



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 31 593 T2** 2004.06.24

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 716 329 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 31 593.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP95/01250**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 922 740.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 96/000406**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.06.1995**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **04.01.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.06.1996**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **27.08.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.06.2004**

(51) Int Cl.7: **G02B 27/02**
H04N 5/64

(30) Unionspriorität:

14196894	23.06.1994	JP
15374294	05.07.1994	JP
24986894	14.10.1994	JP
27538694	09.11.1994	JP
27750494	11.11.1994	JP
29305194	28.11.1994	JP
29844094	01.12.1994	JP
586095	18.01.1995	JP
586195	18.01.1995	JP

(73) Patentinhaber:

Seiko Epson Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Westphal Mussnug & Partner,
78048 Villingen-Schwenningen**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**KARASAWA, Joji, Nagano 392, JP; KAMAKURA,
Hiroshi, Nagano 392, JP; UCHIYAMA, Shoichi,
Nagano 392, JP; SHINDO, Hiroyuki, Nagano 392,
JP; FURIHATA, Takeshi, Nagano 392, JP;
SAKAGUCHI, Masafumi, Nagano 392, JP**

(54) Bezeichnung: **AUF DEM KOPF GETRAGENE ANZEIGEVORRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Erfindungsgebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung, die ein durch ein Bildausgabeelement erzeugtes Bild vergrößert und es als virtuelles Bild darstellt, und insbesondere eine derartige Vorrichtung, die vorzugsweise als (hiernach als PC-Monitor bezeichneter) Monitor für eine Datenanzeige an einem Personal Computer oder einem Textprozessor benutzt wird.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Es sind auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtungen vorgeschlagen worden, um den Bedarf nach gesteigerter Tragbarkeit von Bild- und Datenanzeigen zu erfüllen. Ein typisches Beispiel ist eine ausführlich in US-Patent Nr. 5,162,828 beschriebene tragbare auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung, die im Handel unter dem Namen „Virtual Vision SPORT“ erhältlich ist. Mit dieser Vorrichtung wird ein durch ein Flüssigkristall-Anzeigeelement erzeugtes Bild vergrößert und als virtuelles Bild im Blickfeld des Benutzers dargestellt. Diese Vorrichtung wird jedoch hauptsächlich als Bildarstellungsvorrichtung benutzt und ist aus verschiedenen unten angeführten Gründen nicht als PC-Monitor geeignet.

[0003] Eine bekannte, auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung zur Darstellung von Daten ist eine in der veröffentlichten ungeprüften Patentanmeldung Nr. 5-100,192 beschriebene brillenartige auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung.

[0004] Im allgemeinen wird eine Datenanzeige mit einer derartigen auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung mit einem Eingabemittel wie beispielsweise einer in der Nähe der Hände des Benutzers befindlichen Tastatur benutzt und die Vorrichtung wird auf dem Kopf getragen, um dem Benutzer die Überwachung von Eingabeinformationen über dem Eingabemittel zu ermöglichen. Zur Eingabe von Informationen erforderliche Materialien und Manuskripte müssen manchmal um das Eingabemittel herum plaziert werden, so daß das Blickfeld unter der auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung verfügbar sein muß, um das Eingabemittel und diese Materialien zu betrachten. Wie oben beschrieben werden jedoch mit der obigen auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung (USP 5,162,828) virtuelle Bilder um das Blickfeld des Benutzers herum erzeugt und insbesondere sind derartige im Handel erhältliche Vorrichtungen so ausgebildet, daß sie virtuelle Bilder unterhalb des Blickfeldes des Benutzers erzeugen. So überlappt das Blickfeld für das virtuelle Bild das Blickfeld für das Eingabemittel, die Materialien oder Manuskripte. Diese Visualisierungsvorrichtungen sind als PC-Monitor bedeutend ungeeignet. Zusätzlich bewirkt die Fortführung einer solchen Operation oft eine Ermüdung des Benutzers, die durch eine fortlaufende Belastung des für das Drehen der Augäpfel verantwortlichen Muskels verursacht wird. Zusätzlich wird der Benutzer durch die im Handel erhältlichen Visualisierungsvorrichtungen gezwungen, mit dem dominanten Auge zu blicken und das unten beschriebene Experiment der Anmelderin deutet an, daß dies auch einer der Gründe für die Ermüdung ist. Weiterhin wird in diesen Vorrichtungen das Blickfeld für die Sicht nach außen durch eine teildurchlässige Schutzplatte /ein Visier) definiert und alle Blickfelder werden durch diese Platte erhalten. Wenn daher eine derartige Vorrichtung zum Beispiel als PC-Monitor benutzt wird, ist der Durchlaßgrad von Außenlicht durch die teildurchlässige Schutzplatte, der bei Betrachtung des Eingabemittels erhalten wird, der gleiche wie der Durchlaßgrad von Außenlicht, das vom anderen Auge gesehen wird (dem Auge, das das virtuelle Bild nicht sieht), wenn das virtuelle Bild betrachtet wird; das Experiment der Anmelderin zeigt ebenfalls an, daß auch dies einer der Gründe für die Ermüdung ist.

[0005] Um das obige Problem teilweise zu lösen wurde die letztere auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung (veröffentlichte ungeprüfte Patentanmeldung Nr. 5-100192) vorgeschlagen. Diese Vorrichtung enthält eine teildurchlässige Schutzplatte, mit der der Benutzer auf einer Datenanzeige dargestellte Informationen als virtuelles Bild vor dem Benutzer betrachten und ein Eingabemittel wie eine Tastatur unterhalb der Vorrichtung sehen kann. Diese Visualisierungsvorrichtung ist jedoch von einer als binokular bezeichneten Art, bei der beide Augen jeweilige Bilder von zwei Flüssigkristall-Anzeigeelementen betrachten, und ist daher mit hohem Gewicht, großen Kosten und einer komplizierten Struktur verbunden und ist nicht sehr tragbar. Demnach entspricht diese Vorrichtung nicht den Grunderfordernissen von PC-Monitoren. Da sie zusätzlich bei Betrachtung des virtuellen Bildes eine Vereinigung beider Augenbilder erfordert, bewirkt die wiederholte und wechselweise Betrachtung des virtuellen Bildes und des Eingabemittels eine Ermüdung. Weiterhin ist diese Visualisierungsvorrichtung unvermeidlich dem Helligkeitsunterschied zwischen dem rechten und linken Flüssigkristall-Anzeigeelement und dem Unterschied bei der Bildgüte wie beispielsweise Farben unterworfen und dies ist ebenfalls einer der Gründe für die Ermüdung. Bei Verwendung dieser Vorrichtung ist das vordere Blickfeld nicht genügend vorgesehen, woraus sich ein Gefühl der Bedrückung und geringen Sicherheit ergibt. Abgesehen von dem virtuellen Bild ist das Blickfeld infolgedessen schmal und der Benutzer wird daran gehindert, Operationen reibungslos durchzuführen und dabei Materialien oder Manuskripte zu betrachten. Weiterhin wird bei dieser Erfindung der Unterschied zwischen der Helligkeit des Monitors und der Helligkeit auf dem Eingabemittel nicht

berücksichtigt. Dadurch erweitern oder verengen sich die Pupillen während der wiederholten und wechselweisen Betrachtung des virtuellen Bildes und des Eingabemittels, was ebenfalls einer der Gründe für die Ermüdung ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, eine auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung bereitzustellen, die ein hohes Maß an Sichtbarkeit bereitstellt und die Ermüdung des Benutzers verringert.

[0007] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung bereitzustellen, die hohe Brauchbarkeit und Sicherheit bietet.

[0008] Es ist noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung bereitzustellen, die als ein idealer PC-Monitor mit geringem Gewicht und geringer Größe, einfacher Struktur und hoher Tragbarkeit bei geringen Kosten funktioniert.

[0009] Die vorliegende Erfindung bietet eine auf dem Kopf getragene monokulare Visualisierungsvorrichtung mit einer einzelnen, ein virtuelles Bild erzeugenden Optik mit einem Bildausgabeelement und einem vergrößernden optischen Mittel zum Vergrößern eines durch das Bildausgabeelement erzeugten Bildes als virtuelles Bild; und einem Vorrichtungshauptkörper, in dem die das virtuelle Bild erzeugende Optik untergebracht ist; und einem im Vorrichtungshauptkörper befestigten Verschiebemittel zum Halten der das virtuelle Bild erzeugenden Optik, so daß die das virtuelle Bild erzeugende Optik in Richtung der Weite der Augen des Benutzers zwischen einer dem rechten Auge eines Benutzers entsprechenden ersten Stelle und einer dem linken Auge des Benutzers entsprechenden zweiten Stelle bewegt werden kann und die das virtuelle Bild erzeugende Optik vor eines der Augen des Benutzers stellt, wobei

das Bildausgabeelement und das vergrößernde optische Mittel so angeordnet sind, daß die optische Achse der das virtuelle Bild erzeugenden Optik annähernd mit der Blicklinie des Benutzers fluchtet, wenn er oder sie horizontal blickt.

[0010] Bei dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann, da sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik vor einem der Augen des Benutzers befindet und die durch ein virtuelles Bild und die Augen des Benutzers gebildete optische Achse annähernd mit der Sichtlinie des Benutzers fluchtet, wenn er oder sie horizontal blickt, der Benutzer das virtuelle Bild vor einem seiner oder ihrer Augen (beispielsweise dem nicht dominierenden Auge) betrachten. Dadurch wird das Blickfeld für das Auge, das das virtuelle Bild nicht sehen muß, sowie das Blickfeld für das Auge zum Sehen des virtuellen Bildes, das sich unterhalb des Blickfeldes für das virtuelle Bild befindet, maximiert. Infolgedessen kann der Benutzer mit dieser Vorrichtung ein Eingabemittel wie beispielsweise eine Tastatur und Materialien oder Manuskripte voll betrachten und sie ist als PC-Monitor geeignet und sehr sicher. Mit ihr wird die Ermüdung des Benutzers verringert, da der Benutzer nur in der horizontalen Richtung blicken muß, die die natürlichste Richtung der Sichtlinie ist. Da diese Vorrichtung weiterhin von einer monokularen Art ist wird die Ermüdung der Augen im Vergleich zu binokularen Visualisierungsvorrichtungen gelindert, bei denen die Augen des Benutzers möglicherweise aufgrund einer Vereinigung beider Augenbilder oder des Unterschiedes bei der Bildqualität zwischen dem rechten und linken Flüssigkristall-Anzeigeelement belastet werden. Auch weist sie ein geringeres Gewicht und eine geringere Größe, eine einfachere Struktur und bessere Tragbarkeit als binokulare Visualisierungsvorrichtungen bei geringeren Kosten auf.

[0011] Mit dem Verschiebemittel kann der Benutzer einfach das Auge zum Betrachten des virtuellen Bildes auswählen, wodurch ein hohes Maß an Universalität und Teilbarkeit geboten und dem Benutzer ermöglicht wird, das Auge zum Sehen des virtuellen Bildes frei zu wechseln.

[0012] Die Ermüdung kann selbst bei langfristiger Verwendung verringert werden, indem der Winkel in der horizontalen Richtung zwischen der durch das virtuelle Bild und die Augen des Benutzers gebildeten optischen Achse und einer zum Gesicht des Benutzers senkrechten Linie mit -1° bis $+5^\circ$, wünschenswerterweise 0° bis 1° eingestellt wird, wenn angenommen wird, daß die konvergierende Richtung positiv ist, da das virtuelle Bild in diesem Fall in der Richtung gesehen wird, in der der Benutzer das Bild am leichtesten mit einem Auge sehen kann.

[0013] Nach einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung bei der Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt umfaßt das Verschiebemittel eine Welle, die so gehalten wird, daß sie sich dreht, ohne den Vorrichtungshauptkörper zu beeinflussen, die sich annähernd in Richtung der Weite der Augen des Benutzers erstreckt, die schraubenförmig ist und an der die das virtuelle Bild erzeugende Optik spiralförmig angebracht ist.

[0014] Bei dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die Position der das virtuelle Bild erzeugenden Optik einfach durch Drehen des Verschiebemittels verschoben werden, das so gehalten wird, daß es sich ohne Beeinflussung des Vorrichtungshauptkörpers dreht, um die spiralförmig an der Schraube des Verschiebemittels angebrachte, das virtuelle Bild erzeugende Optik nach rechts oder nach links zu bewegen. Da die das virtuelle Bild erzeugende Optik in Richtung der Weite der Augen des Benutzers verschoben wird ermöglicht das Verschiebemittel auch eine Einstellung der Augenweite. Dadurch wird die unnatürliche Bewegung der

Augäpfel verhindert, um Belastungen der Augen zu beseitigen, die durch die Fehlausrichtung der Vorrichtung zu der Weite der Augen des Benutzers verursacht werden, wodurch für diesen Zweck erforderliche Einstellmechanismen vereinfacht werden.

[0015] Nach einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt weiterhin eine teilweise transparente Schutzplatte auf, die vor dem Auge vorgesehen ist, das kein durch das optische Mittel vergrößertes Bild sehen muß, und einen Durchlaßgrad von weniger als 1 aufweist.

[0016] Bei dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung können, da die teilweise transparente Schutzplatte mit einem Durchlaßgrad von weniger als 1 vor dem Auge angeordnet ist, das das virtuelle Bild nicht sehen muß, die Blickfelder nach vorne und nach unten maximiert werden, während sich die Vorrichtung im Gebrauch befindet, ohne das virtuelle Bild nicht zu sehen, wodurch die Brauchbarkeit und Sicherheit verbessert wird. Brauchbarkeit und Sicherheit können weiter verbessert werden, indem vorzugsweise eine teilweise transparente Schutzplatte mit gleicher oder größerer Größe als der des Blickfeldes für das virtuelle Bild benutzt und der Durchlaßgrad der Schutzplatte optimiert wird. Die optimale Lösung für den Durchlaßgrad, mit der die Ermüdung minimiert wird, ist durch das unten beschriebene Experiment bestätigt worden.

[0017] Nach einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem dritten Aspekt weiterhin ein Steuermittel zum veränderlichen Steuern des Durchlaßgrades der teilweise transparenten Schutzplatte entsprechend der Umgebungs-Beleuchtungsstärke auf.

[0018] Bei dem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte veränderlich entsprechend der Umgebungs-Beleuchtungsstärke gesteuert, um den Durchlaßgrad zu optimieren. Dadurch wird die Brauchbarkeit und Sicherheit verbessert und die Ermüdung des Benutzers minimiert. Die teilweise transparente Schutzplatte umfaßt beispielsweise ein Polarisierungselement, ein Flüssigkristall-Anzeigeelement oder ein filmartiges Flüssigkristall-Anzeigeelement, das aus einem zwischen verformbaren Harzen eingefüllten Flüssigkristall besteht.

[0019] Nach einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung wird in der Visualisierungsvorrichtung nach dem vierten Aspekt dieser Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte so gesteuert, daß er 3% oder weniger beträgt.

[0020] Nach einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird in der Visualisierungsvorrichtung nach dem vierten Aspekt der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte so gesteuert, daß er steigt, wenn die Umgebungs-Beleuchtungsstärke $1001 \times$ oder weniger beträgt.

[0021] Bei dem fünften oder sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte optimiert, da er so gesteuert wird, daß er 3% oder weniger beträgt, und steigt, wenn die Umgebungs-Beleuchtungsstärke $1001 \times$ oder weniger beträgt.

[0022] Nach einem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung gemäß dem dritten Aspekt weiterhin eine teilweise transparente Schutzplatte mit einem Durchlaßgrad von weniger als 1 auf, die in einem Raum gegenüber dem Benutzer in bezug auf die das virtuelle Bild erzeugende Optik vorgesehen ist, um zumindest den Gesamt-Bewegungsbereich der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu überdecken.

[0023] Bei dem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung befindet sich die teilweise transparente Schutzplatte mit einem Durchlaßgrad von weniger als 1 über dem gesamten Bilderzeugungsbereich im Bewegungsbereich der das virtuelle Bild erzeugenden Optik, so daß der scheinbare Kontrast des virtuellen Bildes steigt, um die Sichtbarkeit zu verbessern. Zusätzlich ist die Notwendigkeit zur Entfernung und zum Einbau der teilweise transparenten Schutzplatte bei Wechsel des Auges zum Sehen des virtuellen Bildes beseitigt, wodurch der Benutzer den Wechsel des Auges zum Sehen des virtuellen Bildes und die Einstellung der Augenweite leicht ausführen kann.

[0024] Eine kompakte auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung kann dadurch implementiert werden, daß die teilweise transparente Schutzplatte vorzugsweise so angeordnet ist, daß sie um 45° zur Senkrechten geneigt ist. Weiterhin kann durch Anwendung von Vergütung an der Benutzerseite der teilweise transparenten Schutzplatte Reflexion von der gegenüberliegenden Seite und die Beeinflussung der Benutzerseite der Schutzplatte durch das Umgebungslicht verhindert werden, wodurch die Ausführung einer auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung mit hohem Maß an Sichtbarkeit ermöglicht wird.

[0025] Nach einem achten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt weiterhin ein Steuermittel zur Bereitstellung einer veränderlichen Steuerung auf Grundlage der Umgebungshelligkeit unter dem Vorrichtungshauptkörper und in der Nähe der Hände des Benutzers auf, während die Vorrichtung im Gebrauch ist.

[0026] Bei dem achten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird das Verhältnis zwischen der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik und der Helligkeit in der Nähe der Hände des Benutzers optimiert, um den Helligkeitsunterschied zu verringern, der vom Benutzer bei wechselweiser Betrachtung des virtuellen Bildes und Sehen in die Nähe seiner oder ihrer Hände wahrgenommen wird, wodurch seine oder ihre Ermüdung minimiert wird. Dies ist auch durch das unten beschriebene Experiment bestätigt worden. Indem beispielsweise

ein Beleuchtungsstärke-(Helligkeits-)Erkennungsmittel unter dem Vorrichtungshauptkörper zur aufeinanderfolgenden Erkennung der Beleuchtungsstärke vor der Vorrichtung und der Helligkeit in der Nähe der Hände des Benutzers angeordnet wird, können die Ergebnisse der Erkennung rückgekoppelt werden um den Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte und die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu optimieren und dadurch die automatische Optimierung des Durchlaßgrades der Schutzplatte und/oder der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu ermöglichen. Die Vorrichtung ist infolgedessen stets auf ihre optimalen Zustände entsprechend den Betriebsbedingungen des Benutzers eingestellt.

[0027] Nach einem neunten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird in der Visualisierungsvorrichtung nach dem achten Aspekt die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik so gesteuert, daß sie der Umgebungshelligkeit gleich ist.

[0028] Bei dem neunten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik so gesteuert, daß sie der Umgebungshelligkeit gleich ist, so daß der Helligkeitsunterschied, der vom Benutzer bei der wechselweisen Überprüfung des virtuellen Bildes und Betrachtung der Umgebung wahrgenommen wird, beseitigt wird, um die Ermüdung des Benutzers zu minimieren.

[0029] Nach einem zehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird bei der Visualisierungsvorrichtung nach dem achten Aspekt die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik so gesteuert, daß sie annähernd im Verhältnis zu der Umgebungshelligkeit steht.

[0030] Bei dem zehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik so gesteuert, daß sie annähernd im Verhältnis zu der Umgebungshelligkeit steht, so daß der Helligkeitsunterschied, der vom Benutzer bei der wechselweisen Überprüfung des virtuellen Bildes und der Betrachtung der Umgebung beispielsweise in der Nähe von seinen oder ihren Händen wahrgenommen wird, beseitigt wird, um die Ermüdung des Benutzers zu minimieren.

[0031] Nach einem elften Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt weiterhin ein Dioptrieneinstellungsmittel zum Einstellen der Position, an der ein vergrößertes virtuelles Bild vom Bildausgabeelement aus erzeugt wird auf.

[0032] Bei dem elften Aspekt der vorliegenden Erfindung wird, wenn die auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung mit einer Tastatur benutzt wird, vor Beginn der Operationen, das Verschiebemittel dazu benutzt, ein durch das Bildausgabeelement erzeugtes Bild an eine Stelle zu bringen, an der das Bild die Tastatur nicht zweidimensional überlappt. Auch wird das Dioptrieneinstellungsmittel dazu benutzt, die Entfernung zum virtuellen Bild und die Entfernung zu der Tastatur auf denselben Wert einzustellen. Dadurch wird die Größe der Bewegung des Blickfeldes des Benutzers zwischen dem Bild und der Tastatur und auch die Höhe der Akkommodation für die Augen verringert, wodurch eine auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung bereitgestellt werden kann, die ein hohes Maß an Brauchbarkeit bereitstellt und das Gefühl von Ermüdung und Unbehagen verringert.

[0033] Nach einem zwölften Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem elften Aspekt weiterhin einen beidseitig der das virtuelle Bild erzeugenden Optik vorgesehenen Dioptrieneinstellungsregler auf.

[0034] Bei dem zwölften Aspekt der vorliegenden Erfindung können, da der beidseitig der das virtuelle Bild erzeugenden Optik vorgesehene Dioptrieneinstellungsregler zum Einstellen von Dioptrien benutzt werden kann, Dioptrien leicht eingestellt werden, ganz gleich, ob die das virtuelle Bild erzeugende Optik sich vor dem rechten oder dem linken Auge befindet.

[0035] Nach einem dreizehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung sind in der Visualisierungsvorrichtung nach dem elften Aspekt die Zustände des Dioptrieneinstellungsmittels so dargestellt, daß sie der Position entsprechen, an der das virtuelle Bild erzeugt wird.

[0036] Bei dem dreizehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung können, da die Zustände des Dioptrieneinstellungsmittels so dargestellt sind, daß sie der Position entsprechen, an der ein vergrößertes virtuelles Bild erzeugt wird, die Entfernung von den Augen des Benutzers zur Tastatur und die Entfernung von den Augen des Benutzers zum virtuellen Bild leicht auf denselben Wert eingestellt werden. Durch eine solche Einstellung wird die Ermüdung des Benutzers während des Betriebs verringert.

[0037] Nach einem vierzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann in der Visualisierungsvorrichtung nach dem elften Aspekt die Position, an der ein vergrößertes virtuelles Bild erzeugt wird, unter Verwendung des Dioptrieneinstellungsmittels schrittweise an einer von einer Mehrzahl von Positionen eingestellt werden.

[0038] Wenn bei dem vierzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung beispielsweise die Position, an der ein virtuelles Bild erzeugt wird, schrittweise an einer von mehreren Positionen eingestellt wird, um dem Bereich der Entfernung zwischen den Augen des Bedieners und der Tastatur während einer VDT-Operation zu entsprechen, kann der Bediener gewöhnlich Dioptrien schnell und zweckentsprechend einstellen und selbst wenn er seine Körperhaltung während der Operation ändert, auch eine ausreichende Einstellung unter Verwendung einer festen Position als Bezugswert mit der auf seinem oder ihrem Kopf getragenen auf dem Kopf zu tragenden Visualisierungsvorrichtung ausführen. Wenn zusätzlich diese Position schrittweise in einer Entfernung von 50, 60 oder 100 cm von den Augen des Benutzers eingestellt wird, kann ein Bild zuverlässig an einer Position er-

zeugt werden, an der der VDT-Bediener gewöhnlich an geringerer Ermüdung leidet.

[0039] Nach einem fünfzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt weiterhin ein über ein drehbares Gelenkteil am Vorrichtungshauptkörper befestigtes Haltemittel zum Festhalten des Vorrichtungshauptkörpers am Kopf des Benutzers auf.

[0040] Bei dem fünfzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann durch Drehen des Vorrichtungshauptkörpers um das Gelenkteil der Depressionswinkel eingestellt werden, um zu verhindern, daß der Benutzer eine unnatürliche Sichtlinie annimmt, wodurch Überanstrengung der Augen des Benutzers verringert wird. Auch kann dadurch die durch den Unterschied des Körperbaus des Benutzers verursachte senkrechte Neigung des Haltemittels korrigiert werden, um die Positionsabweichung der Augen des Benutzers von der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu verhindern und damit Überanstrengung der Augen des Benutzers zu verringern. Der Vorrichtungshauptkörper kann um das Gelenkteil herum auf das Halteteil zu gefaltet werden, um Raum zu sparen.

[0041] Nach einem sechzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt weiterhin eine außerhalb des Bewegungsraums im Querbewegungsbereich der das virtuelle Bild erzeugenden Optik befestigte und angeordnete Antriebsschaltung zum Antreiben des Bildausgabeelements und eine zwischen dem Bildausgabeelement und der Antriebsschaltung angeordnete flexible gedruckte Schaltung, um diese miteinander zu verbinden, auf.

[0042] Bei dem sechzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Antriebsschaltung feststehend und außerhalb des Bewegungsraums im Querbewegungsbereich der das virtuelle Bild erzeugenden Optik angeordnet und das Bildausgabeelement und die Antriebsschaltung sind durch die flexible gedruckte Schaltung miteinander verbunden, wobei die Flexibilität des Kabels zwischen der das virtuelle Bild erzeugenden Optik und dem Vorrichtungshauptkörper, die erforderlich ist, wenn sich die Optik als Reaktion auf den Wechsel des Auges zum Sehen des virtuellen Bildes bewegt, verbessert werden kann, damit sich die Optik zuverlässig und reibungslos bewegt. Zusätzlich kann die das virtuelle Bild erzeugende Optik in einem das Kabel aufnehmenden Raum mit geringer Höhe bewegt werden, woraus sich eine verringerte Größe der Gesamtvorrichtung ergibt.

[0043] Nach einem siebzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist in der Visualisierungsvorrichtung nach dem sechzehnten Aspekt die Antriebsschaltung ein abtrennbares Teil auf, das annähernd parallel zur Richtung der Weite der Augen des Benutzers angeordnet ist, damit die flexible gedruckte Schaltung in der mit der seitlichen Bewegungsrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik fluchtenden Richtung an der Antriebsschaltung angebracht oder von ihr entfernt werden kann, und weiterhin ein zwischen dem abtrennbaren Teil und dem Bildausgabeelement angeordnetes Führungsmittel, um die flexible gedruckte Schaltung annähernd senkrecht zur seitlichen Bewegungsrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu führen.

[0044] Bei dem siebzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Antriebsschaltung flach außerhalb des Bewegungsraums im seitlichen Bewegungsbereich der das virtuelle Bild erzeugenden Optik annähernd parallel zur Richtung der Weite der Augen des Benutzers plaziert, so daß der Wärmefreisetzungseffekt der Antriebsschaltung verstärkt wird, um damit die Zuverlässigkeit der Schaltung zu verbessern. Zusätzlich dient die flache Plazierung der Antriebsschaltung zum Vergrößern des Verpackungsbereichs des Schaltungssubstrats, wodurch die Höhe des Schaltungsgehäuseraums verringert wird, um die Gesamtvorrichtung zu verkleinern. Weiterhin wird die Beanspruchung des abtrennbaren Teils und der flexiblen gedruckten Schaltung minimiert, da die flexible gedruckte Schaltung an der Antriebsschaltung in der mit der seitlichen Bewegungsrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik fluchtenden Richtung angebracht oder entfernt werden kann, und das Führungsmittel ist zwischen dem abtrennbaren Teil und dem Bildausgabeelement angeordnet, um die flexible gedruckte Schaltung annähernd senkrecht zur seitlichen Bewegungsrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu führen. So wird die ungewollte Entfernung der flexiblen gedruckten Schaltung verhindert und dadurch ermöglicht, daß sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik glatt querbewegt.

[0045] Nach einem achtzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt weiterhin ein in der annähernden Mitte des Vorrichtungshauptkörpers vorgesehenes Mittenbestimmungs-Stützmittel auf, das zur Bestimmung, ob die Mittellinie des Benutzers auf die Mitte des Vorrichtungshauptkörpers ausgerichtet ist oder nicht, während die Vorrichtung im Gebrauch ist, benutzt wird.

[0046] Bei dem achtzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist das Mittenbestimmungs-Stützmittel in der annähernden Mitte des Vorrichtungshauptkörpers vorgesehen, damit dadurch die Mitte stets leicht bestätigt werden kann, gleichgültig ob sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik vor dem rechten oder dem linken Auge des Benutzers befindet. Durch diesen Aufbau wird die Fehlansrichtung der optischen Achse der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zur Sichtlinie des Benutzers verhindert, die durch Fehlpositionierung des Vorrichtungshauptkörpers verursacht wird.

[0047] Bei der Visualisierungsvorrichtung nach dem achtzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Benutzer durch vorzugsweise Anordnung der teilweise transparenten Schutzplatte außerhalb der das virtuelle Bild erzeugenden Optik bezüglich des Benutzers, um die Blickfelder beider Augen abzudecken und Bereitstellung einer Ortsmarkierung in der Mitte der Schutzplatte als Mittenbestimmungs-Stützmittel die Ortsmarkierung trotz Defokussierung zur Bestimmung der Mitte benutzen, wodurch die Positionsabweichung der Visualisie-

rungsvorrichtung ungeachtet der Querbewegung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik unterdrückt wird. Infolgedessen kann die Positionsabweichung der Visualisierungsvorrichtung ohne Beeinflussung der Querbewegung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik verhindert und damit eine durch eine solche Abweichung verursachte Ermüdung minimiert werden.

[0048] Nach einem neunzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt weiterhin ein Unterstützungsmittel zur Bestimmung des nicht dominanten Auges auf, das in der annähernden Mitte des Vorrichtungshauptkörpers vorgesehen ist und zur Bestimmung des nicht dominanten Auges benutzt wird.

[0049] Bei dem neunzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung können durch Bereitstellung des Unterstützungsmittels zur Bestimmung des nicht dominanten Auges in der annähernden Mitte der Weite der Augen des Benutzers im Vorrichtungshauptkörper die relativen Positionen eines virtuellen Bildes und eines Bildes des Unterstützungsmittels zur Bestimmung des nicht dominanten Auges, die durch beide Augen bestimmt werden, mit denselben relativen Positionen verglichen werden, die durch nur ein Auge zum Sehen des virtuellen Bildes bestimmt werden, wodurch eine leichte Bestimmung des Auges zum Sehen des virtuellen Bildes (des nicht dominanten Auges) ermöglicht wird. Das heißt, durch das Experiment der Anmelderin wird angedeutet, daß dadurch, daß dem nicht dominanten Auge erlaubt wird, das virtuelle Bild etwas mehr zu sehen, die Ermüdung der Augen gegenüber der Verwendung des dominanten Auges verringert wird. So kann das Unterstützungsmittel zur Bestimmung des nicht dominanten Auges dazu benutzt werden, zu bestimmen, welches Auge die schlechtere Sehkraft hat. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik kann dann so bewegt werden, daß sie vor dem nicht dominanten Auge steht, damit dieses Auge das virtuelle Bild betrachten kann.

[0050] Bei der Vorrichtung nach dem neunzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Bediener, durch vorzugsweise Anordnung der teilweise transparenten Schutzplatte außerhalb der das virtuelle Bild erzeugenden Optik, um die Blickfelder beider Augen abzudecken und Bereitstellung des Unterstützungsmittels zur Bestimmung des nicht dominanten Auges in der annähernden Mitte der Weite der Augen des Benutzers leicht das Auge zum Sehen des virtuellen Bildes bestimmen, wenn die auf dem Kopf zu tragende Visualisierungsvorrichtung auf seinem oder ihrem Kopf getragen wird. Bei dieser Operation kann das zum Sehen des virtuellen Bildes benutzte nicht dominante Auge leicht durch Vergleichen der relativen Positionen eines virtuellen Bildes oder einer externen Sichtinformation und eines Bildes des Unterstützungsmittels zur Bestimmung des nicht dominanten Auges, die durch beide Augen bestimmt werden, denselben relativen Positionen, die durch nur eines der Augen bestimmt werden und denselben relativen Positionen, die durch das andere Auge bestimmt werden, wodurch verhindert wird, daß das Auge zum Sehen des virtuellen Bildes fälschlicherweise ausgewählt wird. Dies führt ebenfalls zur verringerten Ermüdung der Augen des Bedieners.

[0051] Nach einem zwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist in einer auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt die das virtuelle Bild erzeugende Optik einen teildurchlässigen Spiegel und weiterhin ein in der der optischen Achse der das virtuelle Bild erzeugenden Optik entsprechenden Position angeordnetes Pupillenerkennungsmittel zum Erkennen der Position der Pupille des Benutzers über den teildurchlässigen Spiegel und ein Mittel zum Informieren des Benutzers über die Fehlausrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zur Pupille als Reaktion auf die Ausgabe des Pupillenerkennungsmittels auf.

[0052] Bei dem zwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann, da der teildurchlässige Spiegel in der das virtuelle Bild erzeugenden Optik vorgesehen und das Pupillenerkennungsmittel über den teildurchlässigen Spiegel in der der optischen Achse der das virtuelle Bild erzeugenden Optik entsprechenden Position angeordnet ist, die Position der Pupille des Benutzers ohne Bereitstellung eines größeren Vorrichtungshauptkörpers erkannt werden. Zusätzlich kann die Position der Pupille des Benutzers erkannt und der Benutzer über ihre etwaige Fehlausrichtung zu der das virtuelle Bild erzeugenden Optik informiert werden, so daß die das virtuelle Bild erzeugende Optik leicht und genau vor der Pupille des Benutzers positioniert werden kann. Dadurch wird die durch die Fehlpositionierung der Vorrichtung verursachte Ermüdung der Augen verringert.

[0053] Wenn weiterhin das Mittel zum Informieren des Benutzers über die Fehlausrichtung der Pupille des Benutzers zu der das virtuelle Bild erzeugenden Optik beispielsweise Töne benutzt, wird der Aufbau der Visualisierungsvorrichtung vereinfacht und der Benutzer kann die Fehlausrichtung leichter erkennen.

[0054] Wenn das Mittel zum Informieren des Benutzers über die Fehlausrichtung der Pupille des Benutzers zu der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zuläßt, daß das durch das Bildausgabeelement erzeugte Bild für diesen Zweck verschwindet, kann eine falsche Verwendung aufgrund der Fehlausrichtung verhindert werden und der Benutzer kann die falsche Verwendung erkennen, ohne Personen in der Umgebung zu beeinflussen. Infolgedessen kann Überanstrengung der Augen und Unbehagen verringert werden und die Leistung der Vorrichtung kann herabgesetzt werden. Wenn dieses Mittel für diesen Zweck überlappende Bilder darstellt, kann ein Mißbrauch aufgrund der Fehlausrichtung der Pupille des Benutzers zu der das virtuelle Bild erzeugenden Optik verhindert werden und der Benutzer kann den Mißbrauch erkennen, ohne Personen in der Umgebung zu beeinflussen, selbst unter geräuschvollen Zuständen oder selbst, wenn er oder sie schwerhörig ist. Infolgedessen können Überanstrengungen der Augen und Unbehagen verringert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- [0055] **Fig. 1** ist eine perspektivische Modellansicht eines ersten erläuternden Beispiels der vorliegenden Erfindung;
- [0056] **Fig. 2** ist eine Modell-Seitenansicht des ersten Beispiels;
- [0057] **Fig. 3** ist eine Modell-Draufsicht, die die Position einer teilweise transparenten Schutzplatte nach dem ersten Beispiel beschreibt;
- [0058] **Fig. 4** ist eine Modellzeichnung, die die Größe der teilweise transparenten Schutzplatte nach dem ersten Beispiel beschreibt;
- [0059] **Fig. 5** zeigt die Ergebnisse eines Experiments über das Verhältnis zwischen der Umgebungs-Beleuchtungsstärke und dem Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte;
- [0060] **Fig. 6** zeigt die Ergebnisse eines Experiments über das Verhältnis zwischen der Umgebungs-Beleuchtungsstärke und der Helligkeit des Durchlaßgrades einer ein virtuelles Bild erzeugenden-Optik;
- [0061] **Fig. 7** beschreibt die das virtuelle Bild erzeugende Optik im ersten Beispiel und ein unterhalb der Optik befindliches Eingabemittel;
- [0062] **Fig. 8** zeigt das Verhältnis zwischen der Entfernung zu einem virtuellen Bild, wenn dieses Bild betrachtet wird, und den Entfernungen des virtuellen Bildes und eines Eingabemittels, wenn dieses Eingabemittel betrachtet wird;
- [0063] **Fig. 9** beschreibt die horizontale Position, in der ein virtuelles Bild erzeugt wird;
- [0064] **Fig. 10A** beschreibt eine Schaltung zum Steuern des Durchlaßgrades der teildurchlässigen Optik, und **Fig. 10B** ist ein Zeitdiagramm einer bei Betrieb der Schaltung erhaltenen Wellenform;
- [0065] **Fig. 11** ist ein Schaltbild mit einer Ausführungsform der Helligkeitssteuerung durch die das virtuelle Bild erzeugende Optik;
- [0066] **Fig. 12** ist eine Modell-Vorderansicht einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0067] **Fig. 13** ist eine Modell-Seitenansicht der zweiten Ausführungsform;
- [0068] **Fig. 14** ist eine Modell-Vorderansicht einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0069] **Fig. 15** ist eine Modell-Seitenansicht der dritten Ausführungsform;
- [0070] **Fig. 16A** und **16B** sind eine Draufsicht bzw. eine Seitenansicht der Struktur eines die dritte Ausführungsform darstellenden Schiebers;
- [0071] **Fig. 17** beschreibt die Funktionsweise eines die dritte Ausführungsform darstellenden Stützpunkts;
- [0072] **Fig. 18** ist eine Modell-Vorderansicht einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0073] **Fig. 19** ist eine Modell-Seitenansicht der vierten Ausführungsform;
- [0074] **Fig. 20** ist eine vergrößerte Ansicht einer die vierte Ausführungsform darstellenden Optik;
- [0075] **Fig. 21** ist eine perspektivische Modellansicht der Optik in der **Fig. 20**;
- [0076] **Fig. 22** ist eine Modell-Vorderansicht einer Variation der vierten Ausführungsform;
- [0077] **Fig. 23** ist eine Modell-Seitenansicht der Variation in der **Fig. 22**;
- [0078] **Fig. 24** ist eine Modell-Vorderansicht einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0079] **Fig. 25** ist eine Modell-Seitenansicht der fünften Ausführungsform;
- [0080] **Fig. 26A**, **26B** und **26C** zeigen ein relatives Positionsverhältnis, das ein Verfahren zur Bestimmung des nicht dominanten Auges nach der fünften Ausführungsform beschreibt;
- [0081] **Fig. 27** ist eine Modell-Vorderansicht einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0082] **Fig. 28** ist eine Modell-Seitenansicht der sechsten Ausführungsform;
- [0083] **Fig. 29A** und **29B** zeigen ein relatives Positionsverhältnis, das ein Verfahren zur Bestimmung des nicht dominanten Auges in der sechsten Ausführungsform beschreibt;
- [0084] **Fig. 30** ist eine Modell-Seitenansicht der sechsten Ausführungsform;
- [0085] **Fig. 31A** und **31B** beschreiben die Bewegung einer ein virtuelles Bild erzeugenden Optik in der Richtung der Weite der Augen nach einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0086] **Fig. 32** ist eine Modell-Vorderansicht einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0087] **Fig. 33** ist eine Modell-Seitenansicht der achten Ausführungsform;
- [0088] **Fig. 34** ist eine Modell-Vorderansicht, die ein Schutzmittel nach der achten Ausführungsform beschreibt;
- [0089] **Fig. 35** ist ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Anbringen der Visualisierungsvorrichtung auf dem Kopf des Benutzers nach den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;
- [0090] **Fig. 36** ist ein Flußdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung des nicht dominanten Auges nach der fünften Ausführungsform;
- [0091] **Fig. 37** ist ein Flußdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung des nicht dominanten Auges nach der sechsten und siebten Ausführungsform;
- [0092] **Fig. 38** ist ein Flußdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung des nicht dominanten Auges nach der achten Ausführungsform;
- [0093] **Fig. 39** ist eine Modell-Vorderansicht einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

- [0094] **Fig. 40** ist eine Modell-Seitenansicht der zehnten Ausführungsform;
- [0095] **Fig. 41** ist eine Modell-Seitenansicht einer elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0096] **Fig. 42** ist eine Modell-Vorderansicht einer zwölften Ausführungsform;
- [0097] **Fig. 43** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht von Mechanismen um einen Knopf herum in der obigen Ausführungsform;
- [0098] **Fig. 44** ist eine vergrößerte Ansicht einer vierzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellenden Optik;
- [0099] **Fig. 45** ist eine vergrößerte Ansicht einer fünfzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellenden Optik;
- [0100] **Fig. 46** ist eine vergrößerte Ansicht einer sechzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellenden Optik;
- [0101] **Fig. 47** ist eine Modell-Draufsicht einer siebzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0102] **Fig. 48** ist eine Modell-Seitenansicht der siebzehnten Ausführungsform;
- [0103] **Fig. 49** ist eine Modell-Draufsicht einer achtzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0104] **Fig. 50** ist eine Modell-Seitenansicht der achtzehnten Ausführungsform;
- [0105] **Fig. 51** beschreibt schematisch den Aufbau einer ein virtuelles Bild erzeugenden Optik, die eine neunzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;
- [0106] **Fig. 52** zeigt schematisch ein Verfahren zur Verwendung der ein virtuelles Bild erzeugenden Optik in **Fig. 51**;
- [0107] **Fig. 53** ist eine perspektivische Ansicht einer die neunzehnte Ausführungsform darstellenden auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung;
- [0108] **Fig. 54** ist ein schematischer Querschnitt einer Monitorteil-Befestigungsstruktur nach der neunzehnten Ausführungsform;
- [0109] **Fig. 55** beschreibt schematisch die Ausbildung einer ein virtuelles Bild erzeugenden Optik mit einer zwanzigsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- [0110] **Fig. 56** ist eine perspektivische Ansicht einer die zwanzigste Ausführungsform darstellenden auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung;
- [0111] **Fig. 57** beschreibt die Gestaltung eines Bildes und einer Tastatur nach der zwanzigsten Ausführungsform;
- [0112] **Fig. 58** ist eine perspektivische Ansicht eines Verfahrens zur Einstellung einer auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung, die eine einundzwanzigste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;
- [0113] **Fig. 59** ist eine perspektivische Ansicht eines Verfahrens zur Einstellung der auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung, die die einundzwanzigste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;
- [0114] **Fig. 60** ist eine perspektivische Ansicht eines die einundzwanzigste Ausführungsform darstellenden Fensters;
- [0115] **Fig. 61** beschreibt die Anordnung der Bestandteile einer ein virtuelles Bild erzeugenden Optik in einer auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung nach einer zweiundzwanzigsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und
- [0116] **Fig. 62A** und **62B** beschreiben einen Dioptrieneinstellungsmechanismus nach der zweiundzwanzigsten Ausführungsform.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

(1. Beispiel)

- [0117] **Fig. 1** und **2** sind Modellzeichnungen eines ersten Beispiels, das den Grundsatz der Funktionsweise der vorliegenden Erfindung darstellt. **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht und **Fig. 2** ist eine Seitenansicht. Die beiden Figuren zeigen auch die Lage einer internen Optik.
- [0118] In den **Fig. 1** und **2** weist ein Vorrichtungshauptkörper **1** eine ein senkrechtes Bild erzeugende Optik **3** an seiner Vorderseite entsprechend einem der Augen eines Benutzers **2** und eine teilweise transparente Schutzplatte **4** vor dem anderen Auge auf. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** und die teilweise transparente Schutzplatte **4** sind in der Nähe der Mitte des Gesichts des Benutzers über die Struktur der Vorrichtung miteinander verbunden und über die Struktur der Vorrichtung, die sich von der Optik aus nach rechts und von der Schutzplatte aus nach links erstreckt, mit einem durch ein Gelenk **6** faltbar gehaltenen rechten und linken Bügel **5** verbunden. Der Vorrichtungshauptkörper **1** ist annähernd wie eine Brille geformt und wird von den Ohren und der Nase bzw. den Schläfen und der Nase des Benutzers so gestützt, daß er auf dem Kopf des Benutzers festgehalten wird.
- [0119] Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** umfaßt ein Bildausgabeelement **9** mit einer Flüssigkristalltafel **7** und einem Rücklicht **8** zum Beleuchten der Tafel mit Licht von hinten, einen Reflexionsspiegel **10** und eine

Linse **11**, die als vergrößerndes optisches Mittel wirkt. Bei einem durch das Bildausgabeelement **9** erzeugten und ausgegebenen Bildlicht wird der Weg durch den Reflexionsspiegel **10** geändert und durch die Linse **11** als ein Bild im Auge **12** des Benutzers erzeugt. Wenn in diesem Fall die Bilderzeugungsebene des Bildausgabeelements **9** sich jenseits des objektseitigen Brennpunkts der Linse **11** und in der Nähe der Linse **11** befindet und sich das Auge **12** in der Nähe des bildseitigen Brennpunkts der Linse **11** befindet, dann bewirkt die Bilderzeugungsfunktion der Linse **11**, daß ein vergrößertes virtuelles Bild **14** von Bildschirminformationen auf der Verlängerung der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** gesehen wird.

[0120] In diesen Figuren wird die optische Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** durch ein virtuelles Bild **14** und das Auge **12** des Benutzers gebildet und fluchtet annähernd mit der Sichtlinie des Benutzers, wenn er oder sie in die horizontale Richtung blickt, wie aus der in **Fig. 2** gezeigten Seitenansicht ersichtlich ist. Zusätzlich zeigt die Untersuchung der Anmelderin an, daß, wenn diese Vorrichtung als ein PC-Monitor benutzt wird, der horizontale Blickwinkel des virtuellen Bildes wünschenswerterweise 30° bis 40° beträgt, was einem senkrechten Blickwinkel φ von 23° bis 30° entspricht. Nach der Darstellung in **Fig. 2** steht unterhalb des durch den senkrechten Blickwinkel φ in der senkrechten Richtung definierten Blickfeldes für das virtuelle Bild ein ausreichendes Blickfeld für die Sicht nach außen (der schraffierte Bereich in der Figur) zur Verfügung, obwohl genau gesagt dieses Blickfeld durch die das virtuelle Bild erzeugende Optik etwas verkleinert wird. Nach dem vorliegenden Beispiel ist die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** vor nur einem Auge angeordnet und das Blickfeld nach vorne für das andere Auge steht von sich aus zur Verfügung, so daß im Betrieb ein Eingabemittel wie beispielsweise eine Tastatur und Materialien oder Manuskripte hinreichend betrachtet werden können. Diese Visualisierungsvorrichtung ist daher als PC-Monitor geeignet und sehr sicher.

[0121] Zusätzlich ist die Ermüdung des Benutzers verringert, da der Benutzer weiterhin das virtuelle Bild in der horizontalen Richtung betrachten kann, die die natürlichste Richtung der Sichtlinie ist. Da weiterhin diese Vorrichtung monokular ist, wird die Ermüdung der Augen gegenüber binokularen Visualisierungsvorrichtungen gelindert, bei denen die Augen des Benutzers aufgrund einer Vereinigung beider Augenbilder oder des Unterschiedes der Bildgüte zwischen den rechten und linken Flüssigkristall-Bildausgabeelementen eher überanstrengt werden. Auch besitzt diese Vorrichtung ein geringeres Gewicht und geringere Größe, einen einfacheren Aufbau und bessere Tragbarkeit als binokulare Vorrichtungen bei geringeren Kosten.

[0122] In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse subjektiver Auswertungen dargestellt, bei denen die Ermüdung des dominanten Auges mit der des (hiernach „das andere Auge“ genannten) nicht dominanten Auges verglichen wurde, nachdem jedes Auge ein virtuelles Bild sehen konnte. Es wurden fünf Versuchspersonen benutzt und die im ersten Beispiel (**Fig. 1** und **2**) dargestellte das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** wurde vor das dominante Auge oder das andere Auge gesetzt und weiterhin eine Stunde lang Daten von einem Versuchsdokument eingegeben. Bei dem dominanten Auge sowie dem anderen Auge wurde die teilweise transparente Schutzplatte **4** vor das Auge gesetzt, das nicht das virtuelle Bild sehen muß, so daß die Schutzplatte vollständige oder teilweise Abschattung bieten würde. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Tabelle dargestellt. Der Ermüdungsgrad wurde in vier Stufen eingestuft: A: kein Ermüdungsgefühl; B: etwas ermüdet; C: bedeutend ermüdet; D: schmerzhaft ermüdet. Weiße Kreise stellen die Anzahl von Versuchspersonen dar und schwarze Kreise stellen die Anzahl von Versuchspersonen dar, die ihre Ermüdung nicht nach der Operation überwinden konnten.

[0123] Tabelle 1 zeigt an, daß im Vergleich mit dem dominanten Auge, die Ermüdung ungeachtet der Form der teilweise transparenten Schutzplatte **4** dadurch verringert wurde, daß das andere Auge das virtuelle Bild betrachten konnte. Zulassen, daß das andere Auge das virtuelle Bild betrachten kann, dient nicht nur zum Lindern der Ermüdung, sondern ermöglicht auch die Implementierung eines PC-Monitors, mit der Überanstrengungen der Augen des Bedieners verringert werden.

[Tabelle 1]

Form	Ermüdung			
	A	B	C	D
Anderes Auge, volle Durchlässigkeit	○	○ ○ ●	○	
Anderes Auge, Teildurchlässigkeit	○ ○	○ ○ ○		
Anderes Auge, Abschattung	○	○ ○ ● ●		
Dominantes Auge, volle Durchlässigkeit		○ ●	○ ●	●
Dominantes Auge, Teildurchlässigkeit	○	○	● ●	●
Dominantes Auge, Abschattung		○	● ● ●	●

[0124] Wie oben beschrieben zeigt die Tabelle 1 das Verhältnis zwischen dem Ermüdungsgrad und dem Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte 4. Diese Tabelle zeigt an, daß wenn das andere Auge das virtuelle Bild betrachten kann, das Ermüdungsgefühl am schwächsten bei Teildurchlässigkeit, am zweit-schwächsten bei Abschattung und am stärksten bei voller Durchlässigkeit ist, obwohl dies im Fall des dominanten Auges nicht eindeutig ist. Insbesondere hat sich herausgestellt, daß praktisch keine Ermüdung gespürt wird, wenn das andere Auge das virtuelle Bild betrachten kann und gleichzeitig die zur Bereitstellung von Teildurchlässigkeit eingestellte teilweise transparente Schutzplatte vor das dominante Auge gesetzt wird. Von dem Erfinder wird angenommen, daß die Gründe dafür folgende sind:

[0125] Erstens sind Informationen vom dominanten Auge im Gesichtssinn dominant. Der Grund dafür ist, daß der Augennerv vom dominanten Auge einschließlich des zugehörigen Hirnnerven eine höhere Empfindlichkeit aufweist. Die Ermüdung kann daher dadurch verringert werden, daß am anderen Auge ein virtuelles Bild mit hohem Anreiz dargestellt wird.

[0126] Zweitens wird durch die zur Bereitstellung von Teildurchlässigkeit eingestellte teilweise transparente Schutzplatte eine Verringerung des Kontrasts des virtuellen Bildes verhindert, die durch das Überlappen des virtuellen Bildes und der Sicht nach außen verursacht wird, damit das virtuelle Bild klar gesehen und dadurch die Ermüdung verringert werden kann.

[0127] Drittens wird, wenn das virtuelle Bild und das Eingabemittel wie beispielsweise eine Tastatur wiederholt und wechselweise betrachtet werden, durch Verwendung der zur Bereitstellung von Teildurchlässigkeit eingestellten teilweise transparenten Schutzplatte bewirkt, daß eine geeignete Lichtmenge fortlaufend durch die Schutzplatte hindurch in das Auge zum Sehen des virtuellen Bildes eintritt, wodurch die Erweiterung und die Verengung der Pupille zum Lindern der Ermüdung verringert wird.

[0128] Viertens dient die zur Bereitstellung von Teildurchlässigkeit eingestellte teilweise transparente Schutzplatte dafür, ein ausreichendes Blickfeld nach vorne für die Sicht nach außen bereitzustellen, um das Gefühl der Bedrückung zu lindern, während die Vorrichtung im Gebrauch ist, und um dem Betrieb entsprechende Blickfelder und Sicherheit zu bieten und dadurch zur Verringerung der Ermüdung beizutragen.

[0129] Infolgedessen kann die Ermüdung verringert und Sicherheit gewährleistet werden, indem die das virtuelle Bild erzeugende Optik 3 vor eines der Augen des Benutzers gesetzt und die teilweise transparente Schutzplatte 4 mit einem Durchlaßgrad von weniger als 1 vor dem anderen Auge angeordnet werden.

[0130] Fig. 3 ist eine Modell-Draufsicht der Position der teilweise transparenten Schutzplatte 4. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik 3 und die anderen Grundkomponenten in dieser Figur sind die gleichen wie in Fig. 1 und 2. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik 3 befindet sich vor einem der Augen des Benutzers (dem linken Auge 12L in der vorliegenden Figur) und der Sichtlinienblick, wenn der Benutzer 2 in die horizontale Richtung blickt, fluchtet mit einem durch das Auge 12L und ein virtuelles Bild 14 gebildeten optischen Weg 13. Das virtuelle Bild 14 wird in einem horizontalen Blickwinkel gesehen. Wenn in diesem Fall das andere Auge 12R die-

ses virtuelle Bild **14** als echtes Bild sieht, dann ist sein horizontales Blickfeld der durch die gestrichelte Linie dargestellte Bereich. Dies gilt auch in der senkrechten Richtung und nur das Auge **12L** sieht wirklich das virtuelle Bild **14**. Eine ähnliche visuelle Funktion wird wahrscheinlich im Gehirn des Benutzers durchgeführt. Dadurch, daß die teilweise transparente Schutzplatte **4** (bzw. **4'**), die mindestens größer als der durch die gestrichelte Linie gezeigte Bereich ist, vor das Auge **12R** gesetzt wird, kann der Benutzer **2** daher das virtuelle Bild **14** ohne Überlappung des Bildes **14** und eines Bildes der Sicht nach außen im entsprechenden Bereich sehen. Die teilweise transparente Schutzplatte **4** (bzw. **4'**) kann auf die Position von **4** oder **4'** oder jede beliebige Position zwischen **4** und **4'** gesetzt werden, solange ihre Längsposition sich innerhalb der Längsdicke D der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** in bezug auf das Gesicht des Benutzers befindet. Dadurch daß die teilweise transparente Schutzplatte **4** innerhalb der Dicke D der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** plaziert wird, kann auch die Größe des Vorrichtungshauptkörpers verringert werden.

[0131] Wie oben beschrieben muß die teilweise transparente Schutzplatte **4** (bzw. **4'**) ihre Größe in Abhängigkeit von ihrer Längsposition ändern. Die **Fig. 4** ist eine Modellzeichnung, mit der die Größe der teilweise transparenten Schutzplatte **4** beschrieben wird. Die teilweise transparente Schutzplatte **4** (bzw. **4'**) ist nicht unbedingt eine ebene Platte sondern kann eine gekrümmte Platte sein. Es ist zu bevorzugen, daß die Form einer Oberfläche **16**, die auf eine willkürliche Oberfläche **15** projiziert wird, die die durch das Auge **12L** des Benutzers und das virtuelle Bild **14** gebildete optische Achse **13** schneidet, annähernd gleich der eines Querschnitts **17** auf der schneidenden Oberfläche **15** des Blickfeldes für das durch die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** gebildete virtuelle Bild sei und daß der Bereich der ersteren gleich dem oder größer als der der letzteren ist. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, kann durch die projizierte Oberfläche **16** (d. h. die teilweise transparente Schutzplatte) wie in **Fig. 4** gezeigt eine Totwinkelzone **18** für das Auge **12R** um das virtuelle Bild **14** herum gebildet werden. Der Benutzer **2** kann daher das virtuelle Bild **14** ohne Überlappung des Bildes **14** und des Außenbildes im entsprechenden Bereich betrachten.

[0132] Wie oben beschrieben können durch Anordnen der teilweise transparenten Schutzplatte mit einem Durchlaßgrad von weniger als **1** vor dem Auge, das nicht das virtuelle Bild sehen muß, und Einstellen der Größe der Schutzplatte, so daß sie gleich der oder größer als die des Blickfeldes für das virtuelle Bild ist, zwecks Optimierung die Blickfelder nach vorne und unten bei Bewahrung der Sichtbarkeit des virtuellen Bildes maximiert werden und damit die Brauchbarkeit und Sicherheit verbessert werden.

[0133] In **Fig. 5** sind die Ergebnisse des Experiments über das Verhältnis zwischen der Umgebungs-Beleuchtungsstärke und dem Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte dargestellt. In diesem Experiment wurde die Umgebungs-Beleuchtungsstärke auf der äußeren Oberfläche der teilweise transparenten Schutzplatte verändert, während die fünf Versuchspersonen versuchten, den Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte subjektiv zu optimieren. Der optimierte Durchlaßgrad kann zum Ausgleichen der obigen Zustände dienen, d. h. zum Verhindern einer Abschwächung des Kontrasts des virtuellen Bildes, um die Erweiterung und Verengung der Pupille zu verringern, das Bedrückungsgefühl bei Gebrauch der Vorrichtung zu lindern und die für den Betrieb erforderlichen Blickfelder und Sicherheit bereitzustellen. Es wurde angenommen, daß die auf der horizontalen Achse ausgedrückte Umgebungs-Beleuchtungsstärke von der nach Ausschalten der Lichter in einem Flugzeug gemessenen Beleuchtungsstärke zu der am Fenster in einem Raum gemessenen Beleuchtungsstärke reicht.

[0134] Obwohl eine Umgebungs-Beleuchtungsstärke von $10001 \times$ oder höher erwartet wird, ist der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte im allgemeinen mit einer Umgebungs-Beleuchtungsstärke von rund $5001 \times$ gesättigt, so daß der Durchlaßgrad der Schutzplatte ungeachtet der Umgebungs-Beleuchtungsstärke vorzugsweise 3% oder weniger beträgt. Wenn zusätzlich die Umgebungs-Beleuchtungsstärke $1001 \times$ oder niedriger ist, sollte der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte höher sein, als wenn die Umgebungs-Beleuchtungsstärke höher als dieser Wert ist. Der Grund dafür ist auch, daß dadurch die obigen Bedingungen erfüllt werden können.

[0135] Verfahren zur Steuerung des Durchlaßgrades der teilweise transparenten Schutzplatte umfassen die Verwendung einer teilweise transparenten Schutzplatte mit einem Polarisationselement oder einem Flüssigkristall-Bildausgabeelement mit einem Polarisationselement. Im ersteren Fall können zwei Polarisations scheiben drehbar aufeinander gelegt werden und der Winkel zwischen ihren Durchlaßachsen kann dann zur Steuerung des Durchlaßgrades drehbar eingestellt werden. Die teilweise transparente Schutzplatte weist in diesem Fall einen veränderlichen Durchlaßgrad auf und ist am billigsten. Im letzteren Fall umfaßt die teilweise transparente Schutzplatte ein Flüssigkristall-Bildausgabeelement, das aus zwischen Glassubstraten angefülltem Flüssigkristall besteht, und insbesondere ist ein filmartiges Flüssigkristall-Bildausgabeelement zu bevorzugen, das aus zwischen verformbaren Harzen angefülltem Flüssigkristall besteht. In diesem Fall kann die teilweise transparente Schutzplatte so ausgebildet sein, daß sie eine willkürliche Krümmung aufweist, woraus sich ein gesteigerter Freiheitsgrad bei der Konstruktion ergibt. In beiden Fällen ermöglicht die Verwendung eines Flüssigkristall-Bildausgabeelements die Konstruktion einer teilweise transparenten Schutzplatte, die billig ist, elektrisch gesteuert werden kann und einen veränderlichen Durchlaßgrad aufweist.

[0136] **Fig. 6** zeigt die Ergebnisse eines Experiments über das Verhältnis zwischen der Umgebungs-Beleuch-

tungsstärke und der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik. In diesem Experiment wurde die Beleuchtungsstärke um den Benutzer herum verändert, d. h. die Umgebungs-Helligkeit in der Nähe der Hände des Benutzers unter dem Vorrichtungshauptkörper wurde verändert, während die fünf Versuchspersonen versuchten, die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik subjektiv zu optimieren. Durch die optimierte Helligkeit kann der Benutzer unter Umständen das virtuelle Bild am deutlichsten sehen, wenn er wiederholt und wechselweise das virtuelle Bild und die Umgebung der Hände des Benutzers ansieht. Der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte wurde entsprechend den Ergebnissen des Experiments in der **Fig. 5** auf 3% festgelegt. Die Umgebungs-Beleuchtungsstärke am Benutzer wurde auf denselben Wert wie im Experiment in der **Fig. 5** eingestellt und es wurde die Helligkeit in der Nähe der Hände des Benutzers gemessen.

[0137] Die **Fig. 6** zeigt deutlich, daß die Umgebungs-Helligkeit im Verhältnis zu der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik steht, obwohl verschiedene Versuchspersonen etwas unterschiedliche Neigungen und Absolutwerte offenbarten. Als die Durchmesser der Pupillen der Versuchspersonen unter Verwendung dieser Helligkeitsdaten berechnet wurden, stellte sich heraus, daß sie beinahe unverändert blieben, selbst wenn die Versuchsperson wechselweise das virtuelle Bild und die Umgebung ihrer Hände betrachtete. Das bedeutet natürlich, daß die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik annähernd die gleiche wie die Helligkeit in der Nähe der Hände der Versuchsperson ist und es ist zu erwarten, daß die Daten in der **Fig. 6** im Idealfall eine gerade Linie bilden, bei der $Y = X$ beträgt. Wenn natürlich ein Eingabemittel wie beispielsweise eine Tastatur, die vom Benutzer während des Betriebs betrachtet werden muß, während des Betriebs in der Nähe der Hände des Benutzers positioniert wird, ist die Helligkeit in der Nähe der Hände des Benutzers gleich der Helligkeit auf dem Eingabemittel, so daß der optimale Zustand in diesem Fall der ist, daß die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik annähernd dieselbe wie die Helligkeit auf dem Eingabemittel ist. Es ist deshalb so, da der Unterschied zwischen der Abschattung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik und der Abschattung in der Nähe der Hände des Benutzers oder auf dem Eingabemittel minimiert wird, während der Benutzer wiederholt und wechselweise das virtuelle Bild und die Umgebung seiner oder ihrer Hände betrachtet, wodurch die Erweiterung und Verengung der Pupille des Benutzers minimiert wird, um die Ermüdung der für das Erweitern oder Verengen der Pupille verantwortlichen Muskeln weiter zu minimieren.

[0138] Verfahren zum Steuern der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik umfassen die Verwendung eines Polarisationselements, eines Flüssigkristall-Bildausgabeelements mit einem Polarisationselement oder eines elektrochromen Elements und die Veränderung der Helligkeit eines Beleuchtungsmittels im Bildausgabeelement. Die ersteren zwei Verfahren arbeiten mit Polarisation und wenn ein Bildlicht von dem Bildausgabeelement linear zum Flüssigkristall-Bildausgabeelement polarisiert ist, kann das vergrößernde optische Mittel in der nachfolgenden Stufe das polarisierte Licht stören. So wird dieses Mittel vorzugsweise zwischen dem Bildausgabeelement und dem vergrößernden optischen Mittel oder zwischen der Flüssigkristalltafel und dem Rücklicht eingebaut. Wenn das Polarisationselement benutzt wird, können zwei Polarisations scheiben drehbar aufeinander gelegt werden und der Winkel zwischen ihren Durchlaßachsen kann drehbar zur Steuerung des Durchlaßgrades wie im Experiment in **Fig. 5** beschrieben eingestellt werden. Wenn ein linearer Polarisation wie oben beschrieben unterworfenen Bildausgabeelement benutzt wird, ist nur die Drehung einer einzigen Polarisation erforderlich. Auf jeden Fall ist dies das kostengünstigste Verfahren zur Einstellung von Helligkeit. Wenn das Flüssigkristall-Bildausgabeelement benutzt wird, wird der Freiheitsgrad bei der Konstruktion durch Verwendung eines Flüssigkristall-Bildausgabeelements verbessert, das aus zwischen Glassubstraten angefülltem Flüssigkristall besteht, oder insbesondere eines filmartigen Flüssigkristall-Bildausgabeelements, das aus zwischen verformbaren Harzen angefülltem Flüssigkristall wie bei dem Experiment in **Fig. 5** besteht. Ein Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß ein elektrisch gesteuerter Helligkeitseinstellungsmechanismus kostengünstig hergestellt werden kann. Wenn das elektrochrome Element benutzt wird, ist die Einbaulage nicht besonders beschränkt und es wird kein Polarisationselement wie bei den vorhergehenden zwei Verfahren benötigt. Es kann eine helle, das virtuelle Bild erzeugende Optik mit einem hohen Freiheitsgrad bei der Konstruktion und dem höchsten Durchlaßgrad implementiert werden und es steht ein weiter Bereich des Durchlaßgrades zur Verfügung. Wenn die Veränderung der Helligkeit des Beleuchtungsmittels im Bildausgabeelement benutzt wird, wird eine Steuerschaltung wie besonders in der nachfolgenden Ausführungsform beschrieben konfiguriert. Um jedoch denselben Zweck zu erreichen, kann auch die Spannung einer Antriebsschaltung für das Beleuchtungsmittel, die ein Teil der Steuerschaltung ist, von Hand gesteuert werden.

[0139] **Fig. 7** zeigt die das virtuelle Bild erzeugende Optik und das darunter befindliche Eingabemittel. Wie oben beschrieben ist die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** vor dem Gesicht des Benutzers angeordnet, so daß die vom Auge **12** des Benutzers und dem virtuellen Bild **14** gebildete optische Achse **13** annähernd mit der Sichtlinie fluchtet, die vom Benutzer **2** eingenommen wird, wenn er in die horizontale Richtung blickt. Das Eingabemittel **19** wie beispielsweise eine Tastatur befindet sich in der Nähe der Hände des Benutzers.

[0140] Diese Figur zeigt das ergonomisch empfohlene Positionsverhältnis zwischen dem Benutzer **2** und dem Eingabemittel **19** während einer VDT-Operation. Das heißt die Entfernung vom Auge **12** zur Spitze des Eingabemittels **19** beträgt rund 320 mm und die Entfernung von der Oberfläche des Eingabemittels **19** zum Auge **12** beträgt rund 597 mm, was der Höchstwert für den Mann ist. In diesem Fall kann der maximale Depressions-

winkel α , wenn das Auge **12** die Spitze des Eingabemittels **19** sieht, als rund 62° bestimmt werden. Das vordere Blickfeld des Benutzers ist von der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** abhängig und das Blickfeld nach unten ist durch die Unterseite der Struktur der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** begrenzt. Anders gesagt kann durch Einstellen des Winkels β zwischen dem oberen Ende des Blickfeldes unterhalb der Struktur der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** und der vom Benutzer **2** eingenommenen Sichtlinie, wenn er in die horizontale Richtung blickt, auf 62° oder weniger in der senkrechten Richtung, der Benutzer **2** das Eingabemittel **19** betrachten, ohne durch die Struktur der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** gestört zu werden. Durch den obigen Aufbau kann das Eingabemittel wie beispielsweise eine Tastatur an eine ergonomisch optimale Position gesetzt werden, um die durch die Eingabeoperation verursachte Ermüdung zu verringern.

[0141] Die **Fig. 8** zeigt die Entfernung zum virtuellen Bild, wenn dieses Bild betrachtet wird, und zum Eingabemittel, wenn dieses Eingabemittel betrachtet wird. Wie oben beschrieben ist die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** vor dem Gesicht des Benutzers angeordnet und der Benutzer **2** sieht das virtuelle Bild **14** in einer Entfernung A vom Auge **12**. Die Entfernung A wird in diesem Fall als eine Entfernung zur Wahrnehmung des virtuellen Bildes bezeichnet. Bei Betrachtung des Eingabemittels **19**, wie eine in der Nähe der Hände des Benutzers befindliche Tastatur, nimmt der Benutzer **2** eine in der Figur gezeigte Körperhaltung ein, genau gesagt mit geneigtem Kopf. Eine Entfernung B wird in diesem Fall als eine Betrachtungsentfernung bezeichnet.

[0142] Der Benutzer **2** stellt sein Auge **12** auf die Entfernung A zur Wahrnehmung des virtuellen Bildes ein, wenn er das virtuelle Bild **14** betrachtet und stellt es auf die Betrachtungsentfernung B ein, wenn er das Eingabemittel **19** betrachtet. Infolgedessen muß der Benutzer bei wechselweiser Betrachtung des virtuellen Bildes **14** und des Eingabemittels **19** sein Auge jedes Mal, wenn er das Ziel ändert, auf die entsprechende Entfernung einstellen, woraus sich eine Ermüdung ergibt, die mit steigender Häufigkeit der Einstellung steigt. So wird durch Einstellen der Entfernung A zur Wahrnehmung des virtuellen Bildes und der Betrachtungsentfernung B auf annähernd denselben Wert die Notwendigkeit dieser Einstellungen im wesentlichen beseitigt und damit die durch die Wiederholung von Einstellungen verursachte Ermüdung verringert.

[0143] Die Entfernung A zur Wahrnehmung des virtuellen Bildes variiert unter Benutzern aufgrund des Unterschiedes zwischen ihrem Sehvermögen und ihren Ruhepositionen. Da jedoch der dem Benutzer verfügbare zulässige Fokussierungsbereich etwas weit ist, kann die Entfernung A zur Wahrnehmung des virtuellen Bildes innerhalb dieses zulässigen Bereichs verstellt werden. Dafür kann die relative Entfernung zwischen dem Bildausgabeelement und dem vergrößernden optischen Mittel verändert werden und es kann ein Mechanismus zum Verschieben des Bildausgabeelements und des vergrößernden optischen Mittels in den Richtungen ihrer entsprechenden optischen Achsen vorgesehen sein. In diesem Fall kann die Einstellung leicht durch wiederholtes und wechselweises Betrachten des virtuellen Bildes **14** und des Eingabemittels **19** bei gleichzeitigem Anpassen der Entfernung A zur Wahrnehmung des virtuellen Bildes an die Betrachtungsentfernung B ausgeführt werden.

[0144] **Fig. 9** beschreibt die horizontale Position, in der ein virtuelles Bild erzeugt wird. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse eines Experiments, die zur Bestimmung dieser Position benutzt wurden.

[Tabelle 2]

Versuchsperson	Zulässiger Bereich A	Optimalwert
1	$-1^\circ < A < +5^\circ$	$+0,5^\circ$
2	$-1^\circ < A < +4^\circ$	0°
3	$-1^\circ < A < +4^\circ$	$+1^\circ$
4	$-1^\circ < A < +4^\circ$	0°
5	$-1^\circ < A < +5^\circ$	$+1^\circ$

[0145] Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse eines Experiments, bei dem fünf Versuchspersonen mit einer ein virtuelles Bild erzeugenden Optik ausgestattet und gefragt wurden, subjektiv den zulässigen Bereich von horizontalen Winkeln zu bestimmen, in denen sie das virtuelle Bild betrachten können, ohne Belastungen unterworfen zu sein, und den Optimalwert innerhalb des zulässigen Bereichs. Jeder Winkel wird in der horizontalen Richtung zwischen einer Linie **23**, die senkrecht zum Gesicht des Benutzers verläuft, und der durch das virtuelle Bild und das linke Auge **12L** nach der Darstellung in **Fig. 9** gebildeten optischen Achse gebildet. Die Anhängungsrichtung, beispielsweise die Richtung der optischen Achse **24** in dieser Figur wird als positiv angenommen, während die entgegengesetzte Richtung als negativ angenommen wird. Die Ergebnisse in der Tabelle 2 können in Verbindung mit der **Fig. 9** beschrieben werden. In der **Fig. 9** zeigt eine Einzelschraffierung **25** den

Bereich von -1° bis 5° an, während eine Doppelschraffierung **26** den Bereich von 0° bis $+1^\circ$ bezeichnet. Es ist ersichtlich, daß der Einzelschraffierungsbereich **25** der zulässige Bereich ist, und daß der Doppelschraffierungsbereich **26** am meisten zu bevorzugen ist.

[0146] Wenn die durch das Auge des Benutzers und das virtuelle Bild gebildete optische Achse in diese Bereiche gelegt wird, kann der Benutzer **2** das virtuelle Bild in der Richtung, in der das Bild am deutlichsten mit einem einzigen Auge gesehen werden kann, betrachten, ohne Belastungen unterworfen zu sein. Der Benutzer leidet an wenig Ermüdung nicht nur während einer kurzfristigen Anwendung, sondern auch einer langfristigen Anwendung.

[0147] In der **Fig. 8** besitzt der Vorrichtungshauptkörper an seiner Unterseite auch einen Photosensor **20**, der als Beleuchtungsstärke-(Helligkeits-)Erkennungsmittel wirkt, und die Ergebnisse der Erkennung durch diesen Sensor werden zurückgeführt, um den Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte und die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu optimieren. Wie in der oben beschriebenen **Fig. 8** dargestellt muß der Benutzer **2** seinen Kopf neigen, wenn er seine Sichtlinie zwischen dem virtuellen Bild **14** und dem Eingabemittel **19** verlegt. Die Erkennungsrichtung des an der Unterseite des Vorrichtungshauptkörpers angeordneten Photosensors **20** ändert sich daher zwischen einer Richtung **21** und einer Richtung **22** als Reaktion auf die mit der Kopfbewegung verbundene Bewegung der Vorrichtung. Die vom Photosensor **20** erkannte Beleuchtungsstärke aus der Richtung **21** (die Umgebungs-Beleuchtungsstärke auf der äußeren Oberfläche der teilweise transparenten Schutzplatte), wenn der Benutzer das virtuelle Bild **14** betrachtet, kann zur Steuerung des Durchlaßgrades der Schutzplatte benutzt werden, während die durch den Photosensor **20** erkannte Helligkeit aus der Richtung **22** (die Helligkeit auf dem Eingabemittel **19**) zur Steuerung der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** benutzt werden kann. Der Durchlaßgrad und die Helligkeit können daher automatisch auf Grundlage des oben für **Fig. 5** und **6** beschriebenen Verhältnisses gesteuert werden. Im Ergebnis können sowohl der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte als auch die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik automatisch optimiert werden, so daß der Vorrichtungshauptkörper stets in Abhängigkeit davon, wie der Benutzer die Vorrichtung benutzt, auf seine optimalen Zustände eingestellt ist, wodurch die Ermüdung des Benutzers verringert wird.

[0148] Bei der optischen Anordnung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik nach der Darstellung in **Fig. 2** ist der Photosensor **20** höchst bevorzugt hinsichtlich des räumlichen Wirkungsgrades und der Erkennungsrichtung an der Rückseite des Reflexionsspiegels angeordnet. Es sind zwar beide dieser Steuermittel wünschenswerterweise vorgesehen, um die Ermüdung zu lindern, jedoch kann die Ermüdung bei Verwendung von nur einem der Steuermittel bedeutend verringert werden.

[0149] Als nächstes wird ein Beispiel einer Steuerschaltung zur automatischen Einstellung des Durchlaßgrades der teilweise transparenten Schutzplatte und der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik unter Bezugnahme auf **Fig. 10A**, **10B** und **11** beschrieben.

[0150] Die **Fig. 10A** und **10B** zeigen ein Beispiel der Verwendung eines Flüssigkristall-Bildausgabeelements zum Steuern des Durchlaßgrades der teilweise transparenten Schutzplatte; **Fig. 10A** ist ein Schaltbild und **Fig. 10B** ist ein Flußdiagramm mit einer Wellenform, die während des Betriebs des Flüssigkristall-Bildausgabeelements erhalten wurde. Der Photosensor **20** umfaßt eine Photodiode **27** und eine Linse **28**, die Eingabe-licht als ein Bild auf der Photodiode **27** erzeugt, die dann ein Erkennungssignal ausgibt. Dieses Erkennungssignal wird durch einen Verstärker **29** verstärkt und in einen Minusanschluß eines Operationsverstärkers **30** eingegeben. Mit einem Plusanschluß des Operationsverstärkers **30** ist ein Widerstand **31** zum Steuern der Spannung verbunden, um eine Spannung entsprechend $1001 \times$ zu liefern. Der Operationsverstärker **30** versucht die Größen beider Eingaben zu bestimmen. Wenn er feststellt, daß die Beleuchtungsstärkeneingabe in den Photosensor größer als die Bezugs-Beleuchtungsstärke von $1001 \times$ ist, schaltet ein Schalter **38** ein Signal **S1** ein, das durch einen Verstärker **32** verstärkt und dann in ein Flüssigkristall-Bildausgabeelement **33** eingegeben wird. Wenn andererseits der Operationsverstärker **30** feststellt, daß die Beleuchtungsstärkeneingabe in den Photosensor geringer als die Bezugs-Beleuchtungsstärke von $1001 \times$ ist, schaltet ein Schalter **39** ein Signal **S2** ein, das vom Verstärker **32** verstärkt und dann in das Flüssigkristall-Bildausgabeelement **33** eingegeben wird. Wenn sich das Flüssigkristall-Bildausgabeelement in einer „Normal Schwarz“ genannten Anzeigart befindet und eine Amplitude wie die in **Fig. 10B** gezeigte aufweist, verringert sich der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte bei Auswahl der Signals **S1**, während der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte steigt, wenn das Signal **S2** ausgewählt wird, wodurch die gewünschte Regelung bereitgestellt wird. Der Durchlaßgrad kann durch Erhöhen der Anzahl von Signalen genauer gesteuert werden.

[0151] **Fig. 11** ist ein Schaltbild mit einem Beispiel von Helligkeitssteuerung, die durch die das virtuelle Bild erzeugende Optik bereitgestellt wird. Ein Erkennungssignal vom Photosensor **20** wird durch einen Verstärker **34** verstärkt und dann in einen Transistor **35** eingegeben. Die Spannung einer Antriebsschaltung **37** für eine Leuchtstofflampe **36**, die als Beleuchtungsmittel wirkt, wird dann entsprechend der Eingangsspannung geregelt. Infolgedessen wird die Helligkeit der Leuchtstofflampe **36** entsprechend dem Erkennungssignal vom Photosensor **20** geregelt, d. h. die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik wird geregelt.

[0152] Wenn die obigen zwei Regler zusammen benutzt werden, können Änderungen der Erkennungsrich-

tion des Photosensors **20** durch Überwachung auf schnelle Änderungen des Erkennungssignals vom Photosensor **20** bestätigt werden, oder die Kopfbewegung des Benutzers wird mechanisch erkannt, während das Erkennungssignal vom Photosensor **20** entweder zum Regeln des Durchlaßgrades der teilweise transparenten Schutzplatte oder der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik benutzt wird.

[0153] Ein Verschiebemittel gemäß der vorliegenden Erfindung ist im ersten Beispiel nicht erwähnt worden, wird aber ausführlich in der zweiten Ausführungsform und nachfolgenden unten beschriebenen Ausführungsformen beschrieben.

(2. Ausführungsform)

[0154] **Fig. 12** und **13** sind Modellzeichnungen einer zweiten Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung. **Fig. 12** ist eine Vorderansicht und **Fig. 13** ist eine Seitenansicht. Die beiden Figuren zeigen auch die Position einer internen Optik. Der interne Aufbau der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** ist der gleiche wie beim ersten Beispiel und führt daher dieselben Bezugsziffern wie das erste Beispiel, und seine Beschreibung wird weggelassen.

[0155] Der Vorrichtungshauptkörper **1** enthält die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3**, die sich vor einem Auge des Benutzers **2** befindet. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** erstreckt sich annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers und ist kraftschlüssig über eine Befestigungsschraube **42** an der Welle **41** mit annähernd zylindrischem Querschnitt befestigt, die in ein Halteteil **43** eingreift. Das Halteteil **43** umfaßt einen Arm **44**, ein Stirnkissen **45**, ein Kissen, und einen Schieber **47** nach der Darstellung in der Figur.

[0156] Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** ist kraftschlüssig über eine Befestigungsschraube **42** an der Welle **41** mit annähernd zylindrischem Querschnitt befestigt, die wie oben beschrieben am Halteteil **43** befestigt ist. Wenn die Befestigungsschraube **42** gelockert wird, kann die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** auf der Welle **41** verschoben werden. Wenn die Befestigungsschraube **42** wieder angezogen wird, ist die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** kraftschlüssig an der Welle **41** angebracht und wird so gehalten, daß sie sich annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers entlang der Welle **41** bewegen kann. So kann der Benutzer **2** leicht das Auge **12** zum Sehen des virtuellen Bildes auswählen, indem er einfach die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** seitlich verschiebt. Die auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach der vorliegenden Ausführungsform bietet daher ein hohes Maß an Allgemeinheit und Teilbarkeit und ermöglicht dem Benutzer **2**, das Auge zur Betrachtung des virtuellen Bildes willkürlich zwischen dem rechten und linken Auge zu wechseln.

[0157] Da die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers verschoben wird, wenn das Auge **12** zum Betrachten des virtuellen Bildes gewechselt wird, kann auch die Augenweite so eingestellt werden, daß der Benutzer daran gehindert wird, seine Augäpfel unnatürlich zu bewegen, wodurch die durch Fehlausrichtung der Vorrichtung zum Auge des Benutzers verursachte Ermüdung verringert und der Aufbau des zugehörigen Einstellungsmechanismus vereinfacht wird. Da weiterhin die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** kraftschlüssig an der Welle **41** mit annähernd zylindrischem, Querschnitt angebracht ist kann der Depressionswinkel durch Drehen der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** um die Welle **41** eingestellt werden, wodurch jedem Benutzer die Betrachtung optimaler Bilder ermöglicht wird.

[0158] Die Welle **41** sollte ein der Augenweite des Benutzers (maximal 72 mm) entsprechendes lineares Teil aufweisen und die Verbindung zwischen der Welle **41** und dem Halteteil **43** sollte eine Struktur aufweisen, die die Welle **41** daran hindert, durch die elastische Verformung des Halteteils **43** beeinflusst zu werden. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** kann auch durch Verwendung einer Feder zum Anlegen von Kraft an die Welle **41** kraftschlüssig an der Welle **41** angebracht sein. In diesem Fall muß die Befestigungsschraube **42** bei Querverschiebung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** nicht gelockert werden, woraus sich eine vereinfachte Verschiebeoperation ergibt.

(3. Ausführungsform)

[0159] **Fig. 14** und **15** sind Modellzeichnungen einer dritten Ausführungsform nach der vorliegenden Erfindung. **Fig. 14** ist eine Vorderansicht und **Fig. 15** ist eine Seitenansicht. Beide Figuren zeigen auch die Position einer internen Optik. Die interne Struktur der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** ist die gleiche wie bei dem ersten Beispiel und führt daher dieselben Bezugsziffern wie das erste Beispiel, und seine Beschreibung wird weggelassen.

[0160] Der Vorrichtungshauptkörper **1** enthält die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3**, die sich vor einem Auge des Benutzers **2** befindet. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** ist im Ruhezustand so gehalten, daß sie sich ohne den Vorrichtungshauptkörper **1** zu beeinflussen dreht, und erstreckt sich in Richtung der Augenweite des Benutzers. Die Optik **3** wird über eine schraubenförmige Welle **51** am Vorrichtungshauptkörper **1** gehalten und der Hauptkörper **1** greift über ein Gelenkteil **52** in das Halteteil **43** ein.

[0161] Die Welle **51** weist an ihren beiden Enden einen Knopf **53** auf. Drehen des Knopfes **53** bewirkt, daß

sich die Welle **51** dreht, ohne den Vorrichtungshauptkörper **1** zu beeinflussen, und ermöglicht daher der spiralförmig an der Welle **51** angebrachten das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3**, sich annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers zu bewegen. In diesem Fall kann durch Bereitstellung einer Führungswelle **54** bzw. Führungsebene **54** in der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3**, so daß sie parallel zu der Welle **51** sitzt, die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** stabiler bewegt werden und der Benutzer **2** kann das Auge **12** zur Betrachtung des virtuellen Bildes einfach auswählen. Die auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung bietet daher ein hohes Maß an Allgemeinheit und Teilbarkeit und ermöglicht dem Benutzer **2**, das Auge zum Betrachten des virtuellen Bildes willkürlich zwischen dem rechten und linken Auge zu wechseln.

[0162] Da die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers bewegt wird, wenn das Auge **12** zur Betrachtung des virtuellen Bildes gewechselt wird, kann auch die Augenweite so eingestellt werden, daß der Benutzer daran gehindert wird, seine Augäpfel unnatürlich zu bewegen, wodurch die durch die Fehlausrichtung der Vorrichtung zum Auge des Benutzers verursachte Ermüdung verringert und die Struktur des zugehörigen Einstellungsmechanismus vereinfacht wird.

[0163] In dieser Ausführungsform greift das Gelenkteil **52** in den Vorrichtungshauptkörper **1** über eine Welle **55** ein, deren Spitze wie eine Schraube geformt ist, und der Vorrichtungshauptkörper **1** wird durch Drehen eines an beiden Enden der Welle **55** befindlichen Reglers **56**, um ein Spannmoment zu erhalten, am Halteteil **43** befestigt. Durch Drehen des Reglers **56** zum Lockern der Festspannung kann daher der Depressionswinkel um das Gelenkteil **52** herum eingestellt werden, wodurch der Benutzer daran gehindert wird, eine unnatürliche Sichtlinie einzunehmen, um die Ermüdung der Augen zu lindern. Obwohl das Halteteil **43** durch den Unterschied im Körperbau des Benutzers nach oben oder nach unten bewegt oder geneigt wird, was weiterhin eine gleichartige Bewegung des Vorrichtungshauptkörpers **1** auslöst, kann diese Bewegung zusätzlich durch Ändern des Winkels des Vorrichtungshauptkörpers **1** um das Gelenkteil **52** herum korrigiert werden, wodurch die Fehlausrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** zu dem Auge **12** des Benutzers vermieden wird, um die durch eine derartige Fehlausrichtung verursachte Ermüdung zu verhindern. Weiterhin kann der Vorrichtungshauptkörper **1** um das Gelenkteil herum auf das Halteteil **43** zu gefaltet werden, um Raum zu sparen.

[0164] Bei der Ausführungsform in **Fig.** 12 bis 15 umfaßt das Halteteil **43** einen elastischen Körper, der aus einer allgemein aus SUS **304** oder dergleichen hergestellten Federstahlplatte besteht, die mit einem Harz bedeckt ist. Das Halteteil ist annähernd U-förmig und wird an der Stirn des Benutzers durch das Stirnkissen **45** und am Kopf des Benutzers hinter dem Ohr durch das Kissen **46** gestützt. Das Stirnkissen **45** ist so angebracht, daß es die Stirn vor der Schläfe bedeckt und das Kissen **46** greift in den Schieber **47** ein. Da das beinahe gesamte Halteteil **43** gleichförmig und elastisch deformiert werden kann, kann es an jede Form des Kopfes angepaßt werden und daher den Unterschied im Körperbau des Benutzers absorbieren und dadurch hohe Stärke, Allgemeinheit und Teilbarkeit bereitstellen. Zusätzlich wird das Halteteil **43** an drei Punkten, d. h. an der Stirn des Benutzers und beidseitig des Kopfes hinter jedem Ohr getragen, so daß die Vorrichtung stabil tragbar ist und das Bedrückungsgefühl aufgrund des Vorhandenseins eines Leerraums über und hinter dem Kopf des Benutzers eliminiert wird. Auch wird der Benutzer daran gehindert, sich um den Kopf herum angespannt zu fühlen und ermöglicht die Verwendung einer Kopfstütze, so daß er eine entspannte Haltung annehmen kann, wenn er in einem Sitz eines fahrenden Körpers wie beispielsweise eines Flugzeuges sitzt. Der Benutzer kann diese Vorrichtung mit getragener Brille benutzen, da das Halteteil **43** an der Stirn und an den Seiten des Kopfes hinter jedem Ohr getragen wird.

[0165] Nach der Darstellung in **Fig.** 16A und 16B erstreckt sich der Schieber **47** diagonal nach unten und weist an der Spitze seiner Mittelachse **55** eine an einem Lager an einer Schieberverschraubung **57** angebrachte Welle **56** auf. Die Schieberverschraubung **57** weist an ihrem anderen Ende eine Welle **59** auf, die sich in Richtung **58** rechtwinklig zur Mittelachse **55** des Schiebers **47** erstreckt und an einem Lager am Kissen **46** befestigt ist. Bei diesem Aufbau kann sich das Kissen **46** um die Welle **56** des Schiebers **47** (in Richtung **60**) zusammen mit der Schieberverschraubung **57** drehen und sich auch in Richtung **61** rechtwinklig zu der obigen Richtung um die Welle **59** der Schieberverschraubung **57** herum drehen. Dadurch kann das Kissen an jede Kopfform angepaßt werden. Wenn weiterhin das Kissen **46** symmetrisch zur Welle **56** des Schiebers **47** ist, kann die Reihe von Operationen reibungsloser durchgeführt werden. Zusätzlich umfaßt der Schieber **47** einen Schieber A62 und einen Schieber B63 und weist an seiner Innenseite eine Feder und einen Riegel auf, so daß er an jede Umfangslänge des Kopfes angepaßt werden kann, indem der Schieber A62 in Längsrichtung **64** relativ zum Schieber B63 verschoben wird.

[0166] Die Vorrichtung kann weiterhin durch Bereitstellung eines Arms **44** mit einem zylindrischen Querschnitt in der der Oberseite des Kopfes des Benutzers entsprechenden Position stabil getragen werden. Der Stützpunkt **65** des Arms **44** befindet sich am Seitenende des Schiebers B63 des Schiebers **47**, umfaßt entlang der Oberseite des Kopfes des Benutzers einen annähernd U-förmigen elastischen Körper und ist aufgrund seiner Struktur gleich dem ausfahrbaren Mechanismus des Schiebers **47** ausfahrbar. Der Stützpunkt **65** des Arms **44** weist eine in **Fig.** 17 gezeigte Struktur auf, damit der Arm **44** sich um die X-Achse (**66**), die Y-Achse (**67**) und die Z-Achse (**68**) im Bezug auf den Schieber **47** drehen kann, um die Wirkung der elastischen Verformung des

Halteteils **43** leicht zu absorbieren. Auch kann der Arm **44** auf das Halteteil **43** zu gefaltet werden, um Raum zu sparen. Da sich der Stützpunkt **65** des Arms **44** am Seitenende des Schiebers B63 des Schiebers **47** befindet, bleibt seine Position bezüglich des Ohrs im wesentlichen unverändert, wenn sich der Schieber **47** in Abhängigkeit von der Kopfgröße ausstreckt oder zusammenzieht, wodurch die Wirkung des Unterschiedes beim Körperbau des Benutzers auf Sicherheit verringert wird. Aufgrund seines zylindrischen Querschnitts kann darüber hinaus der Arm **44** den Kopf eines jeden Benutzers auf annähernd feste Weise kontaktieren und stets stabil getragen werden, egal wo auf der Oberfläche des Kopfes der Arm plaziert wird.

(4. Ausführungsform)

[0167] **Fig. 18, 19 und 20** sind Modellzeichnungen einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 18** ist eine Vorderansicht, **Fig. 19** ist eine Seitenansicht und **Fig. 20** ist eine vergrößerte Ansicht der das virtuelle Bild erzeugenden Optik.

[0168] Der Vorrichtungshauptkörper **1** enthält die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** vor einem Auge des Benutzers **2**. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** wird so gehalten, daß sie sich ohne den Vorrichtungshauptkörper **1** zu beeinflussen dreht. Die Optik **3** erstreckt sich annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers, ist spiralförmig mit der schraubenförmigen Welle **51** verbunden und auf dem Vorrichtungshauptkörper **1** festgehalten. Auch greift die Optik **3** über eine sich parallel zur Welle **51** erstreckende Führungswelle **70** in den Vorrichtungshauptkörper ein und der Vorrichtungshauptkörper **1** greift über das Gelenkteil **52** in ein Halteteil **63** ein. Die Welle **51** enthält an beiden Enden derselben den Knopf **53** und durch Drehen des Knopfes **53** wird bewirkt, daß sich die Welle **51** ohne den Vorrichtungshauptkörper **1** zu beeinflussen dreht. So kann die spiralförmig mit der Welle **51** verbundene das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** zwischen der Welle **51** und einer Führungswelle **70** geführt werden, um sich annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers zu bewegen.

[0169] Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** umfaßt das aus der Flüssigkristalltafel **7** bestehende Bildausgabeelement **9** und das Rücklicht **8** zum Bestrahlen der Flüssigkristalltafel **7**, und den Reflexionsspiegel **10** und die Linse **11**, die wie in der obigen Ausführung als vergrößerndes optisches Mittel wirkt. Bei einem durch das Bildausgabeelement **9** erzeugten und ausgegebenen Bildlicht wird der optische Weg durch den Reflexionsspiegel **10** geändert und dann durch die Linse **11** als Bild im Auge **12** des Benutzers zur Betrachtung des virtuellen Bildes erzeugt. Wenn die Bilderzeugungsoberfläche des Bildausgabeelements **9** zwischen dem objektseitigen Fokus der Linse **11** und der Linse **11** angeordnet ist und das Auge **12** zur Betrachtung des virtuellen Bildes sich in der Nähe des bildseitigen Fokusses der Linse **11** befindet, ermöglicht der Bilderzeugungseffekt der Linse **11**, daß das vergrößerte virtuelle Bild **14** von Bildschirminformationen auf der Verlängerung der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** gesehen wird. Die teilweise transparente Schutzplatte **4** ist dafür verantwortlich, das Auge abzuschatten, das das virtuelle Bild nicht betrachten muß, beispielsweise das rechte Auge **12R**, und durch Einstellen des Durchlaßgrades der teilweise transparenten Schutzplatte auf **1** oder weniger wird bewirkt, daß sich der Kontrast für den Benutzer vergrößert zu haben scheint, was eine gute Sichtbarkeit ergibt.

[0170] Nach der Darstellung in **Fig. 18** sind, da die teilweise transparente Schutzplatte **4** vor den Augen des Benutzers angeordnet ist, in einem Raum gegenüber dem Benutzer **2** im Bezug auf die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** und zumindest über den gesamten Bereich zur Erzeugung des virtuellen Bildes im Bewegungsbereich der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3**, die Entfernung und Anbringung der teilweise transparenten Schutzplatte **4** nicht erforderlich, wenn die Knöpfe **53** zum Verschieben der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** gedreht werden. So kann der Benutzer **2** einfach das Auge zur Betrachtung des virtuellen Bildes wechseln. In diesem Fall ist der Reflexionsspiegel **10** in einem Winkel von annähernd 45° von der senkrechten Richtung angeordnet, so daß das untere Ende der teilweise transparenten Schutzplatte **4** daran gehindert wird, vorwärts zu springen, indem die Schutzplatte **4** wie in **Fig. 21** gezeigt in einem Winkel von annähernd 45° von der senkrechten Richtung plaziert wird. Dies trägt zur Verringerung der Größe des Vorrichtungshauptkörpers **1** bei. In diesem Fall kann durch Anwendung von Vergütungsverarbeitung auf die Seitenfläche A72 der teilweise transparenten Schutzplatte **4** beim Benutzer **2** Reflexion von der Oberfläche B74 einer Trennwand **73**, die der Oberfläche A72 gegenüberliegt, und eine Beeinflussung der Oberfläche A72 durch das Umgebungslicht verhindert werden, was zu einer weiter verbesserten Sichtbarkeit führt. Die Trennwand **73** ist dafür vorgesehen, eine darüber angeordnete Antriebsschaltung **75** zu schützen.

[0171] In den **Fig. 18 bis 21** ist das Bildausgabeelement **9** in einem Rahmen **76** mit einem Zahnstangenteil befestigt, wobei ein Zahnrad **77**, das in das Zahnstangenteil eingreift, vor dem Rahmen **76** angeordnet ist. An jeder Seite des Zahnrades **77** ist über eine Schraube **79** ein Dioptrieneinstellungsregler **78** befestigt. Zur Einstellung von Dioptrien wird der Dioptrieneinstellungsregler **78** um einen durch die Schraube **79** festgelegten Teil gedreht, um einen Bogen zu zeichnen. Durch diese Operation dreht sich das Zahnrad **77**, um das Bildausgabeelement **9** nach oben oder nach unten zu bewegen, um den relativen Abstand zwischen dem Bildausgabeelement **9** und der Linse **11** zu verändern. Nach der vorliegenden Ausführungsform ist der Dioptrieneinstel-

lungsregler **78** beidseitig der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** eingebaut und jeder Dioptrieneinstellungsregler **78** bewegt sich zusammen mit dem anderen. Der Benutzer **2** muß zur Einstellung von Dioptrien nur einen der Dioptrieneinstellungsregler **78** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** betätigen. So kann der Benutzer **2**, ganz gleich ob die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** nach rechts oder nach links verschoben worden ist, den entsprechenden Dioptrieneinstellungsregler unter Verwendung der entsprechenden Hand von der entsprechenden Seite betätigen, was eine verbesserte Brauchbarkeit der Dioptrieneinstellung ergibt. Die Brauchbarkeit kann weiterhin durch Verwendung einer Stützstruktur verbessert werden, mit der die teilweise transparente Schutzplatte **4** vor dem Benutzer **2** geöffnet und geschlossen werden kann, um dem Benutzer **2** zu ermöglichen, den Dioptrieneinstellungsregler **78** wie in **Fig. 22** und **23** gezeigt mit nach vorne geöffneter teilweise transparenter Schutzplatte **4** zu betätigen.

[0172] Nach der Darstellung in **Fig. 20** sind das Bildausgabeelement **9** und die Antriebsschaltung **75** für das Bildausgabeelement **9**, die außerhalb des Bewegungsraums für die Querbewegung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** befestigt und angeordnet ist, über eine flexible gedruckte Schaltung (FPC – flexible printed circuit) **82** miteinander verbunden. Die FPC **82** kann die Flexibilität des Kabels zwischen der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** und der Antriebsschaltung **75** für das Bildausgabeelement **9** verbessern, wenn die Knöpfe **53** zum Verschieben der Optik **3** gedreht werden. Infolgedessen kann die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** zuverlässig und reibungslos verschoben werden. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** kann auch innerhalb eines Kabelgehäuseraums mit geringer Höhe verschoben werden, was zur Verringerung der Größe des Vorrichtungshauptkörpers **1** beiträgt.

[0173] In der **Fig. 21** weist das Substrat der Antriebsschaltung **75** für das Bildausgabeelement **9** Schaltungselemente an seiner Oberseite und einen FPC-Verbinder **83** an seiner Unterseite auf und die Antriebsschaltung **75** und die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** sind über ein Führungsloch **84** in der Trennwand **73** über die FPC **82** miteinander verbunden.

[0174] Wie in **Fig. 20** und **21** dargestellt sollte die Antriebsschaltung **75** flach außerhalb des Bewegungsraums für die Querbewegung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** annähernd parallel zur Richtung der Augenweite des Benutzers plaziert werden. Dadurch wird der Wärmefreisetzungseffekt der Antriebsschaltung **75** verbessert, um die Zuverlässigkeit der Schaltung zu verbessern. Zusätzlich dient die flache Plazierung der Antriebsschaltung **75** zur Vergrößerung des Verpackungsbereichs für Schaltungsteile, um den Schaltungsraum in der Höhenrichtung zu verringern. Weiterhin wird die FPC **82** in Richtung der Querbewegung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** an der Antriebsschaltung **75** angebracht bzw. von ihr entfernt und das Führungsloch **84** zum Führen der FPC **82** annähernd senkrecht zur seitlichen Bewegung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** ist in der Trennwand **73** vorgesehen, die zwischen dem FPC-Verbinder **83** und dem Bildausgabeelement **9** angeordnet ist. Durch diesen Aufbau wird verhindert, daß Spannung an den FPC-Verbinder **83** und die FPC **82** angelegt wird, um zu verhindern, daß die FPC **82** unbeabsichtigtweise entfernt wird, wodurch sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** glatt seitlich bewegen kann und die Größe der Vorrichtung verringert wird. Zusätzlich ist das Führungsloch **84** in der Trennwand **73** vorgesehen und muß sich nur an einer Stelle befinden, an der die FPC **82** annähernd senkrecht zur Richtung der seitlichen Bewegung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** geführt werden kann. Wenn es jedoch an der Stelle der Antriebsschaltung **75** vorgesehen ist, die der Mittellinie **85** des Benutzers **2** entspricht, kann die Länge der FPC **82** minimiert werden, um unerwünschtes Durchhängen zu verringern, wodurch sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** reibungslos seitlich bewegen kann.

(5. Ausführungsform)

[0175] **Fig. 24** und **25** sind Modellzeichnungen einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 24** ist eine Vorderansicht und **Fig. 25** ist eine Seitenansicht. Die **Fig. 24** ist für Erläuterungszwecke teilweise im Querschnitt dargestellt.

[0176] Der Grundaufbau dieser Ausführungsform gleicht dem der obigen Ausführungsform und ist durch die Bereitstellung eines Stützmittels **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges gekennzeichnet. Wie im 1. Beispiel erwähnt weist das Auge zum Betrachten des virtuellen Bildes wünschenswerterweise ein schlechteres Sehvermögen auf, um die Ermüdung der Augen zu verringern.

[0177] In der vorliegenden Ausführungsform ist das Stützmittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges ungefähr in der Mitte **85** der Augenweite des Benutzers vorgesehen, um das nicht dominante Auge zu bestimmen, das das virtuelle Bild betrachten können sollte. Das Stützmittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges umfaßt ein bandähnliches Material wie in **Fig. 24** gezeigt und ist zwischen dem nahen Punkt der Augen des Benutzers und dem Benutzer positioniert. Für die Augen des Benutzers ist dieses Mittel daher defokussiert, aber seine Position und Form können identifiziert werden, solange wie es eine entsprechende Größe aufweist. Das Stützmittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges kann von beiden Augen gesehen werden, indem es ungefähr in die Mitte der Augenweite des Benutzers und außerhalb der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** vor das Auge **12** zur Betrachtung des virtuellen Bildes plaziert wird.

[0178] Es wird angenommen, daß das rechte Auge des Benutzers ein besseres Sehvermögen aufweist. Der Benutzer **2** bringt den Vorrichtungshauptkörper **1** auf seinem Kopf an und positioniert die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** vor sein linkes Auge. **Fig. 26A** zeigt die relativen Positionen eines durch die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** erzeugten virtuellen Bildes **94** und ein Bild des Stützmittels **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges, wie es von beiden Augen gesehen wird, und **Fig. 26B** zeigt die Fehljustierung der relativen beobachteten Positionen, wenn das rechte Auge **12R**, das das virtuelle Bild nicht betrachten muß, geschlossen ist. **Fig. 26C** zeigt die relativen Positionen, die bestimmt werden, wenn die Bilder von beiden Augen betrachtet werden, wobei sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** vor dem rechten Auge **12R** mit besserem Sehvermögen befindet, und **Fig. 26C** zeigt die relativen Positionen, die bestimmt werden, wenn das linke Auge **12L**, das das virtuelle Bild nicht betrachten muß, geschlossen ist. Diese Fehltausrichtungen werden verglichen und das linke Auge, das geprüft wurde, als eine größere Fehljustierung auftrat, wird als das nicht dominante Auge bestimmt, und die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** wird zum nicht dominanten Auge verlagert, damit es das virtuelle Bild betrachten kann. Es gibt keine Beschränkung darüber, welches Auge zuerst geprüft werden sollte. Wenn das Stützmittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges nach der Bestimmung des nicht dominanten Auges im Vorrichtungshauptkörper untergebracht werden kann, wird es den Benutzer nicht während des Betriebs stören.

(6. Ausführungsform)

[0179] **Fig. 27, 28** und **29** sind Modellzeichnungen einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 27** ist eine Vorderansicht und **Fig. 28** und **29** sind Seitenansichten.

[0180] In der vorliegenden Ausführungsform weist der Vorrichtungshauptkörper **1** eine teilweise transparente Schutzplatte **92** auf, deren Größe teilweise die Blickfelder beider Augen des Benutzers **2** außerhalb der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** im Bezug auf den Benutzer **2** überdeckt. In einer monokularen auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung verhindert die teilweise transparente Schutzplatte **92** Verringerungen des Kontrasts von Informationen des virtuellen Bildes, die durch auf das Auge auftreffende optische Informationen verursacht werden, das das virtuelle Bild nicht betrachten muß (das rechte Auge **12R** in dieser Figur). Die teilweise transparente Schutzplatte **92** ist außerhalb des Bewegungsraums der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** positioniert und kann dem Auge **12R**, das das virtuelle Bild nicht betrachten muß, zugeführte Informationen teilweise entfernen, ungeachtet der Verschiebung der Optik **3** zum rechten oder linken Auge des Benutzers wie oben beschrieben.

[0181] In der vorliegenden Ausführungsform weist die teilweise transparente Schutzplatte **92** ein Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges ungefähr in der Mitte **85** der Augenweite des Benutzers auf. Das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges ist ein in der teilweise transparenten Schutzplatte **92** wie in **Fig. 27** dargestellt vorgesehener Schlitz und weist eine entsprechende Größe auf, die vom Benutzer **2** trotz Defokussierung wie in der obigen Ausführungsform identifiziert werden kann.

[0182] Das in der teilweise transparenten Schutzplatte **92** vorgesehene Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges befindet sich im toten Raum und wird durch die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** blockiert, wenn der Vorrichtungshauptkörper auf dem Kopf des Benutzers getragen wird. Der Vorrichtungshauptkörper **1** ist daher mit dem Halteteil **43** über das Gelenkteil **70** verbunden, so daß das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges durch Bewegen der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** über das Gelenkteil **70** in der durch den Pfeil B gezeigten Richtung von beiden Augen identifiziert werden kann. Die relativen Positionen von äußeren Sichtinformationen **96** und eines Bildes des Stützmittels **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges, so wie es von beiden Augen, oder dem rechten oder linken Auge gesehen wird, werden unter Bezugnahme auf **Fig. 29A** und **29B** beschrieben. Diese Figuren zeigen ein Beispiel, bei dem das dominante Auge des Benutzers das rechte Auge ist. **Fig. 29A** zeigt die relativen Positionen, die bestimmt werden, wenn die Bilder zuerst mit beiden Augen und danach nur mit dem rechten Auge betrachtet werden. **Fig. 29B** zeigt die relativen Positionen, die bestimmt werden, wenn die Bilder zuerst mit beiden Augen und danach nur mit dem linken Auge betrachtet werden. Diese relativen Positionen werden verglichen und das Auge das geprüft wurde, als eine größere Fehltausrichtung auftrat, d. h. das linke Auge im Beispiel der **Fig. 29A** und **29B**, wird als ein nicht dominantes Auge bestimmt.

[0183] Das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges befindet sich weiter entfernt vom Benutzer **2** als das Stützmittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges in der obigen Ausführungsform und näher am nahen Punkt der Augen des Benutzers und dieses Mittel kann daher leichter gesehen werden, um zu ermöglichen, daß die obige Bestimmung des nicht dominanten Auges leichter durchgeführt wird. Das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges ist nicht auf einen Schlitz begrenzt, solange wie es eine ausreichende Größe und Farbe aufweist, daß es vom Benutzer **2** identifiziert wird. Es kann beispielsweise ein rundes Loch, eine LED, ein gedrucktes Material oder Farbe sein.

[0184] Weiterhin kann durch Verlegen der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** auf die Oberseite des Kopfes des Benutzers das Mittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges in der obigen Ausführungsform

wie in **Fig. 30** gezeigt benutzt werden, damit die Bestimmung des nicht dominanten Auges auf ähnliche Weise durchgeführt werden kann.

(7. Ausführungsform)

[0185] **Fig. 31A** und **31B** sind vergrößerte Ansichten einer auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung nach einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigen das durch Bezugsziffer **96** in der **Fig. 29** bezeichnete Teil.

[0186] In der obigen Ausführungsform wird der Schlitz, der das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges ist, auf die Oberseite des Kopfes des Benutzers verlegt, um zu verhindern, daß das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges durch die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** blockiert wird. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird ein anderes Mittel dafür benutzt, daß das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges von beiden Augen gesehen werden kann.

[0187] Wie bei der obigen Ausführungsform wird die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** über die schraubenförmige Welle **51**, die sich in Richtung der Augenweite des Benutzers erstreckt, auf dem Vorrichtungshauptkörper **1** festgehalten, wobei die Welle **51** den Knopf **53** an beiden Enden derselben umfaßt. Auch wird die Optik **3** so festgehalten, daß sie in Richtung der Augenweite des Benutzers verschoben wird, wenn der Knopf **53** wie in **Fig. 31A** gezeigt gedreht wird. In diesem Fall weist die Welle **53** eine Länge auf, bei der sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** über die Weite der Augen des Benutzers oder weiter bewegen kann. Die Höchstweite menschlicher Augen beträgt im allgemeinen 72 mm, so daß sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** seitlich über diese Länge oder weiter bewegen können muß. Das heißt jeder Benutzer kann das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges mit beiden Augen sehen, solange wie die Welle **53** eine Länge aufweist, bei der das Auge zur Betrachtung des virtuellen Bildes das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges von der Innenfläche der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** aus sehen kann.

[0188] Infolgedessen kann die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** einfach außerhalb der rechten oder linken Sichtlinie an eine Stelle verschoben werden, an der das Stützmittel **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges von beiden Augen identifiziert werden kann, wie in **Fig. 31B** dargestellt, und die relativen Positionen, die bestimmt werden, wenn die Bilder von beiden Augen, dem rechten oder dem linken Auge betrachtet werden, wobei das rechte oder linke Auge wie in der obigen Ausführungsform zur Bestimmung des Sehvermögens des nicht dominanten Auges verglichen werden können. Der Vergleich der relativen Positionen des virtuellen Bildes und des Stützmittels **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges ist derselbe wie bei **Fig. 29A** und **29B**.

(8. Ausführungsform)

[0189] **Fig. 32** und **33** sind Modellzeichnungen einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 32** ist eine Vorderansicht und **Fig. 33** ist eine Seitenansicht. Wie bei den obigen Ausführungsformen führen gleiche Komponenten gleiche Bezugsziffern und ihre Erläuterung wird daher weggelassen.

[0190] Bei der obigen Bestimmung des nicht dominanten Auges muß eines der Augen des Benutzers geschlossen sein. Der Muskel um das offene Auge kann sich daher etwas zusammenziehen und die Bestimmung des nicht dominanten Auges beeinflussen. So ist in der vorliegenden Ausführungsform ein Abschattungsmittel **97** zwischen dem Vorrichtungshauptkörper **1** und dem Benutzer **2** vorgesehen, damit das Auge zur Betrachtung des virtuellen Bildes willkürlich unter beiden Augen, einem der Augen oder dem anderen Auge ausgewählt werden kann, damit der Benutzer das nicht dominante Auge bestimmen kann, ohne das Auge zu schließen. Das Abschattungsmittel **97** ist brillenförmig und sein Abschattungsteil umfaßt ein Flüssigkristallbildausgabeelement und ein Polarisationsselement. Der Durchlaßgrad des Abschattungsteils wird durch Anwendung eines Abschattungswahlschalters **97a** gesteuert, der beidseitig des Abschattungsmittels **97** vorgesehen ist; jedesmal wenn der Schalter gedrückt wird, werden wechselweise Abschattung und Durchlaß bereitgestellt. Die Abschattungswahlschalter **97a** sind unabhängig voneinander und Abschattung und Durchlaß werden wechselweise entsprechend dem gedrückten Schalter für das Auge bereitgestellt. In der **Fig. 34** wird Licht auf der Seite des rechten Auges abgeschattet, während es auf der Seite des linken Auges durchgelassen wird. Durch Wiederholen dieser Operation kann zugelassen werden, daß beide Augen oder ein einziges Auge die Bilder betrachtet. Wenn das Abschattungsmittel **97** ein Polarisationsselement umfaßt, können die Blickfelder vor jedem Auge mechanisch und willkürlich durch Bereitstellen eines Schiebeschalters an der Unterseite des Abschattungsmittels **97** blockiert werden. Das Abschattungsmittel **97** kann in den Vorrichtungshauptkörper **1** eingebaut sein.

(9. Ausführungsform)

[0191] **Fig. 35** bis **38** sind Flußdiagramme, die ein Verfahren zum Anbringen der auf dem Kopf getragenen

Visualisierungsvorrichtung auf dem Kopf des Benutzers entsprechend den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschreiben. **Fig. 35** erläutert das Anbringen der Gesamtvorrichtung vor Beginn des Betriebs. **Fig. 36** beschreibt das Verfahren zur Bestimmung des nicht dominanten Auges bei der Ausführungsform in **Fig. 24** und **25**. **Fig. 37** erläutert das Verfahren zur Bestimmung des nicht dominanten Auges in **Fig. 27, 28, 30, 31A** und **31B**. **Fig. 38** beschreibt das Verfahren zur Bestimmung des nicht dominanten Auges bei der Ausführungsform in **Fig. 32** und **33**.

[0192] Da sich wie oben beschrieben herausgestellt hat, daß dadurch, daß die Betrachtung des virtuellen Bildes dem nicht dominanten Auge ermöglicht wird, die Ermüdung verringert wird, weist der Vorrichtungshauptkörper in der vorliegenden Erfindung eine Struktur zur Bestimmung des nicht dominanten Auges auf. Um die Ermüdung zu verhindern, die durch Fehler bei der Auswahl des Auges zur Betrachtung des virtuellen Bildes oder der Anbringung der Vorrichtung verursacht wird, wird unten das Verfahren zum Anbringen des Vorrichtungshauptkörpers auf dem Kopf des Benutzers vor Einleiten eines Betriebes erläutert.

[0193] Wie in **Fig. 35** dargestellt wird der Vorrichtungshauptkörper **1** so auf dem Kopf des Benutzers gehalten, daß sich das Stützmittel **93** oder **95** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges ungefähr in der Mitte der Augenweite des Benutzers befindet. Das Verfahren zur Bestimmung des nicht dominanten Auges der entsprechenden Ausführungsform wird dann zur Durchführung der obigen Prüfung (S1) benutzt, um das nicht dominante Auge des Benutzers zu bestimmen (S2). Danach wird der Knopf **53** gedreht, um die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** zum nicht dominanten Auge zu verschieben (S3), während die Augenweite gleichzeitig eingestellt wird. Der Dioptrieneinstellungsregler **78** wird zum Regeln von Dioptrien während der Betrachtung des virtuellen Bildes **14 (94, 96)** benutzt (S4). Die Anbringung der Vorrichtung ist beendet, wenn die Helligkeit des Rücklichts auf einen Optimalwert eingestellt worden ist.

[0194] **Fig. 36** zeigt die Prozedur für das Verfahren zur Bestimmung des nicht dominanten Auges nach der 5. Ausführungsform. Das Mittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges wird ungefähr in die Mitte der Blickfelder der Augen des Benutzers gesetzt (S10) und das das virtuelle Bild erzeugende optische Mittel **3** wird vor eines der Augen positioniert (S11). Beiden Augen wird erlaubt, ein Bild des Stützmittels **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges und ein durch die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** erzeugtes Bild zu betrachten, um ihre relativen Positionen (A) zu bestimmen (S12). Die relativen Positionen (B) werden nochmals bestimmt, wobei das Auge, das das virtuelle Bild **12b** nicht betrachten muß, geschlossen ist (S13). (A) und (B) werden verglichen, um den Betrag an Fehlansrichtung (C) zu erfassen (S14). Danach wird das das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** zum entgegengesetzten Auge verlegt und eine ähnliche Prozedur zur Bestimmung des Betrags an Fehlansrichtung (F) benutzt (S15, S16, S17). (C) und (F) werden verglichen (S18) und das Auge das geprüft wurde, als eine größere Fehlansrichtung auftrat, wird als das nicht dominante Auge bestimmt (S19, S20, S21).

[0195] In der **Fig. 37** ist die Prozedur für die 6. und 7. Ausführungsform dargestellt. Da das Mittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges sich im toten Raum im Bezug auf das Auge zur Betrachtung des virtuellen Bildes befindet, wird das das virtuelle Bild erzeugende optische Mittel **3** über das Gelenkteil **52** auf die Oberseite des Kopfes des Benutzers in eine Position verlagert, in der das Mittel **93** zur Bestimmung des nicht dominanten Auges von beiden Augen gesehen werden kann, oder der Knopf **53** wird gedreht, um es in Richtung der Augenweite des Benutzers zu verschieben (S31). Zur Bestimmung des nicht dominanten Auges wird dasselbe Verfahren wie oben beschrieben benutzt (S32 bis S40).

[0196] **Fig. 38** zeigt die Prozedur für die 8. Ausführungsform. Wie bei **Fig. 37** wird das das virtuelle Bild erzeugende optische Mittel **3** verschoben, das Abschattungsmittel **97** ist zwischen dem Vorrichtungshauptkörper **1** und dem Benutzer **2** eingebaut und einer von den neben den jeweiligen Augen befindlichen Abschattungswahlschaltern wird willkürlich ausgewählt, damit eines der Augen die Bilder betrachten kann. Danach wird das Abschattungsmittel **97** im Gehäuse untergebracht und das das virtuelle Bild erzeugende optische Mittel **3** vor das bestimmte nicht dominante Auge gesetzt.

[0197] Mit diesen Prozeduren wird eine glatte und leichte Bestimmung des nicht dominanten Auges ermöglicht, dem erlaubt ist, das virtuelle Bild zu betrachten, um eine falsche Auswahl des Auges zur Betrachtung des virtuellen Bildes und die sich ergebende Ermüdung zu vermeiden, egal welche der 5. bis 8. Ausführungsformen benutzt werden. Sie können auch die durch Fehler bei der Anbringung der Vorrichtung verursachte Ermüdung verhindern.

(10. Ausführungsform)

[0198] **Fig. 39** und **40** sind Modellzeichnungen einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 39** ist eine Vorderansicht und **Fig. 40** ist eine Seitenansicht. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** ist dieselbe wie beispielsweise bei der Ausführungsform in **Fig. 20** und ihre Beschreibung wird daher weggelassen.

[0199] Die Struktur in **Fig. 39** und **40** weist denselben Grundaufbau wie die Struktur nach der Ausführungsform in **Fig. 27** und **28** auf.

[0200] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Vorrichtungshauptkörper **1** im Bezug auf die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** gegenüber dem Benutzer **2** und außerhalb des Bewegungsraums der Optik **3** angeordnet und enthält die teilweise transparente Schutzplatte **92**, die die Blickfelder beider Augen des Benutzers **2** teilweise überdeckt. Die teilweise transparente Schutzplatte **92** wird allgemein bei monokularen, auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtungen dazu benutzt, Verringerungen des Kontrasts von Informationen des virtuellen Bildes zu verhindern, die dadurch verursacht werden, daß optische Informationen auf das Auge auftreffen, das das virtuelle Bild nicht betrachten muß (das rechte Auge **12R** in dem in der Figur gezeigten Beispiel). In der vorliegenden Ausführungsform kann die teilweise transparente Schutzplatte **92**, da sie außerhalb des Bewegungsbereichs der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** positioniert ist, dem Auge, das das virtuelle Bild nicht sehen muß, zugeführte Informationen teilweise entfernen ungeachtet der Verschiebung der Optik **3** zum rechten oder linken Auge des Benutzers.

[0201] Während der Vorrichtungshauptkörper **1** in Betrieb ist muß die optische Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** (siehe **Fig. 20**) zur Sichtlinie des Benutzers ausgerichtet sein. Da jedoch die auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung auf dem Kopf des Benutzers angebracht ist verändert sich der Abstand zwischen der Linse **11** und dem Auge zur Betrachtung des virtuellen Bildes in Abhängigkeit von der Form des Kopfes des Benutzers. Die Linse **11** ist gewöhnlich so eingestellt, daß sie einen relativ weiten effektiven Bereich zum Kompensieren der Veränderung aufweist. Wenn daher die optische Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** innerhalb des effektiven Bereichs etwas von der Sichtlinie des Benutzers abweicht wird diese Fehlausrichtung manchmal vom Benutzer **2** nicht wahrgenommen und er leidet an Ermüdung.

[0202] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist, um eine derartige Fehlausrichtung zu vermeiden, ein Schlitz **100**, der als Ortsmarkierung wirkt, an der teilweise transparenten Schutzplatte **92** in der Zwischenposition zwischen der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3**, wenn sie vor das rechte Auge des Benutzers plaziert ist und derselben Optik **3**, wenn sie vor das linke Auge des Benutzers plaziert ist, vorgesehen. Die teilweise transparente Schutzplatte **92** ist zwischen dem nahen Punkt des Auge des Benutzers und dem Benutzer **2** angeordnet, so daß der Schlitz **100** an der Schutzplatte **92** natürlich im Bezug auf das Auge des Benutzers defokussiert ist. Die Position des Schlitzes **100** kann jedoch identifiziert werden, solange wie er eine entsprechende Größe aufweist. So kann der Benutzer, nachdem er den Vorrichtungshauptkörper **1** auf seinem Kopf anbringt, den Schlitz **100** allgemein zu der Mittellinie **85** des Benutzers ausrichten, indem er den Vorrichtungshauptkörper **1** um seinen Kopf herum dreht, so daß der Schlitz **100** zur Mitte seines Gesichts ausgerichtet ist. Dadurch wird das Vorkommen der durch Mißbrauch einschließlich von Fehlausrichtung verursachten Ermüdung verringert. Die Ortsmarkierung, die als Stützmittel zur Bestimmung der Mitte wirkt, ist nicht auf den Schlitz **100** begrenzt, solange wie sie ausreichende Größe und Farbe aufweist, um vom Benutzer **2** identifiziert zu werden. Sie kann beispielsweise aus einem Aufdruck oder aus Farbe auf der teilweise transparenten Schutzplatte **92** bestehen.

(11. Ausführungsform)

[0203] **Fig. 41** ist eine Seitenansicht einer auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung, die eine elfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0204] Bei dieser Ausführungsform weist der Vorrichtungshauptkörper **1** ein Nasenstützmittel **101** auf, das als Stützmittel zur Bestimmung der Mitte wirkt, in der Zwischenposition zwischen der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3**, wenn sie vor dem rechten Auge des Benutzers plaziert ist, und derselben Optik **3**, wenn sie vor dem linken Auge des Benutzers plaziert ist. Das Nasenstützmittel **101** ist am Vorrichtungshauptkörper **1** angebracht und weist einen Drehstützpunkt **102** außerhalb des Bewegungsraums der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** auf. Das gesamte Nasenstützmittel **101** wird bewegbar außerhalb des Bewegungsraums der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** wie durch die gestrichelte Linie in der Figur dargestellt getragen. Das Nasenstützmittel **101** umfaßt ein Nasenstützteil **103**, das auf der Nase des Benutzers sitzt und ein Einstellteil **104** zum Einstellen der Länge des Nasenstützmittels **101**, und das Nasenstützteil **103** kann durch Drehen des Einstellmittels **104** in der axialen Richtung des Nasenstützmittels **101** bewegt werden.

[0205] Bei diesem Aufbau kann der Benutzer **2** seine Mittellinie **85** zu der Zwischenposition zwischen der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3**, wenn sie vor dem rechten Auge des Benutzers plaziert ist und derselben Optik **3**, wenn sie vor dem linken Auge des Benutzers plaziert ist, ausrichten, indem er den Vorrichtungshauptkörper **1** auf seinem Kopf anbringt und die Länge des Nasenstützmittels **101** so einstellt, daß es auf der Nase des Benutzers sitzt. Durch nachfolgendes Verlegen des Nasenstützmittels **101** in den Raum außerhalb des Bewegungsraums der das virtuelle Bild erzeugenden Optik kann die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** ohne Behinderung nach rechts oder nach links verschoben werden. Das Nasenstützmittel **101** kann nur dann in den Raum außerhalb des Bewegungsraums der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** verlegt werden, wenn die Optik zu verschieben ist, oder darf die Nase des Benutzers nur dann kontaktieren, wenn die Mitte zu bestimmen ist und ist ansonsten im Vorrichtungshauptkörper **1** untergebracht. Das letztere Verfahren ist wirkungsvoll, wenn die Verwendung dieses Mittels mit einer Brille umständlich ist oder der Benutzer des andauernden Kon-

takts mit diesem Mittel überdrüssig ist.

[0206] Wie oben beschrieben wird durch diese Ausführungsform auch das Auftreten der Ermüdung verringert, die durch Mißbrauch der Vorrichtung einschließlich einer Fehlausrichtung verursacht wird.

(12. Ausführungsform)

[0207] **Fig. 42** ist eine Vorderansicht einer auf dem Kopf getragenen Visualisierungsvorrichtung, die eine zwölfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0208] Das Stützmittel zur Bestimmung der Mitte in der **Fig. 42** ist der in der 10. Ausführungsform oben beschriebene Schlitz **100** und der Benutzer **2** bestimmt die Mitte des Vorrichtungshauptkörpers **1** wie oben beschrieben. Vor Betrachtung des virtuellen Bildes dreht der Benutzer **2** auch den Knopf **53** zur Auswahl der Betrachtungsweise zum Sehen des virtuellen Bildes und um die Augenweite des Benutzers einzustellen. Auf der teilweise transparenten Schutzplatte **92** und einer Wand oberhalb der Schutzplatte ist eine in **Fig. 42** dargestellte Anzeige **104** vorgesehen. Da die teilweise transparente Schutzplatte **92** teilweise Licht durchläßt, kann durch Betrachtung des Vorrichtungshauptkörpers **1** von vorne die Verschiebung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** von der Skala abgelesen werden, hinter der sich die Bezugsfläche (beispielsweise die Nasenseite der Optik **3** beim Benutzer) der Optik **3** befindet.

[0209] Wenn daher der Benutzer **2** die Vorrichtung wiederholt benutzen muß, kann eine Fehlausrichtung weiterhin dadurch verhindert werden, daß die Verschiebung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** abgelesen wird, um sie vor Anbringen des Vorrichtungshauptkörpers **1** in die festgelegte Position zu verschieben, in Kombination mit der nachfolgenden Bestimmung der Mitte.

[0210] Die Anzeige **104** ist nicht auf die in der **Fig. 42** gezeigte begrenzt, sondern kann aus Ziffern bestehen, die unmittelbar der Augenweite des Benutzers entsprechen, oder einer bewegbar und feststellbar vorgesehene Markierung zur Anzeige der Verschiebung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3**. Anstelle des Schlitzes **100** kann natürlich das obige Nasenstützmittel **101** als das Stützmittel zur Bestimmung der Mitte benutzt werden.

(13. Ausführungsform)

[0211] **Fig. 43** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht von peripheren Mechanismen für den Knopf **53** in der obigen Ausführungsform und zeigt das Teil (a) in der **Fig. 39**.

[0212] In dieser Figur erstreckt sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers und wird über eine schraubenartige Welle **105** gehalten, um sich annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers zu bewegen. Aufgrund ihres im Vorrichtungshauptkörper **1** angebrachten nichtschraubenartigen Teils **106** wird die Welle **105** so gehalten, daß sie sich dreht, ohne den Vorrichtungshauptkörper **1** zu beeinflussen. Jenseits des nichtschraubenförmigen Teils weist die Welle **105** einen weiteren Schraubenteil **107** auf, der mit dem Knopf **53** verbunden ist. Mit dem Schraubenteil **107** ist eine Spannvorrichtung **108** spiralförmig verbunden. Der Einfachheit halber ist nur ein Ende der Welle **105** dargestellt, aber das andere Ende weist einen ähnlichen Aufbau auf.

[0213] Ein Verschiebemittel mit einem Befestigungsmechanismus des obigen Aufbaus führt die Verschiebung wie folgt aus. Wenn der Knopf **53** gedreht wird, bewegt sich die Welle **105** entsprechend der Drehung, um sich ohne Beeinflussung des Vorrichtungshauptkörpers **1** zu drehen. So bewegt sich die mit der Welle **105** spiralförmig verbundene und daran angebrachte das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers. Nachdem sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** in eine gewünschte Position bewegt hat, wird die Spannvorrichtung **108** so gedreht, daß sie die Seitenwand des Vorrichtungshauptkörpers **1** berührt. Dann kann der Knopf **53** nicht mehr gedreht werden. Wenn umgekehrt unter diesen Umständen die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** wieder zu verschieben ist, wird die Spannvorrichtung **108** zurückgedreht, um die Seitenwand des Vorrichtungshauptkörpers **1** zu verlassen.

[0214] Wenn derselbe Benutzer Bilder wiederholt betrachten muß, kann infolgedessen eine Fehlausrichtung weiterhin aufgrund der Vorbefestigung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** in der optimalen Position des Benutzers in Kombination mit der nachfolgenden Bestimmung der Mitte verhindert werden.

(14. Ausführungsform)

[0215] **Fig. 44** ist eine Modellzeichnung einer vierzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigt eine vergrößerte Ansicht einer internen Optik.

[0216] Bei der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** wird der optische Weg eines vom Bildausgabeelement **9** erzeugten und ausgegebenen Bildlichts durch einen teildurchlässigen Spiegel **110** geändert und wird dann von der Linse **11** als ein Bild im Auge **12** des Benutzers erzeugt. Wenn die Bilderzeugungsfläche des Bildausgabeelements **9** zwischen dem objektseitigen Brennpunkt der Linse **11** und der Linse **11** angeordnet ist und

sich das Auge **12** zur Betrachtung des virtuellen Bildes in der Nähe des bildseitigen Brennpunkts der Linse **11** befindet, ermöglicht der Bilderzeugungseffekt der Linse **11**, daß das vergrößerte virtuelle Bild **14** von Bildschirminformationen auf der Verlängerung der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** gesehen wird. Auch weist diese Ausführungsform ein Pupillenerkennungsmittel mit einem Pupillenerkennungssensor **111** und einer infraroten LED **112** auf der Durchlaßachse des teildurchlässigen Spiegels **110** und in einer der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** entsprechenden Position auf.

[0217] Ein von der infraroten LED **112** ausgegebenes Infrarotlicht durchdringt den teildurchlässigen Spiegel **110**, wird dann durch die Pupille des Benutzers reflektiert und durchdringt wieder den teildurchlässigen Spiegel **110**. Das Licht wird dann vom Pupillenerkennungssensor **111** aufgenommen, um zur Erkennung der Position der Pupille seine Stärke zu erfassen. Durch Drehen des seitlich hervorstehenden Reglers **53** (siehe **Fig. 45** usw.) wird die Welle **51** ohne den Vorrichtungshauptkörper **1** zu beeinflussen gedreht. Die spiralförmig mit der Welle **51** verbundene das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** kann so annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers verschoben werden. In diesem Fall läßt sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** stabiler bewegen, indem die Optik **3** mit einer Führungswelle **113** oder einer Führungsebene parallel zu einer Welle **A4** ausgestattet wird.

[0218] Zur Verschiebung und Positionierung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** vor dem rechten oder linken Auge dreht der Benutzer **2** den Regler **53** der Welle **51**, um das Rücklicht **8** auszulöschen. Nachdem er die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in eine Position verschoben hat, in der das gesamte virtuelle Bild **14** gesehen werden kann, schaltet der Benutzer die hinter dem teildurchlässigen Spiegel **110** befindliche infrarote LED **112** ein, benutzt den Pupillenerkennungssensor **111** zum Messen der Stärke des von der Pupille reflektierten infraroten Lichts und führt das Ergebnis zur Antriebsschaltung **75** zurück. Die Antriebsschaltung **75** vergleicht Daten über die Menge des von dem Pupillenerkennungssensor **111** übertragenen reflektierten Lichts mit der voreingestellten Menge reflektierten Lichts. Wenn die Menge in den Daten nicht dem Vorgabewert gleich ist, wird ein Mittel zum Informieren des Benutzers über eine Fehlausrichtung zum Alarmieren des Benutzers **2** benutzt. Dafür kann beispielsweise ein Summer **115** (siehe **Fig. 45**) aktiviert werden, es kann zugelassen werden, daß das Bild vom Bildausgabeelement verschwindet und das Rücklicht **8** dabei daran gehindert wird, sich einzuschalten, oder ein Bild wie beispielsweise eine Alarmanzeige kann das virtuelle Bild **14** überlappen.

[0219] Ein einfacher Alarm wie beispielsweise ein Summertone dient zur Vereinfachung des Aufbaus der Vorrichtung und kann vom Benutzer leicht wahrgenommen werden. Wenn ermöglicht wird, daß das Bild vom Bildausgabeelement **9** verschwindet, kann der Benutzer das Bild nur dann sehen, wenn er die Fehlausrichtung korrigiert. Mit diesem Verfahren kann daher der Mißbrauch der Vorrichtung aufgrund der Fehlausrichtung der Pupille **114** des Benutzers zu der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** verhindert werden und der Benutzer kann den Mißbrauch ohne Auswirkung auf ihn umgebende Personen wahrnehmen. Wenn zugelassen wird, daß ein bestimmtes Bild das virtuelle Bild überlappt, kann der Benutzer den Mißbrauch ohne Auswirkung auf ihn umgebende Personen selbst unter geräuschvollen Bedingungen oder selbst wenn er oder sie schwerhörig ist wahrnehmen.

[0220] Wie oben beschrieben kann nach dieser Ausführungsform die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers verschoben werden und das Pupillenerkennungsmittel kann dazu benutzt werden, die Position der Optik **3** genau und leicht auf die Position der Pupille einzustellen. Infolgedessen wird vermieden, daß der Benutzer **2** seine Augäpfel unnatürlich bewegt, so daß die durch die Fehlausrichtung der Pupille des Benutzers zu der Vorrichtung verursachte Ermüdung der Augen vermieden und der Aufbau des zugehörigen Einstellmechanismus vereinfacht wird.

[0221] Da zusätzlich das Pupillenerkennungsmittel auf der Durchlaßachse des teildurchlässigen Spiegels **110** und in einer der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** entsprechenden Position vorgesehen ist, kann der Aufbau dieses Mittels vereinfacht werden und die Position der Pupille des Benutzers kann ohne Vergrößerung der Größe des Vorrichtungshauptkörpers erfaßt werden.

(15. Ausführungsform)

[0222] **Fig. 45** ist eine Modellzeichnung einer 15. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigt eine vergrößerte Ansicht einer internen Optik.

[0223] Bei der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** durchdringt ein vom Bildausgabeelement **9** erzeugtes und ausgegebenes Bildlicht den teildurchlässigen Spiegel **110** und wird durch die Linse **11** als Bild im Auge **12** des Benutzers erzeugt. Wenn die Bilderzeugungsfläche des Bildausgabeelements **9** zwischen dem objektseitigen Brennpunkt der Linse **11** und der Linse **11** angeordnet ist und das Auge **12** zur Betrachtung des virtuellen Bildes sich in der Nähe des bildseitigen Brennpunkts der Linse **11** befindet, kann das vergrößerte virtuelle Bild **14** von Bildschirminformationen aufgrund des Bilderzeugungseffekts der Linse **11** auf der Verlängerung der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** gesehen werden. Der teildurchlässige Spiegel **110** ist auf dem optischen Weg zwischen dem Bildausgabeelement **9** und dem Auge **12** angeordnet und das Pu-

pillenerkennungsmittel mit dem Pupillenerkennungssensor **111** und der infraroten LED **112** befindet sich auf dem Weg des reflektierten Lichts des teildurchlässigen Spiegels **110** und in einer der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** entsprechenden Position.

[0224] Ein von der infraroten LED **112** ausgegebenes infrarotes Licht wird von dem teildurchlässigen Spiegel **110**, dann von der Pupille des Benutzers und dann wieder vom teildurchlässigen Spiegel **110** reflektiert. Das Licht wird dann vom Pupillenerkennungssensor **111** aufgenommen, um zur Erkennung der Position der Pupille seine Stärke zu erfassen.

[0225] Um die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** vor das rechte oder linke Auge zu verschieben und zu positionieren dreht der Benutzer **2** den Regler **53** (siehe **Fig. 45** usw.) der Welle **51**, um das Rücklicht **8** auszulöschen. Nachdem er die das virtuelle Bild erzeugende Optik annähernd in eine Position verschoben hat, in der das gesamte virtuelle Bild **14** gesehen werden kann, schaltet er die auf der Reflexionsachse des teildurchlässigen Spiegels **110** befindliche infrarote LED **112** ein, benutzt den Pupillenerkennungssensor **111** zum Messen der Stärke des von der Pupille reflektierten infraroten Lichts und führt das Ergebnis zur Antriebsschaltung **75** zurück. Die Antriebsschaltung **75** vergleicht Daten über die Menge des vom Pupillenerkennungssensor **111** übertragenen reflektierten Lichts mit der Vorgabemenge reflektierten Lichts. Wenn die Menge in den Daten nicht dem Vorgabewert gleich ist, wird ein Mittel zum Informieren des Benutzers über die Fehlansrichtung, beispielsweise der Summer **115** dazu benutzt, den Benutzer **2** über die Fehlansrichtung zu informieren.

[0226] Wie oben beschrieben läßt sich die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers verschieben und der Pupillenerkennungssensor **111** kann zur genauen und leichten Einstellung der Position der Optik **3** auf die Position der Pupille benutzt werden. Infolgedessen wird vermieden, daß der Benutzer **2** seine Augäpfel unnatürlich bewegt, wodurch die durch die Fehlansrichtung der Pupille des Benutzers zu der Vorrichtung verursachte Ermüdung der Augen vermieden und der Aufbau des zugehörigen Einstellmechanismus vereinfacht wird.

[0227] Zusätzlich kann, da der teildurchlässige Spiegel **110** auf dem optischen Weg zwischen dem Bildausgabeelement **9** und der Pupille des Benutzers angeordnet ist, diese Vorrichtung auf die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** einer linearen Anordnung wie der in **Fig. 45** gezeigten angewandt werden, wodurch die Pupille des Benutzers ohne Vergrößerung der Größe des Vorrichtungshauptkörpers erfaßt werden kann.

(16. Ausführungsform)

[0228] **Fig. 46** ist eine Modellzeichnung einer 16. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zeigt eine vergrößerte Ansicht einer internen Optik.

[0229] Nachdem ein vom Bildausgabeelement **9** erzeugtes und ausgegebenes Bildlicht einen teildurchlässigen Spiegel **116** durchdrungen hat, wird sein optischer Weg durch den teildurchlässigen Spiegel **110** geändert und dann von der Linse **11** als Bild im Auge des Benutzers erzeugt. Wenn die Bilderzeugungsoberfläche des Bildausgabeelements **9** zwischen dem objektseitigen Brennpunkt der Linse **11** und der Linse **11** angeordnet ist und das Auge **12** zur Betrachtung des virtuellen Bildes sich in der Nähe des bildseitigen Brennpunkts der Linse **11** befindet, kann das vergrößerte virtuelle Bild **14** von Bildschirminformationen aufgrund des Bilderzeugungseffekts der Linse **11** auf der Verlängerung der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** gesehen werden. Das Pupillenerkennungsmittel mit dem Pupillenerkennungssensor **111** und der infraroten LED **112** befindet sich auf dem Weg des reflektierten Lichts des teildurchlässigen Spiegels **116** und in einer der optischen Achse **13** der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** entsprechenden Position.

[0230] Ein von der infraroten LED **112** ausgegebenes infrarotes Licht wird vom teildurchlässigen Spiegel **116**, dann vom teildurchlässigen Spiegel **110**, dann von der Pupille des Benutzers und dann wieder vom teildurchlässigen Spiegel **110** reflektiert. Das Licht wird dann vom teildurchlässigen Spiegel **116** reflektiert und vom Pupillenerkennungssensor **111** aufgenommen, um zur Erkennung der Position der Pupille seine Stärke zu erfassen.

[0231] Um die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** vor das rechte oder linke Auge zu verschieben und zu positionieren dreht der Benutzer **2** den Regler **53** (siehe **Fig. 45**) der Welle **51**, um das Rücklicht **8** auszulöschen. Nachdem er die das virtuelle Bild erzeugende Optik annähernd in eine Position verschoben hat, in der das gesamte virtuelle Bild **14** gesehen werden kann, schaltet der Benutzer die auf den Reflexionsachsen der teildurchlässigen Spiegel **110** und **116** befindliche infrarote LED **112** ein, benutzt den Pupillenerkennungssensor **111** zum Messen der Stärke von von der Pupille reflektiertem infraroten Licht und führt das Ergebnis zur Antriebsschaltung **75** zurück. Die Antriebsschaltung **75** vergleicht Daten über die Menge des vom Pupillenerkennungssensor **111** übertragenen reflektierten Lichts mit der Vorgabemenge reflektierten Lichts. Wenn die Menge in den Daten nicht dem Vorgabewert gleich ist, wird beispielsweise wie in den obigen Ausführungsformen (**14** und **15**) der Summer **115** zum Informieren des Benutzers **2** über die Fehlansrichtung benutzt.

[0232] Wie oben beschrieben kann nach dieser Ausführungsform die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers verschoben werden und das Pupillenerkennungsmittel kann zur genauen und leichten Einstellung der Position der Optik **3** auf die Position der Pupille benutzt werden.

Infolgedessen wird verhindert, daß der Benutzer **2** seine Augäpfel unnatürlich bewegt, so daß die durch die Fehlausrichtung der Pupille des Benutzers zu der Vorrichtung verursachte Ermüdung der Augen vermieden und der Aufbau des zugehörigen Einstellmechanismus vereinfacht wird.

[0233] Da zusätzlich der teildurchlässige Spiegel **116** auf der Reflexionsachse des teildurchlässigen Spiegels **110** angeordnet ist, blockiert das Pupillenerkennungsmittel nicht das Blickfeld und es wird möglich, diese Vorrichtung auf die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** der Durchsichtart, wie sie in **Fig. 46** dargestellt ist, anzuwenden. Zusätzlich ist der Einfallwinkel von Licht auf den teildurchlässigen Spiegel **116** auf einen kleinen Wert eingestellt, so daß die Pupille des Benutzers ohne die Größe des Vorrichtungshauptkörpers **1** zu vergrößern erkannt werden kann.

[0234] Wenn die optische Wirkung der Linse **11** aufgehoben werden muß, um die Sicht nach außen zu betrachten, kann eine Linse, mit der die optische Wirkung der Linse **11** aufgehoben werden kann, auf der Durchlaßachse des teildurchlässigen Spiegels **110** angeordnet werden.

(17. Ausführungsform)

[0235] **Fig. 47** und **48** sind Modellzeichnungen einer vierzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 47** ist eine Draufsicht und **Fig. 48** ist eine Seitenansicht. Der interne Aufbau der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** ist der gleiche wie bei der Ausführungsform in **Fig. 44** und seine Beschreibung wird daher weggelassen.

[0236] Der Vorrichtungshauptkörper **1** umfaßt die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3**, die sich vor einem Auge des Benutzers **2** befindet. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** ist spiralförmig mit der Welle **51** verbunden, die so gehalten wird, daß sie sich ohne Beeinflussung des Vorrichtungshauptkörpers **1** dreht, sich annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers erstreckt und schraubenförmig ist und in das Halteteil **43** eingreift. Auf der Seite weist die Welle **51** einen Motor **116** auf, der als Antriebsmittel wirkt und Antreiben des Motors **116** bewirkt ein Drehung der Welle **51** ohne Beeinflussung des Vorrichtungshauptkörpers **1**. So kann die spiralförmig mit der Welle **51** verbundene das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers verschoben werden. Die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** kann stabiler verschoben werden, indem die Optik **3** mit der Führungswelle **113** oder der Führungsebene parallel zur Welle **51** ausgestattet ist.

[0237] Zum Verschieben und Positionieren der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** vor dem rechten oder linken Auge löscht der Benutzer **2** das Rücklicht **8** aus, benutzt den Pupillenerkennungssensor **111** zum Erkennen der Position seiner Pupille und führt das Ergebnis zur Antriebsschaltung **75** zurück. Die Antriebsschaltung **75** vergleicht Daten über die Menge des vom Pupillenerkennungssensor **111** übertragenen reflektierten Lichts mit der Vorgabemenge reflektierten Lichts. Aufgrund der Ergebnisse des Vergleichs regelt die Antriebsschaltung **75** ihre eigene Antriebsleistung zum Verschieben der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3**.

[0238] Wie oben beschrieben kann die das virtuelle Bild erzeugende Optik **3** annähernd in Richtung der Augenweite des Benutzers verschoben werden und der Pupillenerkennungssensor **111** kann zur genauen und leichten Einstellung der Position der Optik **3** auf die Position der Pupille benutzt werden. Infolgedessen wird vermieden, daß der Benutzer **2** seine Augäpfel unnatürlich bewegt, so daß die durch die Fehlausrichtung der Pupille des Benutzers zu der Vorrichtung verursachte Ermüdung vermieden und der Aufbau des zugehörigen Einstellmechanismus vereinfacht wird.

[0239] Weiterhin können Positionen automatisch eingestellt werden, so daß die Vorrichtung leicht angebracht und das Anbringen und die Entfernung der Vorrichtung wiederholt auf die gleiche Weise ausgeführt werden kann.

[0240] Die Position des Pupillenerkennungsmittels ist nicht auf die in der **Fig. 44** gezeigte begrenzt und diese Ausführungsform ist auch auf die Positionen in den **Fig. 45** und **46** anwendbar.

(18. Ausführungsform)

[0241] **Fig. 49** und **50** sind Modellzeichnungen einer achtzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 49** ist eine Draufsicht und **Fig. 50** ist eine Seitenansicht. Der interne Aufbau der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** und des Vorrichtungshauptkörpers **1** sind die gleichen wie in der obigen Ausführungsform und führen daher dieselben Bezugsziffern, und ihre Beschreibung wird daher weggelassen.

[0242] Der Vorrichtungshauptkörper **1** greift über ein Gelenkteil **118** in das Halteteil **43** ein und der Winkel zwischen dem Vorrichtungshauptkörper **1** und dem Halteteil **43** kann über das Gelenkteil **118** verändert werden. d. h. die Neigung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** im Bezug auf das Auge **12** des Benutzers kann korrigiert werden. In dieser Ausführungsform kann eine beliebige der Konstruktionen der 14. bis 17. Ausführungsformen dazu benutzt werden, den Benutzer über durch die Neigung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** verursachte Fehlausrichtung zu informieren.

[0243] Vom Benutzer **2** kann die Neigung des Vorrichtungshauptkörpers **1**, insbesondere der das virtuelle Bild

erzeugenden Optik **3** über das Gelenkteil **118** verstellt werden, bis der Alarm vom Mittel zum Informieren des Benutzers über Fehlausrichtung aufgehoben ist.

[0244] Wie oben beschrieben kann die Neigung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik **3** genau und leicht auf Grundlage der vom Pupillenerkennungssensor **111** bestimmten Position der Pupille korrigiert werden. Infolgedessen wird vermieden, daß der Benutzer **2** seine Augäpfel unnatürlich bewegt, so daß die durch die Fehlausrichtung der Pupille des Benutzers zu der Vorrichtung verursachte Ermüdung der Augen vermieden und der Aufbau des zugehörigen Einstellmechanismus vereinfacht wird.

[0245] Das Gelenkteil **118** kann auf das Halteteil **43** zu gefaltet werden, um Raum zu sparen.

[0246] Obwohl der Aufbau zur Neigungskorrektur unabhängig benutzt werden kann, wird durch Verwendung dieser Konstruktion bei den obigen Ausführungsformen (**Fig. 44 bis 48**) ermöglicht, daß sowohl die horizontale Position als auch die Neigung genau und leicht eingestellt werden können, wodurch die sich ergebende Ermüdung minimiert wird.

[0247] In diesem Fall kann dasselbe Pupillenerkennungsmittel benutzt werden.

(19. Ausführungsform)

[0248] **Fig. 51 bis 54** sind Modellzeichnungen einer Ausführungsform, bei der die auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Tastatur benutzt wird. Die Optik in einem Monitorteil umfaßt das Bildausgabeelement **9** mit der Flüssigkristalltafel **7** und dem Rücklicht **8**, eine Vergrößerungslinse **121**, einen teildurchlässigen Spiegel **122**, dessen Rückfläche eine Reflexionsfläche ist, und einen vollreflektierenden Spiegel **123**, dessen Vorderfläche eine Reflexionsfläche ist, nach der Darstellung in **Fig. 51**. Der vollreflektierende Spiegel **123** kann willkürlich zwischen seinem geschlossenen Zustand in der **Fig. 51** und seinem geöffneten Zustand in der **Fig. 52** umgeschaltet werden. Im geöffneten Zustand des in **Fig. 52** vollreflektierenden Spiegels **123** wird ein von der Flüssigkristalltafel **7** erzeugtes Bild von der Rückfläche des teildurchlässigen Spiegels **122** reflektiert und tritt in das Beobachtungsauge **12** ein, während gleichzeitig ein Bild einer Sicht nach außen wie beispielsweise einer Tastatur ebenfalls in das beobachtende Auge **12** eintritt. Im geschlossenen Zustand des in **Fig. 51** gezeigten vollreflektierenden Spiegels **123** wird das Licht eines durch die Flüssigkristalltafel **7** erzeugten Bildes, das den teildurchlässigen Spiegel **122** durchdrungen hat, durch die Oberfläche des vollreflektierenden Spiegels **123** reflektiert und tritt in den teildurchlässigen Spiegel **122** ein. Die Reflexionsflächen des teildurchlässigen Spiegels **122** und des vollreflektierenden Spiegels **123** haften jedoch aneinander, so daß Licht zu einem Doppelbild wird, das niemals in das beobachtende Auge **12** eintritt. In diesem Fall tritt nur das durch die Flüssigkristalltafel **7** erzeugte Bildlicht mit geringem Verlust in das beobachtende Auge **12** ein. Nach der Darstellung in **Fig. 53** kann sich ein Monitorteil **130** entlang einem Gleittrillenteil **125** in einem Rahmen **124** bewegen. Das Monitorteil **130** wird durch Festziehen einer Befestigungsschraube **126** am Rahmen **124** befestigt und durch einen Befestigungsregler **127** festgehalten. Signale und Strom werden dem Monitorteil **130** über ein Kabel **128** zugeführt.

[0249] Vor Beginn einer Operation kann der Bediener ein durch die Flüssigkristalltafel **7** erzeugtes Bild und ein überlappendes Bild von den Bediener umgebenden Objekten einschließlich der Tastatur betrachten, wobei der vollreflektierende Spiegel **123** wie in **Fig. 52** gezeigt in den geöffneten Zustand versetzt ist. In diesem Zustand können die Sichtabstände zwischen dem Auge des Bedieners und dem virtuellen Bild und zwischen dem Auge und der Tastatur genau durch Verschieben der Flüssigkristalltafel **7** in Richtung der optischen Achse zum Verändern der Länge des optischen Weges eingestellt werden, um die Dioptrien zwischen dem Bild und der Tastatur einzustellen. Da weiterhin das Monitorteil **130** wie in **Fig. 53** dargestellt entlang dem Gleittrillenteil **125** im Rahmen **124** bewegt werden kann, können die Auswahl des Auges, über das das Monitorteil plaziert wird, die Bereitstellung entsprechender Einstellungen für die Sichtlinie und die Anordnung der Positionen des Bildes und der Tastatur flexibel und genau ausgeführt werden. Danach schaltet der Bediener den vollreflektierenden Spiegel **123** in seinen geschlossenen Zustand um, um eine Operation zu beginnen. Dies erspart dem Bediener die Fokussierung seines Auges, die aufgrund des Unterschiedes zwischen den Sichtentfernungen zum Bild und zur Tastatur erforderlich sein kann, wenn der Blick des Bedieners zwischen dem Bild und der Tastatur wechselt, wodurch die Arbeitseffizienz bedeutend verbessert wird, um seine Ermüdung wesentlich zu verringern. Obwohl der vollreflektierende Spiegel **123** bei dieser Ausführungsform unter Verwendung eines Endes desselben als Stützpunkt geöffnet und geschlossen werden kann, kann dieselbe Wirkung mit einer abnehmbaren Struktur erzeugt werden.

(20. Ausführungsform)

[0250] **Fig. 55 bis 57** sind Modellzeichnungen einer weiteren Ausführungsform, bei der die auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Tastatur benutzt wird. Die Optik in einem Monitorteil umfaßt das Bildausgabeelement **9** mit der Flüssigkristalltafel **7** und dem Rücklicht **8**, die Vergrößerungslinse **121** und den vollreflektierenden Spiegel **123**, dessen Vorderfläche wie in **Fig. 55** gezeigt

eine Reflexionsfläche ist. Das Monitorteil **130** in der **Fig. 56** ist über ein Gelenk an einem Beobachtungsfenster **127** befestigt und das Beobachtungsfenster **127** ist drehbar entlang dem Gleitrillenteil **125** im Rahmen **124** angebracht. Die Anbringungsstruktur ist dieselbe wie bei der obigen Ausführungsform (**Fig. 54**) und ihre Figur und Beschreibung sind daher weggelassen worden. Die Öffnung des Beobachtungsfensters **127** hat dieselbe Größe wie die Außenform des Bildschirms des Monitorteils und die Position des Beobachtungsfensters **127** ist so eingestellt, daß der Querschnitt des Blickfeldes, das bei Betrachtung des virtuellen Bildes benutzt wird, zur Öffnung des Beobachtungsfensters **127** ausgerichtet ist.

[0251] Vor Beginn einer Operation klappt der Bediener das Monitorteil **130** hoch, so daß es oberhalb des Blickfeldes ruht, und verschiebt das Beobachtungsfenster **127** entlang dem Gleitrillenteil **125**, während er die Sicht nach außen durch das Beobachtungsfenster **127** betrachtet, und wählt dadurch das Auge aus, über das das Monitorteil gesetzt wird, stellt die Sichtlinie ein und ordnet die Positionen **129** des Bildes und der Tastatur **128** an. Danach wird das Monitorteil **130** herabgelassen und festgezogen. Damit können die Positionen des Bildes und der Tastatur flexibel und genau bestimmt werden und dadurch die zweidimensionale Überlappung des Bildes und der Tastatur vermieden werden, um die Arbeitseffizienz zu verbessern und die Ermüdung des Benutzers zu verringern.

(21. Ausführungsform)

[0252] **Fig. 58 bis 60** sind Modellzeichnungen einer weiteren Ausführungsform, bei der die auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer Tastatur benutzt wird. Die Optik im Monitorteil ist die gleiche wie bei der Ausführungsform in **Fig. 55 bis 57** und ihre Figur und Beschreibung werden daher weggelassen. Nach der Darstellung in **Fig. 58 und 59** sind das Beobachtungsfenster **127** und das Monitorteil **130** abnehmbar an einer festen Kralle **131** angebracht, die beweglich entlang dem Gleitrillenteil **125** des Rahmens **124** angeordnet ist. Die Befestigungsstruktur ist dieselbe wie bei der obigen Ausführungsform (**Fig. 54**) und ihre Figur und Beschreibung werden daher weggelassen. Die Öffnung des Beobachtungsfensters **127** ist von derselben Größe wie die Außenform des Bildschirms des Monitorteils und die Position des Beobachtungsfensters **127** ist so eingestellt, daß der Querschnitt des bei Betrachtung des virtuellen Bildes benutzten Blickfeldes zur Öffnung des Beobachtungsfensters **127** ausgerichtet ist.

[0253] Nach der Darstellung in der **Fig. 58** bringt der Bediener das Beobachtungsfenster **127** an der Befestigungskralle **131** an, die entlang dem Gleitrillenteil **125** bewegt werden kann, und verschiebt das Fenster **127**, während er entsprechende Objekte dadurch betrachtet, um das Auge auszuwählen, über das das Monitorteil gesetzt wird, zum Einstellen der Sichtlinie, und zum Bestimmen der Positionen des Bildes und der Tastatur. Danach entfernt der Bediener das Beobachtungsfenster **127** und bringt das Monitorteil **130** an der unter Verwendung des Beobachtungsfensters **127** wie in **Fig. 59** gezeigten bestimmten Position an und befestigt es dort. Damit können die Positionen des Bildes und der Tastatur flexibel und genau bestimmt werden, wodurch die zweidimensionale Überlappung des Bildes und der Tastatur vermieden wird, um Arbeitseffizienz zu vergrößern und die Ermüdung des Benutzers zu verringern.

[0254] Die Form der Öffnung des Beobachtungsfensters ist nicht auf die in der vorliegenden Ausführungsform begrenzt und die vorliegende Erfindung ist auf eine runde Öffnung **132** oder eine kreuzförmige Öffnung **133** anwendbar, die im Beobachtungsfenster **127** aus transparentem Material gebildet wird, wobei in der Mitte desselben ein Kreuzteil markiert wird, um wie in **Fig. 60** gezeigte genauere Einstellungen des Bildes zu ermöglichen.

(22. Ausführungsform)

[0255] Es hat einige Berichte über die Körperhaltungen von VDT-Bedienern während des Betriebs gegeben. Ein Beispiel kommt von Nikkei Electronics, 1984.1.2, S. 158. Aufgrund dieses Berichts und der Meßwerte der Erfinderin kann angegeben werden, daß die Durchschnittsentfernung von den Augen des Bedieners zu einer Eingabetastatur 60 cm beträgt.

[0256] Von VDT-Bedienern wird eine solche Körperhaltung nicht unbedingt angenommen. Von der Erfinderin sind zufallsmäßig **20** VDT-Bediener ausgewählt und ihre Körperhaltungen während des Betriebs gemessen worden. Von dreizehn Bedienern ist eine ähnliche Körperhaltung wie die im obigen Bericht angedeutete angenommen worden, während weitere vier bevorzugten, ihre Arme beinahe voll auszustrecken. Vier von denen, die die berichtete Körperhaltung einnahmen, haben periodisch ihre Arme während langfristiger VDT-Operationen ausgestreckt. Dies beruht wahrscheinlich auf der Vorliebe und Absicht der Bediener, ihre Körper durch Ändern der Körperhaltungen zu entspannen. Die Entfernung dieser Bediener zur Eingabetastatur betrug rund 80 bis 100 cm.

[0257] Drei Bediener trugen Kurzsichtbrillen und nahmen sie während der VDT-Operation ab. Während der Operation waren sie näher an der Eingabetastatur.

[0258] Dies beruht natürlich auf ihrer Absicht, die Tastatur deutlicher zu betrachten. Die Entfernung dieser Be-

diener zur Eingabetastatur betrug 40 bis 50 cm.

[0259] Neun Bediener trugen Kurzichtsbrillen und die drei von ihnen, die sie während der Operation abnahmen, besaßen ein Sehvermögen von 0,3 oder höher. Weitere sechs Bediener hatten ein Sehvermögen von weniger als 0,3 und trugen ihre Brillen während der VDT-Operation.

[0260] Es läßt sich daher sagen, daß viele der kurzsichtigen Personen, die ihre Brille während der VDT-Operation abnehmen, ein Sehvermögen von 0,3 oder höher besitzen. Ein Sehvermögen von 0,3 entspricht einer Brillendioptrie von ca. -2D, was weiterhin der Entfernung von 40 bis 50 cm zwischen den Augen und der Tastatur entspricht.

[0261] Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Messungen ist von der Erfinderin ein ein virtuelles Bild erzeugender Mechanismus für die auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung konstruiert worden. Dieser Mechanismus wird unter Bezugnahme auf **Fig. 61, 62A und 62B** beschrieben.

[0262] **Fig. 61** zeigt die Anordnung der Komponenten der vorliegenden Ausführungsform. Die Flüssigkristalltafel **7** ist an der Innenseite des Rahmens **76** mit einem Zahnstangenteil befestigt, und das Zahnrad **77**, das in den Rahmen **76** eingreift, ist im Zahnstangenteil angeordnet. Von der Flüssigkristalltafel **7** ausgegebenes Licht wird vom Spiegel **10** reflektiert, durch die Linse **11** vergrößert und tritt dann in das Auge **12** des Bedieners ein. Diese Komponenten sind alle im Gehäusekasten **140** untergebracht. Diese Konfiguration ist dieselbe wie bei den obigen Ausführungsformen.

[0263] **Fig. 62A und 62B** sind skizzierte Zeichnungen des Gehäusekastens **107** in der **Fig. 61**. **Fig. 62A** ist eine Seitenansicht und **Fig. 62B** ist eine vom Bediener aus gesehene Ansicht. Der Gehäusekasten **140** enthält an seiner Seite den mit dem Zahnrad **77** in der **Fig. 61** über die Schraube **79** durch ein im Gehäusekasten vorgesehene Loch verbundenen Dioptrieneinstellregler **78**. Die Spitze des Dioptrieneinstellreglers kontaktiert eine in den Gehäusekasten **140** eingeformte Führung **142** mit Kerben **141** und wird kraftschlüssig durch die Elastizität des Dioptrieneinstellreglers **78** festgehalten.

[0264] Durch Verschieben des Dioptrieneinstellreglers **78** entlang der Führung **142** in der durch den Pfeil **143** gezeigten Richtung kann der Bediener das Zahnrad **77** in der **Fig. 61** drehen, um die optische Entfernung zwischen der Flüssigkristalltafel **7** und der Linse zur Dioptrieneinstellung entsprechend zu verändern.

[0265] Eine der optischen Entfernung zwischen der Flüssigkristalltafel **7** und der Linse **11** entsprechende Bilderzeugungsentfernung **144** wird auf der Führung **142** angezeigt, so daß der Bediener ein virtuelles Bild in einer für seine VDT-Operation am besten geeigneten Bilderzeugungsentfernung einstellen kann.

[0266] Obwohl die vorliegende Ausführungsform in Verbindung mit dem hebelartigen Dioptrieneinstellregler beschrieben worden ist, ist die vorliegende Erfindung nicht auf diesen Aspekt begrenzt, sondern beispielsweise auf einen skalenartigen Dioptrieneinstellregler anwendbar.

[0267] In der vorliegenden Ausführungsform wurde die Bilderzeugungsentfernung auf maximal 100 cm und minimal 50 cm eingestellt. Mit dieser Einstellung kann der Bereich von Einstellfehlern bei der Bilderzeugungsentfernung sowie die Größe des Dioptrieneinstellmechanismus verringert werden.

[0268] Die Kerben **141** sind so positioniert, daß sie den Bilderzeugungsentfernungen von 50, 60, 100 cm entsprechen. Die Ergebnisse der obigen Messungen deuten an, daß das virtuelle Bild in vielen Fällen vorzugsweise in diesen Entfernungen erzeugt wird und durch Feststellen des Dioptrieneinstellreglers, so daß er diesen Entfernungen entspricht, kann der Bediener gewöhnlich die Dioptrien schnell einstellen. Zusätzlich kann der Bediener, selbst wenn er seine Körperhaltung geändert hat, die Dioptrien bei Verwendung der Positionen der Kerben **141** als Bezugspunkte ausreichend mit der auf dem Kopf getragenen Flüssigkristall-Bildausgabevorrichtung einstellen.

[0269] Bei Verwendung dieser auf dem Kopf getragenen Flüssigkristall-Bildausgabevorrichtung wird die Bilderzeugungsentfernung auf 60 cm eingestellt, wenn der Bediener die berichtete normale Körperhaltung für den VDT-Betrieb annimmt. Sie ist auf 100 cm eingestellt, wenn der Bediener seine Arme während des Betriebs ausstreckt, während sie auf 50 cm eingestellt ist, wenn der Bediener gewöhnlich eine Brille trägt und sie während der Operation abnimmt. Durch diese Einstellungen wird die Notwendigkeit, Einstellungen für das Flüssigkristall zu verändern, wenn der Bediener seine Sichtlinie zwischen der Eingabetastatur und dem vergrößerten Bild wechselt, im wesentlichen beseitigt und damit die Ermüdung des Benutzers bedeutend verringert.

[0270] Um die Wirkungen der vorliegenden Erfindung zu bestätigen ließ die Erfinderin einige Bediener VDT-Operationen unter Verwendung der auf dem Kopf getragenen Flüssigkristall-Bildausgabevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, einer herkömmlichen auf dem Kopf getragenen Flüssigkristall-Bildausgabevorrichtung und eines herkömmlichen CRT-Monitors durchführen, um die Ergebnisse zu vergleichen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 dargestellt. Jede VDT-Operation wurde von denselben **20** Bedienern eine Stunde lang durchgeführt.

[0271] In dieser Tabelle zeigt der Fehler den Wert des größten Dioptrienfehlers bei jeder Operation an, und die Anzahl von Bedienern, die ein Ermüdungsgefühl aufwiesen, bezeichnet die Anzahl von Bedienern, die eine Ermüdung der Augen nach der Operation spürten.

[Tabelle 3]

Auswertungs-gegenstand	CRT	Auf dem Kopf getragene Ausgabe-vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung	Herkömmliche auf dem Kopf getragene Ausgabe-vorrichtung
Dioptrienfehler	0,2 D	0,3 D	1,2 D
Anzahl von Bedienern, die ein Ermüdungsgefühl aufwiesen	3	5	16

[0272] Wie aus der Tabelle 3 ersichtlich ist, ist, wenn die auf dem Kopf getragene Flüssigkristall-Bildausgabevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung benutzt wurde, der Unterschied zwischen den Dioptrien für die Eingabetastatur und den Dioptrien für das vergrößerte virtuelle Bild bedeutsam gering und im allgemeinen dem für den CRT-Monitor gleich. Für die herkömmliche auf dem Kopf getragene Flüssigkristall-Bildausgabevorrichtung ist der Unterschied jedoch relativ groß.

[0273] Die Ermüdung der Bediener von der auf dem Kopf getragenen Flüssigkristall-Bildausgabevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist der vom CRT-Monitor gleich und deutlich viel geringer als von der herkömmlichen auf dem Kopf getragenen Flüssigkristall-Bildausgabevorrichtung.

Patentansprüche

1. Auf dem Kopf getragene monokulare Visualisierungsvorrichtung mit einer einzelnen, ein virtuelles Bild erzeugenden Optik mit einem Bildausgabeelement und einem vergrößernden optischen Mittel zum Vergrößern eines durch das Bildausgabeelement erzeugten Bildes als virtuelles Bild; und einem Vorrichtungshauptkörper, in dem die das virtuelle Bild erzeugende Optik untergebracht ist; und einem im Vorrichtungshauptkörper befestigten Verschiebemittel zum Halten der das virtuelle Bild erzeugenden Optik, so daß die das virtuelle Bild erzeugende Optik in Richtung der Weite der Augen des Benutzers zwischen einer dem rechten Auge eines Benutzers entsprechenden ersten Stelle und einer dem linken Auge des Benutzers entsprechenden zweiten Stelle bewegt werden kann und die das virtuelle Bild erzeugende Optik vor eines der Augen des Benutzers stellt, wobei das Bildausgabeelement und das vergrößernde optische Mittel so angeordnet sind, daß die optische Achse der das virtuelle Bild erzeugenden Optik annähernd mit der Blicklinie des Benutzers fluchtet, wenn er oder sie horizontal blickt.

2. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Verschiebemittel eine Welle umfaßt, die so gehalten wird, daß sie sich dreht, ohne den Vorrichtungshauptkörper zu beeinflussen, die sich annähernd in Richtung der Weite der Augen des Benutzers erstreckt, die schraubenförmig ist und an der die das virtuelle Bild erzeugende Optik spiralförmig angebracht ist.

3. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einer teilweise transparenten Schutzplatte, die vor dem Auge vorgesehen ist, das kein durch das optische Mittel vergrößertes Bild sehen muß, und einen Durchlaßgrad von weniger als 1 aufweist.

4. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 3, weiterhin mit einem Steuermittel zum veränderlichen Steuern des Durchlaßgrades der teilweise transparenten Schutzplatte entsprechend der Umgebungs-Beleuchtungsstärke.

5. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte so gesteuert wird, daß er 3% oder weniger beträgt.

6. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Durchlaßgrad der teilweise transparenten Schutzplatte so gesteuert wird, daß er steigt, wenn die Umgebungs-Beleuchtungsstärke $1001 \times$ oder weniger beträgt.

7. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 3, weiterhin mit einer teilweise transparenten Schutzplatte mit einem Durchlaßgrad von weniger als 1, die in einem Raum gegenüber dem Benutzer in bezug auf die das virtuelle Bild erzeugende Optik vorgesehen ist, um zumindest den Gesamt-Bewegungsbereich der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu überdecken.

8. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem Steuermittel zum veränderlichen Steuern der Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik auf Grundlage der Umgebungshelligkeit unter dem Vorrichtungshauptkörper und in der Nähe der Hände des Benutzers, während die Vorrichtung im Gebrauch ist.

9. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik so gesteuert wird, daß sie der Umgebungshelligkeit gleich ist.

10. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Helligkeit der das virtuelle Bild erzeugenden Optik so gesteuert wird, daß sie annähernd im Verhältnis zu der Umgebungshelligkeit steht.

11. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem Dioptrieneinstellungsmittel zum Einstellen der Position, an der ein vergrößertes virtuelles Bild vom Bildausgabeelement aus erzeugt wird.

12. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei das Dioptrieneinstellungsmittel weiterhin einen beidseitig der das virtuelle Bild erzeugenden Optik vorgesehenen Dioptrieneinstellungsregler aufweist.

13. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Zustände des Dioptrieneinstellungsmittels so dargestellt sind, daß sie der Position entsprechen, an der das virtuelle Bild erzeugt wird.

14. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Position, an der das vergrößerte virtuelle Bild erzeugt wird, unter Verwendung des Dioptrieneinstellungsmittels schrittweise an einer von einer Mehrzahl von Positionen eingestellt werden kann.

15. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem über ein drehbares Gelenkteil am Vorrichtungshauptkörper befestigten Haltemittel zum Festhalten des Vorrichtungshauptkörpers am Kopf des Benutzers.

16. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einer außerhalb des Bewegungsraums im Querbewegungsbereich der das virtuelle Bild erzeugenden Optik befestigten und angeordneten Antriebsschaltung zum Antreiben des Bildausgabeelements und einer zwischen dem Bildausgabeelement und der Antriebsschaltung angeordneten flexiblen gedruckten Schaltung, um diese miteinander zu verbinden.

17. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 16, wobei die Antriebsschaltung annähernd parallel zur Richtung der Weite der Augen des Benutzers angeordnet ist und ein abtrennbares Teil aufweist, damit die flexible gedruckte Schaltung in der mit der seitlichen Bewegungsrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik fluchtenden Richtung an der Antriebsschaltung angebracht oder von ihr entfernt werden kann, und weiterhin ein zwischen dem abtrennbaren Teil und dem Bildausgabeelement angeordnetes Führungsmittel aufweist, um die flexible gedruckte Schaltung annähernd senkrecht zur seitlichen Bewegungsrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zu führen.

18. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem in der annähernden Mitte des Vorrichtungshauptkörpers vorgesehenen Ausrichtungsmittel, das anzeigt, ob die Mittellinie des Benutzers mit der Mitte des Vorrichtungshauptkörpers fluchtet, während die Vorrichtung im Gebrauch ist.

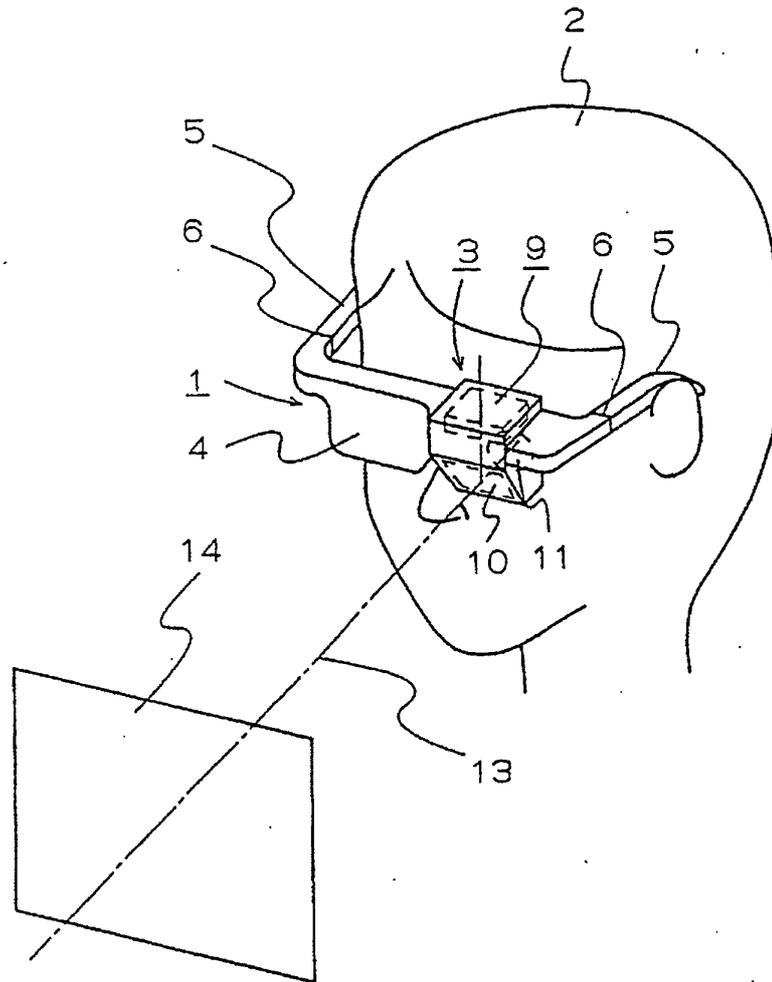
19. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem in der annä-

hernden Mitte des Vorrichtungshauptkörpers vorgesehenen Mittel zur Bestimmung des nicht dominanten Auges, um das nicht dominante Auge zu bestimmen.

20. Auf dem Kopf getragene Visualisierungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die das virtuelle Bild erzeugende Optik einen teildurchlässigen Spiegel aufweist und weiterhin ein Pupillenpositionserkennungsmittel, das in der der optischen Achse der Optik entsprechenden Position angeordnet und zur Erkennung der Position der Pupille des Benutzers über den teildurchlässigen Spiegel geeignet ist, und ein Mittel zum Informieren des Benutzers über die Fehlausrichtung der das virtuelle Bild erzeugenden Optik zur Pupille als Reaktion auf die Ausgabe des Pupillenerkennungsmittels aufweist.

Es folgen 57 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



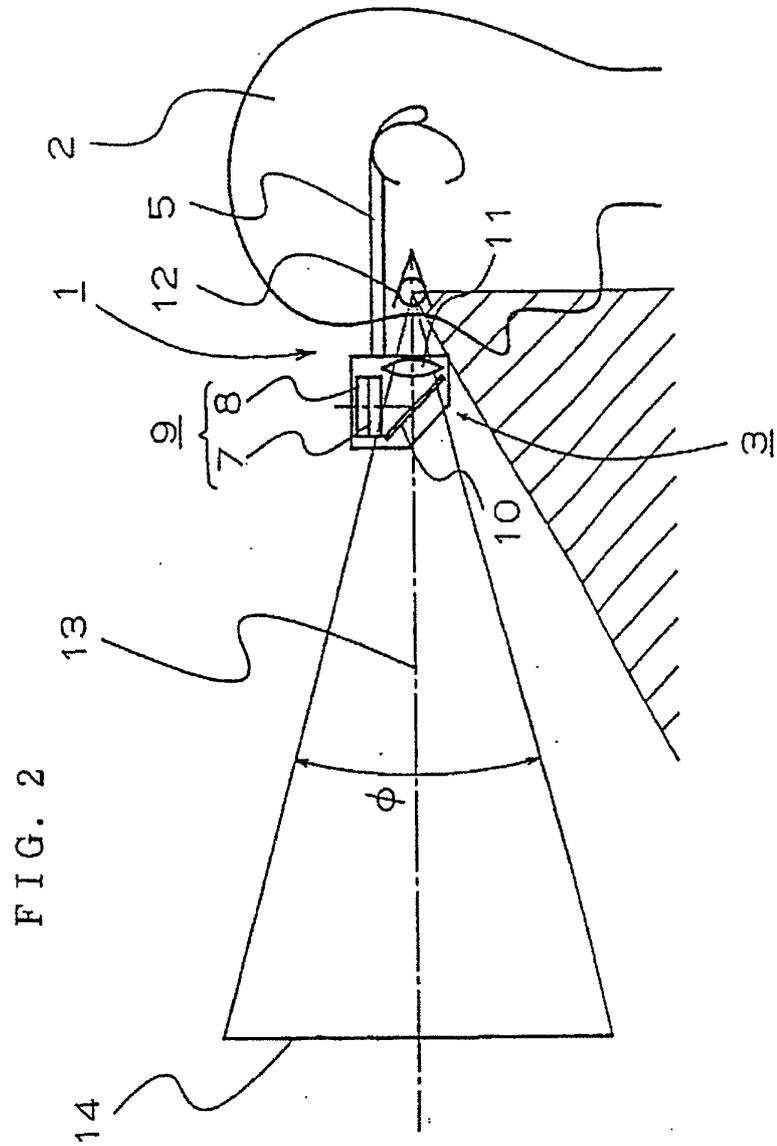
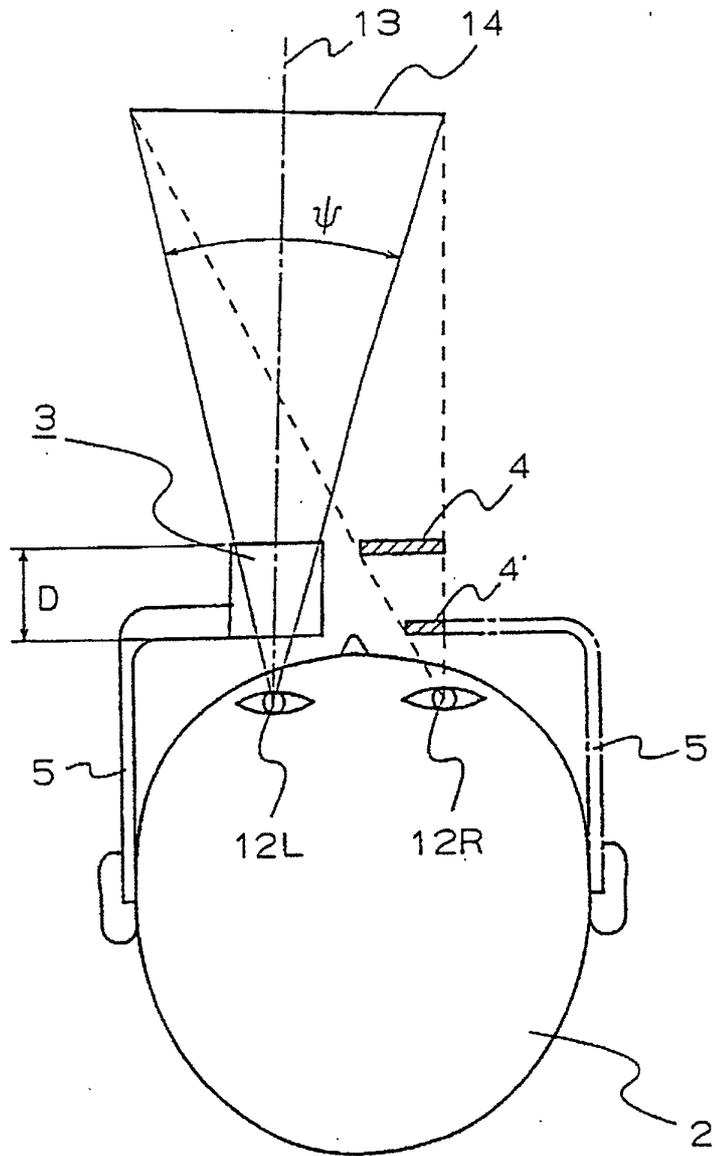


FIG. 3



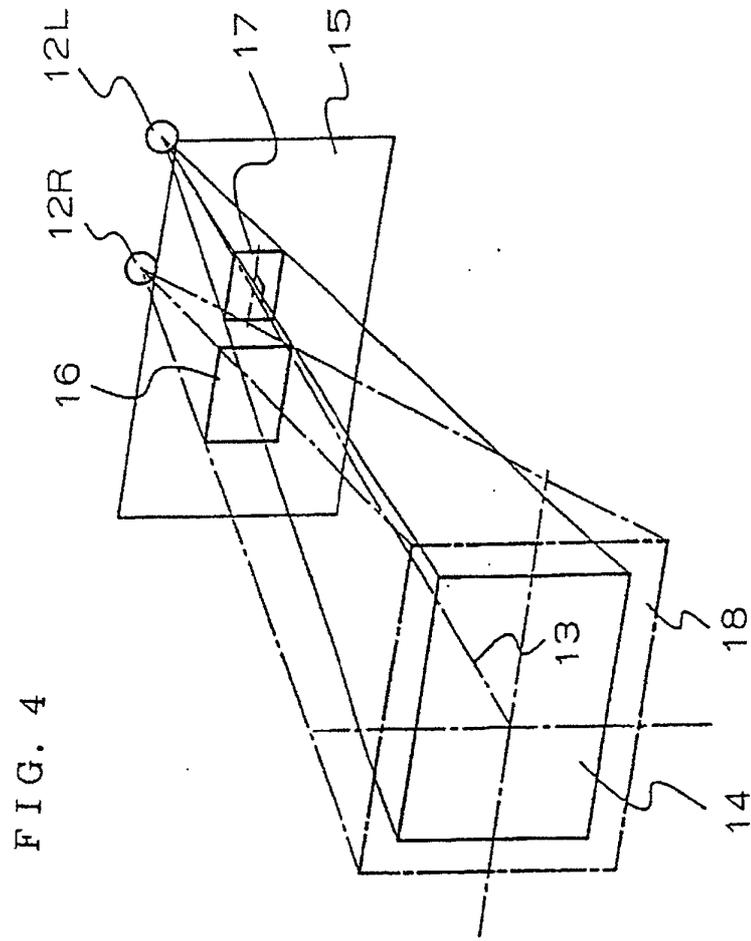


FIG. 4

FIG. 5

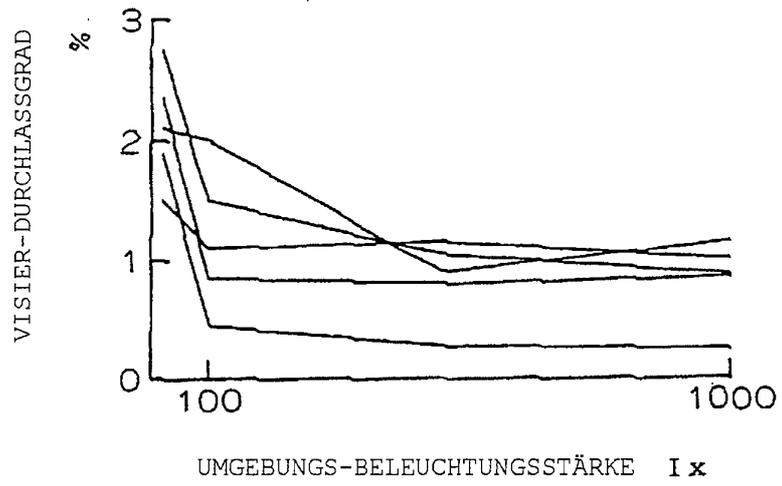


FIG. 6

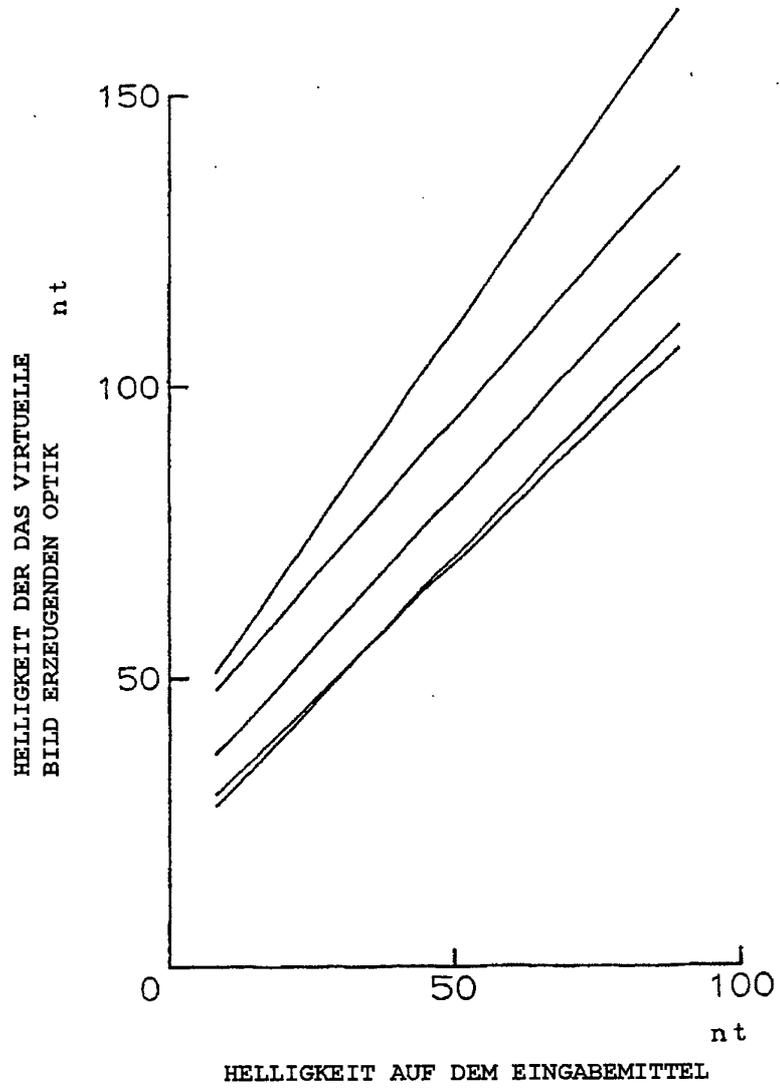


FIG. 7

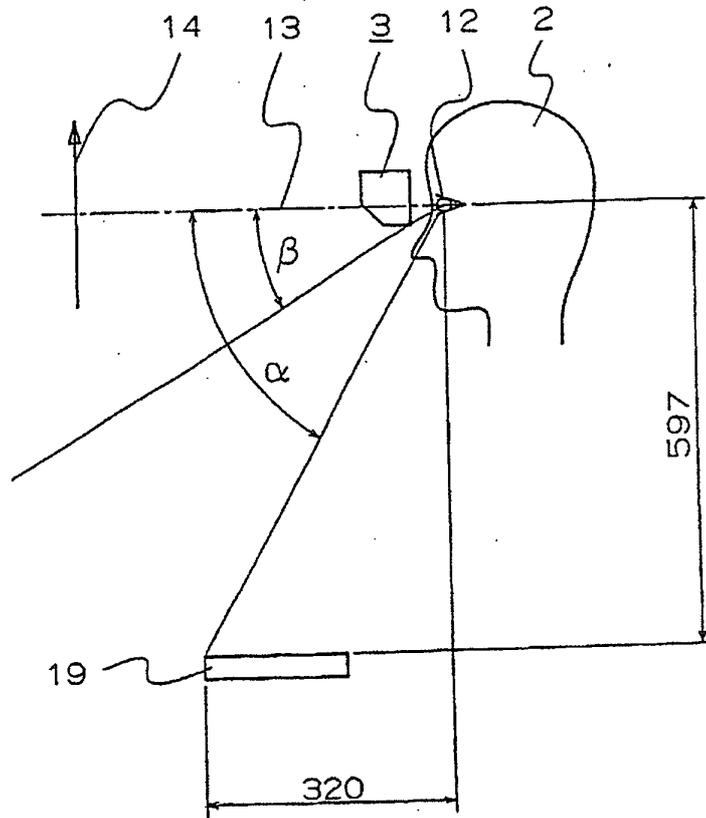


FIG. 8

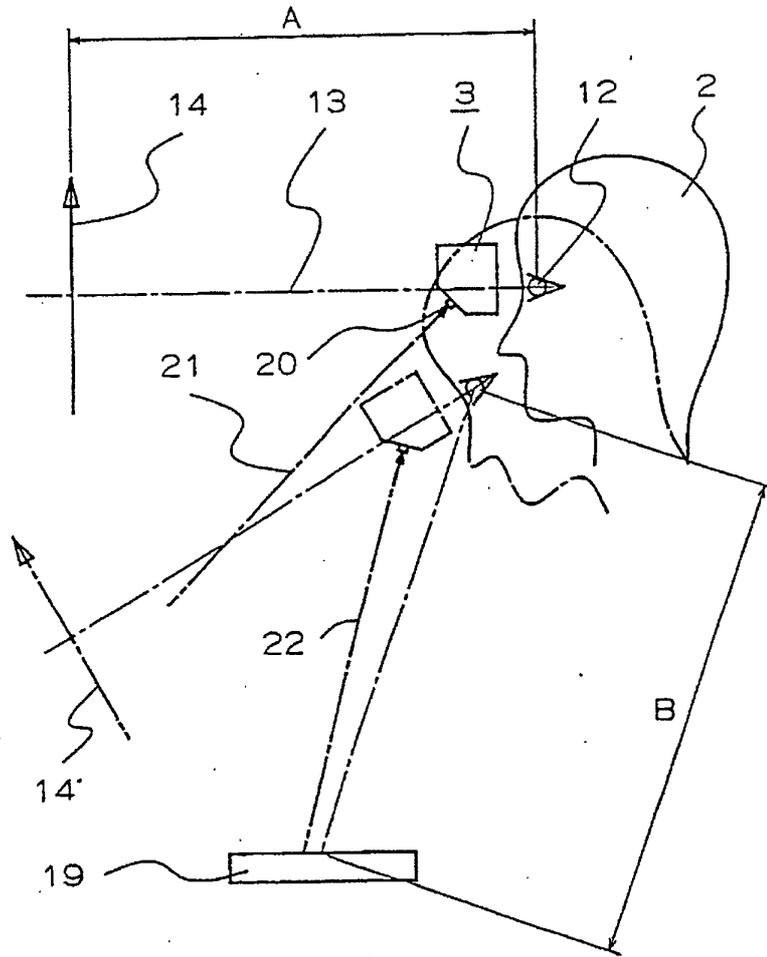


FIG. 9

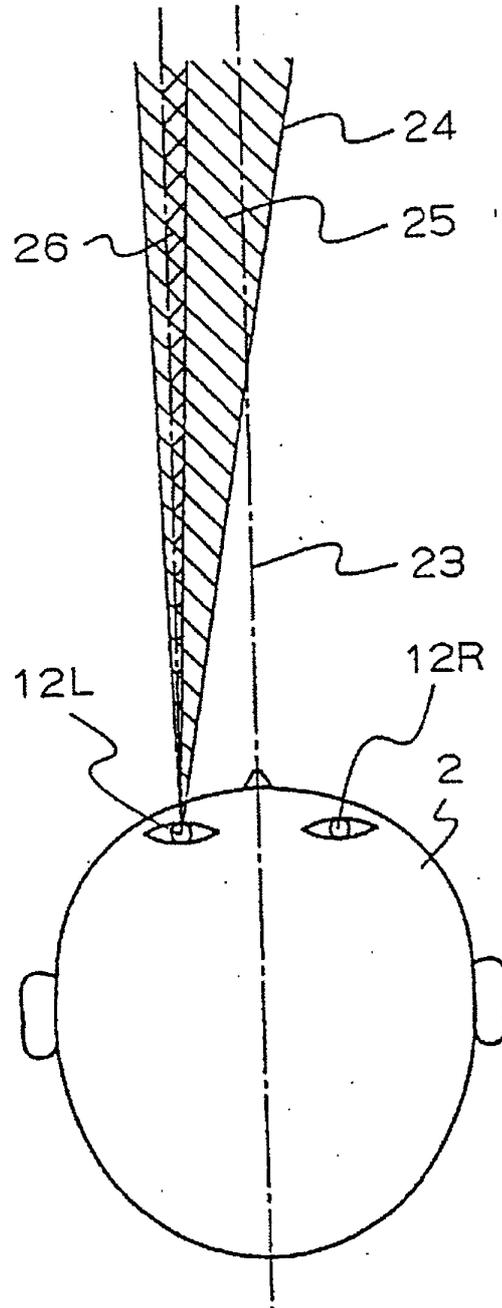


FIG. 10A

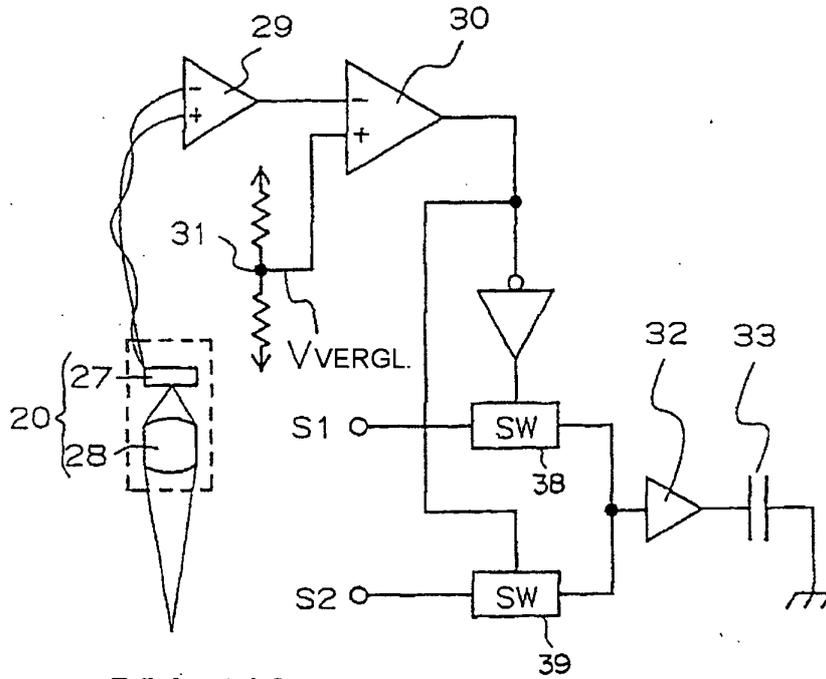


FIG. 10B

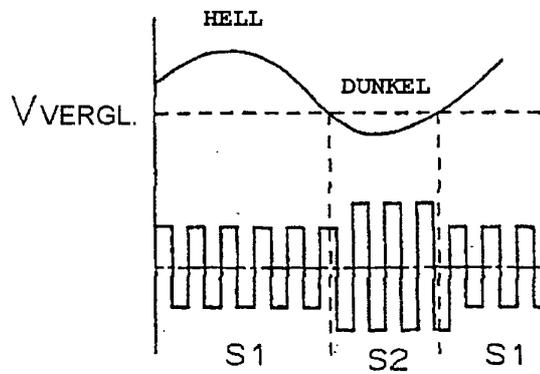


FIG. 11

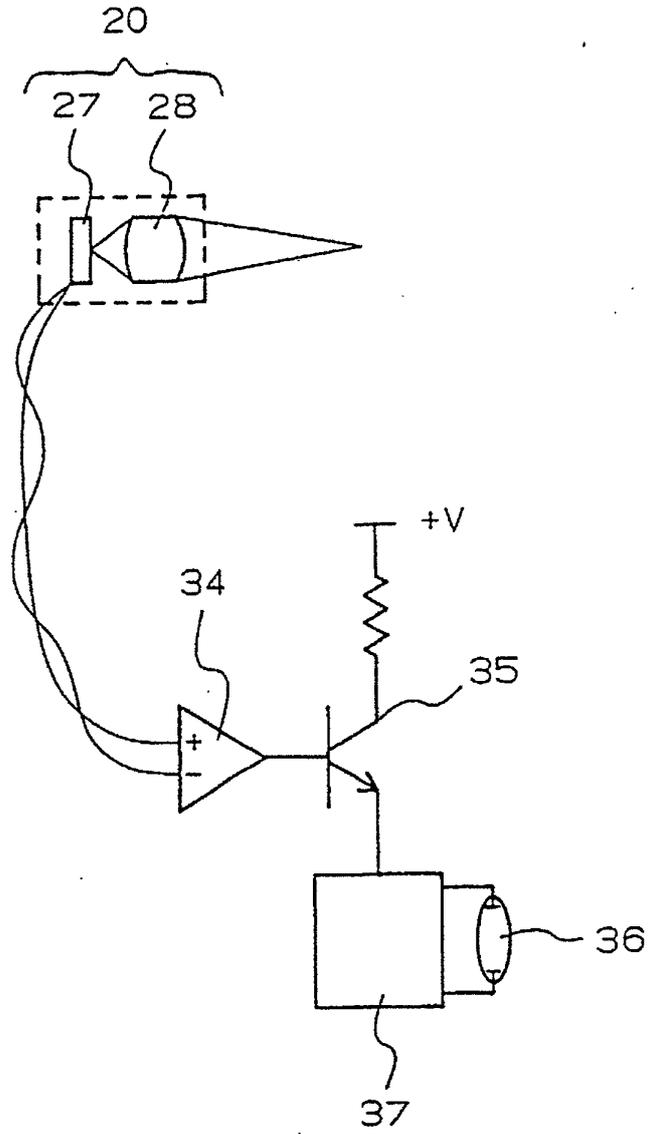


FIG. 12

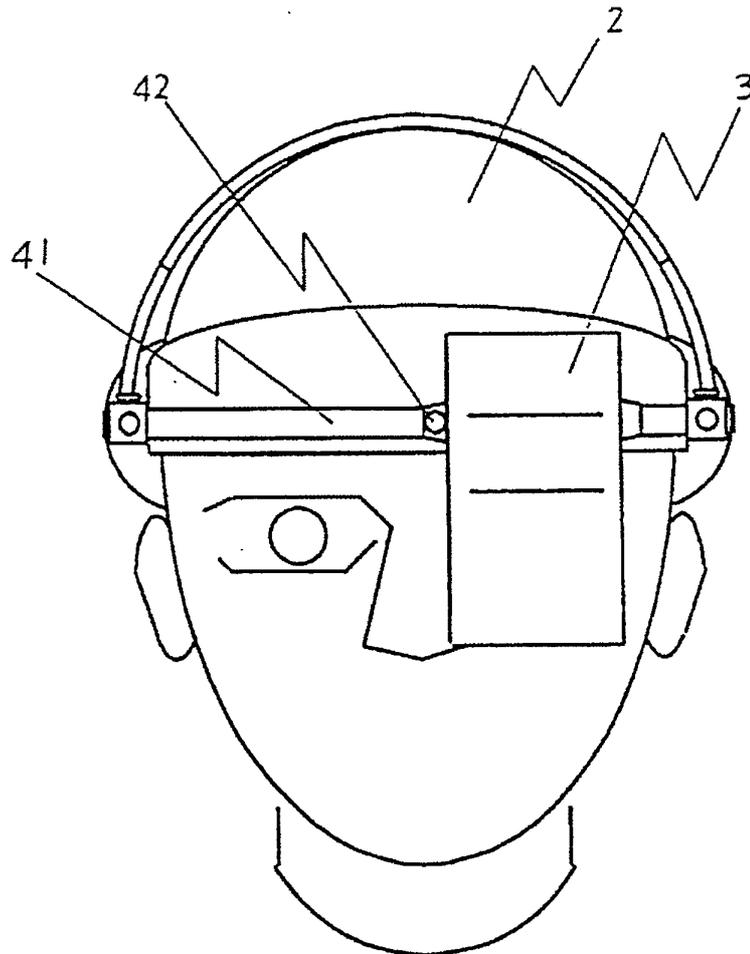


FIG. 13

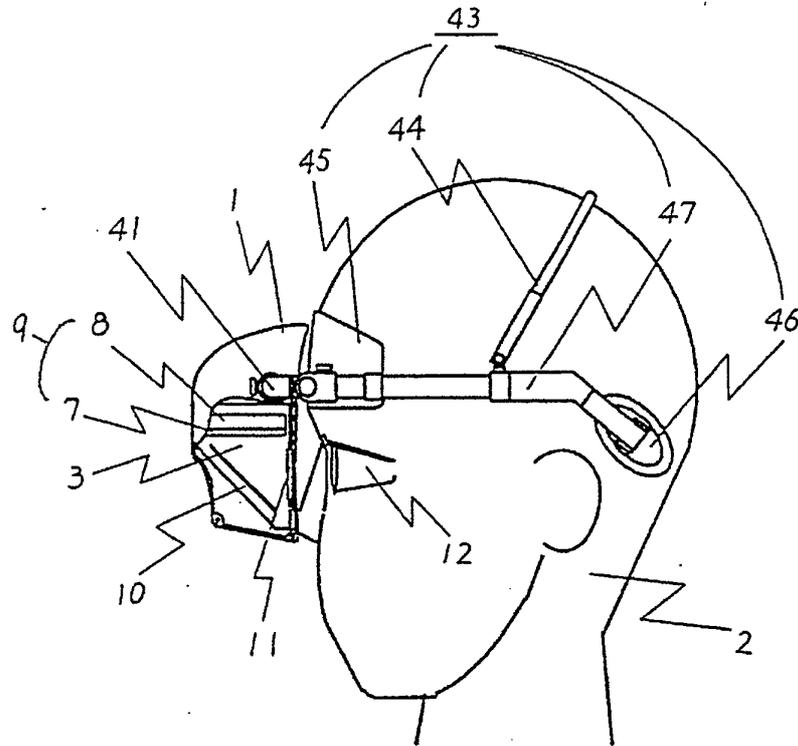


FIG. 14

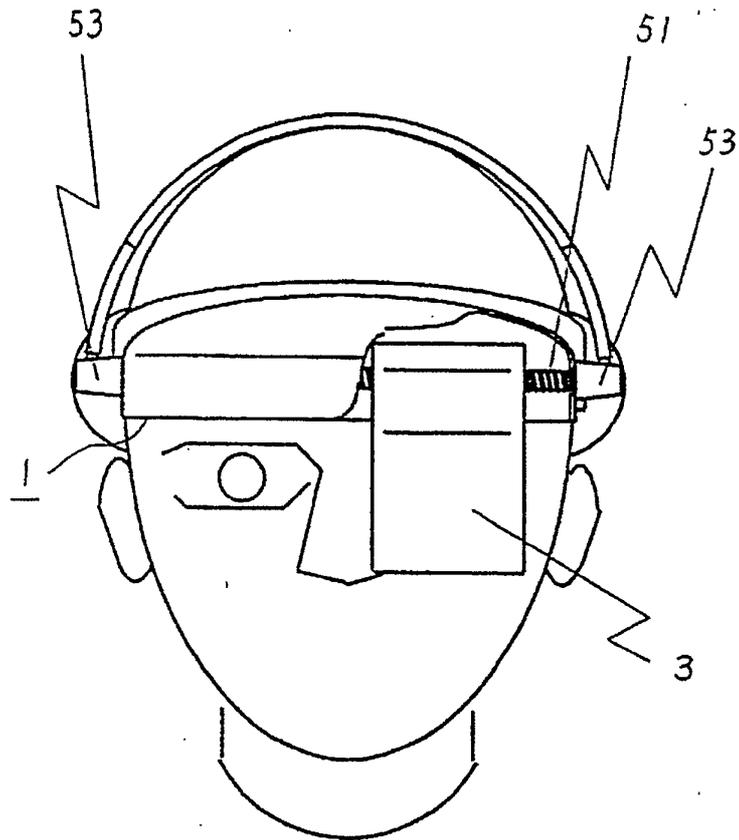


FIG. 15

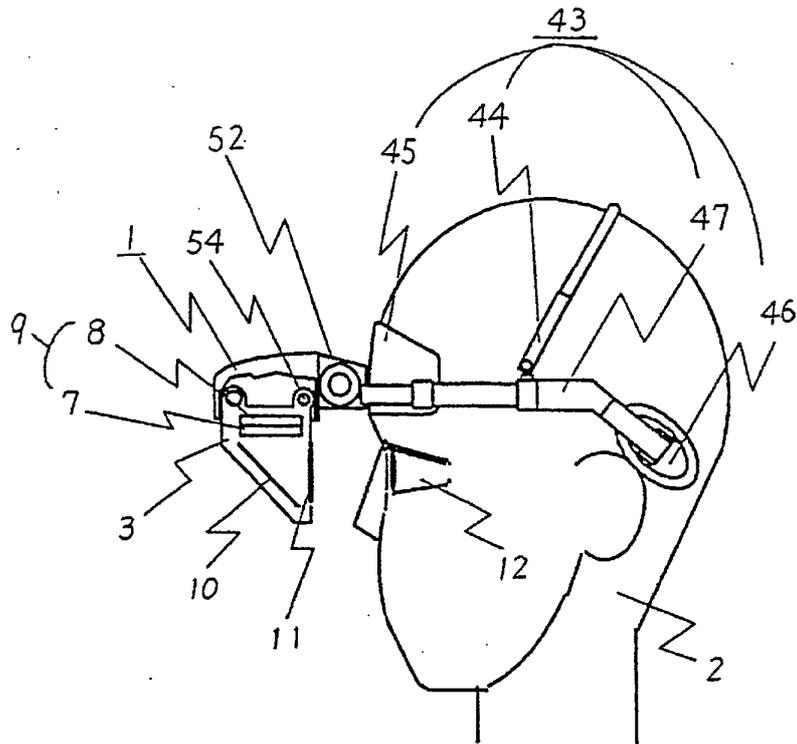


FIG. 16A

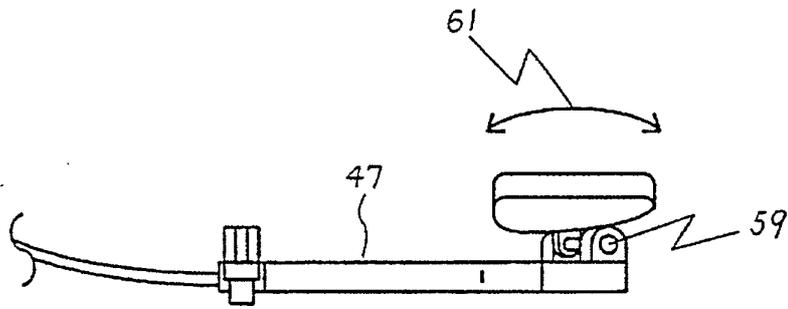


FIG. 16B

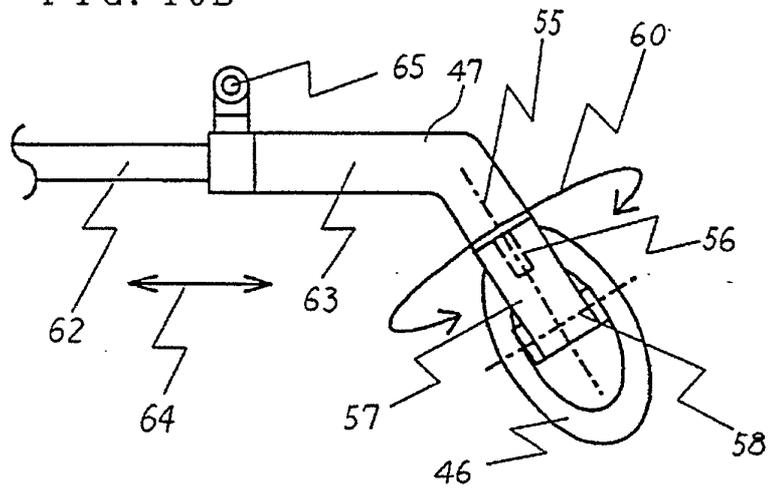


FIG. 17

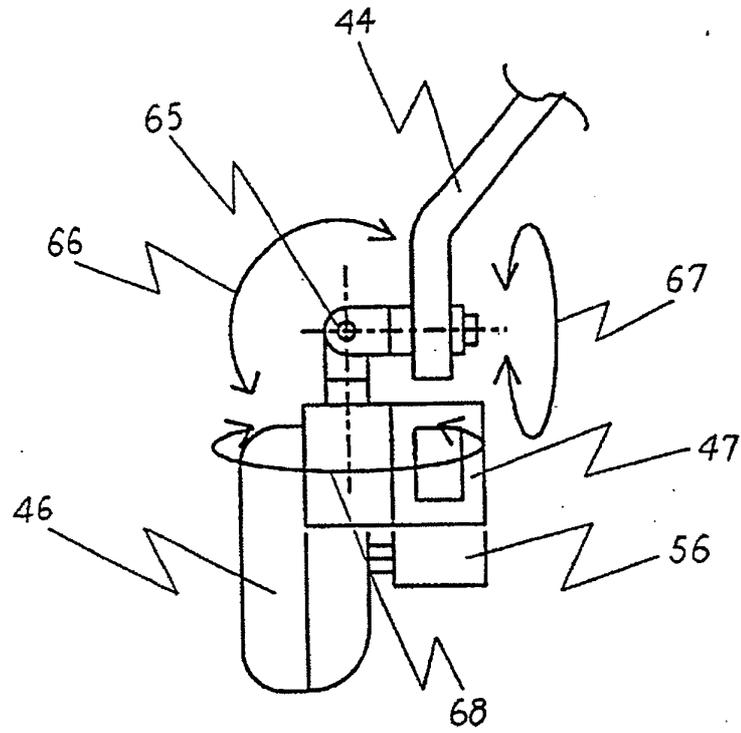


FIG. 18

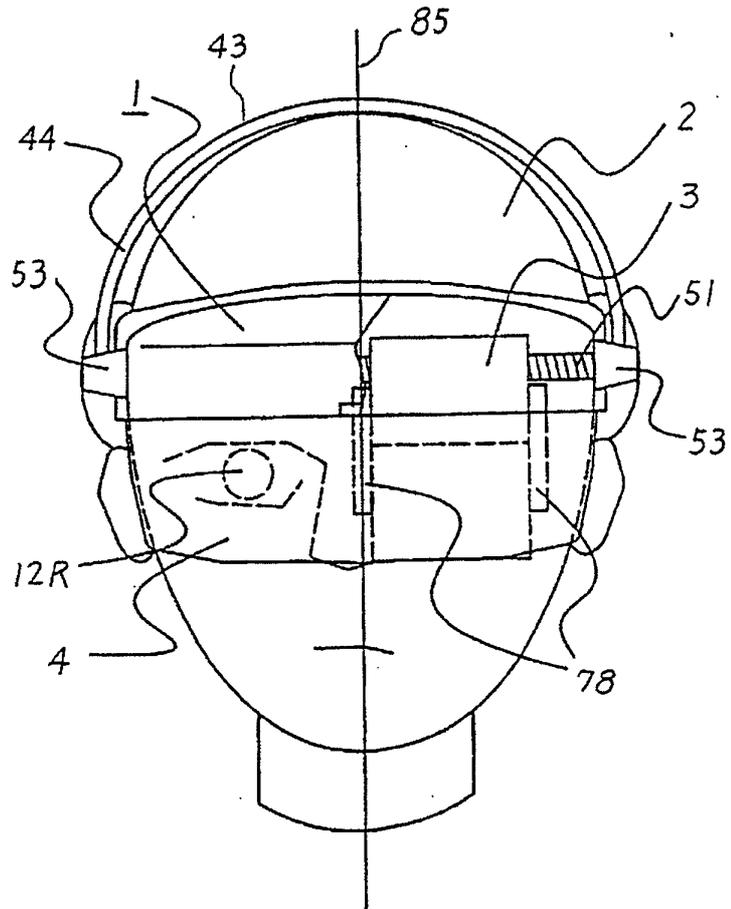


FIG. 19

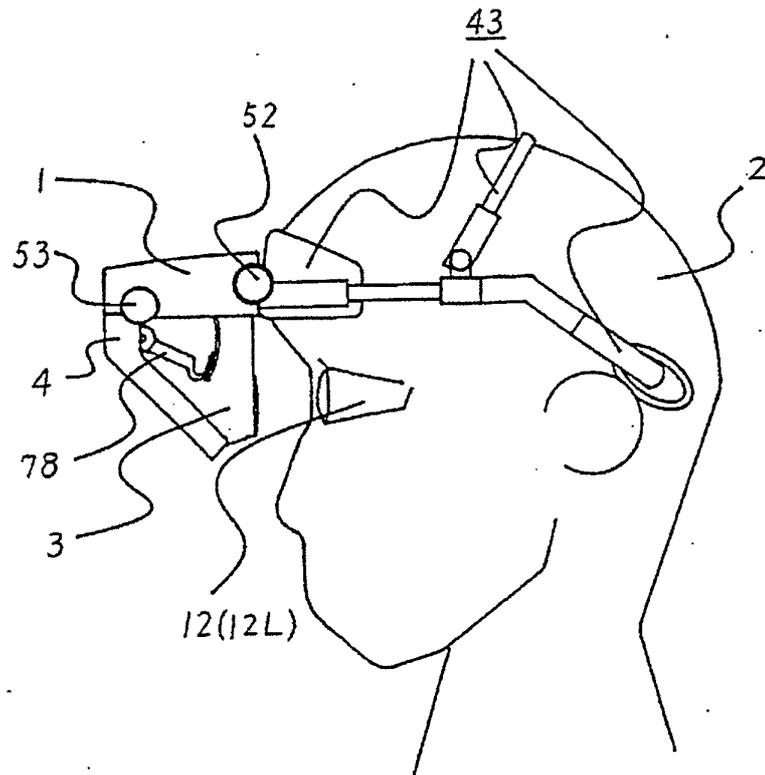


FIG. 20

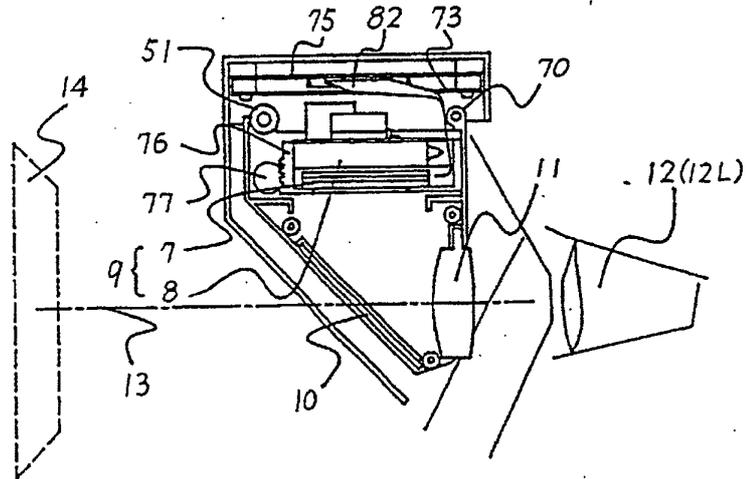


FIG. 21

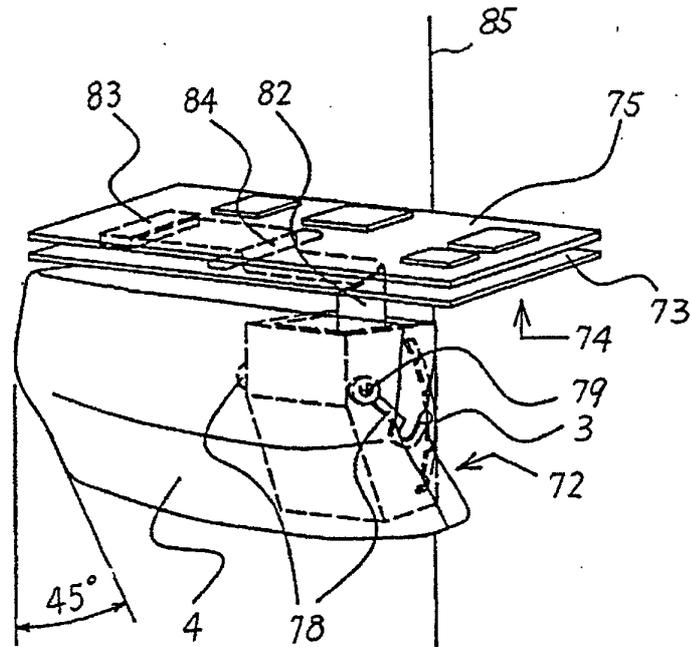


FIG. 22

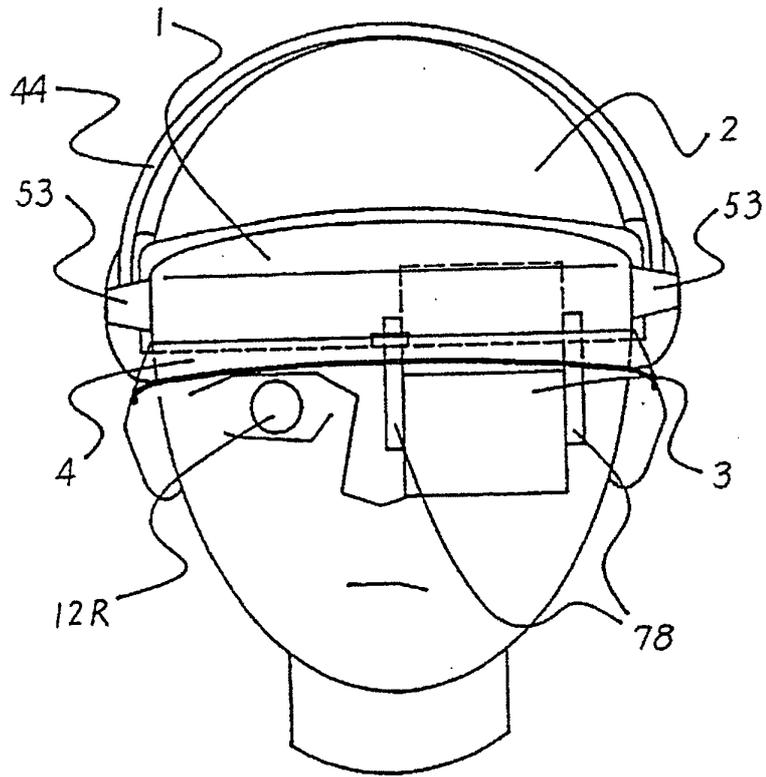


FIG. 23

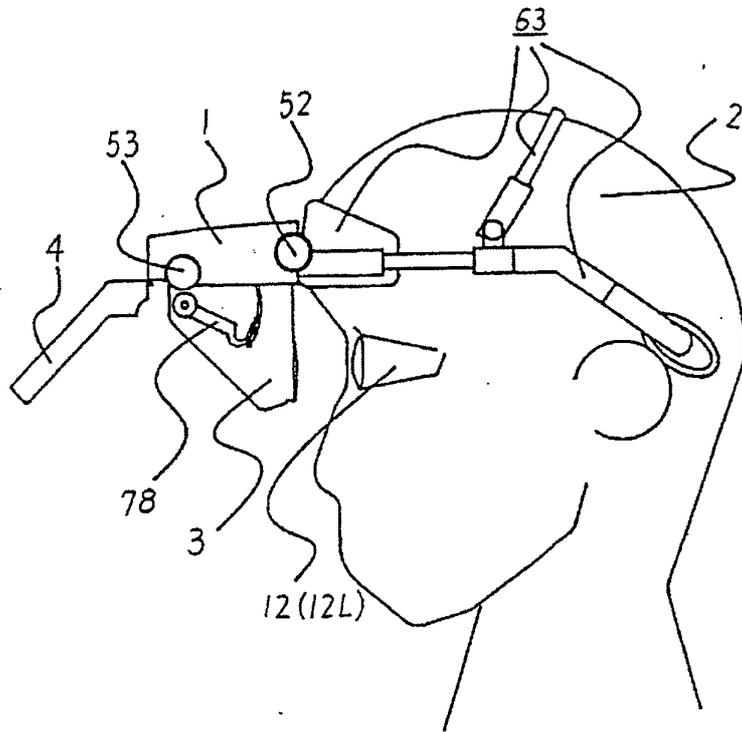


FIG. 24

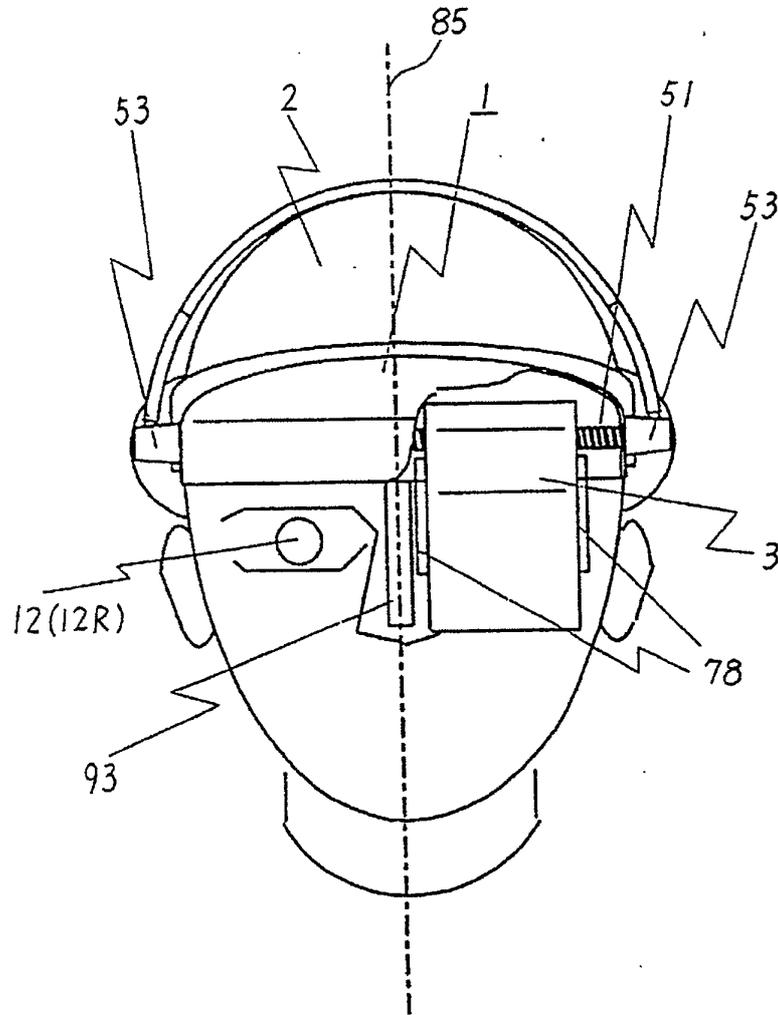
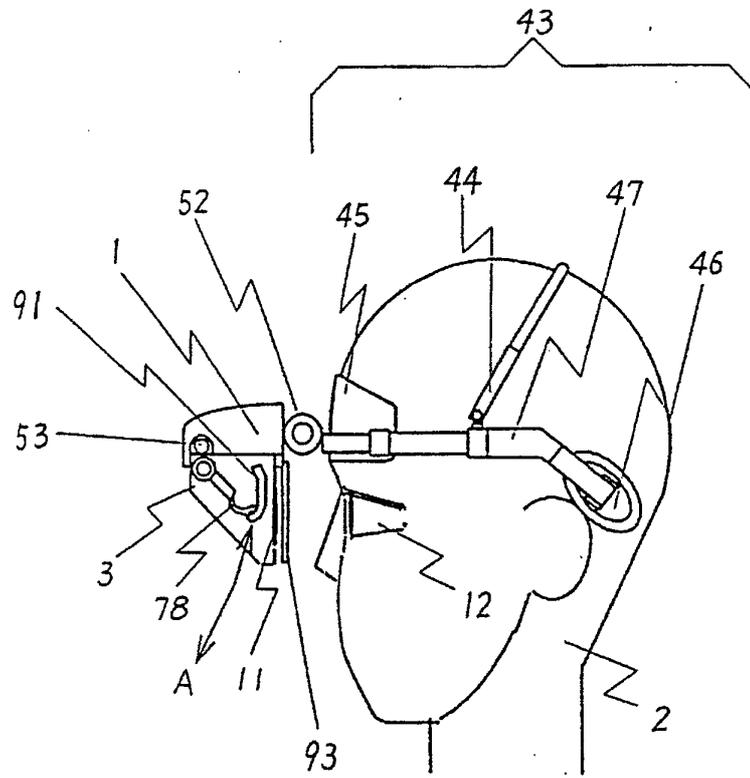


FIG. 25



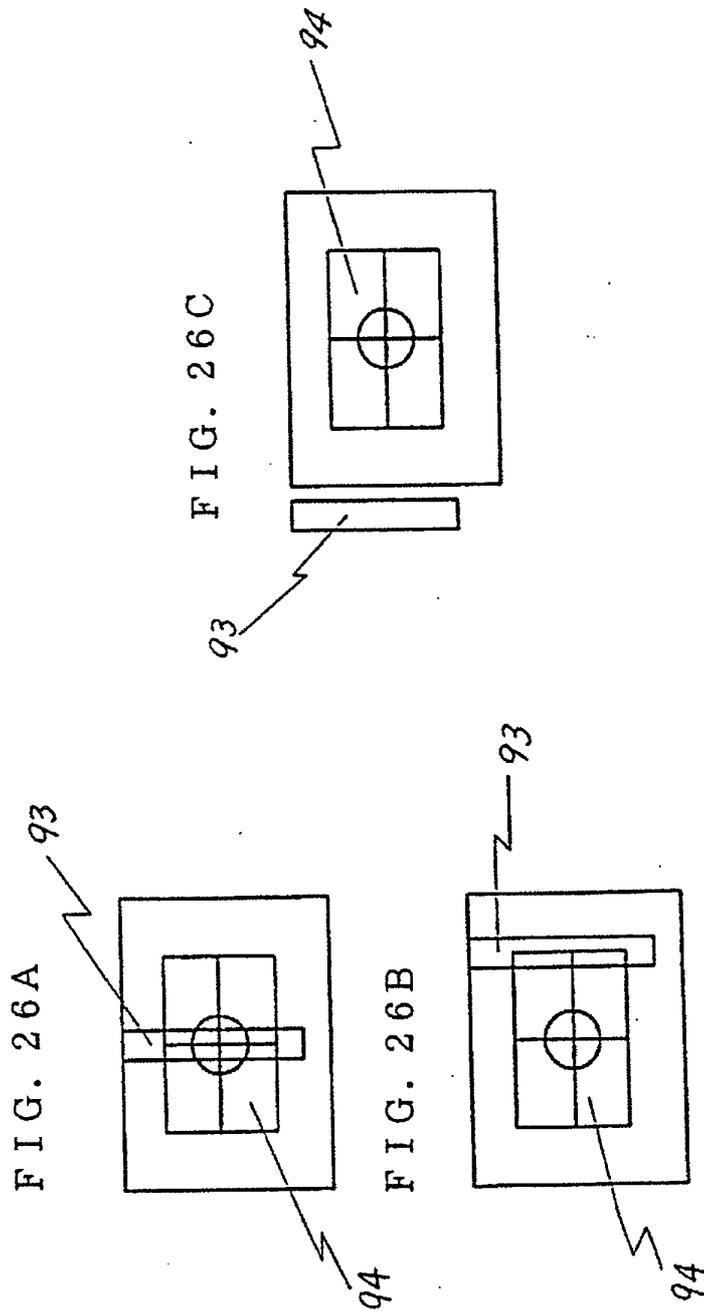


FIG. 27

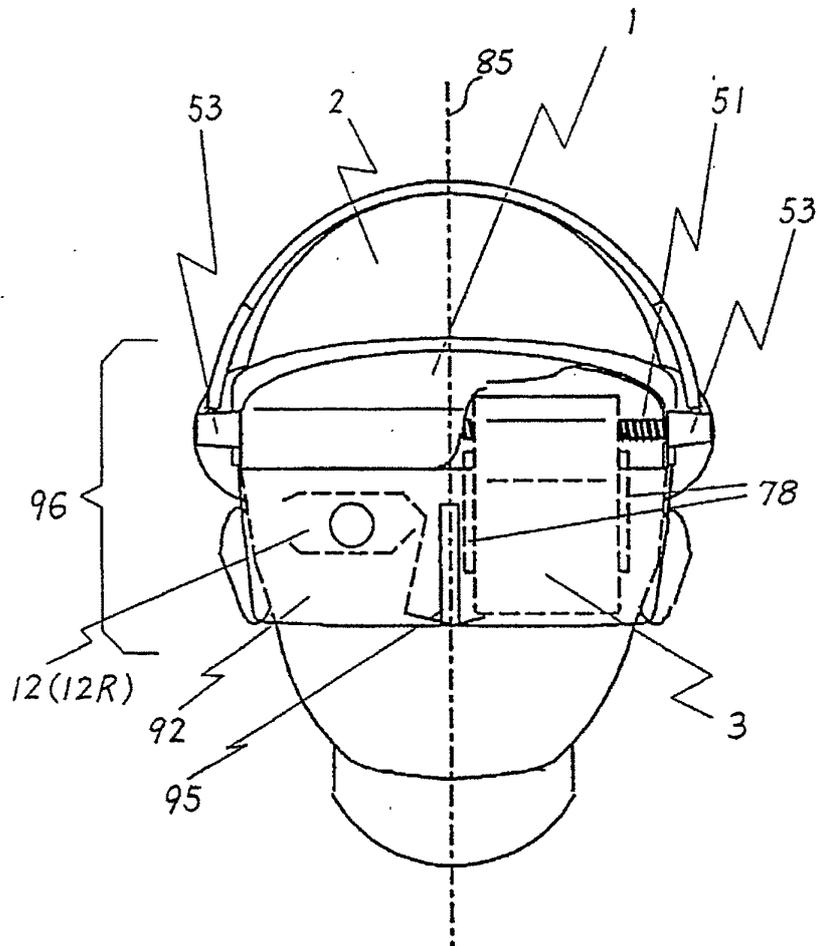


FIG. 28

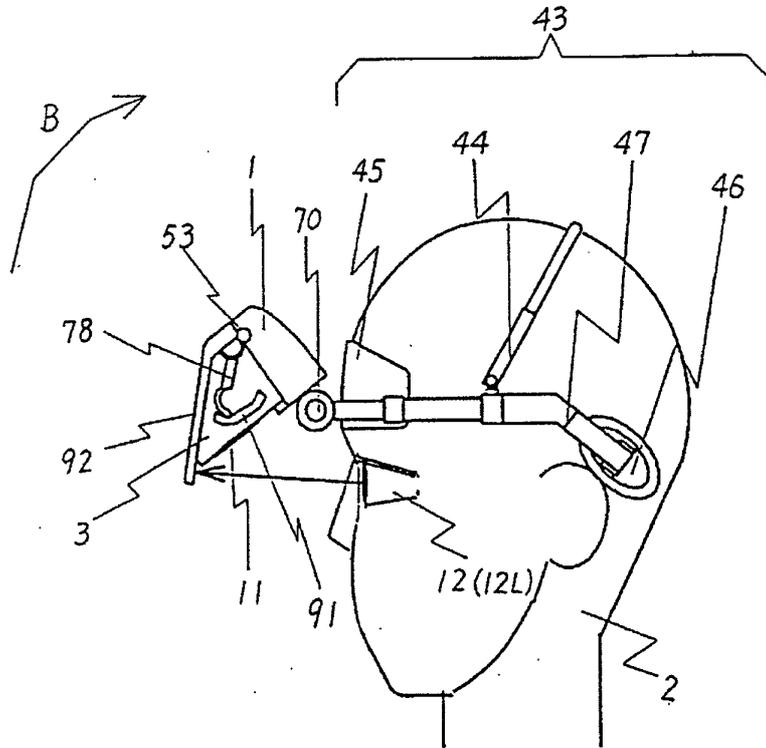


FIG. 29B

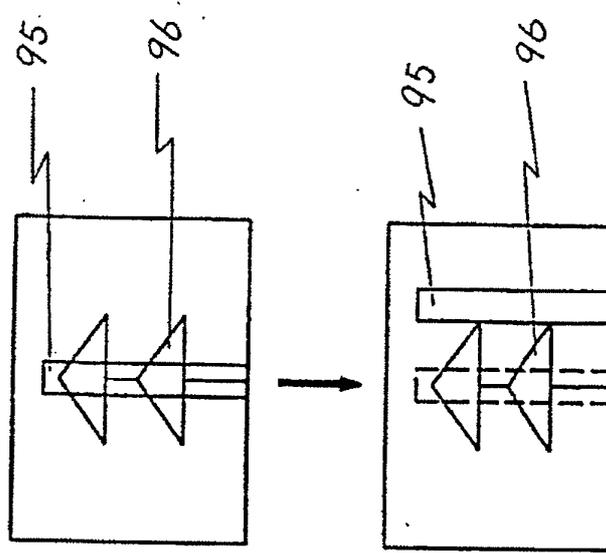


FIG. 29A

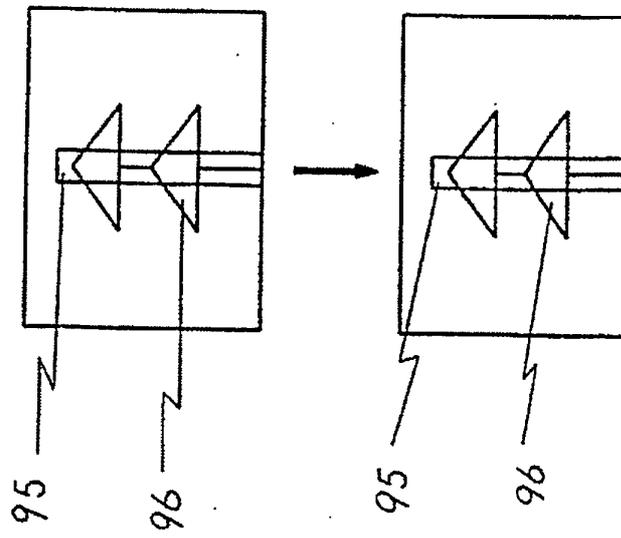


FIG. 30

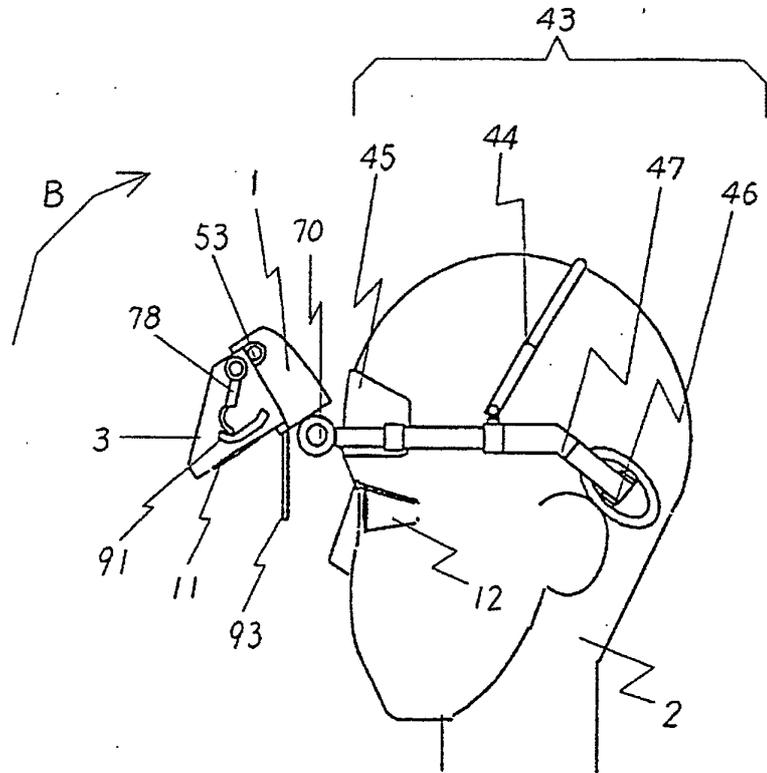


FIG. 31A

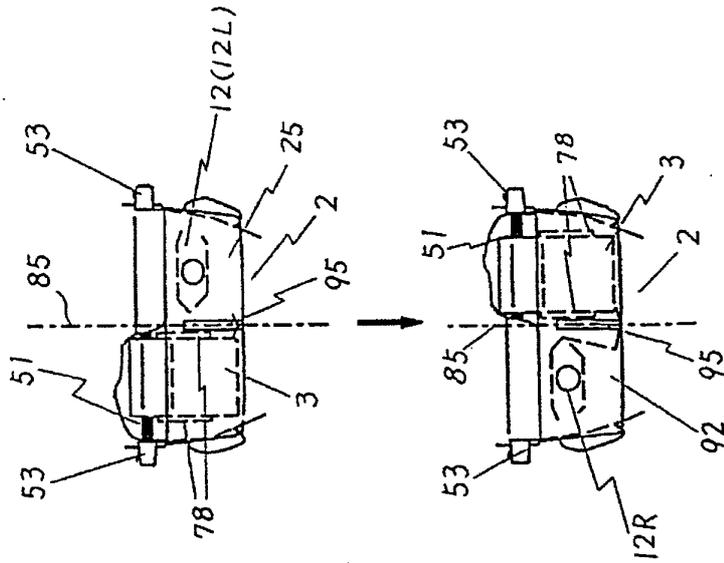


FIG. 31B

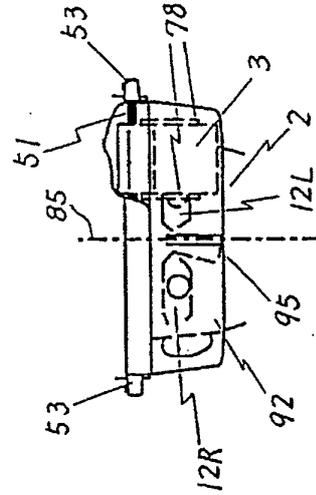


FIG. 32

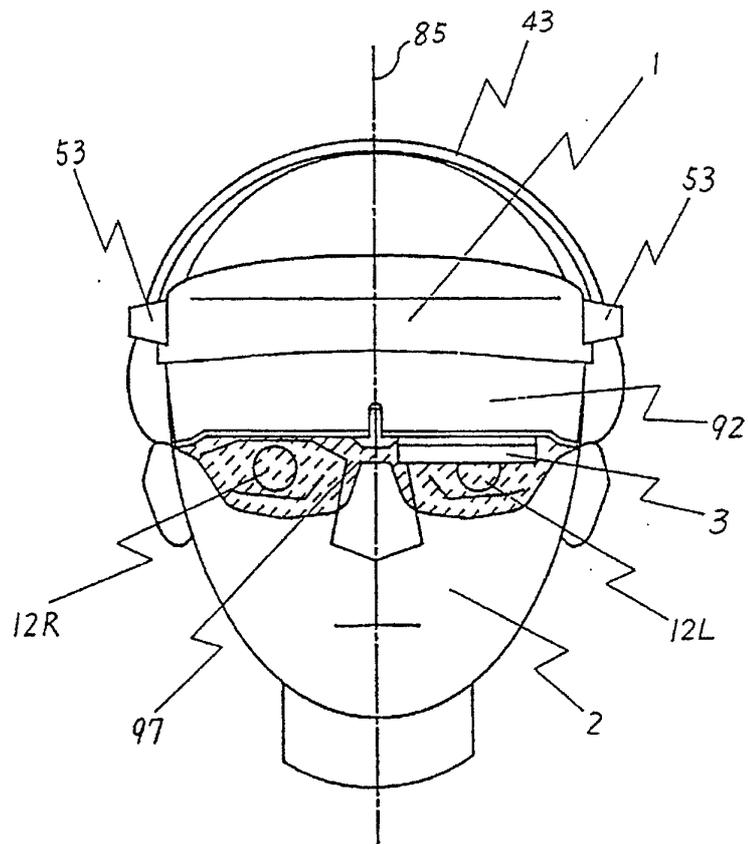


FIG. 33

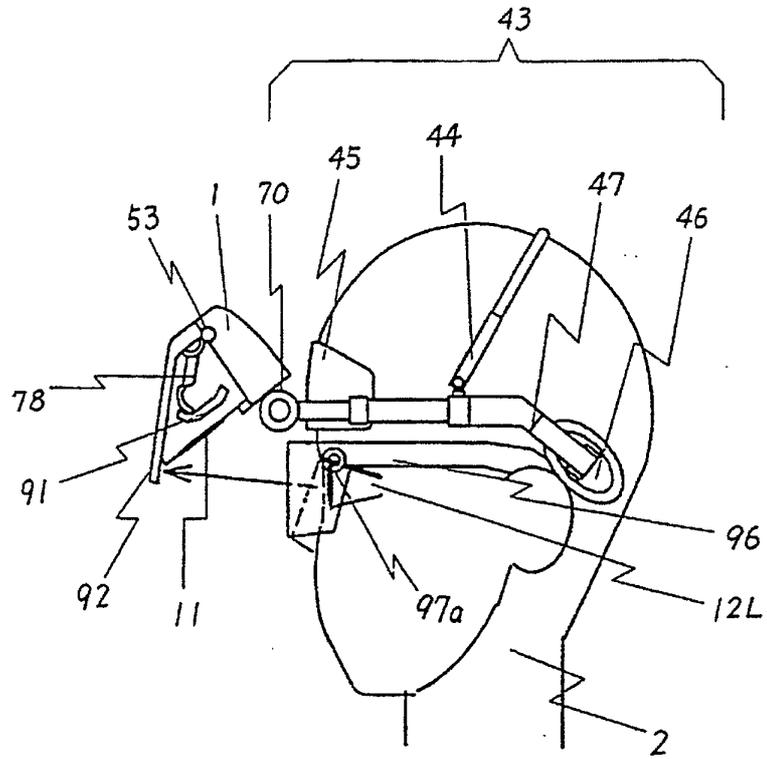


FIG. 34

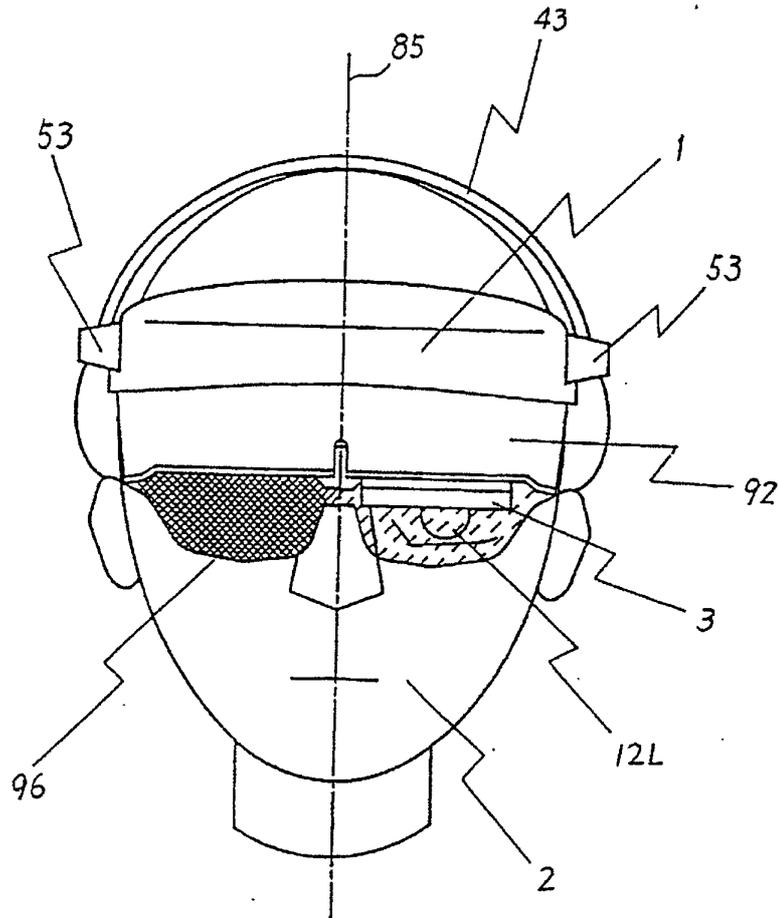


FIG. 35

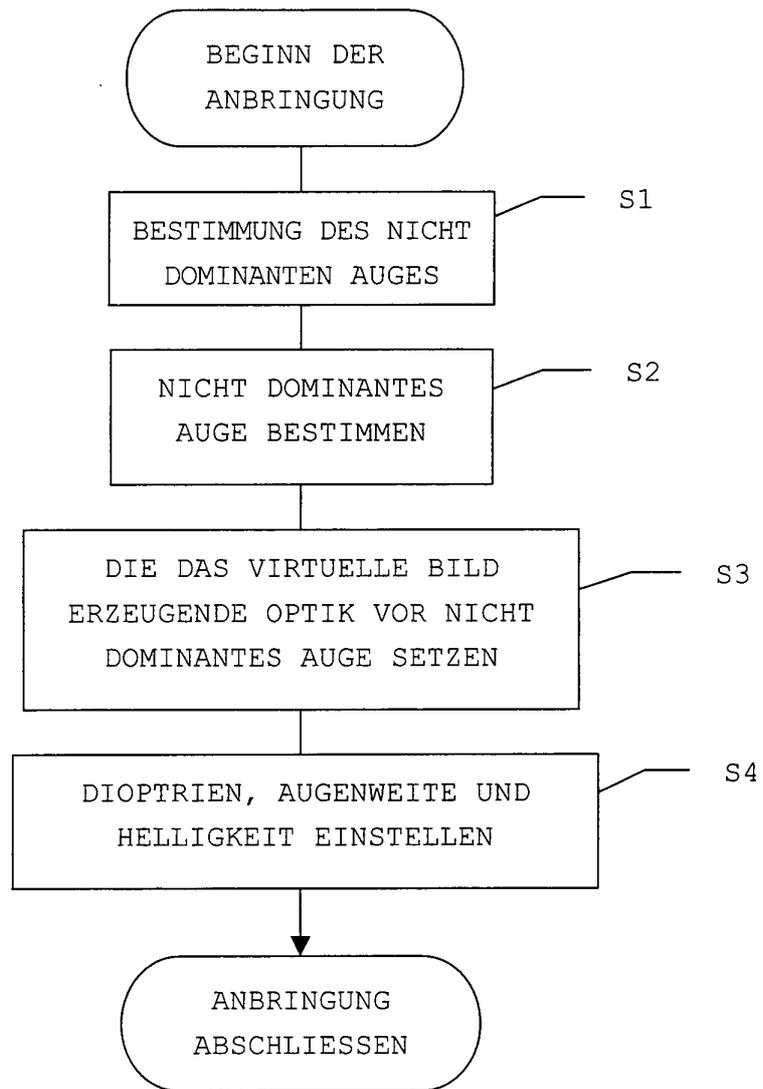


FIG. 36

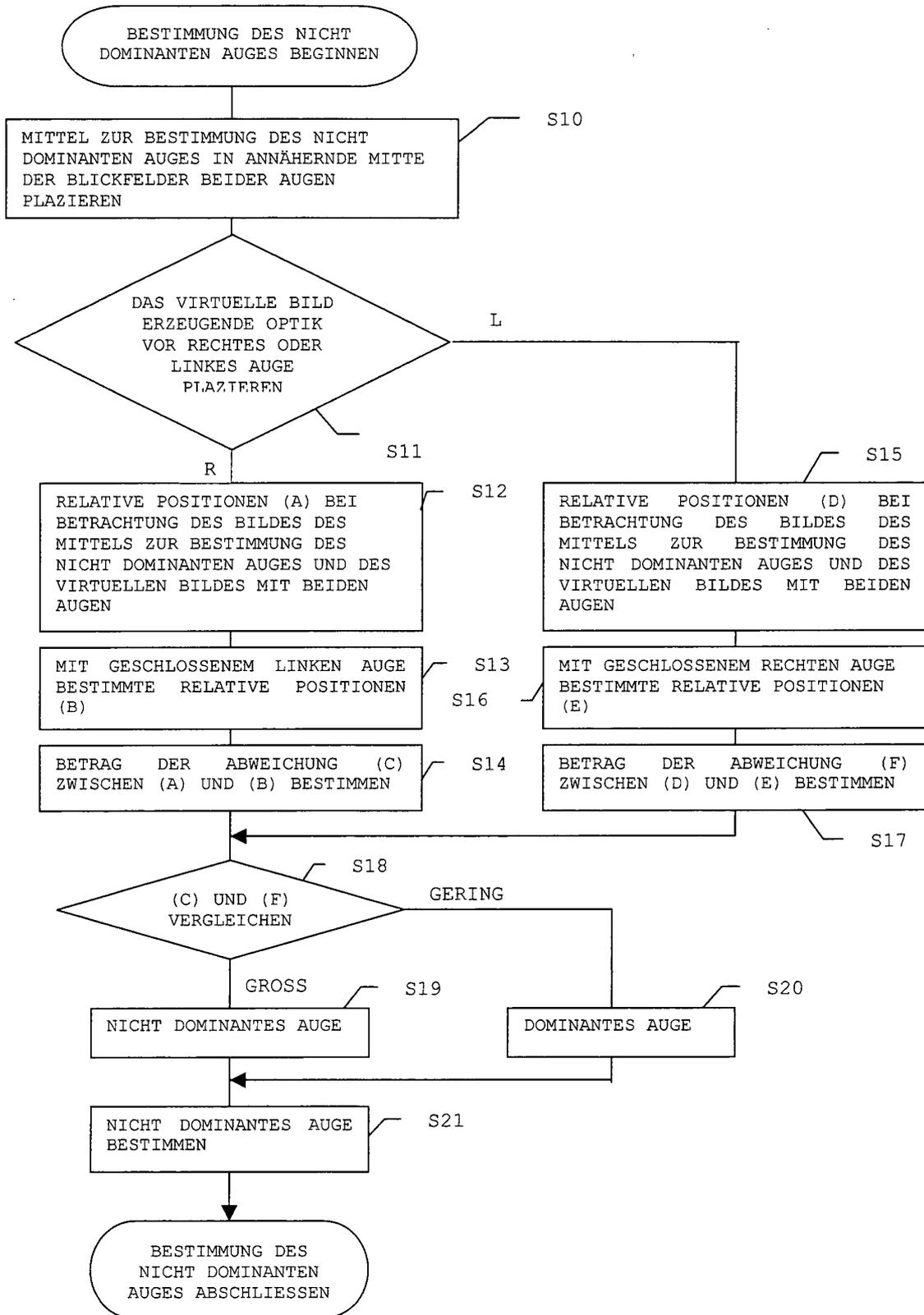


FIG. 37

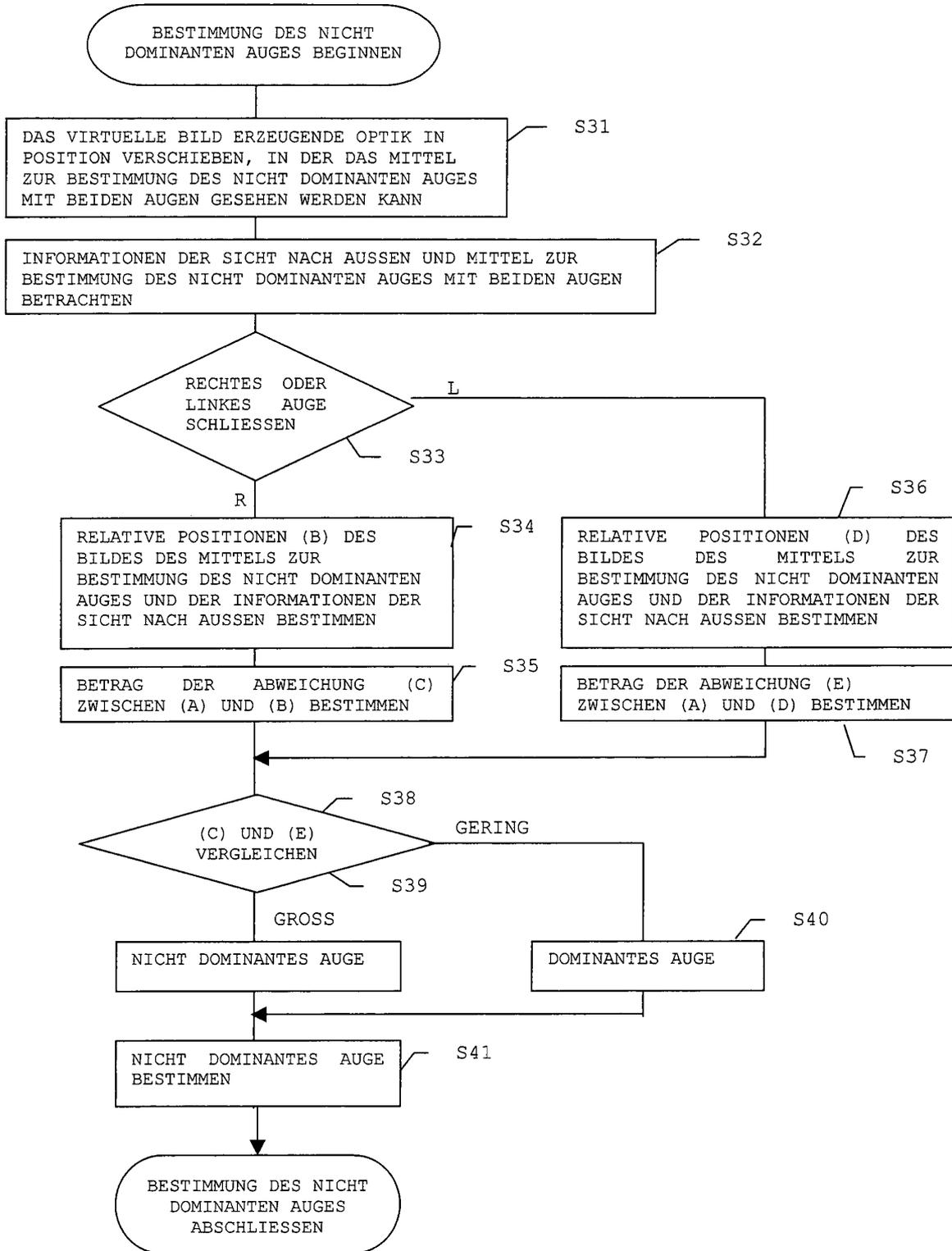


FIG. 38

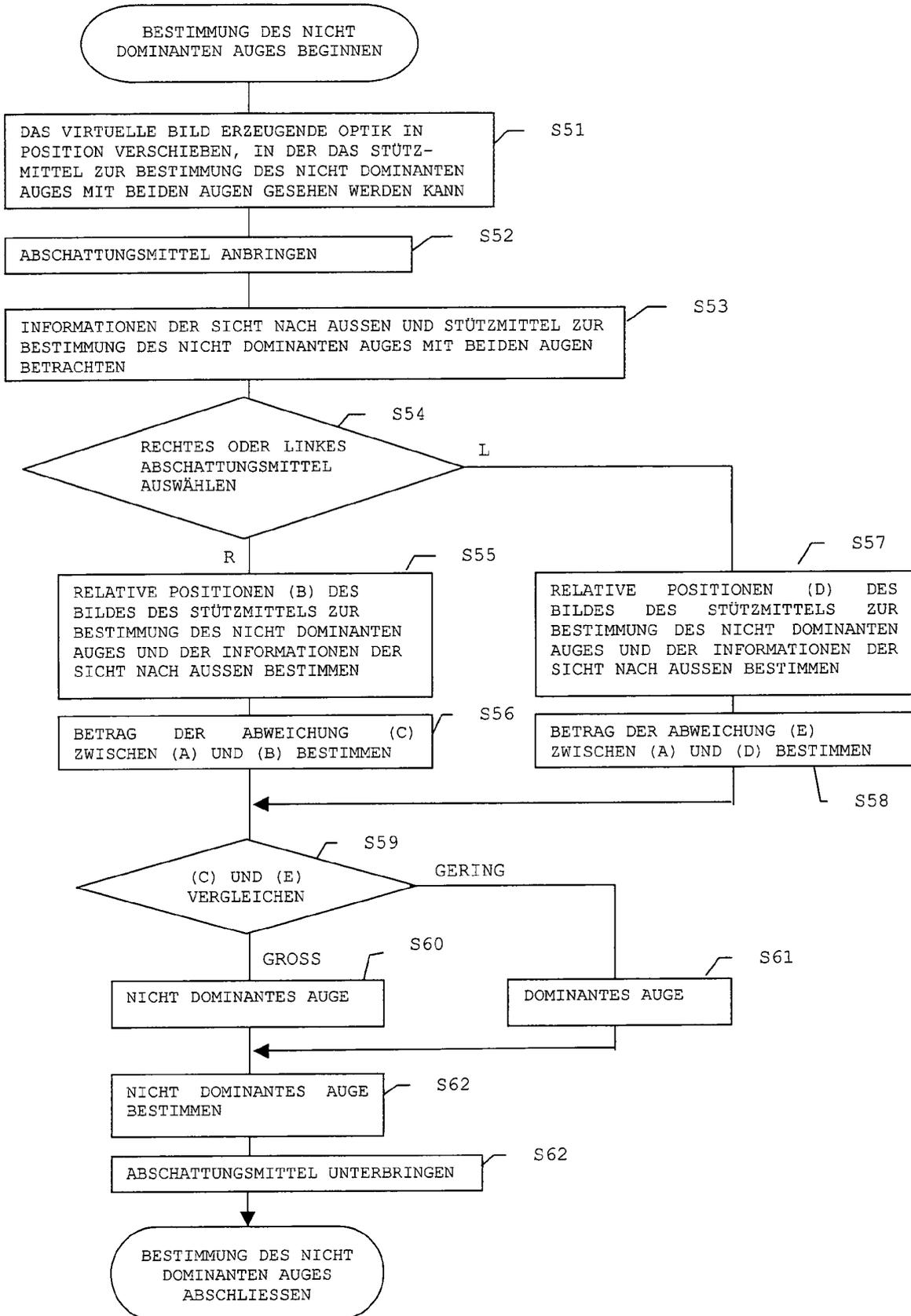


FIG. 39

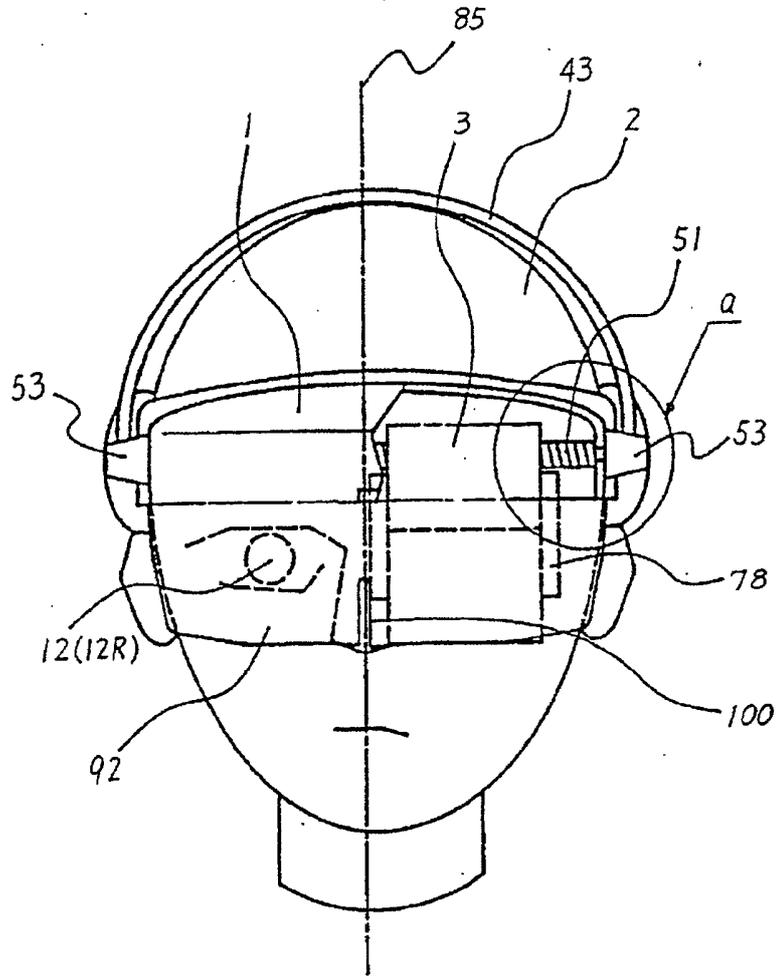


FIG. 40

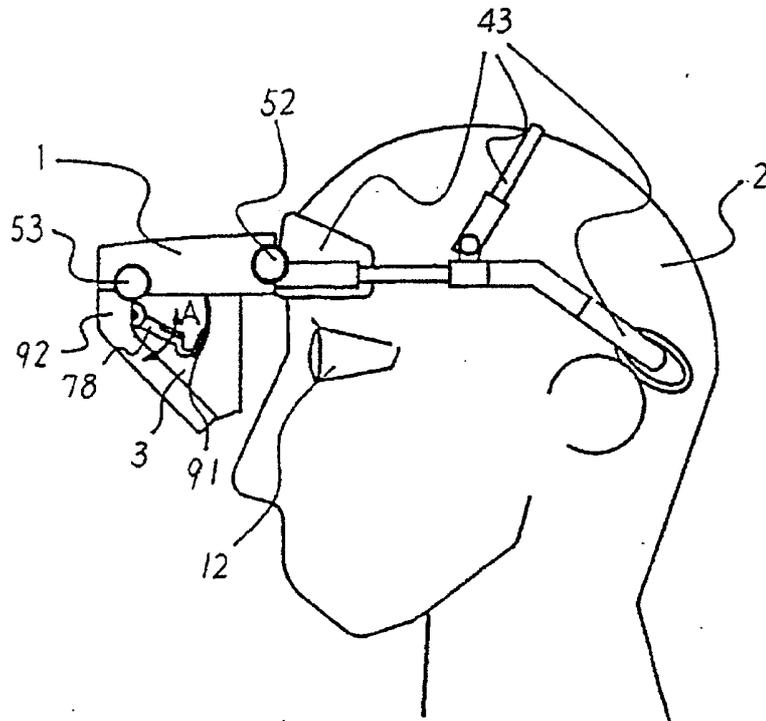


FIG. 41

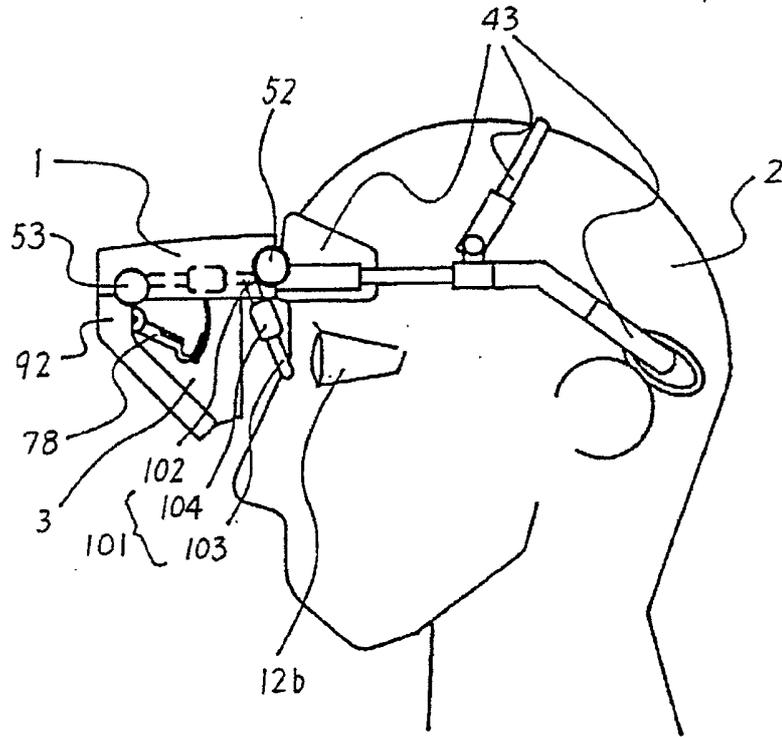


FIG. 42

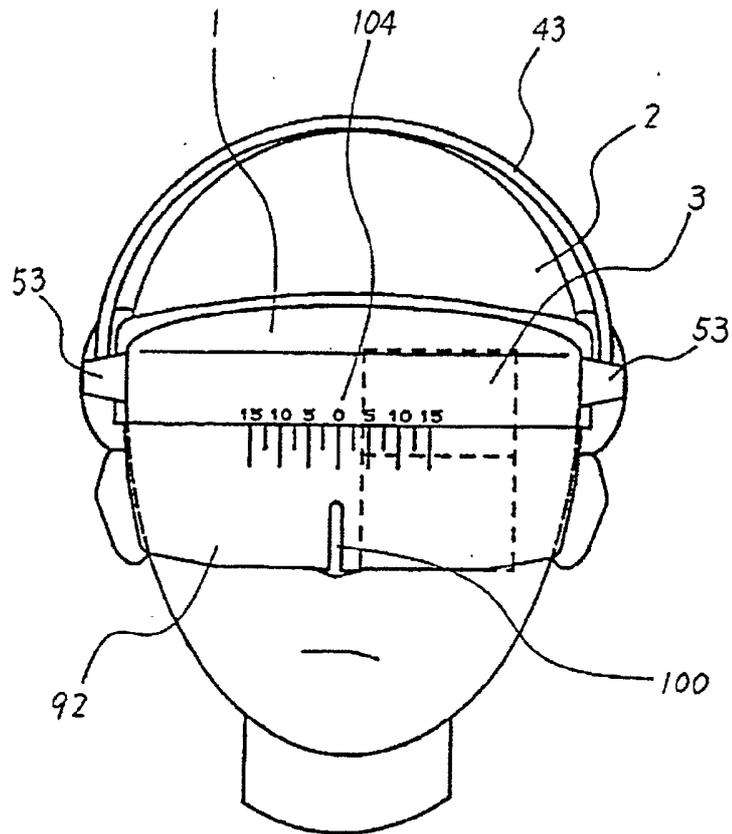


FIG. 43

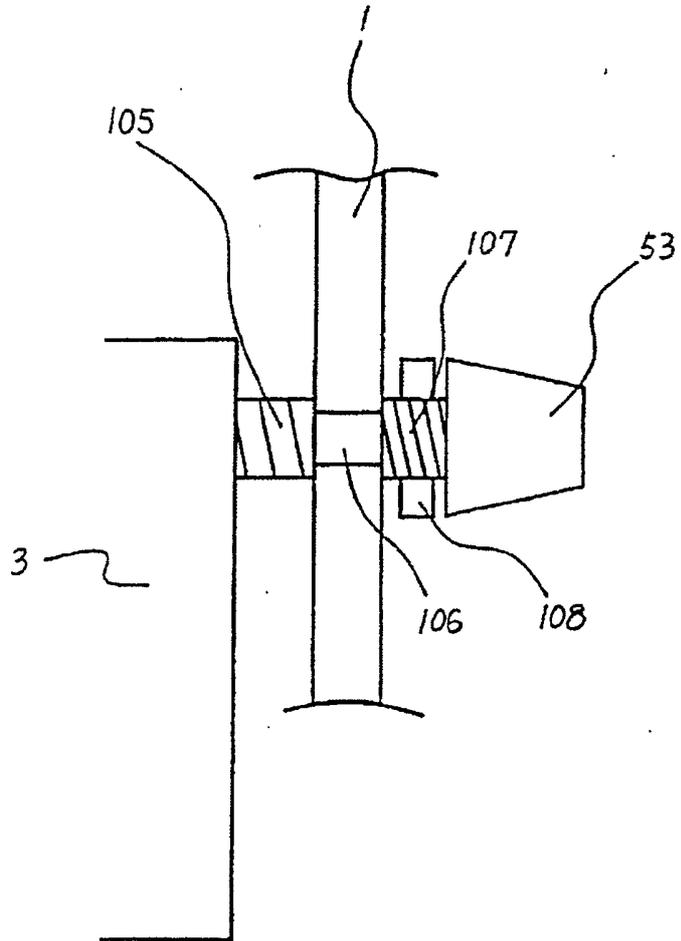


FIG. 44

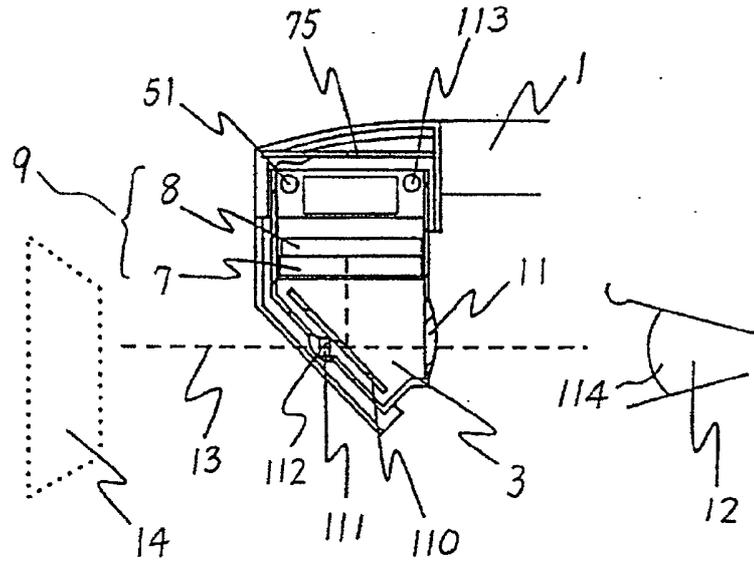


FIG. 45

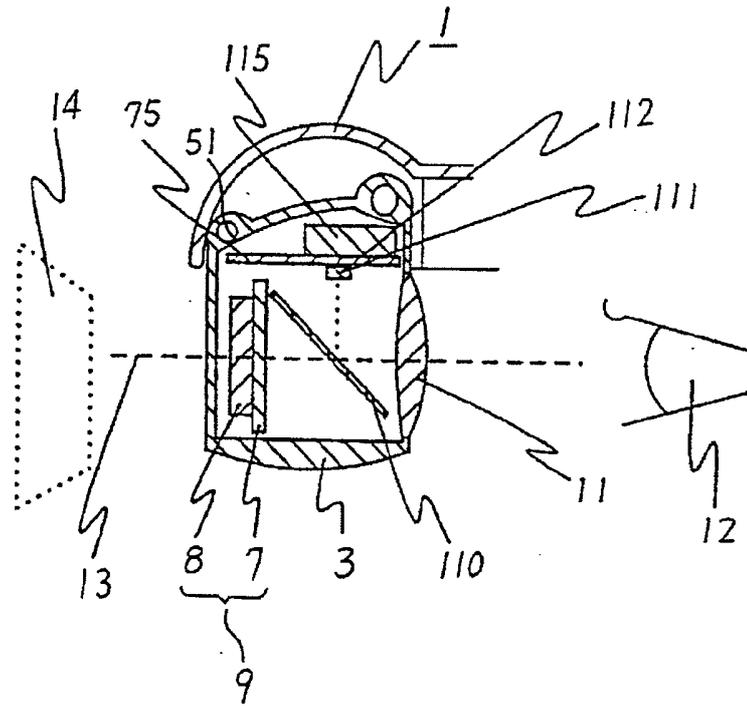


FIG. 46

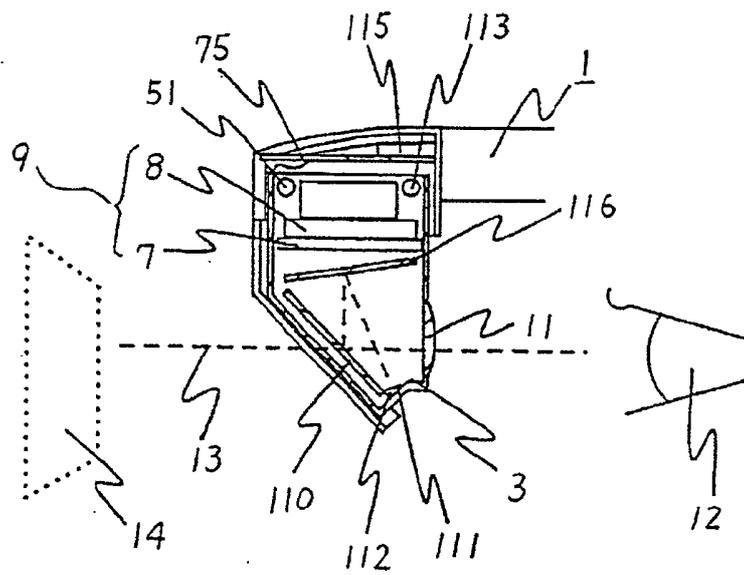


FIG. 47

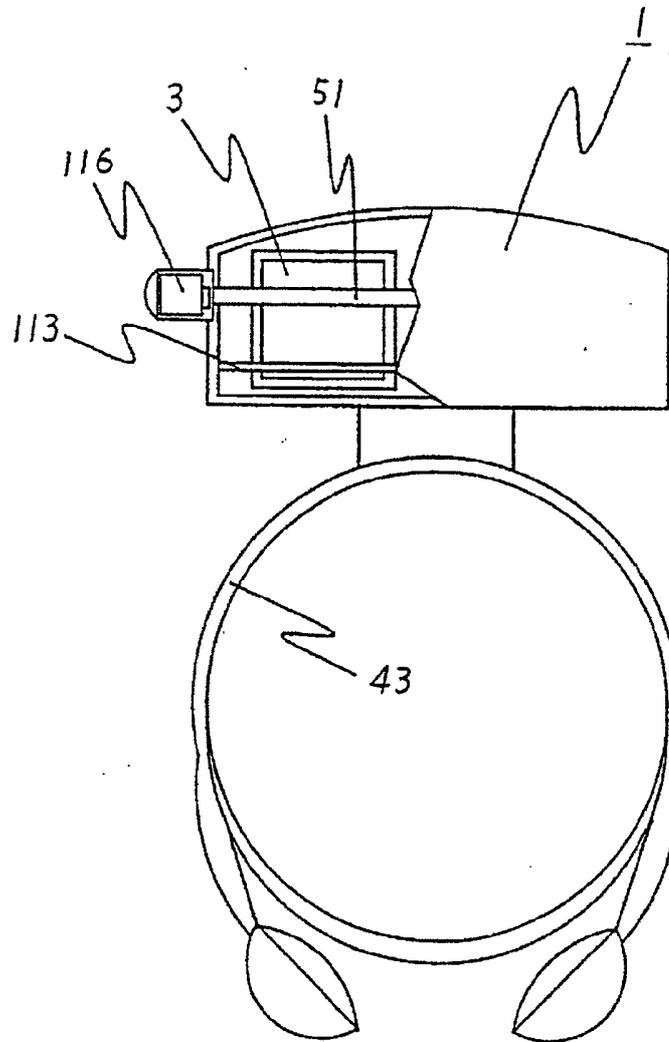


FIG. 48

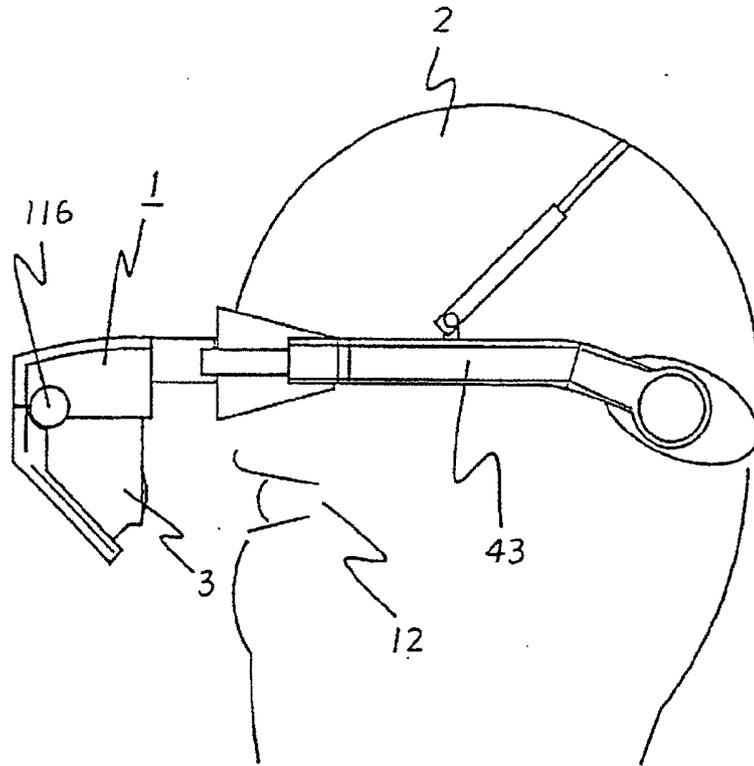


FIG. 49

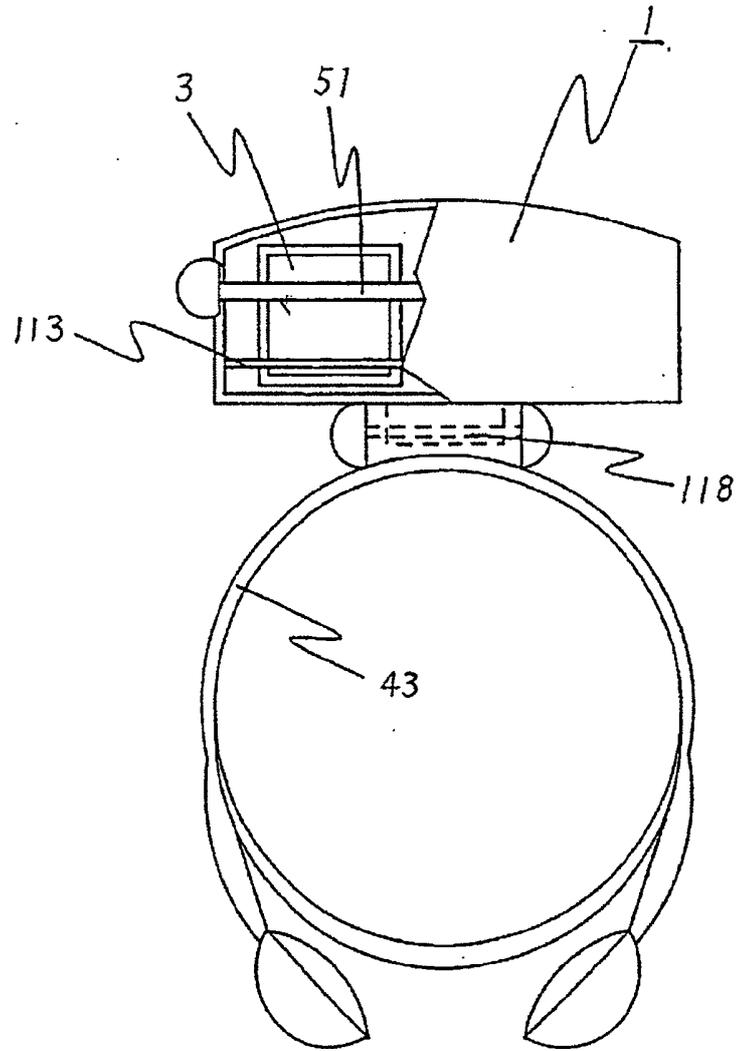


FIG. 50

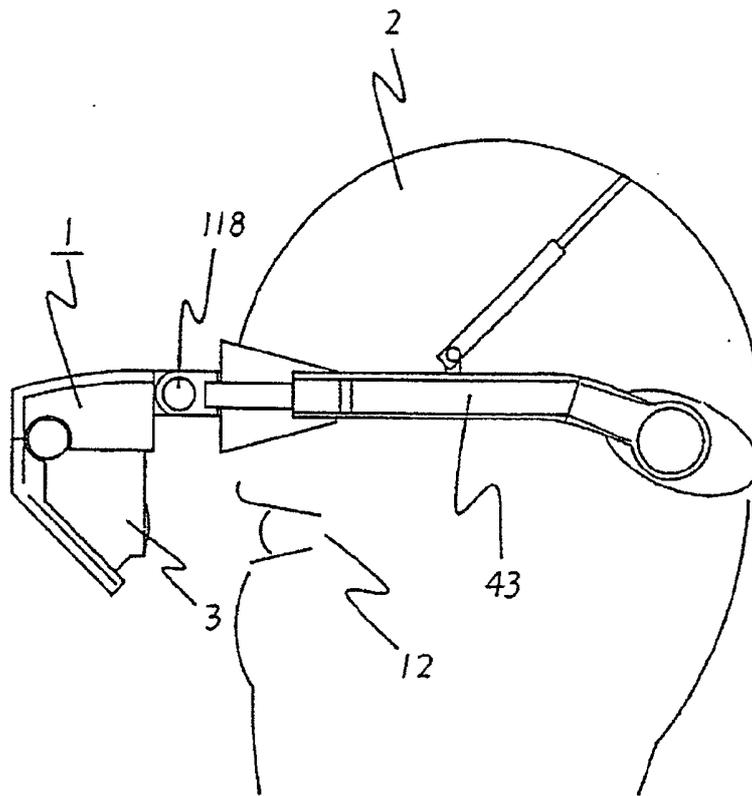


FIG. 51

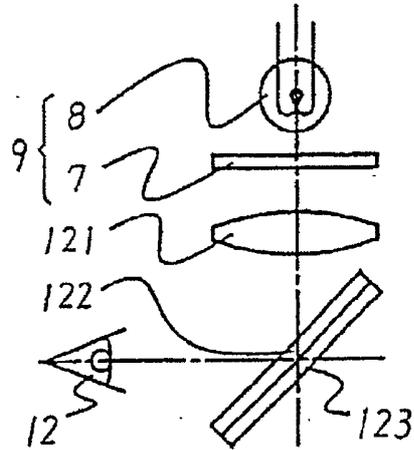


FIG. 52

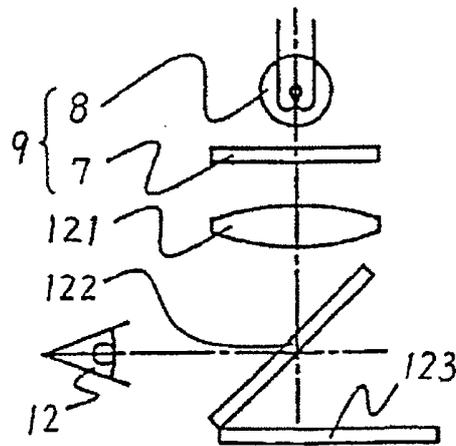


FIG. 53

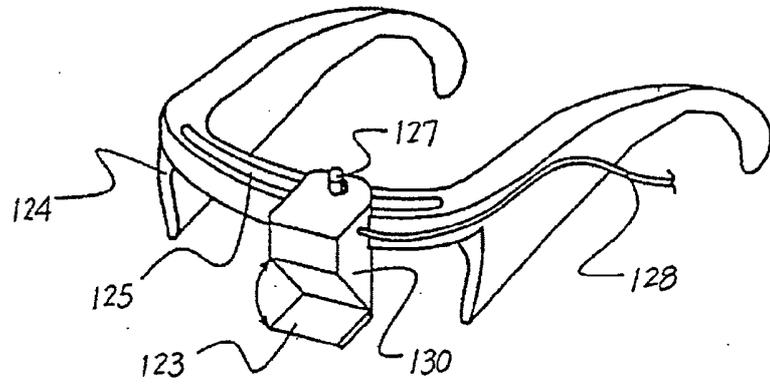


FIG. 54

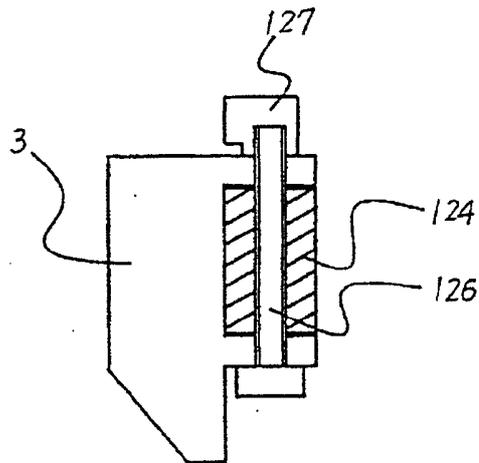


FIG. 55

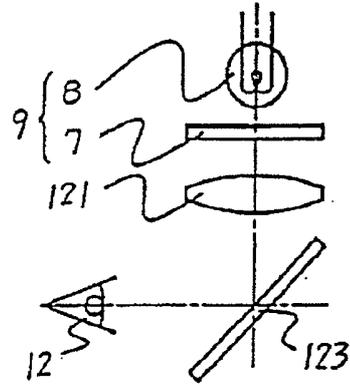


FIG. 56

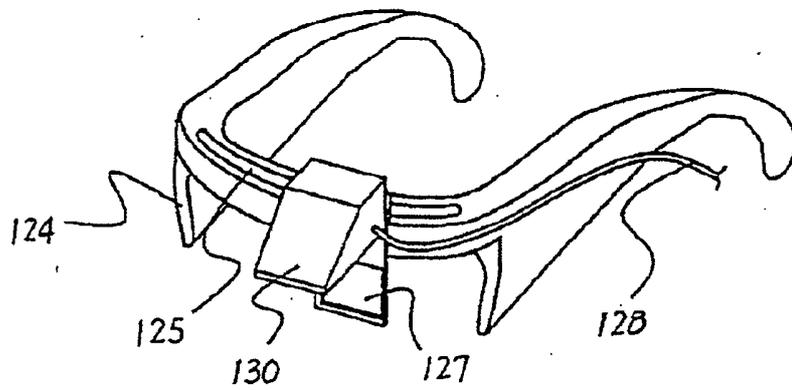


FIG. 57

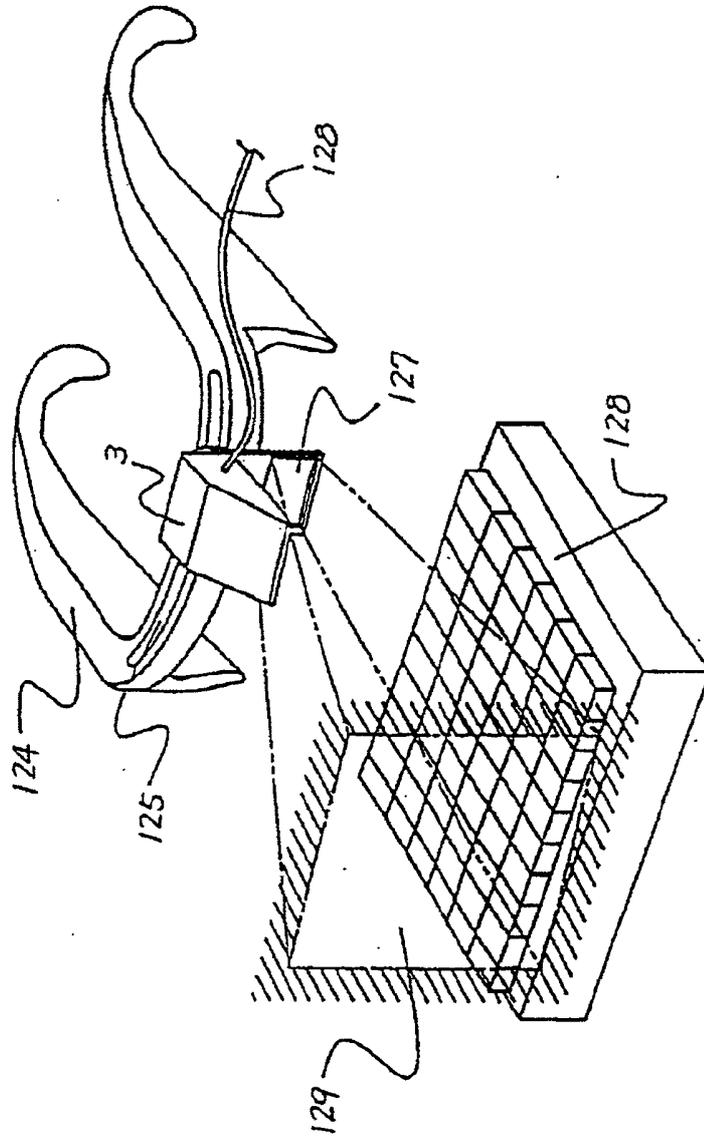


FIG. 58

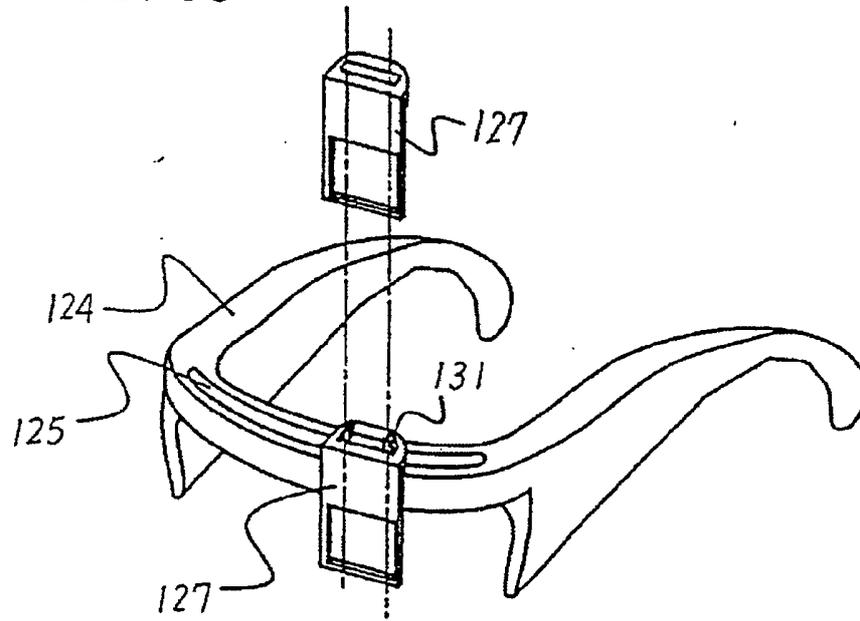


FIG. 59

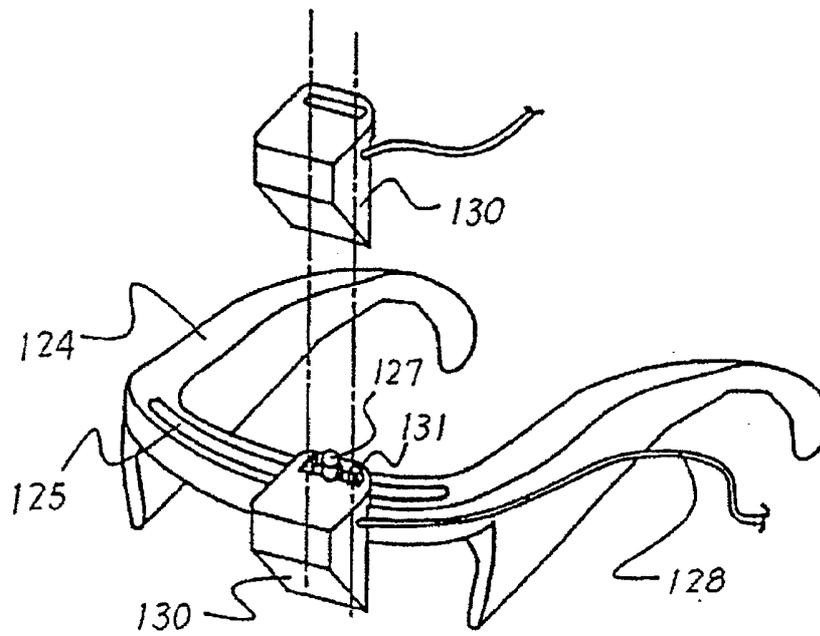


FIG. 60

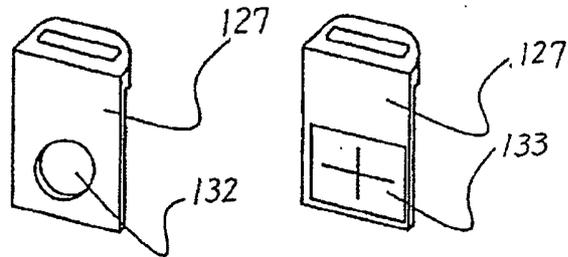


FIG. 61

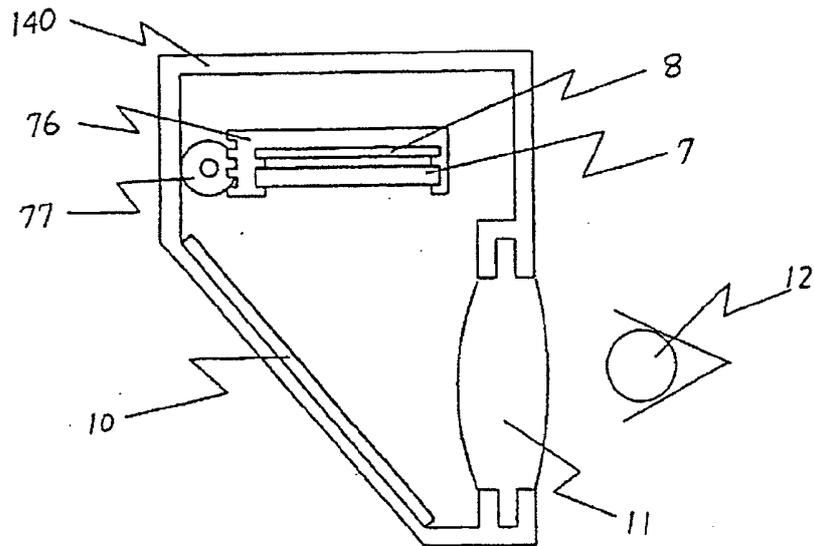


FIG. 62A

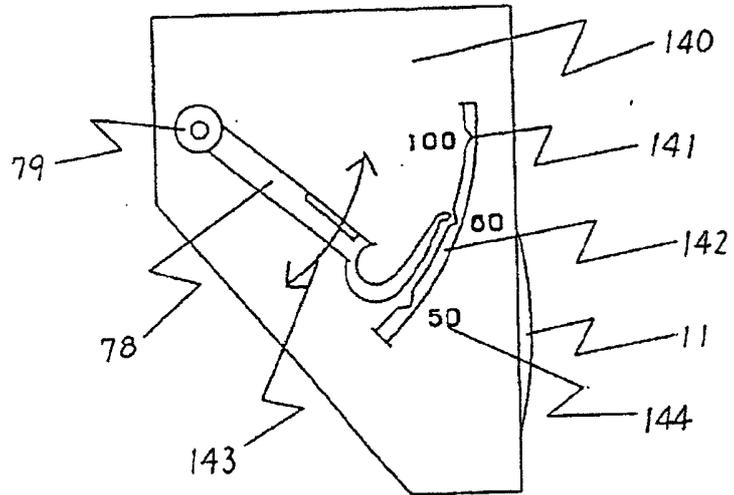


FIG. 62B

