



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 34 221 T2** 2006.01.26

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 687 932 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 34 221.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 109 058.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **12.06.1995**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.12.1995**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.05.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.01.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G02B 27/00** (2006.01)  
**G02B 27/01** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**13030194**      **13.06.1994**      **JP**

**20426894**      **05.08.1994**      **JP**

**33606394**      **22.12.1994**      **JP**

(73) Patentinhaber:

**Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**TBK-Patent, 80336 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, NL**

(72) Erfinder:

**Yamazaki, Shoichi, Ohta-ku, Tokyo, JP;**  
**Nishimura, Takeshi, Ohta-ku, Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Anzeigevorrichtung**

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**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches System gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, und im einzelnen ein optisches System, welches zur Verwendung in einer als Head-up-Display oder Brillen-typ-Display bezeichneten Vorrichtung ausgelegt ist.

**[0002]** Wie beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 4,081,209 und 4,969,724 sowie in der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 58-78116, 2-297516 und 3-101709 offenbart, sind bisher Display-Vorrichtungen vorgeschlagen worden, bei welchen eine Bildröhre (CRT) oder ein Flüssigkristall-Display (LCD) in der Nähe des Kopfes eines Beobachters angeordnet ist, wobei der Beobachter in die Lage versetzt wird, das mittels solch einer CRT oder LCD ausgebildete Bild zu beobachten. Die japanische Patent-Offenlegungsschrift Nr. 3-101709 offenbart eine Beobachtungsvorrichtung, die ein relativ einfach wahrzunehmendes Echtbild bereitstellt, und zwar indem ein Originalbild rückfokussiert wird. Weil eine optische Linse zur Bildwiedergabe verwendet wird, ist jedoch ein ziemlich großer Platzbedarf unvermeidlich.

**[0003]** Andererseits offenbaren die US-Patentschriften Nr. 4,081,209 und 4,969,972, sowie die japanische Patent-Offenlegungsschrift Nr. 58-78116 und 2-297516 Beobachtungsvorrichtungen, die ausgelegt sind, ein Falschbild zu beobachten, was von Vorteil ist, um die Vorrichtung kompakt auszuführen, was jedoch den Nachteil hat, dass die Beobachtung nicht einfach ist.

**[0004]** Obwohl im Vergleich zu der Beobachtungsvorrichtung vom Echtbild-Typ mit der Beobachtungsvorrichtung des letztgenannten Typs eine kompakte Ausführung erzielt werden kann, reicht das Maß einer solchen kompakten Ausführung nicht aus. Von den zuvor genannten, aus dem Stand der Technik bekannten Technologien ist die in der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 58-78116 offenbarte Technologie im Hinblick auf die kompakte Ausführung relativ weit entwickelt, jedoch weist die Vorrichtung nach wie vor in der Richtung der Achse des Auges eine große Dicke auf. Es ist ebenso beschrieben, dass das beobachtete Bild optische Distortion bzw. Verzerrungen, Astigmatismus und Koma enthält. Ebenso wird in der am 4. Oktober 1994 eingereichten US-Patentanmeldung Nr. 08/317,529 eine ähnliche Technik beschrieben.

**[0005]** Die EP-A-0 380 035 offenbart ein gewöhnliches optisches System zum Ausbilden von Information, welches eine optische Einrichtung aufweist, die ausgelegt ist, das Licht von einer Anzeigeeinrichtung zu einem Auge zu führen, wobei die optische Einrichtung eine erste gekrümmte Oberfläche zum Reflektieren des Lichtes von der Display-Einrichtung sowie eine zweite gekrümmte Oberfläche zum Reflektieren des Lichtes, das mittels der ersten gekrümmten Oberfläche reflektiert worden ist, aufweist.

**[0006]** Die GB-A-2 246 900 sowie die US-A-4 081 209 offenbaren jeweils andere optische Systeme.

**[0007]** Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein kompaktes optisches System bereitzustellen, welches in der Lage ist, Aberrationen zu korrigieren.

**[0008]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird dieses Problem durch ein optisches System gelöst, welches die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

**[0009]** Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0010]** [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) sind Darstellungen, die optische Wege in dem optischen Beobachtungssystem der vorliegenden Erfindung zeigen;

**[0011]** [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) sind Darstellungen, die einen Querschnitt sowie optische Wege in dem optischen Beobachtungssystem eines numerischen Beispiels 1 der vorliegenden Erfindung zeigen;

**[0012]** [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) sind Darstellungen, die einen Querschnitt sowie optische Wege in dem optischen Beobachtungssystem eines numerischen Beispiels 2 der vorliegenden Erfindung zeigen;

**[0013]** [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) sind Darstellungen, die einen Querschnitt sowie optische Wege in dem optischen Beobachtungssystem eines numerischen Beispiels 3 der vorliegenden Erfindung zeigen;

**[0014]** [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sind Darstellungen, die einen Querschnitt sowie optische Wege in dem optischen

Beobachtungssystem eines numerischen Beispiels 4 der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0015] [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) sind optische Querschnittsdarstellungen, die das Grundprinzip des optischen Beobachtungssystems der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0016] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) sind schematische Darstellungen, die die optischen Wege eines optischen Beobachtungssystems der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0017] [Fig. 9](#) ist eine schematische Darstellung, die den optischen Weg eines Sichtachsen-Erfassungssystems zeigt, welches in der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird;

[0018] [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) sind schematische Darstellungen, die Zustände zeigen, wenn die Display-Vorrichtung der vorliegenden Erfindung von dem Beobachter getragen wird;

[0019] [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) sind teilweise vergrößerte Darstellungen der [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#);

[0020] [Fig. 13](#) ist eine schematische Teildarstellung in der Umgebung eines Prisma-Bauteils in einer Ausführungsform 6 der vorliegenden Erfindung;

[0021] [Fig. 14](#) ist eine schematische Teildarstellung in der Umgebung eines Prisma-Bauteils in einer Ausführungsform 7 der vorliegenden Erfindung;

[0022] [Fig. 15](#) ist eine schematische Teildarstellung in der Umgebung eines Prisma-Bauteils in einer Ausführungsform 8 der vorliegenden Erfindung;

[0023] [Fig. 16](#) ist eine schematische Teildarstellung in der Umgebung eines Prisma-Bauteils in einer Ausführungsform 9 der vorliegenden Erfindung;

[0024] [Fig. 17A](#) und [Fig. 17B](#) sind schematische Darstellungen, die die optischen Wege eines Beobachtungssystems sowie eines Sichtachsen-Erfassungssystems in einer Ausführungsform 8 der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0025] [Fig. 18A](#) und [Fig. 18B](#) sind schematische Darstellungen, die die optischen Wege eines Beobachtungssystems sowie eines Sichtachsen-Erfassungssystems in einer Ausführungsform 9 der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0026] [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) sind schematische Teildarstellungen von jeweils einem optischen Beobachtungssystem sowie einem optischen Sichtachsen-Erfassungssystem der vorliegenden Erfindung;

[0027] [Fig. 20](#) ist ein Ablaufdiagramm, welches die Steuersequenz der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0028] [Fig. 21](#) ist eine schematische Darstellung, die auswählbare Displaybereiche in der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0029] [Fig. 22](#) ist eine schematische Darstellung, die Punkte zur Displaybereichsselektion in der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0030] [Fig. 23A](#) und [Fig. 23B](#) sind schematische Teildarstellungen von jeweils einem optischen Beobachtungssystem sowie einem optischen Sichtachsen-Erfassungssystem der vorliegenden Erfindung; und

[0031] [Fig. 24](#) ist ein Ablaufdiagramm, welches die Steuersequenz der vorliegenden Erfindung zeigt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0032] Zunächst wird das Grundprinzip des optischen Displaysystems der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die [Fig. 1A](#), [Fig. 1B](#) sowie [Fig. 6](#) beschrieben. Die Displayeinrichtung **4** zum Anzeigen eines Originalbildes, wie etwa eines Zeichens oder eines Musters, besteht beispielsweise aus einer bekannten Flüssigkristall-Displayvorrichtung (LCD-Vorrichtung). Es sind ebenso ein erstes optisches Bauteil **3a** zum Führen des Lichtes von der Displayeinrichtung **4** zu dem Auge des Beobachters sowie ein zweites optisches Bauteil **3b** vorgesehen. Das Licht von der Displayeinrichtung **4** tritt zunächst in das erste optische Bauteil **3a** ein, wird

dann an einer totalreflektierenden Oberfläche **1** bei der Seite des Auges des ersten optischen Bauteils totalreflektiert, wird weiter an einem konkaven Halbspiegel **2** konkav zu dem Auge des Beobachters reflektiert, wird durch die zuvor genannte totalreflektierende Fläche **1** übertragen und zu dem Auge geführt.

**[0033]** Die [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) zeigen den optischen Weg, und zwar jeweils von oben sowie von der Seite gesehen.

**[0034]** Wenn der konkave Spiegel **2** aus einem Halbspiegel besteht, kann der Beobachter das Bild der Außenszene überlagert auf der Displayeinrichtung **4** beobachten. Obwohl die vorliegende Ausführungsform eine Überlagerungs-Vorrichtung bereitstellt, kann ebenso eine Vorrichtung zum bloßen Beobachten des Bild-Displays bereitgestellt werden, wobei dann der konkave Spiegel aus einem Spiegel besteht.

**[0035]** Infolge des zuvor beschriebenen Aufbaus stellen die vorliegende Ausführungsform sowie die darauffolgenden Ausführungsformen äußerst dünne, kompakte Displayvorrichtungen bereit, und zwar mit einer Dicke des optischen Systems in der Größenordnung von 10 bis 15 mm. Ebenso wird ein weiter Sichtwinkel von etwa  $\pm 16,8^\circ$  in der horizontalen Richtung und von etwa  $\pm 11,4^\circ$  in der vertikalen Richtung erzielt.

**[0036]** Solch eine kompakte Ausführung, solch ein weiter Sichtwinkel sowie solch ein zufriedenstellendes optisches Vermögen kann in der vorliegenden Ausführungsform von der Tatsache abgeleitet werden, dass eine Oberfläche bei der Beobachterseite als eine total-reflektierende Fläche sowie als eine Durchlassfläche verwendet wird, und dass der konkave Spiegel **2** im wesentlichen exzentrisch hinsichtlich der optischen Achse des Auges positioniert ist. Wichtige Beiträge liefert zusätzlich der Umstand, dass die total-reflektierende Fläche durch eine gekrümmte Oberfläche begründet ist, und zwar insbesondere mit einer optischen Brechkraft, die, wie es in den nachfolgenden numerischen Beispielen gezeigt wird, in Abhängigkeit des Azimutwinkels variabel ist, und dass dem konkaven Spiegel **2** eine optische Brechkraft gegeben ist, die von dem Azimutwinkel abhängt.

**[0037]** Im einzelnen gestattet die dem konkaven Spiegel **2** gegebene, von dem Azimutwinkel abhängige optische Brechkraft, dass die exzentrische Aberration beseitigt werden kann, die von der exzentrischen Positionierung des Spiegels herrührt. Ebenso ist auf ähnliche Weise die total-reflektierende Fläche durch eine gekrümmte Fläche begründet, um die mittels des konkaven Spiegels erzeugten Aberrationen zu korrigieren.

**[0038]** Die Faltungsrichtung des Lichtes wird in der nachfolgenden Beschreibung als Richtung der Erzeugenden bezeichnet, während eine Richtung senkrecht hierzu als Meridianrichtung bezeichnet wird. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Bildwinkel in der Meridianrichtung weiter ausgeführt, und eine relativ hohe positive Strahlbrechkraft des konkaven Spiegels erzeugt Aberrationen, jedoch ist der total-reflektierenden Fläche in dem Querschnitt entlang der Meridianrichtung eine negative Strahlbrechkraft gegeben, um solche Aberrationen zu korrigieren. Entlang des optischen Weges in dem Querschnitt in der Meridianrichtung von der Seite der Display-Vorrichtung oder der Seite des Auges des Beobachters sind nacheinander eine Oberfläche mit einer negativen Strahlbrechkraft, eine Oberfläche mit einer positiven Strahlbrechkraft (konkaver Spiegel) sowie eine Oberfläche einer negativen Strahlbrechkraft vorgesehen, so dass es aufgrund einer solchen symmetrischen Anordnung der Strahlbrechkräfte einfach ist, die Aberrationen zu beseitigen.

**[0039]** Um die Dicke in der Richtung der optischen Achse des Auges zu verringern, sind in bevorzugter Weise die Bauteile derart angeordnet, dass das optische System **3** aufrecht steht. Im einzelnen und unter Bezugnahme auf die [Fig. 7](#) wird in bevorzugter Weise die folgende Bedingung erfüllt:

$$|\alpha| \leq 20^\circ,$$

wobei  $\alpha$  der Winkel (Neigungswinkel) der Tangente an der total-reflektierenden Oberfläche **1** bei ihrem Scheitelpunkt zu einer Linie senkrecht zu der optischen Achse des Auges ist. Außerhalb dieses Bereiches wird in der Richtung der optischen Achse das optische System dicker, wodurch die Vorrichtung unhandlicher wird. Ebenso ist in dem Fall der Überlagerung eines Bildes über die Außenszene die Neigung des optischen Bauteils größer, um eine Distortion bzw. Verzerrung in der beobachteten Außenszene hervorzurufen.

**[0040]** In bevorzugterer Weise ist die folgende Bedingung erfüllt:

$$-15^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$$

**[0041]** Unterhalb der unteren Grenze kann das optische System in einer Richtung parallel zu der optischen

Achse des Auges dünner ausgeführt sein, jedoch gewinnt dann die Bildverzerrung an Gewicht. Oberhalb der oberen Grenze wird das optische System in einer Richtung parallel zu der optischen Achse des Auges dicker, und die Prismen werden in unerwünschter Weise schwer.

**[0042]** Da in der vorliegenden Ausführungsform die Totalreflexionsfläche zu dem Auge konkav ausgeführt ist, wird die Lichteintrittsfläche bei der Außenseite mittels einer im wesentlichen gleich gekrümmten Oberfläche begründet, um die Bildverzerrung in der beobachteten Außenszene zu verhindern.

**[0043]** Der konkave Spiegel **2** ist hinsichtlich der optischen Achse des Auges im wesentlichen exzentrisch ausgeführt, wodurch eine exzentrische Aberration erzeugt wird. Jedoch wird diese exzentrische Aberration hinreichend korrigiert, indem die Totalreflexionsfläche mit einer gekrümmten Oberfläche versehen wird, und indem in dem konkaven Spiegel **2** eine Oberfläche (torische oder anamorphte Oberfläche) verwendet wird, deren Krümmung sich abhängig von dem Azimutwinkel verändert. In bevorzugter Weise wird eine asphärische Fläche (torisch-asphärische oder anamorphot-asphärische Fläche) verwendet, um äußerst zufriedenstellende optische Vermögen zu erzielen.

**[0044]** Hinsichtlich der Erzeugenden-Richtung (y-Richtung), welche die Richtung der Faltung des Lichtes ist, und hinsichtlich der Meridianrichtung senkrecht hierzu, sind die Oberflächen des optischen Systems derart ausgelegt, dass sie optische Strahlbrechkräfte aufweisen, die sich in Abhängigkeit von dem Azimutwinkel verändern, jedoch ist in bevorzugter Weise in dem Gesamtsystem in einer beliebigen Richtung die paraxiale Brennweite im wesentlichen konstant. Im einzelnen ist in bevorzugter Weise die folgende Bedingung erfüllt:

$$0,9 < |f_y/f_x| < 1,1,$$

wobei  $f_y$  und  $f_x$  jeweils paraxiale Brennweiten des Gesamtsystems entlang des Querschnittes in der Richtung der Erzeugenden und in der Meridianrichtung sind.

**[0045]** Wie zuvor beschrieben, ist die Totalreflexionsfläche (oder Durchlassfläche) oder der konkave Spiegel ebenso derart ausgelegt, damit die optische Strahlbrechkraft in Abhängigkeit von dem Azimutwinkel variiert, wodurch die exzentrische Aberration unterdrückt wird, und zu diesem Zweck ist in bevorzugter Weise die folgende Bedingung erfüllt:

$$|r_x| < |r_y|,$$

wobei  $r_y$  und  $r_x$  jeweils die paraxialen Krümmungsradien der Oberfläche in dem Querschnitt in der Erzeugenden-Richtung und in der Meridianrichtung sind.

**[0046]** Um in der vorliegenden Ausführungsform eine kompakte Konfiguration zu erzielen, ist der konkave Spiegel **2** deutlich geneigt (dezentral angeordnet), und zwar in der Erzeugenden-Richtung, welche die Richtung der Faltung des Lichtes ist, wodurch die exzentrische Aberration stärker in der Erzeugenden-Richtung als in der Meridianrichtung erzeugt wird. Von daher ist die optische Strahlbrechkraft in dem Querschnitt in der Erzeugenden-Richtung schwächer ausgeführt als die optische Strahlbrechkraft in dem Querschnitt in der Meridianrichtung, d.h., der paraxiale Krümmungsradius ist in der Erzeugenden-Richtung länger ausgeführt, wie es in der vorhergehenden Bedingung angezeigt ist, wodurch die exzentrische Aberration in der Erzeugenden-Richtung unterdrückt wird.

**[0047]** In bevorzugter Weise sind diese Krümmungen derart ausgewählt, dass sie die folgende Bedingung erfüllen:

$$|r_x/r_y| < 0,85$$

**[0048]** Außerhalb dieses Bereichs wird die exzentrische Aberration deutlich groß.

**[0049]** Andererseits kann in dem Fall, wenn die Eintrittsfläche **5** derart konstruiert ist, dass sie wie in den im nachfolgenden beschriebenen numerischen Beispielen 2 bis 4 eine in Abhängigkeit von dem Azimutwinkel variiierende optische Strahlbrechkraft aufweist, die exzentrische Aberration unterdrückt werden, und zwar indem umgekehrt die folgende Bedingung erfüllt wird:

$$|r_x| > |r_y|$$

**[0050]** Um ferner die Aberrationen hinreichend zu korrigieren, sind in bevorzugter Weise die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$-2,0 < 2f_x/r_{x2} < -0,1 \quad \dots(a)$$

$$-2,5 < 2f_x/r_{x3} < -0,5 \quad \dots(b),$$

wobei  $r_{x2}$  und  $r_{x3}$  jeweils die paraxialen Krümmungsradien der total-reflektierenden Oberfläche **1** (oder der Durchlassfläche) sowie des konkaven Spiegels **2** in dem Querschnitt in der Meridianrichtung sind.

**[0051]** Unterhalb der unteren Grenze der Bedingung (a) ist die Krümmung (negative Strahlbrechkraft) der total-reflektierenden Oberfläche in der Meridianrichtung stärker, und die Korrektur der Bildverzerrung wird schwierig. Ebenso ist unterhalb der unteren Grenze der Bedingung (b) die Krümmung (positive Strahlbrechkraft) des konkaven Spiegels in der Meridianrichtung stark, und die Korrektur des Astigmatismus wird schwierig. Andererseits weist oberhalb der oberen Grenze der Bedingung (a) die Krümmung der total-reflektierenden Oberfläche in der Meridianrichtung eine positive Strahlbrechkraft auf, so dass es schwierig ist, die Totalreflexionsbedingung zu erfüllen. Ebenso wird oberhalb der oberen Grenze die Bedingung (b) die positive Strahlbrechkraft des konkaven Spiegels in der Meridianrichtung schwächer, so dass die Dicke des optischen Systems in einer Richtung parallel zu der optischen Achse des Auges unerwünscht groß wird.

**[0052]** Darüber hinaus werden in bevorzugter Weise die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$-1,0 < 2f_x/r_{x2} < 0 \quad \dots(c)$$

$$-2,5 < 2f_x/r_{x2} < -0,2 \quad \dots(d),$$

wobei  $f_y$  die Brennweite des Gesamtsystems in der Erzeugenden-Richtung ist,  $r_{y2}$  der Krümmungsradius der total-reflektierenden Oberfläche ist, und wobei  $r_{y3}$  der Krümmungsradius des konkaven Spiegels ist.

**[0053]** Unterhalb der unteren Grenze der Bedingung (c) wird die negative Strahlbrechkraft der total-reflektierenden Oberfläche in der Erzeugenden-Richtung stärker, so dass es schwierig ist, die exzentrische Bildverzerrung zu korrigieren. Unterhalb der unteren Grenze der Bedingung (d) wird die positive Strahlbrechkraft des konkaven Spiegels in der Erzeugenden-Richtung stärker, wodurch ein starker exzentrischer Astigmatismus erzeugt wird. Ebenso wird es oberhalb der oberen Grenze der Bedingung (c), die der Totalreflexionsbedingung in der Erzeugenden-Richtung entspricht, schwierig, die Totalreflexionsbedingung zu erfüllen. Ebenso wird oberhalb der oberen Grenze der Bedingung (d), die der Strahlbrechkraft des konkaven Spiegels in der Erzeugenden-Richtung entspricht, diese Strahlbrechkraft schwächer, so dass sich die Gesamtlänge des optischen Systems in der Erzeugenden-Richtung erstreckt.

**[0054]** Im vorhergehenden wurden grundsätzlich die Strukturen der total-reflektierenden Oberfläche **1** (oder der Durchlassfläche) und des konkaven Spiegels **2** im Bezug auf die Krümmung beschrieben, jedoch ist, wie es in der [Fig. 7](#) gezeigt wird, in der vorliegenden Ausführungsform der konkave Spiegel **2** einer parallelen Verschiebung in der Erzeugenden-Richtung (y-Richtung) von der optischen Achse des Auges in Richtung der Original-Bildseite (+) ausgesetzt, wodurch die exzentrische Bildverzerrung in der Erzeugenden-Richtung ebenso unterdrückt werden kann.

**[0055]** Die exzentrische Bildverzerrung kann mittels einer Parallelverschiebung unterdrückt werden, die die folgende Bedingung erfüllt:

$$E \geq 2,5 \text{ mm},$$

wobei E der Betrag der Parallelverschiebung oder die Entfernung von der optischen Achse des Auges zu dem Scheitelpunkt der konkaven Spiegeloberfläche in der Erzeugenden-Richtung (cf. [Fig. 7](#)) ist. In dem im nachfolgenden beschriebenen Beispiel 1 ist dieser Wert E der Parallelverschiebung gleich 5,2 mm, jedoch kann er wie in anderen Beispielen zum hinreichenden Korrigieren der Aberrationen größer gewählt sein, und in bevorzugter Weise kann er eine Bedingung  $E \geq 23 \text{ mm}$  erfüllen.

**[0056]** Dann ist hinsichtlich der Eintrittsfläche **5** der Winkel  $\theta\beta$  zwischen der Eintrittsfläche und der die Display-Einrichtung begründenden Original-Bildfläche in der Erzeugenden-Richtung in bevorzugter Weise derart ausgewählt, dass er die folgende Bedingung erfüllt:

$$5^\circ \leq \theta\beta \leq 30^\circ$$

**[0057]** Unterhalb der unteren Grenze verlaufen die Eintrittsfläche und die Original-Bildfläche nahezu parallel, so dass das Original-Bild in der Richtung parallel zu der optischen Achse des Auges unerwünscht dick wird. Andererseits verläuft oberhalb der oberen Grenze das Original-Bild senkrecht zu der Richtung parallel zu der optischen Achse des Auges.

**[0058]** Obwohl es nicht dargestellt ist, sei in der vorliegenden Ausführungsform angenommen, dass eine Rück-Lichtquelle oder direkt natürliches Licht zum Beleuchten des Original-Bildes verwendet wird. Wenn das Original-Bild senkrecht zu der zuvor genannten optischen Achse verläuft, ist es schwierig, in effizienter Weise natürliches Licht zur Richtungsbeleuchtung zu erzielen, und das mittels des optischen Reflexionssystems erzielte Falschbild wird dunkler. Demzufolge verwendet die vorliegende Ausführungsform selektiv eine Beleuchtung mit natürlichem Licht und eine Hintergrundbeleuchtung, indem die externe Beleuchtungsintensität detektiert wird, wodurch am Tage, wenn das natürliche Licht stark ist, die Beleuchtung mit natürlichem Licht verwendet wird, und bei Nacht die Beleuchtung mit Hintergrundlicht verwendet wird.

**[0059]** Die Display-Einrichtung **4** zum Ausbilden des Original-Bildes besteht, um die gesamte Vorrichtung kompakt auszuführen, aus einer Flüssigkristall-Displayvorrichtung (LCD-Vorrichtung), und der Winkel  $\gamma$  zwischen der optischen Achse bei der Mitte des Original-Bildes und dem Hauptlichtstrahl, der von dem Original-Bild austritt (Mitten-Lichtstrahl der durch das Auge begründeten Blende) (cf. [Fig. 7](#)) ist in bevorzugter Weise derart ausgewählt, dass er die folgende Bedingung erfüllt:

$$|\gamma| \leq 10^\circ$$

**[0060]** Diese Bedingung ist in einem Fall erforderlich, wenn eine Flüssigkristall-Displayvorrichtung zum Bereitstellen des Original-Bildes verwendet wird. Im allgemeinen hat das Flüssigkristall-Display einen engen Sichtwinkel, wodurch das Licht, welches schräg in die Displayvorrichtung eintritt und hiervon austritt, auf leicht verloren geht. Von daher kann kein helles Falschbild erzielt werden, wenn nicht erreicht wird, dass das Licht so weit wie möglich senkrecht in die Flüssigkristall-Displayoberfläche eintritt und hiervon austritt. Die zuvor genannte Bedingung gestattet es, ein hinreichend helles Bild zu beobachten.

**[0061]** Die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 5B](#) sind jeweils optische Querschnittsdarstellungen der im nachfolgenden beschriebenen numerischen Beispiele 1, 2, 3, und 4. Die in [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) gezeigte Konfiguration verwendet in dem konkaven Spiegel und der Totalreflexionsfläche torisch-asphärische Flächen. In der in [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) gezeigten Konfiguration werden sowohl in dem konkaven Spiegel, als auch in der Totalreflexionsfläche sowie in der Licht-Eintrittsfläche anamorphotisch-asphärische Flächen verwendet. Ebenso werden in den in [Fig. 4A](#) bis [Fig. 5B](#) gezeigten Konfigurationen anamorphotisch-asphärische Flächen in sämtlichen optischen Oberflächen verwendet.

**[0062]** In den numerischen Beispielen 2 bis 4, die den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 5B](#) entsprechen, ist die Eintrittsfläche **5** ebenso mit einer Krümmung versehen, um eine bessere Korrektur der Aberrationen zu erzielen.

**[0063]** In der vorliegenden Ausführungsform sind die sämtliche optischen Bauteile aus Acryl-Kunstharz aufgebaut, jedoch kann stattdessen natürlich auch Glas verwendet werden.

**[0064]** Im Nachfolgenden werden numerische Beispiele der vorliegenden Ausführungsform gezeigt, wobei TAL eine torische asphärische Linsenfläche und AAL eine anamorphot-asphärische Linsenfläche anzeigen.

**[0065]** Das TAL ist durch die folgende Gleichung definiert:

$$z = \frac{y^2/r_1}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(y/r_1)^2}} + A_i y^4 + B_i y^6 + C_i y^8 + D_i y^{10}$$

wobei  $i$  die Oberflächenzahl angibt.

**[0066]** Ebenso ist das AAL durch die folgende Gleichung definiert:

$$z = \frac{y^2/r_y + x^2/r_x}{1 + \sqrt{1 - \{(1+k_y)(y/r_y)^2 + (1+k_x)(x/r_x)^2\}}}$$

$$+ AR_i \{(1 + AP_i) y^2 + (1 - AP_i) x^2\}^2 + BR_i \{(1 + BP_i) y^2 + (1 - BP_i) x^2\}^3$$

$$+ CR_i \{(1 + CP_i) y^2 + (1 - CP_i) x^2\}^4 + DR_i \{(1 + DP_i) y^2 + (1 - DP_i) x^2\}^5$$

wobei  $i$  die Oberflächenzahl angibt.

**[0067]**  $A_i$  und  $B_i$  sind asphärische Koeffizienten.

**[0068]** In den im Nachfolgenden beschriebenen Beispielen ist zumindest die Totalreflexionsfläche durch eine Oberfläche mit einer variablen, von dem Azimutwinkel abhängigen Strahlbrechkraft begründet, jedoch kann sie ebenso durch eine rotationssymmetrische sphärische oder asphärische Oberfläche begründet sein.

Beispiel 1

$r_{y1}$ [mm]	$r_{x1}$ [mm]	$y, z$		Neigungswinkel in Erzeugenen-Richtung
Krümmungs-Radius in Erzeugenen-Richtung	Krümmungs-Radius in Meridian-Richtung	Scheitelpunkt-Koordinaten	TAL	
i=1 $\infty$		(0,0)		0
2 -548.019	-74.077	(-0.05, 19.80)	TAL	0
3 -57.595	-40.526	(5.10, 29.14)	TAL	-22
4 -548.019	-74.077	(-0.05, 19.80)	TAL	0
5 $\infty$		(18.58, 28.07)		68.90
6 $\infty$		(21.38, 29.15)		51.17

} Im Prisma

	$K_1, K_4$	$A_1, A_4$	$B_1, B_4$	$C_1, C_4$	$D_1, D_4$
(TAL2,4)	613.869	-0.473E-5	0.326E-7	-0.940E-10	0.991E-13

	$K_3$	$A_3$	$B_3$	$C_3$	$D_3$
(TAL3)	-1.360	0.345E-5	-0.301E-7	0.944E-10	-0.113E-12

Brechungsindex (d-Linie) des Prismas 1.49171

Brennweite in Erzeugenen-Richtung  $f_y = 21.07\text{mm}$

Abbe-Zahl (d-Linie) des Prismas 57.4

Brennweite in Meridian-Richtung  $f_x = 21.86\text{mm}$

(Numerische Daten)

$\alpha = -1.8^\circ$	$E = 5.2\text{mm}$
$ f_y/f_x  = 0.96$	$\gamma = 1.36$
$ r_{x1}/r_{y1}  = 0.7$	$\beta = 17.7$
$2f_{y1}/r_{y1} = -0.59$	
$2f_{x1}/r_{x1} = -1.08$	
$2f_{y1}/r_{x1} = -0.08$	
$2f_{x1}/r_{y1} = 0.73$	

Beispiel 2

$r_{y1}$ [mm]	$r_{x1}$ [mm]	$y, z$	
Krümmungs-Radius in Erzeugenen- Richtung	Krümmungs-Radius in Meridian- Richtung	Scheitelpunkt- Koordinaten	Neigungswinkel in Erzeugenen-Richtung

i=1	$\infty$		(0, 0)		0	
2	-2158.074	-32.224	(0.60, 19.83)	AAL	-10.55	} Im Prisma
3	-63.157	-32.870	(34.76, 30.90)	AAL	15.81	
4	-2158.074	-32.224	(0.60, 19.83)	AAL	-10.55	
5	72.108	1049.744	(14.82, 29.00)	AAL	53.74	
6	$\infty$		(17.03, 30.62)		42.91	

(AAL2, 4)	$K_{2,4}$	$K_{3,4}$	$AR_{2,4}$	$BR_{2,4}$	$CR_{2,4}$	$DR_{2,4}$
	-13763.5	-3.896	-0.170E-4	0.401E-7	-0.154E-9	0.223E-12
			$AP_{2,4}$	$BP_{2,4}$	$CP_{2,4}$	$DP_{2,4}$
			-0.245	0.416E-1	0.870E-1	0.203E-1

(AAL3)	$K_3$	$K_2$	$AR_3$	$BR_3$	$CR_3$	$DR_3$
	1.238	0.279	-0.317E-5	0.248E-8	-0.179E-11	0.608E-15
			$AP_3$	$BP_3$	$CP_3$	$DP_3$
			0.249	0.327E-2	-0.192E-1	0.181E-1

(AAL5)	$K_5$	$K_6$	$AR_5$	$BR_5$	$CR_5$	$DR_5$
	6.285	-1.33E-6	-0.114E-4	-0.402E-6	0.113E-8	-0.411E-10
			$AP_5$	$BP_5$	$CP_5$	$DP_5$
			0.273E1	0.155E1	0.160E1	-0.644

Brechungsindex (d-Linie) des Prismas	1.49171	Brennweite in Erzeugenen- Richtung	$f_y = 23.20\text{mm}$
---	---------	--	------------------------

Abbe-Zahl (d-Linie) des Prismas	57.4	Brennweite in Meridian- Richtung	$f_x = 24.09\text{mm}$
------------------------------------	------	--	------------------------

(Numerische Daten)

$\alpha = -10.5^\circ$	$2f_1/r_{21} = -1.5$	$2f_1/r_{11} = -0.73$
$ f_y/f_x  = 0.96$	$2f_1/r_{22} = -1.47$	$B = 34.1\text{mm}$
$r_{x1}/r_{y1} = 0.52$	$2f_1/r_{12} = -0.02$	$\gamma = 0.23^\circ$
		$\beta = 10.8^\circ$

Beispiel 3

	$r_{y_i}$ [mm]	$r_{z_i}$ [mm]	$y, z$		
	Krümmungs-Radius in Erzeugenen- Richtung	Krümmungs-Radius in Meridian- Richtung	Scheitelpunkt- Koordinaten	Neigungswinkel in Erzeugenen-Richtung	
i=1	$\infty$		(0,0)	0	
2	-3945.723	-49.792	(3.665, 20.415)	AAL	0.04
3	-67.136	-38.803	(36.403, 32.01)	AAL	14.60
4	-3945.723	-49.792	(3.665, 20.415)	AAL	0.04
5	123.302	843.030	(19.610, 28.357)	AAL	61.72
6	$\infty$		(22.402, 29.859)		52.54

} Im Prisma

(AAL2,4)	$K_{r_{z,i}}$	$K_{r_{y,i}}$	$AR_{z,i}$	$BR_{z,i}$	$CR_{z,i}$	$DR_{z,i}$
	7202.73	-7.709	-0.142E-7	0.379E-7	-0.154E-9	0.198E-12
			$AP_{z,i}$	$BP_{z,i}$	$CP_{z,i}$	$DP_{z,i}$
			-0.183	0.710E-1	0.514E-1	0.201E-1

(AAL3)	$K_{r_{z,i}}$	$K_{r_{y,i}}$	$AR_z$	$BR_z$	$CR_z$	$DR_z$
	1.066	0.193	-0.222E-5	0.321E-8	-0.188E-11	0.461E-15
			$AP_z$	$BP_z$	$CP_z$	$DP_z$
			0.390	0.586E-1	-0.185E-1	-0.222E-1

(AAL5)	$K_{r_{z,i}}$	$K_{r_{y,i}}$	$AR_z$	$CR_z$	$DR_z$	
	-85.544	-916252	-0.913E-6	-0.204E-9	0.117E-13	
			$AP_z$	$BP_z$	$CP_z$	$DP_z$
			0.989E1	0.128E1	0.128E2	-0.952E-1

Brechungsindex (d-Linie) des Prismas 1.49171  
 Brennweite in Erzeugenen-Richtung  $f_y = 23.71\text{mm}$

Abbe-Zahl (d-Linie) des Prismas 57.4  
 Brennweite in Meridian-Richtung  $f_x = 23.70\text{mm}$

(Numerische Daten)

$\alpha = 0.05^\circ$	$2f_i/r_{zi} = -0.95$	$2f_i/r_{yi} = -0.71$
$ f_y/f_x  = 1.0$	$2f_i/r_{zi} = -1.22$	$E = 25.6\text{mm}$
$ r_z/r_y  = 0.58$	$2f_i/r_{yi} = -0.01$	$\gamma = 1.97^\circ$
		$\beta = 15.5^\circ$

Beispiel 4

$r_{y1}$ [mm]	$r_{x1}$ [mm]	$y, z$	Neigungswinkel in Erzeugenen-Richtung	
Krümmungs-Radius in Erzeugenen-Richtung	Krümmungs-Radius in Meridian-Richtung	Scheitelpunkt-Koordinaten		
$i=1$	$\infty$	(0, 0)		0
2	-3752.581	(2.85, 23.13)	AAL	0
3	-66.938	(36.37, 34.72)	AAL	14.15
4	-3752.581	(2.85, 23.13)	AAL	0
5	306.125	(18.59, 31.48)	AAL	69.84
6	$\infty$	(21.46, 32.54)		51.20

} Im Prisma

(AAL2, 4)	$K_{y,4}$	$K_{x,4}$	$AR_{,4}$	$BR_{,4}$	$CR_{,4}$	$DR_{,4}$
	-33820.5	-11.350	-0.144E-4	0.398E-7	-0.153E-9	0.201E-12
			$AP_{,4}$	$BP_{,4}$	$CP_{,4}$	$DP_{,4}$
			-0.152	0.730E-1	0.494E-1	0.255E-1

(AAL3)	$K_y$	$K_x$	$AR_x$	$BR_x$	$CR_x$	$DR_x$
	1.063	0.127	-0.225E-5	0.316E-8	-0.188E-11	0.474E-15
			$AP_x$	$BP_x$	$CP_x$	$DP_x$
			0.372	0.568E-1	-0.168E-1	-0.208E-1

(AAL5)	$K_y$	$K_x$	$AR_x$	$BR_x$	$CR_x$	$DR_x$
	745.334	-651374	-0.656E-6	0.124E-6	0.474E-12	-0.972E-11
			$AP_x$	$BP_x$	$CP_x$	$DP_x$
			0.837E1	-0.273	0.563E1	-0.538

Brechungsindex (d-Linie) des Prismas 1.49171  
 Brennweite in Erzeugenen-Richtung  $f_y = 23.09\text{mm}$

Abbe-Zahl (d-Linie) des Prismas 57.4  
 Brennweite in Meridian-Richtung  $f_x = 23.09\text{mm}$

(Numerische Daten)

$\alpha = 0^\circ$	$2f_x/r_{x2} = -0.91$	$2f_y/r_{y2} = -0.69$
$ f_y/f_x  = 1.0$	$2f_x/r_{x2} = -1.19$	$E = 33.5\text{mm}$
$ r_x/r_y  = 0.58$	$2f_x/r_{x2} = -0.01$	$\gamma = 1.52^\circ$
		$\beta = 18.6^\circ$

[0069] Wie zuvor beschrieben, stellt die vorliegende Erfindung ein Brillentyp-Display bereit, welches einen weiten Sichtwinkel von  $\pm 16,8^\circ$  in der horizontalen Richtung und  $\pm 11,4^\circ$  in der vertikalen Richtung, sowie eine äußerst geringe Dicke von 10 bis 15 mm in der Richtung parallel zu der optischen Achse des Auges aufweist. Das Brillentyp-Display liefert ebenso ein hinreichend helles optisches Vermögen. Darüber hinaus ist es möglich, ohne eine Bildverzerrung ein helles Falschbild des Original-Bildes mit der Außenszene zu überlagern, und zwar indem der konkave Spiegel mit einer halbdurchlässigen Oberfläche ausgestattet wird.

[0070] Die vorhergehende Ausführungsform sind so ausgelegt, um einen weiten Sichtwinkel zu erzielen, jedoch kann die Dicke noch kleiner ausgeführt werden, wenn ein etwas geringerer Sichtwinkel ausgewählt wird, da gemäß der vorliegenden Erfindung die Dicke in Abhängigkeit von dem Sichtwinkel variabel ist.

[0071] In der nachfolgenden Ausführungsform wird dem Prinzip nach das optische System erklärt, welches dem Display einer Head-up-Display-Vorrichtung entspricht. Im Nachfolgenden wird eine Vorrichtung beschrie-

ben, die auf dem zuvor beschriebenen optischen System basiert, und welche ferner mit einer Sichtlinien-Erfassungsfunktion versehen ist.

[0072] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) sind Teil-Querschnittsdarstellungen, die den optischen Weg eines Beobachtungssystems sowie ein Sichtlinien-Erfassungssystem in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen, während [Fig. 9](#) eine Teil-Draufsicht der in [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) gezeigten Systemen ist, und während [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) schematische Darstellungen sind, die die Betriebsart der Verwendung zeigen, wenn die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung am Kopf des Beobachters montiert ist.

[0073] In diesen Zeichnungen sind ein Beobachter **101**, eine Display-Einrichtung **4**, die sich beispielsweise aus einer Flüssigkristall-Displayvorrichtung zusammensetzt und die dazu dient, Bildinformation in dem sichtbaren Wellenlängenbereich anzuzeigen, und zwar basierend auf Signalen von einer Bildinformations-Zufuhreinrichtung, wie etwa eine CD-ROM **105** oder eine Videokamera **106**, sowie ein optisches Bauteil **10**, welches aus einer transparenten, parallel ausgerichteten flachen Platte besteht, und welches im Inneren einen dichroischen Spiegel **7** enthält, der als Strahlteiler zum Übertragen des sichtbaren Lichtes und zum Reflektieren des Infrarotlichtes dient, gezeigt. Der dichroische Spiegel **7** kann jedoch durch einen einfachen Halbspiegel ersetzt werden.

[0074] Ein Prisma-Bauteil **3** ist mit einer Vorderseitenfläche **1**, die sich aus einer torisch-aspärischen Fläche zusammensetzt, und die teilweise eine Totalreflexion bewirkt; mit einer Hinter-Seitenfläche **6**, die sich aus einer transparenten oder undurchsichtigen, flachen oder gekrümmten Fläche zusammensetzt; mit einer konkaven Seitenfläche **2**, die sich aus einer in dem Prisma-Bauteil **3** vorgesehenen semidurchlässigen oder spiegelreflektierenden torisch-aspärischen Fläche zusammensetzt; sowie mit einer Eintritts-Seitenfläche **5** ausgestattet. Eine optische Achse (Mittenschne) **104** stimmt mit der optischen Achse des Auges **103** überein. Die Bauteile in dem optischen Weg von der Display-Einrichtung **4** zu dem Auge **103** begründen ein Beobachtungssystem zum Beobachten eines Falschbildes der auf der Display-Einrichtung **4** angezeigten Bildinformation. Eine Lichtquelleneinrichtung **102** strahlt Infrarotlicht (Wellenlänge von etwa 800 nm) zu dem Auge **103** aus, um derart Pulkinye's-Bilder auszubilden, um die Sichtlinie des Auges **103** des Beobachters **101** zu detektieren.

[0075] Wenn, wie es in der [Fig. 8B](#) gezeigt wird, das Infrarotlicht von der Lichtquellen-Einrichtung **102** auf das Auge **103** des Beobachters **101** ausgestrahlt wird, bildet ein optisches Abbildungssystem (Abbildungslinse) **8** ein durch von der Hornhaut des Auges **103** reflektiertes Licht ausgebildetes korneal-reflektiertes Bild, sowie Bilder der Pupille etc. auf einem Bildsensor **9**, wie etwa einer CCD, durch das Prisma-Bauteil **3** sowie den dichroischen Spiegel **7** des optischen Bauteils **10** aus. Die Abbildungslinse **8** ist unabhängig von dem Beobachtungssystem zum Beobachten des Falschbildes der Bildinformation der Displayeinrichtung **4** vorgesehen. Die Bauteile in dem optischen Weg von der Lichtquellen-Einrichtung **102** zu dem Bildsensor **9** durch das Auge **103** begründen ein Sichtlinien-Erfassungssystem zum Erfassen der Sichtlinie des Auges **103** des Beobachters **101**. In der vorliegenden Ausführungsform sind Bauteile des Beobachtungssystems sowie des Sichtlinien-Erfassungssystems wie in dem Vorhergehenden beschrieben ausgelegt, wodurch die kompakte Ausführung des gesamten, diese beiden Systeme aufweisenden Systems möglich wird.

[0076] Unter Bezugnahme auf [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) wird im Nachfolgenden das Beobachtungssystem zum Beobachten des Falschbildes der auf der Displayeinrichtung **4** angezeigten Bildinformation beschrieben. Basierend auf der auf der Display-Einrichtung **4** angezeigten Bildinformation wird in der vorliegenden Ausführungsform ein sichtbarer Lichtstrahl mittels der dichroischen Spiegelseitenfläche **7** des optischen Bauteils **10** übertragen und in das Prisma-Bauteil **3** durch die Eintritts-Seitenfläche **5** hiervon eingeführt. Er wird dann an der Vorder-Seitenfläche **1** des Prisma-Bauteils **3** totalreflektiert, dann an der konkaven Seitenfläche **2** reflektiert und kondensiert, ferner durch die Vorder-Seitenfläche **1** hindurchgeführt und zu dem Auge **103** des Beobachters **101** geführt. In solch einer Konfiguration sind die Krümmungen der Vorder-Seitenflächen **1** sowie der konkaven Seitenflächen **2** geeignet gewählt, dass ein Falschbild der auf der Display-Einrichtung **4** angezeigten Bildinformation ohne primäre Bildebene zur Zwischenausbildung des Bildes vor dem Beobachter **101** ausgebildet wird.

[0077] Wie zuvor beschrieben, ist in der vorliegenden Ausführungsform das Beobachtungssystem als Falschbild-Typ aufgebaut, wodurch der Beobachter **101** das Falschbild der Bildinformation wahrnimmt. In der vorliegenden Ausführungsform ist es ebenso möglich, die konkave Seitenfläche **2** mit einer semidurchlässigen Fläche sowie die Hinter-Seitenfläche **6** mit einer durchlässigen Fläche aufzubauen, und die Krümmung der Hinter-Seitenfläche **6** geeignet auszuwählen, wodurch die externe Bildinformation sowie das Falschbild der Bildinformation der Display-Einrichtung **4** räumlich überlagert werden, um dieses in dem gleichen Gesichtsfeld mit der gleichen Sichtbarkeit zu beobachten.

**[0078]** In dem Beobachtungssystem der vorliegenden Ausführungsform wird, wie es in [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigt ist, beim Anzeigen der Bildinformation auf der Display-Einrichtung von der Bildinformations-Zufuhreinrichtung, wie etwa von einer CD-ROM **105** oder von einer von dem Beobachter **101** gehaltenen Videokamera **106**, die Information hinsichtlich der Sichtlinie des Auges des Beobachters mittels des Sichtlinien-Erfassungssystems für verschiedene Steuerungen erzielt, wie etwa für die Auto-Fokussierung (Fokussierung der Videokamera), für das elektronische Vergrößern (elektronisches Vergrößern der Information in der Richtung der Sichtlinie), für die Vergrößerung (Berechnen der Brennweite  $F$  der Videokamera zum Erzielen einer mittels der Sichtlinie extrahierten Bildrahmengröße und zum Anpassen der Brennweite), sowie für eine Menü-Auswahl (Lichtmessung, Blitz-Panoramagröße etc.), was mittels der Sichtlinie ausgewählt wird.

**[0079]** Im Nachfolgenden wird unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) das Sichtlinien-Erfassungssystem zum Erfassen der Sichtlinie des Auges **103** des Beobachters **101** beschrieben. Das Auge **103** des Beobachters **101** wird mit dem Infrarotlicht von der Lichtquellen-Einrichtung **102** beleuchtet, und das an der Hornhaut des Auges **103** reflektierte Infrarotlicht wird mittels der Vorder-Seitenfläche **1** des Prisma-Bauteils **3** übertragen, dann an der konkaven Seitenfläche **2** reflektiert, ferner an der Vorder-Seitenfläche **1** totalreflektiert, durch die Eintritts-Seitenfläche **5** übertragen und in das optische Bauteil **10** eingeführt. Das Licht wird dann an dichroischen Spiegelseitenfläche **7** hiervon reflektiert, an einer Seitenfläche **10a** hiervon totalreflektiert und durch die Abbildungslinse **8** zu dem Bildsensor **9** geführt.

**[0080]** Die Abbildungslinse **8** bildet das an der Hornhaut reflektierte Bild sowie die Abbildungen der Pupille etc. des Auges **103** auf den Bildsensor **9** ab, und die Sichtlinie des Auges **103** wird von dem Signal des Bildsensors **9** detektiert.

**[0081]** In der vorliegenden Ausführungsform wird die Sichtlinie des Auges mittels eines Verfahrens detektiert, das beispielsweise in den japanischen Patent-Offenlegungsschriften Nr. 1-274736 und 3-11492 der Anmelderin der vorliegenden Erfindung offenbart ist.

**[0082]** Die [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) sind schematische Querschnittsdarstellungen des in der vorliegenden Ausführungsform verwendeten Prisma-Bauteils **3**. In diesem Fall ist das Bauteil als Beobachtungssystem verwendet, jedoch bleiben in dem Fall, wenn das Bauteil als Sichtlinien-Erfassungssystem verwendet wird, die optischen Funktionen mit der Ausnahme erhalten, dass der optische Weg umgekehrt ist. Ein von der Display-Seitenfläche der Display-Einrichtung **4** senkrecht emittiertes Lichtbündel **4a** wird durch die Eintritts-Seitenfläche **5** des Prisma-Bauteils **3** übertragen und tritt in die torisch-asphärische Vorder-Seitenfläche **1** mit einem Neigungswinkel von zumindest  $43^\circ$  ein, wodurch das Lichtbündel an der Vorder-Seitenfläche **1** totalreflektiert wird. Das Lichtbündel **4a** wird dann in die torisch-asphärische konkave Seitenfläche **2** mit einem Neigungswinkel eingeführt, der nicht  $43^\circ$  überschreitet, wodurch es an der konkaven Seitenfläche reflektiert und von der Vorder-Seitenfläche **1** emittiert wird.

**[0083]** Die Vorder-Seitenfläche **1** ist gekrümmt und bewirkt zum einen Teil eine Totalreflexion und zum anderen Teil eine Transmission. Die Vorder-Seitenfläche ist von daher äquivalent zu zwei gekrümmten Oberflächen, und in Kombination mit der konkaven Seitenfläche **2** wird ein optisches Reflexionssystem begründet, welches drei gekrümmte Flächen aufweist. Auf diese Art und Weise wird die Brennweite des gesamten optischen Systems verkürzt (in den nachfolgenden numerischen Beispielen auf 20 bis 25 mm), wodurch das gesamte optische System kompakt ausgeführt werden kann.

**[0084]** In der vorliegenden Ausführungsform wird eine torische Fläche, eine torisch-asphärische Fläche oder eine anamorphotasphärische Fläche mit einer variablen Strahlbrechkraft, d.h. einer variablen, von dem Azimutwinkel abhängigen Krümmung, in der Vorder-Seitenfläche **1**, der konkaven Seitenfläche **2** sowie in der Eintritts-Seitenfläche **5** in dem Beobachtungssystem sowie in dem Sichtlinien-Erfassungssystem **5** verwendet, wodurch eine hinreichende Korrektur für die exzentrische Aberration erzielt wird, welche erzeugt wird, wenn der Winkel zwischen dem einfallenden Licht und dem austretenden Licht des konkaven Spiegels **2** groß gemacht wird, um die Größe des gesamten optischen Systems zu verringern.

**[0085]** Die Krümmungen der Vorder-Seitenfläche **1** sowie der Hinter-Seitenfläche **6** sind derart gewählt, um eine Meniskuslinse zu begründen, die eine Strahlbrechkraft für das durch diese Seitenflächen hindurchlaufende Licht aufweist, wodurch die externe Bildinformation, wie etwa die externe Außenszene, auf zufriedenstellende Weise durch die Hinter-Seitenfläche **6** beobachtet werden kann.

**[0086]** Ebenso ist im Querschnitt in der Meridianrichtung der Vorder-Seitenfläche **1** eine negative Strahlbrechkraft gegeben, um die mittels der positiven Strahlbrechkraft der konkaven Seitenfläche **2** erzeugten Aberratio-

nen zu korrigieren. Die Meridianrichtung ist eine Ebene senkrecht zu der Ebene, die den optischen Weg von der Mitte des Bildes auf der Display-Einrichtung zu der ausgelegten Mitte des Auges enthält (d.h. die Richtung senkrecht zu der Ebene der [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#)).

**[0087]** Ebenso kann in der vorliegenden Ausführungsform der Vorder-Seitenfläche **1** in dem Querschnitt in der Erzeugenden-Richtung eine negative Strahlbrechkraft gegeben sein, um eine Wirkung zu erzielen, die ähnlich der Wirkung der negativen Strahlbrechkraft in dem Querschnitt in der Meridianrichtung ist. Der Querschnitt in der Erzeugenden-Richtung ist eine Ebene, die den optischen Weg von der Mitte des Bildes der Display-Einrichtung zu der ausgelegten Mitte des Auges enthält (d.h. eine Ebene der [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#)).

**[0088]** Dort wird die folgende Bedingung erfüllt:

$$|\alpha| \leq 20^\circ \quad \dots(1),$$

wobei, wie es in der [Fig. 12B](#) gezeigt ist,  $\alpha$  der Neigungswinkel zwischen einer Tangente L des Scheitelpunktes der Vorder-Seitenfläche **1** in dem Querschnitt in der Erzeugenden-Richtung und einer Linie m ist, die senkrecht zu der optischen Achse **104** des Auges steht, und die durch den Scheitelpunkt der Vorder-Seitenfläche **1** hindurchläuft. Wie mittels der Bedingung (1) angedeutet, ist der Winkel  $\alpha$  als kleiner  $20^\circ$  ausgewählt, wodurch die Bildverzerrung bei der Beobachtung des Falschbildes der Bildinformation der Display-Einrichtung **4** sowie bei der Beobachtung der externen Bildinformation, wie etwa der externen Außenszene, in einem räumlich überlagerten Zustand reduziert wird, und wodurch die Dicke des Prismas in der axialen Richtung reduziert wird.

**[0089]** Im Nachfolgenden werden andere Merkmale des Beobachtungssystems sowie des die in dem optischen Weg von der Display-Einrichtung **4** zu dem Auge **103** vorgesehenen Elemente (Eintritts-Seitenfläche **5**, Vorder-Seitenfläche **1** sowie konkave Seitenfläche **2**) enthaltenden Sichtlinien-Erfassungssystems beschrieben.

**[0090]** (2-1) In der vorliegenden Ausführungsform ist die Bildverstärkung  $\beta$  der Abbildungslinse **8** von dem Auge **103** zu dem Bildsensor **9** wie folgt definiert:

$$0,02 < |\beta| < 0,18 \quad \dots(2)$$

**[0091]** Oberhalb der oberen Grenze der Bedingung (2) wird die Verstärkung des Aug-Bildes zu groß, so dass der effektive Durchmesser des Bildsensors unerwünscht groß wird. Ebenso muss unterhalb der unteren Grenze der Bedingung (2) die Brennweite des Sichtlinien-Erfassungssystems verkürzt werden, wodurch verschiedene Aberrationen erzeugt und kein zufriedenstellendes Aug-Bild erzielt werden kann.

**[0092]** (2-2) Ebenso ist die folgende Bedingung erfüllt:

$$0,9 < |f_y/f_x| < 1,1 \quad \dots(3),$$

wobei  $f_y$ ,  $f_x$  jeweils Brennweiten des gesamten Systems in dem Querschnitt der Erzeugenden und dem Meridian-Querschnitt sind, wodurch für das gesamte System bei jedem Azimutwinkel eine im wesentlichen konstante Brennweite beibehalten wird, und wobei auf die Korrektur des Bildseitenverhältnisses in der Erzeugenden-Richtung und der Meridianrichtung der auf der Display-Einrichtung angezeigten Bildinformation verzichtet werden kann.

**[0093]** (2-3) Ebenso ist die folgende Bedingung erfüllt:

$$|R_x| < |R_y| \quad \dots(4),$$

wobei  $R_y$ ,  $R_x$  jeweils die Radien der paraxialen Krümmung der konkaven Seitenfläche **2** in dem Querschnitt der Erzeugenden und dem Meridian-Querschnitt sind. Um das Beobachtungssystem kompakt auszuführen, muss die optische Achse der konkaven Seitenfläche in dem Querschnitt der Erzeugenden von der optischen Achse des Auges im Uhrzeigersinn stark geneigt werden, jedoch erzeugt solch eine Konfiguration eine große exzentrische Aberration. Andererseits wird in dem Meridian-Querschnitt solch keine hohe exzentrische Aberration erzeugt, weil wenig Raum für solch eine Exzentrizität vorliegt. In der vorliegenden Ausführungsform ist, wie mittels der Bedingung (4) angedeutet, von daher der Radius  $R_y$  der Krümmung in dem Querschnitt der Erzeugenden größer als der Radius  $R_x$  in dem Meridian-Querschnitt gewählt, oder die Strahlbrechkraft in der Erzeugenden-Richtung ist schwächer als die in der Meridian-Richtung gewählt, wodurch die exzentrische Aberration in

dem Querschnitt der Erzeugenden unterdrückt wird.

**[0094]** Zum Zwecke der Korrektur der exzentrischen Aberration ist in der vorliegenden Ausführungsform die Bedingung (4) in bevorzugter Weise wie folgt eingestellt:

$$|R_x/R_y| < 0,85 \quad (5)$$

**[0095]** (2-4) Wenn sich die Eintritts-Seitenfläche **5** des Prisma-Bauteils **3** aus einer torischen Fläche oder einer anamorphoten Fläche zusammensetzt, wird die folgende Bedingung ausgewählt:

$$|R_{y5}| < |R_{x5}| \quad \dots(6),$$

wobei  $R_{y5}$  und  $R_{x5}$  jeweils Krümmungsradien in dem Querschnitt der Erzeugenden und dem Meridian-Querschnitt sind. Die Eintritts-Seitenfläche **5** erzeugt in dem Querschnitt der Erzeugenden eine relativ geringe exzentrische Aberration. Von daher wird, obwohl der konkaven Seitenfläche **2** sowie der Vorder-Seitenfläche **1** in dem Querschnitt der Erzeugenden keine starken Strahlbrechkräfte gegeben werden können, der Eintritts-Seitenfläche **5** in dem Querschnitt der Erzeugenden eine starke Strahlbrechkraft gegeben, wodurch eine im wesentlichen konstante Brennweite bei jedem Azimutwinkel in dem gesamten System realisiert wird.

**[0096]** (2-5) In dem Meridian-Querschnitt wird ein hinreichendes optisches Vermögen realisiert, indem dem total-reflektierenden Bereich der Vorder-Seitenfläche **1** eine negative Strahlbrechkraft, der konkaven Seitenfläche **2** eine positive Strahlbrechkraft sowie dem Durchlassbereich der Vorder-Seitenfläche **1** eine negative Strahlbrechkraft gegeben werden. Wenn die Eintritts-Seitenfläche **5** eine Strahlbrechkraft aufweist, ist diese in dem Querschnitt der Erzeugenden in bevorzugter Weise als positive Strahlbrechkraft gewählt, um das Defizit hinsichtlich der positiven Strahlbrechkraft in dem Querschnitt der Erzeugenden in dem gesamten System abzudecken.

**[0097]** (2-6) In dem Querschnitt der Erzeugenden wird ein hinreichend optisches Vermögen realisiert, indem dem total-reflektierenden Bereich der Vorder-Seitenfläche **1** eine negative Strahlbrechkraft sowie der konkaven Seitenfläche **2** eine positive Strahlbrechkraft gegeben werden. Wenn die Eintritts-Seitenfläche **5** eine Strahlbrechkraft aufweist, ist sie in dem Meridian-Querschnitt als positive Strahlbrechkraft gewählt, wodurch die Aberrationen in dem Meridian-Querschnitt herabgesetzt werden.

**[0098]** (2-7) In dem Meridian-Querschnitt werden die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,1 < |2f_x/R_{x1}| < 2,0 \quad \dots(7)$$

$$0,5 < |2f_x/R_{x2}| < 2,5 \quad \dots(8),$$

wobei  $R_{x1}$ ,  $R_{x2}$  jeweils Krümmungsradien von dem total-reflektierenden Bereich der Vorder-Seitenfläche **1** und von der konkaven Seitenfläche **2** sind, und wobei  $f_x$  die Brennweite des gesamten Systems ist. Die oberen Grenzen der Bedingungen (7), (8) entsprechen stärkeren Strahlbrechkräften der Krümmungen, während die unteren Grenzen den schwächeren Strahlbrechkräften entsprechen. Oberhalb der oberen Grenze der Bedingung (7) ist es schwierig, die Aberration der Bildverzerrung zu korrigieren, und unterhalb der unteren Grenze ist es schwierig, die Bedingung der Totalreflexion zu erfüllen. Ebenso ist es oberhalb der oberen Grenze der Bedingung (8) schwierig, den Astigmatismus zu korrigieren, und unterhalb der unteren Grenze wird das gesamte optische System größer, im einzelnen mit einer größeren Dicke in der Richtung parallel zu der optischen Achse.

**[0099]** (2-8) In dem Querschnitt der Erzeugenden werden die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0 < |2f_y/R_{y1}| < 1,0 \quad \dots(9)$$

$$0,2 < |2f_y/R_{y2}| < 2,5 \quad \dots(10),$$

wobei  $R_{y1}$ ,  $R_{y2}$  jeweils Krümmungsradien von dem total-reflektierenden Bereich der Vorder-Seitenfläche **1** und der konkaven Seitenfläche **2** sind, und wobei  $f_y$  die Brennweite des gesamten Systems ist. Die oberen Grenzen der Bedingungen (9) und (10) entsprechen stärkeren Strahlbrechkräften der Krümmungen, während die unteren Grenzen schwächeren Strahlbrechkräften entsprechen. Oberhalb der oberen Grenze der Bedingung (9) wird es schwierig, die exzentrische Aberration der Bildverzerrung zu korrigieren, während es unterhalb der un-

teren Grenze schwierig wird, die Bedingung der Totalreflexion zu erfüllen. Ebenso wird oberhalb der oberen Grenze der Bedingung (10) deutlich der exzentrische Astigmatismus erzeugt, und unterhalb der unteren Grenze wächst die Länge der Gesamtlinse an, und das gesamte optische System wird in unerwünschter Weise unhandlich.

**[0100]** (2-9) Die konkave Seitenfläche **2** wird in einer parallelen Weise in dem Querschnitt der Erzeugenden (y-Richtung) von der optischen Achse **104** des Auges in Richtung der Display-Einrichtung **4** verschoben, wodurch die exzentrische Aberration der Bildverzerrung in dem Querschnitt der Erzeugenden unterdrückt wird. Der Betrag  $E$  der parallelen Verschiebung (Entfernung von der optischen Achse **104** zu dem Scheitelpunkt der konkaven Seitenfläche **2**, wie in der [Fig. 12B](#) gezeigt) ist derart gewählt, um die folgende Bedingung zu erfüllen:

$$25 \leq E \quad \dots(11)$$

wodurch die exzentrische Bildverzerrung in zufriedenstellender Weise korrigiert wird.

**[0101]** (2-10) Um in effektiver Weise das gesamte optische System kompakt auszuführen, wird der Neigungswinkel  $\alpha$  in der Bedingung (1) derart beibehalten, dass die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$-15^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ \quad \dots(12)$$

**[0102]** Unterhalb der unteren Grenze der Bedingung (12) wird die Bildinformation deutlich verzerrt, während oberhalb der oberen Grenze das Prisma-Bauteil **3** in der Richtung der optischen Achse **104** dicker wird.

**[0103]** [Fig. 13](#) bis [Fig. 16](#) sind schematische Darstellungen, die Modifikationen in einem Teil des Sichtlinien-Erfassungssystems in der Umgebung des Prisma-Bauteils **3** zeigen.

**[0104]** Eine in der [Fig. 13](#) gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von den vorhergehenden Ausführungsformen darin, dass das optische Bauteil **10** zwischen dem Auge **103** des Beobachters und dem Prisma-Bauteil **3** vorgesehen ist, wobei die Abbildungslinse **8** sowie der Bildsensor **9** entsprechend angeordnet sind. Diese Ausführungsform liefert einen Vorteil hinsichtlich der exakten Erfassung der Sichtlinie, da keine exzentrische Seitenfläche in dem Sichtlinien-Erfassungssystem enthalten ist.

**[0105]** In einer in der [Fig. 14](#) gezeigten Ausführungsform ist die dichroische Seitenfläche **7** innerhalb des Prisma-Bauteils **3** in einer geneigten Weise vorgesehen, und zwar wobei die Abbildungslinse **8** sowie der Bildsensor **9** entsprechend positioniert sind. Diese Ausführungsform ist durch eine reduzierte Anzahl von Bauteilen gekennzeichnet, was zu einer noch kompakteren Ausführung des gesamten optischen Systems führt.

**[0106]** In einer in [Fig. 15](#) gezeigten Ausführungsform ist das optische Bauteil **10** von dem Auge **103** weiter weg liegend als das Prisma-Bauteil **3** angeordnet. Ebenso ist die konkave Seitenfläche **2** mit einem dichroischen Film versehen, der das sichtbare Licht reflektiert und das Infrarotlicht hindurchlässt. Das optische Bauteil **10** ist mit einer geneigten Reflexionsseitenfläche **11** versehen, die einen semidurchlässigen, total-reflektierenden oder dichroischen Film aufweist, und die Abbildungslinse **8** sowie der Bildsensor **9** sind demgemäß angeordnet. In [Fig. 17A](#) und [Fig. 17B](#) ist der Zustand der Montage der Vorrichtung der vorliegenden Ausführungsform an dem Kopf des Beobachters schematisch dargestellt.

**[0107]** In einer in [Fig. 16](#) gezeigten Ausführungsform ist das sich aus einer seitenparallelen, flachen Platte zusammensetzende optische Bauteil **10** durch einen das sichtbare Licht hindurchlassenden und das Infrarotlicht reflektierenden dichroischen Spiegel **7** ersetzt, der an der Eintritts-Seitenfläche **5** des Prisma-Bauteils **3** vorgesehen ist, und dementsprechend sind die Abbildungslinse **8** sowie der Bildsensor **9** angeordnet. Der Zustand der Montage der Vorrichtung der vorliegenden Ausführungsform an dem Kopf des Beobachters ist in den [Fig. 18A](#) und [Fig. 18B](#) schematisch dargestellt.

**[0108]** Display-Vorrichtungen, welche die Sichtlinien-Erfassungssysteme der zuvor beschriebenen Ausführungsformen verwenden, können bei sogenannten Head-up-Display-Vorrichtungen direkt angewandt werden.

**[0109]** Im Nachfolgenden werden numerische Beispiele der vorliegenden Erfindung aufgezeigt, wobei Bauteile des Systems unter Bezugnahme auf die [Fig. 8A](#), [Fig. 8B](#) und [Fig. 9](#) wie folgt dargestellt werden:

(1) Auge **103**, welches als Ursprungspunkt  $(0,0)$  des Koordinatensystems ausgewählt ist;

(2) Beim Nachführen bzw. Verfolgen des Lichtes von dem Auge **103** gilt in dem Sichtlinien-Erfassungssystem folgendes:

- i = 1 Auge
- i = 2 Vorder-Seitenfläche **1** (Durchlass-Seitenfläche)
- i = 3 Konkave Seitenfläche **2**
- i = 4 Vorderseitenfläche (total-reflektierende Seitenfläche)
- i = 5 Eintritts-Seitenfläche **5**
- i = 6 Eintritts-Seitenfläche des optischen Bauteils **10**
- i = 7 Dichroische Seitenfläche
- i = 8
- i = 9 Austritts-Seitenfläche des optischen Bauteils **10**
- i = 10 Eintritts-Seitenfläche der Abbildungslinse
- i = 11 Austritts-Seitenfläche der Abbildungslinse
- i = 12 Bildsensor

In dem Beobachtungssystem gilt folgendes:

- i = 8 Eintritts-Seitenfläche der Bildinformation
- i = 9 Display-Seitenfläche der Bildinformation

(3) TAL gibt eine torisch-asphärische Fläche an; und AAL gibt eine anamorphot-asphärische Fläche an.

[0110] Das TAL wird in dem Querschnitt (Y – Z) der Erzeugenden mittels der nachfolgenden sphärischen Gleichung definiert:

$$Z = \frac{y^2/ryi}{1 + \sqrt{1 - (1+ki) (y/ryi)^2}} + Aiy^4 + Biy^6 + Ciy^8 + Diy^{10}$$

wobei i die Seitenflächenzahl angibt und in dem Meridian-Querschnitt (X – Z) sphärisch ist.

[0111] Ebenso ist AAL wie folgt definiert:

$$Z = \frac{y^2/ryi + x^2/rxi}{1 + \sqrt{1 - \{(1+kyi) (y/ryi)^2 + (1+kxi) (x/rxi)^2\}}} + ARi \{(1+APi)y^2 + (1-APi)x^2\}^2 + BRi \{(1+BPi)y^2 + (1-BPi)x^2\}^3 + CRi \{(1+CPi)y^2 + (1-CPi)x^2\}^4 + DRi \{(1+DPi)y^2 + (1-DPi)x^2\}^5$$

wobei i die Seitenflächenzahl angibt.

[0112] Ebenso zeigt AL in der vorliegenden Erfindung eine rotationssymmetrische sphärische Fläche an, welche wie folgt definiert wird:

$$Z = \frac{y^2/ryi}{1 + \sqrt{1 - (1+ki) (y/ryi)^2}} + Aiy^4 + Biy^6 + Ciy^8 + Diy^{10}$$

wobei i die Seitenflächenzahl angibt. Die Scheitelpunktkoordinate (Y, Z) ist eine absolute Koordinate, wenn der Scheitelpunkt der Augoberfläche als (0, 0) angenommen wird. Der Neigungswinkel in dem Querschnitt der Erzeugenden zeigt den Neigungswinkel der optischen Achse von jeder Seitenfläche an, und zwar hinsichtlich der optischen Achse des Auges, wobei der Winkel im entgegengesetzten Uhrzeigersinn als positiv angenommen wird. Eine Reflexions-Seitenfläche (die eine Totalreflexions-Seitenfläche enthält) wird mittels eines Suffix M angezeigt. nd und vd zeigen jeweils den Strahlbrechungsindex sowie die Abbe-Zahl für die d-Linie an.

[Numerisches Beispiel 5]

(Sichtlinien-Erfassungssystem)

	$r_{yi}$	$r_{xi}$	Scheitelpunkt-Koordinate Y, Z	Neigungswinkel im Querschnitt der Erzeugenen	
	Krümmungs-Radius im Querschnitt der Erzeugenen	Krümmungs-Radius im Querschnitt des Meridian			
i= 1	$\infty$		(0, 0)	0 °	Auge
i= 2	-514.575	-52.805	(0, 21.15)	0	TAL
i= 3	-63.546	-42.575	(26.30, 35.96)	-3.33	TAL-M
i= 4	-514.575	-52.805	(0, 21.15)	0	TAL-M
i= 5	$\infty$		(20.72, 28.06)	65.37	
i= 6	$\infty$		(21.18, 28.27)	65.37	
i= 7	$\infty$		(23.41, 28.20)	30.37	M
i= 8	$\infty$		(21.18, 28.27)	65.37	M
i= 9	$\infty$		(24.93, 20.09)	-54.64	
i=10	-1.889		(26.90, 21.14)	-54.64	AL
i=11	1.426		(29.35, 19.41)	-54.64	AL
i=12	$\infty$		(30.51, 18.95)	-51.60	Bildsensor
(Beobachtungssystem)					
i= 8	$\infty$		(23.91, 29.52)	65.37	
i= 9	$\infty$		(24.98, 30.01)	59.37	Bild-Information

nd=1.49171  $\nu$ d=57.4  
 nd=1.51633  $\nu$ d=64.1  
 nd=1.49171  $\nu$ d=57.4  
 nd=1.51633  $\nu$ d=64.1

(TAL, AL-Daten)

TAL2, 4: K=460.670, A=-0.227E-5, B=0.179E-7, C=-0.453E-10, D=0.429E-13

TAL3 : K=1.105, A=-0.709E-6, B=-0.273E-8, C=-0.191E-11, D=0.631E-15

AL10 : K=-3.858, A=0.851E-2, B=-0.101, C=0.149, D=-0.755E-1

AL11 : K=-0.113, A=0.195, B=-0.590, C=0.471, D=-0.138

(1)  $\alpha = 0$  (5)  $|R_{x1}/R_{y1}| = 0.10$  (8)  $2f_x/R_{x2} = -1.09$  (11)  $E = 26.3$

(2)  $|\beta| = 0.10$   $|R_{x2}/R_{y2}| = 0.67$  (9)  $2f_y/R_{y1} = -0.04$

(3)  $|f_y/f_x| = 1.00$  (7)  $2f_x/R_{x1} = -0.88$  (10)  $2f_y/R_{y2} = -0.36$

[Numerisches Beispiel 6)

(Sichtlinien-Erfassungssystem)

$r_{yi}$	$r_{xi}$	Scheitelpunkt-Koordinate Y, Z		Neigungswinkel im Querschnitt der Erzeugenen	
Krümmungs-Radius im Querschnitt der Erzeugenen	Krümmungs-Radius im Querschnitt des Meridian				
i= 1 $\infty$		(0, 0)		0 °	Auge
i= 2 -514.575	-52.805	(0, 21.15)		0	TAL
i= 3 -63.546	-42.575	(26.30, 35.96)		-3.33	TAL
i= 4 -514.575	-52.805	(0, 34.15)		0	TAL
i= 5 $\infty$		(0, 37.15)		45	M
i= 6 -1.889		(-13.0, 37.15)		90	AL
i= 7 1.426		(-16.0, 37.15)		90	AL
i= 8 $\infty$		(-17.27, 37.15)		90	Bildsensor
(Beobachtungssystem)					
i= 3 -63.546	-42.575	(26.30, 35.96)		-3.33	TAL-M
i= 4 -514.575	-52.805	(0, 21.15)		0	TAL-M
i= 5 $\infty$		(20.72, 28.06)		65.37	
i= 6 $\infty$		(24.05, 29.59)		54.25	Bild-Information
(TAL, AL-Daten)					
TAL2, 4: K=460.670. A=-0.227E-5. B=0.179E-7. C=-0.453E-10. D=0.429E-13					
TAL3 : K=1.105. A=-0.709E-6. B=0.273E-8. C=-0.191E-11. D=0.631E-15					
AL6 : K=-3.858. A=0.851E-2. B=-0.101. C=0.149. D=-0.755E-1					
AL7 : K=-0.113. A=0.195. B=-0.590. C=0.471. D=-0.138					
(1) $\alpha = 0$ (5) $ R_{x1}/R_{y1}  = 0.10$ (8) $2f_x/R_{x2} = -1.09$ (11) $E = 26.3$					
(2) $ \beta  = 0.05$ $ R_{x2}/R_{y2}  = 0.67$ (9) $2f_y/R_{y1} = -0.04$					
(3) $ f_y/f_x  = 1.00$ (7) $2f_x/R_{x1} = -0.88$ (10) $2f_y/R_{y2} = -0.36$					

[Numerisches Beispiel 7]

(Sichtlinien-Erfassungssystem)

	$r_{yi}$	$r_{zi}$	Scheitelpunkt- Koordinate Y, Z	Neigungswinkel im Querschnitt der Erzeugenen		
	Krümmungs- Radius im Querschnitt der Erzeugenen	Krümmungs- Radius im Querschnitt des Meridian				
i= 1	$\infty$		(0, 0)	0 °	Auge	
i= 2	-2158.074	-32.224	(0.60, 19.85)	-10.55	AAL	] nd=1.49171 ν d=57.4
i= 3	-63.157	-32.870	(34.76, 30.92)	15.81	AAL-M	
i= 4	-2158.074	-32.224	(0.60, 19.85)	-10.55	AAL-M	
i= 5	72.108	1049.744	(14.82, 29.02)	53.74	AAL	
i= 6	$\infty$		(14.98, 29.14)	53.74		] nd=1.51633 ν d=64.1
i= 7	$\infty$		(17.19, 29.51)	18.74	M	
i= 8	$\infty$		(14.98, 29.14)	53.74	M	
i= 9	$\infty$		(20.31, 21.88)	-66.27		] nd=1.49171 ν d=57.4
i=10	-1.889		(22.03, 23.31)	-66.27	AL	
i=11	1.426		(24.77, 22.10)	-66.27	AL	
i=12	$\infty$		(25.96, 21.91)	-63.23	Bildsensor	
(Beobachtungssystem)						
i= 8	$\infty$		(17.40, 30.91)	53.74		] nd=1.51633 ν d=64.1
i= 9	$\infty$		(18.21, 31.50)	44.74	Bild-Information	

(AAL, AL-Daten)

AAL2, 4:

Ky=-13763.5. AR=-0.170E-4, BR=0.406E-7, CR=-0.154E-9, DR=0.223E-12

Kx=-3.896, AP=-0.245, BP=0.416E-1, CP=0.870E-1, DP=-0.203E-1

AAL3:

Ky=1.238, AR=-0.317E-5, BR=0.248E-8, CR=-0.179E-11, DR=0.608E-15

Kx=0.279, AP=-0.249, BP=0.327E-2, CP=-0.192E-1, DP=0.181E-1

AAL5:

Ky=6.825, AR=-0.114E-4, BR=-0.402E-6, CR=0.113E-8, DR=-0.411E-10

Kx=-1.33E+6, AP=0.273E+1, BP=0.155E+1, CP=0.160E+1, DP=-0.644

AL10 : K=-3.858, A=0.851E-2, B=-0.101, C=0.149, D=-0.755E-1

AL11 : K=-0.113, A=0.195, B=-0.590, C=0.471, D=-0.138

(1)  $\alpha = -10.5$  (5)  $|R_{x1}/R_{y1}| = 0.01$  (8)  $2f_x/R_{x2} = -1.47$  (11)  $E = 34.8$

(2)  $|\beta| = 0.12$   $|R_{x2}/R_{y2}| = 0.52$  (9)  $2f_y/R_{y1} = -0.02$

(3)  $|f_y/f_x| = 0.96$  (7)  $2f_x/R_{x1} = -1.5$  (10)  $2f_y/R_{y2} = -0.73$

[Numerisches Beispiel 8]

(Sichtlinien-Erfassungssystem)

$r_{yi}$	$r_{xi}$	Scheitelpunkt-Koordinate Y, Z	Neigungswinkel im Querschnitt der Erzeugenen	
Krümmungs-Radius im Querschnitt der Erzeugenen	Krümmungs-Radius im Querschnitt des Meridian			
i= 1 $\infty$		(0, 0)	0 °	Auge
i= 2 -9423.260	-47.769	(0, 20.38)	1.50	AAL
i= 3 -65.701	-36.469	(33.13, 29.99)	14.29	AAL-M
i= 4 -9433.260	-47.769	(0, 20.38)	1.50	AAL-M
i= 5 7188.930	-49.971	(16.33, 26.54)	62.55	AAL
i= 6 $\infty$		(19.89, 27.27)	21.55	M
i= 7 -1.889		(21.28, 20.34)	-11.45	AL
i= 8 1.426		(21.88, 17.39)	-11.45	AL
i= 9 $\infty$			-8.45	Bildsensor
(Beobachtungssystem)				
i= 7 $\infty$		(21.11, 29.03)	55.43	Bild-Information

nd=1.49171  
 $\nu d=57.4$

nd=1.49171  
 $\nu d=57.4$

(AAL, AL-Daten)

AAL2, 4:

Ky=-361850, AR=-0.183E-4, BR=0.381E-7, CR=-0.114E-9, DR=0.153E-12

Kx=-13.802, AP=-0.317, BP=-0.602E-1, CP=0.272E-1, DP=-0.211E-1

AAL3:

Ky=1.227, AR=-0.209E-5, BR=0.308E-8, CR=-0.190E-11, DR=0.505E-15

Kx=0.172, AP=0.472, BP=0.553E-1, CP=-0.265E-1, DP=0.751E-2

AAL5:

Ky=987000, AR=-0.871E-5, BR=-0.264E-6, CR=0.469E-13, DR=0.137E-11

Kx=-70.169, AP=41.763, BP=-0.395, CP=0.183E+2, DP=-0.988

AL7 : K=-3.858, A=0.851E-2, B=-0.101, C=0.149, D=-0.755E-1

AL8 : K=-0.113, A=0.195, B=-0.590, C=0.471, D=-0.138

(1)  $\alpha = 1.5$  (5)  $|R_{x1}/R_{y1}| = 0.005$  (8)  $2f_x/R_{x2} = -1.22$  (11)  $E = 33.1$ (2)  $|\beta| = 0.10$   $|R_{x2}/R_{y2}| = 0.56$  (9)  $2f_y/R_{y1} = -0.46$ (3)  $|f_y/f_x| = 1.00$  (7)  $2f_x/R_{x1} = -0.93$  (10)  $2f_y/R_{y2} = -0.61$

[Numerisches Beispiel 9]

(Sichtlinien-Erfassungssystem)

	$r_{yi}$	$r_{zi}$	Scheitelpunkt- Koordinate Y, Z	Neigungswinkel im Querschnitt der Erzeugenen		
	Krümmungs- Radius im Querschnitt der Erzeugenen	Krümmungs- Radius im Querschnitt des Meridian				
i= 1	$\infty$		(0, 0)	0 °	Auge	
i= 2	-9538.246	-47.590	(0, 21.30)	7.28	AAL	nd=1.49171 $\nu$ d=57.4
i= 3	-65.6	-36.035	(32.96, 31.40)	14.67	AAL-M	
i= 4	-9538.246	-47.590	(0, 21.30)	0.28	AAL-M	
i= 5	225.188	727.642	(16.47, 28.45)	65.28	AAL	
i= 6	$\infty$		(16.92, 28.60)	67.28		nd=1.51633 $\nu$ d=64.1
i= 7	$\infty$		(19.15, 28.51)	35.28	M	
i= 8	$\infty$		(16.92, 28.66)	67.28	M	
i= 9	$\infty$		(19.69, 29.82)	67.28	M	
i=10	$\infty$		(23.55, 20.60)	-167.72		nd=1.49171 $\nu$ d=57.4
i=11	1.889		(21.38, 20.05)	-167.72	AL	
i=12	-1.426		(20.74, 17.12)	-167.72	AL	
i=13	$\infty$		(20.19, 16.01)	-164.69	Bildsensor	nd=1.51633 $\nu$ d=64.1
	(Beobachtungssystem)					
i= 8	$\infty$		(19.69, 29.82)	67.28		
i= 9	$\infty$		(22.02, 29.17)	54.10	Bild-Information	

(AAL, AL-Daten)

AAL2, 4:

**Ky=-387540, AR=-0.183E-4, BR=0.378E-7, CR=-0.117E-9, DR=0.158E-12****Kx=-20.897, AP=-0.300, BP=-0.548E-1, CP=0.326E-1, DP=-0.228E-1**

AAL3:

**Ky=1.213, AR=-0.224E-5, BR=0.305E-8, CR=-0.190E-11, DR=0.500E-15****Kx=0.165, AP=-0.464, BP=0.630E-1, CP=-0.251E-1, DP=0.380E-2**

AAL5:

**Ky=559.028, AR=-0.675E-5, BR=0.182E-6, CR=0.212E-12, DR=-0.189E-10****Kx=-99429.4, AP=0.486E+1, BP=-0.125E+1, CP=0.111E+2, DP=-0.789****AL11 : K=-3.858, A=0.851E-2, B=-0.101, C=0.149, D=-0.755E-1****AL12 : K=-0.113, A=0.195, B=-0.590, C=0.471, D=-0.138****(1)  $\alpha = 0.28$  (5)  $|R_{x1}/R_{y1}| = 0.005$  (8)  $2f_x/R_{x2} = -1.26$  (11)  $E = 33.0$** **(2)  $|\beta| = 0.11$   $|R_{x2}/R_{y2}| = 0.55$  (9)  $2f_y/R_{y1} = -0.005$** **(3)  $|f_y/f_x| = 1.00$  (7)  $2f_x/R_{x1} = -0.95$  (10)  $2f_y/R_{y2} = -0.69$** 

[0113] Wie es zuvor beschrieben wurde, wird gemäß der vorliegenden Erfindung eine Display-Vorrichtung, wie etwa ein am Kopf montiertes Display, bereitgestellt, welches eine kompakte Ausführung ermöglicht und mit einem Sichtlinien-Erfassungssystem ausgestattet ist, das in der Lage ist, basierend auf der Sichtlinieninformation den Beobachtungszustand der mittels der Display-Einrichtung angezeigten Bildinformation in dem Beobachtungssystem zu steuern, und zwar indem geeignet das in einem Teil des Beobachtungssystems zum Erfassen der Sichtlinie des Beobachters vorgesehene Beobachtungssystem zum Beobachten der mittels der Display-Einrichtung sowie mittels des Sichtlinien-Erfassungssystems angezeigten Bildinformation ausgelegt ist.

[0114] Im Nachfolgenden wird die Steuerung der Display-Vorrichtung beschrieben, welche die zuvor beschriebene Sichtlinien-Erfassungsfunktion verwendet.

[0115] [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) zeigen jeweils die optischen Wege des Beobachtungssystems und des Sichtlinien-Erfassungssystems in dem optischen System der vorliegenden Erfindung.

[0116] Die Display-Einrichtung 4 zeigt bei einer Anzeige-Seitenfläche hiervon mit sichtbarem Licht ein Bild, wie etwa ein Zeichen oder ein Muster, an, ein Flach-Prisma 10 besteht aus zwei zusammengeführten Prismen, wobei die Verbindungsebene mit einem das sichtbare Licht durchlässigen und das Infrarotlicht für die Sichtlinienerfassung reflektierenden dichroischen Spiegel versehen ist. Das Prisma 10 weist eine Seitenwand 13 auf.

[0117] Ein erstes optisches Bauteil 3A ist mit einer flachen Seitenfläche 5, einer gekrümmten oder asphärischen Seitenfläche 1 sowie einer halbdurchlässigen oder total-reflektierenden, sphärischen oder asphärischen Seitenfläche 2a mit positiver Strahlbrechkraft versehen. In der vorliegenden Ausführungsform setzt sich die Seitenfläche 2a aus einem Halbspiegel zusammen. Ein zweites optisches Element 3B ist mit einer transparenten oder lichtundurchlässigen, flachen oder gekrümmten Seitenfläche 6 sowie einer konkaven Seitenfläche 2b versehen, die aus einer halbdurchlässigen oder total-reflektierenden, sphärischen oder asphärischen Oberfläche mit der gleichen Formgebung wie die Seitenfläche 2a besteht. Die Seitenfläche 2a des ersten optischen Elementes 3A und der Seitenfläche 2b des zweiten optischen Elementes 3B sind zusammengefügt, um einen einzelnen Prisma-Block 3 auszubilden. Die zusammengefügte Seitenfläche 2 bildet einen Halbspiegel aus.

[0118] Ebenso sind eine Abbildungslinse 8 zur Sichtlinien-Erfassung, ein Bildsensor 9, der aus einer CCD besteht, sowie eine Lichtquelle 12 zum Erfassen der Sichtlinie des Auges E des Beobachters, indem das vordere Teil des Auges E mit unsichtbarem (infrarotem) Licht beleuchtet wird, vorgesehen.

**[0119]** Die Sichtlinien-Erfassungsschaltung **14** erfasst die Sichtlinieninformation des Auges E. Die Diskriminierungseinrichtung **15** unterscheidet, ob die Sichtlinie des Beobachters für eine zuvor festgelegte Zeit in einer im wesentlichen gleichen Richtung festgelegt ist. Die Steuereinrichtung **16** empfängt Bildsignale von einer Bildinformationsquelle S und zeigt basierend auf der Sichtlinieninformation von der Diskriminierungseinrichtung **15** ein Bild auf der Displayseitenfläche der Display-Einrichtung **4** bei gesteuertem Displayzustand an.

**[0120]** Das Prisma **10** und das erste optische Element **3A** begründen einen Teil des optischen Bildbeobachtungssystems, und das optische Bildbeobachtungssystem sowie das zweite optische Element **3B** begründen einen Teil des optischen Beobachtungssystems.

**[0121]** Im Nachfolgenden wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 19A](#) die Funktion des optischen Beobachtungssystems der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Steuereinrichtung **16** zeigt basierend auf den Signalen von der Bild-Informationsquelle S das Bild auf der Displayseitenfläche der Display-Einrichtung **4** an. Der Lichtstrahl (sichtbarer Lichtstrahl) von dem auf der Displayeinrichtung **4** angezeigten Bild wird durch den dichroischen Spiegel **7** des Prismas **10** übertragen, dann durch die Seitenfläche **5** in den Prisma-Block **3** eingeführt, an der Seitenfläche **1** totalreflektiert, dann an der Halbspiegelfläche **2** reflektiert und kondensiert, und der Lichtstrahl tritt dann von der Seitenfläche **1** aus, um in die Pupille O des Beobachters einzutreten. Von daher wird ein Falschbild Y des auf der Displayeinrichtung **4** angezeigten Bildes vor dem Beobachter gebildet, und kann von dem Beobachter beobachtet werden.

**[0122]** Andererseits wird das Lichtbündel von der externen Szene G in die Seitenfläche **6** des Prisma-Blockes **3** eingeführt, dann durch den Halbspiegel **2** hindurchgeführt, und das Lichtbündel tritt dann von der Seitenfläche **1** aus, um die Pupille des Beobachters zu erreichen, der von daher die Außenszene beobachten kann. Demgemäß beobachtet der Beobachter innerhalb des gleichen Gesichtsfeldes das Falschbild Y des auf der Display-Einrichtung **4** dargestellten Bildes und die externe Außenszene in einer Überlagerung.

**[0123]** Im Nachfolgenden wird die Funktion des optischen Sichtlinien-Erfassungssystems der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. Unter Bezugnahme auf die [Fig. 17B](#) wird das an dem durch das Infrarotlicht von der Lichtquelle **12** ausgestrahlte Vorderteil des Auges G des Beobachters reflektierte und gestreute Licht in die Seitenfläche **1** des Prisma-Blockes **3** eingeführt, dann von dem Halbspiegel **2** in Richtung der Seitenfläche **1** reflektiert, dann an der Seitenfläche **1** reflektiert, und es tritt dann von der Seitenfläche **5** aus, um in das Prisma **10** einzutreten. Das Licht wird dann an dem dichroischen Spiegel **7** reflektiert, an der unteren Seitenfläche des Prismas **10** totalreflektiert, und es tritt dann von der Seitenfläche **13** aus. Das Licht wird dann durch die Abbildungslinse **8** zur Sichtlinienerfassung überführt, wodurch es ein Bild des Vorderteils des Auges auf dem Bildsensor **9** ausbildet. Das an der Hornhaut des Auges E reflektierte Licht bildet Purkinjes-Bilder aus, während das durch die Pupille gestreute Licht ein Bild der Pupille ausbildet. Die Sichtlinien-Erfassungsschaltung **14** berechnet basierend auf den Purkinjes-Bildern und der von dem Bildsensor **9** erzielten Pupillenabbildung die Richtung der Sichtlinie des Beobachters. Diese Erfassung kann beispielsweise mittels eines Verfahrens erzielt werden, welches in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 3-109029 der Anmelderin der vorliegenden Erfindung offenbart ist.

**[0124]** Die Lichtquelle **12**, das erste optische Element **3A**, das Prisma **10**, die Abbildungslinse **8**, der Bildsensor **9** sowie die Sichtlinien-Erfassungsschaltung **13** begründen einen Teil der Sichtlinien-Erfassungseinrichtung.

**[0125]** [Fig. 20](#) ist ein Ablaufdiagramm, welches die Steuersequenz der vorliegenden Erfindung zeigt, um willkürlich und selektiv die Größe und die Position des Falschbildes des dargestellten Bildes zu variieren, welches mittels der Steuereinrichtung **16** der vorliegenden Erfindung gemäß der Sichtlinieninformation des Auges E des Beobachters mit der externen Abbildung überlagert werden muss.

**[0126]** [Fig. 21](#) ist eine schematische Darstellung von in der Bildanzeige der Display-Einrichtung **4** auswählbaren Display-Bereichen, d.h. der Größe und der Position des Displays. In dieser Ausführungsform sind fünf Displaybereiche **1** bis **5** auswählbar, von welchen die Displaybereiche **1** bis **4** jeweils rechteckigen Bereichen entsprechen, jeder gleich einem Viertel der Display-Seitenfläche, während der Displaybereich **5** der vollen Display-Seitenfläche entspricht.

**[0127]** Im Nachfolgenden werden die Verfahrensschritte des Ablaufdiagramms beschrieben. Die Zeichnungen an der rechten Seite zeigen die dem Beobachter bei den jeweiligen Verfahrensschritten bereitgestellten Bilder.

[0128] In der vorliegenden Ausführungsform wird beständig die Sichtlinie des Beobachters erfasst.

[0129] Verfahrensschritt 21: Einschalten eines Schalters zum Aktivieren der Funktion der vorliegenden Erfindung. Zu diesem Zweck ist bei einer zuvor festgelegten Position innerhalb der Displayseitenfläche während der gewöhnlichen Bildbeobachtung ein Schalter-Kennzeichen angezeigt, und wenn der Beobachter das Falschbild des Schalter-Kennzeichens für eine zuvor festgelegte Zeit anschaut, erfassen die Sichtlinien-Erfassungseinrichtung sowie die Diskriminierungseinrichtung 15 solch einen Betrachtungszustand und initiieren eine Schalteroperation des angeschauten Bildes in der nachfolgenden Abfolge:

(1) Die Sichtlinien-Erfassungseinrichtung erfasst die durch den Beobachter betrachtete Richtung.

Wenn die Position der Sichtlinie mit dem Schalter-Kennzeichen oder der Umgebung hiervon übereinstimmt, speichert die Diskriminierungseinrichtung 15 in einem Speicher die Richtung der Sichtlinie als erste Sichtlinieninformation, und die Abfolge geht zu (2) weiter.

Wenn die erfasste Richtung nicht mit dem Schalt-Kennzeichen übereinstimmt, identifiziert die Diskriminierungseinrichtung, dass der Beobachter es nicht wünscht, das angezeigte Bild zu schalten, so dass die Abfolge nicht mit (2) weiterfährt.

(2) Nach dem Verstreichen einer zuvor festgelegten Zeit erfasst die Diskriminierungseinrichtung 15 mittels der Sichtlinien-Erfassungseinrichtung die mittels des Beobachters betrachtete Richtung.

Wenn die erfasste Richtung mit dem Schalt-Kennzeichen übereinstimmt, beurteilt die Diskriminierungseinrichtung 15, dass der Beobachter das Schalt-Kennzeichen für die zuvor festgelegte Zeit betrachtet hat, und sendet ein Signal an die Steuereinrichtung 16, um den Schalter einzuschalten. Dann fährt die Abfolge mit einem Verfahrensschritt 22 fort. Wenn andererseits die erfasste Richtung nicht mit dem Schalt-Kennzeichen übereinstimmt, kehrt die Abfolge zu (1) zurück.

[0130] Indem die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte wiederholt werden, wird, wenn der Beobachter das Schalt-Kennzeichen für die zuvor festgelegte Zeit betrachtet, die Schalteroperation für das angezeigte Bild auf sichere Weise gestartet.

[0131] Verfahrensschritt 22: Wenn der Schalter eingeschaltet ist, zeigt die Steuereinrichtung 16 beispielsweise fünf in der [Fig. 22](#) gezeigte Punkte auf der Displayseitenfläche der Display-Einrichtung 4 an. Von daher sieht der Beobachter ein Bild 22a in der [Fig. 20](#).

[0132] Verfahrensschritt 23: Ermittlung des Displaybereiches. Der Beobachter schaut für eine zuvor festgelegte Zeit einen Punkt an, der den gewünschten Displaybereich darstellt, und die Sichtlinien-Erfassungseinrichtung sowie die Diskriminierungseinrichtung 15 identifizieren den für die zuvor festgelegte Zeit mittels des Beobachters angeschauten Punkt innerhalb des Bildes 22a in der nachfolgenden Abfolge:

(1) Die Sichtlinien-Erfassungseinrichtung erfasst die mittels des Beobachters betrachtete Richtung, und die Diskriminierungseinrichtung 15 identifiziert, ob die erfasste Richtung mit einem der fünf Punkte übereinstimmt. Wenn die erfasste Richtung mit einem der fünf Punkte übereinstimmt, wird die erfasste Richtung oder Position als erste Sichtlinien-Information in einem Speicher gespeichert.

Wenn die erfasste Richtung nicht mit einem der Punkte übereinstimmt, wird die Erfassung der Sichtlinie fortgesetzt, bis die Sichtlinie auf einem der Punkte erfasst ist.

(2) Nachdem eine zuvor festgelegte Zeit verstrichen ist, erfasst die Diskriminierungseinrichtung 15 mittels der Sichtlinien-Erfassungseinrichtung die mittels des Beobachters betrachtete Richtung, und erzielt eine zweite Sichtlinien-Information.

(3) Die Diskriminierungseinrichtung 15 vergleicht die erfasste Richtung der Sichtlinie mit der Richtung, die dem in dem Speicher gespeicherten Punkt entspricht.

Wenn zwei Richtungen miteinander übereinstimmen, beurteilt die Diskriminierungseinrichtung, dass der Punkt, welcher der erfassten Richtung entspricht, der Punkt ist, der durch den Beobachter hinsichtlich der Bildanzeige erwünscht ist, und sendet die entsprechende Information zu der Steuereinrichtung 16, und die Abfolge kehrt mit einem Verfahrensschritt 24 fort.

Wenn die beiden Richtungen nicht miteinander übereinstimmen, kehrt die Abfolge zu (1) zurück.

[0133] Der mittels des Beobachters betrachtete Punkt wird durch eine Wiederholung der zuvor beschriebenen Verfahrensschritte ermittelt.

[0134] Auf diese Art und Weise ein dem Punkt entsprechender Displaybereich eindeutig ermittelt, wenn der Beobachter einen Punkt für eine vorgegebene Zeit betrachtet.

[0135] Verfahrensschritt 24: Indem eine geeignete Bildverarbeitung bei der Bildinformation angewandt wird, zeigt die Steuereinrichtung 16 ein Bild in dem im Verfahrensschritt 23 ermittelten Displaybereich an, und zwar

indem die Größe und die Position des Displays bzw. der Anzeige des Bildes variiert werden. Wenn beispielsweise der in [Fig. 21](#) gezeigte Punkt **5** ausgewählt ist, wird das Bild in vollständiger Größe der Display-Seitenfläche dargestellt. Wenn der Punkt **4** ausgewählt ist, ändert sich die Bildgröße auf ein Viertel der Display-Seitenfläche, und wird, wie es in [24a](#) dargestellt ist, bei dem unteren rechten Teil hiervon angezeigt. Jedoch wird das Schalt-Kennzeichen separat erneut dargestellt.

**[0136]** Das Schalten des dargestellten Bildes ist von daher fertiggestellt.

**[0137]** In der vorliegenden Ausführungsform können, wie es im zuvor beschrieben wurde, im Verlauf der Bildbeobachtung und gemäß der Situation des externen Bildes die Größe und die Position des Falschbildes des dargestellten Bildes, welches überlagert werden muss, variiert werden, und zwar indem lediglich die Sichtlinie des Beobachters auf eine spezifische Position innerhalb des Gesichtsfeldes gerichtet wird, und ohne irgendeine manuelle Operation, so dass eine außerordentlich zufriedenstellende Bedienbarkeit erzielt wird. Darüber hinaus kann in der vorliegenden Ausführungsform die gesamte Vorrichtung kompakt ausgeführt werden, und zwar indem teilweise das optische Bild-Beobachtungssystem zum Beobachten des angezeigten Bildes sowie das optische Sichtlinien-Erfassungssystem zur Sichtlinienerfassung gemeinsam verwendet werden.

**[0138]** In der vorhergehenden Ausführungsform kann der Displaybereich auf fünf Arten und Weisen ausgewählt werden, jedoch ist es ebenso möglich, den Freiheitsgrad der dem Beobachter zur Verfügung stehenden Auswahl weiter zu erhöhen.

**[0139]** Ebenso kann die Einschalt-Operation des Schalters manuell ausgeführt werden.

**[0140]** [Fig. 23A](#) und [Fig. 23B](#) sind jeweils schematische Darstellungen, die optische Wege in einem optischen Beobachtungssystem und ein optisches Sichtlinien-Erfassungssystem in einem anderen optischen System der vorliegenden Erfindung zeigen, wobei diejenigen Bauteile, welche gleich mit denen in [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) sind, mit den gleichen Bezugsziffern dargestellt sind.

**[0141]** Die vorliegende Ausführungsform unterscheidet sich von der in [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) gezeigten Ausführungsform darin, dass eine lichtdurchlässige Flüssigkristallvorrichtung (Abschirmelement) **11** außerhalb der Seitenfläche **6** des zweiten optischen Elementes vorgesehen ist, um das Lichtbündel oder einen Teil hiervon beim Eintritt von der Außenseite in den Prisma-Block **3** abzublocken. Solch eine Unterbrechung bzw. ein Abblocken des eintreffenden Lichtes beseitigt das Überlappen des externen Bildes mit dem Falschbild **Y** des dargestellten Bildes, wodurch eine klarere Beobachtung des dargestellten Bildes möglich wird.

**[0142]** Das Prisma **10**, das erste optische Element **3A** etc. begründen einen Teil des optischen Bildbeobachtungssystems während das optische Bildbeobachtungssystem, das zweite optische Element **3B** sowie die Flüssigkristallvorrichtung **11** einen Teil des optischen Beobachtungssystems begründen. Ebenso begründen die Lichtquelle **12**, das erste optische Element **3A**, das Prisma **10**, die Abbildungslinse **8**, der Bildsensor **9** sowie die Sichtlinien-Erfassungsschaltung **14** einen Teil der Sichtlinien-Erfassungseinrichtung. Die Funktion der Beobachtung des dargestellten Bildes mittels des optischen Bild-Beobachtungssystems und die des optischen Sichtlinien-Erfassungssystems in der vorliegenden Ausführungsform sind gleich wie die Funktion in der in den [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) gezeigten vorangehenden Ausführungsform.

**[0143]** Im Nachfolgenden wird die Steuersequenz der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf ein in [Fig. 24](#) dargestelltes Ablaufdiagramm beschrieben. Die an der rechten Seite des Ablaufdiagramms gezeigten Zeichnungen stellen schematisch die Bilder dar, die dem Beobachter in den jeweiligen Verfahrensschritten bereitgestellt werden.

**[0144]** In der vorliegenden Ausführungsform wird die Richtung der Sichtlinie des Beobachters beständig erfasst.

**[0145]** Verfahrensschritt **61**: Einschalten eines Schalters zum Aktivieren der Funktion der vorliegenden Erfindung. Wie in der vorangehenden Ausführungsform erfassen die Sichtlinien-Erfassungseinrichtung sowie die Diskriminierungseinrichtung **15** solch einen Beobachtungszustand, wenn der Beobachter für eine zuvor festgelegte Zeit ein Falschbild eines als Bildpunkt in einem dem externen Bild überlagerten Teil des dargestellten Bildes dargestellten Schalt-Kennzeichens beobachtet, und sie initiieren eine Schaltoperation des dargestellten Bildes.

**[0146]** Verfahrensschritt **62**: Eingeben der Display-Größeninformation des dargestellten Bildes. Die Steuer-

einrichtung **16** zeigt beispielsweise ein Falschbild eines dargestellten Bildes **62a** zur Beobachtung durch den Beobachter an. Dieses Bild weist beispielsweise einen rechtwinkligen Displayrahmen S1 in Naturgröße, einen rechtwinkligen Rahmen S2, der hinsichtlich der Größe in der vertikalen und horizontalen Richtung  $1/2$  beträgt, sowie einen rechtwinkligen Rahmen S3, der hinsichtlich der Größe  $1/4$  beträgt, auf.

**[0147]** Jeder Display-Rahmen weist ein Blick-Kennzeichen bei einer Ecke auf (die obere rechte Ecke in dem dargestellten Beispiel). Wenn der Beobachter für eine zuvor festgelegte Zeit das zu einem gewünschten Rahmen gehörende Blick-Kennzeichen betrachtet, erfassen die Sichtlinien-Erfassungseinrichtung sowie die Diskriminierungseinrichtung **15** solch einen Blick-Zustand und beurteilen, dass der Beobachter die entsprechende Display-Größe ausgewählt hat, woraufhin die Display-Größe ermittelt und der Steuereinrichtung **16** die entsprechende Information zugeführt wird. (Die Abfolge dieser Operation ist ähnlich zu der, die bereits im Verfahrensschritt **23** der vorangehenden Ausführungsform beschrieben wurde.) Solch eine Auswahlprozedur von einer begrenzten Anzahl von Display-Rahmen ermöglicht das schnelle Einstellen der Display-Größe, obwohl eine Feineinstellung der Display-Größe nicht möglich ist. Als ein Beispiel sei ein Fall des Auswählens des Rahmens S2 betrachtet.

**[0148]** Verfahrensschritt **63**: Eingabe der Display-Positionsinformation des dargestellten Bildes. Die Steuereinrichtung **16** zeigt beispielsweise ein Falschbild eines dargestellten Bildes **63a** an, in welchem in einer Überlagerung mit dem externen Bild die Display-Seitenfläche in vollständiger Größe in Gittermuster-Bereiche einer geeigneten Anzahl eingeteilt ist. Dann betrachtet der Beobachter für eine zuvor festgelegte Zeit in diesen Bereichen eine erwünschte Bild-Displayposition (beispielsweise jene mit „x“ gekennzeichnete Bild-Displayposition). Wiederum hierauf ermitteln die Sichtlinien-Erfassungseinrichtung sowie die Diskriminierungseinrichtung **15** die Display-Position in der nachfolgenden Abfolge:

(1) Die Sichtlinien-Erfassungseinrichtung erfasst die mittels des Beobachters in dem Gittermuster betrachtete Position, und die Diskriminierungseinrichtung **15** speichert in einem Speicher die erfasste Bereichsnummer als erste Sichtlinieninformation.

(2) Nach dem Verstreichen einer zuvor festgelegten Zeit erfasst die Diskriminierungseinrichtung **15** mittels der Sichtlinien-Erfassungseinrichtung die durch den Beobachter betrachtete Position in dem Gittermuster, und als zweite Sichtlinieninformation wird die erfasste Bereichsnummer genommen.

(3) Die Diskriminierungseinrichtung **15** vergleicht die derart erfasste Bereichsnummer mit der in dem Speicher gespeicherten Bereichsnummer.

Wenn die beiden Bereichsnummern miteinander übereinstimmen, beurteilt die Diskriminierungseinrichtung **15**, dass von dem Beobachter dieser Bereich als Bild-Displaybereich erwünscht ist, und sendet die entsprechende Information an die Steuereinrichtung **16**. Dann fährt die Abfolge mit einem Verfahrensschritt **64** fort.

Wenn die beiden Bereichsnummern nicht miteinander übereinstimmen, wird die gespeicherte Bereichsnummer durch die neuerfasste Bereichsnummer ersetzt, und die Abfolge kehrt zu (2) zurück.

**[0149]** Die von dem Beobachter erwünschte Display-Position wird ermittelt, indem die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte wiederholt werden. Diese Prozedur ermöglicht es, dass die Positionsinformation sicher eingegeben wird, und vermeidet fehlerhafte Eingaben, und zwar selbst wenn die Sichtlinie des Beobachters etwas verschoben ist, so lange zumindest der Beobachter während des Eingabe-Zustandes der Positionsinformation die Umgebung des erwünschten Bereiches für eine vorher festgelegte Zeit betrachtet.

**[0150]** Verfahrensschritt **64**: Die Steuereinrichtung **16** unterscheidet, ob das Bild der ausgewählten Größe um die mittels des Beobachters ausgewählten Display-Position herum angezeigt werden kann.

**[0151]** Wenn solch eine Anzeige möglich ist, wird der Displaybereich derart ermittelt, und die Abfolge fährt zu einem Verfahrensschritt **65** fort.

**[0152]** Wenn andererseits, wie in **64a** angezeigt, das angezeigte Bild P1 um die ausgewählte Position herum über die Display-Seitenfläche ausufert, fährt die Abfolge mit einem Verfahrensschritt **66** fort.

**[0153]** Verfahrensschritt **66**: Berechnung der Wirkung der Verschiebung der Display-Position des angezeigten Bildes P1 zum Ermitteln eines Display-Bereiches P2, der es gestattet, dass die ausgewählte Größe des Bildes P1 mit einer minimalen Verschiebung der Display-Position beibehalten wird.

**[0154]** Verfahrensschritt **65**: Die Steuereinrichtung **16** verschiebt, wie in **65a** angezeigt, die Lichtdurchlässigkeit der Flüssigkristallvorrichtung **11** in dem Bild-Überlappungsbereich auf Null, wodurch das externe Bild in dem Abschnitt abgeschirmt und die Interferenz des externen Bildes mit dem Falschbild des derart ermittelten Display-Bildes vermieden werden.

**[0155]** Verfahrensschritt **67**: Die Steuereinrichtung **16** zeigt das Bild in dem in den Verfahrensschritten **64** und **66** ermittelten Display-Bereich an, und zwar indem die Größe und die Position der Anzeige des Bildes durch Anwenden einer geeigneten Bildverarbeitung an der Bildinformation variiert werden. Das Schalt-Kennzeichen wird separat von dem Überlappungsbereich angezeigt.

**[0156]** Das Schalten des angezeigten Bildes ist von daher fertiggestellt.

**[0157]** In der vorliegenden Ausführungsform können, wie es zuvor beschrieben wurde, im Zuge der Bildbeobachtung und gemäß der Situation des externen Bildes die Größe sowie die Position des Falschbildes des dargestellten Bildes, die überlagert werden müssen, variiert werden, und zwar indem nur die Sichtlinie des Beobachters auf eine spezielle Position innerhalb des Gesichtsfeldes gerichtet und das externe Bild in dem überlagerten Bereich mittels eines Abschirmelementes geeignet abgeschirmt werden. Von daher wird eine optische Beobachtungsvorrichtung erzielt, die durch außerordentlich zufriedenstellende Bedienbarkeit gekennzeichnet ist, und die keine manuelle Operation zum Variieren des angezeigten Bildes erfordert, und die eine klare Beobachtung des Falschbildes  $Y$  des dargestellten Bildes gestattet.

**[0158]** Die Displaygröße kann ebenso eingegeben werden, indem beispielsweise ein lineares Muster angezeigt wird, wobei ein Ende hiervon dem Bildrahmen der vollständigen Größe entspricht, während das andere Ende dem Bildrahmen der  $1/4$ -Größe entspricht, und indem die von dem Beobachter erwünschte Display-Größe in einer analogen Art und Weise beurteilt wird, und zwar basierend auf der durch den Beobachter auf dem linearen Muster betrachtete Position. Auf diese Art und Weise kann der Beobachter in einer außerordentlich genauen Art und Weise die Proportion der Displaygröße hinsichtlich der maximalen Display-Größe eingeben.

**[0159]** In der vorliegenden Ausführungsform ist bei der Eingabe der Display-Position ein Gittermuster angezeigt, jedoch kann solch eine Anzeige des Gittermusters entfallen.

**[0160]** Basierend auf der zuvor beschriebenen Konfiguration stellt die vorliegende Erfindung eine optische Beobachtungsvorrichtung mit hervorragender Bedienbarkeit bereit, welches in der Lage ist, im Zuge der Beobachtung von solch einem Falschbild oder im Zuge der Beobachtung von solch einem das externe Bild räumlich überlappenden Falschbild bei speziellen Positionen innerhalb des Gesichtsfeldes die Größe sowie die Position der Anzeige des Falschbildes zum Beobachten des auf der Display-Seitenfläche angezeigten Bildes willkürlich zu variieren, und zwar gemäß dem Wunsch des Beobachters oder gemäß der externen Situation, wobei die Sichtlinie des Beobachters verwendet wird.

**[0161]** Darüber hinaus wird ein optisches Beobachtungssystem bereitgestellt, welches in der Lage ist, einen Teil des externen Bildes abzuschirmen, während das Falschbild des angezeigten Bildes überlappt wird, wodurch eine außerordentlich klare Beobachtung von solch einem Falschbild ermöglicht wird.

**[0162]** Es wird eine Display-Vorrichtung zum Anzeigen von Information mit einem optischen System zum Führen des Lichtes der Display-Vorrichtung zu einem Auge bereitgestellt, wobei das optische System in der Reihenfolge der Ausbreitungs-Richtung des Lichtes eine Eintritts-Seitenfläche zum Aufnehmen des Lichtes, eine gekrümmte Seitenfläche zum Totalreflektieren des Lichtes sowie eine konkav zu der Aug-Seite ausgebildete Reflexions-Seitenfläche, die ausgelegt ist, das Licht in Richtung des Auges zu reflektieren, aufweist. Das reflektierte Licht wird mittels der gekrümmten Seitenfläche übertragen und erreicht das Auge. Von daher wird eine kompakte Display-Vorrichtung mit zufriedenstellend unterdrückten Aberrationen erzielt.

### Patentansprüche

1. Optisches Display-System zur Informationsbildung, welches eine optische Einrichtung (**3a, 3b**) aufweist, die ausgelegt ist, das Licht von einer Display-Einrichtung (**4**) zu einem Auge zu führen, wobei die optische Einrichtung (**3a, 3b**) eine erste gekrümmte Seitenfläche (**1**), um das Licht von der Display-Einrichtung zu reflektieren, sowie eine zweite gekrümmte Seitenfläche (**2**) aufweist, um das an der ersten gekrümmten Seitenfläche reflektierte Licht zu reflektieren, **dadurch gekennzeichnet**, dass sowohl die erste gekrümmte Seitenfläche (**1**) als auch die zweite gekrümmte Seitenfläche (**2**) in den beiden senkrechten Richtungen unterschiedliche Radien der paraxialen Krümmung aufweisen, die erste gekrümmte Seitenfläche (**1**) das Licht von der Display-Einrichtung im Inneren totalreflektiert, die zweite gekrümmte Seitenfläche (**2**) das an der ersten gekrümmten Seitenfläche reflektierte Licht zurück zu der ersten gekrümmten Seitenfläche (**1**) reflektiert, und die erste gekrümmte Seitenfläche (**1**) das an der zweiten gekrümmten Seitenfläche reflektierte Licht überträgt bzw. hindurchlässt.

2. Optisches System nach Anspruch 1, in welchem die optische Einrichtung (**3a**, **3b**) in der Reihenfolge der Fortpflanzungsrichtung des Lichtes eine Eintritts-Seitenfläche (**5**) zum Einführen des Lichtes von der Display-Einrichtung (**4**), die erste gekrümmte Seitenfläche (**1**) sowie die zum Reflektieren des Lichtes in Richtung des Auges ausgelegte, zweite gekrümmte Seitenfläche (**2**) aufweist, wobei das an der zweiten gekrümmten Seitenfläche (**2**) reflektierte Licht durch die erste gekrümmte Seitenfläche (**1**) übertragen wird und imstande ist, das Auge zu erreichen.

3. Optisches System nach Anspruch 1, welches eine Bedingung  $\alpha \leq 20^\circ$  erfüllt, wobei  $\alpha$  der Winkel zwischen der Tangente (L) an der ersten gekrümmten Seitenfläche (**1**) an ihrem Scheitelpunkt und einer Linie (m) ist, die senkrecht auf der optischen Achse (**104**) der optischen Einrichtung (**3a**, **3b**) steht.

4. Optisches System nach Anspruch 1, welches ferner eine zum Beleuchten des Auges ausgelegte Beleuchtungseinrichtung (**12**) sowie eine zum Empfangen des von dem Auge reflektierten Lichtes ausgelegte Licht-Empfangseinrichtung (**8**, **9**) zum Erfassen der Sichtlinie des Auges aufweist.

5. Optisches System nach Anspruch 4, welches ferner eine Steuereinrichtung (**14**, **15**, **16**) aufweist, um gemäß dem Licht-Empfangszustand der Licht-Empfangseinrichtung (**8**, **9**) den Anzeige-Zustand der Display-Einrichtung (**4**) zu steuern.

6. Optisches System nach Anspruch 2, in welchem die zweite gekrümmte Seitenfläche (**2**) eine halbdurchlässige Seitenfläche ist.

7. Optisches System nach Anspruch 4, in welchem die Licht-Empfangseinrichtung (**8**, **9**) ferner eine Konvergenz-Einrichtung (**8**) zum Umwandeln des von dem Auge reflektierten Lichtes der Beleuchtungseinrichtung sowie eine Erfassungseinrichtung (**9**) zum Erfassen von Licht von der Konvergenz-Einrichtung aufweist, um einen Zustand des Auges zu erfassen, wobei die folgende Bedingung erfüllt wird, wenn eine Bildverstärkung der Konvergenz-Einrichtung  $\beta$  ist.

$0,02 < \beta < 0,18$ .

8. Optisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, in welchem die erste gekrümmte Seitenfläche (**1**) eine negative optische Strahlbrechkraft aufweist, und in welchem die zweite gekrümmte Seitenfläche (**2**) eine positive optische Strahlbrechkraft aufweist.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

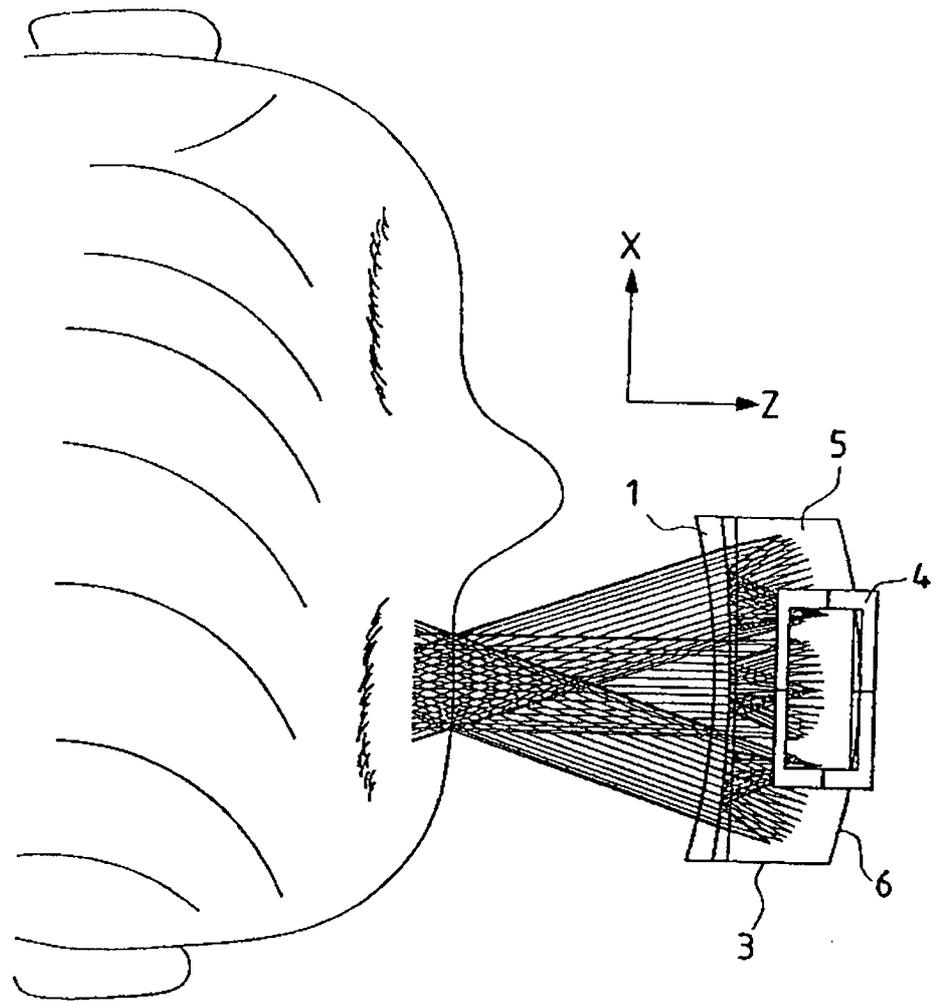


FIG. 1B

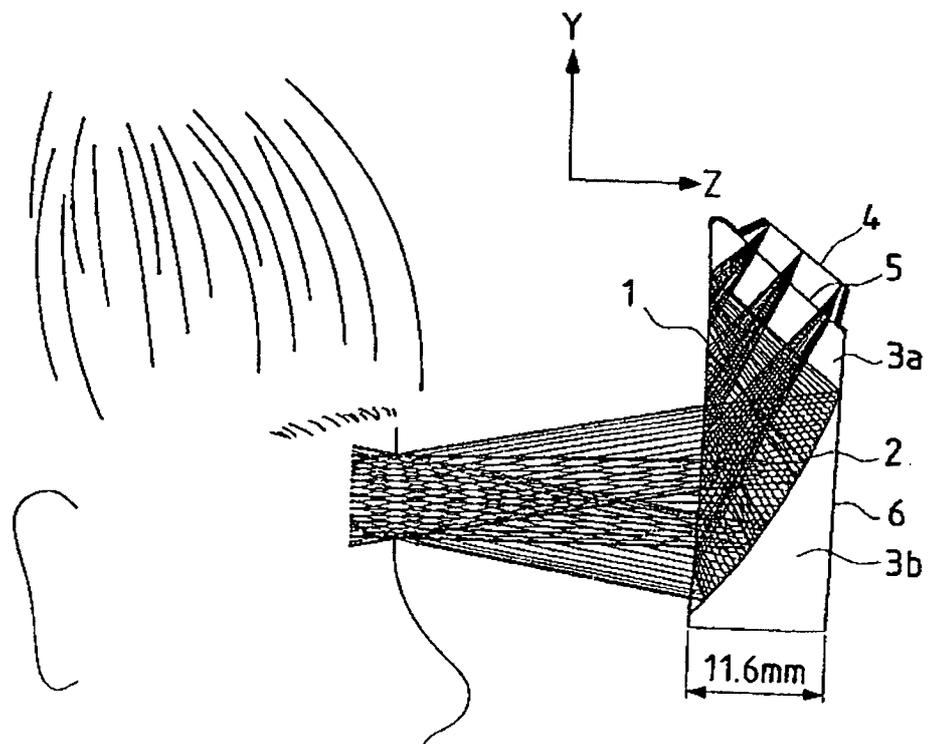


FIG. 2A

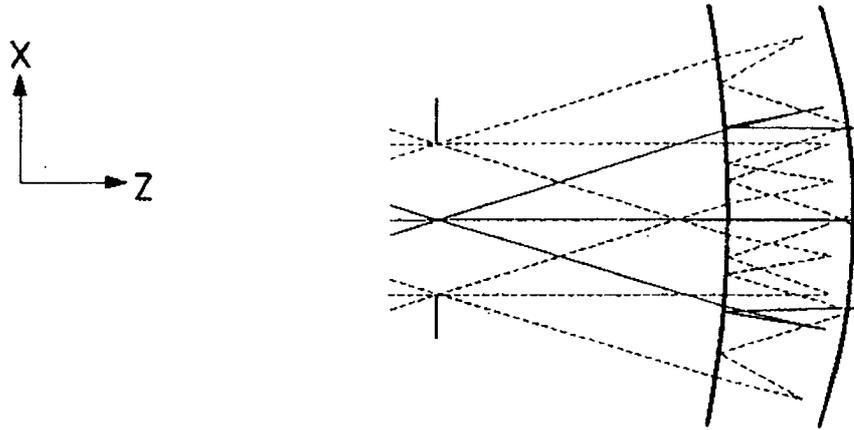


FIG. 2B

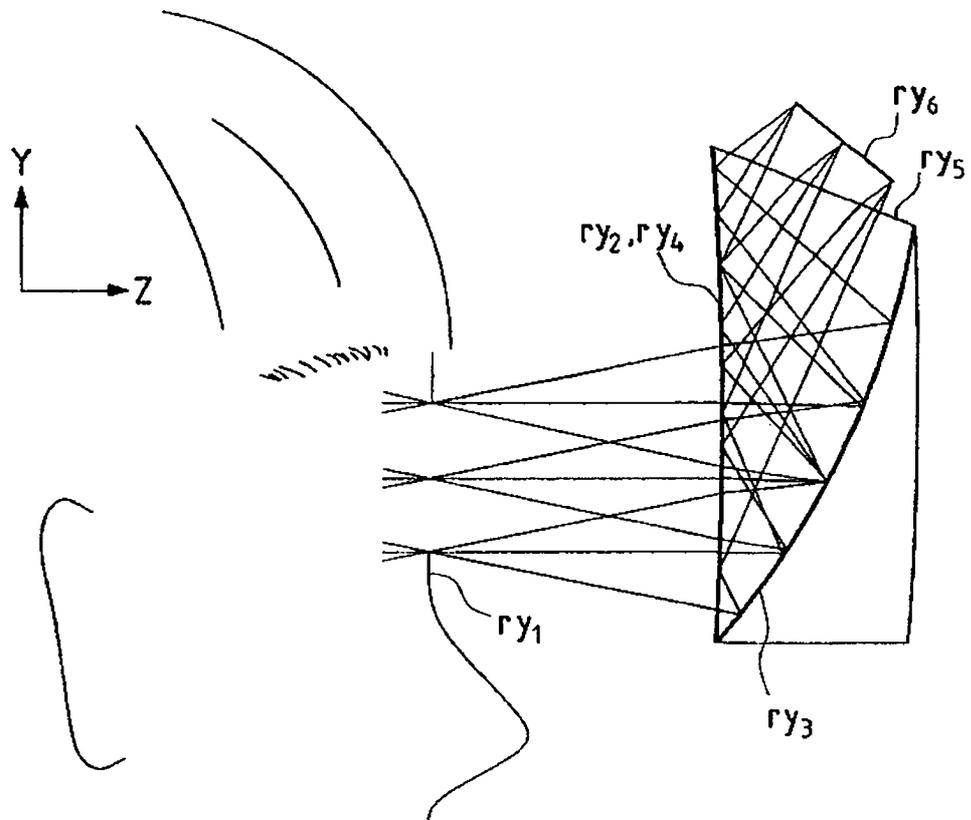


FIG. 3A

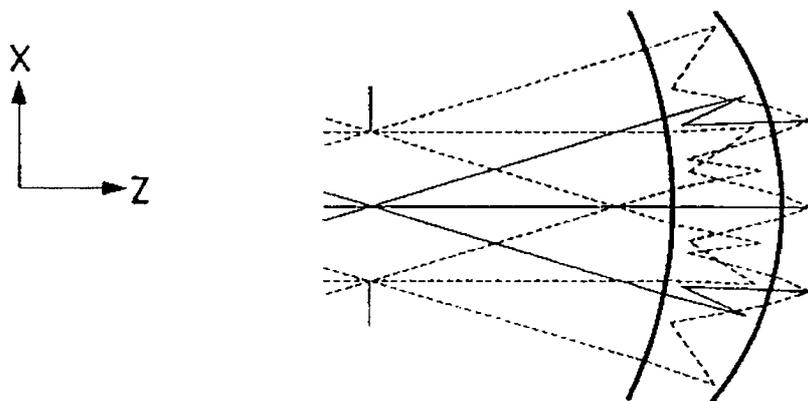


FIG. 3B

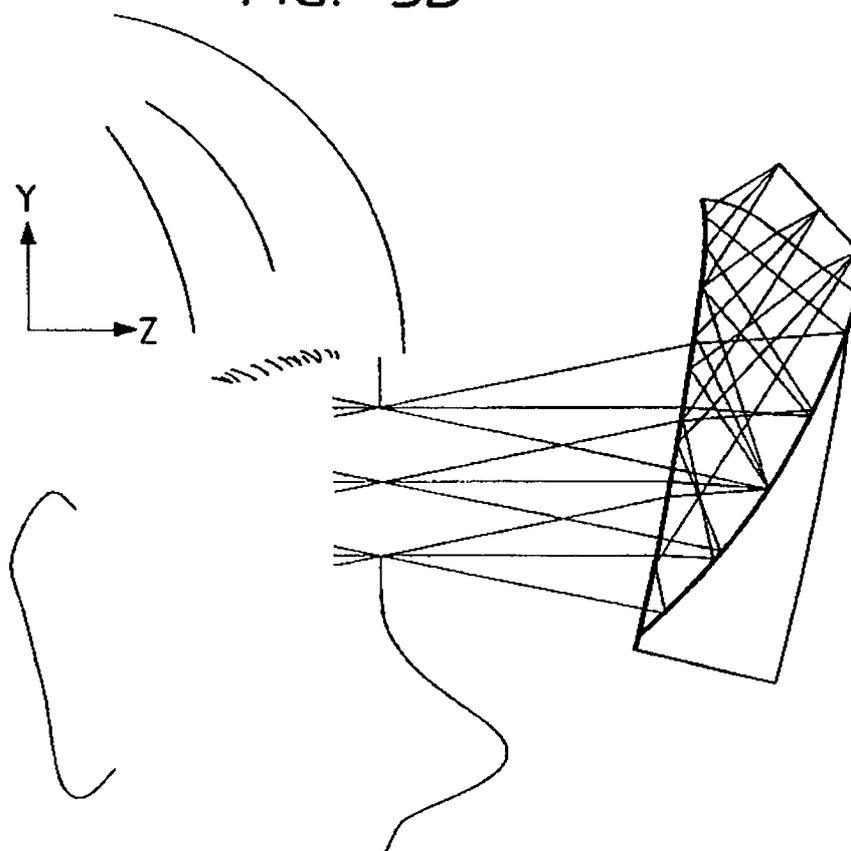


FIG. 4A

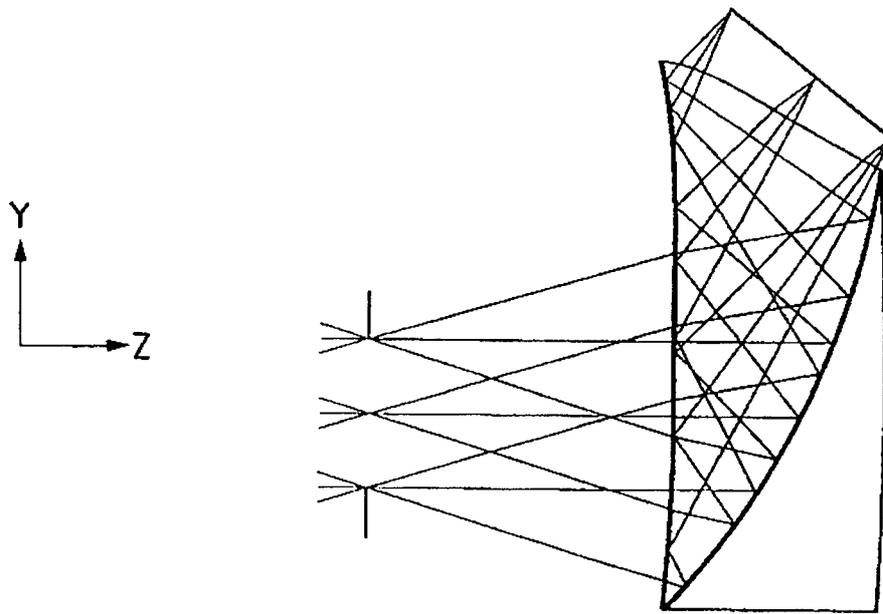


FIG. 4B

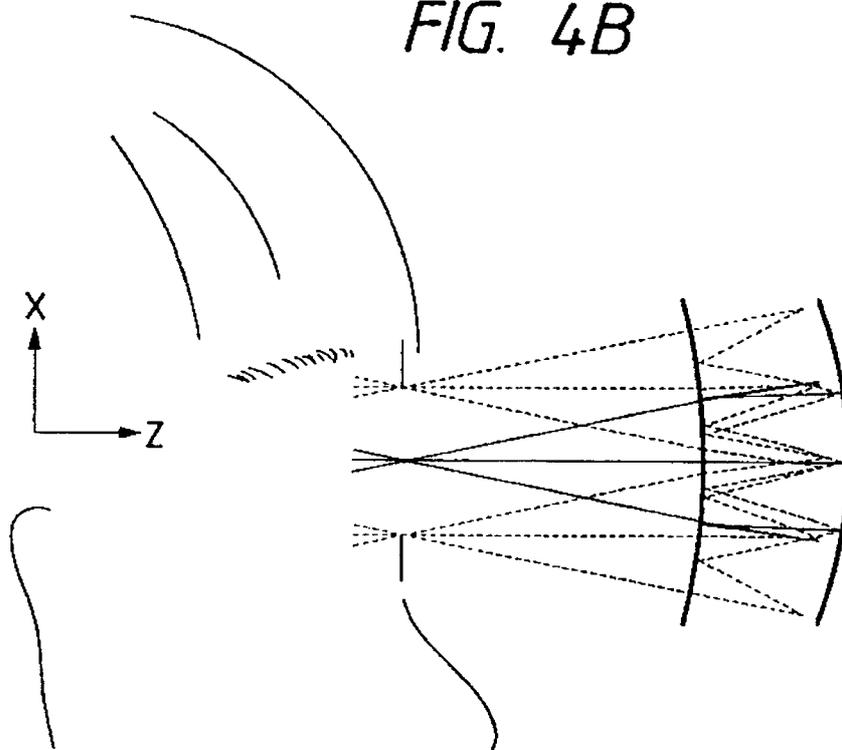


FIG. 5A

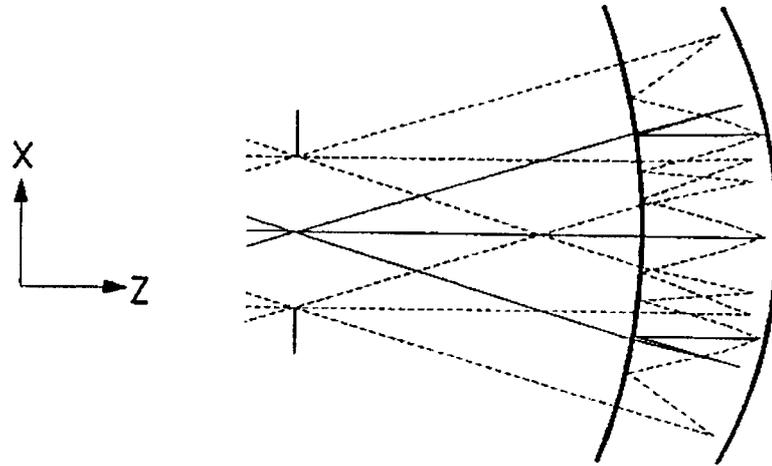


FIG. 5B

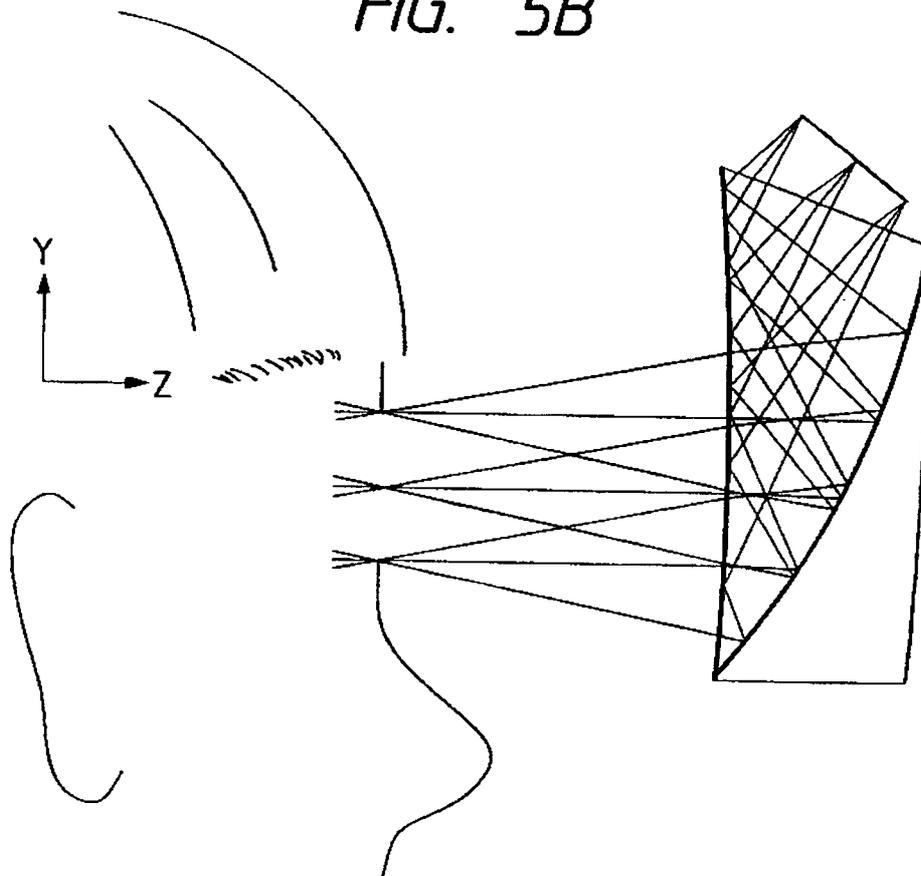


FIG. 6

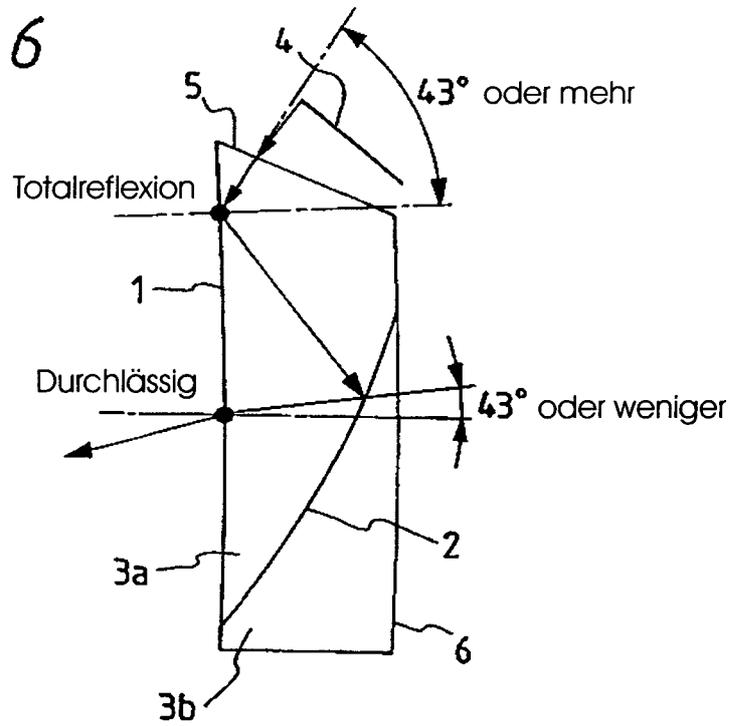


FIG. 7

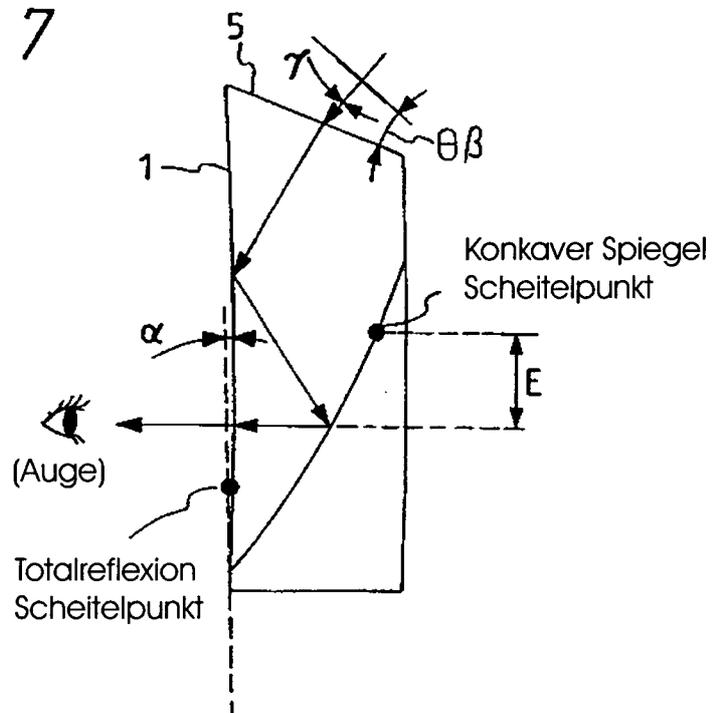


FIG. 8A

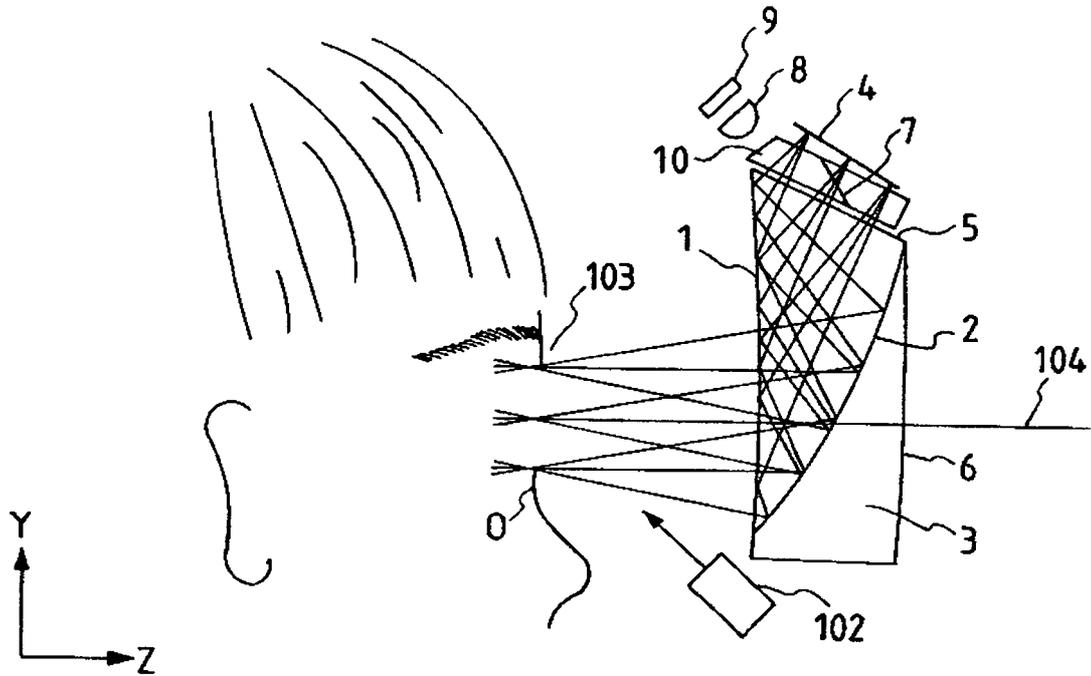


FIG. 8B

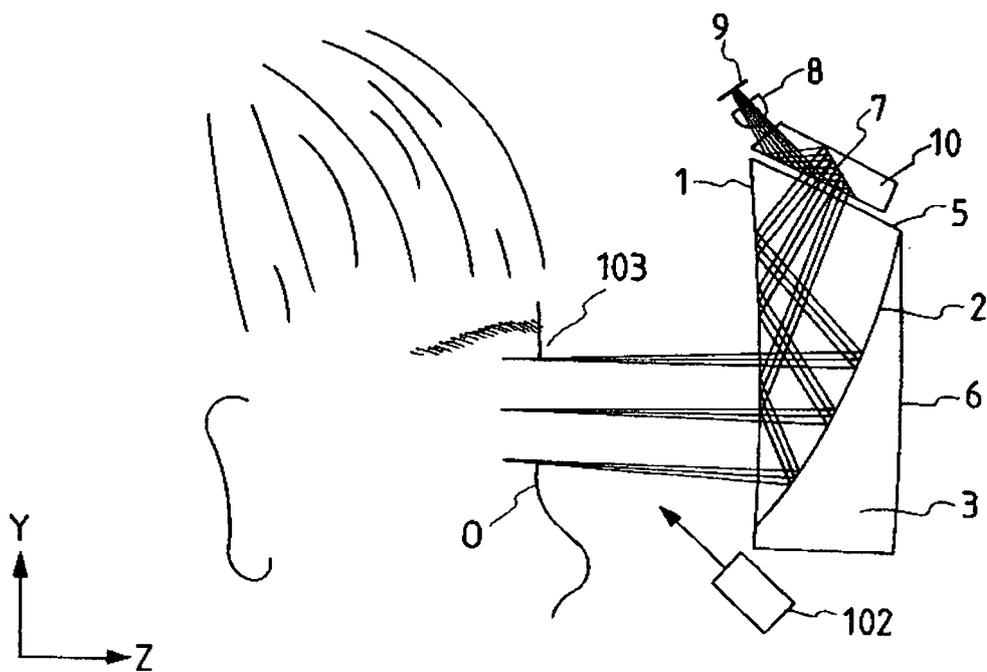


FIG. 9

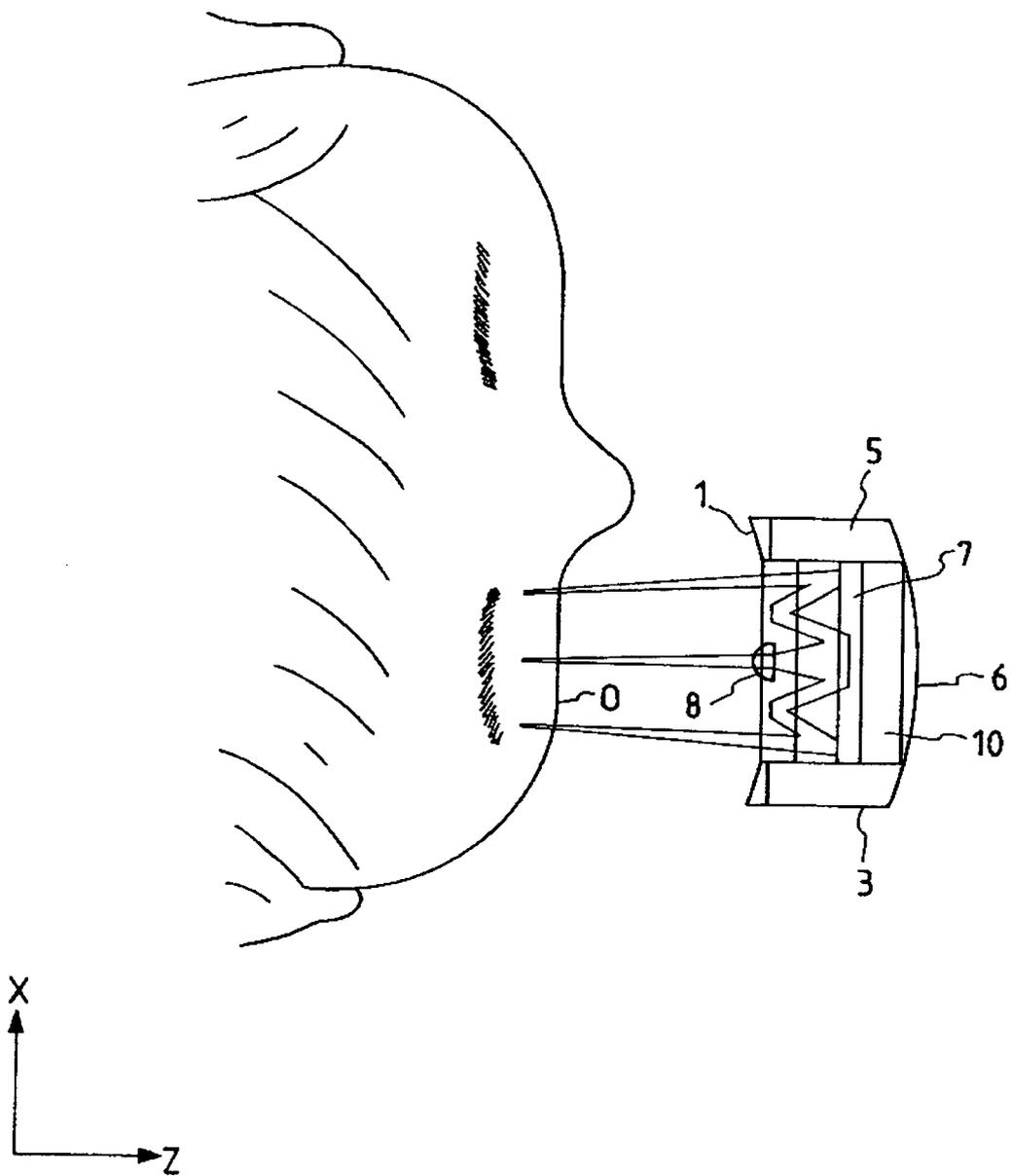


FIG. 10



FIG. 11

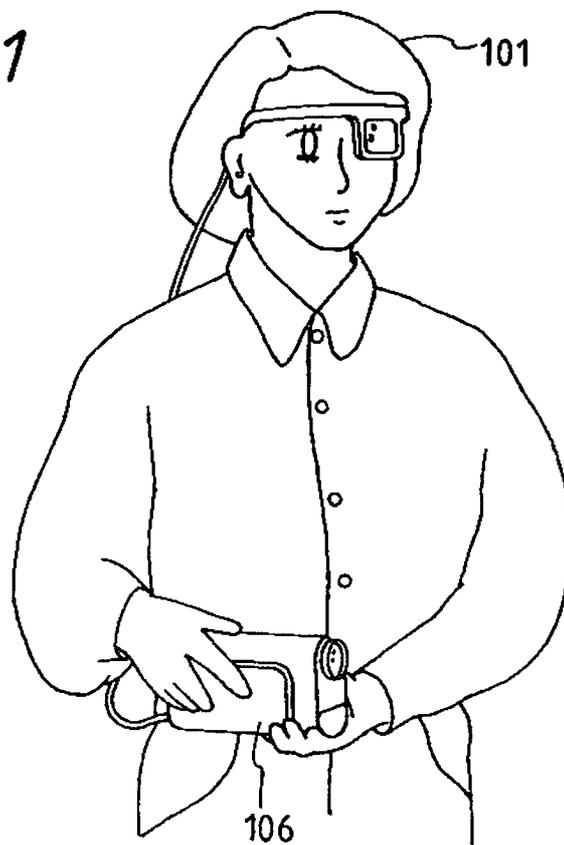


FIG. 12A

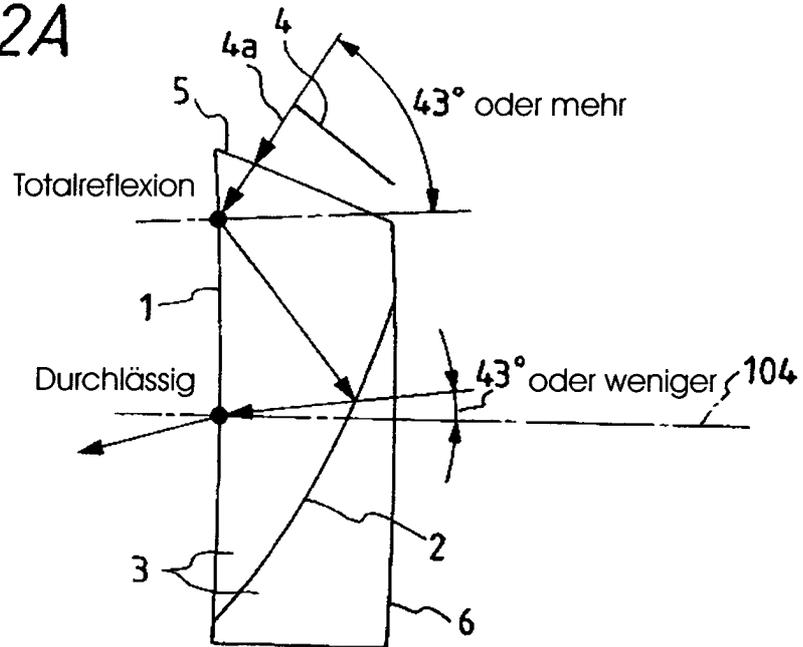


FIG. 12B

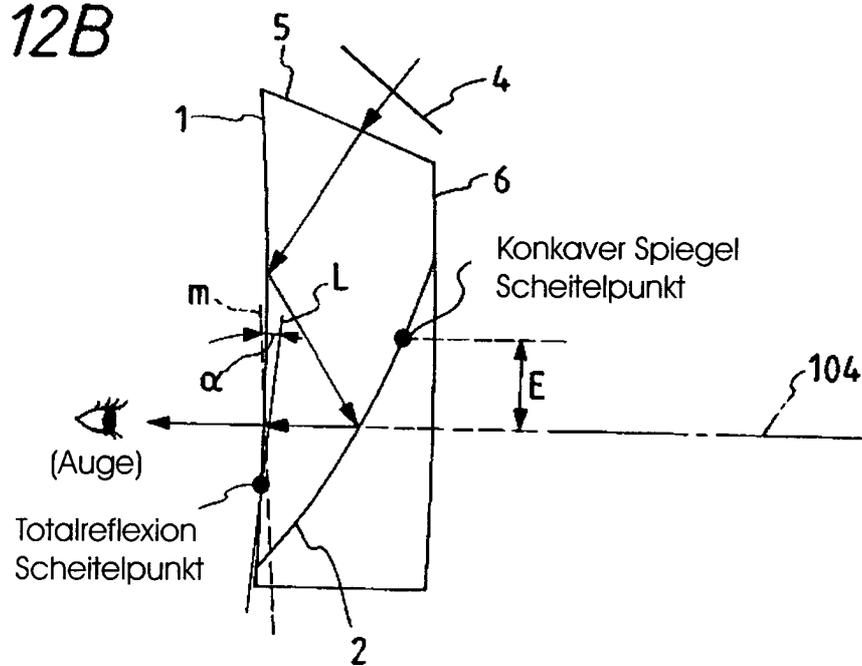


FIG. 13

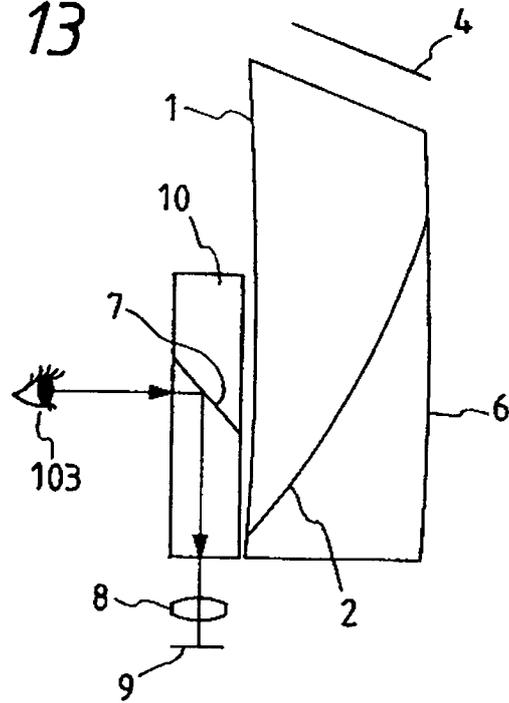


FIG. 14

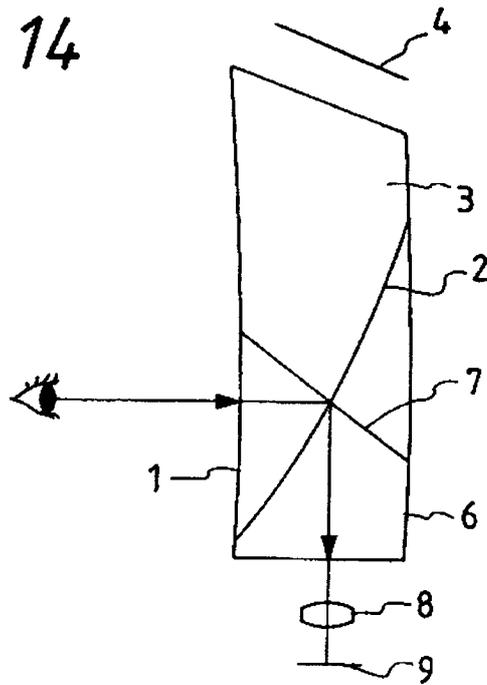


FIG. 15

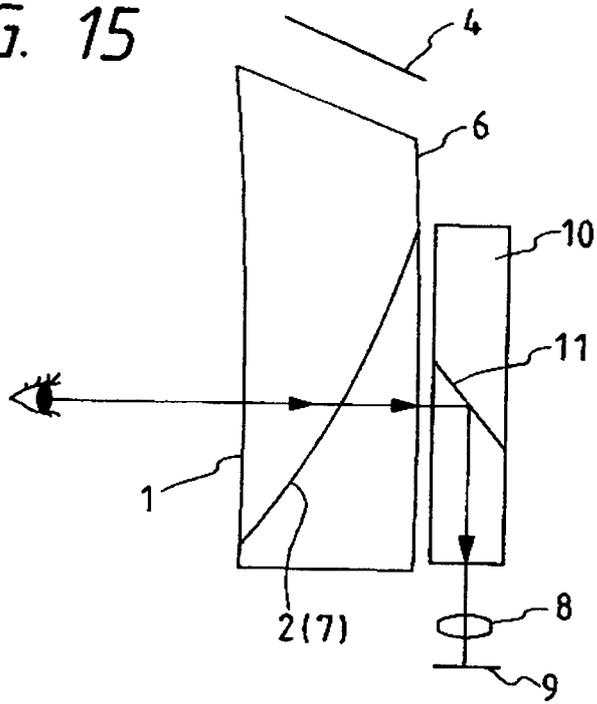


FIG. 16

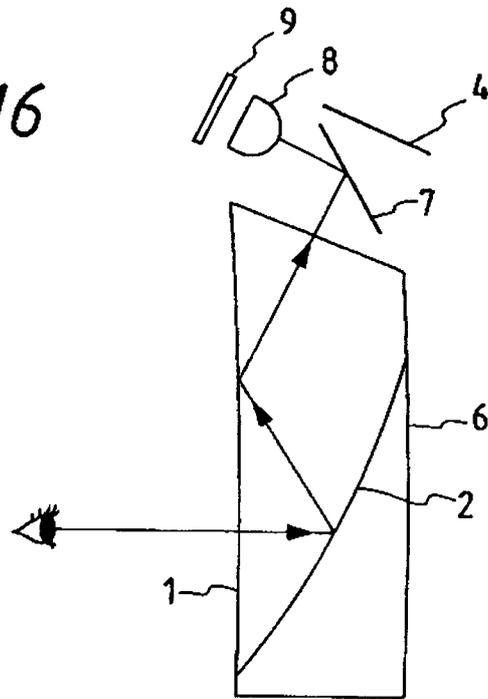


FIG. 17A

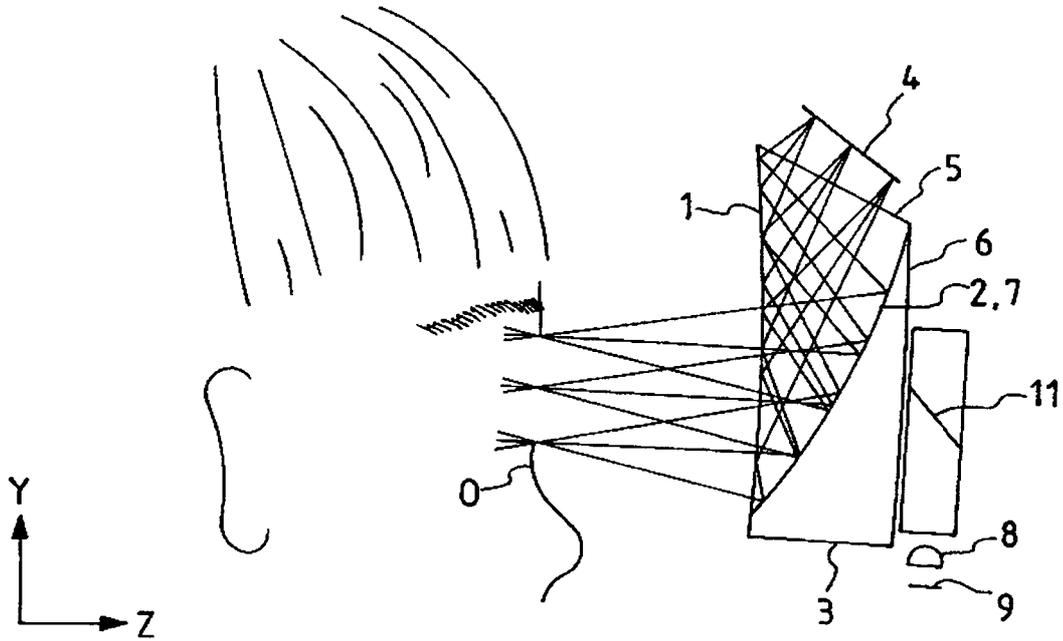


FIG. 17B

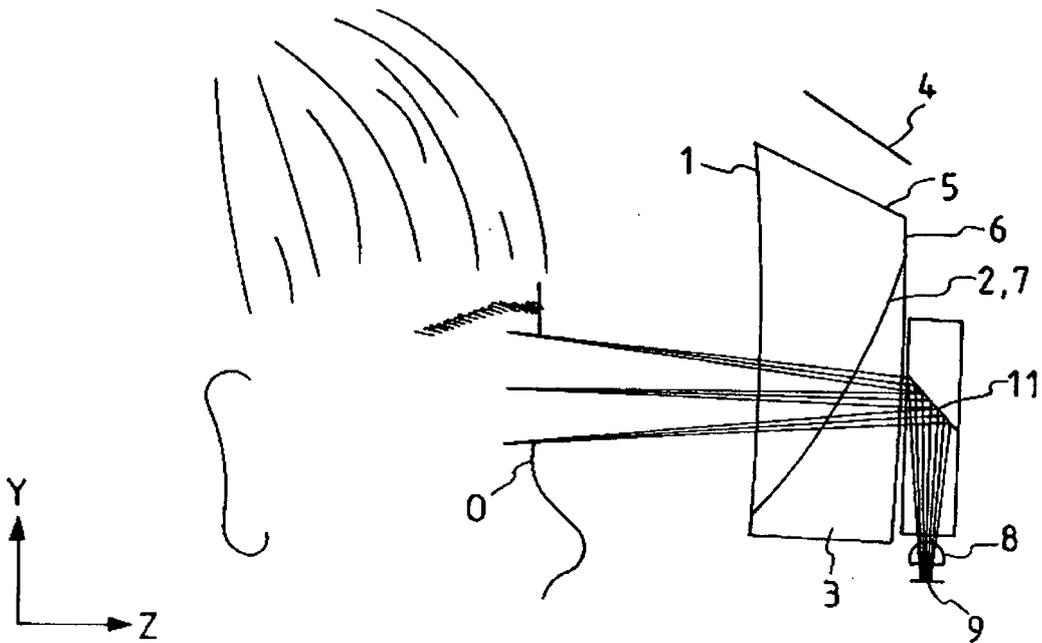


FIG. 18A

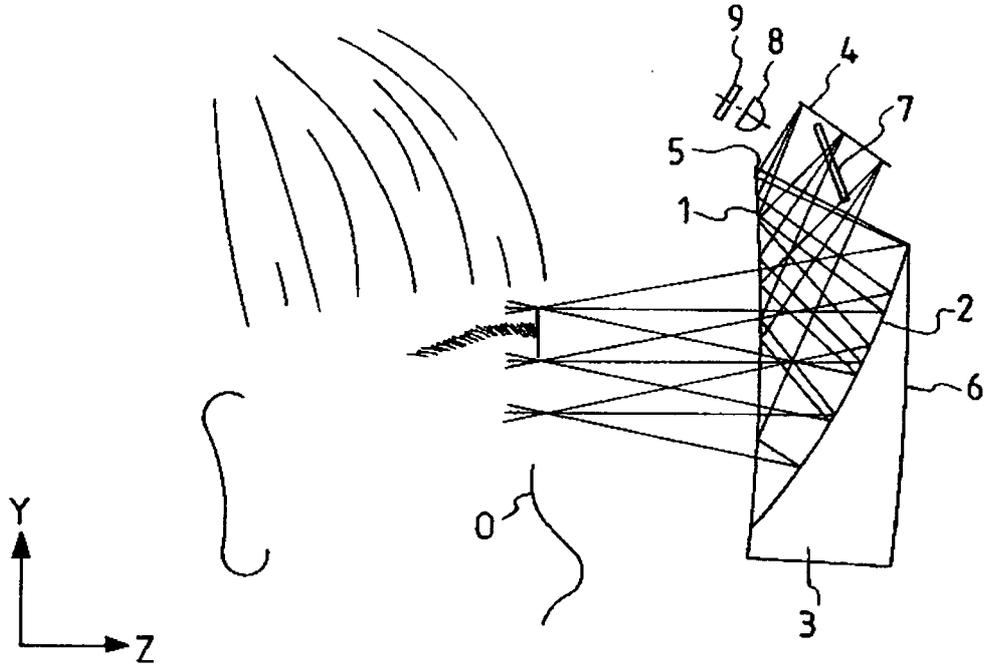


FIG. 18B

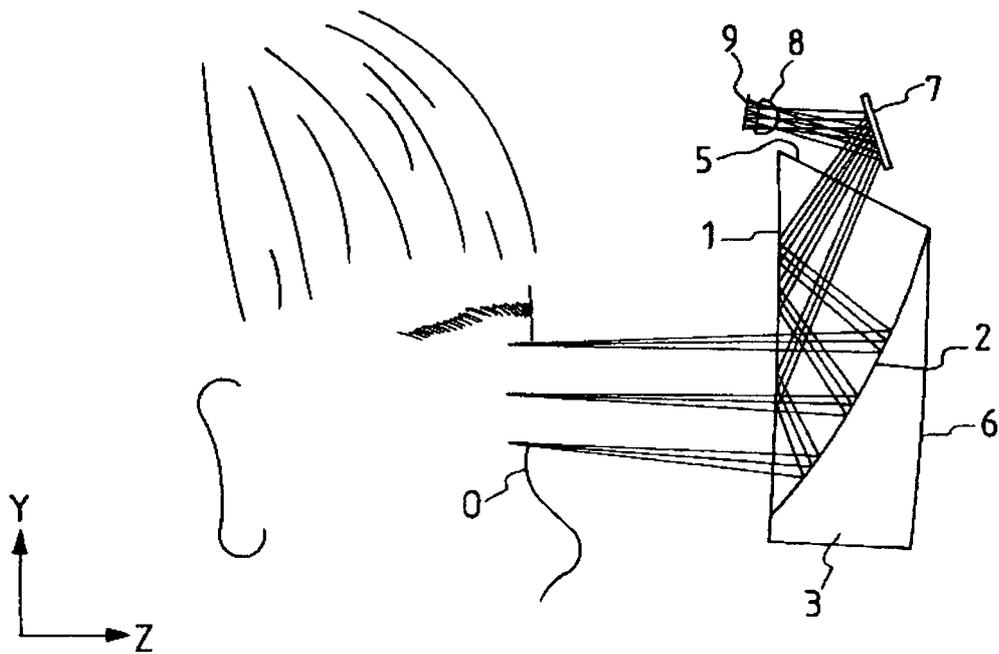


FIG. 19A

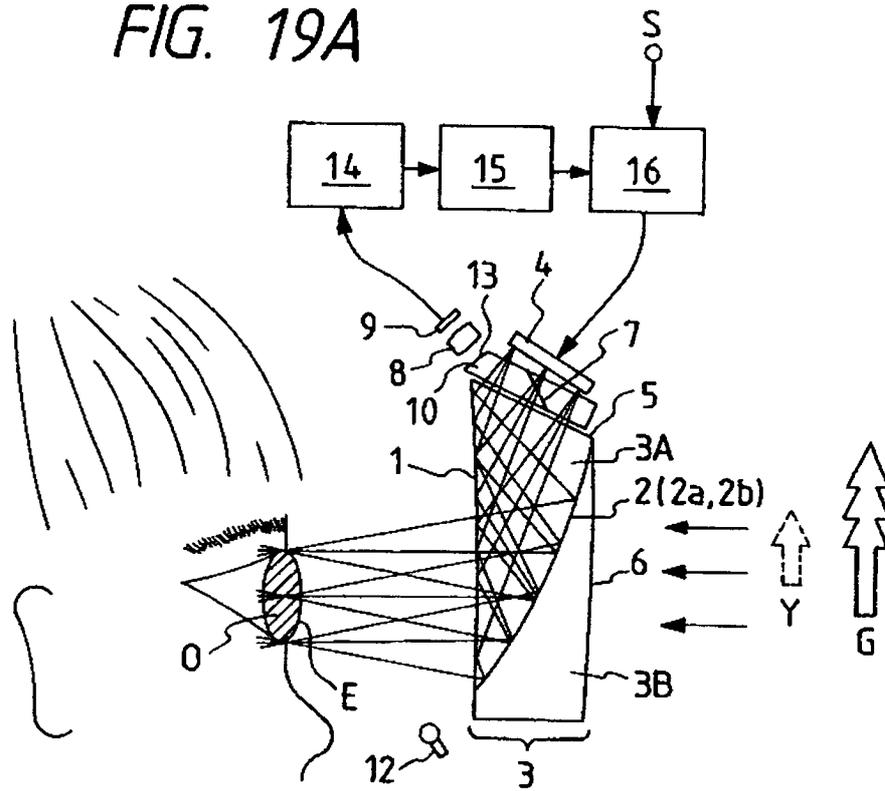


FIG. 19B

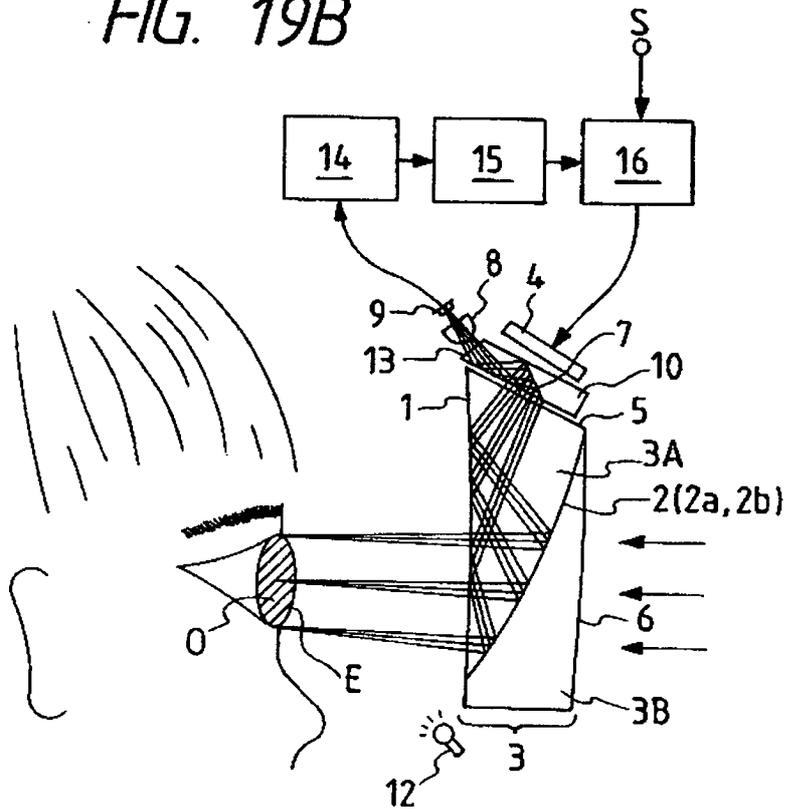


FIG. 20

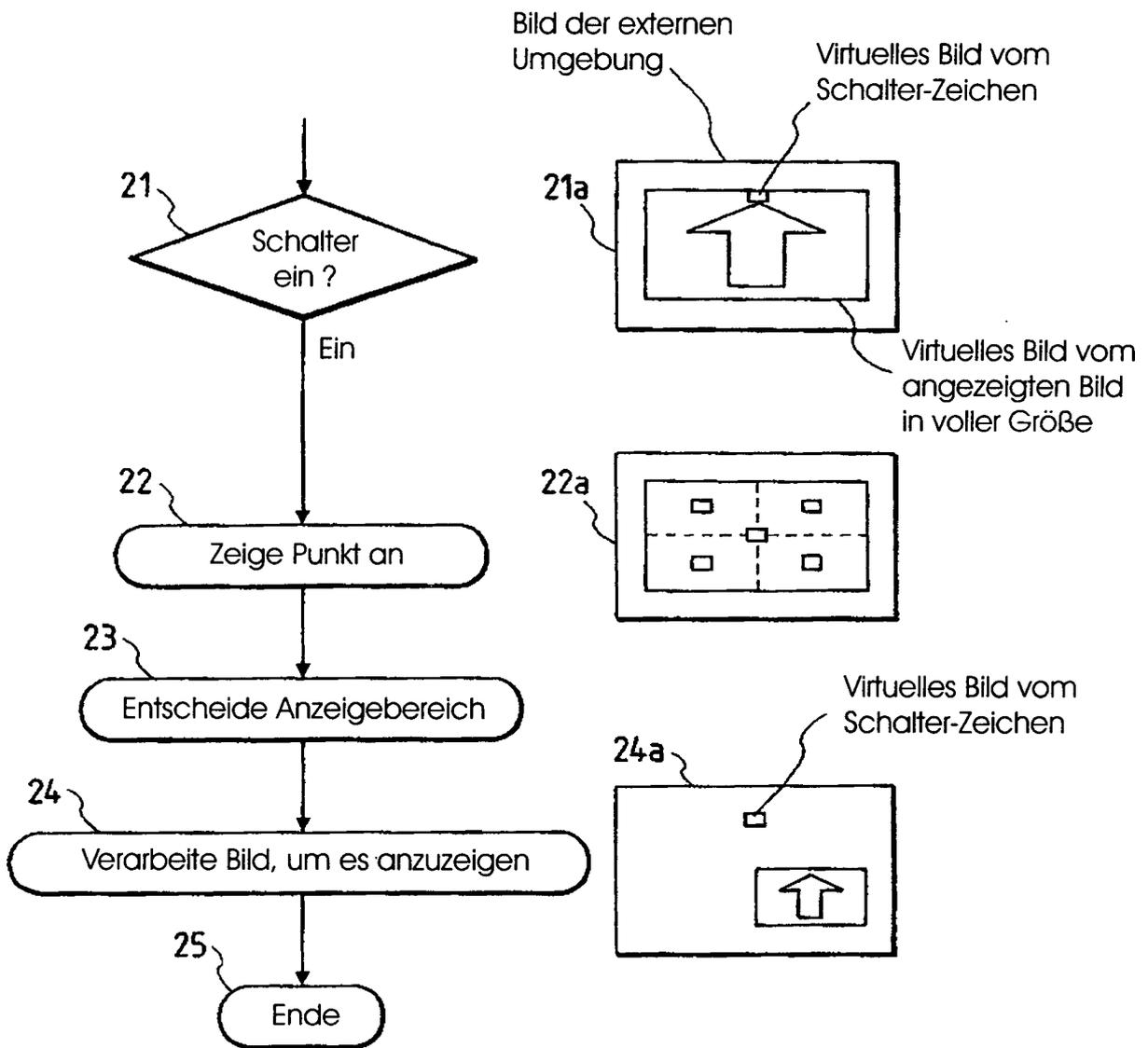
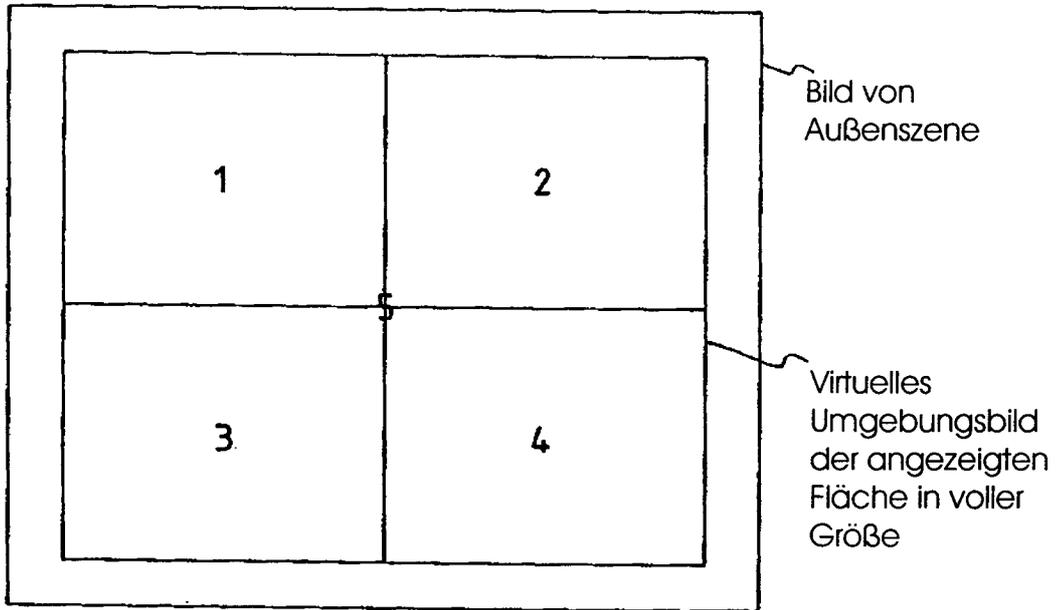


FIG. 21



( 5: Volle Größe )

FIG. 22

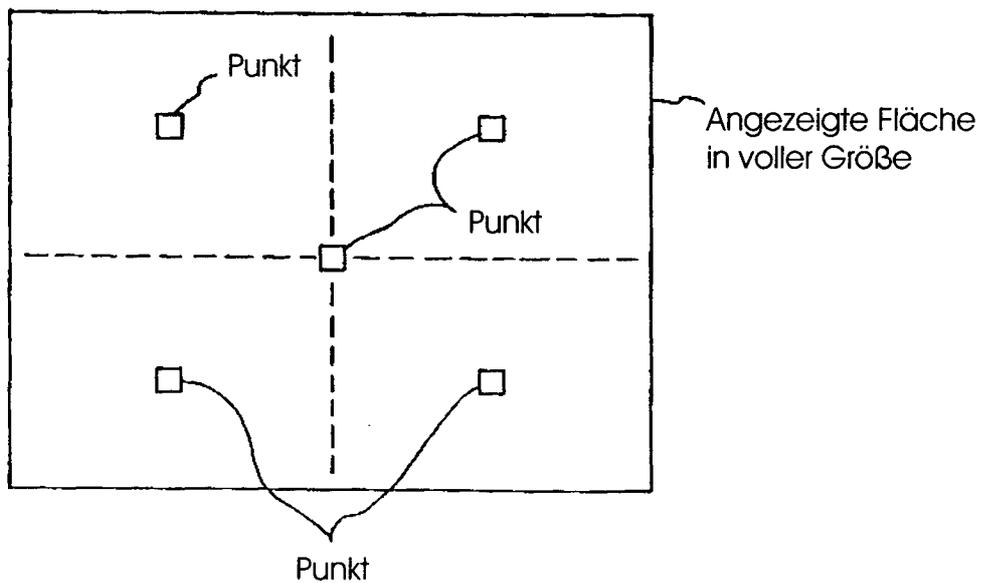


FIG. 23A

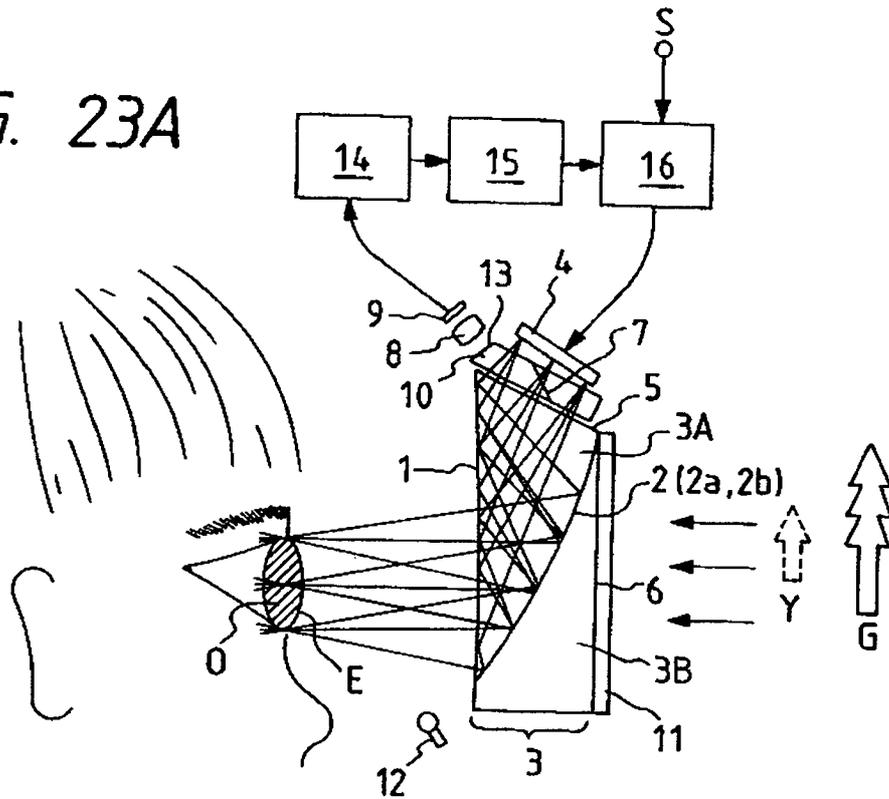


FIG. 23B

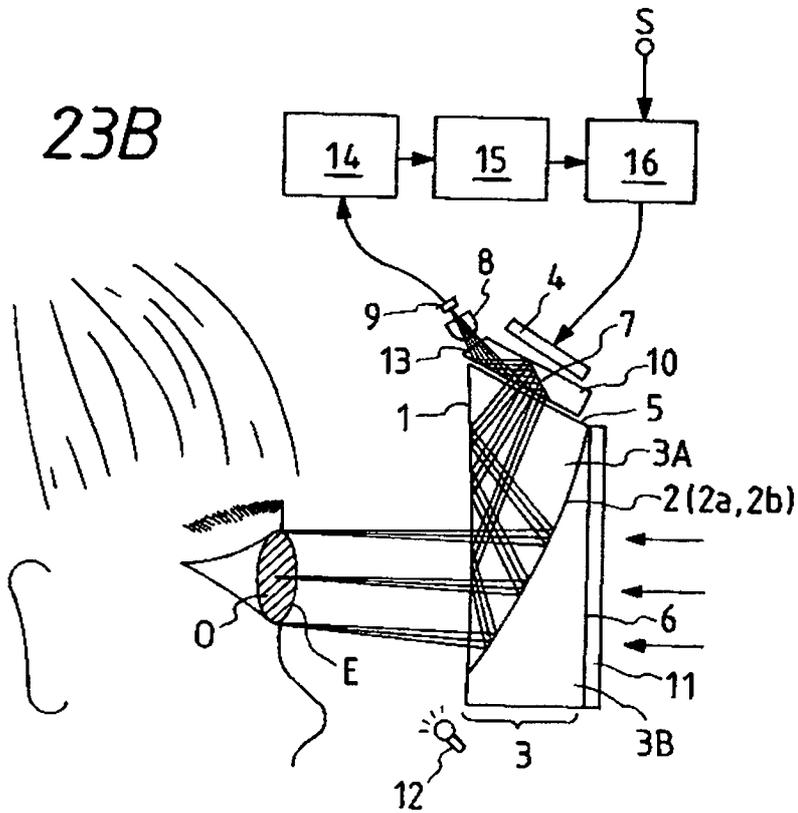


FIG. 24

