

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Januar 2019 (17.01.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/011616 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 27/01 (2006.01) *G02B 26/10* (2006.01)
G02B 27/09 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/066623

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juni 2018 (21.06.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 211 932.2
12. Juli 2017 (12.07.2017) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **HOECKH, Simone**; Anna-Theurer-Strasse 16,
71272 Renningen (DE). **GRAF, Tobias**; Wildeckstr. 23,
70469 Stuttgart (DE).

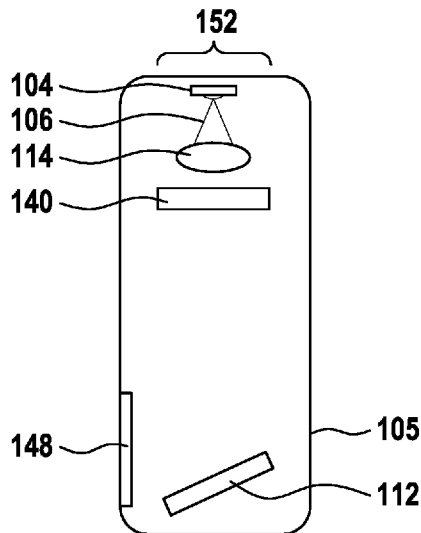
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: PROJECTION DEVICE FOR A HEAD-MOUNTED DISPLAY, HEAD-MOUNTED DISPLAY, AND METHOD FOR OPERATING A PROJECTION DEVICE

(54) Bezeichnung: PROJEKTIONSVORRICHTUNG FÜR EINE DATENBRILLE, DATENBRILLE SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER PROJEKTIONSVORRICHTUNG

Fig. 5



(57) Abstract: The invention relates to a projection device (100) for a head-mounted display. The projection device (100) has the following features: at least one light source (104) for emitting at least one light beam (106), at least one deflecting element which is arranged or can be arranged on a lens of the head-mounted display for projecting an image onto a retina of a user of the head-mounted display by deflecting and/or focusing the at least one light beam (106) onto an eye lens of the user, and at least one reflection element (112) for reflecting the light beam (106) onto the deflecting element (102). The projection device (100) additionally has at least one adaptive optical element (140) for adaptively modifying at least one beam parameter, wherein the at least one adaptive optical element (140) is arranged in the beam path between the at least one light source (104) and the at least one deflecting element. The invention further relates to a head-mounted display and to a method.

(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 Augenlinsedes Nutzers, und mindestens ein Reflexionselement (112) zum Reflektieren des Lichtstrahls (106) auf das Umlenkelement (102). Die Projektionsvorrichtung (100) weist ferner mindestens ein



WO 2019/011616 A1

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

5

Titel

Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille, Datenbrille sowie Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung

10

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.

15

Stand der Technik

20

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.

25

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 Bild Darstellungen und Interaktionen zwischen der

35

Umgebungswahrnehmung und der überlagerten Bildinformation ermöglichen, jedoch deutlich größer, schwerer und weniger ergonomisch in der Handhabung sind.

5 Ein Ansatz, um anspruchsvolle Bildgebung mit einer möglichst platzsparenden Bauform zu realisieren, besteht in einem laserbasierten Retinascanner (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
10 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
15 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.

20 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.

25 Eine Möglichkeit, das Auge bei jeder Blickrichtung zu bedienen, besteht darin, mehrere Eyeboxen 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 Eyeboxen
30 geschaffen werden sollen. Dabei sollten die Wellenlängen für eine Farbe so ähnlich sein, dass sie visuell nicht zu unterscheiden sind.

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

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.

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

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

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

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.

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

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.

Unter einem holografischen Element kann beispielsweise ein holografisch-optisches 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.

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

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.

5 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
10 z.B. ein LCD- oder DMD-basiertes System, verzichtet werden. Ferner kann dadurch eine besonders große Tiefenschärfe erreicht werden.

In der Regel ist das Umlenkverhalten auf der Oberfläche des holografischen Elements an jedem Punkt unterschiedlich. Wie bereits oben erwähnt gilt in der
15 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.

20 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
25 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
30 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, insbesondere etwa in
35 Zeilen und Spalten, mit dem Lichtstrahl überstrichen werden.

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.

5

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.

10

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 Strahlparameter insbesondere ein Strahlparameter an einem Ort zu verstehen, welcher nach dem optischen Element liegt. Strahlparameter können unter anderem die folgenden sein: Divergenzwinkel oder Strahldivergenz, Strahltaille 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.

15

20

25

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.

30

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

35

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.

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.

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 Mikroskopspiegel angebracht werden. Der scannende Mikroskopspiegel kann auch so weiterentwickelt werden, dass er sich zusätzlich gleichzeitig während der Scanbewegung kontrolliert deformiert.

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.

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.

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
5 eingerichtet, den mindestens einen Lichtstrahl über den oben genannten Teilbereich zu scannen.

Gemäß einer Ausführungsform ist das mindestens eine adaptive optische Element ausgebildet und eingerichtet, sowohl in Abhängigkeit einer Blickrichtung
10 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.

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
15 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
20 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.

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
30
35

Sehsituation durch Reduktion des Vergenz-Akkommodations-Konfliktes zugutekommt.

5 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
10 teilweisen Gesichtsfeldausfällen.

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
15 der Helligkeit, die der Nutzer durch die Datenbrille hindurch sieht, mindestens ein Strahlparameter des mindestens einen Lichtstrahls geändert wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind das adaptive optische Element und die mindestens eine Lichtquelle so ausgebildet und eingerichtet, dass eine
20 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
25 werden könnte.

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.
30 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.
35

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

5 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

10 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.

15 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

20 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

25 gegebenenfalls des Nutzers und seiner Situation.

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

30 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

35 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.

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.

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.

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.

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.

5 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.

10

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.

15

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

20

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.

25

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

30

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

35

Steuergerät kann beispielsweise als Mikrocontroller in eine Projektionsvorrichtung oder Datenbrille integriert sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

5

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

10

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Projektionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform;

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

15

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

20

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

Ausführungsbeispiele der Erfindung

25

Figur 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 Figur 1 nicht dargestellt sind. Unterschiedliche Ausführungsformen der Scanneroptik 152 sind in den Figuren 5 bis 12 dargestellt.

30

35

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.

5 Figur 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 Figur 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
10 Lichtstrahls auf dem Umlenkelement 102 geändert wird. Im vorliegenden Fall beginnt der Scanpfad 122 in der linken oberen Ecke der Figur 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
15 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
20 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 Figur 2 dargestellte Ausleuchtung wird bevorzugt dann gewählt, wenn die Blickrichtung eines Nutzers von der Pupille zu einem Punkt in der Mitte des
25 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 Figur 3 dargestellt, wo ein Nutzer im Vergleich zu Figur 2 weiter nach links
30 blickt, sodass der hochauflöste Bereich weiter links ist als in der Figur 2.

Die Größe des Bereichs, welcher hochauflöst 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
35 scharf sehen kann, werden mit einer niedrigen Auflösung ausgeleuchtet.

Figur 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.

Figur 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 Figur 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 wird der Lichtstrahl 106 nach dem Kollimationselement 114 in den Figuren 5 bis 11 nicht dargestellt.

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.

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 Figur 5 abgebildete Korrekturoptik 116 ist lediglich für eine Wellenlänge, nämlich für die von der Lichtquelle 104 benutzte, ausgelegt.

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.

Figur 6 unterscheidet sich von Figur 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.

Figur 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.

Figur 8 zeigt eine ähnliche Scanneroptik wie in Figur 7, unterscheidet sich jedoch durch die Strahlzusammenführung des polychromatischen Systems. Die drei Lichtstrahlen 106 mit unterschiedlicher Wellenlänge werden gemäß Figur 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.

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.

5

Figur 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.

10

15

Figur 10 zeigt eine Scanneroptik 152 für ein polychromatisches System, bei der die Strahlzusammenführung identisch ist wie in Figur 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.

20

25

30

Figur 11 zeigt eine Scanneroptik 152 für ein polychromatisches System, bei der die Strahlzusammenführung identisch ist wie in Figur 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

35

Strahlverkleinerung und dann auf ein Reflexionselement 112, von wo es durch ein Austrittsfenster 154 aus dem Gehäuse 105 austritt. Da Figur 11 nach dem Umlenkprisma 160 einen identischen Aufbau wie in Figur 10 zeigt, können die im Zusammenhang mit Figur 10 offenbarten Ausführungsformen auf die Figur 11 ebenso angewandt werden.

Figur 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.

Ansprüche

- 5 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)
10 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
15 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
20 mindestens einen Lichtquelle (104) und dem mindestens einen
Umlenkelement (102) angeordnet ist.
- 25 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.
- 30 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
35 Abhängigkeit eines Auftreffpunktes des mindestens einen Lichtstrahls
(106) auf dem Umlenkelement (102) mindestens einen Strahlparameter
des mindestens einen Lichtstrahls (106) zu ändern.

- 5 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).
- 10 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.
- 15 6. Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, 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.
- 20 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.
- 25 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.
- 30 9. Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Verfahren folgenden Schritt aufweist:
- 35

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).

5

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

10

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.

Fig. 1

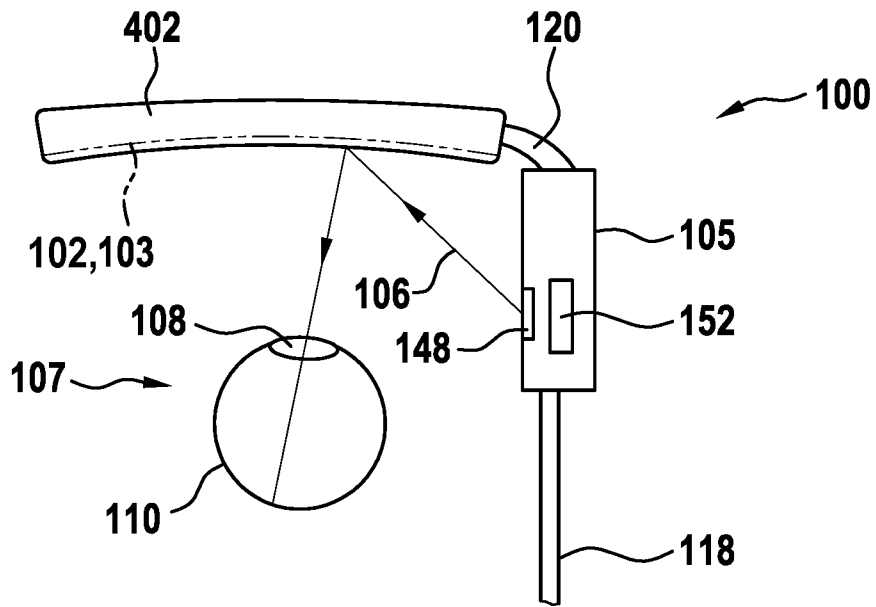


Fig. 2

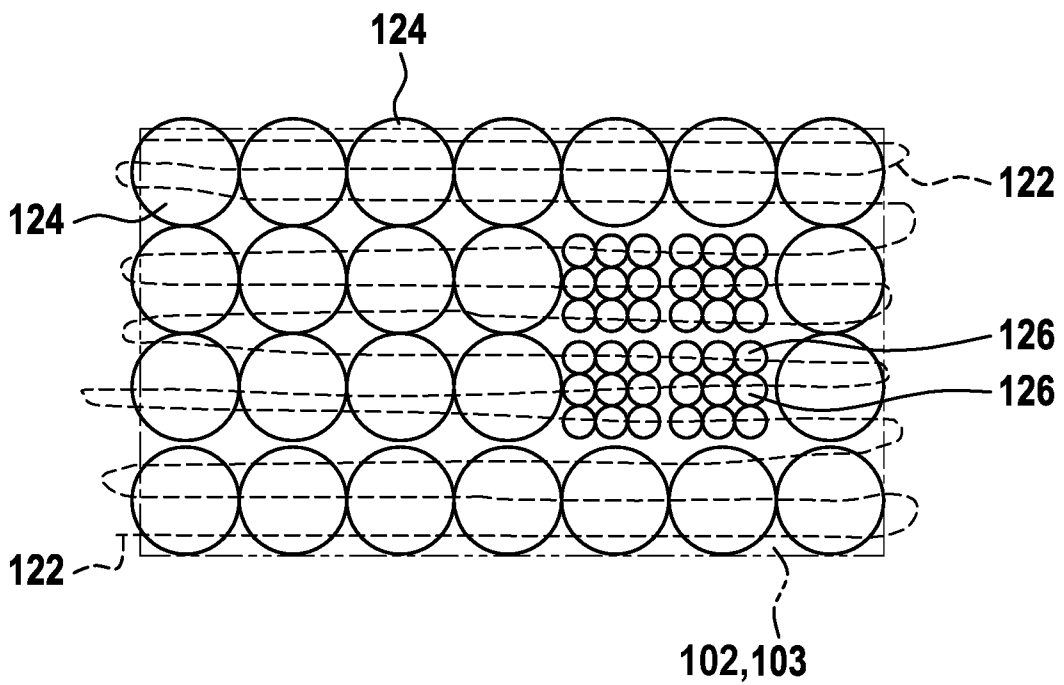


Fig. 3

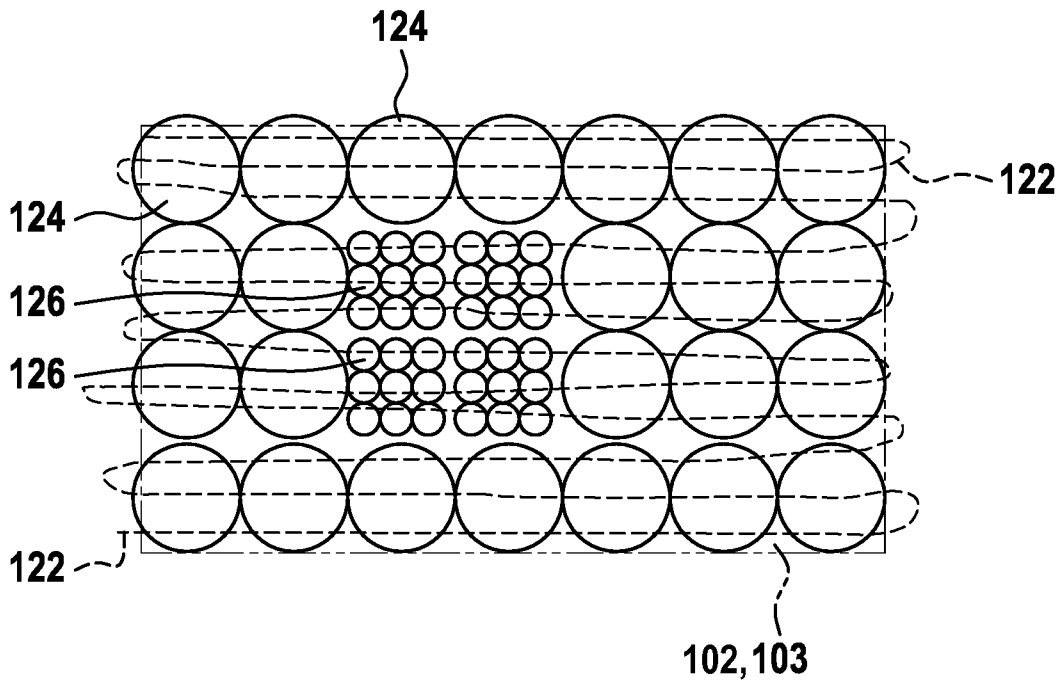


Fig. 4

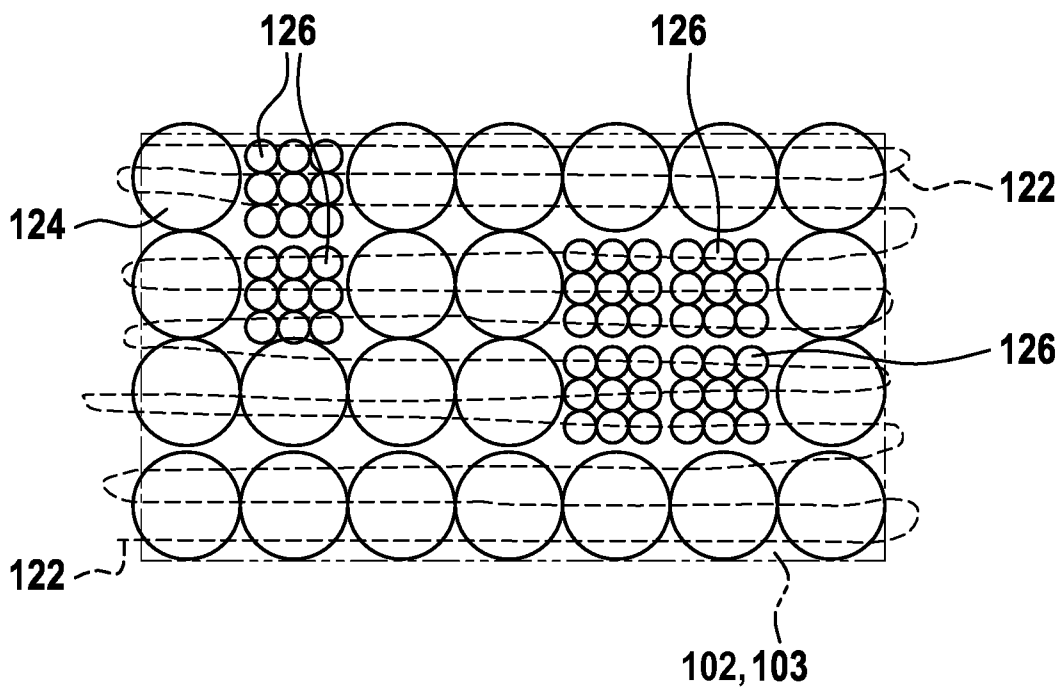


Fig. 5

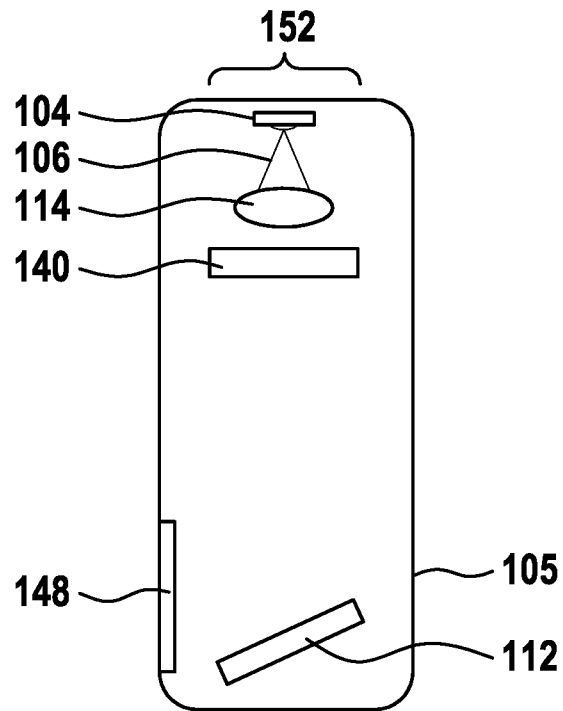


Fig. 6

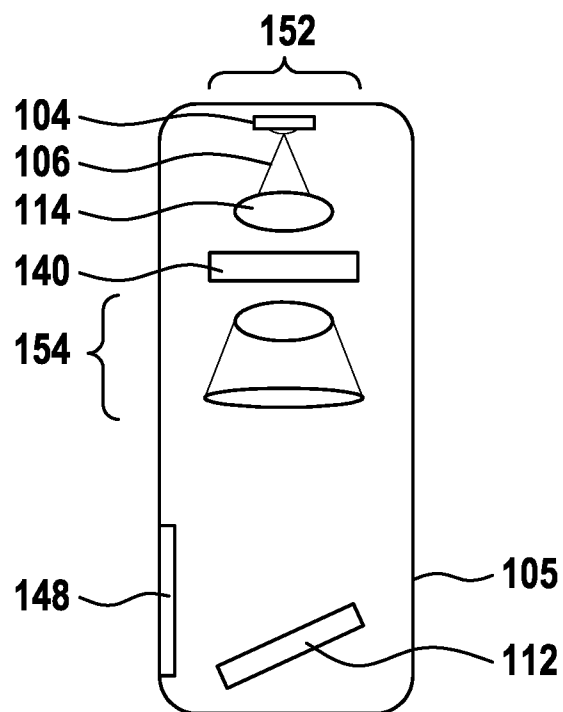


Fig. 7

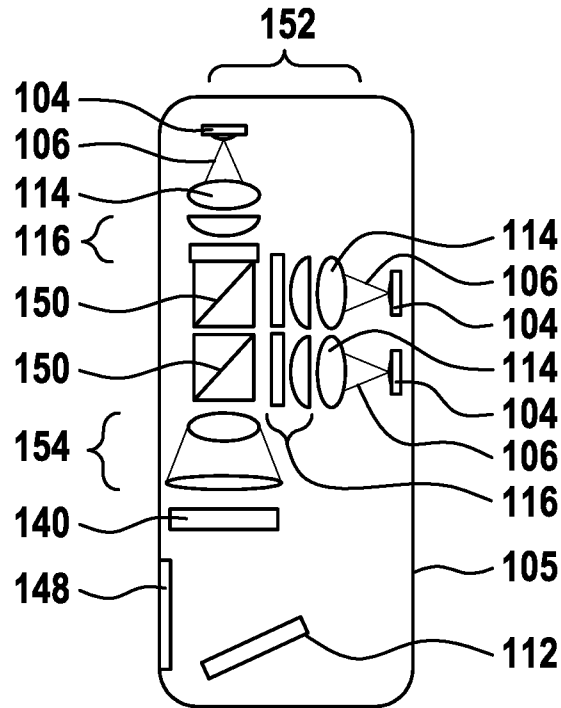


Fig. 8

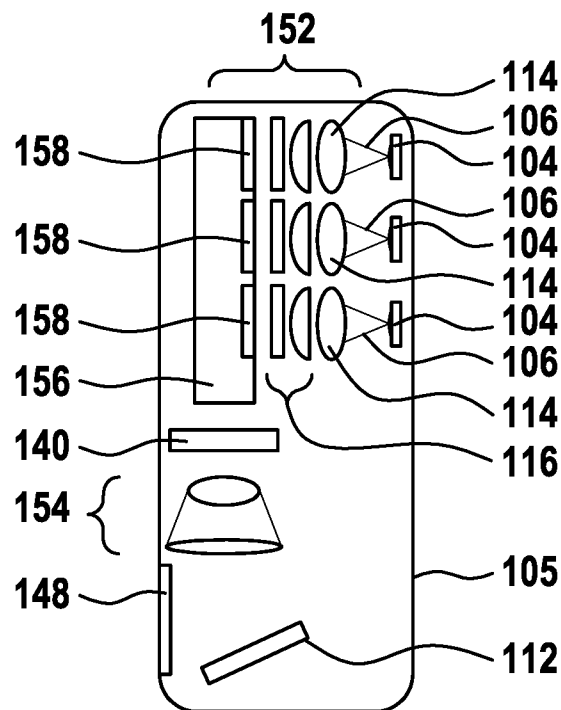


Fig. 9

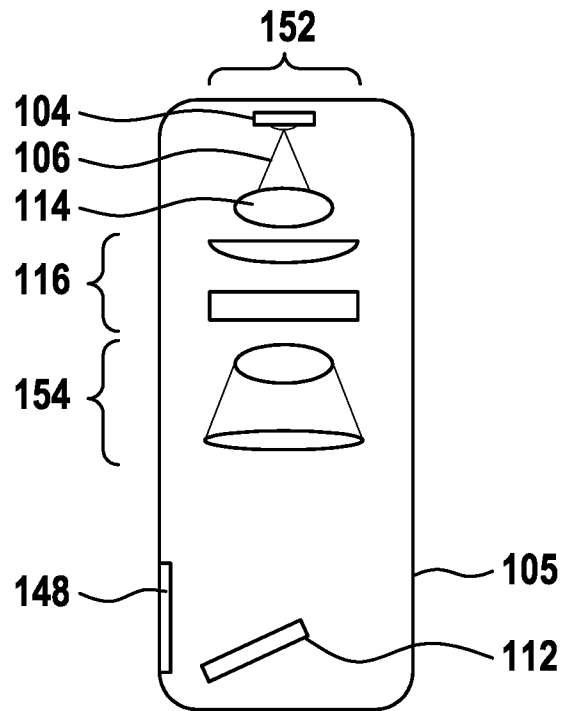


Fig. 10

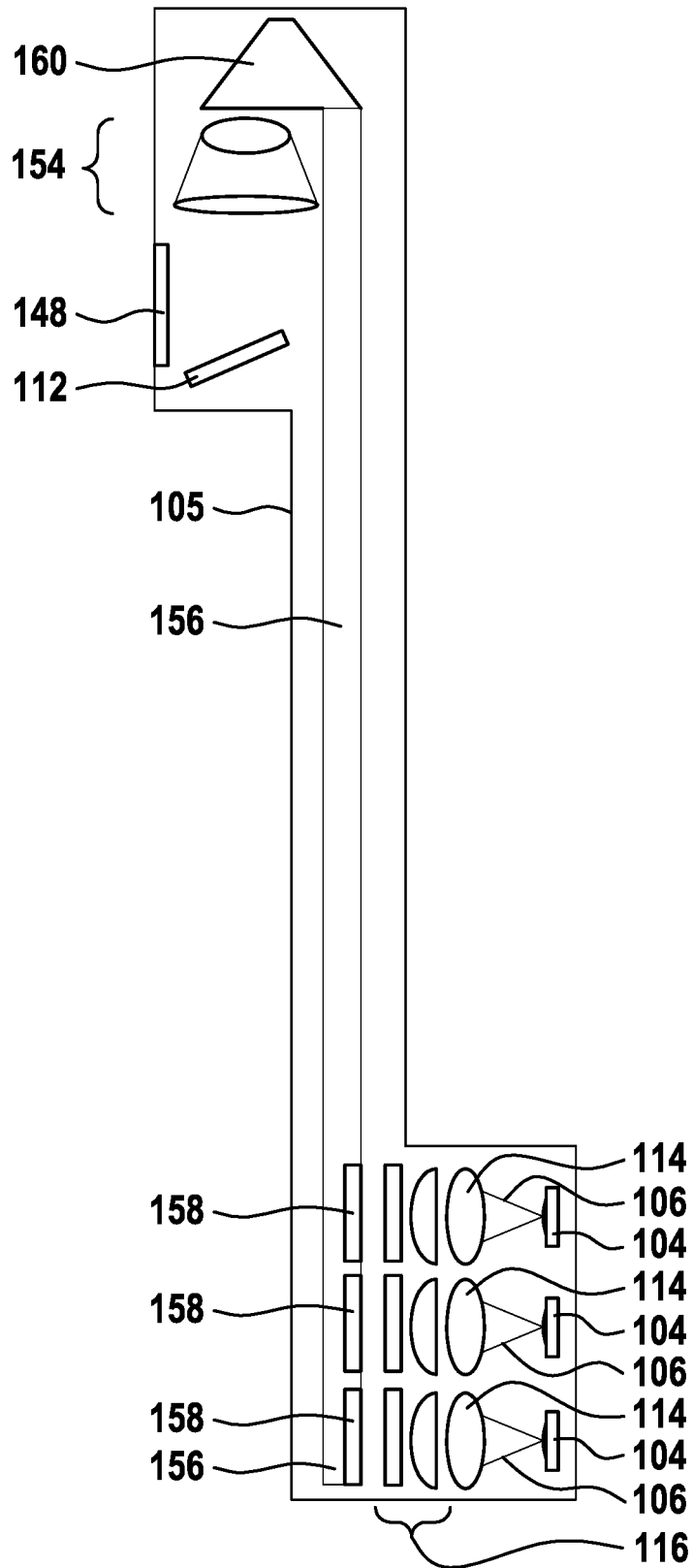


Fig. 11

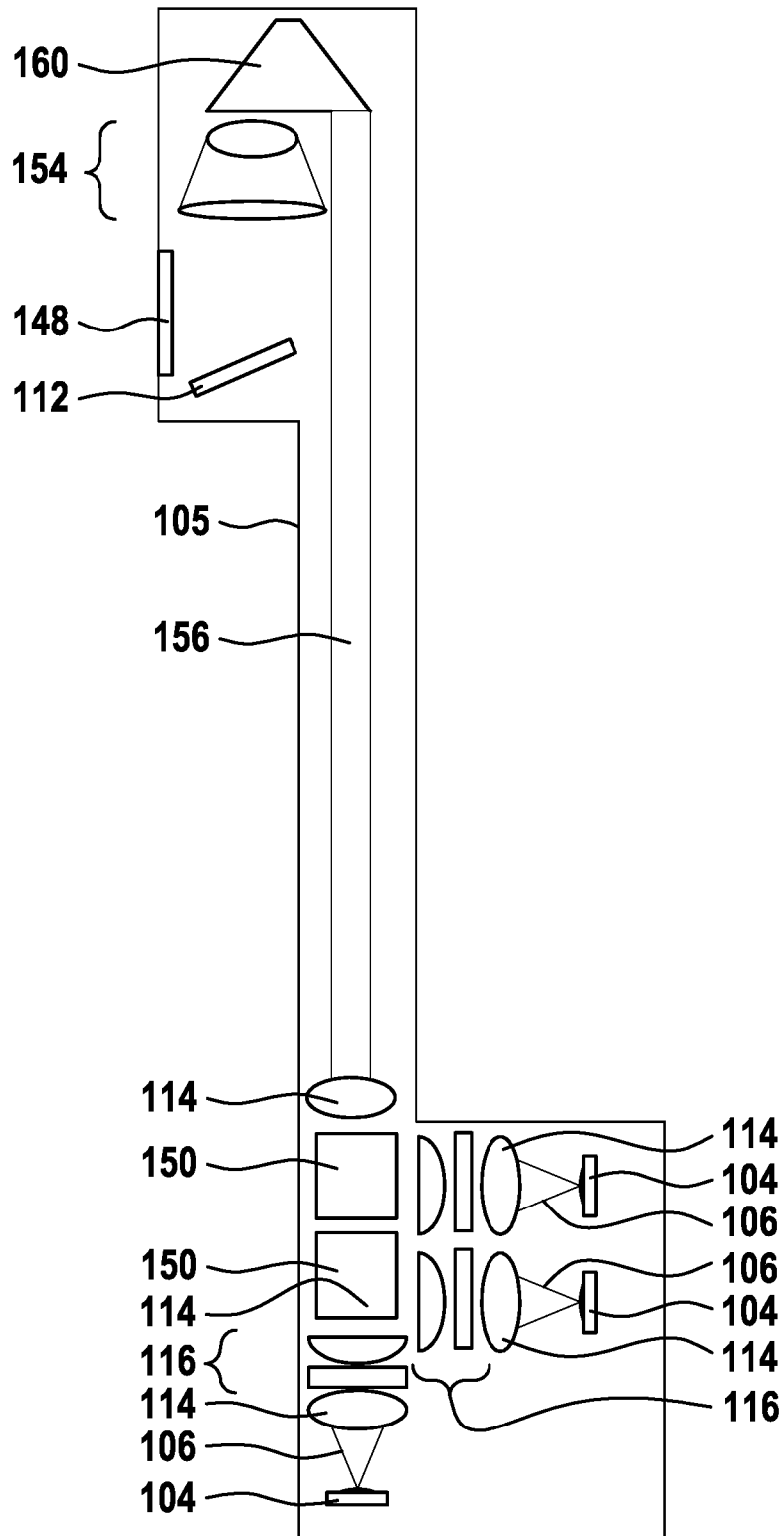
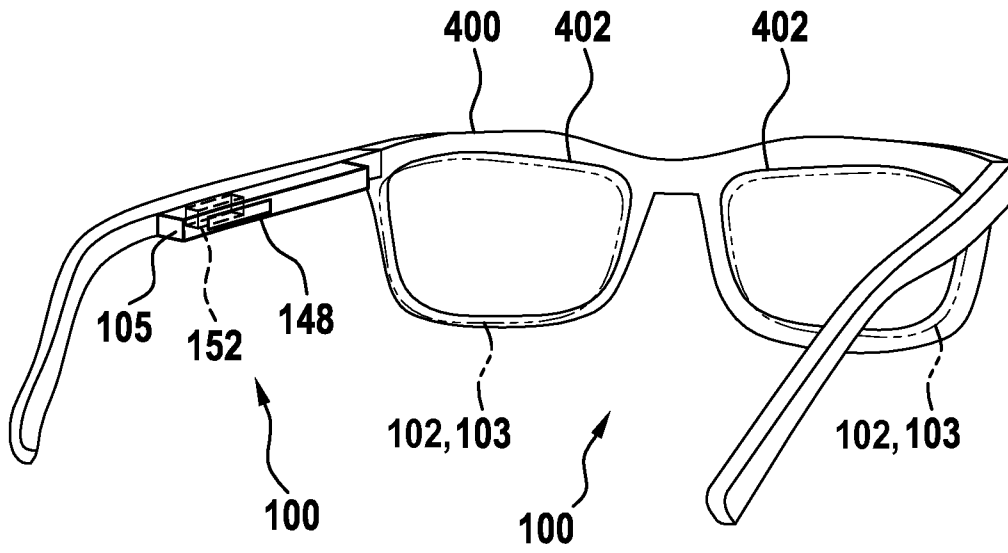


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/066623

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 27/01</i> (2006.01)i; <i>G02B 27/09</i> (2006.01)i; <i>G02B 26/10</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010060551 A1 (SUGIYAMA KEIJI [JP] ET AL) 11 March 2010 (2010-03-11) paragraphs [0275] - [0355], [0427] - [0455]; figures 1-7,11A-C,18,31	1-12
X	US 2016150201 A1 (KILCHER LUCIO [CH] ET AL) 26 May 2016 (2016-05-26) paragraphs [0026] - [0081]; figures 1-16	1-12
X	US 2016238845 A1 (ALEXANDER STEFAN [CA] ET AL) 18 August 2016 (2016-08-18) paragraphs [0051] - [0056]; figures 1,2	1-12
X	US 2009190094 A1 (WATANABE MITSUYOSHI [JP] ET AL) 30 July 2009 (2009-07-30) paragraphs [0030] - [0054]; figure 1	1,2,4-12
X	US 8783874 B1 (RIZA NABEEL A [US]) 22 July 2014 (2014-07-22) column 3 lines 8-17, column 9 line 21- column 11 line 7;figures 1-4	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 September 2018		Date of mailing of the international search report 27 September 2018
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Baur, Christoph Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/066623

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010060551	A1	11 March 2010	CN	101589327	A	25 November 2009
				JP	5216761	B2	19 June 2013
				JP	WO2009041055	A1	20 January 2011
				US	2010060551	A1	11 March 2010
				WO	2009041055	A1	02 April 2009
US	2016150201	A1	26 May 2016	CN	107076984	A	18 August 2017
				EP	3221736	A1	27 September 2017
				JP	2017538145	A	21 December 2017
				KR	20170087874	A	31 July 2017
				TW	201643503	A	16 December 2016
				US	2016150201	A1	26 May 2016
US	2016081888	A1	26 May 2016	WO	2016081888	A1	26 May 2016
				WO	2016081888	A1	26 May 2016
US	2016238845	A1	18 August 2016	AU	2016220044	A1	31 August 2017
				AU	2016220045	A1	31 August 2017
				AU	2016220134	A1	31 August 2017
				CA	2976898	A1	25 August 2016
				CA	2976903	A1	25 August 2016
				CA	2976905	A1	25 August 2016
				CN	107820578	A	20 March 2018
				CN	107820592	A	20 March 2018
				CN	108351519	A	31 July 2018
				EP	3259633	A1	27 December 2017
				EP	3259634	A1	27 December 2017
				EP	3259635	A1	27 December 2017
				JP	2018506744	A	08 March 2018
				JP	2018507442	A	15 March 2018
				JP	2018508036	A	22 March 2018
				KR	20170139509	A	19 December 2017
				KR	20170139510	A	19 December 2017
				KR	20170139511	A	19 December 2017
				SG	11201706545V	A	28 September 2017
				SG	11201706546R	A	28 September 2017
				SG	11201706548Q	A	28 September 2017
				US	2016238845	A1	18 August 2016
				US	2016377865	A1	29 December 2016
				US	2016377866	A1	29 December 2016
				US	2018101013	A1	12 April 2018
				US	2018252926	A1	06 September 2018
				WO	2016134033	A1	25 August 2016
WO	2016134037	A1	25 August 2016				
WO	2016134038	A1	25 August 2016				
US	2009190094	A1	30 July 2009	JP	4893200	B2	07 March 2012
				JP	2008083539	A	10 April 2008
				US	2009190094	A1	30 July 2009
				WO	2008038586	A1	03 April 2008
US	8783874	B1	22 July 2014	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G02B27/01 G02B27/09 G02B26/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/060551 A1 (SUGIYAMA KEIJI [JP] ET AL) 11. März 2010 (2010-03-11) Absätze [0275] - [0355], [0427] - [0455]; Abbildungen 1-7, 11A-C, 18, 31 -----	1-12
X	US 2016/150201 A1 (KILCHER LUCIO [CH] ET AL) 26. Mai 2016 (2016-05-26) Absätze [0026] - [0081]; Abbildungen 1-16 -----	1-12
X	US 2016/238845 A1 (ALEXANDER STEFAN [CA] ET AL) 18. August 2016 (2016-08-18) Absätze [0051] - [0056]; Abbildungen 1, 2 -----	1-12
X	US 2009/190094 A1 (WATANABE MITSUYOSHI [JP] ET AL) 30. Juli 2009 (2009-07-30) Absätze [0030] - [0054]; Abbildung 1 ----- -/--	1, 2, 4-12
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
20. September 2018		27/09/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Baur, Christoph

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 8 783 874 B1 (RIZA NABEEL A [US]) 22. Juli 2014 (2014-07-22) Spalte 3 Zeilen 8-17, Spalte 9 Zeile 21- Spalte 11 Zeile 7; Abbildungen 1-4 -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/066623

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010060551 A1	11-03-2010	CN 101589327 A	25-11-2009
		JP 5216761 B2	19-06-2013
		JP WO2009041055 A1	20-01-2011
		US 2010060551 A1	11-03-2010
		WO 2009041055 A1	02-04-2009

US 2016150201 A1	26-05-2016	CN 107076984 A	18-08-2017
		EP 3221736 A1	27-09-2017
		JP 2017538145 A	21-12-2017
		KR 20170087874 A	31-07-2017
		TW 201643503 A	16-12-2016
		US 2016150201 A1	26-05-2016
		WO 2016081888 A1	26-05-2016

US 2016238845 A1	18-08-2016	AU 2016220044 A1	31-08-2017
		AU 2016220045 A1	31-08-2017
		AU 2016220134 A1	31-08-2017
		CA 2976898 A1	25-08-2016
		CA 2976903 A1	25-08-2016
		CA 2976905 A1	25-08-2016
		CN 107820578 A	20-03-2018
		CN 107820592 A	20-03-2018
		CN 108351519 A	31-07-2018
		EP 3259633 A1	27-12-2017
		EP 3259634 A1	27-12-2017
		EP 3259635 A1	27-12-2017
		JP 2018506744 A	08-03-2018
		JP 2018507442 A	15-03-2018
		JP 2018508036 A	22-03-2018
		KR 20170139509 A	19-12-2017
		KR 20170139510 A	19-12-2017
		KR 20170139511 A	19-12-2017
		SG 11201706545V A	28-09-2017
		SG 11201706546R A	28-09-2017
		SG 11201706548Q A	28-09-2017
		US 2016238845 A1	18-08-2016
		US 2016377865 A1	29-12-2016
		US 2016377866 A1	29-12-2016
		US 2018101013 A1	12-04-2018
		US 2018252926 A1	06-09-2018
		WO 2016134033 A1	25-08-2016
WO 2016134037 A1	25-08-2016		
WO 2016134038 A1	25-08-2016		

US 2009190094 A1	30-07-2009	JP 4893200 B2	07-03-2012
		JP 2008083539 A	10-04-2008
		US 2009190094 A1	30-07-2009
		WO 2008038586 A1	03-04-2008

US 8783874 B1	22-07-2014	KEINE	
