



(10) **DE 11 2015 003 930 T5** 2017.05.11

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/032653**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 003 930.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2015/042115**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.07.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.03.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **11.05.2017**

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

(30) Unionspriorität:
14/473,578 **29.08.2014** **US**

(74) Vertreter:
Venner Shipley LLP, London, GB

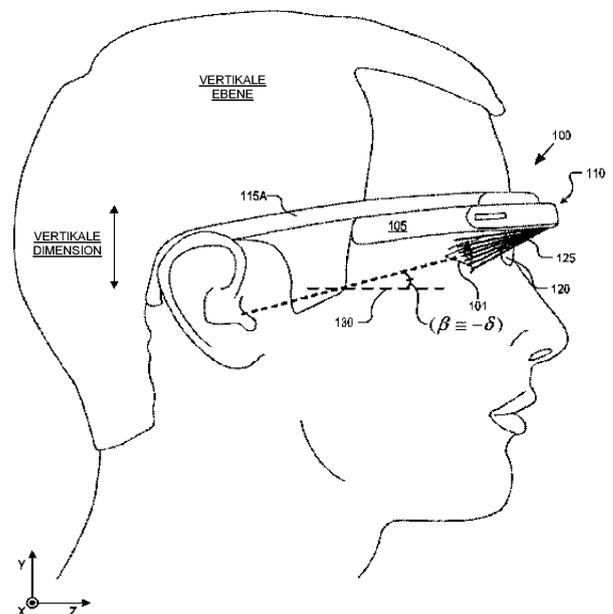
(71) Anmelder:
GOOGLE INC., Mountain View, Calif., US

(72) Erfinder:
Gupta, Anurag, Mountain View, Calif., US;
Luttmann, Amber M., Mountain View, Calif., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kompakte Architektur für ein dem Auge nahes Anzeigesystem**

(57) Zusammenfassung: Ein Okularkörper eines Okulars beinhaltet eine Eingangslinse, die positioniert ist, um Anzeigelicht in den Okularkörper entlang eines vorwärts gerichteten Ausbreitungsweges zu koppeln, wobei ein konkaver Endreflektor am entgegengesetzten Ende des Okularkörpers von der Eingangslinse angeordnet ist, um das Anzeigelicht entlang eines umgekehrten Ausbreitungsweges zu reflektieren, sowie ein Sichtbereich, der eine teilweise reflektierende Oberfläche einschließt, die mindestens einen Teil des Anzeigelichts, der entlang des umgekehrten Ausbreitungsweges verläuft, von einer Augenseite des Okularkörpers entlang eines Emissionsweges umleitet. Die teilweise reflektierende Oberfläche ist relativ zu der Augenseite schräg abgewinkelt, während der konkave Endreflektor relativ zu einer Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers geneigt ist, um gemeinsam zu bewirken, dass der Emissionsweg des Anzeigelichts zu einem Normalvektor der Augenseite in zwei orthogonalen Dimensionen schräg verläuft.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Offenbarung bezieht sich im Allgemeinen auf das Gebiet der Optik und insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, auf am Kopf angebrachte Displays.

HINTERGRUNDINFORMATIONEN

[0002] Ein am Kopf angebrachtes Display („HMD“) (auch als tragbares Kopfdisplay bezeichnet) ist ein an bzw. um den Kopf herum angebrachtes Anzeigegerät. HMDs enthalten in der Regel eine Art optisches Nahanzeigesystem, um innerhalb weniger Zentimeter des menschlichen Auges ein Lichtbild zu emittieren. Einzelaugen-Displays werden als monokulare HMDs bezeichnet, während Doppelaugen-Displays als binokulare HMDs bezeichnet werden. Einige HMDs zeigen lediglich ein computergeneriertes Bild („CGI“) an, während die Außenansicht für den Benutzer gesperrt wird. Diese HMD-Displays werden häufig als Virtual Reality („VR“) Displays bezeichnet. Andere HMDs sind in der Lage, die Anzeige der realen Welt mit dem CGI zu überlagern. Die besagte letztere Art von HMD kann als Hardware-Plattform zur Realisierung einer erweiterten Realität („AR – Augmented Reality“) dienen. Mit AR wird das Weltbild des Betrachters mit einem überlagerten CGI erweitert. Ein weiterer Begriff, der verwendet wird, um verschiedene Arten von HMDs zu bezeichnen, ist Heads-up-Display („HUD“). Ein HUD ist eine Anzeige, die dem Benutzer ermöglicht, ein CGI zu sehen, ohne dabei nach unten schauen oder die Augen anderweitig von dem vorwärts gerichteten Blick abwenden zu müssen. Sowohl VR- als auch AR-HMDs können als HUDs implementiert werden.

[0003] HMDs bieten zahlreiche praktische, sowie andere beliebige Anwendungsmöglichkeiten. Luft- und Raumfahrt-Anwendungsbereiche ermöglichen einem Piloten, wichtige Fluginformationen zu sehen, ohne dabei die Augen von der Flugbahn abzuwenden. Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der öffentlichen Sicherheit umfassen taktisches Anzeigen von Karten und Wärmebildaufnahmen. Weitere Anwendungsbereiche sind unter anderem Videospiele, der Bereich Transport und der Bereich Telekommunikation. Gewiss werden sich noch weitere praktische und anderweitige Anwendungsbereiche während der Entwicklung der Technologie ergeben; jedoch sind viele dieser Anwendungsmöglichkeiten aufgrund der Kosten, der Größe, des Gewichts, des begrenzten Sichtfeldes, des schmalen Augenfeldes oder der schlechten Effizienz herkömmlicher optischer Systeme, die dazu verwendet werden, vorhandene HMDs zu implementieren, begrenzt. Insbesondere beschränken herkömmliche HMDs oftmals die Sicht der Nutzer auf die Außenwelt, was zu einem

umständlichen Tragen während alltäglicher Aktivitäten unangenehm macht.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0004] Nicht einschränkende und nicht erschöpfende Ausführungsformen der Erfindung werden unter Bezugnahme auf die folgenden Figuren beschrieben, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Teile in den verschiedenen Ansichten bezeichnen, sofern nichts anderes angegeben ist. Die Zeichnungen sind nicht zwangsläufig maßstabsgetreu, vielmehr wird auf die Darstellung der beschriebenen Prinzipien geachtet.

[0005] Fig. 1A–C zeigen verschiedene Ansichten eines am Kopf tragbaren Displays, das gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung versetzt vor den Augen eines Benutzers getragen werden kann.

[0006] Fig. 2A–C zeigen verschiedene Seiten-/Querschnittsansichten eines Okulars für ein am Kopf tragbares Display, welches gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung Licht entlang eines geneigten Emissionsweges ausgibt, das sich in zwei Dimensionen neigt.

[0007] Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm, das Betriebsverfahren eines Okulars veranschaulicht, welches das Licht der Anzeige gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung entlang eines doppelt geneigten Emissionsweges ausgibt.

[0008] Fig. 4A–C zeigen verschiedene Ansichten einer teilweise reflektierenden Oberfläche und eines Endreflektors zum Reflektieren des Anzeigelichts aus einem Okular entlang eines doppelt geneigten Emissionsweges gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0009] Es werden hierin Ausführungsformen einer Vorrichtung, eines Systems und eines Betriebsverfahrens eines Okulars für ein am Kopf tragbares Display beschrieben, dessen Anzeigelicht entlang eines geneigten Emissionsweges ausgegeben wird, der sich in zwei Dimensionen neigt. In der folgenden Beschreibung werden zahlreiche spezifische Details dargelegt, um ein gründliches Verständnis der verschiedenen Ausführungsformen zu ermöglichen. Fachleute auf dem Gebiet werden jedoch erkennen, dass die hier beschriebenen Methoden ohne eine oder mehrere der spezifischen Details oder mithilfe anderer Verfahren, Komponenten, Materialien usw. ausgeführt werden können. In anderen Fällen werden bekannte Strukturen, Materialien oder Operationen nicht ausführlich dargestellt oder beschrieben, um bestimmte Aspekte nicht zu verkomplizieren.

[0010] Die Bezugnahme in dieser Beschreibung auf „eine Ausführungsform“ bedeutet, dass ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte in Verbindung mit der Ausführungsform beschriebene Struktur oder Eigenschaft in mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist. Somit beziehen sich die Erscheinungen der Phrase „in einer Ausführungsform“ an verschiedenen Stellen in dieser Beschreibung nicht zwangsläufig auf dieselbe Ausführungsform. Darüber hinaus können die besonderen Merkmale, Strukturen oder Eigenschaften in geeigneter Weise in einer oder mehreren Ausführungsformen kombiniert werden.

[0011] Fig. 1A bis C zeigen ein am Kopf tragbares Display **100**, das ein vor dem bzw. den Augen eines Benutzers **101** versetztes Okular enthält und gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung ein Anzeigelicht entlang eines geneigten Emissionsweges emittiert, der sich in zwei Dimensionen neigt. Die dargestellte Ausführungsform des Displays **100** beinhaltet ein Elektronikgehäuse **105** und ein Okular **110**, die durch eine Gestellbaugruppe am Kopf des Benutzers getragen werden. Die dargestellte Gestellbaugruppe beinhaltet einen rechten Ohrenarm **115A**, einen linken Ohrenarm **115B** und eine Nasenbrücke **120**. Das Display **100** kann als monokulare Ausführungsform implementiert werden, die ein einzelnes Okular **110** zum Anzeigen des Anzeigelichts **125** für ein einzelnes Auge **101** (dargestellt) beinhaltet oder als binokulare Ausführungsform, die zwei Okulare **110** zum Anzeigen des Anzeigelichts für beide Augen (nicht dargestellt) beinhaltet.

[0012] Das Elektronikgehäuse **105** und das Okular **110** sind in einer Brillenanordnung befestigt, die am Kopf eines Benutzers entweder oberhalb (dargestellt) oder unterhalb (nicht dargestellt) der Augen **101** des Benutzers getragen werden kann. Die linken und rechten Ohrenarme liegen über den Ohren des Benutzers, während die Nasenbrücke **120** über der Nase des Benutzers liegt. Die Gestellbaugruppe ist so geformt und bemessen, dass ein Okular **110** in einer dem Auge nahen Konfiguration oberhalb (oder unterhalb) des zentralen, vorwärts gerichteten Sichtfeldes des Benutzers angeordnet ist. Natürlich können andere Gestellbaugruppen mit anderen Formen verwendet werden (z. B. ein einzelnes zusammenhängendes Kopfhörerteil, ein Stirnband, eine schutzbrillenartige Brille usw.). Indem das Okular **110** über den Augen des Benutzers positioniert wird, begrenzt das Display **100** nicht das seitliche Sichtfeld („FOV“) des vorwärts gerichteten Sichtfeldes des Benutzers. Das Okular **110** ist dafür konzipiert, das Anzeigelicht **125** entlang eines Emissionsweges zu emittieren, der nach unten in Richtung des Auges des Benutzers **101** geneigt ist. Der vertikal geneigte Emissionsweg wird durch das Neigen eines Endreflektors erreicht, der an einem distalen Ende des Okulars **100** (nachstehend beschrieben) angeordnet ist. Die äußeren Seitenflä-

chen des Okulars **110** können eine vertikale bzw. nahezu vertikale Position beibehalten, obwohl der Emissionsweg abgewinkelt ist, wodurch das industrielle Design des Displays **100** verbessert wird und eine angenehme Ästhetik entsteht. Um das Anzeigelicht **125** zu sehen, muss der Benutzer seinen Blick lediglich um einen Blickwinkel β über die Horizontale **130** nach oben (oder in dem Fall, dass das Okular **110** unter dem Auge hängt, nach unten) neigen, um sich auf den abwärts geneigten Winkel δ des von dem Okular **110** emittierten Anzeigelichts **125** auszurichten. In einer Ausführungsform ist die Gestellbaugruppe so konzipiert, dass sie das Okular **110** relativ zum Auge **101** hält, sodass der Neigungswinkel $\delta = -6,7 \text{ Grad} \pm 1 \text{ Grad}$ das Bild zentral vor dem Auge **101** positioniert, sobald der Benutzer seinen Blickwinkel β um einen entsprechenden Winkel anhebt. Mit anderen Worten, um das CGI-Licht **101** zu sehen, $\beta \cong -\delta$. Es können auch andere vertikale Neigungswinkel implementiert werden.

[0013] Wie in Fig. 1C dargestellt, ist das Okular **110** ebenfalls an der Gestellbaugruppe angebracht, sodass dessen proximales Ende nahe dem Elektronikgehäuse **105** (X-Bein-förmig) nach innen in Richtung der Schläfe des Benutzers abgewinkelt ist. Die besagte X-Bein-förmige Konfiguration kann das industrielle Design des Displays **100** wiederum verbessern, da das Okular **110** den Konturen des Kopfes des Benutzers genauer folgt. Bei der dargestellten Ausführungsform weist das Okular **110** eine rechteckige Kastenform mit flachen, ebenen Deck-, Grund-, Augen- und Szenenseitenflächen auf. Dementsprechend ist der Emissionsweg des Anzeigelichts **125** relativ zu dem Normalvektor **140** der Augenseite des Okulars **110** in der horizontalen Ebene ebenfalls schräg abgewinkelt. Durch die doppelte schräge Winkelkrümmung nach innen zu einem rechteckigen kastenförmigen Okular wird über das industrielle Design und die Ästhetik hinaus auch der Augenschutz verbessert. Der Augenschutz wird verbessert, da ein unregelmäßig geformtes Okular nicht in der Nähe des Auges des Benutzers positioniert wird, um die schräge Lichtkrümmung entlang der Doppelachsen zu erreichen.

[0014] Die dargestellte Ausführungsform des Displays **100** ist in der Lage, dem Benutzer ein Anzeigebild (z. B. ein computergeneriertes Bild) in der Form eines Heads-Up-Displays („HUD“) anzuzeigen, ohne dabei das vorwärts gerichteten Sichtfeld des Benutzers unnötig zu behindern. In einer Ausführungsform ist der Sichtbereich des Okulars **110** teilweise transparent, wodurch dem Benutzer ermöglicht wird, die reale Außenwelt durch das Okular **110** selbst dann zu sehen, wenn dieser nach oben schaut. Schaut der Benutzer nach oben, kann das Anzeigelicht **125** von diesem als erweiterte Realität wahrgenommen werden, als virtuelle Bilder, mit denen die reale Welt überlagert wird. In einigen Ausführungsformen kann

das Okular **110** undurchsichtig sein und das aufwärts gerichtete äußere Sichtfeld des Benutzers blockieren. Das Elektronikgehäuse **105** kann verschiedene elektronische Komponenten für den Betrieb des Displays **100**, wie z. B. eine Stromversorgung, eine Grafikfunktionseinheit, einen Mikroprozessor, eine Eingabe-/Ausgabe-Schaltung, einen drahtlosen Sendeempfänger, einen Speicher, ein Anzeigefeld usw. enthalten.

[0015] Fig. 2A–C zeigen verschiedene Seiten-/Querschnittsansichten eines Okulars **200**, das gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung das Anzeigelicht entlang eines geneigten Emissionsweges ausgibt, der sich in zwei Dimensionen neigt. Das Okular **200** ist eine mögliche Implementierung des in den Fig. 1A–C dargestellten Okulars **110**. Die dargestellte Ausführungsform des Okulars **200** enthält ein Anzeigefeld **205** und einen Okularkörper **207**. Die dargestellte Ausführungsform des Okularkörpers **207** beinhaltet einen Lichtrelaisabschnitt **210**, einen Sichtbereich **215**, einen Endreflektor **225** und eine Eingangslinse **230**. Die dargestellte Ausführungsform des Lichtrelaisabschnitts **210** beinhaltet einen kleinen Abschnitt **235**, Lichtblöcke **240** und einen großen Abschnitt **245**. Bei der dargestellten Ausführungsform des Sichtbereichs **215** handelt es sich um einen durchsichtigen Bereich mit einem auskoppelnden Strahlteiler, der eine teilweise reflektierende Oberfläche **275** aufweist. Der Sichtbereich **215** beinhaltet eine Augenseite **271** zum Aussenden des Anzeigelichtes **125** in Richtung Auge **101** und eine externe Szenenseite **274**, durch die in einigen Ausführungsformen Umgebungslicht **276** passieren kann.

[0016] In der dargestellten Ausführungsform bestehen der Lichtrelaisabschnitt **210** und der Sichtbereich **215** aus zwei Teilen (z. B. Kunststoff- oder Glasstücken), die an schrägen Schnittstellen zusammengefügt sind, zwischen denen eine teilweise reflektierende Oberfläche **275** angeordnet ist. In der dargestellten Ausführungsform besteht der Lichtrelaisabschnitt **210** ebenfalls aus zwei Teilen (z. B. Kunststoff- oder Glasstücken), die an der Schnittstelle **250** zusammengefügt sind, wobei der kleine Abschnitt **235** bis zu dem großen Abschnitt **245** hinaufführt. In anderen Ausführungsformen können die kleinen und großen Abschnitte **235** und **245** aus einer monolithischen Komponente hergestellt sein.

[0017] Fig. 2A bis Fig. 2C zeigen eine Ausführungsform, bei der die verschiedenen Abschnitte des Okulars **200** Quader mit rechtwinkligen Außenseiten sind. Beispielsweise handeln es sich bei der Augenseite **271**, der externen Szenenseite **274**, sowie der Deckfläche **270** und der Grundfläche **273** (siehe Fig. 2B) um flache, ebene Flächen. In anderen Ausführungsformen können einer oder mehrere der verschiedenen Abschnitte und Außenflächen des Okulars **200** eine oder mehrere nicht rechtwinklige Außenseiten

(z. B. ein Parallelogramm) oder Krümmungen aufweisen.

[0018] In der dargestellten Ausführungsform ist der Endreflektor **225** eine konkave Spiegeloberfläche (z. B. eine metallbeschichtete Oberfläche), die in das distale Ende des Okularkörpers **207** eingeformt ist. Der Endreflektor **225** ist um einen Winkel ω (siehe Fig. 2B) geneigt oder gekippt, sodass sein Normalvektor **227**, der sich von dem Mittelpunkt des Endreflektors **225** erstreckt, nicht parallel zu der Deckfläche **270** oder der Grundfläche **273** verläuft. In der dargestellten Ausführungsform zeigt der Normalvektor **227** für eine HMD-Konfiguration, in der das Okular **200** über dem Auge **101** angeordnet ist, nach unten. Für einen Emissionsweg des Anzeigelichtes **125**, der in der vertikalen Dimension um $\delta = 6,7$ Grad schräg abgewinkelt ist, kann der Endreflektor **225** um einen Winkel $\omega = 2,1$ Grad geneigt sein. Natürlich können auch andere Neigungswinkel für ω und δ implementiert werden.

[0019] In der dargestellten Ausführungsform ist die teilweise reflektierende Oberfläche **275** als ein nicht polarisationsselektiver Strahlteiler (z. B. 50/50 Strahlteiler) implementiert. Um einen Emissionsweg des nach links oder rechts in der horizontalen Dimension schräg abgewinkelten Anzeigelichtes **125** zu erreichen, ist die teilweise reflektierende Oberfläche **275** gegenüber der Augenseite **271** mit einem Versatz von 45 Grad schräg abgewinkelt. Beispielsweise kann der Winkel ϕ zwischen der Augenseite **271** und der teilweise reflektierenden Oberfläche **275** $\phi = 43$ Grad sein, um einen relativ zu dem Normalvektor **140** in der horizontalen Dimension geneigten Winkel $\phi = 6$ Grad zu erzielen. Diese Neigung ermöglicht, dass das proximale Ende des Okularkörpers **207** nahe dem Anzeigefeld **205** des Okulars **200** in Richtung der Schläfe des Benutzers um 6 Grad X-Bein förmig eingerückt wird, während es dem Benutzer ermöglicht, direkt nach vorne zu schauen, um das Anzeigelicht **125** zu sehen. Eine teilweise reflektierende Oberfläche **275** in der entgegengesetzten Richtung über 45 Grad würde es ermöglichen, dass das proximale Ende des Okularkörpers **207** X-Bein förmig herausragt. Natürlich können auch andere Neigungswinkel für ϕ implementiert werden. In anderen Ausführungsformen kann die teilweise reflektierende Oberfläche **275** als ein polarisierender Strahlteiler („PBS“) implementiert werden, wenn das Anzeigelicht **125** polarisiert ist.

[0020] Die Eingangslinse **230** ist so angeordnet, dass sie das von dem Anzeigefeld **205** ausgegebene Anzeigelicht **125** in den Okularkörper **207** koppelt. In einer Ausführungsform ist die Eingangslinse **230** eine sphärische Linse mit einer optischen Leistung, die das Anzeigelicht **125** entlang eines vorwärts gerichteten Ausbreitungsweges durch den Okularkörper **207** zum Endreflektor **225** leitet.

[0021] Die Eingangslinse **230** stellt einen Mechanismus bereit, um Anpassungen der Länge D_1 des Okularkörpers **207** und / oder der Größe des aktiven Bereichs des Anzeigefeldes **205** zu erleichtern, während ein festes Sichtfeld beibehalten wird. Darüber hinaus wird durch das Neigen der Eingangslinse **230** um einen Neigungswinkel φ in der X-Y-Ebene um die Z-Achse herum ein chromatischer Ausgleich eingeführt, um die durch den Neigungswinkel ω des Endreflektors **225** eingeführte chromatische Verzerrung auszugleichen. Mit anderen Worten, ein Normalvektor **231**, der sich von dem Mittelpunkt der Eingangslinse **230** erstreckt, neigt sich schräg zur Deckfläche **270** oder Grundfläche **273** und überschneidet sich schräg mit dem Anzeigefeld **205**. In der dargestellten Ausführungsform ist der Normalvektor **231** in einer entgegengesetzten oder komplementären Richtung als Normalvektor **227** geneigt, um einen chromatischen Ausgleich bereitzustellen. In einer Ausführungsform beträgt der Neigungswinkel $\varphi = 1,4$ Grad.

[0022] Die Eingangslinse **230** weist eine Krümmung auf, die zumindest teilweise basierend auf der Größe des Anzeigefeldes **205**, der Größe des Okularkörpers **207**, dem Brechungsindex des Okularkörpers **207** und der optischen Leistung des Endreflektors **225** bestimmt wird. In einer Ausführungsform hat die Eingangslinse **230** einen Krümmungsradius $R_1 = 14,2$ mm, das Anzeigefeld **205** hat eine aktive Bereichsgröße von $D_5 = 3,2$ mm um $D_2 = 5,8$ mm, der Okularkörper **207** hat eine Größe von $D_1 = 32$ mm, $D_3 = 8$ mm, $D_4 = 10$ mm, das Anzeigefeld **205** ist mit einem Luftspalt von 4 mm von der Eingangslinse **230** versetzt, der Endreflektor **225** hat einen Krümmungsradius von $R_2 = 65,2$ mm und der Okularkörper **207** besteht aus optisch hochwertigem Zeonex-E48R. Diese Ausführungsform bietet einen Augendurchmesser von ungefähr 4 mm, eine Augenentlastung von 15 bis 25 mm und ein Sichtfeld von ungefähr 15 Grad. Natürlich dienen die obigen Dimensionen, Winkel, Krümmungen und Materialien lediglich der Veranschaulichung, und andere Dimensionen, Winkel, Krümmungen und Materialien können je nach Wahl der Konstruktion verwendet werden.

[0023] Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Betriebsverfahren **300** des Okulars **200** gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung darstellt. Das Verfahren **300** wird unter Bezugnahme auf die Fig. 2A–C beschrieben. Die Reihenfolge, in der einige oder alle Verfahrensblöcke im Verfahren **300** auftreten, sollte nicht als einschränkend angesehen werden. Vielmehr werden durchschnittliche Fachleute auf dem Gebiet mit dem Vorteil der vorliegenden Offenbarung verstehen, dass einige der Verfahrensblöcke in einer Vielzahl von nicht dargestellten oder sogar parallel geschalteten Ordnungen ausgeführt werden können.

[0024] In einem Verfahrensblock **305** gibt das Anzeigefeld **205** das Anzeigelicht **125** zur Eingangslinse

230 aus. Das Anzeigefeld **205** kann unter Verwendung einer Vielzahl von Mikrodisplay-Technologien, einschließlich Flüssigkristall auf Silizium- („LCoS“)-Panels, digitalen Mikrospiegelanzeigen, organischen lichtemittierenden Diodenanzeigen („OLED“), Mikro-LED-Anzeigen, Flüssigkristallanzeigen („LCD“), oder auf andere Weise implementiert werden.

[0025] In einem Verfahrensblock **310** wird das Anzeigelicht **125** über die Eingangslinse **230** in den Okularkörper **207** eingekoppelt. Die Eingangslinse **230** fokussiert zudem das Anzeigelicht **125**, um das dem Benutzer angezeigte Sichtfeld zu steuern und einen Farbausgleich zu vermitteln.

[0026] In einem Verfahrensblock **315** breitet das Anzeigelicht **125** den Lichtrelaisabschnitt **210** entlang eines vorwärts gerichteten Ausbreitungsweges zum Sichtbereich **215** aus. In der dargestellten Ausführungsform ist das Anzeigelicht **125** entlang des vorwärts gerichteten Ausbreitungsweges innerhalb des Lichtrelaisabschnitts **210** ausgerichtet, ohne dass eine Totalreflexion („TIR“) erforderlich ist. Mit anderen Worten wird die Querschnittsform und Divergenz des durch das Anzeigelicht **125** gebildeten Lichtkegels durch die Eingangslinse **230** derart begrenzt, dass die Lichtstrahlen den Endreflektor **225** erreichen, ohne dass die TIR von den Seiten des Lichtrelaisabschnitts **210** benötigt wird.

[0027] Der Lichtrelaisabschnitt **210** und der Sichtbereich **215** können aus einer Anzahl von Materialien, einschließlich Glas, optisch hochwertigem Kunststoff, Quarzglas, PMMA, Zeonex-E48R, oder auf andere Weise hergestellt sein. Die Länge des Lichtrelaisabschnitts **210** kann basierend auf dem Augen-Schläfen-Abstand eines durchschnittlichen Erwachsenen ausgewählt werden. Die kombinierte optische Leistung der Eingangslinse **230** und des Endreflektors **225** wird basierend auf dem besagten Augen-Schläfen-Abstand und einem gewünschten Sichtfeld mit einer Augenentlastung von etwa 15 bis 25 mm ausgewählt.

[0028] Die dargestellte Ausführungsform des Lichtrelaisabschnitts **210** beinhaltet Lichtblöcke **240**, die an den freiliegenden Kanten des großen Abschnitts **245** und des kleinen Abschnitts **235** um die Stufen-schnittstelle **250** zwischen diesen beiden Abschnitten angeordnet sind. Die Lichtblöcke **240** reduzieren das Außenlicht in den Lichtrelaisabschnitt **210**. Die Lichtblöcke **240** können eine matte undurchsichtige Farbe, sowie eine undurchsichtige Abdeckrosette aufweisen, der sich um den kleinen Abschnitt **235** oder auf andere Weise erstreckt. In anderen Ausführungsformen beinhaltet der Lichtrelaisabschnitt **210** ggf. keinen kleinen Abschnitt **235**, vielmehr kann die gesamte Länge des Lichtrelaisabschnitts **210** im Gegensatz zu einer abrupten Stufe an der Verbindungsstelle zwischen den großen und kleinen Querschnitt-

ten einen kontinuierlichen schrägen Querschnitt oder einen Querschnitt konstanter Größe aufweisen. In einer Ausführungsform hat die Eingangslinse **230** eine Querschnittsgröße von 7 mm mal 7 mm und die Stufe zwischen dem großen Abschnitt **245**, während der kleine Abschnitt **235** ungefähr 1,5 mm groß ist. Es können auch andere Dimensionen implementiert werden.

[0029] In einem Verfahrensblock **315** gelangt das Anzeigelicht **125** über den Sichtbereich **215** und durch die teilweise reflektierende Oberfläche **275**. Selbstverständlich wird bei einer Ausführungsform, bei der die teilweise reflektierende Oberfläche **275** ein 50/50 Strahlteiler ist, die Hälfte des Lichts an den Endreflektor **225** weitergeleitet, während die andere Hälfte von der externen Szenenseite **274** reflektiert wird. Bei einer Ausführungsform, bei der die teilweise reflektierende Oberfläche **275** ein PBS (nicht dargestellt) ist, kann ein Viertelwellenplatten-Polarisationsrotator zwischen der teilweise reflektierenden Oberfläche **275** und dem Endreflektor **225** enthalten sein. In einem Verfahrensblock **320** wird das Anzeigelicht **125** entlang eines umgekehrten Ausbreitungsweges durch den Endreflektor **225** zurückreflektiert. In einer Ausführungsform ist der Endreflektor **225** ein konkaver Reflektor und hat eine Form, die dazu dient, das entlang des umgekehrten Ausbreitungsweges reflektierte Anzeigelicht **125** im Wesentlichen zu kollimieren. Das Kollimieren des Anzeigelichts hat einen Effekt, bei dem das Anzeigebild unendlich oder nahezu unendlich verschoben wird, wodurch dem menschlichen Auge **101** geholfen wird, das Anzeigebild in einer dem Auge nahen Konfiguration zu fokussieren. Natürlich kann der Endreflektor **225** die Divergenz reduzieren, ohne das Licht vollständig zu kollimieren, wodurch das virtuelle Bild an einer Stelle verschoben wird, die weniger als unendlich ist (und z. B. 0,5 m bis 3 m beträgt).

[0030] In einem Verfahrensblock **325** wird das entlang des umgekehrten Ausbreitungsweges verlaufende Anzeigelicht **125** durch die teilweise reflektierende Oberfläche **275** reflektiert und aus dem Okular **200** durch die Augenseite **271** zum Auge **101** umgeleitet. In der dargestellten Ausführungsform wird nur ein Teil des Anzeigelichts **125** aus dem Okular **200** entlang des Emissionsweges reflektiert, da die teilweise reflektierende Oberfläche **275** ein 50/50 Strahlteiler ist, während ein weiterer Teil durch die teilweise reflektierende Oberfläche **275** zurück zum Anzeigemodul **205** gelangt. Dieser unerwünschte zurückreflektierte Teil verursacht aufgrund der außeraxialen Verschiebung des reflektierten Anzeigelichts **125** durch das Neigen des Endreflektors **225** und der Eingangslinse **230** keine für den Benutzer sichtbaren Geisterbildeffekte. Darüber hinaus werden durch eine nicht-reflektierende Display-Technologie, wie z. B. das LCD, schädliche Geisterbilder weiter reduziert. Wie im Zusammenhang mit den **Fig. 4A** und **Fig. 4B**

nachfolgend beschrieben, unterstützt darüber hinaus ein Spalt in der teilweise reflektierenden Oberfläche **275** und Augenseite **271** die Reduzierung der Geisterbilder.

[0031] Sowohl der Endreflektor **225** als auch die teilweise reflektierende Oberfläche **275** werden gedreht oder geneigt, um die doppelachsige Lichtkrümmung im Inneren des Okulars **200** durchzuführen. Es ist erwähnenswert, dass die Drehwinkel ϕ und ω kleiner als die Lichtkrümmung ist, die aufgrund der zusätzlichen brechenden Krümmung, die auftritt, wenn das Anzeigelicht **125** durch die Augenseite **271** austritt, zu dem Emissionsweg außerhalb des Okulars **200** führt.

[0032] **Fig. 4A–C** veranschaulichen verschiedene Ansichten einer Komponente **400** zum Reflektieren des Anzeigelichts aus einem Okular entlang eines doppelt geneigten Emissionsweges gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung. Die Komponente **400** beinhaltet eine teilweise reflektierende Oberfläche **405** und einen Endreflektor **410** und ist ein Beispiel für das Implementieren eines der beiden Teile des Sichtbereichs **215** und des in **Fig. 2A** dargestellten Lichtrelaisabschnitts **210**.

[0033] Die teilweise reflektierende Oberfläche **405** kann als ein nicht polarisierender Strahlteiler (z. B. 50/50 Strahlteiler), wie beispielsweise eine dünne Silberschicht, ein polarisierender Strahlteiler, oder in Form anderer mehrschichtiger Dünnschichtstrukturen implementiert werden. Die dargestellte Ausführungsform des Endreflektors **410** ist eine konkave Oberfläche, die mit einem reflektierenden Material, wie z. B. Metall (z. B. Silber) beschichtet ist. Die teilweise reflektierende Oberfläche **405** ist um den Winkel ϕ schräg zur Augenseite **471** orientiert und steuert die horizontale Neigung des Emissionsweges in der horizontalen Ebene. Genauer gesagt, ist die teilweise reflektierende Oberfläche **405** ab 45 Grad versetzt. Die teilweise reflektierende Oberfläche **405** kann beispielsweise um 2 Grad versetzt sein, sodass der Winkel $\phi = 43$ Grad beträgt, was zu einer horizontalen Neigung des Emissionsweges des Anzeigelichts um 6 Grad führt. Natürlich können auch andere schräge Winkel für ϕ implementiert werden.

[0034] In einer Ausführungsform ist der Endreflektor **410** um einen Winkel ω um die Z-Achse im Uhrzeigersinn um die Achse **415** geneigt oder gedreht. Die Drehung des Endreflektors **410** um die Achse **415** führt zu einer vertikalen Neigung des Emissionsweges. Wie oben beschrieben, kann der Endreflektor **225** bei einem Emissionsweg des Anzeigelichts **125**, der in der vertikalen Dimension um $\delta = 6,7$ Grad schräg abgewinkelt ist, um einen Winkel $\omega = 2,1$ Grad geneigt sein. Natürlich können auch andere Neigungswinkel für ω implementiert werden.

[0035] In der dargestellten Ausführungsform erstreckt sich die teilweise reflektierende Oberfläche **405** nicht vollständig bis zur Augenseite **471**. Vielmehr macht die teilweise reflektierende Oberfläche **405** in der dargestellten Ausführungsform kurz vor der Augenseite **471** Halt, wodurch ein Spalt **420** entlang der schrägen Fläche zurückbleibt. Der Spalt **420**, der eine Abwesenheit der teilweise reflektierenden Beschichtung darstellt, reduziert Geisterbilder aufgrund schädlicher Rückreflexionen. In einer Ausführungsform hat der Spalt **420** eine Breite von ungefähr 1 mm entlang der schrägen Fläche und erstreckt sich entlang der vollen Höhe der schrägen Fläche in der Y-Dimension.

[0036] Die obige Beschreibung der veranschaulichten Ausführungsformen der Erfindung, einschließlich des in der Kurzdarstellung Beschriebenen, soll in keiner Weise abschließend sein oder die Erfindung auf die offenbarten präzisen Formen beschränken. Während die hierin erwähnten spezifischen Ausführungsformen und Beispiele für die Erfindung zu erläuternden Zwecken beschrieben werden, sind, wie Fachleute auf dem Gebiet erkennen werden, verschiedene Modifikationen innerhalb des Umfangs der Erfindung möglich.

[0037] Diese Modifikationen können im Lichte der obigen detaillierten Beschreibung an der Erfindung vorgenommen werden. Die in den folgenden Ansprüchen verwendeten Begriffe sollten nicht dahingehend ausgelegt werden, dass sie die Erfindung auf die spezifischen Ausführungsformen beschränken, die in der Beschreibung offenbart sind. Vielmehr soll der Umfang der Erfindung durch die folgenden Ansprüche, die gemäß der etablierten Lehren der Anspruchsinterpretation auszulegen sind, vollständig bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Okular, das Folgendes umfasst:
einen Okularkörper, der Folgendes beinhaltet:
eine Eingangslinse, die positioniert ist, um das Anzeigelicht entlang eines vorwärts gerichteten Ausbreitungsweges in den Okularkörper zu koppeln;
einen konkaven Endreflektor, der an einem entgegengesetzten Ende des Okularkörpers von der Eingangslinse angeordnet ist, um das Anzeigelicht entlang eines umgekehrten Ausbreitungsweges innerhalb des Okularkörpers zurück zu reflektieren; und
einen Sichtbereich, der zwischen der Eingangslinse und dem konkaven Endreflektor angeordnet ist und eine teilweise reflektierende Oberfläche aufweist, wobei die teilweise reflektierende Oberfläche zumindest einen Teil des Anzeigelichtes, das entlang des rückwärts gerichteten Ausbreitungsweges verläuft, von einer Augenseite des Okularkörpers entlang eines Emissionsweges umleitet,

wobei die teilweise reflektierende Oberfläche relativ zu der Augenseite schräg abgewinkelt ist und der konkave Endreflektor relativ zu einer Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers geneigt ist, um gemeinsam zu bewirken, dass der Emissionsweg des Anzeigelichts schräg zu einem ersten Normalvektor der Augenseite in zwei orthogonalen Dimensionen verläuft,

wobei die Eingangslinse derart geneigt ist, dass ein zweiter Normalvektor von einem Mittelpunkt der Eingangslinse relativ zu der Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers schräg abgewinkelt ist.

2. Okular nach Anspruch 1,

wobei die teilweise reflektierende Oberfläche mit einem Versatz von 45 Grad relativ zu der Augenseite schräg abgewinkelt ist, um zu bewirken, dass der Emissionsweg in einer horizontalen Dimension relativ zu dem ersten Normalvektor der Augenseite einen ersten schrägen Winkel aufweist,

wobei der konkave Endreflektor derart geneigt ist, dass ein dritter Normalvektor von einem Mittelpunkt des konkaven Endreflektors relativ zu der Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers schräg abgewinkelt ist, um zu bewirken, dass der Emissionsweg in einer vertikalen Dimension relativ zu dem ersten Normalvektor der Augenseite einen zweiten schrägen Winkel aufweist,

wobei die vertikale Dimension und die horizontale Dimension die zwei orthogonalen Dimensionen umfassen.

3. Okular nach Anspruch 2, wobei der erste schräge Winkel $6 \text{ Grad} \pm 1 \text{ Grad}$ beträgt, der Versatz von 45 Grad der teilweise reflektierenden Fläche $2 \text{ Grad} \pm 1 \text{ Grad}$ beträgt, der zweite schräge Winkel $6,7 \text{ Grad} \pm 1 \text{ Grad}$ beträgt, der zweite Normalvektor von dem Mittelpunkt der Eingangslinse relativ zu der Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers um $1,4 \text{ Grad} \pm 1 \text{ Grad}$ schräg abgewinkelt ist und der dritte Normalvektor vom Mittelpunkt des konkaven Endreflektors relativ zu der Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers um $2,1 \text{ Grad} \pm 1 \text{ Grad}$ schräg abgewinkelt ist.

4. Okular nach Anspruch 1, wobei die Deck- und Grundfläche flach und eben sind.

5. Okular nach Anspruch 4, wobei die Augenseite des Okularkörpers flach und eben und im Wesentlichen senkrecht zu der Deck- und Grundfläche ist.

6. Okular nach Anspruch 5, wobei der Okularkörper so konfiguriert ist, dass er mit einem am Kopf angebrachten Display gekoppelt ist, das den Okularkörper im Wesentlichen waagrecht über das Auge eines Benutzers hält und ein Ende des Okularkörpers nahe der Eingangslinse in Richtung eines Schläfenbereichs winkelt, sodass der Benutzer geradeaus und nach oben schaut, um das Auge auf den Emissionsweg des Anzeigelichts auszurichten.

7. Okular nach Anspruch 1, welches des Weiteren Folgendes umfasst:

ein Anzeigefeld zum Erzeugen des Anzeigelichts, wobei der zweite Normalvektor vom Mittelpunkt der Eingangslinse das Anzeigefeld in mindestens einer Dimension schräg überschneidet.

8. Okular nach Anspruch 1, wobei der Okularkörper eine erste Querschnittsgröße aufweist und die Eingangslinse eine zweite Querschnittsgröße aufweist, die kleiner als die erste Querschnittsgröße ist.

9. Okular nach Anspruch 8, wobei eine Stufenschnittstelle zwischen der ersten Querschnittsgröße und der zweiten Querschnittsgröße mit einem lichtundurchlässigen Material beschichtet ist.

10. Okular nach Anspruch 1, welches des Weiteren Folgendes umfasst:

einen Spalt zwischen der teilweise reflektierenden Oberfläche und der Augenseite des Okularkörpers, sodass sich die teilweise reflektierende Oberfläche nicht auf die Augenseite des Okularkörpers erstreckt.

11. Am Kopf tragbares Display zur Bereitstellung des Anzeigelichts für das Auge eines Benutzers, wobei das am Kopf tragbare Display Folgendes umfasst: ein Anzeigefeld zum Erzeugen des Anzeigelichts; einen Okularkörper, der Folgendes umfasst: eine Eingangslinse, die so positioniert ist, dass sie das Anzeigelicht in den Okularkörper entlang eines vorwärts Ausbreitungsweges koppelt; einen konkaven Endreflektor, der an einem entgegengesetzten Ende des Okularkörpers von der Eingangslinse angeordnet ist, um das Anzeigelicht entlang eines umgekehrten Ausbreitungsweges innerhalb des Okularkörpers zurück zu reflektieren; und einen Sichtbereich, der zwischen der Eingangslinse und dem konkaven Endreflektor angeordnet ist und eine teilweise reflektierende Oberfläche aufweist, wobei die teilweise reflektierende Oberfläche mindestens einen Teil des Anzeigelichts, das entlang des umgekehrten Ausbreitungsweges verläuft, von einer Augenseite des Okularkörpers entlang eines Emissionsweges umleitet; und eine Gestellbaugruppe, die den Okularkörper trägt, sowie ein am Kopf des Benutzers getragenes Anzeigefeld, wobei der Sichtbereich über dem Auge des Benutzers positioniert ist, wobei die teilweise reflektierende Oberfläche relativ zu der Augenseite schräg abgewinkelt ist und der konkave Endreflektor relativ zu einer Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers geneigt ist, um gemeinsam zu bewirken, dass der Emissionsweg des Anzeigelichts zu einem ersten Normalvektor der Augenseite in zwei orthogonalen Dimensionen schräg verläuft.

12. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 11, wobei die Eingangslinse so geneigt ist, dass ein

zweiter Normalvektor von einem Mittelpunkt der Eingangslinse relativ zu der Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers schräg abgewinkelt ist.

13. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 12, wobei die teilweise reflektierende Oberfläche mit einem Versatz von 45 Grad relativ zu der Augenseite schräg abgewinkelt ist, um zu bewirken, dass der Emissionsweg in einer horizontalen Dimension relativ zu dem ersten Normalvektor der Augenseite einen ersten schrägen Winkel aufweist, wobei der konkave Endreflektor derart geneigt ist, dass ein dritter Normalvektor von einem Mittelpunkt des konkaven Endreflektors relativ zu der Deck- oder Grundfläche des Okularkörpers schräg abgewinkelt ist, um zu bewirken, dass der Emissionsweg in einer vertikalen Dimension relativ zu dem ersten Normalvektor der Augenseite einen zweiten schrägen Winkel aufweist, wobei die vertikale Dimension und die horizontale Dimension die zwei orthogonalen Dimensionen umfassen.

14. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 11, wobei die Deck- und Grundfläche flach und eben sind.

15. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 14, wobei die Augenseite des Okulars flach und eben und im Wesentlichen senkrecht zu der Deck- und Grundfläche verläuft.

16. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 15, wobei der Rahmen den Okularkörper im Wesentlichen über dem Auge des Benutzers hält und ein Ende des Okularkörpers in der Nähe des Anzeigefeldes zu einem Schläfenbereich des Benutzers hin abwinkelte, sodass der Benutzer geradeaus und hoch sieht, um das Auge auf den Emissionsweg des Anzeigelichts auszurichten.

17. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 12, wobei der zweite Normalvektor vom Mittelpunkt der Eingangslinse das Anzeigefeld in mindestens einer Dimension schräg überschneidet.

18. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 11, wobei der Okularkörper eine erste Querschnittsgröße aufweist und die Eingangslinse eine zweite Querschnittsgröße aufweist, die kleiner als die erste Querschnittsgröße ist.

19. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 18, wobei eine Stufenschnittstelle zwischen der ersten Querschnittsgröße und der zweiten Querschnittsgröße mit einem lichtundurchlässigen Material beschichtet ist.

20. Am Kopf tragbares Display nach Anspruch 11, das des Weiteren Folgendes umfasst:

einen Spalt zwischen der teilweise reflektierenden Oberfläche und der Augenseite des Okularkörpers, sodass sich die teilweise reflektierende Oberfläche nicht auf die Augenseite des Okularkörpers erstreckt.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

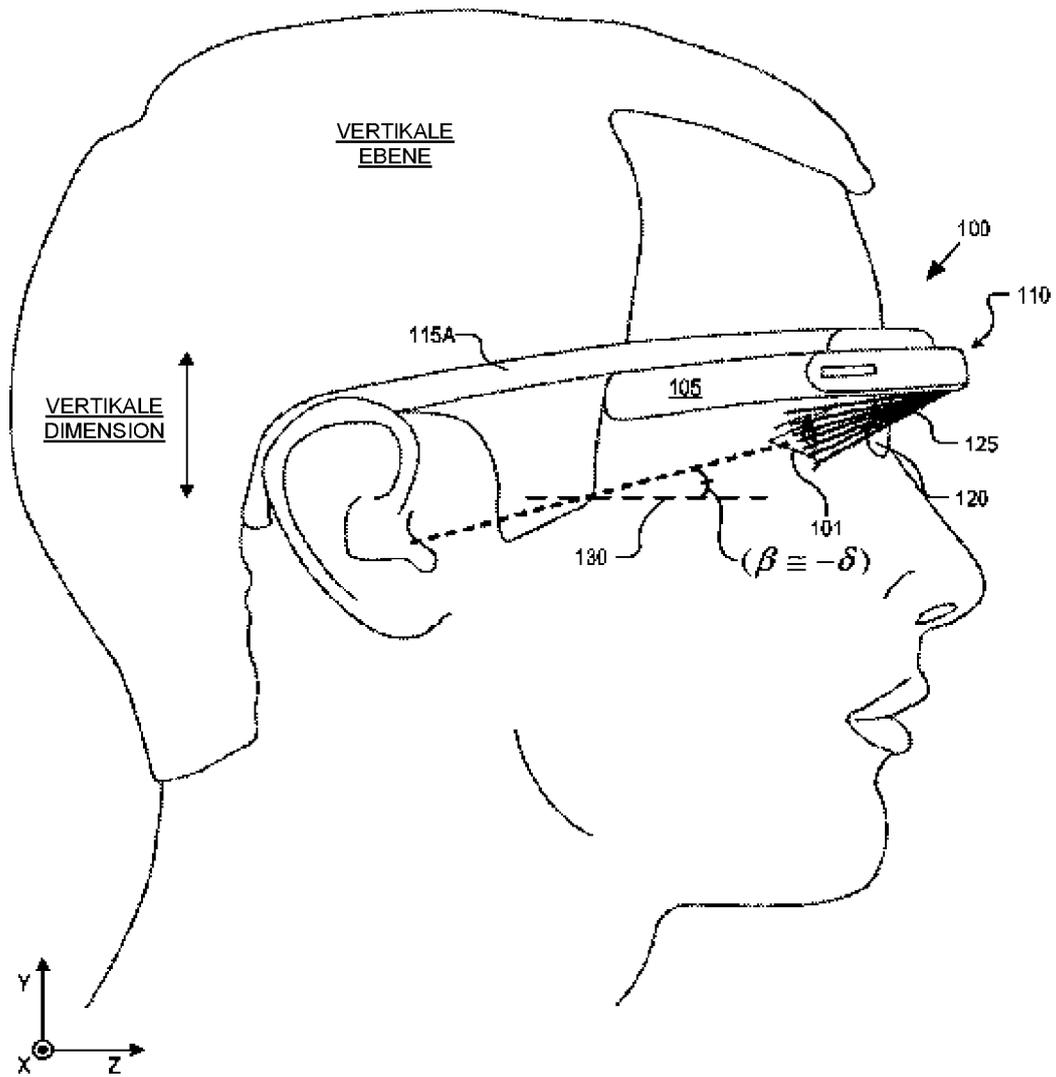
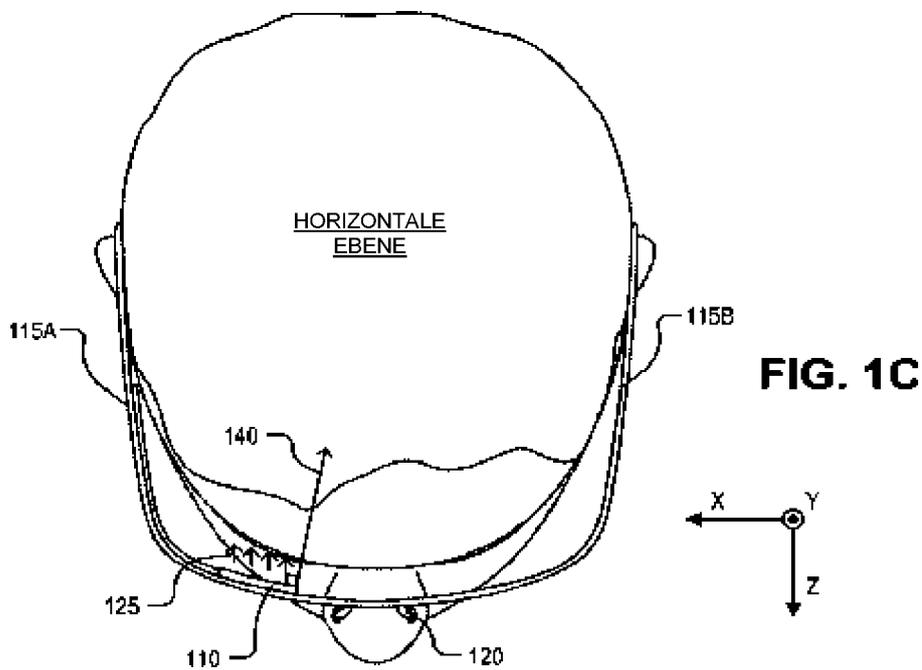
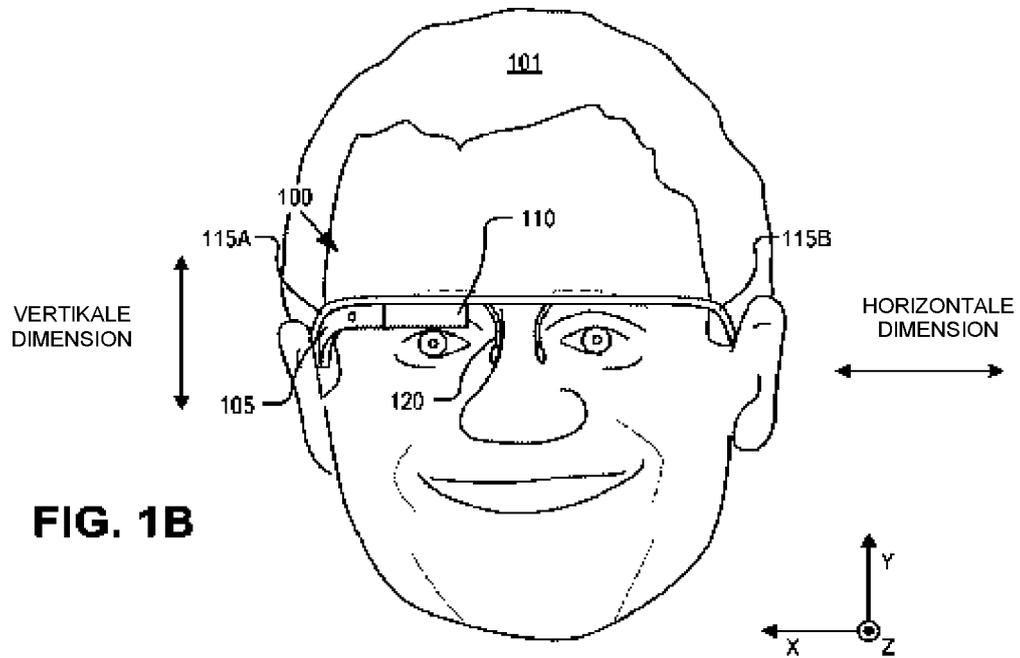


FIG. 1A



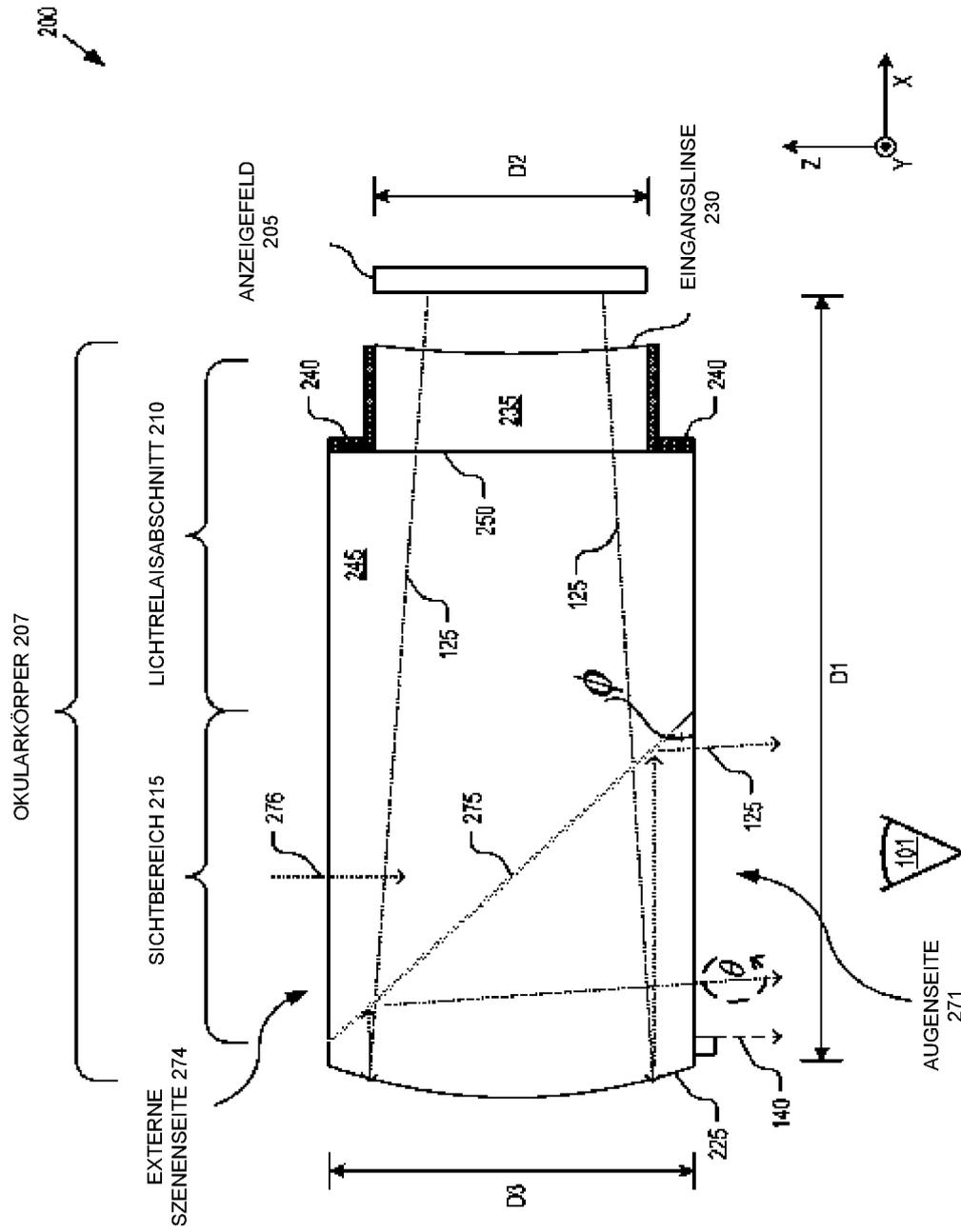


FIG. 2A

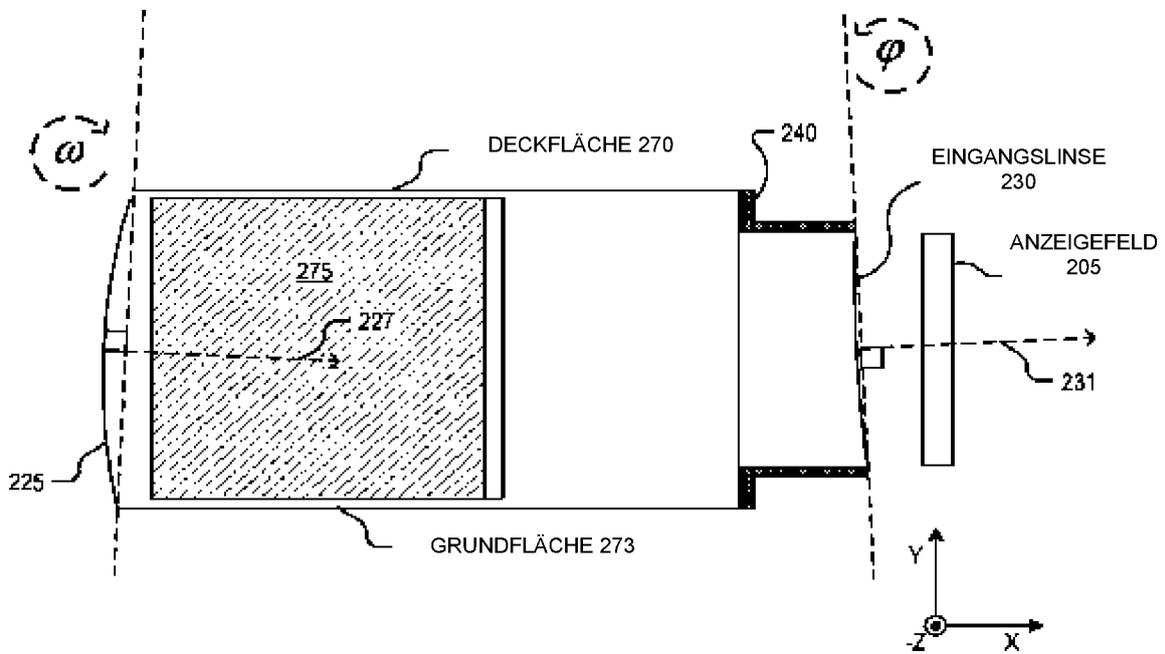


FIG. 2B

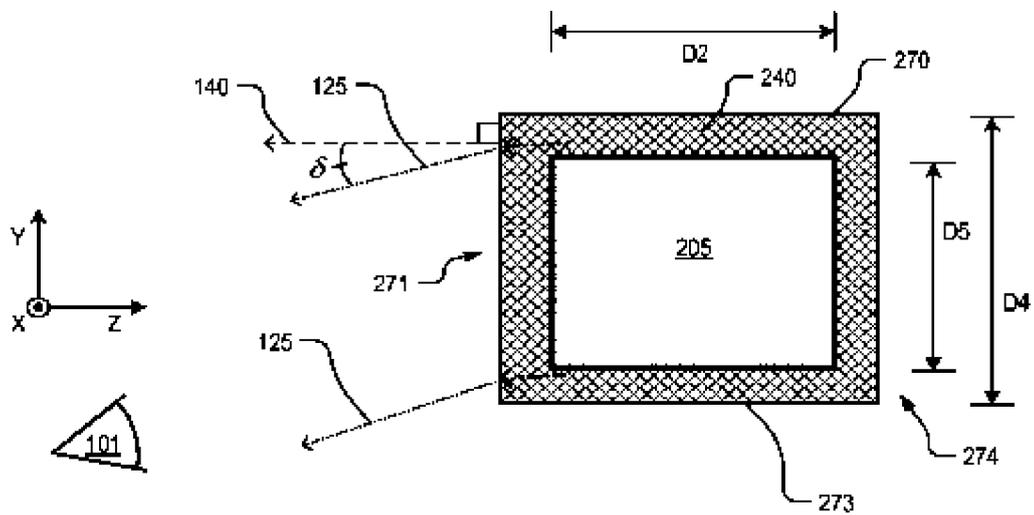


FIG. 2C

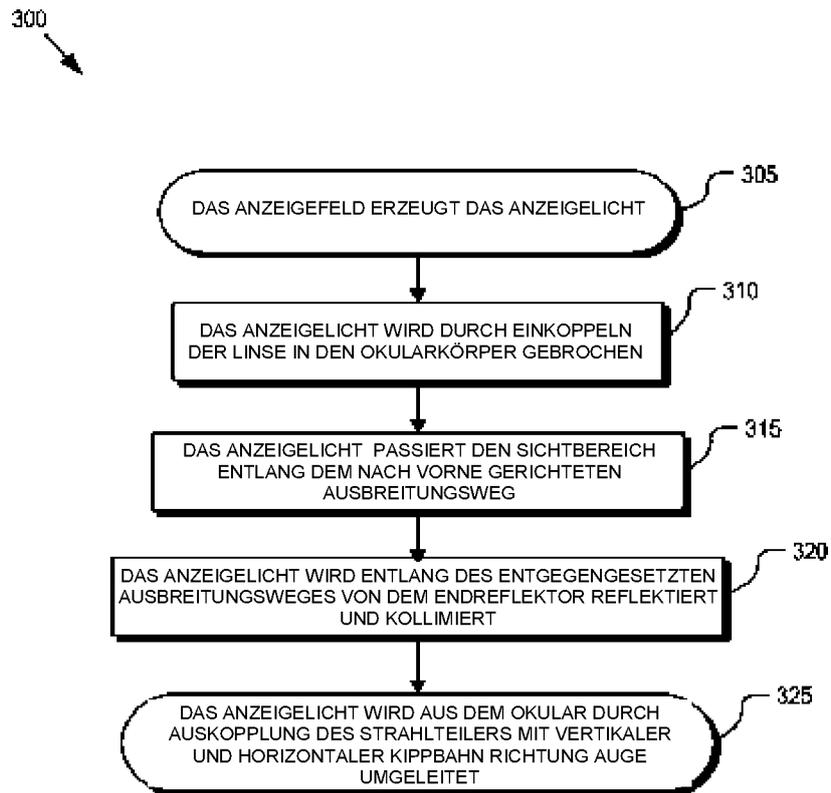


FIG. 3

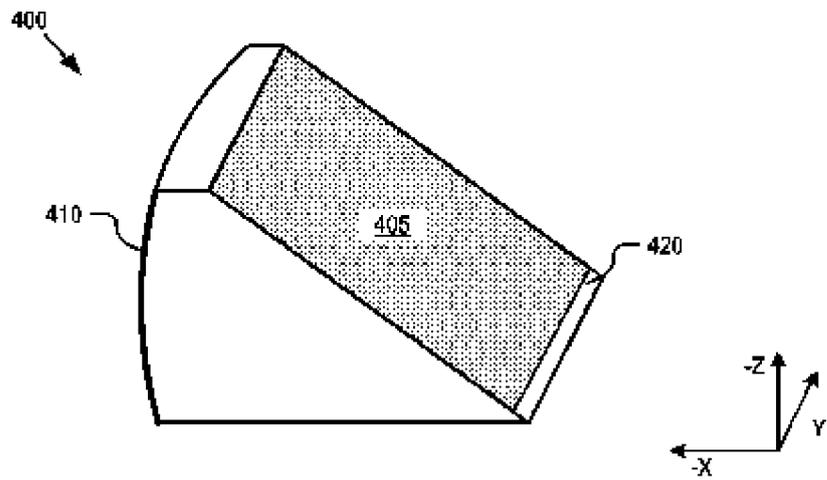


FIG. 4A

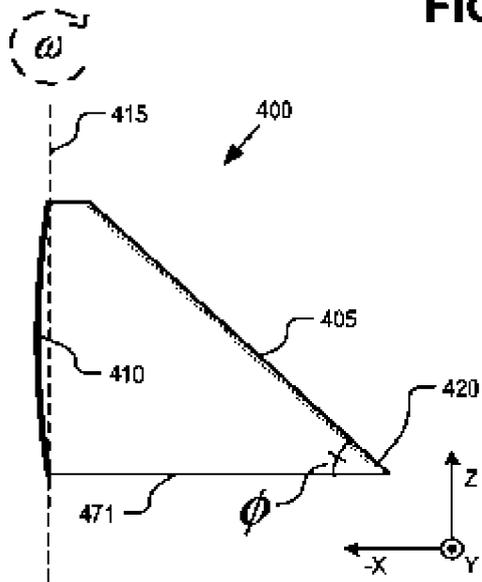


FIG. 4B

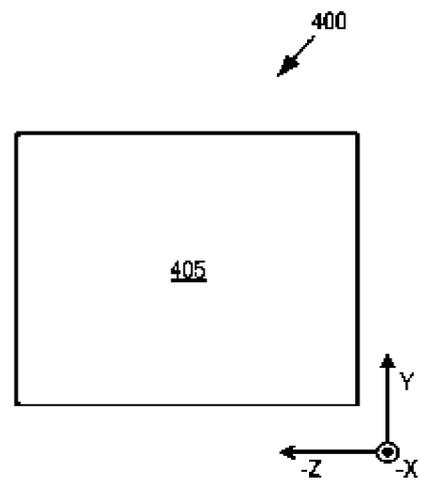


FIG. 4C