

(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  
18. Januar 2024 (18.01.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2024/012713 A1**

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/087458

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Dezember 2022 (22.12.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2022 207 139.5  
13. Juli 2022 (13.07.2022) DE

(71) Anmelder: VIAHOLO GMBH [DE/DE]; Lagerhofstraße  
4, 04103 Leipzig (DE).

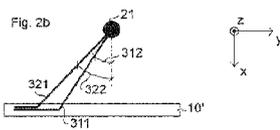
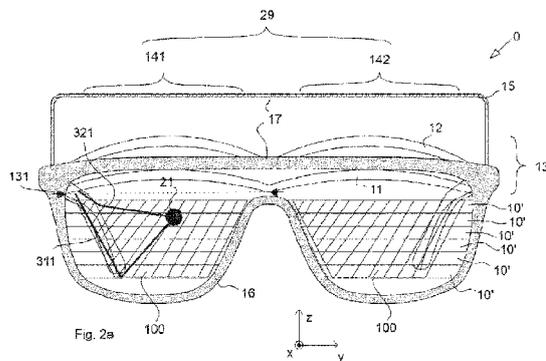
(72) Erfinder: TAPHANEL, Miro; Am Wiesenrain 9, 76228  
Karlsruhe (DE). LUO, Ding; Am Wiesenrain 9, 76228  
Karlsruhe (DE).

(74) Anwalt: HERNANDEZ, Yorck; Hernandez IP, Lud-  
wig-Ganghofer-Straße 42, 82031 Grünwald (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, CV, CZ, DE, DJ, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE,  
KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,  
LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ,

(54) Title: GLASSES-TYPE DISPLAY DEVICE FOR DISPLAYING A VIRTUAL IMAGE IN A DISPLAY DEVICE FIELD OF VIEW WHICH CAN BE VIRTUALLY SUPPLEMENTED AND WHICH TAPERS TOWARDS THE BOTTOM

(54) Bezeichnung: BRILLEN-ANZEIGEVORRICHTUNG ZUM ANZEIGEN EINES VIRTUELLEN BILDES IN EINEM SICH NACH UNTEN VERJÜNGENDEM VIRTUELL ERGÄNZBAREN SICHTFELD DER BRILLEN-ANZEIGEVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a glasses-type display device (0) for displaying a virtual image in a display device (0) field of view which can be virtually supplemented for a user, comprising: a line-shaped screen unit (29) for emitting light in the form of computer-generated image information; a lens unit (13) for collimating the light emitted by the line-shaped screen unit (29); and a beam splitter unit (10) for deflecting the collimated light towards the user and into a spatial region in which one or two pupils of the user are arranged when the glasses-type display device (0) is used as intended, wherein the horizontal width of the field of view which can be virtually supplemented is smaller in a lower region, in the vertical direction, than in an upper region, in the vertical direction, in order to provide an improved glasses-type display device (0).

(57) Zusammenfassung: Die Offenbarung betrifft eine Brillen-Anzeigevorrichtung (0) zum Anzeigen eines virtuellen Bildes in einem für einen Nutzer virtuell ergänzbaren Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung (0), mit einer zeilenförmigen Bildschirmeinheit (29) zum Abstrahlen eines Lichtes als computer-generierte Bildinformation; mit einer Linseneinheit (13) zum Kollimieren des von der zeilenförmigen Bildschirmeinheit (29) abgestrahlten Lichtes; und mit einer Strahlteilereinheit (10) zum Umlenken des kollimierten Lichtes zum Nutzer hin in einen Raumbereich, in welchem bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Brillen-Anzeigevorrichtung (0) eine oder zwei Pupillen des Nutzers angeordnet sind, wobei eine



WO 2024/012713 A1

TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA,  
ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)
- 

horizontale Breite des virtuell ergänzbaren Sichtfelds in einem in einer Vertikalrichtung unteren Bereich kleiner ist als in einem in der Vertikalrichtung oberen Bereich um eine verbesserte Brillen-Anzeigevorrichtung (0) bereitzustellen.

Brillen-Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines virtuellen Bildes in einem sich nach unten verjüngendem virtuell ergänzbaren Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung

- 5 Die Offenbarung betrifft eine Brillen-Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines virtuellen Bildes in einem für einen Nutzer virtuell ergänzbaren Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung, mit einer zeilenförmigen Bildschirmeinheit zum Abstrahlen eines Lichtes als computergenerierte Bildinformation, einer Linseneinheit zum Kollimieren des von der zeilenförmigen Bildschirmeinheit abgestrahl-
- 10 ten Lichtes und einer Strahlteilereinheit zum Umlenken des kollimierten Lichtes

zum Nutzer hin in einen Raumbereich, in welchem beim bestimmungsgemäßen Gebrauch der Brillen-Anzeigevorrichtung eine Pupille oder zwei Pupillen des Nutzers angeordnet sind.

5 Eine Brillen-Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines virtuellen Bildes, auch Aug-  
mented Reality-Brille oder kurz AR-Brille, kann sogenannte immersive virtuelle  
Bildinhalte in die natürliche Sicht-Umgebung eines AR-Brillenträgers, des Nut-  
zers, einblenden. Der Grad der Immersion hängt dabei stark von der Größe des  
10 Sichtfeldes der Brille ab, da eingeblendete virtuelle Objekte nicht sofort un-  
sichtbar werden, also verschwinden sollten, wenn der Kopf gedreht wird, da ein  
raumfest dargestelltes virtuelles Objekt sich aus dem virtuell ergänzbaren Sicht-  
feld der AR-Brille bewegt, der Ort des Objektes sich jedoch noch in dem natür-  
lichen Sichtfeld des Nutzers befindet. Idealerweise hat so eine AR-Brille ein vir-  
tuell ergänzbares Sichtfeld, das dem natürlichen Sichtfeld des menschlichen Au-  
15 ges entspricht. Dies stellt jedoch sehr hohe Anforderungen an die Optik, also  
die verwendete Linseneinheit, und Strahlteilertechnologie, also die verwen-  
dete Strahlteileinheit, dar, und hat zur Folge, dass die AR-Brille groß und schwer  
wird.

20 So benötigt eine AR-Brille eine Optik, welche die Pixel oder Bildpunkte des Bild-  
schirms, der verwendeten Bildschirmeinheit, der AR-Brille in eine Entfernung  
abbilden, die vom menschlichen Auge fokussiert werden kann. Ohne eine sol-  
che Linseneinheit wären die Pixel zu nahe am Auge und könnten nicht wahrge-  
nommen werden. Eine wesentliche Größe bei der Auslegung einer solchen Op-  
25 tik ist die Größe der sogenannten Augenbox oder Eyebox. Die Eyebox be-  
schreibt ein Volumen, in dem die Pupille des menschlichen Auges platziert wer-  
den muss, um die Bildschirmeinheit, das heißt die von ihr angezeigte compu-  
tergenerierte Bildinformation in einer vorgegebenen, typischerweise empirisch  
als akzeptabel befundenen Bildqualität (Auflösung, Helligkeit, etc.) und ent-  
30 sprechend hinreichend scharf betrachten zu können. Dabei gibt es zumindest  
zwei wesentliche Effekte, welche ein im Vergleich zur Größe der Pupillenöff-  
nung des menschlichen Auges (2 bis 5 mm) großes Eyebox-Volumen fordern.  
Zum einen bewegt sich das Auge je nach Blickrichtung, so dass sich die Pupille  
an unterschiedliche Orten bewegen kann. Auch variiert der Augenabstand von  
35 Nutzer zu Nutzer und liegt grob in einem Intervall von 56 bis 72 mm. Somit muss  
entweder die Optik und damit die Eyebox individuell je Nutzer vor dem Auge

zentriert werden, oder aber es wird eine vergrößerte Eyebox implementiert, so dass diese Verschiebung und beispielsweise auch ein schiefes Aufsetzen der AR-Brille in gewissen Grenzen toleriert wird. Da jedoch eine mechanische Zentrierung einen eigenen Prozess darstellt und somit entsprechend aufwändig im Produkt zu integrieren wäre, wird eine größere Eyebox diesseits als elegantere Lösung angesehen.

Je größer die Eyebox ist, desto schwieriger ist jedoch das Entwerfen der zugehörigen Optik. Eine große Eyebox korrespondiert mit einer vergrößerten numerischen Apertur der Optik, das heißt für eine große Eyebox wird Licht, welches über größere Winkelbereiche von den jeweiligen Bildpunkten emittiert wird, eingefangen und abgebildet. Es ist allgemein bekannt, dass es aufwändiger ist, lichtstarke Optiken, also Optiken mit einer hohen numerischen Apertur auf der Abbildungsseite, für große Winkelbereiche zu optimieren. Beispielsweise wird bei einem Mikroskop das Sichtfeld mit größer werdender numerischer Apertur immer kleiner. Allerdings kann mit hohem technischem Aufwand, das heißt mit einer großen Anzahl von Linsen, auch bei einer hohen numerischen Apertur ein großes Sichtfeld erzeugt werden, was beispielsweise die Entwicklung von Lithografie-Objektiven zeigt. Ein weiteres alltägliches Beispiel wären Objektive für Fotoapparate, für welche je größer die Lichtstärke ist, das heißt je höher die Blendenzahl ist, desto mehr Linsen genutzt werden müssen, um eine vergleichbare Abbildungsleistung technisch zu realisieren. Diese Beispiele belegen, dass es technisch anspruchsvoll ist, eine (im Vergleich zur Pupillengröße) große Eyebox zu realisieren, und insbesondere das Realisieren eines möglichst großen Sichtfeldes und gleichzeitig einer möglichst großen Eyebox in einem technischen Kompromiss zueinander erfolgen muss.

Beispielsweise zeigt die EP 2 751 611 B1 einen Ansatz, um aus einer kleinen Austrittspupille der Projektionsoptik eine große Eyebox zu realisieren. Dazu wird mittels Mehrfach-Reflexion in einem sogenannten Waveguide und einem optischen Gitter, das das Licht nur teilweise auskoppelt, die Austrittspupille der Optik repliziert und effektiv zweidimensional (flächig) nebeneinander angeordnet. Entsprechend vergrößert sich dabei die Gesamtfläche und somit der Raumbereich, in welchem bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der AR-Brille die Pupillen des Nutzers angeordnet werden können und das virtuelle Bild in der gewünschten Bildqualität sichtbar ist. Nachteilig an dieser Vorgehensweise ist der

hohe Lichtverlust aufgrund der zweidimensionalen Mehrfachanordnung. Dieser Ansatz wird auch als sogenannte zweidimensionale Pupillenerweiterung bezeichnet, da so eine vergrößerte Eyebox erreicht wird, indem man die kleine Austrittspupille des Systems, welche die Verwendung kleiner Optiken ermöglicht, repliziert, das heißt in zwei Dimensionen nebeneinander anordnet. Ein weiterer Nachteil einer zweidimensionalen Pupillenerweiterung ist, dass entsprechend Fläche auf dem Waveguide dafür vorgesehen werden muss, da das Licht eingekoppelt werden muss, dann eine erste Pupillenerweiterung in einer Dimension erfährt, und dann eine weitere Pupillenerweiterung in einer zweiten Dimension. In diesen Bereichen kann dann kein Licht ausgekoppelt werden, weswegen sich der virtuell ergänzbare, für das virtuelle Bild zugängliche Sichtbereich entsprechend verkleinert.

Die AU 2016 314 630 B2 zeigt einen weiteren Ansatz zum Nutzen der Eyebox, um Augenpupillenbewegungen auszugleichen. Dort wird ein Messsystem und ein Spiegelumlenksystem vorgeschlagen, um Augenpupillenbewegungen durch Nachführen des Lichtes in zwei Winkelrichtungen zu kompensieren. Effektiv wird so eine sehr kleine Eyebox ausgelegt (was eine kleine Optik ermöglicht), die Lage der Augenpupillen sensorisch erfasst und mittels einer Kinematik das virtuell ergänzbare Sichtbare der AR-Brille so nachgeführt, dass alle Lichtstrahlen die Pupille des Auges treffen. Nachteilig ist hier, dass eine aufwändige kinematische optische Nachführung notwendig ist. Ein weiterer Nachteil ist, dass eine exakte sensorische Erfassung der Position und Ausrichtung der Augenpupille notwendig ist.

In dem Buch „Optical Architectures for Augmented-, Virtual-, and Mixed-Reality Headsets“ von Bernard C. Kress, veröffentlicht von der Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers im Jahr 2020, wird in Kapitel 6.2 der technische Begriff der „Eyebox“ im Zusammenhang mit Virtual-Reality-Brillen und Augmented-Reality-Brillen definiert. Dort wird der Stand der Technik bezüglich der Auslegung einer AR-Optik und der resultierenden Eyebox zusammengefasst. Die dortige Definition kann auch für die vorliegende Offenbarung gelten. Die Eyebox ist dabei im Wesentlichen als Volumen definiert, in dem gewisse vorgegebene Helligkeitsanforderungen und/oder gewisse vorgegebene Abbildungsanforderungen wie beispielsweise eine Mindestauflösung oder eine Mindestschärfe erfüllt werden.

Die Eyebbox wird dort stets ausgehend von den Randbedingungen, welche sich für die maximalen Sichtwinkel des virtuell ergänzbaren Sichtfeldes der Brillen-Anzeigevorrichtung ergeben, konstruiert bzw. optimiert. Dabei wird die Gesetzmäßigkeit einer inversen Proportionalität festgestellt, das heißt festgestellt, dass die Eyebbox umso kleiner ausfallen wird, je größer das virtuell ergänzbare Sichtfeld der AR-Brille ist. Damit wird durch die Anforderung einer Eyebbox-Mindestgröße prinzipbedingt zugleich die Sichtfeldgröße beschränkt.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Brillen-Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines virtuellen Bildes in einem für einen Nutzer virtuell ergänzbaren Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung bereitzustellen, welche die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwindet, insbesondere einen höheren Grad an Immersion ermöglicht. Der Grad an Immersion steigt dabei mit größerem virtuell ergänzbarem Sichtfeld, abnehmendem Gewicht und abnehmender Größe der Brillen-Anzeige-Vorrichtung, sowie zunehmender wahrgenommener Bildqualität des virtuellen Bildes.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

Ein Aspekt bezieht sich auf eine Brillen-Anzeigevorrichtung, auch als Augmented-Reality-Brille oder AR-Brille bezeichnet, zum Anzeigen eines virtuellen Bildes in zumindest einem für einen Nutzer, den Brillenträger, virtuell ergänzbaren Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung. Die Brillen-Anzeigevorrichtung weist dabei eine Gestelleinheit auf, zumindest eine an der Gestelleinheit angebrachte zeilenförmige Bildschirmeinheit zum Abstrahlen eines Lichtes als computergenerierte Bildinformation in eine im Wesentlichen vertikale Richtung, welche auch als erste Richtung bezeichnet werden kann, zumindest eine an der Gestelleinheit angebrachte Linseneinheit zum Kollimieren des von der zeilenförmigen Bildschirmeinheit abgestrahlten Lichtes, und zumindest eine an der Gestelleinheit angebrachte Strahlteilereinheit, welche als Scannereinheit mit einer festgelegten Scannerfrequenz ausgebildet ist zum Scannen, das heißt Abtasten, eines Raumbereiches, in welchem bei bestimmungsgemäßem Gebrauch

der Brillen-Anzeigevorrichtung zumindest eine jeweilige Pupille des Nutzers angeordnet sind, mit dem kollimierten Licht. Dabei ist die Strahlteilereinheit zum Umlenken des kollimierten Lichtes zu dem Nutzer hin in besagten Raumbereich entsprechend in einen im Wesentlichen horizontalen Richtungsbereich ausgebildet, welcher auch als zweiter Richtungsbereich bezeichnet werden kann. Die Scannereinheit kann hier mehrere Scanelemente umfassen, für welche dann eine Scanfrequenz bevorzugt einheitlich vorgegeben ist. Das virtuell ergänzbare Sichtfeld und/oder die Bildschirmeinheit und/oder die Linseneinheit und/oder die Strahlteilereinheit kann doppelt, d.h. für jedes Auge ausgeführt sein. Es kann aber beispielsweise die Bildschirmeinheit auch eine kombinierte Bildschirmeinheit sein, welche dedizierte Bildschirm-Bereiche für jedes Auge, d.h. jeweils nur einem Auge zugeordnete Bildschirm-Bereiche aufweist.

Die zeilenförmige Bildschirmeinheit kann ein sogenanntes Liniendisplay sein oder umfassen. Insbesondere kann die Bildschirmeinheit in ihrer Hauptstreckungsrichtung, ihrer Längs- oder Längenrichtung, zumindest um einen Faktor 10, insbesondere um einen Faktor 50, bevorzugt um einen Faktor 100, besonders bevorzugt um zumindest einen Faktor 500, und ganz besonders bevorzugt zumindest um einen Faktor 1000 größer sein als in einer quer zur Längenrichtung verlaufenden Breitenrichtung. Die Größe kann dabei jeweils in Pixeln gemessen werden, beispielsweise kann die zeilenförmige Bildschirmeinheit also eine Größe von zumindest 3 x 600 Pixeln oder Bildpunkten oder zumindest 30 x 1500 Bildpunkten oder Pixeln haben. Die Linseneinheit ist dabei zwischen den Bildpunkten der Bildschirmeinheit und der Strahlteilereinheit angeordnet, so dass die Bildschirmeinheit in der Vertikalrichtung, welche eine im Wesentlichen vertikale Richtung oder vertikale Richtung ist, übereinander angeordnet. Eine „im Wesentlichen“ vorgegebene Richtung kann im Rahmen dieser Offenbarung als bis auf eine vorgegebene Abweichung vorgegebene Richtung zu verstehen sein, wobei die vorgegebene Abweichung beispielsweise höchstens 15° bevorzugt höchstens 7° beträgt. Analog gilt für einen im Wesentlichen vertikalen oder horizontalen Richtungsbereich, dass er Richtungen umfassen kann, welche im Wesentlichen vertikale bzw. horizontale Richtungen sind. Die vorgegebene Abweichung kann dabei auch mehr als 10°, beispielsweise höchstens 45° oder höchstens 30° betragen. Horizontale und vertikale Richtung sind dabei bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Brillen-Anzeigevorrichtung im Schwerfeld der Erde definiert, ebenso wie in der vertikalen Richtung oben und unten und

bei bestimmungsgemäßen Gebrauch im Gesicht eines Nutzers angeordnet mit Blick gerade aus.

5 Entsprechend ist die Strahlteilereinheit an ihrem oberen Ende näher an der  
Bildschirmeinheit als an ihrem unteren Ende. Dabei ist eine horizontale Breite  
des virtuell ergänzbaren Sichtfelds in einem in der Vertikalrichtung unteren Be-  
reich kleiner als in einem in der Vertikalrichtung oberen Bereich. Der obere Be-  
reich des Sichtfeldes ist somit der dem zeilenförmigen Bildschirmeinheit und  
10 der Linseneinheit nähere Bereich des virtuell ergänzbaren Sichtfelds. Dabei  
kann die horizontale Breite des virtuell ergänzbaren Sichtfelds vom unteren Be-  
reich zum oberen Bereich monoton zunehmen oder zumindest abschnittsweise  
monoton zunehmen wie dies beispielsweise bei einem Sägezahnprofil der Fall  
ist. Nimmt die horizontale Breite entsprechend einem Sägezahnprofil zu, so  
15 kann zumindest eine gemittelte horizontale Breite monoton zunehmen, bei-  
spielsweise eine über zwei, drei oder mehr benachbarte Sägezahnzyklen gemit-  
telte horizontale Breite. Der untere Bereich umfasst dabei bevorzugt einen un-  
teren Rand des virtuell ergänzbaren Sichtbereichs. Der obere Bereich kann ei-  
nen oberen Rand des virtuell ergänzbaren Sichtbereiches umfassen, alternativ  
20 allerdings auch nur einen mittleren Bereich des virtuell ergänzbaren Sichtberei-  
ches, der den oberen Rand nicht umfasst aber einen Bereich des virtuell ergänz-  
baren Sichtbereiches, durch welchen ein Nutzer bei horizontal ausgerichtetem  
Auge (in einer horizontalen Sichte Ebene ohne Rotation des Augapfels in vertika-  
ler Richtung) blickt. Insbesondere kann das virtuell ergänzbare Sichtfeld die  
Form eines Trapezes haben, wobei die Form des Trapezes hier zwei stumpfe(re)  
25 Innenwinkel (insbesondere  $\geq 90^\circ$ ) an der unteren Seite des Sichtfelds und somit  
des Trapezes und zwei spitze(re) Innenwinkel (insbesondere  $\leq 90^\circ$ ) an der obe-  
ren Seite des virtuell ergänzbaren Sichtfelds und somit des Trapezes implizieren  
kann. Die Innenwinkel an der unteren Seite können also insbesondere größer  
sein als die Innenwinkel an der oberen Seite.

30 Die obere Seite, insbesondere ein der zeilenförmigen Bildschirmeinheit näherer  
und damit bei bestimmungsgemäßen Gebrauch oberer Rand des virtuell er-  
gänzbarer Sichtbereiches, sowie die untere Seite, insbesondere ein der zeilen-  
förmigen Bildschirmeinheit entfernterer Rand und damit bei bestimmungsge-  
35 mäßen Gebrauch unterer Rand des virtuell ergänzbaren Sichtfeldes, können  
entsprechend zwei Grundseiten des Trapez' bilden. Die von den Grundseiten

verschiedenen Seiten des virtuell ergänzbaren Sichtfeldes können konkave Seiten oder im Wesentlichen konkave Seiten sein, wodurch eine horizontale Breite des virtuell ergänzbaren Sichtfeldes in unteren Abschnitten weniger stark abnimmt als in (gleich großen) oberen Abschnitten. Im wesentliche konkave Seiten können das oben genannte Sägezahnprofil aufweisen. Dies kann auch mit mehreren in der Vertikalrichtung über- bzw. untereinander angeordneten Scanelementen erreicht werden, deren horizontale Erstreckung (d.h. die Erstreckung des bei bestimmungsgemäßem Gebrauch nutzbaren optisch wirksamen Bereichs) in der Vertikalrichtung nach unten linear abnimmt. Das kann als „erweiterter Sichtbereich“ bezeichnet werden, da die horizontale Erstreckung des Sichtbereichs weniger stark abnimmt als die horizontale Erstreckung der den unterschiedlichen horizontalen Abschnitten des Sichtbereiches zugeordneten Scanelemente (bei Scanelementen gleichbleibender horizontaler Erstreckung würde der Sichtbereich mit zunehmendem vertikalem Winkel bei geeignet groß gewählter Optik breiter, also in horizontaler Richtung größer). Dies wird unten anhand von Figuren noch ausführlicher beschrieben. Das hat den Vorteil, dass eine im Vergleich zu anderen Ansätzen kleinere Optik gewählt werden kann, da durch das scannende Verfahren mit um eine horizontal ausgerichtete Achse kippenden oder rotierenden Scanelementen Lichtstrahlen in das Auge gelenkt werden können, denen gerade in den für die Optik kritischen oberen und unteren Randbereichen ein horizontaler Sichtwinkel zugeordnet ist, der größer ist als der effektive Sichtwinkel der Optik und somit mittels einer verhältnismäßig kleinen Optik ein verhältnismäßig großer virtuell ergänzbarer Sichtbereich, ein erweiterter Sichtbereich erzeugen lässt.

Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass große virtuell ergänzbare Sichtfelder für Brillen-Anzeigevorrichtungen in vorteilhafter Weise realisiert werden können, wenn ein horizontal größeres Sichtfeld für obere Bildinhalte realisiert wird, und ein horizontal kleineres Sichtfeld für die unteren Bildinhalte akzeptiert wird, das heißt insbesondere, wenn das Sichtfeld wie oben beschrieben trapezförmig ausgeführt wird. Es hat sich gezeigt, dass mittels eines derartigen, insbesondere trapezförmigen, Sichtfeldes eine große Eyebbox nur für im Vergleich zu herkömmlichen Formaten der Sichtfelder wenige Augenpositionen notwendig ist, insbesondere für die Bereiche mit größerem Sichtfeld eine kleine Eyebbox ausreichend ist. Es kann so folglich, wie auch weiter unten noch ausgeführt, eine Eyebbox mit lokal variierender Größe implementiert werden. Mit

dem sich nach unten verjüngenden Sichtfeld kann eine kompakte, hocheffiziente Linseneinheit realisiert werden, bei der eine eindimensionale Pupillenerweiterung in Form der Strahlteilereinheit in Kombination mit einer zeilenförmigen Bildschirmeinheit ausreichend für ein sehr großes Maß an Immersion ist. Das sich nach unten verjüngende, also im unteren Bereich kleiner als im oberen Bereich ausgeführte Sichtfeld führt dabei dazu, dass die größten Sichtwinkel, genauer gesagt die Sichtwinkel mit der größten horizontalen Komponente, also die horizontal größten Sichtwinkel, so nahe wie möglich an der Optik bzw. Linseneinheit auftreten und so von dieser noch eingefangen und abgebildet werden.

Es ergibt sich somit der Vorteil, dass die Strahlengänge für die horizontal größten Sichtwinkel maximal kurz sind. Im Stand der Technik entstehen hier längere Strahlengänge, da eine Strahlteilertechnologie verwendet wird, welche auf totaler innerer Reflexion beruht. Dadurch ergibt sich das Problem, dass Lichtstrahlen am Rand des Sichtbereiches nach rechts oder links weg laufen, was im Stand der Technik zusätzlich zur vertikalen eindimensionalen Pupillenerweiterung, wie sie vorliegend genutzt wird, eine zweite eindimensionale Pupillenerweiterung in die orthogonale Richtung, für horizontale Sichtstrahlen erforderlich wird. Da bei einer Pupillenerweiterung jedoch das Licht immer auf mehrere Strahlgänge verteilt wird, wird auch die Lichteffizienz stark reduziert. Durch die hier implementierten kürzesten Strahlengänge für die horizontalen Sichtwinkel kann anstelle der zweiten Pupillenerweiterung mit einer großen Optik gearbeitet werden und als Folge eine signifikant höhere Lichteffizienz erreicht werden. Die vorgeschlagene Lösung nutzt somit entsprechend nur eine sogenannte eindimensionale Pupillenerweiterung und statt der verbreiteten zweiten eindimensionalen Pupillenerweiterung eine zeilenartige, im Wesentlichen eindimensionale Optik.

Die Lichteffizienz wird im Stand der Technik auch durch die Problematik des Streulichtes verschlechtert. Als Streulicht werden Lichtstrahlen bezeichnet, die von der Bildschirmeinheit erzeugt werden, sich aber ungewollt mit den virtuell dargestellten Bildinhalten überlagern und so beispielsweise den Kontrast verschlechtern. Ein sich mit zunehmendem Abstand von der Bildschirmeinheit verjüngendes Sichtfeld hat im Zusammenspiel mit einem scannenden Verfahren den Vorteil, dass in Sichtbereichen mit kleinerem Sichtwinkelbereich die nicht

benötigten, sich außerhalb des Sichtwinkelbereichs befindlichen Bildpunkte der Bildschirmeinheit abgeschaltet werden können, ohne Verlust im virtuellen Bild und auch ohne Streulicht zu erzeugen. Des Weiteren ermöglicht das sich nach unten verjüngende Sichtfeld auch lokal unterschiedlich große Eyeboxen, wobei die Größe der Eyeboxen wiederum mit dem Abstrahlwinkelbereich der Bildpunkte der zeilenförmigen Bildschirmeinheit zusammenhängt. Dieser Zusammenhang erschließt die Möglichkeit, mit der Verwendung von nicht quadratischen Pixeln, beispielsweise Pixel mit optimierten Seitenlängen, je nach Pixelposition eine optimierte Winkelabstrahlcharakteristik für die Bildpunkte zu wählen. Dadurch wird wiederum das Streulicht reduziert, weil mehr Licht in den nutzbaren Winkelbereich gelenkt wird. Auch kann so die elektro-optische Effizienz erhöht werden. Die Breite muss dabei nicht an jeder Position, das heißt für jeden Bildpunkt der Bildschirmeinheit individuell gewählt werden. Faktisch ist es ausreichend, die Bildpunkte in mehrere Gruppen einzuteilen, und dann für jede Bildpunkt- oder Pixelgruppe die gleichen Pixelabmessungen auszuwählen, so dass die Abmessungen der Pixel von Gruppe zu Gruppe variieren, jedoch innerhalb einer Gruppe gleich sind.

Entsprechend ist in einer vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen, dass die zeilenförmige Bildschirmeinheit zumindest eine Reihe von Lichtquellen, insbesondere LEDs wie beispielsweise Micro-LEDs aufweist, welche Lichtabstrahlflächen von zumindest zwei unterschiedlichen Abmessungen haben. Bevorzugt haben die Lichtabstrahlflächen zumindest zwei in der Haupterstreckungsrichtung der zeilenförmigen Bildschirmeinheit gemessen unterschiedlich große Längen-Abmessungen. Besonders bevorzugt sind ausschließlich diese in der Haupterstreckungsrichtung der zeilenförmigen Bildschirmeinheit gemessenen Längen-Abmessungen der Lichtquellen unterschiedlich groß, das heißt dann eine quer zu der Längenabmessung gemessene Breitenabmessung der Lichtquellen für alle Lichtquellen einer Reihe oder aller Reihen identisch. Grundsätzlich kann hier die Längen-Abmessung für jede Lichtquelle individuell angepasst werden, sodass sich die Längen-Abmessung entlang der Reihe von Lichtquelle zu Lichtquelle ändert. Praxisnäher, also einfacher zu produzieren ist jedoch der Ansatz von Gruppen von Lichtquellen, wobei die Lichtquellen einer Gruppe gleiche Längen-Abmessungen haben, die Längen-Abmessungen jedoch von Gruppe zu Gruppe variieren können, wie weiter unten für eine vorteilhafte Ausführungsform beschrieben. Damit kann in Kombination mit dem sich nach unten

verjüngenden Sichtfeld der Grad der Immersion verbessert werden, insbesondere durch den Einfluss der Lichtquellen-Abmessungen auf die Kompaktheit der Linseneinheit und die Größe der Eyebox.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die zeilenförmige Bildschirmereinheit zumindest eine Reihe der den jeweiligen Lichtquellen zugeordneten Mikrolinsen oder sonstigen Mikrooptiken aufweist, wobei die Mikrolinsen oder sonstigen Mikrooptiken einer Reihe zumindest zwei von einer Rotationssymmetrie unterschiedlich stark abweichende Linsenformen aufweisen. Die Linsenformen können dabei ähnlich der geschilderten Abmessungen der Lichtquellen variieren, das heißt jeweils individuell oder für Gruppen von Mikrolinsen unterschiedlich vorgegeben sein. So kann beispielsweise eine Gruppe von Mikrolinsen rotationssymmetrisch, mit rotationssymmetrischer Linsenform, ausgeführt sein, und eine weitere Gruppe von Mikrolinsen deformiert, mit von der Rotationssymmetrie abweichender Linsenform, ausgebildet sein, um entsprechend die Winkel-Abstrahlcharakteristik der zugehörigen Lichtquelle einzustellen. Ähnlich der unterschiedlichen Abmessungen der Lichtquellen tragen auch die unterschiedlichen Linsenformen zu der verbesserten elektrisch-optischen Effizienz und verminderten Streulichteffekten bei.

Die Winkel-Abstrahlcharakteristik eines Bildpunktes, das heißt einer Lichtquelle, kann somit durch die Wahl der Abmessungen der jeweiligen Bildpunkte im Zusammenspiel mit der Linsenform zugeordneter Mikrolinsen oder sonstiger Mikrooptiken eingestellt werden. Dabei wird vor jeder Lichtquelle eine eigene Mikrooptik, insbesondere Mikrolinse, platziert. Dabei kann sowohl die Brennweite durch die Linsenform der Mikrooptik verändert werden und dabei die Abmessungen der Lichtquelle konstant gehalten werden, als auch die Mikrooptik konstant gehalten werden und die Abmessungen des Pixels verändert werden. Entsprechend ist auch eine Mischung beider Ansätze möglich. Da in der hier beschriebenen Brillen-Anzeigevorrichtung eine zeilenförmige Bildschirmereinheit gewählt ist, ist es ausreichend die Eyebox nur in einer Dimension veränderlich zu wählen, in der zweiten Dimension ist die Größe der Austrittspupille der Linseneinheit und damit die Eyebox konstant und vergleichsweise klein, und wird durch die Strahlteilereinheit, welche als eindimensionale Pupillenerweiterung fungiert, vergrößert.

Entsprechend ist in einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen, dass die zeilenförmige Bildschirmeinheit einen Zentralabschnitt, einen ersten und zweiten Endabschnitt, sowie einen ersten und einen zweiten Zwischenabschnitt aufweist, wobei der erste Zwischenabschnitt in der Haupterstreckungsrichtung der Bildschirmeinheit zwischen dem ersten Endabschnitt und dem Zentralabschnitt, und der zweite Zwischenabschnitt in der Haupterstreckungsrichtung der Bildschirmeinheit zwischen dem zweiten Endabschnitt und dem Zentralabschnitt angeordnet ist. Dabei sind die Längen-Abmessungen der Lichtquellen in dem Zentralabschnitt und/oder den Endabschnitten kleiner als in den beiden Zwischenabschnitten und/oder die Mikrolinsen in dem Zentralabschnitt und/oder den Endabschnitten von einer Rotationssymmetrie weniger stark abweichend, als in den beiden Zwischenabschnitten. Auf diese Weise werden die oben beschriebenen unterschiedlichen Gruppen von Lichtquellen unterschiedlicher Abmessungen bzw. Mikrolinsen unterschiedlicher Linsenformen in besonders vorteilhafter, für einen gesteigerte elektro-optischen Effizienz und verminderten Streulichteffekten, realisiert.

In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Strahlteilereinheiten mehrere in der Vertikalrichtung übereinander angeordnete scannende semi-transparente Strahlteilereinheit-Elemente, Scanelemente, aufweist, deren jeweilige horizontale Breite in einem in der Vertikalrichtung unteren Bereich in dieser Ausführungsform kleiner ist als in einem in der Vertikalrichtung oberen Bereich. Die Breite kann dabei von dem unteren Bereich zum oberen Bereich monoton zunehmen, insbesondere entsprechend dem Sichtfeld der Form eines Trapezes folgen. Damit kann in besonders einfacher Weise die beschriebene sich nach unten verjüngende Form des virtuell ergänzbaren Sichtfeldes erreicht werden.

In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Strahlteilereinheit eine scannende Strahlteilereinheit mit mehreren in der Vertikalrichtung übereinander angeordneten scannenden semi-transparenten Strahlteilereinheit-Elementen, Scanelementen, ist und die Brillen-Anzeigevorrichtung eine Steuereinheit zum Steuern der Strahlteilereinheit und damit der Scanelemente, sowie der Bildschirmeinheit aufweist. Dabei ist die Steuereinheit ausgebildet, bei Scannen des virtuell erweiterbaren Sichtbereiches im unteren

Bereich ein oder mehrere Pixel in zumindest einem von zwei durch einen Zentralbereich getrennten Randbereich in der Bildschirmeinheit auszuschalten (so dass von ihnen unabhängig vom angezeigten virtuellen Bild kein Licht emittiert wird) und/oder nur bei Scannen des virtuell erweiterbaren Sichtbereiches im oberen Bereich alle Pixel der Bildschirmeinheit zu aktivieren (sodass von ihnen abhängig vom angezeigten virtuellen Bild Licht oder kein Licht emittiert wird). Bevorzugt können beim Scannen im unteren Bereich mehrere Pixel in beiden Randbereichen ausgeschaltet werden. Das hat den Vorteil, dass für einen großen Grad an Immersion nicht benötigte Bildpunkte auch nicht zu einem Streulicht beitragen und somit unter Beibehaltung der Immersion Energie gespart wird.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass als Augenbox oder Eyebox für den Raumbereich, in welchem bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Brillen-Anzeigevorrichtung die eine Pupille oder die zwei Pupillen des Nutzers angeordnet sind, eine vorgegebene Mindest-Bildqualität, also beispielsweise eine vorgegebene Mindest-Helligkeits-Anforderung und/oder eine sonstige Mindest-Abbildungsanforderung wie beispielsweise eine Mindest-Auflösung und/oder eine Mindest-Bildschärfe definiert ist, und dabei eine horizontale Breite der Augenbox lokal in Abhängigkeit der horizontalen Breite eines Umlenk-Winkels des an der Strahlteilereinheit umgelenkten Lichtes variiert. Das hat den Vorteil, dass das Problem der Notwendigkeit einer großen Eyebox dahingehend gelöst wird, dass die Eyebox-Größe in Abhängigkeit des Sichtwinkels unterschiedlich groß gewählt wird. Insbesondere wird so ermöglicht, dass für die schräge(re)n Sichtstrahlen am Rand des Sichtfeldes, die am schwersten zu optimieren sind, eine kleinere Eyebox als ausreichend erachtet und gewählt ist, und die größte Eyebox nur für gerade(re) Sichtstrahlen im Zentrum des Sichtfeldes.

Im Vergleich zum Stand der Technik, in welchem eine konstant große Eyebox für alle Sichtstrahlen unabhängig davon wo im Sichtfeld sie verlaufen gefordert wird, kann so die größere Eyebox im Zentrum des Sichtfeldes optimiert werden, ohne technische Kompromisse bei der Abbildungsqualität hinnehmen zu müssen. Eine über das Sichtfeld nicht konstant große Eyebox hat den weiteren Vorteil, dass eine Anzeige mit gesteigerter Lichteffizienz implementiert werden

kann. Die Lichteffizienz wiederum ist gekoppelt an den Energieverbrauch, entsprechend an die Abwärme der AR-Brille und die erforderliche Batteriegröße, und damit wiederum auch mit dem Gewicht der AR-Brille bzw. des gesamten Sets von AR-Brille mit Stromversorgung. Durch eine solchermaßen effizienter gestaltete Brillen-Anzeigevorrichtung wird letztlich wiederum eine vergrößerte numerische Apertur implementiert, was zur Folge hat, dass die Optik und damit die Linseneinheit bei einer größeren Eyebox Licht aus einem größeren Winkelbereich einfangen und abbilden muss. Dabei ist zu beachten, dass der Winkelbereich, in den ein Bildpunkt abstrahlt, angepasst werden kann. Strahlt ein Bildpunkt im Winkelbereich Lichtstrahlen ab, welche von der Optik nicht eingefangen werden, oder welche von der Optik eingefangen werden, aber niemals in die Pupille des Auges geleitet werden, dann werden diese Lichtstrahlen in unnötiger Weise emittiert und die effektive Effizienz des Bildpunktes verschlechtert sich.

Generell ist es somit vorteilhaft, den Winkel-Abstrahlbereich der Bildpunkte und den Winkel-Umlenkbereich der Optik anzugleichen, beispielsweise über die oben erwähnte Linsenform und/oder Lichtquellen-Abmessungen und/oder Gestaltung der Linseneinheit. Mit einer über den Sichtbereich variierenden Größe der Eyebox ist es somit besonders vorteilhaft, über eine Reihe bzw. Zeile der Bildschirmeneinheit die Bildschirmpunkte, also die Lichtquellen, in ihrer Abstrahl-Charakteristik bezüglich des abgestrahlten Winkels (ihrem Winkel-Abstrahlbereich) kontinuierlich oder, praxisnäher, in Gruppen, zu verändern. Dies erfolgt dabei in Abhängigkeit der konkreten Implementierung der Optik bzw. Mikrolinsen oder Linseneinheit mit dem Ziel, möglichst nur Licht in die Winkelbereiche abzustrahlen, welche notwendig sind und somit von der Optik bzw. der Linseneinheit und Strahlteilereinheit auch in die Eyebox abgebildet werden. Wie im Folgenden noch beschrieben, muss dabei mit dem sich nach unten verjüngenden Sichtfeld die größte Eyebox nicht für den maximalen Sichtwinkel im Sichtfeld erreicht werden, sondern ungefähr nur für den halben Sichtwinkel des Sichtfeldes. Damit wird die für die gewünschte Bildqualität und damit Immersion erforderliche Auslegung der Optik wesentlich einfacher. Idealerweise wird hier die größte Eyebox ungefähr bei dem halben Sichtwinkel erreicht.

Entsprechend ist in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform vorgese-

hen, dass die horizontale Breite der Augenbox für den oder die horizontal brei-  
testen Umlenkwinkel (welche den horizontal größten Sichtwinkeln und damit  
Wahrnehmungen aus dem Rand des Sichtbereiches entsprechen) und/oder für  
den horizontal geringsten Umlenkwinkel von  $0^\circ$  (welcher Wahrnehmungen im  
5 Zentrum des Sichtbereiches entspricht) am geringsten ist, und für einen Um-  
lenkwinkel um den horizontalen mittleren Umlenkwinkel, welcher den halben  
Wert des horizontal breitesten Umlenk winkels hat, am größten ist. Beispiels-  
weise kann der horizontal breiteste Umlenk Winkel  $40^\circ \pm 10^\circ$  betragen, insbe-  
sondere  $40^\circ \pm 5^\circ$ , und der horizontal mittlere Umlenk Winkel  $20^\circ \pm 5^\circ$ , insbeson-  
10 dere  $20^\circ \pm 2,5^\circ$ . Diese Werte haben sich als besonders vorteilhaft erwiesen.

Es ergibt sich somit der Vorteil, dass ein sich nach unten verjüngendes virtuell  
ergänzbare Sichtfeld der AR-Brille mit einer zeilenförmigen Bildschirmereinheit  
und entsprechend einer länglich ausgeprägten Linseneinheit realisiert wird,  
15 wobei diese Linseneinheit dann eine maximal große Eyebox nicht unter maxi-  
malen Blickwinkel, sondern ungefähr bei dem halben horizontalen Sichtwinkel  
besitzt. Da somit die Optik nicht für eine Eyebox optimiert werden muss, wel-  
che beim maximalen Sichtwinkel auch die für kleinere Sichtwinkel bestehenden  
Anforderungen erfüllen muss, können erheblich einfachere Systeme gewählt  
20 werden. Dies fördert wiederum wie beschrieben die Immersion. Im Gegensatz  
zu bekannten Ansätzen, welche beispielsweise beim sog. „foveated rendering“  
die Anforderung an eine Auflösung zum Rand eines Bildbereiches hin absenken,  
wird jedoch mit dem hier beschriebenen Ansatz der Seheindruck nicht ver-  
schlechtert, obwohl das Auge je nach Aufmerksamkeit auch kurzzeitig Sicht-  
25 punkte unter starkem Winkel am Rand des virtuellen Sichtfeldes betrachten  
wird, da diese für die geschilderte Auslegung immer noch scharf dargestellt  
werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen dass, das vir-  
30 tuell ergänzbare Sichtfeld für das jeweilige Auge des Nutzers horizontal asym-  
metrisch ausgebildet ist bezüglich einer zentralen Blickachse, welche bei be-  
stimmungsgemäßem Gebrauch durch einen Nutzer mit geradeaus orientiertem  
Blick bestimmt ist, wobei insbesondere eine Horizontal-Komponente des hori-  
zontal breitesten Umlenk-Winkels nach innen zur Nase hin geringer ist als eine  
35 Horizontal-Komponente des horizontal breitesten Umlenk-Winkels nach außen  
von der Nase fort. Das hat den Vorteil, dass die Nase, welche auch einen Teil

des natürlichen Sichtfeldes des Nutzers begrenzt, konstruktiv berücksichtigt wird und so die Optik in ihrer Größe optimiert und bei gleich großer Optik zur Seite hin ein vergrößertes virtuell ergänzbares Sichtfeld realisiert werden kann.

5 Die vorstehend in der Beschreibung, auch im einleitenden Teil, genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figuren-  
beschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale  
10 und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Es sind auch Ausführungen und Merkmalskombinationen als offenbart anzusehen, die  
15 somit nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen. Es sind darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen, insbesondere durch die oben dargelegten Ausführungen, als offenbart anzusehen, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder von diesen abweichen.

20 Anhand der in den nachfolgenden Figuren gezeigten schematischen Zeichnungen soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier gezeigten spezifischen Ausführungsformen einschränken zu wollen.

25 Dabei zeigt:

Fig. 1 eine beispielhafte Ausführungsform einer Brillen-Anzeigevorrichtung zum Anzeigen eines virtuellen Bildes in einer schematischen Seiten-  
30 Schnittansicht;

Figs. 2a,b die beispielhafte Ausführung aus Fig. 1 in einer schematischen Frontalansicht und in einer Draufsicht;

35 Fig. 3 eine Konstruktionsvorschrift für das Auslegen einer horizontalen Breite einer Eyebox in Abhängigkeit des Abstands als optischer Weg

zwischen Pupillenposition und Bildschirmeinheit;

Fig. 4 die horizontale Breite einer beispielhaften Eyebox in Abhängigkeit des horizontalen Sichtwinkels; die

5

Figs. 5a-d beispielhafte LED-Anordnungen mit unterschiedlichen Abmessungen;

Fig. 6 den einer Sichtfelderweiterung zu Grunde liegenden Effekt einer Rotation eines Sichtstrahles um die x-Achse für sich isoliert;

10

Figs. 7a,b einen Sichtfeld-Vergleich einer herkömmlichen Anzeige mit einer auf verkippenden bzw. rotierenden Scanelementen basierenden Anzeige; sowie

15

Figs 8a,b beispielhafte Sichtfelder einer auf verkippenden bzw. rotierenden Scanelementen basierenden Anzeigevorrichtung.

In den unterschiedlichen Figuren sind dabei gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

20

In Fig. 1 ist eine schematische Seiten-Schnittansicht einer beispielhaften Brillen-Anzeigevorrichtung 0 gezeigt. Insgesamt wird hier von einer zeilenförmigen Bildschirmeinheit 29 Licht durch eine entsprechend zeilenartig, längliche Optik, eine Linseneinheit 13 über einen Strahlteiler 10 mit mehreren Scanelementen 10' in eine Pupille 21 eines menschlichen Auges 20 abgebildet. Dabei ergibt sich ein vertikales Sichtfeld, das mit Sichtstrahl 221 nach oben und Sichtstrahl 222 nach unten begrenzt ist. Zu beachten ist, dass der optische Weg, das heißt der Abstand von Pupille 21 zur Pupille 131 der Optik, das heißt der Linseneinheit 13 und damit zur Bildschirmeinheit 29 für den oberen Sichtstrahl 221 kürzer ist als der Weg für den untersten Sichtstrahl 222. Der Strahlteiler 10 mit den Scanelementen 10' fungiert dabei als eindimensionale Pupillenerweiterung. Vertikale Sichtstrahlen wie 226, 263, welche durch die Austrittspupille 211 der Linseneinheit 13 verlaufen, welche durch eine Blende 131 technisch definiert wird, werden an den Scanelementen 10' mehrfach reflektiert, so dass sich neben dem effektiv sichtbaren Lichtstrahl 224, welcher auf die Pupille 21 trifft, auch

25

30

35

weitere Sichtstrahlen 224' entstehen, welche nicht auf die Pupille 21 treffen und somit nicht wahrgenommen werden. Dazu sind die Scanelemente 10' teilverspiegelt.

5 Das Auge 20 des Nutzers blickt somit im gezeigten Beispiel durch eine Pupille 21 auf die Anordnung der hier mit den Scanelementen 10' ausgebildete und damit scannenden Strahlteilereinheit 10, wobei die individuellen Scanelemente 10' jeweils um ihre Drehachse 24 rotierend gelagert sind. Dabei weisen die Scanelemente 10' einen mechanischen Winkelbereich 243 zwischen zwei Endlagen 10 241, 242 auf. Dieser mechanische Winkelbereich 243 bedingt einen optischen Winkelbereich 231, 232, welcher als zweiter Richtungsbereich dem für das virtuelle Bild nutzbaren Sichtfeld, dem virtuell ergänzbaren Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung entspricht. Grundsätzlich kann hier der mechanische Winkelbereich 243 auch größer gewählt werden, wobei dann die zeilenförmige 15 Bildschirmeinheit 29 nur genutzt wird, wenn ein Sichtstrahlengang 224, 224' innerhalb der Begrenzungen 221, 222 verläuft. Die Begrenzungen 221, 222 entsprechen vorliegend dem natürlichen menschlichen Sichtfeld des Nutzers. Dieser natürliche Sichtbereich ist symmetrisch um eine zentrale im Wesentlichen horizontale Hauptrichtung 225 angeordnet, welche bevorzugt auch die Mitte des mechanischen Scan- bzw. Winkelbereiches 243 sein sollte. Optimalerweise wird die Ausrichtung der teiltransparenten Scanelemente 10' in Ruhelage so gewählt, dass paralleles Licht entlang des Sichtstrahlengangs 226 aus der Bildschirmeinheit 29 in die Richtung 225 umgelenkt wird. Dabei werden die Scanelemente 10' bevorzugt synchron, das heißt alle mit der gleichen Scanner-Frequenz betrieben. Dabei kann eine Ausprägung mit relativer Phase in Verschiebung 25 zwischen den einzelnen Scanelementen gewählt werden, oder, wie vorliegend gezeigt, ohne Phasenverschiebung zwischen den unterschiedlichen Scanelementen 10'. In diesem letzteren Fall sind die Reflexionsflächen aller teiltransparenten Scanelemente 10' parallel angeordnet.

30 Die Scanelemente 10' sind in diesem Beispiel zueinander in der z-Richtung in einem vertikalen Abstand 251, 252 positioniert, welcher sich je nach Höhe in der z-Richtung, nach vertikaler Lage im Sichtfeld, unterscheidet. Beispielsweise können die Scanelemente 10' so nahe zueinander positioniert werden, dass ein 35 Sichtstrahlengang 224 vom Rotationszentrum des Auges 20 bzw. des Augapfels

die untere Kante 261 eines oberen Scanelementes 10' schneidet und gleichzeitig die obere Kante 262 eines unteren Scanelementes 10' schneidet. Es sind aber auch engere Abstände und auch größere Abstände denkbar. Bei engeren Anordnungen kann ein Sichtstrahlengang gleichzeitig von zwei Scanelementen 10' umgelenkt werden. Damit dies nicht zu Bildartefakten führt, muss vorliegend die Linseneinheit 13 so ausgelegt sein, dass Lichtstrahlen nach Unendlich abgebildet werden, das heißt ein paralleles durch die Strahlteilereinheit 10 umzulenkendes Lichtbündel vorliegt. Das virtuelle Bild kann dann durch ein konkaves Linsenelement 283 zwischen dem Nutzer und den Scanelementen 10' wieder in einen endlichen virtuellen Abstand gerückt werden. Damit der Blick durch den Strahlteiler 10 auf die realen Objekte in der natürlichen Umgebung nicht durch das Linsenelement 283 verfälscht wird, kann dieses durch ein Linsenelement 284 mit inverser Brennweite an einer Außenseite der Brillen-Anzeigevorrichtung 0 wieder korrigiert werden. Die Linsenelemente 283 und 284 sind nicht mehr zwingend notwendig, wenn ein phasenverschobenes Scanning eingesetzt wird.

Fig. 2a zeigt die beispielhafte Ausführungsform von Fig. 1 in einer Frontalan-sicht. Die Brillen-Anzeigevorrichtung 0 weist eine Gestelleinheit 17 mit vorliegend einer Rahmeneinheit 16 und einer Zusatzrahmeneinheit 15 auf. An der Gestelleinheit 17, vorliegend der Rahmeneinheit 15, ist in der jetzt gezeigten Ausführungsform die zeilenförmige Bildschirmereinheit 29 angeordnet, von der zwei Bildschirm-Bereiche 141, 142 jeweils dem rechten bzw. linken Auge 20 des Nutzers zugeordnet sind. Die zeilenförmige Bildschirmereinheit 29 dient dabei dem Abstrahlen eines Lichtes entlang eines Strahlenganges 226, 263 (Fig. 1) als computergenerierte Bildinformation in einer im Wesentlichen vertikalen Richtung, hier der negativen z-Richtung. Die Brillen-Anzeigevorrichtung 0 weist auch die an der Gestelleinheit 17, vorliegend der Rahmeneinheit 16, angebrachte Strahlteilereinheit 10 auf, welche ausgebildet ist als Scanner-Einheit betrieben zu werden, um das von der Bildschirmereinheit 29 in die vertikale Richtung abgestrahlte Licht in einen zweiten Richtungsbereich, einen im Wesentlichen horizontalen Richtungsbereich, umzulenken, in welchem bei bestimmungsgemäßem Gebrauch die Pupille bzw. Pupillen des Nutzers vorhanden sind.

Zwischen der Bildschirmeinheit 29 und der Strahlteilereinheit 10 ist eine Linseneinheit 13, vorliegend eine sog. Pancake-Optik mit zwei Linsen 11 und 12, angeordnet. In der Zeichnungsebene, also der y-z-Ebene, weist die Linseneinheit 13 vorliegend zwei (folglich längs der ersten Richtung verlaufende) planparallele Grenzflächen auf, so dass es für einen betrachtenden Dritten nicht zu verzerrter Mimik des Nutzers kommt. Die Strahlteilereinheit 10 weist dabei die in einer Vertikalrichtung, hier der positiven z-Richtung, betrachtet, hintereinander, das heißt in z-Richtung übereinander angeordnete Scanelemente 10' auf, so dass auf ein jeweiliges Scanelement 10' von der Bildschirmeinheit 29 abgestrahltes Licht trifft, welches zuvor diejenigen der anderen Scanelemente 10' durchlaufen hat, welche zwischen dem jeweiligen Scanelement 10' und der Bildschirmeinheit 29 angeordnet sind.

Im vorstehenden Beispiel sind pro Auge 6 Scanelemente dargestellt, welche eine jeweilige Rotations- oder Drehachse 24 (Fig. 1) entlang der y-Achse haben. Dadurch, dass die Scanelemente 10' mit einer einheitlich festgelegten Scannerfrequenz betrieben werden können, kann erreicht werden, dass die einzelnen Scanelemente 10' mit den zugeordneten teiltransparenten Reflexionsflächen zueinander synchron schwingen. Die Linseneinheit 13 bildet die zeilenförmige Bildschirmeinheit 29 dabei so ab, dass diese über die Strahlteilereinheit 10 vom Auge 20 des Nutzers in einem möglichst großen Teil des natürlichen menschlichen Sichtfeldes, dem virtuell ergänzbaren Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung, gesehen werden kann. Das für das virtuelle Bild nutzbare Sichtfeld, das virtuell ergänzbare Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung, wird dabei vorliegend in seiner horizontalen Breite durch die Erstreckung der Scanelemente 10', der Linseneinheit 13 und der zeilenförmigen Bildschirmeinheit 29 in y-Richtung bestimmt. In vertikaler Richtung wird das für das virtuelle Bild nutzbare Sichtfeld durch die mechanische Auslenkung der Scanner-Einheit 10 bestimmt, deren Breite quer zu ihrer Haupterstreckungsrichtung und durch die Anzahl der verwendeten Scanelemente 10', da jedes einzelne Scanelement 10' nur einen Teilbereich des vertikalen Sichtfeldes abdecken kann.

Im gezeigten Beispiel ist das weitere Linsenelement 13 derart ausgeprägt, dass durch die Linsen 11, 12 aus frontaler Richtung, das heißt in negativer x-Richtung verzerrungsfrei durchgeblickt werden kann. Dies ist möglich, da die Linsen 11, 12 streifenartig in x-Richtung ausgestaltet sind, also eine signifikant längere

Ausprägung in y-Richtung haben als in x-Richtung. Unter signifikant kann hier beispielsweise ein Unterschied von einer oder zumindest einer Größenordnung verstanden werden, beispielsweise eine Ausdehnung von 6 mm in x-Richtung und 70 mm in y-Richtung. Im vorliegenden Beispiel ist die Pancake-Optik in ihrer Ausgestaltung exemplarisch gewählt und kann auch durch andere Optiken ersetzt werden.

Der sich nach unten, also in negativer z-Richtung verjüngende Sichtbereich 100, hier trapezförmig, ist schraffiert dargestellt. Entsprechend wird bei einem Blick durch diese schraffierten Bereiche hindurch prinzipiell ein von der Brillen-Anzeigevorrichtung 0 erzeugtes virtuelles Bild sehen können. Es werden somit durch die einzelnen Scanelemente 10' im oberen Bereich horizontal größere Unter-Sichtbereiche realisiert und für vertikal betrachtet untere Sichtstrahlgänge horizontal kleinere Unter-Sichtbereiche. Das hat auch den Vorteil, dass der gesamte Sichtbereich 100 dem Nasenausschnitt in guter Näherung folgt. Das optische Prinzip mit mehreren Scanelementen 10' als Array in z-Richtung, also Vertikalrichtung, übereinander angeordnet hat den Vorteil, dass die Sichtstrahlgänge den kürzestem Weg nach oben, also in positiver z-Richtung, zur Linseneinheit 13 nehmen. Damit ist die hier gezeigte sogenannte eindimensionale Pupillenaufweitung mittels Strahlteilereinheit 10 ausreichend, da eine in y-Richtung große Optik 13 eingesetzt werden kann. Allerdings müssen hierzu die sich entlang der Sichtstrahlgänge ausbreitenden Sichtstrahlen, welche mit umgekehrter Richtung den Lichtstrahlen entsprechen, in die Austrittspupille 131 der Linseneinheit 13 treffen. Betrachtet man dies für einen Sichtstrahl 321, welcher von der Pupille 21 des menschlichen Auges einen großen horizontalen Sichtwinkel 322 beschreibt, wie in Fig. 2b dargestellt, und einen oberen vertikalen Winkel, das heißt einen Sichtstrahl 321 der auf das oberste Scanelement trifft, dann trifft dieser Sichtstrahl 321 immer noch die Austrittspupille 131 der Linseneinheit 13. Für einen anderen Sichtstrahl 311, welcher im vertikal unteren Sichtbereich am Rand des trapezförmigen Sichtbereichs 100 auf den Strahlteiler 10 trifft und ebenfalls in die Austrittspupille 131 der Linseneinheit 13 fällt, ist der horizontale Sichtwinkel 312 folglich geringer, da der optische Pfad des Sichtstrahls 311, der Sichtstrahlgang, von der Pupille 21 zur Blende 131 der Optik deutlich länger ist. Mit einem sich nicht nach unten verjüngenden Sichtfeld 100, beispielsweise einem üblichen quadratischen Sichtfeld, müsste die Linseneinheit 13 sehr groß werden, um auch die Sichtstrahlen großer horizontaler

Sichtwinkel im unteren Bereich einzufangen. Die dann notwendigen breiteren Optiken führen jedoch zu einer größeren und schwereren Brillen-Anzeigevorrichtung und breitere Linsenelemente 11 und 12 stoßen oberhalb der Nase ab einer gewissen Länge mechanisch aneinander und können dementsprechend nicht größer gewählt werden.

5

In Fig. 3 ist eine Konstruktionsvorschrift für eine beispielhafte Auslegung der horizontalen Breite einer Eyebox in Abhängigkeit des optischen Weges für ein Auge gezeigt. Von der zeilenförmigen Bildschirmeneinheit 29 wird hier ein Licht emittiert und von der Linseneinheit 13 abgebildet. Die Pupille 21 wird dabei nach unterschiedlichem optischem Weg getroffen, welcher den unterschiedlichen Längen der gestrichelten Sichtstrahlen 311, 321 entspricht. Für den in Vertikalrichtung obersten Sichtstrahl 321 ergibt sich die kürzeste optische Distanz mit den Pupillen 21 an Position 323. Für den in Vertikalrichtung untersten Sichtstrahl 311 haben hingegen die Pupillen 21 eine größere optische Distanz und sind in der Figur somit an Position 313 zu finden. An diesen Positionen 323, 313 können Sichtstrahlen 311, 321 konstruiert werden, welche noch in die Eintrittspupille 131 der Linseneinheit 13 treffen, an diesen Positionen kann somit das virtuelle Bild noch wahrgenommen werden. Dadurch wird für die Pupillenposition 323 der maximale mögliche horizontale Umlenk-Winkel 322 definiert. Bei der vorliegenden Konstruktion wurde zusätzlich eine Breite 331 der Sichtstrahlen berücksichtigt, da die Pupillen 21 selbst einen endlichen Durchmesser haben.

10

15

20

25

30

35

Analog kann auch für die Pupillenposition 313, das heißt den vertikal untersten Sichtstrahl der maximale horizontale Umlenk-Winkel 312 bestimmt werden. Aufgrund der größeren optischen Distanz der Pupillenposition 313 gegenüber Pupillenposition 323 von der Linseneinheit 13 ist dieser Winkel kleiner. Dies ist durch das trapezförmige Sichtfeld 100 (Fig.2) bedingt bzw. entspricht dem trapezförmigen Sichtfeld. An der Pupillenposition 323 ist die Linseneinheit 13 nun ausgebildet, nicht nur den maximalen horizontalen Sichtwinkel 322 zu ermöglichen, das heißt den entsprechenden Sichtstrahl geeignet umzulenken, sondern alle horizontalen Sichtwinkel von  $0^\circ$  bis zu dem maximalen horizontalen Sichtwinkel 322. Beispielsweise muss auch der horizontale Sichtwinkel 312 auf die Position 323 abgebildet werden, wodurch sich die Sichtstrahlen 316, 316' ergeben.

Wird diese hier an einem beispielhaften Sichtstrahl dargestellte Überlegung mit  
sämtlichen Sichtstrahlen durchgeführt, dann resultiert daraus die notwendige  
Pupillengröße, die im Fall des horizontalen Sichtwinkels 312 am größten ist,  
entsprechend einer größeren horizontalen Breite 314 der Eyebox. Für den grö-  
5        ßeren horizontalen Sichtwinkel 322 ergibt sich entsprechend eine kleinere ho-  
rizontale Breite 324 für die Eyebox. In der Mitte der dargestellten Konstrukti-  
onsskizze sind die horizontalen Breiten der Eyeboxen für unterschiedliche ma-  
ximale Winkel konstruiert. Aus der Darstellung geht aus der Anordnung der  
10        Kennzeichnungen der Breiten 331, aus welchen die horizontalen Breiten 314,  
324 der Eyebox ersichtlich sind, hervor, dass die notwendigen horizontalen  
Breiten in nichtlinearer Weise zu mittleren Winkeln hin zunehmen. Dies ist vor-  
teilhaft, da die Optimierung der Brillen-Anzeigevorrichtung 0 für größere Sicht-  
winkel schwieriger ist, als die Optimierung für mittlere Winkel. Die Funktion der  
15        Breite  $b$  ist in Fig. 4 noch einmal als Funktion des horizontalen Sichtwinkels, der  
Horizontalkomponente des Sichtwinkels, aufgetragen.

Die somit nicht konstante, variierende horizontale Breite 314, 324 der Eyebox  
hat zur Folge, dass der Abstrahlwinkel 352, 362 der beispielhaft gewählten Bild-  
20        punkte 351 und 361 auf der zeilenförmigen Bildschirmeneinheit 29 eine un-  
terschiedlich breite Winkel-Abstrahlcharakteristik benötigt. Der Winkelbereich  
352, der mit dem Bildpunkt 351 korrespondiert, der die größere horizontale  
Eyebox hat, ist entsprechend deutlich größer, als der Winkelbereich 362 für Pi-  
xel 361, der nur eine kleinere horizontale Breite für die Eyebox implementiert.  
25        Somit ist es vorteilhaft, die Winkel-Abstrahlcharakteristik der unterschiedlichen  
Bildpunkte 351, 361 entsprechend kontinuierlich oder in Gruppen entlang der  
Haupterstreckungsrichtung der linearen Bildschirmeneinheit 29 vorzugeben. Dies  
kann genutzt werden, um Energie zu sparen und Streulicht zu vermeiden. Eine  
entsprechende beispielhafte Ausprägung ist in Fig. 5 dargestellt.

In Fig. 4 ist die horizontale Breite der Eyebox in Millimeter in Abhängigkeit über  
die horizontale Komponente des jeweiligen Sichtwinkels eines Auges in Gra-  
phen aufgetragen. Im gezeigten Beispiel kann dabei von einem ausgehend von  
einer geraden Blickrichtung des Nutzers nach links und rechts gleich ausgebil-  
35        deten, symmetrischen virtuell ergänzbaren Sichtfeld und somit einem symmet-

rischen Größenverlauf der Eyebox ausgegangen werden. Wenn dann beispielsweise ein positiver eingetragener Winkel des Sichtfeldes einem Blick nach rechts entspricht, kann die Größe der Eyebox für Winkel, welche einem Blick nach links entsprechen, durch eine Spiegelung der Graphen 41, 42 an der y-Achse bestimmt werden. Der Graph 42 ist dabei in seiner Form zu Graph 41 identisch, berücksichtigt allerdings eine zusätzliche konstante Verbreiterung 33 der Eyebox, um eine noch breitere Eyebox zu optimieren, z.B. um Augenpupillen mit einem Durchmesser von 2-5 mm zu berücksichtigen oder um unterschiedliche Augenabstände zu kompensieren, d.h. Pupillenpositionen zu ermöglichen die gegenüber dem nominalen Design-Abstand verschoben sind. Durch den Aufbau der Brillen-Anzeigevorrichtung 0 und das im gezeigten Beispiel gezeigte trapezförmige Sichtfeld 100 ergibt sich die maximale horizontale Breite der Eyebox ungefähr bei der Hälfte der maximalen horizontalen Erstreckung des Sichtwinkels an Winkelposition 43. Zu größeren Sichtwinkeln hin nimmt die horizontale Breite der Eyebox wieder ab und erreicht schließlich ein Minimum am maximalen Betrachtungswinkel an Position 44, vorliegend bei 40°. Dies ist vorteilhaft, da die Anforderungen an die Linseneinheit 13 mit größerem Betrachtungswinkel steigen, wenn eine größere Breite der Eyebox erreicht werden soll.

In den Figuren 5a) bis d) werden beispielhafte Anordnungen von Lichtquellen, hier in Mikro-LEDs, mit unterschiedlichen Abmessungen gezeigt. Dabei hängt der effektiv wirksame Winkelbereich der Mikro-LED-Bildpunkte 51, 52, in welchem abgestrahltes Licht tatsächlich im Auge 20 des Betrachters ankommt, von der jeweiligen Größe der Eyebox ab. Die hier vorgeschlagene optische Anordnung der Brillen-Anzeigeeinheit 0 mit der zeilenförmigen Bildschirmeinheit 29 und der Strahlteilereinheit 10 als eindimensionale Pupillenerweiterung hat quer zur Haupterstreckungsrichtung der Bildschirmeinheit 29 eine konstante Größe 211 der Apertur (Fig. 1). Daher haben alle Lichtquellen, Mikro-LEDs, identische Abmessungen 57 in diese Richtung. Orthogonal dazu, entlang der Reihe und somit entlang des horizontalen Sichtwinkels, variiert die Breite der Eyebox jedoch, weswegen dies vorteilhaft ist, unterschiedliche emittierende Winkelbereiche, 513, 523 zu realisieren, was in den beiden Figuren 5a) und 5b) gezeigt ist. Die Winkelbereiche können in ihrer Größe kontinuierlich, und damit für jede Position der Bildpunkte 51, 52 einzeln an die jeweiligen lokalen Erfordernisse

angepasst werden, oder als technischer Kompromiss in Gruppen von Bildpunkten 51, 52, wie es in Fig. 5d) mit der Gruppe 53 und 54 umgesetzt ist.

5 In Fig. 5a) ist ein Mikro-LED-Bildpunkt 51 auf einem Substrat 50 mit einer hier als Mikro-Linse 56 ausgeführten Mikro-Optik dargestellt, welche das Licht bündelt. Dazu ist die Mikro-Optik 56 größer ausgeprägt als der Licht emittierende Bildpunkt 51, und die Mikro-Optik besitzt eine beispielhafte Brennweite. Die Mikro-Optik kann beispielsweise eine Mikro-Linse sein oder ein Mikro-Reflektor. Das Licht kann jedoch auch mit weiteren optischen Elementen konzentriert  
10 werden, beispielsweise mit diffraktiven optischen Elementen. In Fig. 5a) wird die Längen-Abmessung 511 genutzt, um das Licht im Wesentlichen in den Winkelbereich 513 abzustrahlen, begrenzt durch die Randstrahlen 512. Im Gegensatz dazu ist in Fig. 5b) ein Aufbau mit veränderter, nämlich hier verkleinerter Längen-Abmessung 521 der Mikro-LED 52 gezeigt. Dadurch ergibt sich ein im Vergleich zu Winkelbereich 513 kleinerer Winkelbereich 523, der dann durch den Randstrahl 522 begrenzt wird. Entsprechend kann durch die geeignete Wahl der Längen-Abmessung 511, 521 und gegebenenfalls auch der Linsenform der jeweilige Winkelbereich 512, 522 optimal eingestellt werden.

20 In Fig. 5c) sind die Mikro-LED-Bildpunkte 52, 51 der Figuren 5a) und 5b) aus einer anderen Perspektive gezeigt. Als Mikro-Optik ist hier eine Mikro-Linse 56 mit rotationssymmetrischer Linsenform gezeigt. Dies ist jedoch nur eine beispielhafte Ausführungsform, in welcher die Mikro-Linsen 56 identisch ausgeprägt sind. Alternativ können auch die Mikro-LEDs 51, 52 mit konstanten Längen-Abmessungen 511, 521 gefertigt werden und entsprechend Mikro-Optiken 56 mit zwei von einer Rotationssymmetrie unterschiedlich abweichenden Linsenformen genutzt werden, um den effektiven nutzbaren Winkelbereich 513, 523 für die beiden Mikro-LED-Pixel 51, 52 unterschiedlich einzustellen. Auch ist es beispielsweise möglich Zylinderlinsen zu verwenden und somit nur einen  
25 Wellenlängenbereich im Winkel einzuschränken, wobei es vorteilhaft ist die Zylinderlinse entlang der Zeile in y-Richtung auszurichten.

30 In Fig. 5d) ist die Variation des Abstrahlwinkels 513, 523 entlang der linienförmigen Bildschirmereinheit 29 in y-Richtung als Haupterstreckungsrichtung für ein Auge dargestellt. Dabei wird die Länge oder Längen-Abmessung 511, 521 der Mikro-LEDs 51, 52 in der y-Richtung variiert, wie schon in den Figuren 5a), 5b),

5c) beispielhaft gezeigt. Dabei sind vorliegend die Längenabmessungen 511, 521 der Lichtquellen in einem Zentralabschnitt 53\* und zwei Endabschnitten 53', 53'' kleiner als in den beiden je zwischen Zentralabschnitt 53\* und je einem Endabschnitt 53', 53'' angeordneten Zwischenabschnitten 54', 54''. Vorliegend genügen somit zwei Typen von Mikro-LEDs 51, 52. Für den zentralen horizontalen Sichtstrahlengang 551 ist nämlich die kleine horizontale Breite der Eyebox ausreichend, weswegen schmale LEDs wie das Mikro-LED 52 ausreichend sind. Zum mittleren horizontalen Sichtwinkel 556 mit Sichtstrahlengang 552 hin ist eine breitere Eyebox günstig, weswegen ein breiterer Typ von Mikro-LEDs 51 hier verwendet wird. Für horizontale sehr breite Sichtwinkel 554 mit Sichtstrahlengang 553 sind ab einer gewissen Position wieder die kleineren schmalen Mikro-LEDs ausreichend. Die Größe der unterschiedlichen Bereiche 53\*, 53', 53'', 54', 54'' wird so festgelegt, dass die breiten Mikro-LEDs 51 nur solange verwendet werden, wie es für die entsprechende Eyebox erforderlich ist, und sobald wie möglich wieder auf die schmaleren Mikro-LEDs 52 gewechselt wird.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Kombination des länglichen Aufbaus, das heißt der zeilenförmigen Bildschirmeneinheit mit der entsprechend länglichen Linseneinheit und der Strahlteilereinheit als eindimensionale Pupillenerweiterung in Kombination mit dem sich nach unten verjüngenden, insbesondere trapezförmigen Sichtfeld, den Vorteil liefert, dass die horizontal breiteste Eyebox, welche auch als „breiteste Pupille“ bezeichnet werden kann, nicht für den horizontal breitesten oder größten Sichtblickwinkel optimiert werden muss, sondern nur ungefähr für den Blickwinkel mit der im Vergleich dazu halben Größe. Dadurch ergeben sich weitere Vorteile. Es ist nämlich umso schwerer, eine Optik zu optimieren, je breiter das Sichtfeld ist, und je größer die Eyebox ist. In der Praxis heißt das, dass für eine gewünschte Auflösung mehr optische Flächen zur Korrektur eingesetzt werden müssen oder die Auflösung schlechter wird. Da der Stereosichtbereich aufgrund der Nase im oberen Bereich größer ausgeprägt ist als für die vertikal unteren Blickwinkel, ist ein trapezförmiges Sichtfeld auch ergonomischer. Entsprechend kann eine vergleichsweise große Optik verwendet werden, so dass eine eindimensionale Pupillenerweiterung mittels Strahlteilereinheit ausreichend ist. Dadurch wird wiederum die Lichteffizienz deutlich gesteigert. Überdies können so die Abstrahl-Charakteristiken der Licht emittierenden Pixel an die Größe der Eyebox in Abhängigkeit der Größe des horizon-

5 talen Winkels angepasst werden und somit wieder Licht bzw. elektrische Verlustleistung eingespart werden und zusätzlich Streulicht vermindert werden. Hierzu können Licht emittierende Bildpunkte mit einem größeren Winkel-Abstrahlbereich dort eingesetzt werden, wo die Eyebox groß ist, und Licht emittierende Pixel mit einem kleineren Winkel-Abstrahlbereich, wo die Eyebox klein ist.

10 Fig. 6 illustriert den einer Sichtfelderweiterung zu Grunde liegenden Effekt einer Rotation eines Sichtstrahles um die x-Achse für sich isoliert, um die korrekte mathematische Repräsentation herleiten zu können. Für ein Sichtstrahl 311 der in der x,y-Ebene liegt und einen horizontalen Sichtwinkel 312 von Betrag  $\alpha$  besitzt, ergibt sich bei einer Rotation dieses Sichtstrahles um die x-Achse um den Winkel  $\theta$  ein rotierter Sichtstrahl 321. Dieser kann als Vektor in einen vertikalen und horizontalen Anteil 33 zerlegt werden, sodass der Betrag  $\beta$  des horizontalen Winkels 322 des rotierten Sichtstrahls 321 bestimmt werden kann. Gegeben der Vektor Koordinaten  $(l, r)$  für Sichtstrahl 311 ergibt sich ein nun vergrößerter Sichtwinkel gemäß der Gesetzmäßigkeit

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{\tan \alpha}{\cos \theta} \right).$$

20 Entsprechend verbreitert sich das Sichtfeld in der horizontalen Richtung mit zunehmendem Winkel  $\theta$ , also in der vertikalen Richtung nach unten.

25 Die Figuren 7a und 7b zeigen einen Sichtfeld-Vergleich zwischen dem Sichtfeld einer herkömmlichen Anzeige und einer auf verkippenden bzw. rotierenden Scanelementen basierenden Anzeige.

30 Dabei ist in Fig. 7a ist ein menschlicher Betrachter reduziert auf dessen Pupille 21 vor einem virtuellen quadratischen Sichtfeld 27, beispielsweise einem Bild, dargestellt. Zudem sind zwei Strahlengänge skizziert. Der erste Strahlengang, mit Sichtstrahlen 281 und 282 befindet sich in der horizontalen x,y- Ebene und spannt einen ersten in horizontaler Richtung aufgespannten Sichtfeldbreite-Winkel 261 auf. Das betrachtete Bild und damit der zugehörige Sichtfeld 27 ist dazu orthogonal in der x,z-Ebene vertikal ausgerichtet. Zudem ist ein weiterer nach unten gerichteter Strahlengang mit Sichtstrahlen 283 und 284 gezeich-

net. Die beiden Sichtstrahlen 283 und 284 definieren einen zweiten Sichtfeldbreite-Winkel 262, der aufgrund der dreidimensionalen Geometrie kleiner ist, als der erste Sichtfeldbreite-Winkel 261.

5 In Fig. 7b sind nun zwei Strahlteiler-Elemente bzw. Scanelemente 10' und 10''  
gezeigt, die in der x,z-Ebene ein zeilenartiges Licht zur Pupille 21 umlenken.  
Die nicht gezeichnete Linseneinheit unterstützt in dem gezeichneten Fall ei-  
nen Maximalwinkel 243. Die Strahlteiler-Elemente 10' und 10'' rotieren vorlie-  
10 gend um die x-Achse und lenken das Licht für unterschiedliche Winkel 252  
und 251 des in Fig. 1 gezeigten Winkelbereichs 243 zur Pupille 21. Für die  
Sichtstrahlen 282 und 281, die in der x,y-Ebene orthogonal zur x,z-Ebene der  
Sichtstrahlen der Linseneinheit verlaufen, ergibt sich entsprechend Fig. 7a ein  
erster in horizontaler Richtung aufgespannter Sichtfeldbreite-Winkel 261, der  
15 sich entsprechend aus dem Maximalwinkel 243 der Linseneinheit ergibt.

Die Sichtstrahlen 283 und 284 definieren wie in Fig. 7a den Fall eines recht-  
eckigen Sichtfeldes, verlaufen jedoch nicht in einer Ebene, die orthogonal zur  
x,z-Ebene der Linseneinheit ist. Für den Maximalwinkel 243, der die maxima-  
len Sichtstrahlen 241 erlaubt ergeben sich somit Sichtstrahlen 285 und 286,  
20 die wiederum einen erweiterten zweiten Sichtfeldbreite-Winkel 263 aufspan-  
nen. Dieser ist größer als der dem rechteckigen Sichtfeld von Fig. 7a entspre-  
chende erste Sichtfeldbreite-Winkel 262, womit sich ein effektiv horizontal  
erweitertes Sichtfeld ergibt. Diese Erweiterung ist mit den im Wesentlichen in  
vertikaler Richtung verlaufen Rändern 130 und 130' dargestellt.

25 Die Figs. 8a und 8b zeigen entsprechend beispielhafte den anhand der Figs. 6,  
7a und 7b erläuternden Zusammenhang nutzende Sichtfelder. In den jeweili-  
gen Diagrammen mit horizontaler Achse H und vertikaler Achse V sind die für  
die jeweilige Anzeigevorrichtung zugänglichen Blick- oder Sichtwinkel eines  
30 menschlichen Betrachter und somit ein virtuell ergänzbarer Sichtbereich dar-  
gestellt.

In Fig. 8a ist zum einen ein Sichtfeld mit vertikalen Rändern 120, 120' und ho-  
35 rizontalen Rändern 110, 110' dargestellt. Wird dieser Sichtbereich für ein vir-  
tuelles Augmented Reality Bild technisch umgesetzt, dann ist eine Optik oder

Linseneinheit notwendig, die für Begrenzung 120 maximale horizontale Sichtwinkel von  $-40^\circ$  und von  $+40^\circ$  für Begrenzung 120' ermöglicht. Für die Anwendung einer Augmented Reality Brille, in der virtuelle Objekte in die natürliche Umgebung eingespiegelt werden, ist es aus Gründen des immersiven Gefühls immer vorteilhaft, ein größeres Sichtfeld anzustreben. Dies umzusetzen ist technisch anspruchsvoll, da die Randstrahlen maximal entfernt von der optischen Achse der Optik mit guter Abbildungsqualität realisiert werden müssen, was immer schwieriger wird, je weiter man sich von der optischen Achse entfernt. Zudem wird aufgrund der Augenrotation rechts/links auch die Eyebox, also das Volumen in dem die Pupille bei bestimmungsgemäßem Gebrauch positioniert sein kann, immer größer je breiter das Sichtfeld umgesetzt wird. Beide Effekte machen es technisch aufwendig ein größeres Sichtfeld zu realisieren. Dies gilt besonders für die horizontale Richtung, da dort ein größerer Winkelbereich überstrichen wird als in der vertikalen Richtung.

In Fig. 8a ist eine neuartige Möglichkeit gezeigt, das Sichtfeld horizontal zu vergrößern, indem eine horizontale Sichtfeldbegrenzung mit Rand 130 bzw. 130' ermöglicht wird. Das Besondere dabei ist, dass diese Sichtfeld-Erweiterung realisiert wird, ohne dass dazu die zugehörige Linseneinheit Optik größere Winkelbereiche für die horizontalen Sichtstrahlen realisieren muss. Die Funktionsweise wurde bereits in Fig. 7b beschrieben. Der Effekt der Sichtfelderweiterung ist umso größer, je größer der Abstand des entsprechenden vertikalen Bereiches des Sichtfeldes von der horizontalen Sichtebeine mit den Sichtstrahlen 282 und 281 entfernt ist. Die horizontale Sichtebeine ist dabei orthogonal zur optischen Achse der Linseneinheit definiert. In dieser horizontalen Ebene, mit vertikalem Sichtwinkel  $0^\circ$ , ergibt sich keine Sichtfelderweiterung und für alle vertikalen Sichtwinkel ungleich  $0^\circ$  ergibt sich die Erläuterungen zu den Figs. 6, 7a und 7b folgend eine entsprechende Erweiterung.

In Abbildung 8b ist der Effekt einer Sichtfelderweiterung für ein virtuelles trapezförmiges Sichtfeld dargestellt, wie es im Rahmen dieser Offenbarung von besonderer Relevanz ist. Die obere Sichtfeldbegrenzung führt mit dem Rand 110 zu einem größeren horizontalen Sichtwinkel als die untere Sichtfeldbegrenzung mit dem Rand 110'. Auch in diesem Fall ergeben sich für das menschliche Auge somit effektiv entsprechend der vertikalen Ränder 130, 130' breitere maximale horizontale Sichtstrahlen, obwohl die Linseneinheit

5 nur maximale Sichtstrahlen gemäß den Geraden 14 und 14' als Winkelauslenkung von der optischen Achse unterstützt. Somit kann mit Scanelementen 10', welche vertikal aufeinander folgend, nach unten, in horizontaler Richtung immer kürzer werden und somit einen reduzierten Platzverbrauch haben, ein erweitertes virtuell ergänzbares Sichtfeld erzielt werden, welches in horizontaler Richtung weniger kleiner wird als die Scanelemente 10' kürzer.

## Patentansprüche

- 5 1. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) zum Anzeigen eines virtuellen Bildes in einem für einen Nutzer virtuell ergänzbaren Sichtfeld der Brillen-Anzeigevorrichtung (0), mit
- einer zeilenförmigen Bildschirmeinheit (29) zum Abstrahlen eines Lichtes als computergenerierte Bildinformation;
  - einer Linseneinheit (13) zum Kollimieren des von der zeilenförmigen Bildschirmeinheit (29) abgestrahlten Lichtes;
  - 10 - einer Strahlteilereinheit (10) zum Umlenken des kollimierten Lichtes zum Nutzer hin in einen Raumbereich, in welchem bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Brillen-Anzeigevorrichtung (0) eine Pupille des Nutzers angeordnet sind,
- 15 dadurch gekennzeichnet, dass eine horizontale Breite des virtuell ergänzbaren Sichtfelds in einem in einer Vertikalrichtung unteren Bereich kleiner ist als in einem in der Vertikalrichtung oberen Bereich.
- 20 2. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die horizontale Breite des virtuell ergänzbaren Sichtfelds von dem unteren Bereich zum oberen Bereich monoton zunimmt, insbesondere das virtuell ergänzbare Sichtfeld die Form eines Trapez' hat.
- 25 3. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zeilenförmige Bildschirmeinheit (29) zumindest eine Reihe von Lichtquellen (51, 52), insbesondere LEDs, aufweist, welche Lichtabstrahlflächen von zumindest zwei unterschiedlichen Abmessungen haben, bevorzugt mit
- 30 zumindest zwei in der Hauptstreckungsrichtung der zeilenförmigen Bildschirmeinheit (29) gemessen unterschiedlich großen Längen-Abmessungen (511, 521) der Lichtquellen, wobei besonders bevorzugt ausschließlich die in der Hauptstreckungsrichtung der zeilenförmigen Bildschirmeinheit (29) gemessenen Längen-Abmessungen (511, 521) der Lichtquellen unterschiedlich groß sind.
- 35
- 40 4. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zeilenförmige Bildschirmeinheit (29) zumindest eine Reihe von jeweili-

gen Lichtquellen zugeordneten Mikrolinsen (56) aufweist, wobei die Mikrolinsen einer Reihe zumindest zwei von einer Rotationssymmetrie unterschiedlich stark abweichende Linsenformen aufweisen.

- 5 5. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die zeilenförmige Bildschirmeinheit (29) einen Zentralabschnitt (53\*), einen ersten und einen zweiten Endabschnitt (53', 53''), sowie einen ersten  
10 und einen zweiten Zwischenabschnitt (54', 54'') aufweist, wobei der erste Zwischenabschnitt in der Haupterstreckungsrichtung der Bildschirmeinheit (29) zwischen dem ersten Endabschnitt und dem Zentralabschnitt und der  
zweite Zwischenabschnitt in der Haupterstreckungsrichtung der Bildschirmeinheit (29) zwischen dem zweiten Endabschnitt und dem Zentralabschnitt angeordnet ist, wobei  
15 - die Längen-Abmessungen der Lichtquellen in dem Zentralabschnitt und/oder den Endabschnitten kleiner sind als in den beiden Zwischenabschnitten, und/oder  
- die Mikrolinsen in dem Zentralabschnitt und/oder den Endabschnitten  
20 von einer Rotationssymmetrie weniger stark abweichen als in den beiden Zwischenabschnitten.
- 25 6. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Strahlteilereinheit (10) mehrere in der Vertikalrichtung übereinander  
angeordnete semitransparente Strahlteilereinheit-Elemente (10') aufweist, deren jeweilige horizontale Breite in einem in der Vertikalrichtung  
unteren Bereich kleiner ist als in einem in der Vertikalrichtung oberen Bereich.  
30
- 35 7. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Strahlteilereinheit (10) eine scannende Strahlteilereinheit (10) ist und  
die Brillen-Anzeigevorrichtung (0) eine Steuereinheit zum Steuern der  
Strahlteilereinheit (10) und der Bildschirmeinheit (29) aufweist, wobei die  
Steuereinheit ausgebildet ist, bei Scannen des virtuell erweiterbaren Sichtbereiches im unteren Bereich ein oder mehrere Pixel in zumindest einem  
40 Randbereich der Bildschirmeinheit (29) auszuschalten und/oder nur bei Scannen des virtuell erweiterbaren Sichtbereiches im oberen Bereich alle

Pixel der Bildschirmeinheit (29) zu aktivieren.

- 5 8. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
als Augenbox für den Raumbereich, in welchem bei bestimmungsgemä-  
ßem Gebrauch der Brillen-Anzeigevorrichtung (0) die eine Pupille oder die  
zwei Pupillen des Nutzers angeordnet sind, eine vorgegebene Mindest-  
10 Bildqualität definiert ist, wobei eine horizontale Breite der Augenbox lokal  
in Abhängigkeit eines Umlenk-Winkels des an der Strahlteilereinheit (10)  
umgelenkten Lichtes variiert.
- 15 9. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach dem vorhergehenden Anspruch,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die horizontale Breite der Augenbox für den oder die horizontal breitesten  
Umlenk-Winkel (554) und/oder für den horizontal geringsten Umlenkwin-  
kel am geringsten ist, und für einen Umlenk-Winkel-Bereich um den hori-  
zontal mittleren Umlenk-Winkel (556), welcher den halben Wert des hori-  
zontal breitesten Umlenk-Winkels hat, am größten ist.
- 20 10. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach dem vorhergehenden Anspruch,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der horizontal breiteste Umlenk-Winkel  $40^\circ \pm 10^\circ$  beträgt, insbesondere  
25  $40^\circ \pm 5^\circ$ , und der horizontal mittlere Umlenk-Winkel  $20^\circ \pm 5^\circ$ , insbeson-  
dere  $20^\circ \pm 2,5^\circ$ .
- 30 11. Brillen-Anzeigevorrichtung (0) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das virtuell ergänzbare Sichtfeld für das jeweilige Auge des Nutzers hori-  
zontal asymmetrisch ausgebildet ist bezüglich einer zentralen Blickachse,  
welche bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch durch einen Nutzer mit gera-  
deaus orientiertem Blick bestimmt ist, wobei insbesondere eine Horizon-  
tal-Komponente des horizontal breitesten Umlenk-Winkels nach innen zur  
35 Nase hin geringer ist als eine Horizontal-Komponente des horizontal brei-  
testen Umlenk-Winkels nach außen von der Nase fort.
- 40

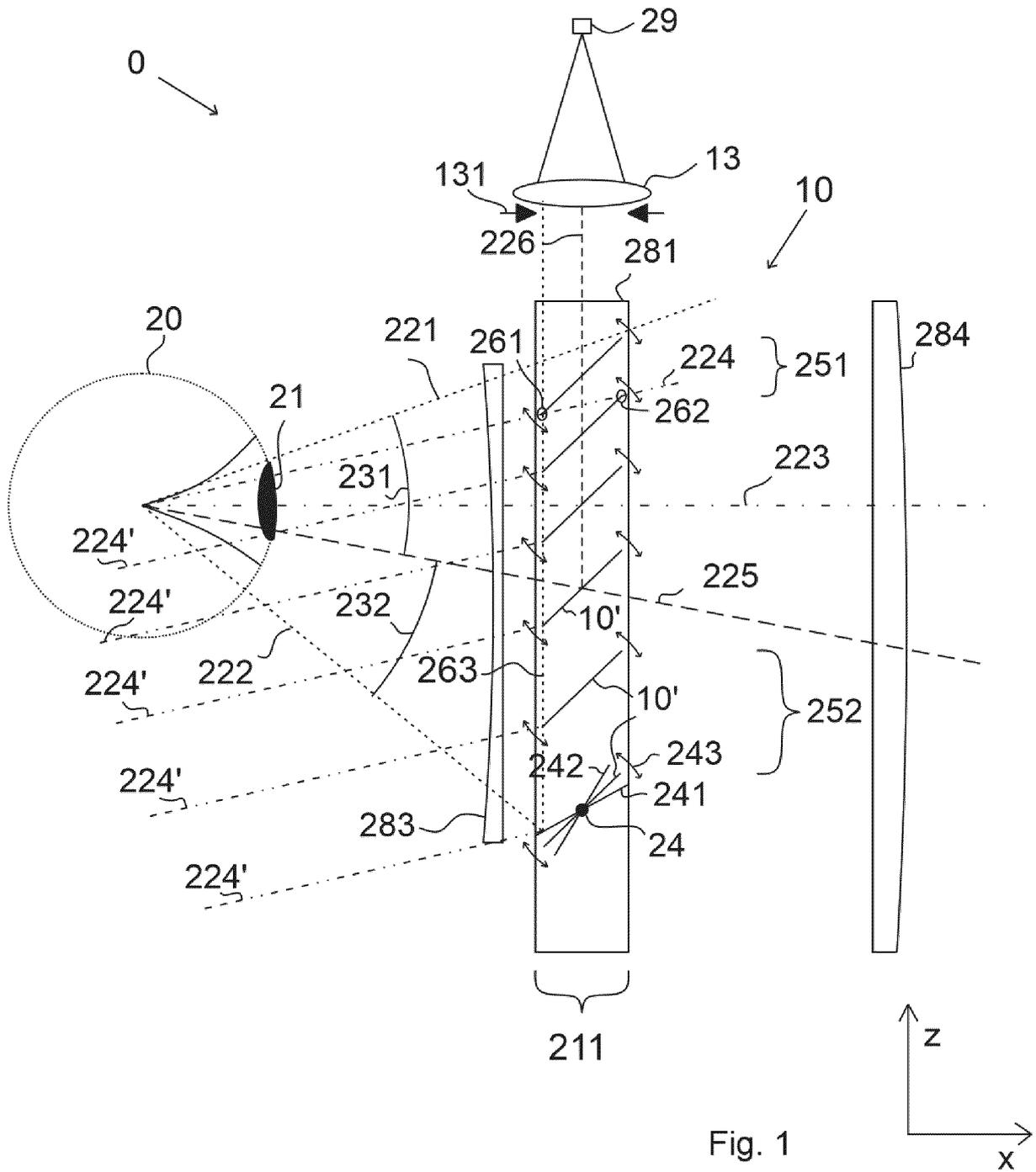
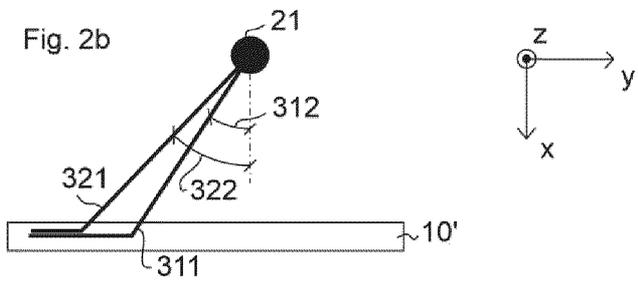
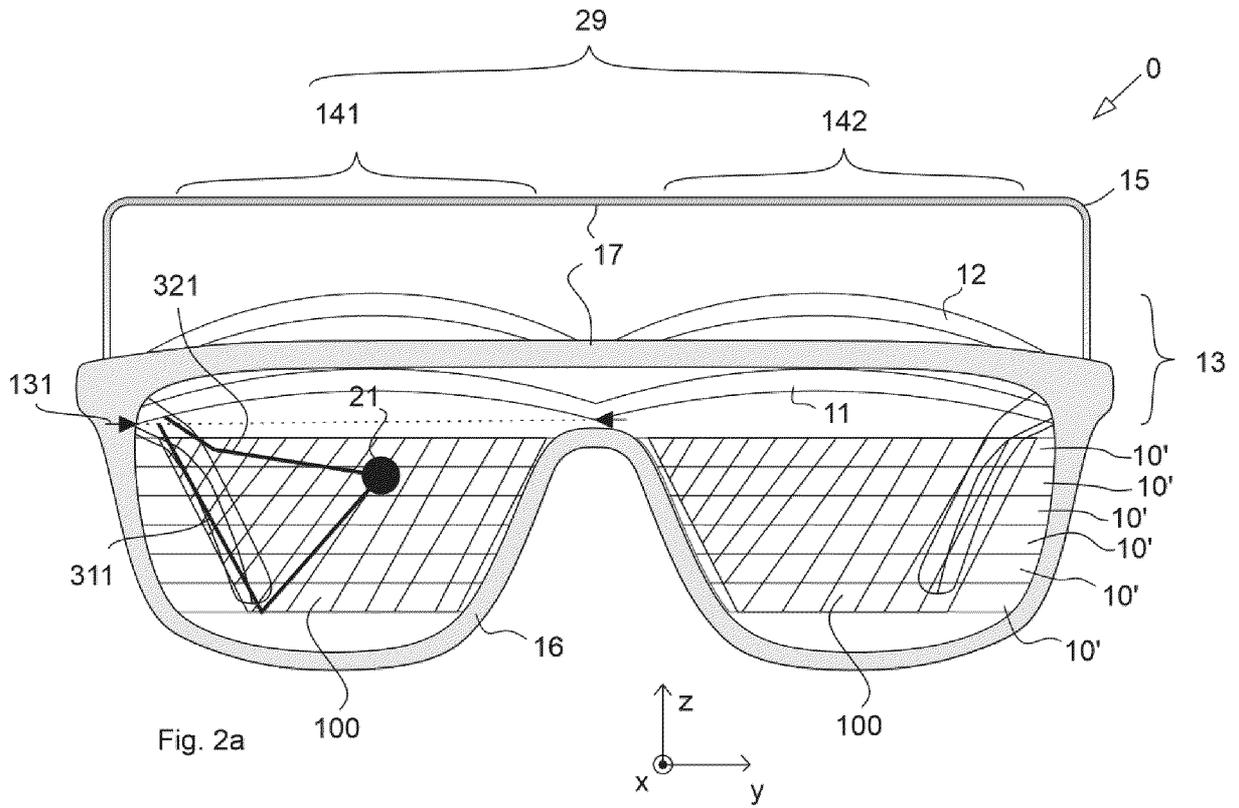
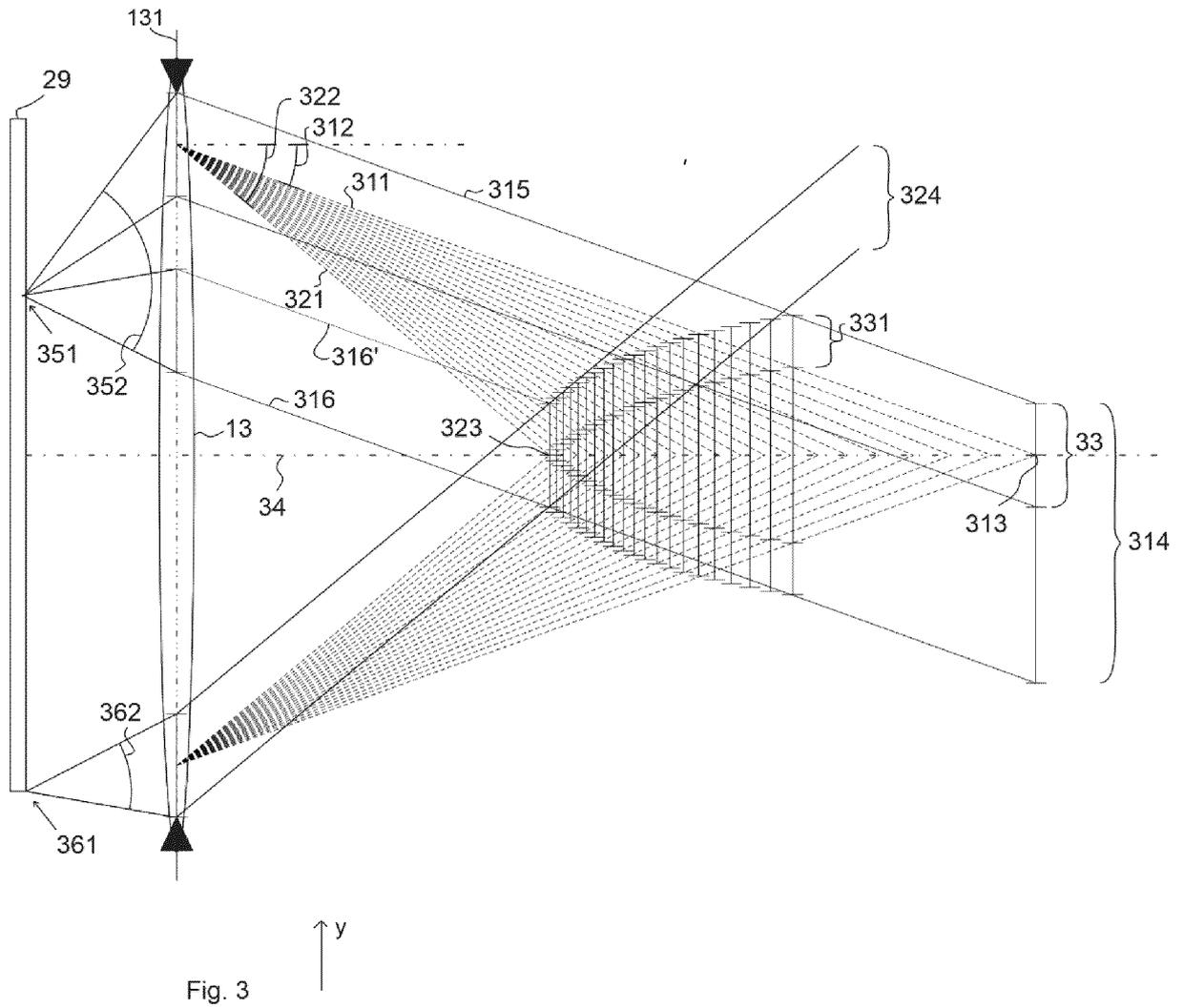


Fig. 1





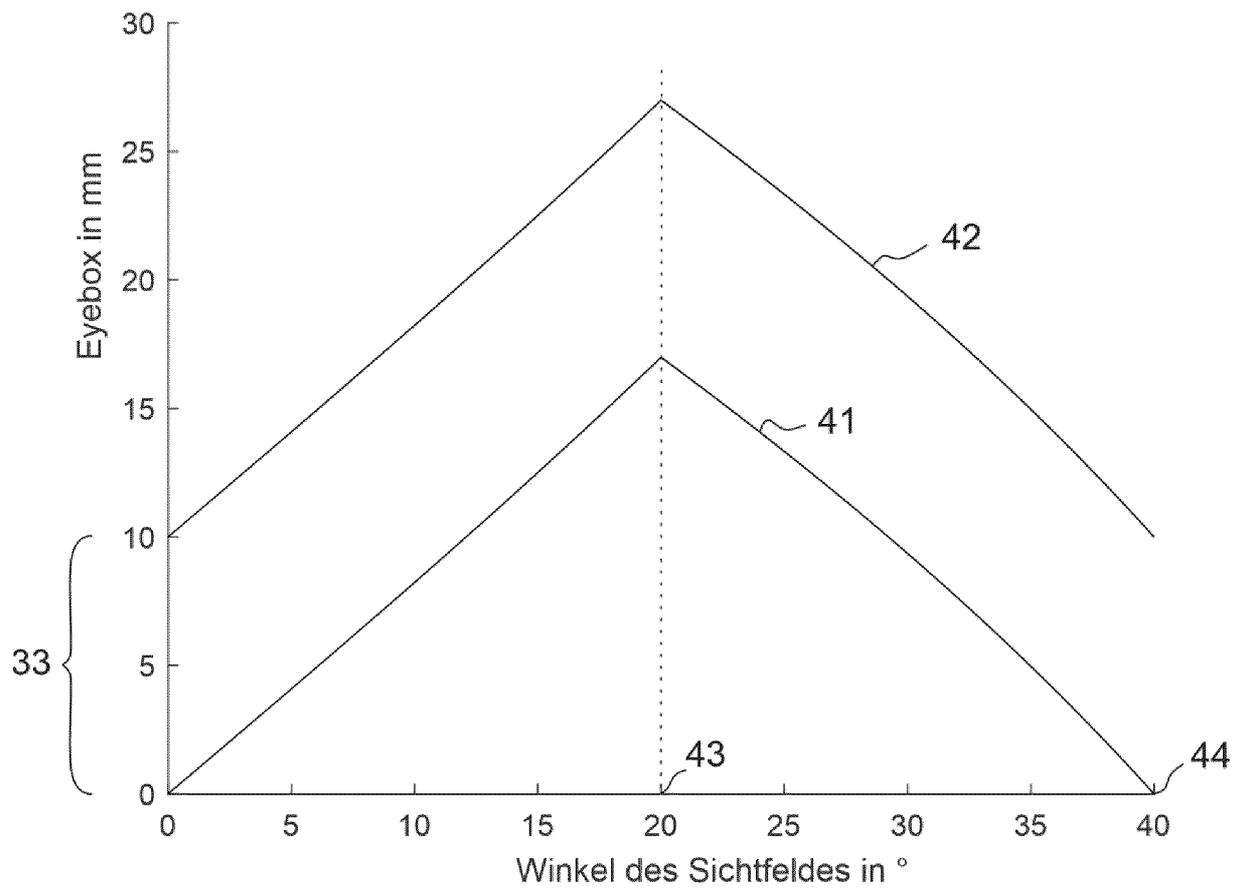


Fig. 4

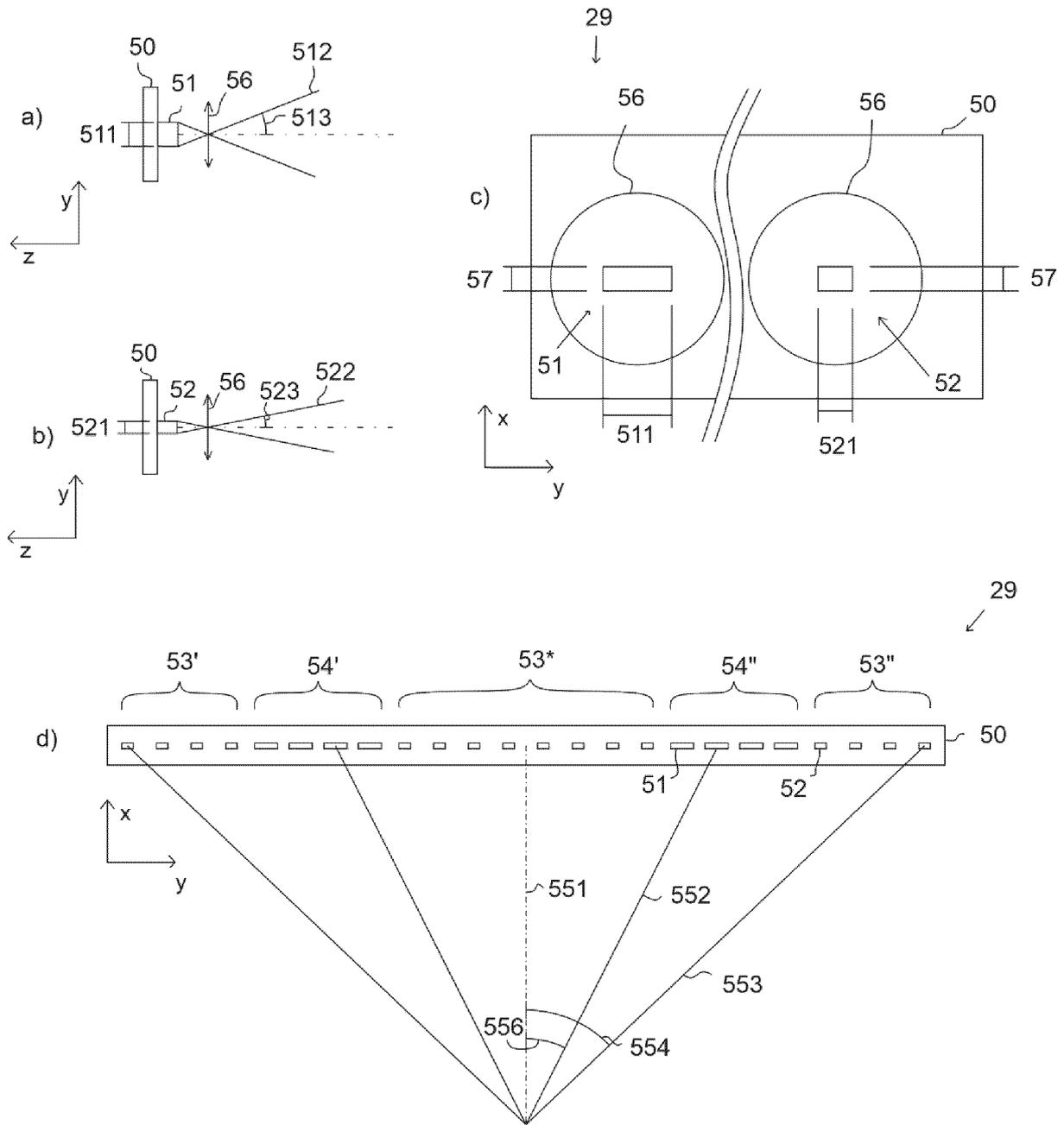


Fig. 5

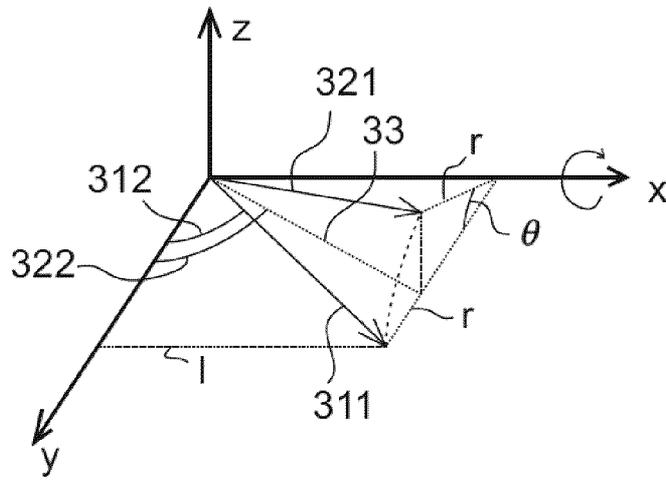


Fig. 6

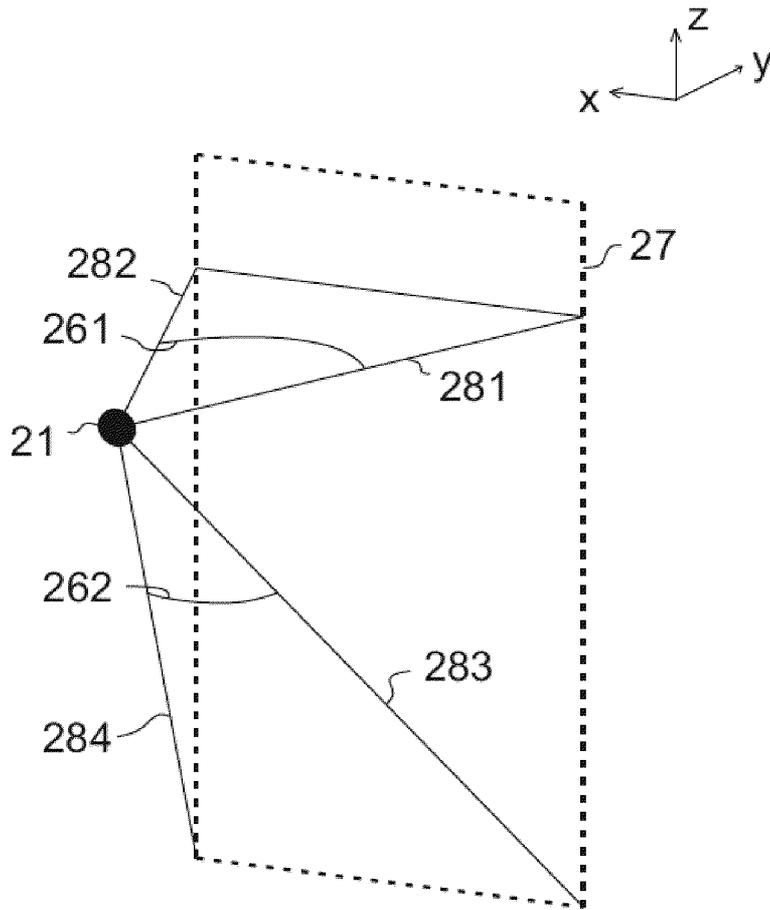


Fig. 7a

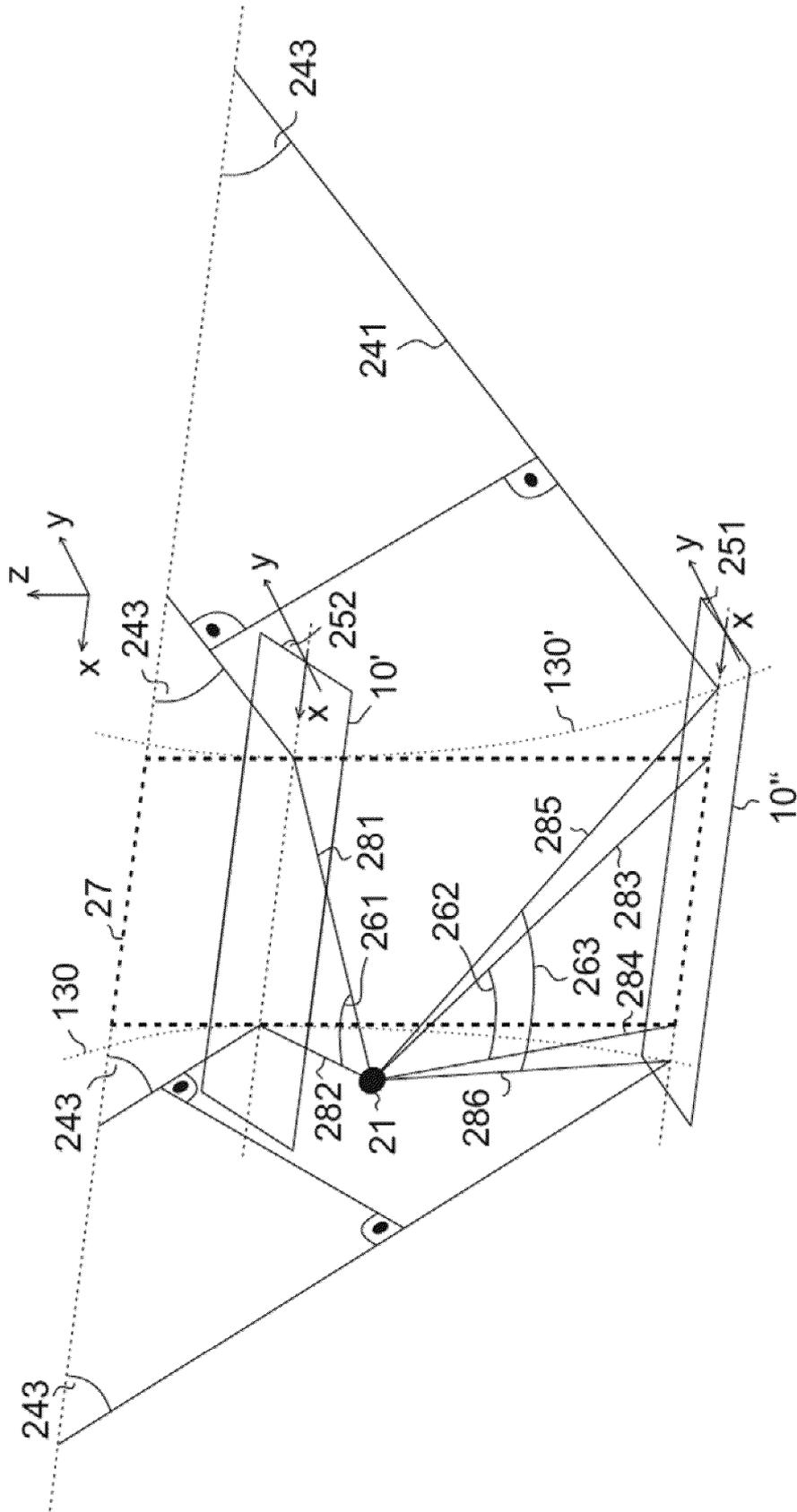


Fig. 7b

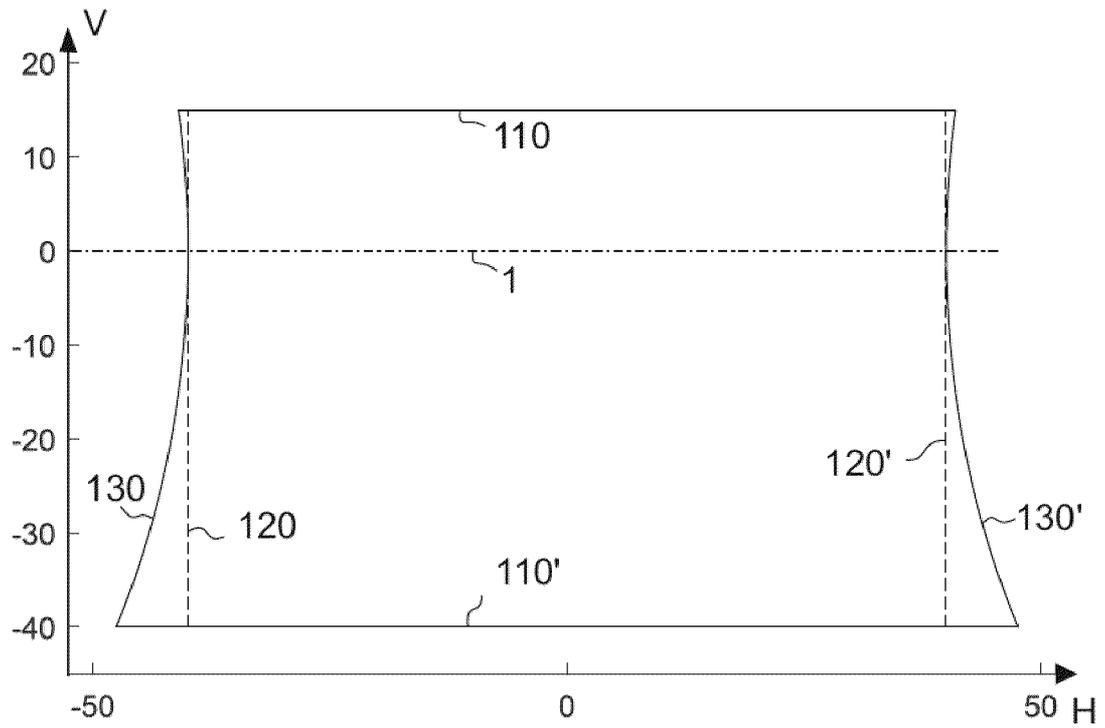


Fig. 8a

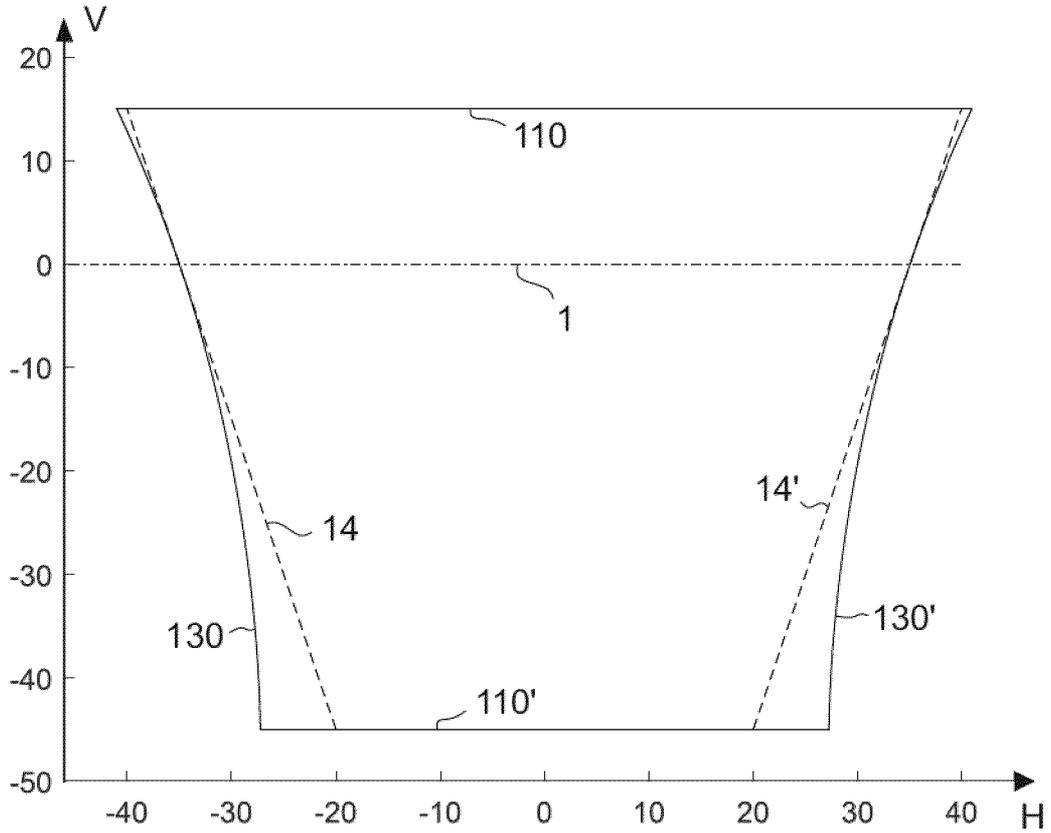


Fig. 8b

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2022/087458**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>G02B 27/01</b> (2006.01)  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2021080719 A1 (AMIRSOLAIMANI BABAK [US] ET AL) 18 March 2021 (2021-03-18) paragraphs [0001] - [0049]; figures 1-6	1,2,6-11 4, 5
X Y	WO 2021113154 A1 (FACEBOOK TECH LLC [US]) 10 June 2021 (2021-06-10) paragraphs [0001] - [0066]; figures 1-8	1,2,6-11 4, 5
X	WO 2022044001 A1 (LUMUS LTD [IL]) 03 March 2022 (2022-03-03) page 1, line 1 - page 16, line 18; figures 1-6	1,2,4-6,8-11
A	DE 102021206209 B3 (GIXEL GMBH [DE]) 07 July 2022 (2022-07-07) the whole document	1,6
A	US 2018203237 A1 (SHIH CHIH-WEI [TW] ET AL) 19 July 2018 (2018-07-19) paragraphs [0042] - [0056]; figures 1-3	1-11
Y A	US 2022091422 A1 (PENG ZIQI [US] ET AL) 24 March 2022 (2022-03-24) paragraphs [0088] - [0096]; figures 14, 15	4, 5 1,7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>11 April 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>21 April 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Wolf, Steffen</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2022/087458**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2021080719	A1	18 March 2021	NONE			
WO	2021113154	A1	10 June 2021	CN	115053166	A	13 September 2022
				EP	4070149	A1	12 October 2022
				JP	2023504995	A	08 February 2023
				KR	20220123233	A	06 September 2022
				US	2021173190	A1	10 June 2021
				WO	2021113154	A1	10 June 2021
WO	2022044001	A1	03 March 2022	AU	2021331833	A1	09 March 2023
				CA	3190651	A1	03 March 2022
				CN	114514460	A	17 May 2022
				EP	4022382	A1	06 July 2022
				TW	202215108	A	16 April 2022
				US	2022269098	A1	25 August 2022
				WO	2022044001	A1	03 March 2022
DE	102021206209	B3	07 July 2022	AU	2022204138	A1	19 January 2023
				BR	102022011880	A2	27 December 2022
				CA	3163839	A1	17 December 2022
				CN	115494642	A	20 December 2022
				DE	102021206209	B3	07 July 2022
				EP	4105712	A1	21 December 2022
				KR	20220168982	A	26 December 2022
				US	2022408075	A1	22 December 2022
US	2018203237	A1	19 July 2018	EP	3351994	A1	25 July 2018
				JP	6952587	B2	20 October 2021
				JP	2018116261	A	26 July 2018
				KR	20180085692	A	27 July 2018
				US	2018203237	A1	19 July 2018
US	2022091422	A1	24 March 2022	US	2020183169	A1	11 June 2020
				US	2022091422	A1	24 March 2022
				WO	2020123528	A1	18 June 2020

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>		
INV. <b>G02B27/01</b>		
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>G02B</b>		
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) <b>EPO-Internal</b>		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
<b>X</b>	<b>US 2021/080719 A1 (AMIRSOLAIMANI BABAK [US] ET AL) 18. März 2021 (2021-03-18)</b>	<b>1, 2, 6-11</b>
<b>Y</b>	<b>Absätze [0001] - [0049]; Abbildungen 1-6</b> -----	<b>4, 5</b>
<b>X</b>	<b>WO 2021/113154 A1 (FACEBOOK TECH LLC [US]) 10. Juni 2021 (2021-06-10)</b>	<b>1, 2, 6-11</b>
<b>Y</b>	<b>Absätze [0001] - [0066]; Abbildungen 1-8</b> -----	<b>4, 5</b>
<b>X</b>	<b>WO 2022/044001 A1 (LUMUS LTD [IL]) 3. März 2022 (2022-03-03)</b> <b>Seite 1, Zeile 1 - Seite 16, Zeile 18;</b> <b>Abbildungen 1-6</b> -----	<b>1, 2, 4-6, 8-11</b>
<b>A</b>	<b>DE 10 2021 206209 B3 (GIXEL GMBH [DE]) 7. Juli 2022 (2022-07-07)</b> <b>das ganze Dokument</b> -----	<b>1, 6</b>
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts
<b>11. April 2023</b>		<b>21/04/2023</b>
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  <b>Wolf, Steffen</b>

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2018/203237 A1 (SHIH CHIH-WEI [TW] ET AL) 19. Juli 2018 (2018-07-19) Absätze [0042] - [0056]; Abbildungen 1-3 -----	1-11
Y	US 2022/091422 A1 (PENG ZIQI [US] ET AL) 24. März 2022 (2022-03-24)	4, 5
A	Absätze [0088] - [0096]; Abbildungen 14, 15 -----	1, 7

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2022/087458**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>US 2021080719 A1</b>	<b>18-03-2021</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>WO 2021113154 A1</b>	<b>10-06-2021</b>	<b>CN 115053166 A</b>	<b>13-09-2022</b>
		<b>EP 4070149 A1</b>	<b>12-10-2022</b>
		<b>JP 2023504995 A</b>	<b>08-02-2023</b>
		<b>KR 20220123233 A</b>	<b>06-09-2022</b>
		<b>US 2021173190 A1</b>	<b>10-06-2021</b>
		<b>WO 2021113154 A1</b>	<b>10-06-2021</b>
-----			
<b>WO 2022044001 A1</b>	<b>03-03-2022</b>	<b>AU 2021331833 A1</b>	<b>09-03-2023</b>
		<b>CA 3190651 A1</b>	<b>03-03-2022</b>
		<b>CN 114514460 A</b>	<b>17-05-2022</b>
		<b>EP 4022382 A1</b>	<b>06-07-2022</b>
		<b>TW 202215108 A</b>	<b>16-04-2022</b>
		<b>US 2022269098 A1</b>	<b>25-08-2022</b>
		<b>WO 2022044001 A1</b>	<b>03-03-2022</b>
-----			
<b>DE 102021206209 B3</b>	<b>07-07-2022</b>	<b>AU 2022204138 A1</b>	<b>19-01-2023</b>
		<b>BR 102022011880 A2</b>	<b>27-12-2022</b>
		<b>CA 3163839 A1</b>	<b>17-12-2022</b>
		<b>CN 115494642 A</b>	<b>20-12-2022</b>
		<b>DE 102021206209 B3</b>	<b>07-07-2022</b>
		<b>EP 4105712 A1</b>	<b>21-12-2022</b>
		<b>KR 20220168982 A</b>	<b>26-12-2022</b>
		<b>US 2022408075 A1</b>	<b>22-12-2022</b>
-----			
<b>US 2018203237 A1</b>	<b>19-07-2018</b>	<b>EP 3351994 A1</b>	<b>25-07-2018</b>
		<b>JP 6952587 B2</b>	<b>20-10-2021</b>
		<b>JP 2018116261 A</b>	<b>26-07-2018</b>
		<b>KR 20180085692 A</b>	<b>27-07-2018</b>
		<b>US 2018203237 A1</b>	<b>19-07-2018</b>
-----			
<b>US 2022091422 A1</b>	<b>24-03-2022</b>	<b>US 2020183169 A1</b>	<b>11-06-2020</b>
		<b>US 2022091422 A1</b>	<b>24-03-2022</b>
		<b>WO 2020123528 A1</b>	<b>18-06-2020</b>
-----			