

(19)



(11)

EP 1 881 258 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.01.2008 Patentblatt 2008/04

(51) Int Cl.:
F21K 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07013173.5**

(22) Anmeldetag: **05.07.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **20.07.2006 DE 102006034070**

(71) Anmelder:
• **Schefenacker Vision Systems Germany GmbH**
71409 Schwaikheim (DE)
• **G.L.I. Global Light Industries GmbH**
47475 Kamp-Lintfort (DE)

(72) Erfinder:
• **Mertens, Jens**
73734 Esslingen (DE)
• **Kunze, Jochen**
47441 Moers (DE)
• **Holzmacher, Günther**
71679 Asperg (DE)

(74) Vertreter: **Thämer, Wolfgang et al**
Zürn & Thämer
Patentanwälte
Hermann-Köhl-Weg 8
76571 Gaggenau (DE)

(54) Leuchteinheit mit einer Leuchtdiode mit integriertem Lichtumlenkkörper

(57) Die Erfindung betrifft eine Leuchteinheit (10) mit einer mindestens eine nichtglühende Lichtquelle (21) umfassenden Leuchtdiode (20) und mit einem dem lichtemittierten Chip optisch nachgeschalteten Lichtverteilkörper (31), wobei die der nichtglühenden Lichtquelle (21) abgewandte Stirnseite des Lichtverteilkörpers (31) eine Einsenkung (49) hat und wobei jede Begrenzungsfläche (51) der Einsenkung (49) eine Totalreflexionsfläche für das von der nichtglühenden Lichtquelle (21) emittierte Licht umfasst. Dazu ist der Lichtverteilkörper

(31) Teil der Leuchtdiode (20). Der an der nichtglühenden Lichtquelle (21) anliegende Abschnitt des Lichtverteilkörpers (31) hat zumindest in einer Schnittebene, die die optische Achse umfasst, als Hüllkurve einen Ellipsenabschnitt. Eine große Halbachsen (36) dieser Ellipse ist in der Null-Grad-Richtung (2) versetzt zur nichtglühenden Lichtquelle (21) angeordnet.

Mit der vorliegenden Erfindung wird eine kompakte Leuchteinheit mit einer hohen optischen Effizienz entwickelt.

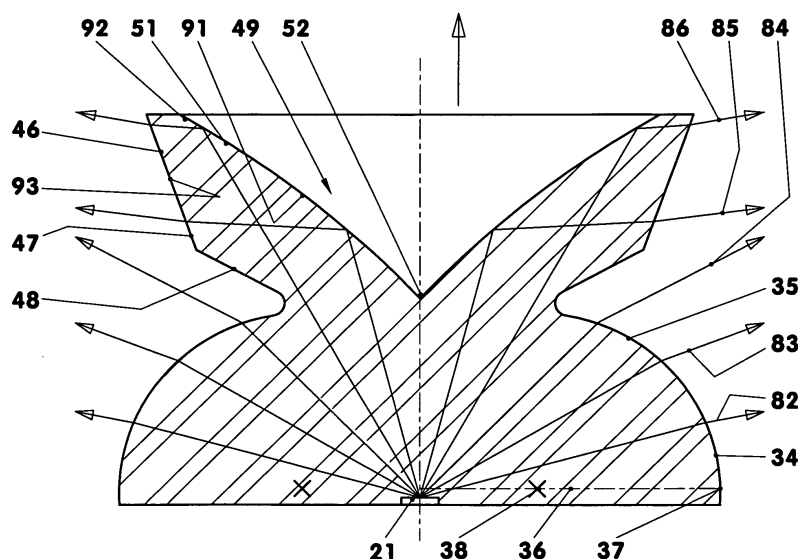


Fig. 2

EP 1 881 258 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leuchteinheit mit einer mindestens eine nichtglimmende Lichtquelle umfassenden Leuchtdiode und mit einem der nichtglimmenden Lichtquelle optisch nachgeschalteten Lichtverteilkörper, wobei der Lichtverteilkörper mindestens zwei in einer zumindest annähernd parallel zur optischen Achse der Leuchteinheit orientierten Null-Grad-Richtung hintereinander angeordnete Abschnitte aufweist, wobei die der nichtglimmenden Lichtquelle abgewandte Stirnseite des Lichtverteilkörpers eine Einsenkung hat und wobei jede Begrenzungsfläche der Einsenkung eine Totalreflexionsfläche für das von der nichtglimmenden Lichtquelle emittierte Licht umfasst.

[0002] Die optische Achse einer Leuchteinheit ist beispielsweise die geometrische Mittellinie des von der Leuchteinheit ausgesandten Lichts. In einem polaren Lichtverteilungsdiagramm für die Leuchteinheit ist die Lichtquelle im Zentrum angeordnet. Um die Lichtquelle herum ist in diesem Diagramm die Intensität des Lichtes in den einzelnen Segmenten des Vollkreises aufgetragen. Die Leuchteinheit ist hierfür meist in einer Vorzugsstellung im Diagramm dargestellt. Beispielsweise wird der Abschnitt der optischen Achse, der in der Abstrahlrichtung der Lichtquelle orientiert ist, in die Null-Grad-Richtung des Diagramms eingezeichnet. Im Folgenden wird daher als Null-Grad-Richtung der Leuchteinheit die von der Lichtquelle ausgehende Richtung bezeichnet, die zumindest annähernd parallel zur optischen Achse orientiert ist.

[0003] Aus der EP 1 255 132 A1 ist eine Leuchteinheit mit einer Leuchtdiode bekannt. Der Lichtverteilkörper ist auf die Leuchtdiode aufgesetzt, wobei der Spalt zwischen den beiden Körpern mit transparentem Werkstoff gefüllt sein kann. Beim Durchgang durch die unterschiedlichen Werkstoffe wird ein Teil des Lichts absorbiert. Das Licht wird um 90 Grad umgelenkt. Um diese Leuchteinheit z.B. als Scheinwerfer zu nutzen, ist ein flacher Reflektor mit einem großen Durchmesser erforderlich.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Problemstellung zugrunde, eine kompakte Leuchteinheit mit einer hohen optischen Effizienz zu entwickeln.

[0005] Diese Problemstellung wird mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Dazu ist der Lichtverteilkörper Teil der Leuchtdiode. Der an der nichtglimmenden Lichtquelle anliegende Abschnitt des Lichtverteilkörpers hat zumindest in einer Schnittebene, die die optische Achse umfasst, als Hüllkurve einen Ellipsenabschnitt. Zumindest eine große Halbachse dieser Ellipse ist in der Null-Grad-Richtung versetzt zur nichtglimmenden Lichtquelle angeordnet. Außerdem beträgt der Radius des Schmiegkreises am Endpunkt der großen Halbachse zwischen 30 % und 90 % der Länge der großen Halbachse.

[0006] Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung schematisch dargestellter Ausführungsformen.

Figur 1: Leuchteinheit mit Leuchtdiode;
 Figur 2: Schnitt durch die Figur 1;
 Figur 3: Lichtverteilungsdiagramm der Leuchteinheit nach Figur 1;
 Figur 4: Leuchteinheit mit Leuchtdiode und Reflektor.

[0007] Die Figur 1 zeigt als Beispiel einer Leuchteinheit (10) ein Drahtmodell einer Leuchtdiode (20). Die Leuchtdiode (20) umfasst eine nichtglimmende Lichtquelle (21), z.B. einen lichtemittierenden Chip (21) und einen Lichtverteilkörper (31). Die elektrischen Anschlüsse der Leuchtdiode (20) sind hier nicht dargestellt. In der Figur 2 ist ein Schnitt durch diese Leuchtdiode (20) dargestellt, wobei die Schnittebene dieser Darstellung die optische Achse (5) umfasst.

[0008] Die optische Achse (5) der Leuchteinheit (10) ist beispielsweise normal zum lichtemittierenden Chip (21) ausgerichtet und durchdringt den Lichtverteilkörper (31). Letzterer ist in diesem Ausführungsbeispiel rotationssymmetrisch zur optischen Achse (5) angeordnet. Er kann in der Stirnansicht aber auch quadratisch, rechteckig, elliptisch, etc. ausgebildet sein. Im Lichtverteilungsdiagramm ist die Lichtquelle im Zentrum angeordnet, so dass die Null-Grad-Richtung (2) am lichtemittierenden Chip (21) entspringt. Sie ist hier parallel zur optischen Achse (5) in Richtung der Stirnseite (43) des Lichtverteilkörpers (31) orientiert, die dem lichtemittierenden Chip (21) abgewandt ist. In der Darstellung der Figuren 1 - 4 zeigt die Null-Grad-Richtung (2) nach oben.

[0009] Der lichtemittierende Chip (21) ist in den Figuren 1 und 2 in den unteren Bereich des Lichtverteilkörpers (31) eingebettet, so dass der Lichtverteilkörper (31) am lichtemittierenden Chip (21) anliegt und diesen umgibt.

[0010] Der Lichtverteilkörper (31) hat entlang der optischen Achse (5) oberhalb der nichtglimmenden Lichtquelle (21) z.B. eine Länge von 3 Millimetern. Sein maximaler Durchmesser in einer Ebene normal zur optischen Achse (5) beträgt beispielsweise 5 Millimeter. Die Länge des Lichtverteilkörpers (31) ist somit in diesem Ausführungsbeispiel kleiner als 70 % seines maximalen Durchmessers. Der Lichtverteilkörper (31) kann größere oder kleinere als die genannten Abmessungen aufweisen. So kann der Durchmesser des Lichtverteilkörpers (31) z.B. zwischen 3 Millimeter und 8 Millimeter betragen.

[0011] Der Lichtverteilkörper (31) umfasst zwei in der Null-Grad-Richtung (2) hintereinander angeordnete Abschnitte (32, 42) zumindest annähernd gleicher Länge, die mittels eines als Einschnürung (62) ausgebildeten Übergangsbereichs (61) miteinander verbunden sind. Der in der Figur 1 dargestellte untere Abschnitt (32) hat zumindest annähernd die

Gestalt eines Halbellipsoiden (33), dessen Mittel- und Schnittebene normal zur optischen Achse (5) liegt. Auf dem unteren Abschnitt (32) sitzt als oberer Abschnitt (42) z.B. ein Kegelstumpf (44), der sich in der Null-Grad-Richtung (2) aufweitet. Die Stirnseite (43) des Lichtverteilkörpers (31) hat eine zentrale Einsenkung (49). Der Durchmesser der Einschnürung (62) beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 45 % des maximalen Durchmessers des Lichtverteilkörpers (31).

[0012] In der Schnittdarstellung der Figur 2 ist der Halbellipsoid (33) als Halbellipse (34) dargestellt. Die hier waagrecht liegende Mittelachse der Halbellipse (34) wird in diesem Ausführungsbeispiel gebildet durch zwei miteinander fluchtende große Halbachsen (36), von denen in der Figur 2 nur eine dargestellt ist. Diese großen Halbachsen (36) liegen z.B. parallel zum lichtemittierenden Chip (21) und sind zum lichtemittierenden Chip (21) beispielsweise um 1 % des Durchmessers des Lichtverteilkörpers (31) in der Null-Grad-Richtung (2) versetzt. Die gedachte kleine Halbachse der Halbellipse (34) liegt auf der optischen Achse (5).

[0013] Auf den großen Halbachsen (36) liegen die Mittelpunkte (38) der Schmiegekreise. Diese Schmiegekreise tangieren die Halbellipse (34) zumindest in den Endpunkten (37) der großen Halbachsen (36). Der Radius der Schmiegekreise beträgt beispielsweise zwischen 40 % und 90 % der Länge der großen Halbachsen (36) der Halbellipse (34). In der Darstellung der Figur 2 beträgt der Radius 60 % dieser Länge. Gegebenenfalls kann die Halbellipse (34) die Gestalt eines Ovals haben. Der Schmiegekreis tangiert dann die Halbellipse (34) entlang eines Viertelkreises. Die den unteren Abschnitt (32) begrenzende Linie kann auch einen Abschnitt einer Halbellipse (34) umfassen, beispielsweise bei einem Lichtverteilkörper (31), der ein Segment eines zur optischen Achse (5) rotationssymmetrischen Körpers ist.

[0014] Die Halbellipse (34) geht z.B. tangential in die beispielsweise als Hohlkehle ausgebildete Einschnürung (62) über. Ihr Radius beträgt z.B. 2 % der Länge der Halbellipse (34).

[0015] Der maximale Durchmesser des Kegelstumpfs (44) beträgt beispielsweise 90 % des maximalen Durchmessers des Lichtverteilkörpers (31). Seine Mantelfläche (46) hat einen oberen (47) und einen unteren Bereich (48). Im oberen Bereich (47) ist die Mantelfläche (46) hier um 20 Grad zur optischen Achse (5) geneigt. Die Länge dieses Bereiches (47), parallel zur optischen Achse (5) gemessen, beträgt z.B. 35 % der Länge des Lichtverteilkörpers (31). Im unteren Bereich (48) beträgt in diesem Ausführungsbeispiel die Neigung der Mantelfläche (46) zur optischen Achse (5) 60 Grad. Die Mantelfläche (46) kann auch stufenförmig aufgebaut sein. Die Stufen umfassen dann z.B. mehrere Flächen, die versetzt zueinander sind und 20 Grad zur optischen Achse geneigt sind.

[0016] Die Einsenkung (49) der dem lichtemittierenden Chip (21) abgewandten Stirnseite (43) ist trichterförmig ausgebildet und verjüngt sich in Richtung des lichtemittierenden Chips (21). Sie läuft auf eine Spitze (52) zu. Ihre Tiefe beträgt beispielsweise 48 % der Länge des Lichtverteilkörpers (31). Der größte Durchmesser der Einsenkung (49) beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 80 % des maximalen Durchmessers des Lichtverteilkörpers (31). Die Erzeugende der Begrenzungsfläche (51) der Einsenkung (49) ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Parabel, vgl. Figur 2. Der Brennpunkt der Parabel liegt hier in dem z.B. als punktförmig angenommenen lichtemittierenden Chip (21). Anstatt einer Parabel kann die Erzeugende der Einsenkung (49) auch eine andere stetige oder abschnittsweise stetige geometrische Kurve sein.

[0017] Die Herstellung der Leuchtdiode (20) erfolgt beispielsweise im Spritzgussverfahren in zwei Arbeitsschritten. Der beim Spritzgussverfahren in beiden Arbeitsschritten eingesetzte Werkstoff ist beispielsweise ein hochtransparenter Thermoplast, z.B. modifiziertes Polymethylmethacrylimid (PMML), Polysulfon (PSU), Silikon, etc. Im ersten Arbeitsschritt wird der lichtemittierende Chip (21) mit einem hier nicht dargestellten Elektronikschutzkörper umgeben. Im zweiten Arbeitsschritt wird dieser dann zur Bildung des Lichtverteilkörpers (31) umspritzt. Es ergibt sich somit ein homogener Lichtverteilkörper (31), der unmittelbar am lichtemittierenden Chip (21) anliegt. Die Leuchtdiode (20) kann aber auch in einem einzigen Arbeitsschritt hergestellt werden. Gegebenenfalls kann die Gestalt der Oberfläche des Lichtverteilkörpers (31) zusätzlich mittels eines Umformverfahrens verändert werden.

[0018] Beim Betrieb der Leuchtdiode (20) emittiert der hier als punktförmig angenommene lichtemittierende Chip (21) Licht als Lambert'scher Strahler zumindest annähernd in einen Halbraum. In der Figur 2 sind beispielhaft einzelne, um 15 Grad zueinander versetzte Lichtstrahlen (82 - 86) dargestellt. Licht (82 - 84) das unter einem Winkel zwischen z.B. 85 Grad und 35 Grad zur optischen Achse (5) emittiert wird, trifft auf die Grenzfläche (35) des Halbellipsoiden (33). Der Winkel von 85 Grad ist hier der Winkel des gedachten Lichtstrahls, der durch den Mittelpunkt (38) des Schmiegekreises geht. Beim Auftreffen auf die Grenzfläche (35) schließt das Licht (82 - 84) mit der Normalen im Auftreffpunkt einen Winkel ein, der kleiner ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion. Dieser Grenzwinkel ist hier beispielsweise 43 Grad. Das Licht (82 - 84) tritt durch die Grenzfläche (35) hindurch. Beim Übergang vom optisch dichteren Werkstoff des Lichtverteilkörpers (31) in die optisch dünnere Umgebung (1), z.B. Luft, wird das Licht (82 - 84) vom Lot weg gebrochen. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt die Brechungszahl 1,635. Das in dem oben angegebenen Winkelsegment vom lichtemittierenden Chip (21) emittierte Licht tritt nun in einem Winkelsegment von beispielsweise 62 Grad bis 85 Grad zur optischen Achse (5) in die Umgebung (1) aus. Die Grenzfläche (35) des Halbellipsoiden (33) wirkt somit als Sammellinse für das vom lichtemittierenden Chip (21) emittierte Licht. In einem polar dargestellten Lichtverteilungsdiagramm, vgl. Figur 3, ergibt sich in diesem Segment eine hohe Lichtstärke.

[0019] Die Grenzfläche (35) des Halbellipsoiden (33) kann in der Art einer Fresnellinse gestaltet sein. So kann sie

einzelne, als Fresnelemente ausgebildete umlaufende Ringe umfassen. Die theoretische Hüllgestalt einer solchen Fresnellinse ist die oben beschriebene Sammellinse.

[0020] Licht (85, 86), das vom lichtemittierenden Chip (21) unter einem Winkel zur optischen Achse (5) emittiert wird, der kleiner ist als 35 Grad, gelangt an die Begrenzungsfläche (51) der Einsenkung (49). Das Licht (85, 86) trifft auf diese Begrenzungsfläche (51) in einem Winkel zur Normalen im Auftreffpunkt auf, der größer ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion. Die Begrenzungsfläche (51) bildet für das auftreffende Licht (85, 86) eine Totalreflexionsfläche (91), an der das auftreffende Licht (85, 86) in Richtung der Mantelfläche (46) reflektiert wird. Ein kleiner Anteil des vom lichtemittierenden Chip (21) emittierten Lichts tritt durch die Spitze (52) der Einsenkung (49) hindurch in die Umgebung (1).

[0021] Die Totalreflexionsfläche (91) kann beispielsweise aus einzelnen Flächenelementen zusammengesetzt sein. Die Verbindungslinie des Flächenelementes zum lichtemittierenden Chip (21) schließt dann mit der Normalen in diesem Flächenelement einen Winkel ein, der größer ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion. Die Begrenzungsfläche (51) der Einsenkung (49) kann auch verspiegelt sein. Sie kann größer sein als die Totalreflexionsfläche (91).

[0022] Das an der Totalreflexionsfläche (91) reflektierte Licht (85, 86) ist in diesem Ausführungsbeispiel zueinander zumindest annähernd parallel. Es trifft auf die Mantelfläche (46) in einem Winkel zur Normalen im Auftreffpunkt auf, der kleiner ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion. Beim Durchtritt durch die Mantelfläche (46), die eine Refraktionsfläche (93) bildet, wird es vom Lot weg gebrochen. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel tritt das Licht (85, 86) unter einem Winkel von 75 Grad zur optischen Achse (5) in die Umgebung (1). Die Mantelfläche (46) kann auch so angeordnet sein, dass das reflektierte Licht (85, 86) sie ohne Brechung durchdringt.

[0023] Das aus dem oberen Abschnitt (42) austretende Licht (85, 86) überlagert sich mit dem Licht (82 - 84), das aus dem unteren Abschnitt (32) des Lichtverteilkörpers (31) austritt. Das vom lichtemittierenden Chip (21) emittierte Licht wird umgelenkt. Das Maximum der Lichtintensität liegt beispielsweise in einem Bereich um 75 Grad zur optischen Achse (5). Aufgrund des homogenen Werkstoffs des Lichtverteilkörpers (31) und der geringen Brechungsverluste hat die hier beschriebene Leuchteinheit (10) einen hohen Wirkungsgrad.

[0024] Der Übergangsbereich (61) zwischen dem unteren Abschnitt (32) und dem oberen Abschnitt (42) des Lichtverteilkörpers (31) ist beispielsweise derart definiert, dass ein den Übergangsbereich (61) tangierender Lichtstrahl in der Darstellung der Figur 2 am oberen Ende der Begrenzungsfläche (51) auftritt. Die gedachte Umfangslinie am oberen Ende der Begrenzungsfläche (51) wird hierbei unter anderem durch den Brechungsindex und den gewünschten Lichtaustrittswinkel des unteren Abschnitts (32) bestimmt. Beispielsweise ergibt sich bei einem horizontalen Übergang zwischen dem unteren Abschnitt (32) und dem Übergangsbereich (61) und einem gewünschten Lichtaustrittswinkel Alpha des begrenzenden Lichtstrahls aus dem unteren Abschnitt (32) zu einer horizontalen Ebene der Grenzwinkel (Alpha + x) der Umfangslinie der Begrenzungsfläche (51) zu einer horizontalen Ebene aus:

$$\sin(x) / (n - \cos(x)) = \tan(90^\circ - \alpha) - \tan(x) / (1 + (\tan(90^\circ - \alpha) * \tan(x)))$$

[0025] In dieser Formel ist n der Brechungsindex des Werkstoffs des unteren Abschnitts (32). Der Ursprung des Winkels Alpha ist der Durchtrittspunkt des Lichtstrahls durch die Grenzfläche (35) des unteren Abschnitts (32). Der Ursprung des Grenzwinkels (Alpha + x) ist der lichtemittierende Chip (21). Der so ermittelte Grenzwinkel der Begrenzungsfläche (51) bestimmt auch die Mantelfläche (46) des oberen Abschnitts (42).

[0026] Die Figur 3 zeigt das polare Lichtverteilungsdiagramm für die in den Figuren 1 und 2 dargestellten Leuchteinheit (10). Als Radianten (102) sind die Abstrahlwinkel dargestellt, wobei die hier nach oben zeigende Richtung die Null-Grad-Richtung (2) ist. Auf den Radianten (102) sind einander konzentrische Kreise (103) angeordnet. Diese zeigen vom Zentrum (101) nach außen abnehmende Lichtstärkewerte, z.B. in Candela pro Kilolumen. In diesem polaren Lichtverteilungsdiagramm ergibt sich für das aus dem Lichtverteilkörper (31) austretende Licht somit ein Maximum der Intensität in einem Bereich um 75 Grad zu beiden Seiten der Null-Grad-Richtung (2). Die Intensität nimmt sowohl zu kleineren Winkeln als auch zu größeren Winkeln hin ab.

[0027] Um eine Leuchteinheit (10) aufzubauen, deren Intensitätsmaximum in einem Segment liegt, das kleiner ist als 75 Grad, wird beispielsweise die Mittelebene des Halbellipsoiden (33) vom lichtemittierenden Chip (21) weg in der Null-Grad-Richtung (2) verschoben. Gleichzeitig kann beispielsweise der Neigungswinkel zumindest des oberen Bereichs (47) der Mantelfläche (46) zur optischen Achse (5) erhöht werden.

[0028] Soll das Intensitätsmaximum z.B. auf einen Winkel von 85 Grad zur optischen Achse (5) liegen, kann die Mittelebene des Halbellipsoiden (33) näher am lichtemittierenden Chip (21) angeordnet werden. Gleichzeitig kann der Neigungswinkel z.B. des oberen Bereichs (47) der Mantelfläche (46) zur optischen Achse (5) verringert werden.

[0029] Um eine Leuchteinheit (10) mit einem engen Abstrahlsegment herzustellen, kann beispielsweise der Abstand der Mittelpunkte (38) der Schmiegekreise zum lichtemittierenden Chip (21) groß gewählt werden. Umgekehrt können für ein breites Abstrahlsegment die Mittelpunkte (38) der Schmiegekreise nahe an den lichtemittierenden Chip (21) gelegt

werden. Zur Einstellung des gewünschten Lichtverteilungsdiagramms ist auch eine Variation der Schmiegekreisradien und damit der Krümmung des Ellipsoiden (33) denkbar.

[0030] In der Figur 4 ist eine Leuchteinheit (10) mit einer Leuchtdiode (20) und einem der Leuchtdiode (20) optisch nachgeschalteten Reflektor (70) dargestellt.

[0031] Die Leuchtdiode (20) entspricht weitgehend der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Leuchtdiode (20). In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Brechungsindex des Werkstoffs des Lichtverteilkörpers (31) jedoch beispielsweise 1,4. Das aus der Leuchtdiode (20) austretende Licht (81 - 87) überstreicht hier ein Segment von 50 Grad bis 90 Grad zur optischen Achse (5).

[0032] Der Reflektor (70) ist konkav ausgebildet und z.B. coaxial zur optischen Achse (5) aufgebaut. In seinem Zentrum sitzt die Leuchtdiode (20). Er umfasst hier zwei Reflexionsbereiche (71, 72). Ein innerer konusförmiger Bereich (71) ist umgeben von einem außenliegenden, z.B. parabolisch ausgebildeten Bereich (72). Der konusförmige Bereich (71) ist hier beispielsweise um 45 Grad zur optischen Achse (5) geneigt.

[0033] In der Schnittdarstellung der Figur 4 ist der Lichtstrahl (81) dargestellt, der durch den Mittelpunkt (38) des Schmiegekreises der Halbellipse (34) geht. Dieser Lichtstrahl (81) trifft normal auf die Grenzfläche (35) und wird beim Durchtritt durch die Grenzfläche (35) nicht gebrochen. Die Neigung des in die Umgebung (1) austretenden Lichtstrahls (81) zur optischen Achse (5) beträgt beispielsweise 85 Grad.

[0034] In dieser Figur 4 ist weiterhin der Lichtstrahl (87) dargestellt, der die Einschnürung (62) tangiert. Dieser Lichtstrahl (87) ist der Lichtstrahl (87) mit dem größten Neigungswinkel gegenüber der optischen Achse (5), der auf die Totalreflexionsfläche (91) auftrifft. Er wird an dem dem lichtemittierenden Chip (21) entfernten Ende (92) der Totalreflexionsfläche (91) in Richtung der Mantelfläche (46) reflektiert und durchdringt beispielsweise ohne Brechung die Mantelfläche (46). Die Neigung des in die Umgebung (1) austretenden Lichtstrahls (87) zur optischen Achse (5) beträgt beispielsweise 90 Grad.

[0035] Die beiden beschriebenen Lichtstrahlen (81, 87) schneiden sich in der Schnittdarstellung der Figur 4 in einem Punkt (89), der beispielsweise auf dem Reflektor (70) liegt. An diesem Punkt (89) geht der konische Bereich (71) in den parabolischen Bereich (72) über. Im dreidimensionalen Raum ist dieser Punkt (89) ein Punkt einer Linie, die z.B. einen konstanten Abstand zum Lichtverteilkörper (31) hat. Bei einer Leuchtdiode (20) mit einem rotationssymmetrischen Lichtverteilkörper (31) ist diese Linie ein Kreis, dessen Mittelpunkt z.B. auf der optischen Achse (5) liegt. Der Übergang der beiden Reflektorbereiche (71, 72) kann einen größeren Abstand zur Leuchtdiode (20) haben als die Linie (89).

[0036] Licht (85, 86), das vom lichtemittierenden Chip (21) unter einem Winkel zur optischen Achse (5) emittiert wird, der kleiner ist als der Neigungswinkel des Lichtstrahls (87), trifft auf den konusförmigen Bereich des Reflektors (70) auf. Dort wird das Licht (85, 86) in die Null-Grad-Richtung (2) reflektiert. Die einzelnen Lichtstrahlen (85, 86) sind nun beispielsweise parallel zueinander.

[0037] Das Licht (82 - 84), das vom lichtemittierenden Chip (21) in einem Winkelsegment emittiert wird, das von den Neigungswinkeln der emittierten Lichtstrahlen (81) und (87) begrenzt wird, trifft auf den parabolischen Bereich (72) des Reflektors (70). Hier wird es in die Null-Grad-Richtung (2) reflektiert.

[0038] Aus der Entfernung betrachtet, ergibt sich somit eine weitgehend homogen leuchtende Leuchteinheit (10) ohne dunkle Flecken.

[0039] Der Reflektor (70) kann auch mit einem einzigen konischen oder einem einzigen gewölbten Bereich ausgeführt sein. Hiermit kann beispielsweise gezielt ein diffuser Anteil des von der Leuchteinheit (10) ausgesandten Lichts erzeugt werden. Auch ist es denkbar, den Reflektor (70) in der Grundform parabolisch auszubilden. Auf der Reflektorfläche sind dann beispielsweise kissenartige Erhebungen und/oder Vertiefungen angeordnet.

[0040] Das gesamte, aus der Leuchtdiode (20) austretende Licht wird auf einer großen Oberfläche des Reflektors (70) verteilt und dort reflektiert. Kleinere Ungenauigkeiten der Beschichtung des Reflektors (70) beeinträchtigen das von der Leuchteinheit (10) ausgesandte Licht nicht. Der eingesetzte Reflektor (70) kann somit in einem Durchmesserbereich gefertigt werden, bei dem z.B. die Beschichtung sicher und genau hergestellt werden kann.

[0041] Die Leuchteinheit (10) ist somit kompakt ausgebildet und hocheffizient.

[0042] Der Leuchteinheit (10) kann auch derart ausgebildet sein, dass in einer Ansicht von der Stirnseite (43) der Reflektor (70) und/oder der Lichtverteilkörper (31) ein Segment eines rotationssymmetrischen Körpers ist. Auch eine quadratische, rechteckige, durch einen Polygonzug begrenzte, etc. Gestalt des Lichtverteilkörpers (31) und/oder des Reflektors (70) ist denkbar. Die Leuchtdiode (20) kann auch mehrere lichtemittierende Chips (21) umfassen.

[0043] Auch Kombinationen der verschiedenen Ausführungsbeispiele sind denkbar.

Bezugszeichenliste:

[0044]

- 1 Umgebung
- 2 Null-Grad-Richtung

	5	optische Achse
	10	Leuchteinheit
5	20	Leuchtdiode
	21	nichtglühende Lichtquelle, lichtemittierender Chip
	31	Lichtverteilkörper
	32	unterer Abschnitt von (31)
10	33	Halbellipsoid
	34	Halbellipse
	35	Grenzfläche von (33)
	36	große Halbachse von (34)
	37	Endpunkt von (36)
15	38	Mittelpunkte der Schmiegekreise
	42	oberer Abschnitt von (31)
	43	Stirnseite
	44	Kegelstumpf
20	46	Mantelfläche von (44)
	47	oberer Bereich von (46)
	48	unterer Bereich von (46)
	49	Einsenkung
25	51	Begrenzungsfläche von (49)
	52	Spitze von (49)
	61	Übergangsbereich
30	62	Einschnürung
	70	Reflektor
	71	Reflexionsbereich, konusförmiger Bereich
35	72	Reflexionsbereich, parabolisch ausgebildeter Teil
	81	Lichtstrahl durch (38)
	82 - 86	Lichtstrahlen
	87	Lichtstrahl tangential an (62)
40	89	Schnittpunkt von (81, 87), Schnittlinie
	91	Totalreflexionsfläche
	92	Ende von (91), von (21) abgewandt
	93	Refraktionsfläche
45	101	Zentrum
	102	Radianzen
	103	Linien, Kreise

50

Patentansprüche

1. Leuchteinheit (10) mit einer mindestens eine nichtglühende Lichtquelle (21) umfassenden Leuchtdiode (20) und mit einem der nichtglühenden Lichtquelle (21) optisch nachgeschalteten Lichtverteilkörper (31), wobei der Lichtverteilkörper (31) mindestens zwei in einer zumindest annähernd parallel zur optischen Achse (5) der Leuchteinheit (10) orientierten Null-Grad-Richtung (2) hintereinander angeordnete Abschnitte (32, 42) aufweist, wobei die der nichtglühenden Lichtquelle (21) abgewandte Stirnseite (43) des Lichtverteilkörpers (31) eine Einsenkung (49) hat und wobei jede Begrenzungsfläche (51) der Einsenkung (49) eine Totalreflexionsfläche (91) für das von der nicht-

55

glimmenden Lichtquelle (21) emittierte Licht (81 - 87) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** der Lichtverteilkörper (31) Teil der Leuchtdiode (20) ist,
- **dass** der an der nichtglimmenden Lichtquelle (21) anliegende Abschnitt (32) des Lichtverteilkörpers (31) zumindest in einer Schnittebene, die die optische Achse (5) umfasst, als Hüllkurve einen Ellipsenabschnitt hat,
- **dass** zumindest eine große Halbachsen (36) dieser Ellipse in der Null-Grad-Richtung (2) versetzt zur nichtglimmenden Lichtquelle (21) angeordnet ist und
- **dass** der Radius des Schmiegekreeses am Endpunkt (37) der großen Halbachse (36) zwischen 30 % und 90 % der Länge der großen Halbachse (36) beträgt.

2. Leuchteinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lichtverteilkörper (31) rotationssymmetrisch zur optischen Achse (5) der Leuchteinheit (10) ist.
3. Leuchteinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt (42) zumindest annähernd eine kegelstumpfförmige Gestalt hat, wobei der Kegel sich in der Null-Grad-Richtung (2) aufweitert.
4. Leuchteinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittelebene des Halbellipsoiden (33) mindestens um 1 % des Durchmessers der Leuchtdiode (20) zur nichtglimmenden Lichtquelle (21) versetzt ist.
5. Leuchteinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge des Lichtverteilkörpers (31) der Leuchtdiode (20) oberhalb der nichtglimmenden Lichtquelle (21) maximal 70 % seines Durchmessers beträgt.
6. Leuchteinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser des Lichtverteilkörpers (31) kleiner ist als 8 Millimeter.
7. Leuchteinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Totalreflexionsfläche (91) mindestens eine Refraktionsfläche (93) optisch nachgeschaltet ist.
8. Leuchteinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leuchtdiode (20) ein Reflektor (70) optisch nachgeschaltet ist.
9. Leuchteinheit nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reflektor (70) einen konusförmigen Bereich (71) und einen parabolisch ausgebildeten Bereich (72) umfasst.
10. Leuchteinheit nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtstrahlen (81), auf denen die Mittelpunkte (38) der Schmiegekreesen liegen und die Lichtstrahlen (87), die an dem dem lichtemittierenden Chip (21) entfernten Ende (92) der Totalreflexionsfläche (91) reflektiert werden, sich in zumindest einer Linie (89) schneiden.
11. Leuchteinheit nach den Ansprüchen 2 und 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Linie (89) ein Kreis ist, wobei der Mittelpunkt des Kreises auf der optischen Achse (5) liegt.
12. Leuchteinheit nach den Ansprüchen 9 und 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übergang zwischen dem konischen (71) und dem parabolischen Teil (72) des Reflektors (70) zumindest annähernd auf diesem Kreis liegt.

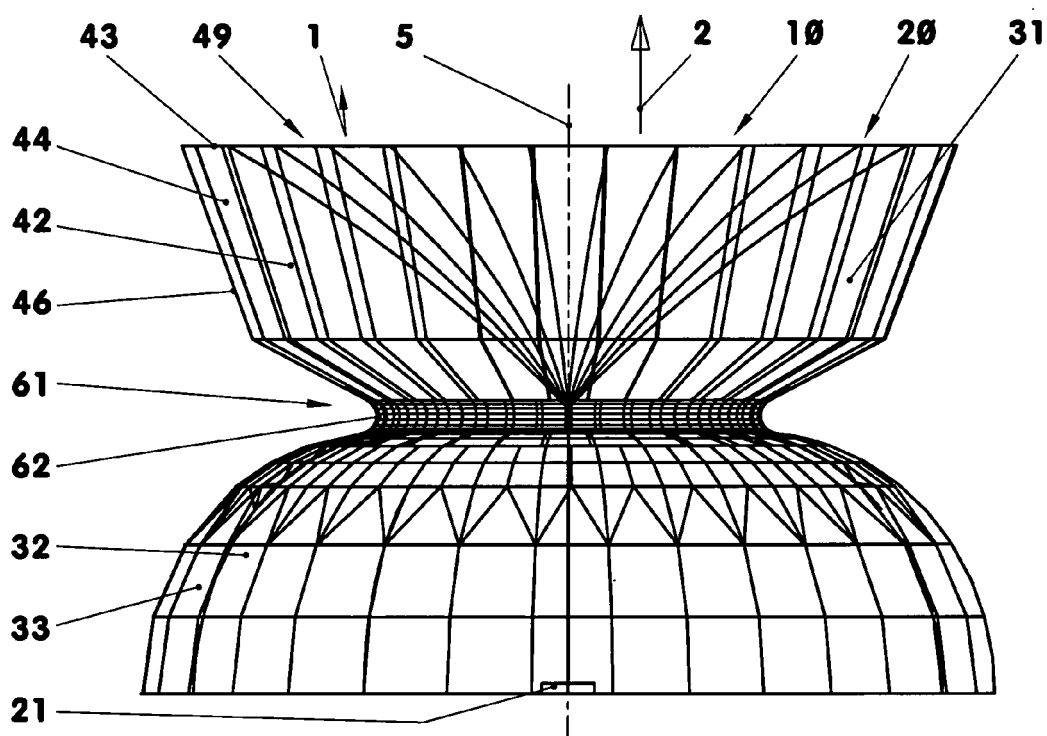


Fig. 1

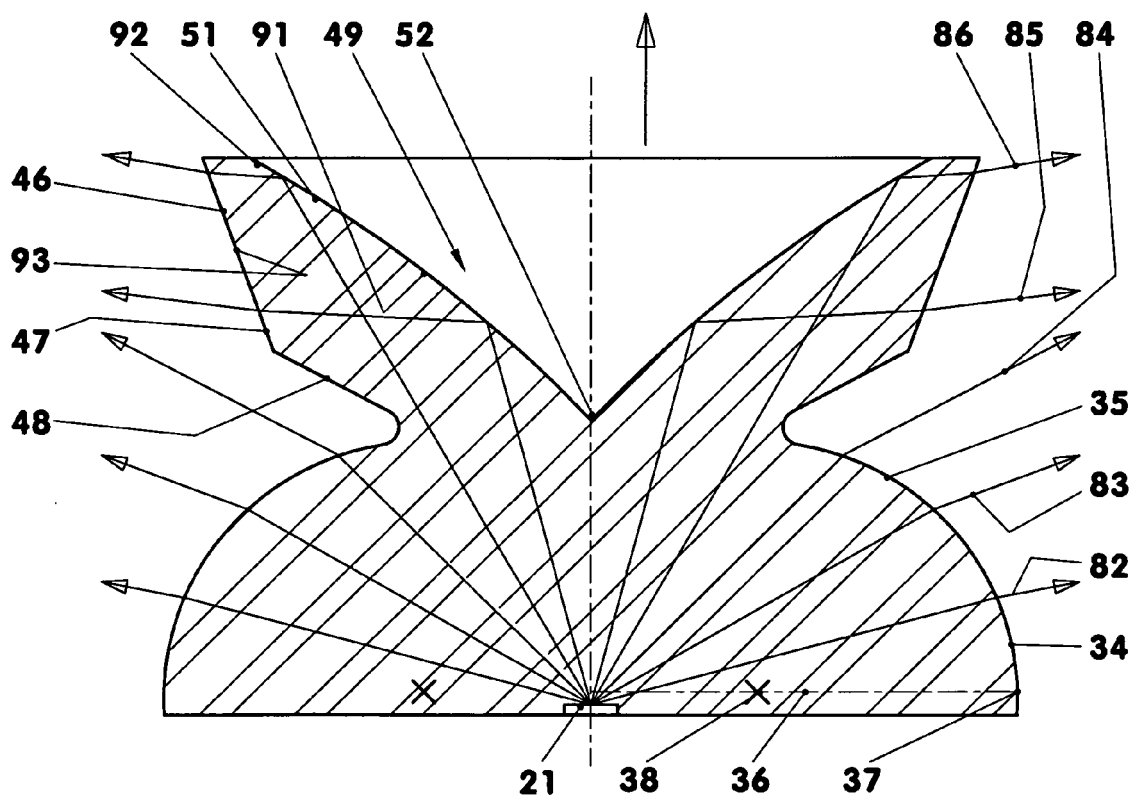


Fig. 2

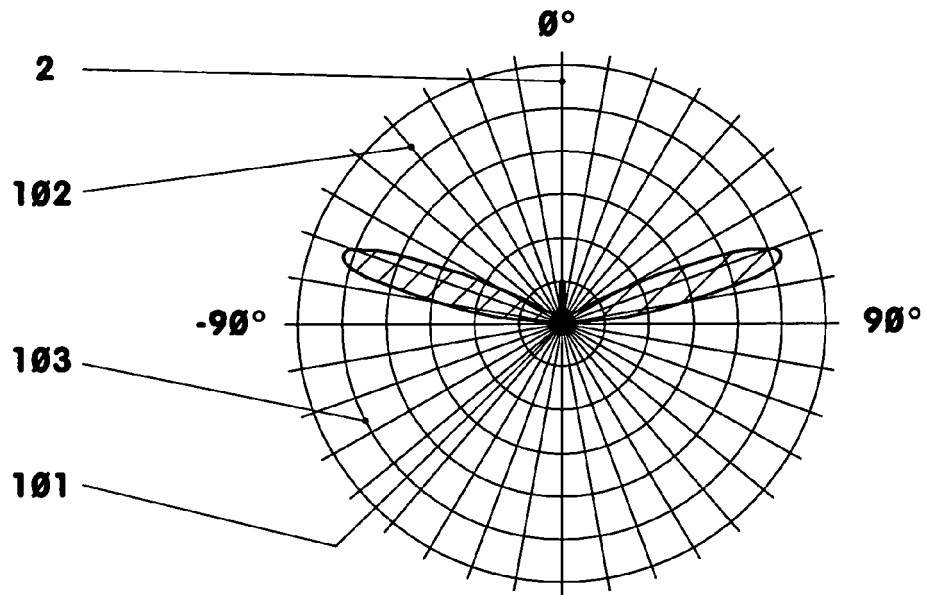


Fig. 3

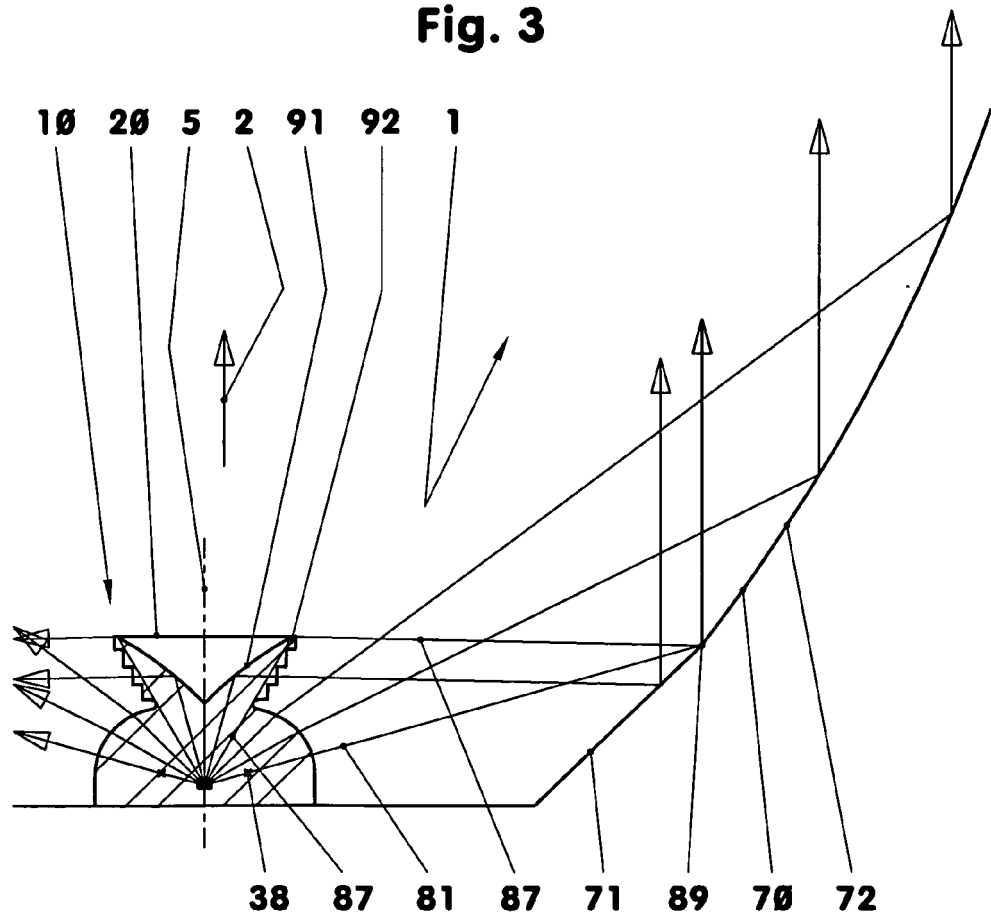


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 3173

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 6 582 103 B1 (POPOVICH JOHN [US] ET AL) 24. Juni 2003 (2003-06-24) * Spalte 8, Zeilen -; Abbildung 12 *	1-12	INV. F21K7/00
A	US 2005/024744 A1 (FALICOFF WAQIDI [US] ET AL) 3. Februar 2005 (2005-02-03) * Absatz [0099]; Abbildung 12 *	1-12	
D,A	EP 1 255 132 A1 (LUMILEDS LIGHTING LLC [US]) 6. November 2002 (2002-11-06) * das ganze Dokument *	1-12	
A	US 6 803 607 B1 (CHAN KEONG MUN [CN] ET AL) 12. Oktober 2004 (2004-10-12) * Spalte 4, Zeilen 28-48; Abbildung 1 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F21K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Oktober 2007	Prüfer HERNANDEZ, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (PO4C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 01 3173

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-10-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6582103	B1	24-06-2003	KEINE		

US 2005024744	A1	03-02-2005	EP	1660918 A2	31-05-2006
			WO	2005012952 A2	10-02-2005

EP 1255132	A1	06-11-2002	DE	60205806 D1	06-10-2005
			DE	60205806 T2	22-06-2006
			JP	2003008068 A	10-01-2003
			TW	565951 B	11-12-2003
			US	2002163808 A1	07-11-2002

US 6803607	B1	12-10-2004	WO	2004114423 A1	29-12-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1255132 A1 [0003]