

(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
12. Juni 2025 (12.06.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/119613 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61B 3/12 (2006.01) *G02B 27/01* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/082320

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2024 (14.11.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 212 402.5
08. Dezember 2023 (08.12.2023) DE

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

(72) **Erfinder:** **PICK, Simon**; Staufenstrasse 12, 72074 Tuebingen (DE). **RUTZ, Maximilian**; Deichelweg 19, 72074 Tuebingen (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, MU, 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, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** DATA GLASSES AND METHOD FOR CHECKING A FUNCTION OF AN EYE USING DATA GLASSES

(54) **Bezeichnung:** DATENBRILLE UND VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG EINER FUNKTION EINES AUGES MIT EINER DATENBRILLE

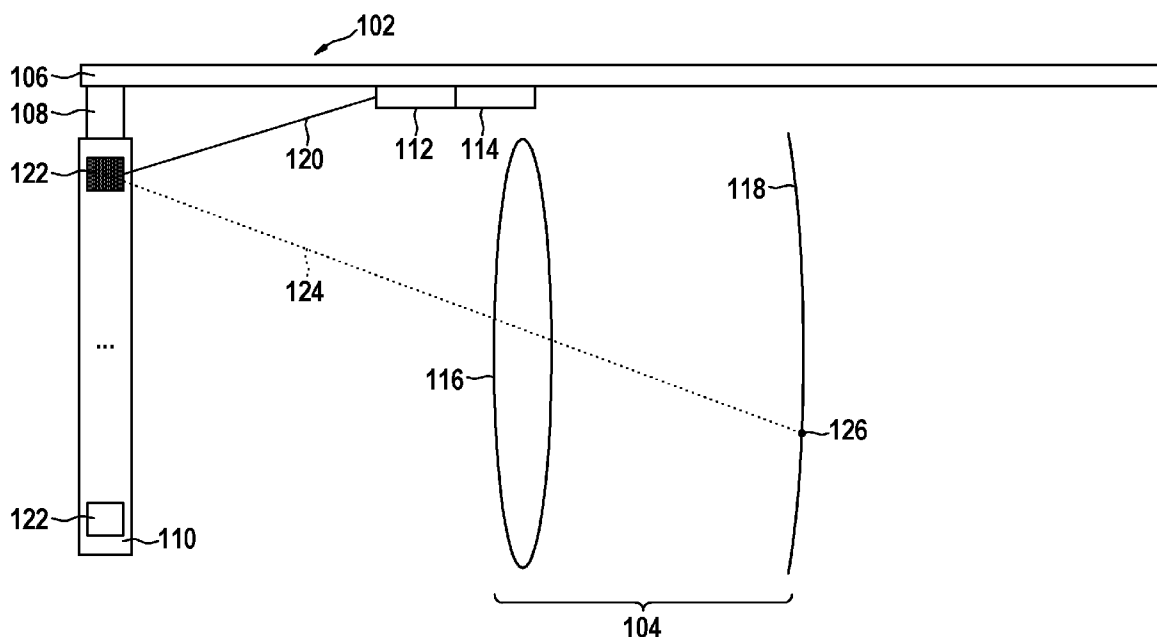


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method and data glasses (102) for checking a function of an eye (104), wherein the data glasses (102) comprise at least one light source (112), a holographic optical element and a controller, wherein the light source (112) is designed to generate a light beam (120) for generating a projection of at least one digital image for checking the function of the eye (104), wherein the data glasses (102) are designed to scan, using the light beam (120), virtual pixels (122) of the projection of the at least one digital image in the holographic optical element of the data glasses (102), which virtual pixels radiate the light beam (120) onto in each case a respective pixel of the projection (126) of the at least one digital image on the retina (118), wherein the controller (114) is designed to specify the at least one digital image and to actuate the light source (112) to scan the virtual pixels (122) of the

(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)

projection of the at least one digital image.

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Datenbrille (102) zur Überprüfung einer Funktion eines Auges (104), wobei die Datenbrille (102) wenigstens eine Lichtquelle (112), ein holographisches optisches Element und eine Steuerung umfasst, wobei die Lichtquelle (112) ausgebildet ist, einen Lichtstrahl (120) zur Erzeugung einer Projektion wenigstens eines digitalen Bildes zur Überprüfung der Funktion des Auges (104) zu erzeugen, wobei die Datenbrille (102) ausgebildet ist, mit dem Lichtstrahl (120) virtuelle Pixel (122) der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes im holographischen optischen Element der Datenbrille (102) abzutasten, die den Lichtstrahl (120) jeweils auf ein Pixel der Projektion (126) des wenigstens einen digitalen Bildes auf der Retina (118) abstrahlen, wobei die Steuerung (114) ausgebildet ist, das wenigstens eine digitale Bild vorzugeben und die Lichtquelle (112) zum Abtasten der virtuelle Pixel (122) der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes anzusteuern.

5 Beschreibung

Titel

Datenbrille und Verfahren zur Überprüfung einer Funktion eines Auges mit einer
Datenbrille

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer Datenbrille und einem Verfahren zur Überprüfung
einer Funktion eines Auges mit einer Datenbrille aus.

15

Offenbarung der Erfindung

20

Die Datenbrille und das Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen
ermöglichen neue Funktionen im Bereich der Augengesundheit.

25

Das Verfahren sieht zur Überprüfung einer Funktion eines Auges mit einer
Datenbrille vor, dass wenigstens ein digitales Bildes zur Überprüfung der
Funktion des Auges bereitgestellt wird, wobei ein Lichtstrahl zur Projektion des
wenigstens einen digitalen Bildes auf die Retina des Auges mit der Datenbrille
erzeugt wird, wobei mit dem Lichtstrahl virtuelle Pixel der Projektion des
wenigstens einen digitalen Bildes in einem holographischen optischen Element
der Datenbrille abgetastet werden, die den Lichtstrahl jeweils auf ein Pixel der
Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes auf der Retina abstrahlen. Die
Datenbrille ist dazu geeignet, täglich getragen zu werden. Das Verfahren
ermöglicht damit Sehtests ohne Besuch beim Augenarzt. Solche Sehtests
müssen nicht die diagnostische Qualität einer Untersuchung beim Augenarzt
erreichen. Es reicht, wenn sie dem Träger der Datenbrille eine Indikation geben,
einen Arzt für eine genauere Diagnose aufzusuchen.

35

Das Verfahren ermöglicht Funktionen wie z.B. Scanning Laser Ophthalmoskopie.

Beispielsweise werden die Pixel der Projektion mit identischer Beleuchtungsstärke oder mit im Wesentlichen identischer Beleuchtungsstärke auf der Retina erzeugt.

5

Beispielsweise wird das wenigstens eine digitale Bild mit einer Hintergrundumgebung zur Überprüfung der Funktion des Auges bereitgestellt.

10

Beispielsweise wird das wenigstens eine digitale Bild mit einer Hintergrundentfernung zur Überprüfung der Funktion des Auges bereitgestellt. Mit der Hintergrundentfernung kann getestet werden, ob ein Proband das fokusfreie Bild der Datenbrille scharf wahrnimmt oder nicht. Dadurch sind Myopie (Kurzsichtigkeit), Hyperopie (Weitsichtigkeit) und Presbyopie (Altersweitsichtigkeit) erkennbar, da diese stark mit den Fokussierungsmöglichkeiten der Augenlinse zusammenhängen.

15

20

Beispielsweise werden wenigstens zwei digitale Bilder mit sich voneinander unterscheidender Hintergrundentfernung nacheinander zur Überprüfung der Funktion des Auges auf die Retina projiziert. Mit den unterschiedlichen Hintergrundentfernungen kann getestet werden, wie ein Proband das fokusfreie Bild der Datenbrille insbesondere bei verschiedenen Akkommodationszuständen (Fokuszustände der Augenlinse) wahrnimmt.

25

Beispielsweise werden wenigstens zwei digitale Bilder mit sich voneinander unterscheidenden Linienmustern nacheinander zur Überprüfung der Funktion des Auges auf die Retina projiziert, wobei sich die Linienmuster durch eine Ortsfrequenz der Linien unterscheiden. Dadurch ist ein retinales Auflösungsvermögen bestimmbar. Beispielsweise wird eine Diskriminierungsfähigkeit zwischen Linienmustern überprüft.

30

35

Beispielsweise wird eine Stelle in einem Sichtfeld des Auges vorgegeben, wobei das wenigstens eine digitale Bild an der vorgegebenen Stelle im Sichtfeld projiziert wird. Kopfbewegungen haben keinen Einfluss auf die Position eines Stimulus im Sichtfeld, solange die Brille fest auf der Nase des Probanden sitzt. Durch Eye-Tracking-Funktionen wird bei der Datenbrille zusätzlich die Augenposition bestimmt. Bei einem Sehtest mit der Datenbrille kann damit

deutlich besser als beispielsweise bei einem Test mit einer Sehtafel oder einem externen Display sichergestellt werden, dass der Stimulus exakt an der gewünschten Stelle im Sichtfeld des Probanden angezeigt wird.

5 Beispielsweise werden wenigstens zwei digitale Bilder mit sich voneinander unterscheidendem Feld nacheinander zur Überprüfung der Funktion des Auges auf die Retina projiziert, wobei wenigstens ein Feld ein Mischfeld aus mehr als einer Farbe und wenigstens ein Feld ein einfarbiges Feld umfasst. Dadurch ist eine Farbsehschwäche bestimmbar.

10

Beispielsweise umfasst die Datenbrille eine erste Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer ersten Farbe, eine zweite Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer zweiten Farbe, eine dritte Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer dritten Farbe, wobei sich die Farben voneinander unterscheiden, wobei das Mischfeld mit der ersten Lichtquelle und der zweiten Lichtquelle erzeugt wird. Dadurch ist eine Anomaloskopie mit zwei Farbfeldern, die vom Probanden auf die Gleiche Farbe eingestellt werden sollen, möglich.

15

Das Vergleichsfeld wird z.B. mit der dritten Lichtquelle erzeugt. Es kann vorgesehen sein, das Vergleichsfeld mit einer thermischen Lichtquelle und einem Bandpassfilter der Datenbrille und/oder mit der dritten Lichtquelle zu erzeugen.

20

Die Datenbrille zur Überprüfung der Funktion des Auges umfasst wenigstens eine Lichtquelle, ein holographisches optisches Element und eine Steuerung, wobei die Lichtquelle ausgebildet ist, einen Lichtstrahl zur Erzeugung einer Projektion wenigstens eines digitalen Bildes zur Überprüfung der Funktion des Auges zu erzeugen, wobei die Datenbrille ausgebildet ist, mit dem Lichtstrahl virtuelle Pixel der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes im holographischen optischen Element der Datenbrille abzutasten, die den Lichtstrahl jeweils auf ein Pixel der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes auf der Retina abstrahlen, wobei die Steuerung ausgebildet ist, das wenigstens eine digitale Bild vorzugeben und die Lichtquelle zum Abtasten der virtuellen Pixel der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes anzusteuern. Beispielsweise ist die Datenbrille ausgebildet, das Verfahren auszuführen, insbesondere wobei die Steuerung ausgebildet ist, die Datenbrille gemäß dem Verfahren anzusteuern.

25

30

35

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind der folgenden Beschreibung und der Zeichnung entnehmbar. In der Zeichnung zeigt:

- 5 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Datenbrille zur Überprüfung der Funktion eines Auges,
 Fig. 2 ein Flussdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Überprüfung der Funktion des Auges,
 Fig. 3 ein erstes digitales Bild zur Überprüfung,
10 Fig. 4 ein zweites digitales Bild zur Überprüfung,
 Fig. 5 ein drittes digitales Bild zur Überprüfung,
 Fig. 6 zwei Laserspektren zur Erzeugung eines Mischfeldes,
 Fig. 7 ein Spektrum einer thermischen Lichtquelle zur Erzeugung eines Vergleichsfeldes,
15 Fig. 8 eine schematische Darstellung von LCD/LED Strahlenwegen,
 Fig. 9 eine schematische Darstellung eines kollimierten Einzelstrahls.

In Figur 1 sind eine Datenbrille 102 zur Überprüfung einer Funktion eines Auges 104 und das Auge 104 schematisch dargestellt.

20

Die Datenbrille 102 umfasst einen Bügel 106 und eine Fassung 108. In der Fassung 108 ist ein holographisches optisches Element 110 angeordnet. Beispielsweise umfasst die Datenbrille 102 ein Glas, das die Fassung 108 trägt, wobei das holographische optische Element 110 im Glas angeordnet ist.

25

Der Bügel 106 trägt im Beispiel die Fassung 108. Ein Nutzer der Datenbrille 102 trägt die Datenbrille 102 im Beispiel auf seinen Ohren und seiner Nase.

30

Am Bügel 106 sind im Beispiel eine Lichtquelle 112 und eine Steuerung 114 angeordnet.

Das Auge 104 umfasst eine Hornhaut und eine Linse, die als gemeinsam als Linse 116 in Figur 1 dargestellt sind. Das Auge 104 umfasst eine Retina 118.

35

Die Steuerung 114 ist ausgebildet, ein digitale Bild zur Erzeugung einer Projektion des digitalen Bildes auf der Retina 118 vorzugeben.

Es kann vorgesehen sein, dass die Steuerung 114 eine Schnittstelle für eine Probanden umfasst. Es kann vorgesehen sein, dass die Steuerung 114 ausgebildet ist, die Lichtquelle 112 dazu anzusteuern, dem Probanden
5 verschiedene digitale Bilder zur Auswahl anzuzeigen. Es kann vorgesehen sein, dass die Schnittstelle ausgebildet ist eine Eingabe des Probanden zu erfassen, mit der der Proband das digitale Bild, das auf die Retina 118 projiziert wird, auswählt. Es kann vorgesehen sein, dass die Schnittstelle ausgebildet ist eine Eingabe des Probanden zu erfassen, mit der der Proband das Projizieren des
10 digitalen Bildes auf die Retina 118 startet.

Es kann vorgesehen sein, dass die Schnittstelle ausgebildet ist eine Eingabe des Probanden zu erfassen, mit der der Proband ein Ergebnis der Überprüfung der Funktion mit dem digitalen Bild, das auf die Retina 118 projiziert wird, auswählt.
15 Es kann vorgesehen sein, dass die Schnittstelle ausgebildet ist eine Eingabe des Probanden zu erfassen, mit der der Proband das Ergebnis eingibt.

Es kann vorgesehen sein, dass die Steuerung 114 ausgebildet ist, die Lichtquelle 112 dazu anzusteuern, dem Proband eine Auswahl von Ergebnissen
20 anzuzeigen.

Es kann vorgesehen sein, dass die Steuerung 114 ausgebildet ist, auf eine Eingabe des Probanden zu warten, mit der der Proband das Ergebnis aus der Auswahl von Ergebnissen auswählt. Es kann vorgesehen sein, dass die
25 Steuerung 114 ausgebildet ist, das Ergebnis aus der Auswahl auszuwählen, wenn die Eingabe erkannt wird, mit der der Proband das Ergebnis aus der Auswahl auswählt.

Es kann vorgesehen sein, dass die Steuerung 114 ausgebildet ist, abhängig vom
30 Ergebnis, das der Proband für das digitale Bild eingibt, ein anderes digitales Bild zur Fortsetzung der Überprüfung zu bestimmen oder aus der Auswahl von Bildern auszuwählen.

Die Lichtquelle 112 ist ausgebildet, einen Lichtstrahl 120 zur Erzeugung der
35 Projektion des digitalen Bildes auf der Retina 118 vorzugeben.

Die Lichtquelle 112 ist ausgebildet, mit dem Lichtstrahl 120 virtuelle Pixel 122 im holographischen optischen Element abzutasten. Die Steuerung 114 ist ausgebildet, die Lichtquelle 112 zum Abtasten des von der Steuerung 114 vorgegebenen digitalen Bildes anzusteuern.

5

Die Lichtquelle 112 kann zum Abtasten in zwei Dimensionen drehbar sein. Die Lichtquelle 112 kann einen mit dem Lichtstrahl 120 beleuchteten Spiegel umfassen, der zum Abtasten in zwei Dimensionen drehbar ist.

10

Die virtuellen Pixel 122 sind derart angeordnet und ausgebildet, dass der Lichtstrahl 120 vom jeweiligen virtuellen Pixel 122 Licht 124 zum Erzeugen eines Pixels 126 der Projektion des digitalen Bildes auf der Retina 118 abstrahlt.

15

Die Lichtquelle 112 umfasst z.B. eine Laserdiode zur Erzeugung eines Laserstrahls, wobei der Lichtstrahl 120 den Laserstrahl umfasst.

20

Die Lichtquelle 112 umfasst z.B. eine erste Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer ersten Farbe, eine zweite Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer zweiten Farbe, eine dritte Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer dritten Farbe. Die Farben unterscheiden sich im Beispiel voneinander. Beispielsweise ist die erste Lichtquelle eine erste Laserdiode. Beispielsweise ist die zweite Lichtquelle eine zweite Laserdiode. Beispielsweise ist die dritte Lichtquelle eine dritte Laserdiode.

25

Es kann vorgesehen sein, dass die Datenbrille 102 eine nicht in Figur 1 dargestellte thermische Lichtquelle und einen nicht in Figur 1 dargestellten Bandpassfilter umfasst. Die thermische Lichtquelle ist ausgebildet, die Retina 118 mit Licht zu beleuchten. Der Bandpassfilter ist ausgebildet, Licht der thermischen Lichtquelle vor dem Beleuchten der Retina 118 zu filtern.

30

In Figur 2 ist ein Flussdiagramm mit Schritten eines Verfahrens zur Überprüfung der Funktion des Auges dargestellt. Die Steuerung 114 ist im Beispiel ausgebildet, die Lichtquelle 112 gemäß dem Verfahren anzusteuern.

35

Das Verfahren wird z.B. mit der Datenbrille 102 ausgeführt, während ein Proband die Datenbrille 102 bestimmungsgemäß auf seinen Ohren und seiner Nase trägt.

Das Verfahren umfasst einen Schritt 202.

Im Schritt 202 wird ein digitales Bild zur Überprüfung der Funktion des Auges bereitgestellt.

5

Das digitale Bild wird z.B. mit einem Inhalt oder einer Hintergrundumgebung und/oder mit einer Hintergrundentfernung zur Überprüfung der Funktion des Auges 104 bereitgestellt.

10

Das Verfahren umfasst einen Schritt 204.

15

Im Schritt 204 wird der Lichtstrahl 120 zur Projektion des digitalen Bildes auf die Retina 118 erzeugt. Mit dem Lichtstrahl 120 werden die virtuellen Pixel 122 im holographischen optischen Element 110 der Datenbrille 102 abgetastet. Die virtuellen Pixel 122 strahlen Licht 124 des Lichtstrahls 120 jeweils auf ein Pixel 126 der Projektion des digitalen Bildes auf der Retina 118 ab.

Das Verfahren umfasst einen Schritt 206.

20

Im Schritt 206 wird eine Reaktion des Probanden erfasst.

Es kann vorgesehen sein, dass dem Proband eine Auswahl von Ergebnissen angezeigt wird.

25

Es kann vorgesehen sein, dass auf eine Eingabe des Probanden gewartet wird, mit der der Proband das Ergebnis aus der Auswahl von Ergebnissen auswählt, wobei das Ergebnis aus der Auswahl ausgewählt wird, wenn die Eingabe erkannt wird, mit der der Proband das Ergebnis aus der Auswahl auswählt.

30

Anschließend wird ein Schritt 208 ausgeführt.

Im Schritt 208 wird entweder ein Ergebnis der Überprüfung bestimmt, oder bestimmt, dass das Verfahren zur Überprüfung fortgesetzt wird.

35

Das Ergebnis der Überprüfung wird abhängig vom digitalen Bild und dem vom Probanden eingegebenen Ergebnis bestimmt. Wenn zur Bestimmung des

Ergebnisses der Überprüfung die Auswertung der vom Probanden eingegebenen Ergebnisse der Projektion mehrere digitaler Bilder erforderlich ist, wird geprüft, ob die für die Bestimmung erforderlichen Auswertungen vorliegen. Das Verfahren wird z.B. Fortgesetzt, wenn nicht alle erforderlichen Auswertungen vorliegen. Das Ergebnis der Überprüfung wird z.B. abhängig von den dafür erforderlichen Auswertungen bestimmt, wenn dies vorliegen.

Zur Fortsetzung wird der Schritt 202 z.B. für ein anderes digitales Bild ausgeführt.

Das Verfahren kann vorsehen, dass wenigstens zwei digitale Bilder mit sich voneinander unterscheidender Hintergrundentfernung nacheinander zur Überprüfung der Funktion des Auges 104 auf die Retina 118 projiziert werden.

Das Verfahren kann spielerisch ausgebildet sein. Die Datenbrille kann in ein, Spiel eingebunden sein, dass den Sehtest ausführt.

Es kann vorgesehen sein, dass abhängig vom Ergebnis, das der Proband für das digitale Bild eingibt, ein anderes digitales Bild zur Fortsetzung der Überprüfung bestimmt oder aus der Auswahl von Bildern ausgewählt wird.

Es kann vorgesehen sein, dass z.B. im Schritt 202 auf eine Eingabe des Probanden gewartet wird, bevor das digitale Bild auf die Retina 118 projiziert wird, wobei das digitale Bild auf die Retina 118 projiziert wird, wenn die Eingabe erkannt wird.

Es kann vorgesehen sein, dass z.B. im Schritt 202 dem Proband eine Auswahl digitaler Bilder angezeigt wird.

Es kann vorgesehen sein, dass z.B. im Schritt 202 auf eine Eingabe des Probanden gewartet wird, mit der der Proband das digitale Bild auswählt, das auf die Retina 118 projiziert wird, wobei das digitale Bild aus der Auswahl ausgewählt wird, wenn die Eingabe erkannt wird, mit der der Proband das digitale Bild aus der Auswahl auswählt.

Die Auswahl umfasst z.B. digitale Bilder zur Überprüfung unterschiedlicher Funktionen des Auges.

Im Folgenden werden Inhalte der digitalen Bilder für konkrete Sehtests beschrieben, die mit der Datenbrille und dem Verfahren ausführbar sind.

5 Bestimmung des retinalen Auflösungsvermögens:

10 In Figur 3 ist ein erstes digitales Bild 302 zur Überprüfung einer Unterscheidbarkeit von Linien und Flächen zur Bestimmung eines retinalen Auflösungsvermögens dargestellt. Das erste digitale Bild 302 umfasst mit einer ersten Ortsfrequenz vertikal parallel zueinander verlaufende Linien.

15 In Figur 4 ist ein zweites digitales Bild 402 zur Überprüfung der Unterscheidbarkeit von Linien und Flächen zur Bestimmung des retinalen Auflösungsvermögens dargestellt. Das zweite digitale Bild 402 umfasst mit einer zweiten Ortsfrequenz vertikal parallel zueinander verlaufende Linien. Die zweite Ortsfrequenz ist größer als die erste Ortsfrequenz.

20 In Figur 5 ist ein drittes digitales Bild 502 zur Überprüfung der Unterscheidbarkeit von Linien und Flächen zur Bestimmung des retinalen Auflösungsvermögens dargestellt. Das dritte digitale Bild 502 umfasst eine Fläche

25 Beispielsweise wird dem Probanden mit dem Verfahren entweder eine volle Fläche oder ein periodisches Linienmuster mit einer bestimmten Ortsfrequenz gezeigt. Wenn die Eingabe des Probanden indiziert, dass der Proband die Fläche und die Linien korrekt voneinander unterscheidet, wird z.B. die Ortsfrequenz der Linien so lange erhöht, bis keine Unterscheidung mehr möglich ist.

30 Beispielsweise wird aus der Ortsfrequenz des letzten unterscheidbaren Linienmusters das retinale Auflösungsvermögen des Probanden berechnet.

Anomaloskopie:

35 Ein Anomaloskop zeigt zwei Farbfelder, die vom Probanden auf die gleiche Farbe eingestellt werden sollen. Ein erstes Farbfelder zeigt z.B. eine spektrale Mischung, d.h. ein Mischfeld, z.B. rot und grün.

In Figur 6 ist ein spektrales Profil 602 einer roten Laserdiode und ein spektrales Profil einer grünen Laserdiode 604 über der Wellenlänge als Beispiel für die Lichtquellen zur Erzeugung des Mischfeldes dargestellt.

5

Ein zweites Farbfeld zeigt einen einzigen Spektralreiz, d.h. ein Vergleichsfeld, z.B. orange.

10

Je nach Sensitivität der Farbrezeptoren im Auge variieren die rot- und grün-Anteile, die ein Proband im Mischfeld für Farbgleichheit einstellt. Ein Proband mit rot-Sehschwäche (Protanomalie) wird z.B. einen höheren Rotanteil als Normalsichtige einstellen, da nur so für ihn die beiden Farbfelder gleich erscheinen.

15

Das Mischfeld wird z.B. durch die erste Lichtquelle und die zweite Lichtquelle erzeugt. Das Vergleichsfeld wird z.B. durch die dritte Lichtquelle oder durch die thermische Lichtquelle mit dem Bandpass erzeugt.

20

In Figur 7 ist ein spektrales Profil 702 einer beispielhaften thermischen Lichtquelle über der Wellenlänge als Beispiel für die Lichtquellen zur Erzeugung des Vergleichsfeldes dargestellt.

25

Die beiden Farbfelder werden z.B. nacheinander oder nebeneinander auf die Retina 118 projiziert. Die beiden Farbfelder werden z.B. gleichzeitig oder zeitlich überlappend, räumlich nebeneinander auf die Retina 118 projiziert.

30

Im Verfahren werden z.B. jeweils die zwei Farbfelder angezeigt, wobei eine Eingabe des Probanden zur Änderung der Farbanteile erfasst und abhängig davon zwei Farbfelder mit der durch die Eingabe definierten Änderung angezeigt werden.

35

Das Ergebnis der Untersuchung ist z.B. ein Hinweis auf eine Abweichung der definierten Änderung der Farbanteile von den Farbanteilen eines Normalsichtigen.

Im Verfahren werden die Pixel der Projektion 126 vorzugsweise mit identischer Beleuchtungsstärke oder mit im Wesentlichen identischer Beleuchtungsstärke auf der Retina 118 erzeugt.

5 In Figur 8 sind LCD/LED Strahlenwege von einem virtuellen Bildpixel 800 bei divergentem Licht, z.B. eines Computermonitors, durch eine Pupille 802 und die Linse 116 auf die Retina 118 des Auges schematisch dargestellt.

10 Die Linse 116 beugt und fokussiert die divergenten Lichtstrahlen. Die Linse 116 muss für scharfes Sehen so geformt sein, dass alle Lichtstrahlen eines Pixels wieder genau in einem Punkt auf der Retina 118 zusammentreffen. Ist das nicht der Fall, dann überlagern sich Lichtstrahlen verschiedener Pixel an gleichen Orten auf der Retina 118 und das aus allen Pixeln bestehende Gesamtbild wird unscharf.

15 Die Linse 116 hat die Aufgabe die Strahlen des divergenten Lichts auf ein Pixel der Projektion 126 zu fokussieren. Das bedeutet, die Schärfe des Pixels der Projektion 126 hängt von der Fähigkeit der Linse 116 ab, die Strahlen des divergenten Lichts auf das Pixel der Projektion 126 auf der Retina 118 abzubilden, und nicht davor oder dahinter.

20 Durch die Pupille 802 trifft ein Teil der divergenten Strahlen 804 auf die Retina 118. Durch die Pupille 802 wird ein Teil der divergenten Strahlen 806 daran gehindert, auf die Retina 118 aufzutreffen. Das bedeutet, die Beleuchtungsstärke des Pixels der Projektion 126 ist abhängig von der Öffnung der Pupille 802 unterschiedlich.

25 Bei divergenten Lichtquellen fungiert die Pupille 802 im Auge 104 als Blende und steuert den Lichtstrom bzw. die Beleuchtungsstärke, d.h. den Lichtstrom pro Fläche auf der Retina 118.

30 Da der Pupillendurchmesser zwischen Menschen variiert und von vielen Faktoren beeinflusst wird, d.h. nicht nur von der Helligkeit, sondern z.B. auch von Ermüdung, Medikamenten, dem emotionalen Zustand, ist es mit einem divergenten Display schwer, die retinale Beleuchtungsstärke konstant zu halten und isoliert die Retinafunktion zu untersuchen.

In Figur 9 ist ein Strahlenweg von einem virtuellen Bildpixel 900 bei einem kollimierten Einzelstrahl 902, z.B. von der Datenbrille 102, durch die Pupille 802 und die Linse 116 auf die Retina 118 des Auges schematisch dargestellt.

5

Der kollimierte Einzelstrahl 902 erzeugt das Pixel der Projektion 126 unabhängig von der Fähigkeit der Linse 116, die Strahlen von divergentem Licht auf die Retina 118 zu fokussieren.

10

Bei der Datenbrille 102 ist die Bildinformation für jedes Pixel im Beispiel in einem einzigen Lichtstrahl enthalten. Dieser Lichtstrahl kann immer noch gebeugt werden. Bei Vernachlässigung des Durchmessers des Lichtstrahls wird jedoch deutlich, dass die Linse 116 nicht mehr verschiedene Lichtstrahlen eines einzelnen Pixels zusammenführen muss. Das aus allen Pixeln bestehende Gesamtbild auf der Retina 118 ist scharf, selbst wenn die Retina 118 nicht mehr in der Fokusebene der Linse 116 liegt, wie es z.B. bei Kurzsichtigkeit (Myopie) oder Weitsichtigkeit (Hyperopie) der Fall ist.

15

20

Durch diesen Effekt lässt sich die retinale Funktionalität deutlich isolierter von Aberrationen der Hornhaut & Augenlinse untersuchen, als es mit LCD- oder LED-Displays möglich ist. Die Datenbrille 102 hat eine hohe Auflösung im zentralen Bildbereich. Dies ist insbesondere für die Früherkennung von altersbedingter Makuladegeneration (AMD) nützlich, die mit einem Verlust der retinalen Funktion und des Sehvermögens im zentralen Sehbereich (Makula) einhergeht.

25

Eine Beleuchtungsstärke des Pixels der Projektion 126 ist wegen des einzelnen durch die Pupille 802 eintretenden kollimierten Einzelstrahls 902 unabhängig von der Öffnung der Pupille 802, solange der kollimierte Einzelstrahl 902 unabgeschnitten durch die Pupille 802 einstrahlt.

30

Das Bild der Datenbrille 102 erzeugt stets die gleiche retinale Beleuchtungsstärke. Der retinale Lichtstrom ist von der Pupille 802 unabhängig, solange die Pupille 802 den Laserstrahl nicht verdeckt. Sobald die Pupille 802 den Laserstrahl verdeckt, ist die Projektion des Pixels 126 in diesem Bildbereich nicht mehr sichtbar. Das Bild der Datenbrille 102 wird also entweder mit

35

konstanter Beleuchtungsstärke auf die Retina 118 projiziert oder verdeckt. Es findet keine Helligkeitsregulierung durch die Pupille 802 statt.

5 Ansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung einer Funktion eines Auges mit einer Datenbrille (102), dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein digitales Bildes zur Überprüfung der Funktion des Auges (104) bereitgestellt wird (202), wobei
10 ein Lichtstrahl (120) zur Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes auf die Retina (118) des Auges (104) mit der Datenbrille (102) erzeugt wird, wobei mit dem Lichtstrahl (120) virtuelle Pixel (122) der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes in einem holographischen optischen Element der Datenbrille (102) abgetastet werden (204), die den Lichtstrahl
15 jeweils auf ein Pixel der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes auf der Retina (118) abstrahlen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Pixel der Projektion (126) mit identischer Beleuchtungsstärke oder mit im
20 Wesentlichen identischer Beleuchtungsstärke auf der Retina (118) erzeugt werden (204).
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine digitale Bild mit einer Hintergrundumgebung zur
25 Überprüfung der Funktion des Auges (104) bereitgestellt wird (202).
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine digitale Bild mit einer Hintergrundentfernung zur
30 Überprüfung der Funktion des Auges (104) bereitgestellt wird (202).
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei digitale Bilder mit sich voneinander unterscheidender Hintergrundentfernung nacheinander zur Überprüfung der Funktion des
35 Auges (104) auf die Retina (118) projiziert werden (204).
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei digitale Bilder mit sich voneinander unterscheidenden

Linienmustern nacheinander zur Überprüfung der Funktion des Auges (104) auf die Retina (118) projiziert werden (204), wobei sich die Linienmuster durch eine Ortsfrequenz der Linien unterscheiden.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Stelle in einem Sichtfeld des Auges (104) vorgegeben wird, wobei das wenigstens eine digitale Bild an der vorgegebenen Stelle im Sichtfeld projiziert wird (204).
- 10 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei digitale Bilder mit sich voneinander unterscheidendem Feld nebeneinander oder nacheinander zur Überprüfung der Funktion des Auges (104) auf die Retina (118) projiziert werden (204), wobei wenigstens ein Feld ein Mischfeld aus mehr als einer Farbe und wenigstens ein Feld ein
- 15 einfarbiges Feld umfasst.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenbrille (102) eine erste Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer ersten Farbe, eine zweite Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer zweiten Farbe, eine dritte
- 20 Lichtquelle zur Erzeugung von Licht einer dritten Farbe umfasst, wobei sich die Farben voneinander unterscheiden, wobei das Mischfeld mit der ersten Lichtquelle und der zweiten Lichtquelle erzeugt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das
- 25 Vergleichsfeld mit der dritten Lichtquelle erzeugt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Vergleichsfeld mit einer thermischen Lichtquelle und einem Bandpassfilter der Datenbrille (102) und/oder mit der dritten Lichtquelle erzeugt wird.
- 30 12. Datenbrille (102) zur Überprüfung einer Funktion eines Auges (104), dadurch gekennzeichnet, dass die Datenbrille (102) wenigstens eine Lichtquelle (112), ein holographisches optisches Element und eine Steuerung umfasst, wobei die Lichtquelle (112) ausgebildet ist, einen Lichtstrahl (120) zur
- 35 Erzeugung einer Projektion wenigstens eines digitalen Bildes zur Überprüfung der Funktion des Auges (104) zu erzeugen, wobei die Datenbrille (102) ausgebildet ist, mit dem Lichtstrahl (120) virtuelle Pixel

(122) der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes im holographischen optischen Element der Datenbrille (102) abzutasten, die den Lichtstrahl (120) jeweils auf ein Pixel der Projektion (126) des wenigstens einen digitalen Bildes auf der Retina (118) abstrahlen, wobei die Steuerung (114) ausgebildet ist, das wenigstens eine digitale Bild vorzugeben und die Lichtquelle (112) zum Abtasten der virtuelle Pixel (122) der Projektion des wenigstens einen digitalen Bildes anzusteuern.

13. Datenbrille (102), nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenbrille (102) ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11 auszuführen, insbesondere wobei die Steuerung (114) ausgebildet ist, die Datenbrille (102) gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11 anzusteuern.

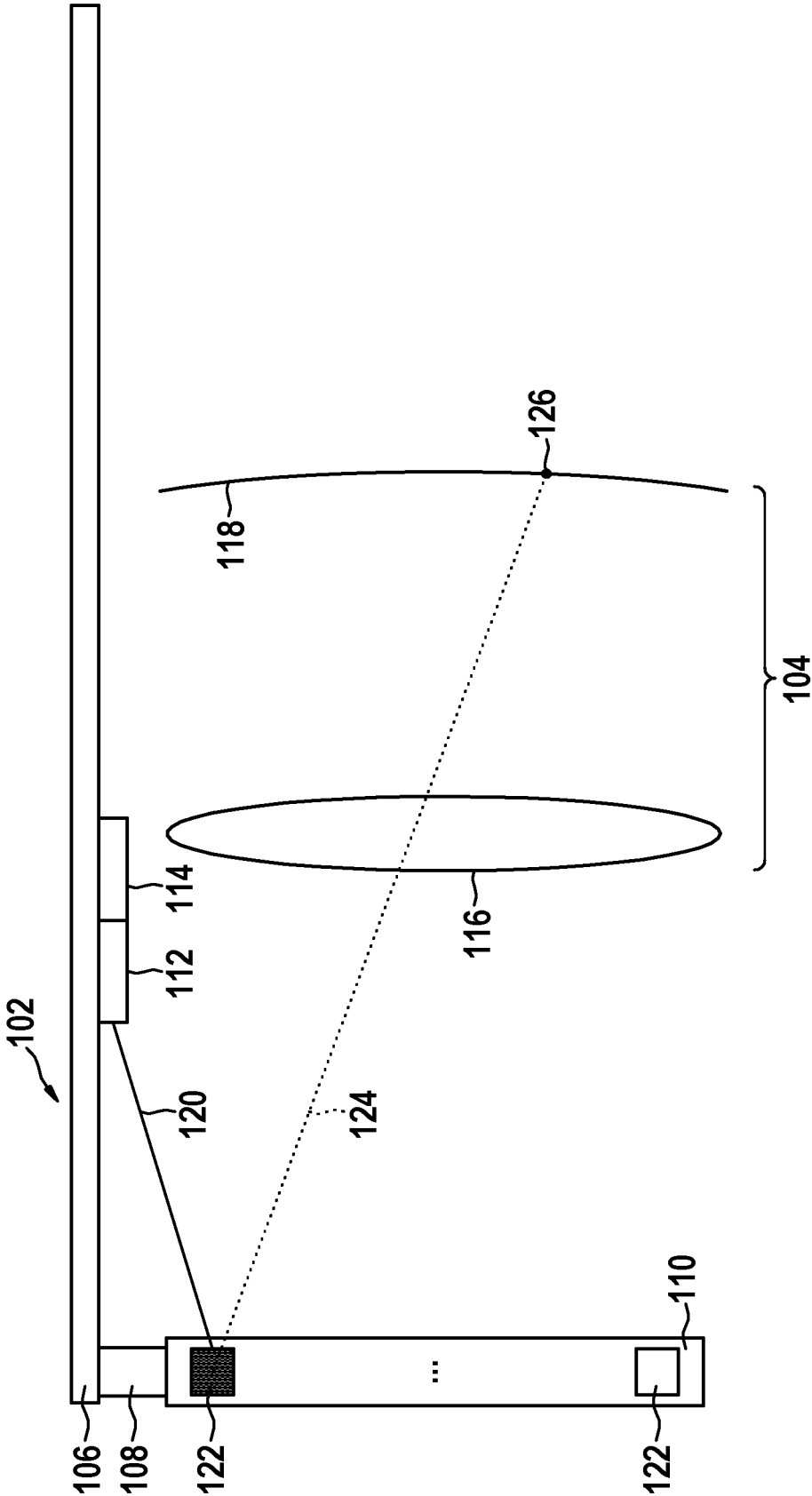


Fig. 1

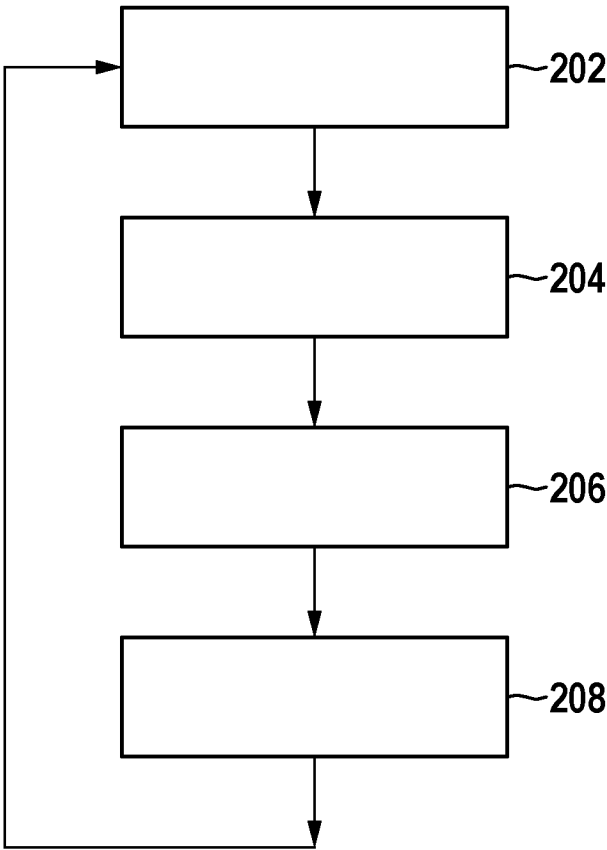


Fig. 2

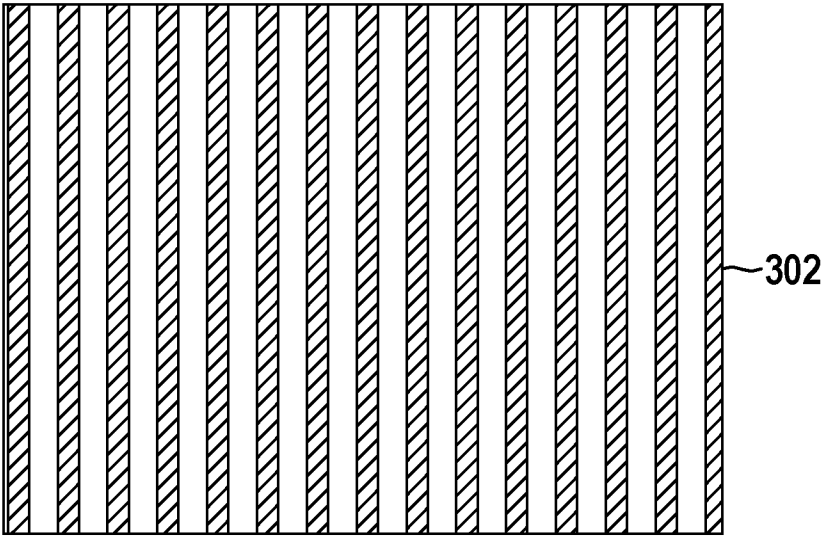


Fig. 3

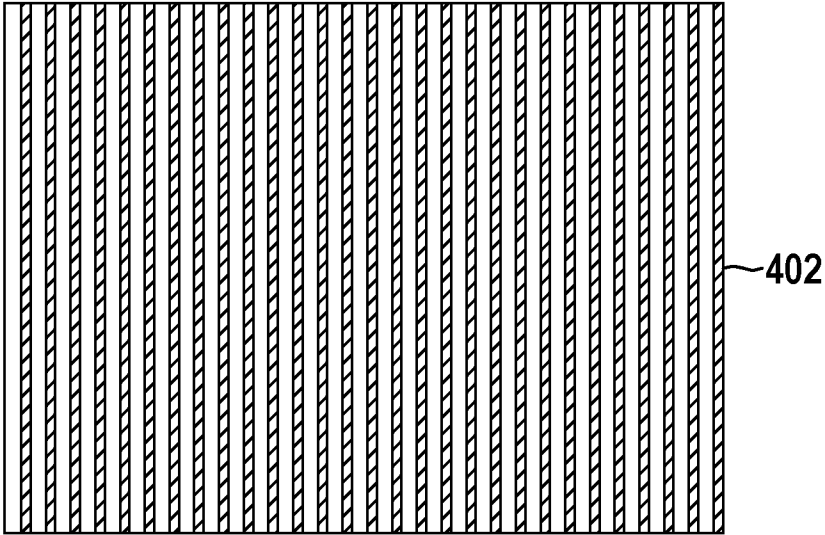


Fig. 4

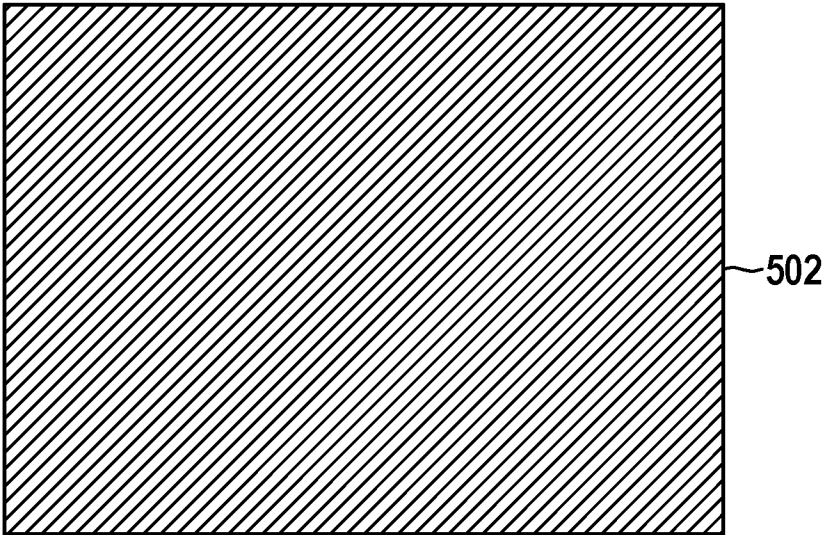


Fig. 5

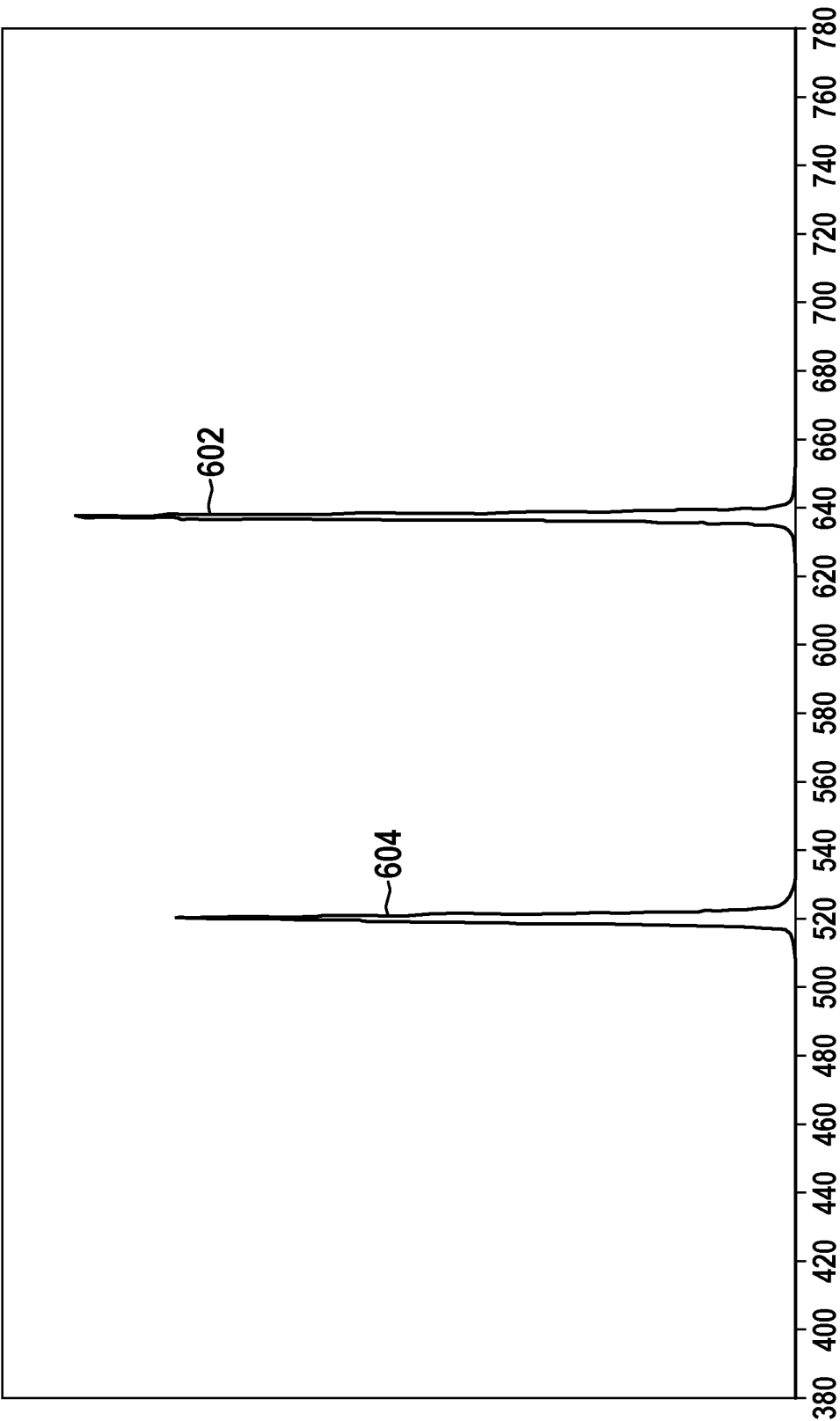


Fig. 6

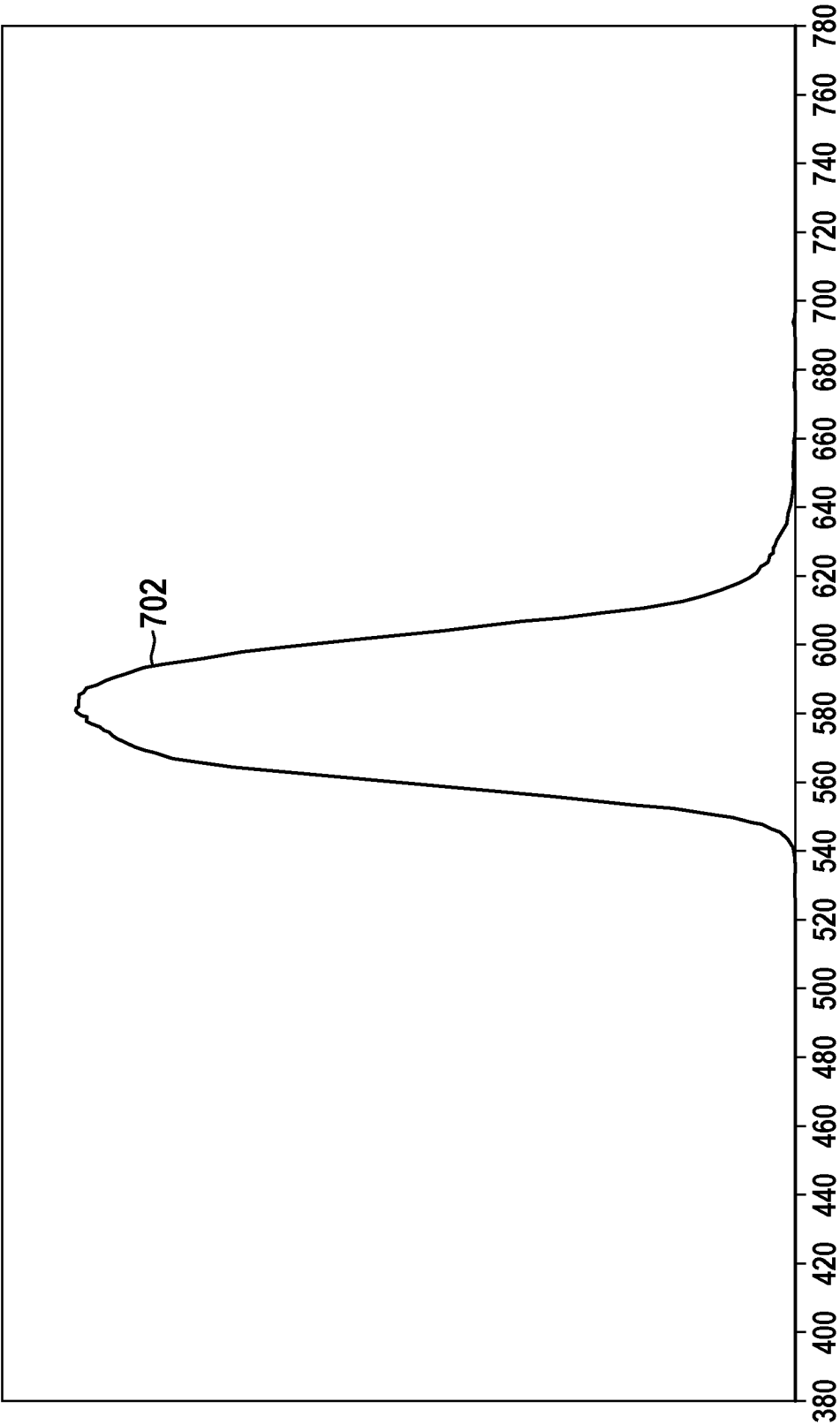


Fig. 7

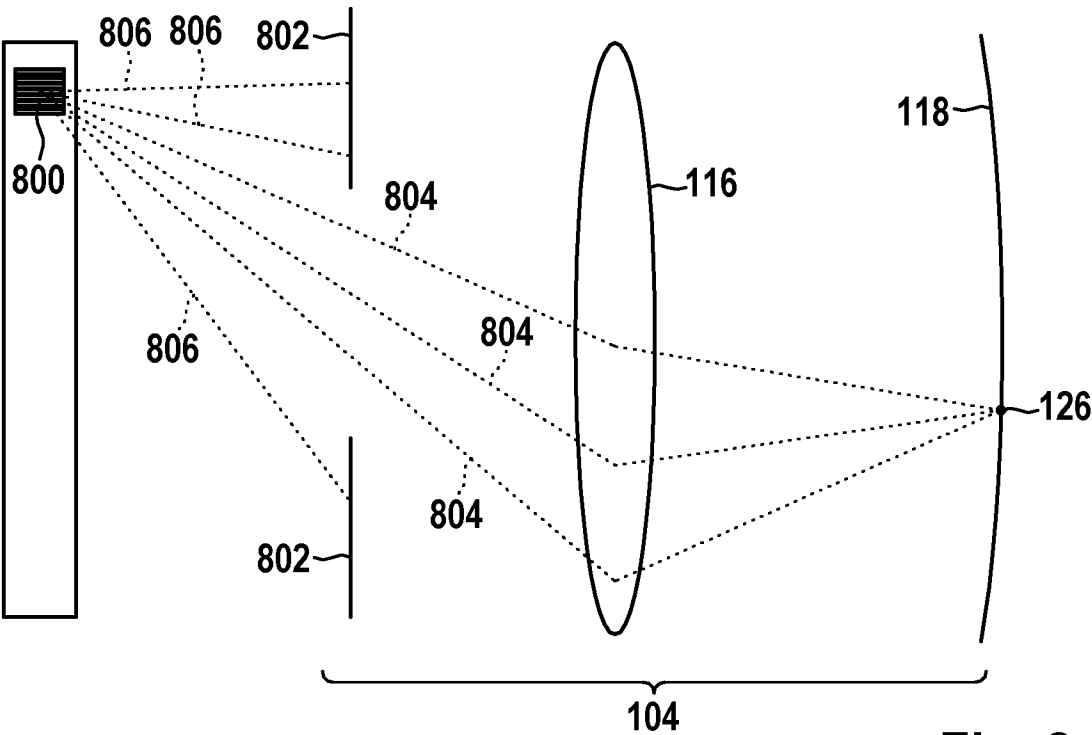


Fig. 8

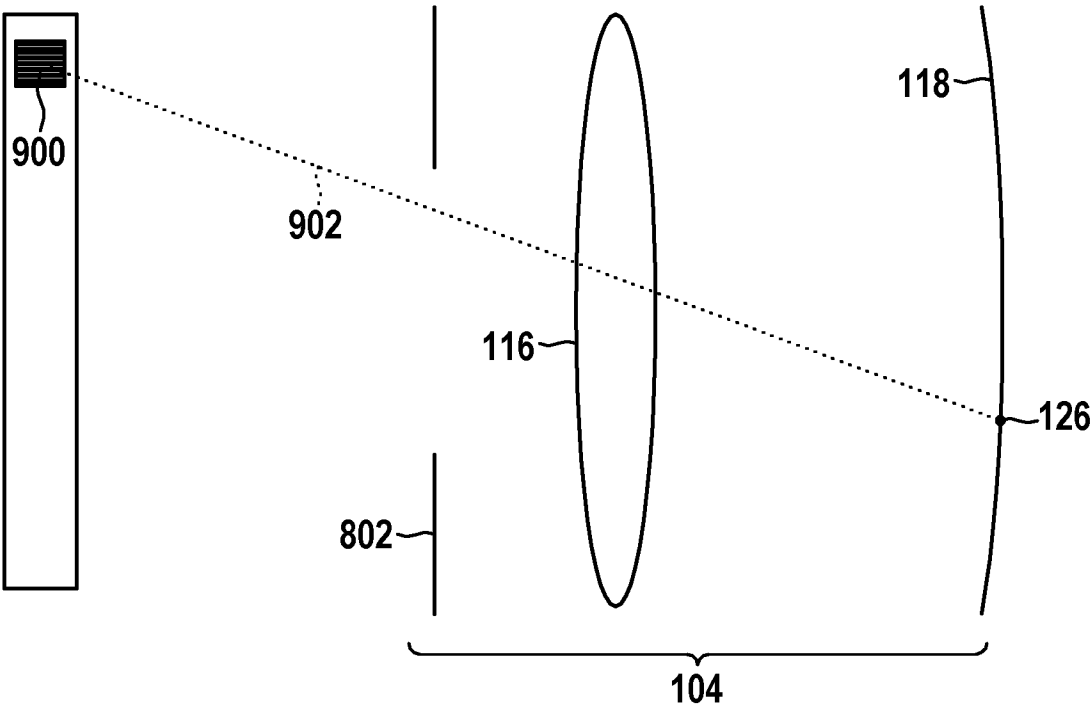


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/082320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A61B 3/12**(2006.01)i; **G02B 27/01**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B; 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 10481684 B2 (NVIDIA CORP [US]) 19 November 2019 (2019-11-19) paragraphs [0022] - [0026]; figures 1,2,3,4	1,2,4-7,12,13 8-11
X	US 2023288986 A1 (MEYER JOHANNES [DE] ET AL) 14 September 2023 (2023-09-14) column 3, line 22 - line 30; figure 2	1,3,12
X	US 2017102548 A1 (TREMBLAY ERIC [CH] ET AL) 13 April 2017 (2017-04-13) paragraphs [0018] - [0022]; figures 1, 2	1.12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 February 2025

Date of mailing of the international search report

19 February 2025

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Fischer, Martin

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/082320

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	10481684	B2	19 November 2019	US	2018164592	A1	14 June 2018
				US	2018164880	A1	14 June 2018
US	2023288986	A1	14 September 2023	CN	116699836	A	05 September 2023
				DE	102022202208	A1	07 September 2023
				US	2023288986	A1	14 September 2023
US	2017102548	A1	13 April 2017	CN	108027507	A	11 May 2018
				DE	112016004662	T5	09 August 2018
				US	2017102548	A1	13 April 2017
				WO	2017066005	A1	20 April 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. A61B3/12 G02B27/01 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) A61B G02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 10 481 684 B2 (NVIDIA CORP [US]) 19. November 2019 (2019-11-19) Absätze [0022] - [0026]; Abbildungen 1,2,3,4 -----	1,2,4-7, 12,13 8-11
X	US 2023/288986 A1 (MEYER JOHANNES [DE] ET AL) 14. September 2023 (2023-09-14) Spalte 3, Zeile 22 - Zeile 30; Abbildung 2 -----	1,3,12
X	US 2017/102548 A1 (TREMBLAY ERIC [CH] ET AL) 13. April 2017 (2017-04-13) Absätze [0018] - [0022]; Abbildungen 1,2 -----	1,12
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 7. Februar 2025		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 19/02/2025
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 Fischer, Martin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/082320

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 10481684	B2	19-11-2019	US	2018164592 A1	14-06-2018
			US	2018164880 A1	14-06-2018

US 2023288986	A1	14-09-2023	CN	116699836 A	05-09-2023
			DE	102022202208 A1	07-09-2023
			US	2023288986 A1	14-09-2023

US 2017102548	A1	13-04-2017	CN	108027507 A	11-05-2018
			DE	112016004662 T5	09-08-2018
			US	2017102548 A1	13-04-2017
			WO	2017066005 A1	20-04-2017
