



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**

**EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM**

Internationale Klassifikation: **G 02 b 25/04**

Gesuchsnummer: 16534/69

Anmeldungsdatum: 6. November 1969, 18 Uhr

Priorität: Grossbritannien,  
12. Dezember 1968  
(59137/68)

Patent erteilt: 15. Mai 1971

Patentschrift veröffentlicht: 30. Juni 1971

C

## HAUPTPATENT

Vision Engineering Limited, Woking (Surrey Grossbritannien)

### Optische Einrichtung in einem vergrößernden optischen Apparat zur Erzeugung einer vergrösserten Austrittspupille

Robin John Freeman, Woking (Surrey, Grossbritannien), ist als Erfinder genannt worden

1

Die Erfindung betrifft eine optische Einrichtung in einem vergrößernden optischen Apparat zur Erzeugung einer vergrösserten Austrittspupille. Der Zweck der Erfindung ist die Eliminierung des oder der bei solchen optischen Apparaten üblichen Okulars oder Okulare, so dass ein Beobachter nicht eine bestimmte und oft unbequeme Betrachtungsstelle einnehmen muss.

Die optische Einrichtung nach der vorliegenden Erfindung ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von nebeneinander liegenden, im Lichtweg zwischen dem zu betrachtenden Objekt und dem Auge eines Beobachters angeordneten Linsen oder gekrümmten reflektierenden Flächen, und Mittel, um diese Linsen oder reflektierenden Flächen mit einer Geschwindigkeit, die grösser ist als die Trägheit der Sehempfindung, quer durch den Lichtweg zu bewegen, wobei die genannten Linsen oder reflektierenden Flächen eine solche Form besitzen, dass der Öffnungswinkel des aus jeder Linse austretenden oder von jeder reflektierenden Fläche reflektierten Lichtbündel grösser als der Öffnungswinkel des einfallenden Lichtes ist.

Für den Fall, dass die optische Einrichtung nach der Erfindung im Lichtweg eines Mikroskopes angeordnet ist, umfasst sie vorzugsweise ein reflektierendes optisches System, dessen Reflexionsflächen durch gekrümmte Vertiefungen in einer polierten Oberfläche gebildet sind, während für den Fall der Verwendung der optischen Einrichtung nach der Erfindung im Lichtweg eines Profilprojektors die Einrichtung vorzugsweise ein optisches System umfasst, durch welches das Licht hindurchgeht, wobei die Linsenflächen dieses optischen Systems durch die Oberflächen konvexer Erhebungen auf der Lichtausgangsseite einer durchsichtigen Platte gebildet werden. Das Durchqueren oder Überstreichen des Lichtweges des vergrößernden optischen Apparates durch die gekrümmten Linsen oder Reflexionsflächen

2

kann am einfachsten dadurch erreicht werden, dass diese Flächen auf einer kreisförmigen Scheibe ausgebildet sind, welche mit geeigneter Geschwindigkeit gedreht wird.

Es wurde jedoch festgestellt, dass ein bewegliches, endloses Band mit reflektierenden oder lichtbrechenden Flächen, die in einem quer verlaufenden Muster auf dem Band angeordnet sind, zu bevorzugen ist, wenn eine hohe Bildgüte verlangt wird. Dies deshalb, da die Anzahl solcher Flächen, die in der Umgebung des Zentrums einer Scheibe angeordnet werden können, begrenzt ist. Binokulares Sehen in die Tiefe kann in Mikroskopen erzielt werden, wenn ein Strahlenteiler im Lichtweg zwischen dem zu betrachtenden Objekt und den gekrümmten reflektierenden Flächen angeordnet wird, wobei die Eigenschaften der Reflexionsflächen so gewählt werden können, dass ein Paar von Ausgangspupillen erzeugt wird, wovon jede einen Durchmesser von etwa 5 cm aufweist und der Abstand der beiden Pupillen voneinander gleich demjenigen des durchschnittlichen menschlichen Augenabstandes ist.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand der beiliegenden Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines okularlosen Mikroskops mit einer erfindungsgemässen Einrichtung,

Fig. 2 eine Draufsicht auf das Mikroskop nach der Fig. 1,

Fig. 3 eine vergrösserte schematische Schnittansicht einer kalottenförmigen Vertiefung in einer drehbaren Scheibe, die einen Teil der erfindungsgemässen optischen Einrichtung bildet,

Fig. 4 eine vergrösserte schematische Schnittansicht eines Teils einer durchsichtigen Scheibe mit konvexen linsenförmigen Erhebungen,

Fig. 5 eine schematische Seitenansicht eines endlosen Bandes mit reflektierenden Oberflächenbereichen,

Fig. 6 eine schematische Vorderansicht eines binokularen stereoskopischen Mikroskops mit einem durch ein endloses Band gebildeten Reflektor,

Fig. 7 eine schematische Vorderansicht eines nicht-stereoskopischen Mikroskops mit einem scheibenförmigen Reflektor und

Fig. 8 eine schematische Seitenansicht eines Mikroskops mit einem scheibenförmigen Reflektor, der eine Austrittspupille erzeugt, die so gross ist, dass beide Augen eines Beobachters ein Bild sehen.

Die Figuren 1 und 2 zeigen den grundsätzlichen Aufbau eines okularlosen Mikroskops mit einer erfindungsgemässen optischen Einrichtung, die für jedes Auge eine kreisförmige Austrittspupille mit einem Durchmesser von angenähert 5 cm anstelle einer Austrittspupille erzeugt, die normalerweise nur einen Durchmesser von angenähert 3 mm aufweisen würde.

Ein Bild in der Brennebene B wird durch das erste Objektiv C vergrössert. Eine weitere Vergrösserung des Bildes wird durch die Okularprojektionslinse D bewirkt. Das Lichtstrahlenbündel durchläuft dann ein Strahlenteilerprisma E und erzeugt ein fokussiertes Bild auf der rotierenden Scheibe G. Wie die Fig. 2 zeigt, werden durch den Strahlenteiler E zwei Bilder erzeugt, die sich auf der Scheibe G überlagern.

Wenn die Scheibe G ein Planspiegel ist, so werden zwei Austrittspupillen in der Betrachtungsebene A mit normalem Augenabstand erzeugt. Die in nächster Nähe der Scheibe G angeordnete Linse F erzeugt zusammen mit der Linse H die Pupille in der Betrachtungsebene. Die Linse H vergrössert auch die scheinbare Grösse der Scheibe G und damit den Bildfeldwinkel für das Auge in der Beobachtungsebene A.

Bei den praktischen Ausführungsbeispielen der Erfindung besteht die Scheibe G aus einer hochpolierten Platte, welche auf ihrer Oberfläche mit einer grossen Zahl von kalottenförmigen Vertiefungen versehen ist, wobei die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe G so gross gewählt ist, dass der Wechsel der kalottenförmigen Vertiefungen im Lichtweg des optischen Apparates vom Beobachter wegen der Trägheit der Sehempfindung nicht mehr wahrgenommen werden kann.

Durch die Linse F werden die vom Objekt kommenden Strahlen kollimiert, so dass sie senkrecht auf die kalottenförmigen Vertiefungen in der Scheibe G auf treffen und von den spiegelnden Oberflächen dieser Vertiefungen reflektiert werden, wobei die reflektierten Strahlen nach ihrem Durchgang durch die Linsen F und H in der Bildebene A zwei Austrittspupillen erzeugen. Bei Stillstand der Scheibe G sieht ein in der Bildebene A befindlicher Beobachter auf der spiegelnden Oberfläche jeder kalottenförmigen Vertiefung einen Lichtfleck, der kleiner als der Durchmesser der kalottenförmigen Vertiefung ist, welche Lichtfleck Bildbereiche des auf der Scheibe G erzeugten Bildes des Objektes darstellen. Wenn der Beobachter seinen Kopf bewegt, so wandern die Lichtflecke entsprechend der Richtung der Bewegung des Kopfes über die Oberfläche der Vertiefungen.

In der Figur 3 ist eine der kalottenförmigen Vertiefungen in der Scheibe G in vergrössertem Masstab dargestellt. Die Oberfläche der Vertiefungen bildet einen Hohlspiegel, dessen optische Achse senkrecht, auf die Scheibe G steht. Fällt nun das vom Objekt kommende Licht in senkrechter Richtung auf die Vertiefungen in der Scheibe G, so wird, wie in der Figur 3 gezeigt, das auf eine Vertiefung senkrecht auftreffende parallele Strahlenbündel derart reflektiert, dass die Randstrahlen  $A_1$  und  $A_2$  des auftreffenden Strahlenbündels mit den Randstrahlen  $A_1'$  und  $A_2'$  des reflektierenden Lichtstrahlenbündels einen Winkel  $\alpha$  einschliessen, wobei sich die reflektierten Randstrahlen  $A_1'$  und  $A_2'$  im Brennpunkt des von der Oberfläche der Vertiefung gebildeten Hohlspiegels unter dem Winkel  $2\alpha$  schneiden, welcher Winkel den Öffnungswinkel des reflektierten Strahlenbündels darstellt.

Bei der Drehung der Scheibe G wandern die Lichtflecke über die Oberflächen der kalottenförmigen Vertiefungen und die von diesen Vertiefungen in der Bildebene A erzeugten Einzelbilder über die Bildebene, wodurch in dieser Ebene zwei dem Winkel  $2\alpha$  proportionale Austrittspupillen erzeugt werden. Da die Anzahl und die Anordnung der kalottenförmigen Vertiefungen auf der Scheibe G sowie der Durchmesser der Lichtflecke auf den Oberflächen der Vertiefungen derart gewählt ist, dass die Lichtflecke bei der Drehung der Scheibe G das ganze auf dieser Scheibe erzeugte Bild des Objektes lückenlos überstreichen und die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe G so gross ist, dass die Übergänge der Lichtflecke von einer Vertiefung auf die nächste vom Beobachter wegen der Trägheit der Sehempfindung nicht wahrgenommen werden kann, sieht der Beobachter, ohne dass spezielle Okulare notwendig sind, in der Bildebene A zwei im Augenabstand befindliche, vollständige und homogene Bilder des Objektes und zwar ohne dass das von den Vertiefungen in der Scheibe G gebildete Raster sichtbar ist.

In der Figur 4 ist ein Teil einer durchsichtigen drehbaren Scheibe dargestellt, die beispielsweise im Lichtweg eines Profilprojektors angeordnet ist und deren optische Wirkung derjenigen, der in der Figur 3 dargestellten Scheibe G äquivalent ist. Wie die Figur 4 zeigt, geht das vom Objekt kommende Licht in Form von parallelen Lichtstrahlenbündeln von links nach rechts durch die Scheibe, wobei die Randstrahlen jedes Lichtstrahlenbündels beim Austritt aus den linsenförmigen konvexen Erhebungen der Scheibe im Winkel  $\alpha$  gebrochen werden und sich im Brennpunkt jeder linsenförmigen konvexen Erhebung unter dem Winkel  $2\alpha$  schneiden.

In den Figuren 6, 7 und 8 der Zeichnung sind praktische Ausführungsformen von Mikroskopen mit erfindungsgemässen optischen Einrichtungen dargestellt.

Bei dem in der Figur 6 dargestellten Mikroskop ist das zu betrachtende Objekt bei 20 angeordnet. Das Bild des Objektes wird durch die Objektivlinsen 21 und die Okularprojektionslinsen 22 auf die im Winkel angeordneten Spiegel 23 projiziert, die Teile eines Strahlenteilersystems 24 bilden. Die Lichtbündel werden dann von den Spiegeln 23 auf Spiegel 25 reflektiert und von diesen auf eine erste Feldlinse 26 geworfen, die die Lichtbündel in der Ebene des Bandes 27 fokussiert.

Das Band 27 wird über Walzen 29 durch einen Motor 28 mit einer Geschwindigkeit angetrieben, die über der Trägheit der Sehempfindung liegt. Zur Verhin-

derung des Flatterns des Bandes 27 ist die in der Fig. 5 dargestellte Dämpferplatte 30 vorgesehen, über die jeweils der Teil des Bandes läuft, der mit Licht beaufschlagt wird. Das Band besteht aus einem in Vakuüm aluminisierten Kunststoffmaterial, auf dem sich eine grosse Zahl von Kalottenförmigen Vertiefungen (nicht dargestellt) befindet, welche Vertiefungen in Form von Gittern oder Spiralen auf dem Band angeordnet sind.

Die von den sich rasch bewegendenden Vertiefungen reflektierten Lichtstrahlen, deren Reflexionswinkel grösser als ihr Einfallswinkel ist, fallen durch eine zweite Feldlinse 31 auf einen Spiegel 32 und werden von diesem auf die Vorderseite des Mikroskopkörpers in Form grosser Austrittspupillen (angedeutet durch die gestrichelten Kreise 33) reflektiert.

Diese Austrittspupillen mit angenähert 5 cm Durchmesser sind im normalen Augenabstand angeordnet, so dass ein Beobachter ohne Verwendung von Okularen ein stark vergrössertes stereoskopisches Bild des bei 20 angeordneten Objektes sieht.

Ein Ausführungsbeispiel eines nicht-stereoskopischen Mikroskops ist in der Fig. 7 dargestellt, in der gleiche Hinweiszahlen gleiche Teile wie in der Fig. 6 bezeichnen.

Das Bild eines bei 20 befindlichen Objektes wird durch eine einzelne Objektivlinse 21 und eine Okularprojektionslinse 22 auf das Strahlenteilersystem 25 projiziert. Die Lichtstrahlenbündel werden vom Strahlenteilersystem 25 (vergleiche Strahlenteiler E, Fig. 1 und 2) auf die erste Feldlinse reflektiert und werden von dieser auf die vom Motor 28 angetriebene Scheibe projiziert. Von den Vertiefungen in der Scheibe 34 werden die vergrösserten Lichtstrahlenbündel durch die zweite Feldlinse 31 auf den Spiegel 32 geworfen und von diesem in Form grosser Austrittspupillen, die durch die gestrichelten Kreise 33 dargestellt sind, in die Betrachtungsebene des Mikroskops geworfen.

Dieses Mikroskop erzeugt kein so scharfes Bild wie das in der Fig. 6 dargestellte Mikroskop und zwar wegen der Unmöglichkeit, eine genügende Anzahl von Vertiefungen in der Nähe des Zentrums der Scheibe 34 unterzubringen. Dies hat zur Folge, dass im endgültigen Bild eine Reihe von schwarzen Ringen auftritt. Dieser Nachteil kann grösstenteils behoben werden, wenn nur der äussere Teil einer grossen Scheibe zur Bilderzeugung verwendet wird. Jedoch ist die Verwendung des bandförmigen Reflektors nach der Fig. 6 vorzuziehen, da bei diesem die kalottenförmigen Vertiefungen auf der ganzen Oberfläche derart dicht angeordnet werden können, dass die von den Vertiefungen erzeugten Einzelbilder in der Bildebene dicht aneinander angrenzen, so dass bei der Bewegung des Reflektors in der Bildebene ein vollständiges und homogenes Bild erzeugt wird.

Das in der Fig. 8 dargestellte Mikroskop ist von sehr einfachem Aufbau. Bei dem bei diesem Mikroskop verwendeten Ausführungsbeispiel der optischen Einrichtung fehlt das Strahlenteilersystem der früher beschriebenen Ausführungsbeispiele. Bei dem Mikroskop nach der Fig. 8 sind die kalottenförmigen Vertiefungen der Scheibe 34 ebenfalls so ausgebildet, dass sie eine wesentlich grössere Austrittspupille von etwa 5 cm Durchmesser erzeugen. Dies bedingt jedoch hier die Verwendung einer wesentlich stärkeren Lichtquelle zur Beleuchtung des Objektes und beschränkt die Verwendung dieses Mikroskops auf Fälle, in denen nur eine

Durchlichtbeleuchtung benötigt wird, wie zum Beispiel bei Forschungsmikroskopen.

Die erfindungsgemässe optische Einrichtung kann auch sehr vorteilhaft für durchgehendes Licht, zum Beispiel bei einem Profilprojektor verwendet werden, wie es in der Fig. 4 schematisch dargestellt ist. Das Material der Scheibe oder des Bandes, die bzw. das im Lichtweg, beispielsweise zwischen Projektor und Schirm angeordnet ist, muss in diesem Fall durchsichtig sein und die Scheibe bzw. das Band erhabene Linsenflächen aufweisen.

## PATENTANSPRUCH

Optische Einrichtung in einem vergrössernden optischen Apparat zur Erzeugung einer vergrösserten Austrittspupille, gekennzeichnet durch eine Vielzahl von nebeneinander liegenden, im Lichtweg zwischen dem zu betrachtenden Objekt und dem Auge eines Beobachters angeordneten Linsen oder gekrümmten reflektierenden Flächen, und Mittel, um diese Linsen oder reflektierenden Flächen mit einer Geschwindigkeit, die grösser ist als die Trägheit der Sehempfindung, quer durch den Lichtweg zu bewegen, wobei die genannten Linsen oder reflektierenden Flächen eine solche Form besitzen, dass der Öffnungswinkel des aus jeder Linse austretenden oder von jeder reflektierenden Fläche reflektierten Lichtbündels grösser als der Öffnungswinkel des einfallenden Lichtes ist.

## UNTERANSPRÜCHE

1. Optische Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsen oder reflektierenden Flächen auf einer rotierenden Scheibe ausgebildet sind.

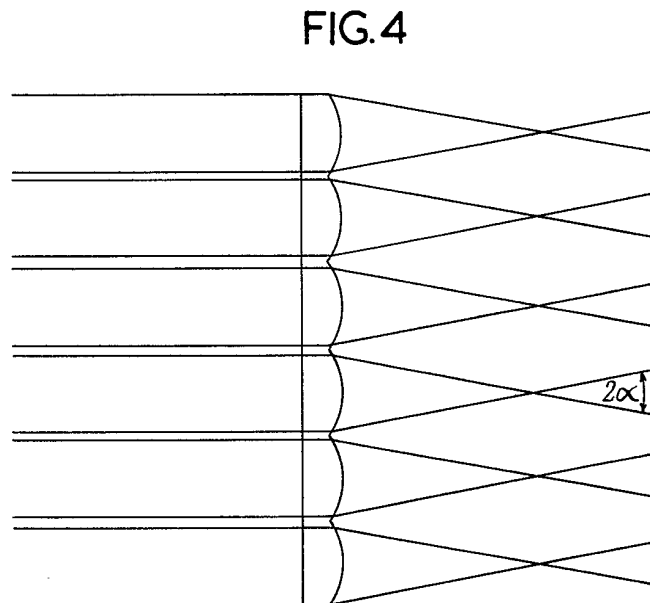
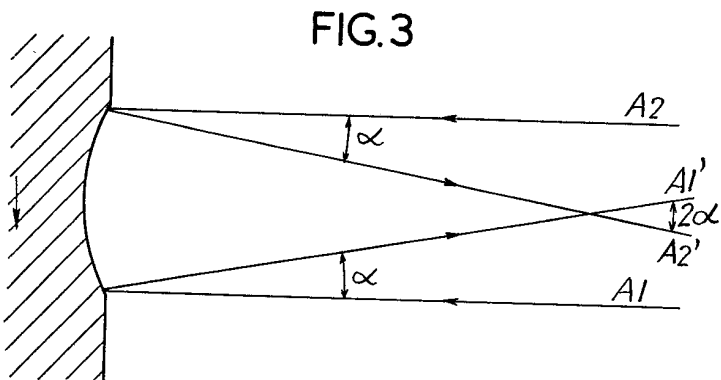
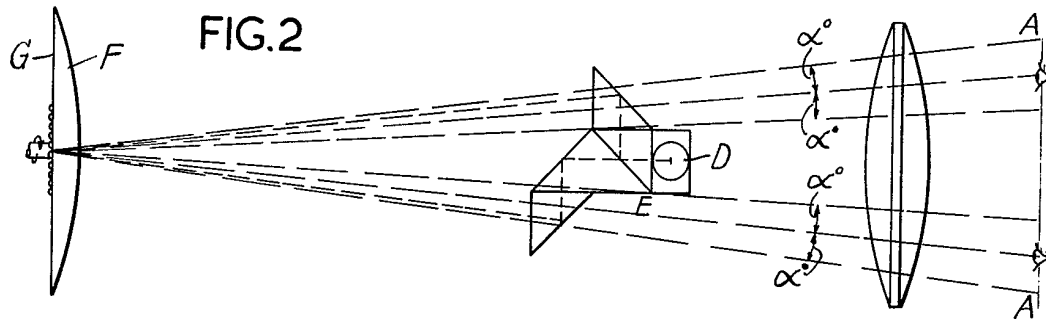
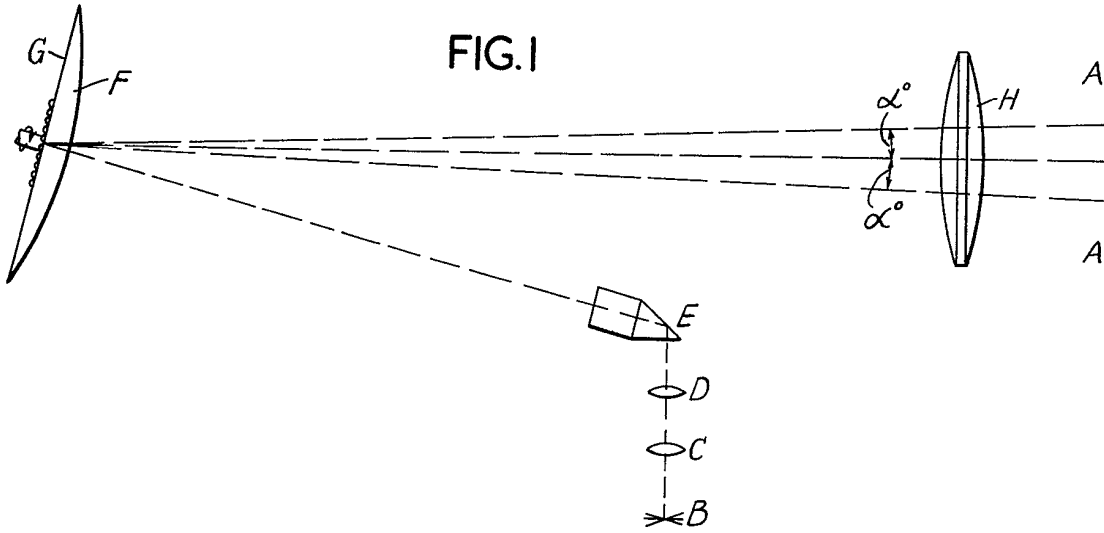
2. Optische Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsen oder reflektierenden Flächen auf einem mechanisch angetriebenen, flexiblen und endlosen Band ausgebildet sind.

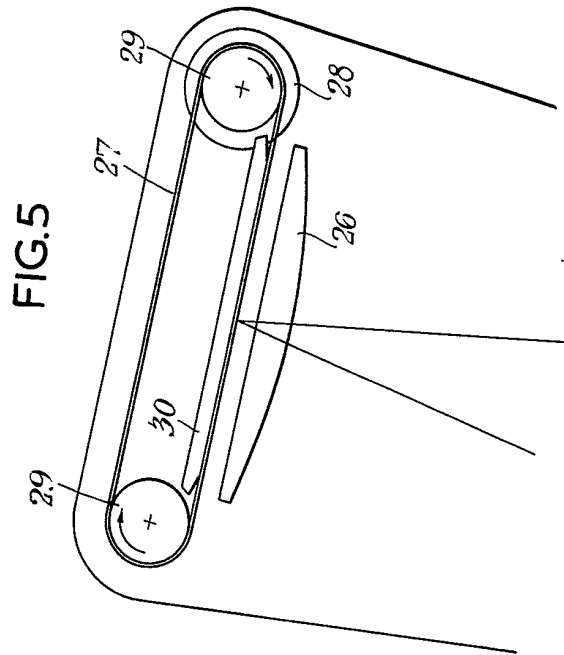
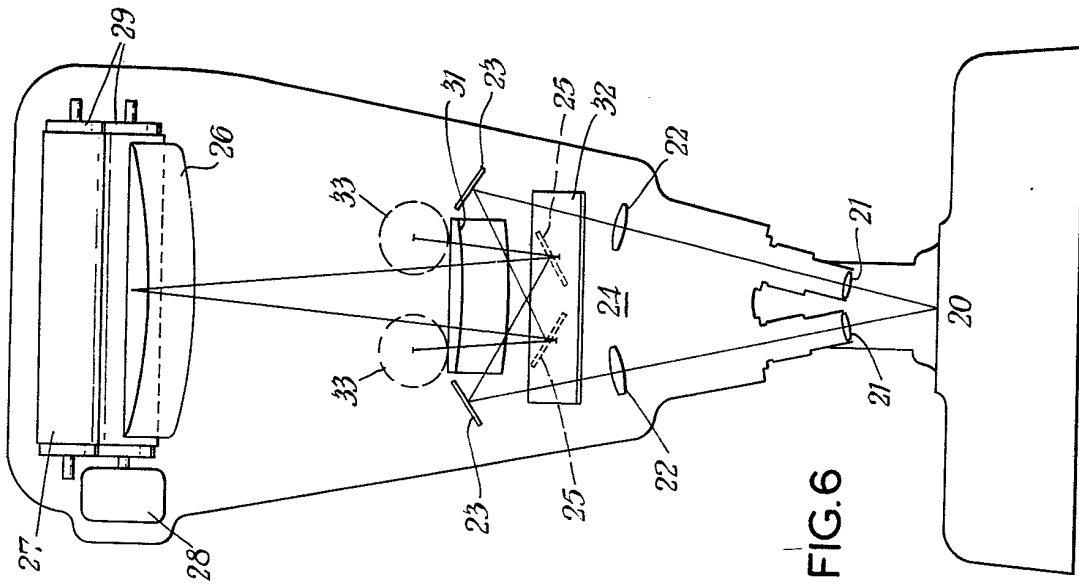
3. Optische Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass sie in einem okularlosen Mikroskop angeordnet ist und einen Strahlenteiler im Lichtweg des Mikroskops umfasst, zur Erzeugung eines Paares von Austrittspupillen mit normalem Augenabstand.

4. Optische Einrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass sie in einem okularlosen Mikroskop angeordnet ist und im Lichtweg des Mikroskops zwei Objektivlinsensysteme und einen Strahlenteiler umfasst, zur Erzeugung von stereoskopischen Bildern mit normalem Augenabstand.

Vision Engineering Limited

Vertreter: Bovard & Cie., Bern





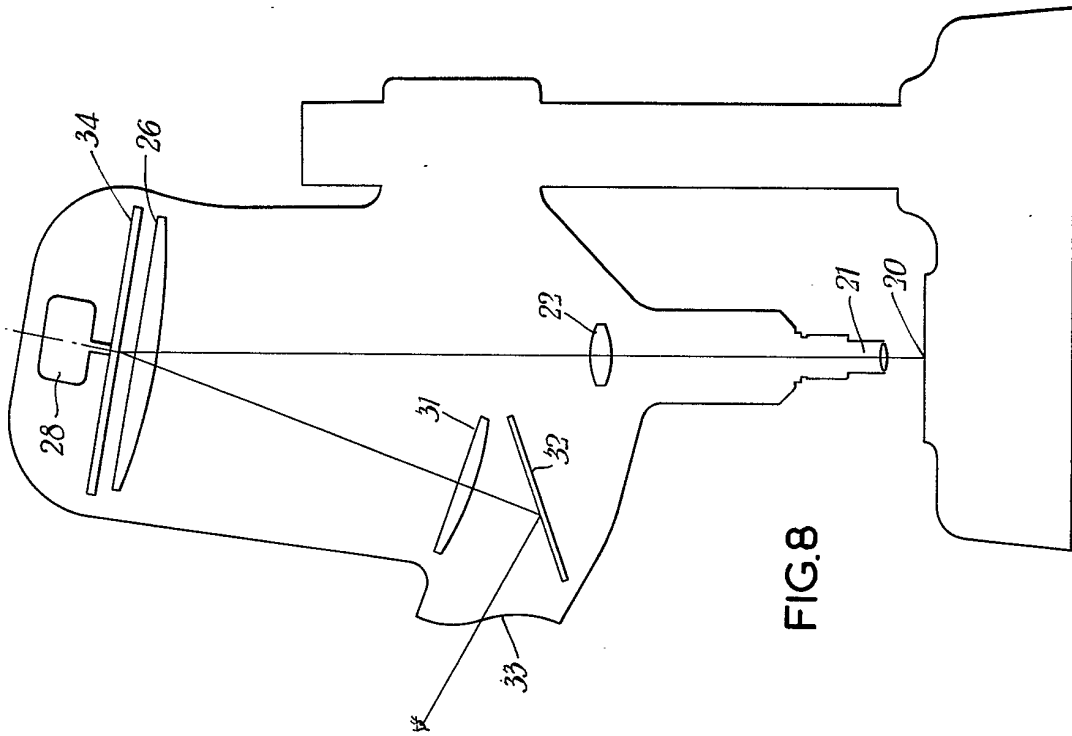


FIG. 8

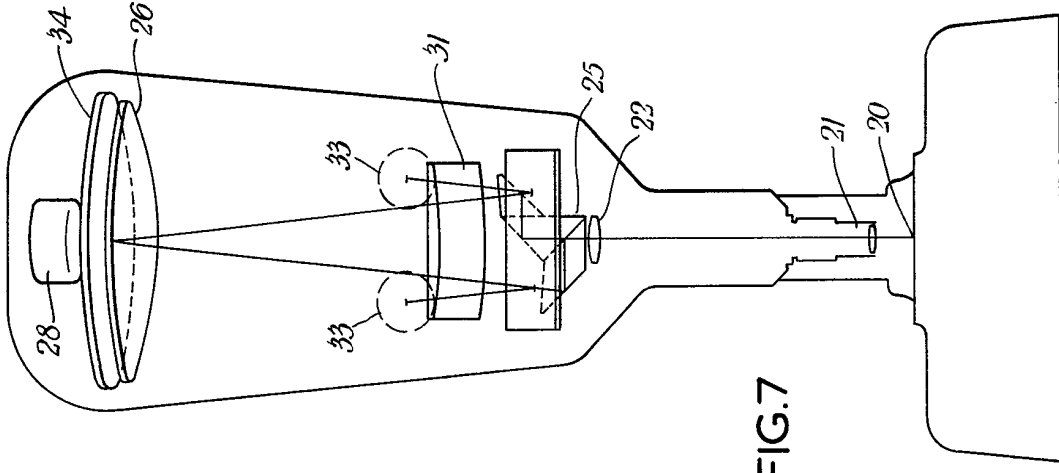


FIG. 7