



EP 1 073 862 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
14.03.2007 Patentblatt 2007/11
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung:
19.03.2003 Patentblatt 2003/12
- (21) Anmeldenummer: **99917682.9**
- (22) Anmeldetag: **29.04.1999**
- (51) Int Cl.:
F21V 5/02 (2006.01)
- (86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT1999/000107
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 1999/056058 (04.11.1999 Gazette 1999/44)

(54) VORRICHTUNG ZUR LICHTFÜHRUNG FÜR EINE LANGGESTRECKTE LICHTQUELLE

LIGHT GUIDING DEVICE FOR AN OBLONG LIGHT SOURCE

DISPOSITIF DE GUIDAGE DE LUMIERE POUR SOURCE LUMINEUSE OBLONGUE

- | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| (84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB IT LI NL SE | (72) Erfinder: HUTER, Johannes
A-6091 Götzens (AT) | | | | | | | | |
| (30) Priorität: 29.04.1998 AT 28098
12.05.1998 EP 98890139 | (74) Vertreter: Weiser, Andreas
Patentanwalt Dr. Andreas Weiser
Hietzinger Hauptstrasse 4
1130 Wien (AT) | | | | | | | | |
| (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.02.2001 Patentblatt 2001/06 | (56) Entgegenhaltungen:
<table border="0"><tr><td>EP-A- 0 513 713</td><td>CH-A- 389 538</td></tr><tr><td>CH-A1- 156 501</td><td>DE-A1- 875 938</td></tr><tr><td>DE-C2- 3 729 554</td><td>DE-U1- 7 808 786</td></tr><tr><td>FR-A- 2 668 838</td><td>GB-A1- 953 813</td></tr></table> | EP-A- 0 513 713 | CH-A- 389 538 | CH-A1- 156 501 | DE-A1- 875 938 | DE-C2- 3 729 554 | DE-U1- 7 808 786 | FR-A- 2 668 838 | GB-A1- 953 813 |
| EP-A- 0 513 713 | CH-A- 389 538 | | | | | | | | |
| CH-A1- 156 501 | DE-A1- 875 938 | | | | | | | | |
| DE-C2- 3 729 554 | DE-U1- 7 808 786 | | | | | | | | |
| FR-A- 2 668 838 | GB-A1- 953 813 | | | | | | | | |

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Lichtführung für eine langgestreckte Lichtquelle, insbesondere Leuchtstoffröhre, mit einem im wesentlichen rohr- oder rohrsektorförmigen Körper aus transparentem Material zur im wesentlichen koaxialen Aufnahme der Lichtquelle, der an seiner Innenseite mit axial-parallelen aneinander grenzenden Riefen, Kerben od.dgl. versehen ist, welche Flanken haben, die in einem axialnormalen Schnitt gesehen in einem Winkel von 40° bis 46°, bevorzugt 43°, gegenüber der Radialrichtung geneigt sind.

[0002] Eine Vorrichtung der einleitend genannten Art ist aus der EP 0372272 bekannt. Bei der bekannten Vorrichtung dienen die Riefen zur Streuung bzw. Auffächerung der Lichtverteilung in axialnormaler Richtung, um die Lichtstromdichte unmittelbar unter der Lichtquelle herabzusetzen. Die Frage einer Lichtabblendung relativ zur Axialrichtung der Lichtquelle wird in dieser Schrift nicht angesprochen.

[0003] Bei langgestreckten Lichtquellen, wie Leuchtstoffröhren, ist in der Praxis häufig eine Lichtführung erwünscht, um einen vorgegebenen Strahlungswinkel einzuhalten, außerhalb dessen eine weitgehende Ausblendung des von der Lichtquelle ausgesandten Lichtes erfolgt. Dazu können refraktierende oder reflektierende Vorrichtungen eingesetzt werden; eine bekannte Art von reflektierenden Vorrichtungen sind Spiegelraster aus Längs- und Querreflektorlamellen. Auch Kombinationen aus refraktierenden und reflektierenden Einrichtungen sind möglich.

[0004] Die Erfindung setzt sich zum Ziel, eine refraktierende Lichtführungsvorrichtung zu schaffen, welche eine kostengünstige Alternative zu Spiegelrasterleuchten darstellt.

[0005] Dieses Ziel wird mit einer Vorrichtung der einleitend genannten Art erreicht, die sich gemäß der Erfindung dadurch auszeichnet, daß die Riefen in einem axialnormalen Schnitt gesehen konkave Flanken aufweisen. Dadurch können die Streuungseigenschaften der Riefenstrukturen minimiert werden, was die Abschattungsgrenze verschärft, und der gesamte Lichttransmissionsgrad (= Wirkungsgrad) wird maximiert.

[0006] Dadurch ergibt sich eine neue, verbesserte Art von Prismenstruktur mit über die Längsrichtung des Körpers konstantem Profil, deren Wirkungsweise später noch ausführlicher beschrieben wird. Im Effekt bewirkt diese Struktur eine Umlenkung von axialrichtungsnahen Lichtstrahlen in eine der Radialen nähere Richtung. Die Lichtabstrahlung einer von einer solchen Vorrichtung (zumindest teilweise) umhüllten Leuchtstoffröhre wird in einem Winkelkegel um die Axiale ausgeblendet, d.h. der Abstrahlwinkel normal zur Leuchtstoffröhrenachse (z.B. nach unten) wird eingeschränkt. Im Ergebnis kann auf die bei Spiegelrasterleuchten üblichen axialnormalen Lamellen verzichtet werden, da die erfindungsgemäß Lichtführungsvorrichtung die Lichtausblendung in

Längsrichtung übernimmt.

[0007] Bevorzugt werden die Riefen gleichmäßig über den Innenumfang des Körpers verteilt, und besonders bevorzugt sind zumindest 20 Riefen vorgesehen. Durch wird die Lichtverteilung über den Abstrahlbereich vergleichmäßigt.

[0008] Bevorzugt beträgt der Radius der Flanken das 0,5- bis 2,0-fache des Abstandes zwischen halber Tiefe der Riefen und Achse des Körpers.

[0009] Bevorzugt ist der Abstand zwischen halber Tiefe der Riefen und Achse des Körpers das 1,4- bis 1,7-fache des Radius der aufzunehmenden Lichtquelle, was eine besonders kompakte Bauform ermöglicht.

[0010] In jedem Fall ist es besonders vorteilhaft, wenn der Brechungsindex des transparenten Materials zumindest 1,45 beträgt, was einen größeren Abschattungswinkel, d.h. einen geringeren Abstrahlwinkel ermöglicht.

[0011] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht in der Schaffung einer Leuchte mit einer langgestreckten Lichtquelle, insbesondere Leuchtstoffröhre, die von einem dachartigen Reflektor übergriffen ist und mit einer erfindungsgemäßen Lichtführungsvorrichtung mit rohrförmigem Körper ausgestattet ist, welcher die Lichtquelle umschließt. Wenn eine Lichtführungsvorrichtung mit rohrsektorförmigem Körper verwendet wird, umgibt dieser die Lichtquelle an ihrer dem Reflektor abgewandten Seite.

[0012] Die Erfindung wird nachstehend an Hand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispieles näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Leuchte in einem Schnitt normal zur Längsachse,

Fig. 2 ein Teilstück der Lichtquelle und der Lichtführungsvorrichtung der Leuchte von Fig. 1 in einer schematischen Seitenansicht,

Fig. 3 Dimensionierungsverhältnisse an einem beispielhaften Sektorstück der Lichtführungsvorrichtung in einem Schnitt ähnlich der Fig. 1, und die

Fig. 4 und 5 schematische Abstrahlverhältnisse von einem Punkt der Lichtquelle ohne (Fig. 4) bzw. mit (Fig. 5) Lichtführungsvorrichtung.

[0013] Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Leuchte enthält eine langgestreckte Lichtquelle 1 in Form einer Leuchtstoffröhre mit einer Längsachse 2, welche im Inneren eines im wesentlichen rohrförmigen Körpers 3 aus transparentem Material mit einem Brechungsindex von z.B. $n = 1,5$ koaxial mit Spiel angeordnet ist. Die Lichtquelle 1 und den Körper 3 dachartig überspannend bzw. umgreifend ist ein Trog-, umgekehrt-U- bzw. teilparabol-förmiger Reflektor 4 üblicher Bauart angeordnet.

[0014] Die Länge der in Fig. 1 im Schnitt gezeigten Leuchte in Richtung der Achse 2 kann beliebig gewählt werden. Anstelle einer Leuchtstoffröhre ist jede bekannte Form einer "langgestreckten Lichtquelle" möglich, z.B. Halogenstäbe, Ketten von einzelnen Lichtquellen wie Glühlampen usw. Die Achse 2 der Lichtquelle 1 muß nicht

notwendigerweise gerade sein, sondern kann auch leicht gekrümmt oder polygonzugförmig sein, in welchen Fällen der Körper 3 entsprechend an den Verlauf der Lichtquelle 1 angepaßt ist.

[0015] Der Körper 3 ist an seiner Innenseite mit zur Achse 2 parallel verlaufenden, aneinander angrenzenden Riefen 5, Kerben od.dgl. versehen. Im gezeigten Beispiel sind 12 Riefen 5 gleichmäßig über den Innenumfang des Körpers 3 verteilt.

[0016] Gemäß Fig. 3 besitzen die Riefen 5 in einem axialnormalen Schnitt gesehen konkave Flanken 6, 7. Der Radius R_1 der Flanken 6, 7 beträgt etwa das 0,5- bis 2,0-fache des Abstandes R_2 zwischen der halben Tiefe der Riefen 5 und der gemeinsamen Achse 2 von Lichtquelle 1 und Körper 3. Der mittlere Winkel $(\varphi_1 + \varphi_2)/2$ der Flanken 6, 7 zur Radialen 8 liegt im Bereich von 40° - 46° , bevorzugt bei etwa 43° . Der Abstand R_2 zwischen etwa der halben Tiefe der Riefen 5 und der gemeinsamen Achse 2 von Lichtquelle 1 und Körper 3 beträgt etwa das 1,4- bis 1,7-fache des Radius R_L der Lichtquelle 1. Der Außenradius R_3 des Körpers 3 wird so gering wie möglich gewählt, d.h. so, daß gerade noch eine ausreichende Festigkeit für den Körper 3 gegeben ist. Die Talsohlen 9 der Riefen 5 reichen daher bis nahe an den Außenumfang des Körpers 3.

[0017] Die Anzahl der Riefen 5 kann beliebig groß gewählt werden und ist in der Praxis durch Fertigungseinschränkungen begrenzt.

[0018] Die Wirkungsweise der Vorrichtung ist wie folgt.

[0019] Die von der Lichtquelle 2 ausgehenden Lichtstrahlen werden durch die von den Riefen 5 gebildete prismenartige Struktur des Körpers 3 nicht nur in der axialnormalen Ebene (wie in Fig. 1 gezeigt) umgelenkt, sondern auch in jeder axialparallelen Ebene, von der eine beispielhafte in Fig. 2 gezeigt ist. Wie aus dieser Figur ersichtlich, werden zur Achse 2 unter einem Winkel δ_L geneigte Lichtstrahlen S_L beim Durchgang durch den Körper 3 näher in Richtung der Radialen 8 abgelenkt, u.zw. unter einem Winkel $\delta_R > \delta_L$.

[0020] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, leuchtet der Körper 3 in jeder Richtung senkrecht zur Achse breiter als die Lichtquelle 1.

[0021] Die Fig. 4 und 5 zeigen eine räumliche Darstellung der Kombination der in den Fig. 1 und 2 skizzierten Brechungseffekte. Alle Lichtstrahlen, die von einem Punkt 10 auf der Lichtquelle 2 unter einem Kegelmantelwinkel 11 bezogen auf die Achse 2 ausgehen (Fig. 4), werden bei Zwischenschaltung des Körpers 3 (Fig. 5) in Form eines "gestauchten" Kegelmantels 12 ausgesandt, wobei um die Achse 2 ein Abschattungskegel 13 entsteht.

[0022] Der Abschattungskegel 13 erzeugt eine Beschränkung des Abstrahlwinkels der in Fig. 1 dargestellten Leuchte normal zur Zeichnungsebene in Fig. 1, wie er sonst nur durch axialnormale Querlamellen innerhalb des Reflektors 4 erreicht werden könnte, nach unten. Ein Vorteil dieser Lichtführung ist, daß ab einer Größe von ca. $R_2 = 1,4 \times R_L$ praktisch sämtliches Licht die Lichtfüh-

rung verläßt, d.h. kaum mehr Abschattungsverluste auftreten, wie sie z.B. durch Rückspiegelung in die Lichtquelle von den Querlamellen einer Spiegelrasterleuchte verursacht werden, deren oberer Steg schwarz ist.

[0023] Auch in Richtung nach oben, d.h. zum Reflektor 4 gerichtet, hat die Abschattung in axialer Richtung eine vorteilhafte Wirkung, da die aus dem Abschattungsbe- reich umgelenkten Lichtstrahlen die Strahlungsintensität der Lichtquellen/Körper-Anordnung auf den Reflektor 4 erhöhen, so daß dieser besser ausgenutzt wird. Ein be- sonderer Vorzug ergibt sich in Verbindung mit Reflektoren, welche den Winkel von Strahlen zur Achse nicht verändern, der Scheitelwinkel des Abschattungskegels der gesamten Leuchte also nicht kleiner ist als jener der

Lichtführung. Das sind z.B. axialnormale ebene Reflektoren, welche als beidseitiger Abschluß des Reflektors 4 dienen, oder auch axialparallele rinnenförmige Reflektoren, bei denen jeder Punkt des Reflektors eine axialpar- allelle Tangentialebene besitzt, an welcher der Winkel

jedes Strahles zur Achse nur gespiegelt wird, sich im Betrag aber nicht ändert. Mit derartigen Reflektoren wird die Längsausblendung der Lichtführung nicht verkleinert.

[0024] In einer vereinfachten Ausführungsform muß der Körper 3 die Lichtquelle 2 nicht allseitig umschließen, es genügt beispielsweise ein rohrsektorförmiger Körper, welcher die Lichtquelle 2 z.B. an ihrer dem Reflektor 4 abgewandten Seite teilringförmig umgibt, beispielsweise zu 1/4, zur Hälfte oder zu 3/4. Alternativ können sowohl

der Reflektor als auch der Körper zusammenfallende of- fene Stellen, axialparallele Schlitze oder offene Sektoren usw. haben, welche einen ungehinderten Durchgang be- stimmter Lichtstrahlen der Lichtquelle ermöglichen. Die- se Variante ist beispielsweise für abgehängte Decken- leuchten sinnvoll, bei denen der Körper und der Reflektor

an der Oberseite einen Längsschlitz aufweisen, durch welchen die Decke von unten direkt angestrahlt wird, um dadurch eine teilweise indirekte Beleuchtung des Raumes zu schaffen.

[0025] Der Körper 3 kann aus einem transparenten Kunststoff extrudiert werden. Alternativ kann der Körper 3 aus einer entsprechend profilierten Folie gefertigt wer- den, welche um die Lichtquelle 2 teilweise oder diese ganz umschließend herumgebogen wird. Es ist auch mög- lich, mehrere koaxiale Körper 3 einander umschlie- ßend oder umgebend (anliegend oder mit Spiel) zu ver- wenden, so daß sich eine Kaskadierung ihre Effekte, d.h. eine Vergrößerung des Abschattungswinkels 13 ergibt.

[0026] Die Lichtquelle 1 kann auch einen anderen als kreisförmigen Querschnitt haben und muß nicht koaxial zum Körper 3 angeordnet sein.

[0027] Unter dem Begriff "rohrförmiger" Körper 3 wird nicht nur ein zylindrisch rohrförmiger Körper verstanden, sondern ein allgemein rohrförmiger Körper, z.B. mit el- liptischem Profil, abgerundet-eckigem Profil usw.

[0028] Der Körper 3 kann anders als dargestellt an der Lichtquelle 1 anliegen, d.h. die zwischen den Flanken 6, 7 benachbarter Riefen 5 gebildeten Scheitel 14 liegen an der Außenoberfläche der Lichtquelle 1 an. Alternativ

kann der Körper 3 einstückig mit der Außenwand der Lichtquelle 1 ausgeführt werden, beispielsweise als Hülle einer Leuchtstoffröhre.

[0029] In einer beispielhaften Ausführungsform mit 20 Riefen, einem Brechungsindex von $n = 1,5$; einem Flankenwinkel ($\varphi_1 + \varphi_2$)/2 von etwa 43° und Verhältnissen von $R_1 < R_2$ 0,5 bis 2,0; $R_2/R_L = 1,4$ bis 1,7 und R_3/R_L so klein wie möglich wurde eine axiale Abschattung 13 von etwa 60° (Kegelscheitelwinkel) erreicht.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Lichtführung für eine langgestreckte Lichtquelle (1), insbesondere Leuchtstoffröhre, mit einem im wesentlichen rohr- oder röhrektorförmigen Körper (3) aus transparentem Material zur im wesentlichen koaxialen Aufnahme der Lichtquelle (1), der an seiner Innenseite mit axialparallelen aneinander grenzenden Riefen (5), Kerben od.dgl. versehen ist, welche Flanken (6, 7) haben, in einem axialnormalen Schnitt gesehen in einem Winkel (φ_1, φ_2) von 40° bis 46° , bevorzugt 43° , gegenüber der Radialrichtung (8) geneigt sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Riefen (5) in einem axialnormalen Schnitt gesehen konkave Flanken (6, 7) aufweisen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Riefen (5) gleichmäßig über den Innenumfang des Körpers (3) verteilt sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest 20 Riefen (5) vorgesehen sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Radius (R_1) der Flanken (6, 7) das 0,5- bis 2,0-fache des Abstandes (R_2) zwischen halber Tiefe der Riefen (5) und Achse (2) des Körpers (3) beträgt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, daß** der Brechungsindex des transparenten Materials zumindest 1,45 beträgt.
6. Leuchte mit einer langgestreckten Lichtquelle (1), insbesondere Leuchtstoffröhre, die von einem dachartigen Reflektor (4) übergriffen ist, **gekennzeichnet durch** eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit einem im wesentlichen röhrektorförmigen Körper (3), welcher die Lichtquelle (1) umschließt.
7. Leuchte mit einer langgestreckten Lichtquelle (1), insbesondere Leuchtstoffröhre, die von einem dachartigen Reflektor (4) übergriffen ist, **gekennzeichnet durch** eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit einem im wesentlichen röhrektorförmigen Körper (3), welcher die Lichtquelle (1) an ihrer

dem Reflektor (4) abgewandten Seite umgibt.

8. Leuchte nach einem der Ansprüche 6 oder 7 mit einer zylindrischen Lichtquelle, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abstand (R_2) zwischen halber Tiefe der Riefen (5) und Achse (2) des Körpers (3) das 1,4- bis 1,7-fache des Radius (R_L) der aufzunehmenden Lichtquelle (1) ist.

Claims

1. Device for light guidance for a longitudinally extended light source (1), in particular fluorescent tubes with a substantially tubular or tube-sector-shaped body (3) made out of transparent material for the substantially coaxial housing of the light source (1), which on its internal side is provided with axial-parallel adjacent grooves (5), notches or similar having edges (6, 7) which when viewed in an axial-normal section are inclined at an angle (Φ_1, Φ_2) of 40° to 46° , preferably 43° , to the radial direction (8), **characterised in that** the grooves (5) have concave edges (6, 7) when viewed in an axial-normal direction.
2. Device according to claim 1, **characterised in that** the grooves (5) are uniformly distributed over the internal circumference of the body (3).
3. Device according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** at least 20 grooves (5) are provided.
4. Device according to claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the radius (R_1) of the edges (6, 7) is 0.5 to 2.0 times the distance (R_2) between the half-depth of the grooves (5) and the axis (2) of the body (3).
5. Device according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the refractive index of the transparent material is at least 1.45.
6. Light fitting with a longitudinally extended light source (1), in particular a fluorescent tube which is overlapped by a roof-type reflector (4), **characterised by** a device according to any one of claims 1 to 5 with a substantially tubular body (3) surrounding the light source (1).
7. Light fitting with a longitudinally extended light source (1), in particular a fluorescent tube which is overlapped by a roof-type reflector (4), **characterised by** a device according to any one of claims 1 to 5 with a substantially tube-sector shaped body (3) surrounding the light source (1) on its side facing away from the reflector (4).
8. Light fitting according to either of claims 6 or 7 with

a cylindrical light source, **characterised in that** the distance (R_2) between the half-depth of the grooves (5) and the axis (2) of the body (3) is 1.4 to 1.7 times the radius (R_L) of the light source (1) to be housed.

5

prenant une source lumineuse cylindrique, **caractérisée en ce que** la distance (R_2) entre la moitié de la profondeur des rainures (5) et l'axe (2) du corps (3) représente 1,4 à 1,7 fois le rayon (R_L) de la source lumineuse (1) à accueillir.

Revendications

1. Dispositif de guidage de lumière pur une source lumineuse (1) oblongue, en particulier des tubes fluorescents, comprenant un corps (3) essentiellement en forme de tube ou de secteur de tube en matière transparente pour le logement essentiellement coaxial de la source lumineuse (1), qui est pourvu sur son côté intérieur de rainures (5), encoches ou similaires, contiguës, axialement parallèles, qui ont des flancs (6, 7) inclinés - vus dans une coupe axialement normale - à un angle (Φ_1, Φ_2) de 40° à 46°, de préférence de 43°, par rapport au sens radial (8), **caractérisé en ce que** les rainures (5) présentent des flancs concaves vus dans une coupe axialement normale. 10
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les rainures (5) sont réparties uniformément sur le pourtour intérieur du corps (3). 15
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** est prévu au moins 20 rainures (5). 20
4. Dispositif selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le rayon (R_1) des flancs (6, 7) représente 0,5 à 2 fois la distance (R_2) entre la moitié de la profondeur des rainures (5) et l'axe (2) du corps (3). 25
5. Dispositif selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'indice de réfraction de la matière transparente est au moins de 1,45. 30
6. Lumière comprenant une source lumineuse (1) oblongue, en particulier des tubes fluorescents, qui est recouverte par un réflecteur (4) en forme de toit, **caractérisée par** un dispositif selon une des revendications 1 à 5 comprenant un corps (3) essentiellement en forme de tube qui entoure la source lumineuse (1). 45
7. Lumière comprenant une source lumineuse (1) oblongue, en particulier des tubes fluorescents, qui est recouverte par un réflecteur (4) en forme de toit, **caractérisée par** un dispositif selon une des revendications 1 à 5 comprenant un corps (3) essentiellement en forme de secteur de tube qui entoure la source lumineuse (1) sur son côté opposé au réflecteur (4). 50
8. Lumière selon une des revendications 6 ou 7, com- 55

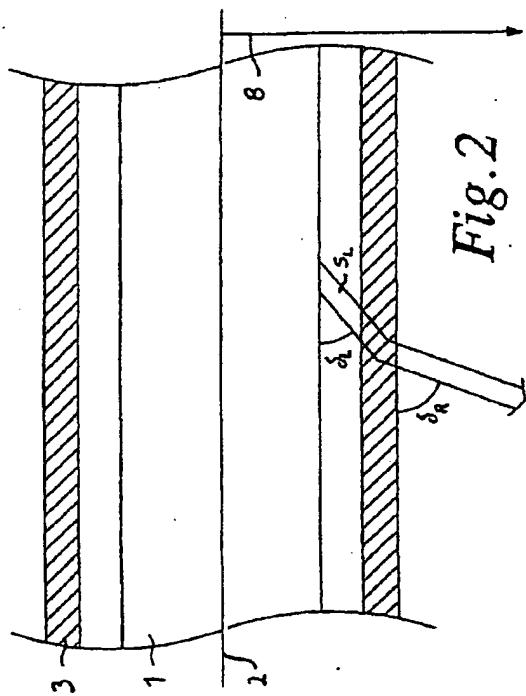


Fig. 2

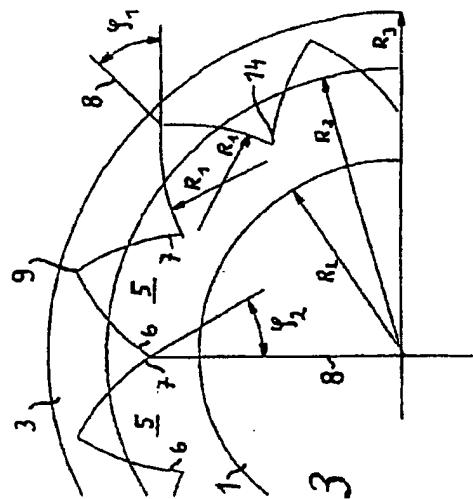


Fig. 3

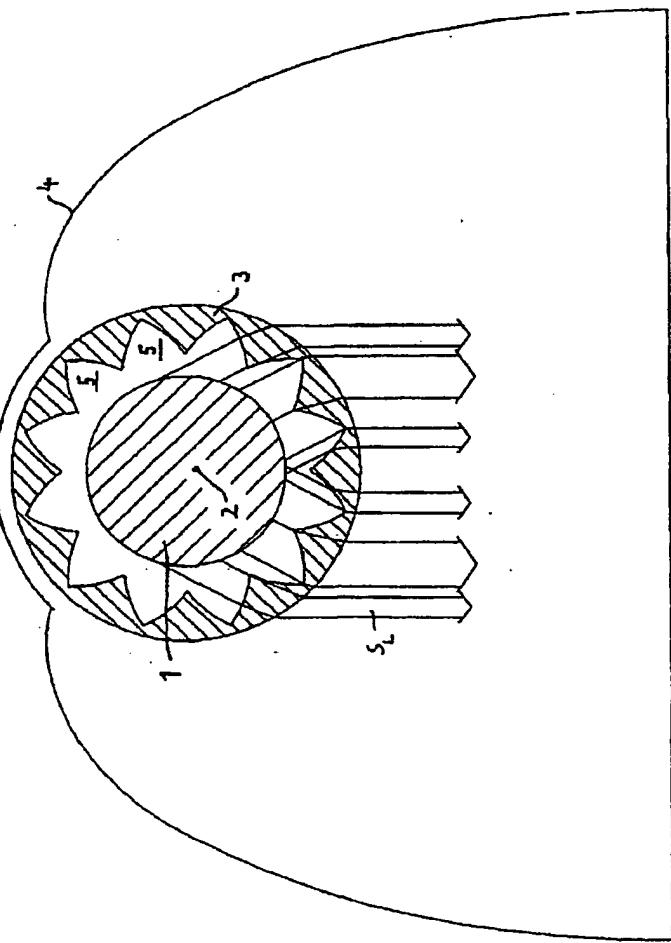


Fig. 1

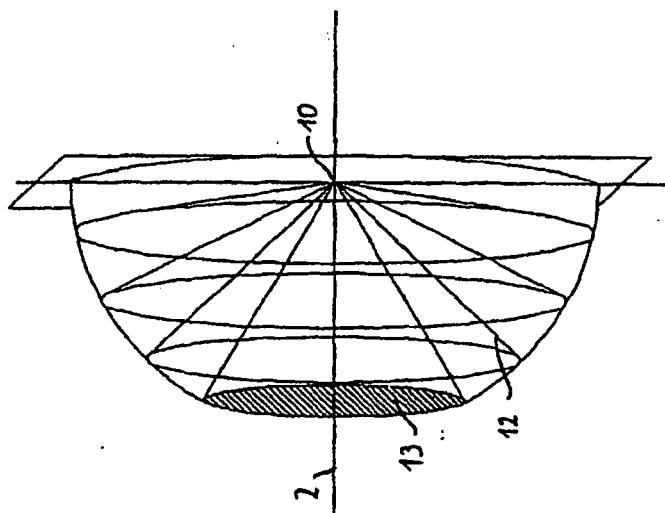


Fig. 5

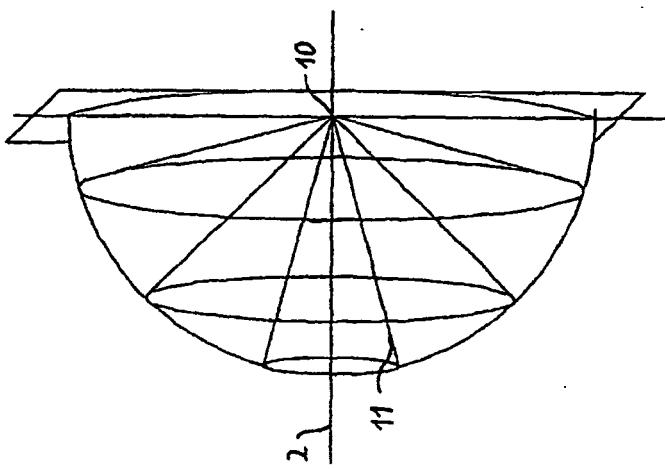


Fig. 4