



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 391 287  
A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90106228.1

(51) Int. Cl. 5: F21V 5/04, F21M 1/00

(22) Anmeldetag: 31.03.90

(30) Priorität: 31.03.89 DE 8903955 U  
31.03.89 DE 8903957 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
10.10.90 Patentblatt 90/41

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: Heraeus Instruments GmbH  
Heraeusstrasse 12-14  
D-6450 Hanau am Main(DE)

(72) Erfinder: Enders, Peter  
Am Kirchholz 11  
D-6000 Frankfurt/M. 71(DE)  
Erfinder: Hartge, Jörg

Rüdesheimer Strasse 20  
D-6100 Darmstadt(DE)  
Erfinder: Jaeckel, Ingo, Dr.  
Schulpfad 6a  
D-2000 Hamburg 73(DE)  
Erfinder: Luger, Reinhard, Dr.  
Bieberer Strasse 78  
D-6050 Offenbach(DE)  
Erfinder: Ambrus, Géza  
Langgasse 17  
D-6451 Hammersbach 2(DE)

(74) Vertreter: Eisenführ, Speiser & Strasse  
Zweibrückenstrasse 17  
D-8000 München 2(DE)

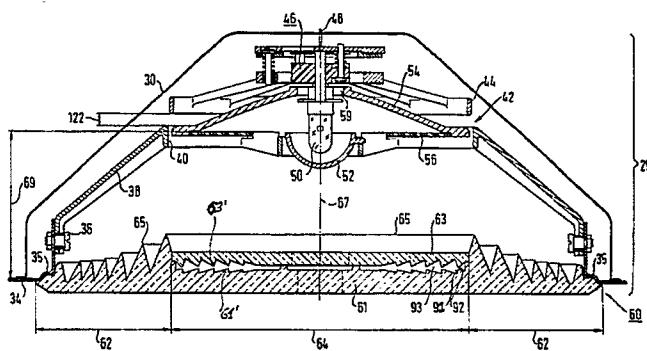
### (54) Operationsleuchte.

(57) Es wird eine Operationsleuchte (10) mit einem oder mehreren Scheinwerfern (25) mit je einer Lichtquelle (50) angegeben, die in Abstrahlrichtung von einem Gegenreflektor (52) abgeschirmt ist. Der Lichtstrom wird von dem Gegenreflektor (52) und einem Reflektor (54) auf ein das Gehäuse in Abstrahlrichtung abschließendes optisches System (60) gebündelt. Um eine homogene Ausleuchtung auch tiefer Operationswunden zu gewährleisten, ist das optische System (60) als eine Fresnellinse aus Ring-

prismen (65) ausgebildet, welches einen dioptrischen Zentralbereich (64) und einen katadioptrischen Randbereich (62) enthält. Die Flankensteigung und die Höhen der Ringprismen (65) sind so bemessen, daß die von der Fresnellinse (60) austretenden Lichtbündel die optische Achse (67) in einem umso größeren Abstand schneiden, je kleiner der Abstand ist, mit dem die Lichtbündel von der optischen Achse (67) entfernt aus der Fresnellinse (60) austreten.

EP 0 391 287 A1

Fig. 2



## Operationsleuchte

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Operationsleuchte mit einem oder mehreren Scheinwerfern mit je einer Lichtquelle, die in Abstrahlrichtung von einem Gegenreflektor derart abgeschirmt ist, daß der Lichtstrom von einem Reflektor auf ein das Gehäuse in Abstrahlrichtung abschließendes optisches System gebündelt ist.

Große Operationsleuchten mit einer Lichtquelle und ggf. einem Gegenreflektor und einem großen Reflektor sind beispielsweise in den US-Patentschriften 4,135,231 oder 4,037,096 beschrieben. Diese Leuchten erreichen die notwendige Schattenfreiheit durch den großen Durchmesser des Reflektors, der die Größe des ganzen Gehäuses einnimmt. Von diesen Operationsleuchten sind die zu unterscheiden, die mehrere Einzelscheinwerfer in einer gewölbten Unterseite des Leuchtkörpers aufweisen, wie sie beispielsweise in der DE-PS 847 131 oder DE-OS 27 25 428 beschrieben sind. Auf solche Operationsleuchten mit mehreren Einzelscheinwerfern oder auf einen einzeln benutzbaren Einzelscheinwerfer in einer Arztleuchte oder in einer zusätzlichen Leuchte bezieht sich die vorliegende Erfindung. Operationsleuchten mit mehreren Einzelscheinwerfern werden auch "mehräugige Leuchten" genannt.

Es gibt verschiedene Vorschläge, den Lichtstrom einer Operationsleuchte zu verbessern, indem die Leuchte selbst oder optische Mittel im Strahlengang zwischen der elektrischen Lichtquelle und dem Lichtaustritt beeinflußt werden.

So wird in der US-PS 3,255,342 ein Einzelscheinwerfer in einer mehräugigen Operationsleuchte beschrieben, bei der die direkte Bestrahlung der Lampe durch eine Kuppenverspiegelung der Lampe verhindert wird. Alle Strahlung der Lampe wird in einen Kaltlichtreflektor gelenkt. Ein großer Teil der infraroten Strahlung passiert den Reflektor und das sichtbare Licht wird auf ein das Gehäuse der Leuchte in Abstrahlrichtung abschließendes optisches System gebündelt.

Dieses optische System besteht aus mehreren Scheiben oder Schichten, von denen eine Scheibe oder Schicht gleichfalls Infrarot reflektiert oder absorbiert. Diese Scheiben oder Schichten machen die Operationsleuchte schwer und die nicht abgeleiteten Wärmestrahlen heizen die Operationsleuchte bei langem Betrieb auf. Selbst die Infrarot reflektierenden Scheiben nehmen über lange Betriebszeiten Wärme auf und strahlen diese dann selbst ab.

Aus der FR-PS 967 964 ist eine Operationsleuchte mit einer Fresnellinse bekannt, die nur einen katadioptrischen Bereich enthält und eine verstellbare Lichtquelle aufweist.

Aus der DE-PS 603 666 sowie der CH-PS 282 209 sind Fresnellinsen mit dioptrischen und katadioptrischen Bereichen bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Operationsleuchte der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß eine angenähert homogene Ausleuchtung einer tiefen Operationswunde gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird bei der Operationsleuchte der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das optische System eine Fresnellinse aus Ringprismen mit einem dioptrischen Zentralbereich und einem katadioptrischen Randbereich enthält, und daß die Ringprismen so gestaltet sind, daß die von der Fresnellinse austretenden Lichtbündel die optische Achse in einem umso größeren Abstand von der Fresnellinse schneiden, je kleiner der Abstand ist, mit dem die Lichtbündel von der optischen Achse entfernt an der Fresnellinse austreten.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, daß die Fokuspunkte der verschiedenen von der Fresnellinse erzeugten Lichtbündel in unterschiedlichem Abstand von der Fresnellinse entfernt liegen. Die von der oder den Leuchtkörpern und der Fresnellinse erzeugten Lichtbündel werden so gerichtet, daß sich in einem großen Abstandsbereich von der Fresnellinse ein angenähert paralleler Lichtkegel ergibt, dessen Lichtverteilung im Bereich der Operationswunde auch bei verschiedenen Arbeitsabständen angenähert homogen bleibt. Dadurch wird eine gute Schattigkeit, Tiefenschattigkeit und Tiefenausleuchtung der Wundhöhle auch über eine große Arbeitstiefe hinweg gewährleistet. Die homogene Lichtverteilung ist auch maßgeblich für eine über den Arbeitsbereich hinweg gleichbleibende Schattenerzeugung, die für die Arbeit des Chirurgen wesentlich ist, um selbst in einer Wundhöhle plastisches Sehen und damit ein Abschätzen von kleinsten Entfernung zu ermöglichen.

Bevorzugt wird der Reflektor als ein flaches Hyperboloid ausgebildet, um eine extrem flache Bauweise zu erreichen. Die reflektierende Schicht ist bevorzugt auf einem Glaskörper aufgebracht und so ausgebildet, daß sie das sichtbare Licht weitgehend reflektiert, die infrarote Strahlung dagegen weitgehend durchläßt. Dadurch wird nur das sichtbare Licht auf die Fresnellinse abgestrahlt, die Infrarotstrahlung wird aus dem Arbeitsbereich der Operationsleuchte eliminiert.

Um den am Rand des Reflektors stärker streuenden Abstrahlwinkel des auf der Reflektorinnenfläche reflektierten sichtbaren Lichts zu einem Winkel zu kompensieren, der besser auf die darunter befindliche Randzone der Fresnellinse ausgerichtet

ist, wird bevorzugt am Rande des Reflektors seine reflektierende Schicht dicker als am Reflektorschotel aufgebracht.

Die erfindungsgemäße Fresnellinse läßt sich aus Acrylglas oder ähnlichem Material spritzen oder gießen. Einzelheiten dieses neuen Linsensystems sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung wird durch eine steuerbare Beweglichkeit der Hyperboloid-Reflektoreinheit gegenüber dem Fresnellinsensystem erzielt. Hiermit wird eine vorteilhafte Fokussierbarkeit der Scheinwerfer erreicht. Außerdem ergibt sich eine Homogenisierung des Leuchtfeldes, wenn beispielsweise zwei, drei oder mehr Einzelscheinwerfer einer Operationsleuchte gleichzeitig und um gleiche Beträge defokussiert werden. Die vom dioptrischen und vom katadioptrischen Linsenanteil der Fresnellinse gebildeten Lichtbündel wandern dann um gleiche Beträge von oder zur optischen Achse, was entweder eine gleichmäßige Leuchtenfeldverbreiterung oder Eindringung zur Folge hat.

In jedem Fall bleibt durch das erfindungsgemäße Linsensystem der große Vorteil erhalten, daß sich bei jeder eingestellten Größe des beleuchteten Operationsfeldes eine homogene Lichtverteilung auch in tiefer liegende Bereiche der Wundhöhle einstellt. Die Operationsleuchte hat eine gute Tiefenschärfe, ohne daß die Stellung der Operationsleuchte bei fortschreitender Operation nach korrigiert zu werden braucht.

Besonders bevorzugt ist die Fresnellinse aus einer durchgehenden Grundscheibe aufgebaut, welche im Randbereich ringförmige Prismen aufweist, deren Spitzenringe und Flanken zum Reflektor hinweisen und den katadioptrischen Linsenbereich bilden. Die Grundscheibe besitzt im Zentralbereich ebenfalls ringförmige Prismen, deren Spitzen ebenfalls zum Reflektor hingerichtet sind. Im Zentralbereich ist über der Grundscheibe eine zweite Fresnellinse eingelegt, deren Ringprismen vom Reflektor weggerichtet sind und die mit den entgegengesetzt gerichteten Ringprismen der durchgehenden Grundscheibe und einem hierzwischen eingeschlossenen Luftspalt den dioptrischen Linsenbereich bildet. Die Höhe der Spitzenringe der ringförmigen Prismen des katadioptrischen Randbereichs nimmt mit zunehmendem Abstand von der optischen Mittelachse ab. Die zur optischen Achse geneigten Flanken dieser Ringprismen werden mit zunehmendem Abstand von der optischen Mittelachse steiler, während die radial nach außen geneigten Flanken dieser Ringprismen mit zunehmendem Abstand von der optischen Mittelachse flacher geneigt sind.

Im Luftspalt des dioptrischen Zentralbereichs der Fresnellinse liegen die lichtbrechenden Flanken der lampenseitigen und lichtaustrittsseitigen Ring-

prismen einander gegenüber. Lampenseitig steigen die lichtbrechenden Flanken mehr zur Horizontalen an als sie lichtaustrittsseitig abfallen. Die lichtbrechenden Flanken der Ringprismen des Zentralbereichs der Fresnellinse bilden mit zunehmendem Abstand zur optischen Mittelachse einen anwachsenden Winkel zur Horizontalen. Durch diese Bezeichnung der Ringprismen wird erreicht, daß die Mittelstrahlen der von der Fresnellinse ausgehenden Lichtbündel sich in unterschiedlichem Abstand von der Fresnellinse mit der optischen Achse schneiden und entsprechende Fokuspunkte bilden, wodurch die Lichtverteilung über einen größeren Abstandsbereich hinweg annähernd homogen bleibt.

Besonders bevorzugt bilden die Lampe, der Gegenreflektor und der Reflektor eine Baueinheit, welche gegenüber der starr mit dem Gehäuse verbundenen Fresnellinse beweglich angeordnet ist. Eine Bewegung dieser Baueinheit relativ zur Fresnellinse hat eine Vergrößerung des Leuchtenfeldes zur Folge, so daß der Chirurg bei einer entsprechenden Bewegung ein vergrößertes Operationsfeld homogen ausleuchten kann.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der Zeichnung.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Anordnung einer neuen Operationsleuchte über einem Operationstisch;

Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung eines Einzelscheinwerfers der neuen Operationsleuchte;

Fig. 3 eine Darstellung der hauptsächlichen Strahlungsführung von einer Lichtquelle durch den Einzelscheinwerfer;

Fig. 4 eine schematische Darstellung des Strahlengangs für einzelne Lichtbündel nach Durchtritt durch die Fresnellinse;

Fig. 5 eine stark vereinfachte Darstellung der Lichtführung aus einem Einzelscheinwerfer in ein kleines beleuchtetes Feld;

Fig. 6 eine der Fig. 5 ähnliche Darstellung der Lichtführung aus einem Einzelscheinwerfer in ein großes beleuchtetes Operationsfeld;

Fig. 7 eine vergrößerte Aufsicht auf eine Streustruktur der Fresnellinse; und

Fig. 8 einen Schnitt längs der Linie 3'-3' in Fig. 7.

Eine Operationsleuchte 10 ist gemäß der Übersichtsdarstellung in Fig. 1 in üblicher Weise oberhalb eines Operationstisches 12 mittels einer Deckenbefestigung 14 einzeln, wie dargestellt, oder in Kombination mit anderen gleichen oder größeren oder kleineren Operationsleuchten aufgehängt. Die Aufhängung bildet ein Drehgelenk 16, um deren Achse die Leuchte 10 um zumindest 360°

schwenkbar ist. Ferner besteht die Aufhängung der Leuchte in an sich bekannter Weise aus mehreren Armen, die mittels Gelenken miteinander verbunden sind. So schließt an das Gelenk 16 ein Arm 18 und an diesen über ein Doppelgelenk 20 ein um seine Längsachse schwenkbarer Arm 22 an, welcher über eine Achse 24 einen Körper 26 der Operationsleuchte 10 trägt. Der Körper 26 ist gegenüber herkömmlichen Operationsleuchten mit seiner geringen Ausdehnung 28 sehr flach gehalten. In Übereinstimmung mit dem einschlägigen Stand der Technik mehräugiger Operationsleuchten hat der Körper 26 einen unteren Abschluß 32, in der sich die Lichtaustritte von Einzelscheinwerfern 25 in einer Fläche befinden, die kugelabschnittartig gewölbt ist.

Eine Operationsleuchte der hier beschriebenen Art kann ein bis sieben Einzelscheinwerfer 25 aufweisen, wie sie nachstehend näher anhand von Fig. 2 beschrieben werden. Im Körper 26 ist jeder Einzelscheinwerfer 25 von der Oberseite, d.h. von der Lichtabstrahlungsseite des Körpers 26 gegenüberliegenden Seite nach Entfernen einer abnehmbaren Kappe 30 zugänglich, was das Auswechseln von Lichtquellen 50, die Ausführung von Wartung, die Reinigung, die Justierung usw. erheblich erleichtert.

Gemäß Fig. 2 weist jeder Einzelscheinwerfer 25 eine geschlossene Unterseite 34 auf, welche eine nachstehend näher beschriebene Fresnellinse 60 in einer starren Einfassung 35 trägt. Über eine lösbare Befestigung 36 wird eine Verbindung zu einem Träger 38 hergestellt, welcher in eine kragenförmige Öffnung 40 übergeht, in der sich ein Reflektorsystem 42 mit Lichtquelle bewegen kann.

Das Reflektorsystem 42 besteht aus einem Träger 44, in dessen Zentrum sich eine justierbare Fassung 46 für eine Lichtquelle 50, vorzugsweise eine Halogenlampe, befindet. Die Fassung 46 ist zum Auswechseln mit der Lichtquelle 50 aus dem Träger 44 herausnehmbar. Aus der Fassung 46 sind flexible elektrische Anschlüsse 48 herausgeführt.

Die von der Lichtquelle 50 ausgehende Gesamtstrahlung wird von einem Gegenreflektor 52 an einer direkten Abstrahlung in Richtung auf die als Fresnellinse 60 ausgebildete Abdeckscheibe gehindert und zurückgeworfen. Somit trifft der überwiegende Teil der von der Lichtquelle 50 ausgehenden Strahlung auf einen Hauptreflektor 54. Dieser Hauptreflektor 54 besteht aus Glas und ist in der dargestellten Ausführungsform ein Hyperboloid. Ein Hyperboloid-Reflektor hat den Vorteil, niedrig zu sein und ist einfach aus Glas herstellbar. Der Reflektor 54 ist im Durchmesser kleiner als die Lichtaustrittsfläche der Fresnellinse 60. Da dennoch die Lichtmenge über den kleineren Reflektor 54 gesammelt wird, ergibt sich eine hohe Tiefenaus-

leuchtung im Operationsfeld, was erwünscht und vorteilhaft ist.

Auf der Innenseite des zum Rand 51 stärker werdenden Reflektors 54 ist eine für Infrarot weitgehend durchlässige Reflexionsschicht 53 aufgetragen, welche die sichtbare Strahlung, wie nachstehend näher beschrieben, auf die Fresnellinse 60 wirft. Die Dicke der Reflexionsschicht 53 nimmt zum Rand des Reflektors 54 hin zu.

Die von einer Wendel 66 in der Lichtquelle 50 erzeugte Strahlung kann zunächst in der Hülle oder Wandung der Lichtquelle 50 gefiltert werden. Da eine Halogenlampe 50 dennoch einen hohen Bestandteil infraroter Strahlung aussendet, welche entweder direkt wie ein Strahl 68 von der Wendel 66 auf den Reflektor 54 strahlt, oder über den Gegenreflektor 52 wie ein Strahl 78 auf den Reflektor 54 auftrifft, ist die Reflexionsschicht 53 als ein Konversionsfilter ausgebildet. Während Strahlen 68 weitgehend (etwa 70 %) als sichtbare Lichtstrahlen 70 in Richtung Fresnellinse 60 gelenkt werden, treten infrarote Strahlen 72 hindurch und werden auf der Rückseite des Reflektors 54 von einer Schicht 57 diffus verteilt. Diese diffuse Verteilung der hindurchtretenden Infrarotstrahlen 72 auf der gesamten Rückseite des Reflektors 54 bewirkt, daß die Wärmestrahlung nicht gebündelt irgendwelche Bauteile im Körper 26 treffen und diese aufheizen, sondern daß eine willkürliche Streuung erfolgt, die sich überall hin verteilt. In der Mitte des Reflektors 54 befindet sich eine Öffnung 59, durch welche nicht nur die Sockelung der Lampe 50 erfolgt, sondern auch infrarote Strahlenanteile aus dem Reflektorsystem 42 abgeführt werden.

Eine weitere Maßnahme zur Ausfilterung der unerwünschten Wärmestrahlung und zur Erzeugung eines kalten Lichts mit Operationsfeld stellt die Anordnung einer Filterscheibe 56 (Fig. 2) am unteren Rand des Reflektors 54 dar. Vorteilhafterweise handelt es sich um eine Ringscheibe, die nur mit ihrem radial äußeren Rand aufliegt und keine mechanische Verbindung zum heißen Zentrum aus Lichtquelle 50 und Gegenreflektor 52 benötigt. Damit wird eine Wärmeaufheizung durch Wärmeaustausch vermieden. Die auftreffende infrarote Strahlung wird nach oben unter einem Winkel rückreflektiert, der im wesentlichen auf die Öffnung 59 gerichtet ist. In einem praktischen Ausführungsbeispiel beträgt der größte optisch wirksame Durchmesser der Fresnellinse 60 190 mm und der Durchmesser des Reflektors 54 im optisch wirksamen Bereich ca. 120 mm. Der Abstand vom unteren Rand des Reflektors 54 zur Mittelebene der Fresnellinse 60 beträgt nun 37,7 mm. In einem anderen größeren praktischen Ausführungsbeispiel beträgt der größte optisch wirksame Durchmesser der Fresnellinse 60 ca. 250 mm und der optisch größte Durchmesser des Reflektors liegt bei ca. 120 mm. Hierbei beträgt der

Abstand vom unteren Rand des Reflektors 54 zur Mittelebene der Fresnellinse 60 70 mm.

Gemäß dieser beiden praktischen Beispiele kann folglich dieselbe Reflektoreinheit mit ca. 120 mm Reflektoraustrittsöffnung und einer Scheitelhöhe von nur etwa 20 mm für unterschiedlich große Einzelscheinwerfer benutzt werden, was die Herstellungskosten senkt. Die den Lichtaustritt bildende kreisförmige Fresnellinse 60 ist im Durchmesser größer als der Reflektor 54 und besteht aus einem dioptrischen Zentralbereich und aus einem ringförmigen katadioptrischen Randbereich, was am besten aus Fig. 5 hervorgeht.

Der lichtaustrittsseitige, untere Teil der Fresnellinse 60 besteht aus einem über den ganzen Durchmesser durchgehenden Teil 61, welcher im Randbereich 62 das alleinige katadioptrische Linsensystem darstellt, während im zentralen Bereich 64 eine weitere Fresnellinse 63 zur Achromatisierung auf- und eingesetzt ist.

Im katadioptrischen Bereich 62 der Fresnellinse 60 werden die dort vom Reflektor 54 her auftreffenden Lichtstrahlen von einer Serie ringförmig ausgebildeter Prismen 65 (Fig. 3) umgelenkt. Die Flankensteigungen  $\alpha$ ,  $\beta$  und die Höhen H der Ringprismen der Fresnellinse 60 sind so gewählt, daß im Operationsfeld eine angenähert homogene Beleuchtungsstärkenverteilung auch über einen vorgegebenen Tiefenbereich hinweg erreicht wird, wie noch näher anhand von Fig. 4 erläutert wird.

So werden beispielsweise gemäß Fig. 3 Strahlen 68 vom Reflektor 54 in Strahlen 70 so umgelenkt, daß sie auf geneigte Flächen 96 der Prismenringe 65 auftreffen und in das Material der Fresnellinse 60 hineingebrochen werden. Im Inneren der Fresnellinse 60 verläuft der gebrochene Strahl 100 bis zur Rückwand der entgegengesetzten geneigten Prismenfläche 98 und wird dort totalreflektiert, so daß diese Lichtstrahlen 102 zunächst im Material der Fresnellinse 60 weiterlaufen und schließlich als Strahlen 104 in Richtung auf das Operationsfeld austreten. In gleicher Weise werden Strahlen 84 von beliebiger Stelle des Reflektors 54 in Richtung des Strahles 86 auf eine geneigte Fläche 96 der Prismenringe 65 abgelenkt.

Die nach außen geneigten Flächen 96 der katadioptrischen Ringprismen 65 werden mit zunehmendem Abstand von der optischen Achse 67 steiler, die entsprechende Flankensteigung  $\alpha$  nimmt also zum Rand der Fresnellinse 60 hin zu. Die oberen Kanten der Ringprismen 65 werden zum Rand der Fresnellinse 60 hin niedriger, die Höhe H der Ringprismen 65 nimmt zum Rand hin also entsprechend ab, damit alle aufkommende Strahlung in diesem katadioptrischen Randbereich trotz der niedrigen Bauhöhe, d.h. des geringen Abstandes 69 vom Reflektor 54 zur Fresnellinse 60, und des unterschiedlichen Durchmessers in die Fres-

nellinse 60 hineingebrochen wird. Ebenso werden die zur optischen Achse 67 hingerichteten Flanken 98 der katadioptrischen Ringprismen 65, an denen eine Totalreflexion stattfindet, mit zunehmendem Abstand von der optischen Achse 67 relativ flacher, die entsprechende Flankensteigung  $\beta$  nimmt also zum Rand hin ab. Auf diese Weise erzielt der Scheinwerfer aus dem katadioptrischen Bereich 62 der Fresnellinse 60 einen gewünschten Strahlverlauf, wie anhand der Fig. 4, 5 und 6 noch näher dargelegt wird.

Im dioptrischen Zentralbereich 64 der Fresnellinse 60 treffen Strahlen 74 von der Wendel 66 der Lichtquelle 50 kommand oder über den Gegenreflektor 52 und den Reflektor 54 reflektierte Strahlen 76, 78, 80, 82 auf Flanken 90 der Ringprismen 63 der zur Lichteinfallseite hin eingesetzten Fresnelscheibe 63. Von den Flanken 90 der zur Abstrahlungsseite hin gerichteten Ringprismen 63 werden die Strahlen in den Zwischenraum 93 gelenkt, der zwischen der oberen Fresnelscheibe 63 und der durchgehenden unteren Fresnelscheibe 61 vorhanden ist. Die Strahlen treffen dann auf entgegengesetzte geneigte Flanken 92 der zur Lichtquelle 50 hingerichteten Ringprismen 61' der durchgehenden Fresnelscheibe 61 auf. Die Neigung sich gegenüberliegender Flanken 90 und 92 zur Horizontalen ist jeweils so verschieden, daß die Abstrahlung 94 aus dem dioptrischen Zentralbereich 64 nahezu achsparallel zur optischen Achse 67 der Fresnellinse 60 erfolgt, vgl. insbesondere Fig. 4. Die zur optischen Achse hin aufwärts geneigten Flanken 92 der durchgehenden Fresnelscheibe 61 besitzen eine mit zunehmendem Abstand von der optischen Achse 67 zunehmende Steigung. Ebenso weisen die abwärts zur optischen Achse 67 gerichteten Flanken 90 der Ringprismen 63' der Fresnelscheibe 63 eine mit zunehmendem Abstand von der optischen Achse 67 zunehmende Steigung auf.

Die spezielle Ausgestaltung der Ringprismen 65 bzw. 63', 61' und die gewählten Flankensteigungen  $\alpha$ ,  $\beta$  bewirken, daß die von der Fresnellinse 60 austretenden Lichtbündel die optische Achse 67 in einem umso größeren Abstand a schneiden, je kleiner der Abstand b ist, mit dem die Lichtbündel von der optischen Achse 67 entfernt aus der Fresnellinse 60 austreten. So werden die am Rand der Fresnellinse 60 austretenden Lichtbündel am stärksten zur optischen Achse hin gebrochen und schneiden die optische Achse 67 im Abstand a1. Das dargestellte mittlere Bündel tritt im Abstand b2 von der optischen Achse aus der Fresnellinse 60 aus und schneidet die optische Achse im Abstand a2. Das relativ nahe an der optischen Achse 67 im Abstand b3 aus dem dioptrischen Bereich der Fresnellinse 60 austretende Lichtbündel besitzt ei-

Außenstrahl, der nahezu parallel zur optischen

Achse verläuft, der Mittenstrahl schneidet die optische Achse 67 in großem Abstand a3 von der Fresnellinse 60. Die Abstände a1, a2, a3 geben den Schnittpunkt des jeweiligen Mittenstrahls der betreffenden Lichtbündel mit der optischen Achse 67 an. Durch die unterschiedliche Fokussierung der verschiedenen Lichtbündel wird erreicht, daß über einen relativ großen Tiefenbereich eine homogene Lichtstärke, und damit eine homogene Ausleuchtung einer tiefen Operationswunde möglich ist; unerwünschte Schwankungen der Lichtverteilung sind weitgehend eliminiert.

In Fig. 5 ist die durch die Fresnellinse 60 mit ihrem katadioptrischen Bereich 62 und dioptrischen Bereich 64 erzielbare Homogenität im beleuchteten Operationsfeld 114 für einen Idealfall der exakten Fokussierung der Lampe 50 im optischen System schematisch dargestellt. Unter einem einzelnen Scheinwerfer 25 ergibt sich ein konzentrisch ausgeleuchtetes kleines Operationsfeld 114 durch Überlagerung der Strahlführung 112 im dioptrischen Bereich 64 im Zentrum mit der Strahlführung 110 im katadioptrischen Bereich 62 vom Rand her.

Nun ist erfundungsgemäß das gesamte Strahlenerzeugungs- und Reflektorsystem 42 gegenüber der feststehenden Fresnellinse 60 beweglich, was in Fig. 2 durch einen Bewegungsspalt 122 und in Fig. 6 durch eine Auslenkung 120 der Lampe 50 angedeutet ist.

Würde im Bewegungsspalt 122 ein kurzer Hub nach oben oder unten in Richtung der optischen Achse 67 des beweglichen Systems stattfinden, so würde dies als Abstandsänderung gegenüber dem feststehenden Fresnellinsensystem 60 eine Verbreitung oder Verengung des beleuchteten Feldes bedeuten. Ein Verkippen im Sinne der Versetzung 122 (Fig. 6) der Lampe 50 mit ihrem Reflektorsystem aus Gegenreflektor 52 und Reflektor 54 mit Filterscheibe 56 würde ein Auseinanderschieben des Strahlenverlaufs 110' im katadioptrischen Bereich 62 mit einem Bestrahlungsfeld 116 vom Bestrahlungsfeld 118 ergeben, welches vom Strahlenverlauf 110' unter dem dioptrischen Bereich 64 erzeugt wird, wie dies aus der Darstellung von Fig. 6 unten hervorgeht. Wenn ein solches Verkippen in einer dreiläufigen Operationsleuchte also einer Operationsleuchte 10 mit nur drei Einzelscheinwerfern 25 zugleich und gleichmäßig stattfindet, was durch eine einfache Mechanik zu bewerkstelligen ist, dann ergäbe sich ein großes Leuchtenfeld mit einem Hüllkreis 119 (Fig. 6 unten). Eine größere Homogenität im Operationsfeld läßt sich naturgemäß mit einer größeren Zahl von Einzelscheinwerfern 25 in einer Operationsleuchte bei gleicher untereinander verbundener Beweglichkeit oder Verkippsbarkeit des Lampenreflektorsystems 42 gegenüber dem feststehenden Fresnellinsensystem 60

erreichen. Eine derartige Verstellbarkeit ist bei Beibehaltung der Homogenität der Lichtverteilung und guten Tiefenausleuchtung in tiefen Operationswunden nur durch die Kombination mit der Fresnellinse 60 erzielbar.

Anstelle einer glatten Außenfläche, die beim Draufsehen ein durch die Fresnelstruktur verursachtes Bild von konzentrischen Ringen vermittelt, wird der Fresnellinse 60 als Streuschicht eine Wabenstruktur verliehen, wie dies näher aus der vergrößerten Ausschnittsaufsicht aus Fig. 3 in der Fig. 7 deutlich wird. Die Draufsicht auf einen Ausschnitt 122 erfolgt in Richtung des Pfeils 124. Hierbei wird in der Darstellung der Fig. 7 und 8 ein gegenüber der Fig. 3 stark vergrößerter Maßstab benutzt. Während der Durchmesser des Einzelscheinwerfers etwa 20 bis 30 cm beträgt, zeigt der Ausschnitt in Fig. 7 bzw. 8 nur eine Breite von ca. 2,6 cm.

Wesentlich ist, daß die Streustruktur gegenüber den Ringprismen 65, 90, 92 der Fresnellinse 60 klein ist und die Strukturgrenzen der Streustruktur möglichst die Strukturlinien des Linsenglases kreuzen.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich, besteht die Streustruktur aus Vielecken 128. Bevorzugt werden Sechsecke, die mit ihren Kanten 130 dicht an dicht in geradlinig ausgerichteten, sich senkrecht kreuzenden Achsen 132, 134 angeordnet sind, vorgesehen. Es handelt sich um eine sehr kleinräumige Struktur (Vieleckdurchmesser z.B. 7,36 bis 8,5 mm), verglichen mit dem Durchmesser der Fresnellinse 60.

Fig. 8 zeigt einen Schnitt durch die in Fig. 7 dargestellte Streustruktur entlang der Schnittachsen 3 - 3'. Die einzelnen Sechsecke weisen zur Mitte 136 hin eine Aufwölbung 138 auf, wodurch an den Sechseckkanten 130 ein stumpfer Winkel entsteht. Die Durchbiegungstiefe liegt in der Größenordnung von 0,1 mm.

Die Aufwölbung hat über der Mitte 136 einen Wölbungsradius von 60 mm. Alle in der Zeichnung der Fig. 7 und 8 angegebenen Maße sind mm-Maße.

Statt einer nach außen gerichteten aufgewölbten Wabenstruktur können auch gleiche Einwölbungen in die Oberfläche der Fresnellinse 60 eingebracht werden.

Zusammen hiermit entsteht durch mehrere Einzelscheinwerfer in einer Operationsleuchte eine gute Homogenität des Beleuchtungsfeldes und eine gute Tiefenausleuchtung. Die Feldgröße läßt sich mit anderen Maßnahmen regulieren. Auch die Kontrastbildung verbessert sich durch die neue Wabenstruktur erheblich. Die Schattigkeit ist nach DIN 20 35 größer als 50 % und die Tiefenschattigkeit größer als 30 % bestimmt worden.

## Ansprüche

1. Operationsleuchte (10) mit einem oder mehreren Scheinwerfern (25) mit je einer Lichtquelle (50), die in Abstrahlrichtung von einem Gegenreflektor (52) derart abgeschirmt ist, daß der Lichtstrom von einem Reflektor (54) auf ein das Gehäuse in Abstrahlrichtung abschließendes optisches System gebündelt ist,  
dadurch gekennzeichnet, daß das optische System eine Fresnellinse (60) aus Ringprismen (65; 90, 92) mit einem dioptrischen Zentralbereich (64) und einem katadioptrischen Randbereich (62) enthält, und daß die Ringprismen (65; 90, 92) so gestaltet sind, daß die von der Fresnellinse (60) austretenden Lichtbündel die optische Achse (67) in einem umso größeren Abstand (a) von der Fresnellinse (60) schneiden, je kleiner der Abstand (b) ist, mit dem die Lichtbündel von der optischen Achse (67) entfernt an der Fresnellinse (60) austreten.

2. Operationsleuchte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (54) ein flaches Hyperboloid ist, dessen reflektierende Schicht (53) auf einem Glaskörper aufgebracht ist.

3. Operationsleuchte nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Schicht (53) auf dem Reflektor (54) das sichtbare Licht weitgehend reflektiert und die infrarote Strahlung weitgehend durchläßt.

4. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Schicht (53) des Reflektors (54) am Reflektorrand dicker ist als am Reflektorschotel.

5. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Reflektors (54) kleiner ist als der Durchmesser der Fresnellinse (60).

6. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die lichtreflektierende Schicht (53) auf der Innenseite aufgebracht ist, während sich auf der Außenseite eine die hindurchgetretene Infrarotstrahlung zerstreuende Oberfläche (57) befindet.

7. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß sich vom Rand des Reflektors (54) radial nach innen eine Filterring scheibe (56) in der Reflektoraustrittsebene erstreckt.

8. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Fresnellinse (60) aus einer durchgehenden Grundscheibe (61) besteht, welche im katadioptrischen Randbereich Ringprismen (65) mit relativ großem dreieckförmigem

Querschnitt und zum Reflektor (54) hinweisenden Flanken (96, 98), und im Mittenbereich Ringprismen (61') mit relativ kleinem dreieckförmigem Querschnitt und zum Reflektor (54) hinweisenden Flanken (91, 92) aufweist, daß im Zentralbereich eine zweite Fresnellinse (63) angeordnet ist, welche Ringprismen (63') mit relativ kleinem dreieckförmigem Querschnitt und vom Reflektor (54) weggerichteten Flanken (90, 90') enthält, daß die Ringprismen (63') der zweiten Fresnellinse (63) gegenüber den Ringprismen (61') der durchgehenden Grundscheibe (61) liegen, und daß die zweite Fresnellinse (63) zusammen mit der durchgehenden Grundscheibe (61) und einem hierzwischen eingeschlossenen Luftspalt (93) den dioptrischen Zentralbereich der Fresnellinse (60) bilden.

9. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die oberen Spitzenringe der ringförmigen Prismen (65) der katadioptrischen Linse (62) mit zunehmendem Abstand von der optischen Mittelachse (67) abgestuft niedriger verlaufen.

10. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die zur optischen Achse geneigten Flanken (96) der ringförmigen Prismen (65) der katadioptrischen Linse (62) mit zunehmendem Abstand von der optischen Mittelachse (67) steiler angeordnet sind, während die radial nach außen geneigten Flanken (98) der ringförmigen Prismen (65) mit zunehmendem Abstand von der optischen Mittelachse (67) sich flacher neigen.

11. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß sich im Luftspalt (93) der dioptrischen Linse (64) lichtbrechende Flanken (90, 92) der Ringprismen gegenüberliegen, die lampenseitig (90) mehr zur Horizontalen ansteigen als sie lichtaustrittsseitig (92) abfallen.

12. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die lichtbrechenden Flanken (90, 92) der Ringprismen mit zunehmendem Abstand zur optischen Mittelachse (67) einen anwachsenden Winkel zur Horizontalen bilden.

13. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Lampe (50), Gegenreflektor (52) und Reflektor (54) eine Baueinheit (42) bilden, welche gegenüber der starr mit dem Gehäuse (26) verbundenen Fresnellinse (60) beweglich angeordnet ist.

14. Operationsleuchte nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Baueinheit (42) kippbar ist.

15. Operationsleuchte nach Anspruch 14, da-

durch gekennzeichnet, daß die Baueinheit (42) in der optischen Achse (67) bewegbar ist.

16. Operationsleuchte nach einem der Ansprüche 13 bis 15,

dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung der Baueinheit (42) mit mehreren Einzelscheinwerfern (25) in einem Gehäuse (26) miteinander gekoppelt symmetrisch zur optischen Achse (67) erfolgt.

5

17. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,

10

dadurch gekennzeichnet, daß jeder Einzelscheinwerfer (25) auf der der Lichtabstrahlungsseite des Gehäuses (26) gegenüberliegenden Seite von einer abnehmbaren Kappe (30) abgedeckt ist.

18. Operationsleuchte nach einem der vorstehenden Ansprüche,

15

dadurch gekennzeichnet, daß die Fresnellinse (60) eine zusätzliche Streustruktur aufweist.

19. Operationsleuchte nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Streustruktur aus

20

Vielecken (28) besteht, die zur Mitte hin (36) eine Wölbung (38) aufweisen.

20. Operationsleuchte nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Vielecken (28) um Sechsecke handelt, die dicht an dicht in geradlinig ausgerichteten Achsen (32, 34) angeordnet sind.

25

21. Operationsleuchte nach einem der Ansprüche 18 bis 20,

30

dadurch gekennzeichnet, daß die Streustruktur auf der von der Lichtquelle abgewandten Oberfläche der Fresnellinse (60) angeordnet ist.

35

40

45

50

55

Fig.1

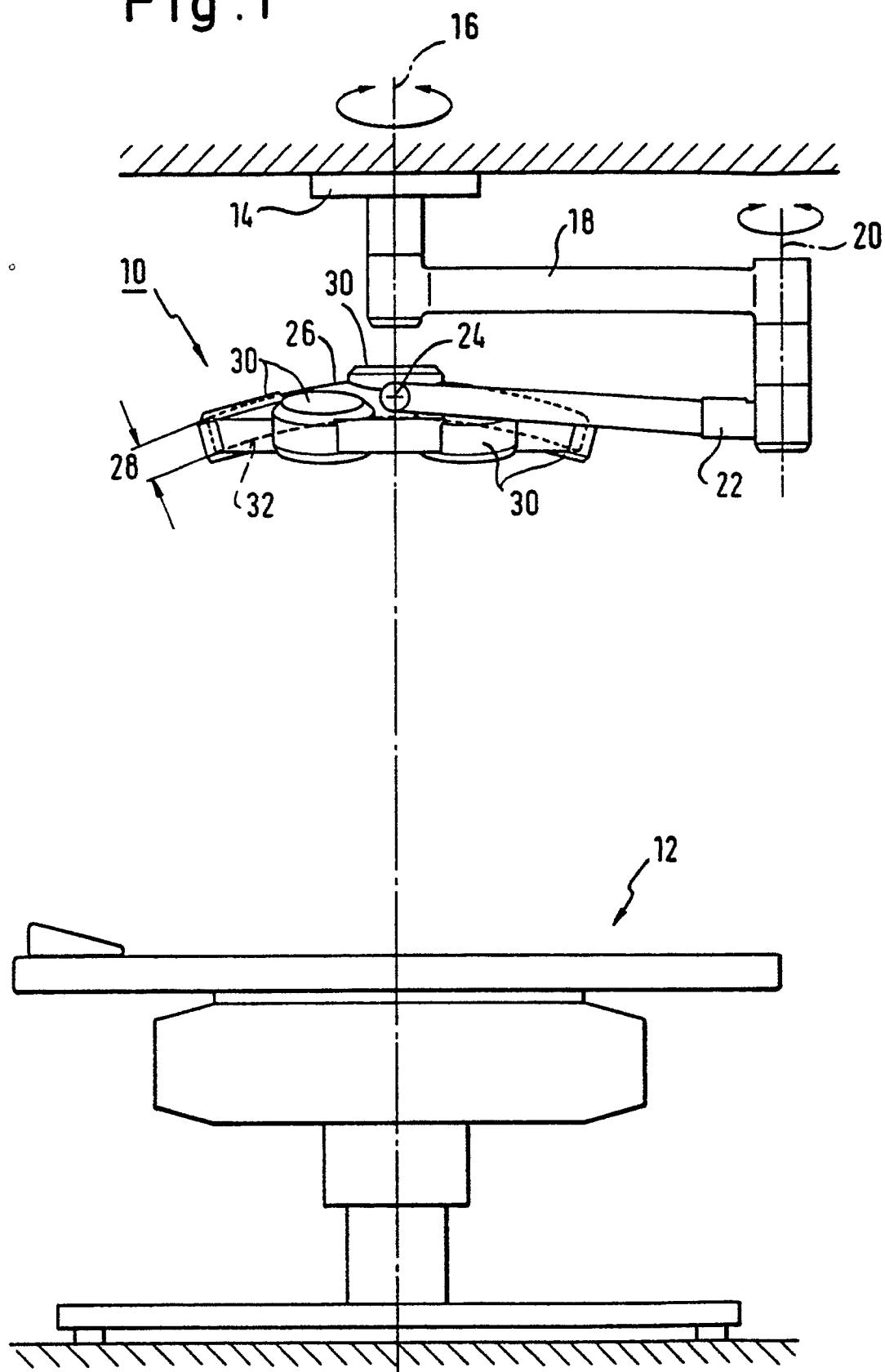
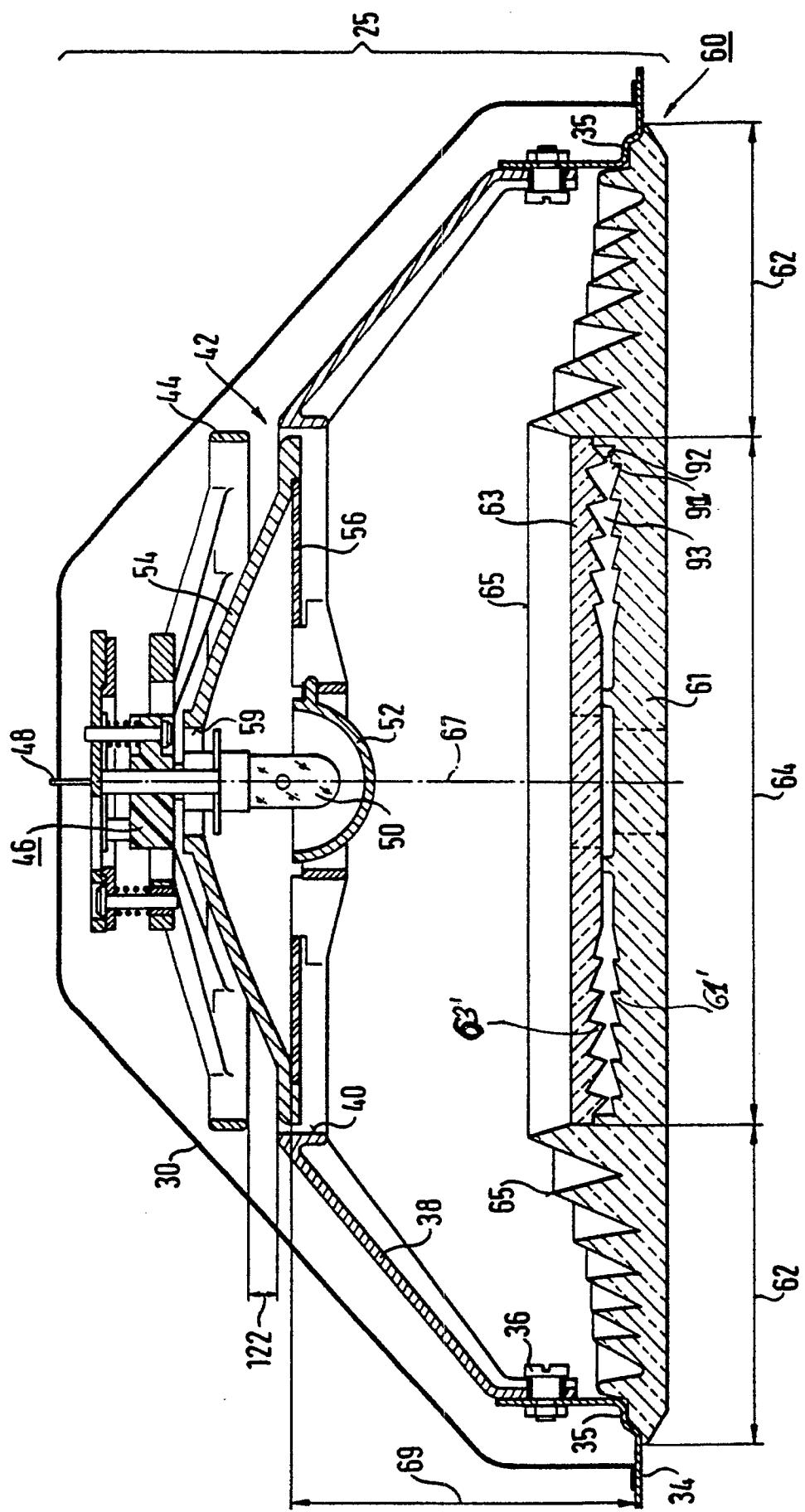
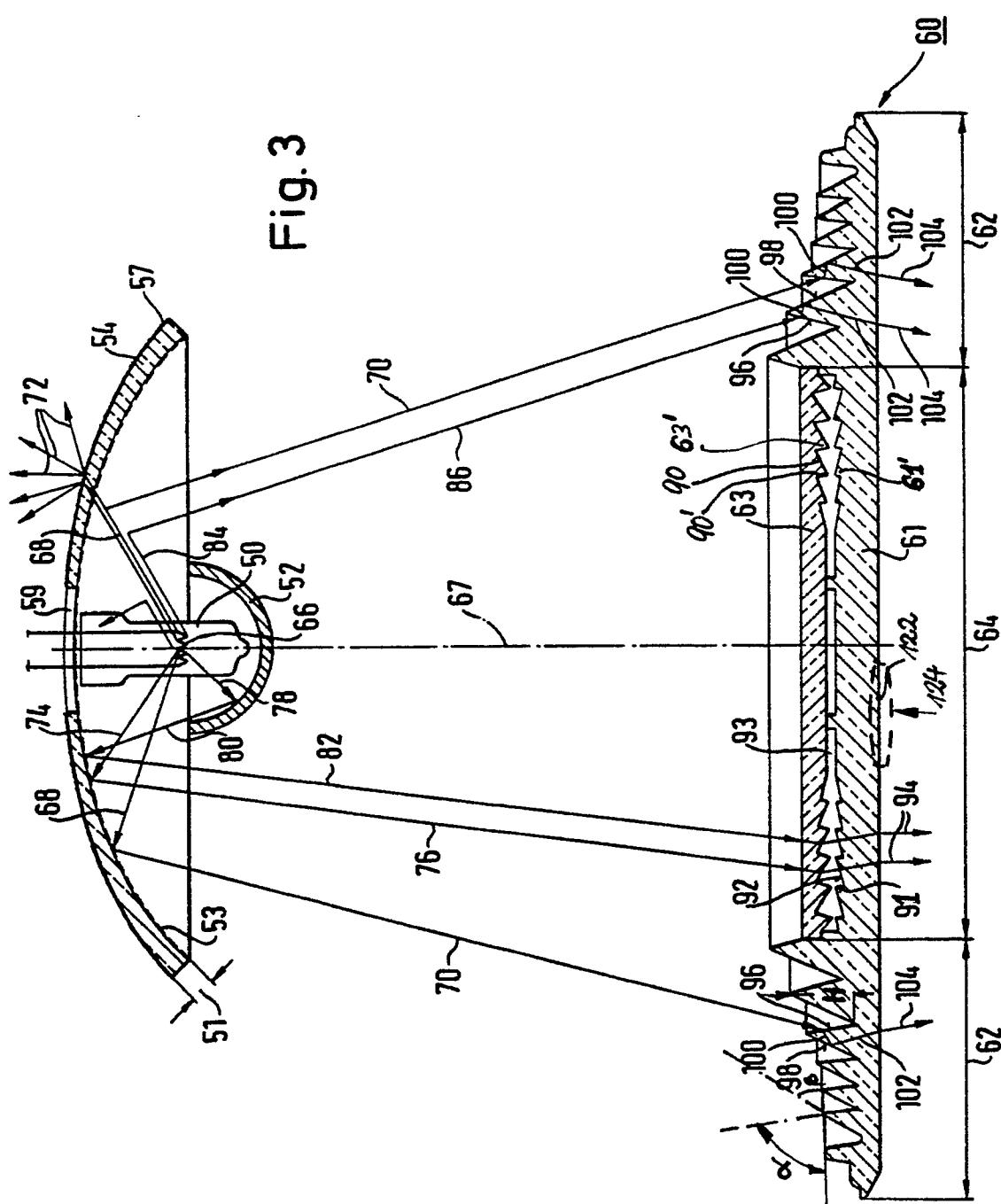


Fig. 2



三  
正



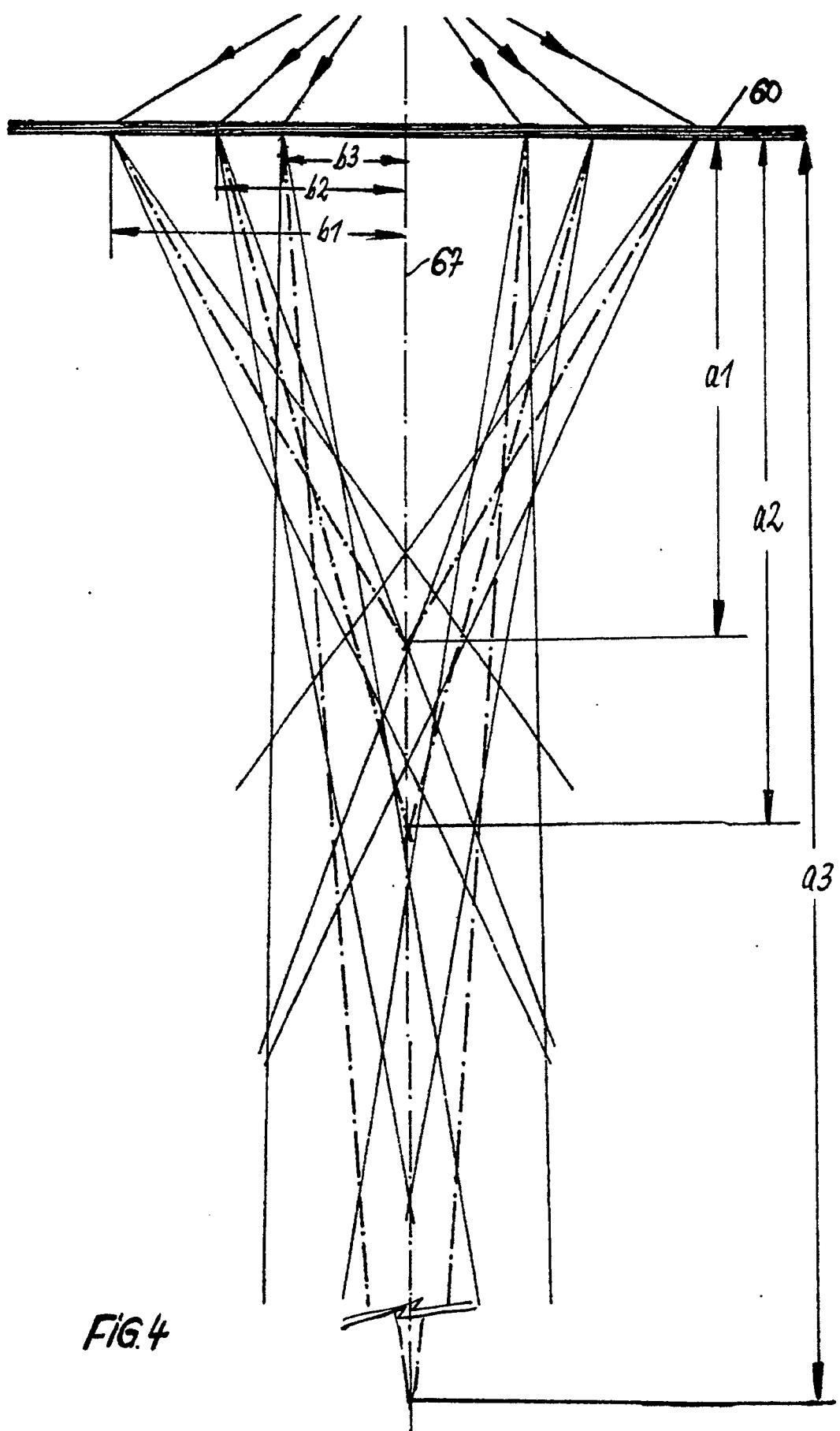
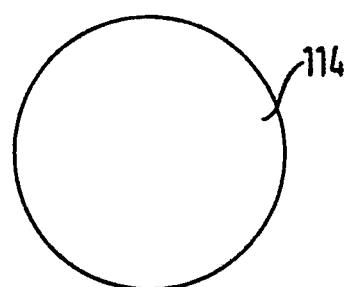
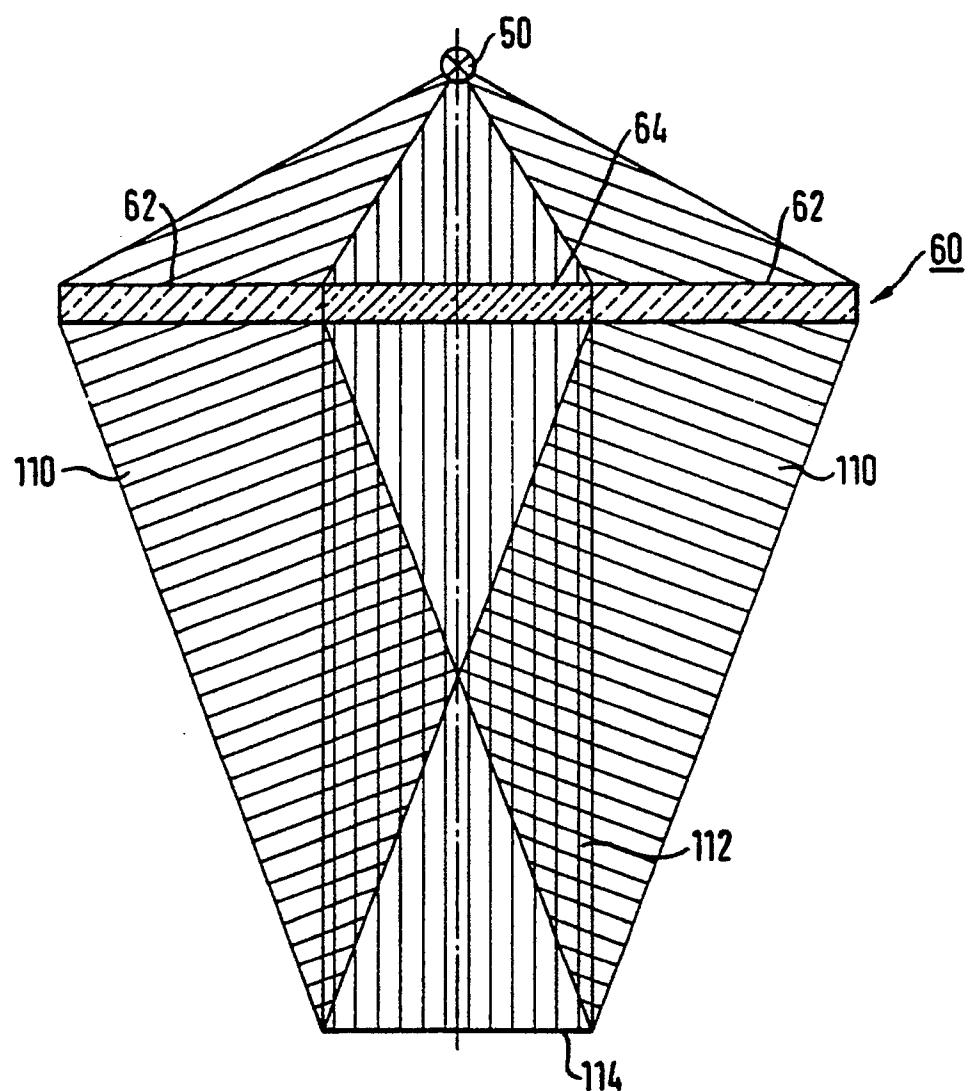


Fig. 5



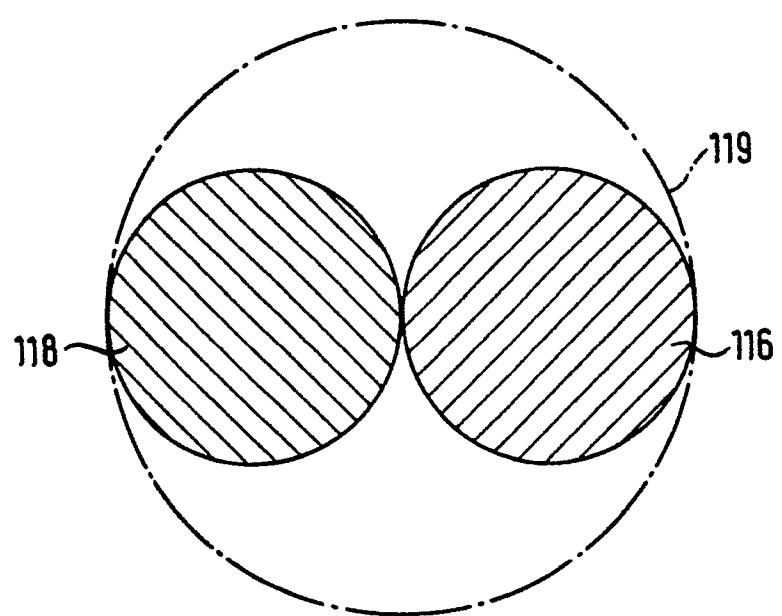
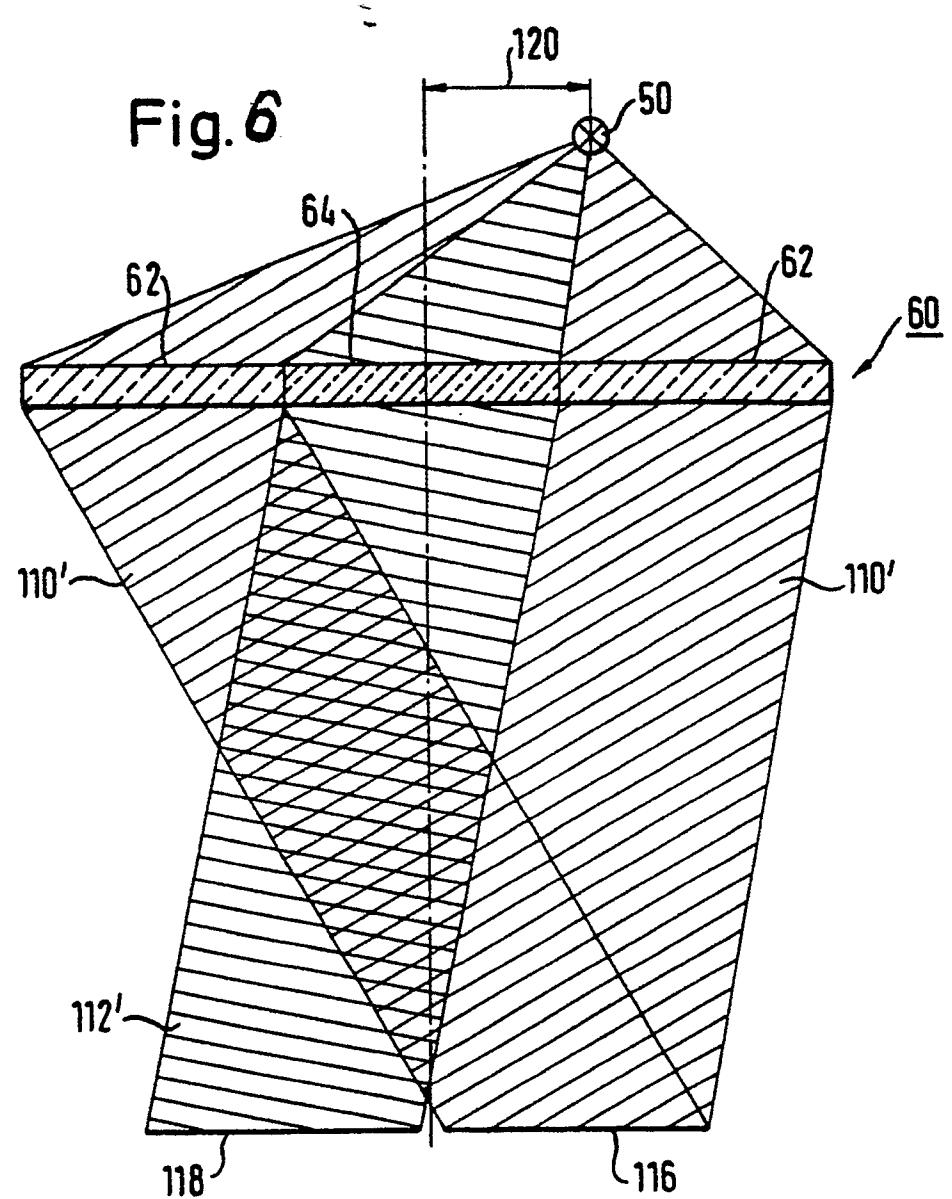


FIG. 7

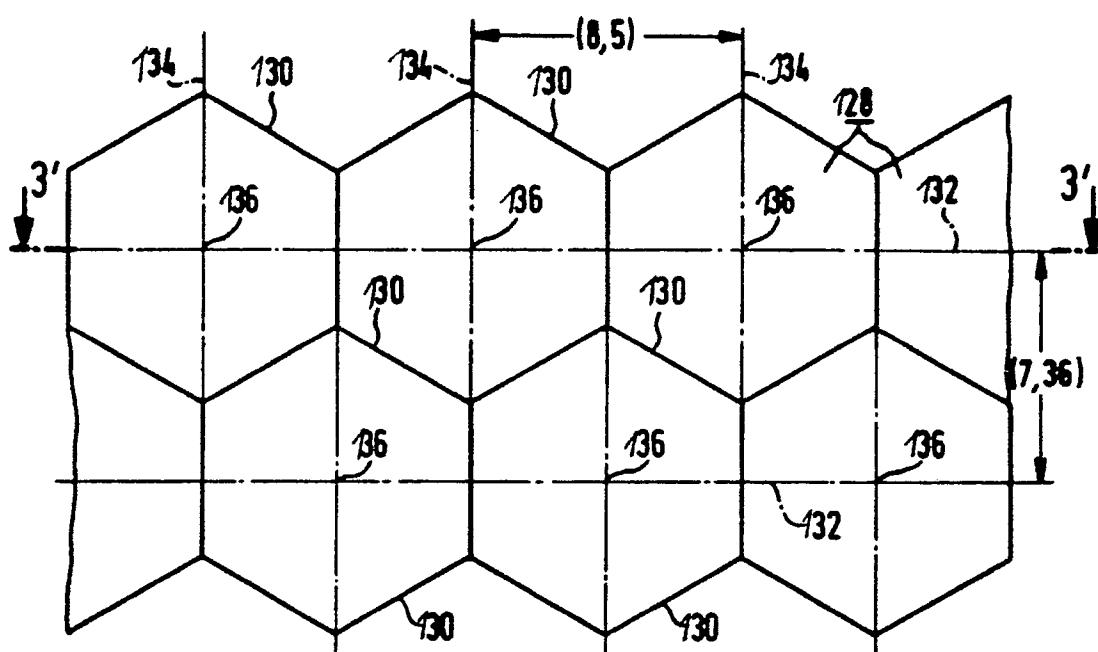
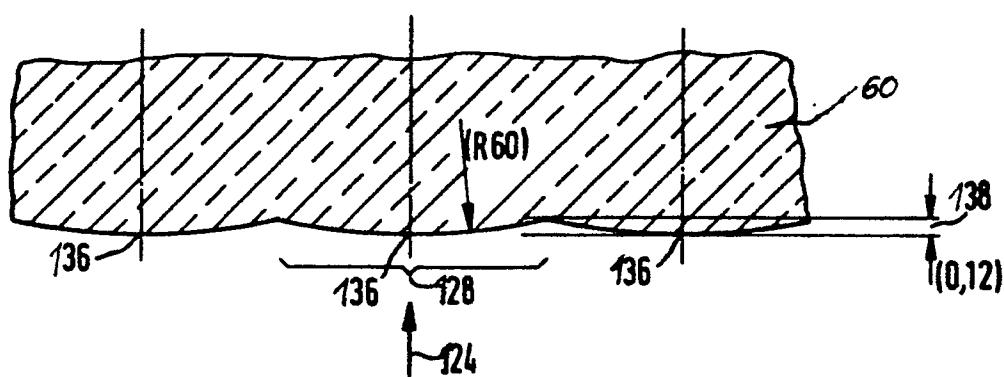


FIG. 8





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 10 6228

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A- 813 721 (STROM) * Figur 3 * ---	1	F 21 V 5/04 F 21 M 1/00
A	US-A-2 257 881 (JAROS) * Figur 8 * ---	1	
A	GB-A- 507 638 (THE GENERAL ELECTRIC) * Seite 2, Zeilen 94-103; Figur 1 * ---	1	
A	FR-A- 799 964 (SOCIETE D'ECLAIRAGE) * Insgesamt * -----	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.5)			
F 21 V F 21 M			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort  DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche  23-07-1990	Prüfer  FOUCRAY R.B.F.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
EPO FORM 1503 03.82 (P0403) X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			