



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 211 932.2**

(22) Anmeldetag: **12.07.2017**

(43) Offenlegungstag: **17.01.2019**

(51) Int Cl.: **G02B 27/01** (2006.01)

G02B 27/18 (2006.01)

G02B 26/10 (2006.01)

G03B 21/28 (2006.01)

G02C 11/04 (2006.01)

G02B 27/09 (2006.01)

G02B 27/30 (2006.01)

G02B 3/14 (2006.01)

G02B 7/185 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)

G06F 3/01 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

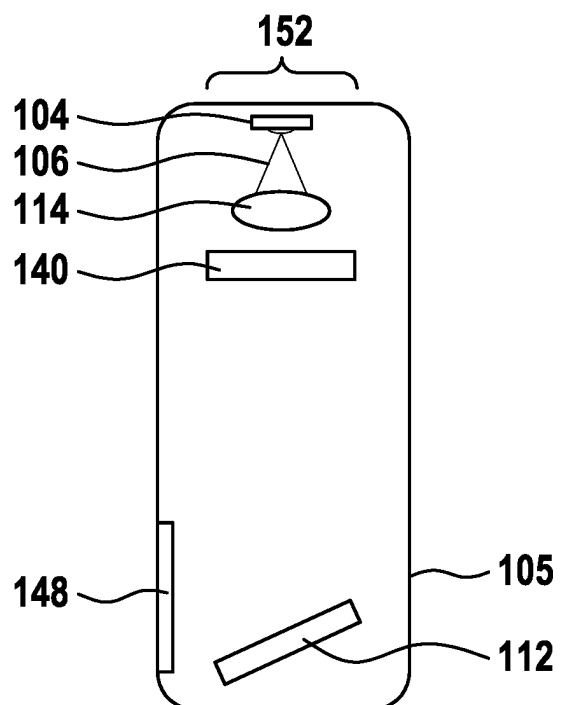
(72) Erfinder:

**Hoeckh, Simone, 71277 Rutesheim, DE; Graf,
Tobias, 70469 Stuttgart, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille, Datenbrille sowie Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Projektionsvorrichtung (100) für eine Datenbrille. Die Projektionsvorrichtung (100) weist folgende Merkmale auf: mindestens eine Lichtquelle (104) zum Aussenden mindestens eines Lichtstrahls (106), mindestens ein an einem Brillenglas der Datenbrille angeordnetes oder anordenbares Umlenkelement zum Projizieren eines Bilds auf eine Netzhaut eines Nutzers der Datenbrille durch Umlenken und/oder Fokussieren des mindestens einen Lichtstrahls (106) auf eine Augenlinse des Nutzers, und mindestens ein Reflexionselement (112) zum Reflektieren des Lichtstrahls (106) auf das Umlenkelement (102). Die Projektionsvorrichtung (100) weist ferner mindestens ein adaptives optisches Element (140) zur anpassenden Veränderung mindestens eines Strahlparameters auf, wobei das mindestens eine adaptive optische Element (140) im Strahlengang zwischen der mindestens einen Lichtquelle (104) und dem mindestens einen Umlenkelement angeordnet ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Datenbrille sowie ein Verfahren.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille, eine Datenbrille, ein Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung, ein Computerprogramm, ein maschinenlesbares Speichermedium sowie ein elektronisches Steuergerät.

Stand der Technik

[0002] Die Entwicklung von Helmet-Mounted- bzw. Head-Mounted- (HMD) oder Head-Worn-Displays (HWD) ist seit den Sechzigerjahren des 20. Jahrhunderts ein aktives Forschungsgebiet. Eine Ausprägung sind Virtual Reality (VR) Systeme. Vor allem ist es aber die Entwicklung von Augmented Reality (AR) oder Mixed-Reality-Geräten, die interessante Möglichkeiten zur situationsbedingten und individualisierten Informationsbereitstellung in Beruf und Alltag in Aussicht stellt.

[0003] Aufgrund hoher Kosten und sperriger Optiken sind HMDs bis heute vorrangig im militärischen Bereich im Einsatz. Allerdings können auch zivile Berufsgruppen und Konsumenten in Alltag und Freizeit von einem handlichen und kostengünstigen HMD-Gerät profitieren. Bisher konnte aber noch kein Verbraucherprodukt in Großserie erfolgreich am Markt platziert werden. Eine große Herausforderung sind hierbei z.B. sich wechselseitig beeinflussende Anforderungen an die optischen und mechanischen Spezifikationen. Es gibt derzeit zwei unterschiedliche Arten von HMDs auf dem Markt. Einerseits sind dies leichte, handliche HMDs, deren bildgebendes und sensorisches System möglichst klein gehalten wird, weshalb sie auch nur einen begrenzten Funktionsumfang aufweisen. Andererseits gibt es HMDs mit relativ voluminösen Optiken gegebenenfalls in Kombination mit mehreren Sensoren und Kameras, die anspruchsvollere Bilddarstellungen und Interaktionen zwischen der Umgebungswahrnehmung und der überlagerten Bildinformation ermöglichen, jedoch deutlich größer, schwerer und weniger ergonomisch in der Handhabung sind.

[0004] Ein Ansatz, um anspruchsvolle Bildgebung mit einer möglichst platzsparenden Bauform zu realisieren, besteht in einem laserbasierten Retinascaner (engl.: retina scanner device = RSD). Im Gegensatz zu den meisten anderen Konzepten wird hierbei nicht eine abbildende Optik verwendet, die ein Bild einer Displayfläche über ein abbildendes System in das Blickfeld des Nutzers einblendet. Stattdessen wird hier mittels mindestens einer, bei polychromatischen Systemen auch mittels mehrerer Laserquellen, ein Strahl erzeugt, der über einen MEMS(Micro-Electro-Mechanical-System)-Spiegel gelenkt und mittels Auslenkung des Spiegels über die Netzhaut gescannt werden kann. Durch die Latenzzeit im menschlichen

visuellen System kann somit durch gezielte Ansteuerung von Spiegel und Laserquelle der Eindruck eines flächigen Bildes oder von überlagerten Bildinhalten erzeugt werden. Der Vorteil dieses Systemkonzepts besteht in der geringen Anzahl an optischen Komponenten, die zudem nur geringen Bauraum beanspruchen.

[0005] Eine Möglichkeit zur Realisierung eines vollfarbigen RSDs besteht darin, Licht mehrerer Farben, z.B. rot, grün und blau, zu einem Strahl zu überlagern, der dann auf den MEMS-Spiegel fällt. Dabei ist das Schalten der einzelnen Lichtquellen mit der Bewegung des Spiegels synchronisiert.

[0006] Eine Möglichkeit, das Auge bei jeder Blickrichtung zu bedienen, besteht darin, mehrere Eyeboksen zu schaffen. Das kann z.B. durch die Verwendung wellenlängenspezifischer, auf dem Brillenglas aufgebracht Umlenkelemente erreicht werden. Dazu müssen pro wahrzunehmender Farbe, z.B. rot, grün und blau, so viele unterschiedliche Wellenlängen eingesetzt werden, wie Eyeboksen geschaffen werden sollen. Dabei sollten die Wellenlängen für eine Farbe so ähnlich sein, dass sie visuell nicht zu unterscheiden sind.

[0007] Das menschliche Auge hat nur im Zentrum des schärfsten Sehens seine höchste Auflösung. Nur ein sehr kleiner Winkelbereich, der auf die Fovea abgebildet wird, wird wirklich scharf gesehen. In den weiter außen im Gesichtsfeld liegenden Bereichen ist das Auflösungsvermögen deutlich geringer.

[0008] Die Tiefenwahrnehmung des Menschen basiert auf verschiedenen Tiefenhinweisen. Bei einem konventionellen stereoskopischen 3D-System wird vor allem die Stereoskopie bzw. die binokulare Disparität, der Versatz des Bildinhaltes auf linker und rechter Netzhaut, manipuliert, um einen bestimmten Tiefeneindruck zu schaffen. Im Allgemeinen werden aber nicht alle Tiefenhinweise entsprechend kontrolliert, so dass es zu sich widersprechenden, verwirrenden Tiefeninformationen kommen kann. Ein prominentes Beispiel ist der Vergenz-Akkommodations-Konflikt. Die Sehachsen des Betrachters konvergieren in der gewollten Tiefe, akkommodiert wird aber stets auf die - gegebenenfalls virtuelle - Leinwand. Es resultiert eine unnatürliche Sehsituation, die, wenn sie zu extrem wird, unangenehm sein und zu einer nicht eindeutigen Wahrnehmung der dargestellten Bildinformation führen kann.

[0009] Die DE 10 2015 213 376 A1 offenbart eine Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille, eine Datenbrille und ein Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille. Die Projektionsvorrichtung umfasst zumindest eine Lichtquelle zum Aussenden eines Lichtstrahls und zumindest ein an einem Brillenglas der Datenbrille angeordnetes

oder anordenbares holografisches Element zum Projizieren eines Bilds auf eine Netzhaut eines Nutzers der Datenbrille durch Umlenken und/oder Fokussieren des Lichtstrahls auf eine Augenlinse des Nutzers.

Offenbarung der Erfindung

[0010] Die Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille weist mindestens eine Lichtquelle zum Aussenden mindestens eines Lichtstrahls auf.

[0011] Unter einer Datenbrille kann ein HMD verstanden werden. Unter dem Begriff Datenbrille soll ebenfalls eine Videobrille, ein Helmdisplay oder ein VR-Helm verstanden werden.

[0012] Unter einer Lichtquelle kann ein lichtemittierendes Element wie etwa eine Leuchtdiode, insbesondere eine organische Leuchtdiode, eine Laserdiode oder eine Anordnung aus mehreren solcher lichtemittierenden Elemente verstanden werden. Insbesondere kann die Lichtquelle ausgebildet sein, um Licht unterschiedlicher Wellenlängen auszustrahlen. Der Lichtstrahl kann zum Erzeugen einer Mehrzahl von Bildpunkten auf der Netzhaut dienen, wobei der Lichtstrahl die Netzhaut beispielsweise in Zeilen und Spalten oder in Form von Lissajous-Mustern überstreicht und entsprechend gepulst sein kann. Unter einem Brillenglas kann ein aus einem transparenten Material wie etwa Glas oder Kunststoff gefertigtes Scheibenelement verstanden werden. Je nach Ausführungsform kann das Brillenglas etwa als Korrekturglas ausgeformt sein oder eine Tönung zum Filtern von Licht bestimmter Wellenlängen wie beispielsweise UV-Licht aufweisen.

[0013] Unter einem Lichtstrahl kann in der paraxialen Näherung ein Gauß-Strahl verstanden werden.

[0014] Die Projektionsvorrichtung weist ferner mindestens ein an einem Brillenglas der Datenbrille angeordnetes oder anordenbares Umlenkelement zum Projizieren eines Bilds auf eine Netzhaut eines Nutzers der Datenbrille durch Umlenken und/oder Fokussieren des mindestens einen Lichtstrahls auf eine Augenlinse des Nutzers auf. Das Umlenkelement kann z.B. ein holografisches Element oder ein Freiformspiegel sein.

[0015] Unter einem holografischen Element kann beispielsweise ein holografischoptisches Bauelement, kurz HOE, verstanden werden, das z.B. die Funktion einer Linse, eines Spiegels oder eines Prismas erfüllen kann. Je nach Ausführungsform kann das holografische Element für bestimmte Farben und Einfallswinkel selektiv sein. Insbesondere kann das holografische Element optische Funktionen erfüllen, die mit einfachen Punktlichtquellen in das holografische Element einbelichtet werden können. Dadurch

kann das holografische Element sehr kostengünstig hergestellt werden.

[0016] Das holografische Element kann transparent sein. Dadurch können Bildinformationen mit der Umwelt überlagert werden.

[0017] Durch ein an einem Brillenglas einer Datenbrille angeordnetes holografisches Element kann ein Lichtstrahl derart auf eine Netzhaut eines Trägers der Datenbrille gelenkt werden, dass der Träger ein scharfes virtuelles Bild wahrnimmt. Beispielsweise kann das Bild durch Scannen eines Laserstrahls über einen Mikrospiegel und das holografische Element direkt auf die Netzhaut geschrieben werden.

[0018] Eine derartige Projektionsvorrichtung kann auf geringem Bauraum vergleichsweise kostengünstig realisiert werden und ermöglicht es, einen Bildinhalt in eine ausreichende Distanz zum Träger zu bringen. Dadurch wird die kontaktanaloge Überlagerung des Bildinhalts mit der Umgebung ermöglicht. Dadurch, dass das Bild mittels des holografischen Elements direkt auf die Netzhaut geschrieben werden kann, kann auf ein flächiges Anzeigeelement wie z.B. ein LCD- oder DMD-basiertes System, verzichtet werden. Ferner kann dadurch eine besonders große Tiefenschärfe erreicht werden.

[0019] In der Regel ist das Umlenkverhalten auf der Oberfläche des holografischen Elements an jedem Punkt unterschiedlich. Wie bereits oben erwähnt gilt in der Regel nicht, dass der Einfallswinkel gleich dem Ausfallswinkel ist. Der Teilbereich der Oberfläche des holografischen Elements, welcher dazu dient, den Lichtstrahl zum Auge eines Benutzers um zu lenken, wird als funktionale Region bezeichnet. Für einen Freiformspiegel gilt prinzipiell dasselbe wie für ein holografisches Element.

[0020] Ferner weist die Projektionsvorrichtung mindestens ein Reflexionselement zum Reflektieren des Lichtstrahls auf das Umlenkelement auf. Unter einem Reflexionselement kann beispielsweise ein Spiegel, insbesondere ein Mikrospiegel oder ein Array aus Mikrospiegeln, oder ein Hologramm verstanden werden. Mittels des Reflexionselements kann ein Strahlengang des Lichtstrahls an gegebene Raumverhältnisse angepasst werden. Beispielsweise kann das Reflexionselement als Mikrospiegel realisiert sein. Der Mikrospiegel kann beweglich ausgeformt sein, etwa eine um zumindest eine Achse neigbare Spiegelfläche aufweisen. Ein solches Reflexionselement bietet den Vorteil einer besonders kompakten Bauform. Es ist ferner vorteilhaft, wenn das Reflexionselement ausgebildet ist, um einen Einfallswinkel und, zusätzlich oder alternativ, einen Auftreffpunkt des Lichtstrahls auf dem holografischen Element zu ändern. Dadurch kann das Umlenkelement flächig, ins-

besondere etwa in Zeilen und Spalten, mit dem Lichtstrahl überstrichen werden.

[0021] Ferner kann das Reflexionselement ein Spiegel mit verformbarer Oberfläche sein. Dies hat den Vorteil, dass das Reflexionselement nicht nur den Lichtstrahl umlenken kann, sondern auch Strahlparameter verändern kann. Hierdurch kann die Anzahl der adaptiven optischen Elemente reduziert werden.

[0022] Ferner weist die Projektionsvorrichtung mindestens ein adaptives optisches Element zur anpassenden Veränderung mindestens eines Strahlparameters auf, wobei das mindestens eine adaptive optische Element im Strahlengang zwischen der mindestens einen Lichtquelle und dem mindestens einen Umlenkelement angeordnet ist.

[0023] Unter einem adaptiven optischen Element kann jedes optische Element verstanden werden, welches geeignet ist, einen Strahlparameter zu verändern. Da ein optisches Element im Allgemeinen einen Strahlparameter am Ort des optischen Elements nur wenig ändern kann, ist unter dem Begriff Strahlenparameter insbesondere ein Strahlparameter an einem Ort zu verstehen, welcher nach dem optischen Element liegt. Strahlenparameter können unter anderem die folgenden sein: Divergenzwinkel oder Strahldivergenz, Strahltaile oder Strahldurchmesser und Abstand des Lichtstrahls zur optischen Achse. Hierbei ist auch zu beachten, dass ein Lichtstrahl im Allgemeinen nicht rotationssymmetrisch ist. Dies bedeutet, dass das Verhalten eines Lichtstrahls in zum Beispiel zwei zueinander orthogonalen Richtungen unterschiedlich sein kann. Im Allgemeinen wird somit ein Lichtstrahl an einem Ort durch zwei Strahltaillen und zwei Divergenzwinkel beschrieben.

[0024] Das adaptive optische Element kann schaltbar ausgeführt sein. Es kann zum Beispiel eine Steuereinheit vorgesehen sein, welche das adaptive optische Element steuert oder regelt. Hierbei kann das optische System aktiv an unterschiedliche Systemkonfigurationen oder auch an unterschiedliche Nutzer angepasst werden.

[0025] Das adaptive optische Element kann z.B. eine Linse mit veränderlichen Brechungseigenschaften, insbesondere eine Linse mit veränderlicher Brennweite, eine Flüssiglinse mit veränderlicher Brennweite, ein Teleskop mit veränderlicher Brennweite, ein Teleskop mit veränderlichen Linsenabständen, ein Spiegel mit veränderlichen Reflexionseigenschaften, ein Spiegel mit verformbarer Oberfläche, ein Flüssigkristall-Spiegel, eine Flüssigkristallanzeige (SLM(engl. Spatial light modulator) / LCoS(engl. liquid crystal on silicon)) oder ein auf Flüssigkristalltechnologie basierender SLM in Reflektion aufweisen oder sein. Das Teleskop kann zum Beispiel eine Galileische oder Keplersche Anordnung aufweisen.

[0026] Ein Teleskop mit veränderlicher Brennweite kann zum Beispiel durch ein gewöhnliches Teleskop realisiert werden, bei dem der Abstand der Linsen zueinander variiert werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann eine Brennweite einer oder mehrerer Linsen verändert werden. Zusätzlich kann die Form der Linse in asymmetrischer Weise veränderlich sein, z.B. um Astigmatismen auszugleichen oder herbeizuführen.

[0027] Der Spiegel mit verformbarer Oberfläche ändert z.B. durch Anlegen einer elektrischen Spannung seine Oberflächenform. Dadurch ändern sich die optischen Eigenschaften des Spiegels, insbesondere die Brennweite. Es ist jedoch auch eine Strahlformung möglich, d.h. eine Veränderung des Strahlprofils. So ein Spiegel könnte im optischen Pfad vor dem scannenden Mikrospiegel angebracht werden. Der scannende Mikrospiegel kann auch so weiterentwickelt werden, dass er sich zusätzlich gleichzeitig während der Scanbewegung kontrolliert deformiert.

[0028] Bei dem adaptiven optischen Element sind auch nicht rotationssymmetrische Änderungen möglich, so dass z.B. auch Strahlformen und Astigmatismen beeinflusst werden können. Dies kann z.B. durch eine Flüssiglinse mit segmentierten Elektroden für astigmatische Linsenprofile realisiert sein.

[0029] Es ist bevorzugt, dass für eine Projektionsvorrichtung nur ein Reflexionselement verwendet wird. Dies hat den Vorteil, dass ein einfacher Aufbau verwendet werden kann und die Datenbrille eine leichte Bauweise aufweist.

[0030] Gemäß einer Ausführungsform ist das mindestens eine Reflexionselement ausgebildet und eingerichtet, den mindestens einen Lichtstrahl so zu reflektieren, dass der mindestens eine Lichtstrahl auf einen beliebigen Punkt eines Teilbereichs des Umlenkelements auftrifft. Ferner ist das mindestens eine Reflexionselement ausgebildet und eingerichtet, den mindestens einen Lichtstrahl so zu reflektieren, dass der mindestens eine Lichtstrahl über einen Teilbereich des Umlenkelements gescannt wird. Dadurch wird vorteilhafterweise erreicht, dass der Lichtstrahl jeden Punkt der funktionalen Region erreichen kann. Bevorzugt ist das mindestens eine Reflexionselement ausgebildet und eingerichtet, den mindestens einen Lichtstrahl über den oben genannten Teilbereich zu scannen.

[0031] Gemäß einer Ausführungsform ist das mindestens eine adaptive optische Element ausgebildet und eingerichtet, sowohl in Abhängigkeit einer Blickrichtung eines Nutzers als auch in Abhängigkeit eines Auftreffpunktes des mindestens einen Lichtstrahls auf dem Umlenkelement mindestens einen Strahlparameter des mindestens einen Lichtstrahls

zu ändern. Die mit diesem Merkmal verbundenen Vorteile sind sehr vielfältig.

[0032] Vorteilhafterweise kann gemäß dieser Ausführungsform in den unscharfen Sehbereichen des Menschen bzw. Nutzers das Bild mit einer niedrigen Auflösung übertragen werden. Dies spart zum einen vorteilhafterweise Ressourcen bei der Bildübertragung und zum anderen erscheint das Bild einem Nutzer nicht schlechter als bei Übertragung mit hoher Auflösung, da der Nutzer in diesen Sehbereichen ohnehin nicht scharf sehen kann. Die Übertragung mit einer niedrigen Auflösung kann zu Beispiel dadurch geschehen, dass der Lichtstrahl in den unscharfen Sehbereichen mit weniger Bildpunkten, welche jeweils eine größere Spotsize haben, gesendet wird. Da der Raumwinkelbereich des schärfsten Sehens des Menschen von der Blickrichtung abhängt, kann gemäß dieser Ausführungsform dort, wo der Mensch am schärfsten sieht, ein Bild hochaufgelöst, d.h. mit mehr Bildpunkten und dem kleinstmöglichen Strahldurchmesser oder Strahltaile und dort, wo der Mensch weniger scharf sieht, das Bild weniger hochaufgelöst, d.h. mit weniger Bildpunkten und einem größeren Strahldurchmesser oder Strahltaile, übertragen oder gescannt werden.

[0033] Dieses Merkmal erlaubt ferner, weitere Funktionalitäten zu erschließen. Über die Einstellung von Strahlparametern kann man den Tiefenhinweis des Akkommodationszustandes manipulieren. Somit kann eine überzeugendere Tiefendarstellung realisiert werden, was einer echten, das heißt auch in der Tiefe angepassten, kontaktanalogen Darstellung und einer angenehmeren Sehsituation durch Reduktion des Vergenz-Akkommodations-Konfliktes zugeht.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das adaptive optische Element ausgebildet und eingerichtet sein, dass mindestens ein Strahlparameter des mindestens einen Lichtstrahls in Abhängigkeit des jeweiligen Nutzers und seiner momentanen Sehsituation individuell geändert wird. Für einen Nutzer mit sehr hochauflösendem visuellem System, d.h. mit hoher Sehkraft, kann man eine andere Darstellung realisieren als für jemanden mit reduzierter Sehkraft oder mit teilweisen Gesichtsfeldausfällen.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das adaptive optische Element ausgebildet und eingerichtet sein, dass in Abhängigkeit der Helligkeitsverhältnisse in der Umgebung des Nutzers, d.h. in Abhängigkeit von der Helligkeit, die der Nutzer durch die Datenbrille hindurch sieht, mindestens ein Strahlparameter des mindestens einen Lichtstrahls geändert wird.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind das adaptive optische Element und die mindestens

eine Lichtquelle so ausgebildet und eingerichtet, dass eine Bestrahlungsstärke an jeder Stelle der Netzhaut für einen Nutzer gleich stark oder hell erscheint. Hierbei ist es egal, ob der Lichtstrahl einen kleinen oder einen großen Strahldurchmesser aufweist. Ferner muss berücksichtigt werden, dass eine identische Bestrahlungsstärke vom individuellen menschlichen Auge an unterschiedlichen Stellen der Netzhaut unterschiedlich hell wahrgenommen werden könnte.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Projektionsvorrichtung mindestens ein Kollimationselement zum Kollimieren des mindestens einen Lichtstrahls, welcher von der mindestens einen Lichtquelle ausgesandt wird, auf. Das Kollimationselement ist bevorzugt direkt nach der Lichtquelle angeordnet. Falls mehrere Lichtquellen verwendet werden, ist die Anzahl der Kollimationselemente bevorzugt identisch mit der Anzahl der Lichtquellen. In diesem Fall ist es ferner bevorzugt, dass direkt nach jeder Lichtquelle jeweils ein Kollimationselement angeordnet ist.

[0038] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Projektionsvorrichtung mindestens eine Korrekturoptik auf, welche zur Verbesserung der Symmetrie und/oder zur Reduktion der Spotgröße des Lichtstrahls ein nicht rotationssymmetrisches optisches Element aufweist. Die mindestens eine Korrekturoptik ist bevorzugt nach dem mindestens einen Kollimationselement angeordnet. Für den Fall, dass mehrere Lichtquellen mit unterschiedlichen Wellenlängen verwendet werden, welche zu einem Lichtstrahl zusammengeführt werden, ist die mindestens eine Korrekturoptik bevorzugt vor der Strahlzusammenführung angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass die Korrekturoptik nur für eine Wellenlänge ausgelegt und optimiert sein muss. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die mindestens eine Korrekturoptik nach der Strahlzusammenführung angeordnet. Durch diese Anordnung braucht man lediglich eine Korrekturoptik, welche für alle verwendeten Wellenlängen ausgelegt und optimiert ist.

[0039] Wird bei der als Teleskop wirkenden Linsenanordnung der Abstand der Linsen zueinander verändert, so ändert sich die Strahlform. Soll es möglich sein, nur den Durchmesser des Strahlenbündels zu ändern, aber für jeden eingestellten Abstand ein kollimiertes Strahlenbündel eines Durchmessers in ein wiederum kollimiertes Strahlenbündel eines anderen Durchmessers überführen zu können, so können eine oder mehrere der Linsen veränderliche Brechungseigenschaften besitzen. Das Verändern des Abstandes zwischen den Linsen ebenso wie die Veränderung der Brechungseigenschaften der Linse erfolgt dabei synchronisiert mit der Spiegelbewegung und in Abhängigkeit der Pupillenposition und gegebenenfalls des Nutzers und seiner Situation.

[0040] Als adaptives optisches Element kann zum Beispiel auch ein refraktives Teleskop, vorzugsweise mit adaptiven Linsenabständen zur Variierung der Strahldurchmesser, sowie alternativ adaptive Linsen, z.B. Flüssiglinsen, oder Kombinationen beider Ansätze in den Strahlengang eingefügt werden. Dabei wird vorzugsweise, vor allem im Fall eines polychromatischen Systems, eine Homogenisierung der einzelnen Strahlprofile durch wellenlängenspezifische Korrekturoptiken vor der Zusammenführung der Strahlengänge gefolgt von einer adaptiven wellenlängenübergreifenden Korrekturoptik nach Zusammenführung der einzelnen Strahlengänge verwendet, um Bauraum und Kosten zu sparen. Bevorzugt wird für einen monochromatischen oder quasi-monochromatischen Lichtstrahl eine wellenlängenspezifische Optik verwendet. Dies ist zum Beispiel bei polychromatischen Systemen vor einer Strahlzusammenführung bei den einzelnen Lichtquellen der Fall. Bevorzugt wird für einen polychromatischen Lichtstrahl eine an die verwendeten Wellenlängen angepasste Optik verwendet. Diese Optik kann auch wellenlängenübergreifend genannt werden. Dies ist bei polychromatischen Systeme nach einer Strahlzusammenführung der Fall.

[0041] Als Korrekturoptik oder als adaptives optisches Element kann auch eine Flüssiglinse mit segmentierten Elektroden benutzt werden. Dies hat den Vorteil, dass Astigmatismen erzeugt bzw. ausgeglichen werden können. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Brennweite der Flüssiglinse veränderbar ist, d.h. dass eine Änderung des Strahlparameters gesteuert oder geregelt werden kann.

[0042] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Projektionsvorrichtung drei monochromatische Lichtquellen zum Aussenden jeweils eines Lichtstrahls auf, wobei die drei Lichtquellen jeweils unterschiedliche Wellenlängen aufweisen. Bevorzugt bilden die drei unterschiedlichen Wellenlängen der drei Lichtquellen einen RGB-Farbraum. Ein RGB-Farbraum ist ein additiver Farbraum, der Farbwahrnehmungen durch das additive Mischen dreier Grundfarben, z.B. Rot, Grün und Blau, nachbildet. Die drei unterschiedlichen Wellenlängen sind geeignet, bei einem Nutzer einen Eindruck einer additiven Farbmischung zu erzeugen. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass mit diesen drei Lichtquellen ein kompletter Farbraum aufgespannt wird.

[0043] Die drei Lichtstrahlen werden bevorzugt zu einem einzigen Lichtstrahl zusammengeführt. Zur Zusammenführung der Lichtstrahlen der drei Lichtquellen wird bevorzugt ein Lichtleiter mit diffraktiven Einkoppelementen oder dichroitische Spiegel benutzt.

[0044] Bevorzugt weist jeder Strahlengang der drei Lichtstrahlen mindestens ein adaptives optisches Element auf. Hierbei ist unter einem Strahlengang der

Weg von der Lichtquelle bis zu dem Ort, wo der Lichtstrahl absorbiert wird, zu verstehen. Somit kann das mindestens eine adaptive optische Element, wenn es nach einer Strahlzusammenführung der drei Lichtstrahlen angeordnet ist, auch nur ein einziges sein. Hierdurch wird vorteilhafterweise erreicht, dass für jeden Lichtstrahl ein Strahlparameter verändert werden kann. Besonders bevorzugt weist jeder Strahlengang der drei Lichtstrahlen genau ein adaptives optisches Element auf.

[0045] Vor einer Zusammenführung der Lichtstrahlen der drei Lichtquellen werden bevorzugt für jeden Lichtstrahl wellenlängenspezifische Optiken verwendet. Nach einer Zusammenführung der Lichtstrahlen der drei Lichtquellen werden bevorzugt für den zusammengeführten Lichtstrahl wellenlängenübergreifende Optiken verwendet.

[0046] Das mindestens eine adaptive optische Element ist bevorzugt nach einer Zusammenführung der Lichtstrahlen der drei Lichtquellen angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass ein einfacher Aufbau realisiert werden kann.

[0047] Die Erfindung umfasst weiterhin eine Datenbrille. Diese weist ein Brillenglas und eine oben beschriebene Projektionsvorrichtung auf, wobei das Umlenkelement am Brillenglas angeordnet ist.

[0048] Die Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung. Gemäß dem Verfahren wird mindestens ein Strahlparameter des mindestens einen Lichtstrahls sowohl in Abhängigkeit einer Blickrichtung eines Nutzers als auch in Abhängigkeit eines Auftreffpunktes des mindestens einen Lichtstrahls auf dem Umlenkelement geändert. Die Änderung erfolgt bevorzugt durch das mindestens eine adaptive optische Element. Die hiermit verbundenen Vorteile wurden bereits oben dargelegt.

[0049] Bevorzugt wird der mindestens eine Strahlparameter des mindestens einen Lichtstrahls in Abhängigkeit von einem Bildinhalt geändert.

[0050] Die Erfindung umfasst weiterhin ein Computerprogramm, das zur Durchführung der beschriebenen Schritte des Verfahrens eingerichtet ist, um mit diesem Computerprogramm das oben beschriebene Verfahren durchführen zu können. Weiterhin umfasst die Erfindung ein maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem ein solches Computerprogramm gespeichert ist, sowie ein elektronisches Steuergerät, das zur Durchführung der Schritte des beschriebenen Verfahrens eingerichtet ist. Ein solches elektronisches Steuergerät kann beispielsweise als Mikrocontroller in eine Projektionsvorrichtung oder Datenbrille integriert sein.

Figurenliste

[0051] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Projektionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 2 bis Fig. 4 zeigen schematische Darstellungen eines Verfahrens zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung gemäß jeweils einer Ausführungsform;

Fig. 5 bis Fig. 11 zeigen jeweils schematische Darstellung einer Scanneroptik einer Projektionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform; und

Fig. 12 zeigt eine schematische isometrische Darstellung einer Datenbrille gemäß einer Ausführungsform.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

[0052] **Fig. 1** zeigt die prinzipielle Funktionsweise der Projektionsvorrichtung **100**. Die Projektionsvorrichtung **100** weist eine Scanneroptik **152** und ein Umlenkelement auf, welches in dieser Ausführungsform als holografisches Element **103** ausgeführt ist. Das holografische Element **103** ist an einem Brillenglas **402** befestigt. Die Scanneroptik **152** ist in einem Gehäuse **105** angeordnet und weist eine Lichtquelle, ein Kollimationselement und ein Reflexionselement auf, welche in **Fig. 1** nicht dargestellt sind. Unterschiedliche Ausführungsformen der Scanneroptik **152** sind in den **Fig. 5 bis Fig. 12** dargestellt.

[0053] Ein von der Scanneroptik **152** emittierter Lichtstrahl **106** wird durch ein Austrittsfenster **148** in Richtung des Umlenkelements **102** gesendet. Der vom Umlenkelement **102** umgelenkte Lichtstrahl **106** trifft sodann auf eine Augenlinse **108** eines Nutzers, von wo der Lichtstrahl **106** auf die Netzhaut **110** eines Augapfels **107** fokussiert wird. Die Scanneroptik **152** ist in einem am Brillengestell **120** und am Brillenbügel **118** befestigten Gehäuse **105** angeordnet.

[0054] **Fig. 2** zeigt einen Scanpfad **122** eines über ein Umlenkelement **102** gescannten Lichtstrahls, welcher sich ergibt, wenn eine Projektionsvorrichtung gemäß einem Verfahren gemäß einer Ausführungsform betrieben wird. In **Fig. 2** ist zu sehen, was für eine Ausleuchtung das Umlenkelement **102** erfährt, wenn ein Lichtstrahl über die Oberfläche des Umlenkelements **102** gescannt wird, und während des Scannens der Strahldurchmesser in Abhängigkeit von dem Auftreffpunkt des Lichtstrahls auf dem Umlenkelement **102** geändert wird. Im vorliegenden Fall beginnt der Scanpfad **122** in der linken oberen Ecke der **Fig. 2** und endet in der linken unteren Ecke.

In der obersten Zeile des Scanpfads **122** ist die Lichtquelle **104** ausgeschaltet. Erst in der zweiten Zeile des Scanpfads **122** wird die Lichtquelle **104** jeweils an den Mittelpunkten der dargestellten Kreise angeschaltet, so dass sich eine Reihe von großen Spots **124** ergibt. Nach dem Ende der 2. Reihe wird die Lichtquelle wieder abgeschaltet und erst wieder in der vierten Zeile bei den kleinen Spots **126** angeschaltet. In der fünften Zeile wird die Lichtquelle jeweils in der Mitte der großen Spots **124** und in der Mitte der kleinen Spots **126** angeschaltet. Durch den so beschriebenen Scanpfad **122** entsteht in der Region, in der das Bild durch die kleinen Spots **126** gebildet wird, ein Bildbereich mit hoher Auflösung und in der Region, in der das Bild durch die großen Spots **124** gebildet wird, ein Bildbereich mit niedriger Auflösung. Die in **Fig. 2** dargestellte Ausleuchtung wird bevorzugt dann gewählt, wenn die Blickrichtung eines Nutzers von der Pupille zu einem Punkt in der Mitte des Bildbereichs mit hoher Auflösung verläuft. Wenn ein Blickverfolgungssystem erkennt, dass der Nutzer einen anderen Punkt auf dem Umlenkelement **102** ansieht, so wird die Ausleuchtung des Umlenkelements **102** so angepasst, dass um den Bereich, welchen der Nutzer ansieht, eine hohe Auflösung entsteht. Dies ist in **Fig. 3** dargestellt, wo ein Nutzer im Vergleich zu **Fig. 2** weiter nach links blickt, sodass der hochauflösende Bereich weiter links ist als in der **Fig. 2**.

[0055] Die Größe des Bereichs, welcher hochauflösend dargestellt wird, hängt von dem Bereich des scharfen Sehens des Menschen, also von der Anatomie des Menschen, ab. Bereiche auf dem Umlenkelement **102**, welche ein Mensch nicht scharf sehen kann, werden mit einer niedrigen Auflösung ausgeleuchtet.

[0056] **Fig. 4** zeigt eine Ausleuchtung eines Umlenkelements **102** mit zwei Bildbereichen hoher Auflösung. Dies kann zur Erzeugung von Tiefeneindrücken oder zur Markierung von Objekten oder Bildinhalten sowie zur Lenkung der Blickrichtung genutzt werden. Zur Vereinfachung der Darstellung sind hier zwei symmetrische Strahlen mit verschiedenen Strahldurchmessern dargestellt. Es können jedoch auch mehr als zwei unterschiedliche Strahldurchmesser benutzt werden. Der Scanpfad **122** kann auch anders gewählt werden. Die Änderung des Strahlparameters erfolgt durch ein adaptives optisches Element.

[0057] **Fig. 5** zeigt eine Scanneroptik **152**, welche in einem Gehäuse **105** gefasst ist. Die Scanneroptik **152** bildet zusammen mit dem nicht dargestellten Umlenkelement eine Projektionsvorrichtung **100**, wie sie in **Fig. 1** gezeigt ist. Die Lichtquelle **104** emittiert einen Lichtstrahl **106**, welcher durch das Kollimationselement **114** kollimiert wird. Der kollimierten Lichtstrahl **106** trifft danach auf ein adaptives optisches Element **140**. Aus Gründen der Übersichtlichkeit

keit wird der Lichtstrahl **106** nach dem Kollimationselement **114** in den **Fig. 5** bis **Fig. 11** nicht dargestellt.

[0058] Das adaptive optische Element **140** ist ausgebildet und eingerichtet, sowohl in Abhängigkeit einer Blickrichtung eines Nutzers als auch in Abhängigkeit eines Auftreffpunktes des mindestens einen Lichtstrahls **106** auf dem Umlenkelement, einen Strahlparameter des Lichtstrahls **106** zu ändern.

[0059] Nachdem der Lichtstrahl **106** die Korrekturoptik **116** durchlaufen hat, trifft er auf ein Reflexionselement **112** und wird von diesem durch ein Austrittsfenster **148** in Richtung eines auf einem Brillenglas angebrachten Umlenkelements reflektiert. Die in **Fig. 5** abgebildete Korrekturoptik **116** ist lediglich für eine Wellenlänge, nämlich für die von der Lichtquelle **104** benutzte, ausgelegt.

[0060] Die in der Figurenbeschreibung dargestellten Korrekturoptiken **116** können zum Beispiel Zylinderlinsenpaare, sphärische oder asphärische Linsen sein. Die optischen Eigenschaften dieser Korrekturoptiken **116** sind nicht veränderbar. Gemäß weiteren Ausführungsformen sind die optischen Eigenschaften der Korrekturoptiken **116** veränderbar.

[0061] **Fig. 6** unterscheidet sich von **Fig. 5** dadurch, dass zwischen dem adaptiven optischen Element **140** und dem Reflexionselement **112** ein Teleskop **154** zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung angeordnet ist. Da das Teleskop **154** Strahlparameter verändert, ist das Teleskop **154** auch ein adaptives optisches Element **140**. Das Teleskop **154** kann neben einer Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung auch astigmatische Veränderungen von Strahlparametern erzielen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Anordnung des adaptiven optischen Elements **140** und des Teleskops **154** vertauscht sein. Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform sind zwischen dem Kollimationselement **114** und dem Reflexionselement **112** zwei adaptive optische Elemente **140** angeordnet.

[0062] **Fig. 7** zeigt eine Scanneroptik **152** für ein polychromatisches System mit drei unterschiedlichen Lichtquellen **104**. Die drei unterschiedlichen Lichtstrahlen **106** durchlaufen jeweils ein Kollimationselement **114** und eine Korrekturoptik **116**, und werden danach mittels zweier dichroitischer Spiegel **150** zu einem zusammengeführten Strahl **106** vereint, welcher zuerst auf ein Teleskop **154** zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung und dann auf ein adaptives optisches Element **140** trifft. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Anordnung des adaptiven optischen Elements **140** und des Teleskops **154** vertauscht sein. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zwischen den dichroitischen Spiegeln **150** und dem Reflexionselement **112** lediglich ein adaptives optisches Element **140** oder ein Teleskop **154**

zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung angeordnet.

[0063] **Fig. 8** zeigt eine ähnliche Scanneroptik wie in **Fig. 7**, unterscheidet sich jedoch durch die Strahlzusammenführung des polychromatischen Systems. Die drei Lichtstrahlen **106** mit unterschiedlicher Wellenlänge werden gemäß **Fig. 8** mittels zweier diffraktiver Einkoppelemente **158** in einen Lichtleiter **156** eingekoppelt. Der so zusammengeführte Lichtstrahl **106** trifft, nachdem er aus dem Lichtleiter **156** austritt, zuerst auf ein adaptives optisches Element **140** und dann auf ein Teleskop **154** zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Anordnung des adaptiven optischen Elements **140** und des Teleskops **154** vertauscht sein. Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform sind zwischen dem Lichtleiter **156** und dem Reflexionselement **112** zwei adaptive optische Elemente **140** angeordnet.

[0064] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zwischen dem Ende des Lichtleiters **156** und dem Reflexionselement **112** lediglich ein adaptives optisches Element **140** oder ein Teleskop **154** zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung angeordnet.

[0065] **Fig. 9** zeigt eine Scanneroptik **152** für ein monochromatisches System mit einer Lichtquelle **104**. Nach dem Kollimationselement **114** trifft der Lichtstrahl **106** zuerst auf eine Korrekturoptik **116** und dann auf ein Teleskop **154** zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Anordnung der Korrekturoptik **116** und des Teleskops **154** vertauscht sein.

[0066] **Fig. 10** zeigt eine Scanneroptik **152** für ein polychromatisches System, bei der die Strahlzusammenführung identisch ist wie in **Fig. 8**. Jedoch ist die Scanneroptik **152** in einem anderen Gehäuse **105** gefasst. Der Lichtleiter **156** führt den zusammengeführten Strahl zu einem Umlenkprisma **160**, in dem der Lichtstrahl **106** zweimal umgelenkt wird, sodass er danach eine umgekehrte Ausbreitungsrichtung aufweist. Danach trifft der umgelenkte Lichtstrahl **106** zuerst auf ein Teleskop **154** zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung und dann auf ein Reflexionselement **112**, von wo er durch ein Austrittsfenster **148** aus dem Gehäuse **105** austritt. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Teleskop **154** durch ein oder zwei adaptive optische Elemente **140** ersetzt. Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform ist zwischen dem Umlenkprisma **160** und dem Reflexionselement **112** ein Teleskop **154** zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung und ein adaptives optisches Element **140** angeordnet. Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform kann die Anordnung des adaptiven optischen Elements **140** und des Teleskops **154** vertauscht sein.

[0067] Fig. 11 zeigt eine Scanneroptik 152 für ein polychromatisches System, bei der die Strahlzusammenführung identisch ist wie in Fig. 7. Jedoch ist die Scanneroptik 152 in einem anderen Gehäuse 105 gefasst. Der zusammengeführte Lichtstrahl 106 trifft nach den beiden dichroitischen Spiegeln 150 zunächst auf ein weiteres Kollimationselement 114 und wird dann in einen Lichtleiter 156 eingekoppelt. Nach dem Lichtleiter 156 wird der Lichtstrahl 106 in einem Umlenkprisma 160 zweimal umgelenkt. Danach trifft der umgelenkte Lichtstrahl 106 zuerst auf ein Teleskop 154 zur Strahlaufweitung oder Strahlverkleinerung und dann auf ein Reflexionselement 112, von wo es durch ein Austrittsfenster 154 aus dem Gehäuse 105 austritt. Da Fig. 11 nach dem Umlenkprisma 160 einen identischen Aufbau wie in Fig. 10 zeigt, können die im Zusammenhang mit Fig. 10 offenbarten Ausführungsformen auf die Fig. 11 ebenso angewandt werden.

[0068] Fig. 12 zeigt eine schematische Darstellung einer Datenbrille 400 mit einer Projektionsvorrichtung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Projektionsvorrichtung 100 weist hierbei eine Scanneroptik 152 und das Umlenkelement 102 auf. Die Scanneroptik 152 ist im Gehäuse 105 angeordnet und sendet einen nicht dargestellten Lichtstrahl 106 durch das Auftrettsfenster 148 auf das Umlenkelement 102. Die Datenbrille 400 weist ein Brillenglas 402 auf, auf dem das Umlenkelement 102 angeordnet ist. Beispielsweise ist das Umlenkelement 102 als Teil des Brillenglases 402 realisiert. Alternativ ist das Umlenkelement 102 als ein separates Element realisiert und mittels eines geeigneten Fügeverfahrens mit dem Brillenglas 402 verbunden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102015213376 A1 [0009]

Patentansprüche

1. Projektionsvorrichtung (100) für eine Datenbrille (400), wobei die Projektionsvorrichtung (100) folgende Merkmale aufweist:

mindestens eine Lichtquelle (104) zum Aussenden mindestens eines Lichtstrahls (106);

mindestens ein an einem Brillenglas (402) der Datenbrille (400) angeordnetes oder anordenbares Umlenkelement (102) zum Projizieren eines Bilds auf eine Netzhaut (110) eines Nutzers der Datenbrille (400) durch Umlenken und/oder Fokussieren des mindestens einen Lichtstrahls (106) auf eine Augenlinse (108) des Nutzers; und

mindestens ein Reflexionselement (112) zum Reflektieren des Lichtstrahls (106) auf das Umlenkelement (102);

gekennzeichnet durch

mindestens ein adaptives optisches Element (140) zur anpassenden Veränderung mindestens eines Strahlparameters, wobei das mindestens eine adaptive optische Element (140) im Strahlengang zwischen der mindestens einen Lichtquelle (104) und dem mindestens einen Umlenkelement (102) angeordnet ist.

2. Projektionsvorrichtung (100) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Reflexionselement (112) ausgebildet und eingerichtet ist, den mindestens einen Lichtstrahl (106) so zu reflektieren, dass der mindestens eine Lichtstrahl (106) auf einen beliebigen Punkt eines Teilbereichs des Umlenkelements (102) auftrifft.

3. Projektionsvorrichtung (100) gemäß Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine adaptive optische Element (140) ausgebildet und eingerichtet ist, sowohl in Abhängigkeit einer Blickrichtung eines Nutzers als auch in Abhängigkeit eines Auftreffpunktes des mindestens einen Lichtstrahls (106) auf dem Umlenkelement (102) mindestens einen Strahlparameter des mindestens einen Lichtstrahls (106) zu ändern.

4. Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens ein Kollimationselement (114) zum Kollimieren des mindestens einen von der mindestens einen Lichtquelle (104) ausgesandten Lichtstrahls (106).

5. Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Korrekturoptik (116), welche zur Verbesserung der Symmetrie und/oder zur Reduktion der Spotgröße des Lichtstrahls ein nicht rotationssymmetrisches optisches Element aufweist.

6. Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass das adaptive optische Element (140) eine Linse mit veränderlichen Brechungseigenschaften, eine Flüssiglinse mit veränderlicher Brennweite, ein Teleskop mit veränderlicher Brennweite, ein Teleskop mit veränderlichen Linsenabständen, ein Spiegel mit veränderlichen Reflexionseigenschaften, ein Spiegel mit verformbarer Oberfläche oder ein Flüssigkristall-Spiegel, eine Flüssigkristallanzeige oder ein auf Flüssigkristalltechnologie basierender SLM in Reflektion aufweist.

7. Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Projektionsvorrichtung (100) drei Lichtquellen (104) zum Aussenden jeweils eines Lichtstrahls (106) aufweist, wobei die drei Lichtquelle (104) jeweils unterschiedliche Wellenlängen aufweisen und die drei unterschiedlichen Wellenlängen der drei Lichtquellen (104) einen RGB-Farbraum bilden.

8. Datenbrille (400) mit folgenden Merkmalen: einem Brillenglas (402); und einer Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Umlenkelement (102) am Brillenglas (402) angeordnet ist.

9. Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Verfahren folgenden Schritt aufweist: Ändern mindestens eines Strahlparameter des mindestens einen Lichtstrahls (106) sowohl in Abhängigkeit einer Blickrichtung eines Nutzers als auch in Abhängigkeit eines Auftreffpunktes des mindestens einen Lichtstrahls (106) auf dem Umlenkelement (102).

10. Computerprogramm, welches eingerichtet ist, die Schritte eines Verfahrens nach Anspruch 9 durchzuführen.

11. Maschinenlesbares Speichermedium, auf welchem ein Computerprogramm nach Anspruch 10 gespeichert ist.

12. Elektronisches Steuergerät, welches eingerichtet ist, die Schritte des Verfahrens nach Anspruch 9 durchzuführen.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

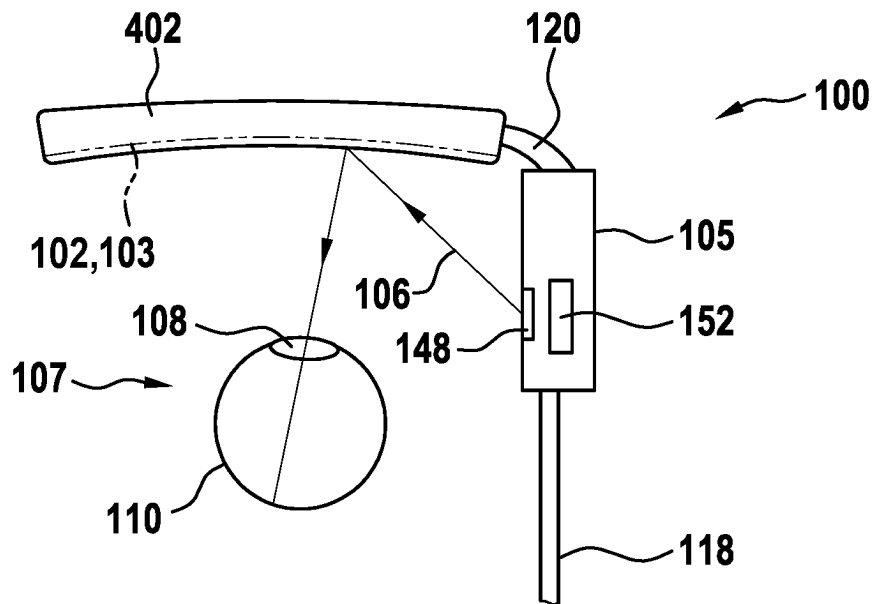


Fig. 2

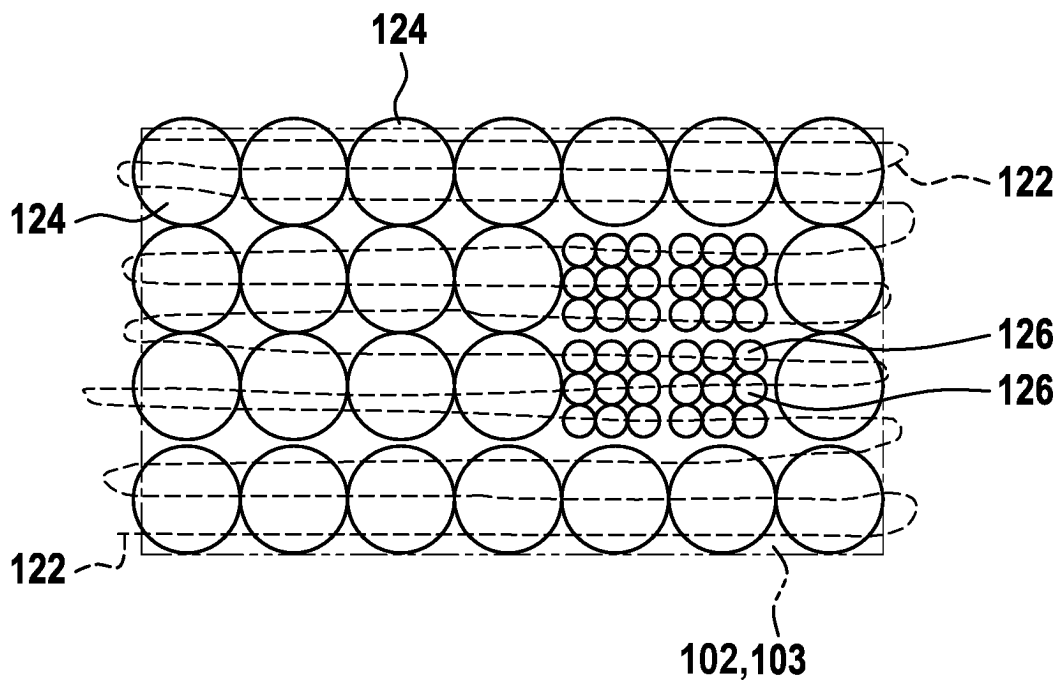


Fig. 3

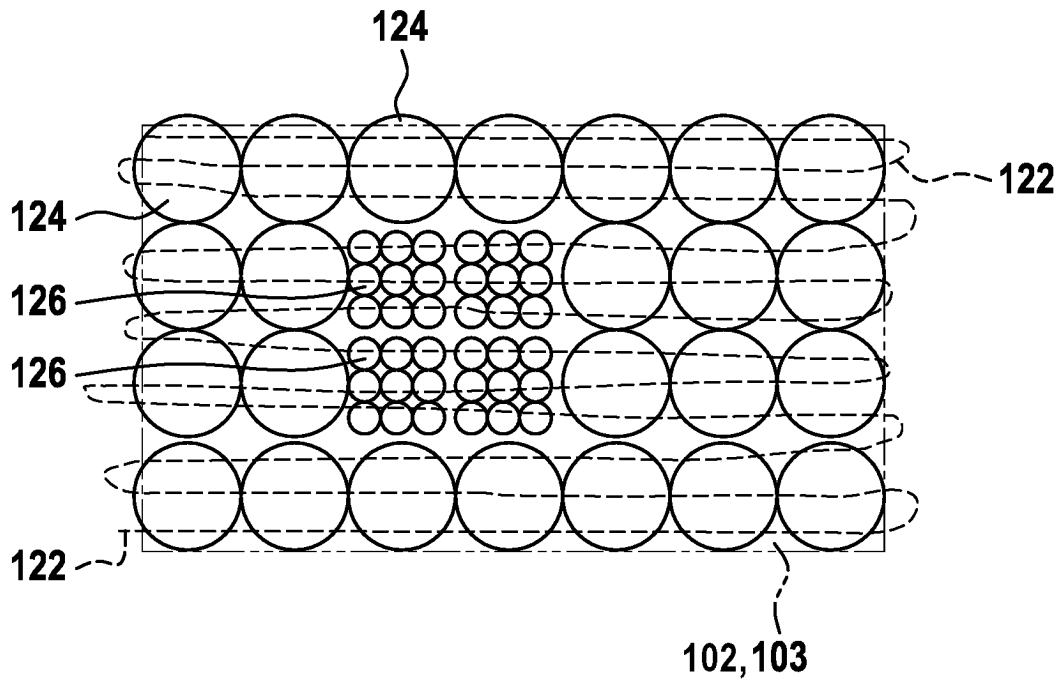


Fig. 4

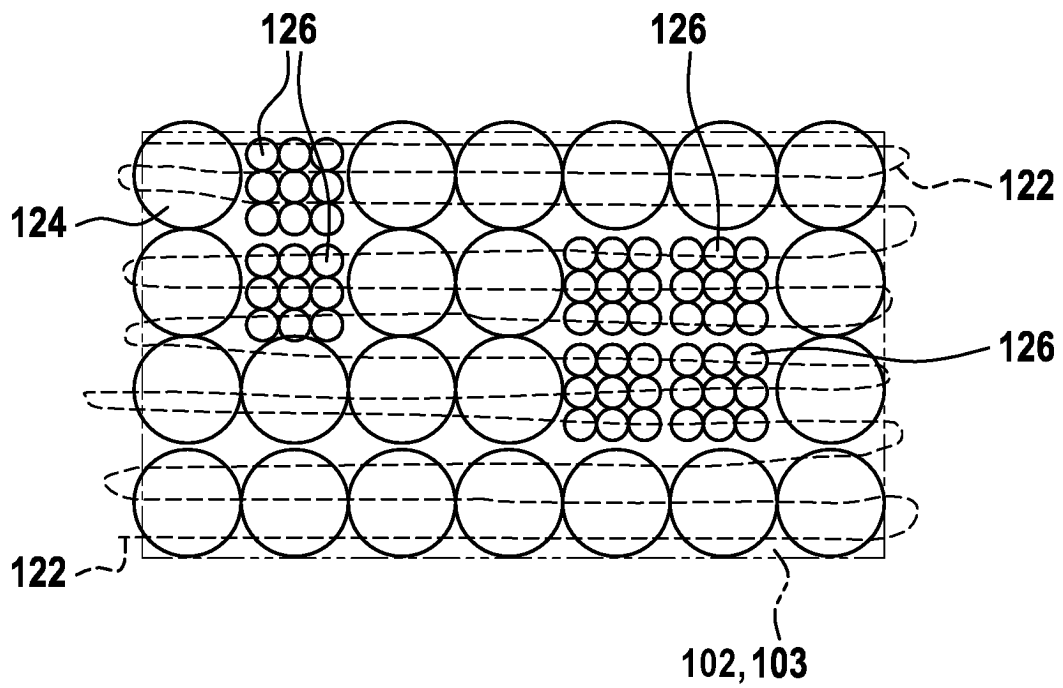


Fig. 5

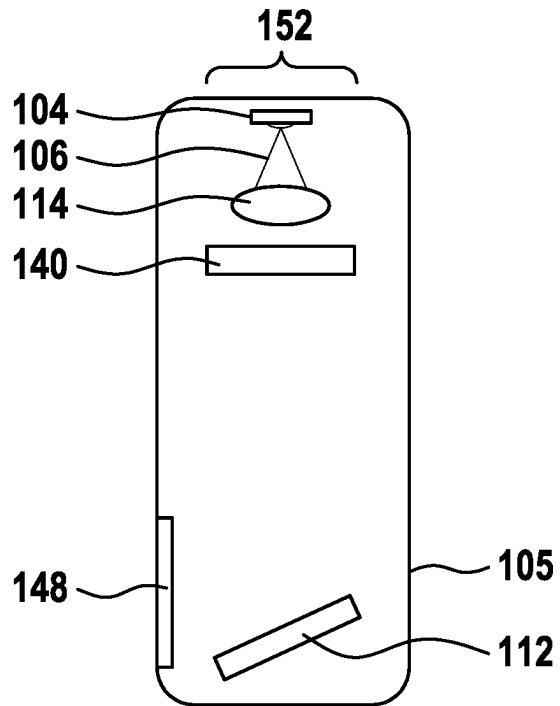


Fig. 6

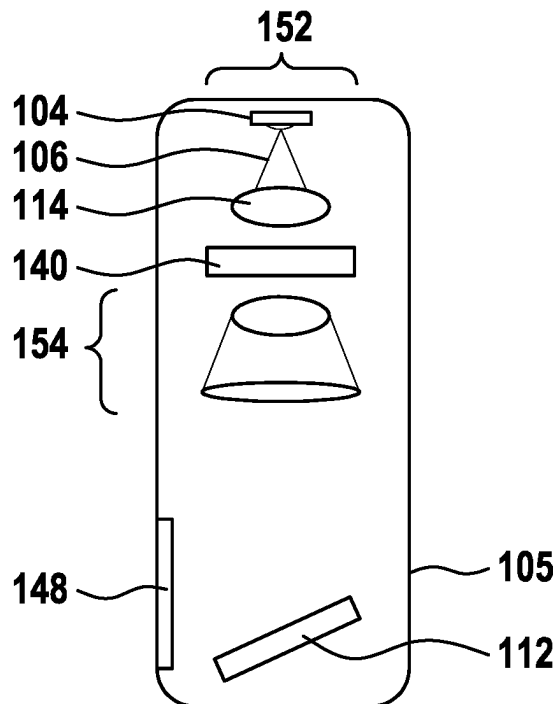


Fig. 7

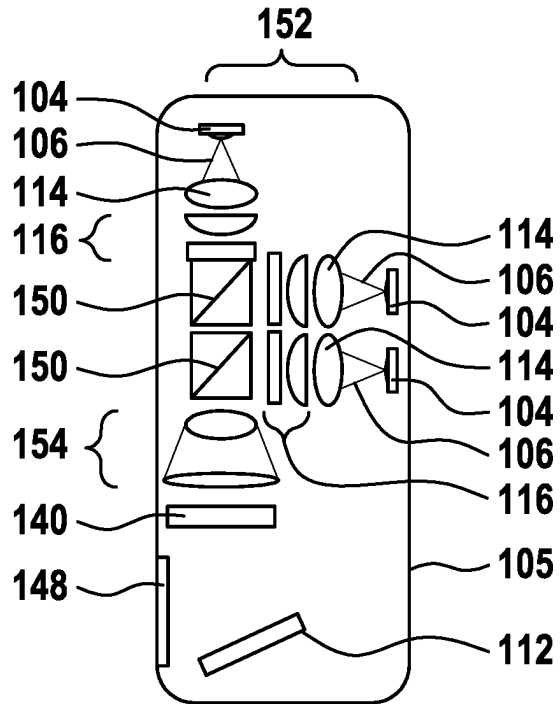


Fig. 8

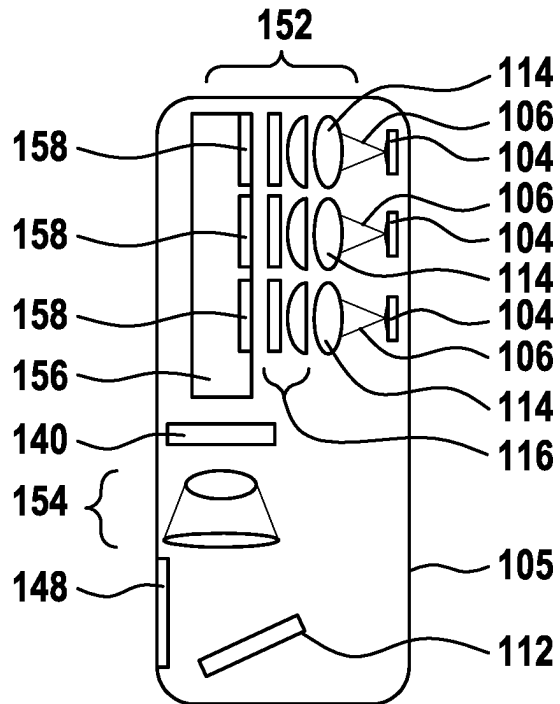


Fig. 9

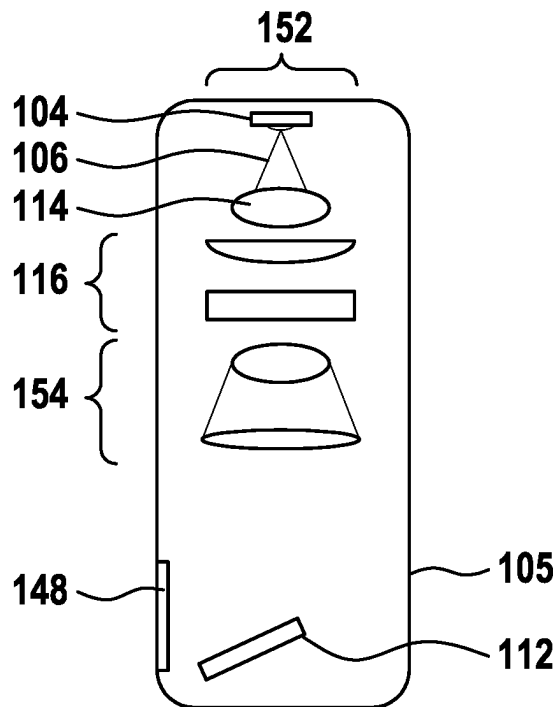


Fig. 10

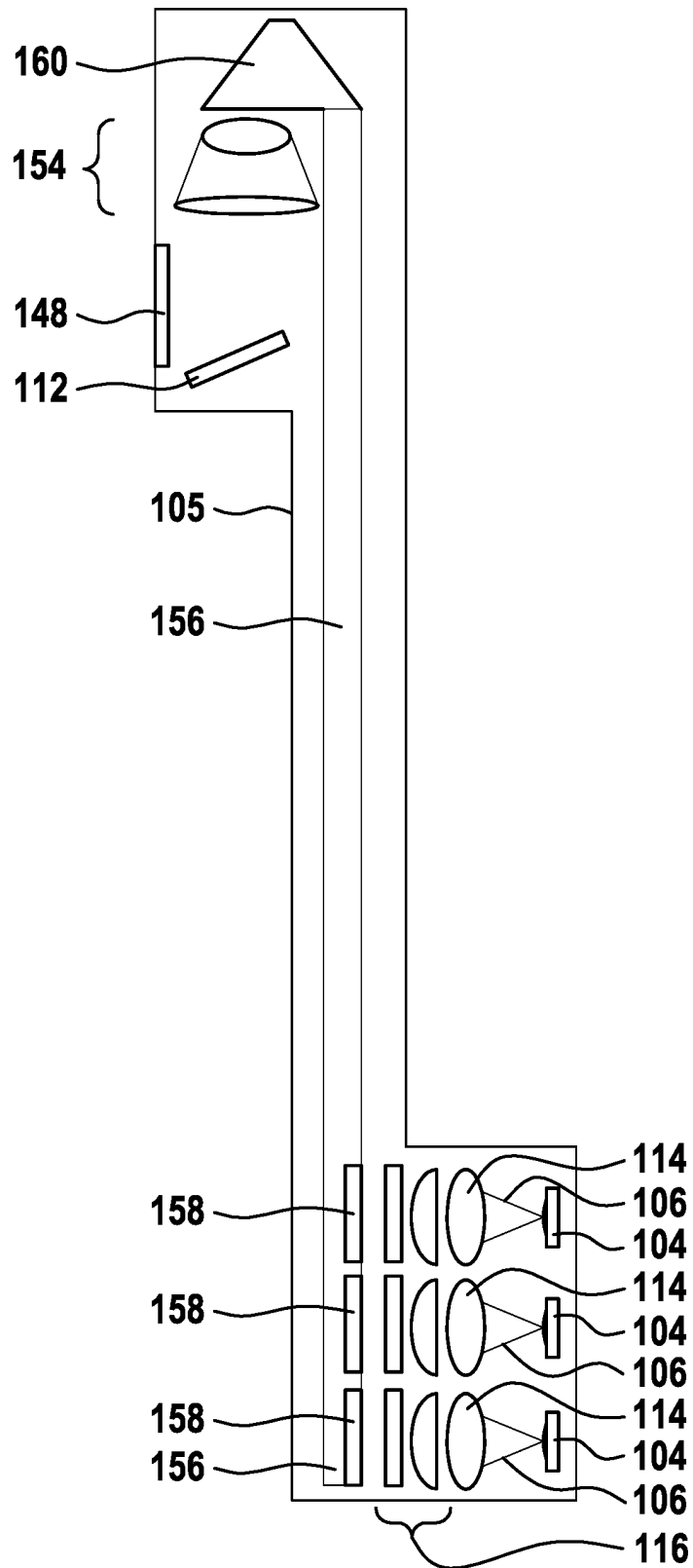


Fig. 11

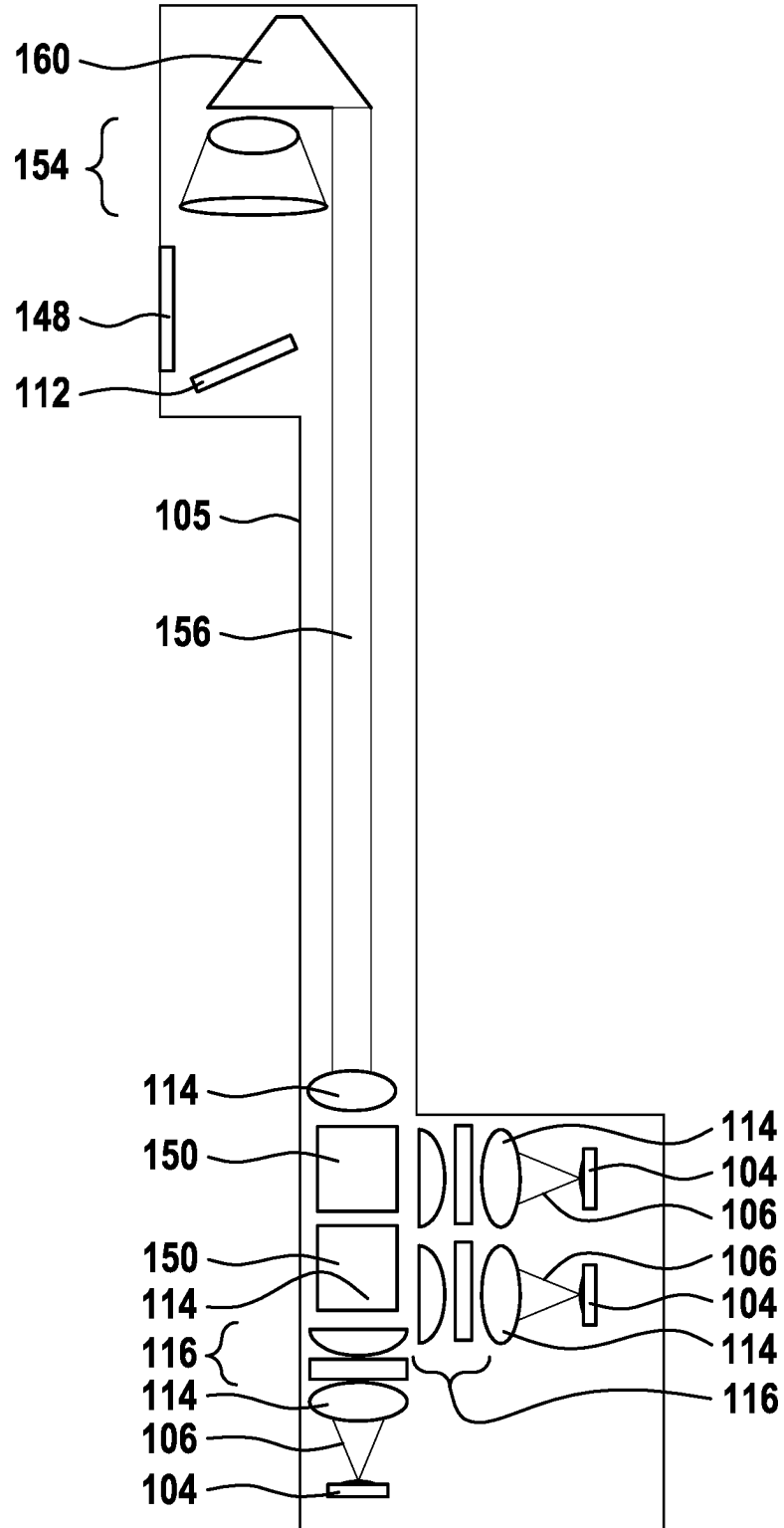


Fig. 12

