



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.05.2002 Patentblatt 2002/18**

(51) Int Cl.7: **E06B 9/24**

(21) Anmeldenummer: **01125174.1**

(22) Anmeldetag: **23.10.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Goetzberger, Adolf, Prof.-Dr.  
79249 Merzhausen (DE)**  
• **Kuckelkorn, Thomas  
80637 München (DE)**

(30) Priorität: **26.10.2000 DE 10053095**

(74) Vertreter: **Rösler, Uwe, Dipl.-Phys.  
Rösler Patentanwaltskanzlei  
Landsberger Strasse 480a  
81241 München (DE)**

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER  
ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.  
80636 München (DE)**

(54) **Vorrichtung zur Lichtumlenkung zur Beleuchtung eines Innenraumes**

(57) Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Lichtumlenkung sowie und -ausblendung für den stationären Einsatz bei einer transluzenten Gebäudefassade zur gezielten Beleuchtung eines Innenraumes mit wenigstens einem transluzenten optischen Element, das eine eben ausgebildete Lichteintrittsseite aufweist sowie eine Lichtaustrittsseite vorsieht, die von einer ersten gekrümmten Grenzfläche sowie zumindest von einer zweiten Grenzfläche begrenzt ist, wobei die Krümmung der ersten Grenzfläche derart ausgebildet ist, dass Lichtstrahlen, die aus einem ersten Raumwinkelbereich auf die Lichteintrittsseite auftreffen und in das optische Element einkoppeln im Wege der Totalreflexion an der ersten Grenzfläche auf den Bereich der zweiten Grenzfläche konzentriert werden und dass Lichtstrahlen, die aus einem zweiten Raumwinkelbereich auf die Lichteintrittsseite auftreffen und in das optische Element einkoppeln durch die erste Grenzfläche aus dem optischen Element austreten.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die zweite Grenzfläche ebenfalls stetig gekrümmt ausgebildet ist und dass die erste und die zweite Grenzfläche nahtlos und mit einem stetigen Krümmungsverhalten aneinander anschließen.

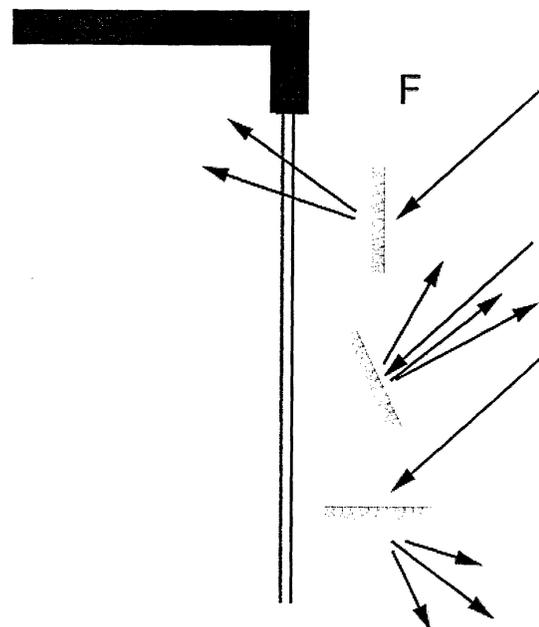


Fig. 3

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Lichtumlenkung sowie -ausblendung für den stationären Einsatz bei einer transluzenten Gebäudefassade zur gezielten Beleuchtung eines Innenraumes mit wenigstens einem transluzenten optischen Element, das eine eben ausgebildete Lichteintrittsseite aufweist sowie eine Lichtaustrittsseite vorsieht, die von einer ersten gekrümmten Grenzfläche sowie zumindest von einer zweiten Grenzfläche begrenzt ist, wobei die Krümmung der ersten Grenzfläche derart ausgebildet ist, dass Lichtstrahlen, die aus einem ersten Raumwinkelbereich auf die Lichteintrittsseite auftreffen und in das optische Element einkoppeln im Wege der Totalreflexion an der ersten Grenzfläche auf den Bereich der zweiten Grenzfläche konzentriert werden und dass Lichtstrahlen, die aus einem zweiten Raumwinkelbereich auf die Lichteintrittsseite auftreffen und in das optische Element einkoppeln durch die erste Grenzfläche aus dem optischen Element austreten.

### Stand der Technik

**[0002]** Eine vorstehend genannte Vorrichtung zur Lichtumlenkung sowie -ausblendung ist in der DE 196 13 222 A1 beschrieben. Die in der vorstehenden Druckschrift dargestellte Vorrichtung dient der gezielten Abschattung von Sonnenlicht, das auf transluzente Gebäudefassaden zur Innenraumbeleuchtung auftrifft. Das der bekannten Vorrichtung zugrundeliegende, optische Funktionsprinzip ist durch die Raumgeometrie eines, das Sonnenlicht um- bzw. ausblendende optischen Elementes vorgegeben und basiert grundsätzlich auf der Lichtkonzentration sowie der Lichtumlenkung von Sonnenstrahlung innerhalb eines definierten Einfallswinkelbereiches, d. h. das optische Element vermag all jene Sonnenstrahlen zu konzentrieren, die aus einem vorgegebenen ersten Raumwinkelbereich auf das optische Element einfallen und alle weiteren Sonnenstrahlen werden entsprechend umgelenkt. Zur näheren Erläuterung wird auf die Figur 2 verwiesen, in der das Funktionsprinzip des bekannten optischen Elementes dargestellt ist. Figur 2 zeigt vier im Längsschnitt dargestellte, nebeneinander angeordnete optische Elemente C die jeweils über eine gemeinsame Lichteintrittsseite A verfügen. Jedes einzelne optische Element C weist stetig gekrümmte Seitenwände auf, die jeweils mit einer eben ausgebildeten Lichtaustrittsseite D abschließen. Das optische Element C kann entweder einachsig linear als auch rotationssymmetrisch oder zweiachsig oder diagonal verschnitten ausgeformt sein. Die Krümmung der Seitenwände des optischen Elementes C ist derart ausgebildet, dass Lichtstrahlen, die auf die Lichteintrittsseite A aus einem Raumwinkelbereich B auftreffen, im Wege der Totalreflexion an den Seitenflächen im In-

neren des optischen Elementes auf die Lichtaustrittsseite D konzentriert werden. Vorzugsweise ist die Lichtaustrittsseite D mit einer Beschichtung E versehen, die die Strahlung entweder absorbiert oder in den Eintrittshalbraum B zurückreflektiert. Auf diese Weise werden alle Lichtstrahlen, die aus dem Raumwinkelbereich B auf die Lichteintrittsseite des jeweiligen optischen Elementes C auftreffen, vor dem ungehinderten Hindurchtreten durch das optische Element gehindert, sie werden also gezielt ausgeblendet. Lichtstrahlen, die auf die Lichteintrittsseite A auftreffen, die außerhalb des Raumwinkels D liegen, gelangen hingegen in das optische Element C und treten aus den Seitenwänden aus dem Element aus und erfahren dabei eine Umlenkung bzw. Auffächerung.

**[0003]** Sind derartige optische Elemente entsprechend längs einer transluzenten Gebäudefassade F angebracht, wie es in Figur 3 dargestellt ist, so vermögen die optischen Elemente die auf die Lichteintrittsseite einfallenden Lichtstrahlen entsprechend umzulenken, zu reflektieren bzw. zu absorbieren. In Figur 3 sind Möglichkeiten einer entsprechenden Lichtumlenkung durch das optische Element vor einer Gebäudefassade F dargestellt. Je nach Orientierung der optischen Elemente gegenüber der einfallenden Lichtstrahlen können Lichtstrahlen gezielt in das Innere von Gebäuden umgelenkt werden oder wieder zurück in die freie Atmosphäre reflektiert werden.

**[0004]** Da jedoch das vorstehend gezeigte optische Element als Optimalform aus einem Randstrahlenprinzip konstruiert ist, sind die begrenzenden Kanten zwischen den Seitenwänden und der Lichtaustrittsseite für die Funktion des optischen Elementes kritische Bereiche, zumal an diesen Kanten bei entsprechendem Einfallswinkel des Lichtes die maximale Strahlungskonzentration auftritt. Durch fertigungsbedingt auftretende Kantenrundungen erfährt das optische Element insbesondere in Durchblickrichtung eine Lichtintensitätsüberhöhung entlang der Grenzflächen, die das optische Erscheinungsbild der Vorrichtung stark beeinträchtigt.

**[0005]** Insbesondere bei der linearförmigen bzw. arrayförmigen Anordnung bestehend aus einer Vielzahl optischer Elemente treten bereits bei geringfügig ungleichförmigen Ausbildungen bezüglich der Form, Größe und Lage der Lichtaustrittsflächen in Relation zu den jeweiligen Seitenwänden des optischen Elementes die lichtbrechenden Kanten optisch stark in den Vordergrund. Um eine gleichmäßige Anordnung zu schaffen sind hohe Anforderungen an Fertigungstoleranzen bei der Herstellung derartiger optischer Elemente zu stellen, was jedoch mit hohen Herstellungskosten verbunden ist.

### Darstellung der Erfindung

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Lichtumlenkung sowie -ausblendung für den stationären Einsatz bei einer transluzenten Gebäu-

defassade zur gezielten Beleuchtung eines Innenraums mit wenigstens einem transluzenten optischen Elementes, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 derart weiterzubilden, dass einerseits die optisch irritierenden, an den Übergangskanten zwischen den Seitenwänden und der Lichtaustrittsfläche überhöhten Lichtintensitäten vermieden werden sollen. Insbesondere gilt es zudem Möglichkeiten zu schaffen, den Aufwand bei der Fertigung derartiger optischer Elemente zu reduzieren, der insbesondere durch die hohen Toleranzanforderungen bedingt ist. Schließlich sollen Massnahmen getroffen werden, um eine Anpassung der wirksamen Winkelbereiche zu ermöglichen.

**[0007]** Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildenden Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der übrigen Beschreibung insbesondere unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

**[0008]** Erfindungsgemäß ist das transluzente optische Element, das einen eben ausgebildete Lichteintrittsseite aufweist sowie eine Lichtaustrittsseite vorsieht, die von einer ersten gekrümmten Grenzfläche sowie zumindest von einer zweiten Grenzfläche begrenzt ist, wobei die Krümmung der ersten Grenzfläche derart ausgebildet ist, dass Lichtstrahlen, die aus einem ersten Raumwinkelbereich auf die Lichteintrittsseite auftreffen und in das optische Element einkoppeln im Wege der Totalreflexion an der ersten Grenzfläche auf den Bereich der zweiten Grenzfläche konzentriert werden und dass Lichtstrahlen, die aus einem zweiten Raumwinkelbereich auf die Lichteintrittsseite auftreffen und in das optische Element einkoppeln, durch die erste Grenzfläche aus dem optischen Element austreten, derart weitergebildet, dass die zweite Grenzfläche ebenfalls stetig gekrümmt ausgebildet ist, und dass die erste und die zweite Grenzfläche nahtlos mit einem stetigen Krümmungsverhalten aneinander anschließen.

**[0009]** Durch die erfindungsgemäße Maßnahme wird einerseits vermieden, dass zwischen den Seitenwänden des optischen Elementes sowie der Lichtaustrittsseite Kanten auftreten, entlang deren Lichtintensitätsüberhöhungen auftreten. Die auf diese Weise ausgebildeten optischen Elemente können insbesondere in einem einfachen Herstellverfahrensschritt gewonnen werden, beispielsweise im Rahmen eines Gießprozesses, mit dem bereits die vollständige Form des optischen Elementes erhältlich ist. Insbesondere ist es möglich, das optische Element aus einem einstückigen Werkstoff, beispielsweise Gussglas zu fertigen, bei dem es lediglich auf die äußere Kontur, d. h. die äußere Profilform ankommt.

**[0010]** Selbstverständlich ist es auch möglich, die bestimmte Profilform des optischen Elementes insbesondere im Bereich der Lichtaustrittsfläche in einem zweikomponentigen Verfahren herzustellen, bei dem ein entsprechend geformtes Profil beispielsweise aus einem opaken Material auf die Lichtaustrittsfläche eines

bekanntem optischen Elementes, wie es aus der DE 196 13 222 A1 hervorgeht, aufgebracht wird.

**[0011]** Um Licht, das auf die Lichteintrittsseite des optischen Elementes innerhalb eines bestimmten Raumwinkelbereiches B auszublenden, das übrige auf Lichteintrittsseite auftreffende Licht jedoch im Wege der Lichtumlenkung hindurchzulassen, ist wie bereits im Stand der Technik erwähnt, die Lichtaustrittsseite mit einer Beschichtung versehen. In gleicher Weise kann die gekrümmt ausgebildete zweite Grenzfläche ebenfalls mit einer Beschichtung, beispielsweise mit einem Tauchlack vollständig versehen werden, um beispielsweise eine Rückstreuung des Lichtes in den Eintrittshalbraum zu bewirken, sofern man einen Tauchlack mit entsprechenden Reflektivität wählt. Erstreckt sich der Bereich der Beschichtung über die gesamte Fläche der zweiten Grenzfläche, also bis zu jener Grenzlinie, an der sich der erste Grenzbereich des an sich bekannten optischen Elementes gemäß der Offenlegungsschrift DE 196 13 222 anschließt, so entspricht die optische Funktion des erfindungsgemäß ausgebildeten optischen Elementes genau jener optischen Funktion des an sich bekannten optischen Elementes, da ebenfalls die gesamte Strahlung, die auf die ursprüngliche Lichtaustrittsfläche auftreffen würde, in den Eintrittshalbraum zurückgeworfen würde. Die Veränderung der erfindungsgemäß ausgebildeten Form ist jedoch zum einen aus produkttechnischer Sicht von großem Vorteil zumal jegliche scharfe Kanten vermieden werden. Überdies ist es möglich, durch Variation bzw. durch Verschiebung des beschichteten Bereiches auf dem optischen Element im Bereich der zweiten Grenzfläche einen individuellen Ausblendbereich in einem bestimmt vergebenen Winkelbereich zu erhalten, ohne dass eine Änderung der Grundform des optischen Elementes erforderlich ist. Auf diese Weise können auf der Basis einer einzigen Grundform eines optischen Elementes durch unterschiedliche Bedruckung und/bzw. Beschichtung im Bereich der zweiten Grenzfläche optische Elemente mit verschiedenen Transmissionswinkelcharakteristika hergestellt werden. Insbesondere können auf diese Weise auch asymmetrische Winkelcharakteristika auf der Basis symmetrischer Grundformen der optischen Elemente erzeugt werden. Bei zu großen Abweichungen von der symmetrischen Bedruckung bzw. Beschichtung wird jedoch die Rückreflexion in den Eintrittshalbraum geringer, zumal ein Teil der Strahlung auch durch die unbedruckten Seitenbereiche des optischen Elementes transmittiert wird.

#### 50 Kurze Beschreibung der Erfindung

**[0012]** Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a, b Längsschnitt durch ein erfindungsgemäß

ausgebildetes optische Element,  
 Fig. 2 Darstellung zum Stand der Technik,  
 Fig. 3 Darstellung zum Stand der Technik.

G1 erste Grenzfläche  
 G2 zweite Grenzfläche

### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

**[0013]** In Figur 1a ist ein Längsschnitt durch vier nebeneinander angeordneten optische Elemente C dargestellt, gleichsam der Darstellung gemäß Figur 2 zum Stand der Technik. Wesentlich ist, das an den Seitenwandbereich des optischen Elemente C, der die erste Grenzfläche G1 darstellt, die zweite Grenzfläche G2 stetig anschließt. Die Grenzfläche G2 weist in sich eine stetige Krümmung auf und vermeidet jegliche Kanten, insbesondere im Nahtbereich zwischen der Grenzfläche G1 und Grenzfläche G2.

**[0014]** Zur optischen Ausblendung von Licht, das aus einem bestimmten Raumwinkelbereich B auf die Lichteintrittsseite A der optischen Elemente C einfällt (siehe Figur 2) ist die Grenzfläche G2 mit einer Beschichtung E bedeckt. Die Beschichtung kann derart reflektierend ausgebildet sein, so dass Lichtstrahlen, die innerhalb des optischen Elementes auf die Beschichtung in G1 auftreffen zurückreflektiert werden, so dass die aus dem Halbraum B in das optische Element eingekoppelten Lichtstrahlen wieder in diesen Halbraum austreten. Ist die Grenzfläche G2 ganzflächig, d. h. bis zur Schnittlinie I mit der Beschichtung E versehen, so ist sie optisch mit dem an sich bekannten optischen Element gemäß der vorstehend genannten deutschen Offenlegungsschrift gleichzusetzen. Durch die stetig gekrümmte Ausbildung der Grenzfläche G2 ist es jedoch auch möglich, die Beschichtung nur teilweise auf der Grenzfläche G2 vorzusehen und diese auf der Grenzfläche G2 individuell zu plazieren. In Figur 1b ist eine derartige Ausführungsform gezeigt, bei der durch Verschiebung des bedruckten oder beschichteten Bereiches E auf der Grenzfläche G2 eine entsprechende Asymmetrie dem optischen Element aufgezwungen ist. Hierdurch wird erreicht, dass der Ausblendbereich individuell eingestellt werden kann.

### Bezugszeichenliste

#### [0015]

A Lichteintrittsseite  
 B Eintrittshalbraum, Raumwinkelbereich  
 C optisches Element  
 D Lichtaustrittsseite  
 E Beschichtung  
 F transluzente Gebäudefassade

### Patentansprüche

- Vorrichtung zur Lichtumlenkung sowie -ausblendung für den stationären Einsatz bei einer transluzenten Gebäudefassade zur gezielten Beleuchtung eines Innenraumes mit wenigstens einem transluzenten optischen Element, das eine eben ausgebildete Lichteintrittsseite aufweist sowie eine Lichtaustrittsseite vorsieht, die von einer ersten gekrümmten Grenzfläche sowie zumindest von einer zweiten Grenzfläche begrenzt ist, wobei die Krümmung der ersten Grenzfläche derart ausgebildet ist, dass Lichtstrahlen, die aus einem ersten Raumwinkelbereich auf die Lichteintrittsseite auftreffen und in das optische Element einkoppeln im Wege der Totalreflexion an der ersten Grenzfläche auf den Bereich der zweiten Grenzfläche konzentriert werden und dass Lichtstrahlen, die aus einem zweiten Raumwinkelbereich auf die Lichteintrittsseite auftreffen und in das optische Element einkoppeln durch die erste Grenzfläche aus dem optischen Element austreten, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Grenzfläche ebenfalls stetig gekrümmt ausgebildet ist und dass die erste und die zweite Grenzfläche nahtlos und mit einem stetigen Krümmungsverhalten aneinander anschließen.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesamte Lichtaustrittsfläche eine parabolische oder parabolartige Grenzfläche aufweist.
- Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest teilweise im Bereich der ersten und/oder zweiten Grenzfläche eine wenigstens partiell lichtundurchlässige Schicht aufgebracht ist oder ein wenigstens partiell lichtundurchlässiger Bereich vorgesehen ist.
- Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht eine spiegelnde oder partiell bzw. vollständig lichtabsorbierende Schicht ist.
- Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens partiell lichtundurchlässige Bereich durch Aufrauhung der Grenzfläche opak oder lichtundurchlässig ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vielzahl optischer Elemente linear oder arrayförmig nebeneinander angeordnet sind, so dass die Lichteintrittsseiten aller optischer Elemente in einer Ebene nebeneinander liegen und jeweils nahtlos einander angrenzen. 5
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die optischen Elemente eine gemeinsame Lichteintrittsseite aufweisen, der gegenüber gerichtet die Lichtaustrittsseiten der optischen Elemente vorgesehen sind. 10
8. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Vielzahl der optischen Elemente einstückig zusammenhängen. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

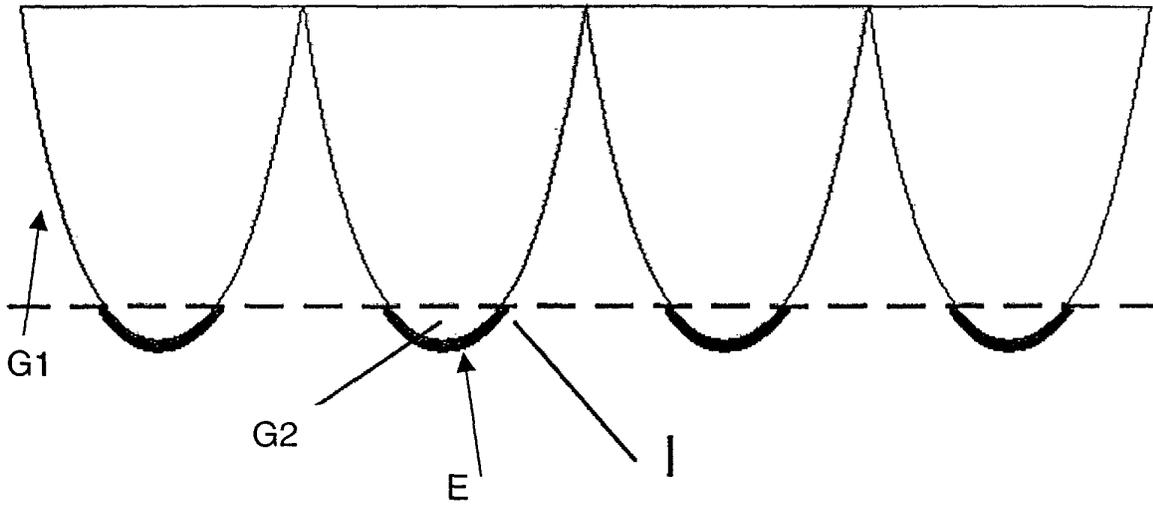


Fig. 1a

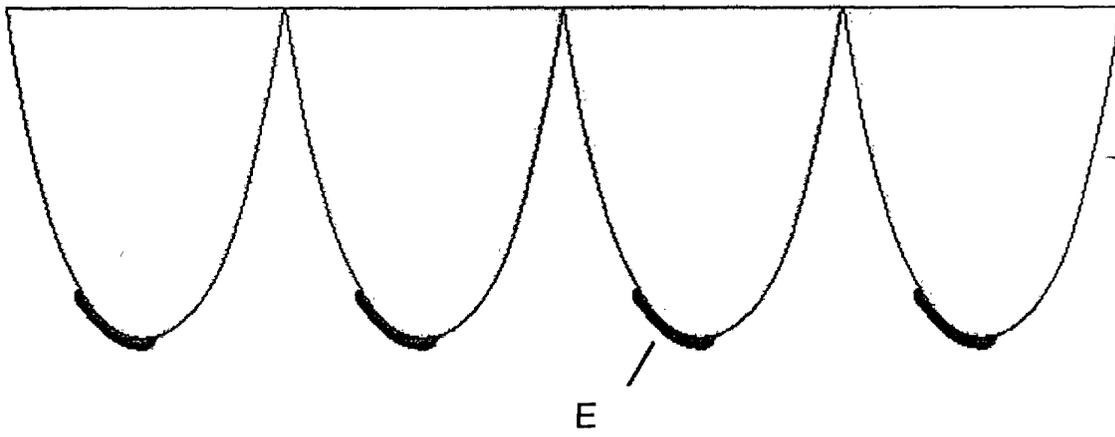


Fig. 1b

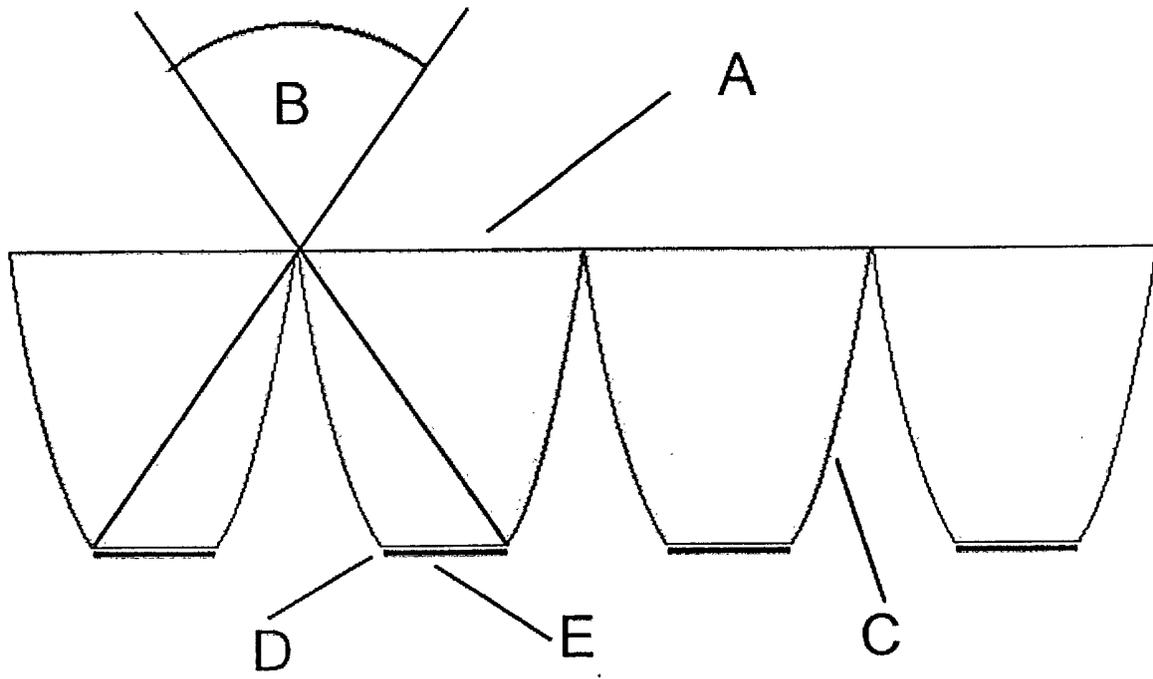


Fig. 2

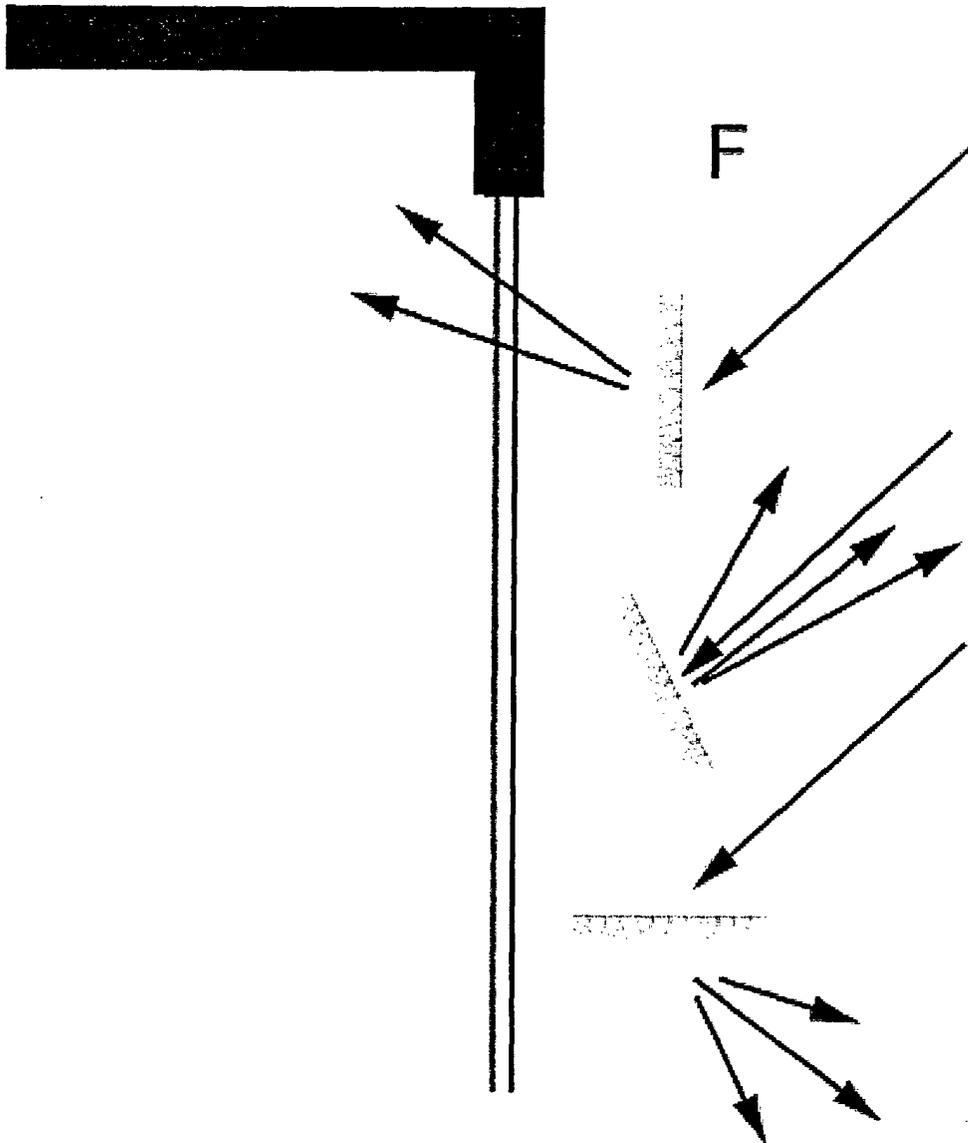


Fig. 3