



(10) **DE 11 2012 001 032 T5** 2014.01.30

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/118573**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 001 032.9**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2012/022492**
 (86) PCT-Anmeldetag: **25.01.2012**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **07.09.2012**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **30.01.2014**

(51) Int Cl.: **G02B 27/02 (2013.01)**
G02B 27/01 (2013.01)

(30) Unionspriorität:
13/037,324 **28.02.2011** **US**
13/037,335 **28.02.2011** **US**

(74) Vertreter:
Uexküll & Stolberg, 81675, München, DE

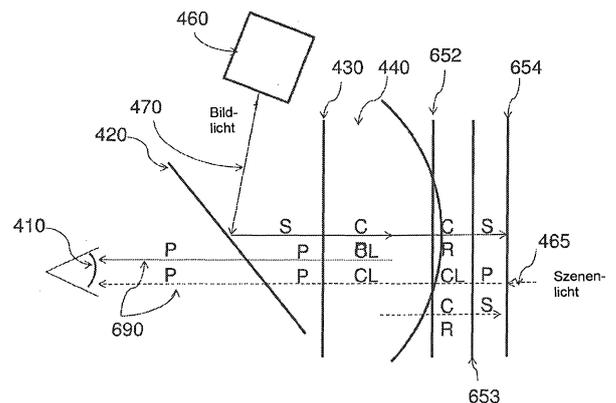
(71) Anmelder:
**OSTERHOUT GROUP, INC., San Francisco, Calif.,
 US**

(72) Erfinder:
**Border, John N., Walworth, Calif., US; Bietry,
 Joseph, Chill, Calif., US; Haddick, John D., San
 Rafael, Calif., US; Lohse, Robert Michael, Palo
 Alto, Calif., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Lichtsteuerung in am Kopf zu tragenden Displays**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung mit reduziertem Augenleuchten. Zwei Bilder einer Szene werden kombiniert und einem Benutzer zur Verfügung gestellt, wobei das kombinierte Bild Teile des reflektierten Bildlichts und Licht von einer Durchsicht-Ansicht einer äußeren Umgebung enthält. Die Vorrichtung enthält ein Lichtsteuerungselement, um austretenden Teile des Bildlichts und reflektierte Teile des Szenenlichts zu blockieren, während ermöglicht wird, dass einfallendes Szenenlicht von der äußeren Umgebung transmittiert wird. Die Bilder werden unter Verwendung eines teilweise reflektierenden Spiegel und eines Lichtsteuerungselement erzeugt. Ein Teil des Szenenlichts wird durch den teilweise reflektierenden Spiegel transmittiert und mit einem Teil des Bildlichts kombiniert, das von dem teilweise reflektierenden Spiegel reflektiert wird. Ein Lichtsteuerungselement wird verwendet, um einen Teil des Bildlichts und einen Teil des Szenenlichts zu blockieren, um Augenleuchten zu reduzieren.



Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Die vorliegende Anmeldung ist eine Continuation-in-part der US-Patent-Anmeldung Nr. 13/037,324, eingereicht am 28. Februar 2011, jetzt US-Patent Nr. ____, und der US-Patent-Anmeldung Nr. 13/037,335, ebenfalls eingereicht am 28. Februar 2011, nun US-Patent Nr. ____, und beansprucht deren Prioritäten, wobei die Offenbarung beider Anmeldungen hiermit durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen werden.

Gebiet der Erfindung

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf am Kopf zu tragende Durchsicht-Displays (See-Through Head-Mounted Displays) und auf die Steuerung des Lichts, das in das Head-Mounted Display eingespeist wird und das aus diesem austritt.

Hintergrund

[0003] Head-Mounted Durchsicht-Displays ermöglichen es einem Benutzer, ein angezeigtes Bild oder eine Durchsicht-Ansicht von einer Szene vor dem Benutzer zu sehen. Head-Mounted Durchsicht-Displays können es dem Benutzer ebenfalls ermöglichen, ein kombiniertes Bild zu sehen, das ein angezeigtes Bild und eine Durchsicht-Ansicht der Szene vor dem Benutzer zu sehen, wobei das angezeigte Bild auf der Durchsicht-Ansicht überlagert ist. In verschiedenen Betriebsarten kann das Head-Mounted Durchsicht-Display das angezeigte Bild so darstellen, dass der Bereich des angezeigten Bildes transparent, semitransparent oder undurchsichtig ist. In der Transparent-Betriebsart wird die Durchsicht-Ansicht der Szene nicht blockiert, und ein überlagertes angezeigtes Bild kann mit geringem Kontrast zur Verfügung gestellt werden. In der Semitransparent-Betriebsart wird die Durchsicht-Ansicht der Szene teilweise blockiert, und ein überlagertes angezeigtes Bild kann mit einem höheren Kontrast zur Verfügung gestellt werden. In der undurchsichtigen Betriebsart wird die Durchsicht-Ansicht der Szene vollständig blockiert, und ein überlagertes angezeigtes Bild kann mit einem hohen Kontrast zur Verfügung gestellt werden.

[0004] Alternativ stellen einige Head-Mounted Displays ein Durchsicht-Display für eine erweiterte Realitäts-Ansicht zur Verfügung, in der Szenen der realen Welt sind für einen Benutzer sichtbar sind, aber diesen realen Szenen werden zusätzliche Informationen überlagert. Eine solche erweiterte Realitäts-Ansicht wird durch an einem Helm montierte Durchsicht-Displays, die in militärischen Anwendungen gefunden werden, sowie durch Head-Up-Displays (HUD = Frontscheibendisplay) an den Windschutzscheiben von Automobilen zur Verfügung gestellt. In diesem

Fall können mehrere Bereiche zur Darstellung von Bildern auf der Durchsicht-Ansicht zur Verfügung gestellt werden.

[0005] Die US 5,151,722 beschreibt ein Head-Mounted Display mit einem umgelenkten Strahlenpfad und einem Strahlteiler mit einem gekrümmten Spiegel, um für das Auge des Benutzers ein Bild von einer CRT-Bildquelle zur Verfügung zu stellen. Die Bildquelle ist an der Seite des Kopfes des Benutzers angeordnet, wobei der optische Pfad mehrfach umgelenkt ist, um das Licht des Bildes von der Bildquelle zum Auge des Benutzers zu lenken. Der gekrümmte Spiegel ist zwischen dem Auge des Benutzers und der Szene vor dem Benutzer positioniert. Ferner wird eine Durchsicht-Version des Head-Mounted Displays erläutert, wobei der gekrümmte Spiegel ein teilweise reflektierender Spiegel ist, so dass der Benutzer durch den gekrümmten Spiegel schauen kann, um die Szene vor dem Benutzer sehen zu können. Allerdings ist die CRT-Bildquelle recht groß und schwer, so dass sie nicht gut für Head-Mounted Displays geeignet ist. Die mehrfach umgelenkte Geometrie mit der Bildquelle, die an der Seite des Kopfes des Benutzers angeordnet ist, macht einen größeren Strahlteiler und einem dickeren Geometrie vor dem Auge des Benutzers erforderlich, so dass die Gesamtgröße des Head-Mounted Displays größer ist. Das Licht des Bildes, das durch den teilweise reflektierenden Spiegel verläuft, kann nicht kontrolliert werden, und daher tritt ein Teil des Lichts des Bildes aus Vorderseite des Head-Mounted Durchsicht-Displays aus und wird von außen als Augenleuchten gesehen.

[0006] Die US 5,699,194 offenbart ein Head-Mounted Durchsicht-Display mit einem Wellenleiter, wobei die Außenfläche ist ein teilweise reflektierender Spiegel ist. Bei diesem Head-Mounted Durchsicht-Display wird Licht des Bildes von der Bildquelle mehrmals von verschiedenen Bereichen des teilweise reflektierenden Spiegel reflektiert, bevor das Licht des Bildes dem Auge des Benutzers zur Verfügung gestellt wird. Außerdem ist eine korrigierende Linse vorgesehen, so dass Verzerrungen der Durchsicht-Ansicht der Szene reduziert werden. Ferner ist ein Flüssigkristall-Verschluss vorgesehen, um einfallendes Licht von der Szene zu blockieren, so dass das Head-Mounted Durchsicht-Display in einer undurchsichtigen Betriebsart betrieben werden kann. Licht des Bildes, das durch den teilweise reflektierenden Spiegel tritt, kann nicht kontrolliert werden, und daher entweicht ein Teil des Lichts des Bildes durch die Vorderseite des Head-Mounted Durchsicht-Displays und wird von außen als Augenleuchten gesehen.

[0007] Die US 6,693,749 beschreibt ein Head-Mounted Display mit einem polarisierenden Strahlteiler-Kubus, um Lichtverluste zu reduzieren und um die Effizienz zu verbessern. Eine Bildquelle befindet sich über dem Auge des Benutzers, und der optische Pfad

ist einmal umgelenkt, um das Bildlicht von der Bildquelle zum Auge des Benutzers zu leiten. Ein gekrümmter und vollständig reflektierender Spiegel befindet sich unter dem Auge des Benutzers, um das Bildlicht auf das Auge des Benutzers zu fokussieren. Eine nicht-polarisierte Bildquelle wird verwendet, so dass die Hälfte des Bildlichts von der Bildquelle durch den polarisierenden Strahlteiler tritt, während die andere Hälfte des Lichts vom Auge des Benutzers weg reflektiert und auf die Szene vor dem Benutzer reflektiert wird. Ein Polarisator befindet sich vor dem polarisierenden Strahlteiler-Kubus, um die Hälfte des Lichts, das vom Auge des Benutzers reflektiert wird, zu blockieren, und dadurch den Benutzer für andere in der benachbarten Umgebung weniger beobachtbaren zu machen. Allerdings ist der polarisierende Strahlteiler-Kubus groß und schwer, so dass er für den Einsatz in einem Head-Mounted Display nicht gut geeignet ist. Außerdem ist der gekrümmte Spiegel ebenfalls relativ groß, so dass die Dicke des Head-Mounted Durchsicht-Displays durch Anordnung des Spiegels unter dem Auge des Benutzers zwangsläufig größer ist.

[0008] Es besteht folglich eine Nachfrage nach einem verbesserten Head-Mounted Durchsicht-Display, durch das ein dünneres und leichteres Display zur Verfügung gestellt wird, bei dem auch austretendes Licht gesteuert wird, um Augenleuchten zu reduzieren.

Zusammenfassung

[0009] Durch die vorliegende Offenbarung wird ein Head-Mounted Durchsicht-Display zur Verfügung gestellt, das dünn und leicht ist, mit einem Lichtsteuerungselement, um selektiv austretendes Bildlicht zu blockieren, um dadurch Augenleuchten zu reduzieren.

[0010] Bei einer Ausgestaltung wird eine Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung zur Verfügung gestellt. Die Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung umfasst eine Durchsicht-Display-Baugruppe mit einer Bildquelle und einem teilweise reflektierenden Spiegel. Der teilweise reflektierende Spiegel reflektiert und transmittiert jeweilige Anteile des Bildlichts von der Bildquelle und Szenenlicht von einer Durchsicht-Ansicht von einer äußeren Umgebung. Ein kombiniertes Bild, das Teile des reflektierten Bildlichts und des transmittierten Szenenlichts enthält, wird dem Auge eines Benutzers zur Verfügung gestellt. Ein Lichtsteuerungselement ist vorgesehen, um austretendes Licht zu blockieren, das den transmittierten Teil des Bildlichts und den reflektierten Teil des Szenenlichts enthält, während ermöglicht wird, dass ein Teil des eintretenden Szenenlichts von der äußeren Umgebung zur Durchsicht-Display-Baugruppe transmittiert wird. Das Lichtsteuerungselement transmittiert einen Prozentsatz an eintreten-

dem Szenenlicht, der größer ist als der Prozentsatz des austretenden Lichts, das nicht blockiert wird.

[0011] Bei einer weiteren Ausgestaltung wird ein Verfahren zum Betrachten eines Bildes mit reduziertem Augenleuchten auf einem Head-Mounted Durchsicht-Display zur Verfügung gestellt, das eine Vorderseite und eine Rückseite hat. Das Verfahren umfasst die Schritte: Erzeugen von Bildlicht auf einem teilweise reflektierenden Spiegel von einem Bild, das auf einer Bildquelle angezeigt wird, und Reflektieren eines ersten Teils des Bildlichts von dem teilweise reflektierenden Spiegel, während ein zweiter Teil des Bildlichts durch den teilweise reflektierenden Spiegel transmittiert wird. Das Verfahren umfasst ferner die Schritte: Transmittieren eines ersten Teils des Szenenlichts von der äußeren Umgebung durch ein Lichtsteuerungselement an der Vorderseite des Head-Mounted Durchsicht-Displays. Weitere Schritte umfassen: Transmittieren eines zweiten Teils des Szenenlichts durch den teilweise reflektierenden Spiegel, während ein dritter Teil des Szenenlichts von dem teilweise reflektierenden Spiegel reflektiert wird, und Kombinieren des ersten Teils des Bildlichts mit dem zweiten Teil des Szenenlichts, um für das Auge eines Benutzers ein kombiniertes Bild an der Rückseite des Head-Mounted Durchsicht-Displays zur Verfügung zu stellen, das ein Bild enthält, das auf der Bildquelle dargestellt wird und eine Ansicht der äußeren Umgebung überlagert. Das Verfahren umfasst außerdem einen Schritt des Verwendens des Lichtsteuerungselements, um den transmittierten zweiten Teil des Bildlichts und den reflektierten dritten Teil des Szenenlichts zu blockieren, um Augenleuchten zu reduzieren.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0012] Fig. 1 ist eine Darstellung einer Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung;

[0013] Fig. 1A ist eine Darstellung von einem Benutzer mit einer Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung, in der das Augenleuchten dargestellt ist;

[0014] Fig. 2 ist eine Darstellung eines kombinierten Bildes, wie es von einem Benutzer gesehen wird, wenn die Durchsicht-Display-Vorrichtung in einer transparenten Betriebsart betrieben wird;

[0015] Fig. 3 ist eine Darstellung eines kombinierten Bildes, wie es von einem Benutzer gesehen wird, wenn die Durchsicht-Display-Vorrichtung in einer semitransparenten Betriebsart betrieben wird;

[0016] Fig. 4 ist eine schematische Ansicht eines Querschnitts einer Durchsicht-Display-Baugruppe;

[0017] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht eines Querschnitts einer Durchsicht-Display-Baugruppe;

[0018] Fig. 6 ist eine Darstellung eines Beispiels der Polarisationssteuerung, die verwendet wird, um Augenleuchten zu reduzieren;

[0019] Fig. 7 ist ein schematischer Querschnitt eines Lichtsteuerungselements;

[0020] Fig. 8 ist ein schematischer Querschnitt einer Durchsicht-Display-Baugruppe mit einem Lichtsteuerungselement, das in einem Brillengestell montiert ist; und

[0021] Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, das ein hier offenes Verfahren beschreibt.

Detaillierte Beschreibung

[0022] Bei einem Head-Mounted Durchsicht-Display kann ein angezeigtes Bild von einem Benutzer zeitgleich mit einer Durchsicht-Ansicht der Szene von der umgebenden Umgebung gesehen werden. Das angezeigte Bild und die Durchsicht-Ansicht können als ein kombiniertes Bild gesehen werden, wobei das angezeigte Bild auf die Durchsicht-Ansicht überlagert wird, oder das angezeigte Bild und die Durchsicht-Ansicht gleichzeitig in verschiedenen Bereichen des Durchsicht-Displays gesehen werden können, die für den Benutzer sichtbar sind.

[0023] Fig. 1 zeigt eine Darstellung einer Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100**. Die Vorrichtung umfasst einen Rahmen **105** mit Linsen **110**, die Display-Bereiche **115** und durchsichtige Bereiche **102** haben. Die Vorrichtung weist außerdem Bildquellen und zugehörige optische Systeme (nicht gezeigt) auf, um Bildlicht von der Bildquelle zu den Display-Bereichen **115** zu leiten, wobei die Bildquellen und die zugehörigen optischen System an der Oberseite, der Unterseite oder an der Seite der Display-Bereiche **115** angeordnet sein können. Der Rahmen **105** wird durch Bügel oder Arme **130** am Kopf des Benutzers gehalten. Die Arme **130** enthalten außerdem die Elektronik **125** mit einem Prozessor, um die Displays und periphere Elektronik **127** zu steuern, die Batterien und drahtlose Verbindung(en) zu anderen Informationsquellen enthalten, die durch das Internet oder von lokalen Servern über Wi-Fi, Bluetooth, Mobilfunk oder andere drahtlose Technologien realisiert werden können. Eine Kamera **120** kann vorgesehen sein, um Bilder von der umgebenden Umgebung aufzunehmen. Die Anordnungen der verschiedenen Komponenten in der Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** sind als Beispiel gezeigt, wobei auch andere Anordnungen möglich sind.

[0024] Die Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** kann außerdem steuerbare Verdunkelungsschichten in den Display-Bereichen **115** aufweisen, wobei durch die steuerbaren Verdunkelungsschichten die Durchsichtigkeit hinter den jeweiligen

Gebieten der Display-Bereiche **115** verändert werden kann, um Änderungen der Betriebsart zwischen transparent, semitransparent und undurchsichtig in den Bereichen zu ermöglichen, wo Bilder angezeigt werden. Die steuerbaren Verdunkelungsschichten können segmentiert werden, so dass Bilder auf verschiedenen Bereichen der Linsen **110** dargestellt werden können. Fig. 2 zeigt ein Beispiel von einem kombinierten Bild, wie es von einem Benutzer gesehen wird, der eine Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** verwendet, wobei die Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** in einer Transparent-Betriebsart betrieben wird. Wie in Fig. 2 gesehen werden kann, hat das angezeigte Bild, das von einem Benutzer gesehen wird, einen geringen Kontrast, und Objekte von der Durchsicht-Ansicht können leicht in dem Display-Bereich **115** gesehen werden. Fig. 3 zeigt ein Beispiel von einem kombinierten Bild, wie es von einem Benutzer gesehen wird, wenn er eine Head-Mounted Display-Vorrichtung **100** verwendet, wobei die Head-Mounted Display-Vorrichtung **100** in einer semitransparenten Betriebsart betrieben wird. Wie in Fig. 3 gesehen werden kann, hat das angezeigte Bild, das vom Benutzer gesehen wird, einen höheren Kontrast, und Objekte von der Durchsicht-Ansicht sind im Display-Bereich **115** nur sehr schwach zu sehen.

[0025] Eine große Vielzahl von Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtungen **100** sind in der Technik bekannt. Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtungen **100** können Bildinformation für ein Auge oder für beide Augen des Benutzers zur Verfügung stellen. Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtungen **100**, die aktuelle Bildinformationen für beide Augen des Benutzers zur Verfügung stellen, können eine oder zwei Bildquellen haben. Eine monoskopische Betrachtung, bei der die gleichen Bildinformationen für beide Augen zur Verfügung gestellt werden, erfolgt mit Hilfe von Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtungen **100**, die eine oder zwei Bildquellen haben. Eine stereoskopische Betrachtung erfordert in der Regel eine Head-Mounted Display-Vorrichtung **100**, die zwei Bildquellen mit verschiedenen Bildern aufweist, die den Augen des Benutzers zur Verfügung gestellt werden, wobei die verschiedenen Bilder unterschiedliche Perspektiven der gleichen Szene darstellen.

[0026] Eine Vielzahl von Bildquellen zum Bereitstellen von Bildern für Displays sind in der Technik bekannt, wie zum Beispiel organische lichtemittierende Dioden-Displays (OLED), Quantenpunkt-basierte lichtemittierende Dioden-Displays (QLED), Flüssigkristall-Displays (LCD) oder Flüssigkristall-auf-Silizium-Displays (LCOS). Darüber hinaus können die Bildquellen auch Mikroprojektoren oder Micro-Displays mit zugehörigen optischen Systemen sein, um das Bildlicht für die Display-Bereiche **115** zur Verfü-

gung zu stellen, so dass der Benutzer die angezeigten Bilder mit seinen Augen sehen kann.

[0027] Die optischen Systeme, die den Bildquellen zugeordnet sind, basieren auf dem Bildlicht von den Bildquellen zu den Display-Bereichen **115**. Die optischen Systeme können Brechungsinsen, reflektierende Linsen, Spiegel, Beugungsinsen, holographische Linsen oder Wellenleiter umfassen. Für eine Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** sollte dem Benutzer mindestens eine Teilansicht der Szene vor der Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** innerhalb des Sichtfelds des Benutzers zur Verfügung gestellt werden. Die vorliegende Offenbarung betrifft Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtungen **100** mit optischen Systemen, die mit der Bildquelle in Beziehung stehen und die einen teilweise reflektierenden Spiegel aufweisen, um gleichzeitig das Bildlicht und das Szenenlicht für den Benutzer darzustellen, so dass dem Benutzer ein angezeigtes Bild zur Verfügung gestellt wird, dem mindestens eine teilweise Durchsicht-Ansicht der Szene vor dem Benutzer überlagert ist. Hierbei kann der teilweise reflektierende Spiegel irgendein Typ von einer reflektierenden Spiegelfläche sein, die es gleichzeitig ermöglicht, dass ein Teil des einfallenden Lichts transmittiert wird, wie zum Beispiel eine teilweise metallbeschichtete Oberfläche oder eine mit einem dielektrischen mehrschichtigen Spiegel beschichtete Oberfläche.

[0028] Bei Verwendung eines Head-Mounted Durchsicht-Displays führen Lichtverluste von den Display-Bereichen **115** und Licht, das von der Bildquelle oder von dem zugehörigen optischen Systemen reflektiert oder gestreut wird, oder Licht, das vom Benutzer reflektiert oder gestreut wird, zu einer Lichtmenge, die von dem Head-Mounted Durchsicht-Display in die Umgebung geleitet wird. Diese Lichtverluste werden von externen Betrachtern als Augenleuchten wahrgenommen, und zwar dort, wo Gebiete der Linsen **110** oder die Bereiche, die die Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** umgeben, scheinbar leuchten, wenn sie in einer nur schwach beleuchteten Umgebung gesehen werden. In bestimmten Fällen von Augenleuchten, wie in **Fig. 1A** gezeigt, kann das angezeigte Bild als ein sichtbares Bild **190** in den Display-Bereichen **115** gesehen werden, wenn sie von außen durch externe Betrachter angesehen werden. Um die Vertraulichkeit des Seherlebnisses für den Anwender sowohl hinsichtlich der Vertraulichkeit der Bilder, die gerade betrachtet werden, als auch hinsichtlich der geringeren Wahrnehmbarkeit des Benutzer zu gewährleisten, wenn die Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** in einer nur schwach beleuchteten Umgebung verwendet wird, ist es bevorzugt, das Augenleuchten zu reduzieren. Die vorliegende Offenbarung stellt Verfahren und Vorrichtungen zur Verfügung, durch die das Augenleuchten bei Head-Moun-

ted Durchsicht-Displays reduziert wird, wie zum Beispiel bei den Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtungen **100**, die einen teilweise reflektierenden Spiegel in den mit der Bildquelle in Beziehung stehenden optischen Systemen enthalten.

[0029] In **Fig. 4** und **Fig. 5** sind Beispiele von optischen Systemen gezeigt, die mit Bildquellen für Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtungen **100** in Beziehung stehen, die teilweise reflektierenden Spiegel **440** und **540** enthalten. Lichtsteuerungselemente **480** und **580** blockieren Bildlicht, das aus den teilweise reflektierenden Spiegel **440** bzw. **540** austritt, um die Menge des austretenden Lichts zu reduzieren, das zum Augenleuchten beiträgt.

[0030] Es wird zunächst auf **Fig. 4** Bezug genommen, anhand derer die optischen Systeme beschrieben werden, die mit der Bildquelle in Beziehung stehen. In diesem Beispiel enthält die Bildquelle ein Projektionssystem (nicht gezeigt), um Bildlicht zur Verfügung zu stellen, und zwar mit einem optischen Layout, das eine erste horizontale optische Achse aufweist, die in oder entlang dem oberen Abschnitt des Rahmens **105** in der Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** angeordnet ist. Die optischen Systeme entlang dieser ersten horizontalen Achse können Linsen zum Fokussieren des Bildlichts **470** enthalten, um dem Auge **410** des Benutzers ein fokussiertes angezeigtes Bild von der Bildquelle zur Verfügung zu stellen. Ein Klappspiegel **460** leitet dann das Bildlicht **470** von der ersten horizontalen Achse zu einer nicht-vertikalen optischen Achse **452**, die zu einer Durchsicht-Display-Baugruppe **400** führt, die eine Strahlteilerschicht **420** und eine zweite horizontale optische Achse **450** hat. Die Strahlteilerschicht **420** kann ein teilweise reflektierender Spiegel oder eine polarisierende Strahlteilerschicht sein. Die Strahlteilerschicht **420** in der Durchsicht-Display-Baugruppe **400** ist mit einem Winkel relativ zu der nicht-vertikalen optischen Achse und der zweiten horizontalen optischen Achse **450** ausgerichtet, um dadurch eine dünnere Durchsicht-Display-Baugruppe **400** zur Verfügung zu stellen. Die Strahlteilerschicht **420** reflektiert mindestens einen Teil des Bildlichts **470** und lenkt es entlang der zweiten horizontalen optischen Achse **450** in einer Richtung weg von dem Auge **410** des Benutzers. Ein erster Teil des Bildlichts **470**, das von der Strahlteilerschicht **420** reflektiert wurde, wird dann zurück in Richtung auf das Auge **410** des Benutzers reflektiert, und zwar durch einen teilweise reflektierenden Spiegel **440**. Der teilweise reflektierenden Spiegel **440** kann sphärisch oder gegebenenfalls asphärisch sein, um dem Auge **410** des Benutzers ein fokussiertes Bild zur Verfügung zu stellen. Der reflektierte erste Teil des Bildlichts **470** strahlt dann zurück durch den Strahlteiler und wird auf das Auge **410** des Benutzers fokussiert.

[0031] Gleichzeitig wird ein zweiter Teil des Bildlichts **470**, das durch die Strahlteilerschicht **420** reflektiert wurde, durch den teilweise reflektierenden Spiegel **440** transmittiert. Es ist dieser zweite Teil des Bildlichts **470**, der aus der Durchsicht-Display-Baugruppe **400** entweicht, um zum Augenleuchten beizutragen, das die Form eines sichtbaren Bildes **190** hat, das von einem externen Betrachter gesehen werden kann. Das Lichtsteuerungselement **480** blockiert den zweiten Teil des Bildlichts **470**, wodurch die Menge des austretenden Lichts und das Augenleuchten reduziert werden. Bei einer Ausführungsform sind das Lichtsteuerungselement **480**, der teilweise reflektierende Spiegel **440**, die Strahlteilerschicht **420** und das Auge **410** des Benutzers alle entlang einer gemeinsamen optischen Achse angeordnet, nämlich der zweiten horizontalen optischen Achse **450**. Gleichzeitig strahlt ein erster Teil des Szenenlichts von der äußeren Umgebung **465** durch das Lichtsteuerungselement **480**. Ein zweiter Teil des Szenenlichts **465** strahlt dann durch den teilweise reflektierenden Spiegel **440** und die Strahlteilerschicht **420**, um mit dem ersten Teil des Bildlichts **470** kombinieren zu werden, um für das Auge **410** des Benutzers ein kombiniertes Bild zur Verfügung zu stellen. Das kombinierte Bild enthält das angezeigte Bild von der Bildquelle, das mindestens einen Teil der Durchsicht-Ansicht der äußeren Umgebung vor dem Benutzer überlagert.

[0032] Gleichzeitig wird ein dritter Teil des Szenenlichts **465** von dem teilweise reflektierenden Spiegel **440** reflektiert. Dieser dritte Teil des Szenenlichts **465** trägt auch zum Augenleuchten bei, da es aus der Durchsicht-Display-Baugruppe **400** entweicht. Jedoch trägt der dritte Teil des Szenenlichts **465** zum dem allgemein reflektierten Licht aus der Umgebung bei und trägt somit nicht zu dem sichtbaren Bild **190** bei, das von externen Betrachtern gesehen werden kann. Das Augenleuchten, das durch den dritten Teil des Szenenlichts **465** erzeugt wird, wird von externen Betrachtern als allgemeine Helligkeit in den Linsen **110** oder als ein reflektiertes Bild der externen Szene vor dem Benutzer wahrgenommen.

[0033] Bei einer Ausführungsform erzeugt die Bildquelle linear polarisiertes Bildlicht **470**, und die Strahlteilerschicht **420** ist ein teilweise reflektierender Spiegel. Linear polarisiertes Bildlicht kann durch verschiedene Einrichtungen erzeugt werden, einschließlich Mikro-Displays mit linear polarisiertem Licht, wie z. B. LCOS-Displays oder LCD-Displays, alternativ können selbstleuchtende Displays (z. B. OLED, QLED und transmissive LCOS) mit einem linearen Polarisator verwendet werden, um linear polarisiertes Bildlicht **470** zur Verfügung zu stellen. Mit linear polarisiertem Bildlicht **470** und einem teilweise reflektierenden Spiegel als Strahlteilerschicht **420**, ist das Lichtsteuerungselement **480** ein linearer Polarisator. Hierbei ist der lineare Polarisator in dem Lichtsteuerungs-

element **480** relativ zu dem linear polarisierten Bildlicht **470** so orientiert, dass der zweite Teil des linear polarisierten Bildlichts **470**, der durch den teilweise reflektierenden Spiegel **440** strahlt, blockiert wird, wodurch das Augenleuchten reduziert wird.

[0034] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Strahlteilerschicht **420** ein polarisierender Strahlteiler, oder die Bildquelle liefert polarisiertes Bildlicht **470** und die Strahlteilerschicht **420** ist ein polarisierender Strahlteiler, so dass das reflektierte Bildlicht **470** linear polarisiertes Licht ist. Diese Ausführung und die damit in Beziehung stehende Polarisierungssteuerung sind in **Fig. 6** gezeigt. Für den Fall, in dem die Bildquelle linear polarisierte Bildlicht liefert und die Strahlteilerschicht **420** ein polarisierender Strahlteiler ist, ist der Polarisationszustand des Bildlichts mit dem polarisierenden Strahlteiler so ausgerichtet, dass das Bildlicht **470** durch den polarisierenden Strahlteiler reflektiert wird. **Fig. 6** zeigt das reflektierte Bildlicht so, dass es eine S Zustand-Polarisation hat. In Fällen, in denen die Strahlteilerschicht **420** ein polarisierender Strahlteiler ist, ist eine erste Viertelwellenfolie **430** zwischen dem Strahlteiler **420** und dem teilweise reflektierenden Spiegel **440** vorgesehen.

[0035] Die erste Viertelwellenfolie **430** wandelt das linear polarisierte Bildlicht in zirkular polarisiertes Bildlicht um (dargestellt als S konvertiert in CR in **Fig. 6**). Der reflektierte erste Teil des Bildlichts **470** wird dann ebenfalls zirkular polarisiert, wobei der zirkulare Polarisationszustand umgekehrt wird (gezeigt als CL in **Fig. 6**), so dass nach dem Zurückstrahlen durch die Viertelwellenfolie der Polarisationszustand des reflektierten ersten Teils des Bildlicht **470** umgekehrt ist (in die P-Polarisation), und zwar im Vergleich zu dem Polarisationszustand des Bildlichts **470**, das von der Bildquelle (gezeigt als S) geliefert wird. Als eine Folge strahlt der reflektierte erste Teil des Bildlichts **470** ohne Reflexionsverluste durch den polarisierenden Strahlteiler. Wenn die Strahlteilerschicht **420** ein polarisierender Strahlteiler ist und die Durchsicht-Display-Baugruppe **400** eine erste Viertelwellenfolie **430** (Quarter Wave Film) enthält, ist das Lichtsteuerungselement **480** eine zweite Viertelwellenfolie **653** und ein linearer Polarisator **654**. Hierbei konvertiert die zweite Viertelwellenfolie **653** den zweiten Teil des zirkular polarisierten Bildlichts **470** in linear polarisiertes Bildlicht **470** (gezeigt als CR konvertiert in S) mit einem Polarisationszustand, der durch den linearen Polarisator **654** in dem Lichtsteuerungselement **480** blockiert wird, so dass Augenleuchten reduziert wird.

[0036] Wenn das Lichtsteuerungselement **480** einen linearen Polarisator **654** und eine Viertelwellenfolie **653** enthält, wird einfallendes unpolarisiertes Szenenlicht **465** von der äußeren Umgebung vor dem Benutzer in linear polarisiertes Licht (in **Fig. 6** gezeigt als P Polarisationszustand) konvertiert, wäh-

rend 50% des Lichts blockiert wird. Der erste Teil des Szenenlichts **465**, das durch den linearen Polarisator **654** strahlt, ist linear polarisiertes Licht, das durch die Viertelwellenfolie in zirkular polarisiertes Licht (in **Fig. 6** dargestellt als P konvertiert in CL) umgewandelt wird. Der dritte Teil des Szenenlichts, der von dem teilweise reflektierenden Spiegel **440** reflektiert wird, hat eine umgekehrte zirkulare Polarisation (in **Fig. 6** gezeigt als CL konvertiert in CR), die dann durch die zweite Viertelwellenfolie **653** in linear polarisiertes Licht (in **Fig. 6** gezeigt als CR konvertiert in S-Polarisation) umgewandelt wird. Der lineare Polarisator **654** blockiert dann den reflektierten dritten Teil des Szenenlichts, wodurch austretendes Licht und Augenleuchten reduziert werden.

[0037] Wie in **Fig. 6** gezeigt, haben der reflektierte erste Teil des Bildlichts **470** und der transmittierte zweite Teil des Szenenlichts den gleichen zirkularen Polarisationszustand (dargestellt als CL), so dass sie kombiniert werden und durch die erste Viertelwellenfolie **430** in linear polarisiertes Licht (dargestellt als P) umgewandelt werden, die durch den Strahlteiler strahlen, wenn die Strahlteilerschicht **420** ein polarisierender Strahlteiler ist. Durch das linear polarisierte kombinierte Licht **690** wird dann ein kombiniertes Bild zum Auge **410** des Benutzers **410** geliefert, das sich an der Rückseite der Durchsicht-Display-Baugruppe **400** befindet, wobei das kombinierte Bild überlagerte Bereiche des angezeigten Bildes von der Bildquelle und der Durchsicht-Ansicht der äußeren Umgebung vor dem Benutzer enthält.

[0038] Die beispielhaften optischen Systeme mit den Bildquellen für die Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtungen **100**, die in **Fig. 5** als Durchsicht-Display-Baugruppe **500** gezeigt sind, werden nun beschrieben. In diesem Beispiel wird eine Bildquelle **520** verwendet, die linear polarisiertes Bildlicht **570** liefert. Das linear polarisierte Bildlicht **570** tritt in einen Wellenleiter **555** ein, wo das Licht zuerst durch innere Totalreflexion an der hinteren Fläche **530** reflektiert wird, ein erster Teil des Bildlichts **570** von einem teilweise reflektierenden Spiegel **540** reflektiert und dann durch die Fläche **530** transmittiert, um dem Auge **410** des Benutzers ein Bild von der Bildquelle **520** zur Verfügung zu stellen. Der Benutzer sieht durch den Wellenleiter **555** und den teilweise reflektierenden Spiegel **540**, um eine Durchsicht-Ansicht der externen Szene vor dem Benutzer zu erhalten. Aufgrund von Verzerrungen, die durch die dicken Schichten aus optischem Material in den Wellenleiter **555** erzeugt werden, ist ein Korrekturlement **560** vorgesehen, um Verzerrungen in der Durchsicht-Ansicht zu reduzieren, die vom Benutzer gesehen wird. Das kombinierte Bild, das dem Auge **410** des Benutzers präsentiert wird und das das angezeigte Bild von der Bildquelle **520**, das mit mindestens einem Bereich einer Durchsicht-Ansicht der externen Szene überlagert ist, enthält, wird aus dem Bildlicht **570** und dem Szenenlicht

565 gebildet. In diesem Beispiel stammt das Augenleuchten von einem zweiten Teil des Bildlichts **570**, das durch den teilweise reflektierenden Spiegel **540** durchgelassen wird, wonach es durch das Korrekturlement **560** strahlt und aus der Durchsicht-Display-Baugruppe **500** entweicht.

[0039] In diesem Fall wird die lineare Polarisation des Bildlichts **570** beibehalten, so dass der zweite Teil des Bildlichts **570**, das aus der Durchsicht-Display-Baugruppe **500** entweicht, die gleiche lineare Polarisation wie das Bildlicht **570** hat, das von der Bildquelle **520** erzeugt wird. Das Lichtsteuerungselement **580** für diese Ausführungsform hat einen linearen Polarisator, der zusammen mit der Bildquelle **520** ausgerichtet ist, so dass austretendes Licht blockiert wird. Der Polarisationszustand des Bildlichts **570** und die Orientierung des linearen Polarisators in dem Lichtsteuerungselement **580** sind so gewählt, um gemeinsam austretendes Licht zu blockieren. Wenn zum Beispiel die Bildquelle **520** S-polarisiertes Bildlicht **570** liefert, dann ist der lineare Polarisator in dem Lichtsteuerungselement **580** ausgerichtet, um S polarisiertes Licht zu blockieren. Wie in **Fig. 5** gezeigt, sind das Lichtsteuerungselement **580**, das Korrekturlement **560**, der teilweise reflektierende Spiegel **540**, der Wellenleiter **555** und das Auge **410** des Benutzers alle auf einer gemeinsamen optischen Achse **550** angeordnet. Außerdem, während **Fig. 5** zeigt, dass Bildlicht **570** einmal von der Oberfläche **530** und einmal von dem teilweise reflektierenden Spiegel **540** reflektiert wird, können Wellenleiter verwendet werden, wobei mehrfache Reflexionen des Bildlichts **570** entweder an der Fläche **530** oder an dem teilweise reflektierenden Spiegel **540** auftreten.

[0040] Es wird darauf hingewiesen, dass die Ausführungsformen die Durchsicht-Display-Baugruppen **400** und **500** enthalten können, wobei teilweise reflektierende Spiegel **440** bzw. **540** jeweils auf gemeinsamen optischen Achsen mit dem Auge **410** des Benutzers und den Lichtsteuerungselementen **480** bzw. **580** liegen. Dieses optische Layout wurde ausgewählt, um den zusätzlichen Vorteil einer dünnen Durchsicht-Display-Baugruppe mit einem großen angezeigten Sichtfeld zu erreichen, das auf dem Durchsicht-Sichtfeld überlagert ist. Um ein großes angezeigtes Sichtfeld zu gewährleisten, muss der Bereich des teilweise reflektierenden Spiegels, auf dem das Bild angezeigt wird, relativ groß sein. Durch Verwendung einer abgewinkelten Strahlteilerschicht, wie in **Fig. 4** gezeigt, ist es möglich, den teilweise reflektierenden Spiegel oberhalb oder unterhalb des Durchsicht-Sichtfelds anzuordnen. Wenn jedoch der teilweise reflektierende Spiegel mit seiner optischen Achse so angeordnet wird, dass sie senkrecht zu der optischen Achse verläuft, die mit dem Durchsicht-Sichtfeld in Beziehung steht, wird durch die laterale Abmessung des teilweise reflektierenden Spiegels

die Dicke der Durchsicht-Display-Baugruppe wesentlich erhöht.

[0041] Als ein Ergebnis können die Ausgestaltungen teilweise reflektierende Spiegel enthalten, die sich eine optische Achse mit dem Durchsicht-Sichtfeld teilen, so dass die große Abmessung des teilweise reflektierenden Spiegels, der mit dem großen angezeigten Sichtfeld in Beziehung steht, vertikal verläuft und somit nicht zur Dicke der Durchsicht-Display-Baugruppe beiträgt. Da sich jedoch der teilweise reflektierende Spiegel auf der optischen Achse des Durchsicht-Sichtfeldes befindet, muss der teilweise reflektierende Spiegel sowohl teilweise reflektierend sein, um das angezeigte Bild zur Verfügung zu stellen, als auch teilweise transparent sein, um die Durchsicht-Ansicht zur Verfügung zu stellen. Zum Beispiel wurde eine Durchsicht-Display-Baugruppe, ähnlich der aus **Fig. 4**, für ein angezeigtes 30-Grad Sichtfeld-Bild entwickelt. Der teilweise reflektierende Spiegel hatte hier eine Höhe von 15 mm. Durch die Positionierung des teilweise reflektierenden Spiegels vor dem Benutzer wurde die Dicke der Durchsicht-Display-Baugruppe von der Vorderseite des teilweise reflektierenden Spiegels bis zur Rückseite der Strahlteilerschicht auf 10 mm reduziert.

[0042] Bei einer weiteren Ausgestaltung enthält die Lichtsteuerungsschicht eine elektrisch steuerbare Verdunkelungsschicht, um die Menge an Szenenlicht zu reduzieren, die in das Head-Mounted Durchsicht-Display eintritt. Die steuerbare Verdunkelungsschicht wird in Reaktion auf erfasste Veränderungen in der Umgebung, Veränderungen in den Bewegungen des Benutzers oder Änderungen hinsichtlich der Art der angezeigten Bilder gesteuert. Bei einer Ausführungsform ist die steuerbare Verdunkelungsschicht segmentiert, um eine differentielle Steuerung in den Display-Bereichen und in den durchsichtigen Bereichen der Linse zu ermöglichen, um ein angezeigtes Bild mit einem höheren Kontrast zur Verfügung zu stellen. Beispiele für steuerbare Verdunkelungsschichten umfassen verschiedene Arten von Flüssigkristallschichten, Electrowetting-Schichten oder elektrochromen Schichten.

[0043] **Fig. 7** zeigt eine Querschnittsansicht eines Lichtsteuerungselements **700**. Das Lichtsteuerungselement **700** umfasst eine steuerbare Verdunkelungsschicht **652**, eine Viertelwellenfolie **653**, einen linearen Polarisator **654** und eine Trägerschicht **740**. Bei einer anderen Ausführungsform kann das Lichtsteuerungselement **700** ein separates austauschbares Element in der Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung **100** sein. Auf diese Weise können unterschiedliche Stufen an Funktionalität in das Lichtsteuerungselement **700** integriert werden, wie zum Beispiel unterschiedliche Farbtöne oder dickere Trägerschichten **740**, um eine erhöhte Schlagfestigkeit, einen besseren ballistischen Schutz oder La-

ser-Schutz zu erreichen. Schlagfestigkeit kann mit einem sehr schlagfesten Kunststoff erreicht werden, wie zum Beispiel Polycarbonat, und ein ballistischer Schutz kann mit einer laminierten Komponente erreicht werden, wie bei schusssicherem Glas. Ein Laser-Schutz kann auch erreicht werden, beispielsweise mit Sperrfiltern zum Blockieren von Laser-Wellenlängen. Bei einem weiteren Beispiel kann die Trägerschicht **740** photochrome Materialien enthalten, die automatisch dunkler werden, wenn sie in helle Umgebungen kommen, um einen Teil des Szenenlichts zu blockieren, was es leichter macht, die angezeigten Bilder anzusehen.

[0044] Bei einem weiteren Beispiel kann der steuerbare Verdunkelungsschicht **652** in einigen Versionen des Lichtsteuerungselements **700** enthalten sein, um einen Teil des Szenenlichts zu blockieren, um verbesserte Sichtverhältnisse mit einem höheren Kontrast der angezeigten Bilder in Bereichen des kombinierten Bildes zu erreichen. Bei einfacheren Versionen des Lichtsteuerungselements **700** kann die steuerbare Verdunkelungsschicht **652** einfach weglassen werden. Wie bereits erwähnt, sollte die Viertelwellenfolie **653** bei dem Lichtsteuerungselement **700** gelassen werden, wenn sie mit bestimmten Typen von Durchsicht-Display-Baugruppen **400** verwendet werden, so zum Beispiel dann, wenn die Bildquelle linear polarisiertes Bildlicht **470** liefert und die Strahlteilerschicht **420** eine teilweise reflektierende Spiegel ist oder wenn eine Durchsicht-Display-Baugruppe **500** verwendet wird.

[0045] **Fig. 8** zeigt ein Beispiel von einer Durchsicht-Display-Baugruppe mit einem Lichtsteuerungselement **480** in ein Brillengestell. Der Querschnitt **800** der Brille zeigt die Komponenten der Durchsicht-Display-Baugruppe **400** in ein Brillengestell **805**. Hierbei überdeckt das Lichtsteuerungselement **480** die gesamte Durchsicht-Ansicht, die vom Benutzer gesehen wird. Ferner sind Trägerbauteile **887** und **885** gezeigt, die den teilweise reflektierenden Spiegel **440** bzw. die Strahlteilerschicht **420** im Sichtfeld des Auges **410** des Benutzers **410** halten. Die Trägerbauteile **885** und **887** sind zusammen mit dem Lichtsteuerungselement **700** mit dem Brillengestell **805** verbunden. Die anderen Komponenten, wie zum Beispiel der Klappspiegel **460** und die erste Viertelwellenfolie **430** sind ebenfalls mit den Trägerbauteilen **887** und **885** verbunden, so dass die kombinierte Baugruppe strukturell robust ist.

[0046] **Fig. 9** beschreibt ein Verfahren zur Verwendung der vorliegenden Erfindung. In Schritt **910** wird Bildlicht von einer Bildquelle, wie zum Beispiel ein Mikro-Display, zu einem teilweise reflektierenden Spiegel geliefert. In Schritt **920** wird reflektiert der teilweise reflektierende Spiegel einen ersten Teil des Bildlichts, während ein zweiter Teil des Bildlichts transmittiert wird. In Schritt **930** wird ein erster Teil

des Szenenlichts durch ein Lichtsteuerungselement transmittiert. Ein zweiter Teil des Szenenlichts wird durch den teilweise reflektierenden Spiegel transmittiert, während in Schritt **940** ein dritter Teil des Szenenlichts von dem teilweise reflektierenden Spiegel reflektiert wird. In Schritt **950** werden der erste Teil des Bildlichts und der zweite Teil des Szenenlichts kombiniert, um ein kombiniertes Bild zum Auge des Anwenders zu liefern, wobei das kombinierte Bild das angezeigte Bild von der Bildquelle enthält, das einer Durchsicht-Ansicht der externen Szene vor dem Benutzer überlagert ist. In Schritt **960** blockiert das Lichtsteuerungselement austretendes Licht des zweiten Teils des Bildlichts und des dritten Teils des Szenenlichts, um dadurch Augenleuchten zu reduzieren. Hierbei ist der prozentuale Anteil des Lichts des ersten Teils des Szenenlichts, das durch das Lichtsteuerungselement transmittiert wird, größer als der prozentuale Anteil des austretenden Lichts des zweiten Teils des Bildlichts und des dritten Teils des Szenenlichts, das nicht von dem Lichtsteuerungselement blockiert wird.

[0047] Der teilweise reflektierenden Spiegel, der in der Vorrichtung enthalten ist, kann einen Bereich an Reflexionsvermögen von 20% bis 80% haben. Hierbei wird durch die unteren Ebenen des Reflexionsvermögens dafür gesorgt, dass mehr Szenenlicht an das Auge des Benutzers geliefert wird, so dass die Durchsicht-Ansicht heller ist, wobei aber größere Mengen an Bildlicht austreten, so dass der Stromverbrauch der Bildquelle erhöht wird, um ein angezeigtes Bild mit einer bestimmten Helligkeit zur Verfügung zu stellen. Im Gegensatz dazu wird durch ein höheres Reflexionsvermögen dafür gesorgt, dass weniger Szenenlicht an das Auge des Benutzers geliefert wird, so dass die Durchsicht-Ansicht dunkler wird und weniger Bildlicht austreten kann, so dass der Stromverbrauch der Bildquelle reduziert wird, um ein angezeigtes Bild mit einer bestimmten Helligkeit zur Verfügung zu stellen.

[0048] Durch Verwendung von polarisationsbezogenen Verfahren zum Reduzieren von Augenleuchten wird die Effizienz der Lichtausbeute erhöht. Lineare Polarisatoren blockieren normalerweise 99,9% oder mehr von einem linearen Polarisationszustand, während sie 99,9% des anderen linearen Polarisationszustand durchlassen. Nicht polarisiertes Licht besteht aus einer Mischung der beiden linearen Polarisationszustände, so dass 50% des nicht polarisierten Lichts blockiert werden und 50% durch den linearen Polarisator durchgelassen werden. Rein absorbierende Filter oder rein reflektierende Filter können keinen höheren prozentualen Anteil an Licht blockieren als sie unter anderen Umständen durchlassen können. Bei den Ausführungen werden die Polarisationszustände der verschiedenen Teile des Bildlichts und des Szenenlichts in der Durchsicht-Display-Baugruppe und in dem Lichtsteuerungselement gesteu-

ert, so dass ein hoher Prozentanteil des Szenenlichts in die Durchsicht-Display-Baugruppe durchgelassen werden kann, während ein höherer Prozentanteil des austretenden Lichts blockiert wird, so dass dem Benutzer eine helle Durchsicht-Ansicht zur Verfügung gestellt und Augenleuchten reduziert wird. In Anbetracht dessen, dass in einigen Fällen das Bildlicht oder das Szenenlicht auch eine elliptische Polarisation annehmen kann, sollte vernünftigerweise erwartet werden, dass das Lichtsteuerungselement mehr als 90% des austretenden Lichts blockiert, während ermöglicht wird, dass mehr als 30% des Szenenlichts durchgelassen wird.

[0049] Der polarisierende Strahlteiler in den hier beschriebenen Ausführungsformen kann verschiedene Typen umfassen. Obwohl bei den in **Fig. 4**, **Fig. 6** und **Fig. 8** gezeigten Beispielen Drahtgitter-Platter oder Drahtgitter-Folien verwendet werden, um Platten als die polarisierenden Strahlteiler zu halten, können auch polarisierende MacNeil Prisma-Strahlteiler verwendet werden.

[0050] Bei einer weiteren Ausführungsform sind Licht absorbierenden Strukturen an einer oder mehreren der Kanten des Rahmens **105** vorgesehen, um Licht zu absorbieren, das vom Gesicht des Benutzers reflektiert oder gestreut wird. Hierbei können die Licht absorbierenden Strukturen schwarze Bereiche oder strukturierte Bereiche umfassen. Die Licht absorbierenden Strukturen können auch flexibel sein, um sich an das Gesicht des Benutzers anzupassen.

Bezugszeichenliste

100	Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung
102	durchsichtige Bereiche von Linsen
105	Rahmen
110	Linse
115	Display-Bereiche
120	Kamera
125	Elektronik
127	periphere Elektronik
130	Arme
190	von außen sichtbares Bild
400	Durchsicht-Display-Baugruppe
410	Auge des Benutzers
420	Strahlteilerschicht
430	Viertelwellenfolie
440	teilweise reflektierender Spiegel
450	optische Achse
452	optische Achse
460	Klappspiegel
465	Szenenlicht
470	Bildlicht
480	Lichtsteuerungselement
500	Durchsicht-Display-Baugruppe
520	Bildquelle
530	Rückseite des Wellenleiters

540	teilweise reflektierender Spiegel
550	optische Achse
555	Wellenleiter
560	Korrekturelement
565	Szenenlicht
570	Bildlicht
580	Lichtsteuerungselement
652	steuerbare Verdunkelungsschicht
653	Viertelwellenfolie
654	linear polarisiert
690	kombiniertes Bildlicht
700	Lichtsteuerungselement
740	Trägerschicht
800	Brillen-Querschnitt
805	Brillengestell
885	Trägerbauteil
887	Trägerbauteil
910	Schritt des Lieferns von Bildlicht zum teilweise reflektierenden Spiegel
920	Schritt des Reflektierens und Durchlassens von Teilen des Bildlichts
930	Schritt des Durchlassens von Szenenlicht durch das Lichtsteuerungselement
940	Schritt des Durchlassens und Reflektierens von Teilen des Szenenlichts
950	Schritt des Kombinierens von Bildlicht und Szenenlicht, um ein kombiniertes Bild an den Benutzer zu liefern
960	Schritt des Verwendens des Lichtsteuerungselements, um austretendes Licht zu blockieren

[0051] Die vorliegende Offenbarung wurde unter besonderer Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen beschrieben, es soll aber verstanden werden, dass Variationen und Modifikationen innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung durchgeführt werden können.

Patentansprüche

1. Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung mit reduziertem Augenleuchten, mit:
 einer Durchsicht-Display-Baugruppe, die eine Bildquelle und einen teilweise reflektierenden Spiegel aufweist, der jeweilige Teile des Bildlichts von der Bildquelle und Szenenlicht von einer Durchsicht-Ansicht einer äußeren Umgebung reflektiert und transmittiert, so dass ein kombiniertes Bild, das Teile des reflektierte Bildlichts und des transmittierten Szenenlichts enthält, auf das Auge eines Benutzers geliefert wird; und
 ein Lichtsteuerungselement, das austretendes Licht blockiert, das den transmittierten Teil des Bildlichts und den reflektierten Teil des Szenenlicht enthält, während ermöglicht wird, dass ein Teil des eintreffenden Szenenlichts von der äußeren Umgebung in die Durchsicht-Display-Baugruppe transmittiert wird, wobei der transmittierte Prozentanteil der eintreffenden

Szenenlicht größer ist als der Prozentanteil des austretenden Lichts, das nicht blockiert wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Lichtsteuerungselement mehr als 90% des austretenden Lichts blockiert, während ermöglicht wird, dass mehr als 30% des Szenenlichts transmittiert wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Lichtsteuerungselement einen linearen Polarisator aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei das Lichtsteuerungselement außerdem eine erste Viertelwellenfolie aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der teilweise reflektierende Spiegel ein sphärischer oder ein asphärischer Spiegel ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Durchsicht-Display-Baugruppe außerdem eine teilweise reflektierende Spiegel-Strahlteilerschicht aufweist und die Bildquelle linear polarisiertes Bildlicht liefert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Durchsicht-Display-Baugruppe außerdem einen polarisierenden Strahlteiler und eine zweite Viertelwellenfolie aufweist, die zwischen dem polarisierenden Strahlteiler und dem teilweise reflektierenden Spiegel angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Bildquelle linear polarisiertes Bildlicht liefert, das ausgerichtet sind, um von dem polarisierenden Strahlteiler reflektiert zu werden, bevor es durch die zweite Viertelwellenfolie reflektiert wird, und der lineare Polarisator in dem Lichtsteuerungselement ausgerichtet ist, um Licht durch den polarisierenden Strahlteiler zu transmittieren, nachdem es durch die erste und zweite Viertelwellenfolie gestrahlt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der polarisierende Strahlteiler ein MacNeil-Strahlteiler ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der polarisierende Strahlteiler ein Drahtgitter-Polarisator ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei das Lichtsteuerungselement außerdem eine steuerbare Verdunkelungsschicht aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die steuerbare Verdunkelungsschicht zwei oder mehr separat steuerbare Bereiche aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei das Lichtsteuerungselement außerdem eine photochrome Schicht aufweist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Durchsicht-Display-Baugruppe außerdem Licht absorbierenden Strukturen an mindestens einer Kante der Durchsicht-Display-Baugruppe aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Bildquelle ein Projektor ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei der Projektor einen umgelenkten optischen Pfad aufweist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Durchsicht-Display-Baugruppe außerdem einen Wellenleiter aufweist und die Bildquelle linear polarisiertes Bildlicht liefert.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei das Bildlicht mehrmals von verschiedenen Bereichen des teilweise reflektierenden Spiegels reflektiert wird.

19. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Lichtsteuerungselement ein separat austauschbares Element ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Lichtsteuerungselement, der teilweise reflektierenden Spiegel und das Auge des Benutzers entlang einer gemeinsamen optischen Achse angeordnet sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das austretende Licht außerdem Licht enthält, das von dem Benutzer reflektiert oder gestreut wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Lichtsteuerungselement eine Trägerschicht mit Schlagfestigkeit, Ballistik-Schutz oder Laser-Schutz enthält.

23. Verfahren zum Betrachten eines Bildes mit reduziertem Augenleuchten auf einer Head-Mounted Durchsicht-Display-Vorrichtung, die eine Vorderseite und eine Rückseite hat, wobei das Verfahren umfasst:

Liefere von Bildlicht zu einem teilweise reflektierenden Spiegel von einem Bild, das auf einer Bildquelle angezeigt wird;

Reflektieren eines ersten Teils des Bildlichts von dem teilweise reflektierenden Spiegel, während ein zweiter Teil des Bildlichts durch den teilweise reflektierenden Spiegel transmittiert wird;

Transmittieren eines ersten Teils des Szenenlichts von der äußeren Umgebung durch ein Lichtsteuerungselement an der Vorderseite des Head-Mounted Durchsicht-Displays;

Transmittieren eines zweiten Teils des Szenenlichts durch den teilweise reflektierenden Spiegel, während ein dritter Teil des Szenenlichts von dem teilweise reflektierenden Spiegel reflektiert wird;

Kombinieren des ersten Teils des Bildlichts mit dem zweiten Teil des Szenenlichts, um einem Auge des Benutzers an der Rückseite des Head-Mounted

Durchsicht-Displays ein kombiniertes Bild zur Verfügung zu stellen, das das Bild enthält, das auf der Bildquelle angezeigt wird, überlagert von einer Ansicht der äußeren Umgebung; und

Verwenden des Lichtsteuerungselements, um den transmittierten zweiten Teil des Bildlichts und den reflektierten dritten Teil des Szenenlichts zu blockieren, um Augenleuchten zu reduzieren.

24. Verfahren nach Anspruch 23, das außerdem umfasst: Verwenden des Lichtsteuerungselements, um mehr als 90% des transmittierten zweiten Teils des Bildlichts und des reflektierten dritten Teils des Szenenlichts zu blockieren, während ermöglicht wird, dass mehr als 30% des eintreffenden Szenenlichts transmittiert wird.

25. Verfahren nach Anspruch 23, das außerdem umfasst: Verwenden des Lichtsteuerungselements, um Licht von dem kombinierten Bild zu blockieren, das von dem Betrachter reflektiert wird.

26. Verfahren nach Anspruch 23, das außerdem umfasst: Bereitstellen eines linearen Polarisators in dem Lichtsteuerungselement, um Teile des Bildlichts und des Szenenlichts zu blockieren, während Teile des Szenenlichts transmittiert werden.

27. Verfahren nach Anspruch 26, das außerdem umfasst: Bereitstellen einer Bildquelle, die linear polarisiertes Bildlicht zur Verfügung stellt.

28. Verfahren nach Anspruch 27, das außerdem umfasst: Bereitstellen einer ersten Viertelwellenfolie in dem Lichtsteuerungselement; und Verwenden der ersten Viertelwellenfolie, um linear polarisiertes Szenenlicht in zirkular polarisiertes Szenenlicht zu konvertieren.

29. Verfahren nach Anspruch 27, das außerdem umfasst: Ausrichten des Lichtsteuerungselements, der teilweise reflektierenden Spiegel und des Auges des Betrachters entlang einer gemeinsamen optischen Achse.

30. Verfahren nach Anspruch 29, das außerdem umfasst: Bereitstellen einer Strahlteilerschicht zum Reflektieren und Umlenken eines Teils des polarisierten Bildlichts entlang der gemeinsamen optischen Achse.

31. Verfahren nach Anspruch 30, wobei die Strahlteilerschicht eine polarisierende Strahlteilerschicht ist und wobei das Verfahren außerdem umfasst: Anordnen einer zweiten Viertelwellenfolie zwischen der polarisierenden Strahlteilerschicht und dem teilweise reflektierenden Spiegel; und Verwenden der ersten und zweiten Viertelwellenfolie, um den Polarisationszustand des ersten und zweiten Teils des Bildlichts umzukehren, und um den Polarisationszustand

des ersten, zweiten und dritten Teils des Szenenlichts umzukehren.

32. Verfahren nach Anspruch 31, das außerdem umfasst: Ausrichten des polarisierten Bildlichts und des linearen Polarisators in dem Lichtsteuerungselement, so dass der erste Teil des polarisierten Bildlichts mit dem umgekehrten Polarisierungszustand und der zweite Teil des Szenenlichts mit dem umgekehrten Polarisationszustand durch die polarisierende Strahlteilerschicht transmittiert werden.

33. Verfahren nach Anspruch 23, das außerdem umfasst: Bereitstellen einer steuerbaren Verdunkelungsschicht in dem Lichtsteuerungselement, um den ersten Teil des Szenenlichts teilweise zu blockieren, um dadurch das Szenenlicht in einem Teil des kombinierten Bildes zu reduzieren.

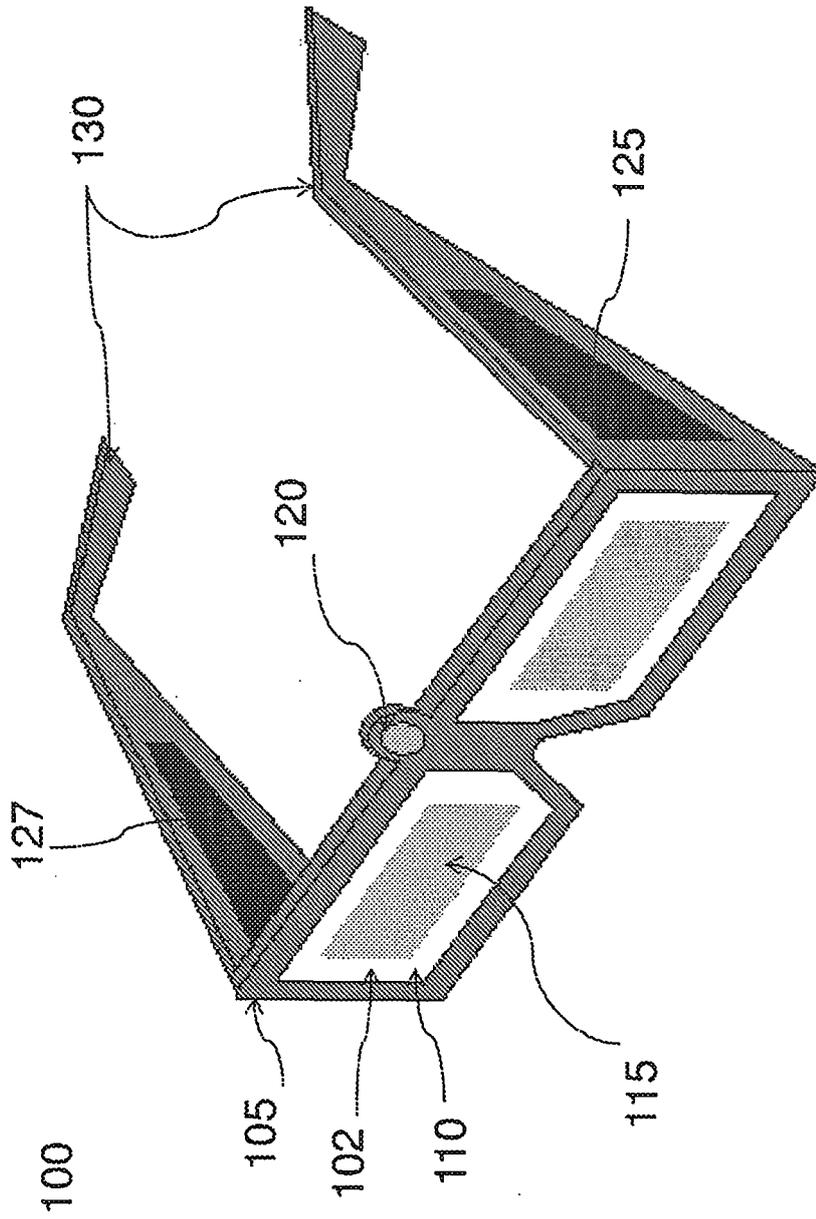
34. Verfahren nach Anspruch 23, das außerdem umfasst: Bereitstellen einer photochromen Schicht in dem Lichtsteuerungselement, um den ersten Teil des Szenenlichts teilweise zu blockieren, um dadurch das Szenenlicht in dem kombinierten Bild zu reduzieren.

35. Verfahren nach Anspruch 23, wobei der Schritt des Lieferns von Bildlicht zu einem teilweise reflektierenden Spiegel die Verwendung eines Wellenleiters umfasst.

36. Verfahren nach Anspruch 23, das außerdem umfasst: Verwenden einer absorbierenden Struktur, um Licht zu absorbieren, das von dem Benutzer reflektiert oder gestreut wird.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



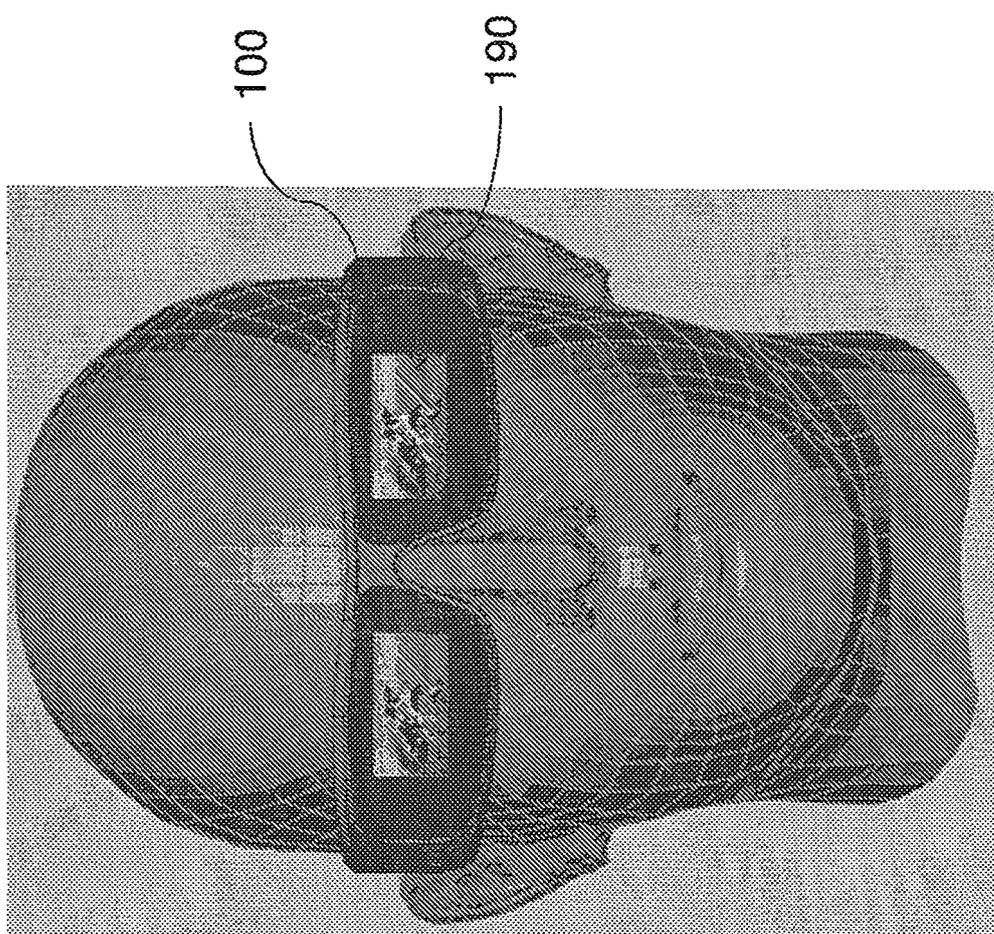


FIG. 1A



FIG. 2



FIG. 3

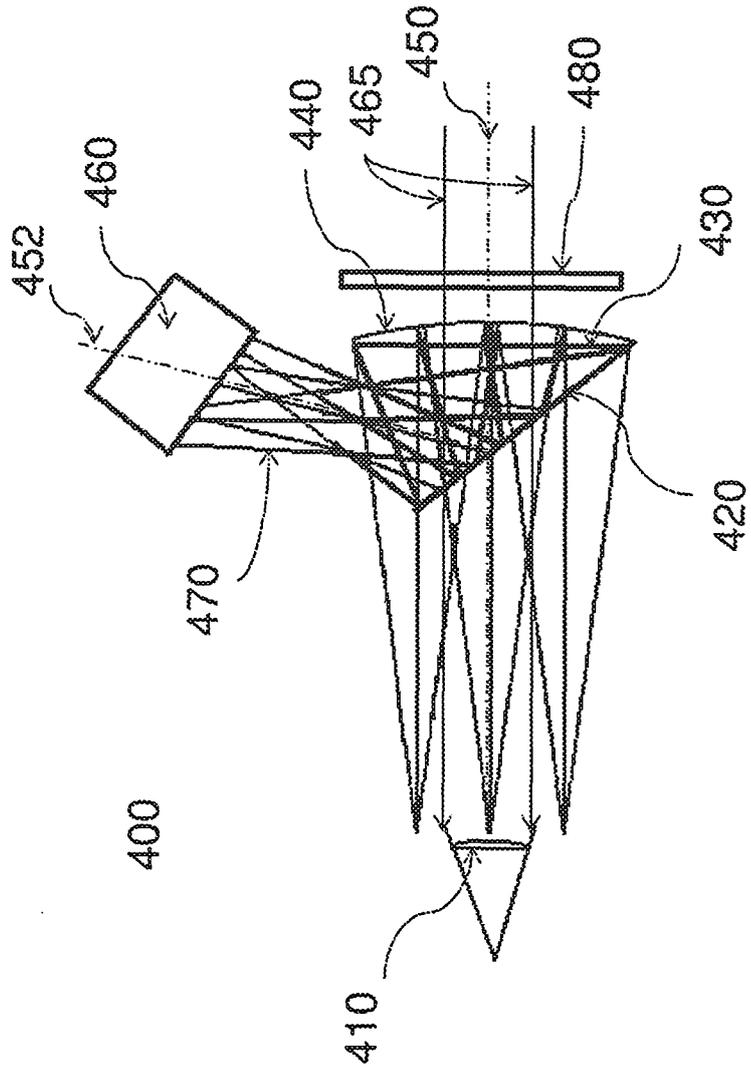


FIG. 4

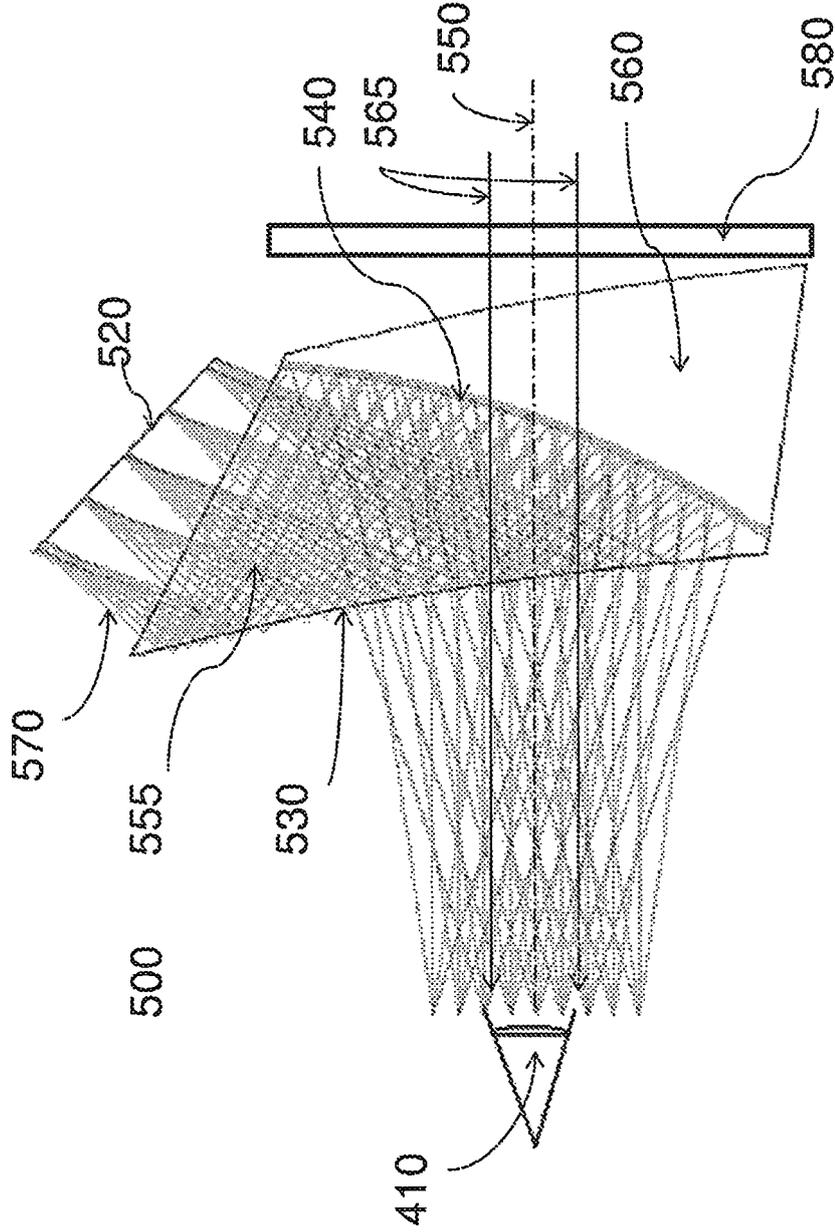


FIG. 5

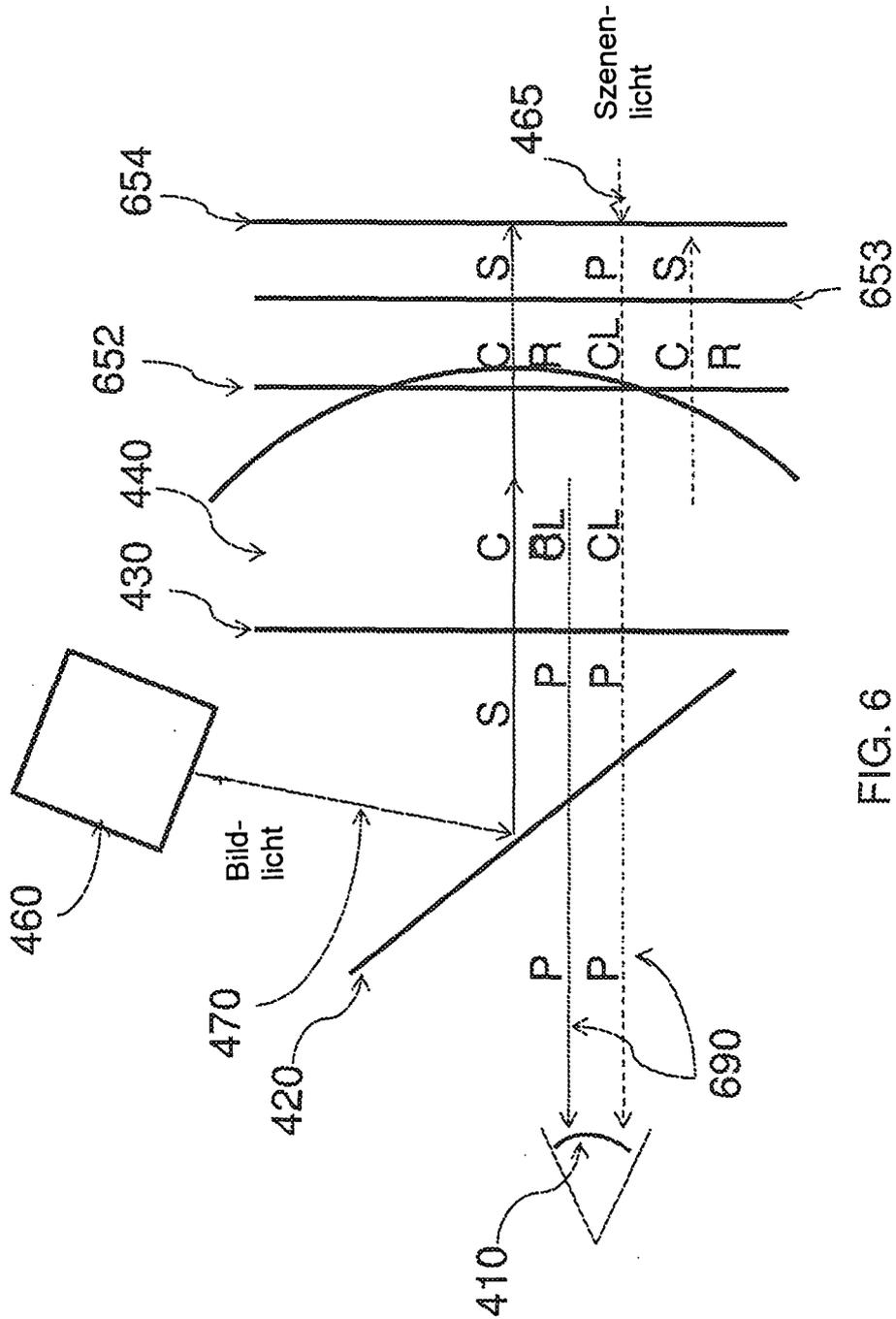


FIG. 6

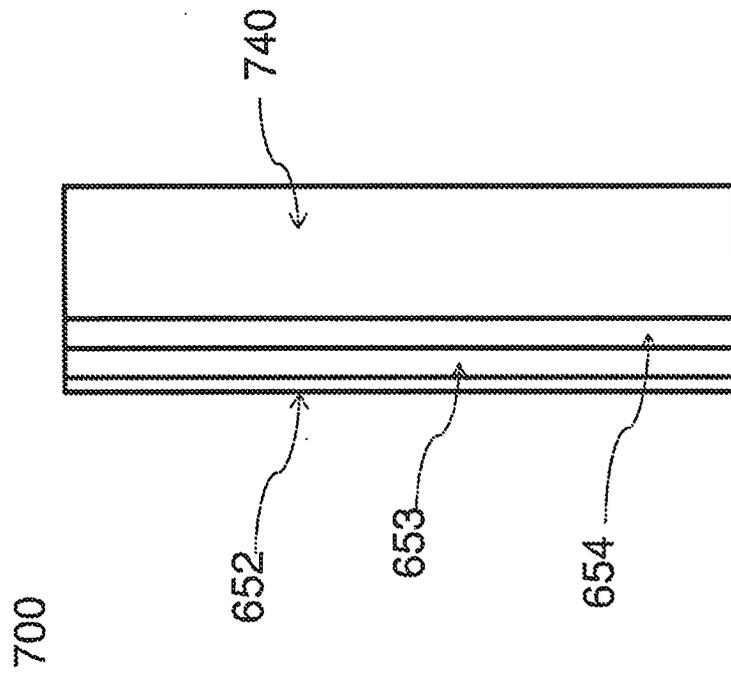


FIG. 7

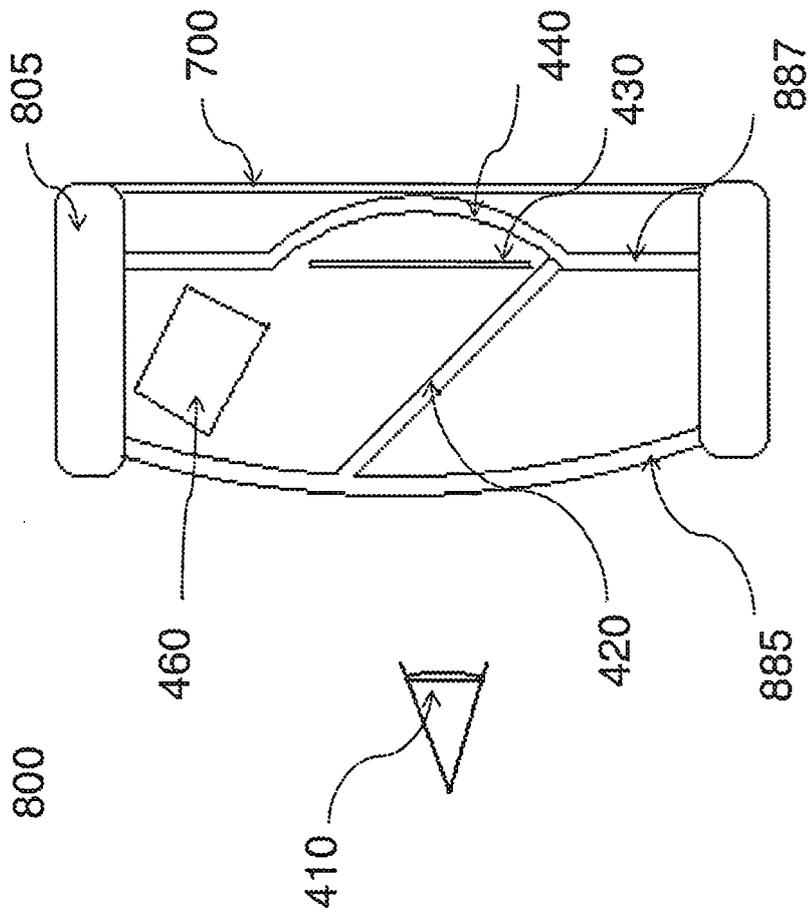


FIG. 8

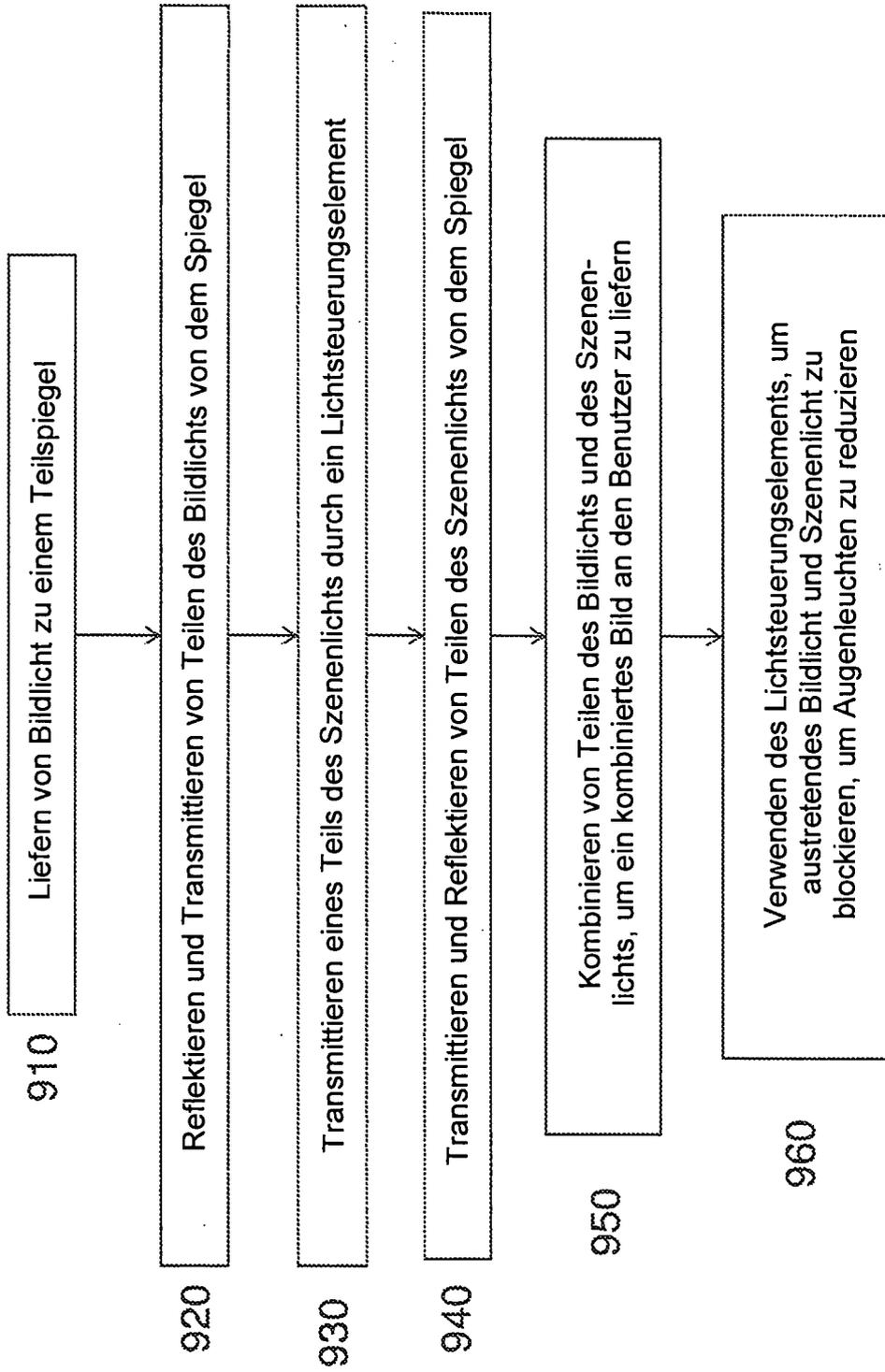


FIG. 9