

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: GM 654/03

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> : **G02B 25/00**  
A61B 19/00

(22) Anmeldetag: 24. 9.2003

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 1.2004

(45) Ausgabetag: 25. 2.2004

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

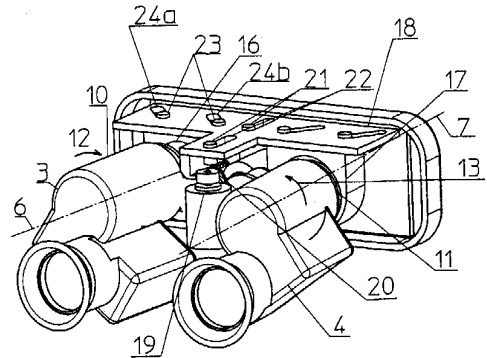
IN-VISION PRÄZISIONSOPTIK PRODUKTIONS GES.M.B.H.  
& CO. KG  
A-2353 GUNTRAMSDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

DIETL GEORG ING.  
WR. NEUDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).  
POBENBERGER ERNST ING.  
WEIGELSDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) STEREOSKOPISCHE LUPE

(57) Stereoskopische Lupe, die zwei optische Systeme umfasst, welche aus je einem Objekt (46,47 und 48), einem Reflexionsumkehrsystem (33 und 34) und je einem Okular (8) bestehen, wobei Einrichtung zur automatischen, Fokussierung der optischen Systeme vorgesehen sind, und die beiden Objektive (47 und 48) im wesentlichen starr miteinander verbunden, in einem gemeinsamen Gehäuse (1) angeordnet sind und der Abstand der Frontglieder (46) der Objektive im Minimum dem menschlichen Augenabstand entspricht und die Reflexionsumkehrsysteme (33 und 34) und die Okulare (8) je in einem eigenem Gehäuse (3 und 4) angeordnet sind, welche zur Verstellung der Pupillenabstandes der Okulare (8) um die optischen Achsen (6 und 7) der zugehörigen Objektive schwenkbar sind, wobei Verstelleinrichtungen (18,31 und 32) der Objektive von der Schwenkbewegung der Okulargehäuse (3 und 4) unbeeinflusst bleiben.



Die Neuerung bezieht sich auf eine stereoskopische Lupe, die nach Art eines Prismenfernrohres aufgebaut ist, und zwei optische Systeme umfasst, welche aus je einem Objektiv, einem Reflexions-Bildumkehrsystem, beispielsweise einem Porro-Prisma der ersten Art, und je einem Okular bestehen. Die Objektive können gegebenenfalls eine kontinuierlich veränderbare Brennweite aufweisen. Vorzugsweise sind Einrichtungen zur automatischen Fokussierung der optischen Systeme vorgesehen. Gegebenenfalls sind auch Einrichtungen zum Parallaxausgleich der beiden optischen Systeme vorgesehen, mittels welcher die optischen Achse zumindest eines der beiden System so verschwenkbar ist, dass sich die beiden optischen Achsen in dem Punkt schneiden, auf welchen die optischen Systeme fokussiert sind.

Stereoskopische Lupen der oben beschriebenen Art sind bekannt und haben sich in der Praxis durchaus bewährt. Ein Nachteil dieser Systeme ist jedoch, dass der Abstand der Austrittspupillen nicht verstellbar und damit dem Augenabstand des Benutzers anpassbar ist. Die Hersteller dieser stereoskopischen Lupen bieten daher eine ganze Reihe dieser Lupen mit unterschiedlichen Pupillenanständen an. Bei durchschnittlichen Erwachsenen liegen die Pupillenabstände zwischen 52 und 76 mm. Bei einem Unterschied im Pupillenabstand von 4 mm zwischen zwei Typen ergibt sich somit eine Typenzahl von 7 Einheiten, um den Markt an potentiellen Anwendern abzudecken. Dies bedeutet eine entsprechend vergrößerte Lagerhaltung in der Produktion und im Vertrieb bei gleichzeitig verringerter Umschlaggeschwindigkeit. Für den Anwender bedeutet dies eine

entsprechende Verteuerung des Produktes aber auch eine entsprechende Unbequemlichkeit da der Pupillenabstand nur in Stufen anpassbar ist und im Durchschnitt mit einer Abweichung vom optimalen Pupillenabstand von 2 mm gerechnet werden muss.

Besonders gravierende Nachteile ergeben sich jedoch, wenn die Geräte nicht einem einzelnen individuellen Anwender zugeordnet sind, sondern beispielsweise in Kliniken eingesetzt werden, wo sie von einem größeren Personenkreis abwechselnd genutzt werden müssen. In diesem Fall muß eine entsprechend größere Zahl von Geräten vorrätig sein und trotzdem kann es zu Engpässen beim Einsatz kommen.

Es ist ein Ziel der Neuerung diese Nachteile zu beseitigen und eine stereoskopische Lupe zu schaffen, die einen kontinuierlich verstellbaren Pupillenabstand aufweist. Damit ergibt sich eine entsprechend reduzierte Lagerhaltung mit reduzierten Herstell- und Vertriebskosten. Für den Anwender ergibt sich zusätzlich der Vorteil, dass die Lupe bezüglich des Pupillenabstandes optimal an diesen angepasst werden kann, was zu einer wesentlich ermüdungsfreieren Arbeit beiträgt. Für Institute, wie Kliniken bei welchen die Geräte wechselweise eingesetzt werden ergibt sich zusätzlich ein beträchtliches Einsparungspotential.

Gemäß der Neuerung wird dieses Ziel dadurch erreicht, die beiden Objektiv im wesentlichen starr miteinander verbunden, vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse („Lupengehäuse“) angeordnet sind, wobei der Abstand der Frontglieder der Objektiv im Minimum vorzugsweise dem menschlichen Augenabstand entspricht und die Reflexionsumkehrsysteme und die Okulare je in einem eigenem Gehäuse („Okulargehäuse“) angeordnet sind, welche zur Verstellung des Pupillenabstandes der Okulare um die optischen Achsen der zugehörigen Objektiv schwenkbar sind, wobei allfällige Verstelleinrichtungen der Objektiv bzw. von Objektivgliedern zum Zwecke der Fokussierung und / oder der Brennweiteinstellung und / oder des Parallaxausgleiches von der Schwenkbewegung zur Einstellung des Pupillenabstandes unbeeinflusst bleiben.

Vorzugsweise sind die beiden Okulargehäuse mittels einer Getriebeeinrichtung, beispielsweise mit einem Zahnradtrieb, miteinander verbunden, die gewährleistet, dass die Verstellwinkel zwischen den Okulargehäusen und den Objektiven, bzw. dem Lupengehäuse dem absoluten Betrag nach stets gleich sind.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Neuerung weisen die Okulargehäuse je einen Zylinder auf, deren Achsen ident mit den optischen Achsen der Eintrittsstrahlenbündel sind, wobei diese Zylinder in bzw. an dem Lupengehäuse schwenkbar gelagert sind und die Okulargehäuse je einen zweiten, zum ersten Zylinder parallelen, Zylinder aufweisen, dessen Achse ident mit der optischen Achse des Austrittsstrahlenbündels ist, wobei in bzw. an diesem Zylinder das Okular mit seiner Fassung, vorzugsweise axial verstellbar, gelagert ist.

Vorteilhaft weisen die erstgenannten Zylinder der Okulargehäuse an ihrem Aussenumfang eine Zahnung auf, wobei ein Zahntrieb die Zahnungen der beiden Zylinder miteinander verbindet, in dem Sinne, dass bei Verschwenken eines Okulargehäuse das andere um den gleichen Winkel in Gegenrichtung verschwenkt wird.

Ein Haupteinsatzgebiet der beschriebenen stereoskopischen Lupen ist im medizinischen Bereich, insbes. in der Chirurgie. Die Geräte werden dabei mittels einer Halterung am Kopf des Chirurgen fixiert. Um eine einseitige Belastung zu vermeiden wird im allgemeinen im Bereich des Hinterkopfes ein mindestens gleichschweres Gegengewicht angeordnet. Bei einem Gewicht des Lupensystems allein von rund 300 g ergibt sich somit ein beträchtliches Gesamtgewicht, welches bei vielfach stundenlangem Einsatz zu einer außerordentlichen körperlichen Belastung führt. Es ist daher ein weiteres Ziel der Erfindung das Gewicht des Gerätes soweit wie möglich zu reduzieren.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Neuerung sind daher anstelle von Glas-Bildumkehrprismen in einem Okulargehäuse vier ebene Spiegel vorgesehen, die entsprechend den Reflexionsflächen von Porro-Prismen der ersten Art angeordnet sind.

Vorteilhaft bestehen die Linsen der Objektive und gegebenenfalls auch die der Okulare zumindest teilweise aus Kunststoff.

Weitere zusätzliche Gewichtseinsparungen sind möglich, wenn gemäß weiteren Merkmalen der Neuerung die Gehäuse der Objektive, bzw. das Lupengehäuse und die Okulargehäuse, sowie Fassungsteile der Objektive und Okulare zumindest teilweise aus Magnesium oder, vorzugsweise faserverstärkten, Kunststoff hergestellt sind.

Da die stereoskopischen Lupen eine relativ geringe Schärfentiefe aufweisen und ein manuelles Fokussieren im allgemeinen nicht in Betracht kommt, sind solche Systeme mit Einrichtungen zur automatischen Fokussierung der optischen Systeme ausgerüstet. Diese Einrichtungen umfassen einen Entfernungsmesser, sowie einen Verstellantrieb, der Teile des optischen Systems entlang der optischen Achse so verschiebt, dass das vom Entfernungsmesser gemessene Objekt durch das optische System scharf in eine Zwischenbildebene abgebildet wird, in welcher es durch das Okular betrachtet wird. Als Entfernungsmesser können verschiedene Systeme eingesetzt werden. So können beispielsweise Ultraschall-Laufzeitmesser verwendet werden oder auch optische Systeme, die nach einem trigonometrischen Verfahren arbeiten. Diese umfassen einen Sender für einen Lichtstrahl, insbes. einen Infra-Rot-Strahl und einen Empfänger für diese Strahlung sowie Einrichtungen zum Verschwenken der optischen Achsen von Sender und / oder Empfänger, wobei aus der Winkelstellung mit dem maximalen Empfangssignal die Entfernung des Objektes ermittelbar ist. Man hat schon vorgeschlagen, den Sender des Entfernungsmesser in einem der optischen Systeme anzuordnen, bzw. den Sendestrahl in dieses einzuspiegeln.

Um ein ermüdungsfreies Arbeiten mit optimaler optischer Abbildungsqualität zu ermöglichen, sind vorzugsweise auch Einrichtungen zum Parallaxausgleich der beiden optischen Systeme vorgesehen, mittels welcher die optischen Achse zumindest eines der beiden System so verschwenkbar ist, dass sich die beiden optischen Achsen in dem Punkt schneiden, auf welchen die optischen Systeme fokussiert sind.

Da einerseits, wie oben angeführt die Schärfentiefe der optischen Systeme relativ gering ist, andererseits die verschiedenen Objekte im Operationsfeld stark in der Tiefe gestaffelt sein können, ergeben sich mit den bekannten Entfernungsmessern vielfach Probleme. Das Messfeld der bekannten Entfernungsmesser ist relativ groß, die Entfernungseinstellung erfolgt daher auf einen mittleren Entfernungswert und nicht auf den eigentlichen Arbeitsbereich, welcher im allgemeinen im Zentrum des Objektfeldes liegt.

Dieser Nachteil wird gemäß der Neuerung dadurch vermieden, dass der Sender des Entfernungsmessers im Strahlengang eines der beiden optischen Systeme angeordnet bzw. der Sendestrahle in den Strahlengang des optischen Systems eingespiegelt ist und der Empfänger des Entfernungsmessers im Strahlengang des anderen optischen Systems angeordnet bzw. der Empfangsstrahl aus dem Strahlengang dieses optischen Systems ausgespiegelt ist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Neuerung ist ein zweiter, unabhängiger Entfernungsmesser mit einem größeren Messfeld vorgesehen ist, welcher die Fokussier-Verstellantriebe der beiden optischen Systeme im Sinne einer Grobverstellung ansteuert.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Schutzansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele und unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Die Fig. 1 zeigt eine axionometrische Ansicht einer stereoskopischen Lupe gemäß der Erfindung. Die Figuren 2 und 3 zeigen diese Lupe in zwei verschiedenen Einstellungen. Gemäß Fig. 2 ist die Lupe auf minimalen Augen- bzw. Okularabstand eingestellt, in Fig. 3 auf maximalen. In Fig. 4 ist ein optische System einer Variante der erfindungsgemäßen Lupe dargestellt. In Fig. 5 ist ein optisches System der Lupe in Einstellung auf minimale Vergrößerung gezeigt, wobei die Position des Frontglandes für verschiedene Fokussierungen schematisch angedeutet. Die Fig. 6 veranschaulicht das gleiche optische System in der Einstellung auf

maximale Vergrößerung. Die Fig. 7 zeigt in einer Untersicht verschiedene Antriebseinrichtungen der neuen Lupe. Die Figuren 8a und 8b zeigen schematisch die Strahlengänge eines optischen Systems der neuen Lupe fokussiert auf eine mittlere Entfernung einmal in einer Einstellung auf minimale Vergrößerung, das andere Mal auf maximale Vergrößerung. Analog veranschaulichen die Figuren 9a und 9b dasselbe optische System fokussiert auf die kürzeste Distanz. Die Figuren 10a und 10b zeigen ein Detail des Strahlenganges einer ersten Variante der Erfindung, die Figuren 11a und 11b das eines einer zweiten Variante.

In Fig. 1 ist eine stereoskopische Lupe insbes. für den Einsatz in der Chirurgie beispielsweise für die Gefäß-, die Neuro- oder Handchirurgie gezeigt. Die Lupe wird im allgemeinen auf einem Bügel oder Helm befestigt, den der Chirurg an seinem Kopf trägt. Im Gegensatz zu einem Operationsmikroskop gibt eine solche Lupe dem Chirurgen völlige Bewegungsfreiheit. Die neue stereoskopische Lupe besteht aus einem Lupengehäuse 1, das die beiden Objektive enthält. Das Gehäuse 1 ist nach vorne durch eine Glasplatte 2 abgeschlossen. Durch nicht dargestellte Dichtungen ist diese Abschlussplatte 2 dicht in das Gehäuse 1 montiert. An der Rückseite des Gehäuses 1 sind die beiden Okulargehäuse 3 und 4 befestigt, die zur Einstellung des erforderlichen Pupillenabstandes um die optischen Achsen der jeweils zugehörigen Objektive schwenkbar gelagert sind. Der Pupillenabstand erwachsener Männer und Frauen liegt zwischen 52 und 76 mm. Um die neue Lupe universell einsetzen zu können, ist der Pupillenabstand der beiden optischen System zumindest zwischen diesen beiden Grenzwerten kontinuierlich einstellbar, wobei durch entsprechende Reibkräfte im Verstellmechanismus die jeweils gewählte Einstellung erhalten bleibt. Mit 5 ist in der Zeichnung eine Schiene bezeichnet, die oben am Gehäuse angeordnet ist und mit welcher die Lupe an dem nicht dargestellten Befestigungsbügel bzw. Helm befestigbar ist.

In den Figuren 2 und 3 ist die neue Lupe mit einem teilweise demontierten Lupengehäuse gezeigt, wobei ein Teil der Einstellmechanik der beiden Objektivsysteme schematisch dargestellt ist. In Fig. 2 ist die Lupe mit einer

Einstellung der Okulargehäusen 3 und 4 gezeigt, die einem Augen- bzw. Okularabstand von 52 mm entspricht. Die Fig. 3 zeigt die Lupe eingestellt auf einen Okularabstand von 76 mm. Die Okulargehäuse werden zur Einstellung des Okularabstandes um die optischen Achsen 6,7 der zugehörigen Objektive verschwenkt.

Die Okulargehäuse enthalten die Okulare 8 bzw. 9 sowie Reflexionsumkehrsysteme, wie zum Beispiel sogen. Porro Prismen der ersten Art, welche einerseits eine Bildumkehr bewirken und andererseits durch Falten des Strahlenganges eine besonders kompakte Bauweise des optischen Systems ergeben. Mit ihrem zylindrischen Teil 10 bzw. 11 umgreifen die Okulargehäuse 3 und 4 die Fassungen der zugehörigen Objektive und sind an diesen schwenkbar gelagert. Durch Verschwenken der Okulargehäuse 3 und 4 in Richtung der Pfeile 12 und 13 in Fig. 2 wird der Okularabstand vergrößert, durch Verschwenken in Richtung der Pfeile 14 und 15 in Fig. 3 wird er verkleinert.

Die Frontglieder der Objektive sind in separaten Fassungen 16, 17 montiert, die zur Fokussierung axial und zum Parallaxausgleich quer zur optischen Achse verschiebbar sind. Beim Parallaxausgleich kann die Abbildungsqualität des Objektivs dadurch verbessert werden, dass das Frontglied neben der Bewegung quer zur optischen Achse auch eine Kippbewegung um eine vertikale Achse ausführt. Alle diese Bewegungen werden für beide Objektive gemeinsam durch eine Platine 18 gesteuert. Diese wird durch einen Elektromotor 19 über ein Getriebe 20 parallel zu den optischen Achsen 6 und 7 verstellt. Die Platine 18 wird hierbei durch im Lupengehäuse 1 befestigte Bolzen 21 geführt, die in entsprechende Schlitz 22 der Platine 18 eingreifen. An den Fassungen 16 und 17 der Frontglieder der Objektive sind Bolzen 23 befestigt, die in Schlitz 24a und 24b der Platine 18 eingreifen. Bei einer axialen Verschiebung der Platine 18 führen die Frontglieder dadurch eine komplexe Bewegung aus: eine axiale Verschiebung bewirkt eine Fokussierung des Objektivs, eine Querbewegung verschwenkt die optischen Achsen der beiden Objektive so, dass sich diese in dem Punkt schneiden auf welche die Lupe fokussiert ist (Parallaxausgleich). Schließlich

führen die Frontglieder zur Optimierung der Abbildungsqualität durch unterschiedliche Formgebung der Schlitze 24a und 24b noch eine Kippbewegung um eine vertikale Achse aus.

Die Steuerung des Motors 19 erfolgt durch ein nicht gezeigtes Entfernungsmess-System, z.B. ein Ultraschall-Entfernungsmess-System oder ein Infra-Rot-System, welches nach dem Prinzip der Triangulierung arbeitet. Das auf diese Weise gebildete Autofokus-System gewährleistet jeweils eine optimale Abbildungsqualität und entlastet damit den Chirurgen von zusätzlichen Einstellarbeiten.

Die Fig. 4 zeigt die einzelnen Komponenten des optischen Systems, insbes. den Aufbau im Innern eines Okulargehäuses. An einer Wand 25 des Okulargehäuses 3 ist ein Zylinder 26 befestigt, der an seinem freien Ende einen Zahnkranz 27 aufweist. Der Zylinder 26 umschließt die Fassung 28 des Objektivs und ist an dieser schwenkbar gelagert. Das Objektiv weist eine kontinuierlich veränderbare Brennweite auf und umfasst zwei axial verschiebbare Glieder. Die Fassung 28 weist einen ortsfesten Teil 29 auf, der sich bei 30 an einer Wand des Lupengehäuses 1 abstützt und einen um die optische Achse 6 drehbaren Steuerzylinder 31, der einen Zahnkranz 32 aufweist. Dieser Steuerzylinder 31 verschiebt die beiden beweglichen Glieder des Objektivs, durch Drehen desselben kann die Brennweite kontinuierlich verstellt werden. An das Objektiv schließt das erste Prisma 33 des Porro-Prismas erster Art an. Das zweite Prisma des Porro-Prismensystems ist mit 34 bezeichnet. In bekannter Weise ist es starr mit dem Prisma 33 verbunden.

Das Objektiv entwirft in der Ebene 35 ein Zwischenbild, das durch das Okular 8 virtuell abgebildet wird. Mit 37 ist eine Augenumschel aus Gummi oder Kunststoff bezeichnet.

In der in Fig. 4 gezeigten Variante der Erfindung ist die Fläche 38 des Prismas 34 teildurchlässig verspiegelt. Auf diese Fläche ist eine Prisma 39 aufgekittet, so dass ein Teil der durch das Objektiv einfallenden Strahlung aus dem Strahlengang

ausgespiegelt wird. Durch eine Linse 40 wird ein Bild des Objektes auf ein Photodioden-Array 41, z.B. auf ein CCD eines Videokamera-Systems entworfen. Es ist damit möglich, einem größeren Auditorium das Bild zugänglich zu machen, welches der Chirurg in seiner Lupe sieht oder ein solches Bild bzw. eine Bildfolge aufzuzeichnen. Werden beide Okulareinheiten 3,4 mit solchen Kamera-Systemen ausgerüstet, so können zusätzliche Beobachter das Operationsfeld 3-dimensional, beispielsweise mittels einer 2-Kanal-Videobrille betrachten. Da das Photodioden-Array 41 in Bezug auf das Prisma 34 ortsfest ist, wird durch Verdrehen der Okulargehäuse 3,4 mit den Prismen 33 und 34 zur Einstellung des Pupillenabstandes das Bild auf dem Photodioden-Array 41 gedreht, während das im Okular 8 sichtbare Bild unverändert bleibt. Es müssen daher elektronische Einrichtungen vorgesehen sein, um das Videobild entsprechend zurück zu drehen. Diese Einrichtungen können durch einen Winkelsensor gesteuert werden, welcher die Verdrehung der Okulargehäuse 3,4 relativ zum Lupengehäuse 1 ermittelt. Bei einer stereoskopischen Bildübertragung ist es auch möglich, den erforderlichen Drehwinkel elektronisch aus den beiden Bildern zu ermitteln und diese relativ zueinander so zu drehen, dass nur die stereoskopischen Unterschiede zwischen den beiden Bildern verbleiben. Da der Pupillenabstand aber nur relativ selten verstellt wird und jedenfalls während einer Operation unverändert bleibt, kann die elektronische Bilddrehung der beiden TV-Bilder ohne wesentlichen Verlust an Bedienungskomfort auch manuell durchgeführt werden. Bevorzugt wird eine solche Einstellung mit einer Testvorlage durchgeführt, welche eine Linienstruktur oder einen Raster zeigt.

Grundsätzlich kann aus dem von dem Photodioden-Array 41 abgeleiteten Videosignal durch eine Fourier-Analyse od. dgl. ein Signal gewonnen werden, welches den Motor 19 ansteuert und die Objektive der beiden Lupensysteme fokussiert. Voraussetzung für eine derartiges Autofokus-System ist jedoch, dass das Objekt einen ausreichenden Kontrast aufweist. Bei einem Einsatz der Lupe für chirurgische Zwecke ist dies im allgemeinen nicht der Fall. Bei solchen ungenügendem Kontrastverhältnissen wird daher bevorzugt ein aktiver Entfernungsmesser eingesetzt. Bekannt sind beispielsweise Ultraschall-Entfernungsmesser oder auch Infra-Rot-Entfernungsmesser.

Bei den Ultraschall-Entfernungsmessern wird ein kurzer US-Impuls ausgesandt. Aus der Laufzeit zwischen Senden und Eintreffen des Echo-Impulses wird die Entfernung des Objektes ermittelt. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist die ungenügende Bündelung des US-Strahles, die ein sehr ausgedehntes Messfeld ergibt. Die gemessene Entfernung entspricht daher nicht der Entfernung des Zentrums des Messfeldes sondern einem Mittelwert über das gesamte Messfeld. Da die Schärfentiefe der Lupensysteme relativ gering ist, kann dies bei stark strukturierten Objekten dazu führen, dass der bildwichtige, zentrale Teil des Objektfeldes nicht scharf abgebildet wird.

Infra-Rot-Entfernungsmesser arbeiten nach einem trigonometrischen Verfahren (Triangulierung). Es wird ein Infra-Rot-Lichtpunkt auf das Objekt projiziert, der durch eine Optik auf ein Photodiodenpaar (Differenz-Dioden) oder auf eine Photodiodenzeile abgebildet wird. Aus der Lage des Bildes des IR-Punktes auf den Empfänger-Dioden ergibt sich der Abstand des Objektes von der Lupe. Bei bekannten Systemen verfügen Sender und Empfänger über je eine eigene Abbildungsoptik. Es ist auch schon vorgeschlagen worden, nur für den Empfänger eine eigene Optik vorzusehen und die IR-Sendestrahlen in die Optik eines der beiden Lupensysteme einzuspiegeln.

Die Fläche 42 des Prismas 34 ist in dieser Variante der Erfindung ebenfalls teildurchlässig verspiegelt. Auf diese Fläche 42 ist im zentralen Teil ein kleines Prisma 43 aufgekittet. Durch eine Linse 44 wird ein Bild des zentralen Teils des Objektes auf eine Photodiodenanordnung 45b, beispielsweise eine Differenz-Photodiode entworfen. Die Photodiodenanordnung 45b ist Teil eines Infra-Rot-Entfernungsmesser, der nach dem Triangulierungsprinzip arbeitet. Die für einen solchen Entfernungsmesser notwendige IR-Lichtquelle besteht aus einer LED oder einer Laser-Diode. Die Strahlung dieser Lichtquelle wird durch eine Optik auf das Objekt konzentriert. In einer Variante der Neuerung wird die Lichtquelle in den Strahlengang des zweiten optischen Systems der Lupe eingespiegelt. Der Aufbau des

Systems ist analog zur Fig. 4 nur tritt an die Stelle der Photodiodenanordnung 45b eine Laserdiode bzw. eine LED 45a.

Die Funktionsweise eines solchen Autofokussystems ist wie folgt: Bei defokussierter Lupe werden die Dioden der Differenzdiodenanordnung 45 unterschiedlich beleuchtet. Der Motor 19 verstellt die Fassungen 16 und 17 der Frontglieder 46 der Objektive so lange bis der IR-Lichtfleck die Photodioden gleichmäßig beleuchtet. Der Antrieb wird dann abgestellt, die optischen Systeme sind optimal fokussiert. Da einerseits die Strahlung der IR-Sendedioden 45a stark gebündelt ist und das Bildfeld der Empfängerdioden relativ klein ist, kann es bei großen, abrupten Änderung der Entfernung dazu kommen, dass das Bild des Lichtfleckes „verloren“ geht. Das Autofokussystem ist in einem solchen Fall nicht in der Lage, das System wieder zu fokussieren. Für diese Fälle wird eine zweite Sendediode und / oder eine zweite Empfangs-Diodenanordnung vorgesehen, deren separate Optik ein deutlich größeres Messfeld aufweist. Dieses System dient einer Grobeinstellung, während die exakte Fokussierung durch das System bewirkt wird, welches durch die optischen Systeme der Lupe misst und welches ein sehr kleines Messfeld besitzt. Ein solches kleines, im Zentrum des Bildes angeordnetes Messfeld gewährleistet, dass die optischen Lupensysteme stets auf den bildwichtigen Teil fokussiert sind.

Die Figuren 5 und 6 zeigen schematisch das optische System eines der beiden Lupensysteme in verschiedenen Brennweiten- bzw. Vergrößerungseinstellungen und Fokussierungen. Das Objektiv besteht aus einem Frontglied 46, welches in der Fassung 16 gehalten ist. An das Frontglied schließen die beiden Glieder 47 und 48 an, die in der Fassung 28, 29, 31 (Fig. 4) geführt und axial verschiebbar angeordnet sind. Die Fig. 5 zeigt die beiden verstellbaren Objektivglieder in der Einstellung auf minimale Vergrößerung (3,6-fach), die Fig. 6 veranschaulicht das System in der Einstellung auf maximale Vergrößerung (6-fach). Die Systeme sind jeweils auf 3 verschiedene Entfernungen fokussiert. Das Frontglied 46 ist in vollen Linien in einer Einstellung auf 365 mm gezeigt. In dieser Einstellung ist die Achse 49a des Frontgliedes ident mit der optischen Achse 6 des Objektivs. Die beiden

Lupensysteme sind so im Lupengehäuse 1 montiert dass der Abstand der Achsen der Frontglieder 46 zumindest dem menschlichen Augenabstand entspricht und dass sich ihre optischen Achsen 6 und 7 in einem Abstand von 365 mm vor der Lupe schneiden.

Zur Fokussierung des Objektivs auf eine Distanz von 300 mm wird das Frontglied axial auf das Objekt zu verschoben, gleichzeitig wird das Frontglied 46 quer zur optischen Achse versetzt (strichliert dargestellt). Die Achse 49b des Frontgliedes ist in dieser Einstellung gegenüber der optischen Achse 6 des Systems versetzt, so dass die optische Achse 6 aus der Grundeinstellung ( 365 mm) 6a in eine Position 6b geschwenkt wird. In dieser Einstellung schneiden sich die optischen Achsen der beiden Lupensysteme in einem Abstand von 300 mm vor der Lupe. Bei einer Fokussierung auf 600 mm nimmt das Frontglied 46 die punktiert gezeigte Position ein. Die Achse des Frontgliedes 46 ist mit 49c bezeichnet, die optische Achse des Systems wird nach 6c geschwenkt.

In Fig. 7 ist eine Unteransicht der erfindungsgemäßen Lupe gezeigt, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit verschiedene Gehäuseteile weggelassen wurden. Wie schon an Hand der Fig. 4 erläutert worden ist weisen die Okulargehäuse 3 und 4 je einen Zylinder 26 auf, welche Zylinder an ihrem freien Ende einen Zahnkranz 27 besitzen. Mit diesen Zahnkränzen kämmen je ein Zwischenrad 50, 51, die ihrerseits ineinander eingreifen. Durch diesen Zahntrieb wird gewährleistet, dass bei Verschwenken der Okulargehäuse relativ zum Lupengehäuse 1 zur Verstellung des Augen- bzw. Pupillenabstandes die Okulargehäuse 3 und 4 in Bezug auf das Lupengehäuse 1 stets eine symmetrische Position einnehmen. Durch nicht dargestellte Reibungsbremsen wird gewährleistet, dass sich die Okulargehäuse 3,4 nicht ungewollt verstellen können.

Mit 31 ist der Steuerzylinder der Objektivfassung bezeichnet, welcher die Objektivglieder 47, 48 in axialer Richtung verstellt. Angetrieben werden die Steuerzylinder durch einen Elektromotor 52 über ein Ritzel 53 und Zwischenräder 54 und 55. Nicht dargestellt ist in Fig. 7 der ortsfeste Zylinder 29 der Objektivfassung,

der am Lupengehäuse fixiert ist und welcher letztendlich die Okulargehäuse trägt. Durch Einschalten des Motors 52 in dem einen oder anderen Drehsinn wird der Vergrößerungsfaktor der Lupe geändert. Normalerweise steuert der Operateur die Vergrößerungsänderung der Lupe je nach Bedarf selbst an. Dies kann entweder über einen Fusschalter oder auch über einen akustischen Schalter erfolgen.

In den Figuren 8a bis 11b sind die Strahlengänge einiger Varianten der optischen Systeme in verschiedenen Einstellungen gezeigt. Im Interesse einer deutlicheren Darstellung der Strahlengänge ist das Prisma 34 jeweils in die Ebene des Prismas 33 gedreht gezeigt. Die Fig. 8a und 8b veranschaulichen die Strahlengänge bei einer Fokussierung auf 365 mm, die Fig. 8a für eine Vergrößerung von 3,5-fach, die Fig. 8b für eine Vergrößerung von 7-fach. Die Figuren 9a und 9b zeigen die Strahlengänge ebenfalls für eine 3,5- und 7-fache Vergrößerung aber mit einer Fokussierung auf 300 mm. Das Objektiv des Lupensystems besteht aus einem 3-linsigen Frontglied 46 und den beiden, ebenfalls 3-linsigen, zur Brennenweiten- bzw. Vergrößerungs-Änderung axial verschiebbaren Gliedern 47 und 48. An das Objektiv schließt ein Porro-Prisma der ersten Art 33 und 34 an, durch welches der Strahlengang des Systems gefaltet wird. Gleichzeitig wird das in der Ebene 35 entworfene Bild um 180° gedreht. Das Bild 35 wird durch das Okular 8 in das Auge des Betrachters abgebildet. Mit 49 ist die Augpupille bezeichnet, mit 50 die Netzhaut. Zur Fokussierung des Objektivs wird das Frontglied 46 axial verschoben. Durch eine Querbewegung des Frontgliedes 46 wird ein Parallaxausgleich zwischen den beiden Lupensystemen erreicht. (vgl. hierzu die Figuren 5 und 6).

In den Figuren 10a und 10b ist eine Variante der Erfindung dargestellt, in welcher die Prismenfläche 38 des Prismas 34 teilverspiegelt ausgeführt. Auf diese Fläche ist ein Prisma 39 aufgekittet (vgl. hierzu auch Fig. 4). Im Interesse einer deutlicheren Darstellung sind in dieser Abbildung nur jene Strahlen gezeigt, die auf das CCD-Array 41 gelangen; diejenigen Strahlen die das Zwischenbild 35 erzeugen, sind ausgeblendet worden. Die unterschiedlichen Schnittweiten zum Zwischenbild 35 einerseits und zum Array 41 andererseits werden durch eine Optik 40 kompensiert.

Die Figuren 11a und 11b veranschaulichen eine weitere Variante der Erfindung, nach welcher ein aktiver IR-Entfernungsmesser in die beiden Lupensysteme integriert ist. Gemäß Fig. 11a ist die Prismenfläche 42a des Prismas 34 zumindest im Zentrum teildurchlässig verspiegelt. In diesem Bereich ist ein kleines Prisma 43a aufgekittet. Durch dieses Prisma kann Licht einer LED oder einer Laser-Diode 45a eingespiegelt. Die entsprechende Optik ist mit 44 bezeichnet. Durch diese Anordnung wird ein IR-Punkt auf das Objekt projiziert. Gemäß Fig. 11b ist auf die teilverspiegelte Fläche 42b ein kleines Prisma 43b aufgekittet. Die Optik 44 entwirft ein Bild des IR-Punktes am Objekt auf die lichtempfindliche Fläche einer Photodiode 45b bzw. einer Diodenzeile oder eines Dioden-Arrays.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Beispiele beschränkt. Im Rahmen der Erfindung sind vielmehr zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich. Beispielsweise kann, um einen weiter verbesserten Stereoeffekt zu erzielen, der Abstand der Frontglieder 46 größer als der menschliche Augenabstand gewählt werden. Zur Verringerung des Gewichtes des Systems können an Stelle der Porro-Prismen auch Spiegelsysteme vorgesehen sein.

## Ansprüche

1. Stereoskopische Lupe, die nach Art eines Prismenfernrohres aufgebaut ist, und zwei optische Systeme umfasst, welche aus je einem Objektiv, einem Reflexions-Bildumkehrsystem, beispielsweise einem Porro-Prisma der ersten Art, und je einem Okular bestehen, wobei das Objektiv gegebenenfalls eine kontinuierlich veränderbare Brennweite aufweist und Einrichtung zur, vorzugsweise automatischen, Fokussierung der optischen Systeme vorgesehen sind, wobei gegebenenfalls auch Einrichtungen zum Parallaxausgleich der beiden optischen Systeme vorgesehen sind, mittels welcher die optischen Achse zumindest eines der beiden System so verschwenkbar ist, dass sich die beiden optischen Achsen in dem Punkt schneiden, auf welchen die optischen Systeme fokussiert sind,
 

**dadurch gekennzeichnet, dass,**

die beiden Objektive (47 und 48) im wesentlichen starr miteinander verbunden, vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse (1) („Lupengehäuse“) angeordnet sind, wobei der Abstand der Frontglieder (46) der Objektive im Minimum dem menschlichen Augenabstand entspricht und die Reflexionsumkehrsysteme (33 und 34) und die Okulare (8) je in einem anderen, eigenem Gehäuse (3 und 4) („Okulargehäuse“) angeordnet sind, welche zur Verstellung des Pupillenabstandes der Okulare (8) um die optischen Achsen (6 und 7) der zugehörigen Objektive schwenkbar sind, wobei allfällige Verstelleinrichtungen (18,31 und 32) der Objektive bzw. von Objektivgliedern zum Zwecke der Fokussierung und / oder der Brennweiteneinstellung und / oder des Parallaxausgleiches von der

Schwenkbewegung der Okulargehäuse (3 und 4) zur Einstellung des Pupillenabstandes unbeeinflusst bleiben.

2. Stereoskopische Lupe nach Schutzanspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass,**  
 die beiden Okulargehäuse (3 und 4) mittels einer Getriebeeinrichtung, beispielsweise mit einem Zahnradtrieb (27, 50 und 51), miteinander verbunden sind, die gewährleistet, dass der Verstellwinkel zwischen den Okulargehäusen (3 und 4) und den Objektiven, bzw. dem Lupengehäuse (1) dem absoluten Betrag nach stets gleich sind.
  
3. Stereoskopische Lupe nach Schutzanspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass,**  
 die Okulargehäuse (3 und 4) je einen Zylinder (26) aufweisen, deren Achsen ident mit den optischen Achsen (6 und 7) der Eintrittsstrahlenbüschel sind, wobei diese Zylinder (26) in bzw. an dem Lupengehäuse (1) schwenkbar gelagert sind und die Okulargehäuse (3 und 4) je einen zweiten, zum ersten Zylinder parallelen, Zylinder aufweisen, dessen Achse ident mit der optischen Achse des Austrittsstrahlenbüschels ist, wobei in bzw. an diesem Zylinder das Okular (8) mit seiner Fassung, vorzugsweise axial verstellbar, gelagert ist.
  
4. Stereoskopische Lupe nach Schutzanspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass,**  
 die erstgenannten Zylinder (26) der Okulargehäuse (3 und 4) an ihrem Aussenumfang eine Zahnung (27) aufweisen, wobei ein Zahntrieb(50 und 51) , z.B ein gekreuzter Zahnriemen, die Zahnungen der beiden Zylinder miteinander verbindet, in dem Sinne, dass bei Verschwenken eines Okulargehäuse (3 bzw. 4) das andere (4 bzw. 3) um den gleichen Winkel in Gegenrichtung verschwenkt wird
  
5. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüche ,

- dadurch gekennzeichnet, dass,**  
die Okulargehäuse (3 und 4) je vier ebene Spiegel aufweisen, die entsprechend den Reflexionsflächen von Porro-Prismen der ersten Art (33 und 34) angeordnet sind.
6. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüche ,  
**dadurch gekennzeichnet, dass,**  
die Linsen der Objektive (46,47 und 48) und gegebenenfalls auch die der Okulare (8) zumindest teilweise aus Kunststoff bestehen.
7. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüche ,  
**dadurch gekennzeichnet, dass,**  
die Gehäuse der Objektive, bzw. das Lupengehäuse (1) und die Okulargehäuse (3 und 4) , sowie Fassungsteile der Objektive und Okulare zumindest teilweise aus Magnesium oder, vorzugsweise faserverstärkten, Kunststoff hergestellt sind.
8. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüche ,  
**dadurch gekennzeichnet, dass,**  
zumindest eine Reflexionsfläche (38 und 42) der in einem Okulargehäuse (3, 4) angeordneten Reflexionsumkehrsysteme (33 und 34) in an sich bekannter Weise teildurchlässig verspiegelt ist und auf diese Fläche ein Prisma (39, 43) aufgekittet ist , wobei die durchtretende Strahlung auf einen opto-elektronischen Sensor, z.B. eine Photodiode (45b) bzw. ein Photodioden-Array (41) fällt, welche vorzugsweise in einer Zwischenbildebene des optischen Systems, bzw. einer dazu äquivalenten Ebene angeordnet ist, während die reflektierte Strahlung ein Zwischenbild (35) erzeugt, das in bekannter Weise durch das Okular (8) betrachtbar ist. (Fig.10a, 10b, 11a und 11b)
9. Stereoskopische Lupe nach Schutzanspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der opto-elektronische Sensor ein Bildempfangs-Array (41) ist, welcher Bestandteil einer Videokamera ist und dass gegebenenfalls elektronische Einrichtungen

vorgesehen sind, die eine Drehung des TV-Bildes ermöglichen, wobei gegebenenfalls ein Winkelsensor vorgesehen ist, welcher die Verdrehung des Okulargehäuses (3 und 4) relativ zum Lupengehäuse (1) detektiert und die Bild-Dreheinrichtung so steuert, dass die Bildorientierung unabhängig von der Okulargehäuseinstellung relativ zum Lupengehäuse (1) erhalten bleibt.

10. Stereoskopische Lupe nach Schutzanspruch 8 oder 9,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Bildwinkel des Videokamerasystems im wesentlichen dem des Lupensystems entspricht.

11. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

zumindest eine Reflexionsfläche (42) der in einem ersten Okulargehäuse (3 bzw. 4) angeordneten Reflexionsumkehrsysteme (33 und 34) in an sich bekannter Weise teildurchlässig verspiegelt ist und auf diese Fläche ein Prisma (43a) aufgekittet ist, wobei ein opto-elektronischer Sender (45a), beispielsweise eine LED oder eine Laser-Diode vorgesehen ist, dessen Strahlung in das optische System einspiegelbar ist und einen Lichtfleck im Objektfeld erzeugt, wobei zumindest eine Reflexionsfläche (42b) der in dem anderen Okulargehäuse (4 bzw. 3) angeordneten Reflexionsumkehrsysteme (33 und 34) in an sich bekannter Weise teildurchlässig verspiegelt ist und auf diese Fläche ein Prisma (43b) aufgekittet ist, wobei die durchtretende Strahlung auf einen opto-elektronischen Sensor (45b), z.B. eine Photodiode bzw. ein Photodioden-Array fällt, wobei der optoelektronische Sender (45a) in dem einen Okulargehäuse (3 bzw. 4) und der opto-elektronische Empfänger (45b) in dem anderen Okulargehäuse (4 bzw. 3) Teile eines optischen Triangulierungs-Entfernungsmessers darstellen, während die an den teildurchlässig verspiegelten Flächen (42a, 42b) reflektierte Strahlung in beiden Okulargehäusen (3 und 4) je ein Zwischenbild (35) erzeugt, das in bekannter Weise durch je ein Okular (8) betrachtbar ist. (Fig. 11a, 11b)

12. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet dass,**  
das Lupengehäuse (1), vorzugsweise zwischen den Objektiven der Lupensysteme ein Videokamerasystem enthält, welches auf den gleichen Punkt wie die Lupensysteme ausgerichtet und auch auf diesen fokussiert ist und dass bei Einsatz von Objektiven variabler Brennweite für die Lupensysteme auch das Videokamerasystem über eine solches Objektiv verfügt und vorzugsweise vom Verstellantrieb der Lupensysteme so verstellbar ist, dass die Bildwinkel der Lupensysteme und des Videokamerasystems im wesentlichen gleich sind.
13. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüche  
**dadurch gekennzeichnet dass,**  
das Lupengehäuse (1) zweiteilig ausgeführt ist und einen Grundkörper umfasst, der die Objektive samt ihrer Steuerung und den Antriebseinrichtungen enthält und an der Rückseite Anschlüsse für die Okulargehäuse aufweist, ferner mit einer Kappe, welche den Grundkörper dicht umschließt, wobei an der Vorderseite, zwischen Kappe und Grundkörper eine, vorzugsweise durchgehende, Abdeckscheibe (2) aus Glas od. dgl. vorgesehen ist, wobei diese, vorzugsweise mit Dichtungen gegen die Kappe und den Grundkörper abgedichtet.
14. Stereoskopische Lupe nach Schutzanspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet dass,**  
die Okulargehäuse (3 und 4) in sich abgedichtet sind und über Dichtungen, beispielsweise O-Ringe mit dem Lupengehäuse (1) dicht verbunden sind.
15. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet dass,**  
die Frontglieder (46) der Objektive zur Fokussierung so verstellbar sind, dass sie neben einer axialen Bewegung auch eine Bewegung quer zur optischen Achse (6, 7)

und vorzugsweise auch eine Kippbewegung um eine vertikale Achse ausführen, so dass die optische Achsen der Objektive (6, 7) verschwenkbar sind und sich in dem Punkt schneiden, auf welches die Objektive fokussiert sind. ( Fig. 5 und 6)

16. Stereoskopische Lupe nach Schutzanspruch 15,

**dadurch gekennzeichnet dass,**

die Fassungen (16,17) der Frontglieder (46) der beiden Objektive von einer gemeinsamen Steuerkulisse (18) verstellbar sind, welche pro Frontglied (46) mindestens zwei Steuerkurven (24a, 24b) aufweisen, welche mit an den Fassungen (16,17) der Frontgliedern (46) angeordneten Tastelementen (23) zusammenwirken.

17. Stereoskopische Lupe nach einem der vorhergehenden Schutzansprüchen, mit Einrichtungen zur automatischen Fokussierung der optischen Systeme, die einen trigonometrischen Entfernungsmesser umfassen, der einen Sender für einen Lichtstrahl, insbes. einen Infrarot-Strahl und einen Empfänger für diese Strahlung aufweist,

**dadurch gekennzeichnet dass,**

der Sender (45a) des Entfernungsmessers im Strahlengang eines der beiden optischen Systeme angeordnet bzw. der Sendestrahl in den Strahlengang des optischen Systems eingespiegelt ist und der Empfänger (45b) des Entfernungsmessers im Strahlengang des anderen optischen Systems angeordnet bzw. der Empfangsstrahl aus dem Strahlengang dieses optischen Systems ausgespiegelt ist

FIG. 1

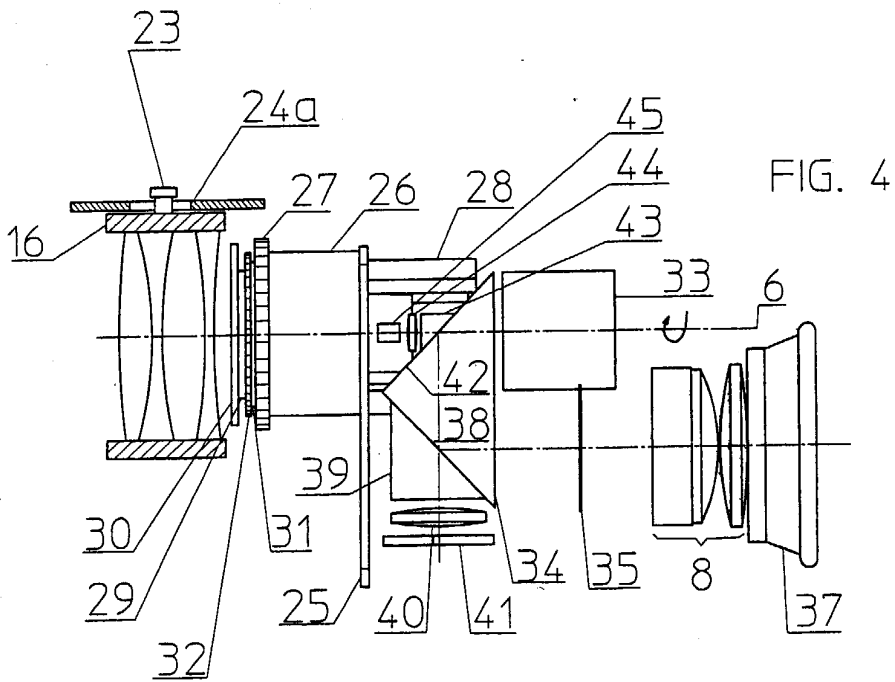
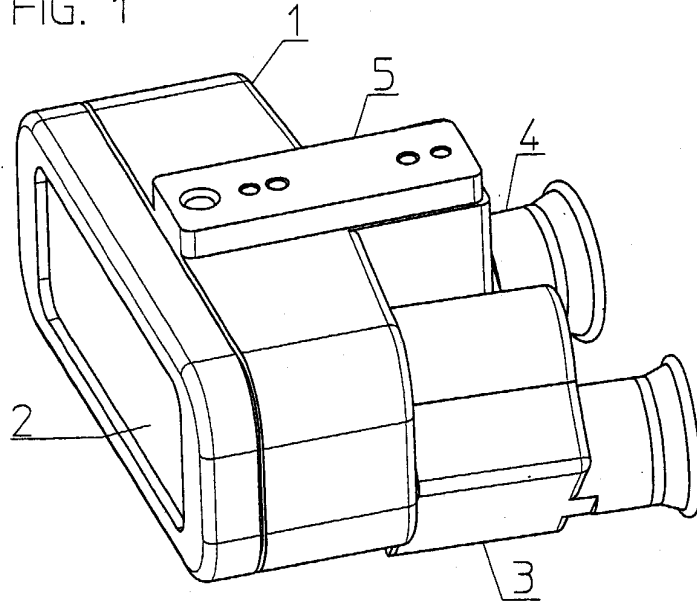


FIG. 4

FIG. 2

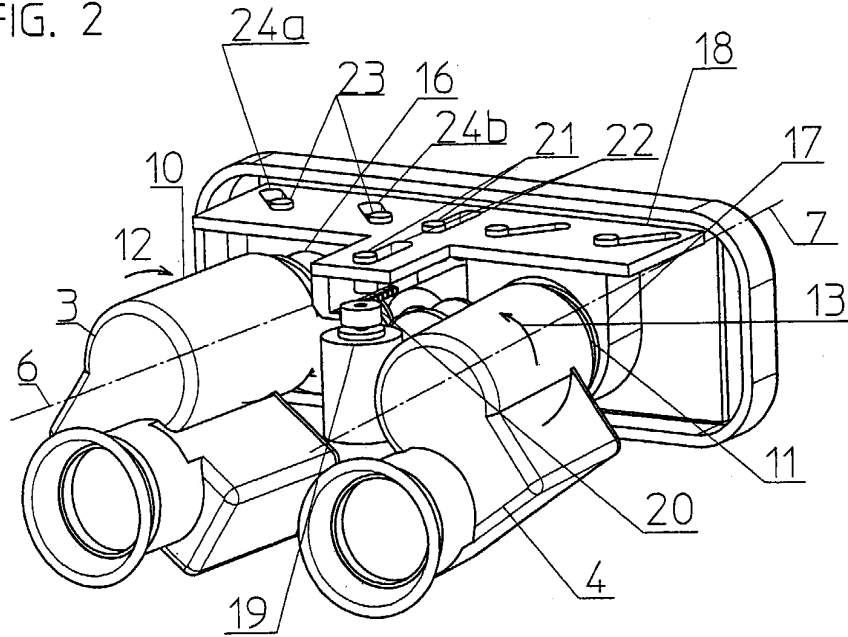


FIG. 3

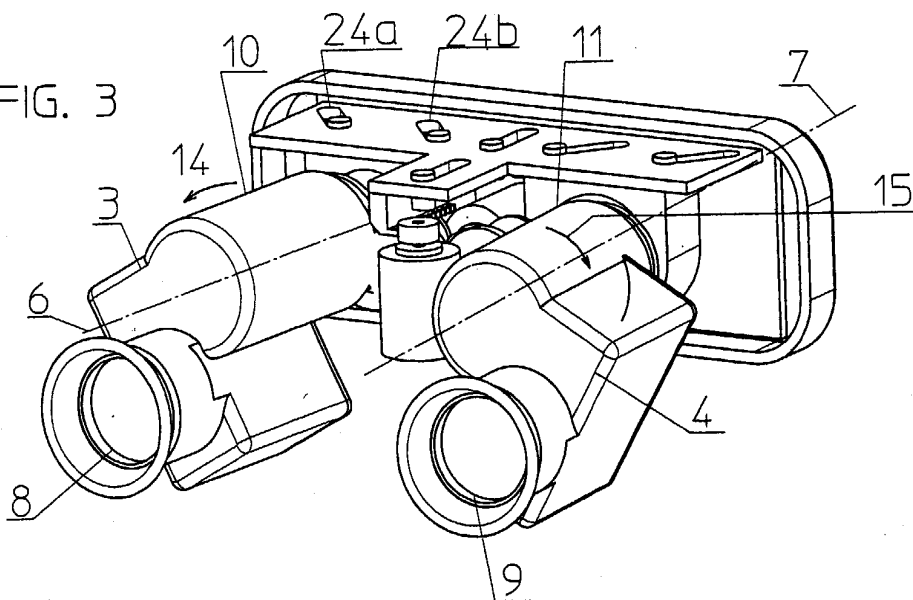


FIG.5

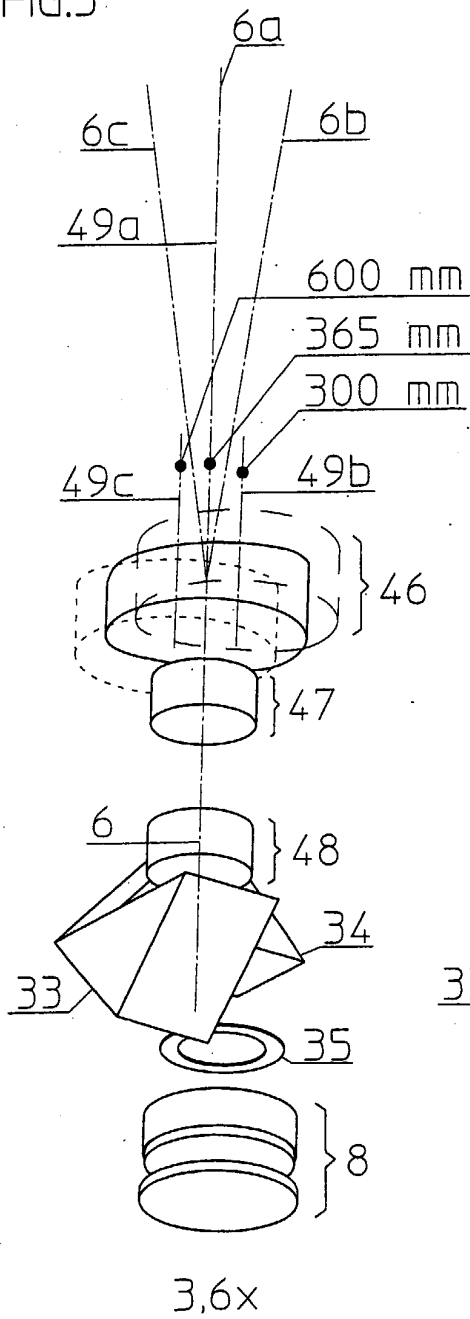
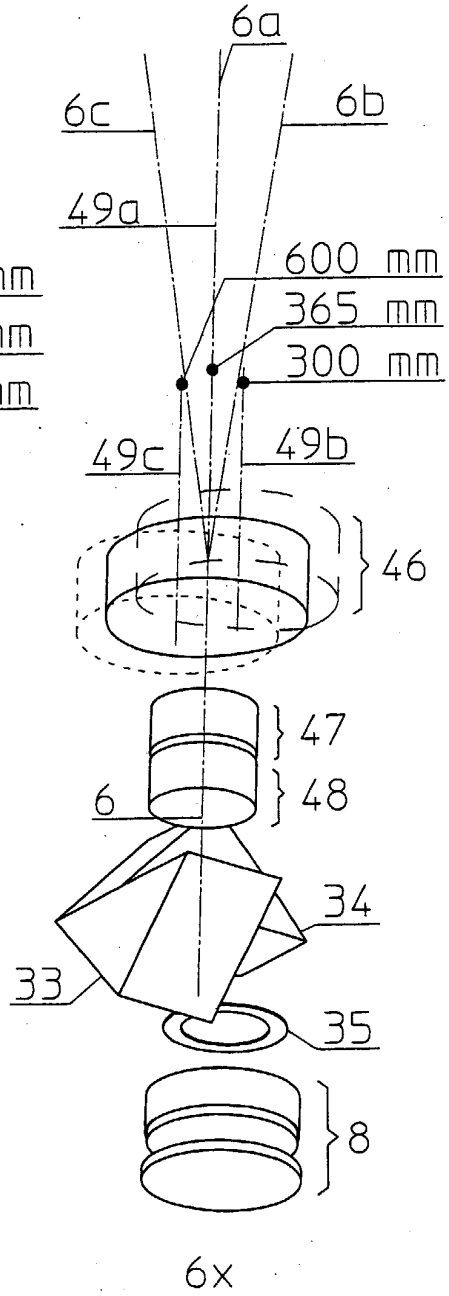


FIG.6



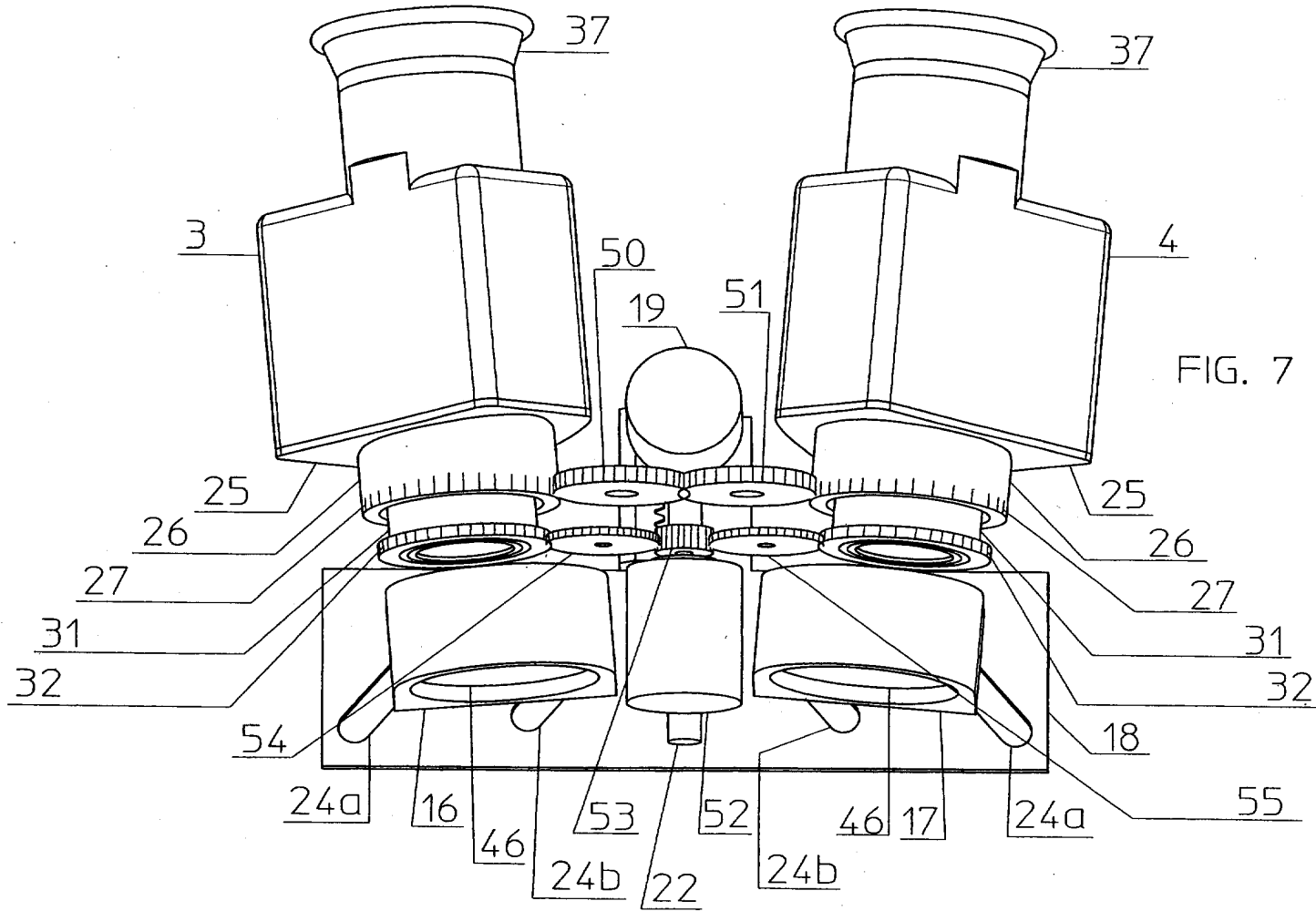


FIG. 8a

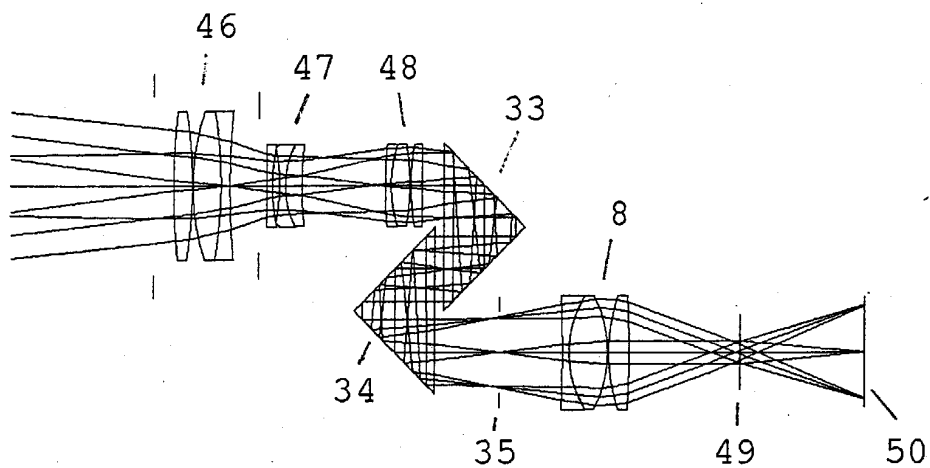


FIG. 8b

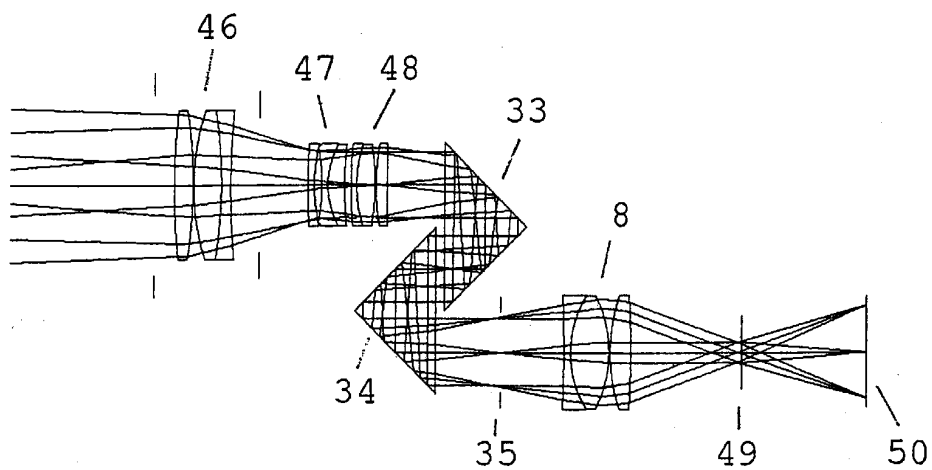


FIG. 9a

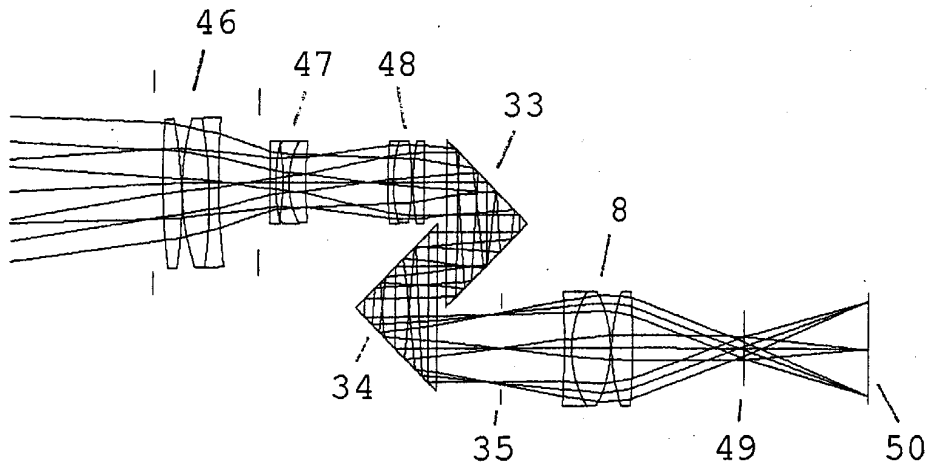


FIG. 9b

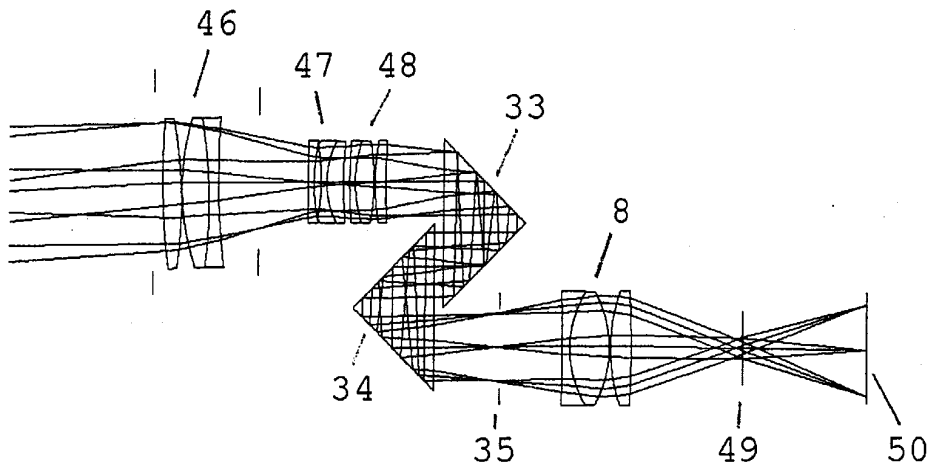


FIG.10a

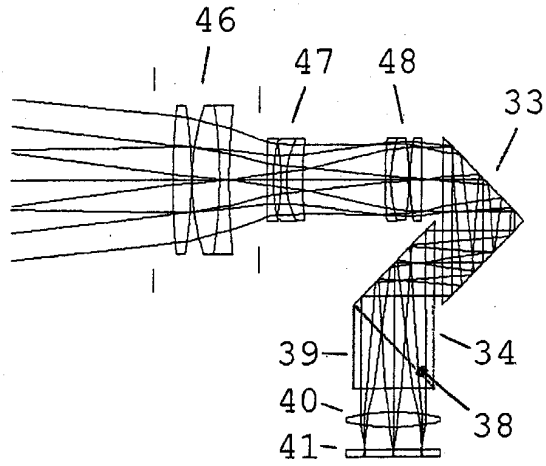


FIG.10b

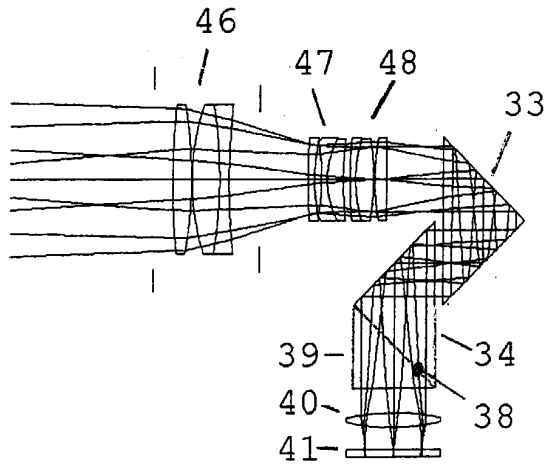


FIG.11a

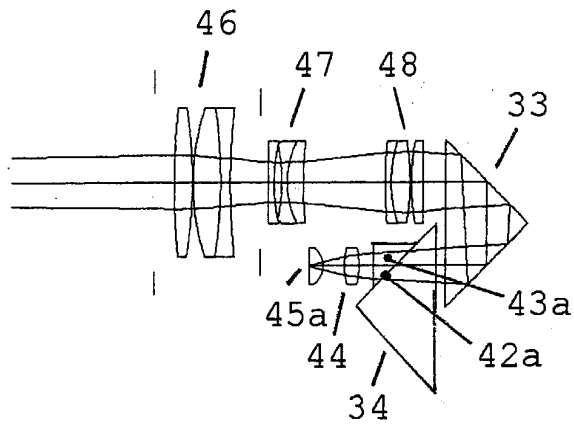


FIG.11b

