



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 37 700 T2** 2008.01.10

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 012 655 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 27/14** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 37 700.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/17620**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 913 664.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/015868**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.10.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **16.04.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.06.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.01.2008**

(30) Unionspriorität:

27998 P	08.10.1996	US
844098	18.04.1997	US

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European
Patent Attorneys, 81671 München**

(73) Patentinhaber:

The Microoptical Corp., Westwood, Mass., US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL

(72) Erfinder:

SPITZER, Mark B., Sharon, MA 02067, US

(54) Bezeichnung: **BILDKOMBINIERUNGSVORRICHTUNG FÜR BRILLEN UND GESICHTSMASKEN**

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

BEZUGNAHME AUF ANMELDUNG

[0001] Diese Anmeldung beansprucht den Vorteil unter 35 U.S.C. § 119(e) der Provisorischen US-Patentanmeldung Nr. 60/027 998, eingereicht am 8. Oktober 1996, deren Offenbarung durch diesen Hinweis in die vorliegende Beschreibung aufgenommen wird.

ANGABE HINSICHTLICH EINER UNTERSTÜTZUNG DES BUNDES ZUR FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

[0002] Die Erfindung erfolgte mit staatlicher Unterstützung unter der Vertrags-Nr. DAAK60-96-C-3018, gewährt durch das Soldier Systems Command of the United States Army. Die Regierung besitzt gewisse Rechte an der Erfindung.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Am Kopf zu befestigende Bildanzeigen (beispielsweise Helme, Schutzbrillen und Brillen, in die Miniaturlanzeigen eingebaut sind) und andere Kompaktanzeigesysteme, die Daten in alphanumerischer, Video- oder in graphischer Form liefern, besitzen Anwendungen in der Luftfahrt, Medizin, Unterhaltung und für tragbare Rechner sowie auf zahlreichen anderen Gebieten. Siehe beispielsweise US-Patente 5 348 577, 5 281 960, 4 806 001 und 5 162 828. Es gibt drei hauptsächliche Arten von bekannten, am Kopf zu befestigenden Anzeigesystemen: "Systeme zum Hindurchsehen", bei denen das angezeigte elektronische Bild mit dem umgebenden Bildmaterial so kombiniert wird, dass der Benutzer beide Bilder sehen kann; "Systeme zum Herumsehen", bei denen das angezeigte Bild einen Teil des Umgebungsbildmaterials bedeckt; und "Systeme mit vollständiger Versenkung", bei denen das gesamte umgebende Bild blockiert ist, sodass der Benutzer nur das elektronisch erzeugte Bild beobachtet. Alle drei Systemarten benutzen verschiedene Vorrichtungen, einschließlich Linsen und dergleichen, um das Bild in das Auge des Betrachters zu projizieren.

[0004] Die einfachsten Systeme sind jene vom Typ zum Herumsehen, bei dem die elektronische Anzeige mit einer Linse oder mehreren Linsen ausgestattet ist und vor den Augen des Benutzers hängt. Eine hauptsächliche Beschränkung der Vorrichtung besteht darin, dass die Anzeige und das optische System hinsichtlich des Kopfes bewegt werden müssen, oder der Kopf muss bewegt werden, um dem Benutzer zu ermöglichen, das umgebende Bildmaterial in dem verdeckten Gebiet zu erblicken. Eine zweite Begrenzung solcher Vorrichtungen besteht darin, dass die Vorrichtung vom Kopf hängt (oder Helm, Band oder eine andere Trageeinrichtung, getragen von dem Kopf), sodass die Masse der Vorrichtung ein unerwünschtes Gewicht und/oder Druck/Zug auf den Kopf ausübt. Eine dritte Einschränkung der Vorrichtung besteht darin, dass die Position der Austrittspupille des optischen Systems nicht genau fixiert werden kann, was bedeutet, dass die Austrittspupille des optischen Systems groß genug sein muss, um sich verschiedenen Bewegungen der Vorrichtung anzupassen, die während der Benutzung vorkommen.

[0005] Vollständig versenkte Systeme haben viele derselben Einschränkungen des Systems zum Herumsehen. Das am Kopf befestigte System muss entfernt werden, um irgendwelche Umgebungsbilder zu sehen. Im Allgemeinen umfassen die Systeme Anzeigen und Linsensysteme ähnlich zu der Anzeige zum Herumsehen, oder umfassen eine Anzeige, ein Linsensystem und einen reflektierenden Schirm. Diese Systeme beziehen hohes Gewicht, Drehmoment und Volumen ein.

[0006] Die Systeme zum Hindurchsehen beziehen die komplizierten optischen Entwicklungen ein. Im Allgemeinen umfasst das System zum Hindurchsehen eine Anzeige, ein Linsensystem und einen Betrachtungsschirm oder Kombinierer. Alle Begrenzungen der Anzeige zum Herumsehen werden von der Anzeige zum Hindurchsehen geteilt, ausgenommen das Erfordernis zur Entfernung des am Kopf montierten Systems, um umgebende Bilder zu betrachten. Für diesen Vorteil ist es allerdings erforderlich, weitere optische Komponenten hinzuzufügen und somit das Gewicht des Systems zu erhöhen.

[0007] Alle drei der vorstehend Genannten, am Kopf zu befestigenden Anzeigearten haben weitere Beschränkungen und erfordern, dass die optischen Systeme an Schutzbrillen, Helmen, Anschnallbändern, ungewöhnlich sperrigen Sonnenbrillenrahmen und dergleichen zu befestigen sind, anstatt üblicheren optischen Trägern (wie beispielsweise die viel einfachere Tragefunktion, die durch übliche Brillenrahmen bereitgestellt wird). Diese Begrenzung erfordert, dass die Benutzer an das Tragen solcher Vorrichtungen gewöhnt werden müssen.

[0008] Eine weitere Begrenzung bekannter Anzeigen ist das Erfordernis der Bereitstellung von Beleuchtung. Beispielsweise erfordern am Kopf befestigte Anzeigesysteme, welche Flüssigkristallanzeigen verwenden, Lampen, um die Anzeige zu beleuchten. Diese Lampen verbrauchen Energie und erzeugen Wärme in der Nähe des Kopfes des Benutzers und vergrößern das Gesamtvolumen und Gewicht des Systems.

[0009] Eine weitere und wichtige Begrenzung im Stand der Technik ist die Verwendung von optischen Wegen außerhalb des Brillensystems. Beispielsweise beschreibt US-Patent 5 348 477, Welch, ein System mit einem Imagerelay und einem Satz Linsen und Schirme, befestigt außerhalb des Brillenrahmens und der Brillenlinse. Die Verwendung eines optischen Wegs im freien Raum, eines Kombinierers und dergleichen erschwert die Miniaturisierung zu einer Form, die üblichen Brillen angenähert ist, ziemlich. Furness et al. versuchten in US-Patent 5 162 828, diese Begrenzung mit einem System zum Hindurchsehen, basierend auf einem transparenten Schirm, wie man ihn beispielsweise bei einer Schutzbrille findet, mit einer Anzeige, befindlich am Oberen der Schutzbrille oder Brillen, und einem Spiegel, der feststehend oder einstellbar sein kann, angeordnet am Unteren des durchsichtigen Bereichs, anzugehen. Die Brillen, welche von Perera (US-Patent 4 867 551 und 4 751 691) und Bettinger (US-Patent 4 806 011) offenbart werden, erfordern auch Spiegel, die an Brillenglasrahmen hängen. Eine besondere Begrenzung der Systeme mit mechanisch aufgehängten Spiegeln rührt von der Tatsache her, indem solche Anhängsel eine größere Wahrscheinlichkeit aufweisen, dass die optische Fläche des Spiegels während der Benutzung Schaden erfährt oder zerbricht oder das Auge des Benutzers nach einem Unfall beschädigt. Da diese Systeme außerdem ungewöhnliche optische Anhängsel einbeziehen, erreichen sie die ideale Form von üblichen Eyewear nicht.

[0010] Bei einem bekannten System zum Hindurchsehen zielte das Interesse insbesondere auf die Bereitstellung eines üblichen Brillenglasrahmens, bei dem zwei Spiegel fast das gesamte aus faseroptischen Bündeln emittierte Licht reflektieren und Licht vom umgebenden Ablauf hindurch lässt. Ein solcher Spiegel wird durch die Grenzfläche zwischen zwei verklebten Linsen gebildet. Trotzdem umfasst dieser Stand der Technik einen optischen Weg, der vollständig außerhalb des Brillensystems liegt, und insbesondere setzt sich ein Lichtstrahl, der aus einer Endfläche des Glasfaserbündels kommt, durch den freien Raum, nahe dem Auge des Benutzers, fort, wodurch die Bildwahrnehmung beeinträchtigt wird.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0011] Die Erfindung betrifft ein am Kopf zu befestigendes Bildkombinierungslinsensystem mit den Merkmalen von Anspruch 1. Die Erfindung umfasst eine Bildquelle oder Anzeige, ein Linsensystem und einen Brillenrahmen oder eine Gesichtsmaske. Die Anzeige kann durch Verwendung eines Bildkanals, wie ein Gradientenlinsenkanal, eines kohärenten faseroptischen Bündels oder eines Linsenbildrelays, sodass die Anzeige hinter dem Kopf befindlich sein kann, falls erwünscht, zum Ausgleichen des Systemgewichts am Kopf, oder zum Verlegen einer Wärmequelle (die Anzeige oder das Hintergrundlicht), weg von dem Gesicht, oder aus kosmetischen oder anderen Gründen entfernt von der Brillenlinse angeordnet sein. Das Brillenglaslinsensystem wird mit einem oder mehreren Kombinierern ausgebildet, sodass das Bild von der Anzeige intern durch die Linse zu einer partiell oder vollständig reflektierenden Fläche, die sich im Sehfeld des Benutzers befindet, zu dem Auge des Benutzers weitergeschaltet wird. Da außerdem das Linsensystem teilweise durchsichtig für Strahlung von außen ist, wird umgebendes Geschehen relativ unbeeinträchtigt für den Benutzer in einer Weise von üblichen Brillen dargestellt. Diese optischen Elemente können in Brillenglasrahmen oder einer Linse so eingebettet sein, dass optische Flächen (Linsen oder Reflektoren) zu dem System hinzugefügt werden können, um die Vergrößerung der Anzeige zu erhöhen oder um die Sicht des Benutzers in einer Weise von üblichen Brillen zu korrigieren. Der Hauptvorteil dieses Ansatzes gegenüber dem Stand der Technik besteht darin, dass das optische System zu einer Form reduziert ist, die mit einer Integration innerhalb einer Brillenlinse konsistent ist, mit der Folge der Beseitigung von äußerlichen Anhängseln und üblichen, freien Raum sperrenden optischen Komponenten, die man normalerweise nicht bei üblicher Eyewear findet.

[0012] Folglich stellt die Erfindung ein optisches System zum Hindurchsehen, Herumsehen oder vollständig versenkt bereit, das optische Funktionen eines am Kopf befestigten Anzeigesystems in kompakter Form bereitstellt. Das System kann in Brillen oder in einer Gesichtsmaske integriert sein. Das System ist auch in der Lage, von "vollständig versenkt" zum "Herumsehen" oder zum "Hindurchsehen" ohne physikalische Bewegung der Anzeige umzuschalten.

[0013] Das System kann verwendet werden, um Umgebungslicht zu nutzen zur Beleuchtung der Anzeige, und kann somit weniger Energie verbrauchen als die Systeme des Standes der Technik. Das System ist auch vorteilhaft, indem sich keine mechanischen Anhängsel vor den Augen des Benutzers befinden, welche das Auge des Benutzers im Falle eines Unfalls beschädigen könnten. Außerdem gibt es keine freiliegenden reflek-

tierenden Flächen, die optischem Abbau unterliegen würden. In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden Bildeinfang- und Bildverfolgungsmöglichkeiten bereitgestellt.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Die Erfindung wird aus der nachstehenden genauen Beschreibung im Zusammenhang mit den beige-fügten Zeichnungen besser verständlich:

[0015] [Fig. 1](#) ist ein am Kopf zu befestigendes Anzeigesystem des Standes der Technik zum Hindurchsehen.

[0016] [Fig. 2](#) ist ein am Kopf zu befestigendes Anzeigesystem des Standes der Technik zum Herumsehen.

[0017] [Fig. 3](#) ist ein am Kopf zu befestigendes Bildkombinierungslinsensystem der vorliegenden Erfindung.

[0018] [Fig. 4](#) ist eine weitere Ausführungsform des am Kopf zu befestigenden Bildkombinierungslinsensystems der vorliegenden Erfindung.

[0019] [Fig. 5A](#) ist eine Vorderansicht eines Abschnitts eines Brillenrahmens für ein Bildkombinierungssystem, wobei der Kombinierer bewegt wird.

[0020] [Fig. 5B](#) ist eine Seitenansicht eines Gestells zum Befestigen eines optischen Wegs von einer Bildquelle zu dem Brillenrahmen.

[0021] [Fig. 5C](#) ist eine Draufsicht auf einen Abschnitt des Brillenrahmens von [Fig. 5A](#), wobei das Gestell entfernt ist.

[0022] [Fig. 5D](#) ist eine Seitenansicht des Abschnitts von dem Brillenrahmen von [Fig. 5A](#), wobei Gestell und Kombinierer entfernt sind.

[0023] [Fig. 5E](#) ist eine Vorderansicht des Abschnitts des Brillenrahmens von [Fig. 5A](#), wobei das Gestell und der Kombinierer entfernt sind.

[0024] [Fig. 6A](#) ist eine Vorderansicht eines Brillenrahmens für ein binokulares Bildkombinierungssystem.

[0025] [Fig. 6B](#) ist eine Vorderansicht einer weiteren Ausführungsform eines Brillenrahmens für ein binokulares Bildkombinierungssystem.

[0026] [Fig. 7](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungslinsensystems der vorliegenden Erfindung.

[0027] [Fig. 8](#) ist eine noch weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungslinsensystems der vorliegenden Erfindung.

[0028] [Fig. 9](#) ist eine noch weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungslinsensystems der vorliegenden Erfindung.

[0029] [Fig. 10](#) veranschaulicht ein Bildkombinierungslinsensystem und einen Brillenrahmen mit befestigter Bildquelle und optischem Weg, gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0030] [Fig. 11](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungslinsensystems gemäß der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit einer Bildquelle und einem optischen Weg darauf.

[0031] [Fig. 12](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungslinsensystems gemäß der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit einer Bildquelle und einem optischen Weg darauf.

[0032] [Fig. 13](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungssystems, das einen gefalteten optischen Weg einbezieht.

[0033] [Fig. 14](#) ist eine Draufsicht auf ein Bildkombinierungssystem, das eine Brille gemäß der vorliegenden Erfindung integriert.

- [0034] [Fig. 15](#) veranschaulicht ein Röhrengestell zum Befestigen eines optischen Weges von einer Bildquelle an ein Bildkombinierungslinsensystem gemäß der vorliegenden Erfindung.
- [0035] [Fig. 16A](#) ist eine weitere Ausführungsform des Bildkombinierungslinsensystems der vorliegenden Erfindung.
- [0036] [Fig. 16B](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungslinsensystems der vorliegenden Erfindung.
- [0037] [Fig. 17](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit Bilderfassung und Augenverfolgung.
- [0038] [Fig. 18](#) ist eine bekannte katadioptrische Anzeige, basierend auf einem Freiraumkombinierer.
- [0039] [Fig. 19A](#) ist ein erfindungsgemäßes katadioptrisches System.
- [0040] [Fig. 19B](#) ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen katadioptrischen Systems.
- [0041] [Fig. 20](#) ist ein Bildkombinierungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung, das eine Vielzahl von Kollimationsstrecken zeigt.
- [0042] [Fig. 21](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung, das eine Vielzahl von Kollimationsstrecken einbezieht.
- [0043] [Fig. 22](#) ist ein Gesichtsmaskenaufbau gemäß der vorliegenden Erfindung mit integriertem Bildkombinierungssystem und Rechnerkreisen.
- [0044] [Fig. 23](#) ist ein Bildkombinierungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit Abtastspiegeln zur Augenverfolgung.
- [0045] [Fig. 24](#) ist ein Bildkombinierungssystem, im Zusammenhang mit Abtastspiegeln und einer ebenen Plattenanzeige zum Augenverfolgen.
- [0046] [Fig. 25A](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungslinsensystems mit einem vergrößerten Blickfeld gemäß der vorliegenden Erfindung.
- [0047] [Fig. 25B](#) ist eine Ausführungsform von [Fig. 25A](#), die das Teilen von Licht in zwei Wege veranschaulicht.
- [0048] [Fig. 26](#) ist eine Ansicht eines Bildkombinierungssystems von [Fig. 25](#).
- [0049] [Fig. 27](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Bildkombinierungslinsensystems gemäß der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit einem optischen Weg und einer Bildquelle mit vergrößertem Blickfeld.
- [0050] [Fig. 28A](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht einer Brille, hergestellt gemäß der vorliegenden Erfindung.
- [0051] [Fig. 28B](#) ist eine Draufsicht von Oben, teilweise weggeschnitten, einer Brille von [Fig. 28A](#).
- [0052] [Fig. 29](#) ist eine Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Brille gemäß der vorliegenden Erfindung.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG IM EINZELNEN

[0053] [Fig. 1](#) erläutert ein am Kopf zu befestigendes Anzeigesystem zum Hindurchsehen, basierend auf Linsen und Kombinierern. Eine Anzeige **10** und Hintergrundlicht **20** sind mit einer Linse **50** oberhalb der Sichtlinie des Benutzers befestigt. Strahlen **80** aus der Anzeige **10** führen durch die Linse **50** und reflektieren von dem Kombinierer **40** zu dem Auge des Benutzers. Strahlen **60** vom umgebenden Geschehen führen durch Linse **30** und führen auch durch Kombinierer **40** und laufen mit Strahlen **80** von der Anzeige zusammen. Somit nimmt der Benutzer ein Bild mit der Überlagerung von Strahlen aus der Anzeige und aus dem umgebenden Gesche-

hen wahr. Die Linsen in diesem System liefern geeignete Vergenz für die Strahlen, sodass das Bild bei der gewünschten Tiefe wahrgenommen wird. Im Allgemeinen ist die Größe der verschiedenen Teile in diesem System in der Größenordnung von 0,5 bis 2,0 inch, um eine große Austrittspupille bereitzustellen, und erfordert Gehäuse und Rahmen, welche das System sperrig machen. Zudem ist das Gewicht in einer Weise verteilt, dass ein unerwünschtes Drehmoment auf dem Kopf des Benutzers erzeugt wird.

[0054] [Fig. 2](#) erläutert einen weiteren bekannten Ansatz für eine am Kopf befestigte Anzeige, unter Einbezug einer Herumseh-Technologie. Eine Anzeige **10** und ein Hintergrundlicht **20** werden mit einer Linse **110** so befestigt, dass Strahlen **100** zu dem Auge mit geeigneter Vergenz wandern. Dieses Anzeigesystem mit weniger Teilen ist etwas leichter als die Anzeige zum Hindurchsehen, schließt allerdings umgebende Strahlen aus. Außerdem haben sowohl Anzeigen zum Herumsehen als auch zum Hindurchsehen, angebracht an Hüten und Kopfbändern, die Neigung, an Gegenständen in der Umgebung hängen zu bleiben.

[0055] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Eine Bildquelle oder Anzeige **320** und eine Linse **330** werden an der Kante einer zweiten "Linse" oder eines Linsensystems **300**, nachstehend als "Hauptlinse" **300** bezeichnet, befestigt. Hauptlinse **300** ist insbesondere in der Form einer Brillenglaslinse (mit oder ohne Sicht korrigierende Brechkraft) und Einsatz **301**, gebildet beispielsweise in der Art eines bifokalen Einsatzes. Es ist somit selbstverständlich, dass die Hauptlinse **300** die Einzellinse (oder das Linsensystem im Fall einer bifokalen Linse) in einem Brillenglas ersetzt. Die Hauptlinse **300** kann genauer als ein optisches System, umfassend eingebettete Linsen und andere optische Komponenten und Flächen, bezeichnet werden, wird aber hier der Einfachheit halber als Hauptlinse **300** bezeichnet. Es sollte auch selbstverständlich sein, dass der Begriff "Linse" im Allgemeinen hierin sich auf eine Fläche mit optischer Brechkraft und/oder auf Sätze von Mehrfachflächen mit optischer Brechkraft, entweder refraktiv, diffraktiv, reflektierend oder anderweitig in der Beschaffenheit, bezieht.

[0056] Der Einsatz **301** in der Hauptlinse **300** umfasst zwei Materialien mit unterschiedlichen Brechungsindizes, n_1 und n_2 , wobei n_1 größer als n_2 ist, sodass Lichtstrahlen **308** von der Bildquelle **320**, wandernd durch das Material mit höherem Brechungsindex und folglich auftreffend an der Grenzfläche **302**, zwischen den Materialien zu einer dritten Linse **340** innen total reflektiert werden. Umgebungslichtstrahlen **306** gelangen durch die Grenzfläche **302** und werden von der dritten Linse **340** fortgebrochen, sodass der Kontrast des angezeigten Bildes verbessert wird. Die zwei Linsen **330** und **340** werden derart ausgewählt, dass die kombinierte optische Brechkraft ein Mikroskop bildet, wodurch das Bild von der Anzeige mit der gewünschten Vergrößerung angeschaut werden kann. Die zwei Materialien können beispielsweise Quarz bzw. geschmolzenes Siliziumdioxid ($n_2 = 1,458$) und LaSFN₉ ($n_1 = 1,85$) umfassen, sodass die Strahlen mit einem Einfallswinkel größer als 52 Grad total innen reflektiert werden. Alternativ kann ein mit Luft oder mit einem anderen Fluid gefüllter Spalt zwischen den Materialien bereitgestellt werden, oder das Material mit geringerem Index kann Luft, ein weiteres Fluid oder Vakuum umfassen, sodass, wenn Quarz bzw. geschmolzenes Siliziumdioxid für die Hauptlinse **300** verwendet wird, der kritische Winkel für die totale Innenreflexion 43 Grad sein wird. Der Winkel der Grenzfläche **310** kann ausgelegt sein, um der Bedingung, dass der Einfallswinkel den kritischen Winkel für Totalinnenreflexion überschreitet, zu genügen, und auch, damit die optischen Erfordernisse zum Positionieren des anzuschauenden Bildes getroffen werden. Die hier gezeigte optische Grenzfläche ist auch eben, sie kann allerdings auch gekrümmt sein, um optische Brechkraft bereitzustellen.

[0057] Eine alternative Ausführungsform umfasst die Verwendung eines Einsatzes **301** mit Materialien, die Dünnschicht-Interferenzbeschichtungen an der Grenzfläche aufweisen zum Kombinieren der Lichtwege, wie es gewöhnlich bei dielektrischen Strahlteilern und -kombinierern bewirkt wird. In einem solchen Fall können die Brechungsindizes n_1 und n_2 gleich sein ($n_1 = n_2$). Jedes Verfahren funktioniert; allerdings sind die Interferenzbeschichtungen bei Systemen zum Hindurchsehen nützlich, wohingegen Totalinnenreflexion einen größeren optischen Durchsatz entlang der gewünschten Wege in Systemen zum Herumsehen bereitstellt. Metallbeschichtete Flächen können ebenfalls verwendet werden.

[0058] Die Anzeige **320** kann einen Miniaturflachbildschirm, eine Kathodenstrahlröhre oder eine Abtastanzeige, wie in US-Patentanmeldung Nr. 08/716,103 beschrieben, eingereicht am 19. September 1996, mit dem Titel COMPACT DISPLAY SYSTEM, identifiziert durch das Anwaltsaktenzeichen Nr. MOP-101J, übertragen auf die Eigentümer der vorliegenden Erfindung und hierin durch diesen Hinweis einbezogen, umfassen. Die Anzeige **320** kann empfänglich sein für Hochfrequenz Videosignale, wobei die Hochfrequenzverbindung in Abhängigkeit von den entsprechenden Anwendungserfordernissen und erhältlicher Technologie analog oder digital ist.

[0059] [Fig. 4](#) veranschaulicht ein weiteres Verfahren zur Herstellung des Bildkombinierungssystems. Bei die-

sem System ersetzt ein würfelförmiger Strahlteiler **801**, der in Umkehrung als Kombiniierer verwendet wird, die total reflektierende Fläche, die bereits beschrieben wurde. Der würfelförmige Strahlteiler, beispielsweise Edmund Scientific Part A45 111, hat den Vorteil gegenüber der total innen reflektierenden Fläche, indem keine Brechung von Umgebungsstrahlen praktisch eingeführt werden; allerdings lässt der würfelförmige Strahlteiler nur etwa 50% des Umgebungs- und Anzeigenlichts zu dem Auge gelangen. Im Fall, in dem Strahlteiler **801** einen polarisierenden Strahlteiler umfasst, und Anzeige **320** ein polarisierendes Licht bereitstellt (beispielsweise aus einer Flüssigkristallanzeige oder einer Laserabtastanzeige), kann Reflexion im Bereich von 75 bis 99% in Abhängigkeit von der Wellenlänge der Anzeigenemission und dem optischen Aufbau der Beschichtungen in Würfel **801** erhalten werden. Der Würfel kann auch als ein Analysator für eine Flüssigkristallanzeige dienen, da er effizient eine Polarisierung durchlässt und nicht die andere.

[0060] In dieser Ausführungsform liefert ein Gehäuse **820** ein Mittel zum Halten zweier Glas- oder Kunststoffplatten **810**, die zu dem Würfel **801** zusammengefügt sind, wobei Platten und andere innere Teile die Hauptlinse **300** umfassen. Lichtstrahlen aus einer Lichtquelle fallen durch ein Loch **821** (siehe **Fig. 6**) in Gehäuse **820** ein. Umgebungsstrahlen gelangen durch einen der drei Wege. Der erste Weg **830** verläuft über optional polarisierende Schicht **804**, durch Glas **810**, durch Würfel **801**, durch zweites Glas **810** und dann zum Auge. Ein zweiter Weg **831** führt durch gegebenenfalls polarisierende Schicht **804**, Glas **810**, gegebenenfalls polarisierende Schicht **802**, zweites Glas **810** und dann zum Auge. Der Zweck der gegebenenfalls vorliegenden polarisierenden Schichten ist, eine Einstellung des Lichtgrades des umgebenden Geschehens, welches das Auge erreicht, zu ermöglichen, um einen Ausgleich des Lichtgrades zwischen der Anzeige und dem umgebenden Geschehen zu erreichen, was durch Befestigen gegebenenfalls vorliegender Polarisierer **804** an einem rotierenden Deckglas **803** ermöglicht wird.

[0061] Ein dritter Weg **832** führt durch gegebenenfalls polarisierende Schicht **804**, Glas **810**, gegebenenfalls polarisierende Schicht **802**, Würfel **801** und dann durch zweites Glas **810** zu dem Auge. Licht, das entlang Weg **832** führt, erleidet einige Verzerrung, aufgrund des Achsen abweichenden Durchgangs durch den Würfel. Dieser Effekt kann durch Formen des Strahlteilers zu einer konischen Form und durch Füllen des Hohlraums **806** mit einer Verbindung, die optisch zum Würfel **801** passt, vermindert werden.

[0062] Der Würfelstrahlteiler **801** kann entworfen und ausgerichtet sein, um, wie vorstehend beschrieben, für Polarisation empfindlich zu sein, und derart ausgerichtet sein, dass, wenn er mit der polarisierenden Schicht **802** in Übereinstimmung gebracht wird, der Würfel **801** und Polarisierer **802** gleiche Mengen an Strahlen **830**, **832** und **831** absorbieren. Geeignet ausgerichtet, ist die Nettotransmission von polarisiertem Licht über die Hauptlinse **300** gleichförmig und der externe Polarisator **804** kann gedreht werden, um den Lichtgrad des umgebenden Geschehens, wenn durch den Würfel oder anderweitig betrachtet, einzustellen.

[0063] **Fig. 5A–Fig. 5E** und **Fig. 6A** erläutern einige der Einzelheiten der Einrichtung eines Brillengestells für die Vorrichtung, dargestellt in **Fig. 4**. Ein dreieckiger Block **822** empfängt ein Rohr **823**, das den optischen Weg aus der Anzeige aufnimmt, wie nachstehend weiter beschrieben. Ein Spiegel **824** reflektiert Strahlen auf den Lichtweg über einen Winkel von 90° durch die Öffnung **821** zu dem Kombiniierer **801**. Der Block **822** kann an dem Gehäuse **820** in beliebiger geeigneter Weise befestigt sein, beispielsweise durch Schrauben **825**. Zwei Gehäuse **820** werden zur Bildung einer Brille zusammengesetzt, wie in **Fig. 6a** gezeigt. Bezugnehmend auf **Fig. 3**, kann Würfel **801** in Position **301**, Linse **340** und Anzeige **320**, auch in der Hauptlinse **300** als durchgehender Guss gebildet werden, der dann in übliche Brillenrahmen **830** montiert werden kann, wie in **Fig. 6b** dargestellt.

[0064] **Fig. 7** zeigt eine andere Ausführungsform, bei der die Linsen **330** und **340** durch Linsen **360** bzw. **370** ersetzt sind, welche an die Hauptlinse **300** geklebt sein können, oder welche als Teil der Hauptlinse **300** ausgebildet sein können, wenn beispielsweise die Linse Spritzguss geformt ist. Die Hauptlinse **300** kann als ein einziges festes Stück durch Einbetten der optischen Teile in ein festes, klares oder getöntes Material, beispielsweise ein optischer Zement, Polycarbonat, Epoxid, Polymethylmethacrylat oder Glas, gebildet werden. In einem solchen Fall wird die Form mit Flächen ausgestattet, die die gewünschte optische Brechung und/oder gewünschten Reflexionen bei verschiedenen Orten oder innerhalb der Hauptlinse **300** ergeben werden. Die Hauptlinse **300** kann auch aus einer Vielzahl von gegossenen, geformten oder Span abhebend bearbeiteten Teilen, die dann miteinander verbunden werden, zur Bildung einer durchgehenden Einheit, oder die alternativ in der in **Fig. 4** bis 6 gezeigten Weise montiert sind, ausgebildet werden. Eine weitere Ausführungsform dieser Erfindung umfasst die Verwendung einer integrierten Linse **360** mit einer separaten Linse **340** oder umgekehrt. Zusätzlich können Linsen **330** und **340** oder **360** und **370**, oder eine beliebige Kombination, achromatische Linsen für farbkorrigierende Dispersionseffekte in dem optischen System umfassen, oder andere Linsenkombinationen zur Verminderung von Bildaberrationen. Es sollte erkannt werden, dass Linse **360** optional ist und weg-

gelassen werden kann in Systemen, die einfache verstärkende Optik erfordern.

[0065] Eine weitere Ausführungsform des Linsensystems ist in [Fig. 8](#) dargestellt. Bei dieser Entwicklung werden Linse **360** und Anzeige **320** zu einer Position hinter der Hauptlinse **300** bewegt. Eine reflektierende Fläche **325** ist in der Form eines zweiten Einsatzes **326** in der Hauptlinse **300** zum Richten des einfallenden Bildes auf den Einsatz **301** bereitgestellt. Reflektierende Fläche **325** kann von dem Typ, implementiert in Einsatz **301**, sein, der selbst Würfel **802** umfassen kann, oder alternativ ersetzt sein kann durch einen Spiegel, befestigt im Inneren zu der Hauptlinse **300**, oder äußerlich, wie in [Fig. 5A](#) gezeigt. Wenn der zweite Einsatz **326** polarisierend ist, wie bei einem polarisierenden Strahlteiler, können der Einsatz **301** oder Einsatz **326** als analysierender Polarisierer (oder Analysator) für den Fall, bei dem Bildquelle **320** eine Flüssigkristallanzeige ist, wirken.

[0066] Bei Anwendungen, bei denen die Anzeige **320** in der Lage ist, eine starke Bildwiedergabe bereitzustellen, kann der Spiegel ausgelegt sein, um das Auge des Nutzers für den unwahrscheinlichen Fall zu schützen, dass das Anzeigeregelsystem ausfällt. Der Spiegel (an Fläche **325**), der als optische Sicherung dient, kann den Benutzer vor Verletzung schützen, indem er so ausgelegt ist, dass etwas von dem einfallenden Licht absorbiert wird. Hierzu können eine Schicht oder mehrere Schichten von Material mit niedriger thermischer Leitfähigkeit unterhalb der reflektierenden Schicht des Spiegels bereitgestellt werden. Mit einer solchen Anordnung kann der Lichtstrahl gestaltet werden, um das Erhitzen des Spiegels schneller zu gestalten als das Erhitzen der Retina, wodurch ein Schaden für den Spiegel rascher als für das Auge entsteht. Eine der Schichten von niedriger Leitfähigkeit unterhalb des Spiegels kann ein Material mit hohem thermischem Ausdehnungskoeffizienten umfassen, was zu einer Blase oder anderen defokussierenden Mechanismen an dem Spiegel führen würde, so ausgelegt, dass sie bei einem Schwellenwert-Energiefluss unterhalb des Schadensschwellenwerts der Retina auftreten. Die Bildquelle kann auch Infrarot-(IR)-Strahlung liefern, um diesen Effekt zu erhöhen. Die IR-Strahlung würde durch einen Filter, irgendwo im System, entfernt werden, um sie vor dem Erreichen des Auges des Benutzers zu bewahren.

[0067] Es wird angemerkt, dass die Anzeige Hintergrundbeleuchtung zeigen kann, wie bereits offenbart, oder durch Umgebungslichtstrahlen **401** und/oder **402** und/oder **403** beleuchtet werden kann. Eine solche Entwicklung kann mit dem total innerlich reflektierenden Einsatz **326** arbeiten, oder mit einer teilweise oder vollständig reflektierenden Spiegelfläche **325**, oder mit einer Fläche mit einer dielektrischen Beschichtung arbeiten. Ein Teil der Strahlen **401**, **402** und **403** wird zu der Anzeige durch den Kombiniierer **325** weitergeleitet. Diese Strahlen werden dann aus der Anzeige in den optischen Weg, der zu dem Auge führt, reflektiert. Das optische System kann mit Feld- oder Sammellinsen ausgestattet sein, um die Strahlen **401**, **402** und **403** zu sammeln und zu konzentrieren. Zudem können die Strahlen **401**, **402** und **403** durch eine Lampe ergänzt werden, die optisch an der Hauptlinse **300** befestigt ist, zum Beobachten, wenn unzureichend Umgebungslicht zur Verfügung steht. Für den Fall, bei dem Anzeige **320** eine Flüssigkristallanzeige ist, kann Einsatz **326** einen polarisierenden Strahlteiler umfassen, der als Polarisierer und Analysierer für die Anzeige dient. Diese Ausführungsform kann außerdem durch Zusatz eines gegenläufig rotierenden Systems von Polarisierern verbessert werden, wie es auf dem Fachgebiet bekannt ist, zur Bereitstellung einer Einstellung im Lichtgrad des umgebenden Geschehens. In dieser Weise kann Licht aus der Anzeige und dem Lichtgrad des umgebenden Geschehens ausgeglichen werden. Durch Verwendung eines Flüssigkristallverschlusses kann die Einstellung elektronisch gestaltet werden und ein Sensor kann für eine automatische Kompensation oder für einen Ausgleich zwischen relativer Helligkeit der Bilder verwendet werden.

[0068] Eine weitere Verbesserung hinsichtlich der Gestaltung in den vorstehend genannten Figuren kann durch Zusatz einer vierten Linse **410** an der Vorderseite der Hauptlinse **300** über den Einsatz, wie in [Fig. 9](#) dargestellt, erfolgen. Die Linse **410**, die im Allgemeinen negative Brechung aufweist, wirkt der positiven optischen Brechkraft der Linse **370** entgegen, sodass Strahlen **306** aus dem umgebenden Geschehen betrachtet werden können, ohne wesentliche Vergrößerung, während Strahlen aus der Anzeige, die nicht durch Linse **410** gelangen, mit Vergrößerung gesehen werden. Die Linse **410** kann positive oder negative optische Brechkraft, in Abhängigkeit von den speziellen Sichtkorrekturerfordernissen des Benutzers, aufweisen. Andere Linsenflächen können auf je einer Seite der Hauptlinse **300** zugegeben werden, um die Sicht des Benutzers zu korrigieren, in der Art einer üblichen Brille, oder eine der Mikroskoplinsen kann bei einer optischen Brechkraft eingestellt werden, um die Sicht des Benutzers zu korrigieren. Andere Linsen können zugefügt werden, um weiterhin die Sicht durch Linsen **370** und **410** zu korrigieren. Es ist anzumerken, dass diese Linsen auch wesentlich in dem Volumen der Hauptlinse **300** eingebaut werden können.

[0069] In Ausführungsformen, in denen Linsen in einer durchgehenden Hauptlinse **300** bereitgestellt werden, wie durch Spritzgießformen oder alternativ durch Span abhebendes Verarbeiten eines Satzes von Teilen, die zu einer durchgehenden Hauptlinse zusammenzusetzen sind, müssen der Brechungsindex n und der Krümm-

mungsradius der Linsen von ihren Werten in der Luft korrigiert werden, um die gewünschte optische Brechkraft zu erhalten, innerhalb des Vergießungs-, Form- oder Span abhebend verarbeiteten Mediums. Die Brechungsindizes der Verbindungen und des Linsenmaterials können aus vielen Verbindungen mit Indizes im Bereich von 1,4 bis 1,6 für optische Polymere oder Glas und 1,5 bis 2,0 für verschiedene andere optische Materialien ausgewählt werden. Die Formverbindung kann aus vielen kommerziellen Verbindungen mit einem Brechungsindex, der mit Glas übereinstimmt ($n = 1,46$) ausgewählt werden, und die Linsen können beispielsweise aus LaSFN_9 ($n = 1,85$) gebildet werden. Alternativ kann die optische Brechkraft durch Bereitstellung eines Luftspalts oder Vakuums in dem Formmaterial oder durch Materialien von geringem Brechungsindex, wobei der Krümmungsradius entsprechend ausgelegt ist, entwickelt werden. Ein weiterer Ansatz besteht darin, einen solchen Spalt mit einer Flüssigkeit von hohem oder niedrigem Brechungsindex zu füllen. Eine weitere Alternative ist die Verwendung von diffraktiven oder holographischen Linsenelementen innerhalb der Hauptlinse **300**.

[0070] Um das Gewicht des optischen Systems auszugleichen und die Anzeige **320** zu einer Position, weg von der Sicht des Betrachters, zu entfernen, kann das Bild zu der Hauptlinse der Brille durch ein Image-Relay **510** verlegt werden, das ein kohärentes optisches Faserbündel oder einen Gradientenindex-(GRIN)-Linsenbildkanal, oder ein Relay, gebildet aus Linsen, veranschaulicht in [Fig. 10](#), umfassen kann. In einer Ausführungsform erstreckt sich das Image-Relay **510** entlang einer Seite der Brille zu der Anzeige **320**. Relay **510** kann mit vorbestimmten Biegungen gebildet werden, um das Bild von der Anzeige zu einer genauen Anordnung auf der Hauptlinse **300** bereitzustellen. Alternativ kann ein zusätzlicher Einsatz **326** ([Fig. 11](#)) in der Hauptlinse verwendet werden, um das Bild an dem gewünschten Winkel mit der gewünschten optischen Brechkraft anzunehmen und das Bild zu dem Einsatz **301**, wie in den Ausführungsformen von [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) gezeigt, zu verlegen bzw. weiter zu leiten.

[0071] [Fig. 11](#) zeigt einen Bildkanal **510**, der Bilder von Anzeige **320** über den faseroptischen Konus **520** zu Linse **360** verlegt. Der Zweck des faseroptischen Konus ist die Übereinstimmung der Abmessungen der Anzeige an die Abmessungen des Bildkanals. Beispielsweise kann die Anzeige eine Miniaturflachschirm Aktivmatrix-Elektrolumineszenzanzeige mit einem Sichtbereich in Abmessungen von 15,4 mm × 11,5 mm umfassen und der Bildkanal kann Abmessungen von 6,4 mm × 6,4 mm aufweisen (wobei es erwünscht ist, Kanäle mit möglichst geringem Gewicht und Querschnitt zu verwenden); der faseroptische Konus vermindert die Bildgröße um ein Verhältnis von 2,4 : 1. Es ist anzumerken, dass das Bildkanalrelay **510** in der mechanischen Hülse **500** positioniert ist. Diese Hülse fügt Festigkeit zu dem mechanischen Punkt zwischen Relay **510** und Brillenlinse und Rahmensystem, und liefert auch einen Grad an fokussierender Einstellung, indem der Abstand zwischen der Endfläche **511** von Relay **510** und Linse **360** durch den Nutzer variiert werden kann. Es ist anzumerken, dass die mechanische Hülse mit Gewindegängen, Reibungsschluss oder anderen, auf dem Fachgebiet bekannten Verfahren zum präzisen positionierenden Einstellen versehen sein kann.

[0072] [Fig. 12](#) zeigt eine weitere Entwicklung, bei der das Image-Relay mit einer Linse **530** zur weiteren Modifizierung der optischen Brechkraft des Abbildungssystems ausgestattet ist. Außerdem wird bei dieser Ausführungsform der faseroptische Konus ersetzt durch Linse **550**, die positive oder negative Brechkraft aufweisen kann, befestigt im Gehäuse **540**, und Linse **560**, befestigt an dem Bildkanal (oder alternativ befestigt an dem Gehäuse **540**). Dieses Linsensystem verwirklicht die Reduktion von Bildgröße und ermöglicht weiterhin die Einstellung des Fokus durch mechanische Hülse **570** in der bereits beschriebenen Weise. Das Gehäuse **540** kann auch mit einem Mittel zum Einstellen der relativen Positionen von Anzeige **320**, Linsen **550** und **560** und Bildkanalposition versehen werden.

[0073] Die Anzeige kann an das GRIN-Linsenrelay durch einen faseroptischen Konus **520** oder eine Linse **550**, wie in [Fig. 12](#) dargestellt, oder eine Kombination der zwei angefügt werden. Der optische Weg des Linsensystems kann Spiegel **555** einschließen, sodass der Weg gefaltet sein kann und somit im Volumen vermindert, während eine lange optische Weglänge beibehalten wird, wie in [Fig. 13](#).

[0074] [Fig. 14](#) erläutert eine Draufsicht auf ein weiteres Linsensystem, eingebaut in eine Brille. Diese Ausführungsform schließt an jeder Seite eine Bildrelayeinrichtung und ein grundlegendes Zwei-Linsen-Verbindungs-Mikroskop (Objektiv und Augenlinse) zum Vergrößern des Bildes und zum Verlegen desselben zu dem Auge durch den Kombiniierer ein. Solche Gläser sind in der Lage, binokulare Stereoabbildungen anzuzeigen.

[0075] Die Bildrelayeinrichtung umfasst eine Anzeige **320**, befestigt hinter dem Kopf, und ein hochauflösendes Imagerelay **510**, umfassend ein GRIN-Linsen-Imagerelay, das ein Luftbild nahe dem Ausgangsende **511** bei einer Position am Ende der GRIN-Bildebene bereitstellt. Die exakte Position der GRIN-Bildebene hängt von der Position der Brennpunktebene an dem Eingangsende **512** ab (gegeben durch die Position der Anzeige). Im Allgemeinen ist die GRIN-Bildebene 1 bis 3 mm von der Fläche der GRIN-Linse. Für den Fall, bei dem das

Relay **510** ein kohärentes Faserbündel umfasst, ist die Bildebene mit der Endfläche **511** zusammenlaufend.

[0076] Durch Auswahl der Objektivlinse **360** und der Augenlinse **370** für das Verbindungsmikroskop und der Positionen in geeigneter Weise können Brennpunkt, Vergrößerungsgrad und Kollimationsabstand eingestellt werden. Hinsichtlich anderer Ausführungsformen, die vorstehend beschrieben wurden, können Linsen **360** und **370** Systeme von Linsen umfassen. Der Brennpunkt des Systems kann durch Bewegen der Anzeige **320** und des Konus **520**, relativ zu ihrem GRIN-Linseneingangsende **512**, durch Bewegen der Objektivlinse **360**, in Bezug zur GRIN-Linsenbildebene (an dem Ausgang), und/oder durch Bewegen der Objektivlinse, relativ zu der Augenlinse **370**, eingestellt werden. Die Objektivlinse **360** kann auch als eine Feldlinse zur Bereitstellung einer Weitwinkelsicht verwendet werden.

[0077] In dieser Ausführungsform wird die Augenlinse **370** zu einer Position in der Hauptlinse **300** bewegt. Bei dieser Position wendet die Augenlinse **370** nicht mehr eine optische Brechkraft auf die Strahlen aus dem umgebenden Geschehen an. Somit ist Linse **410** ([Fig. 9](#)) in dieser Ausführungsform nicht unbedingt erforderlich. Wenn die Brille am Kopf angeordnet ist, verbleiben die Anzeigen auch bei dieser Ausführungsform hinter dem Kopf. Anordnen der Anzeigen am hinteren Teil des Kopfes hat verschiedene wichtige Vorteile, verglichen mit üblichen am Vorderkopf befestigten Ansätzen, einschließlich der verbesserten Zentrierung des Gewichts sowie des verbesserten kosmetischen Aussehens. Das Bild wird an den Augen von dem GRIN-Linsen-Imagerelay bereitgestellt, nachdem die Strahlen bei 90° durch einen Spiegel **325** oder Prisma in die Hauptlinse **300** reflektiert werden. Die Strahlen passieren Seitenwege durch die Hauptlinse **300**, umfassend die Augenlinse **370** und Kombinierer **301**. Die Augenlinse vergrößert das Bild von dem Relay und liefert eine Bildebene bei einer Tiefe, bei der der Benutzer fokussieren kann. Die Strahlen werden dann um 90° wieder zu dem Auge durch den Kombinierer reflektiert, wobei somit ein virtuelles Bild bei der gewünschten Anordnung vor den Gläsern bereitgestellt wird, wie in [Fig. 10](#) dargestellt. Der Kombinierer gestattet Vorgang zum Hindurchsehen durch Vermischen der Strahlen von dem Relay mit Umgebungsstrahlen und umfasst eine Fläche, beschichtet mit dielektrischen Schichten zum Bereitstellen von 50% Transmission über den Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts. Alternativ kann der Kombinierer durch einen Reflektor ersetzt werden, um eine Anzeige zum Herumsehen mit 100% Reflexion des angezeigten Bildes zu gestalten. Die Brille kann für Benutzer, die eine verschriebene Korrektur benötigen, durch Zusatz von Krümmung zu der Fläche der Hauptlinse **300** modifiziert werden. Andere Merkmale, wie Bildeinfangen oder Augenverfolgung, können zu diesem Grundentwurf hinzugefügt werden.

[0078] In dieser Ausführungsform ist der Durchmesser des GRIN-Linsen-Imagerelays weniger als 3 mm; dennoch wird noch eine durchgelassene Auflösung von 200 Linienpaaren pro mm (oder etwa 1200 Linien) bereitgestellt. Beispielsweise ist Gradient Lens Corporation's EG-27 ein 2,61 mm Durchmesserstab, der in der Lage ist, ein 800 × 600 Bild in ein Rechteck mit 2,5 mm Diagonale zu zerlegen, was zum Verlegen bzw. Weiterleiten eines VGH-Bildes hinreichend ist. Dieses Hochauflösungs-GRIN-Linsenrelay wurde für Boroskop- und Endoskopanwendungen entwickelt. Da das Bild durch den faseroptischen Konus **520** zum Transport zu den Augen über Imagerelay **510** vermindert wird, kann ein Miniaturlinsensystem verwendet werden, sodass die Einstellung des Kollimationsabstandes über einen relativ großen Bereich, wie weiter nachstehend erörtert, möglich wird. Diese Ausführungsform ist auch verträglich mit verschriebenen Linsen, die an die Hauptlinseneinrichtung und hohes Umgebungsfeld (Hindurchsehen) gebunden werden können. Die GRIN- und Objektivlinsen können in einem einfachen mechanischen Teleskoprohrengestell **620** befestigt werden, das gestattet, die Positionen zu verändern und Fokusabstandeinstellung bereitzustellen, dargestellt in [Fig. 15](#). Die GRIN-Linse **510** ist innerhalb Röhre **621** befestigt, wobei sie reibschlüssig, aber gleitbar innerhalb der Röhre **622** gehalten wird, worin die Objektivlinse **360** befestigt ist. Röhre **622** ist reibschlüssig, aber gleitbar innerhalb Röhre **623** gehalten, befestigt an Hauptlinse **300**. Das Rohrengestell kann auch mit Gewindegängen versehen sein ([Fig. 5B](#)), sodass es drehbar einstellbar ist. Eine zweite Einstellung kann durch Bewegung der Anzeige hinsichtlich der GRIN-Linse über einen ähnlichen Mechanismus erfolgen. Beide Einstellungen haben die Wirkung einer Änderung der Kollimationsstrecke, wie weiter nachstehend erörtert.

[0079] [Fig. 16A](#) zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der verschiedene Feldlinsen **901**, **902** innerhalb der Hauptlinse **300** bereitgestellt sind. Solche Feldlinsen haben den vorteilhaften Effekt der Verteilung der optischen Brechkraft, wodurch somit das Erfordernis für eine hohe optische Brechkraft bei der Augenlinse vermindert wird. Solche Linsen können auch zur Erhöhung des Sehfelds dienen. Diese Linsen und andere optische Teile können beispielsweise durch Spritzgießformen oder Span abhebende Verarbeitung von mehreren Teilen, gefolgt von Beschichten der inneren Flächen mit Metall oder dielektrischen Schichten, und weiter gefolgt vom Zusammenbau der Teile zur Bildung der Hauptlinse **300** mit eingebetteten optischen Flächen, hergestellt werden.

[0080] Bezugnehmend auf [Fig. 16A](#), sollte es selbstverständlich sein, dass es zur Bildung einer Hauptlinse **300**, gut geeignet zum Einsatz in einer Brille, erforderlich ist, die Dicke **934** der Hauptlinse **300** im Bereich von üblicher Eyewear (weniger als 25 mm und vorzugsweise im Bereich von 1 mm bis 15 mm) zu halten. Die Flächen der Hauptlinse **300** bilden eine Aperturblende im inneren optischen Weg, welche von einer Abmessung gleich der Dicke **934** ist. Die teilweise reflektierende Grenzfläche **324** bildet auch eine Blende. In Abhängigkeit von der Vergrößerung der Linsen, können diese Blenden das Blickfeld des Bildes von der Anzeige einschränken. Diese Erfindung überwindet einige der Begrenzungen dieser Blenden durch Verwendung von Feldlinsen **901**, **902**.

[0081] Ein zweites Verfahren zum Überwinden der Blende, die durch die Dicke **934** der Hauptlinse **300** eingeführt wird, ist in [Fig. 16B](#) gezeigt. Die Grenzflächen **324**, **325** werden an Winkeln **455** und **456**, weniger als 45° eingestellt, sodass die Dicke **934** der Hauptlinse **300** vermindert werden kann. Der optische Weg erfordert eine oder mehrere Reflexionen von der Innenfläche der Hauptlinse **300**, was durch Totalinnenreflexion, wie bereits erörtert, erfolgen kann. In einem solchen Fall sind eingebettete Linsen **901** in geeigneter Weise schräg gestellt, wie in der Figur dargestellt.

[0082] Es kann festgestellt werden, dass das vorstehend genannte optische System Anwendung bei Systemen zum Herumsehen, Hindurchsehen oder vollständigen Versenken haben. Verschiedene Vorrichtungen können zugefügt werden, um die Konstruktion von einem Typ zum anderen zu ändern, oder um automatische Überwechslung beim Systemtyp zu gestatten. Beispielsweise kann Linse **410** ([Fig. 11](#)) zu einer opaken Scheibe zum Umwandeln des Systems zum Hindurchsehen zu einem System zum Herumsehen geändert werden. Alternativ kann Einsatz **301** in einem Ausmaß zu einem großen Sichtfeld vergrößert werden und Vorderfläche der Hauptlinse **300** kann mit einem opaken Deckel zur Bildung eines Systems mit vollständiger Versenkung versehen werden. Beliebiger der opaken Deckel kann durch einen Flüssigkristallverschluss ersetzt werden, der elektronisch eingestellt werden kann zur Verminderung des Lichtgrads von dem umgebenden Geschehen oder um es vollständig zu blockieren. Photochrome Materialien können ebenfalls angewendet werden, um Umgebungslicht zu kontrollieren.

[0083] Außerdem kann ein Prisma oder Spiegel zur Bildung des Einsatzes **301** verwendet werden. Eine solche Vorrichtung ist kein Kombiniierer mehr, sondern stattdessen ein einfacher Reflektor, der alles darstellt, was für ein System zum Herumsehen erforderlich ist. Dies hat einen Vorteil gegenüber anderen Reflektorsystemen, weil die reflektierende Fläche in der Hauptlinse **300** bereitgestellt ist und daher Sicherheits- und Dauerhaftigkeitsvorteile gegenüber anderen Ansätzen besitzt.

[0084] Eine weitere Art der Herstellung des Bildkombinierers verwendet binäre Optik zur Bildung eines diffraktiven optischen Elements mit einer binären Flächenstruktur, gebildet in einer Fläche, die in ihrem einfachsten Fall durch einen Winkel **310** ([Fig. 3](#)) hinsichtlich der Grundlage der Hauptlinse **300** gekennzeichnet ist. Der Vorteil eines diffraktiven optischen Elements besteht darin, dass der Winkel **310** groß gestaltet werden kann, während noch Licht durch Linse **340** gelenkt wird, wohingegen bei einer reflektierenden Fläche der Winkel durch das Reflexionsgesetz festgelegt ist. Dies gestattet, das Blickfeld durch Linse **340** groß zu gestalten, während ebenfalls gestattet wird, die Dicke der Hauptlinse **300** relativ klein zu halten. Linse **340** und andere Linsen können auch diffraktive optische Elemente umfassen. Ein Nachteil können unerwünschte Wellenlängenabhängige Wirkungen sein, die bei einem Farbsystem vorliegen könnten. Die in der optischen Konstruktion des gesamten vorstehend beschriebenen Systems inhärente Flexibilität jedoch, wie im Fall des Einsatzes von gegeneinander ausgleichende diffraktive optische Elemente, irgendwo im optischen Weg, ermöglicht die Kompensation gegen chromatische Effekte, falls vorliegend.

[0085] Der Einsatz **301** kann gegen einen holographischen Kombiniierer durch Anordnen eines Hologramms an Fläche **324** ([Fig. 16A](#) oder [Fig. 16B](#)) ersetzt werden. In einem solchen Fall und in ähnlicher Weise zu dem diffraktiven optischen Element ist der Kombiniierer zur Funktion mit einer oder mehreren Hauptwellenlängen, die von der Anzeige emittiert werden, aufgebaut. Wie bei diffraktiven Kombiniierern, kann der holographische Kombiniierer optische Brechkraft hinzufügen und kann gestatten, dass die Kombiniiererfläche bei einem weiteren Winkelbereich als der reflektive Kombiniierer angeordnet wird.

[0086] Die in verschiedenen Ausführungsformen beschriebenen Linsen können zur Bildung von Achromaten ausgewählt werden, um chromatische Aberrationen, die verschiedenen Teilen des Linsensystems eigen sind, zu beseitigen. Es kann auch festgestellt werden, dass Merkmale verschiedener Ausführungsformen kombiniert werden können. Außerdem können, obwohl die Figuren Einzellinsen zeigen, beliebige der Linsen durch Kombinationen von Mehrfachlinsen oder Flächen, ausgelegt zur Verminderung von Verzerrung, Verbessern von Feldebenheit oder Hinzufügen anderer Verbesserungen zu dem sich ergebenden Bild, das vom Benutzer be-

obachtet wird, ersetzt werden.

[0087] [Fig. 17](#) erläutert eine andere Anwendung des Linsensystems, die kann zur Bilderfassung und Augenverfolgung verwendet werden. Bei dieser Ausführungsform gelangen Strahlen **321** von Anzeige **320** durch Linsen **360**, **300** und **370** zu dem Auge, wie bereits beschrieben. Strahlen, reflektiert von dem Auge **322**, wandern zurück entlang des optischen Weges zu der Strahlenteilerrenzfläche **325**, die das Licht durch Linse **720** zu Sensor **710** lenkt. Sensor **710** umfasst ein CCD- oder CMOS-Sensor-Array, wie üblicherweise zur Bilderfassung eingesetzt, oder eine andere Art von Bilddetektor. Das von dem Auge so aufgenommene Bild kann zur Ermittlung der Position des Auges des Benutzers und in dieser Weise des Ortes des Blicks vom Benutzer verwendet werden. Die Verwendung von Augenverfolgung ist bei bestimmten Systemen aus zwei Gründen vorteilhaft. Zunächst erlaubt Augenverfolgung eine Verminderung der Gesamtzahl an erforderlichen Anzeigepixeln, da, wenn der Ort der Fovea bekannt ist, ein Bild hoher Auflösung nur in jenem Bereich angezeigt werden kann. Außerdem kann Augenverfolgen verwendet werden, um die Austrittspupille der Anzeige zu erhöhen. Insbesondere kann die Austrittspupille der Anzeige zum optimalen Ort in Antwort auf die Detektion einer Änderung in der Position der Benutzerpupille bewegt werden. Augenverfolgen ist auch nützlich für viele andere Anwendungen, die spezielle Systemfunktionen einbeziehen.

[0088] Die Ausführungsform in [Fig. 17](#) hat auch eine Vorkehrung zur Sammlung von Bildmaterial aus dem Benutzerblick. Strahlen **395** aus dem umgebenden Geschehen werden teilweise durch Grenzfläche **324** entlang eines Weges, wiedergegeben durch Strahl **775** zu einer Linse **780** und Bilddetektor **790**, reflektiert. Die Anzeige und Sensoren können nacheinander betrieben werden, wenn es erforderlich ist, um Projektion des angezeigten Bildes in die Sensoren zu vermeiden. Es kann festgestellt werden, dass viele Kombinationen von Anzeigen und Detektoren bei diesem System zur Bereitstellung von Brillen mit Sichtkorrektur, Anzeige von Information, Sammlung von Augenverfolgungsbildmaterial oder Sammlung von umgebendem Geschehen, einschließlich sichtbarer als auch infraroter Bilder, integriert werden können.

[0089] Als ein Beispiel zur Verwendung der Erfindung für die Herstellung einer Computeranzeige in Brillen ist die Erzeugung eines Rechnerbildschirms, anzuschauen bei einem Abstand von 67 cm von dem Auge, zu berücksichtigen. Wenn die Höhe des gewünschten Bildes 28 cm ist und das Bild, erzeugt an dem Ausgang **511** von Relay **510**, ist 2,1 mm in der Höhe, fordern wir einen Satz von Linsen **360** und **370**, die eine Vergrößerung von 133 erzeugen. Diese Vergrößerung kann durch eine Linse **360** erhalten werden, beispielsweise einer fokalen Länge von 12 mm und einer Linse **370** mit einer fokalen Länge von 18 mm. Die Linse **360** ist 15,39 mm vom Bild, das durch Relay **510** erzeugt wird, angeordnet. Die Linse **370** ist 72 mm Abstand von der Linse **360** angeordnet. Dies erzeugt ein virtuelles Bild 67 mm, beabstandet vom Auge. Die Strahlen sind divergent. Durch Änderung der Positionen der Linsen kann das Bild unendlich oder irgendwo, in Abhängigkeit von der relativen Position der Linsen, gebildet werden. Diese Berechnung erfolgte für den Fall, bei dem der Raum zwischen den Linsen Luft enthält. Wenn das Material von Index $n > 1$ verwendet wird, beispielsweise bei einer festen Ausführungsform der Hauptlinse **300**, sind die Strecken folglich einzustellen.

[0090] [Fig. 18](#) zeigt einen katadioptrischen Aufbau des Standes der Technik, basierend auf einem Freiraumkombinierer, bei dem das durch Anzeige **901** erzeugte Bild von einem ebenen, teilweise durchlässigen Spiegel oder dielektrisch beschichteten Fläche **920** zu einem gekrümmten Spiegel oder ein beschichtetes reflektierendes Element **900**, das das Licht zurück zu dem Auge reflektiert, reflektiert wird. Wenn das Element **900** eine Krümmung aufweist, wird die Vergenz des davon reflektierten Lichtes geändert, was gestattet, dass das Auge ein virtuelles Bild im Raum bei einem angenehmen Abstand vor dem Auge wahrnimmt. Dieses Element **900** dient derselben optischen Funktion wie Linse **370** in [Fig. 8](#). Licht, das durch Element **900** hindurchgelangt, wie Strahlen **910** von dem umgebenden Geschehen, gelangt ohne irgendeine Änderung in seiner Vergenz. Somit kann das durch Strahlen **910** angezeigte Geschehen, unbeeinflusst in der Vergenz von der optischen Brechkraft der die Anzeige betrachtenden Optik, angesehen werden. Das Element **900** führt Absorption ein und daher werden die Strahlen **910**, die Fläche **900** passiert haben, abgeschwächt.

[0091] Ein verbessertes System, unter Verwendung des Verfahrens der vorliegenden Erfindung, wird in [Fig. 19A](#) gezeigt. Das Element **900** ist in der Größe vermindert und in die Hauptlinse **300** eingebracht. Der Kombinierer **920** kann einen halb versilberten Spiegel oder einen Strahlenteilerwürfel, wie bereits beschrieben, umfassen, oder er kann einen polarisierenden Strahlteiler umfassen. Im Fall eines polarisierenden Strahlteilers wird ein großer Teil des Lichts, der in der richtigen Achse polarisiert ist, zu dem Element **900** reflektiert. Beim zweimaligen Hindurchgelangen durch eine Viertel Wellenplatte oder einen Polarisationsrotator **930** wird eine Rotation der Achse so bewirkt, dass die Strahlen effizient durch den Polarisierungsstrahlteiler zu dem Auge gelangen. Optische Beschichtungen für Interferenzfilter, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, können auf dem Kombinierer **920** und auf dem Element **900** verwendet werden, um effizienten Durchgang von Umgebungs-

strahlen zu ergeben und Abbildungen anzuzeigen. Wenn beispielsweise das angezeigte Bild aus drei Farben zusammengesetzt ist (rot, grün und blau), umfassend enge spektrale Banden aus einer Laserquelle, können die optischen Beschichtungen für hohes Reflexionsvermögen für diese engen Wellenlängenbereiche bei der Fläche von Element **900** konfiguriert sein, während Strahlen **910**, die durch das Element gelangen, nur in diesen engen Bereichen beeinträchtigt werden und somit das Bild größtenteils frei von Farbverzerrungen gesehen wird. [Fig. 19B](#) zeigt eine alternative Ausführungsform mit derselben Beschaffenheit, mit Polarisationen, und Element **900** so orientiert, dass Strahlen **910** vom Spiegel **900** unbeeinträchtigt sind.

[0092] Am Kopf befestigte Anzeigen des Standes der Technik sind auf einen einzigen Kollimationsabstand begrenzt (der Abstand, bei dem das Bild, basierend auf einem Brennpunkt, wahrgenommen wird). Häufig ist bei am Kopf befestigten Stereoanzeigen dieser Abstand im Konflikt mit dem Abstand, der aus der Vergenz der Augen wahrgenommen wird. Die Erfindung überwindet dieses Problem durch Zulassen, dass die Anzeige von mehreren Bildern bei unterschiedlichen Kollimationsabständen erfolgt.

[0093] Eine Mehrfach-Kollimationsabstandsanzeige schmilzt Bilder von zwei oder mehreren Anzeigequellen zusammen, um den Benutzer mit Hintergrund- und Vordergrundbildern bei verschiedenen Brennpunktabständen zu versorgen. Der Abstand zwischen dem GRIN-Stabbild und der Objektivlinse mag mit x ([Fig. 20](#)) angegeben werden. In [Fig. 20](#) gibt es drei Anzeigen bei drei verschiedenen unterscheidbaren Abständen von der GRIN-Linse, was zu drei Werten von x und drei Werten von y , einer für jede Anzeige, führt. Wenn x um einen geringeren Grad eingestellt wird, wird der Kollimationsabstand um einen großen Grad geändert. Die nachstehende Tabelle zeigt eine Berechnung von Kollimationsabstand als Funktion des Abstands von dem Objektiv für eine optische Konstruktion.

Abstand von Anzeige Bild zu Objektiv (mm)	Kollimationsabstand (mm)
15,245	127,9
15,280	163,8
15,315	221,3
15,350	328,5
15,385	598,4
15,420	2568,6
15,425	4691,6
15,431	254887,8

[0094] Diese Tabelle zeigt, dass eine Änderung von 186 μm im Abstand zwischen dem Bild und der Objektivlinse zu einer Änderung im Kollimationsabstand von 12,7 cm bis 254 m (im Wesentlichen unendlich) für die bestimmte optische Konstruktion, für die die Berechnung erfolgt, ergibt. Wenn zwei oder mehrere Anzeigen **940** verwendet werden und durch einen Kombinerwürfel **945** miteinander verbunden werden (wie es gewöhnlich erfolgt, wenn rote, grüne und blaue Bilder in LCD-Projektoren zusammengefügt werden) und wenn die Anzeigen bei unterschiedlichen Abständen eingestellt sind (veranschaulicht als 0 mm, t und u in [Fig. 20](#)) von dem GRIN-Imagerelay, wird der Benutzer bei verschiedenen Ebenen fokussieren müssen, um die Bilder zu betrachten (genauso wie das Auge es macht, wenn reale Bilder betrachtet werden), wie in [Fig. 20](#) dargestellt. Die Unterschiede im Abstand können durch Einschieben dünner Schichten aus Glas zwischen dem Würfel und den Anzeigen erhalten werden.

[0095] Das erzeugte Bild kann nun natürlich drei getrennte, simultane Ebenen, entsprechend Vordergrund, Mitte und Hintergrund, aufweisen. Dies beseitigt effizient das Problem des Kollimationsabstands- und der Augenvergenzdisparität von der Hardware. Es gibt optische Techniken zur Erzeugung so vieler Ebenen wie nötig (oder bei einem am Kopf befestigten System soviel wie ausführbar).

[0096] In einem alternativen Ansatz bewegt ein Ditheringmechanismus die Objektivlinse zu der gewünschten Position. Ein solcher Ansatz könnte mit einer Flachbildschirmanzeige synchronisiert werden, die mit 180 Frames pro Sekunde betrieben wird, zur Bereitstellung von drei separaten Bildebenen. Es ist anzumerken, dass die erforderliche Linsentranslation früher mit nur 186 μm gezeigt wurde. Ein weiterer Ansatz umfasst Stapeln in einer Weise von [Fig. 21](#), verwendet für subtraktive Farb-LCD's. Bei dem subtraktiven Farbzeigesystem werden drei Anzeigen **955** übereinander gelegt und jede Anzeige entfernt eine Farbe aus dem Endbild. Die

Anzeigen können durch Polarisierer **956** getrennt sein. Bei dieser Erfindung können Farbanzeigen zur Bereitstellung eines Bildes verwendet werden, das sich durch eine Vielzahl von Bildebenen bei verschiedenen Kollimationstiefen in Abhängigkeit von der Beabstandung der Anzeigen auszeichnet.

[0097] Es sollte angemerkt werden, dass bei einer subtraktiven Farbanzeige die Änderung im Kollimationsabstand zwischen Ebenen als ein schädliches Artefakt angesehen wird. Bei dieser Erfindung kann jedoch die Änderung in der Kollimationstiefe verwendet werden, um ein verbessertes Bild bereitzustellen. Ein weiterer Vorteil kann durch Verwendung einer gering auflösenden Anzeige für den Hintergrund ermöglicht werden, um die Systemkosten zu vermindern.

[0098] Bei Abtastansätzen, bei denen ein Spiegel oder ein Wellenleiter verwendet wird, um einen einzelnen Pixel abzutasten, kann der einstellbare Kollimationsabstand in verschiedener Weise erreicht werden. Das Erste umfasst die Verwendung von verschiedenen Pixeln bei unterschiedlichen Abständen für die Eingangspupille des Strahlenscanningsystems. Dieser Ansatz kann durch Verwendung verschiedener optischer Fasern erreicht werden, wobei jede davon vom Eingang der Pupille verschoben ist, um einen festgelegten verschiedenen Grad, was zu einem anderen Kollimationsabstand für jede Faser führt. Die zur Anzeige vorgesehenen Photonen werden dann über die Faser, entsprechend dem gewünschten Kollimationsabstand, gelenkt.

[0099] Ein zweites Verfahren umfasst die Verwendung eines mikromechanischen Spiegels zum Einstellen der Weglänge aus einer einzigen Faser zu dem Objektiv. Durch Einstellen des Abstandes kann der Kollimationsabstand für jeden Pixel eingestellt werden. Der optische Abstand kann durch Leiten von Lichtstrahlen durch ein Medium mit einem Brechungsindex, der durch äußere Kraft geändert werden kann, eingestellt werden.

[0100] Obwohl die vorstehend genannte Erörterung hauptsächlich auf die Anwendung der Optik in Brillenform gerichtet ist, kann die Optik auch für ein Vollmaskensystem für das gesamte Gesicht, wie eine Tauchermaske, ein Gesichtsschirm für Feuerwehrleute, eine Maske für einen Raumanzug, eine Maske für einen Schutanzug gegen gefährliche Materialien oder dergleichen, verwendet werden. [Fig. 22](#) zeigt ein Beispiel der Integration des optischen Systems **870**, einen Gesichtsmaskenaufbau **872** und eines Rechnerkreises **874** zur Bildung eines vollständig integrierten Rechners innerhalb eines Gesichtsmaskensystems. Dies ist bei Systemen, bei denen die Gesichtsmaske einen genügenden Bereich an der Kante zum Befestigen von integriertem Schaltkreis bereitstellt, möglich. Da die Größe von integrierten Schaltkreisen abnimmt, wird es möglich, Anzeigen und Schaltkreise in dieser Weise an Brillen zu befestigen. Die Anzeige kann direkt an der Kante der Linse befestigt werden, wie in [Fig. 22](#) ausgewiesen. Für Tauchermasken können Schaltkreis und Anzeigen ebenfalls in die Gesichtsmaske an deren Kanten eingegossen werden, um hermetischen Schutz vor Wasser zu erzielen.

[0101] [Fig. 22](#) zeigt zwei Anzeigen, die Erzeugung eines Stereobildes erlauben. Die Kombinierer können direkt in dem üblichen Blickfeld angeordnet sein oder können außerhalb des üblichen Blickfelds angeordnet sein (wie dargestellt), sodass zum Beobachten der Anzeige der Benutzer aufschauen, herabschauen oder an die Seite schauen muss, wo immer das optische System angeordnet wurde. Geeignete Anzeigen für eine Gesichtsmaske sind elektrolumineszente Anzeigen mit aktiver Matrix oder Flüssigkristallanzeigen mit aktiver Matrix, die handelsüblich sind.

[0102] Bezugnehmend auf [Fig. 23](#), wird eine Strahlabtastvorrichtung bereitgestellt, die eine stark miniaturisierte Bildebene auf einer Fläche erzeugt, die durch Verwendung von Linsen und gefalteter, eingebetteter Optik, wie bereits beschrieben, auf das Auge des Benutzers gerichtet ist. Die Bildebene wird durch Abtasten des Lichtes von einer optischen Faser über die Punkte, die die miniaturisierte Ebene **978** definieren, gebildet. Da dieser abgetastete Pixel einen Diffraktion begrenzenden Fleck umfassen kann, kann die Bildebene sehr klein sein. Der gescannte Pixel wird mit Graugrad- und/oder Farbdaten, geliefert über die Faser, synchronisiert, sodass jeder Punkt auf der Miniaturbildebene mit dem entsprechenden Photonenstrom ausgefüllt ist, zur Erzeugung des gewünschten Bildes auf dem Schirm. Die zu dem Scanner gelieferten optischen Daten von der Faser werden innerhalb eines Rechners erzeugt und so muss der Graphikkreis einen Satz von optischen Quellen steuern (wie Laser), die die gewünschte Kombination von Rot, Grün und Blau bei der gewünschten Intensität erzeugen.

[0103] Der Strahlscanner kann durch mikroelektromechanische Siliziumbearbeitung (MEMS) gebildet werden. Der direkteste Weg zur Bildung des Abtastsystems erfolgt durch Herstellen von horizontalen und vertikalen Spiegeln **970**, **971**, die zum Steuern der Photonen zu dem gewünschten Punkt verwendet werden, wie in [Fig. 23](#) gezeigt. Die vertikalen und horizontalen Abtastspiegel werden in unmittelbarer Nähe gebildet, um Kompliziertheit der Relayoptik zu begrenzen. Der vertikale Abtastspiegel **971** kann bei 60 Hz für übliche Frameraten oszillieren. Ein mikromechanisch bearbeiteter Wellenleiter kann ebenfalls hergestellt werden.

[0104] Eine Strahlsteuerungsvorrichtung kann mit optischen Fasern hergestellt werden. Die Schwierigkeit bei solchen Vorrichtungen besteht allerdings darin, dass man auf mechanische Eigenschaften der verfügbaren optischen Faser eingeschränkt ist. Im Gegensatz dazu, besteht ein Vorteil eines mikrogefertigten Scanners gemäß der vorliegenden Erfindung darin, dass Dünnschichten verwendet werden können, um die mechanischen Resonanzfrequenzen und Wellenleitergeometrien in Entwürfen zuzurichten, was mit Quarzfasern unerreichbar sein mag.

[0105] Die auf MEMS basierenden Scanner, welche vorstehend beschrieben wurden, sind auch als Bildsammelvorrichtung funktionsfähig. Bei einer am Kopf zu befestigenden Anzeigeeinrichtung kann die Bildgebende Optik zur Übertragung eines Rückbildes des Auges verwendet werden, was zur Augenverfolgung angewendet werden kann. Im Fall einer Augenverfolgungsvorrichtung, die mit einer MEMS Anzeige eins ist, kann die Anzeigeeoptik, einschließlich des Abtastsystems, sowohl für die Anzeige des Bildes, als auch für das Sammeln eines Bildes von dem Auge, verwendet werden, was von dem System zu einem Detektor, wie in [Fig. 23](#) angezeigt, zurückgeführt werden kann.

[0106] Die Abgabe von Photonen zu dem Auge ist ein umgekehrter optischer Vorgang, bei dem axiale Reflexionen aus der Retina zu demselben optischen Pfad zurückgeführt werden, wenn das System in axialer Ausrichtung ist. Durch Anordnen des Satzes von Spiegelpositionen, die das Rückführsignal maximieren, kann die Winkelposition von der Retina und folglich die Richtung des Blicks ermittelt werden.

[0107] Die Stärke des Rückführsignals kann in verschiedener Weise erhöht werden. Bei einem MEMS Ansatz können rote, grüne und blaue Wellenlängen entlang des optischen Weges zur Bildung einer Farbanzeige kombiniert werden. Außerdem können Infrarot-(IR)-Wellenlängen als vierte Bande zugegeben werden, welche vom Benutzer nicht wahrgenommen werden. In dieser Weise kann ein Infrarotmuster in das Auge eingeführt werden und durch Detektion des zurückgeführten Musters kann die Position des Auges ermittelt werden.

[0108] [Fig. 23](#) veranschaulicht, wie eine solche Vorrichtung arbeitet. Sichtbare und ZR-Lichtstrahlen werden synchron zu den Abtastspiegeln **970**, **971** zur Projektion eines Bildes in dem optischen Brillensystem und von dort zum Auge gelassen. Wenn das Auge an der Austrittspupille in korrekter Ausrichtung ist, wird ein Rückführsignal in den optischen Weg reflektiert. Dieses Rückführsignal (reflektiert) setzt sich fort zu dem Koppler **972** und von dort zum Detektor **974**. Wenn das Beleuchtungslicht konstant (signalfreier Bildschirm) ist, dann ist der Strom an reflektierten Pixeln tatsächlich ein Pixelbild des Auges, was vom Rechner **976** zu einem Bild des Auges aufbereitet werden kann. Wenn allerdings das Beleuchtungslicht ein Bild selbst ist, dann kann der Strom an reflektiertem Pixel eine Konvolution des ursprünglichen Bildes und des reflektierten Bildes enthalten. In diesem Fall kann der Rechner auch die Bilder entfalten (da das Bild, das zu dem Auge gesendet wird, bekannt ist) und ein Bild des Auges erzeugen. Ein weiteres Verfahren ist die Verwendung von moduliertem sichtbarem Licht für das Bild, das zu dem Auge und Konstant-IR zum Beleuchten des Auges gesendet wird, sodass ein zurückgekehrtes IR-Bild erzeugt wird. Alle von diesen Verfahren führen zu einer Erzeugung eines Bildes der Retina, von der die Richtung des Blicks ermittelt werden kann.

[0109] Das in [Fig. 23](#) gezeigte System kann auch mit einem Standard-Flachbildschirm-Ansatz für Brillen oder für eine am Kopf befestigte Anzeigekonstruktion, wie in [Fig. 24](#) dargestellt, verwendet werden. In einem solchen Fall sammelt das MEMS-System nur ein Bild von dem Auge und wird nicht zur Bildung eines Anzeigebildes verwendet. Das Anzeigebild wird durch einen Kombinerer von einer Flachbildschirmanzeige bereitgestellt.

[0110] [Fig. 25A](#) und [Fig. 25B](#) zeigen eine weitere Ausführungsform, bei der ein Blickfeld erhöht werden kann, ohne im Wesentlichen die Dicke **934** der Hauptlinse **300** zu erhöhen. Das Blickfeld wird durch Erreichen einer Erhöhung in der Breite **1003** der Aperturblende erhöht, eingeführt durch Kombinerergrenzflächen (**324** in [Fig. 16](#)), wie bereits beschrieben.

[0111] [Fig. 25A](#) zeigt die Verwendung von zwei kombinierenden Grenzflächen, **922**, **921**, die Licht von gegenüberliegenden optischen Wegen **1001** und **1002** empfangen. Es ist anzumerken, dass eine einzige Grenzfläche und ein einziger Weg in dem katadioptrischen Ansatz, welcher in [Fig. 19](#) veranschaulicht ist, dargestellt wurden; diese Ausführungsform benutzt zwei solcher Wege, kombiniert zur Bereitstellung einer Verdoppelung in der Größe der Aperturblende **1003**.

[0112] [Fig. 25B](#) erläutert, wie Licht in zwei Wege **1001** und **1002** aufgeteilt wird. In dieser bestimmten Ausführungsform liefern Anzeige **320** und Linse **360** Strahlen zu reflektierenden Grenzflächen **923**, **924**, wodurch die Strahlen in zwei Wege, **1001** und **1002**, in einer Weise, symmetrisch mit den rekombinierenden Grenzflächen, **921**, **922**, geteilt werden. [Fig. 26](#) erläutert in einer Draufsicht die Hauptlinse **300**. Licht gelangt in die

Hauptlinse **300** und wird durch Grenzflächen **923**, **924**, entlang der zwei Wege reflektiert. Vier eingebettete Spiegel **925** innerhalb der Hauptlinse **300** reflektieren das Licht zu Flächen **921**, **922**. Die eingebetteten Spiegel **925** werden ausgebildet, wobei ihre reflektierenden Grenzflächen etwa orthogonal zu den Flächen der Hauptlinse **300** sind, und daher etwa parallel zu den Strahlen aus dem umgebenden Geschehen, das durch die Hauptlinse **300** zu dem Auge des Benutzers tritt, sind. Daher haben Spiegel **925** geringe Wirkungen auf die Sicht durch die Hauptlinse **300**. Außerdem können die Grenzflächen **921**, **922**, **923**, **924** dielektrische Beschichtungen umfassen, aufgebaut zum Reflektieren des bestimmten Bereichs an Wellenlängen, die durch die Anzeige **320** emittiert werden, und nicht andere; und in dieser Weise können Reflexionen, die in die Hauptlinse **300** streuen, vermindert werden.

[0113] Ein besonderes Beispiel der Ausführungsform in [Fig. 25A](#) und [Fig. 25B](#) umfasst einen Kombinierer, gebildet aus zwei senkrechten Flächen **921** und **922**, gebildet aus den Seiten eines rechtwinkligen Prisma. Strahlen **1001** von dem Oberen und Strahlen **1002** von dem Unteren kombinieren mit äußeren Strahlen **306**, wie vorher beschrieben, zur Bildung des Bildes, wodurch sich das maximale Blickfeld von dem angezeigten Bild, ohne Erhöhen der Dicke der Hauptlinse **300**, verdoppelt. In dieser Weise kann die Höhe **1003** des Kombinierers die Dicke der Hauptlinse **300** verdoppeln, während noch die erforderlichen Winkel beibehalten werden, welche für einen Strahlteilerwürfel 45° Winkel sind. In dieser Ausführungsform muss das Bild an dem Kombinierungssystem für die zwei Wege bereitgestellt sein, wie in der Draufsicht in [Fig. 26](#) gezeigt. Die Strahlen, die das Bild ausmachen, gelangen in die Hauptlinse **300** durch die Flächen **923** und **924**, die auch zur Bildung einer senkrechten Fläche konfiguriert sind. Diese Flächen spalten die einkommenden Strahlen in zwei Wege. Strahlen, die durch die untere Fläche **923** gelangen, nehmen den Weg, der durch Strahl **1002** angezeigt ist. Strahlen, die durch die obere Fläche hereinkommen, nehmen den Weg, der durch Strahl **1001** angegeben ist. Vier Spiegel **925** falten den optischen Weg so, dass die gesamte Anordnung in der Hauptlinse **300** angeordnet sein kann. Diese Beispiele zeigen die Verwendung von diesem Spiegelsystem mit katadioptrischen Linsen, aber die anderen Ausführungsformen, die bereits erörtert wurden, können auch verwendet werden.

[0114] Eine weitere Verbesserung kann durch Anordnen von Bildebenen in der optischen Konstruktion erfolgen, sodass sie nicht auf einer Ebene stattfinden, die den Scheitel der Flächen **921** und **922** einschließen und den Scheitel der Flächen **923** und **924** einschließen. In dieser Weise können Artefakte in dem fertigen Bild, das aus der Teilung der Strahlen entsteht, klein gehalten werden. Ein Verfahren, um dies zu verwirklichen, ist die Anordnung der in dem optischen System erforderlichen Linsen (wie **360** und **370** beispielsweise oder Spiegel **900**) nahe dieser Flächen, sodass Bilder in anderen Ebenen gebildet werden.

[0115] Die Erfindung ist nicht auf quadratische Kombinierer begrenzt und keine Begrenzung wird der Kombinierebreite **1004** durch eine der vorstehend genannten Verbesserungen auferlegt. Das Längen-Breiten-Verhältnis des Blickgebiets kann einfach durch Verbreitern der Grenzflächen **920** und **921**, falls erforderlich, geändert werden.

[0116] [Fig. 27](#) zeigt eine Ausführungsform, bei der das Blickfeld von Strahlen, die aus dem optischen Relay **510** heraustreten, durch Einsatz eines optischen Elements **515** erhöht wird, das beispielsweise einen diffus machenden Schirm, ein Mikrolinsenarray, eine faseroptische Faceplate oder ein diffraktives optisches Element umfasst. Das Element **515** wird hinsichtlich der Fläche **511** angeordnet, um mit einer Bildebene zusammenzulaufen, sodass ein Bild von dem Element **515** gebildet wird. Für den Fall, bei dem Relay **510** ein kohärentes Faserbündel ist, kann das Element **515** direkt an die Endfläche **511** gebunden sein bzw. geklebt sein oder in die Endfläche geätzt sein. Für den Fall, bei dem Relay **510** ein GRIN-Bildrelay ist, kann Element **515** an dem Ort des Bildes, erzeugt durch Relay **510**, angeordnet sein. Wenn das Relay **510** Linsen umfasst, wird das Element **515** an einer Brennpunktebene des Linsensystems angeordnet. In dieser Weise erhöht Element **515** das Blickfeld der Pixel durch einen oder mehrere der Mechanismen von Diffusion, Brechung oder Diffraktion, je nachdem für den Typ an Element oder Kombinationen, die verwendet werden. Das Ergebnis der Verwendung eines solchen Schirms ist eine Erhöhung im Blickfeld in dem Bild, das vom Benutzer beobachtet wird. Für den Fall, bei dem optisches Element **515** eine faseroptische Faceplate ist, können eine oder beide Flächen der Faceplate gekrümmt sein, um Feldebenheit des angezeigten Bildes zu verbessern.

[0117] Brillenanzeigen wurden gemäß der hierin beschriebenen Erfindung aufgebaut, angezeigt in [Fig. 28A](#) und [Fig. 28B](#). In dieser Ausführungsform ist die Hauptlinse **300** in einem üblichen Brillenrahmen **830** untergebracht. Die Hauptlinse **300** umfasst einen eingebetteten polarisierenden Strahlteilerwürfel **801** und ein eingebettetes Prisma **1100**, das dazu dient, Licht von der Flüssigkristallanzeige mit aktiver Matrix **320** zu reflektieren. Die Anzeige wird durch Hintergrundlicht **1103** beleuchtet und die Anzeige und das Licht sind in Gehäuse **1105** enthalten. Die Anzeige ist elektrisch an elektronische Schaltkreise (nicht dargestellt in [Fig. 28A](#) oder [Fig. 28B](#)) angeschlossen. Die Anzeige **320** ist optisch an Abstandshalter **1101** befestigt, sodass der Brechungsindex des

Mediums zwischen der Anzeige und der Fläche von Linse **370** zum Kleinhalten von Innenreflexionen relativ gut passend ist, wobei die Brechungsindizes von den Materialien im Bereich von 1,4 bis 1,6 sind. Die Anzeige **320** ist so angeordnet, dass die Polarisation von Licht, emittiert durch die Anzeige, in einer günstigen Richtung zur Reflexion durch Würfel **801** zum Auge ist, bei minimaler Transmission durch die Grenzfläche des Würfels. Linse **370**, eine Einzel-Plan-Konvexlinse mit positiver Brechkraft, vermindert die Vergenz von Strahlen aus Würfel **801**, wodurch der Benutzer in die Lage versetzt wird, ein virtuelles Bild bei etwa 50 cm wahrzunehmen. Linse **410**, eine Einzel-Plan-konvexe Linse mit einer negativen Brechkraft, korrigiert Licht aus dem Umgebungsgeschehen vor, sodass die Kombination von Linsen **370** und **410** Licht, relativ frei von Vergenzänderung, durchlassen. Die optimierte Auswahl der relativen Brechkraft und Beabstandung von Linsen **410** und **370** und/oder die Verwendung von Mehrfachlinsen (doppelt zum Beispiel), wie in dieser Erfindung bereitgestellt, wird verminderte Gesamtverzerrung des Umgebungsgeschehens, das durch den Würfel gesehen wird, ergeben. Die Gesamtdicke von der Hauptlinse **300** (**934** in [Fig. 16A](#)) in dieser Ausführungsform ist 6,25 mm.

[0118] Vollständige Verdeckung des Anzeigesystems in dem Brillenrahmen **830** ist durch Umpacken des Hintergrundlichts **1103** und Anzeige **320** möglich, sodass sie in einem Gehäuse in dem Brillenglasrahmen enthalten sind. [Fig. 29](#) erläutert ein Verfahren zum Packen eines ebenen Hintergrundlichts **1110**, Anzeige **320** und Prisma **1111**, in einem Brillenbügel **1112** von Brillen, zum Bedecken der Anzeige. Außerdem können Linsen **370** und **410** oder andere Optik in der Hauptlinse **300**, wie in [Fig. 29](#) gezeigt, eingebettet werden, oder wie bereits hierin beschrieben. Sensoren und Linsen (d.h. ein Kamerasystem) können zugefügt werden, wie auch ein Augenverfolgungssystem, wobei beide davon hierin bereits beschrieben wurden. In dieser Ausführungsform ist das Aussehen der Hauptlinse **300** ähnlich einer bifokalen Linse. [Fig. 29](#) zeigt ein monokulares System, allerdings können zwei Hauptlinsen **300**, links und rechts, für ein binokulares System angewendet werden. Die linke Hauptlinse **300** kann auch das Anzeigesystem beherbergen, während die rechte Hauptlinse **300** ein Sensorsystem beherbergen kann. Die Gegenwart von eingebetteter Optik kann außerdem durch Verwendung von polarisierenden, photochromen, gefärbten oder reflektierenden Folien in einer Weise von Sonnenbrillen verkleidet werden. Das Ergebnis ist ein Brillenanzeigesystem mit einem ästhetischen Aussehen von üblicher Eyewear, ohne auffällige Anzeige, Kamera oder Augenverfolgung, nach gelegentlicher Begutachtung.

[0119] Die Erfindung ist nicht auf das begrenzt, was insbesondere gezeigt und beschrieben wurde, ausgenommen, wie durch die beigefügten Ansprüche ausgewiesen.

Patentansprüche

1. Am Kopf zu befestigendes Bildkombinierungslinsensystem zum Befestigen an dem Kopf eines Anwenders zur Verwendung mit einem Auge des Anwenders, wobei das am Kopf zu befestigende Bildkombinierungslinsensystem umfasst:

einen Trägersystem (**820**; **830**; **870**), aufgebaut, um vom Kopf eines Anwenders getragen zu werden;
ein Linsensystem, getragen durch den Trägersystem vor einem Auge des Anwenders, umfassend:
mindestens eine erste Linse (**300**) mit zwei optischen Oberflächen, angeordnet, um den Durchgang von etwas Umgebungslicht durch die erste Linse (**300**) durch die zwei optischen Oberflächen zu erlauben;
einen Einschub bzw. ein Insert (**301**), umfassend zwei Materialien von gleichen oder verschiedenen Brechungsindizes, angeordnet innen in der ersten Linse (**300**) und durch diese getragen, wobei der Einschub (**301**) weiterhin eine Grenzfläche bzw. eine Begrenzung (**302**) zwischen den zwei Materialien umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass das am Kopf zu befestigende Bildkombinierungslinsensystem weiterhin umfasst:

einen optischen Weg, der mindestens teilweise innen in der ersten Linse definiert ist und angeordnet ist, um Licht von einer Bildquelle (**320**) getrennt von dem Umgebungslicht zu empfangen;
wobei der optische Weg mindestens einen Teil aufweist, definiert innen in der ersten Linse (**300**), zwischen und im Allgemeinen parallel zu den zwei optischen Oberflächen der ersten Linse (**300**), sodass das Licht, das entlang mindestens des Teils des optischen Wegs gelangt ist, wieder aus der ersten Linse (**300**) zu dem Auge des Anwenders durch den Einschub (**301**) gelenkt wird, und
einen zusätzlichen Teil des optischen Wegs, wobei der zusätzliche Teil des optischen Wegs durch den Trägersystem definiert ist und angeordnet ist, um Licht von der Bildquelle (**320**) zu dem Teil des optischen Wegs, der innen in dem Linsensystem definiert ist, zu lenken.

2. System nach Anspruch 1, worin der Einschub (**301**) zwei Materialien mit verschiedenen Brechungsindizes umfasst, wobei die zwei Materialien durch die Grenzfläche (**302**) getrennt sind.

3. System nach Anspruch 2, worin die Grenzfläche (**302**) einen Luftspalt zwischen den zwei Materialien umfasst.

4. System nach Anspruch 1, worin der Einschub (301) einen Strahlenkombinierer umfasst.
5. System nach Anspruch 4, worin der Strahlenkombinierer einen inversen Strahlenteiler umfasst.
6. System nach Anspruch 1, worin der Einschub (301) einen polarisierenden Strahlenteiler (801) umfasst.
7. System nach Anspruch 1, worin die Grenzfläche (302) total innen reflektierend ist.
8. System nach Anspruch 1, worin der Einschub (301) einen halbdurchlässigen Spiegel oder einen vollständig reflektierenden Spiegel umfasst.
9. System nach Anspruch 1, worin die Grenzfläche (302) planar ist.
10. System nach Anspruch 1, worin die Grenzfläche (302) gekrümmt ist, um einen vorausgewählten Brechwert bereitzustellen.
11. System nach Anspruch 1, worin die Grenzfläche (302) bei einem Winkel (310) angeordnet ist, vorausgewählt, um ein zu betrachtendes Bild zu positionieren.
12. System nach Anspruch 1, worin die Grenzfläche (302) eine Interferenzbeschichtung zum Teilen der Lichtwege einschließt.
13. System nach Anspruch 1, worin der Einschub (301) einen holografischen Kombinierer umfasst.
14. System nach Anspruch 1, worin das Linsensystem weiterhin eine zweite Linse (340, 370) umfasst, die auf dem optischen Weg zwischen der Grenzfläche (302) und dem Auge des Anwenders angeordnet wird, um eine vorausgewählte Vergrößerung zu liefern.
15. System nach Anspruch 14, worin die zweite Linse (340) durch einen Luftspalt von dem Einschub (301) beabstandet ist.
16. System nach Anspruch 14, worin die zweite Linse (370) mit der ersten Linse (300) integral ist, an die erste Linse (300) geklebt ist oder mit der ersten Linse (300) geformt ist.
17. System nach Anspruch 14, worin die zweite Linse (340; 370) eine achromatische Linse ist.
18. System nach Anspruch 14, weiterhin umfassend eine zusätzliche Linse (410) zwischen dem Einschub (301) und einem Teil des Umgebungslichtes, das durch die zusätzliche Linse gelangt, wobei die zusätzliche Linse (410) einen Brechwert aufweist, vorausgewählt, um dem Brechwert der zweiten Linse (340; 370) entgegen zu wirken, sodass der Teil des Umgebungslichtes von einer gewünschten Vergrößerung ist.
19. System nach Anspruch 1, worin das Linsensystem weiterhin eine zweite Linse (330; 360), angeordnet auf dem optischen Weg zwischen der Grenzfläche (302) und der Bildquelle (320), umfasst und vorausgewählt, um eine gewünschte Vergrößerung bereitzustellen.
20. System nach Anspruch 18, worin die zweite Linse (330) durch einen Luftspalt von der ersten Linse (300) beabstandet ist.
21. System nach Anspruch 18, worin die zweite Linse (360) mit der ersten Linse (300) integral ist, an die erste Linse (300) geklebt ist oder mit der ersten Linse (300) geformt ist.
22. System nach Anspruch 18, worin die zweite Linse (330; 360) eine achromatische Linse ist.
23. System nach Anspruch 1, worin das Linsensystem weiterhin einen Satz zusätzlicher Linsen umfasst, angeordnet auf dem optischen Weg, und vorausgewählt, um eine gewünschte Vergrößerung und eine gewünschte Korrektur der Linsenaberration bereitzustellen.
24. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen zusätzlichen Einschub (326), innen in der ersten Linse (300) angeordnet, wobei der zusätzliche Einschub (326) eine zusätzliche Grenzfläche (325), angeordnet zwischen dem Einschub (326) und der Bildquelle (320), umfasst, um Licht von der Bildquelle (320) zu dem

Auge des Anwenders entlang des Teils des optischen Wegs abzulenken.

25. System nach Anspruch 24, worin die weitere Grenzfläche (325) total innen reflektierend ist.

26. System nach Anspruch 24, worin der weitere Einschub (326) einen Strahlenkombinierer, einen Spiegel oder einen Strahlenteiler umfasst, angeordnet, um die Beleuchtung der Bildquelle (320) mit Umgebungslicht zu erleichtern.

27. System nach Anspruch 24, weiterhin umfassend eine zusätzliche Linse (360), angeordnet auf dem optischen Weg zwischen der zusätzlichen Grenzfläche (325) und der Bildquelle (320), um eine vorausgewählte Vergrößerung zu liefern.

28. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Spiegel, angeordnet zwischen dem Einschub und der Bildquelle (320), um Licht aus der Bildquelle zu dem Auge des Anwenders entlang des Teils des optischen Wegs abzulenken.

29. System nach Anspruch 28, worin der Spiegel an einer Kante bzw. an einem Rand der ersten Linse (300) befestigt ist.

30. System nach Anspruch 28, worin der Spiegel weiterhin eine Schicht von einem Material mit einer thermischen Leitfähigkeit einschließt, vorausgewählt, um durch einen intensiven Strahl auf dem optischen Weg geschädigt zu werden.

31. System nach Anspruch 28, worin der Spiegel weiterhin eine Schicht von einem Material mit einem vorausgewählten thermischen Ausdehnungskoeffizienten einschließt, was zu einer Defokussierungsblase führt, wenn die Energie des Lichtstrahls in dem optischen Weg oberhalb eines Schwellenwerts liegt.

32. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend mindestens eine Feldlinse (901, 902), innen in der ersten Linse (300) auf dem Teil des optischen Wegs zwischen dem Einschub (301) und der Bildquelle (320) angeordnet.

33. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend eine opake Scheibe, die auf einer der im Allgemeinen gegenüberliegenden Oberflächen benachbart zu dem Einschub (301) angeordnet ist, um Durchgang von Umgebungslicht durch den Einschub (301) zu verhindern.

34. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend ein reflektierendes Element (930), innen angeordnet in der ersten Linse (300) zwischen dem Einschub (301) und einer der optischen Oberflächen, wobei die Grenzfläche (920) reflektierend ist, um Licht von der Bildquelle (320) zu dem reflektierenden Element abzulenken, und durchlässig ist, um Licht, das von dem reflektierenden Element (930) reflektiert wird oder hindurchgeht, zu den anderen der optischen Oberflächen hindurchzulassen, wodurch der Anwender ein virtuelles Bild im Raum wahrnimmt.

35. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend ein reflektierendes Element (930), das innen in der ersten Linse (300) benachbart zu dem Einschub (301) angeordnet ist, wobei die Grenzfläche (920) für Licht von der Bildquelle (320) durchlässig ist und für Licht aus dem reflektierenden Element reflektierend ist, um Licht zu einer der optischen Oberflächen abzulenken, wodurch der Anwender ein virtuelles Bild im Raum wahrnimmt.

36. System nach Anspruch 34 oder 35, worin das reflektierende Element (930) gekrümmt ist, um die Vergenz des reflektierten Lichts von dem reflektierenden Element zu ändern.

37. System nach Anspruch 34 oder 35, worin der Einschub (301) einen halbversilberten Spiegel oder Strahlenteilerwürfel umfasst.

38. System nach Anspruch 34 oder 35, worin der Einschub (301) einen polarisierenden Strahlenteiler umfasst, und wobei der Polarisationsrotor zwischen dem reflektierenden Element und dem Einschub angeordnet ist.

39. System nach Anspruch 34 oder 35, weiterhin umfassend eine optische Beschichtung auf der Grenzfläche.

40. System nach Anspruch 34 oder 35, weiterhin umfassend eine optische Beschichtung auf dem reflektierenden Element.
41. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Strahlabtastvorrichtung in optischer Kommunikation mit dem Linsensystem.
42. System nach Anspruch 1, worin der Einschub (**301**) zwei Paar Grenzflächen umfasst, angeordnet, um Licht in dem optischen Weg zu einem alternierenden optischen Weg zu dem Auge des Anwenders zu lenken, um ein Sichtfeld zu vergrößern.
43. System nach Anspruch 1, worin mindestens eine der optischen Oberflächen der ersten Linse (**300**) mit einer Krümmung, vorausgewählt, um die Sicht des Anwenders zu korrigieren, ausgestattet ist.
44. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend eine zusätzliche Grenzfläche (**325**) zum Ablenken von Licht von dem weiteren Teil des optischen Wegs zu dem Teil des optischen Wegs.
45. System nach Anspruch 1, worin der zusätzliche Teil des optischen Wegs ein Image-Relay (**510**) umfasst.
46. System nach Anspruch 45, worin das Image-Relay (**510**) ein Linsen-Relay (**550**; **560**), ein kohärentes optisches Faserbündel (**520**) oder eine Gradientenindexlinsenbildleitung umfasst.
47. System nach Anspruch 45, weiterhin umfassend eine einstellbare Befestigung (**500**), die an dem Image-Relay (**510**) und an dem Linsensystem angebracht ist, um den zusätzlichen Teil des optischen Wegs an den Teil des optischen Wegs anzufügen.
48. System nach Anspruch 47, worin die einstellbare Befestigung (**500**) ein erstes Rohr (**623**), angebracht an dem Trägerrahmen, und ein zweites Rohr (**622**), reibpassend befestigt über ein Ende des Image-Relays (**510**) und gleitfähig aufgenommen innerhalb des ersten Rohrs (**623**), umfasst, wodurch der zusätzliche Teil des optischen Wegs bezüglich des Teils des optischen Wegs einstellbar ist.
49. System nach Anspruch 47, worin die einstellbare Befestigung (**500**) ein mit Innengewinde versehenes Rohr, angebracht an dem Trägerrahmen, und ein mit Außengewinde versehenes Rohr, angebracht an einem Ende des Image-Relays (**510**) und schraubbar aufgenommen in dem mit Innengewinde versehenen Rohr, umfasst, wodurch der zusätzliche Teil des optischen Wegs bezüglich des Teils des optischen Wegs einstellbar ist.
50. System nach Anspruch 45, worin das Image-Relay (**510**) ein Ausgangsende einschließt und eine zusätzliche Linse (**360**) sich nahe dem Ausgangsende befindet, um einen vorausgewählten Brechwert bereitzustellen.
51. System nach Anspruch 1, worin die Bildquelle (**320**) durch den Trägerrahmen an einem Ort nahe der Rückseite des Kopfes des Anwenders getragen wird.
52. System nach Anspruch 51, worin die Bildquelle (**320**) eine Flachbildschirm-Aktivmatrix-Elektrolumineszenzanzeige, eine Flüssigkristallanzeige, eine Flachbildschirm-Feldemissionsanzeige, eine Kathodenstrahlröhre oder eine Anordnung von Licht emittierenden Dioden umfasst.
53. System nach Anspruch 51, worin die Bildquelle (**230**) eine Flüssigkristallanzeige umfasst und der Einschub (**301**) einen polarisierenden Strahlenteiler, angeordnet, um als ein Analysator für die Flüssigkristallanzeige zu dienen, umfasst.
54. System nach Anspruch 51, worin die Bildquelle (**320**) eine Flüssigkristallanzeige umfasst und zusätzlich einen polarisierenden Strahlenteiler, innen angeordnet in der ersten Linse (**300**), umfasst, um Licht von der Bildquelle (**320**) zu dem Auge des Anwenders entlang des Teils des optischen Wegs abzulenken, wobei der Strahlenteiler weiterhin angeordnet ist, um als ein Polarisationsanalysator für die Flüssigkristallanzeige zu dienen.
55. System nach Anspruch 51, worin die Bildquelle (**320**) Mehrfachanzeigen, angeordnet an verschiedenen Abständen von einem Eingangsende des weiteren optischen Wegs, umfasst.

56. System nach Anspruch 51, weiterhin umfassend eine optische Faserverjüngung (**520**) zwischen der Bildquelle (**320**) und dem zusätzlichen Teil des optischen Wegs, um Abmessungen eines Bildes von der Bildquelle (**320**) zu dem zusätzlichen Teil des optischen Wegs anzupassen.

57. System nach Anspruch 51, weiterhin umfassend ein zusätzliches Linsensystem (**550, 560**) zwischen der Bildquelle (**320**) und dem zusätzlichen Teil des optischen Wegs, um Abmessungen eines Bildes aus der Bildquelle (**320**) zu dem zusätzlichen Teil des optischen Wegs anzupassen.

58. System nach Anspruch 1, worin das zusätzliche Linsensystem (**550, 560**) in einem Gehäuse (**540**) befestigt ist, wobei das Gehäuse einstellbar ist, um relative Positionen von der Bildquelle (**320**), dem zusätzlichen Teil des optischen Wegs und dem Linsensystem einzustellen, um Fokussieren eines Bildes vorzunehmen.

59. System nach Anspruch 1, worin der weitere Teil des optischen Wegs mindestens einen Spiegel (**555**) einschließt, sodass der zusätzliche Teil gefaltet sein kann.

60. System nach Anspruch 1, weiterhin einschließend eine Augenlinse, die innen in der ersten Linse (**300**) auf dem Teil des optischen Wegs angeordnet ist, und eine Objektivlinse (**530**), angeordnet auf dem weiteren Teil des optischen Wegs, wobei die Brechwerte und Orte der Augenlinse und der Objektivlinse (**360**) vorausgewählt sind, um einen gewünschten Brennpunkt, Vergrößerungsgrad und Kollimationsabstand zu erreichen.

61. System nach Anspruch 44, worin die zusätzliche Grenzfläche (**325**) einen Spiegel oder ein Prisma umfasst.

62. System nach Anspruch 1, weiterhin ein optisches Element beinhaltend, das auf dem zusätzlichen Teil des optischen Wegs angeordnet ist, um ein Sichtfeld zu vergrößern.

63. System nach Anspruch 62, worin das optische Element eine Mattscheibe, eine Mikrolinsenanordnung, ein Fiber-optic Faceplate oder ein optisches Beugungselement umfasst.

64. System nach Anspruch 62, worin das optische Element ein Fiber-optic Faceplate mit einer Krümmung auf einer oder beiden Oberflächen, vorausgewählt, um die Feldebenheit des Bildes zu verbessern, umfasst.

65. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Sensor (**710**), angeordnet, um Strahlen zu empfangen, die von dem Auge des Anwenders entlang des optischen Wegs zurückkehren.

66. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Sensor, angeordnet, um Strahlen aus der Umgebung des Anwenders zu empfangen.

67. System nach Anspruch 1, worin der Trägerrahmen eine Brille umfasst.

68. System nach Anspruch 1, worin der Trägerrahmen eine Gesichtsmaske umfasst.

69. System nach Anspruch 1, worin der Trägerrahmen eine Tauchermaske, einen Feuerwehrgesichtsschirm, eine Astronautenraumanzugsmaske oder eine Gefahrstoffanzugsgesichtsmaske umfasst.

70. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend Computerschaltkreise, die an dem Trägerrahmen und in Kommunikation mit der Bildquelle befestigt sind und die Bildquelle an einer Kante bzw. an einem Rand des Trägerrahmens befestigt ist.

71. System nach Anspruch 70, weiterhin umfassend ein Gehäuse, das zum Verdecken der Computerschaltkreise und der Bildquelle angeordnet ist.

72. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das am Kopf zu befestigende Bildkombinierungslinsensystem einen Brillenglasrahmen (**820**) mit einem Paar Linsenhaltern und einem Paar Bügeln, aufgebaut, um am Kopf des Anwenders getragen zu werden, umfasst, sodass die Bildquelle (**320**) an dem Brillenrahmen befestigt ist, die erste Linse (**300**) durch den Brillenrahmen in einem von dem Paar von Linsenhaltern vor einem Auge des Anwenders getragen wird, wobei die erste Linse (**300**) umfasst: ein Prisma, eingebettet in der ersten Linse (**300**), um Licht aus der Bildquelle (**320**) durch die erste Linse (**300**) zwischen den zwei optischen Oberflächen zu lenken; und

einen Strahlenteilerwürfel (**801**), eingebettet in der ersten Linse (**300**) in einer Position, um Licht aus dem Prisma zu dem Auge des Anwenders zu lenken, und ein zweites Linsensystem, getragen durch den Brillenrahmen (**820**) in dem anderen von dem Paar von Linsenhaltern vor dem anderen Auge des Anwenders.

73. System nach Anspruch 72, worin der Strahlenteilerwürfel (**801**) polarisierend ist.

74. System nach Anspruch 72, worin die Bildquelle (**320**) eine Aktivmatrix-Flüssigkristallanzeige umfasst.

75. System nach Anspruch 74, weiterhin umfassend ein Hintergrundlicht (**1103**), angeordnet, um die Aktivmatrix-Flüssigkristallanzeige zu beleuchten.

76. System nach Anspruch 72, worin die erste Linse (**300**) weiterhin eine Linse mit positivem Brechwert (**370**), angeordnet zwischen dem Strahlenteilerwürfel und dem Auge des Anwenders, und eine Linse mit einem negativen Brechwert (**410**), angeordnet zwischen dem Strahlenteilerwürfel und Umgebungsszenerie, umfasst.

77. System nach Anspruch 72, weiterhin umfassend ein Gehäuse, angebracht an einem von dem Paar von Bügeln, wobei die Bildquelle in dem Gehäuse angeordnet ist.

78. System nach Anspruch 72, worin die erste Linse durch Formen, Gießen oder spanabhebende Bearbeitung als ein Teil geformt wird.

79. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das am Kopf zu befestigende Bildkombinierungslinsensystem umfasst:

ein Linsensystem für einen Brillenrahmen, wobei der Brillenrahmen ein Paar von Linsenhaltern, angepasst, um die Lichtquelle aufzunehmen, umfasst, wobei das Linsensystem umfasst:

die erste Linse, aufgebaut, um durch den Brillenrahmen in einem von dem Paar von Linsenhaltern vor einem Auge eines Anwenders getragen zu werden, wobei die erste Linse umfasst:

den Einschub, eingebettet in der ersten Linse (**300**) in einer Position, um Licht aus dem Teil von dem optischen Weg zu dem Auge des Anwenders zu lenken, wobei der Einschub eine Grenzfläche (**920**) einschließt, die Grenzfläche (**920**) auf dem Teil des optischen Wegs für Licht teilweise durchlässig ist;

ein reflektierendes Element (**930**), eingebettet in die erste Linse (**300**), benachbart zu dem Einschub, wobei die Grenzfläche (**920**) außerdem für Licht von dem reflektierenden Element (**930**) reflektierend ist, um Licht zu einer der optischen Oberflächen abzulenken, wodurch der Anwender ein virtuelles Bild im Raum wahrnimmt; und ein weiterer Einschub, eingebettet in die erste Linse, um Licht von der Bildquelle (**320**) auf den Teil des optischen Wegs zwischen den zwei optischen Oberflächen zu lenken.

80. System nach Anspruch 79, worin der Einschub einen teilweise durchlässigen Spiegel, einen Strahlenteilerwürfel, einen polarisierenden Strahlenteiler oder einen vollständig reflektierenden Spiegel umfasst.

81. System nach Anspruch 79, weiterhin umfassend eine optische Beschichtung auf der Grenzfläche.

82. System nach Anspruch 79, worin die Grenzfläche (**920**) einen polarisierenden Strahlenteiler umfasst und die erste Linse (**300**) weiterhin einen Polarisationsrotor, angeordnet zwischen der Grenzfläche (**920**) und dem reflektierenden Element (**930**), einschließt.

83. System nach Anspruch 79, worin das reflektierende Element (**930**) gekrümmt ist, um die Vergenz des reflektierten Lichtes von dem reflektierenden Element zu verändern.

84. System nach Anspruch 79, weiterhin umfassend eine optische Beschichtung auf dem reflektierenden Element.

85. System nach Anspruch 79, worin der weitere Einschub eine weitere Grenzfläche umfasst, ausgerichtet, um Licht auf den Teil des optischen Wegs abzulenken.

86. System nach Anspruch 79, worin der weitere Einschub einen polarisierenden Strahlenteiler, einen Spiegel oder ein Prisma umfasst.

87. System nach Anspruch 72, weiterhin umfassend:
ein Gehäuse (**500**), befestigt an einem der Bügel, wobei jeder Bügel aufgebaut ist, um über einem Ohr eines

Anwenders getragen zu werden; und einen optischen Weg, getragen durch das Gehäuse und funktionsfähig, um ein Bild aus einer Lichtquelle (**320**) direkt in eine von dem Paar Linsen in der Halterung zu einem Linsensystem, getragen in der einen von dem Paar Linsen in der Halterung zu übertragen.

88. System nach Anspruch 87, worin der optische Weg ein Image-Relay (**510**) einschließt.

89. System nach Anspruch 88, worin das Image-Relay (**510**) ein Linsen-Relay, ein kohärentes optisches Faserbündel oder eine Gradientenindexlinsenbildleitung umfasst.

90. System nach Anspruch 88, worin das Gehäuse (**500**) einstellbar ist, um Brennpunkteinstellung bereitzustellen.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

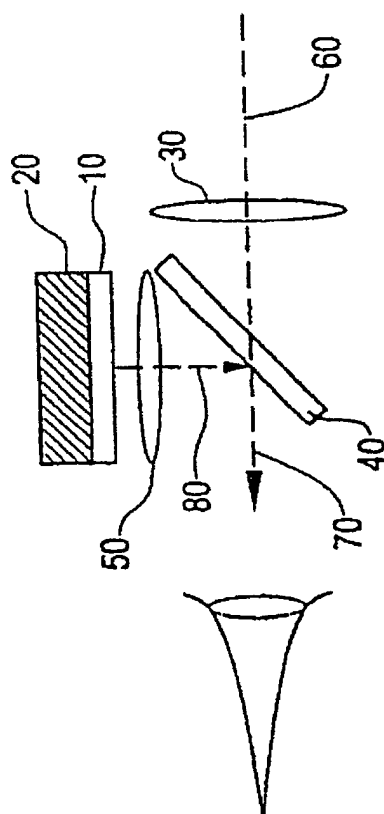


FIG. 1

Stand der Technik

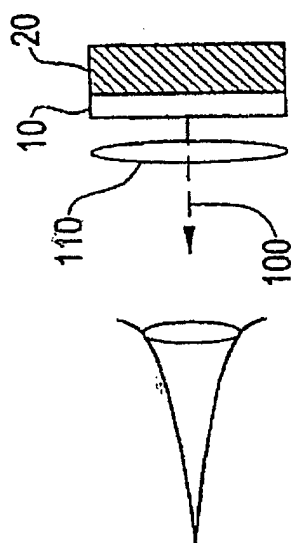
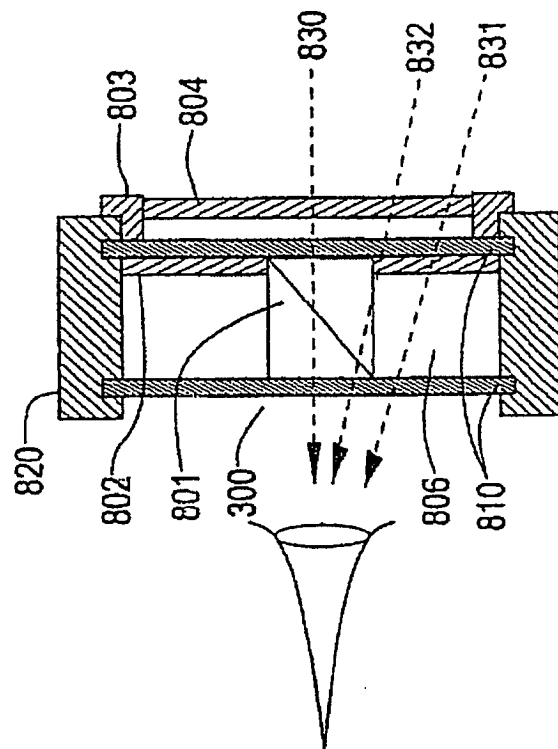
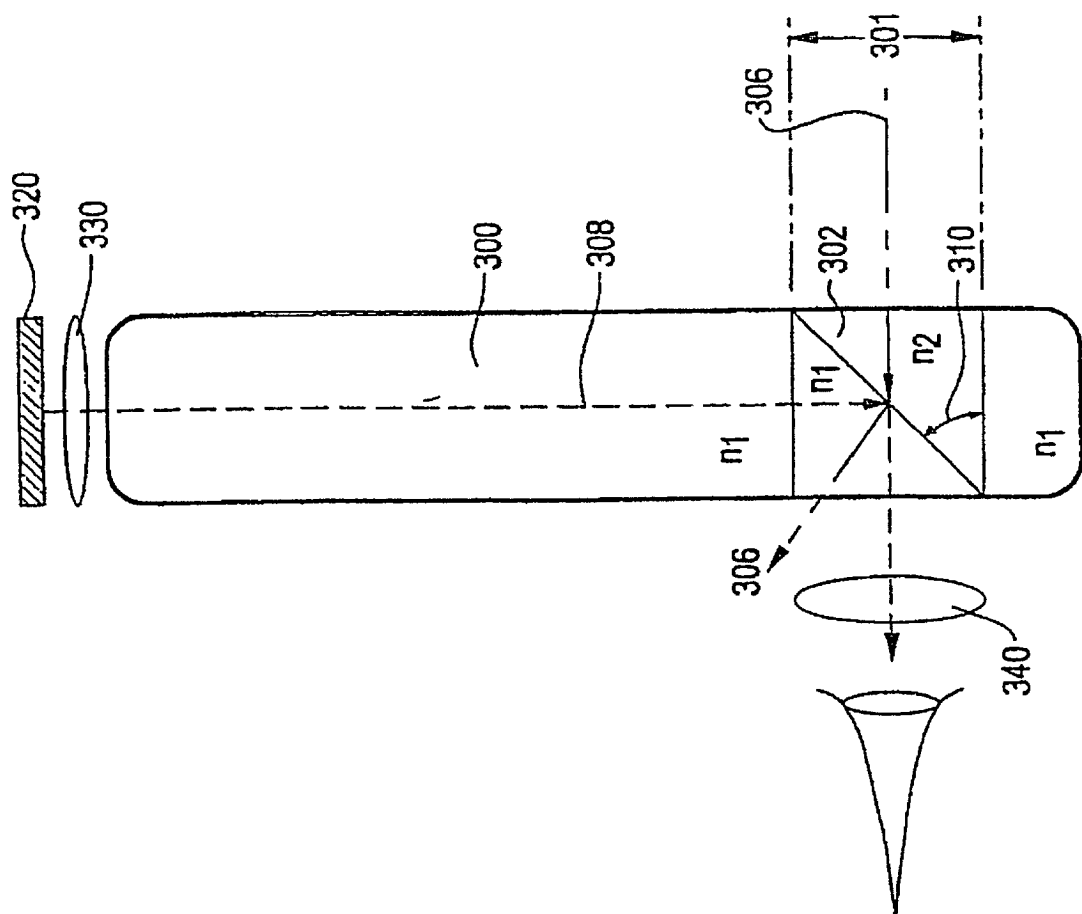


FIG. 2

Stand der Technik



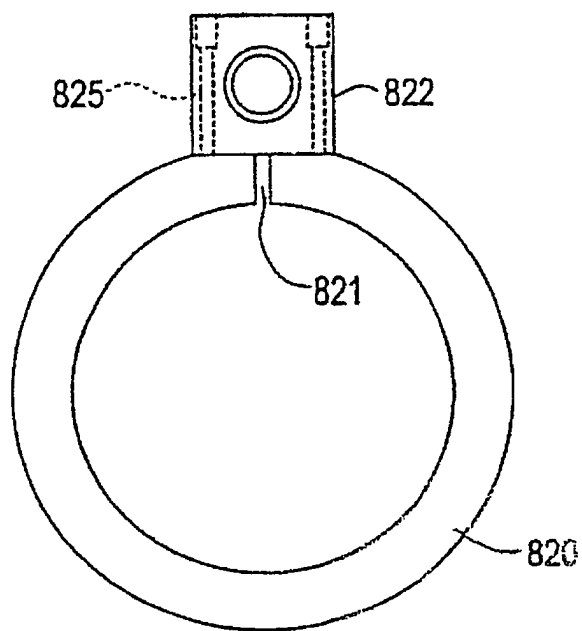


FIG. 5A

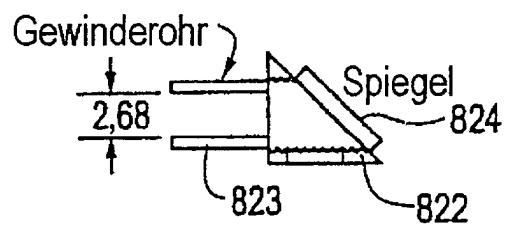


FIG. 5B

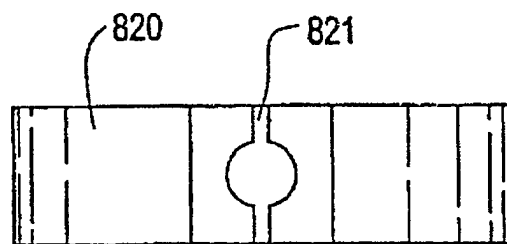


FIG. 5C

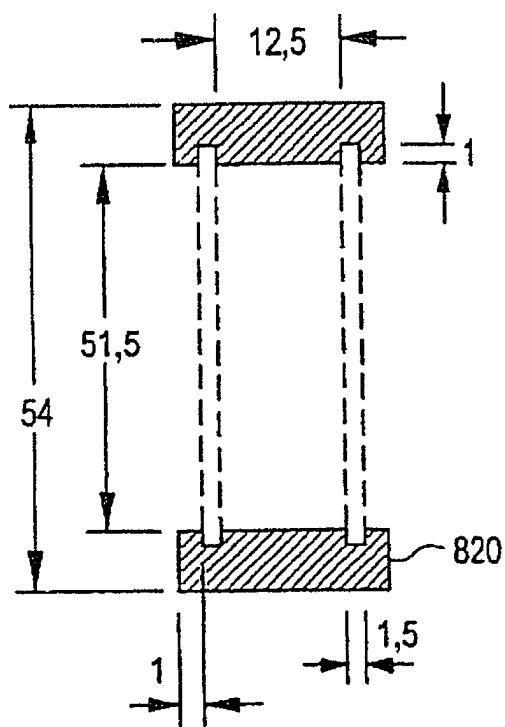


FIG. 5D

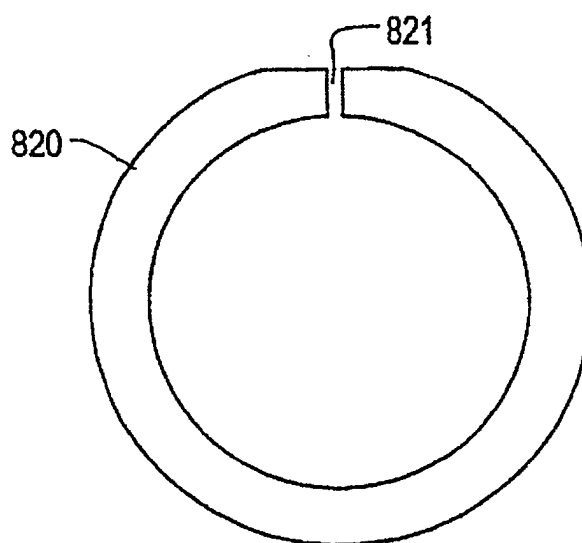


FIG. 5E

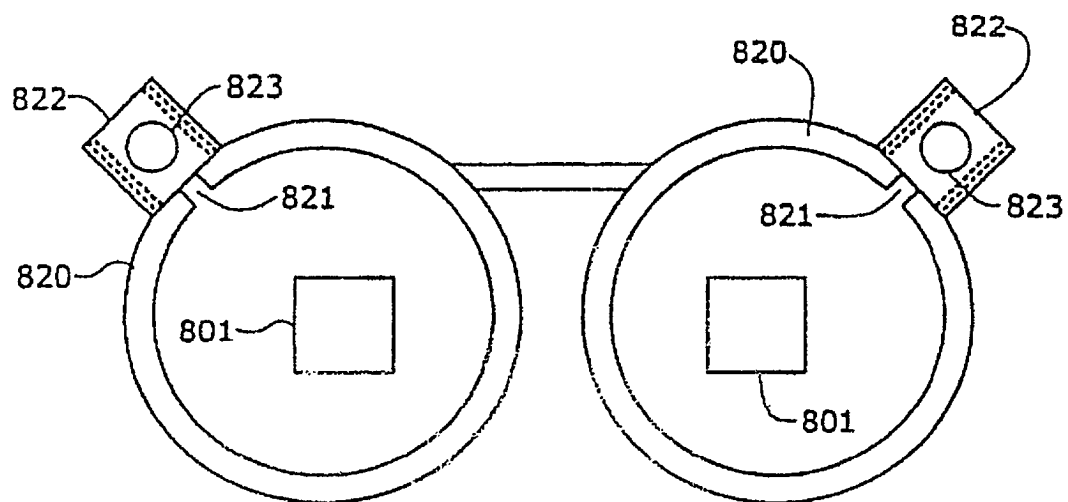


FIG. 6A

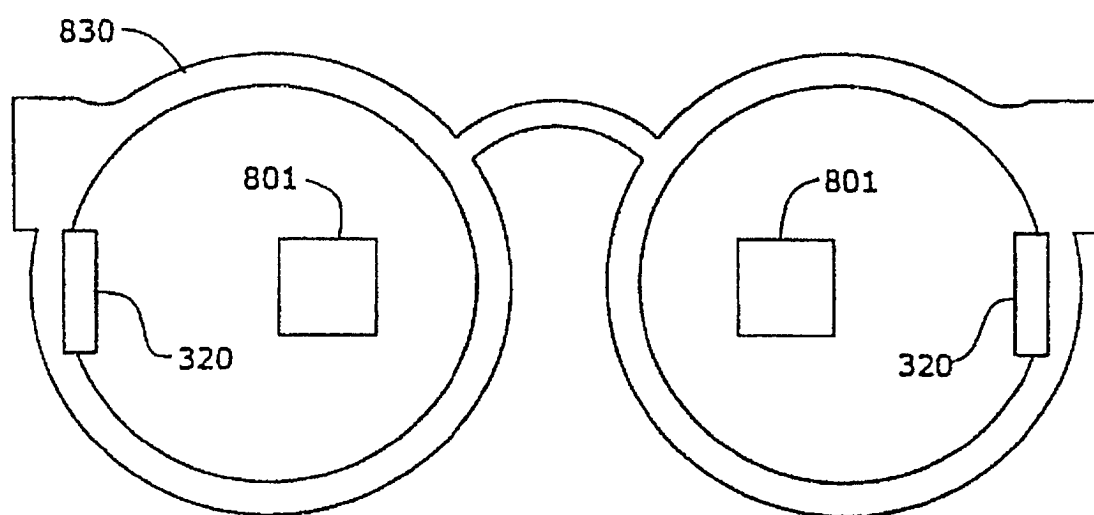


FIG. 6B

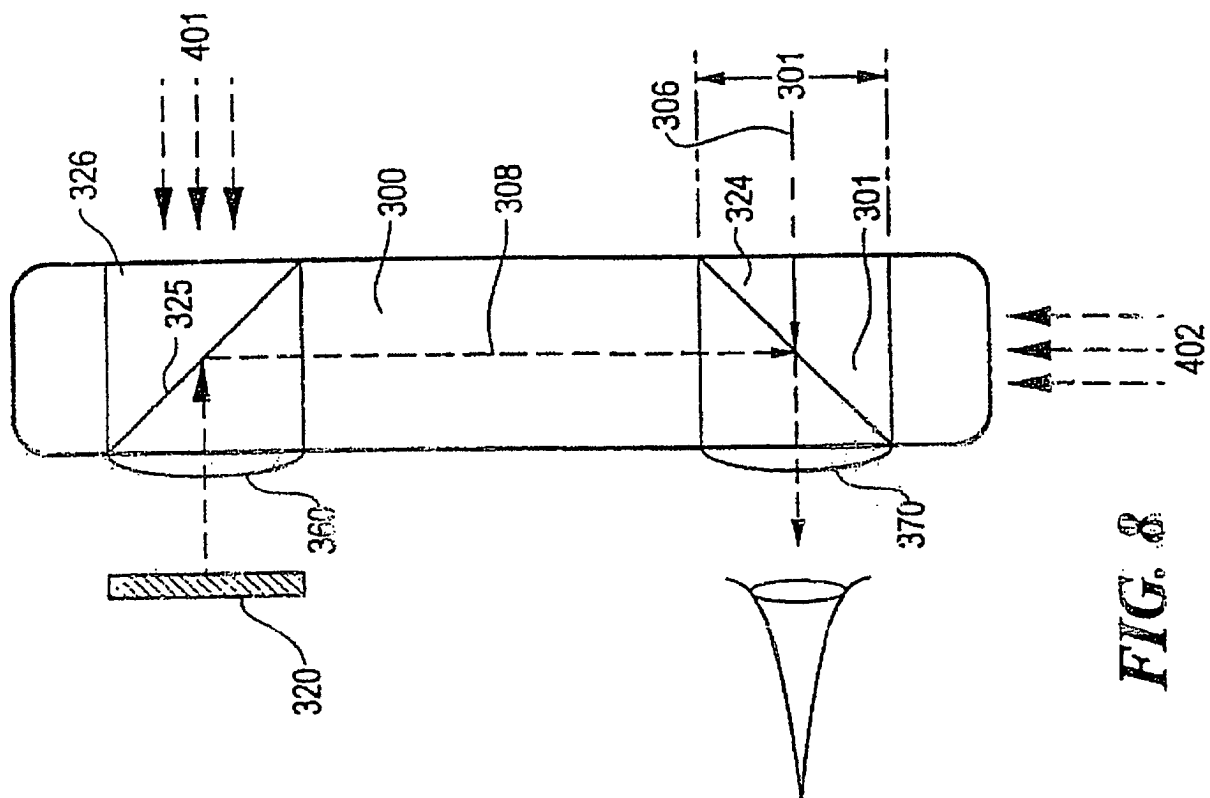


FIG. 8

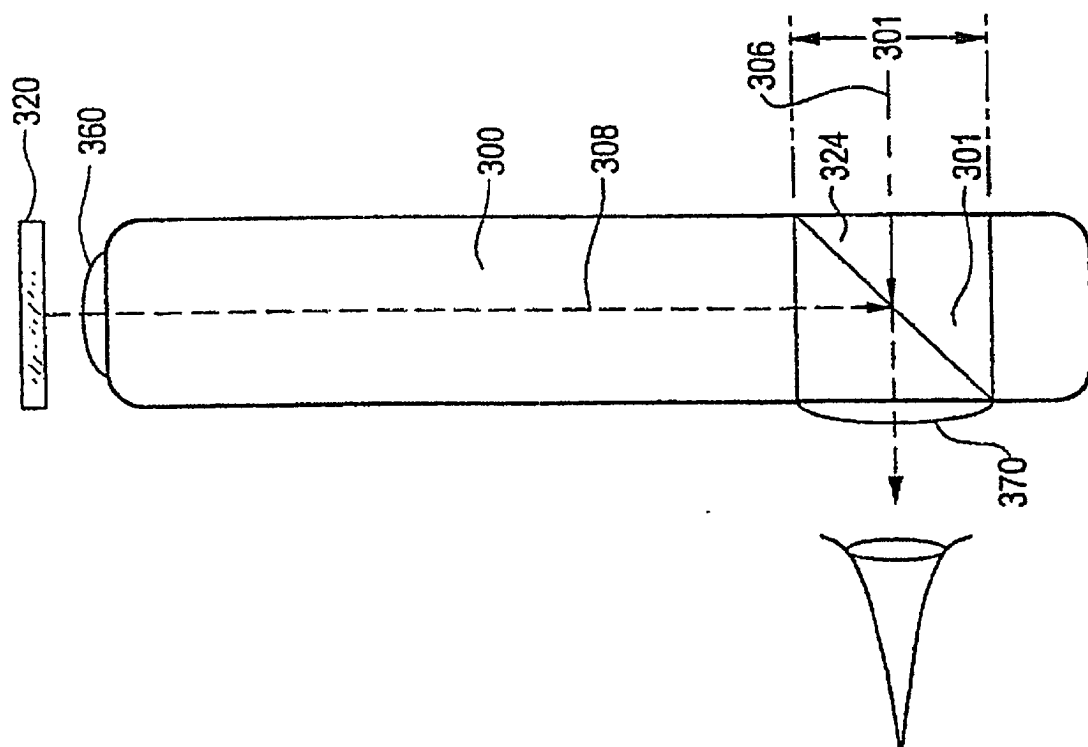


FIG. 7

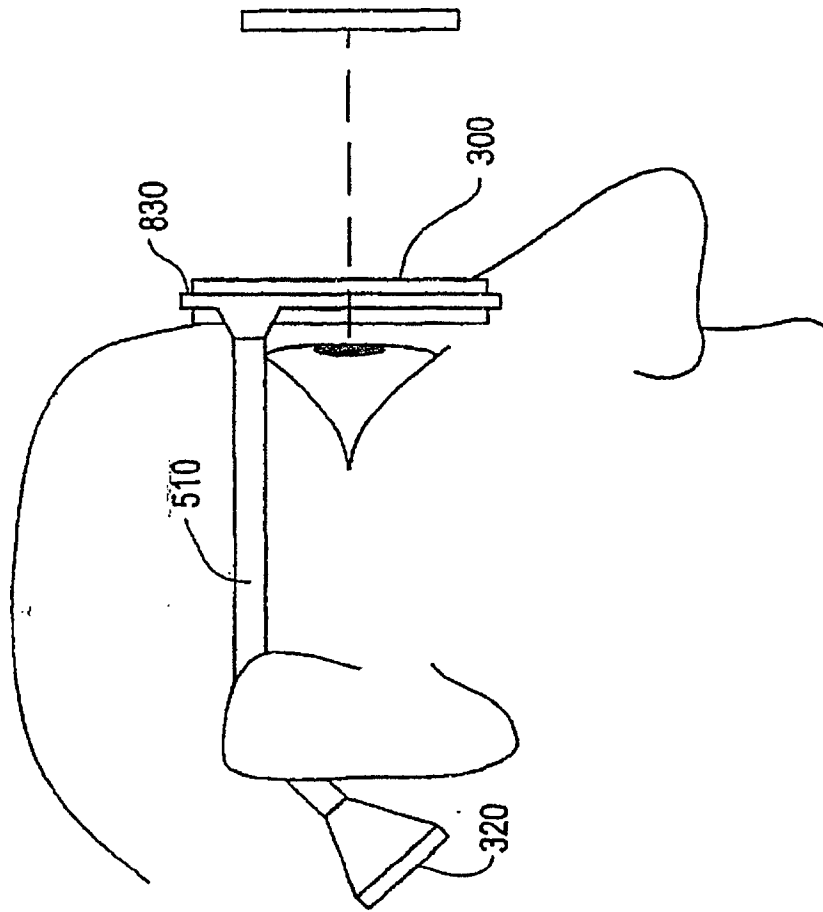


FIG. 10

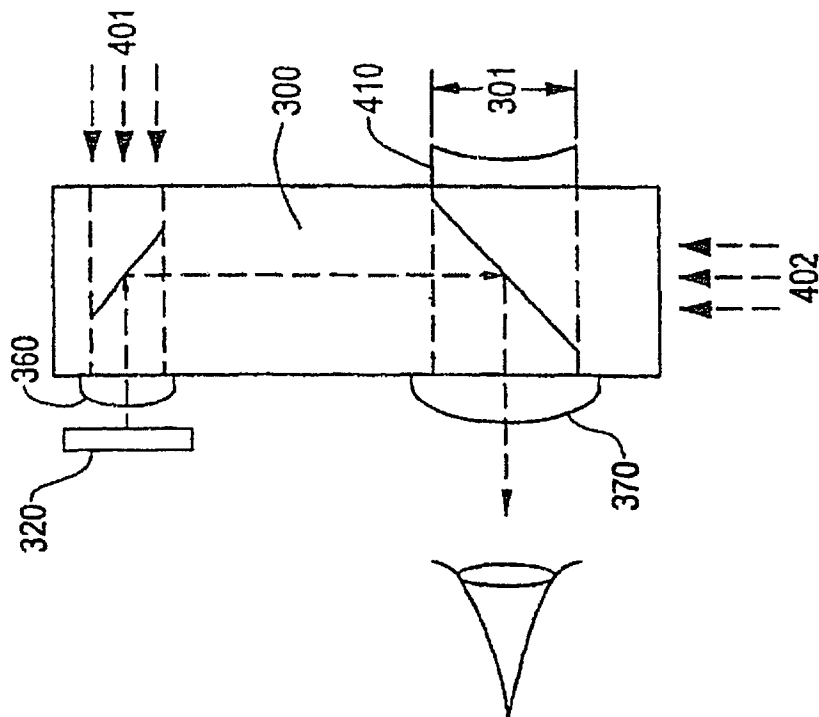


FIG. 9

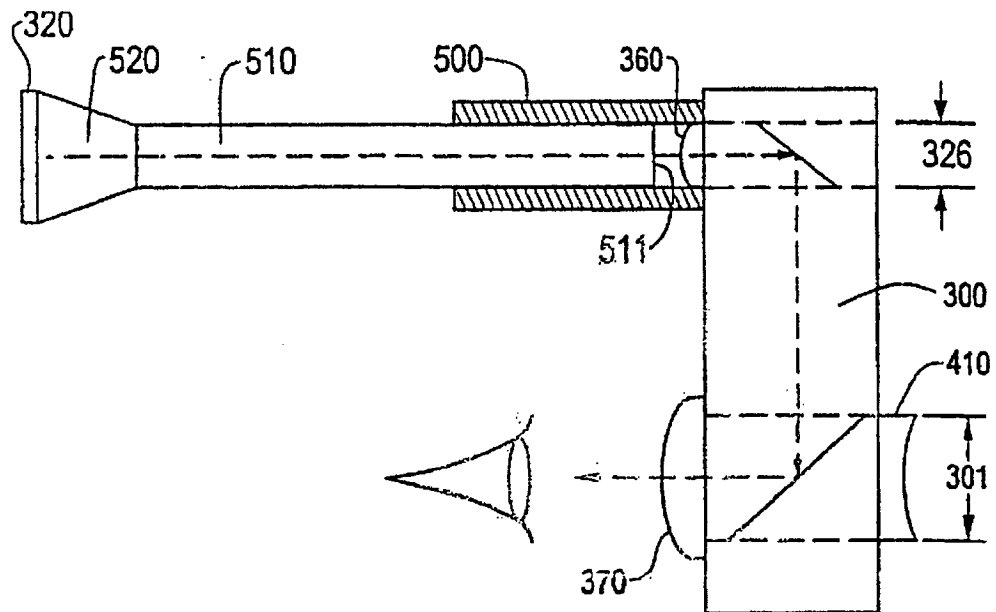


FIG. 11

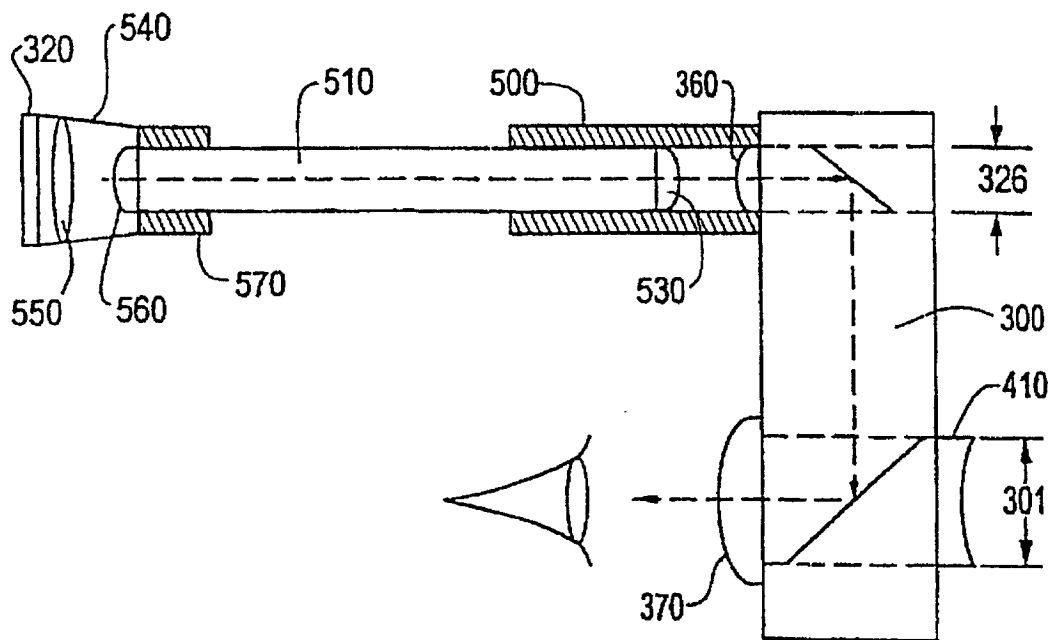


FIG. 12

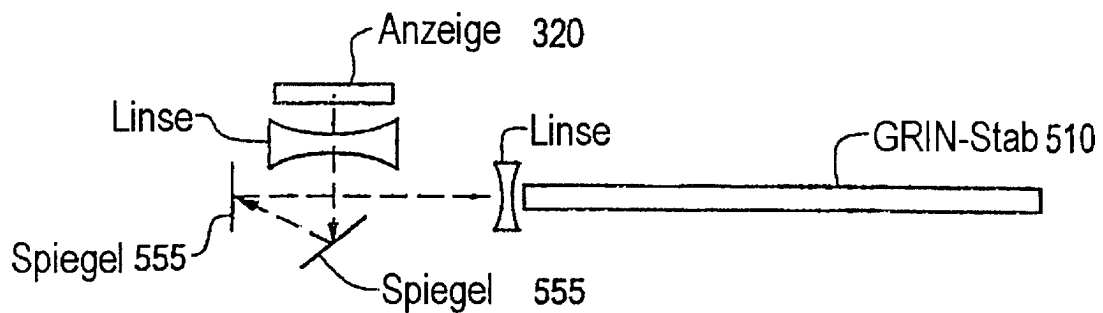


FIG. 13

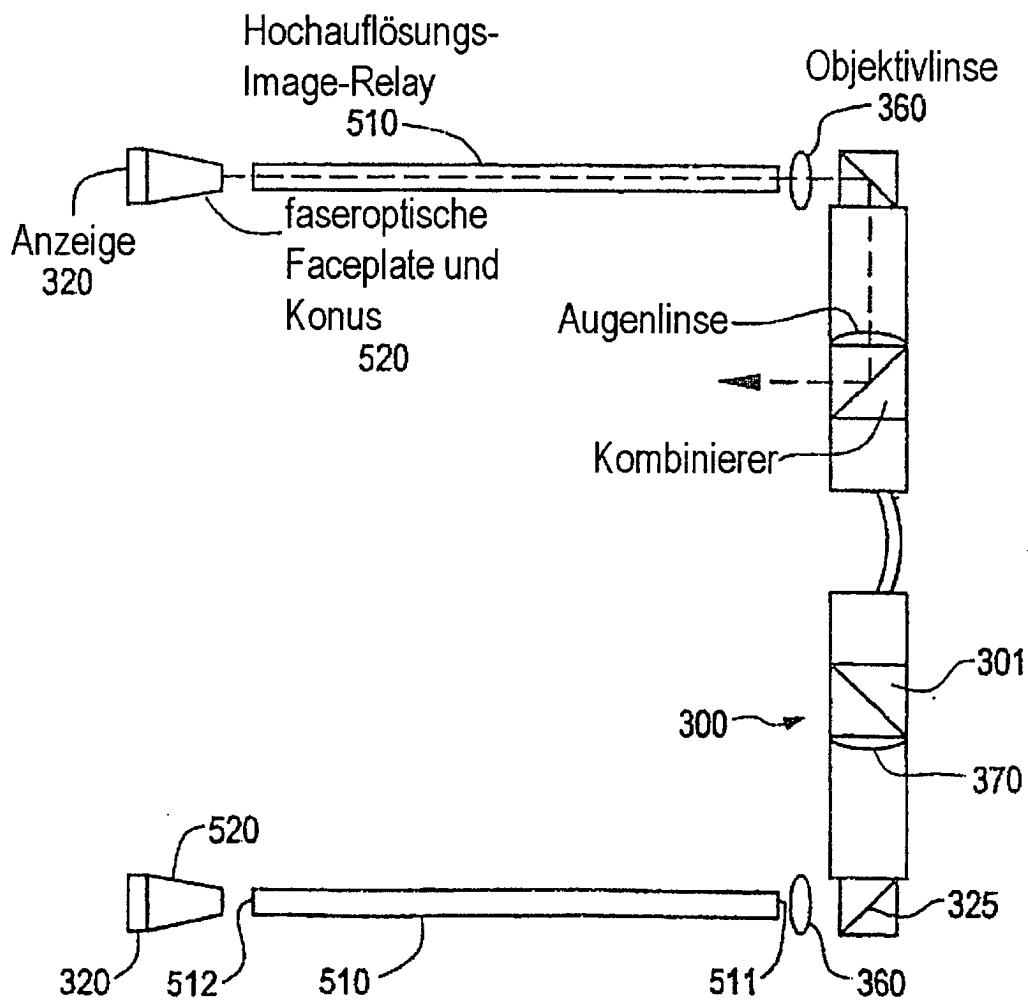


FIG. 14

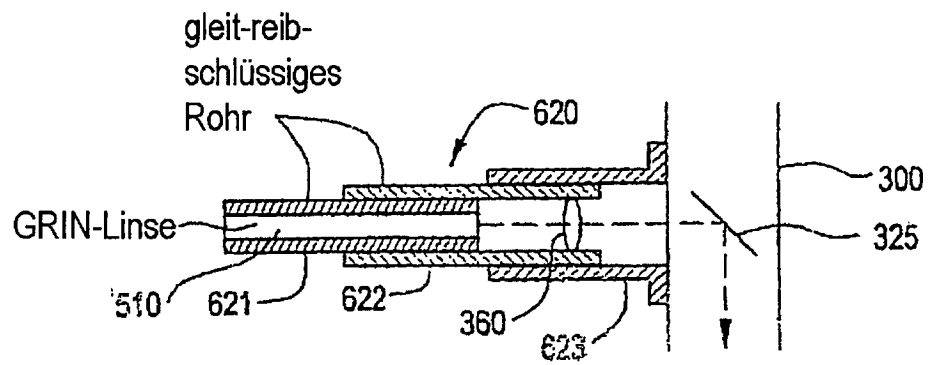


FIG. 15

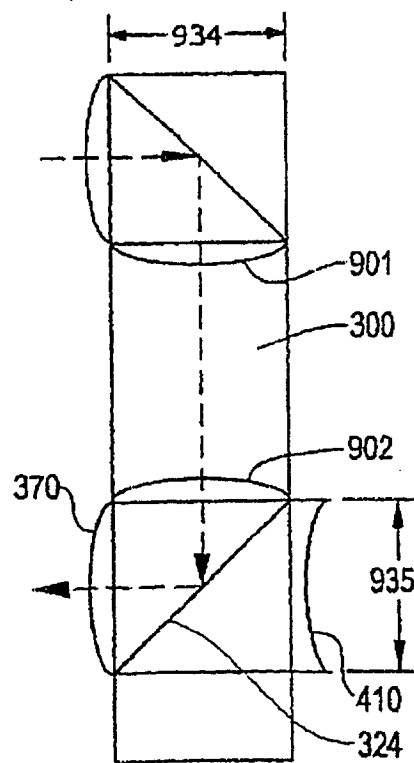


FIG. 16A

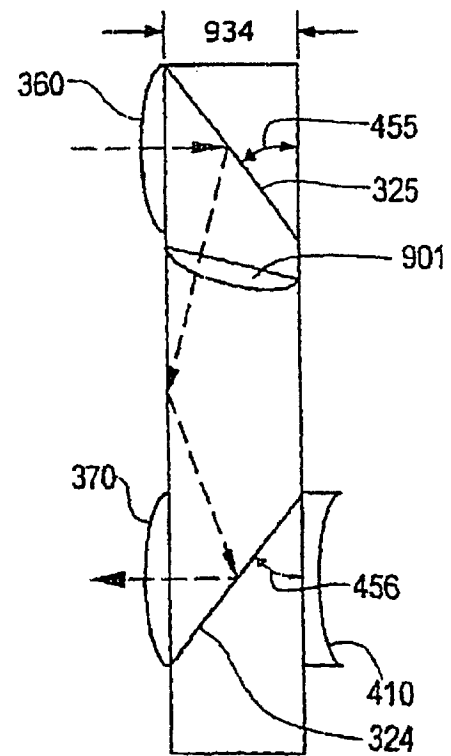


FIG. 16B

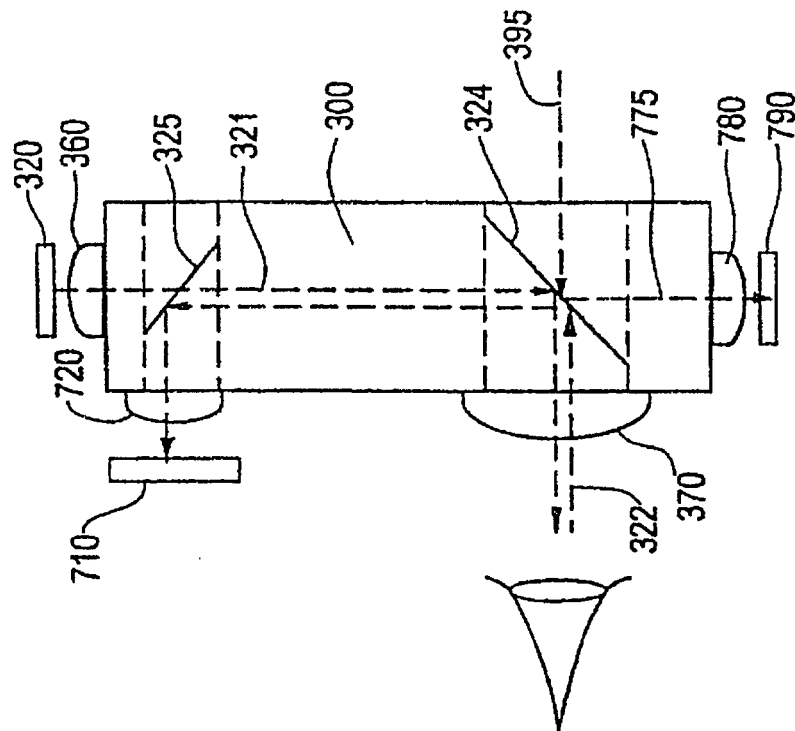


FIG. 17

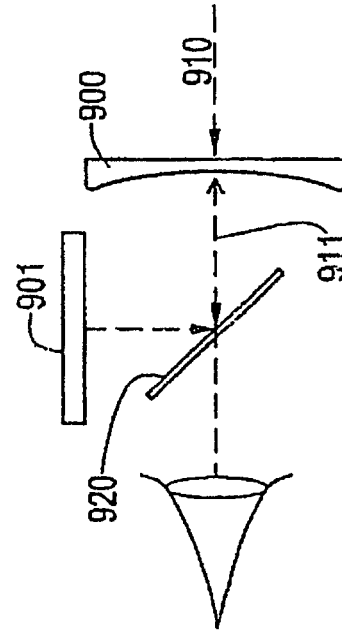


FIG. 18

Stand der Technik

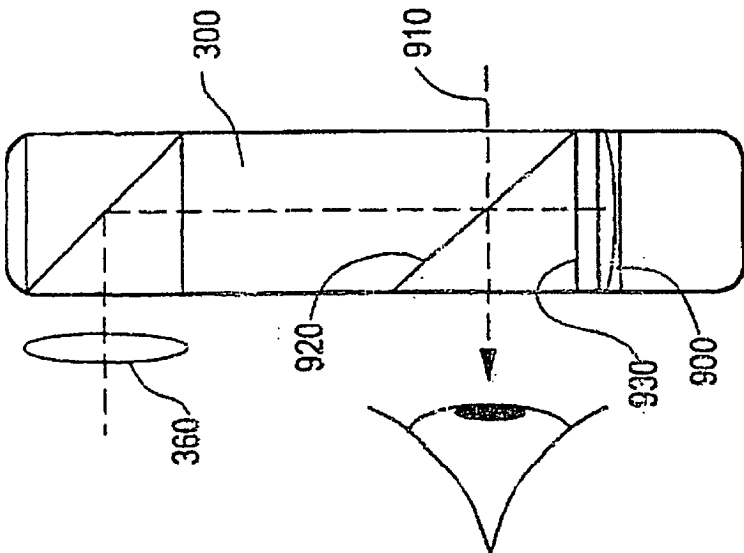


FIG. 19A

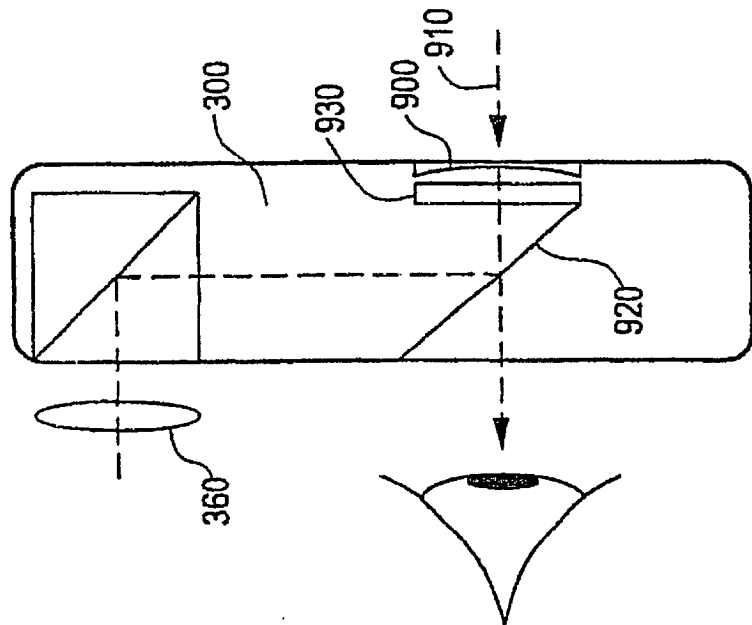


FIG. 19B

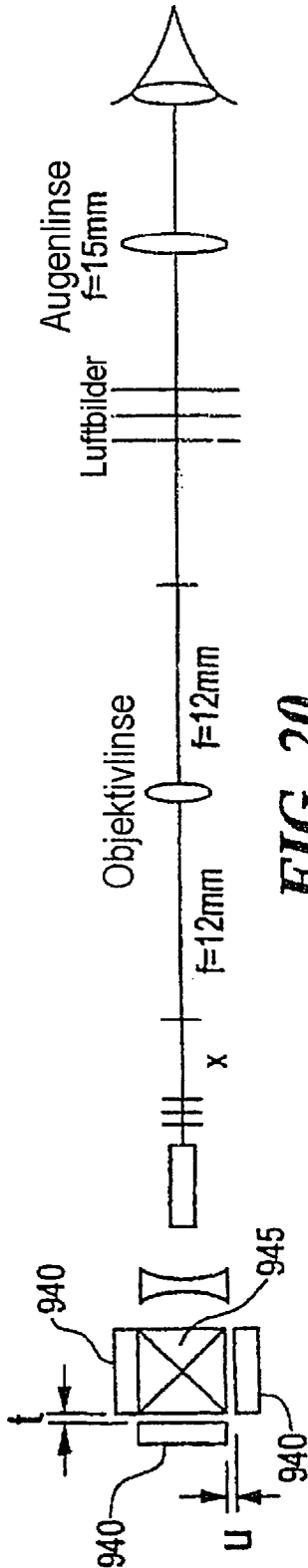


FIG. 20

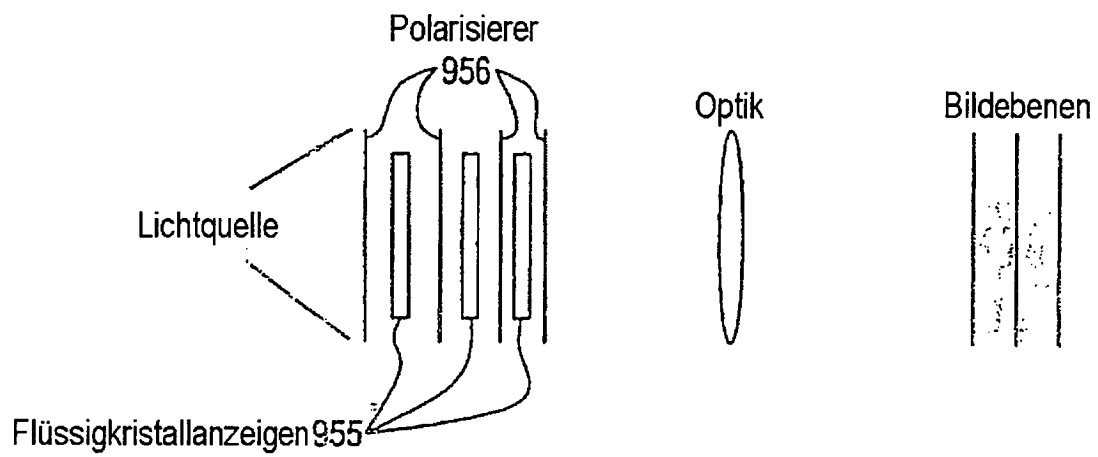


FIG. 21

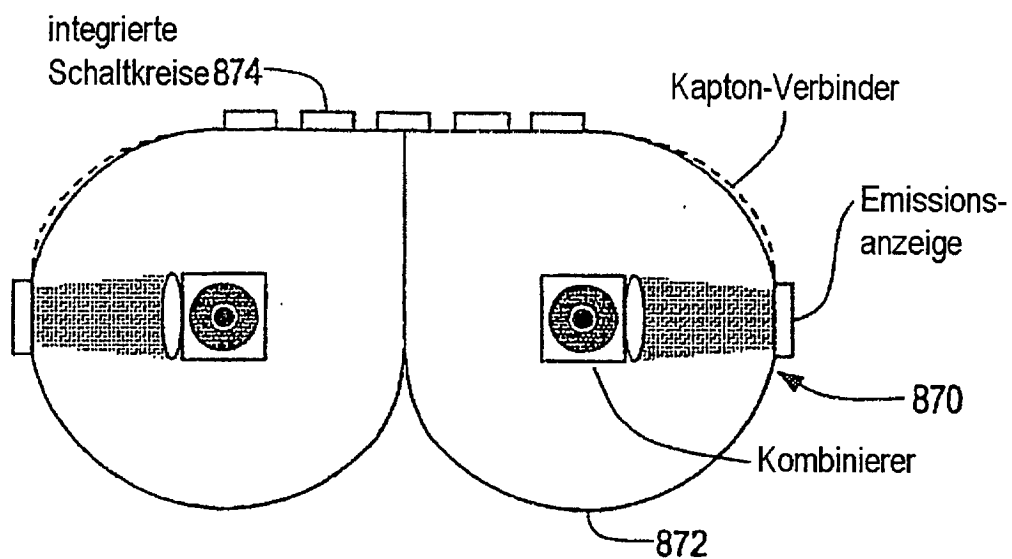


FIG. 22

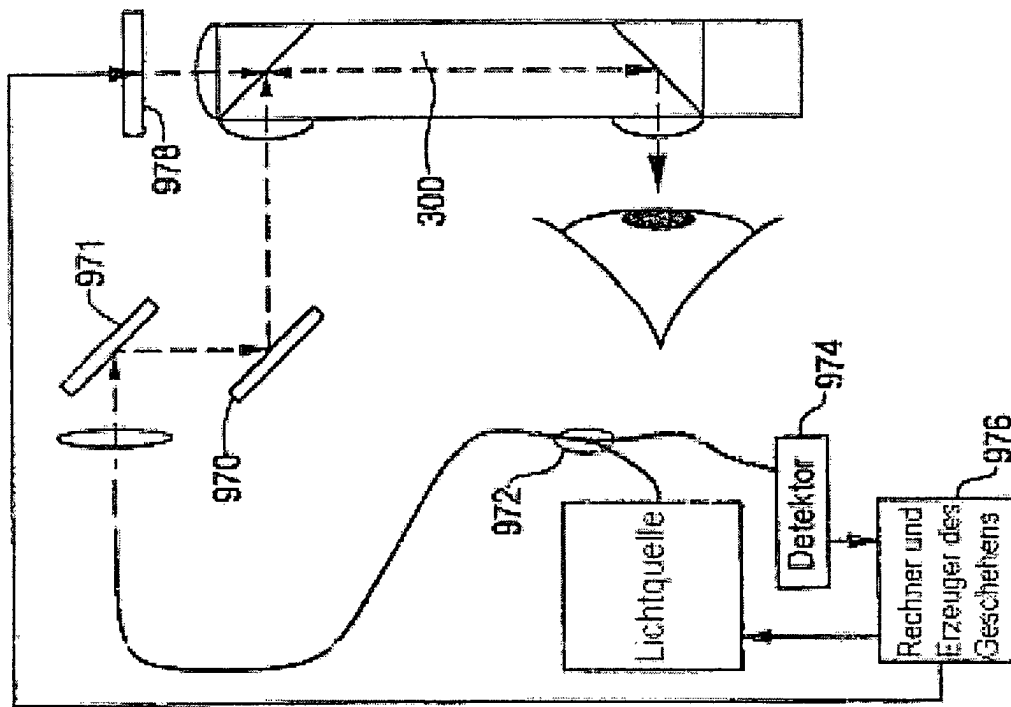


FIG. 24

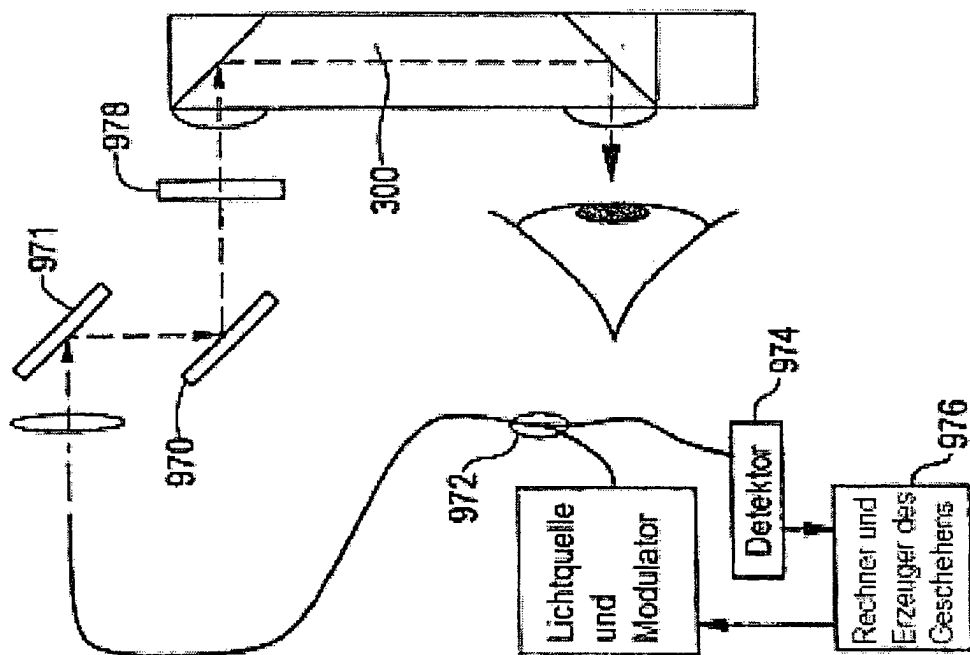


FIG. 23

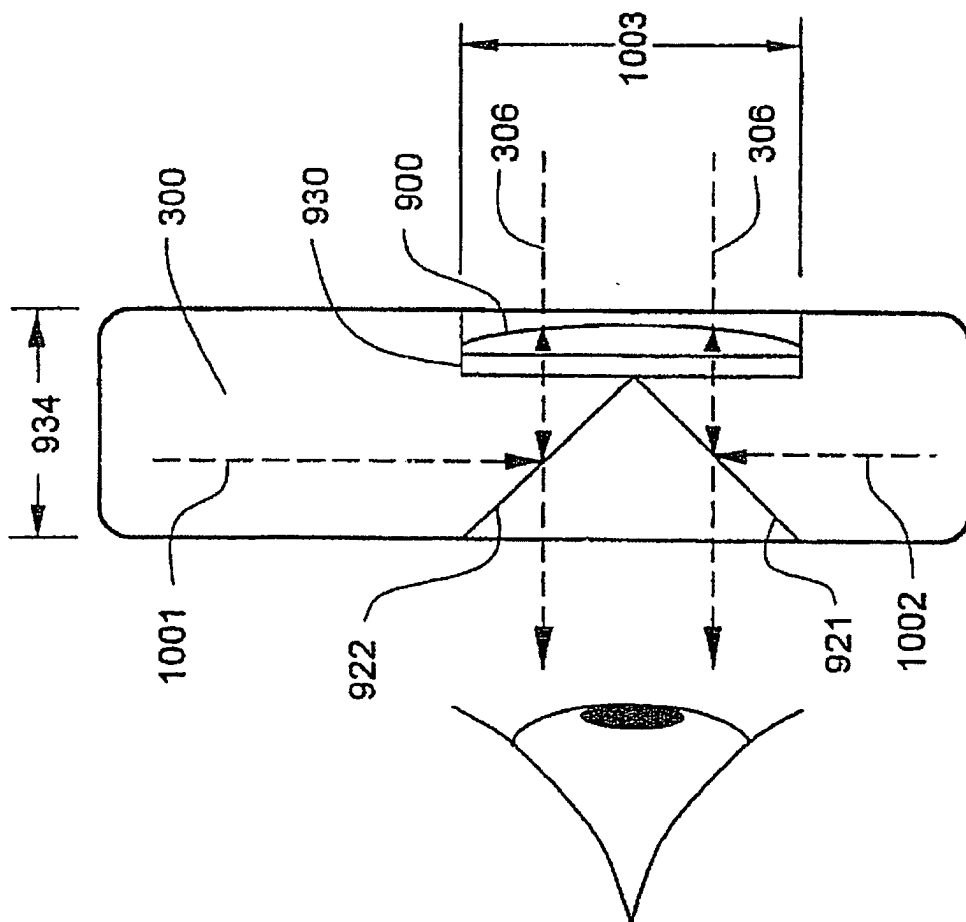


FIG. 25A

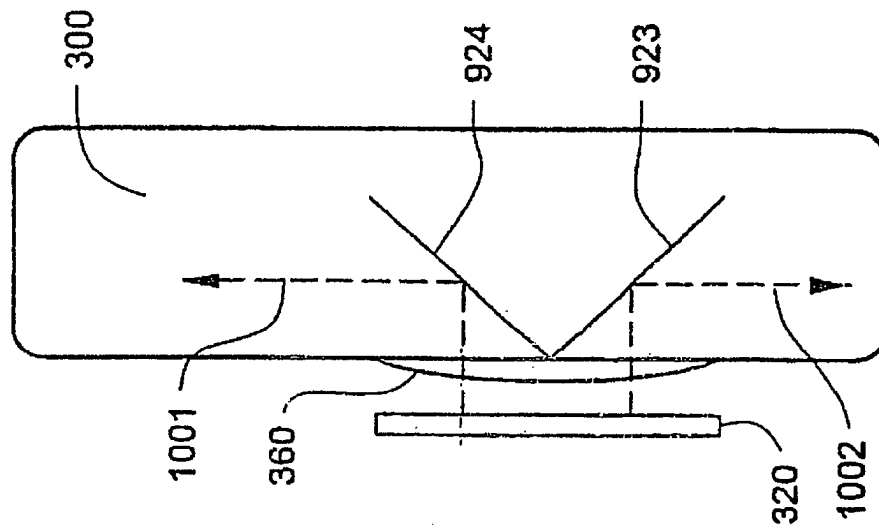


FIG. 25B

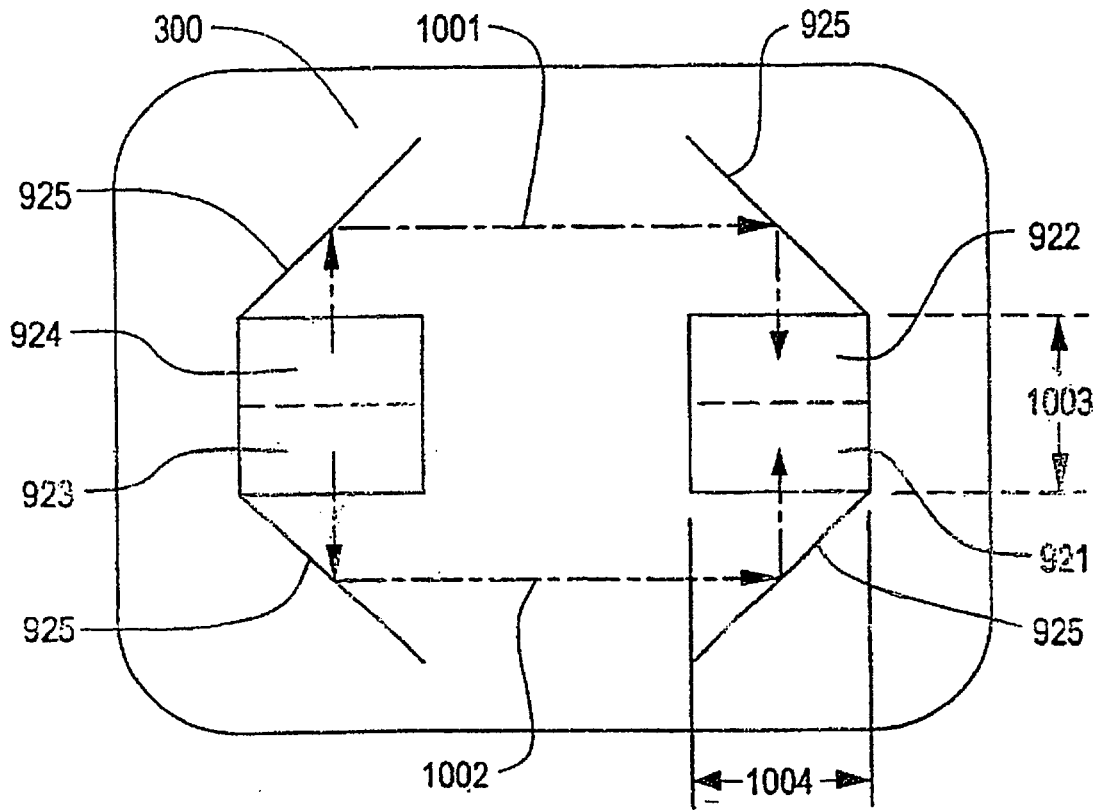


FIG. 26

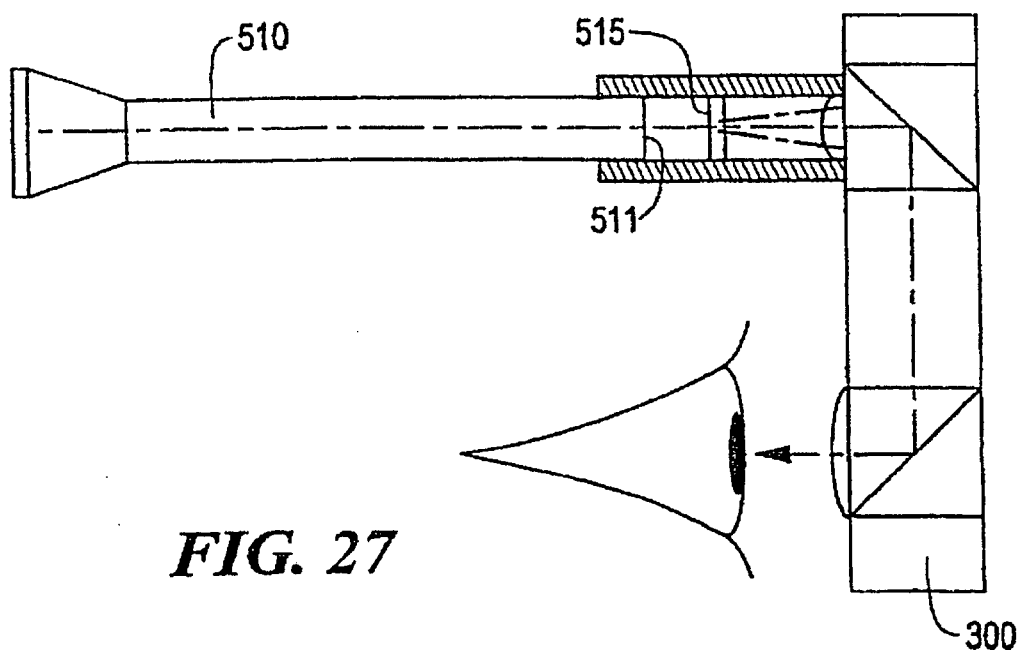


FIG. 27

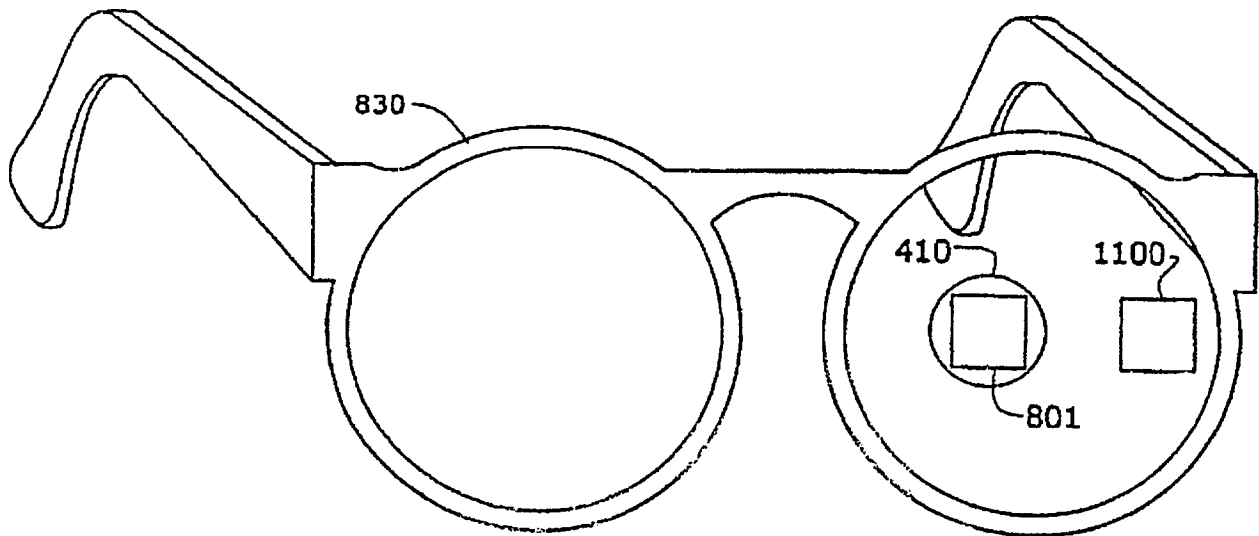


FIG. 28A

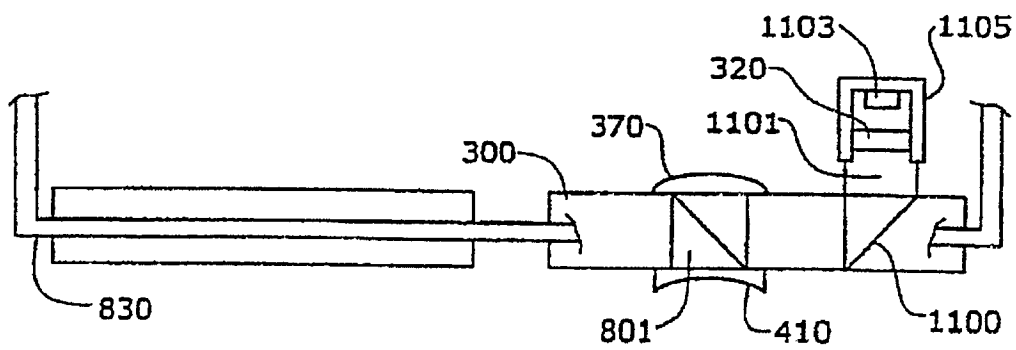


FIG. 28B

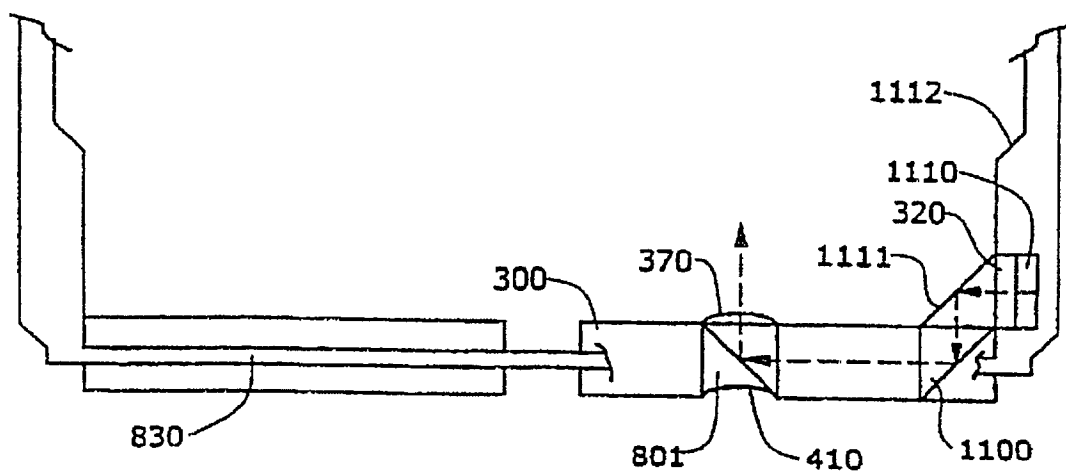


FIG. 29