



(10) **DE 10 2014 113 682 A1** 2016.03.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 113 682.9**

(22) Anmeldetag: **22.09.2014**

(43) Offenlegungstag: **24.03.2016**

(51) Int Cl.: **G06F 3/01 (2006.01)**

A61B 3/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Carl Zeiss Meditec AG, 07745 Jena, DE; Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, Calif., US

(74) Vertreter:

Kraus & Weisert Patentanwälte PartGmbB, 80539 München, DE

(72) Erfinder:

Correns, Nico, 99425 Weimar, DE; Dobschal, Hans-Jürgen, 99510 Kleinromstedt, DE; Machalet, Elke, 07749 Jena, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2007 / 0 200 927 A1

US 2013 / 0 090 938 A1

US 2013 / 0 141 697 A1

US 2013 / 0 155 376 A1

EP 2 742 852 A1

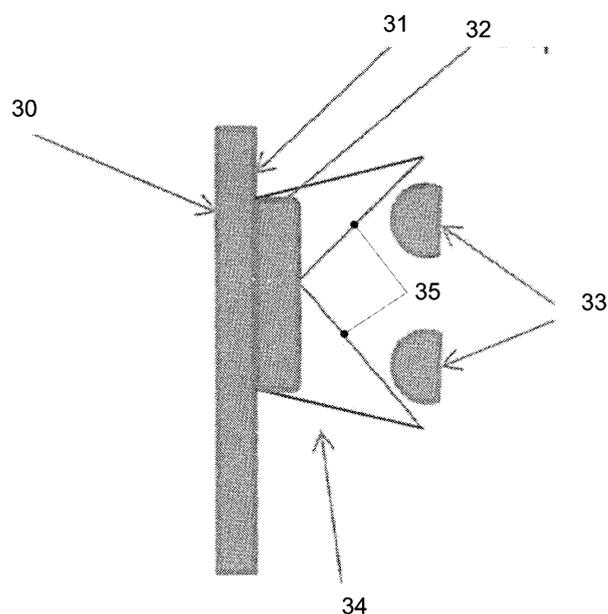
EP 2 796 088 A1

WANG, Yi-Zhong, et al.: Handheld shape discrimination hyperacuity test on a mobile device for remote monitoring of visual function in maculopathy. In: Investigative ophthalmology & visual science, 2013, 54. Jg., Nr. 8, S. 5497.

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Gesichtsfeldmessung**



(57) Zusammenfassung: Es werden mobile Computervorrichtungen, Vorsatzoptiken und Computerprogrammprodukte bereitgestellt, welche eine Perimetriemessung ermöglichen

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft eine Vorrichtung zur Gesichtsfeldmessung (Perimetrie), eine Vorsatzoptik hierfür sowie ein entsprechendes Computerprogrammprodukt.

[0002] Die Perimetrie ist ein Verfahren zur Untersuchung eines Gesichtsfeldes einer Person. Das Gesichtsfeld eines einzelnen Auges reicht dabei schläfenwärts bis ca. 90 Grad, zur Nase hin und nach oben bis etwa 60 Grad und nach unten bis etwa 70 Grad. Die unterschiedliche Ausdehnung ist durch die geschützte Lage des Auges in der Augenhöhle gegeben: Zur Nase hin beschränkt der Nasenrücken das Gesichtsfeld, nach oben und unten der Augenhöhlenrand, während die schläfenwärtige Seite im Wesentlichen frei ist.

[0003] Das Gesichtsfeld des rechten und linken Auges überschneiden sich in der Mitte. Diese Überschneidung überdeckt einen Winkel von etwa 120 Grad. Nur im Bereich der Überschneidung ist eine Tiefenwahrnehmung (Stereosehen) möglich.

[0004] Bei der Perimetrie werden dann üblicherweise mittels einer speziellen Vorrichtung (Perimeter) Lichtreize an verschiedenen Stellen des Gesichtsfeldes einer zu untersuchenden Person bereitgestellt, während die Person ihre Augen oder ein zu untersuchendes Auge auf einen festen Punkt richtet, und eine Reaktion der Person (z.B. eine Bestätigung der Wahrnehmung des Lichtreizes) ausgewertet. Derartige Lichtreize können verschiedene Helligkeiten aufweisen.

[0005] Derartige herkömmliche Perimeter benötigen viel Platz, sind vergleichsweise teuer und/oder erfordern Fachpersonal zu Bedienung.

[0006] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Anmeldung, Vorrichtungen zur Gesichtsfeldmessung bereitzustellen, welche vergleichsweise kompakt und kostengünstig sind und/oder eine einfache Bedienung durch einen jeweiligen Benutzer ermöglichen.

[0007] Hierzu werden eine mobile Computervorrichtung nach Anspruch 1 oder 10, eine Vorsatzoptik nach Anspruch 13 sowie ein Computerprogrammprodukt nach Anspruch 22 bereitgestellt. Die Unteransprüche definieren weitere Ausführungsbeispiele.

[0008] Gemäß einem ersten Aspekt wird eine mobile Computervorrichtung bereitgestellt, umfassend: eine Anzeige, einen Prozessor, und einen Speicher mit darin gespeichertem Programmcode, wobei der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor ausgeführt wird, bewirkt, dass der Prozessor die

Anzeige ansteuert, Lichtreize zur Durchführung einer Gesichtsfeldmessung anzuzeigen.

[0009] Die mobile Computervorrichtung kann weiter eine Eingabeeinrichtung umfassen und/oder mit einer Eingabeeinrichtung koppelbar sein, wobei der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor ausgeführt wird, weiter bewirken kann, dass der Prozessor das Gesichtsfeld basierend auf einer Rückmeldung des Benutzers über die Eingabeeinrichtung in Antwort auf die Anzeige der Lichtreize bestimmt.

[0010] Die Lichtreize können hinsichtlich Form, Größe, Farbe, Helligkeit und/oder Kontrast variierbar sein.

[0011] Der Programmcode kann, wenn er auf dem Prozessor ausgeführt wird, eine Dokumentierung des Trainings bewirken.

[0012] Die mobile Computervorrichtung kann weiter eine Kamera umfassen und/oder mit einer Kamera koppelbar sein, wobei die mobile Computervorrichtung eingerichtet sein kann, eine Blickrichtung eines Benutzers auf Basis des Kamerabildes zu bestimmen.

[0013] Die mobile Computervorrichtung kann eingerichtet sein, die Bestimmung des Gesichtsfeldes in Abhängigkeit von der bestimmten Blickrichtung durchzuführen.

[0014] Die mobile Computervorrichtung kann weiter eine Netzchnittstelle zum Austausch von Daten mit medizinischem Fachpersonal umfassen.

[0015] Der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor ausgeführt wird, kann bewirken, dass auf einem ersten Teil der Anzeige ein Bild für ein linkes Auge eines Benutzers und auf einem zweiten Teil der Anzeige ein Bild für ein rechtes Auge eines Benutzers dargestellt wird.

[0016] Die mobile Computervorrichtung kann ein Smartphone oder einen Tablet-Computer umfassen.

[0017] Gemäß einem zweiten Aspekt wird eine mobile Computervorrichtung bereitgestellt, umfassend: eine Anzeige, und Mittel zum Ansteuern der Anzeige derart, dass die Anzeige Lichtreize zur Durchführung einer Gesichtsfeldmessung anzeigt.

[0018] Die mobile Computervorrichtung kann weiter eine Eingabeeinrichtung umfassen und/oder mit einer Eingabeeinrichtung koppelbar sein, wobei die mobile Computervorrichtung Mittel zur Bestimmung des Gesichtsfeldes basierend auf einer Rückmeldung des Benutzers über die Eingabeeinrichtung in Antwort auf die Anzeige der Lichtreize umfasst.

[0019] Die mobile Computervorrichtung kann weiter eine Kamera umfassen und/oder mit einer Kamera koppelbar sein, wobei die mobile Computervorrichtung eingerichtet sein kann, eine Blickrichtung eines Benutzers auf Basis des Kamerabildes zu bestimmen.

[0020] Optionale Merkmale des ersten Aspekts können auch bei dem zweiten Aspekt implementiert werden.

[0021] Gemäß einem dritten Aspekt wird eine Vorsatzoptik zur Kopplung mit einer mobilen Computervorrichtung bereitgestellt, wobei die Vorsatzoptik eingerichtet ist, ein auf einer Anzeige der mobilen Computervorrichtung dargestelltes Bild mit definierten Winkelverhältnissen und/oder in ein dreidimensionales Gesichtsfeld, für mindestens ein Auge eines Benutzers zu transferieren.

[0022] „Mit definierten Winkelverhältnissen“ kann dabei insbesondere bedeuten, dass ein jeweiliger Bildpunkt der Anzeige, wenn er z.B. hell ist, das Auge aus einem eindeutig zugeordneten vorgegebenen Winkel beleuchtet, um so z.B. ein Gesichtsfeld abstrahieren zu können.

[0023] Die Vorsatzoptik kann eingerichtet sein, das Bild auf mindestens eine virtuelle Halbkugel zu transferieren.

[0024] Die virtuelle Halbkugel kann einen Radius zwischen 350mm und 400mm aufweisen.

[0025] Die Vorsatzoptik kann eine konkave Fläche zur Darstellung des Bildes für das Auge umfassen.

[0026] Die Vorsatzoptik kann auch eine erste konkave Fläche zur Darstellung eines ersten Teils des Bildes für ein erstes Auge und eine zweite konkave Fläche zur Darstellung eines zweiten Teils des Bildes für ein zweites Auge umfassen.

[0027] Die Vorsatzoptik kann ein Hologramm, ein Volumenhologramm und/oder eine Faseroptik umfassen.

[0028] Des Weiteren wird ein System bereitgestellt, umfassend:
eine mobile Computervorrichtung nach dem ersten oder zweiten Aspekt, und
eine mit einer Anzeige der mobilen Computervorrichtung gekoppelte Vorsatzoptik nach dem dritten Aspekt.

[0029] Das System kann im Wesentlichen lichtdicht mit einem Kopf eines Benutzers koppelbar sein.

[0030] Das System kann relativ zu einem Kopf eines Benutzers fixierbar sein.

[0031] Gemäß einem vierten Aspekt wird ein Computerprogrammprodukt zur Bestimmung eines Gesichtsfeldes bereitgestellt mit einem Programmcode, der, wenn er auf einem Prozessor ausgeführt wird, bewirkt, dass der Prozessor eine Anzeige ansteuert, Lichtreize zur Durchführung einer Gesichtsfeldmessung anzuzeigen.

[0032] Das Computerprogrammprodukt kann insbesondere zur Implementierung des ersten oder zweiten Aspekts dienen.

[0033] Erfindungsgemäß kann also eine mobile Computervorrichtung, beispielsweise ein Smartphone, ein Tablet-Computer oder eine sonstige mobile Rechneinrichtung, für eine Perimetriemessung verwendet werden. Dabei können die Möglichkeiten, die derartige mobile Computervorrichtungen wie beispielsweise eingebaute Kamera, eingebaute Kommunikationsmittel (WLAN, Bluetooth, Mobilfunknetz etc.) sowie eine Anzeige (Display) der mobilen Computervorrichtung genutzt werden. Auf diese Weise kann vergleichsweise kostengünstig eine erfindungsgemäße Vorrichtung realisiert werden.

[0034] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0035] Fig. 1 ein Blockdiagramm einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel,

[0036] Fig. 2 eine schematische Außenansicht einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel,

[0037] Fig. 3 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel mit einer Vorsatzoptik gemäß einem Ausführungsbeispiel,

[0038] Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel mit einer Vorsatzoptik gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

[0039] Fig. 5 ein Schemabild zur Erläuterung einer Perimetriemessung mit einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel,

[0040] Fig. 6 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung einer Arbeitsweise einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel, und

[0041] Fig. 7 eine Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0042] Im Folgenden werden verschiedene Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen detailliert erläutert. Diese Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Veranschaulichung und sind nicht als ein-

schränkend auszulegen. Beispielsweise bedeutet eine Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit einer Vielzahl von Elementen oder Merkmalen nicht, dass alle diese Elemente oder Merkmale zur Implementierung von Ausführungsbeispielen notwendig sind. Vielmehr können andere Ausführungsbeispiele weniger Merkmale oder Elemente, alternative Merkmale oder Elemente und/oder zusätzliche Merkmale oder Elemente aufweisen. Zudem können Merkmale oder Elemente verschiedener Ausführungsbeispiele miteinander kombiniert werden, sofern nichts anderes angegeben ist.

[0043] In Fig. 1 ist eine mobile Computervorrichtung **10** gemäß einem Ausführungsbeispiel dargestellt. Die mobile Computervorrichtung **10** kann beispielsweise mittels eines Smartphones, eines Tablet-Computers oder mittels einer anderen mobilen Computervorrichtung (beispielsweise einem mobilen Spielgerät) implementiert sein. Derartige mobile Computervorrichtungen, welche als Grundlage für die Implementierung der mobilen Computervorrichtung **10** der Fig. 1 dienen können, sind häufig frei programmierbar, verfügen über einen Prozessor, eine Anzeige (Display, gegebenenfalls berührungsempfindlich), verschiedene Eingabegeräte, Netzanschlüsse etc. Wie im Folgenden näher erläutert wird, werden bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung derartige mobile Computervorrichtungen genutzt, um Diagnosemöglichkeiten zur Messung eines Gesichtsfeldes (Perimetrie) bereitzustellen. Hierzu kann insbesondere die mobile Computervorrichtung entsprechend programmiert werden, beispielsweise mittels einer oder mehrerer sogenannter Apps (vom Englischen „applications“, d.h. Anwenderprogramme).

[0044] Als Beispiel umfasst die mobile Computervorrichtung der Fig. 1 einen Prozessor **13**, beispielsweise eine CPU. Bei anderen Ausführungsbeispielen können auch mehrere Prozessoren oder ein Prozessor mit mehreren Prozessorkernen bereitgestellt sein. Der Prozessor **13** ist mit einem Speicher **15**, beispielsweise einem Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM) oder einem nicht-flüchtigen Speicher wie einem Flashspeicher gekoppelt, oder Kombinationen hiervon. In dem Speicher **15** können Daten sowie Programme zum Betreiben des Prozessors **13** und der mobilen Computervorrichtung **10** abgelegt sein. Insbesondere können verschiedene Anwendungsprogramme (Apps) in dem Speicher **15** abgelegt sein, beispielsweise ein Anwendungsprogrammmodul **16**, welches später näher diskutiert wird.

[0045] Der Prozessor **13** ist weiter mit einer Anzeige **11** gekoppelt, über welche Informationen, Bilder, Grafiken und dergleichen zum Betrachten durch einen Benutzer dargestellt werden können. Des Weiteren ist der Prozessor **13** mit einer Eingabevorrichtung **12** gekoppelt. Bei manchen Ausführungsbeispielen

kann die Anzeige **11** berührungsempfindlich sein und somit gleichzeitig die Eingabevorrichtung **12** oder einen Teil hiervon darstellen. Zusätzlich oder alternativ kann die Eingabevorrichtung Knöpfe, Drehregler, eine Tastatur, ein Mikrofon zum Empfangen von Geräuschen oder einer Spracheingabe und/oder Sensoren wie einen Neigungssensor oder einen Beschleunigungssensor umfassen. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann die Eingabevorrichtung **12** zusätzlich oder alternativ eine oder mehrere Kameras umfassen.

[0046] Des Weiteren umfasst die mobile Computervorrichtung **10** der Fig. 1 eine Netzanschlussteile **14**, mittels der die Computervorrichtung **10** mit weiteren Vorrichtungen kommunizieren kann. Die Netzanschlussteile **14** kann beispielsweise eine Mobilfunkschnittstelle zur Kommunikation über ein Mobilfunknetz, eine Bluetooth-Schnittstelle oder eine Wifi/WLAN-Schnittstelle umfassen, ist jedoch nicht hierauf beschränkt. Zu bemerken ist, dass die mobile Computervorrichtung **10** weitere herkömmliche Komponenten von mobilen Computervorrichtungen wie beispielsweise Smartphones aufweisen kann.

[0047] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind in dem Speicher **15** als Anwendungsprogramme ein Perimetriemodul **16** abgelegt. Bei anderen Ausführungsbeispielen können auch noch weitere Module bereitgestellt sein, die optional auch miteinander interagieren, insbesondere Daten austauschen, können.

[0048] Das Perimetriemodul **16** dient dazu, mittels der mobilen Computervorrichtung **10** eine Diagnosefunktion zur Messung eines Gesichtsfeldes (Perimetrie) eines Benutzers durchzuführen. Dies wird später näher erläutert.

[0049] Ergebnisse einer solchen Perimetrie können auch über die Netzanschlussteile **14** gesendet werden, um sie beispielsweise medizinischem Fachpersonal wie einem Arzt oder einem Optiker beispielsweise zur Kontrolle und Überprüfung bereitzustellen.

[0050] Mit einer derartigen mobilen Computervorrichtung sind bei Ausführungsbeispielen Behandlungen und Messungen bei kontrollierten lichttechnischen Verhältnissen möglich. Viele Anzeigen heutiger Smartphones oder Tablets einen hohen Dynamikbereich auf. Dies ermöglicht Messungen wie perimetrische Messungen mit sehr hohem Kontrastumfang. Beispielsweise weisen Anzeigen auf Basis organischer Leuchtdioden (OLED) einen Kontrastumfang von 1000:1 oder mehr auf.

[0051] In Fig. 2 ist ein Beispiel für eine Außenansicht einer mobilen Vorrichtung **20** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die mobile Vorrichtung **20** der Fig. 2 kann beispiels-

weise der mobilen Computervorrichtung **10** der **Fig. 1** entsprechen und ist in dem Beispiel der **Fig. 2** als Smartphone ausgestaltet. Je nach Art des Smartphones kann sich die Außenansicht von der in **Fig. 2** dargestellten unterscheiden. Die mobile Computervorrichtung **20** weist eine Anzeige **21** auf, welche insbesondere als berührungsempfindliche Anzeige (sogenannter Touchscreen) realisiert sein kann. Zudem weist bei dem dargestellten Beispiel die mobile Computervorrichtung **20** einen Bedienknopf **22** sowie eine Kamera **23** auf. Die Kamera **23** wird auch als Frontkamera bezeichnet. Eine weitere (in **Fig. 2** nicht dargestellte) Kamera kann sich auf der gegenüberliegenden Seite (Rückseite) der mobilen Computervorrichtung **20** befinden. Die mobile Computervorrichtung **20** kann weitere in **Fig. 2** nicht dargestellte Elemente aufweisen, wie beispielsweise einen Kopfhörerausgang, weitere Bedienelemente, einen Lautsprecher oder ein Mikrofon.

[0052] Wie in **Fig. 2** dargestellt kann die Anzeige **21** in zwei Bereiche **21A** und **21B** unterteilt werden. In diesem Fall kann beispielsweise der Bereich **21A** zur Darstellung eines Bildes für ein linkes Auge eines Benutzers und der Bereich **21B** zur Darstellung eines Bildes zur Betrachtung durch ein rechtes Auge eines Benutzers genutzt werden. Bei anderen Ausführungsbeispielen findet eine solche Unterteilung nicht statt, und es kann z.B. der ganze Bildschirm zur Betrachtung mit einem Auge verwendet werden. Wie nachfolgend unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** und **Fig. 4** näher erläutert werden wird, kann die mobile Computervorrichtung **10** oder **20** mit einer entsprechenden Vorsatzoptik gekoppelt werden, über die die Anzeige mit einem oder beiden Augen betrachtet werden kann.

[0053] Durch die Aufteilung der Anzeige wie in **Fig. 2** dargestellt können beispielsweise durch das Diagnosemodul **16** linkes und rechtes Auge getrennt getestet werden, beispielsweise indem nur in dem Bereich **21A** oder nur in dem Bereich **21B** etwas angezeigt wird und eine entsprechende Rückmeldung von einem Benutzer ausgewertet wird. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann z.B. ein Auge abgedeckt werden und die Anzeige **21** mit dem anderen Auge betrachtet werden.

[0054] In den Bereichen **21A** und **21B** können beispielsweise Bilder für linkes und rechtes Auge entsprechend einem Pupillenabstand dargestellt werden, um eine Stereobetrachtung zu ermöglichen. Beispielsweise kann ein Abstand korrespondierender Punkte so angepasst sein, dass er in etwa dem Pupillenabstand eines erwachsenen Menschen entspricht, beispielsweise ungefähr 65 mm. Bei manchen Ausführungsbeispielen kann der Pupillenabstand auch ein Parameter sein, sodass die Darstellung an einem jeweiligen Benutzer und dessen Pupillenabstand angepasst werden kann.

[0055] Mobile Computervorrichtungen wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt sind häufig vergleichsweise kostengünstig, da sie in großen Stückzahlen hergestellt werden. Dennoch sind in derartigen Vorrichtungen häufig hochwertige Anzeigen (Displays) Kameras, Sensoren etc. eingesetzt.

[0056] Wie bereits erläutert wird bei Ausführungsbeispielen mit Hilfe einer mobilen Computervorrichtung (z.B. **10** der **Fig. 1** oder **20** der **Fig. 2**) beispielsweise mittels einer entsprechenden App eine Möglichkeit zu einer perimetrischen Messung bereitgestellt. Mit einer derartigen Messung können einerseits Grenzen des Gesichtsfeldes und lokale Gesichtsfeldausfälle ermittelt werden (was auch als Konturperimetrie bezeichnet wird), zusätzlich oder alternativ kann eine lokale Empfindlichkeit im Gesichtsfeld bestimmt werden, was als Schwellenperimetrie bezeichnet wird. Hierzu werden bei einem Ausführungsbeispiel sequenziell optische Reize an verschiedenen Orten und gegebenenfalls mit unterschiedlicher Helligkeit auf einer Anzeige der Computervorrichtung angezeigt und so im Gesichtsfeld präsentiert. Auch Gesichtsfeldmessungen für Farben sind möglich, indem farbige Lichtreize auf der Anzeige dargestellt werden. Die Wahrnehmung der Reize wird von einem Benutzer bestätigt und dann protokolliert. Bei einem klassischen Perimeter, wie es beispielsweise von Fachpersonal eingesetzt wird, betrachtet dabei eine zu untersuchende Person eine halbkugelförmige Projektions- oder Bildschirmfläche. Damit ist es möglich, Lichtreize in allen Richtungen beispielsweise bis zu einem maximalen Winkel von 90° zu erzeugen, womit ein Gesichtsfeld der zu untersuchenden Person vollständig erfasst werden kann.

[0057] Bei Ausführungsbeispielen kann eine mobile Computervorrichtung wie ein Smartphone dann z.B. in einer Betrachtungsvorrichtung mit einer Vorsatzoptik gekoppelt werden, um die Darstellung von optischen Reizen in einem gewünschten Gesichtsfeldbereich zu ermöglichen. Beispiele hierfür sind in **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt. Zur Vermeidung von Wiederholungen tragen einander entsprechende Merkmale in den **Fig. 3** und **Fig. 4** die gleichen Bezugszeichen und werden nicht wiederholt beschrieben.

[0058] In den **Fig. 3** und **Fig. 4** ist eine mobile Computervorrichtung **30**, beispielsweise ein Smartphone oder ein Tabletcomputer bereitgestellt. Die mobile Computervorrichtung **30** verfügt über eine Anzeige **32** (z.B. Display), auf welcher Lichtreize für eine Perimetriemessung dargestellt werden können. Mit **31** ist eine Kamera der Computervorrichtung bezeichnet (z.B. eine Frontkamera wie die Kamera **23** der **Fig. 2**). Mittels der Kamera **31** kann, ggs. über geeignete Umlenkspiegel und/oder Strahlteiler, ein Bild von einem oder zwei Augen **33** aufgenommen werden. Hierdurch kann beispielsweise eine Blickrichtung eines gerade zu untersuchenden Auges oder

beider Augen aufgenommen werden. So kann beispielsweise überprüft werden, ob die Blickrichtung für die durchzuführende Gesichtsfeldmessung korrekt ist, und/oder Lichtreize können in Abhängigkeit von der Blickrichtung angezeigt werden, um In anderen Worten kann durch die Kamera **31** bei der Messung des Gesichtsfeldes die tatsächliche Stellung der Augen oder des Auges kontrolliert und/oder registriert werden und/oder es können Messungen korrigiert werden. Die Kenntnis der Augenstellung ist ein wichtiger Parameter für die Messung des tatsächlichen Gesichtsfeldes, da so bestimmt werden kann, an welcher Stelle ein auf der Anzeige **32** dargestellter Lichtreiz relativ zu der Blickrichtung des Auges gesehen werden soll. Somit kann die Bestimmung der Blickrichtung über die Kamera **31** bei manchen Ausführungsbeispielen zu einer Erhöhung der Exaktheit der Messungen kommen.

[0059] Des weiteren ist bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** eine Vorsatzoptik **34** mit der Anzeige **32** gekoppelt. Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** wird die Anzeige z.B. auf eine Fläche **35** abgebildet, die es ermöglicht, Lichtreize in einem gesamten zu vermessenden Gesichtsfeld erscheinen lassen zu können. Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** ist die Fläche **35** so ausgestaltet, dass die gesamte Anzeige oder ein großer Teil hiervon zur Gesichtsfeldmessung eines Auges verwendbar ist. Zur Vermessung eines Auges wird dann z.B. das andere Auge abgedeckt.

[0060] Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 4** hingegen ist eine Vorsatzoptik **40** bereitgestellt, welche die Anzeige **32** auf getrennte Flächenstücke **41A**, **41B** für die beiden Augen **33** abbildet. Hierzu kann die Anzeige **32** zweigeteilt genutzt werden, wie z.B. unter Bezugnahme auf **Fig. 2** erläutert. Hier ist keine Abdeckung eines Auges nötig, da jedes Auge sein eigenes Bild sieht. Zu bemerken ist, dass Lichtreize je nach Art der Vorsatzoptik virtuell an anderen Orten als direkt auf den dargestellten Flächen **35**, **41A** und **41B** erscheinen können. Auch andere Formen insbesondere konkave Flächen, auf die die Anzeige **32** abgebildet (z.B. projiziert, übertragen) wird, sind möglich. Beispielsweise kann die Vorsatzoptik bewirken, dass ein Bild der Anzeige auf eine virtuelle Halbkugel, z.B. mit einem Radius zwischen 350 und 400mm, transferiert wird. So kann beispielsweise erreicht werden, dass ein Gesichtsfeld von > 140 Grad vermessen werden kann, z.B. bis 70 Grad nach beiden Seiten (in horizontaler Richtung) und bis 30 Grad nach oben und unten. Andere Werte sind ebenso möglich, insbesondere auch Werte > 400mm für den Radius der Halbkugel bis zu einem „unendlichen“ Radius, was einer zweidimensionalen Abbildung entsprechen würde, während bei einem endlichen Radius ein dreidimensionales Gesichtsfeld erreicht wird. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das Gesichtsfeld jedes Auges an mindestens 50, bevorzugt min-

destens 100 Positionen (Orten auf der jeweiligen (virtuellen) Fläche) geprüft.

[0061] Vorsatzoptiken wie die Vorsatzoptiken **34** und **40** können beispielsweise auf Basis einer Faseroptik und/oder unter Verwendung von Hologrammen, z.B. Volumen hologrammen, realisiert werden. Mit derartigen Vorsatzoptiken kann insbesondere eine gerichtete Winkelausbreitung des Lichtes realisiert werden.

[0062] Eine Hintergrund-Beleuchtung beträgt bevorzugt ca. 15 cd/m² oder weniger, noch bevorzugter ca. 10cd/m² oder weniger. Hierzu kann z.B. ein Raum, in dem die Perimetriemessung durchgeführt wird, abgedunkelt werden. Alternativ oder zusätzlich kann die die Vorrichtung der **Fig. 3** oder **Fig. 4** im Wesentlichen lichtdicht mit einem Kopf des Benutzers gekoppelt werden, beispielsweise mittels einer Anordnung in einem am Kopf zu tragenden Gehäuse oder eine andere Kopplung und/oder Fixierung der Vorrichtung am Kopf. Beispielsweise kann die Vorrichtung der **Fig. 3** oder **Fig. 4** auch auf einem Stativ oder einer anderen Stütze angebracht sein, und die zu untersuchende Person setzt sich dann vor die Vorrichtung. Im Wesentlichen lichtdicht bedeutet hier z.B., dass eindringendes Licht eine Hintergrundbeleuchtung von weniger als 15 cd/m², bevorzugt weniger als 10 cd/m², verursacht.

[0063] Ein Beispiel für ein derartiges am Kopf zu tragendes Gehäuse **70** ist schematisch in **Fig. 7** dargestellt. Das Gehäuse **70** kann mit einem Gummiband **71** oder einer anderen Vorrichtung wie einem geeigneten Bügel an einem Kopf eines Benutzers befestigt werden. Eine mobile Computervorrichtung wie ein Smartphone kann in eine (nicht dargestellte) Aufnahme in dem Gehäuse **70** eingesetzt werden oder anders mit dem Gehäuse **70** gekoppelt werden. Durch eine Dichtung **73** und eine Nasenaussparung **74** kann das Gehäuse im Wesentlichen lichtdicht am Kopf befestigt werden. Die Anzeige der mobilen Computervorrichtung kann dann über eine Vorsatzoptik wie beschrieben durch Öffnungen **72** betrachtet werden, wobei die Vorsatzoptik auch ganz oder teilweise in den Öffnungen **72** angeordnet sein kann.

[0064] Eine perimetrische Messung mit einer mobilen Computervorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel ist schematisch in **Fig. 5** dargestellt, wobei hier als Beispiel die mobile Computervorrichtung **20** der **Fig. 2** verwendet wird. Zur Gesichtsfeldvermessung werden sequenziell Reize **50** für das linke Auge (in dem in **Fig. 5** dargestellten Fall), d.h. in dem Bereich **21A**, für das rechte Auge in dem Bereich **21B** oder auch für beide Augen dargestellt. Hier kann z.B. die Vorsatzoptik der **Fig. 4** verwendet werden. Bei der Vorsatzoptik der **Fig. 3** kann ein Auge abgedeckt werden, und der Reiz **50** kann auf der gesamten Anzeige **21** dargestellt werden. In dem einfachen Beispiel der **Fig. 5** ist der Reiz einfach ein Punkt an einer

bestimmten Stelle der Anzeige **21**. Auf diese Weise kann das gesamte Gesichtsfeld oder ein Teil hiervon mittels der mobilen Computervorrichtung **20** abgerastert und vermessen werden. Der Punkt **50** kann dabei hinsichtlich der Helligkeit bzw. des Kontrastes zum Hintergrund der Anzeige **21**, bezüglich der Größe, bezüglich der Form und/oder bezüglich der Farbe variieren. Erkennt ein Benutzer den dargestellten Reiz, bestätigt er dies. Dies kann beispielsweise durch eine Spracheingabe, welche durch ein Mikrofon der mobilen Computervorrichtung **20** erfasst wird, durch eine Kopfbewegung wie ein Nicken, welche beispielsweise durch einen Beschleunigungssensor oder einen Neigungssensor erfasst wird, oder durch eine Geste, welche durch eine Kamera der mobilen Computervorrichtung **20** erfasst wird, erfolgen. Auch eine Bestätigung über externe Geräte, beispielsweise einen Knopf, ein Gamepad oder anderes Bediengerät, welches beispielsweise über Bluetooth mit der Vorrichtung **20** gekoppelt ist, ist möglich.

[0065] Mit einer derartigen perimetrischen Messung können beispielsweise lokale Gesichtsfeldausfälle erkannt werden. Derartige lokale Gesichtsfeldausfälle werden zunächst in vielen Fällen vom visuellen System einer Person kompensiert und fallen daher oft spät auf. Eine derartige Kompensation kann einerseits durch das jeweilige andere Auge erfolgen, andererseits werden Gesichtsfeldausfälle häufig durch komplexe Verarbeitungsschritte im Gehirn des Patienten unterdrückt. Für eine Früherkennung von Erkrankungen, welche zu Gesichtsfeldausfällen führen, ist daher eine Messung der Gesichtsfeldausfälle möglich.

[0066] Im Folgenden werden Krankheiten, welche zu derartigen lokalen Gesichtsfeldausfällen führen können, kurz erläutert.

[0067] Bei einer altersbedingten Makuladegeneration (AMD) handelt es sich um eine der häufigsten Augenerkrankungen in der westlichen Welt. Bei der sogenannten trockenen Form kann es durch Ablagerungen von Stoffwechselendprodukten, einer gestörten Versorgung der Netzhaut, Zelltod von retinalen Neuronen schleichend zu einer Verschlechterung des Sehens im zentralen Bereich kommen. Bei einer Vorwölbung des Sehentrums kann es jedoch auch bei der trockenen Form zu einem rasanten Sehverlust führen. Bei der aggressiveren, sogenannten feuchten Form der AMD, kommt es zum neuen Wachsen von abnormalen Blutgefäßen und Blutungen, die meist zu dramatischen Sehverlusten im zentralen Bereich führen. In beiden Fällen sind eine frühe Diagnose und eine Überwachung der Erkrankung sinnvoll.

[0068] Bei der diabetischen Retinopathie (DR), einer von Diabetes mellitus hervorgerufenen Netzhauterkrankung, kommt es aufgrund von Blutgefäßveränderungen zu einer Schädigung der Netzhaut.

[0069] Beim Glaukom (auch als „grüner Star“ bezeichnet) handelt es sich um einen Sammelbegriff von Augenerkrankungen mit unterschiedlicher Ursache. Ein wichtiger Risikofaktor ist ein erhöhter Augeninnendruck. Beim Glaukom kommt es zu einer Schädigung des Sehnervs, was meist zu typischen Gesichtsfeldausfällen führt.

[0070] Die oben genannten Augenerkrankungen führen meist zu irreparablen Verschlechterungen des Sehens. Da es mittlerweile für die meisten dieser Augenerkrankungen Therapien gibt, sind eine frühe Diagnose und eine regelmäßige Überwachung des Krankheitsverlaufs sinnvoll. Gerade bei der AMD kann seit einiger Zeit durch intravitreale Injektion von VEGF-Hemmern (Hemmstoff gegen einen Wachstumsfaktor) eine effektive Behandlung erfolgen. Insbesondere in diesem Fall ist eine engmaschige Untersuchung des Krankheitsverlaufs sinnvoll. Eine Verlaufskontrolle bei der AMD kann beispielsweise mittels eines sogenannten Anschlaggitters, welches auf der Anzeige der mobilen Computervorrichtung dargestellt wird, erfolgen.

[0071] Mobile Computervorrichtungen gemäß erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen, beispielsweise Smartphone-basierte Geräte, ermöglichen wie oben unter Bezugnahme auf **Fig. 5** erläutert eine einfache perimetrische Messung, welche nicht nur beim Augenarzt durchgeführt wird. Insbesondere könnten mit einer derartigen Vorrichtung auch Augenoptiker oder Allgemeinmediziner ein „Screening“ anbieten. Das Ergebnis des Screenings könnte die Empfehlung sein, einen Augenarzt aufzusuchen, zum Beispiel bei einem auffälligen Messergebnis. Zudem können Patienten mit einer derartigen Erkrankung, insbesondere chronischen Erkrankungen, mit einem eigenen Gerät (oder auch einem Leihgerät) zuhause auf einfache und relative kostengünstige Art ihre Augenerkrankung überwachen. Dies gilt insbesondere auch für Menschen, die zu Risikogruppen gehören, z.B. Menschen mit erhöhtem Augeninnendruck, Glaukom-Patienten oder Migränepatienten mit Gesichtsfeldausfällen. Die Messergebnisse können dokumentiert werden und auch direkt (beispielsweise über eine Netzchnittstelle wie die Netzchnittstelle **14** der **Fig. 1**) einem behandelnden Augenarzt zugesandt werden. Somit kann eine regelmäßige und engmaschige Überwachung ermöglicht werden.

[0072] In **Fig. 6** ist ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung einer Funktion einer mobilen Computervorrichtung wie den unter Bezugnahme auf **Fig. 1** bis **Fig. 5** diskutierten Vorrichtungen gemäß einem Ausführungsbeispiel dargestellt. Die in **Fig. 6** dargestellten Schritte können beispielsweise mittels eines geeigneten Computerprogrammprodukts, insbesondere einer App, beispielsweise mittels des Moduls **16** der **Fig. 1**, auf einer mobilen Computervorrichtung

wie einem Smartphone, einem Tablet oder dergleichen implementiert werden.

[0073] In Schritt **60** werden Punkte oder andere Lichtreize zur Perimetriemessung auf einer Anzeige einer mobilen Computervorrichtung dargestellt, z.B. wie unter Bezugnahme auf **Fig. 5** erläutert. Diese Lichtreize können mittels einer Vorsatzoptik wie unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** und **Fig. 4** erläutert betrachtet werden.

[0074] In Schritt **61** wird dann eine Rückmeldung eines Benutzers, z.B. ob der Benutzer den Lichtreiz gesehen hat, ausgewertet. Die Rückmeldung kann wie oben beschrieben z.B. durch Sprache, Gesten, separate Geräte etc. erfolgen.

[0075] In Schritt **62** wird zudem wie oben erläutert z.B. mittels einer Kamera der mobilen Computervorrichtung eine Augenposition überwacht.

[0076] Die Schritte **60–62** können wiederholt werden, um somit ein Gesichtsfeld abzurastern.

[0077] Durch erfindungsgemäße Vorrichtungen können somit Perimetriemessungen auf einfache Weise implementiert werden, beispielsweise durch Bereitstellen eines entsprechenden Computerprogrammprodukts wie einer App für ein Smartphone oder Tablet, und/oder Bereitstellen einer entsprechenden Vorsatzoptik. Derartige Apps können durch regelmäßige Updates aktualisiert werden. Einem Anwender können wie diskutiert auch Empfehlungen, beispielsweise einen Augenarzt aufzusuchen, gegeben werden. Daten hinsichtlich der Messungen können automatisch oder auf Anforderung eines Benutzers an einen Arzt oder eine andere Stelle direkt übermittelt werden. Somit können relativ kostengünstig viele Funktionen in einem kompakten Gerät realisiert werden, indem Infrastruktur und Rechenleistung einer mobilen Computervorrichtung wie einem Smartphone genutzt werden.

[0078] Die oben diskutierten Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Veranschaulichung und sind nicht als einschränkend auszulegen.

Patentansprüche

1. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**), umfassend:
eine Anzeige (**11**),
einen Prozessor (**13**), und
einen Speicher mit darin gespeichertem Programmcode (**16**),
wobei der Programmcode (**16**), wenn er auf dem Prozessor (**13**) ausgeführt wird, bewirkt, dass der Prozessor (**13**) die Anzeige (**11; 21**) ansteuert, Lichtreize zur Durchführung einer Gesichtsfeldmessung anzuzeigen.

2. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach Anspruch 1, wobei die mobile Computervorrichtung (**10; 20**) weiter eine Eingabeeinrichtung (**12**) umfasst und/oder mit einer Eingabeeinrichtung koppelbar ist, wobei der Programmcode (**16–18**), wenn er auf dem Prozessor (**13**) ausgeführt wird, weiter bewirkt, dass der Prozessor (**13**) das Gesichtsfeld basierend auf einer Rückmeldung des Benutzers über die Eingabeeinrichtung (**12**) in Antwort auf die Anzeige der Lichtreize bestimmt.

3. Mobile Computervorrichtung (**10, 20**) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Lichtreize hinsichtlich Form, Größe, Farbe, Helligkeit und/oder Kontrast variierbar sind.

4. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach einem der Ansprüche 1–3, wobei der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor ausgeführt wird, eine Dokumentierung des Trainings bewirkt.

5. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach einem der Ansprüche 1–4, wobei die mobile Computervorrichtung weiter eine Kamera (**31**) umfasst und/oder mit einer Kamera koppelbar ist, wobei die mobile Computervorrichtung (**10; 20**) eingerichtet ist, eine Blickrichtung eines Benutzers auf Basis des Kamerabildes zu bestimmen.

6. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach Anspruch 5, wobei die mobile Computervorrichtung eingerichtet ist, die Bestimmung des Gesichtsfeld in Abhängigkeit von der bestimmten Blickrichtung durchzuführen.

7. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend eine Netzschnittstelle (**14**) zum Austausch von Daten mit medizinischem Fachpersonal.

8. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach einem der Ansprüche 1–7, wobei der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor (**13**) ausgeführt wird, bewirkt, dass auf einem ersten Teil (**21A**) der Anzeige ein Bild für ein linkes Auge eines Benutzers und auf einem zweiten Teil (**21B**) der Anzeige ein Bild für ein rechtes Auge eines Benutzers dargestellt wird.

9. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach einem der Ansprüche 1–8, wobei die mobile Computervorrichtung (**10; 20**) ein Smartphone oder einen Tablet-Computer umfasst.

10. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**), umfassend:
eine Anzeige (**11**), und
Mittel zum Ansteuern der Anzeige (**11; 21**) derart, dass die Anzeige Lichtreize zur Durchführung einer Gesichtsfeldmessung anzeigt.

11. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach Anspruch 10, wobei die mobile Computervorrichtung (**10; 20**) weiter eine Eingabeeinrichtung (**12**) umfasst und/oder mit einer Eingabeeinrichtung koppelbar ist, und wobei die mobile Computervorrichtung Mittel zur Bestimmung des Gesichtsfelds basierend auf einer Rückmeldung des Benutzers über die Eingabeeinrichtung (**12**) in Antwort auf die Anzeige der Lichtreize umfasst.

12. Mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei die mobile Computervorrichtung weiter eine Kamera (**31**) umfasst und/oder mit einer Kamera koppelbar ist, wobei die mobile Computervorrichtung (**10; 20**) eingerichtet ist, eine Blickrichtung eines Benutzers auf Basis des Kamerabildes zu bestimmen.

13. Vorsatzoptik (**34; 40**) zur Kopplung mit einer mobilen Computervorrichtung (**30**), wobei die Vorsatzoptik (**34; 40**) eingerichtet ist, ein auf einer Anzeige (**32**) der mobilen Computervorrichtung (**30**) dargestelltes Bild mit definierten Winkelverhältnissen und/oder in ein dreidimensionales Gesichtsfeld für ein Auge (**33**) eines Benutzers zu transferieren.

14. Vorsatzoptik (**34; 40**) nach Anspruch 13, wobei die Vorsatzoptik (**34; 40**) eingerichtet ist, das Bild auf mindestens eine virtuelle Halbkugel zu transferieren.

15. Vorsatzoptik (**34; 40**) nach Anspruch 14, wobei die virtuelle Halbkugel einen Radius zwischen 350 mm und 400mm aufweist.

16. Vorsatzoptik (**34**) nach einem der Ansprüche 13–15, wobei die Vorsatzoptik eine konkave Fläche (**35**) zur Darstellung des Bildes für das Auge (**33**) umfasst.

17. Vorsatzoptik (**40**) nach einem der Ansprüche 13–15, wobei die Vorsatzoptik eine erste konkave Fläche (**41A**) zur Darstellung eines ersten Teils des Bildes für ein erstes Auge und eine zweite konkave Fläche (**41B**) zur Darstellung eines zweiten Teils des Bildes für ein zweites Auge umfasst.

18. Vorsatzoptik (**34; 40**) nach einem der Ansprüche 13–17, wobei die Vorsatzoptik ein Hologramm, ein Volumen hologramm und/oder eine Faseroptik umfasst.

19. System, umfassend:
eine mobile Computervorrichtung (**10; 20**) nach einem der Ansprüche 1–12, und
eine mit einer Anzeige (**11**) der mobilen Computervorrichtung (**10; 20**) gekoppelte Vorsatzoptik nach einem der Ansprüche 13–18.

20. System nach Anspruch 19, wobei das System im Wesentlichen lichtdicht mit einem Kopf eines Benutzers koppelbar ist.

21. System nach Anspruch 19 oder 20, wobei das System relativ zu einem Kopf eines Benutzers fixierbar ist.

22. Computerprogrammprodukt zur Bestimmung eines Gesichtsfeldes mit einem Programmcode, der, wenn er auf einem Prozessor (**13**) ausgeführt wird, bewirkt, dass der Prozessor (**13**) eine Anzeige (**11; 21**) ansteuert, Lichtreize zur Durchführung einer Gesichtsfeldmessung anzuzeigen.

23. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 22, wobei der Programmcode (**16–18**), wenn er auf dem Prozessor (**13**) ausgeführt wird, weiter bewirkt, dass der Prozessor (**13**) das Gesichtsfeld basierend auf einer Rückmeldung des Benutzers über die Eingabeeinrichtung (**12**) in Antwort auf die Anzeige der Lichtreize bestimmt.

24. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 22 oder 23, wobei die Lichtreize hinsichtlich Form, Größe, Farbe, Helligkeit und/oder Kontrast variierbar sind.

25. Computerprogrammprodukt nach einem der Ansprüche 22–24, wobei der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor ausgeführt wird, eine Dokumentierung des Trainings bewirkt.

26. Computerprogrammprodukt nach einem der Ansprüche 22–25, wobei der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor ausgeführt wird, bewirkt, dass der Prozessor eine Blickrichtung eines Benutzers auf Basis eines Kamerabildes bestimmt.

27. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 26, wobei der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor ausgeführt wird, bewirkt, dass der Prozessor eine Bestimmung des Gesichtsfeld in Abhängigkeit von der bestimmten Blickrichtung durchführt.

28. Computerprogrammprodukt nach einem der Ansprüche 22–27, wobei der Programmcode, wenn er auf dem Prozessor (**13**) ausgeführt wird, bewirkt, dass auf einem ersten Teil (**21A**) der Anzeige ein Bild für ein linkes Auge eines Benutzers und auf einem zweiten Teil (**21B**) der Anzeige ein Bild für ein rechtes Auge eines Benutzers dargestellt wird.

29. Computerprogrammprodukt nach einem der Ansprüche 20–28, wobei der Programmcode eine App für ein Smartphone oder einen Tablet-Computer umfasst.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

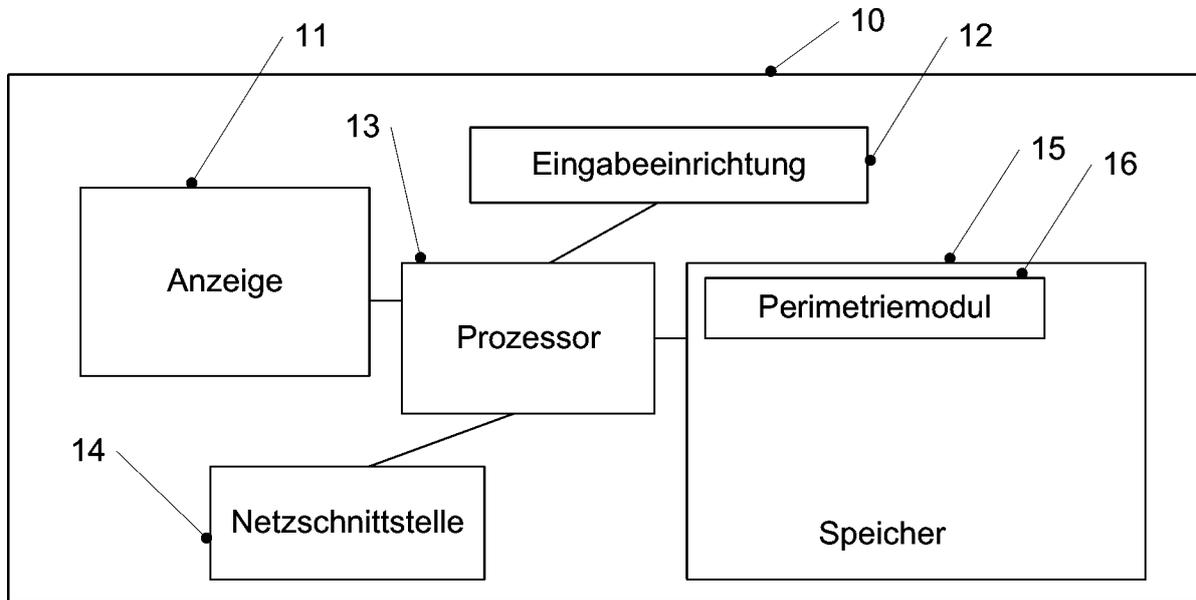


Fig. 1

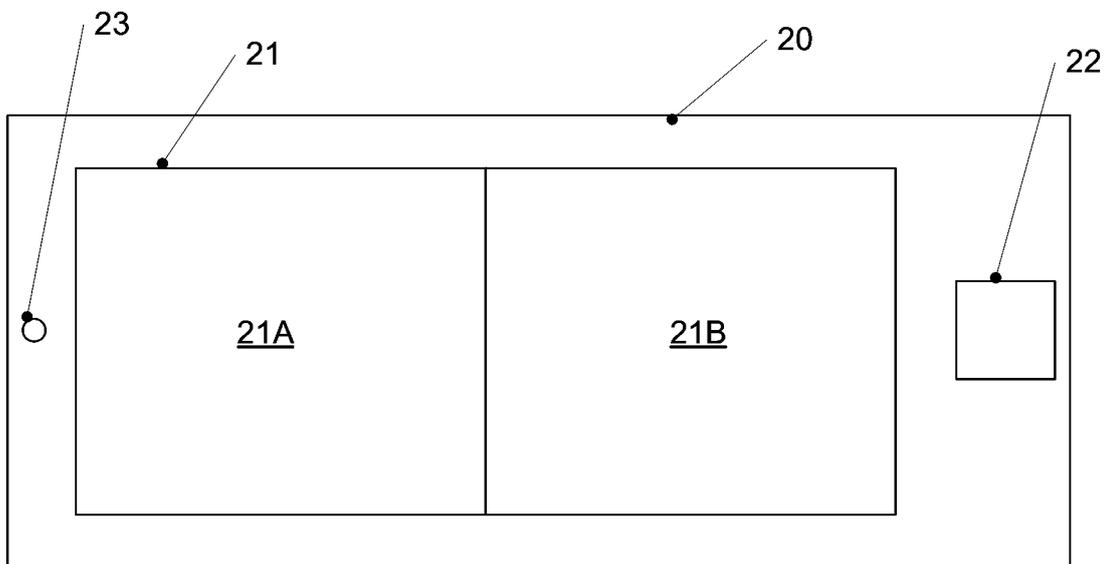


Fig. 2

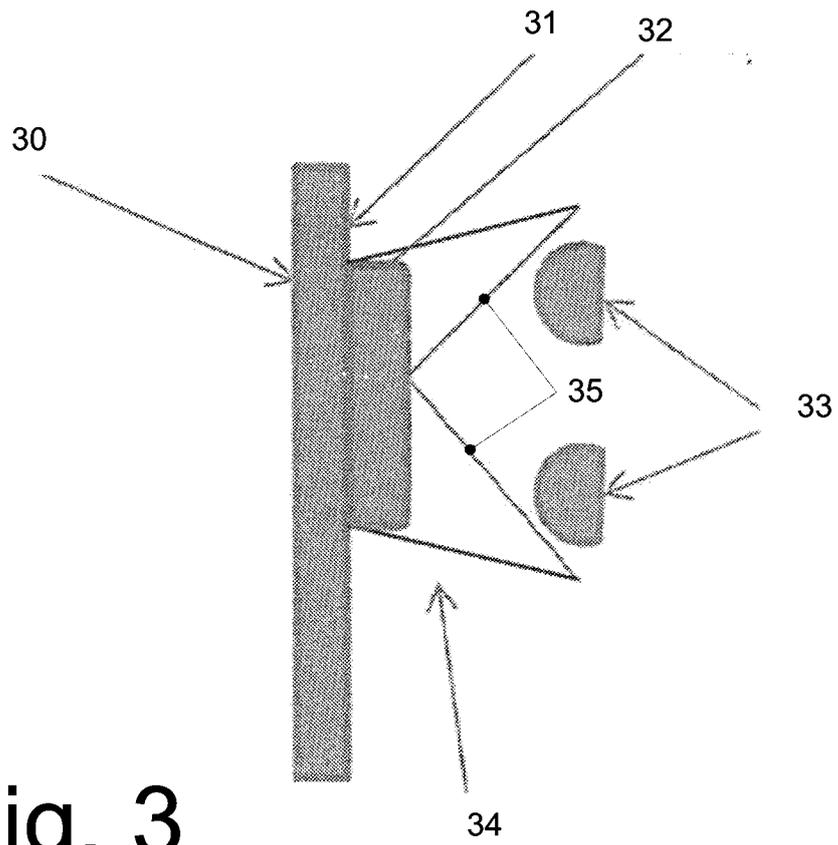


Fig. 3

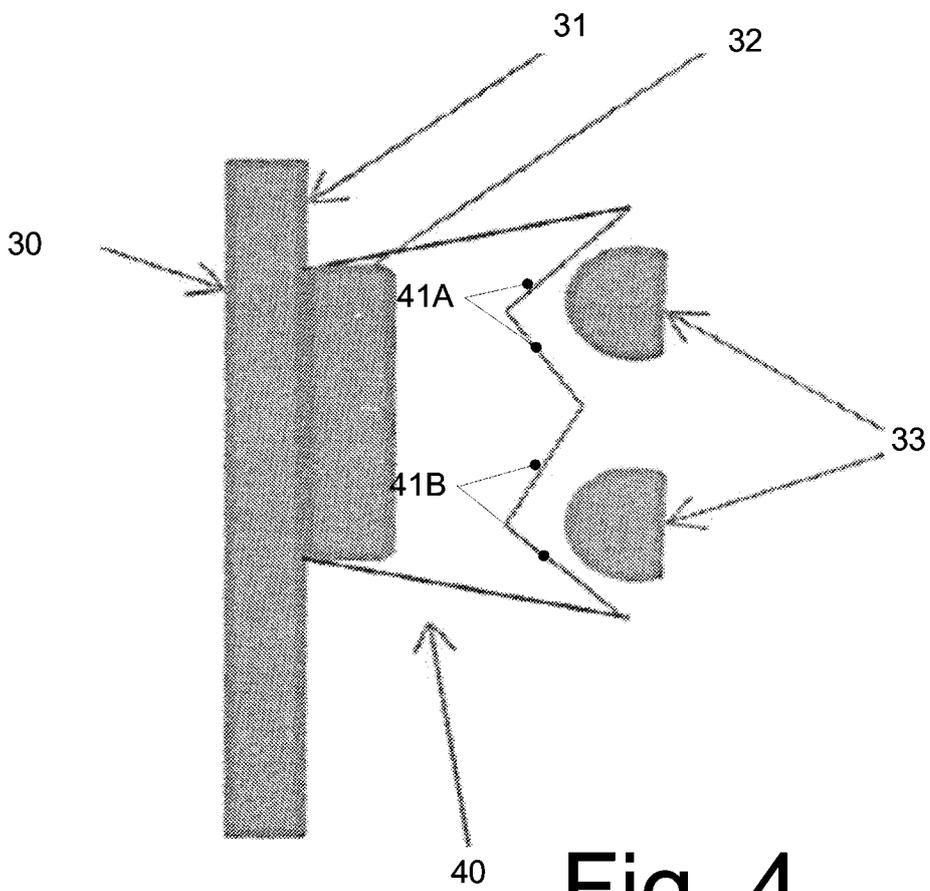


Fig. 4

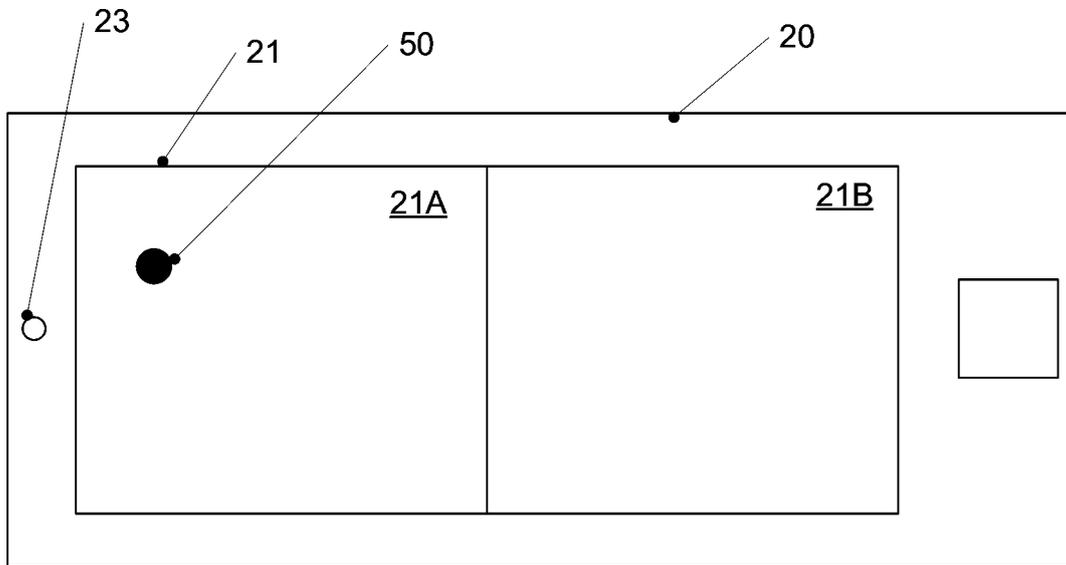


Fig. 5

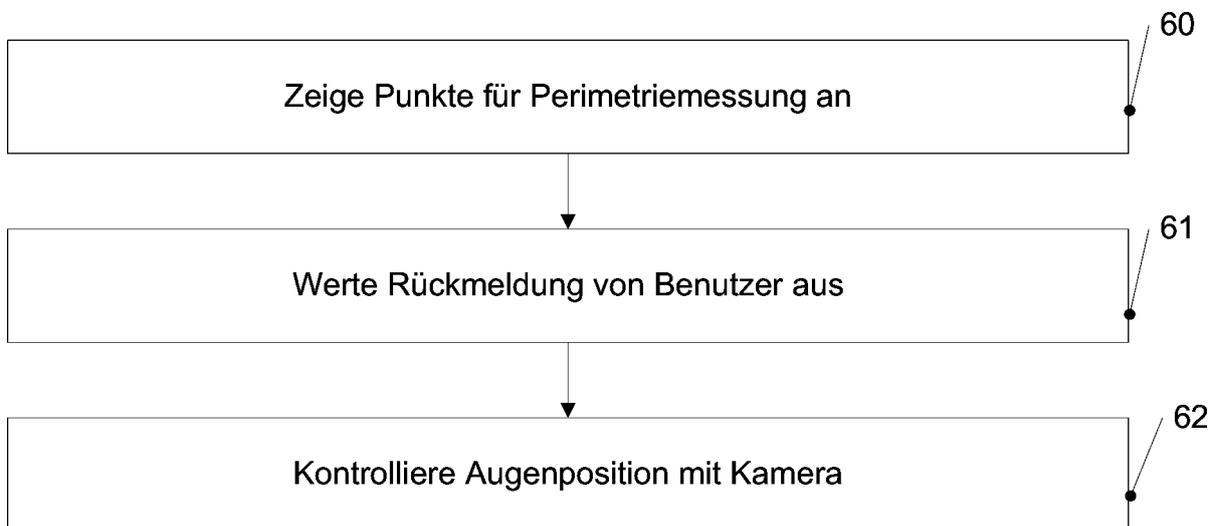


Fig. 6

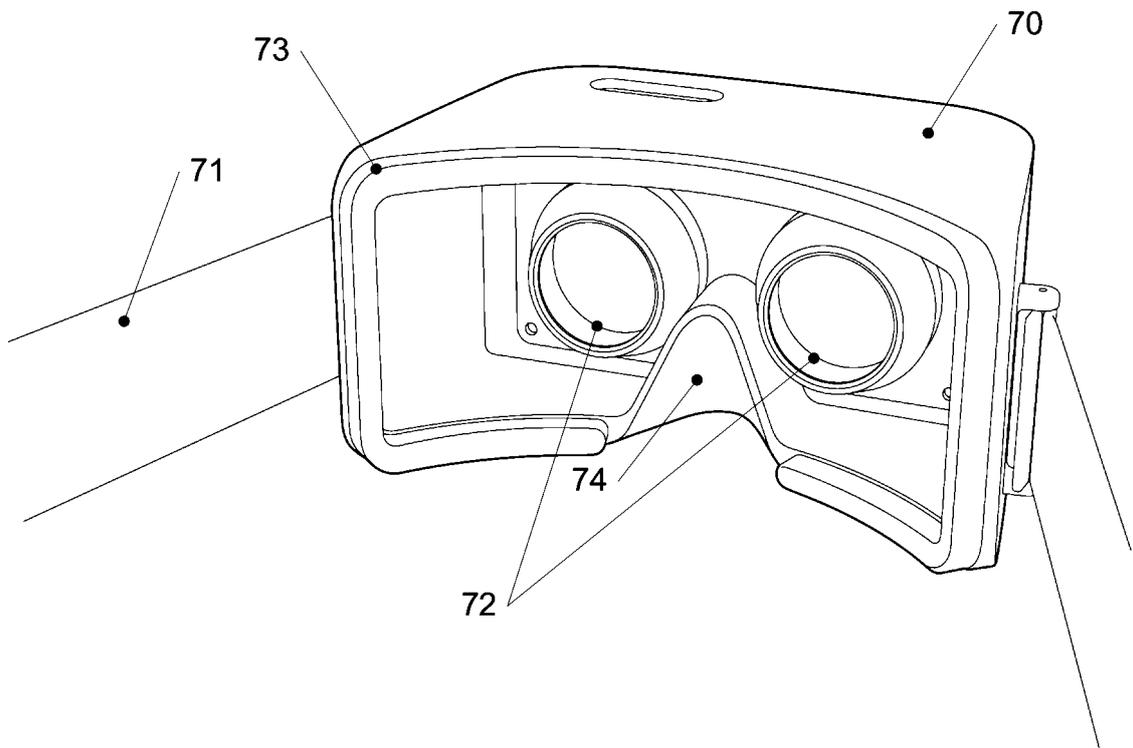


Fig. 7