schalten, so dass das zweite Bild das Außenweltbild ist.

**[0125]** Weiterhin kann eine andere Anzeigevorrichtung, die ein von dem ersten Bild verschiedenes Bild erzeugt, an der Seite des optischen Durchsichtelements entfernt von dem optischen Okularsystem angeordnet sein, so dass das zweite Bild durch die Anzeigevorrichtung erzeugt wird.

**[0126]** Das optische Sichtsystem kann derart angeordnet sein, dass ein lichtblockierendes Element, das in der Lage ist, zwischen Transmission und Abschneiden des Lichtstrahls von dem Außenweltbild zu schalten oder zwischen Transmission und Abdunkeln des Lichtstrahls zu schalten, an wenigstens einer von Stellen vor und hinter dem optischen Durchsichtelement angeordnet ist, so dass das zweite Bild das Außenbild ist, und eine Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines dritten Bilds zwischen dem Außenweltbild und dem optischen Durchsichtelement vorgesehen ist.

**[0127]** Das optische Sichtsystem kann eine Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung aufweisen zum Erfassen der Sichtlinie des Beobachters. Die Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung umfasst eine Lichtquelle zur Pupillenbeleuchtung und ein Lichtempfangselement zum Empfang des Bilds der Pupille, die an jeweiligen Positionen außerhalb des optischen Pfads im optischen Okularsystem angeordnet sind, um den Lichtstrahl von dem ersten Bild zu führen, und des optischen Pfads im optischen Durchsichtelement angeordnet sind, um den Lichtstrahl von dem zweiten Bild zu führen.

**[0128]** In diesem Fall kann die Sichtlinienerfassungsvorrichtung derart angeordnet sein, dass wenigstens das Bild der Pupille durch den optischen Pfad des optischen Okularsystems geschickt wird und von dem optischen Pfad zwischen dem optischen Okularsystem und dem ersten Bild getrennt wird, um zu dem Lichtempfangselement geführt zu werden. Daher ist der optische Pfad der Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung gebildet durch Verwenden des optischen Sichtpfads. Demzufolge ist es möglich, den Einfluss von Außenweltlicht zu eliminieren, das durch den optischen Pfad der Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung eintritt, und darüber hinaus den Einfluss von Streulicht von der Pupillenbeleuchtungs-Lichtquelle zu eliminieren. Es ist auch möglich, den größeren Teil des optischen Sichtlinien-Erfassungssystems zu eliminieren. Demzufolge ist es möglich, eine Kostenverringerung und Größenverringern zu erreichen.

**[0129]** Es ist erwünscht, dass das optische Okularsystem, das optische Durchsichtelement und die Austrittspupille derart angeordnet sind, dass die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\theta \leq 560^\circ$$

wobei dann, wenn die optische Achse des Lichtstrahls von dem ersten Bild, der aus dem optischen Okularsystem austritt, als eine Sichtachse definiert ist,  $\theta$  der Winkel ist, der an der Austrittspupille durch das optische Okularsystem in einer Richtung weg von dem Bilderzeugungselement bezüglich der Sichtachse gebildet wird.

**[0130]** Wenn die oben beschriebene Bedingung erfüllt ist, ist es möglich, nicht nur eine Beobachtung durch den optischen Durchsichtpfad durchzuführen, sondern auch beispielsweise eine Tastatur zu sehen, die direkt unterhalb des optischen Sichtsystems angeordnet ist, ohne durch das optische Sichtsystem zu blicken.

**[0131]** Man beachte, dass die vorliegende Erfindung eine am Kopf angebrachte optische Sichtvorrichtung umfasst, die eine Vorrichtungskörpereinheit aufweist, welche eines der vorangehenden optischen Sichtsysteme enthält, bei denen das optische Okularsystem, das optische Durchsichtelement und das Bilderzeugungselement zum Bilden des ersten Bilds mit den erforderlichen Abständen dazwischen durch eine Haltevorrichtung gehalten sind. Die am Kopf angebrachte optische Sichtvorrichtung enthält ferner eine Haltevorrichtung zum Halten der Vorrichtungskörpereinheit am Kopf des Beobachters.

**[0132]** Als Nächstes wird ein drittes und ein viertes optisches Sichtsystem, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, beschrieben.

**[0133]** [Fig. 44](#) ist ein Strahlpfaddiagramm eines optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 7 (später beschrieben). Das dritte und das vierte optische Sichtsystem werden im Folgenden unter Bezugnahme auf [Fig. 44](#) beschrieben. Das optische Okularsystem des optischen Sichtsystems enthält ein optisches Prismensystem **410**. Das optische Prismensystem **410** besitzt eine erste Fläche **411**, eine zweite Fläche **412** und eine dritte Fläche



**413**, in der Reihenfolge von der Seite der Austrittspupille **401** bei Rückwärtisnachzeichnen des Strahls. Die erste Fläche **411** dient sowohl als eine Transmissionsfläche als auch als eine Totalreflexionsfläche. Die zweite Fläche **412** ist eine halbtransparente Reflexionsfläche. Die dritte Fläche **413** ist eine Transmissionsfläche. Anzeigelicht von einer in einer Bildebene **403** angeordneten Bildanzeigevorrichtung tritt in das optische Prismensystem **410** durch die dritte Fläche **413** ein. Das auftreffende Licht wird durch die erste Fläche **411** reflektiert und ferner durch die zweite Fläche **412** reflektiert, um aus dem optischen Prismensystem **410** durch die erste Fläche **411** auszutreten. Danach tritt das Licht in das Auge eines Beobachters ein, das derart angeordnet ist, dass die Pupille an der Position der Austrittspupille **401** angeordnet ist. Daher ist das in der Bilderzeugungsebene **403** angezeigte Bild als ein vergrößertes Bild beobachtbar.

**[0134]** Ein optisches Durchsichtelement **420** ist vor der zweiten Fläche **412** des optischen Prismensystems **410** angeordnet, so dass es sich in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** befindet (das optische Durchsichtelement **420** kann an die zweite Fläche **412** gekittet sein). Das optische Durchsichtelement **420** ist aus einem anderen Transmissions-Prismenelement gebildet, das eine erste Fläche **421** aufweist (mit derselben Konfiguration wie diejenige der zweiten Fläche **412** des optischen Prismensystems **410**) sowie eine zweiten Fläche **422**, gezählt von der Seite der Austrittspupille **401** bei Rückwärtsverfolgen des Strahls. Die erste Fläche **421** und die zweite Fläche **422** sind Transmissionsflächen. Licht von der Außenwelt tritt aufeinander folgend durch die zweite Fläche **422** des optischen Durchsichtelements **420** und dessen erste Fläche **421** (= die zweite Fläche **412** des optischen Prismensystems **410**) und ferner durch die erste Fläche **411** des optischen Prismensystems **410** und tritt in das Auge des Beobachters, bei dem die Pupille an der Position der Austrittspupille **401** angeordnet ist, um ein Außenweltbild zu erzeugen. Es ist möglich, selektiv entweder das Außenweltbild und das Anzeigebild der Bildanzeigevorrichtung, die in der Bildebene **403** angeordnet ist, zu betrachten. Es ist auch möglich, beide Bilder einander überlagert zu betrachten. In [Fig. 44](#) bezeichnet das Bezugszeichen **402** einen axialen Hauptstrahl.

**[0135]** Daher umfassen das dritte und das vierte optische Sichtsystem jeweils ein Bilderzeugungselement (die in der Bildebene **403** angeordnete Bildanzeigevorrichtung) zum Erzeugen eines ersten durch einen Beobachter zu betrachtenden Bildes, sowie ein optisches Okularsystem (einschließlich des optischen Prismensystems **410** und eines optischen Beugungselements **404** in diesem Fall), das derart angeordnet ist, dass es das durch das Bilderzeugungselement erzeugte Bild zum Auge eines Beobachters führt. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Durchsichtelement **420**, das näher zu einem von dem ersten Bild verschiedenen zweiten Bild (dem Außenweltbild in diesem Fall) angeordnet ist als das optische Okularsystem, um das zweite Bild zum Auge des Beobachters zu führen. Das optische Okularsystem besitzt eine erste Reflexionsfläche **412** mit einer gekrümmten Flächenkonfiguration, die derart angeordnet ist, dass sie einen Lichtstrahl von dem ersten Bild reflektiert und zu dem Auge des Beobachters hin führt. Die Reflexionsfläche **412** besitzt eine transmittierende Wirkung, um es zu ermöglichen, dass ein Lichtstrahl von dem zweiten Bild in das optische Okularsystem eintritt, nachdem er durch das optische Durchsichtelement **420** hindurchgetreten ist. Das optische Durchsichtelement **420** ist näher zum zweiten Bild angeordnet als die Reflexionsfläche **412**, um in engem Kontakt mit der Reflexionsfläche **412** zu sein.

**[0136]** Das dritte optische Sichtsystem ist derart angeordnet, dass dann, wenn der Lichtstrahl von der Außenwelt durch das optische Durchsichtelement **420** und das optische Prismensystem **410** tritt, die kombinierte optische Brechkraft  $P$  des optischen Durchsichtelements **420** und des optischen Prismensystems **410** ungefähr null ist. Man beachte, dass die optische Brechkraft  $P$  die optische Brechkraft an einer Position ist, an der der axiale Hauptstrahl **402** hindurchtritt.

**[0137]** Wenn die optische Brechkraft  $P$  des optischen Durchsichtelements ungefähr null ist, wie oben angegeben, werden das durch das optische Durchsichtelement betrachtete Außenweltbild und das mit dem nackten Auge betrachtete Außenweltbild an derselben Position gesehen. Daher wird es leicht, das Durchsichtbild zu sehen. Demzufolge ist es dann, wenn beispielsweise eine am Kopf angebrachte, für ein einzelnes Auge entworfene Bildanzeigevorrichtung verwendet wird, leicht, das Außenweltbild zu sehen, insbesondere den Axialabschnitt des Außenweltbilds, mit beiden Augen. In diesem Fall wird jedoch das optische System ein optisches Zwei-Einheiten-Telesystem, welches eine Kombination einer positiven optischen Einheit und einer negativen optischen Einheit oder eine Kombination einer negativen optischen Einheit und einer positiven optischen Einheit aus dem Gesichtspunkt der paraxialen optischen Theorie umfasst. Daher ist es schwierig, das optische System so anzuordnen, dass die kombinierte Winkelvergrößerung  $\beta$  des optischen Durchsichtelements **420** und des optischen Prismensystems **410** eins ist und gleichzeitig die optische Brechkraft  $P$  des optischen Durchsichtsystems ungefähr null wird. Demzufolge ist es schwierig, die Vergrößerung des durch das optische Durchsichtsystem betrachteten Außenweltbilds und die Vergrößerung des mit dem nackten Auge betrachteten Außenweltbilds gleich zueinander zu machen. Aus diesem Grund tritt eine binokulare Rivalität zwischen dem

linken und dem rechten Auge bezüglich des Randabschnitts des Bildfelds auf. Demzufolge wird das Bild betrachtet, das mit dem dominanten Auge gesehen wird.

**[0138]** Das vierte optische Sichtsystem ist derart angeordnet, dass dann, wenn der Lichtstrahl von der Außenwelt durch das optische Durchsichtelement **420** und das optische Prismensystem **410** tritt, die kombinierte Winkelvergrößerung  $\beta$  des optischen Durchsichtelements **420** und des optischen Prismensystems **410** ungefähr 1 ist. Man beachte, dass die Winkelvergrößerung  $\beta$  die Winkelvergrößerung an einer Position ist, an der der axiale Hauptstrahl **402** hindurchtritt.

**[0139]** Wenn die Winkelvergrößerung  $\beta$  des optischen Durchsichtsystems ungefähr 1 ist, wie oben angegeben, haben das durch das optische Durchsichtsystem betrachtete Außenweltbild und das mit dem nackten Auge betrachtete Außenweltbild dieselbe Vergrößerung. Wenn beispielsweise eine am Kopf angebrachte, für ein einzelnes Auge entworfene Anzeigevorrichtung verwendet wird, ist es einfach, zwei durch das rechte und das linke Auge betrachtete Bilder zu verschmelzen. In diesem Fall ist es jedoch schwierig, das optische System so anzuordnen, dass die kombinierte optische Brechkraft  $P$  des optischen Durchsichtelements **420** und des optischen Prismensystems **410** null ist und gleichzeitig die Winkelvergrößerung  $\beta$  des optischen Durchsichtsystems ungefähr zu 1 gemacht wird. Demzufolge fallen die Bilderzeugungsposition des durch das optische Durchsichtsystem betrachteten Außenweltbilds und des mit dem nackten Auge betrachteten Außenweltbilds nicht zusammen. Demzufolge ist es etwas schwierig, ein weit entferntes Objekt zu betrachten. Jedoch gibt es im Fall der Betrachtung eines nahen Objekts kein Problem.

**[0140]** Der Ausdruck "die optische Brechkraft  $P$  ist ungefähr null" bedeutet, dass die optische Brechkraft innerhalb des durch die folgende Bedingung definierten Bereichs liegt:

$$-0,002 < P < 0,002 \text{ (1/mm)} \quad \dots(12)$$

**[0141]** Wenn die optische Brechkraft  $P$  nicht innerhalb des durch diese Bedingung definierten Bereichs liegt, ist die Bilderzeugungsposition des durch das optische Durchsichtsystem betrachteten Bilds und diejenige des mit dem nackten Auge betrachteten Bilds übermäßig verschieden voneinander. Demzufolge wird es schwierig, die Außenwelt mit beiden Augen zu sehen.

**[0142]** Der Ausdruck "die Winkelvergrößerung  $\beta$  ist ungefähr 1" bedeutet, dass die Winkelvergrößerung  $\beta$  innerhalb des Bereichs liegt, der durch die folgende Bedingung definiert wird:

$$0,95 < \beta < 1,06 \quad \dots(13)$$

**[0143]** Wenn die Winkelvergrößerung  $\beta$  nicht innerhalb des durch diese Bedingung definierten Bereichs liegt, werden das durch das optische Durchsichtsystem gesehene Bild und das mit dem nackten Auge gesehene Bild nicht mit der gleichen Größe erzeugt. Demzufolge ist es schwierig, die zwei Bilder, die mit dem linken und dem rechten Auge gesehen werden, zu einem einzigen Bild zu verschmelzen.

**[0144]** Die oben beschriebene Anordnung, bei der das optische Durchsichtelement **420** in engem Kontakt mit der Reflexionsfläche **412** des optischen Prismensystems **410** angeordnet ist, bedeutet eine Struktur, bei der die erste Fläche **421** des optischen Durchsichtelements **420** und die zweite Fläche **412** des optischen Prismensystems **410** mit der gleichen Flächenkonfiguration gebildet sind und die erste Fläche **421** und die zweite Fläche **412** in engen Kontakt miteinander gebracht werden oder nahe beieinander angeordnet werden oder zusammengekittet werden mit einem Klebstoff, der einen Brechungsindex ungefähr gleich diesen optischen Elementen aufweist. Eine Struktur, in der eine optische Brechkraft, die durch diese Flächen erzeugt wird, vernachlässigt werden kann, ist in der hierin offenbarten Anordnung enthalten.

**[0145]** Es ist aus dem Gesichtspunkt einer Aberrationskorrektur bevorzugt, dass die Reflexionsflächen des optischen Okularsystems eine nicht rotationssymmetrische gekrümmte Flächenkonfiguration aufweisen, die Dezentrierungs-Aberrationen korrigiert.

**[0146]** Der Grund für dies ist derselbe, wie oben unter Bezugnahme auf [Fig. 23](#) bis [Fig. 25](#) genannt ist.

**[0147]** Das optische Okularsystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann auch derart angeordnet sein, dass die oben beschriebene wenigstens eine Fläche, die eine reflektierende Wirkung aufweist, bezüglich der Richtung des axialen Hauptstrahls dezentriert ist und eine nicht rotationssymmetrische Flächenkonfiguration aufweist und ferner brechend wirkt. Durch Anwenden einer solchen Anordnung können Dezentrierungs-Aberrationen

rationen, die als Ergebnis der brechenden Wirkung der Reflexionsfläche erzeugt werden, durch die Fläche selbst korrigiert werden. Weiterhin ist die Brechkraft der brechenden Flächen des Prismas verringert und daher kann eine in dem Prisma erzeugte chromatische Aberration minimiert werden.

**[0148]** Die bei der vorliegenden Erfindung verwendete nicht rotationssymmetrische Fläche sollte vorzugsweise eine anamorphotische Fläche oder eine Freiformfläche mit planer Symmetrie sein, die lediglich eine Symmetrieebene aufweist. Bei der vorliegenden Erfindung verwendete Freiformflächen sind durch die obige Gleichung (a) definiert. Man beachte, dass die Z-Achse der Definitionsgleichung die Achse einer Freiformfläche ist.

**[0149]** Man beachte, dass die obige Definitionsgleichung (a) lediglich als ein Beispiel gezeigt ist und dass das Merkmal der vorliegenden Erfindung darin liegt, dass nicht rotationssymmetrische Aberrationen aufgrund Dezentrierung korrigiert werden und gleichzeitig die Produktivität verbessert wird durch Verwenden einer nicht rotationssymmetrischen Fläche, die lediglich eine Symmetrieebene aufweist. Daher kann derselbe vorteilhafte Effekt für jede beliebige andere Definitionsgleichung erreicht werden, die eine solche nicht rotationssymmetrische Fläche ausdrückt.

**[0150]** Beim dritten optischen Sichtsystem ist es wünschenswert, dass das optische Durchsichtsystem derart angeordnet ist, dass es die durch das optische Okularsystem erzeugte Brechkraft ausgleicht, so dass die dem Lichtstrahl von dem zweiten Bild gegebene kombinierte optische Brechkraft, wenn er durch das optische Durchsichtelement und das optische Okularsystem tritt, die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$-0,002 < P_x < 0,002 \text{ (1/mm)} \quad \dots(14)$$

$$-0,002 < P_y < 0,002 \text{ (1/mm)} \quad \dots(15)$$

wobei dann, wenn die Dezentrierungsrichtung des gesamten optischen Systems eine Y-Achsenrichtung ist und eine Ebene parallel zum axialen Hauptstrahl als YZ-Ebene definiert ist und ferner eine die YZ-Ebene senkrecht schneidende Richtung als eine X-Achsenrichtung definiert ist,  $P_x$  und  $P_y$  jeweils Brechkräfte in der X- und Y-Achsenrichtung des gesamten optischen Systems sind.

**[0151]** Die Bedeutung der oberen und unteren Grenzen der Bedingungen (14) bis (15) ist dieselbe wie diejenige der oberen und unteren Grenzen der Bedingung (12).

**[0152]** Bezüglich der Brechkräfte  $P_x$  und  $P_y$  in der X- und Y-Achsenrichtung des gesamten optischen Systems ist es noch erwünschter, die folgenden Bedingungen zu erfüllen:

$$-0,001 < P_x < 0,001 \text{ (1/mm)} \quad \dots(14-1)$$

$$-0,001 < P_y < 0,001 \text{ (1/mm)} \quad \dots(15-1)$$

**[0153]** Es ist auch erwünscht, wenigstens eine der folgenden Bedingungen zu erfüllen:

$$-0,0005 < P_x < 0,0005 \text{ (1/mm)} \quad \dots(14-2)$$

$$-0,0005 < P_y < 0,0005 \text{ (1/mm)} \quad \dots(15-2)$$

**[0154]** Beim vierten optischen Sichtsystem ist es erwünscht, dass das optische Durchsichtsystem derart angeordnet ist, dass es die durch das optische Okularsystem erzeugte Winkelvergrößerung ausgleicht, so dass die dem Lichtstrahl von dem zweiten Bild gegebene optische Vergrößerung, wenn er durch das optische Durchsichtelement und das optische Okularsystem tritt, die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,97 < \beta_x < 1,03 \quad \dots(16)$$

$$0,95 < \beta_y < 1,06 \quad \dots(17)$$

wobei dann, wenn die Dezentrierungsrichtung des gesamten optischen Systems eine Y-Achsenrichtung ist und eine Ebene parallel zum axialen Hauptstrahl als YZ-Ebene definiert ist und ferner eine die YZ-Ebene senkrecht schneidende Richtung als eine X-Achsenrichtung definiert ist,  $\beta_x$  und  $\beta_y$  jeweils Winkelvergrößerungen in der X- und Y-Achsenrichtung des gesamten optischen Systems sind.

**[0155]** Man beachte jedoch, dass die obigen Bedingungen (16) und (17) in einem Fall gelten, in dem die Vertikalrichtung eines Menschen die Y-Achsenrichtung ist.

**[0156]** Wenn die Vertikalrichtung eines Menschen die X-Achsenrichtung ist, lauten die Bedingungen (16) und (17) wie folgt:

$$0,95 < \beta_x < 1,06 \quad \dots(16')$$

$$0,97 < \beta_y < 1,03 \quad \dots(17')$$

**[0157]** Der Grund, warum ein Unterschied in der Winkelvergrößerung zwischen den vertikalen und horizontalen Richtungen besteht, ist wie folgt. Das menschliche Auge kann in der horizontalen (X-Achsen-) Richtung genauer sehen als in der vertikalen (Y-Achsen-) Richtung. Daher können die Toleranzen für  $\beta_Y$  in der Y-Achsenrichtung etwas gelockert sein, und daher gibt es einen Unterschied zwischen den Bedingungen (16) und (17).

**[0158]** Die Bedeutung der oberen und unteren Grenzen der Bedingungen (16) und (17) ist dieselbe wie diejenigen der oberen und unteren Grenzen der Bedingung (13).

**[0159]** Bezüglich der Winkelvergrößerungen  $\beta_x$  und  $\beta_y$  jeweils in der X- und Y-Achsenrichtung des gesamten optischen Systems ist es noch erwünschter, die folgenden Bedingungen zu erfüllen:

$$0,99 < \beta_x < 1,01 \quad \dots(16-1)$$

$$0,99 < \beta_y < 1,01 \quad \dots(17-1)$$

**[0160]** Es ist sogar noch erwünschter, die folgenden Bedingungen zu erfüllen:

$$0,995 < \beta_x < 1,005 \quad \dots(16-2)$$

$$0,995 < \beta_y < 1,005 \quad \dots(17-2)$$

**[0161]** Übrigens sollte das optische Okularsystem vorzugsweise wenigstens ein Prismenelement aufweisen, das mit einem Medium gefüllt ist, welches einen Brechungsindex größer als 1 besitzt, wie in [Fig. 44](#) gezeigt ist. Das Prismenelement umfasst wenigstens drei optische Flächen, die von denen wenigstens eine eine optische Transmissionswirkung und eine optische Reflexionswirkung besitzt. Die drei Flächen sind eine erste Fläche, eine zweite Fläche und eine dritte Fläche. Die dritte Fläche ist eine Eintrittsfläche, durch die ein Lichtstrahl von der ersten Fläche in das Prismenelement eintritt. Die zweite Fläche ist in engem Kontakt mit dem optischen Durchsichtelement angeordnet. Die zweite Fläche besitzt eine Transmissionswirkung, um es einem Lichtstrahl von dem zweiten Bild zu ermöglichen, in das Prismenelement einzutreten, nachdem er durch das optische Durchsichtelement hindurchgetreten ist. Die zweite Fläche besitzt ferner eine Reflexionswirkung, um den Lichtstrahl von dem ersten Bild in dem Prismenelement zu reflektieren. Die zweite Fläche besitzt wenigstens eine gekrümmte Reflexionsfläche. Die erste Fläche ist eine Austrittsfläche, durch die der Lichtstrahl von dem ersten Bild aus dem Prismenelement austritt.

**[0162]** In diesem Fall ist es erwünscht, dass wenigstens eine aus erster Fläche oder dritter Fläche eine nicht rotationssymmetrische gekrümmte Flächenkonfiguration aufweisen sollte, die Dezentrierungs-Aberrationen korrigiert, und dass die gekrümmte Flächenkonfiguration eine anamorphotische Fläche oder eine Freiformfläche mit planer Symmetrie ist, die lediglich eine Symmetrieebene aufweist.

**[0163]** Es ist erwünscht, dass die erste Fläche derart angeordnet ist, dass sie sowohl als Reflexionsfläche als auch als Transmissionsfläche für den Lichtstrahl in dem Prismenelement dient.

**[0164]** In diesem Fall sollte die sowohl als Reflexionsfläche als auch als Transmissionsfläche dienende erste Fläche vorzugsweise eine Totalreflexionsfläche sein, die derart angeordnet ist, dass der reflektierte Lichtstrahl auf die erste Fläche in einem Winkel auftrifft, der den kritischen Totalreflexionswinkel überschreitet, und danach der von der Reflexionsfläche zurückreflektierte Lichtstrahl auf die erste Fläche in einem Winkel auftrifft, der den kritischen Totalreflexionswinkel nicht überschreitet, um aus dem Prismenelement auszutreten.

**[0165]** Bei dem dritten und vierten optischen System können das optische Okularsystem und das optische

Durchsichtelemnt derart angeordnet sein, dass ein erster Bildsichtfeldbereich, der durch den Lichtstrahl von dem ersten Bild, wenn er aus dem optischen Okularsystem austritt, bestimmt wird, innerhalb eines zweiten Bildsichtfeldbereichs gebildet wird, der durch den Lichtstrahl von dem zweiten Bild, wenn er durch das optische Durchsichtelemnt und einen Teil des optischen Okularsystems hindurchtritt, bestimmt wird.

**[0166]** Ferner können das optische Okularsystem und das optische Durchsichtelemnt wie folgt angeordnet sein. Der optische Durchmesser des optischen Durchsichtelemnts wird kleiner eingestellt als die Reflexionsfläche des optischen Okularsystems, das derart angeordnet ist, dass es dem optischen Durchsichtelemnt zugewandt ist, und das optische Durchsichtelemnt wird derart angeordnet, dass es einem Bereich der Reflexionsfläche, der näher zu dem Bilderzeugungselemnt liegt, zugewandt ist, so dass der Lichtstrahl-Transmissionsbereich der Reflexionsfläche, der den durch das optische Durchsichtelemnt eintretenden Lichtstrahl transmittiert, sich in Richtung zu dem Bilderzeugungselemnt bezüglich des Lichtstrahlreflexionsbereichs der Reflexionsfläche verschiebt. Weiterhin ist ein Abschnitt der Reflexionsfläche, der nicht direkt dem optischen Durchsichtelemnt zugewandt ist, mit einer lichtblockierenden Beschicht versehen, um den Eintritt von Streulichtstrahlen von der Außenwelt zu verhindern.

**[0167]** Es ist möglich, ein lichtblockierendes Element anzuordnen, das in der Lage ist, zwischen Transmission und Abschneiden des Lichtstrahls von dem Außenweltbild zu schalten oder zwischen Transmission und Verdunkeln des Lichtstrahls vor dem optischen Durchsichtelemnt zu schalten, so dass das zweite Bild das Außenweltbild ist.

**[0168]** Weiterhin kann eine andere Anzeigevorrichtung, die ein von dem ersten Bild verschiedenes Bild erzeugt, an der Seite des optischen Durchsichtelemnts entfernt von dem optischen Okularsystem angeordnet sein, so dass das zweite Bild durch die Anzeigevorrichtung erzeugt wird.

**[0169]** Das optische Sichtsystem kann derart angeordnet sein, dass ein lichtblockierendes Element, das in der Lage ist, zwischen Transmission und Abschneiden des Lichtstrahls von dem Außenweltbild zu schalten oder zwischen Transmission und Abdunkeln des Lichtstrahls zu schalten, vor dem optischen Durchsichtelemnt angeordnet ist, so dass das zweite Bild das Außenweltbild ist, und eine Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines dritten Bilds zwischen dem Außenweltbild und dem optischen Durchsichtelemnt vorgesehen ist.

**[0170]** Das dritte und vierte optische System kann eine Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung aufweisen zum Erfassen der Sichtlinie des Beobachters. Die Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung umfasst eine Lichtquelle zur Pupillenbeleuchtung und ein Lichtempfangselemnt zum Empfang des Bilds der Pupille, die an jeweiligen Positionen außerhalb des optischen Pfads im optischen Okularsystem angeordnet sind, um den Lichtstrahl von dem ersten Bild zu führen, und des optischen Pfads im optischen Durchsichtelemnt angeordnet sind, um den Lichtstrahl von dem zweiten Bild zu führen.

**[0171]** In diesem Fall kann die Sichtlinienerfassungsvorrichtung derart angeordnet sein, dass wenigstens das Bild der Pupille durch den optischen Pfad des optischen Okularsystems geschickt wird und von dem optischen Pfad zwischen dem optischen Okularsystem und dem ersten Bild getrennt wird, um zu dem Lichtempfangselemnt geführt zu werden. Daher ist der optische Pfad der Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung gebildet durch Verwenden des optischen Sichtpfads. Demzufolge ist es möglich, den Einfluss von Außenweltlicht zu eliminieren, das durch den optischen Pfad der Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung eintritt, und darüber hinaus den Einfluss von Streulicht von der Pupillenbeleuchtungs-Lichtquelle zu eliminieren. Es ist auch möglich, den größeren Teil des optischen Sichtlinien-Erfassungssystems zu eliminieren. Demzufolge ist es möglich, eine Kostenverringerung und Größenverringern zu erreichen.

**[0172]** Es ist erwünscht, dass das optische Okularsystem, das optische Durchsichtelemnt und die Austrittspupille derart angeordnet sind, dass die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\theta \leq 60^\circ$$

wobei dann, wenn die optische Achse des Lichtstrahls von dem ersten Bild, der aus dem optischen Okularsystem austritt, als eine Sichtachse definiert ist,  $\theta$  der Winkel ist, der an der Austrittspupille durch das optische Okularsystem in einer Richtung weg von dem Bilderzeugungselemnt bezüglich der Sichtachse gebildet wird.

**[0173]** Wenn die oben beschriebene Bedingung erfüllt ist, ist es möglich, nicht nur eine Beobachtung durch den optischen Durchsichtpfad durchzuführen, sondern auch beispielsweise eine Tastatur zu sehen, die direkt unterhalb des optischen Sichtsystems angeordnet ist, ohne durch das optische Sichtsystem zu blicken.

[0174] Man beachte, dass die vorliegende Erfindung eine am Kopf angebrachte optische Sichtvorrichtung umfasst, die eine Vorrichtungskörpereinheit aufweist, welche eines der vorangehenden optischen Sichtsysteme enthält, bei denen das optische Okularsystem, das optische Durchsichtelement und das Bilderzeugungselement zum Bilden des ersten Bilds mit den erforderlichen Abständen dazwischen durch eine Haltevorrichtung gehalten sind. Die am Kopf angebrachte optische Sichtvorrichtung enthält ferner eine Haltevorrichtung zum Halten der Vorrichtungskörpereinheit am Kopf des Beobachters.

[0175] Noch weitere Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden teilweise offensichtlich und teilweise deutlich aus der Beschreibung.

[0176] Die Erfindung umfasst demzufolge die Merkmale der Konstruktion, Kombination von Elementen und Anordnung von Teilen, die in der hierin im Folgenden ausgeführten Konstruktion beispielhaft dargestellt werden, und der Rahmen der Erfindung wird durch die Ansprüche angezeigt.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0177] [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 1 der vorliegenden Erfindung.

[0178] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der YZ-Ebene, die ein optisches Sichtsystem gemäß Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0179] [Fig. 3](#) ist ein Strahlpfaddiagramm des optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung in der XZ-Ebene.

[0180] [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 3 der vorliegenden Erfindung.

[0181] [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 4 der vorliegenden Erfindung.

[0182] [Fig. 6](#) ist ein Aberrationsdiagramm, das laterale Aberrationen im optischen Sichtsystem gemäß Beispiel 1 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0183] [Fig. 7](#) ist ein Aberrationsdiagramm, das Lateral-Aberrationen im optischen Sichtsystem gemäß Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0184] [Fig. 8](#) ist ein Aberrationsdiagramm, das Lateral-Aberrationen im optischen Sichtsystem gemäß Beispiel 3 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0185] [Fig. 9](#) ist ein Aberrationsdiagramm, das Lateral-Aberrationen im optischen Sichtsystem gemäß Beispiel 4 der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0186] [Fig. 10](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.

[0187] [Fig. 11](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.

[0188] [Fig. 12](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.

[0189] [Fig. 13](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.

[0190] [Fig. 14](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.

[0191] [Fig. 15](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.



- [0192] [Fig. 16](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.
- [0193] [Fig. 17](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.
- [0194] [Fig. 18](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das Prisma im optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können.
- [0195] [Fig. 19](#) ist ein Strahlpfaddiagramm, das einen axialen Hauptstrahl zeigt, der durch eine optische Beleuchtungslichtleitervorrichtung tritt.
- [0196] [Fig. 20](#) ist ein Diagramm, das eine am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung für beide Augen zeigt, die das optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet, in einem Zustand, in dem sie am Kopf eines Beobachters befestigt ist.
- [0197] [Fig. 21](#) ist eine Querschnittsansicht der am Kopf angebrachten Bildanzeigevorrichtung, die in [Fig. 20](#) gezeigt ist.
- [0198] [Fig. 22](#) ist ein Diagramm, das eine am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung für ein einzelnes Auge zeigt, die das optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet, in einem Zustand, in dem sie am Kopf eines Beobachters befestigt ist.
- [0199] [Fig. 23](#) ist eine Konzeptansicht zum Beschreiben einer Bildkrümmung, die durch eine dezentrierte Reflexionsfläche erzeugt wird.
- [0200] [Fig. 24](#) ist eine Konzeptansicht zum Beschreiben eines Astigmatismus, der durch eine dezentrierte Reflexionsfläche erzeugt wird.
- [0201] [Fig. 25](#) ist eine Konzeptansicht zum Beschreiben eines Kommas, das durch eine dezentrierte Reflexionsfläche erzeugt wird.
- [0202] [Fig. 26](#) ist ein Strahlpfaddiagramm, das ein optisches Sichtsystem gemäß Beispiel 5 zeigt, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann.
- [0203] [Fig. 27](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Durchsichtsystemabschnitts des optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 5.
- [0204] [Fig. 28](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Durchsichtsystemabschnitts eines optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 6, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann.
- [0205] [Fig. 29](#) ist ein Diagramm, das ein Gitterbild zeigt, das durch das optische Durchsichtsystem in Beispiel 5 betrachtet wird, sowie ein Gitterbild, das mit dem nackten Auge gesehen wird, wobei die beiden Bilder einander überlagert sind.
- [0206] [Fig. 30](#) ist ein Diagramm, das ein Gitterbild zeigt, das durch das optische Durchsichtsystem in Beispiel 6 betrachtet wird, sowie ein Gitterbild, das mit dem nackten Auge gesehen wird, wobei die beiden Bilder einander überlagert sind.
- [0207] [Fig. 31](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung einer anderen Ausführungsform eines optischen Sichtsystems zeigt, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, in der Form eines zweiten optischen Sichtsystems.
- [0208] [Fig. 32](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung einer Modifikation der in [Fig. 31](#) gezeigten Ausführungsform zeigt.
- [0209] [Fig. 33](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung eines optischen Sichtsystems zeigt, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, gemäß einer weiteren Ausführungsform.
- [0210] [Fig. 34](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung eines optischen Sichtsystems zeigt, auf das die vorlie-

gende Erfindung angewendet werden kann, gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0211] [Fig. 35](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung eines optischen Sichtsystems zeigt, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0212] [Fig. 36](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für ein optisches Okularsystem des zweiten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0213] [Fig. 37](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das optische Okularsystem des zweiten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0214] [Fig. 38](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das optische Okularsystem des zweiten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0215] [Fig. 39](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das optische Okularsystem des zweiten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0216] [Fig. 40](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das optische Okularsystem des zweiten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0217] [Fig. 41](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das optische Okularsystem des zweiten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0218] [Fig. 42](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für das optische Okularsystem des zweiten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0219] [Fig. 43](#) ist eine Querschnittsansicht einer Bildanzeigevorrichtung, die das zweite optische Sichtsystem verwendet.

[0220] [Fig. 44](#) ist ein Strahlpfaddiagramm eines optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 7.

[0221] [Fig. 45](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Durchsichtsystemabschnitts des optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 7.

[0222] [Fig. 46](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Durchsichtsystemabschnitts eines optischen Sichtsystems gemäß Beispiel 8.

[0223] [Fig. 47](#) ist ein Diagramm, das ein Gitterbild zeigt, welches durch das optische Durchsichtsystem in Beispiel 7 betrachtet wird, sowie ein Gitterbild, das mit dem nackten Auge gesehen wird, wobei die beiden Bilder einander überlagert sind.

[0224] [Fig. 48](#) ist ein Diagramm, das ein Gitterbild zeigt, welches durch das optische Durchsichtsystem in Beispiel 8 betrachtet wird, sowie ein Gitterbild, das mit dem nackten Auge gesehen wird, wobei die beiden Bilder einander überlagert sind.

[0225] [Fig. 49](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung einer anderen Ausführungsform des optischen Sichtsystems zeigt, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, angeordnet in der Form eines dritten und eines vierten optischen Sichtsystems.

[0226] [Fig. 50](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung der Modifikation der in [Fig. 49](#) gezeigten Ausführungsform zeigt.

[0227] [Fig. 51](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung eines optischen Sichtsystems gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigt.

[0228] [Fig. 52](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung eines optischen Sichtsystems gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigt.

[0229] [Fig. 53](#) ist ein Diagramm, das die Anordnung eines optischen Sichtsystems gemäß einer weiteren Ausführungsform zeigt.



[0230] [Fig. 54](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für die optischen Okularsysteme des dritten und vierten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0231] [Fig. 55](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für die optischen Okularsysteme des dritten und vierten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0232] [Fig. 56](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für die optischen Okularsysteme des dritten und vierten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0233] [Fig. 57](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für die optischen Okularsysteme des dritten und vierten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0234] [Fig. 58](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für die optischen Okularsysteme des dritten und vierten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0235] [Fig. 59](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für die optischen Okularsysteme des dritten und vierten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0236] [Fig. 60](#) ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel von dezentrierten Prismen zeigt, die für die optischen Okularsysteme des dritten und vierten optischen Sichtsystems eingesetzt werden können.

[0237] [Fig. 61](#) ist eine Querschnittsansicht einer Bildanzeigevorrichtung, die das dritte oder vierte optische Sichtsystem verwendet.

#### BESTER MODUS ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0238] Die Beispiele 1 bis 4 des optischen Sichtsystems gemäß der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden beschrieben. Diese Beispiele werden auf der Grundlage von Rückwärtsverfolgen von Strahlen beschrieben. Man beachte, dass das optische System gemäß jedem Beispiel als ein optisches Sichtsystem verwendet werden kann, indem eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung in der Bildebene angeordnet wird und die Pupille des Auges eines Beobachters an der Pupillenposition angeordnet wird. Man beachte, dass die Bauteilparameter der Beispiele später gezeigt werden.

[0239] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist in den Beispielen 1 bis 4 der axiale Hauptstrahl **1** durch einen Lichtstrahl von dem Objektmittelpunkt definiert, der durch den Mittelpunkt der Pupille **2** tritt und den Mittelpunkt der Bildebene **3** erreicht. Die Position, an der der axiale Hauptstrahl auf die Ebene der Pupille **2** trifft, ist als der Ursprung jeder optischen Fläche definiert, die das optische Sichtsystem bildet. Die Richtung, in die der axiale Hauptstrahl **1** auf die Ebene der Pupille **2** auftrifft, ist als eine positive Richtung einer Z-Achse definiert. Eine sowohl die Z-Achse als auch den Mittelpunkt der Bildebene **3** enthaltende Ebene ist als eine YZ-Ebene definiert. Eine durch den Ursprung tretende und die YZ-Achse senkrecht schneidende Achse ist als eine X-Achse definiert. Die Richtung, in die die X-Achse von der Vorderseite zur Rückseite der Ebene der Figur verläuft, ist als eine positive Richtung der X-Achse definiert. Eine Achse, die ein rechtshändiges orthogonales Koordinatensystem in Verbindung mit der X- und Z-Achse bildet, ist als Y-Achse definiert. In [Fig. 1](#) ist ein bezüglich des Ursprungs bestimmtes Koordinatensystem gezeigt. Man beachte, dass im Beispiel 2 eine hypothetische Ebene in einer Ebene senkrecht zum axialen Hauptstrahl **1** unmittelbar nach seinem Austritt aus der dritten Fläche **13** des Prismas **10** angenommen wird. Die Richtung, in der der axiale Hauptstrahl **1** aus der hypothetischen Ebene austritt, ist als eine neue Z-Achsenrichtung definiert. Die Bewegungsrichtung des axialen Hauptstrahls **1** ist als eine positive Richtung der Z-Achse definiert. Eine sowohl die Z-Achse als auch den Mittelpunkt der Bildebene **3** enthaltende Ebene ist als eine YZ-Ebene definiert. Eine durch den Ursprung tretende und die YZ-Achse senkrecht schneidende Achse ist als eine X-Achse definiert. Die Richtung, in die die X-Achse von der Vorderseite zur Rückseite der Ebene der Figur verläuft, ist als eine positive Richtung der X-Achse definiert. Eine Achse, die ein rechtshändiges orthogonales Koordinatensystem in Verbindung mit der X- und Z-Achse bildet, ist als eine Y-Achse definiert.

[0240] In Beispiel 1 bis 4 wird die Dezentrierung jeder Fläche des Prismas **10** in der YZ-Ebene des Koordinatensystems gebildet, bestimmt bezüglich des Mittelpunkts der Pupille **2**.

[0241] Für dezentrierte Flächen des Prismas **10** ist für jede Fläche angegeben die Verschiebung in der X-, Y- und Z-Achsenrichtung (jeweils X, Y und Z) der Vertexposition der Fläche vom Ursprung des Koordinatensystems, bestimmt bezüglich des Mittelpunkts der Pupille **2**, sowie Neigungswinkel (Grad) der Mittelachse der Flä-

che [der Z-Achse der obigen Gleichung (a) bezüglich Freiformflächen, der Z-Achse der folgenden Gleichung (b) im Falle von asphärischen Flächen] bezüglich der X-, Y- und Z-Achsen (jeweils  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ ). In diesem Fall bedeutet das positive  $\alpha$  und  $\beta$  eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn relativ zu den positiven Richtungen der entsprechenden Achsen, und das positive  $\gamma$  bedeutet eine Drehung im Uhrzeigersinn relativ zur positiven Richtung der Z-Achse.

**[0242]** Im Beispiel 2 sind für die Fläche (Fläche Nr. **11**) des Ablenkwinkel-Kompensationsprismas **7** an dessen Seite, die dem Beleuchtungslichtleiterprisma **6** näher liegt, und für die Fläche (Flächen Nr. **12** und **20**) des Beleuchtungslichtleiterprismas **6** an dessen Seite, die dem Ablenkwinkel-Kompensationsprisma **7** näher liegt, jeweils Neigungswinkel (Grad) der Mittelachse der Fläche bezüglich der X-, Y- und Z-Achsen (jeweils  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ ) des Koordinatensystems angegeben, bestimmt bezüglich der hypothetischen Ebene. Für die Linsenfläche (Fläche Nr. **22**) des Beleuchtungslichtleiterprismas **6** ist die Verschiebung in der X-, Y- und Z-Achsenrichtung (jeweils X, Y und Z) der Vertexposition der Fläche vom Ursprung des Koordinatensystems angegeben, bestimmt bezüglich der hypothetischen Ebene, sowie Neigungswinkel (Grad) der Mittelachse der Fläche bezüglich der X-, Y- und Z-Achsen (jeweils  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ ).

**[0243]** Unter den das optische System in jedem Beispiel bildenden Flächen sind für eine spezifische Fläche und eine auf diese folgende Fläche eine Flächentrennung angegeben, wenn diese Flächen ein koaxiales optisches System bilden. Weiterhin sind der Brechungsindex und die Abbe-Zahl jedes Mediums gemäß dem herkömmlichen Verfahren angegeben.

**[0244]** Die Beispiele 5 und 6 des zweiten optischen Sichtsystems, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, werden ebenfalls auf der Grundlage von Rückwärtsverfolgen von Strahlen beschrieben. Wie in [Fig. 26](#) gezeigt ist, ist das optische System derart angeordnet, dass es als eine optische Sichtvorrichtung zum Betrachten eines angezeigten Bilds durch Anordnen einer Bildanzeigevorrichtung in der Bildebene **203** des Okularsystems und Anordnen der Pupille des Auges eines Beobachters an der Position der Austrittspupille **201** wirkt. Es ist möglich, eine Durchsichtbeobachtung der Außenwelt durchzuführen, indem die Außenwelt aus der Austrittspupille **201** durch das optische Prismensystem **210**, welches das optische Okularsystem bildet, und das optische Durchsichtelement **220** betrachtet wird. Man beachte, dass die nachfolgenden Bauteilparameter dieser Beispiele ebenfalls später gezeigt werden.

**[0245]** Wie in [Fig. 26](#) gezeigt ist, ist in den Beispielen 5 und 6 der axiale Hauptstrahl **202** durch einen Lichtstrahl von dem Objektmittelpunkt definiert, der durch den Mittelpunkt der Austrittspupille **201** tritt und den Mittelpunkt der Bildebene **203** oder den Mittelpunkt des Außenweltbilds erreicht. Der Mittelpunkt der Pupille **201** ist als der Ursprung jeder optischen Fläche definiert, die das optische Sichtsystem bildet. Die Richtung, in der der axiale Hauptstrahl **202** auf die erste Fläche **211** des optischen Sichtsystems auftrifft, ist als eine positive Richtung einer Z-Achse definiert. Eine Ebene, die sowohl die Z-Achse als auch den Mittelpunkt der Bildebene **203** enthält, ist als eine YZ-Ebene definiert. Eine Achse, die durch den Ursprung tritt und die YZ-Ebene senkrecht schneidet, ist als eine X-Achse definiert. Die Richtung, in die die X-Achse von der Vorderseite zur Rückseite der Ebene der Figur verläuft, ist als eine positive Richtung der X-Achse definiert. Eine Achse, die ein rechtshändiges orthogonales Koordinatensystem in Kombination mit der X- und Z-Achse bildet, ist als eine Y-Achse definiert. In [Fig. 26](#) ist ein bezüglich dem Ursprung bestimmtes Koordinatensystem gezeigt.

**[0246]** In den Beispielen 5 und 6 ist die Dezentrierung jeder Fläche der Prismenelemente **210** und **220** in der YZ-Ebene des Koordinatensystems gemacht, bestimmt bezüglich dem Mittelpunkt der Pupille **201**, und die eine und einzige Symmetrieebene jeder nicht rotationssymmetrischen Freiformfläche ist die YZ-Ebene.

**[0247]** Für dezentrierte Flächen der Prismenelemente **210** und **220** ist für jede Fläche angegeben die Verschiebung in der X-, Y- und Z-Achsenrichtung (jeweils X, Y und Z) der Vertexposition der Fläche vom Ursprung des Koordinatensystems, bestimmt bezüglich des Mittelpunkts der Pupille **201**, sowie Neigungswinkel (Grad) der Mittelachse der Fläche [die Z-Achse in der obigen Gleichung (a) bezüglich Freiformflächen, die Z-Achse bezüglich der folgenden Gleichung (b) im Fall von asphärischen Flächen] bezüglich der X-, Y- und Z-Achse (jeweils  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ ). In diesem Fall bedeuten das positive  $\alpha$  und  $\beta$  eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn relativ zur positiven Richtung der entsprechenden Achsen, und das positive  $\gamma$  bedeutet eine Drehung im Uhrzeigersinn relativ zur positiven Richtung der Z-Achse.

**[0248]** Unter den optischen Flächen, die die optischen Systeme von Beispiel 5 und 6 bilden, ist für eine spezifische Fläche und eine nachfolgende Fläche eine Flächentrennung angegeben, wenn diese Flächen ein koaxiales optisches System bilden. Weiterhin sind der Brechungsindex und die Abbe-Zahl jedes Mediums gemäß dem herkömmlichen Verfahren angegeben.

**[0249]** Die Beispiele 7 und 8 des dritten und vierten optischen Sichtsystems, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, werden ebenfalls auf der Grundlage von Rückwärtsverfolgen von Strahlen beschrieben. Wie in [Fig. 44](#) gezeigt ist, ist das optische System derart angeordnet, dass es als eine optische Sichtvorrichtung zum Betrachten eines angezeigten Bilds durch Anordnen einer Bildanzeigevorrichtung in der Bildebene **403** des Okularsystems und Anordnen der Pupille des Auges eines Beobachters an der Position der Austrittspupille **401** wirkt. Es ist möglich, eine Durchsichtbeobachtung der Außenwelt durchzuführen, indem die Außenwelt aus der Austrittspupille **401** durch das optische Prismensystem **410**, welches das optische Okularsystem bildet, und das optische Durchsichtelement **420** betrachtet wird. Man beachte, dass die nachfolgenden Bauteilparameter dieser Beispiele ebenfalls später gezeigt werden.

**[0250]** Wie in [Fig. 44](#) gezeigt ist, ist in den Beispielen 7 und 8 der axiale Hauptstrahl **402** durch einen Lichtstrahl von dem Objektmittelpunkt definiert, der durch den Mittelpunkt der Austrittspupille **401** tritt und den Mittelpunkt der Bildebene **403** oder den Mittelpunkt des Außenweltbilds erreicht. Der Mittelpunkt der Pupille **401** ist als der Ursprung jeder optischen Fläche definiert, die das optische Sichtsystem bildet.

**[0251]** Die Richtung, in der der axiale Hauptstrahl **402** auf die erste Fläche **411** des optischen Sichtsystems auftrifft, ist als eine positive Richtung einer Z-Achse definiert. Eine Ebene, die sowohl die Z-Achse als auch den Mittelpunkt der Bildebene **403** enthält, ist als eine YZ-Ebene definiert. Eine Achse, die durch den Ursprung tritt und die YZ-Ebene senkrecht schneidet, ist als eine X-Achse definiert. Die Richtung, in die die X-Achse von der Vorderseite zur Rückseite der Ebene der Figur verläuft, ist als eine positive Richtung der X-Achse definiert. Eine Achse, die ein rechtshändiges orthogonales Koordinatensystem in Kombination mit der X- und Z-Achse bildet, ist als eine Y-Achse definiert. In [Fig. 44](#) ist ein bezüglich dem Ursprung bestimmtes Koordinatensystem gezeigt.

**[0252]** In den Beispielen 7 und 8 ist die Dezentrierung jeder Fläche der Prismenelemente **410** und **420** in der YZ-Ebene des Koordinatensystems gemacht, bestimmt bezüglich dem Mittelpunkt der Pupille **401**, und die eine und einzige Symmetrieebene jeder nicht rotationssymmetrischen Freiformfläche ist die YZ-Ebene.

**[0253]** Für dezentrierte Flächen der Prismenelemente **410** und **420** ist für jede Fläche angegeben die Verschiebung in der X-, Y- und Z-Achsenrichtung (jeweils X, Y und Z) der Vertexposition der Fläche vom Ursprung des Koordinatensystems, bestimmt bezüglich des Mittelpunkts der Pupille **401**, sowie Neigungswinkel (Grad) der Mittelachse der Fläche [die Z-Achse in der obigen Gleichung (a) bezüglich Freiformflächen, die Z-Achse bezüglich der folgenden Gleichung (b) im Fall von asphärischen Flächen] bezüglich der X-, Y- und Z-Achse (jeweils  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ ). In diesem Fall bedeuten das positive  $\alpha$  und  $\beta$  eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn relativ zur positiven Richtung der entsprechenden Achsen, und das positive  $\gamma$  bedeutet eine Drehung im Uhrzeigersinn relativ zur positiven Richtung der Z-Achse.

**[0254]** Unter den optischen Flächen, die die optischen Systeme von Beispiel 7 und 8 bilden, ist für eine spezifische Fläche und eine nachfolgende Fläche eine Flächentrennung angegeben, wenn diese Flächen ein koaxiales optisches System bilden. Weiterhin sind der Brechungsindex und die Abbe-Zahl jedes Mediums gemäß dem herkömmlichen Verfahren angegeben.

**[0255]** Die Konfiguration jeder bei der vorliegenden Erfindung verwendeten Freiformfläche ist durch die obige Gleichung (a) definiert. Die Z-Achse der Definitionsgleichung ist die Achse der Freiformfläche.

**[0256]** Bei der vorliegenden Erfindung verwendete asphärische Flächen sind rotationssymmetrische asphärische Flächen, die durch die folgende Gleichung gegeben sind:

$$Z = (Y^2/R)/[1+\{1-(1+K)Y^2/R^2\}^{1/2}] + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + \dots \quad \dots(b)$$

**[0257]** In der obigen Gleichung ist Z eine optische Achse (axialer Hauptstrahl), für die die Bewegungsrichtung des Lichts als eine positive Richtung definiert ist, und Y wird in einer Richtung senkrecht zur optischen Achse angenommen. R ist ein paraxialer Krümmungsradius, K ist eine konische Konstante und A, B, C, D sind jeweils der asphärische Koeffizient 4., 6., 8. und 10. Ordnung. Die Z-Achse dieser Definitionsgleichung ist die Achse der rotationssymmetrischen asphärischen Fläche.

**[0258]** Bei den Bauteilparametern (später gezeigt) sind diejenigen Terme betreffend die Freiformflächen und die asphärischen Flächen, für die keine Daten gezeigt sind, gleich null. Der Brechungsindex ist durch den Brechungsindex für die spektrale d-Linie (Wellenlänge: 587,56 Nanometer) ausgedrückt. Längen sind in Millimeter angegeben.

**[0259]** Freiformflächen können auch durch Zernikesche Polynome definiert werden. Das heißt, die Konfiguration einer Freiformfläche kann durch die folgende Gleichung (c) definiert sein. Die Z-Achse der Definitionsgleichung (c) ist die Achse des Zernikeschen Polynoms. Eine nicht rotationssymmetrische Fläche wird durch Polarkoordinaten der Höhe der Z-Achse bezüglich der XY-Ebene definiert. In der Gleichung (c) ist A der Abstand von der Z-Achse in der XY-Ebene, und R ist der Azimutwinkel um die Z-Achse, der durch den von der Z-Achse gemessenen Drehwinkel ausgedrückt wird.

$$x=R \times \cos (A)$$

$$y=R \times \sin (A)$$

$$Z=D_2$$

$$+D_3 R \cos (A)+D_4 R \sin (A)$$

$$+D_5 R^2 \cos (2 A)+D_6\left(R^2-1\right)+D_7 R^2 \sin (2 A)$$

$$+D_8 R^3 \cos (3 A)+D_9\left(3 R^3-2 R\right) \cos (A)$$

$$+D_{10}\left(3 R^3-2 R\right) \sin (A)+D_{11} R^3 \sin (3 A)$$

$$+D_{12} R^4 \cos (4 A)+D_{13}\left(4 R^4-3 R^2\right) \cos (2 A)$$

$$+D_{14}\left(6 R^4-6 R^2+1\right)+D_{15}\left(4 R^4-3 R^2\right) \sin (2 A)$$

$$+D_{16} R^4 \sin (4 A)$$

$$+D_{17} R^5 \cos (5 A)+D_{18}\left(5 R^5-4 R^3\right) \cos (3 A)$$

$$+D_{19}\left(10 R^5-12 R^3+3 R\right) \cos (A)$$

$$+D_{20}\left(10 R^5-12 R^3+3 R\right) \sin (A)$$

$$+D_{21}\left(5 R^5-4 R^3\right) \sin (3 A)+D_{22} R^5 \sin (5 A)$$

$$+D_{23} R^6 \cos (6 A)+D_{24}\left(6 R^6-5 R^4\right) \cos (4 A)$$

$$+D_{25}\left(15 R^6-20 R^4+6 R^2\right) \cos (2 A)$$

$$+D_{26}\left(20 R^6-30 R^4+12 R^2-1\right)$$

$$+D_{27}\left(15 R^6-20 R^4+6 R^2\right) \sin (2 A)$$

$$+D_{28}\left(6 R^6-5 R^4\right) \sin (4 A)+D_{29} R^6 \sin (6 A) \cdots \cdots$$

... (c)

**[0260]** In der obigen Gleichung sollten zum Design eines optischen Systems, das bezüglich der X-Achsenrichtung symmetrisch ist,  $D_4, D_5, D_6, D_{10}, D_{11}, D_{12}, D_{13}, D_{14}, D_{20}, D_{21}, D_{22}$  ... verwendet werden.

**[0261]** Andere Beispiele von Flächen, die bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, werden durch die folgende Definitionsgleichung (d) ausgedrückt:

$$Z = \sum \sum C_{nm} X^m Y^n$$

**[0262]** Angenommen, dass beispielsweise  $k = 7$  (Polynom 7. Grades), wird eine Freiformfläche durch eine ausgeschriebene Form der obigen Gleichung wie folgt ausgedrückt:

$$\begin{aligned}
Z &= C_2 \\
&+ C_3 Y + C_4 |X| \\
&+ C_5 Y^2 + C_6 Y |X| + C_7 X^2 \\
&+ C_8 Y^3 + C_9 Y^2 |X| + C_{10} Y X^2 + C_{11} |X^3| \\
&+ C_{12} Y^4 + C_{13} Y^3 |X| + C_{14} Y^2 X^2 + C_{15} Y |X^3| + C_{16} X^4 \\
&+ C_{17} Y^5 + C_{18} Y^4 |X| + C_{19} Y^3 X^2 + C_{20} Y^2 |X^3| \\
&\quad + C_{21} Y X^4 + C_{22} |X^5| \\
&+ C_{23} Y^6 + C_{24} Y^5 |X| + C_{25} Y^4 X^2 + C_{26} Y^3 |X^3| \\
&\quad + C_{27} Y^2 X^4 + C_{28} Y |X^5| + C_{29} X^6 \\
&+ C_{30} Y^7 + C_{31} Y^6 |X| + C_{32} Y^5 X^2 + C_{33} Y^4 |X^3| \\
&\quad + C_{34} Y^3 X^4 + C_{35} Y^2 |X^5| + C_{36} Y X^6 + C_{37} |X^7| \\
&\quad \dots (d)
\end{aligned}$$

**[0263]** Obwohl in den Beispielen der vorliegenden Erfindung die Flächenkonfiguration durch eine Freiformfläche unter Verwendung der obigen Gleichung (a) ausgedrückt wurde, sollte beachtet werden, dass derselbe vorteilhafte Effekt durch Verwenden der obigen Gleichung (c) oder (d) selbstverständlich auch erhalten werden kann.

**[0264]** Man beachte, dass optische Beugungselemente beispielsweise in den Kapiteln VI und VII von "Small-Sized Optical Elements for Optical Designers" (Optronics) und "SPIE", Vol. 126, S. 46–53 (1977) beschrieben werden. Es ist möglich, ein optisches Beugungselement zu erhalten, bei dem die Abbe-Zahl  $i$  im sichtbaren Bereich  $-3,453$  ist und das partielle Dispersionsverhältnis  $\theta_{g,F}$   $0,03$  ist. Weiterhin kann das optische Gitterintervall frei gewählt werden. Daher kann das optische Beugungselement als ein Äquivalent zu einer beliebigen asphärischen Linsenfläche behandelt werden. Im Folgenden wird die in "SPIE", Vol. 126, S. 46 – 53 (1977) beschriebene "ultra-high index method" verwendet.

**[0265]** **Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht von Beispiel 1 der vorliegenden Erfindung entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. In dem optischen Sichtsystem gemäß diesem Beispiel ist der horizontale Feldwinkel  $22^\circ$ . Die Größe der Bildanzeigevorrichtung ist  $9,6 \times 7,2$  Millimeter und deren diagonale Länge  $H$  ist 12 Millimeter. Der Abstand  $L$  zwischen dem Schnittpunkt zwischen der Anzeigefläche **3** der Bildanzeigevorrichtung und der optischen Achse und dem Schnittpunkt zwischen der Eintrittsfläche **13** des Prismas **10** und der optischen Achse ist 12,632 Millimeter. Daher ist  $L/H = 1,053$  [der Wert der Bedingung (1)]. Der Pupillendurchmesser ist 4 Millimeter und der Abstand (Augenrelief) von der Austrittsfläche **11** des Prismas **10** zur Austrittspupille ist 30,0 Millimeter.

**[0266]** Dieses Beispiel besitzt in der Reihenfolge, in der Licht von der Objektseite beim Rückwärtsverfolgen eines Strahls hindurchtritt, eine Austrittspupille **2**, ein Prisma **10**, ein optisches Beugungselement **8**, ein Ablenkwinkel-Kompensationsprisma **7**, ein Beleuchtungslichtleiterprisma **6** und eine Bildebene (d.h. die Anzeigefläche einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung) **3**. Eine Lichtquelle **4** und eine Fresnel-Linse **5** sind an der Beleuchtungslichteintrittsseite des Beleuchtungslichtleiterprismas **6** angeordnet.

**[0267]** Das Prisma **10** besitzt eine erste Fläche **11**, eine zweite Fläche **12** und eine dritte Fläche **13**. Die erste Fläche **11** ermöglicht es, dass ein Lichtstrahl von der Objektseite in das Prisma **10** eintritt und reflektiert den von der zweiten Fläche **12** im Prisma **10** reflektierten Lichtstrahl. Die zweite Fläche **12** reflektiert den durch die erste Fläche **11** in das Prisma **10** eintretenden Lichtstrahl. Die dritte Fläche **13** ermöglicht es, dass der von der ersten Fläche **11** reflektierte Lichtstrahl aus dem Prisma **10** austritt. Daher ist die erste Fläche **11** eine optische Fläche, die sowohl eine transmittierende optische Wirkung als auch eine reflektierende optische Wirkung besitzt.

**[0268]** Das optische Beugungselement **8** besitzt eine Beugungsfläche **9** an seiner dem Prisma **10** näher liegenden Seite. Die Fläche an der anderen Seite des optischen Beugungselements **8** ist an das Ablenkwin-



kel-Kompensationsprisma 7 gekittet.

**[0269]** Das Beleuchtungslichtleiterprisma 6 ist ein dreieckiges Prisma mit einer ersten Fläche 16, einer zweiten Fläche 17 und einer dritten Fläche 18. Die erste Fläche 16 ist eine Fläche, durch die ein divergenter Lichtstrahl von der Lichtquelle 4 in das Prisma 6 eingeführt wird, nachdem der Strahl zu einem ungefähr parallelen Lichtstrahl durch die Fresnel-Linse 5 geformt wurde. Die erste Fläche 16 ist rechtwinklig zur Achse des Beleuchtungslichts angeordnet. Das eingeführte Beleuchtungslicht wird durch die dritte Fläche 18 totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche 17 reflektiert, die eine gekittete Fläche zwischen dem Beleuchtungslichtleiterprisma 6 und dem Ablenkwinkel-Kompensationsprisma 7 ist und eine Polarisationsstrahlteilerfläche bildet. Dann tritt das reflektierte Licht durch die dritte Fläche 18, um die Anzeigefläche einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung, zum Beispiel einer Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung, zu beleuchten, die in der Bildebene 3 angeordnet ist. Das Beleuchtungslicht trifft ungefähr rechtwinklig auf die Anzeigefläche.

**[0270]** Anzeigelicht von der Anzeigefläche der in der Bildebene 3 angeordneten Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung tritt in das Beleuchtungslichtleiterprisma 6 durch die dritte Fläche 18 ein und tritt durch die Polarisationsstrahlteilerfläche als zweite Fläche 17, um in das Ablenkwinkel-Kompensationsprisma 7 einzutreten. Dann tritt das Licht durch das optische Beugungselement 8, das an der austrittsseitigen Fläche des Ablenkwinkel-Kompensationsprismas 7 angeordnet ist. Das Licht wird durch die Beugungsfläche 9 gebeugt, um in das Prisma 10 durch die dritte Fläche 13 einzutreten. Das Licht wird durch die erste Fläche 11 totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche 12 reflektiert, um aus dem Prisma 10 auszutreten, während es durch die erste Fläche 11 gebrochen wird. Dann tritt das Licht in das Auge des Beobachters ein, das an der Position der Austrittspupille 2 angeordnet ist, um ein vergrößertes Bild des angezeigten Bilds der Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung zu erzeugen.

**[0271]** In den Bauteilparametern (später gezeigt) bilden die Flächen Nr. 2 bis 5 das Prisma 10. Die Fläche Nr. 6 ist die ablenkende Fläche 9. Die Fläche Nr. 7 ist die Substratfläche des optischen Beugungselements 8, das die Beugungsfläche 9 aufweist. Der Raum zwischen den Flächen Nr. 8 und 9 bildet das Ablenkwinkel-Kompensationsprisma 7. Die Flächen Nr. 9 und 13 sind die Polarisationsstrahlteilerfläche 17. Der Raum zwischen den Flächen Nr. 9 und 10 und der Raum zwischen den Flächen Nr. 12 und 13 und ferner der Raum zwischen den Flächen Nr. 13 bis 15 bildet das Beleuchtungslichtleiterprisma 6. Der Raum zwischen den Flächen Nr. 16 und 17 bildet die Fresnel-Linse 5. Die Fläche Nr. 16 ist die Fresnel-Linsenfläche. Die Fläche Nr. 18 ist die Lichtquelle 4. Die Verschiebungen jeder der Flächen Nr. 2 bis 18 sind als die Verschiebungsbeträge von dem Mittelpunkt der Austrittspupille 2 der Fläche Nr. 1 ausgedrückt.

**[0272]** [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht von Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. [Fig. 3](#) ist ein Strahlpfaddiagramm des optischen Sichtsystems in der XZ-Ebene. In dem optischen Sichtsystem gemäß diesem Beispiel ist der horizontale Feldwinkel  $22^\circ$ . Die Größe der Bildanzeigevorrichtung ist  $9,6 \times 7,2$  Millimeter und ihre Diagonallänge H ist 11,81 Millimeter. Der Abstand L zwischen dem Schnittpunkt zwischen der Anzeigefläche 3 der Bildanzeigevorrichtung und der optischen Achse und dem Schnittpunkt zwischen der Eintrittsfläche 13 des Prismas 10 und der optischen Achse ist 13,35 Millimeter. Daher gilt  $L/H = 1,13084$  [der Wert der Bedingung (1)]. Der Pupillendurchmesser ist 4 Millimeter und der Abstand (Augenrelief) von der Austrittsfläche 11 des Prismas 10 zur Austrittspupille ist 32 Millimeter.

**[0273]** Dieses Beispiel weist, in der Reihenfolge, in der Licht beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen von der Objektseite hindurchtritt, eine Austrittsfläche 2, ein Prisma 10, ein optisches Beugungselement 8, ein Ablenkwinkel-Kompensationsprisma 7, ein Beleuchtungslichtleiterprisma 6 und eine Bildebene (d. h. die Anzeigefläche einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung) 3 auf. Eine Linsenfläche 16' ist an der Beleuchtungslichteintrittsseite des Beleuchtungslichtleiterprismas 6 angeordnet. Eine Lichtquelle 4 ist vor der Linsenfläche 16' angeordnet. Wie aus [Fig. 3](#) klar wird, liegt das Merkmal dieses Beispiels darin, dass die Lichtquelle 4 in der X-Achsenrichtung bezüglich dem Beleuchtungslichtleiterprisma 6 dezentriert ist und dass die Polarisationsstrahlteilerfläche 17' des Beleuchtungslichtleiterprismas 6 um die Y-Achse geneigt ist (die Flächen 11 bis 13 des Prismas 10 sind um die X-Achse geneigt), und ferner darin, dass die Polarisationsstrahlteilerfläche 17' nicht eine ebene Fläche sondern eine brechend wirkende Freiformfläche ist.

**[0274]** Das Prisma 10 ist in derselben Weise angeordnet wie beim Beispiel 1. Das heißt, das Prisma 10 besitzt eine erste Fläche 11, eine zweite Fläche 12 und eine dritte Fläche 13. Die erste Fläche 11 ermöglicht es, dass ein Lichtstrahl von der Objektseite in das Prisma 10 eintritt, und reflektiert den von der zweiten Fläche 12 im Prisma 10 reflektierten Lichtstrahl. Die zweite Fläche 12 reflektiert den durch die erste Fläche 11 in das Prisma 10 eintretenden Lichtstrahl. Die dritte Fläche 13 ermöglicht es, dass der von der ersten Fläche 11 reflektierte Lichtstrahl aus dem Prisma 10 austritt. Daher ist die erste Fläche 11 eine optische Fläche, die sowohl eine

transmittierende optische Wirkung als auch eine reflektierende optische Wirkung aufweist.

**[0275]** Das optische Beugungselement **8** besitzt eine Beugungsfläche **9** an seiner vom Prisma **10** entfernt liegenden Seite (d. h. an der Seite, die dem Ablenkwinkel-Kompensationsprisma **7** näher liegt).

**[0276]** Das Beleuchtungslichtleiterprisma **6** ist ein dreieckiges Prisma mit einer ersten Fläche **16'**, einer zweiten Fläche **17'** und einer dritten Fläche **18**. Die erste Fläche **16'** ist eine konvexe, sphärische Linsenfläche. Die zweite Fläche **17'** ist eine nicht plane Freiformfläche. Die Linsenfläche der ersten Fläche **16'** führt einen divergenten Lichtstrahl von der Lichtquelle **4** in das Prisma **6** ein, nachdem sie ihn in einen einem parallelen Lichtstrahl angenäherten divergenten Lichtstrahl umgewandelt hat. Die erste Fläche **16'** ist rechtwinklig zur Achse des Beleuchtungslichts angeordnet. Das eingeführte Beleuchtungslicht wird durch die plane Fläche als dritte Fläche **18** totalreflektiert und tritt auf die Freiformfläche als die zweite Fläche **17'**, die eine gekittete Fläche zwischen dem Beleuchtungslichtleiterprisma **6** und dem Ablenkwinkel-Kompensationsprisma **7** ist und eine Polarisationsstrahlteilerfläche bildet. Das auf die zweite Fläche **17'** auftreffende Licht wird in der Form eines ungefähr parallelen Lichtstrahls reflektiert, während es in einem gewissen Grad gegenüber Dezentrierungs-Aberrationen korrigiert wird. Dann tritt das reflektierte Licht durch die dritte Fläche **18**, um die Anzeigefläche einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung, z. B. einer Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung, zu beleuchten, die in der Bildebene **3** angeordnet ist. Das Beleuchtungslicht trifft ungefähr rechtwinklig auf die Anzeigefläche.

**[0277]** Anzeigelicht von der in der Bildebene **3** angeordneten Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung tritt in das Beleuchtungslichtleiterprisma **6** durch die dritte Fläche **18** ein und tritt durch die Polarisationsstrahlteilerfläche als zweite Fläche **17'**, um in das Ablenkwinkel-Kompensationsprisma **7** einzutreten. Dann wird das Licht durch die Beugungsfläche **9** des optischen Beugungselements **8** gebrochen, die an der Austrittsseite des Ablenkwinkel-Kompensationsprismas **7** angeordnet ist. Das Licht tritt in das Prisma **10** durch die dritte Fläche **13** ein und wird durch die erste Fläche **11** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **12** reflektiert, um aus dem Prisma **10** auszutreten, während es durch die erste Fläche **11** gebrochen wird. Dann tritt das Licht in das Auge eines Beobachters ein, das an der Position der Austrittspupille **2** angeordnet ist, um ein vergrößertes Bild des angezeigten Bilds der Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung zu erzeugen.

**[0278]** Bei den Bauteilparametern (später gezeigt) bilden die Flächen Nr. **2** bis **5** das Prisma **10**. Die Fläche Nr. **6** ist eine hypothetische Ebene. Die Fläche Nr. **8** ist die Substratfläche des optischen Beugungselements **8**, das die Beugungsfläche **9** aufweist. Die Fläche Nr. **9** ist die Beugungsfläche **9**. Der Raum zwischen den Flächen Nr. **10** und **11** bildet das Ablenkwinkel-Kompensationsprisma **7**. Die Flächen Nr. **12** und **20** sind die Polarisationsstrahlteilerfläche **17'**. Der Raum zwischen den Flächen Nr. **12** und **13** und der Raum zwischen den Flächen Nr. **19** und **20** und ferner der Raum zwischen den Flächen Nr. **20** bis **22** bildet das Beleuchtungslichtleiterprisma **6**. Die Fläche Nr. **22** ist eine Kondensorliniensfläche. Der Raum zwischen den Flächen Nr. **14** und **15** und der Raum zwischen den Flächen Nr. **17** und **18** bildet den Polarisator des LCD. Der Raum zwischen den Flächen Nr. **15** und **16** (Bildebene) und der Raum zwischen den Flächen Nr. **16** (Bildebene) und **17** bildet das Substratglas des LCD. Die Fläche Nr. **23** ist die Lichtquelle **4**. Die Verschiebungen jeder der Flächen Nr. **2** bis **6** (hypothetische Ebene) sind durch die Verschiebungsbeträge vom Mittelpunkt der Austrittspupille **2** der Fläche Nr. **1** angegeben. Betreffend die Flächen Nr. **6** bis **21** ist die Position jeder Fläche hinsichtlich des axialen Abstands entlang des axialen Hauptstrahls **1** spezifiziert. Betreffend die Flächen Nr. **11**, **12** und **20** (= **12**) dieser Flächen sind lediglich Neigungswinkel  $\beta$  ihrer Mittelachsen bezüglich der optischen Achse als Verschiebungsdaten angegeben. Für die Linsenfläche der Fläche Nr. **22** ist die Verschiebung der Vertexposition der Fläche im bezüglich der hypothetischen Ebene von Fläche Nr. **6** bestimmten Koordinatensystem angegeben. Die Position der Lichtquelle **4** ist durch den axialen Abstand von der Fläche Nr. **22** entlang des axialen Hauptstrahls **1** angegeben.

**[0279]** Man beachte, dass wegen der Anordnung des optischen Systems gemäß Beispiel 2 wie oben angegeben die Beleuchtungslichtquelle **4** in einer Position angeordnet sein kann, die verschieden von der Richtung der Anzeigefläche **3** der Reflexions-Bildanzeigevorrichtung bezüglich des Prismas **10** ist (beispielsweise, wenn die Anzeigevorrichtung **3** an der oberen Seite des Prismas **10** angeordnet ist, kann die Beleuchtungslichtquelle **4** an der rechten oder der linken Seite des Prismas **10** angeordnet sein). Demzufolge kann eine Bildanzeigevorrichtung, zum Beispiel ein Head-up-Display, in einer kompakten Form konstruiert sein. Weil es keine Fresnel-Linse erfordert, kann das optische System vergleichsweise kompakt im Vergleich zum optischen System von Beispiel 1 sein. Weil ein Teil der zur Erzeugung des Beleuchtungslichts von der Lichtquelle **4** als ungefähr paralleler Lichtstrahl erforderlichen Brechkraft der Polarisationsstrahlteilerfläche **17'** zugeordnet werden kann, die von der Lichtquelle **4** entfernt und nahe bei der Bildebene **3** liegt, ist es ferner möglich, eine gleichförmige Beleuchtung zu erreichen und eine relativ große Lichtquelle **4** zu verwenden.

**[0280]** **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht von Beispiel 3 der vorliegenden Erfindung entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. Im optischen Sichtsystem gemäß diesem Beispiel ist der horizontale Feldwinkel  $22^\circ$ . Die Größe der Bildanzeigevorrichtung ist  $9,6 \times 7,2$  Millimeter und ihre diagonale Länge N ist 12 Millimeter. Der Abstand L zwischen dem Schnittpunkt zwischen der Anzeigefläche **3** der Bildanzeigevorrichtung und der optischen Achse und der Schnittpunkt zwischen der Eintrittsfläche **13** des Prismas **10** und der optischen Achse ist 11,52 Millimeter. Daher gilt  $L/H = 0,96$  (der Wert von Bedingung (1)).  $\Delta\theta = 0,50^\circ$  [der Wert von Bedingung (3)]. Der Pupillendurchmesser ist 4 Millimeter und der Abstand (Augenrelief) von der Austrittsfläche **11** des Prismas **10** zur Austrittspupille ist 29,9 Millimeter.

**[0281]** Dieses Beispiel besitzt, in der Reihenfolge, in der Licht von der Objektseite beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen hindurchtritt, eine Austrittspupille **2**, ein Prisma **10**, ein Beleuchtungslichtleiterprisma **6** und eine Bildebene (d.h. die Anzeigefläche einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung) **3**. Eine Lichtquelle **4** und eine Fresnel-Linse **5** sind an der Beleuchtungslicht-Eintrittsseite des Beleuchtungslichtleiterprismas **6** angeordnet.

**[0282]** Das Prisma **10** besitzt eine erste Fläche **11**, eine zweite Fläche **12** und eine dritte Fläche **13**. Die erste Fläche **11** ermöglicht es, dass Licht von der Objektseite in das Prisma **10** eintritt und reflektiert den von der zweiten Fläche **12** im Prisma **10** reflektierten Lichtstrahl. Die zweite Fläche **12** reflektiert den durch die erste Fläche **11** in das Prisma **10** eintretenden Lichtstrahl. Die dritte Fläche **13** ermöglicht es, dass von der ersten Fläche **11** reflektiertes Licht aus dem Prisma **10** austritt. Daher ist die erste Fläche **11** eine optische Fläche, die sowohl eine transmittierende optische Wirkung als auch eine reflektierende optische Wirkung besitzt.

**[0283]** Das Beleuchtungslichtleiterprisma **6** ist ein dreieckiges Prisma mit einer ersten Fläche **16**, einer zweiten Fläche **17** und einer dritten Fläche **18**, die alle plane Flächen sind. Die erste Fläche **16** ist eine Fläche, durch die ein divergenter Lichtstrahl von der Lichtquelle **4** in das Prisma **6** eingeführt wird, nachdem der Strahl durch die Fresnel-Linse **5** als ein ungefähr paralleler Lichtstrahl ausgebildet wurde. Die erste Fläche **16** ist rechtwinklig zur Achse des Beleuchtungslichts angeordnet. Das eingeführte Beleuchtungslicht wird durch die dritte Fläche **18** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **17** reflektiert, die eine Polarisationsstrahlteilerfläche des Beleuchtungslichtleiterprismas **6** bildet. Dann tritt das reflektierte Licht durch die dritte Fläche **18**, um die Anzeigefläche einer Reflexionsbildanzeigevorrichtung, z. B. einer Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung, zu beleuchten, die in der Bildebene **3** angeordnet ist. Das Beleuchtungslicht trifft ungefähr rechtwinklig auf die Anzeigefläche.

**[0284]** Anzeigelicht von der Anzeigefläche der in der Bildebene **3** angeordneten Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung tritt in das Beleuchtungslichtleiterprisma **6** durch die dritte Fläche **18** ein und tritt durch die Polarisationsstrahlteilerfläche als die zweite Fläche **17**, um in das Prisma **10** durch die dritte Fläche **13** einzutreten. Das Licht wird durch die erste Fläche **11** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **12** reflektiert, um aus dem Prisma **10** auszutreten, während es durch die erste Fläche **11** gebrochen wird. Dann tritt das Licht in das Auge des Beobachters ein, das an der Position der Austrittspupille **2** angeordnet ist, um ein vergrößertes Bild des angezeigten Bilds der Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung zu bilden.

**[0285]** Bei den Bauteilparametern (später gezeigt) bilden die Flächen **2** bis **5** das Prisma **10**. Der Raum zwischen den Flächen Nr. **6** und **7** und der Raum zwischen den Flächen Nr. **9** und **10** und ferner der Raum zwischen den Flächen Nr. **10** bis **12** bildet das Beleuchtungslichtleiterprisma **6**. Der Raum zwischen den Flächen Nr. **13** und **14** bildet die Fresnel-Linse **5**. Die Flächen Nr. **13** und **14** sind die Fresnel-Linsenflächen. Die Fläche Nr. **15** ist die Lichtquelle **4**. Die Verschiebung jeder der Flächen Nr. **2** bis **15** sind durch die Verschiebungsbeträge von dem Mittelpunkt der Austrittspupille **2** der Fläche Nr. **1** ausgedrückt.

**[0286]** **Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht von Beispiel 4 der vorliegenden Erfindung entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. Bei dem optischen Sichtsystem gemäß diesem Beispiel ist der horizontale Feldwinkel  $22^\circ$ . Die Größe der Bildanzeigevorrichtung ist  $9,6 \times 7,2$  Millimeter und ihre diagonale Länge H ist 12 Millimeter. Der Abstand L zwischen dem Schnittpunkt zwischen der Anzeigefläche **3** der Bildanzeigevorrichtung und der optischen Achse und der Schnittpunkt zwischen der Eintrittsfläche **13** des Prismas **10** und der optischen Achse ist 11,75 Millimeter. Daher gilt  $L/H = 0,98$  [der Wert von Bedingung (1)].  $\Delta\theta = 0,41^\circ$  [der Wert von Bedingung (3)]. Der Pupillendurchmesser ist 4 Millimeter und der Abstand (Augenrelief) von der Austrittsfläche **11** des Prismas **10** zur Austrittspupille ist 29,9 Millimeter.

**[0287]** Dieses Beispiel besitzt, in der Reihenfolge, in der Licht beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen von der Objektseite hindurchtritt, eine Austrittspupille **2**, ein Prisma **10**, ein Beleuchtungslichtleiterprisma **6** und eine Bildebene (d.h. die Anzeigefläche einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung) **3**. Eine Lichtquelle **4** und eine Fresnel-Linse **5** sind an der Beleuchtungslichteintrittsseite des Beleuchtungslichtleiterprismas **6** angeordnet.



**[0288]** Das Prisma **10** besitzt eine erste Fläche **11**, eine zweite Fläche **12** und eine dritte Fläche **13**. Die erste Fläche **11** ermöglicht es, dass ein Lichtstrahl von der Objektseite in das Prisma **10** eintritt und reflektiert den von der zweiten Fläche **12** im Prisma **10** reflektierten Lichtstrahl. Die zweite Fläche **12** reflektiert den durch die erste Fläche **11** in das Prisma **10** eintretenden Lichtstrahl. Die dritte Fläche **13** ermöglicht es, dass der von der ersten Fläche **11** reflektierte Lichtstrahl aus dem Prisma **10** austritt. Daher ist die erste Fläche **11** eine optische Fläche, die sowohl eine transmittierende optische Wirkung als auch eine reflektierende optische Wirkung besitzt.

**[0289]** Das Beleuchtungslichtleiterprisma **6** ist ein dreieckiges Prisma mit einer ersten Fläche **16**, einer zweiten Fläche **17** und einer dritten Fläche **18**. Die erste Fläche **16** und die dritte Fläche **18** sind plane Flächen, und die zweite Fläche **17** ist eine konvexe sphärische Fläche. Die erste Fläche **16** ist eine Fläche, durch die ein divergenter Lichtstrahl von der Lichtquelle **4** in das Prisma **6** eingeführt wird, nachdem sie durch die Fresnel-Linse **5** zu einem ungefähr parallelen Lichtstrahl geformt wurde. Die erste Fläche **16** ist rechtwinklig zur Achse des Beleuchtungslichts angeordnet. Das eingeführte Beleuchtungslicht wird durch die dritte Fläche **18** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **17** reflektiert, die eine Polarisationsstrahlteilerfläche des Beleuchtungslichtleiterprisma **6** bildet. Dann tritt das reflektierte Licht durch die dritte Fläche **18**, um die Anzeigefläche einer Reflexionsbildanzeigevorrichtung, z. B. einer Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung, zu beleuchten, die in der Bildebene **3** angeordnet ist. Das Beleuchtungslicht trifft ungefähr rechtwinklig auf die Anzeigefläche.

**[0290]** Anzeiglicht von der Anzeigefläche der in der Bildebene **3** angeordneten Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung tritt in das Beleuchtungslichtleiterprisma **6** durch die dritte Fläche **18** ein und tritt durch die Polarisationsstrahlteilerfläche als die zweite Fläche **17**, um in das Prisma **10** durch die dritte Fläche **13** einzutreten. Das Licht wird durch die erste Fläche **11** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **12** reflektiert, um aus dem Prisma **10** auszutreten, während es durch die erste Fläche **11** gebrochen wird. Danach tritt das Licht in das Auge des Beobachters ein, das an der Position der Austrittspupille **2** angeordnet ist, um ein vergrößertes Bild des angezeigten Bilds der Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung zu bilden.

**[0291]** Bei den Bauteilparametern (später gezeigt) bilden die Flächen Nr. **2** bis **5** das Prisma **10**. Der Raum zwischen den Flächen Nr. **6** und **7** und der Raum zwischen den Flächen Nr. **9** und **10** und ferner der Raum zwischen den Flächen Nr. **10** bis **12** bildet das Beleuchtungslichtleiterprisma **6**. Der Raum zwischen den Flächen Nr. **13** und **14** bildet die Fresnel-Linse **5**. Die beiden Flächen Nr. **13** und **14** sind die Fresnel-Linsenflächen. Die Fläche Nr. **15** ist die Lichtquelle **4**. Die Verschiebungen aller Flächen Nr. **2** bis **15** sind durch die Verschiebungsbeträge von dem Mittelpunkt der Austrittspupille **2** von Fläche Nr. **1** ausgedrückt.

**[0292]** [Fig. 26](#) ist eine Querschnittsansicht einer optischen Sichtvorrichtung mit einem optischen Durchsichtssystem gemäß Beispiel 5 entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. Eine optische Sichtvorrichtung mit dem optischen Durchsichtssystem gemäß Beispiel 6 ist ebenso konstruiert wie im Fall von Beispiel 5. Der horizontale Feldwinkel im Fall des Beobachtens eines angezeigten Bilds in der Bildebene der optischen Sichtvorrichtung gemäß Beispiel 5 und 6 ist  $22^\circ$ . Die Größe der Bildanzeigevorrichtung ist  $9,6 \times 7,2$  Millimeter und der Pupillendurchmesser ist 4 Millimeter.

**[0293]** Um das angezeigte Bild der Bildanzeigevorrichtung zu betrachten, umfasst die optische Sichtvorrichtung, in der Reihenfolge, in der Licht bei Rückwärtsverfolgen von Strahlen von der Objektseite hindurchtritt, eine Austrittspupille **201**, ein optisches Prismensystem **210**, ein optisches Beugungselement **204**, eine planparallele Platte **206** und eine Bildebene **203**. Um die Außenwelt in einer Durchsichtweise zu betrachten, umfasst die optische Sichtvorrichtung, in der Reihenfolge, in der Licht beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen von der Objektseite hindurchtritt, die Austrittspupille **201**, das optische Prismensystem **210** und ein optisches Durchsichtelement **220**.

**[0294]** Das optische Prismensystem **210** weist, beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen, eine erste Fläche **211**, eine zweite Fläche **212** und eine dritte Fläche **213** auf. Die erste Fläche **211** dient sowohl als eine transmittierende Fläche, durch die ein Lichtstrahl von der Objektseite in das Prisma **210** eintritt, als auch als eine Totalreflexionsfläche, die den von der zweiten Fläche **212** im Prisma **210** reflektierten Lichtstrahl totalreflektiert. Die zweite Fläche **212** ist eine halbdurchsichtige Reflexionsfläche, die den durch die erste Fläche **211** in das Prisma **210** eintretenden Lichtstrahl reflektiert und einen Teil des Lichtstrahls zu dem optischen Durchsichtelement **220** hin transmittiert. Die dritte Fläche **213** ist eine transmittierende Fläche, durch die der von der ersten Fläche **211** reflektierte Lichtstrahl aus dem Prisma **210** austritt.

**[0295]** Das optische Beugungselement **204** besitzt eine Beugungsfläche **205** an seiner näher zur Bildebene

**203** angeordneten Seite. Die planparallele Platte **206** bildet ein optisches System zum Beleuchten der Bildebene **203** oder bildet ein Filter.

**[0296]** Anzeigelicht von der Anzeigefläche der in der Bildebene **203** angeordneten Bildanzeigevorrichtung tritt durch die planparallele Platte **206** und wird durch die Beugungsfläche **205** des optischen Beugungselements **204** gebeugt, um in das optische Prismensystem **210** durch die dritte Fläche **213** einzutreten. Das Licht wird durch die erste Fläche **211** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **212** reflektiert, um aus dem Prisma **210** auszutreten, während es durch die erste Fläche **211** gebrochen wird. Dann tritt das Licht in das Auge eines Beobachters ein, das derart angeordnet ist, dass die Pupille an der Position der Austrittspupille **201** angeordnet ist, um ein vergrößertes Bild des angezeigten Bilds der Bildanzeigevorrichtung zu bilden.

**[0297]** Das optische Durchsichtelement **220** ist vor der zweiten Fläche **212** des optischen Prismensystems **210** in einem Abstand davon angeordnet. Das optische Durchsichtelement **220** ist aus einem Transmissions-Prismenelement gebildet, das eine erste Fläche **221** und eine zweite Fläche **222** beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen aufweist. Licht von der Außenwelt tritt aufeinander folgend durch die zweite Fläche **222** und die erste Fläche **221** des optischen Durchsichtelements **220** und ferner durch die zweite Fläche **212** und erste Fläche **211** des optischen Prismensystems **210** und erreicht das Auge des Beobachters, in dem die Pupille an der Position der Austrittspupille **201** angeordnet ist, um ein Außenweltbild zu erzeugen. Man beachte, dass das Außenweltbild und das angezeigte Bild der Bildanzeigevorrichtung, die in der Bildebene **203** angeordnet sind, selektiv betrachtet werden kann oder einander überlagert werden kann.

**[0298]** [Fig. 27](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Durchsichtsystems im Beispiel 5 entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. [Fig. 28](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Durchsichtsystems im Beispiel 6 entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. In den Beispielen 5 und 6 sind die optischen Prismensysteme **210** identisch zueinander, aber die optischen Durchsichtelemente **220** sind in ihrer Flächenkonfiguration voneinander verschieden. Beide optischen Durchsichtelemente **220** sind vor den jeweiligen zweiten Flächen **212** des optischen Prismensystems **210** angeordnet und aus Transmissionsprismenelementen gebildet, die jeweils eine erste Fläche **221** und eine zweite Fläche **222** beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen aufweisen.

**[0299]** [Fig. 44](#) ist eine Querschnittsansicht einer optischen Sichtvorrichtung, die das optische Durchsichtsystem gemäß Beispiel 7 aufweist entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. Eine optische Sichtvorrichtung, die das optische Durchsichtsystem gemäß Beispiel 8 aufweist, ist ebenfalls konstruiert wie im Fall von Beispiel 7. Der horizontale Feldwinkel im Fall der Beobachtung eines angezeigten Bilds in der Bildebene der optischen Sichtvorrichtung gemäß Beispiel 7 und 8 ist  $22^\circ$ . Die Größe der Bildanzeigevorrichtung ist  $9,6 \times 7,2$  Millimeter und der Pupillendurchmesser ist 4 Millimeter.

**[0300]** Um das angezeigte Bild der Bildanzeigevorrichtung zu betrachten, umfasst die optische Sichtvorrichtung in der Reihenfolge, in der Licht beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen von der Objektseite hindurchtritt, eine Austrittspupille **401**, ein optisches Prismensystem **410**, ein optisches Beugungselement **404**, eine planparallele Platte **406** und eine Bildebene **403**. Um das Außenweltbild in einer Durchsichtweise zu betrachten, umfasst die optische Sichtvorrichtung, in der Reihenfolge, in der Licht beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen von der Objektseite hindurchtritt, die Austrittspupille **401**, das optische Prismensystem **410** und ein optisches Durchsichtelement **420**.

**[0301]** Das optische Prismensystem **410** weist beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen eine erste Fläche **411**, eine zweite Fläche **412** und eine dritte Fläche **413** auf. Die erste Fläche **411** dient sowohl als transmittierende Fläche, durch die ein Lichtstrahl von der Objektseite in das Prisma **410** eintritt, als auch als totalreflektierende Fläche, die den von der zweiten Fläche **412** im Prisma **410** reflektierten Lichtstrahl totalreflektiert. Die zweite Fläche **412** ist eine halbtransparente Reflexionsfläche, die den durch die erste Fläche **411** in das Prisma **410** eintretenden Lichtstrahl reflektiert und einen Teil des Lichtstrahls in Richtung zu dem Durchsichtelement **420** hin transmittiert. Die dritte Fläche **413** ist eine transmittierende Fläche, durch die der durch die erste Fläche **411** reflektierte Lichtstrahl aus dem Prisma **410** austritt.

**[0302]** Das optische Beugungselement **404** besitzt eine Beugungsfläche **405** an seiner der Bildebene **403** näher liegenden Seite. Die planparallele Platte **406** bildet ein optisches System zum Beleuchten der Bildebene **403** oder bildet ein Filter.

**[0303]** Anzeigelicht von der Anzeigefläche der in der Bildebene **403** angeordneten Bildanzeigevorrichtung tritt durch die planparallele Platte **406** und wird durch die Beugungsfläche **405** des optischen Beugungselements

**404** gebeugt, um in das optische Prismensystem **410** durch die dritte Fläche **413** einzutreten. Das Licht wird durch die erste Fläche **411** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **412** reflektiert, um aus dem Prisma **410** auszutreten, während es durch die erste Fläche **411** gebrochen wird. Dann tritt das Licht in das Auge eines Beobachters ein, das so angeordnet ist, dass die Pupille an der Position der Austrittspupille **401** angeordnet ist, um ein vergrößertes Bild des angezeigten Bilds der Bildanzeigevorrichtung zu bilden.

**[0304]** Das optische Durchsichtelement **420** ist in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** des optischen Prismensystems **410** angeordnet. Das optische Durchsichtelement **420** ist gebildet aus einem Transmissions-Prismenelement, das beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen eine erste Fläche **421** und eine zweite Fläche **422** aufweist. Licht von der Außenwelt tritt aufeinander folgend durch die zweite Fläche **422** des optischen Durchsichtelements **420** und dessen erste Fläche **421** (= die zweite Fläche **412** des optischen Prismensystems **410**) und ferner durch die erste Fläche **411** des optischen Prismensystems **410** und tritt in das Auge des Beobachters ein, in dem die Pupille an der Position der Austrittspupille **401** angeordnet ist, um ein Außenweltbild zu bilden. Man beachte, dass das Außenweltbild und das angezeigte Bild der Bildanzeigevorrichtung, die in der Bildebene **403** angeordnet ist, selektiv betrachtet werden kann oder einander überlagert werden kann.

**[0305]** [Fig. 45](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Durchsichtsystems im Beispiel 7 entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. [Fig. 46](#) ist eine Querschnittsansicht eines optischen Durchsichtsystems im Beispiel 8 entlang der YZ-Ebene, die die optische Achse enthält. In den Beispielen 7 und 8 sind die optischen Prismensysteme **410** identisch zueinander, aber die optischen Durchsichtelemente **420** sind in ihrer Flächenkonfiguration voneinander verschieden. Beide optischen Durchsichtelemente **420** sind in engem Kontakt mit den jeweiligen zweiten Flächen des optischen Prismensystems **410** angeordnet und aus Transmissions-Prismenelementen gebildet, von denen jedes beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen eine erste Fläche **421** und eine zweite Fläche **422** aufweist.

**[0306]** Beispiel 7 ist ein Beispiel, bei dem die kombinierte optische Brechkraft  $P$  des optischen Durchsichtelements **420** und des optischen Prismensystems **410** ungefähr null ist. Beispiel 8 ist ein Beispiel, bei dem die kombinierte Winkelvergrößerung  $\beta$  ungefähr 1 ist.

**[0307]** Die Bauteilparameter von Beispiel 1 bis 8 sind wie folgt. In den Tabellen, die die Beispiele 1 bis 4 zeigen: "FFS" bezeichnet eine Freiformfläche, "ASS" bezeichnet eine asphärische Fläche, "DOE" bezeichnet eine Beugungsfläche, "PBS" bezeichnet eine Polarisationsstrahlteilerfläche, "FLS" bezeichnet eine Fresnel-Linsenfläche, "LCD" bezeichnet die Anzeigefläche der Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung, "RS" bezeichnet eine Reflexionsfläche und "HRP" bezeichnet eine hypothetische Ebene. In den Tabellen, die die Bauteilparameter der optischen Durchsichtsysteme in den Beispielen 5 bis 8 zeigen, und auch die Bauteilparameter der optischen Sichtsysteme von Bildanzeigevorrichtungen zeigen, die in den Bildebenen **203** und **403** gemeinsam mit diesen Beispielen angeordnet sind: "FFS" bezeichnet eine Freiformfläche, "ASS" bezeichnet eine asphärische Fläche, "DOE" bezeichnet eine Beugungsfläche, "LCD" bezeichnet die Anzeigefläche einer Bildanzeigevorrichtung, "RS" bezeichnet eine Reflexionsfläche, und "HRP" bezeichnet eine hypothetische Ebene.

Beisp. 1

| Flächen-Nr.      | Krümmungsradius          | Flächentrennung | Verschiebung und Neigung | Brechungsindex | Abbe-Zahl |
|------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|----------------|-----------|
| Objekt-ebene     | $\infty$                 | -1000.00        |                          |                |           |
| 1                | $\infty$ (Pupille)       |                 | (1)                      |                |           |
| 2                | ASS①                     |                 | (2)                      | 1.5254         | 56.2      |
| 3                | FFS① (RS)                |                 | (3)                      | 1.5254         | 56.2      |
| 4                | ASS① (RS)                |                 | (2)                      | 1.5254         | 56.2      |
| 5                | FFS②                     |                 | (4)                      |                |           |
| 6                | ASS② (DOE)               |                 | (5)                      | 1001.0682      | -3.5      |
| 7                | $\infty$                 |                 | (5)                      | 1.4922         | 57.5      |
| 8                | $\infty$                 |                 | (6)                      | 1.5163         | 64.1      |
| 9                | $\infty$ (PBS)           |                 | (7)                      | 1.5163         | 64.1      |
| 10               | $\infty$                 |                 | (8)                      |                |           |
| Bild-ebene       | $\infty$ (LCD) (RS)      |                 | (9)                      |                |           |
| 12               | $\infty$                 |                 | (8)                      | 1.5163         | 64.1      |
| 13               | $\infty$ (PBS) (RS)      |                 | (7)                      | 1.5163         | 64.1      |
| 14               | $\infty$ (RS)            |                 | (8)                      | 1.5163         | 64.1      |
| 15               | $\infty$                 |                 | (10)                     |                |           |
| 16               | ASS③ (FLS)               |                 | (11)                     | 1.4922         | 57.5      |
| 17               | $\infty$                 |                 | (12)                     |                |           |
| Licht-<br>quelle | $\infty$                 |                 | (13)                     |                |           |
|                  | ASS①                     |                 |                          |                |           |
| R                | -162.42                  |                 |                          |                |           |
| K                | $-2.6327 \times 10^{+2}$ |                 |                          |                |           |

A  $-4.6353 \times 10^{-6}$   
 B  $5.3343 \times 10^{-9}$   
 C  $-1.4026e-012$

ASS②

R 459974.36

K -1.0000

A  $1.9948 \times 10^{-8}$   
 B  $-1.3816 \times 10^{-10}$

ASS③

R -5.01

K  $-3.5319 \times 10^{-1}$

A  $4.0969 \times 10^{-4}$

FFS①

|          |                          |          |                          |          |                         |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|-------------------------|
| $C_4$    | $-7.2345 \times 10^{-3}$ | $C_6$    | $-6.9125 \times 10^{-3}$ | $C_8$    | $4.4026 \times 10^{-5}$ |
| $C_{10}$ | $6.4432 \times 10^{-5}$  | $C_{11}$ | $1.4416 \times 10^{-6}$  | $C_{13}$ | $1.8224 \times 10^{-6}$ |
| $C_{15}$ | $4.1031 \times 10^{-6}$  | $C_{17}$ | $-7.0792 \times 10^{-8}$ | $C_{19}$ | $9.9564 \times 10^{-8}$ |
| $C_{21}$ | $1.4815 \times 10^{-7}$  |          |                          |          |                         |

FFS②

|          |                          |          |                          |          |                          |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|
| $C_4$    | $-1.9459 \times 10^{-2}$ | $C_6$    | $-2.5266 \times 10^{-2}$ | $C_8$    | $3.3469 \times 10^{-4}$  |
| $C_{10}$ | $3.6981 \times 10^{-4}$  | $C_{11}$ | $-1.3936 \times 10^{-5}$ | $C_{13}$ | $4.0624 \times 10^{-5}$  |
| $C_{15}$ | $-4.6353 \times 10^{-6}$ | $C_{17}$ | $1.8299 \times 10^{-6}$  | $C_{19}$ | $-6.3031 \times 10^{-7}$ |
| $C_{21}$ | $1.6919 \times 10^{-6}$  |          |                          |          |                          |

Verschiebung und Neigung (1)

|          |      |         |      |          |      |
|----------|------|---------|------|----------|------|
| X        | 0.00 | Y       | 0.00 | Z        | 0.00 |
| $\alpha$ | 0.00 | $\beta$ | 0.00 | $\gamma$ | 0.00 |

Verschiebung und Neigung (2)

|          |      |         |       |          |       |
|----------|------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00 | Y       | -2.98 | Z        | 30.33 |
| $\alpha$ | 5.72 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (3)

|          |        |         |      |          |       |
|----------|--------|---------|------|----------|-------|
| X        | 0.00   | Y       | 2.28 | Z        | 40.11 |
| $\alpha$ | -15.25 | $\beta$ | 0.00 | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (4)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00  | Y       | 18.69 | Z        | 35.95 |
| $\alpha$ | 66.23 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (5)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00  | Y       | 20.15 | Z        | 37.39 |
| $\alpha$ | 49.42 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (6)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00  | Y       | 20.91 | Z        | 38.04 |
| $\alpha$ | 49.42 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (7)

|          |       |         |        |          |       |
|----------|-------|---------|--------|----------|-------|
| X        | 0.00  | Y       | 24.20  | Z        | 40.86 |
| $\alpha$ | 49.42 | $\beta$ | -30.00 | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (8)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00  | Y       | 27.08 | Z        | 43.33 |
| $\alpha$ | 49.42 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (9)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00  | Y       | 28.22 | Z        | 44.31 |
| $\alpha$ | 49.42 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (10)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 15.00 | Y       | 23.29 | Z        | 40.08 |
| $\alpha$ | 49.42 | $\beta$ | 60.00 | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (11)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 15.87 | Y       | 22.91 | Z        | 39.75 |
| $\alpha$ | 49.42 | $\beta$ | 60.00 | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (12)

X 16.73 Y 22.53 Z 39.43

$\alpha$  49.42  $\beta$  60.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (13)

X 21.06 Y 20.63 Z 37.80

$\alpha$  49.42  $\beta$  60.00  $\gamma$  0.00

Beispiel 2

| Flächen-Nr.  | Krümmungsradius        | Flächentrennung | Verschiebung und Neigung | Brechungsindex | Abbe-Zahl |
|--------------|------------------------|-----------------|--------------------------|----------------|-----------|
| Objekt-ebene | $\infty$               | -1000.00        |                          |                |           |
| 1            | $\infty$ (Pupille)     |                 |                          |                |           |
| 2            | ASS①                   |                 | (1)                      | 1.5254         | 56.2      |
| 3            | FFS① (RS)              |                 | (2)                      | 1.5254         | 56.2      |
| 4            | ASS① (RS)              |                 | (1)                      | 1.5254         | 56.2      |
| 5            | FFS②                   |                 | (3)                      |                |           |
| 6            | $\infty$ (HRP)         | 1.50            | (4)                      |                |           |
| 7            | $\infty$               | 1.40            |                          | 1.5254         | 56.2      |
| 8            | $\infty$               | 0.00            |                          | 1001.0682      | -3.5      |
| 9            | -209750.722 (DOE)      | 0.50            |                          |                |           |
| 10           | $\infty$               | 3.50            |                          | 1.5163         | 64.1      |
| 11           | FFS③                   | 0.13            | (5)                      | 1.5163         | 64.1      |
| 12           | FFS③ (PBS)             | 3.50            | (5)                      | 1.5163         | 64.1      |
| 13           | $\infty$               | 1.56            |                          |                |           |
| 14           | $\infty$               | 0.16            |                          | 1.5860         | 34.5      |
| 15           | $\infty$               | 1.10            |                          | 1.5230         | 59.4      |
| Bild-ebene   | $\infty$ (LCD)<br>(RS) | -1.10           |                          | 1.5230         | 59.4      |

|                  |               |       |     |        |      |
|------------------|---------------|-------|-----|--------|------|
| 17               | $\infty$      | -0.16 |     | 1.5860 | 34.5 |
| 18               | $\infty$      | -1.56 |     |        |      |
| 19               | $\infty$      | -3.50 |     | 1.5163 | 64.1 |
| 20               | FFS③ (PBS)    | 3.50  | (5) | 1.5163 | 64.1 |
|                  | (RS)          |       |     |        |      |
| 21               | $\infty$ (RS) |       |     | 1.5163 | 64.1 |
| 22               | 7.21          | -3.00 | (6) |        |      |
| Licht-<br>quelle | $\infty$      |       |     |        |      |

## ASS①

|   |                           |
|---|---------------------------|
| R | -176.22                   |
| K | $-3.7387 \times 10^1$     |
| A | $-1.6692 \times 10^{-6}$  |
| B | $2.9814 \times 10^{-9}$   |
| C | $-2.0018 \times 10^{-12}$ |

## FFS①

|          |                          |          |                          |          |                         |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|-------------------------|
| $C_4$    | $-6.8800 \times 10^{-3}$ | $C_6$    | $-6.3619 \times 10^{-3}$ | $C_8$    | $4.1553 \times 10^{-5}$ |
| $C_{10}$ | $6.8837 \times 10^{-5}$  | $C_{11}$ | $1.2241 \times 10^{-6}$  | $C_{13}$ | $3.3302 \times 10^{-6}$ |
| $C_{15}$ | $2.5098 \times 10^{-6}$  | $C_{17}$ | $3.8987 \times 10^{-8}$  | $C_{19}$ | $1.2588 \times 10^{-7}$ |
| $C_{21}$ | $5.2527 \times 10^{-8}$  |          |                          |          |                         |

## FFS②

|          |                          |          |                          |          |                          |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|
| $C_4$    | $-2.3155 \times 10^{-2}$ | $C_6$    | $-3.0035 \times 10^{-2}$ | $C_8$    | $4.7893 \times 10^{-4}$  |
| $C_{10}$ | $5.9168 \times 10^{-4}$  | $C_{11}$ | $7.4760 \times 10^{-6}$  | $C_{13}$ | $4.6108 \times 10^{-5}$  |
| $C_{15}$ | $1.6986 \times 10^{-5}$  | $C_{17}$ | $-7.6840 \times 10^{-7}$ | $C_{19}$ | $-3.8926 \times 10^{-6}$ |
| $C_{21}$ | $-2.0872 \times 10^{-6}$ |          |                          |          |                          |

## FFS③

|       |                         |          |                          |          |                          |
|-------|-------------------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|
| $C_4$ | $5.4934 \times 10^{-3}$ | $C_6$    | $6.3953 \times 10^{-3}$  | $C_7$    | $1.0601 \times 10^{-5}$  |
| $C_9$ | $9.1337 \times 10^{-5}$ | $C_{11}$ | $-9.3191 \times 10^{-5}$ | $C_{13}$ | $-5.8444 \times 10^{-5}$ |



$C_{15} -6.3873 \times 10^{-5}$

Verschiebung und Neigung (1)

X 0.00 Y -2.61 Z 32.27

$\alpha$  5.50  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (2)

X 0.00 Y 3.08 Z 42.45

$\alpha$  -14.95  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (3)

X 0.00 Y 18.35 Z 39.28

$\alpha$  60.78  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (4)

X 0.00 Y 18.86 Z 38.29

$\alpha$  49.61  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (5)

X 0.00 Y 0.00 Z 0.00

$\alpha$  0.00  $\beta$  -27.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (6)

X 9.72 Y 0.00 Z -3.56

$\alpha$  0.00  $\beta$  54.00  $\gamma$  0.00

Beispiel 3

| Flächen-<br>Nr.  | Krümmungs-<br>radius | Flächen-<br>trennung | Verschiebung<br>und Neigung | Brechungs-<br>index | Abbe-Zahl |
|------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|
| Objekt-<br>ebene | $\infty$             | -1000.00             |                             |                     |           |
| 1                | $\infty$ (Pupille)   |                      |                             |                     |           |
| 2                | ASS①                 |                      | (1)                         | 1.4922              | 57.5      |
| 3                | FFS① (RS)            |                      | (2)                         | 1.4922              | 57.5      |

|        |                     |      |        |      |
|--------|---------------------|------|--------|------|
| 4      | ASS① (RS)           | (1)  | 1.4922 | 57.5 |
| 5      | FFS②                | (3)  |        |      |
| 6      | $\infty$            | (4)  | 1.5163 | 64.1 |
| 7      | $\infty$            | (5)  |        |      |
| Bild-  | $\infty$ (LCD) (RS) | (6)  |        |      |
| ebene  |                     |      |        |      |
| 9      | $\infty$            | (5)  | 1.5163 | 64.1 |
| 10     | $\infty$ (RS)       | (4)  | 1.5163 | 64.1 |
| 11     | $\infty$ (RS)       | (5)  | 1.5163 | 64.1 |
| 12     | $\infty$            | (7)  |        |      |
| 13     | -30.06 (FLS)        | (8)  | 1.4922 | 57.5 |
| 14     | 12.35 (FLS)         | (9)  |        |      |
| Licht- | $\infty$            | (10) |        |      |
| quelle |                     |      |        |      |

## ASS①

R -123.45

K  $2.4441 \times 10^1$ A  $-2.7160 \times 10^{-6}$ B  $-1.6340 \times 10^{-8}$ 

## FFS①

C<sub>4</sub>  $-9.5216 \times 10^{-3}$  C<sub>6</sub>  $-9.5181 \times 10^{-3}$  C<sub>8</sub>  $-4.5578 \times 10^{-5}$ C<sub>10</sub>  $-3.7547 \times 10^{-5}$  C<sub>11</sub>  $9.5818 \times 10^{-7}$  C<sub>13</sub>  $-8.0328 \times 10^{-6}$ C<sub>15</sub>  $-4.4319 \times 10^{-6}$ 

## FFS②

C<sub>4</sub>  $-4.3543 \times 10^{-4}$  C<sub>6</sub>  $-8.9975 \times 10^{-3}$  C<sub>8</sub>  $-5.4549 \times 10^{-4}$ C<sub>10</sub>  $-2.5114 \times 10^{-3}$  C<sub>11</sub>  $-2.6896 \times 10^{-4}$  C<sub>13</sub>  $-3.1730 \times 10^{-5}$ C<sub>15</sub>  $-2.4193 \times 10^{-4}$ 

Verschiebung und Neigung (1)

X 0.00 Y 1.13 Z 29.92

$\alpha$  4.34  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (2)

X 0.00 Y 1.88 Z 38.79

$\alpha$  -17.70  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (3)

X 0.00 Y 16.33 Z 35.91

$\alpha$  36.94  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (4)

X 0.00 Y 18.19 Z 35.83

$\alpha$  52.78  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (5)

X 0.00 Y 22.31 Z 37.69

$\alpha$  82.86  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (6)

X 0.00 Y 24.94 Z 40.37

$\alpha$  53.05  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (7)

X 0.00 Y 16.21 Z 45.33

$\alpha$  125.46  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (8)

X 0.00 Y 15.40 Z 45.91

$\alpha$  125.46  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (9)

X 0.00 Y 14.58 Z 46.49

$\alpha$  125.46  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (10)

X 0.00 Y 6.47 Z 52.27

$\alpha$  125.46  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Beispiel 4

| Flächen-<br>Nr.  | Krümmungs-<br>radius     | Flächen-<br>trennung | Verschie-<br>bung und<br>Neigung | Brechungs-<br>index | Abbe-Zahl |
|------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|
| Objekt-<br>ebene | $\infty$                 | -1000.00             |                                  |                     |           |
| 1                | $\infty$ (Pupille)       |                      |                                  |                     |           |
| 2                | A S S ①                  |                      | (1)                              | 1.4922              | 57.5      |
| 3                | F F S ① (R S)            |                      | (2)                              | 1.4922              | 57.5      |
| 4                | A S S ① (R S)            |                      | (1)                              | 1.4922              | 57.5      |
| 5                | F F S ②                  |                      | (3)                              |                     |           |
| 6                | 118.41                   |                      | (4)                              | 1.5163              | 64.1      |
| 7                | $\infty$                 |                      | (5)                              |                     |           |
| Bild-<br>ebene   | $\infty$ (L C D) (R S)   |                      | (6)                              |                     |           |
| 9                | $\infty$                 |                      | (5)                              | 1.5163              | 64.1      |
| 10               | 118.41 (R S)             |                      | (4)                              | 1.5163              | 64.1      |
| 11               | $\infty$ (R S)           |                      | (5)                              | 1.5163              | 64.1      |
| 12               | $\infty$                 |                      | (7)                              |                     |           |
| 13               | -30.06 (F L S)           |                      | (8)                              | 1.4922              | 57.5      |
| 14               | 12.35 (F L S)            |                      | (9)                              |                     |           |
| Licht-<br>quelle | $\infty$                 |                      | (10)                             |                     |           |
|                  | A S S ①                  |                      |                                  |                     |           |
| R                | -120.91                  |                      |                                  |                     |           |
| K                | $1.5416 \times 10^1$     |                      |                                  |                     |           |
| A                | $-1.8088 \times 10^{-6}$ |                      |                                  |                     |           |

B  $-1.0868 \times 10^{-8}$ 

## F F S ①

$C_4 -9.5691 \times 10^{-3}$      $C_6 -9.6261 \times 10^{-3}$      $C_8 -2.0834 \times 10^{-5}$   
 $C_{10} -1.0268 \times 10^{-5}$      $C_{11} -1.4779 \times 10^{-6}$      $C_{13} -5.9133 \times 10^{-6}$   
 $C_{15} -2.3277 \times 10^{-6}$

## F F S ②

$C_4 1.3701 \times 10^{-3}$      $C_6 -1.0273 \times 10^{-3}$      $C_8 -1.6989 \times 10^{-4}$   
 $C_{10} -2.1410 \times 10^{-3}$      $C_{11} -1.0113 \times 10^{-4}$      $C_{13} -2.2842 \times 10^{-5}$   
 $C_{15} -2.5071 \times 10^{-4}$

## Verschiebung und Neigung (1)

X 0.00 Y 1.16 Z 29.92  
 $\alpha$  4.31  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (2)

X 0.00 Y 1.82 Z 38.76  
 $\alpha$  -17.65  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (3)

X 0.00 Y 17.37 Z 35.09  
 $\alpha$  39.15  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (4)

X 0.00 Y 17.84 Z 35.85  
 $\alpha$  50.44  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (5)

X 0.00 Y 21.90 Z 37.79  
 $\alpha$  80.65  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (6)

X 0.00 Y 24.45 Z 40.57  
 $\alpha$  51.94  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (7)

X 0.00 Y 16.23 Z 45.31

$\alpha$  124.23  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (8)

X 0.00 Y 15.41 Z 45.87

$\alpha$  124.23  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (9)

X 0.00 Y 14.58 Z 46.44

$\alpha$  124.23  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (10)

X 0.00 Y 8.33 Z 50.69

$\alpha$  124.23  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Beispiel 5

| Flächen-<br>Nr.  | Krümmungs-<br>radius | Flächen-<br>trennung | Verschie-<br>bung und<br>Neigung | Brechungs-<br>index | Abbe-Zahl |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|
| Objekt-<br>ebene | $\infty$             | $\infty$             |                                  |                     |           |
| 1                | $\infty$ (Pupille)   |                      |                                  |                     |           |
| 2                | A S S ①              |                      | (1)                              | 1.5254              | 56.2      |
| 3                | F F S ①              |                      | (2)                              |                     |           |
| 4                | F F S ②              |                      | (3)                              | 1.5254              | 56.2      |
| 5                | A S S ②              |                      | (4)                              |                     |           |
|                  | A S S ①              |                      |                                  |                     |           |

R -176.22

K  $-3.7387 \times 10^{+1}$

A  $-1.6692 \times 10^{-6}$

B  $2.9814 \times 10^{-9}$

C  $-2.0018 \times 10^{-12}$

## A S S ②

R -1062.55  
 K  $5.4556 \times 10^{+2}$   
 A  $3.6429 \times 10^{-6}$   
 B  $5.0316 \times 10^{-9}$   
 C  $-1.1192 \times 10^{-12}$

## F F S ①

|          |                          |          |                          |          |                         |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|-------------------------|
| $C_4$    | $-6.8800 \times 10^{-3}$ | $C_6$    | $-6.3619 \times 10^{-3}$ | $C_8$    | $4.1553 \times 10^{-5}$ |
| $C_{10}$ | $6.8837 \times 10^{-5}$  | $C_{11}$ | $1.2241 \times 10^{-6}$  | $C_{13}$ | $3.3302 \times 10^{-6}$ |
| $C_{15}$ | $2.5098 \times 10^{-6}$  | $C_{17}$ | $3.8987 \times 10^{-8}$  | $C_{19}$ | $1.2588 \times 10^{-7}$ |
| $C_{21}$ | $5.2527 \times 10^{-8}$  |          |                          |          |                         |

## F F S ②

|          |                          |          |                          |          |                         |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|-------------------------|
| $C_4$    | $-4.4160 \times 10^{-3}$ | $C_6$    | $-2.4845 \times 10^{-3}$ | $C_8$    | $2.2623 \times 10^{-4}$ |
| $C_{10}$ | $2.3442 \times 10^{-4}$  | $C_{11}$ | $8.6043 \times 10^{-6}$  | $C_{13}$ | $1.7297 \times 10^{-5}$ |
| $C_{15}$ | $9.4774 \times 10^{-6}$  | $C_{17}$ | $8.8375 \times 10^{-8}$  | $C_{19}$ | $2.5550 \times 10^{-7}$ |
| $C_{21}$ | $1.6464 \times 10^{-7}$  |          |                          |          |                         |

## Verschiebung und Neigung (1)

X 0.00 Y -2.61 Z 32.27  
 $\alpha$  5.50  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (2)

X 0.00 Y 3.08 Z 42.45  
 $\alpha$  -14.95  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (3)

X 0.00 Y 3.08 Z 42.95  
 $\alpha$  -14.95  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

## Verschiebung und Neigung (4)

X 0.00 Y -6.46 Z 48.00  
 $\alpha$  7.60  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00



Beispiel 6

| Flächen-<br>Nr. | Krümmungs-<br>radius | Flächen-<br>trennung | Verschie-<br>bung und<br>Neigung | Brechungs-<br>index | Abbe-Zahl |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|

Objekt-  
ebene

|   |                    |          |     |        |      |
|---|--------------------|----------|-----|--------|------|
| 1 | $\infty$ (Pupille) | $\infty$ | (1) |        |      |
| 2 | A S S ①            |          | (2) | 1.5254 | 56.2 |
| 3 | F F S ①            |          | (3) |        |      |
| 4 | F F S ②            |          | (4) | 1.5254 | 56.2 |
| 5 | F F S ③            |          | (5) |        |      |

A S S ①

R -176.22

K  $-3.7387 \times 10^{+1}$

A  $-1.6692 \times 10^{-6}$

B  $2.9814 \times 10^{-9}$

C  $-2.0018 \times 10^{-12}$

F F S ①

C<sub>4</sub>  $-6.8800 \times 10^{-3}$     C<sub>6</sub>  $-6.3619 \times 10^{-3}$     C<sub>8</sub>  $4.1553 \times 10^{-5}$

C<sub>10</sub>  $6.8837 \times 10^{-5}$     C<sub>11</sub>  $1.2241 \times 10^{-6}$     C<sub>13</sub>  $3.3302 \times 10^{-6}$

C<sub>15</sub>  $2.5098 \times 10^{-6}$     C<sub>17</sub>  $3.8987 \times 10^{-8}$     C<sub>19</sub>  $1.2588 \times 10^{-7}$

C<sub>21</sub>  $5.2527 \times 10^{-8}$

F F S ②

C<sub>4</sub>  $-5.3827 \times 10^{-3}$     C<sub>6</sub>  $-3.9107 \times 10^{-3}$     C<sub>8</sub>  $2.0464 \times 10^{-5}$

C<sub>10</sub>  $2.0013 \times 10^{-4}$     C<sub>11</sub>  $-3.0583 \times 10^{-6}$     C<sub>13</sub>  $2.9474 \times 10^{-6}$

C<sub>15</sub>  $5.4444 \times 10^{-6}$     C<sub>17</sub>  $-1.1451 \times 10^{-7}$     C<sub>19</sub>  $1.3958 \times 10^{-7}$

C<sub>21</sub>  $3.3195 \times 10^{-7}$

F F S ③

$C_4 -3.9314 \times 10^{-4}$      $C_6 4.9360 \times 10^{-4}$      $C_8 -9.7487 \times 10^{-6}$   
 $C_{10} 1.6818 \times 10^{-4}$      $C_{11} -5.3888 \times 10^{-6}$      $C_{13} -2.1876 \times 10^{-6}$   
 $C_{15} 5.8586 \times 10^{-6}$      $C_{17} -7.0891 \times 10^{-8}$      $C_{19} -4.0581 \times 10^{-8}$   
 $C_{21} 3.4163 \times 10^{-7}$

Verschiebung und Neigung (1)

$X 0.00$      $Y -2.61$      $Z 32.27$   
 $\alpha 5.50$      $\beta 0.00$      $\gamma 0.00$

Verschiebung und Neigung (2)

$X 0.00$      $Y 3.08$      $Z 42.45$   
 $\alpha -14.95$      $\beta 0.00$      $\gamma 0.00$

Verschiebung und Neigung (3)

$X 0.00$      $Y 1.38$      $Z 42.12$   
 $\alpha -14.16$      $\beta 0.00$      $\gamma 0.00$

Verschiebung und Neigung (4)

$X 0.00$      $Y 1.25$      $Z 47.68$   
 $\alpha 9.11$      $\beta 0.00$      $\gamma 0.00$

Beispiel 7

| Flächen-<br>Nr.  | krümmungs-<br>radius | Flächen-<br>trennung | Verschie-<br>bung und<br>Neigung | Brechungs-<br>index | Abbe-Zahl |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|
| Objekt-<br>ebene | $\infty$             | $\infty$             |                                  |                     |           |
| 1                | $\infty$ (Pupille)   |                      |                                  |                     |           |
| 2                | ASS①                 |                      | (1)                              | 1.5254              | 56.2      |
| 3                | FFS①                 |                      | (2)                              | 1.5254              | 56.2      |
| 4                | ASS②                 |                      | (3)                              |                     |           |
|                  | ASS①                 |                      |                                  |                     |           |
| R                | -176.22              |                      |                                  |                     |           |

K  $-3.7387 \times 10^{+1}$   
 A  $-1.6692 \times 10^{-6}$   
 B  $2.9814 \times 10^{-9}$   
 C  $-2.0018 \times 10^{-12}$

ASS②

R -180.91  
 K  $-1.7624 \times 10^{+1}$   
 A  $-8.6096 \times 10^{-7}$   
 B  $1.0983 \times 10^{-9}$   
 C  $-6.2255 \times 10^{-13}$

FFS①

C<sub>4</sub>  $-6.8800 \times 10^{-3}$     C<sub>6</sub>  $-6.3619 \times 10^{-3}$     C<sub>8</sub>  $4.1553 \times 10^{-5}$   
 C<sub>10</sub>  $6.8837 \times 10^{-5}$     C<sub>11</sub>  $1.2241 \times 10^{-6}$     C<sub>13</sub>  $3.3302 \times 10^{-6}$   
 C<sub>15</sub>  $2.5098 \times 10^{-6}$     C<sub>17</sub>  $3.8987 \times 10^{-8}$     C<sub>19</sub>  $1.2588 \times 10^{-7}$   
 C<sub>21</sub>  $5.2527 \times 10^{-8}$

Verschiebung und Neigung (1)

X 0.00    Y -2.61    Z 32.27  
 $\alpha$  5.50     $\beta$  0.00     $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (2)

X 0.00    Y 3.08    Z 42.45  
 $\alpha$  -14.95     $\beta$  0.00     $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (3)

X 0.00    Y -2.88    Z 48.00  
 $\alpha$  5.24     $\beta$  0.00     $\gamma$  0.00

Beispiel 8

| Flächen- | Krümmungs- | Flächen- | Verschie- | Brechungs- | Abbe-Zahl |
|----------|------------|----------|-----------|------------|-----------|
| Nr.      | radius     | trennung | bung und  | index      |           |
|          |            |          | Neigung   |            |           |

|         |                    |          |        |      |
|---------|--------------------|----------|--------|------|
| Objekt- | $\infty$           | $\infty$ |        |      |
| ebene   |                    |          |        |      |
| 1       | $\infty$ (Pupille) |          |        |      |
| 2       | A S S ①            | (1)      | 1.5254 | 56.2 |
| 3       | F F S ①            | (2)      | 1.5254 | 56.2 |
| 4       | A S S ②            | (3)      |        |      |

A S S ①

|   |                           |
|---|---------------------------|
| R | -176.22                   |
| K | $-3.7387 \times 10^{+1}$  |
| A | $-1.6692 \times 10^{-6}$  |
| B | $2.9814 \times 10^{-9}$   |
| C | $-2.0018 \times 10^{-12}$ |

A S S ②

|   |                           |
|---|---------------------------|
| R | -329.91                   |
| K | $2.4830 \times 10^{+2}$   |
| A | $-8.3359 \times 10^{-6}$  |
| B | $3.1774 \times 10^{-8}$   |
| C | $-2.7221 \times 10^{-11}$ |

F F S ①

|          |                          |          |                          |          |                         |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|-------------------------|
| $C_4$    | $-6.8800 \times 10^{-3}$ | $C_6$    | $-6.3619 \times 10^{-3}$ | $C_8$    | $4.1553 \times 10^{-5}$ |
| $C_{10}$ | $6.8837 \times 10^{-5}$  | $C_{11}$ | $1.2241 \times 10^{-6}$  | $C_{13}$ | $3.3302 \times 10^{-6}$ |
| $C_{15}$ | $2.5098 \times 10^{-6}$  | $C_{17}$ | $3.8987 \times 10^{-8}$  | $C_{19}$ | $1.2588 \times 10^{-7}$ |
| $C_{21}$ | $5.2527 \times 10^{-8}$  |          |                          |          |                         |

Verschiebung und Neigung (1)

|          |      |         |       |          |       |
|----------|------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00 | Y       | -2.61 | Z        | 32.27 |
| $\alpha$ | 5.50 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

Verschiebung und Neigung (2)

|   |      |   |      |   |       |
|---|------|---|------|---|-------|
| X | 0.00 | Y | 3.08 | Z | 42.45 |
|---|------|---|------|---|-------|

$\alpha$  -14.95  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

Verschiebung und Neigung (3)

X 0.00 Y -5.97 Z 48.00

$\alpha$  4.73  $\beta$  0.00  $\gamma$  0.00

[0308] (Optisches Sichtsystem von Bildanzeigevorrichtung v. Beispiel 5 – 8)

Beispiel 8

| Flächen-<br>Nr.  | Krümmungs-<br>radius | Flächen-<br>trennung | Verschie-<br>bung und<br>Neigung | Brechungs-<br>index | Abbe-Zahl |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|
| Objekt-<br>ebene | $\infty$             | -1000.00             |                                  |                     |           |
| 1                | $\infty$ (Pupille)   |                      |                                  |                     |           |
| 2                | ASS①                 |                      | (1)                              | 1.5254              | 56.2      |
| 3                | FFS① (RS)            |                      | (2)                              | 1.5254              | 56.2      |
| 4                | ASS① (RS)            |                      | (1)                              | 1.5254              | 56.2      |
| 5                | FFS②                 |                      | (3)                              |                     |           |
| 6                | $\infty$ (HRP)       | 1.50                 | (4)                              |                     |           |
| 7                | $\infty$             | 1.40                 |                                  | 1.5254              | 56.2      |
| 8                | $\infty$             | 0.00                 |                                  | 1001.0682           | -3.5      |
| 9                | -209750.722 (DOE)    | 0.50                 |                                  |                     |           |
| 10               | $\infty$             | 7.13                 |                                  | 1.5163              | 64.1      |
| 11               | $\infty$             | 1.56                 |                                  |                     |           |
| 12               | $\infty$             | 0.16                 |                                  | 1.5860              | 34.5      |
| 13               | $\infty$             | 1.10                 |                                  | 1.5230              | 59.4      |
| Bild-<br>ebene   | $\infty$ (LCD)       |                      |                                  |                     |           |
|                  | ASS①                 |                      |                                  |                     |           |
| R                | -176.22              |                      |                                  |                     |           |

|   |                           |
|---|---------------------------|
| K | $-3.7387 \times 10^{+1}$  |
| A | $-1.6692 \times 10^{-6}$  |
| B | $2.9814 \times 10^{-9}$   |
| C | $-2.0018 \times 10^{-12}$ |

## FFS①

|          |                          |          |                          |          |                         |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|-------------------------|
| $C_4$    | $-6.8800 \times 10^{-3}$ | $C_6$    | $-6.3619 \times 10^{-3}$ | $C_8$    | $4.1553 \times 10^{-5}$ |
| $C_{10}$ | $6.8837 \times 10^{-5}$  | $C_{11}$ | $1.2241 \times 10^{-6}$  | $C_{13}$ | $3.3302 \times 10^{-6}$ |
| $C_{15}$ | $2.5098 \times 10^{-6}$  | $C_{17}$ | $3.8987 \times 10^{-8}$  | $C_{19}$ | $1.2588 \times 10^{-7}$ |
| $C_{21}$ | $5.2527 \times 10^{-8}$  |          |                          |          |                         |

## FFS②

|          |                          |          |                          |          |                          |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|
| $C_4$    | $-2.3155 \times 10^{-2}$ | $C_6$    | $-3.0035 \times 10^{-2}$ | $C_8$    | $4.7893 \times 10^{-4}$  |
| $C_{10}$ | $5.9168 \times 10^{-4}$  | $C_{11}$ | $7.4760 \times 10^{-6}$  | $C_{13}$ | $4.6108 \times 10^{-5}$  |
| $C_{15}$ | $1.6986 \times 10^{-5}$  | $C_{17}$ | $-7.6840 \times 10^{-7}$ | $C_{19}$ | $-3.8926 \times 10^{-6}$ |
| $C_{21}$ | $-2.0872 \times 10^{-6}$ |          |                          |          |                          |

## Verschiebung und Neigung (1)

|          |      |         |       |          |       |
|----------|------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00 | Y       | -2.61 | Z        | 32.27 |
| $\alpha$ | 5.50 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (2)

|          |        |         |      |          |       |
|----------|--------|---------|------|----------|-------|
| X        | 0.00   | Y       | 3.08 | Z        | 42.45 |
| $\alpha$ | -14.95 | $\beta$ | 0.00 | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (3)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00  | Y       | 18.35 | Z        | 39.28 |
| $\alpha$ | 60.78 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

## Verschiebung und Neigung (4)

|          |       |         |       |          |       |
|----------|-------|---------|-------|----------|-------|
| X        | 0.00  | Y       | 18.86 | Z        | 38.29 |
| $\alpha$ | 49.61 | $\beta$ | 0.00  | $\gamma$ | 0.00  |

[0309] [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) sind Aberrationsdiagramme, die jeweils Lateral-Aberrationen in den oben beschriebenen Beispielen 1 bis 4 zeigen. In diesen Aberrationsdiagrammen bezeichnen die Zahlen in Klammern (horizontaler Feldwinkel, vertikaler Feldwinkel), und Lateral-Aberrationen in den Feldwinkeln sind gezeigt.

[0310] [Fig. 29](#) und [Fig. 30](#) sind Diagramme, von denen jedes ein Gitterbild zeigt, das durch das optische Durchsichsystem in jedem der Beispiele 5 und 6 betrachtet wird, sowie ein Gitterbild zeigt, das mit nacktem Auge betrachtet wird, wobei die beiden Bilder einander überlagert sind. Aus diesen Figuren wird klar, dass in

dem Fall, in dem das optische Sichtsystem gemäß jedem Beispiel in einer am Kopf angebrachten optischen Sichtvorrichtung verwendet wird, die für ein einzelnes Auge entworfen ist, dann, wenn der Beobachter die Außenwelt mit beiden Augen betrachtet, zwei mit dem rechten und linken Auge betrachtete Außenweltbilder ohne weiteres zu einem einzelnen Bild verschmolzen werden können.

[0311] [Fig. 47](#) und [Fig. 48](#) sind Diagramme, von denen jedes ein Gitterbild zeigt, das durch das optische Durchsichtsystem in jedem der Beispiele 7 und 8 betrachtet wird, sowie ein Gitterbild zeigt, das mit dem nackten Auge gesehen wird, wobei die beiden Bilder einander überlagert sind.

[0312] Die Werte von  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $\beta_x$ ,  $\beta_y$ ,  $C_{x3}/C_{x2}$  und  $C_{y3}/C_{y2}$ , betreffend die Bedingungen (6) bis (11) in den oben beschriebenen Beispielen 5 und 6, sind wie folgt:

|          | $P_x$   | $P_y$    | $\beta_x$ | $\beta_y$ | $C_{x3}/C_{x2}$ | $C_{y3}/C_{y2}$ |
|----------|---------|----------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|
| Beisp. 5 | 0,00050 | 0,00000  | 0,99920   | 0,99850   | 0,69950         | 0,56645         |
| Beisp. 6 | 0,00060 | -0,00010 | 0,99691   | 1,00130   | 0,83012         | 0,62687         |

[0313] Die Werte von  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $\beta_x$  und  $\beta_y$  betreffend die Bedingungen (14) bis (17) in den oben beschriebenen Beispielen 7 und 8 sind wie folgt:

|          | $P_x$   | $P_y$    | $\beta_x$ | $\beta_y$ |
|----------|---------|----------|-----------|-----------|
| Beisp. 7 | 0,00000 | 0,00000  | 1,03210   | 1,03252   |
| Beisp. 8 | 0,00070 | -0,00040 | 1,00929   | 1,05285   |

[0314] [Fig. 31](#) zeigt die Anordnung einer weiteren Ausführungsform des optischen Sichtsystems, auf das die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, angeordnet in der Form des zweiten optischen Sichtsystems. Das optische Sichtsystem gemäß dieser Ausführungsform umfasst ein erstes Bilderzeugungselement mit einer Reflexions-LCD (Flüssigkristallanzeigevorrichtung) **200**, einer Beleuchtungslichtquelle **201** und optischen Elementen **202** und **203** zur Beleuchtung. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Okularsystem **204** zum Führen des an der Reflexions-LCD **200** angezeigten ersten Bilds zum Auge E eines Beobachters. Weiterhin ist ein optisches Durchsichtelement **205** an der Seite des zweiten Bilds des optischen Okularsystems **204** angeordnet, um ein Außenweltbild (zweites Bild) zu führen, und ein lichtblockierendes Element **206** ist an der Seite des zweiten Bilds des optischen Durchsichtelements **205** angeordnet. Das lichtblockierende Element **206** ist in der Lage, zwischen Transmission und Abschneiden eines Lichtstrahls zu schalten oder zwischen Transmission und Abdunkeln eines Lichtstrahls zu schalten. Ferner besitzt das optische Sichtsystem eine Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung zur Erfassung einer Sichtlinie eines Beobachters. Die Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung umfasst eine Lichtquelle **207** zur Pupillenbeleuchtung, ein Lichtempfangselement **208** zum Empfang des Pupillenbilds und eine CPU **209** zum Analysieren des mit dem Lichtempfangselement **208** empfangenen Pupillenbilds und Steuern/Regeln von anderen Elementen auf der Basis von Information, die durch die Analyse erhalten wird.

[0315] Die Beleuchtungslichtquelle **201** ist eine LED, eine Lampe, usw., die eine Weißlichtquelle oder eine Lichtquelle eines RGB-Satzes sein kann. Das optische Element **202** zur Beleuchtung weist eine konvexe Fläche **210** mit positiver Brechkraft an ihrer der Lichtquelle **201** näher liegenden Seite auf. Die konvexe Fläche **210** besitzt die Funktion einer Feldlinse. Aus dem Gesichtspunkt der Harmonisierung des Wunschs nach Aberrationskorrektur mit dem Wunsch zur Erreichung einer Kostenverringerung durch Verbesserung der Produktivität ist es wünschenswert, die Konfiguration der konvexen Fläche **210** je nach Umständen zu verändern. Wenn der Wunsch zur Aberrationskorrektur stark ist, ist es wünschenswert, die konvexe Fläche **210** von der sphärischen Fläche zu einer rotationssymmetrischen asphärischen Fläche, einer anamorphotischen Fläche oder einer Freiformfläche zu verändern, so dass der Designgrad erhöht wird. Wenn der Wunsch nach Kostenverringerung stark ist, ist es wünschenswert, die konvexe Fläche **210** als eine sphärische oder rotationssymmetrische asphärische Fläche zu verändern, die eine hohe Produktivität aufweist. Eine Fläche **211** zwischen den optischen Elementen **202** und **203** zur Beleuchtung ist mit einer halbspiegelnden Beschichtung, einer Strahlteilerbeschichtung usw. ausgebildet, so dass sie sowohl eine Licht transmittierende als auch eine Licht reflektierende Wirkung aufweist. Sogar dann, wenn von der Pupillenbeleuchtungslichtquelle **207** zur Sichtlinien-Erfassung emittiertes Licht ein infrarotes Licht oder sichtbares Licht ist, ist es, solange die Wellenlängen-Bandbreite des Lichts ausreichend schmal ist, möglich, den Einfluss des Lichts auf die Beobachtung des ersten Bilds von der LCD **200** zu vernachlässigen, sogar dann, wenn das Licht von der Fläche **211** reflektiert wird. Daher kann die Fläche **211** zwischen den optischen Elementen **202** und **203** eine Fläche mit einer Wel-



lenlängen-Selektivität sein, die Licht von der Lichtquelle **207** mit hoher Reflektivität reflektiert.

**[0316]** Das optische Okularsystem **204** ist gebildet aus einem Prisma mit drei optischen Flächen, d. h. einer ersten Fläche **212**, einer zweiten Fläche **213** und einer dritten Fläche **214**. Durch die dritte Fläche **214** eintretendes Licht wird durch die erste Fläche **212** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **213** reflektiert. Das reflektierte Licht tritt durch die erste Fläche **212** und bildet eine Austrittspupille, wodurch es ermöglicht, dass das angezeigte Bild der LCD **200** beobachtet wird, wenn der Beobachter die Pupille seines/ihrer Auges an der Position der Austrittspupille anordnet. Weil die drei Flächen **212** bis **214** dezentriert sind, ist es wünschenswert, diese Flächen durch Verwendung von anamorphotischen Flächen oder Freiformflächen auszubilden, die in der Lage sind, Dezentrierungs-Aberrationen zu korrigieren (Freiformflächen, deren eine und einzige Symmetrieebene mit dem Abschnitt von [Fig. 31](#) zusammenfällt, sind besonders wünschenswert). Jedoch ist es aus dem Gesichtspunkt des Erreichens von Harmonie mit der Produktivität wünschenswert, dass wenigstens eine der ersten bis dritten Fläche **212** bis **214** eine rotationssymmetrische sphärische Fläche oder eine sphärische Fläche ist. Angesichts der Flächengenauigkeit ist es wünschenswert, dass die erste Fläche **212**, die den breitesten Flächenbereich aufweist und auf den Lichtstrahl zweimal einwirkt, d. h. dann, wenn der Lichtstrahl hindurchtritt und von der ersten Fläche **212** reflektiert wird, eine sphärische Fläche oder eine rotationssymmetrische sphärische Fläche sein sollte, die mit hoher Herstellungsgenauigkeit hergestellt werden können. Angesichts der Aberrationskorrekturfähigkeit, Brechkraft usw. der Luftlinse zwischen dem optischen Okularsystem **204** und dem optischen Durchsichtelement **205** ist es wünschenswert, dass die zweite Fläche **213** eine sphärische Fläche oder eine rotationssymmetrische sphärische Fläche ist.

**[0317]** Das lichtblockierende Element **206**, das in der Lage ist, zwischen Transmission und Abschneiden eines Lichtstrahls zu schalten oder zwischen Transmission und Abdunkeln eines Lichtstrahls zu schalten, kann eine Blende sein (z. B. eine mechanischer Aperturblende, eine Flüssigkristallblende oder eine Blindblende), die in der Lage ist, zwischen Transmission und Blockieren von Licht zu schalten, oder ein Türmechanismus, in dem eine Abdeckung sich einfach öffnet oder verschließt. Das lichtblockierende Element **206** kann auch eine Flüssigkristallplatte sein, die derart angeordnet ist, dass sich die Transmittanz stufenweise oder kontinuierlich verändert. Das lichtblockierende Element **206** wird beispielsweise durch die CPU **209** gesteuert/geregelt, derart, dass dann, wenn durch Messen der Größe der Pupille aus dem mit dem Lichtempfangselement **208** empfangenen Pupillenbild erfasst wird, dass die Pupille des Beobachters in einem größeren Grad geöffnet ist als ein vorbestimmter Wert, das Außenweltbild hell wird, wohingegen dann, wenn der Öffnungsgrad der Pupille kleiner als ein vorbestimmter Wert ist, das Außenweltbild dunkel wird. Die Anordnung kann derart sein, dass ein Beleuchtungsunterschied zwischen dem Außenweltbild und dem angezeigten Bild der LCD **200** mit einer Messvorrichtung (nicht gezeigt) gemessen wird und die Transmittanz des lichtblockierenden Elements **206** gemäß dem gemessenen Wert durch die CPU **209** gesteuert/geregelt wird.

**[0318]** Es ist auch möglich, das an der LCD **200** angezeigte Bild zu scrollen oder das angezeigte Bild mit derselben Funktion zu versehen wie derjenigen eines an einem Computerschirm angezeigten Cursors durch Verwenden von Information, die durch die Sichtlinien-Erfassung erhalten wird.

**[0319]** Wenn das zweite Bild **213** des optischen Okularsystems **204** und das optische Durchsichtelement **205** dieselbe Größe aufweisen, wird der Zusammenbau erleichtert. Wenn das optische Durchsichtelement **205** in seiner Größe verringert ist, um eine Gewichtsverringerung zu erreichen, ist es wünschenswert, eine lichtblockierende Beschichtung **215**, zum Beispiel eine lichtblockierende Farbe oder Beschichtung, an einer optischen Fläche oder einer Seitenfläche vorzusehen, um Streulicht zu verhindern.

**[0320]** [Fig. 32](#) zeigt eine Verbesserung der in [Fig. 31](#) gezeigten Ausführungsform. [Fig. 32](#) zeigt eine Anordnung, die es ermöglicht, dass der Verwender ein unteres Außenweltbild direkt zusätzlich zu dem Außenweltbild sieht, das durch das optische Durchsichtelement **205** betrachtet wird, so dass dann, wenn beispielsweise ein Bild auf einem Computerschirm auf der LCD **200** angezeigt wird (entweder einer Transmissions-LCD oder einer Reflexions-LCD), es für den Benutzer einfach ist, die Tastaturbetätigung durch Richten seiner/ihrer Sichtlinie nach unten zu bestätigen. Um das untere Sichtfeld sicherzustellen, ist es wünschenswert, den Abstand zwischen der Pupille und dem optischen Okularsystem **204** zu erhöhen oder die Länge des unteren Teils der Anordnung des optischen Okularsystems **204** und des optischen Durchsichtelements **205** zu verkürzen, so dass das optische Okularsystem **204** und das optische Durchsichtelement **205** innerhalb eines Winkels  $\theta$  von nicht mehr als  $60^\circ$  ( $\theta \leq 60^\circ$ ) sind, wobei  $\theta$  ein Winkel ist, der an der Pupillenmitte bezüglich der Sichtachse definiert ist. Man beachte, dass jedoch dann, wenn es notwendig ist, den Winkel  $\theta$  in Übereinstimmung mit den vertikalen Feldwinkel und das optische Design betreffenden Erfordernissen in Übereinstimmung zu bringen, der Winkel  $\theta$  auf  $45^\circ$  oder weniger ( $\theta \leq 45^\circ$ ) eingestellt werden kann, aus dem Gesichtspunkt der Harmonisierung der verschiedenen Erfordernisse miteinander.

**[0321]** [Fig. 33](#) zeigt eine andere Ausführungsform des optischen Sichtsystems, bei dem ein drittes Bild, das von dem Außenweltbild verschieden ist, zu einer Pupille E durch das optische Durchsichtelement **205** und das optische Okularsystem **204** geführt wird. Eine kleine Anzeigevorrichtung **216** zum Anzeigen von Zeichen oder dgl. ist an der Außenweltseite des optischen Durchsichtelements **205** angeordnet. Zum Beispiel kann die Anzeigevorrichtung **216** eine LCD, LED oder eine Anzeige eines Symbols durch externes Licht sein. Zur Anzeige des Bilds der Anzeigevorrichtung **216** im Sichtfeld der Außenwelt wird die Anzeigevorrichtung **216** zwischen dem lichtblockierenden Element **206** und dem optischen Durchsichtelement **205** angeordnet. Um das Außenweltbild und das Bild der Anzeigevorrichtung **216** nebeneinander zu legen, ist die Anzeigevorrichtung **216** in einem Raum angeordnet, der durch Abschneiden eines Teils des lichtblockierenden Elements **206** bereitgestellt ist, wie in [Fig. 33](#) gezeigt ist. In diesem Fall ist es wünschenswert, eine lichtblockierende Beschichtung **215** an einem Abschnitt vorzusehen, der dem Rand entspricht, um Eintritt von Streulicht oder dgl. zu verhindern, während der Grenzabschnitt klar gemacht wird. Die Anzeigevorrichtung **216** kann verwendet werden, um eine Warnung, gemessene Werte von Außenlufttemperatur- und Feuchtigkeitssensoren, einem Ultraviolettstrahlungsdosis-Messsensor usw. (nicht gezeigt) anzuzeigen und um Hilfsinformation anzuzeigen, z. B. eine Verwendungszeitdauer und eine Zeit.

**[0322]** Wenn das Sichtfeld des Außenweltbilds nicht breiter sein muss oder ein starker Wunsch zur Verringerung der Gesamtgröße und des Gewichts der Vorrichtung besteht, kann das optische Durchsichtelement **205** in einer kompakten Form konstruiert sein, wie in [Fig. 34](#) und [Fig. 35](#) gezeigt ist. Im Fall von [Fig. 34](#) ist das optische Durchsichtelement **205** an einer niedrigeren Position angeordnet und die Sichtachse zur Beobachtung des Bilds von der LCD **200** und die Sichtachse zur Beobachtung des Bilds von der Außenwelt fallen ungefähr zusammen. Daher kann der Beobachter beide Bilder beobachten, ohne sein Auge zu rollen.

**[0323]** Im Fall von [Fig. 35](#) ist das optische Durchsichtelement **205** an einer oberen Position angeordnet. Weil das Bild von der LCD **200** und das Außenweltbild einander überlappen oder komplett nebeneinander gelegt werden können. Daher ist es möglich, die Unbequemlichkeit der Betrachtung eines doppelten Bildes zu vermindern und gleichzeitig ist es möglich sowohl das Bild der LCD **200** als auch das Außenweltbild gleichzeitig zu betrachten.

**[0324]** Man beachte, dass, obwohl in [Fig. 34](#) und [Fig. 35](#) das optische Durchsichtelement **205** jeweils an einer unteren Position und an einer oberen Position angeordnet ist, es an der rechten oder der linken Seite angeordnet sein kann. [Fig. 31](#) bis [Fig. 35](#) sind allesamt vertikale Querschnittsansichten, in denen die LCD **200** an der oberen Seite angeordnet ist. Jedoch kann die LCD **200** an der unteren Seite angeordnet werden durch Drehen der in diesen Figuren gezeigten Anordnung um  $180^\circ$ . Es ist auch möglich, die Anordnung um  $90^\circ$  zu drehen, um ein optisches Sichtsystem zu konstruieren, das einen horizontal gefalteten optischen Pfad besitzt.

**[0325]** [Fig. 49](#) zeigt die Anordnung eines optischen Sichtsystems gemäß einer anderen Ausführungsform, auf die die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, angeordnet in der Form des dritten und vierten optischen Sichtsystems. Das optische Sichtsystem gemäß dieser Ausführungsform umfasst ein erstes Bilderzeugungselement mit einer Reflexions-LCD (Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung) **400**, eine Beleuchtungslichtquelle **401** und optische Elemente **402** und **403** zur Beleuchtung. Das optische Sichtsystem umfasst ferner ein optisches Okularsystem **404** zum Führen des an der Reflexions-LCD **400** angezeigten ersten Bilds zum Auge eines Beobachters E. Weiterhin ist ein optisches Durchsichtelement **405** an der Seite des zweiten Bilds des optischen Okularsystems **404** angeordnet, um ein Außenweltbild (zweites Bild) zu führen, und ein lichtblockierendes Element **406** ist an der Seite des zweiten Bildes des optischen Durchsichtelements **405** angeordnet. Das lichtblockierende Element **406** ist in der Lage, zwischen Transmission und Abschneiden eines Lichtstrahls zu schalten oder zwischen Transmission und Abdunkeln eines Lichtstrahls zu schalten. Ferner besitzt das optische Sichtsystem eine Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung zur Erfassung einer Sichtlinie eines Beobachters. Die Sichtlinien-Erfassungsvorrichtung umfasst eine Lichtquelle **407** zur Pupillenbeleuchtung, ein Lichtempfangselement **408** zum Empfang des Pupillenbilds und eine CPU **409** zum Analysieren des mit dem Lichtempfangselement **408** empfangenen Pupillenbilds und Steuern/Regeln anderer Elemente auf der Grundlage von Information, die durch die Analyse erhalten wird.

**[0326]** Die Beleuchtungslichtquelle **401** ist eine LED, eine Lampe, usw., die eine Weißlichtquelle sein kann oder eine Lichtquelle eines RGB-Satzes sein kann. Das optische Element **402** zur Beleuchtung besitzt eine konvexe Fläche **410** mit positiver Brechkraft an ihrer der Lichtquelle **401** näher liegenden Seite. Die konvexe Fläche **410** besitzt die Funktion einer Feldlinse. Aus dem Gesichtspunkt der Harmonisierung des Wunschs nach Aberrationskorrektur mit dem Wunsch zur Erreichung einer Kostenverringerung durch Verbesserung der Produktivität ist es wünschenswert, die Konfiguration der konvexen Fläche **410** je nach Umständen zu verändern.

**[0327]** Wenn der Wunsch zur Aberrationskorrektur stark ist, ist es wünschenswert, die konvexe Fläche **410** von der sphärischen Fläche zu einer rotationssymmetrischen asphärischen Fläche, einer anamorphotischen Fläche oder einer Freiformfläche zu verändern, so dass der Designgrad erhöht wird. Wenn der Wunsch nach Kostenverringerung stark ist, ist es wünschenswert, die konvexe Fläche **410** zu einer sphärischen oder rotationssymmetrischen asphärischen Fläche zu verändern, die eine hohe Produktivität aufweist. Eine Fläche **411** zwischen den optischen Elementen **402** und **403** zur Beleuchtung ist mit einer halbspiegelnden Beschichtung, einer Strahlteilerbeschichtung usw. ausgebildet, so dass sie sowohl eine Licht transmittierende als auch eine Licht reflektierende Wirkung aufweist. Sogar dann, wenn von der Pupillenbeleuchtungslichtquelle **407** zur Sichtlinien-Erfassung emittiertes Licht ein infrarotes Licht oder sichtbares Licht ist, ist es, solange die Wellenlängen-Bandbreite des Lichts ausreichend schmal ist, möglich, den Einfluss des Lichts auf die Beobachtung des ersten Bilds von der LCD **400** zu vernachlässigen, sogar dann, wenn das Licht von der Fläche **411** reflektiert wird. Daher kann die Fläche **411** zwischen den optischen Elementen **402** und **403** eine Fläche mit einer Wellenlängen-Selektivität sein, die Licht von der Lichtquelle **407** mit hoher Reflektivität reflektiert.

**[0328]** Das optische Okularsystem **404** ist gebildet aus einem Prisma mit drei optischen Flächen, d.h. einer ersten Fläche **412**, einer zweiten Fläche **413** und einer dritten Fläche **414**. Durch die dritte Fläche **414** eintretendes Licht wird durch die erste Fläche **412** totalreflektiert und ferner durch die zweite Fläche **413** reflektiert. Das reflektierte Licht tritt durch die erste Fläche **412** und bildet eine Austrittspupille, wodurch es ermöglicht wird, dass das angezeigte Bild der LCD **400** beobachtet wird, wenn der Beobachter die Pupille seines/ihrer Auges an der Position der Austrittspupille anordnet. Weil die drei Flächen **412** bis **414** dezentriert sind, ist es wünschenswert, diese Flächen durch Verwendung von anamorphotischen Flächen oder Freiformflächen auszubilden, die in der Lage sind, Dezentrierungs-Aberrationen zu korrigieren (Freiformflächen, deren eine und einzige Symmetrieebene mit dem Abschnitt von [Fig. 49](#) zusammenfällt, sind besonders wünschenswert). Jedoch ist es aus dem Gesichtspunkt des Erreichens von Harmonie mit der Produktivität wünschenswert, dass wenigstens eine der ersten bis dritten Fläche **412** bis **414** eine rotationssymmetrische asphärische Fläche oder eine sphärische Fläche ist. Angesichts der Flächengenauigkeit ist es wünschenswert, dass die erste Fläche **412**, die den breitesten Flächenbereich aufweist und auf den Lichtstrahl zweimal einwirkt, d.h. dann, wenn der Lichtstrahl durchtritt und von der ersten Fläche **412** reflektiert wird, eine sphärische Fläche oder eine rotationssymmetrische asphärische Fläche sein sollte, die mit hoher Herstellungsgenauigkeit hergestellt werden können. Angesichts der Aberrationskorrekturfähigkeit, Brechkraft usw. der Luftlinse zwischen dem optischen Okularsystem **404** und dem optischen Durchsichtelement **405** ist es wünschenswert, dass die zweite Fläche **413** eine sphärische Fläche oder eine rotationssymmetrische asphärische Fläche ist.

**[0329]** Das lichtblockierende Element **406**, das in der Lage ist, zwischen Transmission und Abschneiden eines Lichtstrahls zu schalten oder zwischen Transmission und Abdunkeln eines Lichtstrahls zu schalten, kann eine Blende sein (z.B. eine mechanische Aperturblende, eine Flüssigkristallblende oder eine Blindblende), die in der Lage ist, zwischen Transmission und Blockieren von Licht zu schalten, oder ein Türmechanismus, in dem eine Abdeckung sich einfach öffnet oder verschließt. Das lichtblockierende Element **406** kann auch eine Flüssigkristallplatte sein, die derart angeordnet ist, dass sich die Transmittanz stufenweise oder kontinuierlich verändert. Das lichtblockierende Element **406** wird beispielsweise durch die CPU **409** gesteuert/geregelt, derart, dass dann, wenn durch Messen der Größe der Pupille aus dem mit dem Lichtempfangselement **408** empfangenen Pupillenbild erfasst wird, dass die Pupille des Beobachters in einem größeren Grad geöffnet ist als ein vorbestimmter Wert, das Außenweltbild hell wird, wohingegen dann, wenn der Öffnungsgrad der Pupille kleiner als ein vorbestimmter Wert ist, das Außenweltbild dunkel wird. Die Anordnung kann derart sein, dass ein Beleuchtungsunterschied zwischen dem Außenweltbild und dem angezeigten Bild der LCD **400** mit einer Messvorrichtung (nicht gezeigt) gemessen wird und die Transmittanz des lichtblockierenden Elements **406** gemäß dem gemessenen Wert durch die CPU **409** gesteuert/geregelt wird.

**[0330]** Es ist auch möglich, das an der LCD **400** angezeigte Bild zu scrollen oder das angezeigte Bild mit derselben Funktion zu versehen wie derjenigen eines an einem Computerschirm angezeigten Cursors durch Verwenden von Information, die durch die Sichtlinien-Erfassung erhalten wird.

**[0331]** Wenn das zweite Bild **413** des optischen Okularsystems **404** und das optische Durchsichtelement **405** dieselbe Größe aufweisen, wird der Zusammenbau erleichtert. Wenn das optische Durchsichtelement **405** in seiner Größe verringert ist, um eine Gewichtsverringerung zu erreichen, ist es wünschenswert, eine lichtblockierende Beschichtung **415**, zum Beispiel eine lichtblockierende Farbe oder Beschichtung, an einer optischen Fläche oder einer Seitenfläche vorzusehen, um Streulicht zu verhindern.

**[0332]** [Fig. 50](#) zeigt eine Verbesserung der in [Fig. 49](#) gezeigten Ausführungsform. [Fig. 50](#) zeigt eine Anordnung, die es ermöglicht, dass der Verwender ein unteres Außenweltbild direkt zusätzlich zu dem Außenweltbild

sieht, das durch das optische Durchsichtelement **405** betrachtet wird, so dass dann, wenn beispielsweise ein Bild auf einem Computerschirm auf der LCD **400** angezeigt wird (entweder einer Transmissions-LCD oder einer Reflexions-LCD), es für den Benutzer einfach ist, die Tastaturbetätigung durch Richten seiner/ihrer Sichtlinie nach unten zu bestätigen. Um das untere Sichtfeld sicherzustellen, ist es wünschenswert, den Abstand zwischen der Pupille und dem optischen Okularsystem **404** zu erhöhen oder die Länge des unteren Teils der Anordnung des optischen Okularsystems **404** und des optischen Durchsichtelements **405** zu verkürzen, so dass das optische Okularsystem **404** und das optische Durchsichtelement **405** innerhalb eines Winkels  $\theta$  von nicht mehr als  $60^\circ$  ( $\theta \leq 60^\circ$ ) sind, wobei  $\theta$  ein Winkel ist, der an der Pupillenmitte bezüglich der Sichtachse definiert ist. Man beachte, dass jedoch dann, wenn es notwendig ist, den Winkel  $\theta$  in Übereinstimmung mit den vertikalen Feldwinkel und das optische Design betreffenden Erfordernissen in Übereinstimmung zu bringen, der Winkel  $\theta$  auf  $45^\circ$  oder weniger ( $\theta \leq 45^\circ$ ) eingestellt werden kann, aus dem Gesichtspunkt der Harmonisierung der verschiedenen Erfordernisse miteinander.

[0333] [Fig. 51](#) zeigt eine andere Ausführungsform des optischen Sichtsystems, bei dem ein drittes Bild, das von dem Außenweltbild verschieden ist, zu einer Pupille E durch das optische Durchsichtelement **405** und das optische Okularsystem **404** geführt wird. Eine kleine Anzeigevorrichtung **416** zum Anzeigen von Zeichen oder dgl. ist an der Außenweltseite des optischen Durchsichtelements **405** angeordnet. Zum Beispiel kann die Anzeigevorrichtung **416** eine LCD, LED oder eine Anzeige eines Symbols durch externes Licht sein. Zur Anzeige des Bilds der Anzeigevorrichtung **416** im Sichtfeld der Außenwelt wird die Anzeigevorrichtung **416** zwischen dem lichtblockierenden Element **406** und dem optischen Durchsichtelement **405** angeordnet. Um das Außenweltbild und das Bild der Anzeigevorrichtung **416** nebeneinander zu legen, ist die Anzeigevorrichtung **416** in einem Raum angeordnet, der durch Abschneiden eines Teils des lichtblockierenden Elements **406** bereitgestellt ist, wie in [Fig. 51](#) gezeigt ist. In diesem Fall ist es wünschenswert, eine lichtblockierende Beschichtung **415** an einem Abschnitt vorzusehen, der dem Rand entspricht, um Eintritt von Streulicht oder dgl. zu verhindern, während der Grenzabschnitt klargemacht wird. Die Anzeigevorrichtung **416** kann verwendet werden, um eine Warnung, gemessene Werte von Außenlufttemperatur- und Feuchtigkeitssensoren, einem Ultraviolettstrahlungsdosis-Messsensor usw. (nicht gezeigt) anzuzeigen und um Hilfsinformation anzuzeigen, z.B. eine Verwendungszeitdauer und eine Zeit.

[0334] Wenn das Sichtfeld des Außenweltbilds nicht breiter sein muss oder ein starker Wunsch zur Verringerung der Gesamtgröße und des Gewichts der Vorrichtung besteht, kann das optische Durchsichtelement **405** in einer kompakten Form konstruiert sein, wie in [Fig. 52](#) und [Fig. 53](#) gezeigt ist. Im Fall von [Fig. 52](#) ist das optische Durchsichtelement **405** an einer niedrigeren Position angeordnet und die Sichtachse zur Beobachtung des Bilds von der LCD **400** und die Sichtachse zur Beobachtung des Bilds von der Außenwelt fallen ungefähr zusammen. Daher kann der Beobachter beide Bilder beobachten, ohne sein Auge zu rollen.

[0335] Im Fall von [Fig. 53](#) ist das optische Durchsichtelement **405** an einer oberen Position angeordnet, weil das Bild von der LCD **400** und das Außenweltbild einander überlappen oder komplett nebeneinander gelegt werden können. Daher ist es möglich, die Unbequemlichkeit der Betrachtung eines doppelten Bildes zu vermindern und gleichzeitig ist es möglich sowohl das Bild der LCD **400** als auch das Außenweltbild gleichzeitig zu betrachten.

[0336] Man beachte, dass, obwohl in [Fig. 52](#) und [Fig. 53](#) das optische Durchsichtelement **405** jeweils an einer unteren Position und an einer oberen Position angeordnet ist, es an der rechten oder der linken Seite angeordnet sein kann. [Fig. 49](#) bis [Fig. 53](#) sind allesamt vertikale Querschnittsansichten, in denen die LCD **400** an der oberen Seite angeordnet ist. Jedoch kann die LCD **400** an der unteren Seite angeordnet werden durch Drehen der in diesen Figuren gezeigten Anordnung um  $180^\circ$ . Es ist auch möglich, die Anordnung um  $90^\circ$  zu drehen, um ein optisches Sichtsystem zu konstruieren, das einen horizontal gefalteten optischen Pfad besitzt.

[0337] Bei den oben beschriebenen Beispielen ist das Prisma **10**, das das optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung bildet, von dem Typ, bei dem zwei interne Reflexionen vorhanden sind und die erste Fläche sowohl als brechende Fläche als auch als reflektierende Fläche dient. Man beachte jedoch, dass Prismen als Prisma **10** verwendbar sind, bei denen das erste optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung nicht notwendigerweise auf den beschriebenen Typ beschränkt ist. Einige Beispiele von Prismen, die als Prisma **10** beim optischen Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung verwendbar sind, werden im Folgenden unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) bis [Fig. 18](#) beschrieben. Die folgende Beschreibung wird auf der Grundlage von Rückwärtsverfolgen von Strahlen gegeben.

[0338] In dem Fall von [Fig. 10](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33** und eine dritte Fläche **34**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht tritt in das Prisma P ein, während es



durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritte Fläche **34** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0339]** Im Fall von [Fig. 11](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33**, eine dritte Fläche **34** und eine vierte Fläche **35**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht tritt in das Prisma P ein, während es durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und ferner durch die dritte Fläche **34** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die vierte Fläche **35** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0340]** Im Fall von [Fig. 12](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33**, eine dritte Fläche **34** und eine vierte Fläche **35**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht tritt in das Prisma P ein, während es durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **32** totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritte Fläche **34** intern reflektiert und dann durch die vierte Fläche **35** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0341]** Im Fall von [Fig. 13](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33**, eine dritte Fläche **34** und eine vierte Fläche **35**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht erreicht das Prisma P, während es durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und dann durch die dritte Fläche **34** totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die vierte Fläche **35** intern reflektiert und dann durch die dritte Fläche **34** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0342]** Im Fall von [Fig. 14](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33** und eine dritte Fläche **34**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht tritt in das Prisma P ein, während es durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und ferner durch die dritte Fläche **34** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die erste Fläche **32** totalreflektiert und dann durch die zweite Fläche **33** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0343]** Im Fall von [Fig. 15](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33**, eine dritte Fläche **34** und eine vierte Fläche **35**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht tritt in das Prisma P ein, während es durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und ferner durch die dritte Fläche **34** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird ferner durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und dann durch die vierte Fläche **35** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0344]** Im Fall von [Fig. 16](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33**, eine dritte Fläche **34** und eine vierte Fläche **35**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht tritt in das Prisma P ein, während es durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und ferner durch die dritte Fläche **34** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird ferner durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und dann durch die vierte Fläche **35** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird dann durch die zweite Fläche **33** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0345]** Im Fall von [Fig. 17](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33** und eine dritte Fläche **34**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht tritt in das Prisma P ein, während es durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **32** totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritte Fläche **34** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **32** totalreflektiert. Danach wird das reflektierte Licht dann durch die dritte Fläche **34** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0346]** Im Fall von [Fig. 18](#) besitzt ein Prisma P eine erste Fläche **32**, eine zweite Fläche **33** und eine dritte Fläche **34**. Durch eine Pupille **31** hindurchtretendes auftreffendes Licht tritt in das Prisma P ein, während es durch die erste Fläche **32** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **33** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **32** totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritte Fläche **34** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **32** totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritte Fläche **34** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **32** gebrochen, um ein Bild an einer Bildebene **36** zu erzeugen.

**[0347]** Obwohl die optischen Okularsysteme **204** und **404** Prismen des Typs verwenden, der drei optische

Flächen besitzt, und bei dem zwei Reflexionen vorhanden sind, ist es möglich, verschiedene Typen von Prismen zu verwenden, wie in [Fig. 36](#) bis [Fig. 42](#) und [Fig. 54](#) bis [Fig. 60](#) gezeigt ist. Die optischen Durchsichtelemente **205** und **405** sind nicht notwendigerweise auf einzelne optische Elemente beschränkt, sondern können gekittete optische Elemente oder GRIN-(Gradientenindex)-optische-Elemente sein.

**[0348]** Es folgt eine kurze Beschreibung der optischen Okularsysteme **204** und **404**, die in [Fig. 36](#) bis [Fig. 42](#) und [Fig. 54](#) bis [Fig. 60](#) gezeigt sind.

**[0349]** Im Fall von [Fig. 36](#) und [Fig. 54](#) besitzen die optischen Okularsysteme **204** und **404** jeweils eine erste Fläche **211 (411)**, eine zweite Fläche **212 (412)**, eine dritte Fläche **213 (413)** sowie eine vierte Fläche **214 (414)**. Im Rückwärtsverfolgen von Strahlen tritt durch eine Austrittspupillenposition E tretendes Licht in das Prisma ein, während es durch die erste Fläche **211 (411)** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** intern reflektiert und ferner durch die dritte Fläche **213 (413)** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die vierte Fläche **214 (414)** gebrochen, um ein Bild an der Position einer LCD **200 (400)** zu erzeugen. Im Fall des optischen Okularsystems **204** ist ein optisches Durchsichtelement **205** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **212** in einem Abstand von der zweiten Fläche **212** angeordnet. Im Fall des optischen Okularsystems **404** ist ein optisches Durchsichtelement **405** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **412** derart angeordnet, dass es sich in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** befindet.

**[0350]** Im Fall von [Fig. 37](#) und [Fig. 55](#) besitzen die optischen Okularsysteme **204** und **404** jeweils eine erste Fläche **211 (411)**, eine zweite Fläche **212 (412)**, eine dritte Fläche **213 (413)** sowie eine vierte Fläche **214 (414)**. Beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen tritt durch eine Austrittspupillenposition E tretendes Licht in das Prisma ein, während es durch die erste Fläche **211 (411)** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** intern reflektiert und dann durch die dritte Fläche **213 (413)** totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die vierte Fläche **214 (414)** intern reflektiert und dann durch die dritte Fläche **213 (413)** gebrochen, um ein Bild an der Position einer LCD **200 (400)** zu bilden. Im Fall des optischen Okularsystems **204** ist ein optisches Durchsichtelement **205** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **212** in einem Abstand von der zweiten Fläche **212** angeordnet. Im Fall des optischen Okularsystems **404** ist ein optisches Durchsichtelement **405** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **412** derart angeordnet, dass es sich in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** befindet.

**[0351]** Im Fall von [Fig. 38](#) und [Fig. 56](#) besitzen die optischen Okularsysteme **204** und **404** jeweils eine erste Fläche **211 (411)**, eine zweite Fläche **212 (412)**, eine dritte Fläche **213 (413)** sowie eine vierte Fläche **214 (414)**. Beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen tritt durch eine Austrittspupillenposition E tretendes Licht in das Prisma ein, während es durch die erste Fläche **211 (411)** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** intern reflektiert und ferner durch die dritte Fläche **213 (413)** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** intern reflektiert und dann durch die vierte Fläche **214 (414)** gebrochen, um ein Bild an der Position einer LCD **200 (400)** zu bilden. Im Fall des optischen Okularsystems **204** ist ein optisches Durchsichtelement **205** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **212** in einem Abstand von der zweiten Fläche **212** angeordnet. Im Fall des optischen Okularsystems **404** ist ein optisches Durchsichtelement **405** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **412** derart angeordnet, dass es sich in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** befindet.

**[0352]** Im Fall von [Fig. 39](#) und [Fig. 57](#) besitzen die optischen Okularsysteme **204** und **404** jeweils eine erste Fläche **211 (411)**, eine zweite Fläche **212 (412)**, eine dritte Fläche **213 (413)** sowie eine vierte Fläche **214 (414)**. Beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen tritt durch eine Austrittspupillenposition E tretendes Licht in das Prisma ein, während es durch die erste Fläche **211 (411)** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** intern reflektiert und ferner durch die dritte Fläche **213 (413)** intern reflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** erneut intern reflektiert und dann durch die vierte Fläche **214 (414)** reflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** gebrochen, um ein Bild an der Position einer LCD **200 (400)** zu bilden. Im Fall des optischen Okularsystems **204** ist ein optisches Durchsichtelement **205** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **212** in einem Abstand von der zweiten Fläche **212** angeordnet. Im Fall des optischen Okularsystems **404** ist ein optisches Durchsichtelement **405** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **412** derart angeordnet, dass es sich in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** befindet.

**[0353]** Im Fall von [Fig. 40](#) und [Fig. 58](#) besitzen die optischen Okularsysteme **204** und **404** jeweils eine erste Fläche **211 (411)**, eine zweite Fläche **212 (412)** und eine dritte Fläche **213 (413)**. Beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen tritt durch eine Austrittspupillenposition E tretendes Licht in das Prisma ein, während es durch die ers-

te Fläche **211 (411)** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **211 (411)** totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritte Fläche **213 (413)** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **211 (411)** erneut totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritte Fläche **213 (413)** gebrochen, um ein Bild an der Position einer LCD **200 (400)** zu bilden. Im Fall des optischen Okularsystems **204** ist ein optisches Durchsichtelement **205** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **212** in einem Abstand von der zweiten Fläche **212** angeordnet. Im Fall des optischen Okularsystems **404** ist ein optisches Durchsichtelement **405** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **412** derart angeordnet, dass es sich in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** befindet. Im Fall des optischen Okularsystems **204** kann anstelle oder zusätzlich zu dem optischen Durchsichtelement **205** ein anderes optisches Durchsichtelement **205'** an der Seite des Außenweltbilds der dritten Fläche **213** in einem Abstand von der dritten Fläche **213** angeordnet sein. Im Fall des optischen Okularsystems **404** kann anstelle oder zusätzlich zu dem optischen Durchsichtelement **405** ein anderes optisches Durchsichtelement **405'** an der Seite des Außenweltbilds der dritten Fläche **413** derart angeordnet sein, dass es sich in engem Kontakt mit der dritten Fläche **413** befindet.

**[0354]** Im Fall von [Fig. 41](#) und [Fig. 59](#) besitzen die optischen Okularsysteme **204** und **404** jeweils eine erste Fläche **211 (411)**, eine zweite Fläche **212 (412)** und eine dritte Fläche **213 (413)**. Beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen tritt durch eine Austrittspupillenposition E tretendes Licht in das Prisma ein, während es durch die erste Fläche **211 (411)** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **211 (411)** totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritte Fläche **213 (413)** intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **211 (411)** erneut totalreflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die dritten Flächen **213 (413)** erneut intern reflektiert und dann durch die erste Fläche **211 (411)** gebrochen, um ein Bild an der Position einer LCD **200 (400)** zu bilden. Im Fall des optischen Okularsystems **204** ist ein optisches Durchsichtelement **205** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **212** in einem Abstand von der zweiten Fläche **212** angeordnet. Im Fall des optischen Okularsystems **404** ist ein optisches Durchsichtelement **405** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **412** derart angeordnet, dass es sich in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** befindet. Im Fall des optischen Okularsystems **204** kann anstelle oder zusätzlich zu dem optischen Durchsichtelement **205** ein anderes optisches Durchsichtelement **205'** an der Seite des Außenweltbilds der dritten Fläche **213** in einem Abstand von der dritten Fläche **213** angeordnet sein. Im Fall des optischen Okularsystems **404** kann anstelle oder zusätzlich zu dem optischen Durchsichtelement **405** ein anderes optisches Durchsichtelement **405'** an der Seite des Außenweltbilds der dritten Fläche **413** derart angeordnet sein, dass es sich in engem Kontakt mit der dritten Fläche **413** befindet.

**[0355]** Im Fall von [Fig. 42](#) und [Fig. 60](#) besitzen die optischen Okularsysteme **204** und **404** jeweils eine erste Fläche **211 (411)**, eine zweite Fläche **212 (412)**, eine dritte Fläche **213 (413)** sowie eine vierte Fläche **214 (414)**. Beim Rückwärtsverfolgen von Strahlen tritt durch eine Austrittspupillenposition E tretendes Licht in das Prisma ein, während es durch die erste Fläche **211 (411)** gebrochen wird. Das auftreffende Licht wird durch die zweite Fläche **212 (412)** intern reflektiert und ferner durch die dritte Fläche **213 (413)** reflektiert. Das reflektierte Licht wird durch die vierte Fläche **214 (414)** gebrochen, um ein Bild an der Position einer LCD **200 (400)** zu bilden. Im Fall des optischen Okularsystems **204** ist ein optisches Durchsichtelement **205** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **212** in einem Abstand von der zweiten Fläche **212** angeordnet. Im Fall des optischen Okularsystems **404** ist ein optisches Durchsichtelement **405** an der Seite des Außenweltbilds der zweiten Fläche **412** derart angeordnet, dass es sich in engem Kontakt mit der zweiten Fläche **412** befindet.

**[0356]** Das oben beschriebene optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann zum Beispiel als optisches System einer am Kopf angebrachten Anzeigevorrichtung verwendet werden. Beispiele einer solchen Anzeigevorrichtung werden im Folgenden beschrieben.

**[0357]** [Fig. 20](#) zeigt eine für zwei Augen ausgelegte, am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung in einem Zustand, in dem die Bildanzeigevorrichtung am Kopf eines Beobachters befestigt ist. [Fig. 21](#) ist eine Querschnittsansicht der Bildanzeigevorrichtung. Wie in [Fig. 21](#) gezeigt ist, wird das erste optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung als ein optisches Okularsystem **100** der Bildanzeigevorrichtung verwendet. Ein Paar von Kombinationen eines optischen Okularsystems **100** und einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung **101** sind für das linke und das rechte Auge vorbereitet und voneinander getrennt durch den Interpupillenabstand, d. h. den Abstand zwischen den beiden Augen, gehalten, wodurch sie eine stationäre oder tragbare Bildanzeigevorrichtung **102** bilden, wie eine am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung, die es dem Beobachter ermöglicht, mit beiden Augen zu sehen.

**[0358]** Insbesondere ist die Bildanzeigevorrichtungskörpereinheit **102** mit einem Paar von optischen Okularsystemen **100** (links und rechts) versehen. Das oben beschriebene optische Sichtsystem **100** wird als jedes



optische Okularsystem **100** verwendet. Reflexions-Bildanzeigevorrichtungen **101**, die Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtungen sind, sind in den jeweiligen Bildebenen der beiden optischen Okularsysteme **100** angeordnet. Wie in [Fig. 20](#) gezeigt ist, ist die Anzeigevorrichtungskörpereinheit **102** mit seitlichen Rahmen **103** versehen, die sich von ihrem linken und rechten Ende fortsetzen, so dass die Anzeigevorrichtungskörpereinheit **102** vor den Augen des Beobachters gehalten werden kann. Wie in [Fig. 21](#) gezeigt ist, ist zum Schutz der ersten Fläche **11** (siehe [Fig. 1](#)) des Prismas **10** in dem optischen Okularsystem **100** jeder Bildanzeigevorrichtung **102** ein Abdeckungselement **91** zwischen der Austrittspupille des optischen Okularsystems **100** und der ersten Fläche **11** angeordnet. Als Abdeckungselement **91** kann beliebig eine planparallele Platte, eine Sammellinse oder eine Zerstreuungslinse verwendet werden.

**[0359]** Ferner ist ein Lautsprecher **104** an jedem seitlichen Rahmen **103** angebracht, um es dem Benutzer zu ermöglichen, zusätzlich zur Bildbeobachtung einem stereophonischen Klang zuzuhören. Die Anzeigevorrichtungskörpereinheit **102** mit den Lautsprechern **104** ist mit einer Wiedergabeeinheit **106**, z.B. einer tragbaren Videokassetteneinheit, durch ein Bild- und Klangübertragungskabel **105** verbunden. Daher kann der Benutzer nicht nur ein Bild beobachten, sondern auch einem Klang zuhören, wobei die Wiedergabeeinheit **106** an einer gewünschten Stelle, z.B. einem Gürtel, gehalten ist, wie in [Fig. 20](#) gezeigt ist. Das Bezugszeichen **107** in [Fig. 20](#) bezeichnet einen Schalter und einen Lautstärkesteuer/regelteil der Wiedergabeeinheit **106**. Man beachte, dass die Anzeigevorrichtungskörpereinheit **102** elektronische Teile enthält, wie Bild- und Klangverarbeitungsschaltungen.

**[0360]** Das Kabel **105** kann eine Buchsen- und Steckeranordnung aufweisen, die an seinem distalen Ende angebracht ist, derart, dass das Kabel **105** abnehmbar mit einem existierenden Videodeck verbunden werden kann. Das Kabel **105** kann auch mit einem TV-Signalempfänger verbunden werden, um es dem Benutzer zu ermöglichen, fernzusehen. Alternativ kann das Kabel **105** mit einem Computer zum Empfang von Computergrafikbildern oder Nachrichtenbildern oder dgl. von dem Computer verbunden sein. Um das störende Kabel zu vermeiden, kann die Bildanzeigevorrichtung derart angeordnet sein, dass sie Funksignale durch eine damit verbundene Antenne empfängt.

**[0361]** Das optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann auch an einer am Kopf angebrachten Bildanzeigevorrichtung für ein einzelnes Auge verwendet werden, indem das optische Okularsystem vor entweder dem linken oder dem rechten Auge angeordnet wird.

**[0362]** [Fig. 22](#) zeigt die am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung für ein einzelnes Auge in einem Zustand, in dem sie an dem Kopf des Beobachters befestigt ist (in diesem Fall ist die Vorrichtung für das linke Auge befestigt). Bei der gezeigten Anordnung umfasst die Anzeigevorrichtungskörpereinheit **102** eine Einzelkombination eines optischen Okularsystems **100** und eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung **101**. Die Anzeigevorrichtungskörpereinheit **102** ist an einem vorderen Rahmen **108** derart angebracht, dass sie vor dem zugeordneten Auge des Beobachters liegt. Wie in [Fig. 22](#) gezeigt ist, ist der vordere Rahmen **108** mit seitlichen Rahmen **103** versehen, die sich von ihrem linken und rechten Ende fortsetzen, so dass die Anzeigevorrichtungskörpereinheit **102** vor einem Auge des Beobachters gehalten werden kann. Die Anordnung des Rests der Vorrichtung ist dieselbe wie im Fall von [Fig. 20](#). Daher wird ihre Beschreibung weggelassen.

**[0363]** Um es zu ermöglichen, dass das Außenweltbild und das Anzeigebild gleichzeitig oder selektiv in der oben beschriebenen am Kopf angebrachten Bildanzeigevorrichtung für beide Augen oder ein einzelnes Auge, für welche das optische Sichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, angezeigt werden kann, ist es übrigens wünschenswert, dass, wie in [Fig. 21](#) gezeigt ist, eine halbtransparente Reflexionsfläche als die der Austrittspupille zugewandt Reflexionsfläche **12** des dezentrierten Prismas **10** verwendet wird, welches das optische Okularsystem **100** bildet, und ein anderes dezentriertes Prisma **20** zur Kompensation einer Winkelabweichung oder einer Brechkraft, die durch das dezentrierte Prisma **10** erzeugt wird, in Kontakt mit oder in einem geringen Abstand von der halbtransparenten Reflexionsfläche **12** angeordnet werden sollte, wodurch es ermöglicht wird, dass die Außenwelt durch die beiden dezentrierten Prismen **10** und **20** betrachtet wird. In diesem Fall ist es wünschenswert, dass eine Blende **21**, wie eine Flüssigkristallblende, die selektiv das Außenweltlicht abschneidet oder durchtreten lässt, das durch die gestrichelte Linie angedeutet ist, an der Eingangsseite des dezentrierten Prismas **20** angeordnet werden sollte (d. h. an der Seite des Prismas **20**, die vom Auge des Beobachters abgewandt liegt). In diesem Fall kann dann, wenn die Blende **21** geöffnet ist, das Außenweltbild betrachtet werden (in einer Durchsichtweise) oder ein überlagertes Bild des Außenweltbilds und des angezeigten Bilds kann betrachtet werden. Wenn die Blende **21** geschlossen ist, kann das angezeigte Bild der Anzeigevorrichtung **101** betrachtet werden.

**[0364]** [Fig. 43](#) ist eine Querschnittsansicht ähnlich zu [Fig. 21](#). In [Fig. 43](#) wird ein optisches Sichtsystem, an-

geordnet in der Form des zweiten optischen Sichtsystems wie für das Beispiel in [Fig. 31](#) gezeigt, als ein optisches Okularsystem **100** verwendet. In diesem Fall ist eine Anzeigevorrichtungskörpereinheit **100**, die eine Einzelkombination des optischen Sichtsystems und einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung **200** umfasst, an dem vorderen Rahmen **108** angebracht, derart, dass sie vor dem zugeordneten Auge (das linke Auge in diesem Fall) liegt, wie in [Fig. 22](#) gezeigt ist, wodurch eine stationäre oder tragbare Bildanzeigevorrichtung gebildet wird, wie eine am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung, die es dem Beobachter ermöglicht, mit einem einzelnen Auge zu sehen.

**[0365]** Insbesondere verwendet die Bildanzeigekörpereinheit **100** das oben beschriebene optische Sichtsystem und eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung **200**, die eine Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung ist, ist in der Bildebene des optischen Sichtsystems angeordnet. In diesem Fall ist zum Schutz der ersten Fläche **212** des optischen Sichtsystems **204**, das das optische Sichtsystem der Bildanzeigevorrichtung **100** bildet, ein Abdeckungselement **221** zwischen der Austrittspupille des optischen Okularsystems **204** und der ersten Fläche **212** angeordnet. Als Abdeckungselement **221** kann beliebig eine planparallele Platte, eine Sammellinse oder eine Zerstreuungslinse verwendet werden.

**[0366]** [Fig. 61](#) ist eine Querschnittsansicht ähnlich zu [Fig. 21](#). In [Fig. 61](#) wird ein optisches Sichtsystem der Form eines dritten und vierten optischen Sichtsystems, wie für das Beispiel in [Fig. 49](#) gezeigt, als ein optisches Okularsystem **100** verwendet. In diesem Fall ist eine Anzeigevorrichtungskörpereinheit **100**, umfassend eine Einzelkombination des optischen Sichtsystems und einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung **400**, an dem Vorderrahmen **108** derart angebracht, dass sie vor dem zugeordneten Auge (dem linken Auge in diesem Fall) liegt, wie in [Fig. 22](#) gezeigt ist, wodurch eine stationäre oder tragbare Bildanzeigevorrichtung gebildet wird, wie eine am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung, die es dem Beobachter ermöglicht, mit einem einzelnen Auge zu sehen.

**[0367]** Insbesondere verwendet die Anzeigevorrichtungskörpereinheit **100** das oben beschriebene optische Sichtsystem, und eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung **400**, die eine Reflexions-Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung ist, ist in der Bildebene des optischen Sichtsystems angeordnet. In diesem Fall ist zum Schutz der ersten Fläche **412** des optischen Okularsystems **404**, das das optische Sichtsystem der Bildanzeigevorrichtung **100** bildet, ein Abdeckungselement **421** zwischen der Austrittspupille des optischen Okularsystems **404** und der ersten Fläche **412** angeordnet. Als Abdeckungselement **421** kann beliebig eine planparallele Platte, eine Sammellinse oder eine Zerstreuungslinse verwendet werden.

**[0368]** Das zweite bis vierte optische Sichtsystem kann auch in einer am Kopf angebrachten Bildanzeigevorrichtung verwendet werden, die für zwei Augen ausgelegt ist. Die Art und Weise, in der die Bildanzeigevorrichtung für zwei Augen am Kopf des Beobachters befestigt wird, ist dieselbe wie die in [Fig. 20](#) gezeigte. Ein Paar von Bildanzeigevorrichtungen **100**, von denen jede eine Kombination eines optischen Sichtsystems und einer Reflexions-Bildanzeigevorrichtung **200** (**400**) umfasst, wie in [Fig. 43](#)([Fig. 61](#)) gezeigt ist, werden für das linke und das rechte Auge vorbereitet und voneinander um den Interpupillenabstand, d. h. den Abstand zwischen beiden Augen, beabstandet gehalten, wodurch sie eine stationäre oder tragbare Bildanzeigevorrichtung bilden, wie eine am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung, die es dem Beobachter ermöglicht, mit beiden Augen zu sehen. Die Anordnung des Rests der Vorrichtung ist dieselbe wie diejenige der Vorrichtung für ein einzelnes Auge. Daher wird ihre Beschreibung weggelassen.

#### INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

**[0369]** Wie aus der vorangehenden Beschreibung klar ist, ist es möglich, gemäß der vorliegenden Erfindung ein kompaktes, helles und leistungsfähiges optisches Sichtsystem bereitzustellen, das ein optisches Okularsystem verwendet, welches aus einem dezentrierten Prisma gebildet ist, sowie eine Reflexions-Bildanzeigevorrichtung, und auch eine Bildanzeigevorrichtung bereitzustellen, die das optische Sichtsystem verwendet.

**[0370]** Weiterhin wird ein optisches Durchsichtsystem aus einem optischen Durchsichtelement und einem optischen Okularsystem gebildet, die das optische Sichtsystem bilden, so dass die optische Brechkraft  $P$  des optischen Durchsichtsystems ungefähr null ist und die Winkelvergrößerung  $\beta$  ungefähr 1 ist. Demzufolge erscheint das durch das optische Durchsichtsystem betrachtete Bild als dasselbe wie das mit dem nackten Auge gesehene Bild. Demzufolge werden das mit dem nackten Auge gesehene Bild und das durch das optische Durchsichtsystem gesehene Bild ohne weiteres zu einem Einzelbild verschmolzen. Wenn z. B. eine am Kopf angebrachte Bildanzeigevorrichtung, die für ein einzelnes Auge entworfen ist, verwendet wird, ist es einfach, das Außenweltbild mit beiden Augen zu sehen.

**[0371]** Wenn die optische Brechkraft des optischen Durchsichtsystems, das aus dem optischen Durchsichtselement und dem optischen Okularsystem gebildet ist, ungefähr null ist, wie oben genannt, werden das durch das optische Durchsichtsystem gesehene Außenweltbild und das mit dem nackten Auge gesehene Außenweltbild an derselben Position gesehen. Daher wird es einfach, das Durchsichtbild zu sehen. Demzufolge ist es z. B. dann, wenn eine am Kopf angebrachte Anzeigevorrichtung, die für ein einzelnes Auge entworfen ist, verwendet wird, einfach, das Außenweltbild mit beiden Augen zu sehen, insbesondere den Axialabschnitt des Außenweltbilds. Wenn die Winkelvergrößerung  $\beta$  des optischen Durchsichtsystems, das aus dem optischen Durchsichtselement und dem optischen Okularsystem gebildet ist, ungefähr 1 ist, besitzen das durch das optische Durchsichtsystem gesehene Außenweltbild und das mit dem nackten Auge gesehene Außenweltbild dieselbe Vergrößerung. Daher ist es beispielsweise dann, wenn eine am Kopf angebrachte Anzeigevorrichtung, die für ein einzelnes Auge entworfen ist, verwendet wird, einfach, beide Bilder zu verschmelzen, die mit dem rechten und linken Auge gesehen werden.

### Patentansprüche

#### 1. Optisches Sichtsystem, umfassend:

ein Bildanzeigemittel zum Anzeigen eines Bildes zur Beobachtung und  
 ein optisches Okularsystem zum Leiten des Bilds zur Position einer Pupille (2), an der das Auge eines Beobachters angeordnet werden soll,  
 wobei das optische Okularsystem ein Prismenelement (10) umfasst, wobei das Prismenelement (10) aufweist:  
 eine Eintrittsfläche (13), durch die ein Anzeigelichtstrahl von dem Bildanzeigemittel in das Prismenelement (10) eintritt,  
 wenigstens eine Reflexionsfläche (12), die den Lichtstrahl in dem Prismenelement (10) reflektiert, und  
 eine Austrittsfläche (11), durch die der Lichtstrahl aus dem Prismenelement (10) austritt,  
 wobei die wenigstens eine Reflexionsfläche (12) des Prismenelements (10) bezüglich einer optischen Achse dezentriert ist und eine nicht rotationssymmetrisch gekrümmte Flächenkonfiguration aufweist, die Dezentrierungsaberrationen aufgrund der Dezentrierung der wenigstens einen Reflexionsfläche (12) korrigiert und auf den Lichtstrahl brechend wirkt,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass  
 das Bildanzeigemittel ein Reflexions-Bildanzeigemittel ist zum Anzeigen eines Bildes durch Reflektieren eines Beleuchtungslichtstrahls, der zur Bildung eines Bildes zur Beobachtung von einer Vorderseite einer Anzeigefläche (3) her auftrifft, wobei das Bildanzeigemittel aufweist:  
 ein Beleuchtungsmittel (4) und  
 ein optisches Beleuchtungslichtleitermittel (6) zum Leiten eines von dem Beleuchtungsmittel (4) ausgestrahlten Lichtstrahls derart, dass der Lichtstrahl auf die Anzeigefläche (3) von deren Vorderseite her gerichtet werden kann,  
 wobei der von dem Reflexions-Bildanzeigemittel reflektierte Lichtstrahl in das Prismenelement (10) eintritt, nachdem er durch das optische Beleuchtungslichtleitermittel (6) hindurchgetreten ist, und  
 wobei ein Abstand zwischen der Eintrittsfläche (13) des Prismenelements (10) und der Anzeigefläche (3) des Reflexions-Bildanzeigemittels die folgende Bedingung erfüllt, um das Bild zu der Pupillenposition (2) zu leiten:

$$0.6 < L/H < 3.1,$$

wobei L ein Abstand zwischen einer Bildmitteposition, bei der die Anzeigefläche (3) des Reflexions-Bildanzeigemittels die optische Achse schneidet, und einer Position ist, bei der die Eintrittsfläche (13) des Prismenelements (10) die optische Achse schneidet, und wobei H eine Bildhöhe des Reflexions-Bildanzeigemittels ist (eine Diagonallänge in einem Fall, in dem die Anzeigefläche (3) viereckig ist).

2. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 1, wobei das Reflexions-Bildanzeigemittel ein eine Reflexions-Flüssigkristallanzeigevorrichtung ist.

3. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein optisches Beugungselement (8) an der Seite einer Eintrittsfläche (13) des Prismenelements (10) vorgesehen ist.

4. Optisches Sichtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Prismenelement (10) wenigstens eine Fläche (11) aufweist, die sowohl als Brechfläche als auch als Reflexionsfläche dient.

5. Optisches Sichtsystem nach Anspruch nach Anspruch 4, wobei das Prismenelement (10) aufweist:  
 eine Eintrittsfläche (13), durch die der von dem Reflexions-Bildanzeigemittel reflektierte Anzeigelichtstrahl in das Prismenelement (10) eintritt, nachdem er durch das optische Beleuchtungslichtleitermittel (6) hindurchge-

treten ist,

eine erste Reflexionsfläche (11), die den durch die Eintrittsfläche (13) eintretenden Lichtstrahl reflektiert,  
 eine zweite Reflexionsfläche (12), die den von der ersten Reflexionsfläche (11) reflektierten Lichtstrahl reflektiert,  
 eine Austrittsfläche (11), durch die der von der zweiten Reflexionsfläche (12) reflektierte Lichtstrahl aus dem Prismenelement (10) austritt,  
 wobei die erste Reflexionsfläche (11) und die Austrittsfläche (11) aus einer einzigen Fläche gebildet sind, die sowohl als Brechfläche als auch als Reflexionsfläche dient.

6. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 4, wobei das Prismenelement (P, [Fig. 12](#)) aufweist:  
 eine Eintrittsfläche (35), durch die der von dem Reflexions-Bildanzeigemittel reflektierte Anzeigelichtstrahl in das Prismenelement eintritt,  
 nachdem er durch das optische Beleuchtungslichtleiternittel (6) hindurchgetreten ist,  
 eine erste Reflexionsfläche (34), die den durch die Eintrittsfläche (35) eintretenden Lichtstrahl reflektiert,  
 eine zweite Reflexionsfläche (32), die den von der ersten Reflexionsfläche (34) reflektierten Lichtstrahl reflektiert,  
 eine dritte Reflexionsfläche (33), die den von der zweiten Reflexionsfläche (32) reflektierten Lichtstrahl reflektiert, und  
 eine Austrittsfläche (32), durch die der von der dritten Reflexionsfläche (33) reflektierte Lichtstrahl aus dem Prismenelement (P) austritt,  
 wobei die zweite Reflexionsfläche (32) und die Austrittsfläche (32) von einer einzigen Fläche gebildet sind, die sowohl als Brechfläche als auch als Reflexionsfläche dient.

7. Optisches Sichtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das optische Beleuchtungslichtleiternittel ein transparentes Element (6) ist, wobei das transparente Element (6) aufweist:  
 eine erste Fläche (16), durch die der von dem Beleuchtungsmittel (4) abgestrahlte Lichtstrahl in das transparente Element (6) eintritt,  
 eine zweite Fläche (18), die den durch die erste Fläche (16) eintretenden Lichtstrahl totalreflektiert, und  
 eine dritte Fläche (17), die den durch die zweite Fläche (18) totalreflektierten Lichtstrahl reflektiert,  
 wobei die zweite Fläche (18) den von der dritten Fläche (17) reflektierten Lichtstrahl transmittiert, um die Anzeigefläche (3) des Reflexions-Bildanzeigemittels von dessen Vorderseite her zu beleuchten, und die auch den von der Anzeigefläche (3) des Reflexions-Bildanzeigemittels reflektierten Anzeigelichtstrahl transmittiert, und  
 wobei die dritte Fläche (17) eine Strahlteilerfläche bildet, die den durch die zweite Fläche (18) hindurchtretenden Anzeigelichtstrahl transmittiert.

8. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 7, wobei ein Abweichungswinkelkompensationselement (8) an einer Seite der dritten Fläche (17) des transparenten Elements (6) angeordnet ist, um einen durch das transparente Element (6) verursachten Abweichungswinkel zu kompensieren.

9. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 7, wobei kein Abweichungswinkelkompensationselement an einer Seite der dritten Fläche (17) des transparenten Elements (6) angeordnet ist, um einen durch das transparente Element (6) verursachten Abweichungswinkel zu kompensieren.

10. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 9, das die folgende Bedingung erfüllt:

$$\Delta\theta < 20^\circ$$

wobei  $\Delta\theta$  definiert ist durch  $\theta - \theta_{\min}$ , wobei  $\theta$  ein Abweichungswinkel eines axialen Hauptstrahls (1) ist, der durch die zweite Fläche (18) des optischen Beleuchtungslichtleiternittels (6) eintritt und aus dessen dritter Fläche (17) austritt, und wobei  $\theta_{\min}$  ein minimaler Abweichungswinkel eines dreieckigen Prismas mit einem Apexwinkel ist, der durch einen Winkel  $\alpha$  definiert ist, der ausgebildet ist zwischen einer Tangentialebene, die durch einen Schnittpunkt zwischen der zweiten Fläche (18) und dem axialen Hauptstrahl (1) tritt, und einer Tangentialebene, die durch einen Schnittpunkt zwischen der dritten Fläche (17) und dem axialen Hauptstrahl (1) tritt.

11. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 7, wobei die dritte Fläche (17) des transparenten Elements (6) eine Polarisations-Strahlteilerfläche ist.

12. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 7, wobei die dritte Fläche (17) des transparenten Elements (6) bezüglich der optischen Achse dezentriert ist und eine nicht rotationssymmetrisch gekrümmte Flächenkonfiguration aufweist, die Dezentrierungsaberrationen aufgrund Dezentrierung der dritten Fläche (17) korrigiert.

13. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 7, wobei das Beleuchtungsmittel (**4**) in einer Richtung verschieden von einer Dezentrierungsrichtung der wenigstens einen Reflexionsfläche (**11**, **12**) des Prismenelements (**10**) dezentriert ist und wobei die dritte Fläche (**17**) des transparenten Elements (**6**) in einer Richtung verschieden von der Dezentrierungsrichtung der wenigstens einen Reflexionsfläche (**11**, **12**) des Prismenelements (**10**) dezentriert ist.

14. Optisches Sichtsystem nach Anspruch 13, wobei die Dezentrierungsrichtung des Beleuchtungsmittels (**4**) und die Dezentrierungsrichtung der dritten Fläche (**17**) des transparenten Elements (**6**) ungefähr senkrecht zur Dezentrierungsrichtung der wenigstens einen Reflexionsfläche (**11**, **12**) des Prismenelements (**10**) sind.

15. Bildanzeigevorrichtung, umfassend das optische Sichtsystem nach Anspruch 1, wobei das optische Sichtsystem für ein rechtes Auge oder ein linkes Auge vorgesehen ist.

16. Bildanzeigevorrichtung, umfassend ein Paar von optischen Sichtsystemen nach Anspruch 1, wobei die optischen Sichtsysteme jeweils für ein rechtes Auge und ein linkes Auge vorgesehen sind.

17. Bildanzeigevorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, ferner umfassend ein Haltemittel (**103**) zum Halten der Bildanzeigevorrichtung an einem Kopf eines Beobachters derart, dass die Bildanzeigevorrichtung vor einem Gesicht des Beobachters angeordnet ist.

Es folgen 43 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

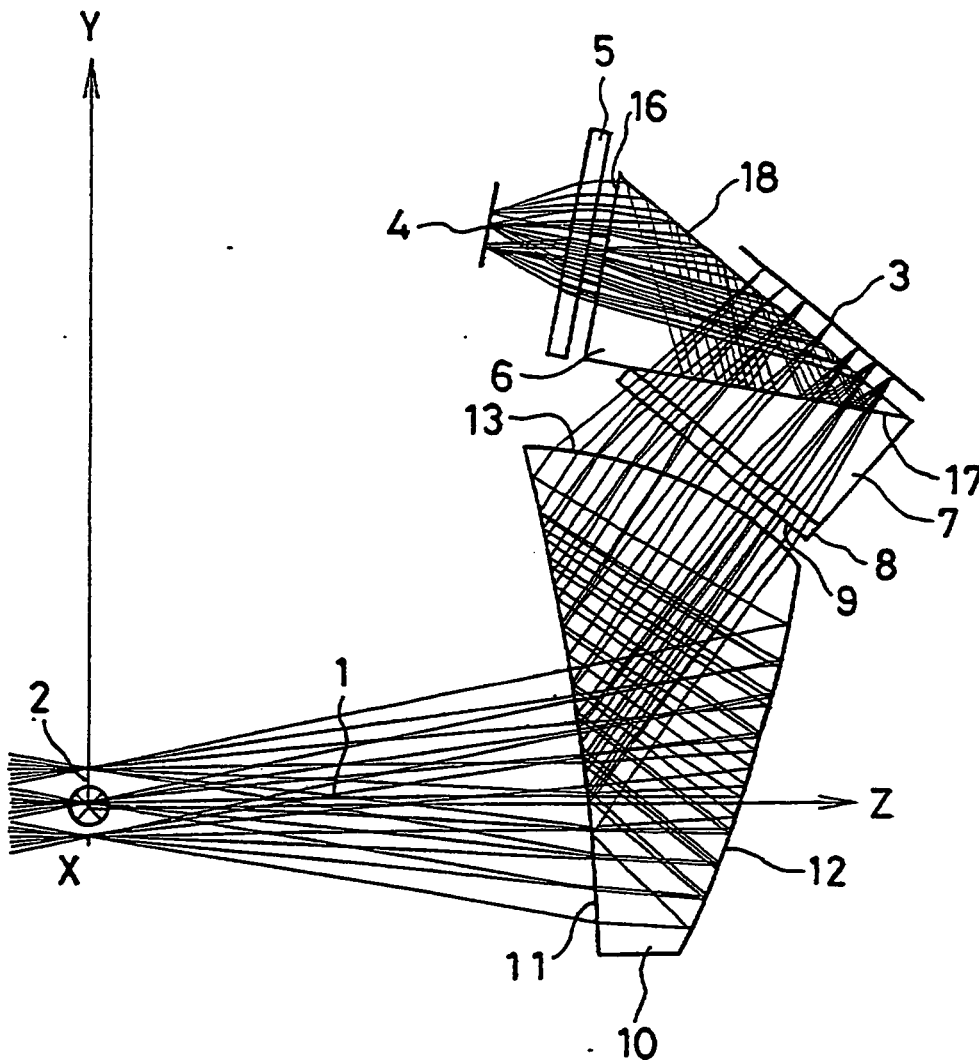


FIG. 2

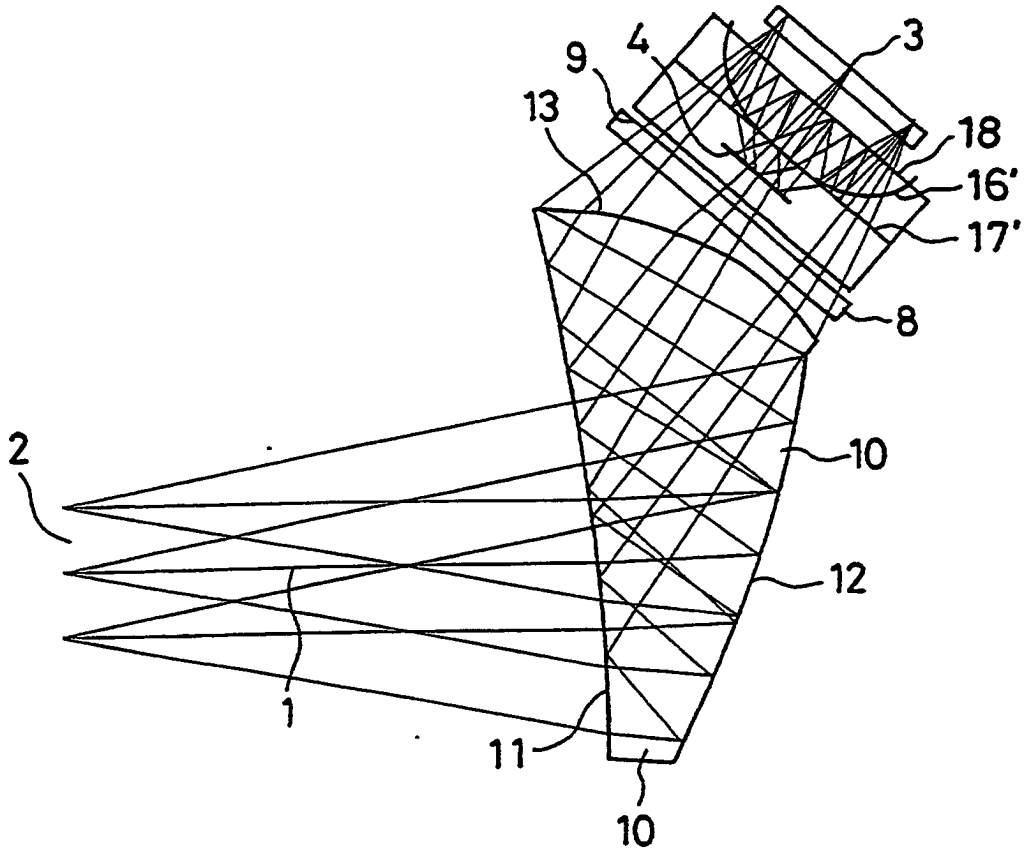


FIG. 3

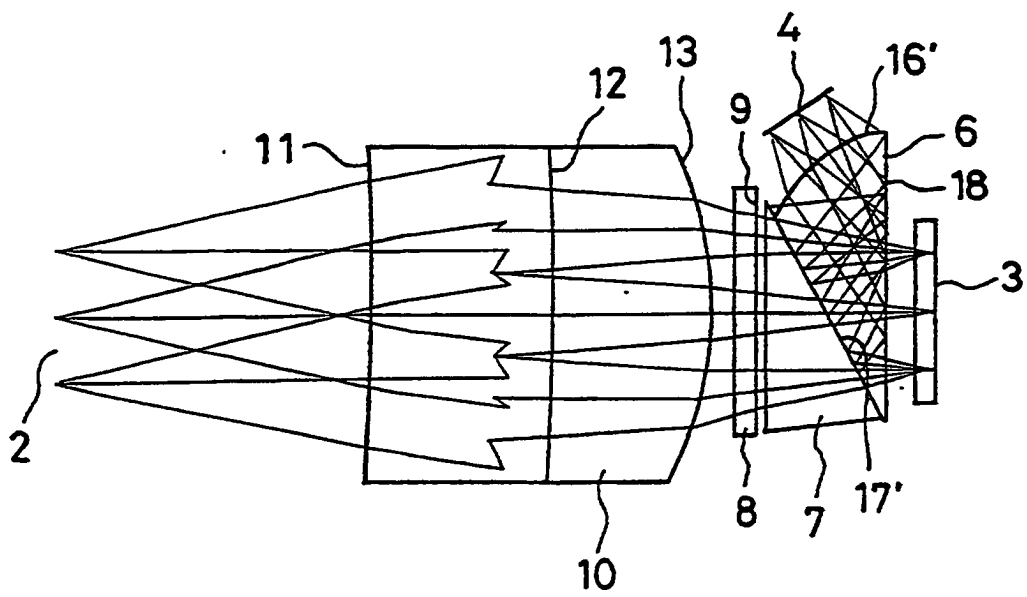




FIG. 4

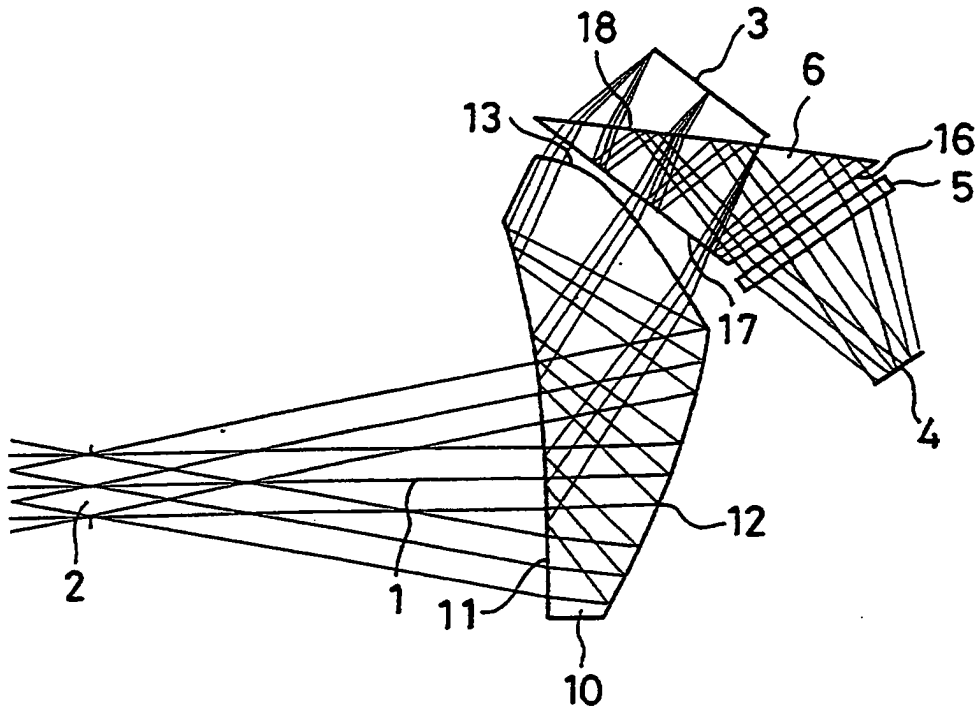


FIG. 5

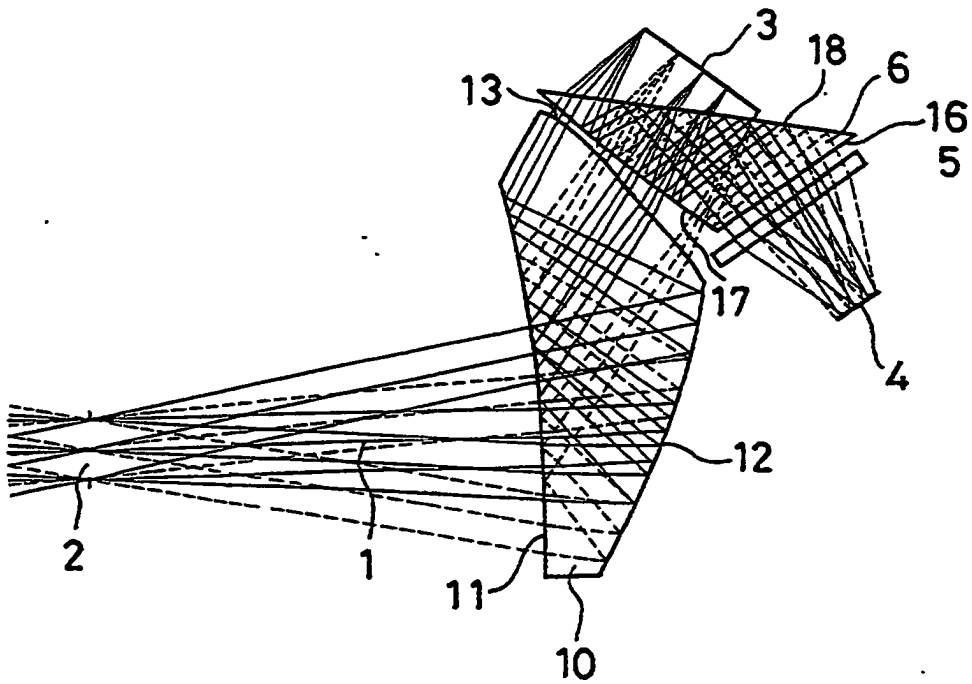


FIG. 6

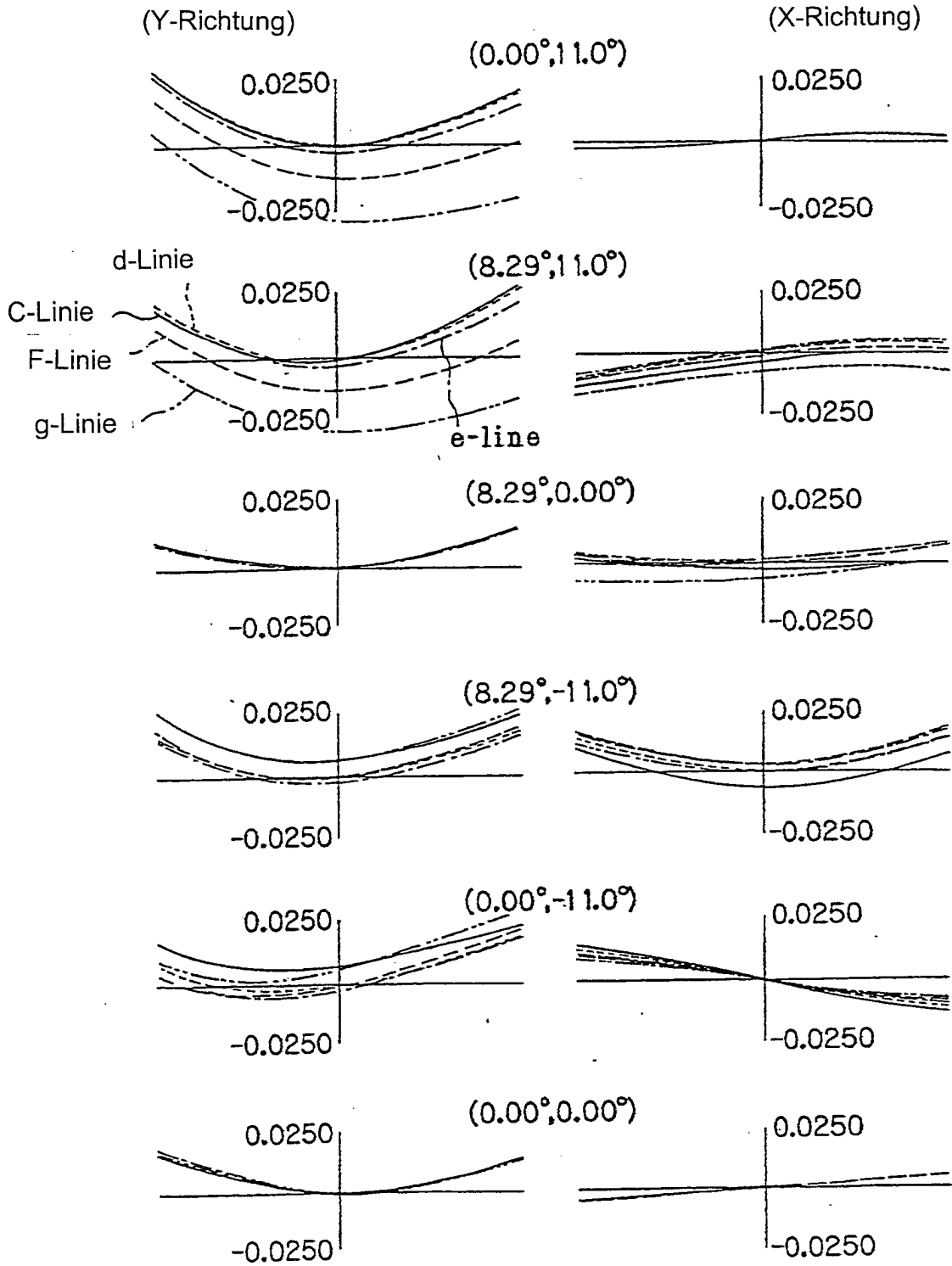


FIG. 7

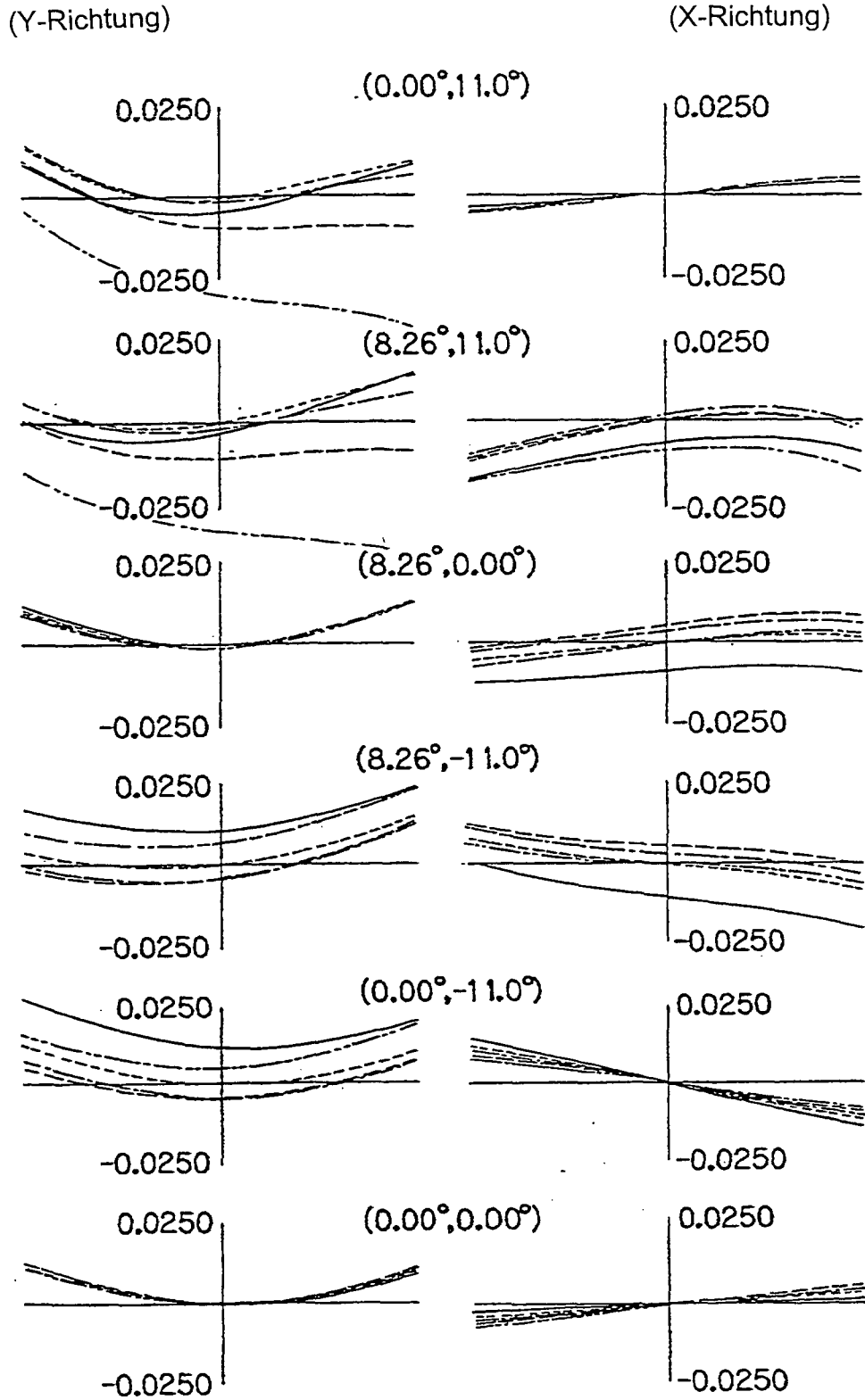


FIG. 8

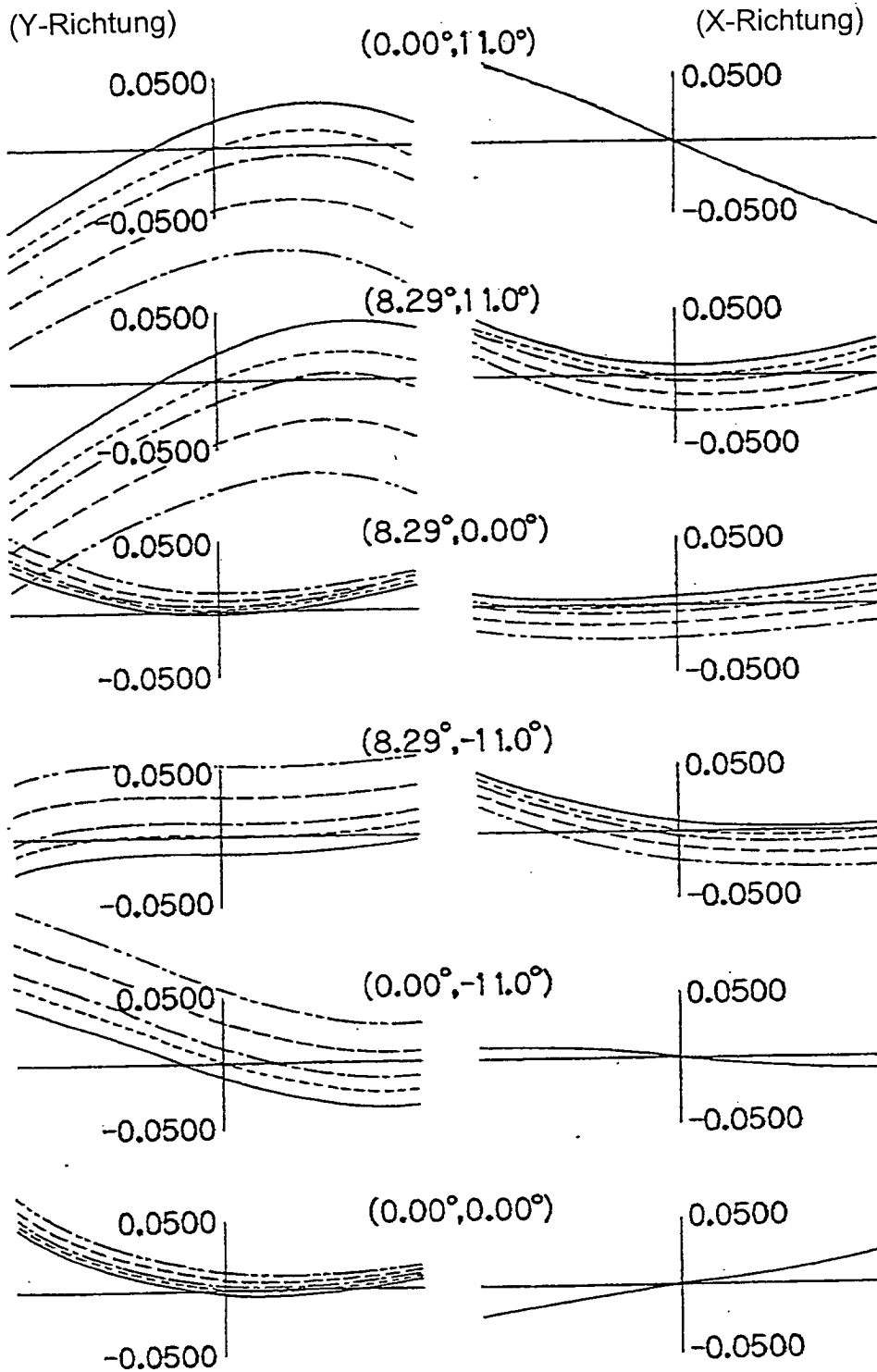
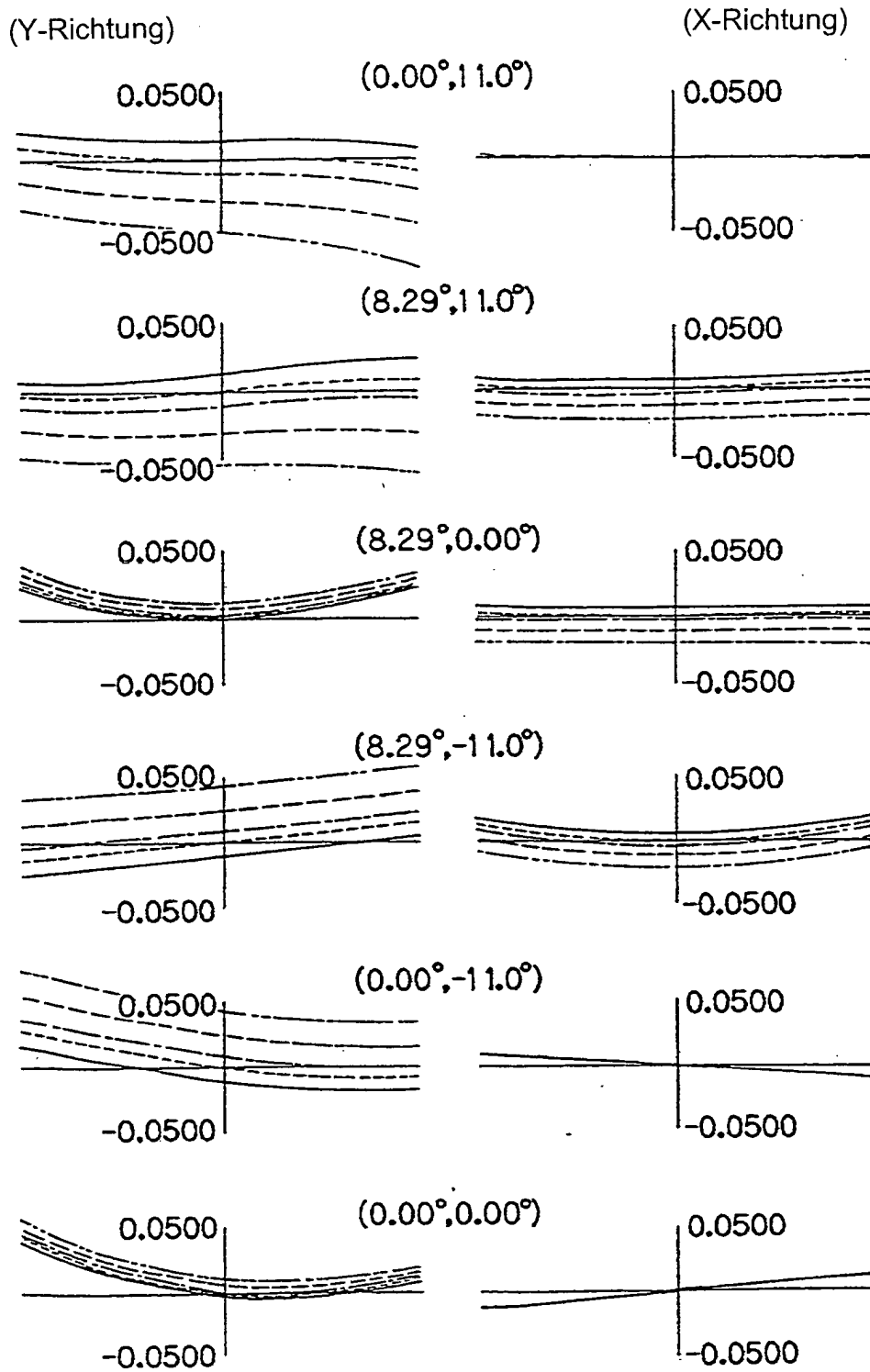


FIG. 9



**FIG. 10**

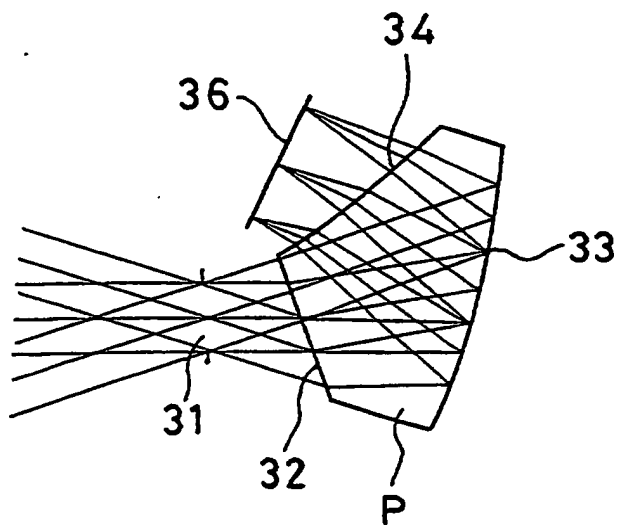


FIG. 11

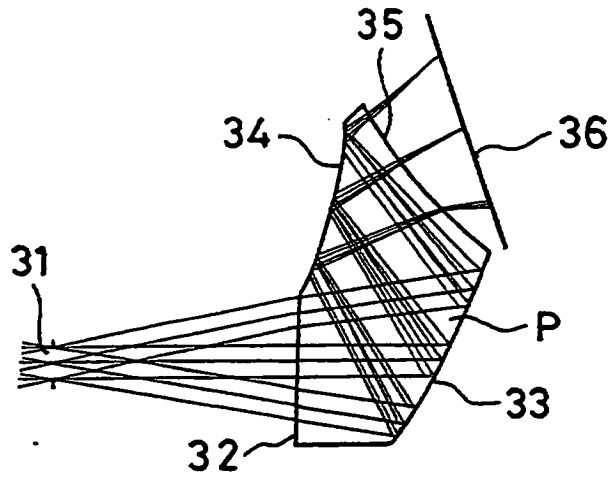


FIG. 12

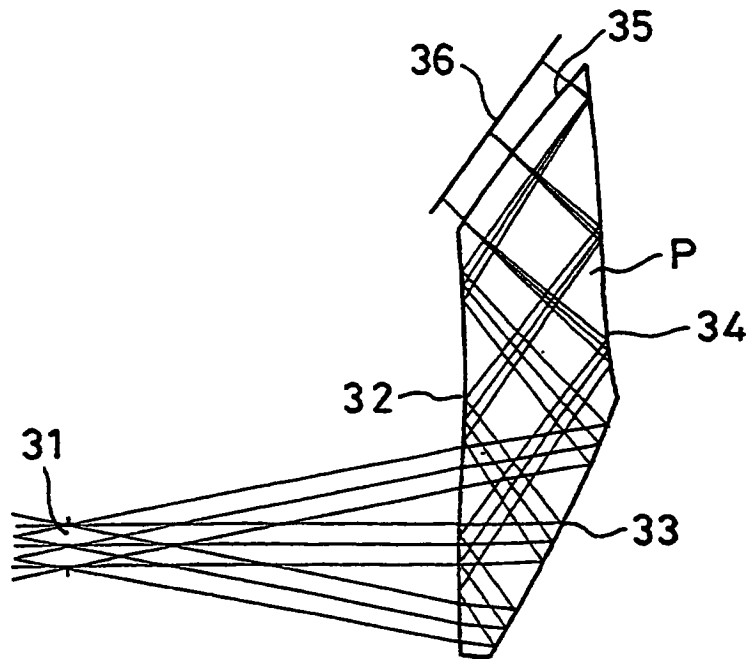


FIG. 13

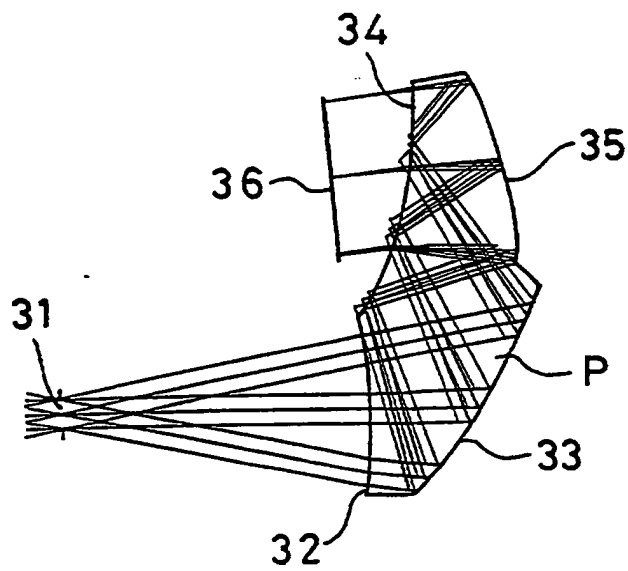
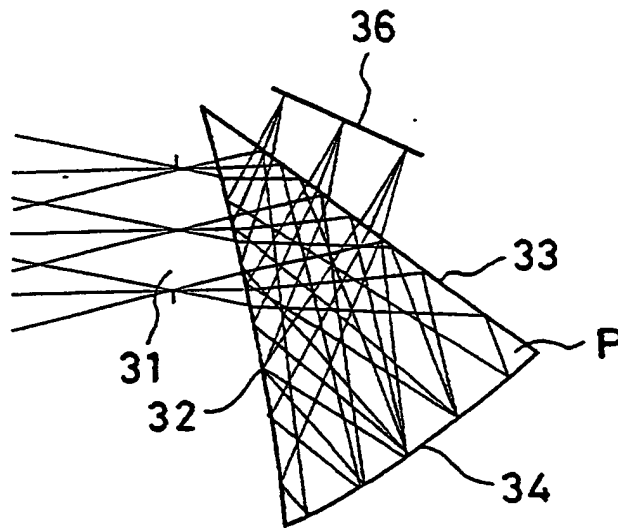
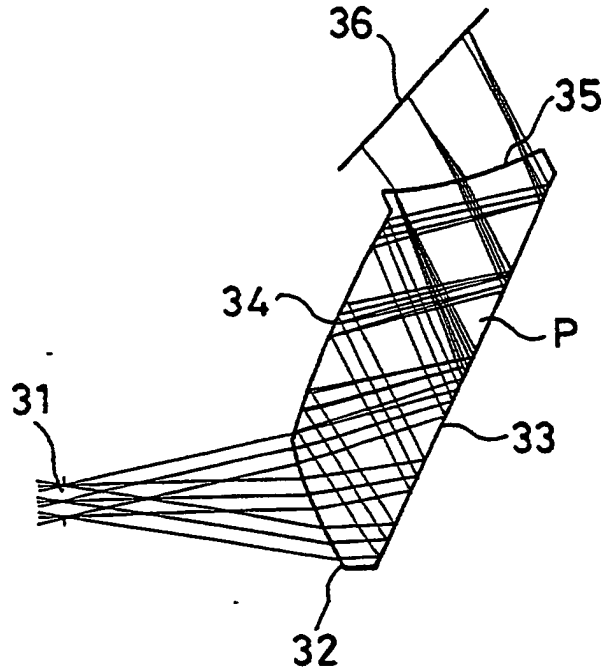




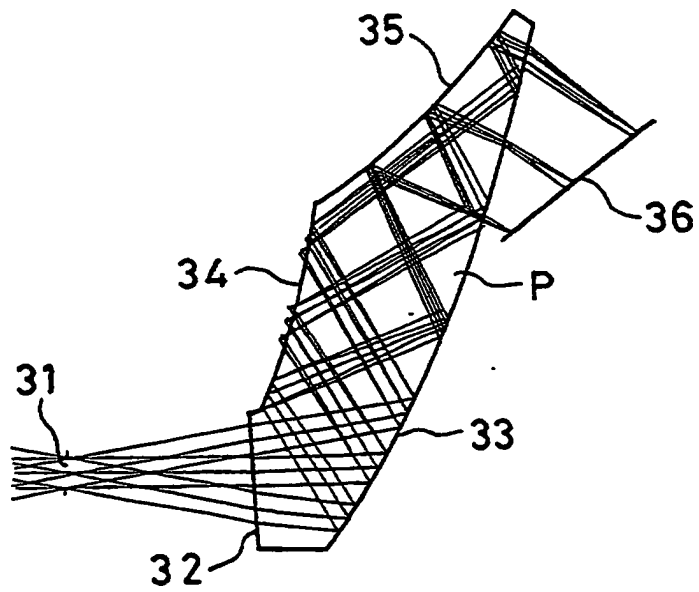
FIG. 14



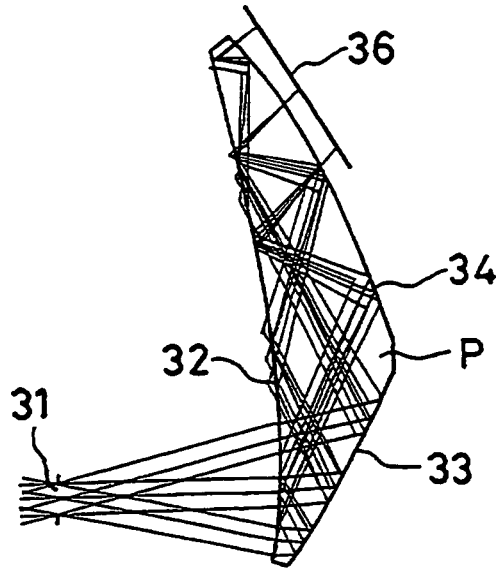
**FIG. 15**



**FIG. 16**



**FIG. 17**



**FIG. 18**

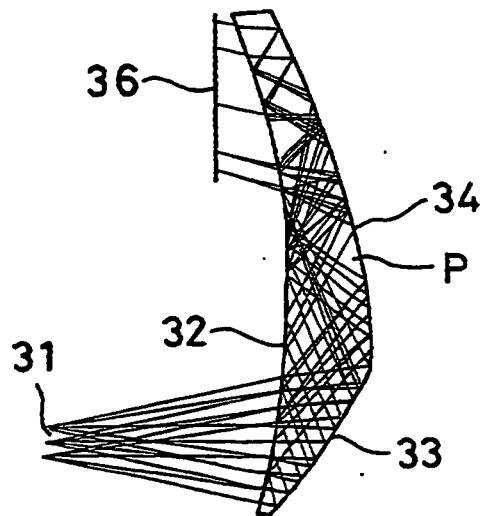


FIG. 19

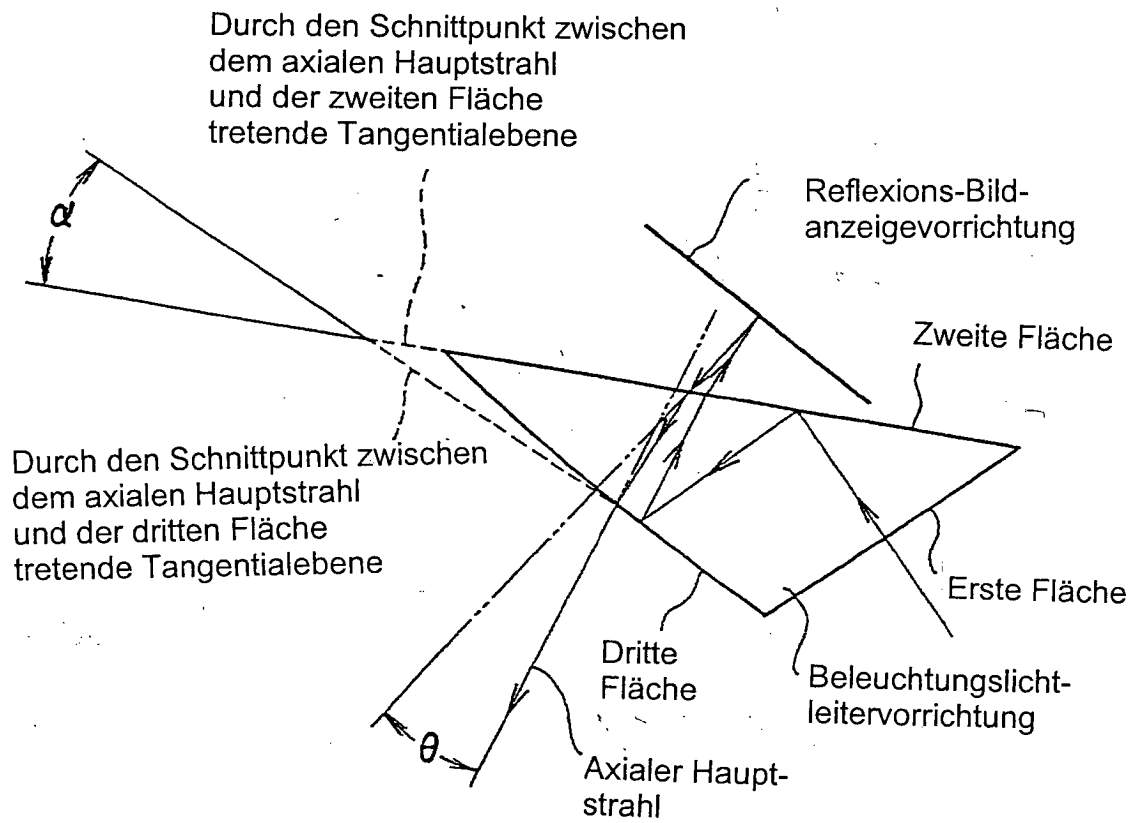


FIG. 20

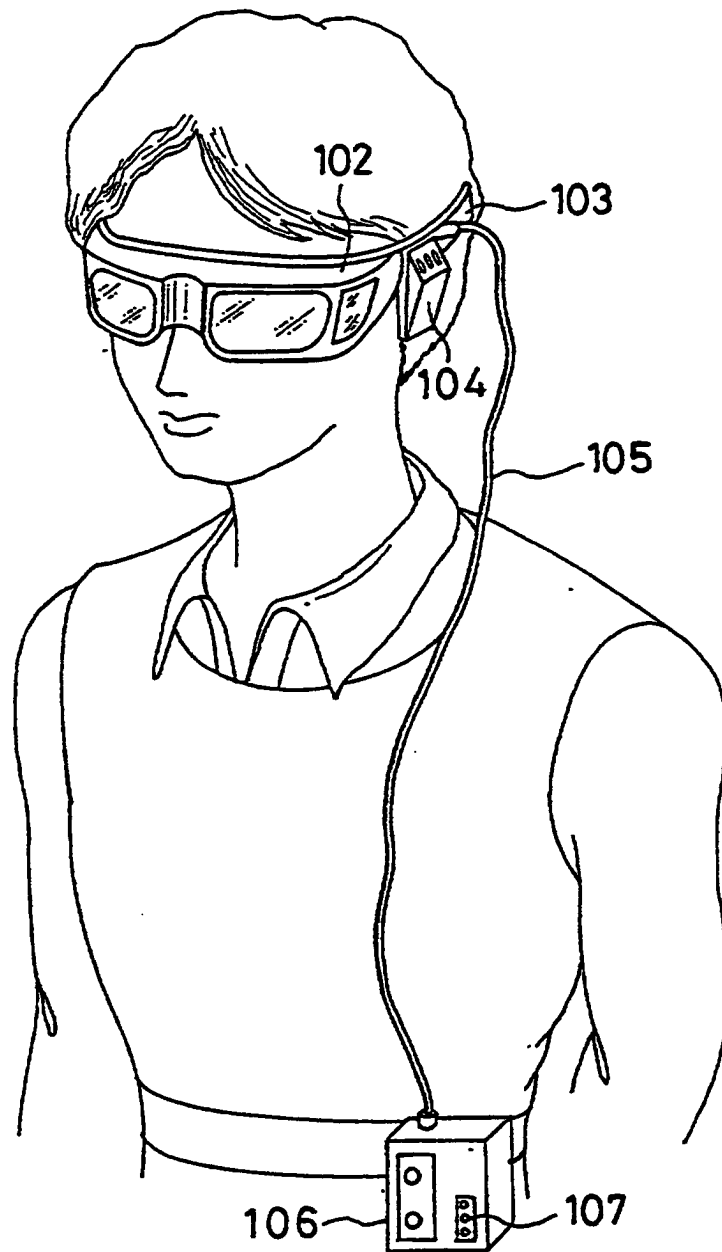


FIG. 21

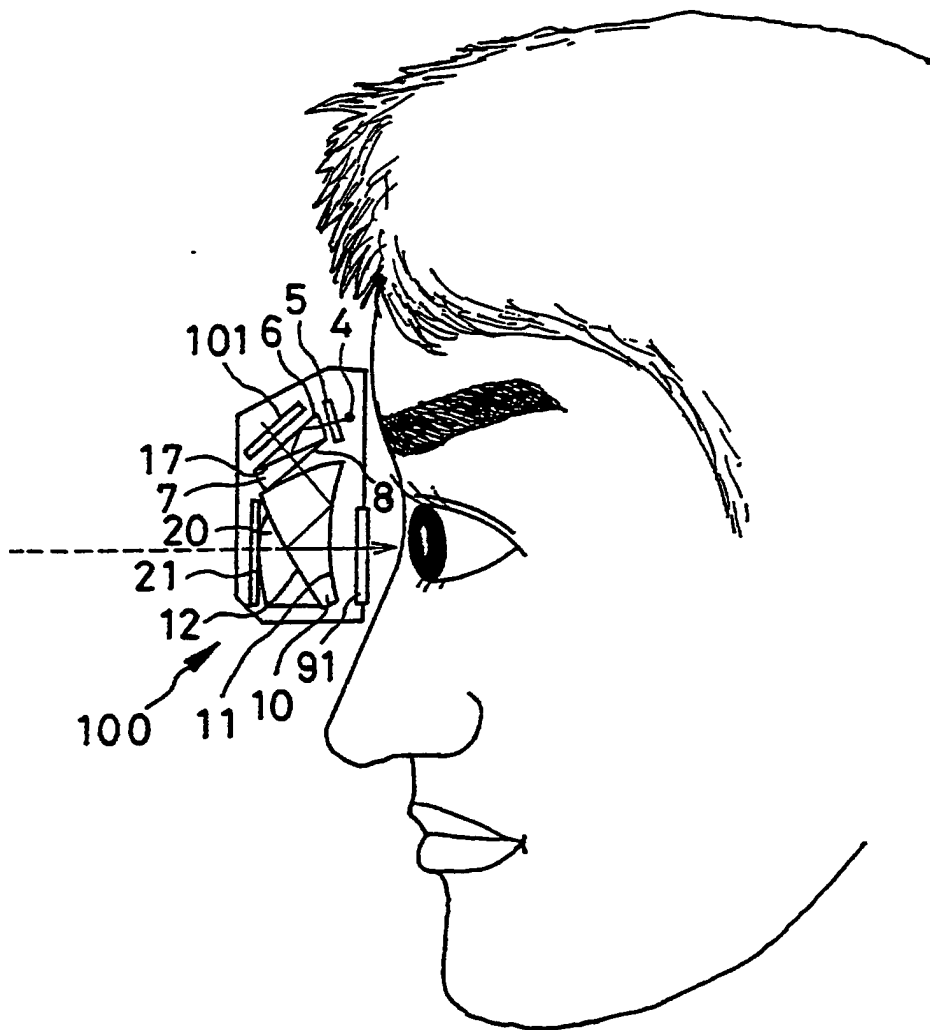
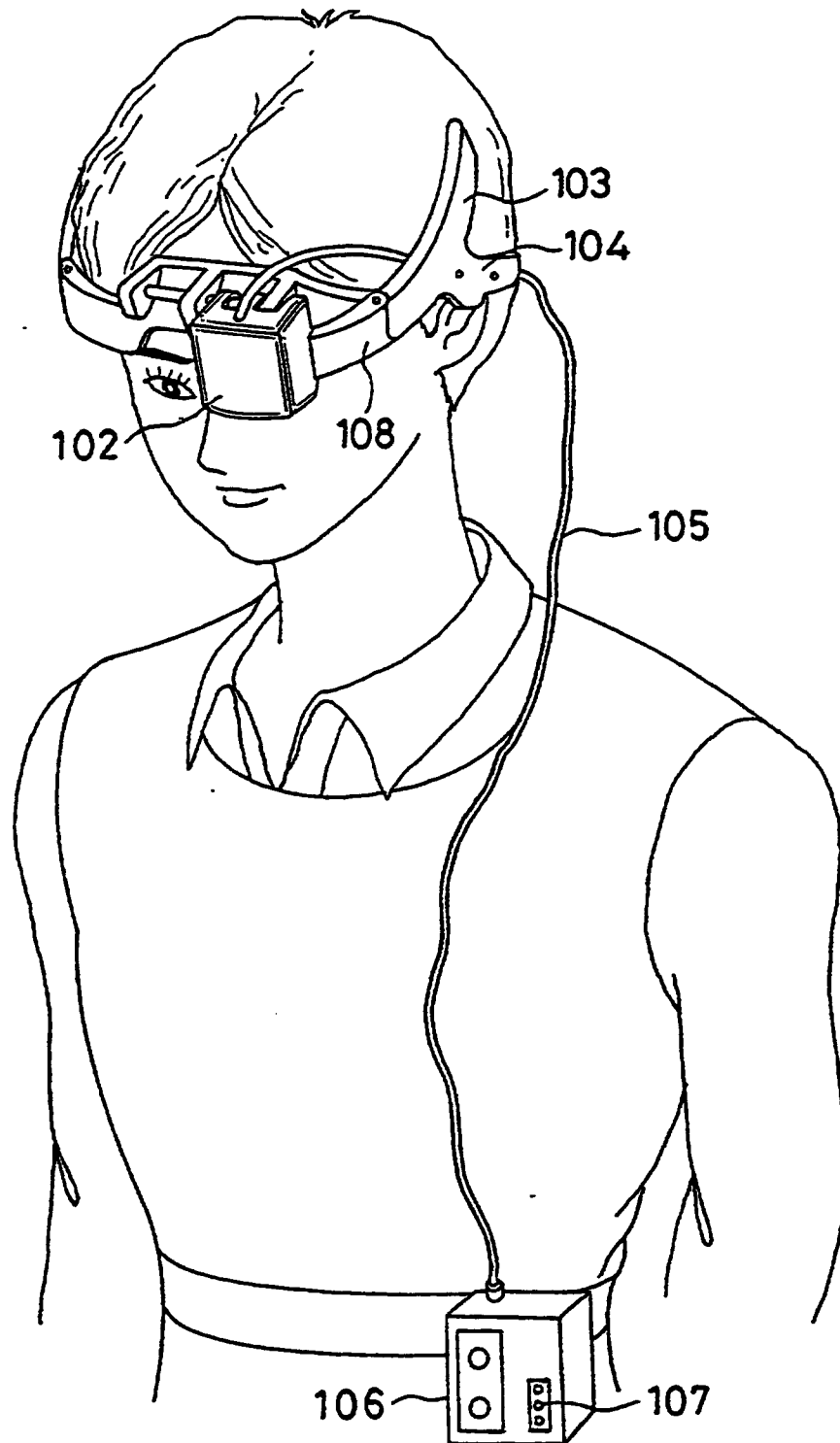
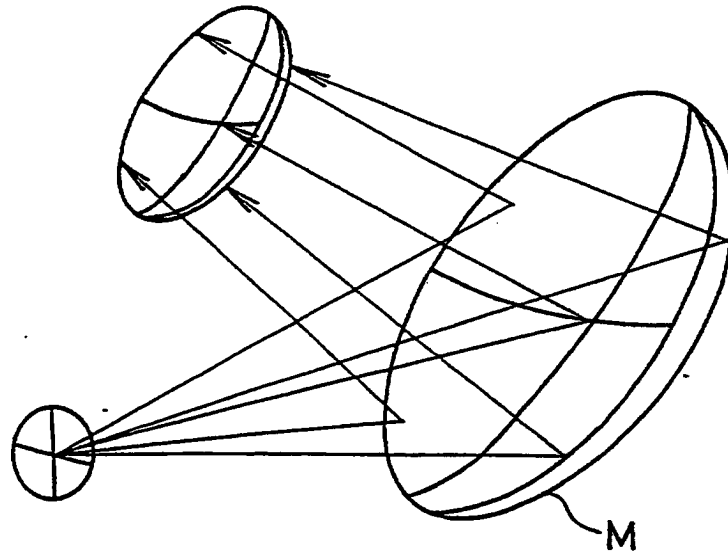


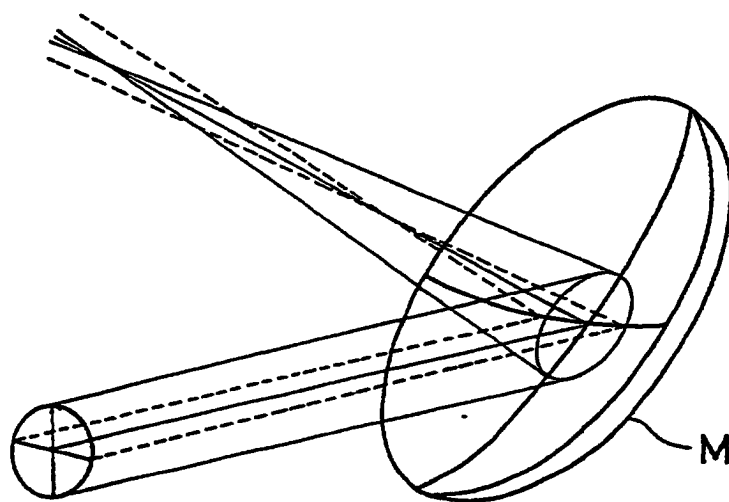
FIG. 22



**FIG. 23**



**FIG. 24**





**FIG. 25**

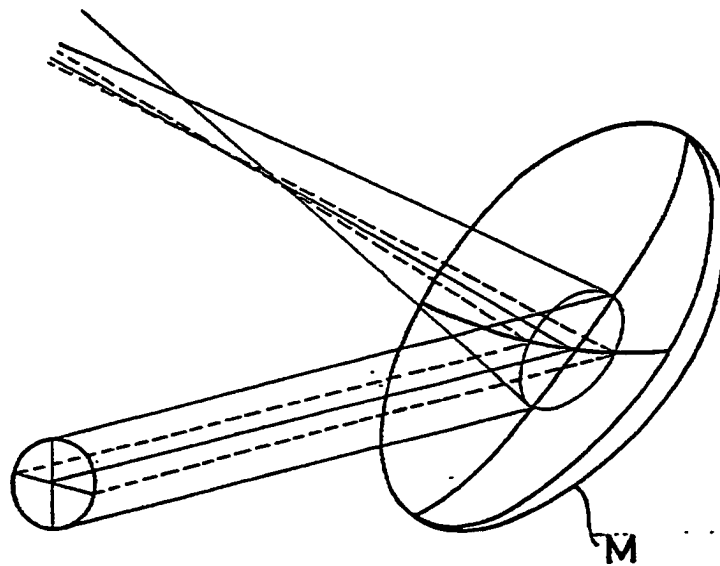


FIG. 26

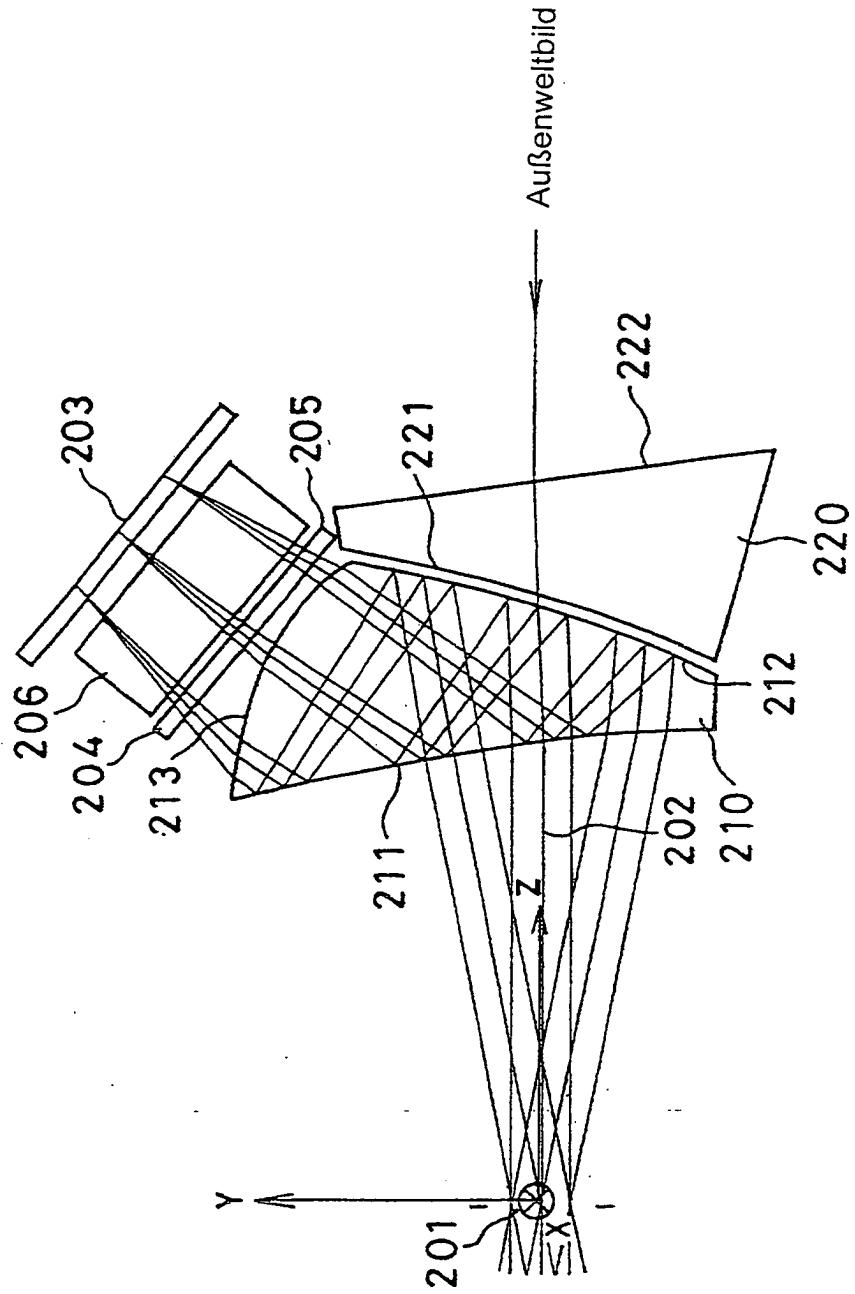


FIG. 27

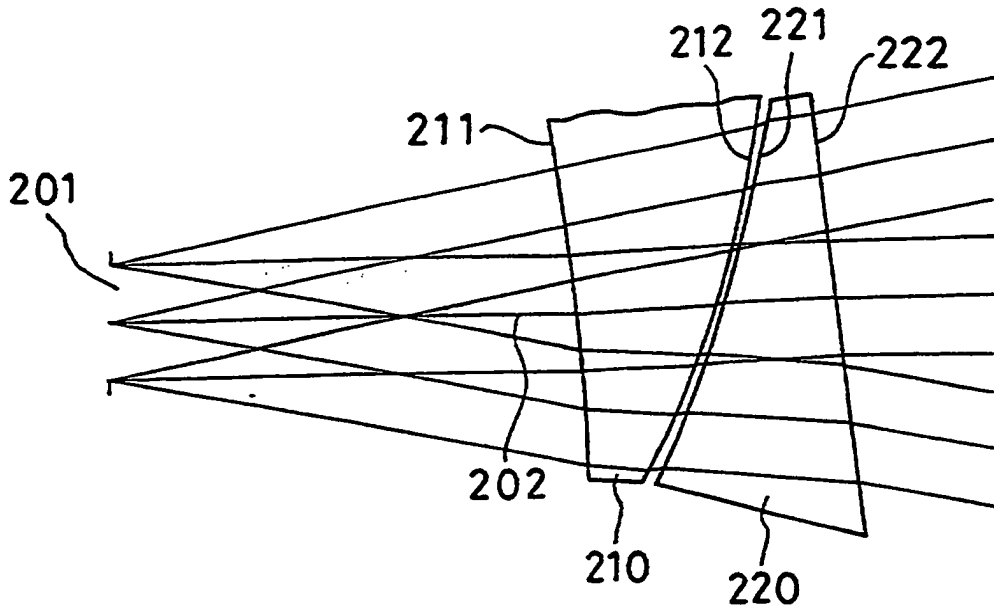


FIG. 28

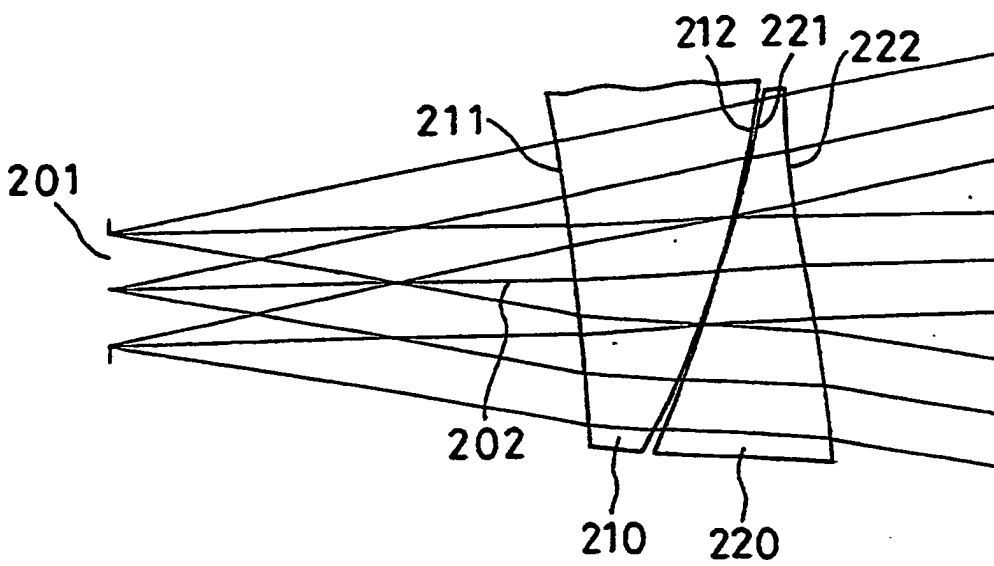


FIG. 29

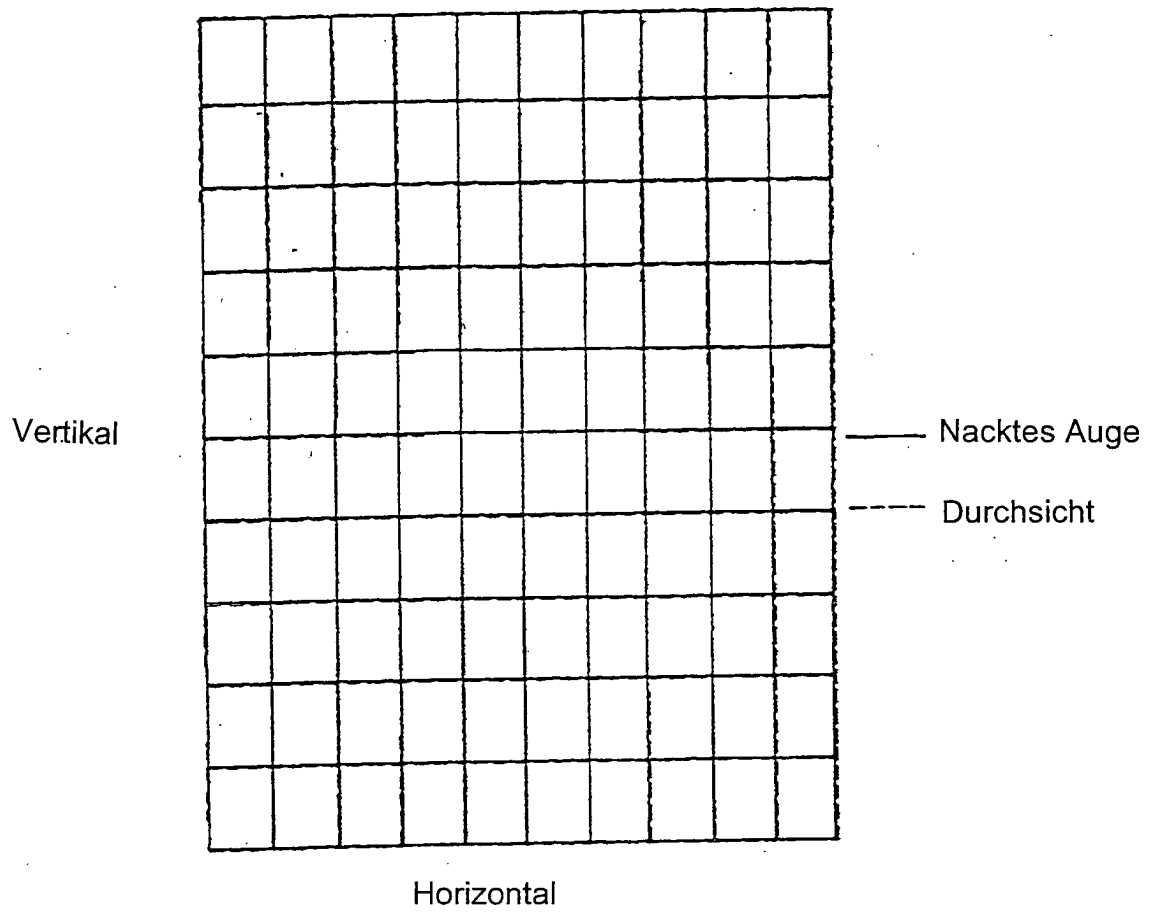


FIG. 30

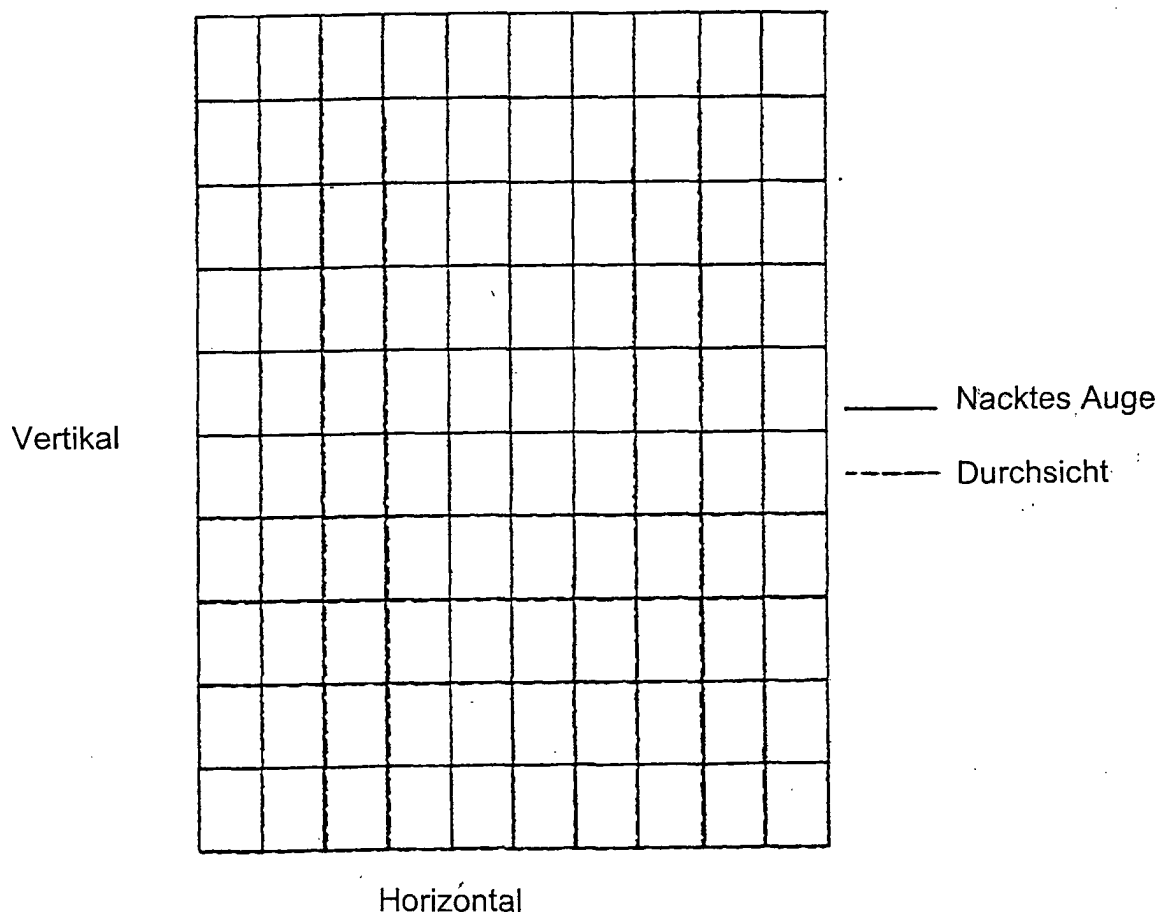


FIG. 31

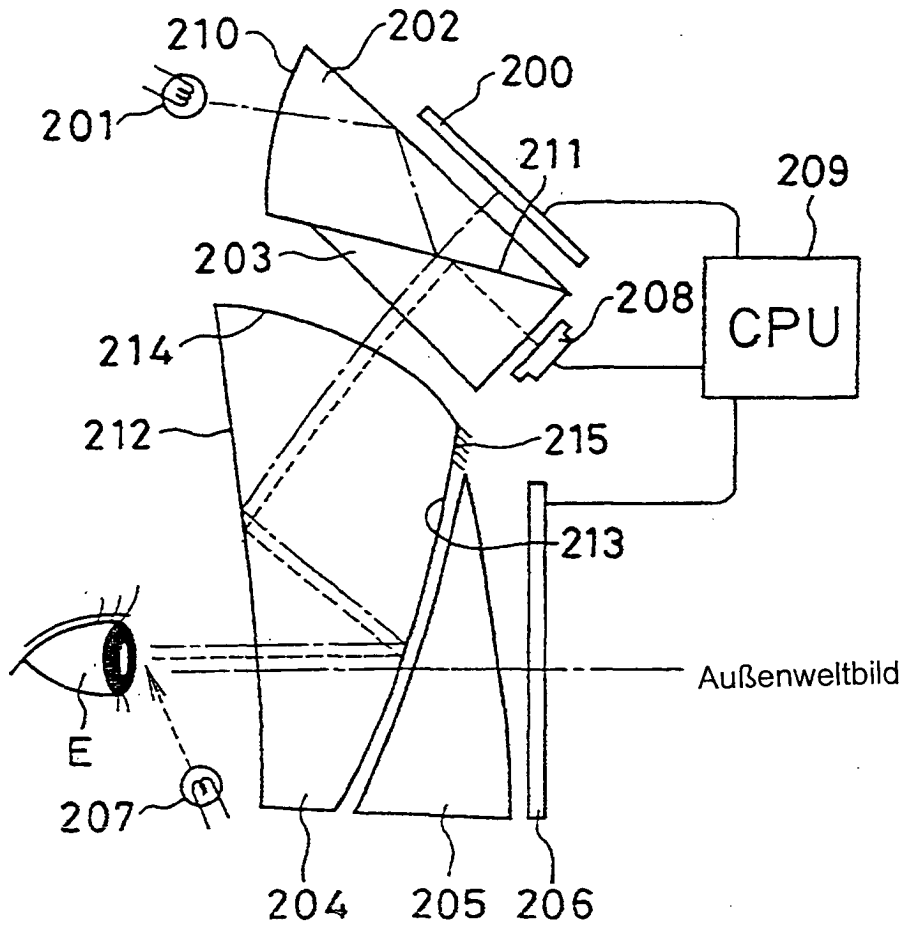


FIG. 32

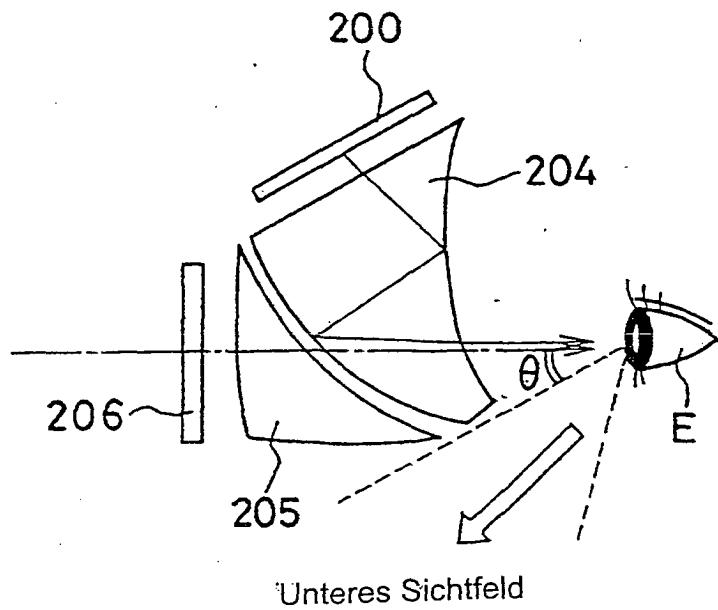


FIG. 33

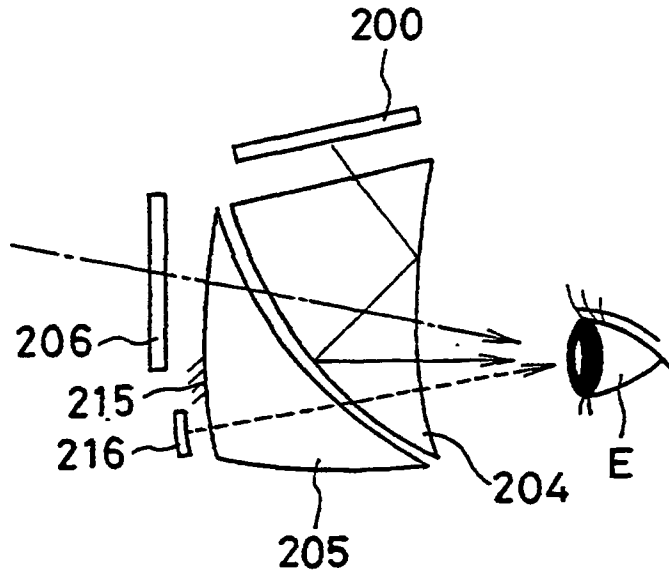


FIG. 34

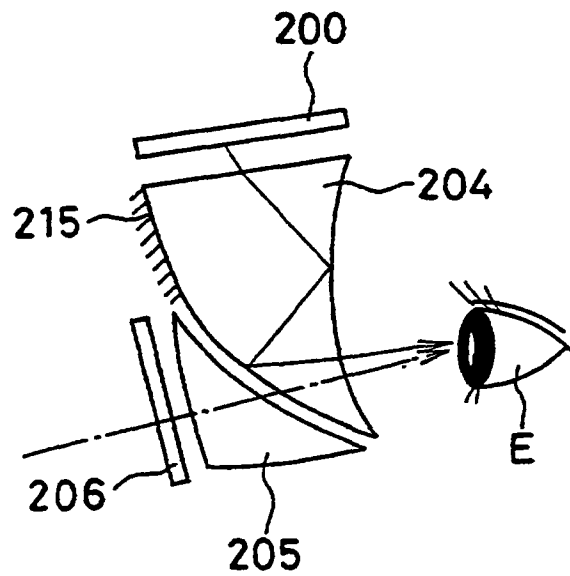


FIG. 35

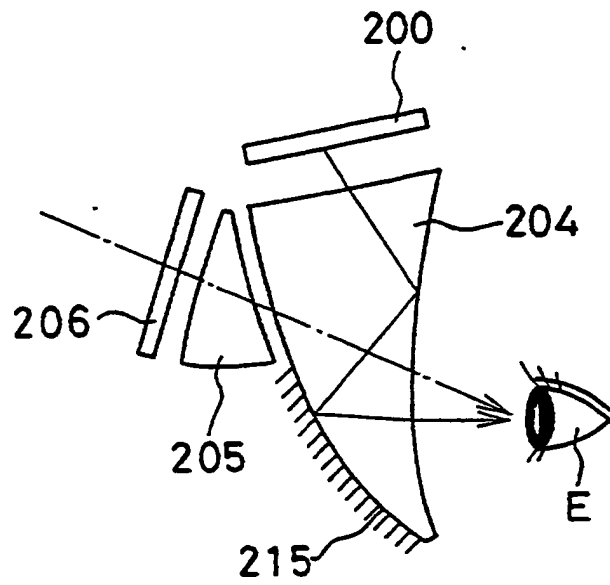




FIG. 36

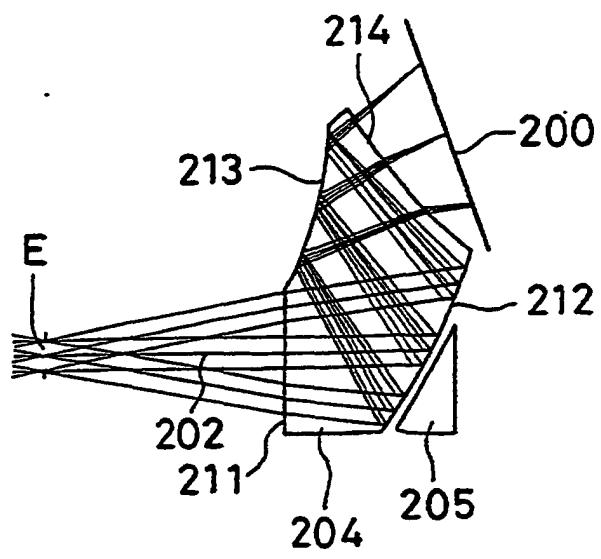


FIG. 37

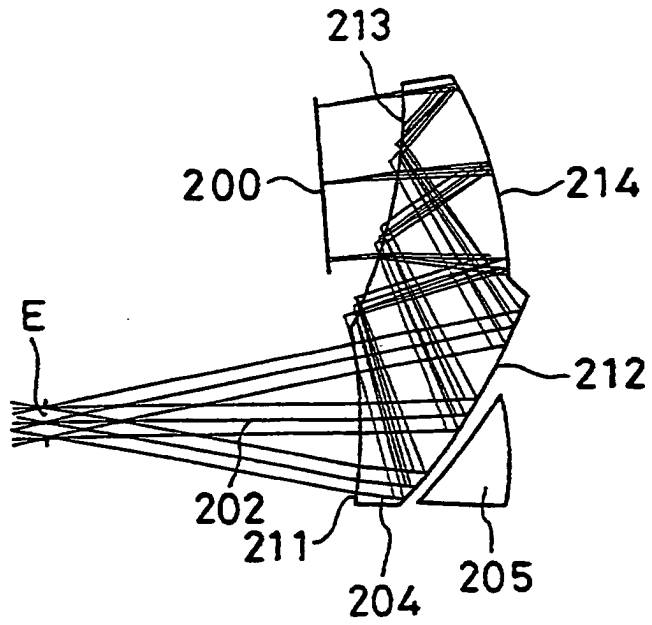


FIG. 38

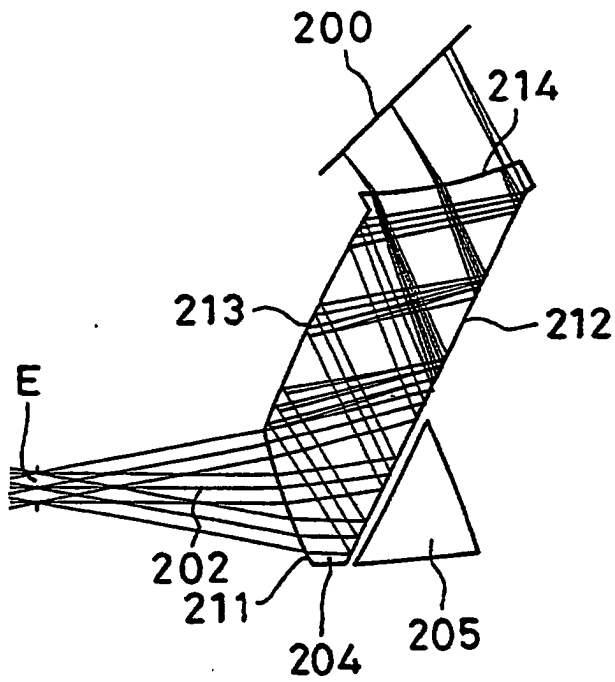


FIG. 39

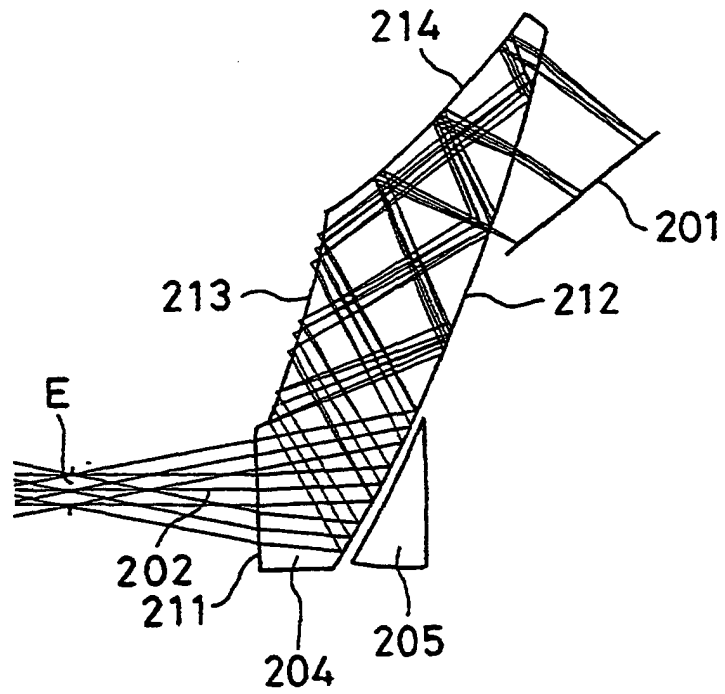


FIG. 40

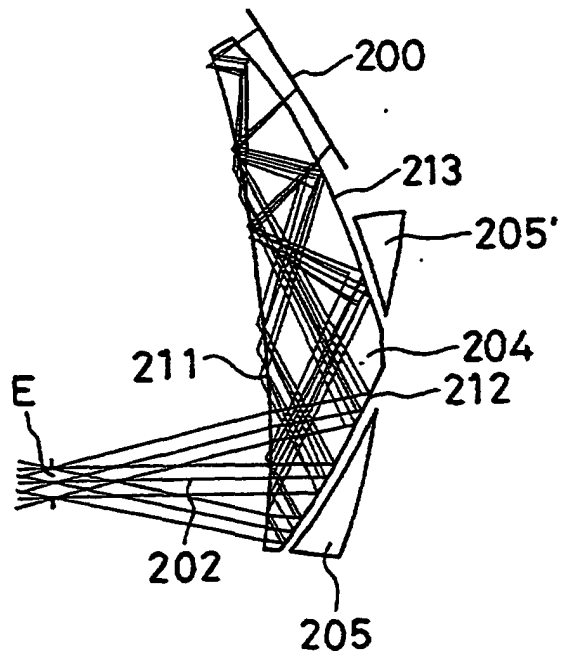


FIG. 41

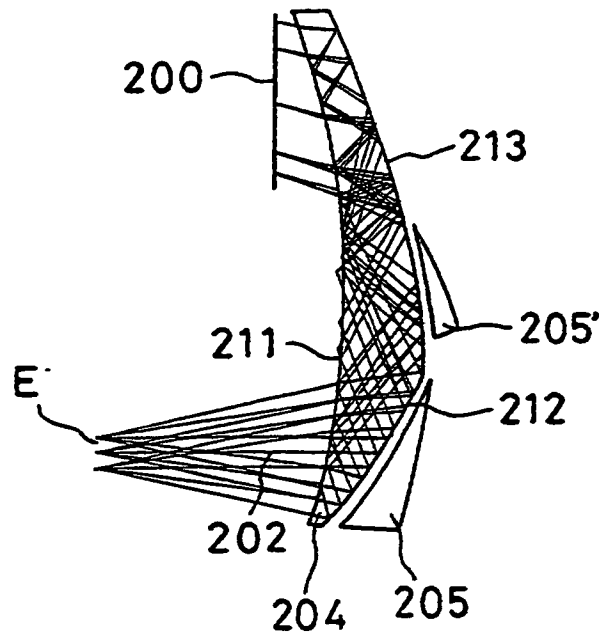


FIG. 42

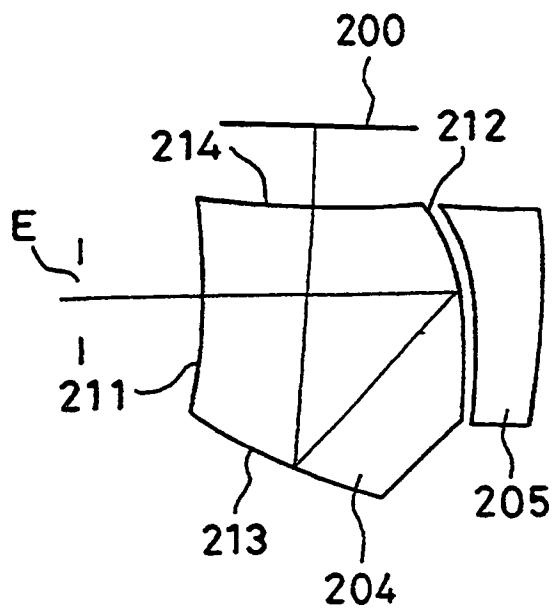


FIG. 43

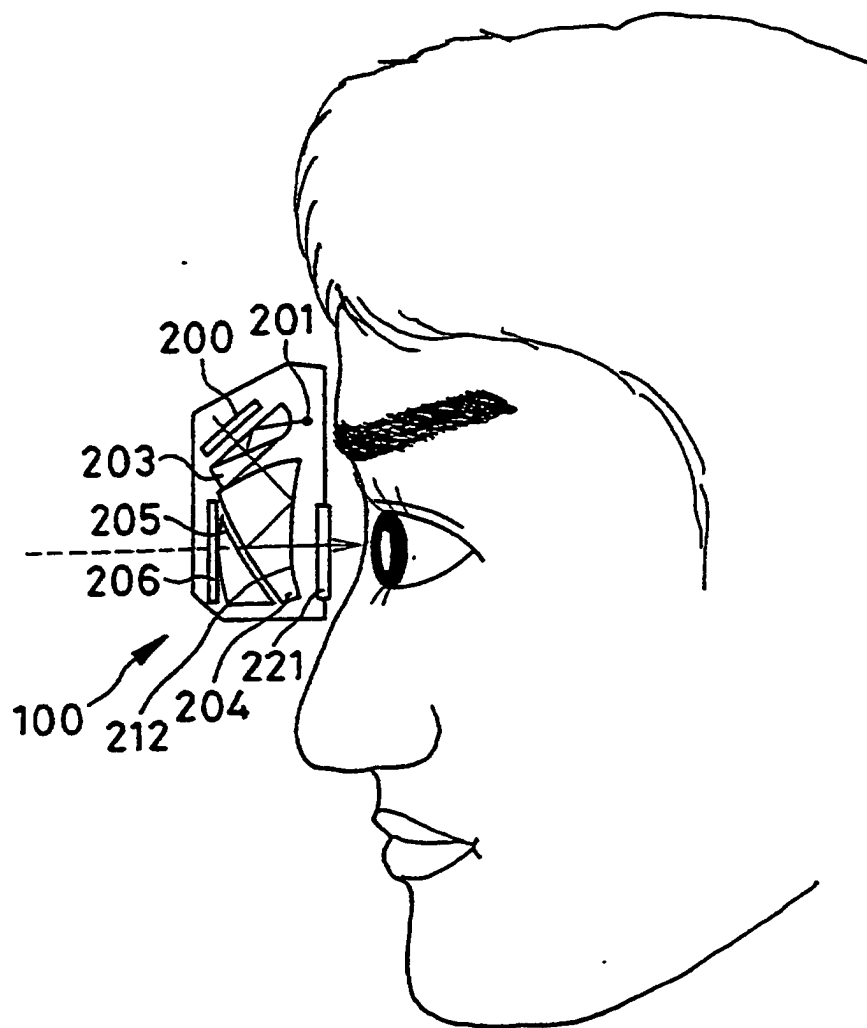


FIG. 44

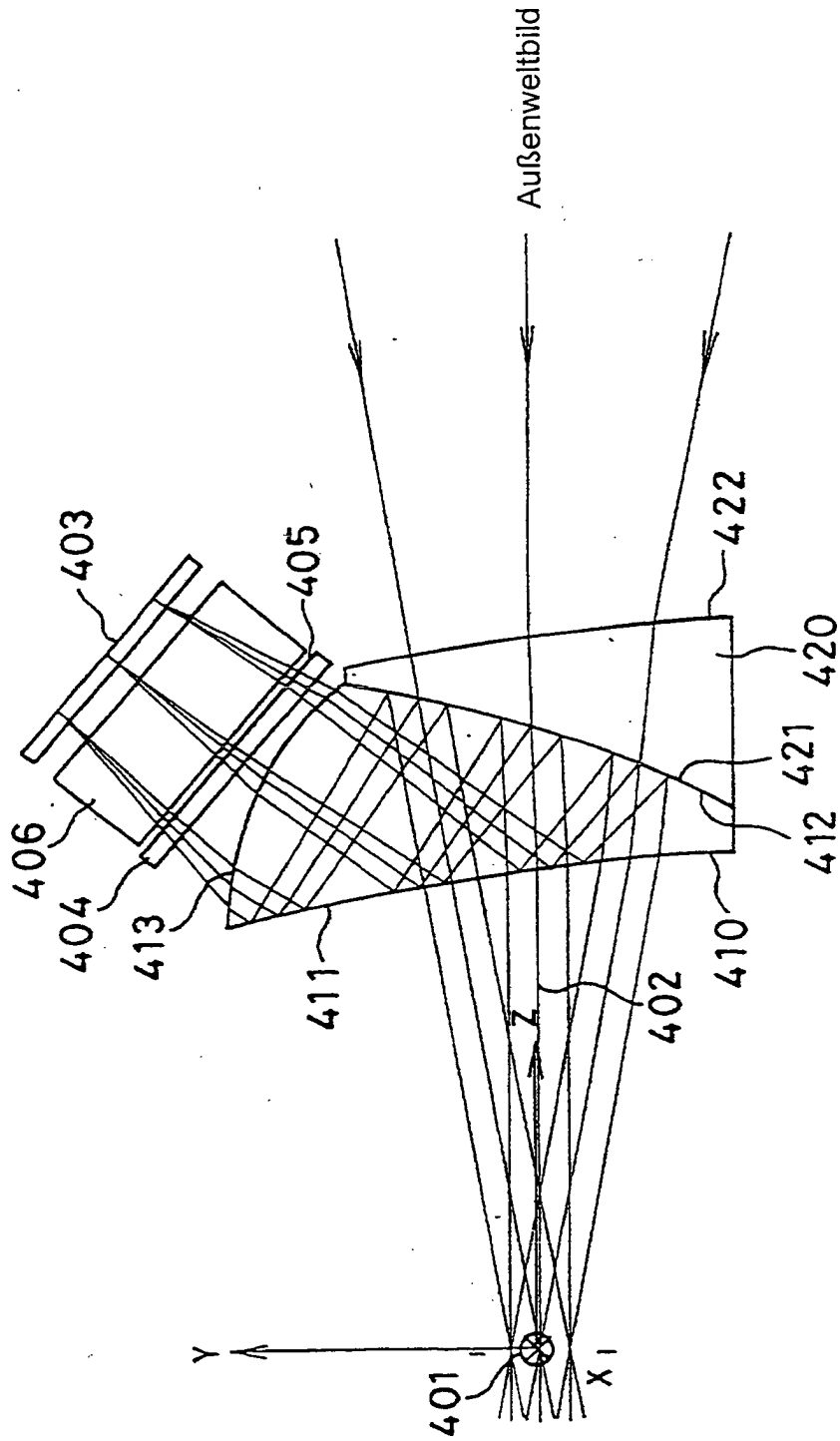


FIG. 45

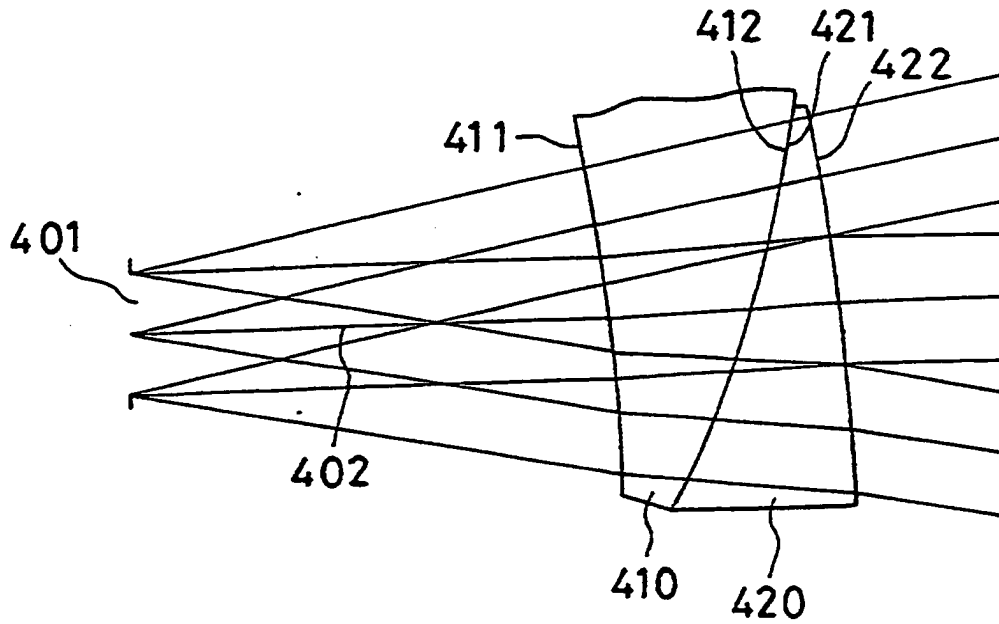


FIG. 46

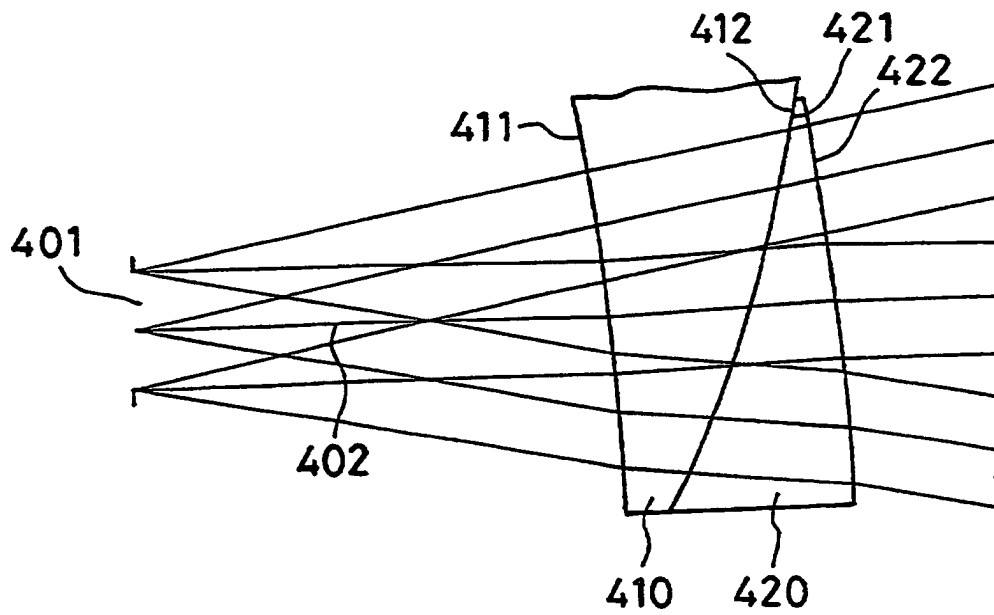


FIG. 47

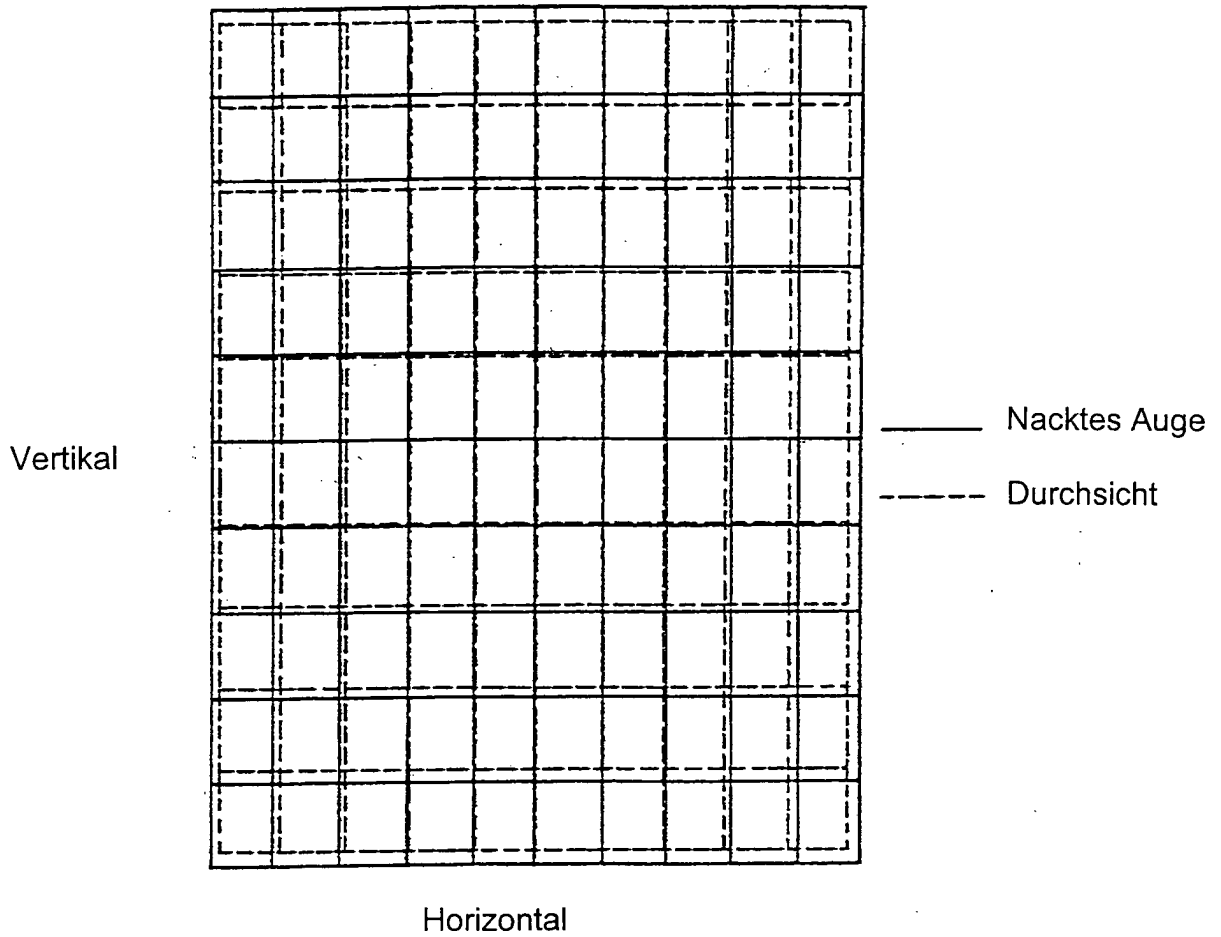




FIG. 48

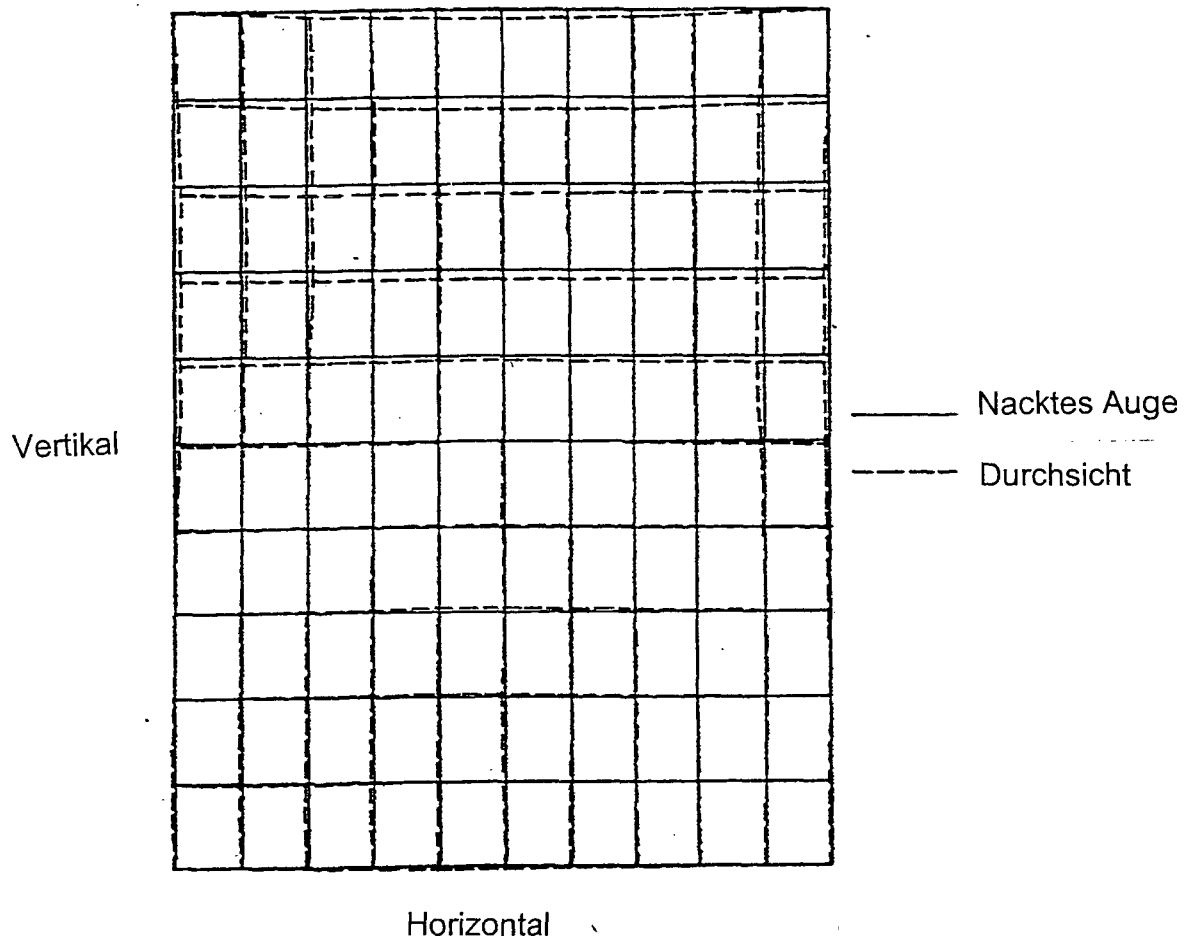


FIG. 49

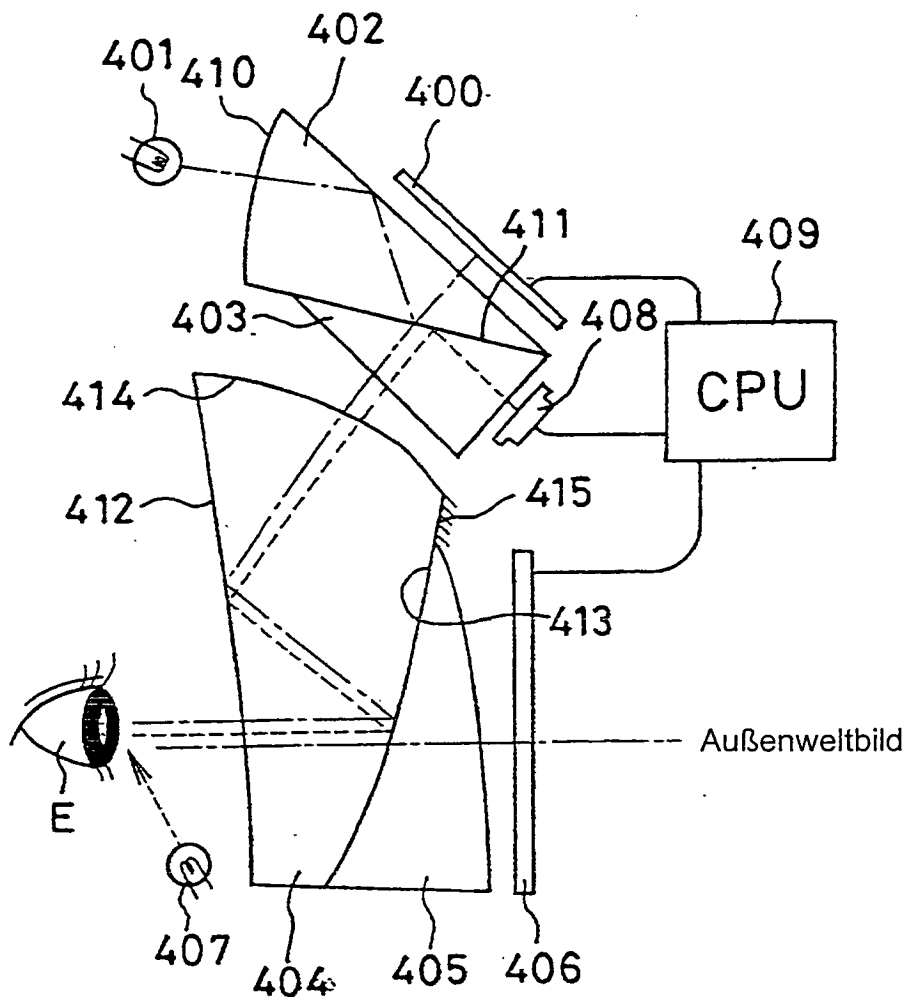


FIG. 50

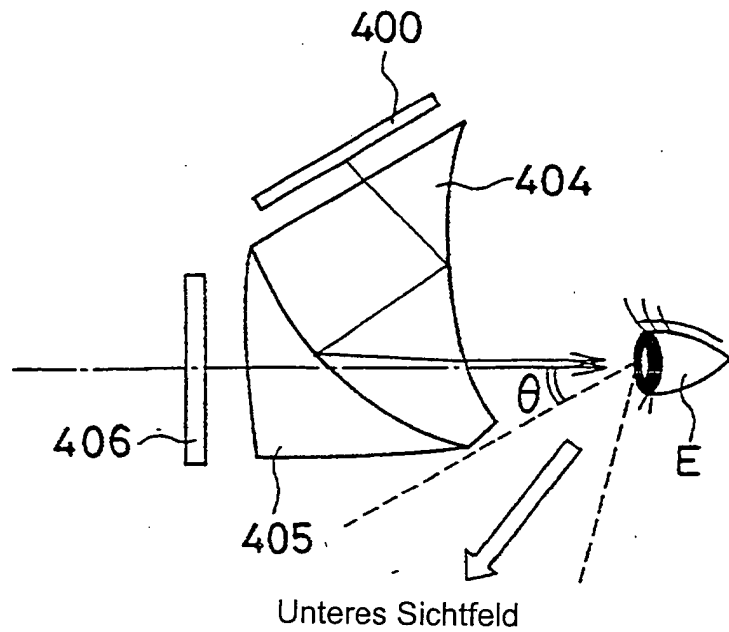


FIG. 51

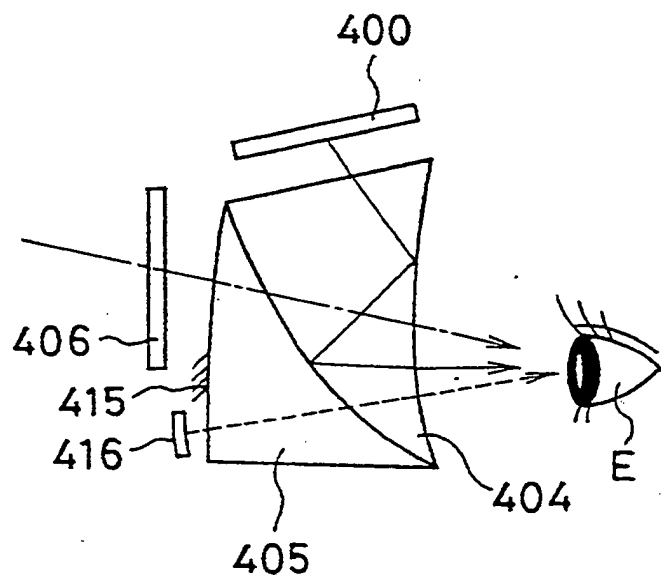


FIG. 52

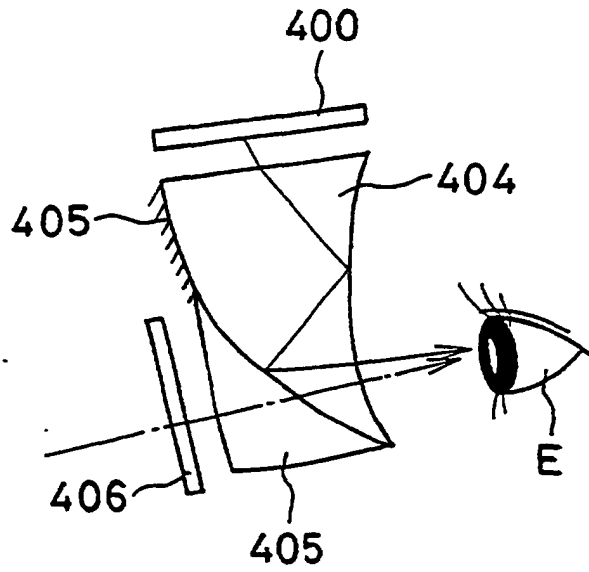


FIG. 53

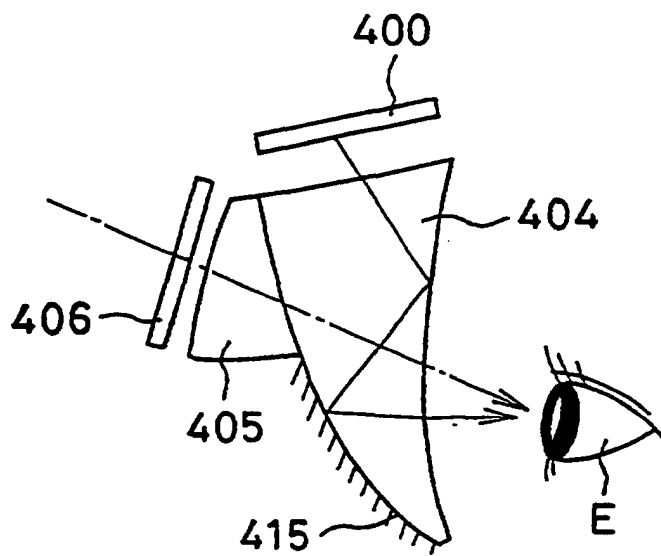


FIG. 54

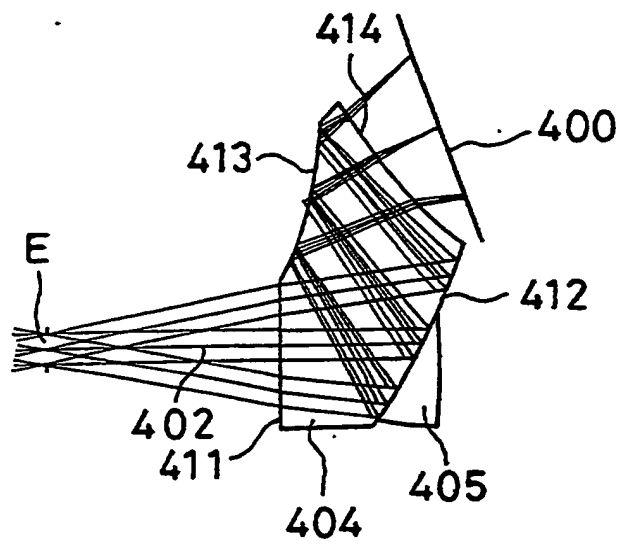


FIG. 55

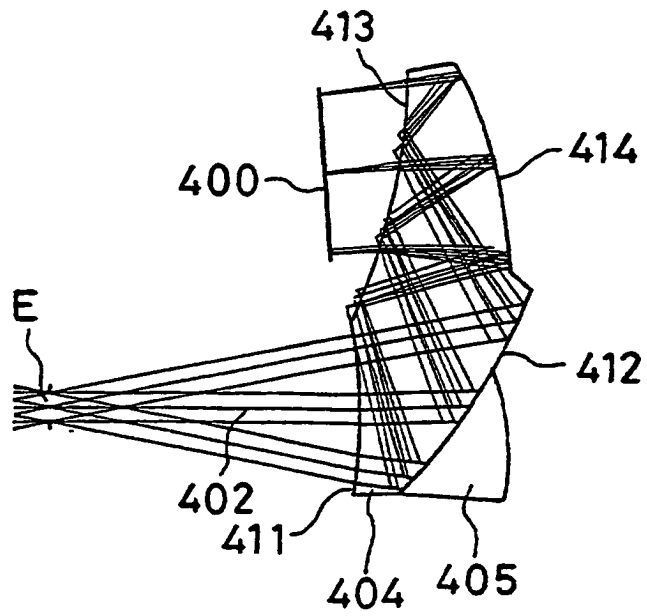


FIG. 56

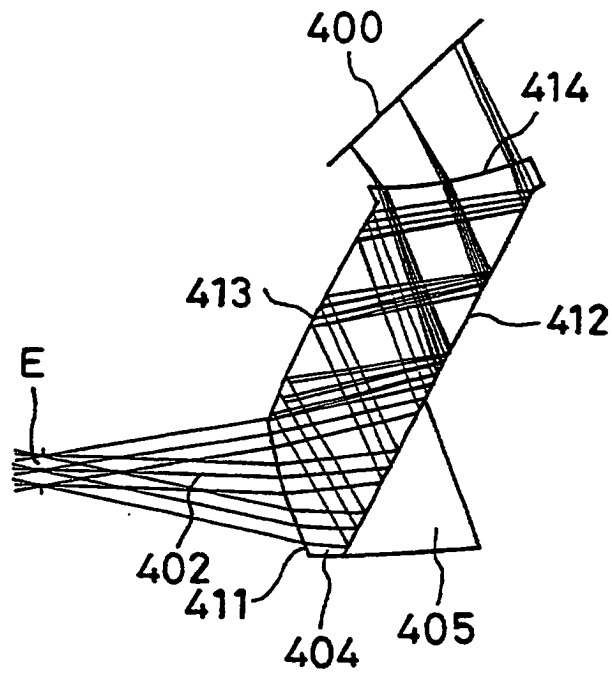


FIG. 57

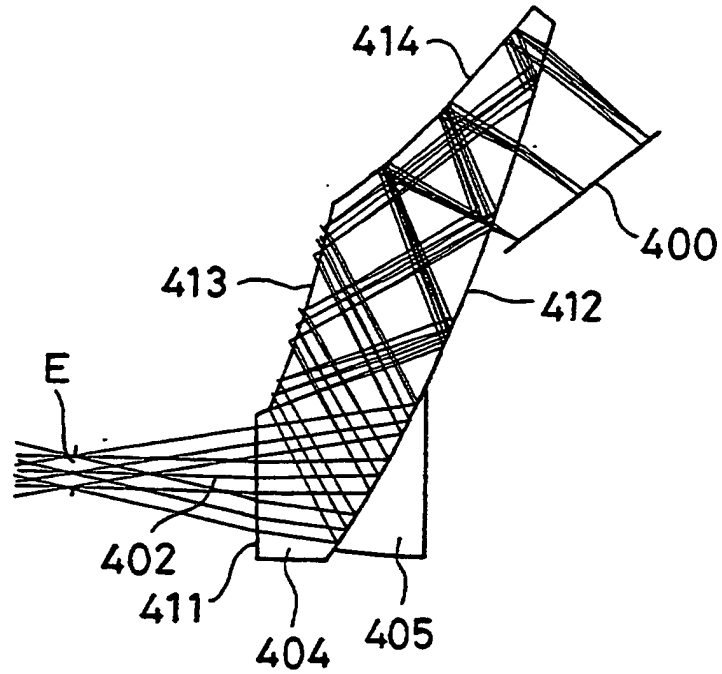


FIG. 58

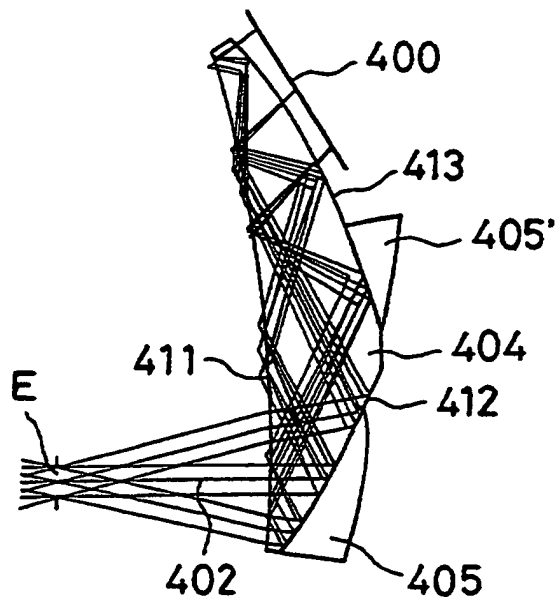


FIG. 59

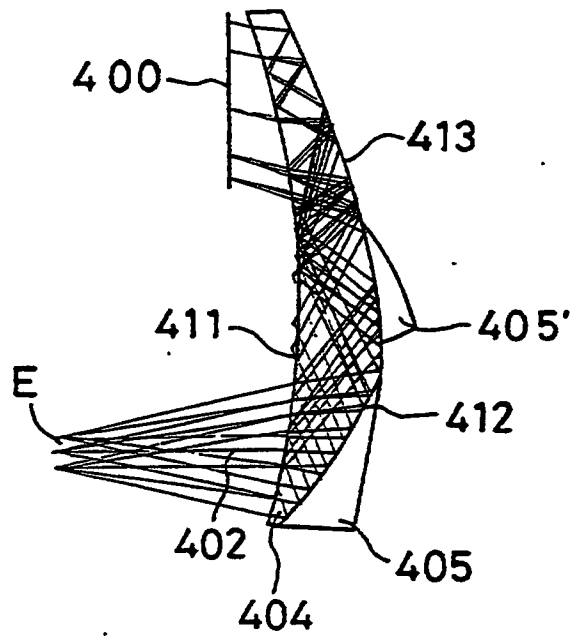


FIG. 60

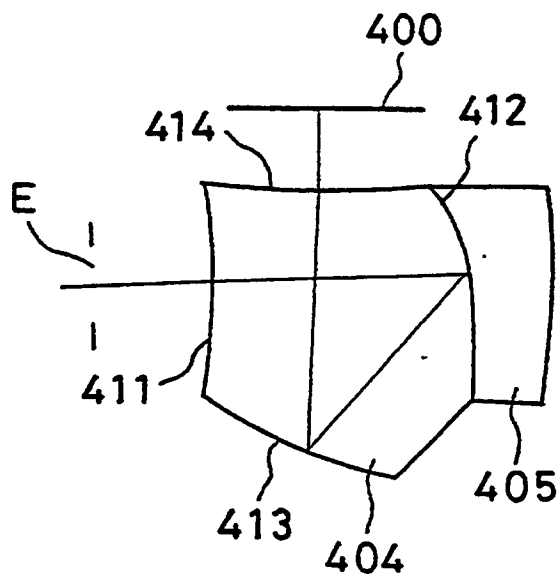




FIG. 61

