

(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  
19. Januar 2017 (19.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/008971 A1**

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/063444

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Juni 2016 (13.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102015213376.1 16. Juli 2015 (16.07.2015) DE

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

(72) Erfinder: **FIESS, Reinhold**; Hohenberg 6, 77770 Durbach  
(DE). **WERNER, Tobias**; Pappelweg 43, 71069  
Sindelfingen (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, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,  
KR, 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.

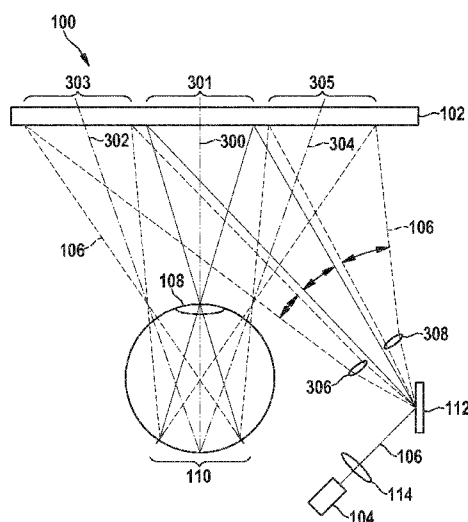
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, 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)

(54) Title: PROJECTION DEVICE FOR DATA GLASSES, DATA GLASSES, AND METHOD FOR OPERATING A  
PROJECTION DEVICE FOR DATA GLASSES

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



(57) Abstract: The invention relates to a projection device (100) for data glasses. The projection device (100) comprises at least one light source (104) for emitting a light beam (106), and at least one holographic element (102) that is arranged, or can be arranged, on a lens of the data glasses for projecting an image onto a retina (110) of a user of the data glasses by deflecting and/or focusing the light beam (106) onto an eye lens (108) of the user.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Projektionsvorrichtung (100) für eine Datenbrille. Die Projektionsvorrichtung (100) umfasst zumindest eine Lichtquelle (104) zum Aussenden eines Lichtstrahls (106) und zumindest ein an einem Brillenglas der Datenbrille angeordnetes oder anordenbares holografisches Element (102) zum Projizieren eines Bilds auf eine Netzhaut (110) eines Nutzers der Datenbrille durch Umlenken und/oder Fokussieren des Lichtstrahls (106) auf eine Augenlinse (108) des Nutzers.

Fig. 3

5 Beschreibung

Titel

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

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung oder einem Verfahren nach Gattung der unabhängigen Ansprüche. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Computerprogramm.

20

Ein in der Zukunft erwarteter Trend ist das Tragen von Datenbrillen, die virtuelle Bildinformationen ins Sichtfeld eines Nutzers einblenden können. Während aktuelle Datenbrillen beispielsweise nicht transparent sind und dadurch die Umwelt ausblenden, verfolgen neuere Konzepte den Ansatz der Überlagerung virtueller Bildinhalte mit der Umwelt. Das Überlagern virtueller Bildinhalte mit der darüber hinaus noch wahrgenommenen Umwelt wird als Augmented Reality bezeichnet. Eine Anwendung ist beispielsweise das Einblenden von Informationen bei der Ausübung beruflicher Tätigkeiten. So könnte ein Mechaniker eine technische Zeichnung sehen oder die Datenbrille könnte bestimmte Bereiche einer Maschine farblich kennzeichnen. Das Konzept findet jedoch auch im Bereich von Computerspielen oder anderen Freizeitbeschäftigungen Anwendung.

25

30

Offenbarung der Erfindung

35

Vor diesem Hintergrund werden mit dem hier vorgestellten Ansatz eine Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille, eine Datenbrille, ein Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille, weiterhin ein Steuergerät, das dieses Verfahren verwendet, sowie schließlich ein

entsprechendes Computerprogramm gemäß den Hauptansprüchen vorgestellt.  
Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind  
vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im unabhängigen  
Anspruch angegebenen Vorrichtung möglich.

5

Es wird eine Projektionsvorrichtung für eine Datenbrille vorgestellt, wobei die  
Projektionsvorrichtung folgende Merkmale aufweist:

zumindest eine Lichtquelle zum Aussenden eines Lichtstrahls; und

10

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.

15

Unter einer Lichtquelle kann ein lichtemittierendes Element wie etwa eine  
Leuchtdiode, Laserdiode oder organische Leuchtdiode 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  
abtasten 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.

20

25

30

Unter einem holografischen Element kann beispielsweise ein holografisch-  
optisches Bauelement, kurz HOE, verstanden werden, das 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 am Brillenglas mit der Umwelt überlagert werden.

Der hier vorgestellte Ansatz beruht auf der Erkenntnis, dass durch ein an einem Brillenglas einer Datenbrille angeordnetes holografisches Element ein Lichtstrahl derart auf eine Netzhaut eines Trägers der Datenbrille gelenkt werden kann, 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 projiziert werden.

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 Überlagerung des Bildinhalts mit der Umgebung ermöglicht. Dadurch, dass das Bild mittels des holografischen Elements direkt auf die Netzhaut geschrieben werden kann, kann auf einen DLP-Chip (DLP = digital light processing) verzichtet werden. Ferner kann dadurch eine besonders große Tiefenschärfe erreicht werden.

Gemäß einer Ausführungsform kann die Projektionsvorrichtung zumindest ein Reflexionselement zum Reflektieren des Lichtstrahls auf das holografische Element aufweisen. 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 holografische Element flächig, insbesondere etwa in Zeilen und Spalten, mit dem Lichtstrahl abgetastet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das holografische Element zumindest einen einer ersten Blickrichtung des Nutzers zugeordneten ersten Projektionsflächenbereich und einen außerhalb des ersten Projektionsflächenbereiches angeordneten und einer zweiten Blickrichtung des Nutzers zugeordneten zweiten Projektionsflächenbereich zum Umlenken und/oder Fokussieren des Lichtstrahls aufweisen. Das Reflexionselement kann ausgebildet sein, um den Lichtstrahl auf den ersten Projektionsflächenbereich und den zweiten Projektionsflächenbereich zu reflektieren. Unter einem Projektionsflächenbereich kann ein Teilabschnitt einer beim Tragen der Datenbrille einem Auge des Nutzers zugewandten Oberfläche des holografischen Elements verstanden werden. Die verschiedenen Projektionsflächenbereiche können dabei teilweise oder vollständig überlappen oder räumlich getrennt voneinander sein. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass der Lichtstrahl unter Verwendung nur einer Lichtquelle in unterschiedliche, als alternative Abbildungswege fungierende Bereiche aufgefächert werden kann. Dies hat den Vorteil, dass bei Bewegungen der Pupille durch Abänderung der Blickrichtung des Nutzers keine Bildinformationen verloren gehen, da dem Nutzer mehrere nutzbare Abbildungswege als Eyebox zur Verfügung stehen. Somit kann auf eine Eye-Tracking-Einheit zum Erfassen von Augenbewegungen verzichtet werden, wodurch die Herstellungskosten der Projektionsvorrichtung reduziert werden können.

Von Vorteil ist auch, wenn die Projektionsvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform zumindest ein optisches Element zum Umlenken und/oder Fokussieren eines von dem Reflexionselement reflektierten Lichtstrahls auf die erste Projektionsfläche und/oder die zweite Projektionsfläche aufweist. Bei dem optischen Element kann es sich beispielsweise ebenfalls um ein holografisches Element handeln. Denkbar ist aber auch die Verwendung eines Spiegels oder einer Linse als optisches Element. Durch diese Ausführungsform kann mit

verhältnismäßig geringem Aufwand sichergestellt werden, dass der Nutzer beim Betrachten sowohl der ersten wie auch der zweiten Projektionsfläche ein scharfes, unverfälschtes Bild wahrnimmt.

5       Ferner kann die Projektionsvorrichtung zumindest ein Kollimationselement zum Kollimieren eines von der Lichtquelle ausgesandten Lichtstrahls aufweisen. Unter einem Kollimationselement kann beispielsweise eine als Kollimator fungierende Linse zum Parallelrichten des Lichtstrahls verstanden werden. Dadurch kann der Lichtstrahl in einer möglichst geraden Linie zum holografischen Element oder  
10       zum Reflexionselement gelenkt werden. Beispielsweise kann durch das Schreiben eines Bilds mittels kollimierter Laserstrahlen erreicht werden, dass eine Bildschärfe weitestgehend unabhängig von einer Fokussierung der Augenlinse ist, wodurch der Nutzer das Bild auch bei Fokussierung auf unterschiedliche Ebenen im realen Raum noch scharf wahrnimmt.

15       Es ist vorteilhaft, wenn die Lichtquelle zumindest eine Laserdiode aufweist. Insbesondere kann die Lichtquelle drei Laserdioden zum Aussenden von Lichtstrahlen in drei unterschiedlichen Wellenlängen wie etwa Rot, Grün und Blau aufweisen. Dies hat den Vorteil, dass das holografische Element nur für drei  
20       verhältnismäßig weit auseinanderliegende Wellenlängen ausgelegt werden kann, wodurch die optischen Funktionen für die jeweiligen Wellenlängen effektiv voneinander getrennt werden können.

25       Der hier vorgeschlagene Ansatz schafft ferner eine Datenbrille mit folgenden Merkmalen;

einem Brillenglas; und

30       einer Projektionsvorrichtung gemäß einer der hier beschriebenen Ausführungsformen, wobei das holografische Element am Brillenglas angeordnet ist.

35       Beispielsweise kann durch die Verwendung des holografischen Elements zur Formung und Umlenkung eines über ein Reflexionselement in Form eines Mikrospiegels gescannten RGB-Lasers ein scharfes Bild auf der Netzhaut

geschrieben werden. Gemäß einer Ausführungsform dient das Reflexionselement dabei nicht nur zum Schreiben der Zeilen und Spalten des Bilds, sondern auch zur teilweisen oder vollständigen räumlichen Trennung verschiedener im Sichtfeld des Auges liegender Abbildungswege.

5

Je nach Ausführungsform können diese Abbildungswege nach der räumlichen Trennung teilweise mittels weiterer holografischer Elemente manipuliert werden, um die Lichtstrahlen an die optische Funktion des gemeinsam genutzten, am Brillenglas befindlichen holografischen Elements anzupassen. Durch die Kombination geeigneter Hologramme können beispielsweise in jedem der Abbildungswege scharfe Laserspots erzeugt werden, mit denen sich ein scharf aufgelöstes Bild auf die Netzhaut des Nutzers schreiben lässt.

10

Beispielsweise können mittels verschiedener Projektionsflächen des holografischen Elements zwei oder mehr Abbildungswege erzeugt werden. Die Verwendung von nur drei Laserquellen hat etwa den Vorteil, dass das holografische Element nur für drei sehr weit auseinanderliegende Wellenlängen ausgelegt werden kann, wodurch die jeweiligen optischen Funktionen effektiv voneinander getrennt werden können.

15

20

Schließlich schafft der hier vorgeschlagene Ansatz ein Verfahren zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung gemäß einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

25

Ansteuern der Lichtquelle, um den Lichtstrahl auszusenden; und

Bereitstellen eines Steuersignals zum Steuern eines Reflexionselements, um den Lichtstrahl auf das holografische Element zu lenken und/oder zu fokussieren.

30

Hierbei ist es von Vorteil, wenn die Lichtquelle im Schritt des Ansteuerns angesteuert wird, um den Lichtstrahl gepulst auszusenden. Dadurch kann eine Vielzahl unterschiedlicher Bildpunkte auf der Netzhaut erzeugt werden. Ferner kann dadurch ein wahrgenommener Strahlendurchmesser des Lichtstrahls reduziert werden.

35

Dieses Verfahren kann beispielsweise in Software oder Hardware oder in einer Mischform aus Software und Hardware beispielsweise in einem Steuergerät implementiert sein.

5 Der hier vorgestellte Ansatz schafft ferner ein Steuergerät, das ausgebildet ist, um die Schritte einer Variante eines hier vorgestellten Verfahrens in entsprechenden Einrichtungen durchzuführen, anzusteuern bzw. umzusetzen. Auch durch diese Ausführungsvariante der Erfindung in Form eines Steuergeräts kann die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe schnell und effizient gelöst  
10 werden.

Unter einem Steuergerät kann vorliegend ein elektrisches Gerät verstanden werden, das Sensorsignale verarbeitet und in Abhängigkeit davon Steuer- und/oder Datensignale ausgibt. Das Steuergerät kann eine Schnittstelle  
15 aufweisen, die hard- und/oder softwaremäßig ausgebildet sein kann. Bei einer hardwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen beispielsweise Teil eines sogenannten System-ASICs sein, der verschiedenste Funktionen des Steuergeräts beinhaltet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Schnittstellen eigene, integrierte Schaltkreise sind oder zumindest teilweise aus diskreten  
20 Bauelementen bestehen. Bei einer softwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen Softwaremodule sein, die beispielsweise auf einem Mikrocontroller neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt oder Computerprogramm mit  
25 Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger oder Speichermedium wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung, Umsetzung und/oder Ansteuerung der Schritte des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, insbesondere wenn das  
30 Programmprodukt oder Programm auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Projektionsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Projektionsvorrichtung mit beweglichem Reflexionselement gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Projektionsvorrichtung mit mehreren Abbildungswegen gemäß einem Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Datenbrille gemäß einem Ausführungsbeispiel; und

Fig. 5 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel.

In der nachfolgenden Beschreibung günstiger Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Projektionsvorrichtung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Gezeigt ist die prinzipielle Funktionsweise einer Datenbrille auf Basis eines holografischen Elements 102. Die Projektionsvorrichtung 100 weist eine Lichtquelle 104 zum Aussenden eines Lichtstrahls 106 in Richtung des holografischen Elements 102 auf. Bei der Lichtquelle 104 handelt es sich beispielsweise um eine Laserdiode. Das holografische Element 102 ist an einem hier nicht gezeigten Brillenglas der Datenbrille angebracht und ausgebildet, um den Lichtstrahl 106 derart umzulenken oder zu fokussieren, dass der Lichtstrahl 106 durch eine Augenlinse 108 auf eine Netzhaut 110 eines Auges eines Nutzers der Datenbrille trifft und dort einen Bildpunkt 111, etwa einen Laserspot, erzeugt.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist ein Mikrospiegel als Reflexionselement 112 in einem Strahlengang des Lichtstrahls 106 zwischen der Lichtquelle 104

und dem holografischen Element 102 angeordnet. Das Reflexionselement 112 reflektiert den Lichtstrahl 106 in Fig. 1 derart auf eine dem Auge des Nutzers zugewandte Oberfläche des holografischen Elements 102, dass der Lichtstrahl 106 von dort in etwa mittig auf die Netzhaut 110 trifft.

5  
Ferner ist zwischen der Lichtquelle 104 und dem Reflexionselement 112 ein optionales, beispielhaft als Kollimationslinse realisiertes Kollimationselement 114 angeordnet, das dazu dient, den von der Lichtquelle 104 ausgesandten Lichtstrahl 106 parallelzurichten, sodass dieser in einer im Wesentlichen geraden  
10 Linie auf das Reflexionselement 112 trifft.

Die Projektionsvorrichtung 100 bedient sich der Netzhaut des menschlichen Auges als Projektionsfläche und schreibt ein Bild direkt auf die Netzhaut. Mittels des holografischen Elements 102 kann der einzelne Lichtstrahl 106 derart  
15 geformt werden, dass dessen natürliche, gaußförmige Aufweitung im Raum und somit dessen Strahldurchmesser auf der Netzhaut reduziert wird.

In Fig. 1 ist die prinzipielle Funktionsweise der Projektionsvorrichtung 100 gezeigt. Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird das Licht einer Laserdiode als  
20 Lichtquelle 104 mittels einer Linse als Kollimationselement 114 kollimiert und in Richtung eines Mikrospiegels als Reflexionselement 112 geführt. Das Reflexionselement 112 lenkt das Licht in Richtung des holografischen Elements 102 um. Der Lichtstrahl 106 wird durch die gaußförmige Ausbreitung auf eine Engstelle im Raum zulaufen und sich anschließend wieder verbreitern. Das sich  
25 am Brillenglas befindliche holografische Element 102 wirkt als umlenkendes und fokussierendes Element. Der Lichtstrahl 106 wird dort neu geformt und in Richtung des Auges geleitet. Bei Durchgang durch die Augenlinse 108 wird der Lichtstrahl 106 kaum beeinflusst, da der Strahldurchmesser nur zur Ausleuchtung eines sehr kleinen Teils der Augenlinse 108 führt. Am Auftreffpunkt  
30 des Lichtstrahls 106 auf der Netzhaut 110 kann durch eine geeignete Auslegung des holografischen Elements 102 und sonstiger optischer Elemente der Projektionsvorrichtung 100 ein ausreichend kleiner Strahldurchmesser erreicht werden.

Wird das Reflexionselement 112 bewegt, wie nachfolgend anhand von Fig. 2 näher erläutert, so scannt dieses den Lichtstrahl 106 über das holografische Element 102, das den Lichtstrahl 106 wiederum in Richtung des Auges ablenkt. Durch den dadurch bedingten schrägen Einfall des Lichtstrahls 106 durch die Augenlinse 108 wird der Auftreffpunkt auf der Netzhaut 110 entsprechend verschoben. Das Reflexionselement 112 scannt also gleichermaßen auch über die Netzhaut 110. Durch schnelles Ein- und Ausschalten der Lichtquelle 104 an den jeweiligen mit Bildpunkten zu beleuchtenden Stellen der Netzhaut 110 wird nun ein Bild auf die Netzhaut 110 geschrieben.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel lässt sich das anhand von Fig. 1 beschriebene Prinzip auch mit verschiedenen Laserfarben gleichzeitig realisieren. Hierbei verarbeitet das holografische Element 102 beispielsweise die verschiedenen Wellenlängen der drei Grundfarben eines Bildes weitestgehend unabhängig voneinander. Durch den chromatischen Abstand der Wellenlängen übt also eine einer ersten Farbe zugeordnete optische Funktion keinen störenden Einfluss auf eine einer zweiten Farbe zugeordnete optische Funktion des holografischen Elements 102 aus.

Durch den geringen Einfluss der Augenlinse 108 sieht das Auge das geschriebene Bild auch bei Fokussierung unterschiedlicher Ebenen im realen Raum scharf. Dies ist besonders vorteilhaft bei der Realisierung von Augmented-Reality-Systemen.

Eine Anforderung an Datenbrillensysteme besteht beispielsweise darin, dass die Augenlinse 108 bewegt werden kann, ohne dass die wahrgenommene Bildinformation verloren geht. Dreht sich das Auge, so kann es sein, dass sich die Augenlinse 108 aus dem Bereich des Laserstrahls hinausbewegt und somit das Bild verloren geht.

Um dies zu kompensieren, werden dem Auge mehrere Abbildungswege angeboten, wie nachfolgend anhand von Fig. 3 gezeigt.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Projektionsvorrichtung 100 mit beweglichem Reflexionselement 112 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Bei der

Projektionsvorrichtung 100 handelt es sich beispielsweise um eine anhand von Fig. 1 beschriebene Projektionsvorrichtung. Im Unterschied zu Fig. 1 ist das Reflexionselement 112 gemäß Fig. 2 beweglich ausgeführt. Beispielsweise weist das Reflexionselement 112 eine um zumindest eine Achse bewegliche  
5 Spiegelfläche auf. Je nach Neigung der Spiegelfläche wird der Lichtstrahl 106 unter unterschiedlichen Einfallswinkeln auf unterschiedliche Punkte der Oberfläche des holografischen Elements 102 gelenkt, sodass sich der auf der Netzhaut 110 projizierte Bildpunkt 112 entsprechend verschiebt.

10 Gemäß diesem Ausführungsbeispiel sind die Lichtquelle 104 und das Reflexionselement 112 durch ein Steuergerät 200 ansteuerbar. Das Steuergerät 200 ist ausgebildet, um ein Aktivierungssignal 202 zum Aktivieren der Lichtquelle 104 an die Lichtquelle 104 sowie ein Steuersignal 204 zum Steuern des Reflexionselements 112 an das Reflexionselement 112 zu senden.  
15 Beispielsweise ist das Steuergerät 200 als eine Komponente der Projektionsvorrichtung 100 realisiert.

Fig. 2 veranschaulicht das Prinzip des Scannens der Netzhaut 110. Wird das Reflexionselement 112 aus seiner Ausgangsstellung bewegt, so wird das  
20 holografische Element 102 aufgrund des geänderten Einfallswinkels und des geänderten Auftreffpunkts an einer anderen Stelle beleuchtet. Der Lichtstrahl 106 wird weiterhin durch die Augenlinse 108 geführt, jedoch trifft er nun auf einen anderen Punkt der Netzhaut 110. Ein durch Verstellen des Reflexionselements 112 geänderter Strahlengang des Lichtstrahls 106 ist mit gestrichelten Linien  
25 gekennzeichnet. Auf diese Weise lässt sich ein auf der Netzhaut 110 darzustellendes Bild pixelweise auf die Netzhaut schreiben.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Projektionsvorrichtung 100 mit mehreren Abbildungswegen gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die  
30 Projektionsvorrichtung 100 entspricht im Wesentlichen einer vorangehend anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen Projektionsvorrichtung, mit dem Unterschied, dass die Oberfläche des holografischen Elements 102 gemäß diesem Ausführungsbeispiel in eine einer ersten Blickrichtung 300 des Auges zugeordnete erste Projektionsfläche 301, eine einer zweiten Blickrichtung 302  
35 des Auges zugeordnete zweite Projektionsfläche 303 und eine einer dritten

Blickrichtung 304 des Auges zugeordnete dritte Projektionsfläche 305 zum Projizieren des Lichtstrahls 106 auf die Netzhaut 110 unterteilt ist, wobei die drei Projektionsflächen 301, 303, 305 sich überlappen oder voneinander getrennt sein können. Dabei ist die erste Projektionsfläche 301, die beispielhaft einem in Fig. 1  
5 gezeigten Strahlengang des Lichtstrahls 106 entspricht, zwischen der zweiten Projektionsfläche 303 und der dritten Projektionsfläche 305 angeordnet. Entsprechend ist das Reflexionselement 112 ausgebildet, um den Lichtstrahl 106 alternierend oder gleichzeitig auf eine der drei Projektionsflächen 301, 303, 305 zu lenken oder zu fokussieren.

10 Mittels der Projektionsflächen 301, 303, 305 können gleichzeitig mehrere Abbildungswege für die Pupille des Auges erzeugt werden. Bewegt sich das Auge durch Änderung der Blickrichtung des Nutzers, so fängt die Augenlinse 108 weiterhin den Lichtstrahl 106 auf, um zu ermöglichen, dass die Bildinformation  
15 weiterhin auf der Netzhaut 110 abgebildet und somit vom Nutzer wahrgenommen wird.

Eine derartige Unterteilung der Oberfläche des holografischen Elements 102 in mehrere Projektionsflächen ermöglicht ferner die Abbildung von Teilbildern eines  
20 stereoskopischen Bildes. Scanbereiche für solche Teilbilder sind in Fig. 3 jeweils mit einem Doppelpfeil markiert.

Optional weist die Projektionsvorrichtung 100 gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein erstes optisches Element 306 zum Umlenken oder  
25 Fokussieren des von dem Reflexionselement 112 reflektierten Lichtstrahls 106 auf die zweite Projektionsfläche 303 und ein zweites optisches Element 308 zum Umlenken oder Fokussieren des von dem Reflexionselement 112 reflektierten Lichtstrahls 106 auf die dritte Projektionsfläche 305 auf. Die beiden optischen Elemente 306, 308 sind beispielsweise als holografische Elemente realisiert.

30 Zur besseren Erkennbarkeit ist der von der Lichtquelle 104 ausgesandte Lichtstrahl 106 nicht als sich ausbreitender, einzelner Gaußstrahl, sondern als linienförmiger, dünner, paralleler Strahl angenähert. Der auf das Reflexionselement 112 treffende kollimierte Lichtstrahl 106 wird dabei von dem  
35 sich bewegenden Reflexionselement 112 in unterschiedliche Richtungen

abgelenkt. Der Verstellwinkel des Reflexionselements 112 ist in mehrere Winkelbereiche unterteilt, innerhalb derer das Reflexionselement 112 jeweils derart verstellbar ist, dass das gesamte darzustellende Bild darin geschrieben werden kann. Es wird also mehrmals ein Bild geschrieben und in  
5 unterschiedliche Richtungen gelenkt, wobei die einzelnen Bilder perspektivisch korrigiert sein können.

Das holografische Element 102 ist beispielsweise im Bereich der ersten Projektionsfläche 301 derart optimiert, dass sich beim Auftreffen des Lichtstrahls  
10 106 auf der Netzhaut 110 ein ausreichend kleiner Strahldurchmesser ergibt, um ein hoch aufgelöstes Bild schreiben zu können. Die durch die zwei Projektionsflächen 303, 305 gebildeten alternativen Abbildungswege, die hier beispielhaft neben dem mittleren Weg in Gestalt der ersten Projektionsfläche 301 dargestellt sind, bewirken, dass die Apertur der Augenlinse 108 bei einer  
15 Drehung des Auges weiterhin eine Projektion des Lichtstrahls 106 auf die Netzhaut 110 ermöglicht. Dadurch wird eine kleine Eyebox erzeugt, innerhalb derer das Bild für das Auge wahrnehmbar ist. Beispielsweise werden die verschiedenen Abbildungswege ständig und simultan angeboten. Dadurch ist es nicht mehr erforderlich, die genaue Position der Augenlinse 108 in Echtzeit zu  
20 ermitteln. So kann auf eine aufwendige Eye-Tracking-Einheit verzichtet werden.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel befinden sich im Abbildungsweg der beiden äußeren Pfade zusätzliche Hologramme als optische Elemente 306, 308, durch die der Lichtstrahl 106 umgelenkt und neu fokussiert wird, zumal das  
25 holografische Element 102 auf den mittleren Abbildungsweg optimiert ist. Die optischen Elemente 306, 308 passen die Strahlform des Laserstrahls 106 an, um auch beim Betrachten des holografischen Elements 102 aus der zweiten Blickrichtung 302 und der dritten Blickrichtung 304 einen geringen Strahldurchmesser auf der Netzhaut 110 sicherzustellen und ein scharfes Bild zu  
30 erzeugen. Außerdem lenken die optischen Elemente 306, 308 den Lichtstrahl 106 wieder in Richtung des holografischen Elements 102 um, nachdem der Winkel durch das Reflexionselement 112 vergrößert wurde. Durch die Verwendung von Hologrammen als optische Elemente kann der dazu erforderliche Umlenkwinkel auf sehr kleinem Raum erreicht werden.

Alle dem Auge dargebotenen Bilder werden beispielsweise unter Verwendung ein und derselben Laserquellen erzeugt, beispielsweise dreier Laserquellen in den Grundfarben Rot, Grün und Blau. Dies hat den Vorteil, dass das holografische Element 102 nur diese drei Farben verarbeiten muss. Über die  
5 alternativ angebotenen Abbildungswege trifft der Lichtstrahl 106 auf einem anderen Ort und unter einem anderen Winkel auf das holografische Element 102. Dieses wird durch die leicht geänderten Einstrahlbedingungen automatisch in leicht andere Richtungen abgelenkt, wodurch die Eyebbox für die Augenlinse erzeugt werden kann. Die Korrektur der Strahlqualität erfolgt durch die in den  
10 alternativen Abbildungswegen platzierten optischen Elemente 306, 308.

Durch die Platzierung des holografischen Elements 102 am Brillenglas erweist sich das System als besonders flexibel bei der Wahl des Einstrahlwinkels, unter dem der Lichtstrahl 106 auf das holografische Element 102 trifft. Beispielsweise  
15 ist das holografische Element 102 ausgebildet, um Einstrahlwinkel von über 80 Grad zur Oberflächennormalen zu verarbeiten. Dadurch können Freiheiten bei der Platzierung der optischen Elemente geschaffen werden.

Um das System weiter zu optimieren, können statt Hologrammen, die mit  
20 einfachen Punktlichtquellen aufgenommen sind, auch pixelweise geschriebene oder gedruckte Hologramme als holografisches Element 102 verwendet werden. In solchen Hologrammen können etwa komplexere optische Funktionen realisiert sein, die für die Korrektur der Strahlqualität genutzt werden können, etwa um die Spotdurchmesser zu verkleinern und damit höhere Auflösungen zu erzielen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel sind die optischen Elemente 306, 308  
alternativ als refraktive Optiken oder Spiegeloptiken realisiert. Wird die Lichtquelle 104 entsprechend positioniert, so ist es beispielsweise auch durch die  
Verwendung kleiner Freiformspiegel möglich, eine Umlenkung in Richtung des  
30 holografischen Elements 102 und eine Anpassung der Strahlform vorzunehmen.

Denkbar wäre auch die Verwendung einer reflexiven Optik anstatt des holografischen Elements 102.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Datenbrille 400 mit einer vorangehend anhand der Figuren 1 bis 3 beschriebenen Projektionsvorrichtung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Datenquelle weist ein Brillenglas 402 auf, an dem das holografische Element 102 angeordnet ist. Beispielsweise ist das holografische Element 102 als Teil des Brillenglases 402 realisiert. Alternativ ist das holografische Element 102 als ein separates Element realisiert und mittels eines geeigneten Fügeverfahrens mit dem Brillenglas 402 verbunden.

Die hier vorgeschlagene Datenbrille arbeitet mit holografischen Elementen, um Laserstrahlen derart zu manipulieren, dass damit ein Bild auf die Netzhaut des Nutzers geschrieben werden kann. Hierzu sollte der Laserstrahl einen ausreichend kleinen Durchmesser auf der Netzhaut aufweisen, um kleine Pixel schreiben und damit eine hohe Auflösung im Bild erreichen zu können.

Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 500 zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Verfahren 500 kann beispielsweise im Zusammenhang mit einer vorangehend anhand der Figuren 1 bis 4 beschriebenen Projektionsvorrichtung ausgeführt werden. In einem Schritt 510 erfolgt die Ansteuerung der Lichtquelle, um den Lichtstrahl auszusenden. Je nach Ausführungsform wird entweder gleichzeitig oder nachfolgend auf den Schritt 510 in einem Schritt 520 ein Steuersignal zum Steuern des Reflexionselements bereitgestellt. Unter Verwendung des Steuersignals kann das Reflexionselement derart verstellt werden, dass der Lichtstrahl so auf das holografische Element gelenkt oder fokussiert wird, dass er von dort aus durch die Augenlinse auf die Netzhaut des Nutzers trifft und dort ein scharfes Bild erzeugt.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird im Schritt 510 die Lichtquelle derart angesteuert, dass der Lichtstrahl mit einer bestimmten Frequenz gepulst ausgesandt wird. Beispielsweise kann im Schritt 520 das Steuersignal synchronisiert zum Puls des Lichtstrahls bereitgestellt werden.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird das mittels des Kollimationselements kollimierte Licht dreier Laserdioden der Lichtquelle überlagert und über einen sich bewegenden Mikrospiegel als Reflexionselement umgelenkt. Das

Reflexionselement bewegt einen Laserstrahl über eine Projektionsfläche in Form des holografischen Elements, wobei der Laser schnell ein- und ausgeschaltet wird, um Pixel auf die Projektionsfläche zu schreiben. Nach einem Durchlauf hat sich der Lichtstrahl einmal über jede Stelle der Projektionsfläche bewegt und dort jedes Pixel mit Licht versorgt oder auch nicht. Damit ist das Bild auf die Projektionsfläche geschrieben. Bei einer Bildfrequenz von 60 Hz bewegt sich der Lichtstrahl beispielsweise 60-mal pro Sekunde über jedes Pixel der Projektionsfläche.

Um Spotgrößen von kleiner 60  $\mu\text{m}$  zu erreichen, kann der Lichtstrahl mit sehr kurzen Pulsen gepulst werden. Da der Lichtstrahl über die Netzhaut scannt, muss er ohnehin gepulst werden, um die einzelnen Pixel zu schreiben. Die Intensität des Lichtstrahls auf der Netzhaut weist innerhalb des Strahldurchmessers ein gaußförmiges Profil auf. Wird der Laser sehr kurz gepulst, nimmt das Auge nicht die komplette Breite dieses Gaußprofils wahr, sondern nur noch den Bereich der Spitze dieses Profils. Dadurch werden beispielsweise von einem 60  $\mu\text{m}$  breiten Strahl nur noch 20  $\mu\text{m}$  wahrgenommen, was die effektive Pixelgröße des Bildes reduziert und damit die Auflösung erhöht.

Eine Spotgröße von 20  $\mu\text{m}$  auf der Netzhaut erlaubt beispielsweise das Schreiben eines Bildes, das der Auflösung eines Full-HD-Monitors entspricht, der 40 Grad des Blickfelds einnimmt.

Wird mittels des anhand von Fig. 5 beschriebenen Verfahrens 500 gleichzeitig für beide Augen ein virtuelles Bild erzeugt, so kann beispielsweise durch eine gegenseitige Verschiebung der beiden Teilbilder ein 3-D-Effekt erzielt werden. Bei konventionellen Systemen zur 3-D-Darstellung wird eine Leinwand wie beispielsweise eine Kinoleinwand verwendet, auf die das Auge scharf stellen soll. Auch wenn sich ein Objekt im Bild durch den 3-D-Effekt zum Betrachter hin oder von ihm weg verschiebt, sollte das Auge auf die Leinwand fokussiert bleiben, um das Objekt scharf sehen zu können. Da das Auge aus der Umwelt allerdings gewohnt ist, umzufokussieren, um den Fokus auf die Objektebene zu setzen, kann dies beim dreidimensionalen Sehen zu Unwohlsein und Verlust des 3-D-Eindrucks führen.

Mittels des Verfahrens 500 kann eine sehr hohe Tiefenschärfe erreicht werden, die es dem Auge ermöglicht, auf eine andere Ebene zu fokussieren und das Bild dennoch weiterhin scharf zu sehen. Dadurch können negative Effekte wie Unwohlsein reduziert werden. Außerdem wird dadurch ein nutzbarer Bereich vergrößert, in dem sich die Objekte bewegen dürfen, um dreidimensional wahrgenommen werden zu können. Das Verfahren 500 eignet sich daher besonders für 3-D-Anwendungen, auch in Kombination mit Augmented Reality.

Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine „und/oder“-Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal und einem zweiten Merkmal, so ist dies so zu lesen, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausführungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungsform entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist.

## Ansprüche

5

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

10

zumindest eine Lichtquelle (104) zum Aussenden eines Lichtstrahls (106); und

15

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

20

2. Projektionsvorrichtung (100) gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** zumindest ein Reflexionselement (112) zum Reflektieren des Lichtstrahls (106) auf das holografische Element (102).

25

3. Projektionsvorrichtung (100) gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reflexionselement (112) als Mikrospiegel realisiert ist.

30

4. Projektionsvorrichtung (100) gemäß Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reflexionselement (112) ausgebildet ist, um einen Einfallswinkel und/oder einen Auftreffpunkt des Lichtstrahls (106) auf dem holografischen Element (102) zu ändern.

35

5. Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das holografische Element (102) zumindest einen einer ersten Blickrichtung (300) des Nutzers zugeordneten ersten Projektionsflächenbereich (301) und einen einer zweiten Blickrichtung (302) des Nutzers zugeordneten zweiten

Projektionsflächenbereich (303) zum Umlenken und/oder Fokussieren des Lichtstrahls (106) aufweist, wobei das Reflexionselement (112) ausgebildet ist, um den Lichtstrahl (106) auf den ersten Projektionsflächenbereich (301) und den zweiten Projektionsflächenbereich (303) zu reflektieren.

6. Projektionsvorrichtung (100) gemäß Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** zumindest ein optisches Element (306, 308) zum Umlenken und/oder Fokussieren eines von dem Reflexionselement (112) reflektierten Lichtstrahls (106) auf den ersten Projektionsflächenbereich (301) und/oder den zweiten Projektionsflächenbereich (303).

7. Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zumindest ein Kollimationselement (114) zum Kollimieren eines von der Lichtquelle (104) ausgesandten Lichtstrahls (106).

8. Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (104) zumindest eine Laserdiode aufweist.

9. Datenbrille (400) mit folgenden Merkmalen;

einem Brillenglas (402); und

einer Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das holografische Element (102) am Brillenglas (402) angeordnet ist.

10. Verfahren (500) zum Betreiben einer Projektionsvorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Verfahren (500) folgende Schritte umfasst:

Ansteuern (510) der Lichtquelle (104), um den Lichtstrahl (106) auszusenden; und

Bereitstellen (520) eines Steuersignals (204) zum Steuern eines Reflexionselements (112), um den Lichtstrahl (106) auf das holografische Element (102) zu lenken und/oder zu fokussieren.

5

11. Verfahren (500) gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Schritt des Ansteuerns (510) die Lichtquelle (104) angesteuert wird, um den Lichtstrahl (106) gepulst auszusenden.

10

12. Steuergerät (200), das ausgebildet ist, um das Verfahren (500) gemäß Anspruch 10 oder 11 auszuführen und/oder anzusteuern.

13. Computerprogramm, das ausgebildet ist, um das Verfahren (500) gemäß Anspruch 10 oder 11 auszuführen und/oder anzusteuern.

15

14. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 13 gespeichert ist.

1 / 4

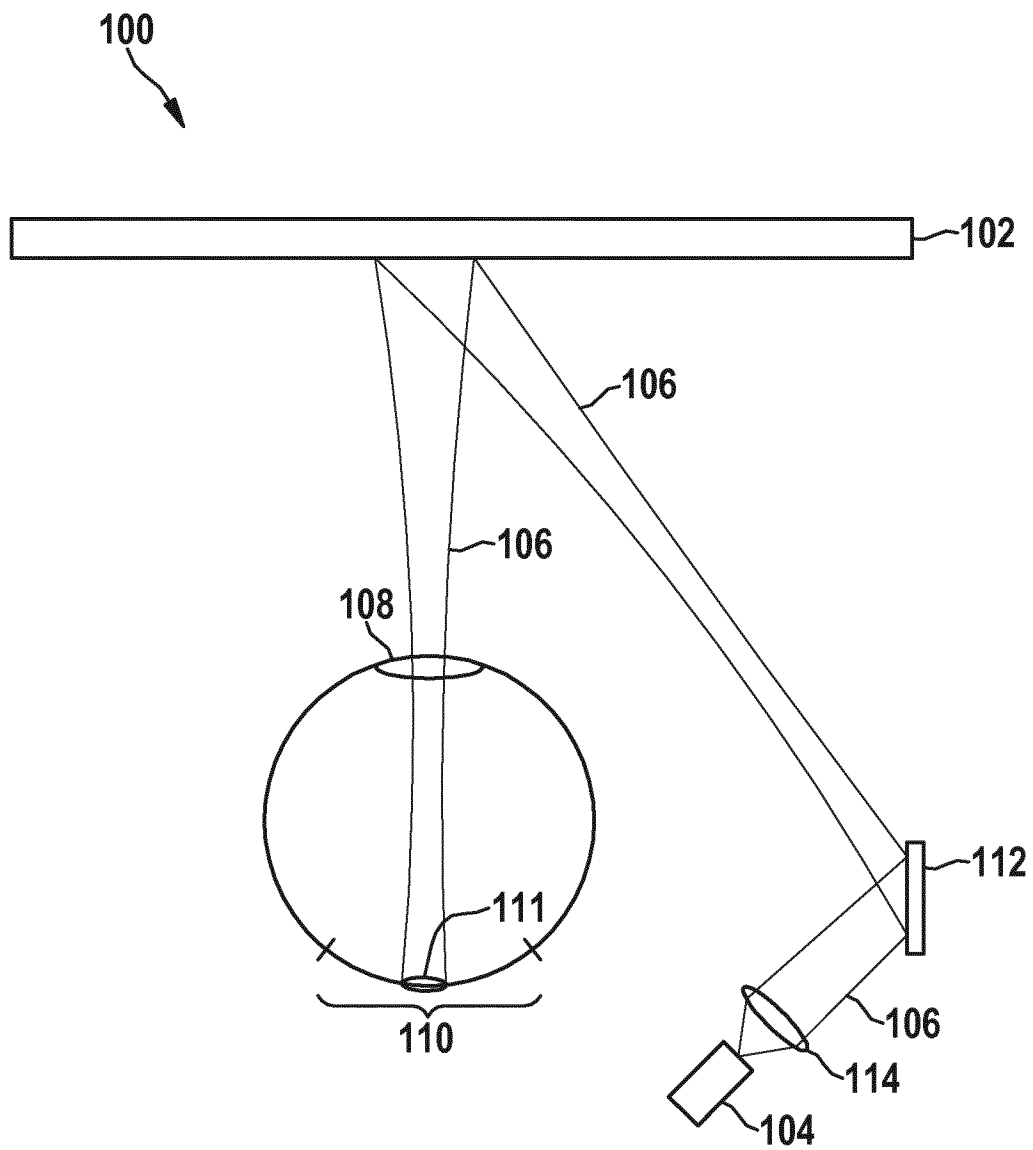


Fig. 1

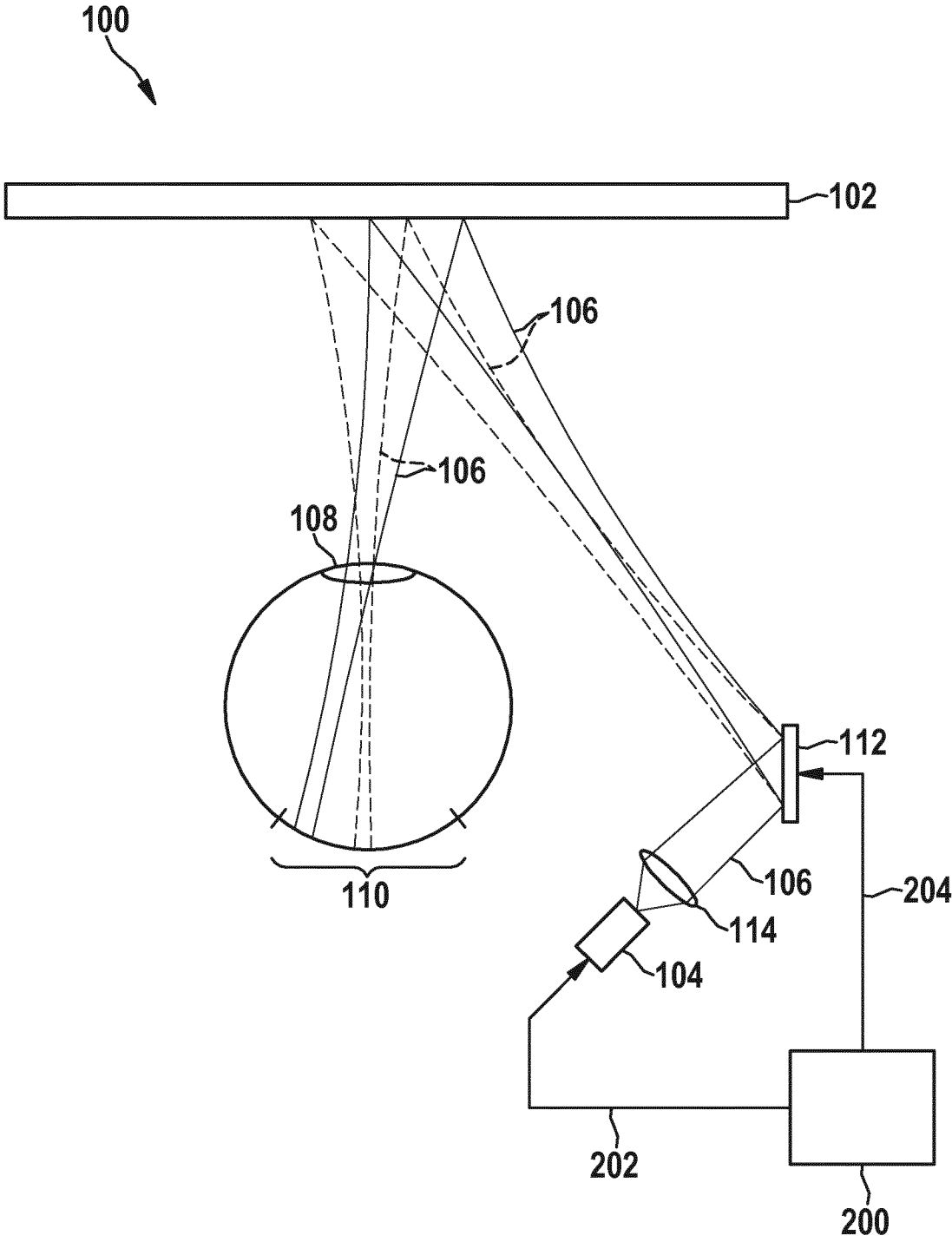
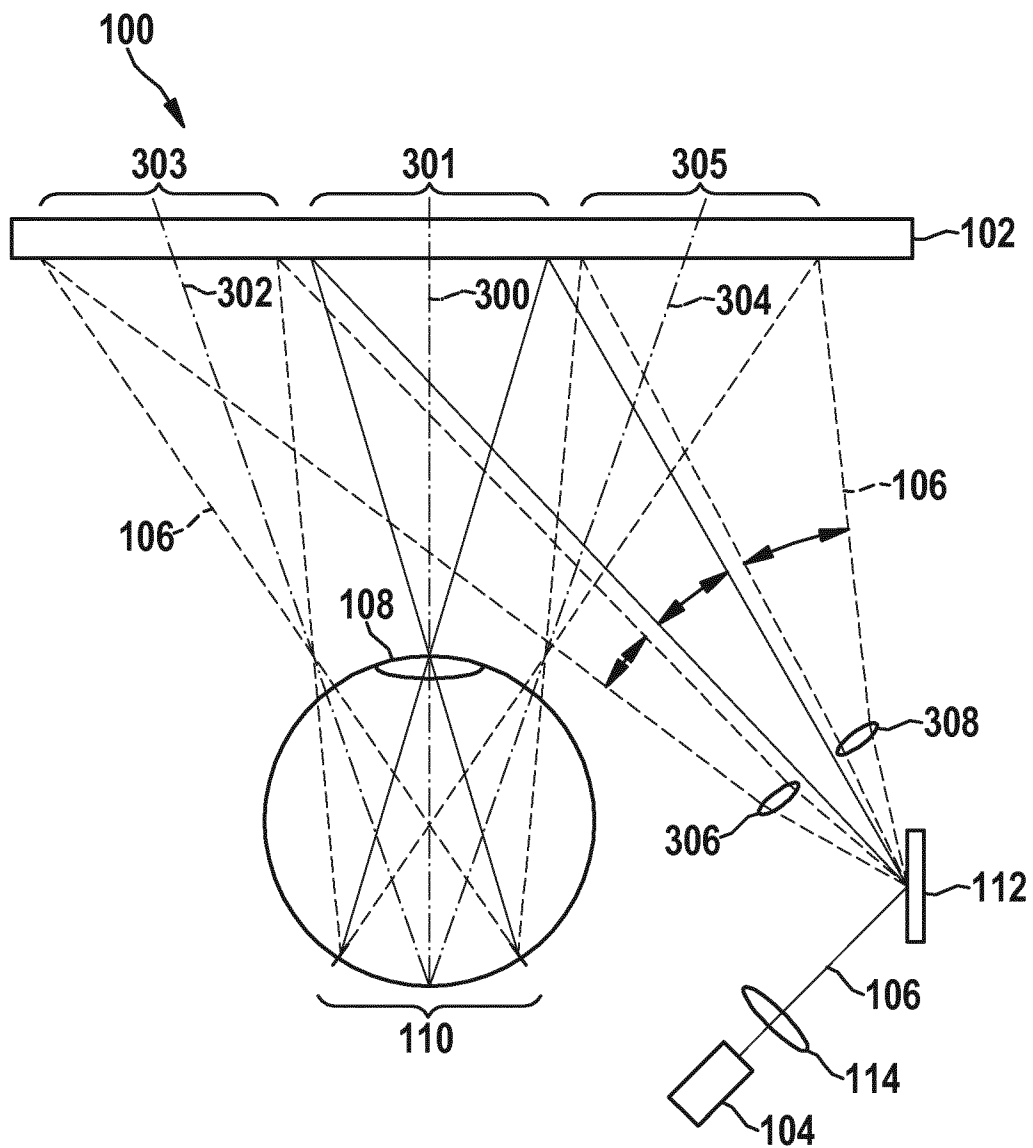


Fig. 2



**Fig. 3**

4 / 4

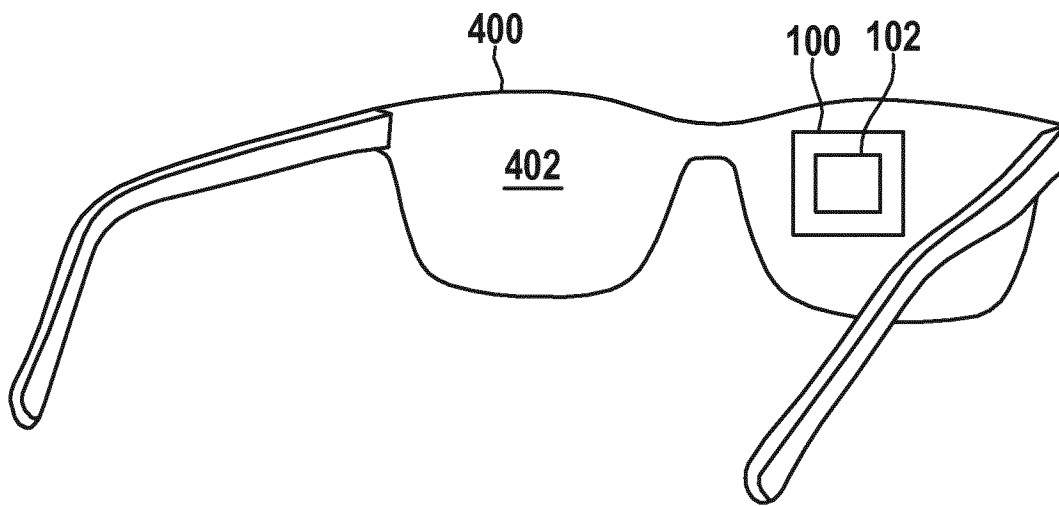


Fig. 4

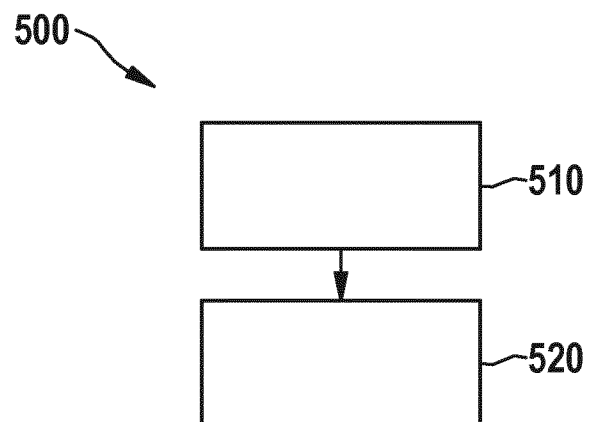


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/063444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. G02B27/01  
 ADD.

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         | WO 2014/155288 A2 (ECOLE POLYTECH [CH])<br>2 October 2014 (2014-10-02)<br>figures 21A, 21B<br>-----                   | 1-14                  |
| X<br>A    | US 2015/036221 A1 (STEPHENSON ROBERT S<br>[US]) 5 February 2015 (2015-02-05)<br>figure 3<br>paragraph [0062]<br>----- | 1-4,7-14<br>5,6       |
| X         | US 2014/177017 A1 (KUBOTA YOSHIHISA [JP]<br>ET AL) 26 June 2014 (2014-06-26)<br>figures 2A, 2B, 5A, 8, 9<br>-----     | 1-14                  |
| X         | WO 2014/115095 A2 (ECOLE POLYTECH [CH])<br>31 July 2014 (2014-07-31)<br>figure 4<br>-----                             | 1-14                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

5 August 2016

Date of mailing of the international search report

16/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Serbin, Jesper

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/063444

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 2014155288 A2                          | 02-10-2014          | EP 2979128 A2              | 03-02-2016          |
|                                           |                     | JP 2016517036 A            | 09-06-2016          |
|                                           |                     | KR 20150136601 A           | 07-12-2015          |
|                                           |                     | US 2016033771 A1           | 04-02-2016          |
|                                           |                     | WO 2014155288 A2           | 02-10-2014          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 2015036221 A1                          | 05-02-2015          | NONE                       |                     |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 2014177017 A1                          | 26-06-2014          | JP 5197883 B1              | 15-05-2013          |
|                                           |                     | JP WO2013030978 A1         | 23-03-2015          |
|                                           |                     | US 2014177017 A1           | 26-06-2014          |
|                                           |                     | WO 2013030978 A1           | 07-03-2013          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| WO 2014115095 A2                          | 31-07-2014          | US 2015362734 A1           | 17-12-2015          |
|                                           |                     | WO 2014115095 A2           | 31-07-2014          |
| -----                                     |                     |                            |                     |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. G02B27/01  
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          | WO 2014/155288 A2 (ECOLE POLYTECH [CH])<br>2. Oktober 2014 (2014-10-02)<br>Abbildungen 21A, 21B<br>-----               | 1-14               |
| X          | US 2015/036221 A1 (STEPHENSON ROBERT S<br>[US]) 5. Februar 2015 (2015-02-05)<br>Abbildung 3<br>Absatz [0062]<br>-----  | 1-4, 7-14<br>5, 6  |
| A          |                                                                                                                        |                    |
| X          | US 2014/177017 A1 (KUBOTA YOSHIHISA [JP]<br>ET AL) 26. Juni 2014 (2014-06-26)<br>Abbildungen 2A, 2B, 5A, 8, 9<br>----- | 1-14               |
| X          | WO 2014/115095 A2 (ECOLE POLYTECH [CH])<br>31. Juli 2014 (2014-07-31)<br>Abbildung 4<br>-----                          | 1-14               |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"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)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. August 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/08/2016

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

Serbin, Jesper

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063444

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2014155288 A2                                   | 02-10-2014                    | EP 2979128 A2                     | 03-02-2016                    |
|                                                    |                               | JP 2016517036 A                   | 09-06-2016                    |
|                                                    |                               | KR 20150136601 A                  | 07-12-2015                    |
|                                                    |                               | US 2016033771 A1                  | 04-02-2016                    |
|                                                    |                               | WO 2014155288 A2                  | 02-10-2014                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2015036221 A1                                   | 05-02-2015                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2014177017 A1                                   | 26-06-2014                    | JP 5197883 B1                     | 15-05-2013                    |
|                                                    |                               | JP WO2013030978 A1                | 23-03-2015                    |
|                                                    |                               | US 2014177017 A1                  | 26-06-2014                    |
|                                                    |                               | WO 2013030978 A1                  | 07-03-2013                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| WO 2014115095 A2                                   | 31-07-2014                    | US 2015362734 A1                  | 17-12-2015                    |
|                                                    |                               | WO 2014115095 A2                  | 31-07-2014                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |