

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 402 740 B2**

(12)

**NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den  
Einspruch:  
**15.07.1998 Patentblatt 1998/29**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F21V 7/04**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**11.01.1995 Patentblatt 1995/02**

(21) Anmeldenummer: **90110622.9**

(22) Anmeldetag: **05.06.1990**

**(54) Verfahren zum Bestimmen der Form eines Reflektors**

Method to determine the shape of a reflector

Procédé pour déterminer la forme d'un réflecteur pour lampe

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT NL**

(30) Priorität: **13.06.1989 DE 3919334**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.12.1990 Patentblatt 1990/51**

(73) Patentinhaber: **Kano, Tetsuhiro**  
**D-96049 Bamberg (DE)**

(72) Erfinder: **Kano, Tetsuhiro**  
**D-96049 Bamberg (DE)**

(74) Vertreter: **von Hellfeld, Axel, Dr. Dipl.-Phys. et al**  
**Wuesthoff & Wuesthoff**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Schweigerstrasse 2**  
**81541 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**CH-A- 121 919 DE-C- 217 720**  
**FR-A- 1 470 102 GB-A- 454 131**  
**JP-A- 4 021 920 US-A- 3 398 272**  
**US-A- 4 298 909**

**EP 0 402 740 B2**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Reflektor für eine Leuchte sowie ein Verfahren zum Bestimmen der Form eines solchen Reflektors.

Die hier in Rede stehenden Leuchten sollen insbesondere zur Ausleuchtung eines Raumes, zur Beleuchtung eines Objektes oder auch zum Einkoppeln von Licht in einen Lichtleiter dienen.

Als Reflektorformen sind im Stand der Technik Kegelschnittkurven bekannt, nämlich Ellipse, Parabel, Hyperbel, Kreis und gerade Linien (letztere als sogenannte singuläre Kegelschnitte). Diese Reflektorschnittkurven entstehen bekanntlich in ebenen Schnittfiguren, welche die optische Achse der Leuchte enthalten.

Die bekannten Reflektorschnittkurven Ellipse, Parabel, Hyperbel, Kreis und Gerade weisen jeweils die folgenden Parameter und Reflexionseigenschaften auf:

### a) Ellipse:

Die Ellipse ist definiert durch zwei Parameter, nämlich die große Halbachse  $a$  und die kleine Halbachse  $b$ . Von einem Brennpunkt der Ellipse ausgehende Strahlung wird vom Ellipsoid-Reflektor so reflektiert, daß sie im anderen Brennpunkt gebündelt wird, wonach sich die Strahlung mit einem relativ großen Winkel ausbreitet.

### b) Parabel:

Die Parabel ist durch einen Parameter (zumeist "p" genannt) definiert. Vom Brennpunkt des Paraboloids abgestrahlte Strahlung wird durch den Reflektor so reflektiert, daß sie zur optischen Achse parallel verläuft.

### c) Hyperbel:

Die Hyperbel ist durch zwei Parameter bestimmt, die reelle Halbachse  $a$  und die imaginäre Halbachse  $b$ . Vom Brennpunkt abgestrahlte Strahlung wird so reflektiert, daß sie sich von der optischen Achse entfernt. Die Aufspreizung der Strahlung ist dabei eine Funktion des Abstandes von der optischen Achse; je näher die Strahlung an der optischen Achse verläuft, um so spitzer ist der Winkel zu optischen Achse.

### d) Kreis:

Der Kreis ist definiert durch einen Parameter, nämlich den Radius  $r$ . Vom Mittelpunkt des Kreises abgestrahlte Strahlung wird so reflektiert, daß sie sich wieder im Mittelpunkt bündelt.

### e) Gerade:

Die Gerade ist definiert durch den sogenannten Richtungsfaktor  $m$ . Die optischen Eigenschaften eines geradlinigen Reflektors sind trivial.

Die vorstehend beschriebenen Reflexionseigenschaften der kegelschnittförmigen Reflektoren können auch durch Variation der genannten Parameter grundsätzlich nicht geändert werden.

Im allgemeinen sind dem Konstrukteur eines be-

stimmten Reflektors Randbedingungen vorgegeben, gemäß denen die Leuchte zu konstruieren ist, beispielsweise kann der Lichtaustrittsdurchmesser und die Länge der Leuchte aufgrund der baulichen Gegebenheiten vorgegeben sein und auch die gewünschte Lichtverteilung in einem bestimmten Abstand von der Leuchte.

Herkömmliche Reflektoren mit kegelschnittförmigen Schnittfiguren zwingen den Konstrukteur zu erheblichen Kompromissen, wenn die Randbedingungen eng gesetzt sind. Reflektoren mit kegelschnittförmigen Schnittfiguren erlauben bei gegebenen Randbedingungen nur selten eine optimale Gestaltung der Leuchte im Hinblick auf die gewünschte Lichtverteilung. Bei Kurvenarten mit zwei Parametern, wie Ellipse und Hyperbel, kann nur noch der Brennpunkt variiert werden, wobei aber Einschränkungen aufgrund der verwendeten Lichtquelle gegeben sind.

Liegen die Randbedingungen (Parameter) und der Brennpunkt fest, so ist auch die Form der Reflektorkurve determiniert.

Beispielsweise ist es möglich, mit einem parabelförmigen Reflektor einen kleinen Lichtfleck zu bilden. Die Größe des Lichtfleckes kann dann aber nur noch geändert werden, indem die Größe des Reflektors insgesamt verändert wird.

Ellipsenförmige Reflektoren werden häufig verwendet, um einen relativ großen Raumbereich auszuleuchten. Allerdings ist dabei die Lichtverteilung innerhalb des Ausstrahlungswinkels sehr inhomogen und fällt mit zunehmenden Abstand von der optischen Achse nach außen stark ab.

Es ist bekannt, die Mikrostruktur der Reflexionsoberfläche zu präparieren, zum Beispiel durch Aufrauung, Hammerschlag oder Sandstrahlung, so daß die Strahlung homogener wird, d.h. die Lichtintensität wird in der Mitte reduziert und am Rande erhöht. Jedoch hat dieses Verfahren insofern Nachteile als man die Breite des Streulichtes bei der Konstruktion der Leuchte rechnerisch nicht abstimmen kann sondern vielmehr auf Erfahrungswerte und Versuche angewiesen ist. Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens liegt darin, daß das Streulicht auch weit außerhalb des Ausstrahlungswinkels auftritt und somit die Abgrenzung des Lichtfleckes undeutlich werden läßt. Auch ist bei den bekannten Verfahren der Homogenisierung der Lichtverteilung der Wirkungsgrad der Leuchte relativ gering, d.h. um eine bestimmte vorgegebene Helligkeit zu erreichen, ist ein relativ großer Energieverbrauch in Kauf zu nehmen. Auch sind die Ergebnisse hinsichtlich der Vergleichmäßigung der Lichtverteilung innerhalb des Ausstrahlungswinkels verbesserungsfähig.

Aus der US-PS 3 390 262 ist ein Reflektor bekannt, bei dem nur ein randnaher Reflektorabschnitt einem Kegelschnitt entspricht, während der innerer Reflektorabschnitt anders konstruiert ist. Der Übergang zwischen den beiden genannten Reflektorabschnitten ist unstetig. Letzteres hat Nachteile bei der Reflektorherstellung bezüglich des Werkzeuges zur Folge. An der Unstetig-

keitsstelle kann der Reflektor nicht exakt gemäß dem Werkzeug geformt werden und es wird in der Rege Streulicht erzeugt. Dabei muß man mit einem Energieverlust rechnen. Auch ist bei dieser bekannten Lösung die Vergleichmäßigung der Lichtverteilung nicht in dem gewünschten Maße erreichbar.

Aus der DE-OS 35 07 143 ist eine Leuchte bekannt, deren Reflektor aus Segmenten besteht, die so angeordnet sind, daß jedes Segment Strahlung reflektiert, die von einem anderen Bereich der Lichtquelle ausgeht, so daß Punkte auf einer zu bestrahlenden Fläche jeweils Strahlung empfangen, die von mehreren unterschiedlichen Segmenten reflektiert ist.

Das Dokument US-A-3 398 272 beschreibt eine Reflektorschnittkurve, die nicht kegelschnittförmig ist. Diese Reflektorschnittkurve wird dort so erzeugt, daß zwei Konstanten festgelegt werden (bestimmte Winkel). Durch Vorgabe dieser konstanten Winkel ist der Reflektor vollständig definiert und wird mittels einer mathematischen Gleichung berechnet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zur Konstruktion von Reflektorformen aufzuzeigen, mit denen gewünschte Lichtverteilungen nach Bedarf mit großem Wirkungsgrad erzeugt werden können. Dabei soll eine Präparierung der Mikrostruktur der Reflexionsoberfläche (wie oben erläutert) nicht notwendig sein und der Reflektor soll auch keine Nahtstellen einer Verbindung von unterschiedlichen Kurven aufweisen.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist mit ihren Ausgestaltungen in den Patentansprüchen beschrieben.

Die zwei Kurven, zwischen denen der erfindungsgemäße Reflektor verläuft, können insbesondere zwei unterschiedliche Ellipsen (also Ellipsen mit zumindest einem unterschiedlichen Parameter), zwei unterschiedliche Parabeln (also Parabeln mit unterschiedlichen Parametern) oder auch eine Ellipse und eine Parabel sein.

Die erfindungsgemäße Reflektorform ist somit bei dem letztgenannten Beispiel dadurch gekennzeichnet, daß sie weder eine reine Ellipse, noch eine reine Parabel ist, sondern kontinuierlich, d.h. über ihre gesamte Erstreckung, ein "Zwischending" zwischen solchen herkömmlichen bekannten Reflektorformen. Die erfindungsgemäße Reflektorform entspricht keinem Kegelschnitt.

Die Reflexionseigenschaften von erfindungsgemäß konstruierten Reflektoren sind grundsätzlich verschieden von den Reflexionseigenschaften kegelschnittförmiger Reflektoren und entsprechen in der Regel auch nicht einfachen "Mittelwerten" aus den Reflexionseigenschaften von den einhüllenden Kurven entsprechenden Reflektoren. Mit anderen Worten, die erfindungsgemäß erzielten Lichtverteilungen sind nicht notwendig immer ein "Zwischending" zwischen den Eigenschaften der verwendeten zwei einhüllenden Kurven. Dies gilt insbesondere dann, wenn die zwei einhüllenden Kurven unterschiedliche Kegelschnittarten sind, wie eine Parabel

und eine Ellipse.

Die Erfindung schlägt nicht nur bestimmte Reflektorformen vor, sondern gibt dem Leuchtenkonstrukteur auch ein Verfahren in die Hand, wie er allgemein in Abhängigkeit von den gegebenen Randbedingungen für die Leuchte und die gewünschte Lichtverteilung eine optimale Reflektorform konstruieren kann, wobei die gewünschte Lichtverteilung weitgehend ohne Verwendung von zusätzlichen optischen Hilfsmitteln wie Linsen etc., erreicht werden kann.

Nach der erfindungsgemäßen Lehre können Reflektorformen konstruiert werden, mit denen Strahlung aus einer Lichtquelle optimal in einen Strahlungsleiter eingekoppelt werden kann. Herkömmliche, rein ellipsoidförmige Reflektoren erzeugen relativ große Einfallswinkel zwischen der einzukoppelnden Strahlung und dem Lichtleiter. Ein erfindungsgemäßer Reflektor hingegen ermöglicht einen relativ kleinen Einfallswinkel zwischen der einzukoppelnden Strahlung und dem Lichtleiter, wodurch die Leitung der Strahlung durch den Strahlungsleiter, z.B. Glasfaser, verbessert wird.

Nach der erfindungsgemäßen Lehre ist es ebenfalls möglich, einen Reflektor zu schaffen, der für einen gegebenen Abstand, z.B. ein Meter, die Strahlung mit hohem Wirkungsgrad auf einen bestimmten Punkt bündeln kann. Die Bündelung ist besser als bei einem paraboloidförmigen Reflektor.

Im Vergleich mit beim Stand der Technik für große Ausstrahlungswinkel vorgesehenen ellipsoidförmigen Reflektoren ermöglicht ein erfindungsgemäß konstruierter Reflektor eine relativ gleichmäßige Lichtverteilung.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 schematisch einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines Reflektors;
- Fig. 2 einen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Reflektors;
- Fig. 3 eine Lichtstärkeverteilung einer Leuchte mit einem herkömmlichen Ellipsoid-Reflektor und
- Fig. 4 eine Lichtstärkeverteilung einer Leuchte mit einem erfindungsgemäßen Reflektor gemäß Fig. 2.

Beim in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die optische Achse mit den Bezugszeichen 1 versehen. Die erfindungsgemäße Reflektorschnittkurve R ist mit durchgezogener Linie dargestellt. Der ganze Reflektor entsteht entweder durch Rotation der Kurve R um die optische Achse 1 oder durch translatorische Verschiebung der Kurve R, wenn ein rinnenförmiger Reflektor geschaffen werden soll.

Die Form der Reflektorschnittkurve R wird so gebildet, daß sie in weiter unten näher beschriebener Weise zwischen zwei eingrenzenden (einhüllenden) Kurven liegt, die beim in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbei-

spiel eine äußere Ellipse  $E_1$  und eine innere Ellipse  $E_2$  sind. Die Ellipsen  $E_1$  und  $E_2$  unterscheiden sich hinsichtlich zumindest eines Parameters ( $a$  und/oder  $b$ ).

Die Verwendung von zwei Ellipsen gemäß Fig. 1 als Einhüllende für die Reflektorschnittkurve  $R$  ermöglicht eine Reflektorform, mit der insbesondere Strahlung in optimaler Weise in einen Lichtleiter eingekoppelt werden kann, also die eingekoppelte Strahlung einen relativ kleinen Einfallswinkel aufweist. Hierzu weisen die beiden Ellipsen  $E_1$ ,  $E_2$  und die Reflektorschnittkurve  $R$  eine gemeinsame optische Achse 1 auf. Zwei Brennpunkte  $F_1$ ,  $F_2$  fallen zusammen. Ein fester Punkt  $O$  liegt ebenfalls am Ort der Brennpunkte  $F_1$ ,  $F_2$ . Der ortsfeste Punkt  $O$  definiert einen Polarwinkel und ein weiter unten näher beschriebenes Abstandsverhältnis.

Der so gebildete Reflektor ist kein Ellipsoid.

Wie Fig. 1 zu entnehmen ist, verläuft die Reflektorschnittkurve  $R$  in der Nähe des Scheitels wesentlich näher an der inneren Ellipse  $E_2$  als bei zunehmender Annäherung an den Rand  $R_a$  des Reflektors. Dies wird weiter unten anhand des "Abstandsverhältnisses" näher erläutert.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel läßt sich dahingehend abwandeln, daß statt der beiden Ellipsen zwei Parabeln als einhüllende Kurven für die Reflektorschnittkurve  $R$  nebeneinander gelegt werden. Um mit einem derart konstruierten Reflektor eine starke Bündelung der Strahlung in einem gegebenen Abstand von der Leuchte erzielen zu können, ist (umgekehrt als beim oben beschriebenen Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1) vorgesehen, daß die Reflektorform nahe dem Scheitel (also auf der optischen Achse) näher an der äußeren Parabel (nicht gezeigt) liegt, als an der inneren Parabel (nicht gezeigt). Mit zunehmender Annäherung an den Rand der Leuchte nähert sich dann die Reflektorschnittkurve  $R$  der inneren Parabel. Dabei ist der Reflektor kein Paraboloid.

Mit der vorstehend beschriebenen Reflektorform mit zwei Parabeln als Einhüllenden, wird eine Leuchte erzeugt, deren Strahlung nicht genau parallel zur optischen Achse ausgerichtet ist, sondern etwas nach innen reflektiert wird. Es kann also ohne Verwendung einer Linse in einem gegebenen Abstand von der Leuchte ein Lichtfleck erzeugt werden, dessen Durchmesser geringer ist als der Öffnungsdurchmesser der Leuchte.

Beim in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Verlauf der Reflektorschnittkurve  $R$  zwischen seinen beiden einhüllenden Ellipsen  $E_1$ ,  $E_2$  mittels eines von einem ortsfesten Punkt  $O$ , welcher mit den Brennpunkten  $F_1$ ,  $F_2$  der Ellipsen zusammenfällt, ausgehenden Strahls 2 und dem von diesem Strahl erzeugten Polarwinkel  $\alpha$  beschrieben. Der Strahl 2 schneidet die Ellipsen  $E_1$ ,  $E_2$  und die Reflektorschnittkurve  $R$ . Die Schnittpunkte sind mit den Bezugszeichen  $A$ ,  $B$  bzw.  $C$  versehen. In Fig. 1 sind zwei Stellungen des wandernden Strahles 2, 2' gezeigt, wobei in der zweiten Stellung die entsprechenden Bezugszeichen mit einem Strich versehen sind.

Es kann nun ein Abstandsverhältnis  $k$  wie folgt definiert werden:

$$k = (b - c)/(a - c),$$

wobei  $a$  der Abstand zwischen den Punkten  $A$  und  $O$ ,  $b$  der Abstand zwischen den Punkten  $B$  und  $O$  und  $c$  der Abstand zwischen den Punkten  $C$  und  $O$  sind.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist das Abstandsverhältnis  $k$  im Bereich der Scheitelpunkte  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_R$  der Kurven  $E_1$ ,  $E_2$  bzw.  $R$  relativ klein, d.h. der Scheitelpunkt  $S_R$  des Reflektors  $R$  liegt näher am Scheitelpunkt  $S_2$  der inneren einhüllenden Ellipse  $E_2$  als am Scheitelpunkt  $S_1$  der äußeren einhüllenden Ellipse  $E_1$ .

Mit größer werdendem Polarwinkel  $\alpha$  ändert sich das Abstandsverhältnis dahingehend, daß nahe dem Rand  $R_a$  des Reflektors der Reflektor näher an seiner äußeren einhüllenden Ellipse  $E_1$  liegt als an seiner inneren einhüllenden Ellipse  $E_2$ .

Analytisch kann die Variation des Abstandsverhältnisses als Funktion des Polarwinkels  $\alpha$  z.B. durch folgende Gleichungen dargestellt werden:

$$k = U \times (\alpha/\alpha_{\max})^y + V \quad (I)$$

$$k = U \times \log \alpha/\alpha_{\max} + V \quad (II)$$

$$k = U \times e^{\alpha/\alpha_{\max}} + V \quad (III)$$

wobei  $\alpha_{\max}$  der größte Polarwinkel des wandernden Strahles 2 ist (also entsprechend etwa dem Strahl 2' in Fig. 1), d.h. der Winkel des den Rand  $R_a$  der Reflektorschnittkurve  $R$  streifenden Strahles. In den vorstehenden Gleichungen (I), (II) und (III) bedeutet  $y$  eine reelle Zahl, insbesondere 1 und auch  $U$  und  $V$  bedeuten jeweils reelle Zahlen.

Der Reflektor soll keine Unstetigkeitsstellen aufweisen, d.h. die Änderung des Abstandsverhältnisses als Funktion des Polarwinkels  $\alpha$  soll einer stetigen Funktion folgen. Bevorzugt weist der Reflektor eine stetig differenzierbare Form auf. Dies gilt auch für das in Fig. 2 gezeigte andere Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Reflektors.

Vorstehend ist die erfindungsgemäße Konstruktion eines Reflektors anhand von Polarkoordinaten beschrieben. Polarkoordinaten haben hier bestimmte Vorteile, es ist aber auch möglich, cartesische oder andere Koordinaten zu verwenden.

Der in Fig. 2 gezeigte Reflektor  $R$  dient zur Erzeugung einer gleichmäßigen Lichtverteilung. Eine Ellipse  $E$  und eine Parabel  $P$  werden so nebeneinander gelegt, daß der Brennpunkt  $F_1$  der Parabel mit einem Brennpunkt  $F_2$  der Ellipse  $E$  zusammenfällt. Auch der feste

Punkt O, welcher den Strahl 2 und den Polarwinkel  $\alpha$  definiert, liegt in den beiden Brennpunkten auf der optischen Achse 1.

Beim in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das wie oben definierte Abstandsverhältnis  $k$  des Reflektors R zwischen den einhüllenden Kurven E und P konstant.

Durch Änderung des Abstandsverhältnisses  $k$  lassen sich die optischen Eigenschaften des Reflektors R nach Bedarf ändern. Je näher das Abstandsverhältnis  $k$  bei 1,0 liegt, umso ähnlicher sind die optischen Eigenschaften des Reflektors R denen eines parabelförmigen Reflektors.

Die optischen Eigenschaften des Reflektors R beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 sind bestimmt durch die Parameter  $a$ ,  $b$  der Ellipse E, den Parameter  $p$  der Parabel P, den Abstand der Scheitelpunkte  $S_E$  und  $S_P$  der Ellipse E bzw. der Parabel P auf der optischen Achse 1 und das oben beschriebene Abstandsverhältnis  $k$ .

In Abwandlung des in Fig. 2 beschriebenen Ausführungsbeispiels kann das Abstandsverhältnis  $k$  auch als Funktion des Polarwinkels  $\alpha$  variieren, insbesondere gemäß den obigen Funktionen (1), (2) und (3).

Auch kann das Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2 dahingehend abgewandelt werden, daß die Brennpunkte der Parabel bzw. Ellipse nicht zusammenfallen. Auch kann der Abstand der Scheitelpunkte  $S_E$  und  $S_P$  auf der optischen Achse 1 verringert werden, im Extremfall können die beiden Scheitelpunkte zusammenfallen.

Es ist auch möglich, in Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2 die Ellipse außerhalb der Parabel anzuordnen, also das Größenverhältnis von Parabel und Ellipse umzukehren.

Weiterhin können die in den Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiele dahingehend abgewandelt werden, daß die optischen Achsen der einhüllenden Kurven  $E_1$ ,  $E_2$ , E, P nicht jeweils zusammenfallen. Die optische Achse einer einhüllenden Kurve kann in bezug auf die optische Achse der anderen einhüllenden Kurve leicht schräg gestellt sein.

Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele von der Reflektorform einhüllenden Kurven wie  $E_1$ ,  $E_2$ , E, P, können durch Gleichungen

$$ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$$

beschrieben werden, wobei  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  und  $f$  jeweils Konstante und  $x$  und  $y$  Variable sind.

Die Lichtverteilung eines erfindungsgemäßen Reflektors kann sowohl rechnerisch als auch empirisch festgestellt werden. Eine rechnerische Feststellung ist dann besonders einfach, wenn ein analytischer Ausdruck für das Abstandsverhältnis bzw. den Verlauf der Kurve R gegeben ist, so daß die Tangente durch Differenzierung berechnet werden kann. Aus den Tangenten an einer Vielzahl von Punkten, die jeweils mit gleichbleibenden Winkelabständen voneinander auf der Reflek-

torschnittkurve R ausgewählt werden, ergeben sich aufgrund des Reflexionsgesetzes ("Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel") die Richtungen der die Leuchte verlassenden Strahlen und daraus ergibt sich in einen gegebenen Abstand von der Leuchte die Intensitätsverteilung, d.h. die Zahl der ankommenden Lichtstrahlen pro Flächeneinheit.

Um mit einem Reflektor R gemäß Fig. 2 ohne Verwendung von Hilfsmitteln (Kappen oder dergleichen) einen einzigen homogen ausgeleuchteten Lichtfleck auf einer von der Leuchte entfernten Wand zu erzeugen, ist vorgesehen, daß der den Öffnungsrand  $R_a$  des Reflektors R erreichende Lichtstrahl S mit der optischen Achse 1 einen Winkel  $\beta$  einschließt, der gleich ist dem Winkel  $\beta'$ , den der am Rand reflektierte Strahl S' mit der optischen Achse einschließt. In diesem Falle bilden die direkte Strahlung aus der Lichtquelle am Ort O und die reflektierte Strahlung gleiche Lichtkegel.

Die Lichtquelle muß nicht notwendig in den Brennpunkten  $F_1$ ,  $F_2$  bzw. am Ort O angeordnet werden.

Die Fig. 3 und 4 zeigen einen Vergleich der Lichtstärkeverteilungen bei einer herkömmlichen Leuchte mit einem Ellipsoid-Reflektor und einer erfindungsgemäßen Leuchte gemäß Fig. 2. In Fig. 3 ist die Lichtstärkeverteilung  $I_1$  einer Leuchte mit herkömmlichem Ellipsoid-Reflektor als Funktion des Ausstrahlungswinkels in üblicher Weise aufgetragen. Der Kurve  $I_1$  ist zu entnehmen, daß die Helligkeit ausgehend von einem Maximum bei  $0^\circ$  zur Seite hin stark abfällt.

Bei einem erfindungsgemäßen Reflektor hingegen ist die Lichtstärkeverteilung  $I_2$  gemäß Fig. 4 wesentlich gleichmäßiger und bleibt innerhalb eines bestimmten Winkels nahezu konstant. Der die Lichtverteilung gemäß Fig. 4 erzeugende Reflektor ist wie vorstehend beschrieben konstruiert mit zwei Kegelschnittkurven, nämlich einer Parabel mit  $p = 39,0$ , einer Ellipse mit  $a = 90,2$  und  $b = 56,0$  sowie einem Abstandsverhältnis  $k$  von 0,22 (konstant).

Es ist möglich, eine erfindungsgemäße Reflektorfläche mit Facetten zu versehen, um bei bestimmten Lichtquellen, die einen gewickelten Wendeldraht aufweisen, eine ästhetisch störende Erscheinung von hellen und dunklen Ringen im Lichtfleck zu vermeiden.

Insbesondere bei einem rinnenförmigen Reflektor muß die Form nicht unbedingt in bezug auf die zentrische Längsebene des Reflektors symmetrisch sein. Vielmehr kann das Unterteil des Reflektors sich vom Oberteil unterscheiden, um eine optimale Anpassung an die geforderte Beleuchtung zu erreichen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Reflektorform, deren Schnittkurve (R) in einer die optische Achse (1) der Leuchte enthaltenden Ebene nicht kegelschnittförmig ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Punkte der Reflektorschnittkurve (R) so bestimmt wer-

den, daß sie jeweils auf Strahlen (2, 2') liegen, die von einem in Bezug auf den Reflektor ortsfesten Ursprung (O) ausgehen und für jeden Punkt (B, B') der Reflektorschnittkurve (R) einen anderen Winkel ( $\alpha, \alpha'$ ) mit der optischen Achse (1) bilden, und daß die Position des Punktes (B, B') auf dem Strahl (2, 2') zwischen zwei die Reflektorschnittkurve (R) zwischen sich einhüllenden Kegelschnittkurven ( $E_1, E_2$ ; P; E) derart festgelegt wird, daß die Abstände des Punktes (B, B') von den Schnittpunkten (A, C) des Strahles (2, 2') mit den einhüllenden Kegelschnittkurven ( $E_1, E_2$ ; P, E) durch ein vorgegebenes Abstandsverhältnis (k) festgelegt werden.

15

## Claims

1. A method of generating a reflector shape whose cutting line (R) is not of the shape of a conic section in a plane including the optical axis (1) of the lamp, **characterized** in that the points of the reflector cutting line (R) are determined such as to each lie on straight lines (2, 2') starting from an origin (O) that is fixed with reference to the reflector and to form a different angle ( $\alpha, \alpha'$ ) with the optical axis (1) for each point (B, B') on the reflector cutting line (R), and in that the locus of the point (B, B') on the straight line (2, 2') between two conic sections ( $E_1, E_2$ ; P, E) enveloping the reflector cutting line (R) between them is determined such that the distances of the point (B, B') from the points of intersection (A, C) of the straight line (2, 2') with the enveloping conic sections ( $E_1, E_2$ ; P, E) are determined by a given distance ratio (k).

35

## Revendications

1. Procédé pour l'engendrement d'une forme de réflecteur, dont la courbe de coupe (R), dans un plan contenant l'axe optique (1) de la lampe, n'est pas en forme de conique, caractérisé en ce que les points de la courbe de coupe de réflecteur (R) sont ainsi déterminés, qu'ils se trouvent chaque fois sur des rayons (2, 2'), qui sortent d'une origine (O) fixe en emplacement par rapport au réflecteur, et, pour chaque point (B, B') de la courbe de coupe de réflecteur (R), forment un autre angle ( $\alpha, \alpha'$ ) avec l'axe optique (1), et en ce que la position du point (B, B') sur le rayon (2, 2'), entre deux courbes de conique ( $E_1, E_2$ ; P; E) enveloppant entre elles la courbe de coupe de réflecteur (R), est établie de telle sorte, que les espacements du point (B, B') des points de coupe (A, C) du rayon (2, 2') avec les courbes de conique ( $E_1, E_2$ ; P, E) sont établis par un rapport d'espacement (k) préalloué.

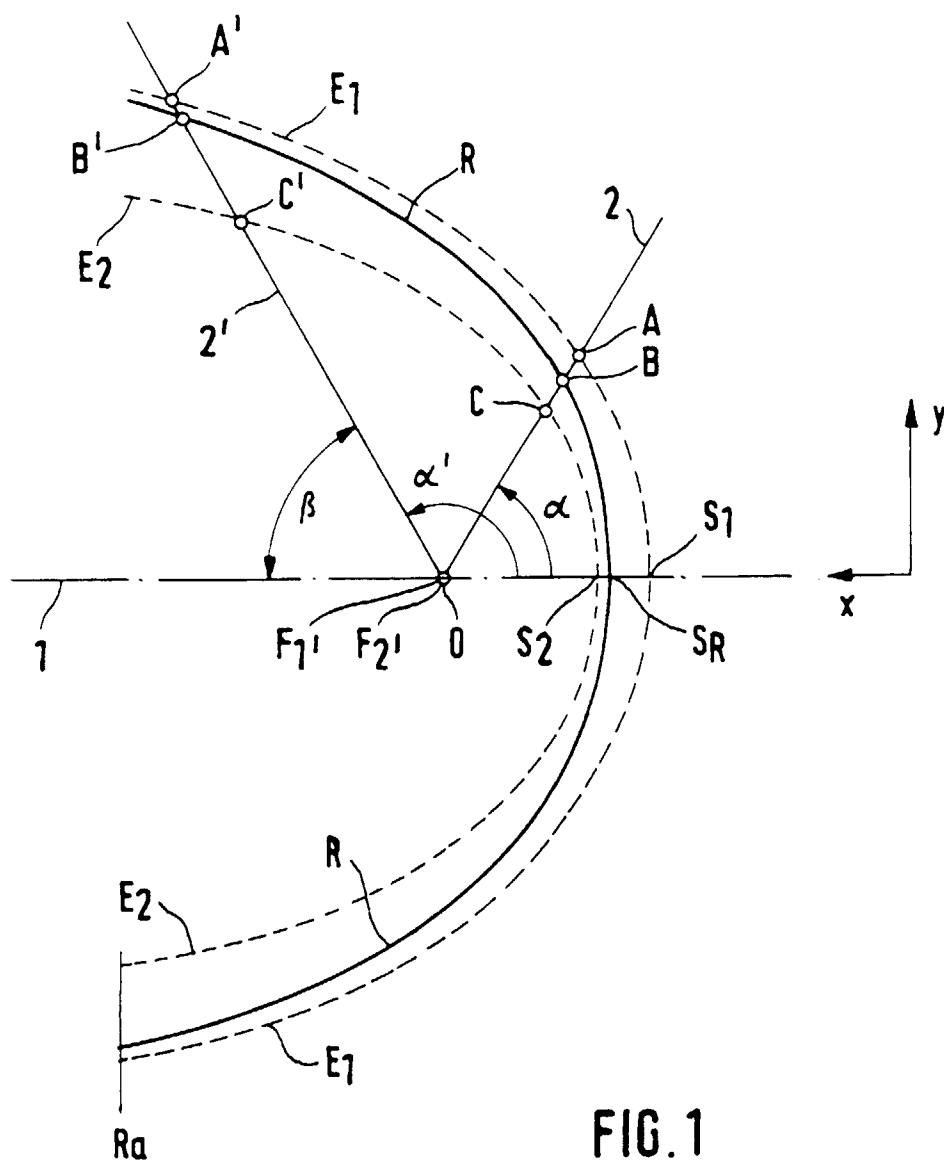


FIG. 1

