



(11) **EP 1 813 857 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.08.2007 Patentblatt 2007/31

(51) Int Cl.:
F21K 7/00 (2006.01) F21S 4/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06405039.6**

(22) Anmeldetag: **27.01.2006**

(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 NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Staufert, Gerhard**
4800 Zofingen (CH)
• **Wagner, Josef**
8805 Richterswil (CH)

(71) Anmelder: **Lucea AG**
6300 Zug (CH)

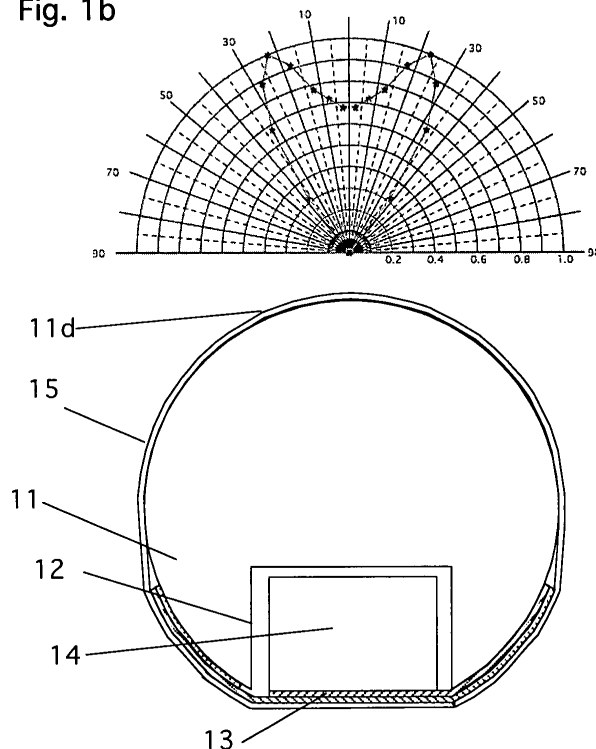
(74) Vertreter: **Dreykorn-Lindner, Werner**
Patentanwalt
Steinlachstrasse 2
90571 Schwaig (DE)

(54) **Lichtquelle**

(57) Die Lichtquelle weist eine lineare Anordnung von gehäusten LEDs (24), sowie einen stabförmigen Körper (21) aus optisch transparentem Material auf. Dieser besitzt eine äussere Oberfläche mit einem im Querschnitt konvexen Abschnitt und einer sich entlang des stabförmigen Körpers (21) erstreckenden Aussparung (22), in der sich die lineare Anordnung befindet, so, dass der

stabförmige Körper jedes Gehäuse mindestens teilweise umgibt. Von den gehäusten LEDs (24) abgestrahltes Licht breitet sich im optisch transparenten Material aus, wobei die der konvexe Abschnitt der Oberfläche als Zylinderlinse wirkt. Eine äussere Hülle (25) kann schützend und unter Umständen auch stabilisierend den stabförmigen Körper und die lichterzeugenden Elemente umschliessen.

Fig. 1b



EP 1 813 857 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtquelle mit gehäusten, das Licht von LED-Chips bündelnden LED-Lampen als lichtgebenden Elementen.

[0002] Lineare Lichtquellen (d.h. Lichtquellen mit einem insgesamt länglichen lichtgebenden Körper) gibt es in den unterschiedlichsten Ausführungen und für eine Vielzahl von Anwendungen. Sie sind bspw. zur äusseren Beleuchtung flächiger Objekte wie beispielsweise Tischen, Tafeln, Plakaten oder Bildern in der Praxis wohl bekannt.

[0003] Oft werden sie mit mindestens einer oder mehreren in einer Reihe angeordneten Leuchtstoffröhren ausgeführt. Für eine einigermaßen effiziente Nutzung des von den Leuchtstoffröhren rundum homogen abgegebenen Lichtes werden in der Regel einseitig langgezogene Reflektorelemente angeordnet, die das Licht zu einem möglichst grossen Anteil auf das zu beleuchtende flächige Objekt umlenken sollen. Derartige lineare Lichtquellen weisen folgende Nachteile auf:

- Durch den relativ grossen, d.h. auch im besten Fall mindestens ca. 7 mm betragenden, Durchmesser der Leuchtstoffröhren sind für eine einigermaßen effiziente Umlenkung des Lichtes Reflektorelemente mit grossen Reflektorflächen notwendig, d.h. der Querschnitt der linearen Lichtquelle erstreckt sich über mehrere Zentimeter, womit eine solche Lichtquelle in vielen Fällen als das zu beleuchtende Objekt störend in Erscheinung tritt. Werden die Reflektoren mit möglichst kleinem Querschnitt gestaltet, müssen erheblich grössere Lichtverluste in Kauf genommen werden.
- Es tritt immer Streulicht in der Grössenordnung einiger 10% auf. Dies reduziert nicht nur prinzipiell die Effizienz der linearen Lichtquelle, sondern es bewirkt auch eine Blendung des Betrachters.
- Mit derartigen Anordnungen ist es äusserst schwierig, eine homogene Ausleuchtung des flächigen Objektes zu erreichen, ohne dass ein Grossteil des Lichtes unerwünschterweise auch die Umgebung des flächigen Objektes ausleuchtet.

[0004] Aus der Praxis sind auch lineare Lichtquellen zur äusseren Beleuchtung flächiger Objekte bekannt, die mit einer linearen Anordnung einer Vielzahl von gehäusten, das Licht bündelnden LED-Lampen ausgeführt sind.

[0005] Derartige Ausführungen haben den grossen Vorteil, dass die Streulichtverluste im Vergleich zu der Leuchtstoffröhren-Lösung reduziert sind und dass es durch die Verwendung von das Licht eng, d.h. beispielsweise auf $\pm 20^\circ$, bündelnden LED leichter möglich ist das Licht zu einem möglichst grossen Anteil auf das flächige Objekt zu konzentrieren. Sie haben aber ebenfalls

den Nachteil, dass eine homogene Ausleuchtung des flächigen Objektes nur mit grossem Aufwand zu erreichen ist.

[0006] Aus Gründen der Effizienz ist es wünschenswert, dass die lineare Lichtquelle nahe entlang einer Kante des flächigen Objektes, also beispielsweise 10 cm oberhalb und 10 cm vor dieser, angeordnet werden kann und exakt das Objekt, und nicht dessen Umgebung, streiflichtartig ausleuchtet.

[0007] Werden zur Erzeugung der linearen Lichtquelle gehäuste LED-Lampen verwendet, die ihr Licht rotationssymmetrisch zu ihrer optischen Achse abgeben, so entstehen bei Anordnung der linearen Lichtquelle in der Nähe einer Kante des flächigen Objektes entlang dieser Kante unerwünschte kegelartige helle Zonen. Zusätzlich wird ein grösserer Teil des Lichtes in der Nähe der Lichtquelle auf das Objekt auftreffen, womit auch in der von der Lichtquelle weglaufenden Richtung des flächigen Objektes eine ungleichmässige Ausleuchtung entsteht.

[0008] Lineare Lichtquellen zur inneren Beleuchtung aus sich herausleuchtender, flächiger Objekte wie beispielsweise Lichtkästen in der Werbung sind ebenfalls aus der Praxis bekannt. Neben konventionellen Lösungen unter Verwendung von beispielsweise Leuchtstoffröhren, sind vermehrt Lösungen zu finden, bei denen das Licht von linear in Abständen von beispielsweise 1 cm angeordneten gehäusten LED-Lampen in mindestens eine der Kanten einer transparenten Platte eingekoppelt wird. Die grossen Oberflächen der transparenten Platte wirken dann, mittels Totalreflexion, als Lichtleiter, und das Licht wird über die ganze Platte verteilt. Gezielte Strukturen auf mindestens einer der grossen Oberflächen oder im Innern der Platte gezielt erzeugte Inhomogenitäten sorgen für den gewünschten Lichtaustritt.

[0009] Eine solche mittels einer Anreihung von LED-Lampen aufgebaute lineare Lichtquelle hat folgende Nachteile:

- Nicht alles Licht der LED-Lampen wird in die Platte eingekoppelt, ein nicht unbeträchtlicher Anteil wird reflektiert (Fresnelsches Gesetz). Dieser reflektierte Anteil wird umso grösser in je breiterem Winkelbereich die LED-Lampen ihr Licht abgeben.
- In diesem Sinne wäre es also wünschenswert, dass die LED-Lampen das Licht sehr eng bündeln. Damit treten aber im Randbereich der Platte unerwünschte, kegelförmige helle Zonen auf. Eine Möglichkeit ist, diese kegelförmig hellen Zonen durch einen entsprechend breiten undurchsichtigen Randstreifen zu verdecken, was aber als hässlich empfunden wird und was die nutzbare Zone der Platte einschränkt. Die andere Möglichkeit, eine Lichtabgabe in weiterem Winkel, beispielsweise auch die Verwendung ovaler LED-Lampen, bringt nicht nur wie erwähnt deutliche Wirkungsgradverluste durch Reflexion mit sich, sondern das reflektierte Licht tritt zusätzlich als störendes Streulicht in Erscheinung.

[0010] Für linearen Lichtquellen zur äusseren Beleuchtung flächiger Objekte wie beispielsweise Tischen, Tafeln, Plakaten oder Bildern, die aus Gründen der Effizienz oberhalb der Mittellinie eines Tisches oder in der Nähe und entlang einer Kante des zu beleuchtenden flächigen Objektes angeordnet werden soll, sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Sie soll möglichst wenig Streulicht und damit möglichst wenig Blendung des Betrachters erzeugen.
- Sie soll aus Kostengründen mit möglichst wenigen diskreten lichterzeugenden Elementen aufgebaut werden.
- Die diskreten lichterzeugenden Elemente müssen zur Erzeugung hoher Beleuchtungsdichte ihr Licht in Querrichtung der Lichtquelle möglichst homogen in einem schmalen Winkelbereich, also beispielsweise in einem Bereich der kleiner als $\pm 30^\circ$ ist, abgeben.
- Die diskreten lichterzeugenden Elemente müssen zur Vermeidung von kegelartig hellen Zonen ihr Licht in Längsrichtung der Lichtquelle möglichst homogen in einem breiten Winkelbereich, also beispielsweise in einem Bereich der grösser als $\pm 50^\circ$ ist, abgeben.
- Zur Beleuchtung von Tafeln, Plakaten oder Bildern soll die lineare Lichtquelle in der Ebene senkrecht zum flächigen Objekt und zu ihrer Längsrichtung ihr Licht vorteilhafterweise in dem Sinne asymmetrisch zu ihrer optischen Achse abgeben, dass sie mehr Licht zu den entfernten Zonen des flächigen Objektes sendet als zu den nahen und so eine homogene Ausleuchtung erzeugt.
- In vielen Fällen ist es von Vorteil, wenn die lineare Lichtquelle nachträglich einem gebogenen Verlauf des zu beleuchtenden Objektes angepasst werden kann, d.h. die lange Mittelachse der linearen Lichtquelle soll räumlich beliebig gekrümmt werden können.
- Aus Gründen der Anwendungsflexibilität einerseits und der einer kostengünstigen Fertigung andererseits, soll die lineare Lichtquelle in grossen Längen hergestellt werden und auch in ihrer gesamten Herstellungslänge verwendet werden können. Nachträglich soll sie aber - allenfalls vom Kunden selbst - in jeweils voll funktionsfähige Teilstücke zertrennt werden können.

[0011] Dieselben Anforderungen gelten für lineare Lichtquellen zur inneren Beleuchtung flächiger Objekte, wie beispielsweise Lichtkästen in der Werbung.

[0012] Schliesslich sind für technische Anwendungen - also für Anwendungen, bei denen das erzeugte Licht

(inklusive IR, oder UV-Licht) dazu verwendet wird, einen chemischen oder physikalischen Prozess zu bewirken - die Anforderungen oft ein wenig verschieden. Ebenfalls erwünscht ist, dass möglichst wenige lichterzeugende Elemente verwendet werden müssen und dass möglichst wenig Streulicht erzeugt werden soll, aber oft ist eine möglichst hohe Energiedichte erwünscht, d.h. der Winkelbereich ist oft möglichst schmal.

[0013] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Lichtquelle mit lichterzeugenden Elementen - bspw. in einer linearen Anordnung - zur Verfügung zu stellen, welche Nachteile gemäss dem Stand der Technik überwindet und welche eine möglichst grosse Beleuchtungseffizienz bei einem möglichst einfachen Aufbau ermöglicht und dabei möglichst kostengünstig ist. Vorzugsweise sollte die Lichtquelle möglichst vielen der obigen Anforderungen gerecht werden.

[0014] Die Lichtquelle weist eine lineare Anordnung von gehäusten LEDs, sowie einen stabförmigen Körper aus optisch transparentem Material auf. Dieser besitzt eine äussere Oberfläche mit einem im Querschnitt konvexen (bspw. kreisrunden) Abschnitt und einer sich entlang des stabförmigen Körpers erstreckenden Aussparung, in der sich die lineare Anordnung befindet, so, dass der stabförmige Körper jedes Gehäuse mindestens teilweise umgibt. Von den gehäusten LEDs abgestrahltes Licht breitet sich im optisch transparenten Material aus, wobei die der konvexe Abschnitt der Oberfläche als Zylinderlinse wirkt.

[0015] Als gehäuste LED kommen prinzipiell alle am Markt angebotenen LED-Lampen in Frage, inklusive der wohlbekanntesten T1 und T1^{3/4} LED. Vorzugsweise kommen aber sogenannte SMD-LED zum Einsatz, die in kleinen Dimensionen (z.B. 1.5x2x1.5 mm) und mit hoher Helligkeit zur Verfügung stehen. Etwas grössere SMD LED (3.4x2.8x1.8 mm) stehen heute schon als sogenannte Power_LED mit beispielsweise 2 W elektrischer Leistung und 25 Lumen Licht pro LED zur Verfügung.

[0016] Als "gehäuste LED" werden hier LED bezeichnet, die mindestens einen von einem Gehäuse gefassten (d.h. mit diesem mechanisch verbundenen und bspw. von diesem umgebenen) LED-Chip aufweisen. Am Gehäuse sind (meist zwei) elektrische Kontakte vorhanden, die elektrisch mit Kontaktflächen des/der LED-Chips verbunden sind. Das bedeutet dass die Primärkontakte (also die unmittelbar am LED-Chip vorhandenen Kontaktflächen) und diese kontaktierende Kontaktmittel (bspw. Bonds oder Lötzinn etc.) vom Gehäuse geschützt sind. Dies im Unterschied zu ungehäusten LED-Chips, welche in einer Lichtquelle direkt kontaktiert werden müssen. Ausserdem ist das Gehäuse so ausgebildet, dass das von den LED-Chips ausgesandte Licht gebündelt wird.

[0017] Als "stabförmig" wird ein Körper bezeichnet, dessen Ausdehnung in eine Dimension (die Länge) deutlich grösser ist als die Ausdehnungen in die anderen Dimensionen. Vorzugsweise hat der stabförmige Körper mindestens an seiner äusseren Oberfläche (d.h. ggf. mit Ausnahme der Nut) eine Zylinder- d.h. Translationssym-

metrie. Besonders bevorzugt sind optisch transparente Körper, die mindestens abschnittsweise, rotationszylindrisch, d.h. im Querschnitt mindestens abschnittsweise kreisbogenförmig sind. "Stabförmig" impliziert keine Aussage über die Steifigkeit. Obwohl der optisch transparente Körper gemäss einer bevorzugten Ausführungsform dimensionsstabil ist, sind auch Ausführungsformen denkbar, bei denen das nicht der Fall ist, und bei denen der optisch transparente Körper biegeschlaff ist.

[0018] Die Untergruppen sind in einer linearen Anordnung vorhanden. Eine "lineare" Anordnung bedeutet, dass die Untergruppen eine gerade oder gebogene Linie bilden.

[0019] Jede der Untergruppen umfasst jeweils mindestens ein LED, sie kann aber auch aus mehreren unterschiedlichen LED bestehen. So kann es zur Erzeugung beliebiger Lichtfarben beispielsweise sinnvoll sein, eine Gruppe aus mehreren LED zusammen zu setzen die rotes, grünes oder blaues Licht abgeben. Es ist aber auch möglich LED einzusetzen, die innerhalb ihres Gehäuses rotes, grünes und blaues Licht abgebende LED-Chips aufweisen.

[0020] Die erfindungsgemässe Konstruktion ist dafür geeignet, eine speziell gute Lichtausbeute zu bewirken. Eine erste Bündelung der von den LED-Chips ausgesandten Strahlung erfolgt im LED selbst durch das Gehäuse. Der als Zylinderlinse wirkende Abschnitt der Oberfläche ist nun relativ zu den LED so angeordnet, dass er vom Licht, das von den LED ausgesandt wird, angestrahlt wird. Er bewirkt dann gewissermassen eine zweite Bündelung.

[0021] Eine äussere Hülle kann schützend und unter Umständen auch stabilisierend den stabförmigen Körper und die lichterzeugenden Elemente umschliessen. Um die gehäusten LED, den Träger und die elektrischem Kontaktierungen vor Umwelteinflüssen zu schützen ist der gesamte Aufbau beispielsweise mit einer dünnen transparenten Hülle überzogen. Dies kann beispielsweise auf in der Herstellung einfache Weise mittels eines transparenten, dünnwandigen Schrumpfschlauches realisiert werden. Ein solcher hat den Vorteil, dass er nebst einem Schutz vor Umwelteinflüssen gleich auch noch eine mechanische Stabilisierung bewirkt. Alternativ dazu kann die optisch transparente Hülle auch als Beschichtung ausgebildet sein und bspw. durch Eintauchen in optisches Material, oder durch eine andere bekannte Beschichtungsmethode beigebracht sein.

[0022] Als Alternative zur Ausgestaltung als Hülle kann ein Schutzelement auch als lokale Abdeckung der Lichtquelle nur im Bereich der (ggf.) Nut, in welcher die LED angeordnet sind und eventuell auch dessen Umgebung ausgebildet sein. In diesem Fall muss das Schutzelement nicht notwendigerweise transparent sein.

[0023] Gemäss einer ersten Variante sind alle LED auf einem gemeinsamen, bspw. platinen- oder flexprintartigem oder leadframeartigem Träger aufgebracht, welcher als Kontaktmittel dient und die LED auch mechanisch fixiert. Gemäss einer weiteren Variante ist pro Untergrup-

pe oder pro Einheit von mehreren Untergruppen ein Träger vorhanden, wobei elektrische Verbindungen zwischen den Trägern existieren. Gemäss noch einer weiteren Variante werden alle LED oder Gruppen von LED gemeinsam von zwei langen federartigen Elementen gehalten und elektrisch kontaktiert, die ihrerseits in einem die LED mindestens teilweise umschliessenden Körper befestigt sind.

[0024] Der stabförmige Körper ist vorzugsweise voll, weist als keine Hohlräume auf und besteht aus optisch transparentem Material. Er umgibt die LED mindestens teilweise in dem Sinn, von den LED abgestrahltes Licht sich im optisch transparenten Material ausbreitet. Das von den LED erzeugte und sich im optisch transparenten Material ausbreitende Licht wird vom optisch transparenten Körper über eine gewünschte als Zylinderlinse wirkende Lichtaustrittsfläche nach aussen ausgekoppelt. Das transparente Material, aus dem der Grundkörper besteht, kann Glas oder ein geeigneter Kunststoff wie Acrylglas (PMMA) oder Polycarbonat sein. Zwischen den gehäusten LED und dem stabförmigen Körper kann ein luftgefüllter Hohlraum bestehen, oder der Zwischenraum kann mit einem ursprünglich flüssigen oder plastisch deformierbaren oder eventuell dauerelastischen transparenten Material gefüllt sein. Der mindestens eine Träger kann am optisch transparenten Körper mechanisch fixiert sein. Alternativ dazu kann die mechanische Fixierung auch durch die äussere Hülle bewirkt werden, was insbesondere praktisch in der Herstellung und Handhabung ist, wenn diese durch einen Schrumpfschlauch gebildet wird.

[0025] Der optisch transparente Körper ist vorzugsweise so gestaltet, dass das Licht der LED mittels Brechung an mindestens einer Grenzfläche so umgelenkt wird, dass die gewünschte Lichtverteilung entsteht.

[0026] Dies lässt sich auf verblüffend einfache Art dadurch erreichen, dass die LED in einer Längsnut eines zylindrischen Körpers mit bspw. elliptischem, zum Beispiel mindestens annähernd kreisförmigem Querschnitt befestigt sind. Mittels der Tiefe der Nut und dem wesentlichen Durchmesser des mindestens annähernd kreisförmigen Querschnitts lässt sich die gewünschte Bündelung des Lichtes der LED in Querrichtung der linearen Lichtquelle einstellen. In Längsrichtung der linearen Lichtquelle findet im Wesentlichen keine Veränderung der Abstrahlcharakteristik der verwendeten gehäusten LED statt.

[0027] Mit Vorteil ist der ganze stabförmige Körper - ggf. mit Ausnahme der Nut- oder rillenartigen Vertiefung - im Querschnitt nach einer ersten Ausführungsform kreisförmig, nach einer zweiten Ausführungsform leicht elliptisch (mit einer Exzentrizität von maximal 0.3, vorzugsweise maximal 0.2). Die Zylinderlinsenwirkung kann aber auch dann erzielt werden, wenn nur ein Abschnitt (die Lichtaustrittsfläche) die im Querschnitt kreisbogenförmig bzw. leicht elliptische Form hat; dieser Abschnitt hat bspw. im Querschnitt einen Zentriwinkel von mindestens 60°, vorzugsweise mindestens 120° und zum Bei-

spiel ungefähr 180° (Halbkreis) oder mehr.

[0028] Der geschilderte Aufbau mit einem vollen Grundkörper aus Glas oder ein geeigneter Kunststoff wie Acrylglas (PMMA) oder Polycarbonat kann den Nachteil haben, dass er entweder brennbar ist (Acrylglas (PMMA), Polycarbonat), oder nur bei Temperaturen verformt werden kann, bei denen die LED Schaden nehmen (Glas).

[0029] Das gewünschte optische Verhalten wird auch dann erreicht, wenn der genannte zylindrische Vollkörper zunächst durch einen rohr- oder schlauchartigen optisch transparenten Körper ersetzt ist, in den der Träger mit den LED eingeschoben ist. Dieser rohr- oder schlauchartige Körper wird dann mit einem optisch transparenten, vorzugsweise zunächst relativ dünnflüssigen (Viskosität z.B. wie Motoren- oder Speiseöl) und vorzugsweise dauerelastischen, Material gefüllt. Allenfalls wird dieses Material nachträglich verfestigt. Nicht brennbare Materialien welche die entsprechenden Eigenschaften aufweisen finden sich, sowohl für den rohr- oder schlauchartigen Körper als auch für das Füllmaterial beispielsweise in der Gruppe der Silikone.

[0030] Einem solchen, allenfalls dauerhaft biegeschlaffen Aufbau kann auf einfache Weise Festigkeit verliehen werden, indem er beispielsweise in ein passendes nichtbrennbares und vorzugsweise kaltverformbares U-Profil oder Halbkreisprofil eingeklebt oder eingepresst wird. Geeignete Standardprofile aus beispielsweise dünnwandigem Aluminium oder Stahl stehen zur Verfügung.

[0031] Ausgehend von einem SMD-LED mit beispielsweise einem Standard PLCC Gehäuse (3.2x2.8x1.5 mm) und einen symmetrischen Abstrahlwinkel von $\pm 60^\circ$ lässt sich auf diese Weise mit einem, eine symmetrisch angeordnete Nut aufweisenden, kreiszylindrischen transparenten Körpern von 4 bis 10 mm Durchmesser in Querrichtung beispielsweise eine Abstrahlung innerhalb $\pm 25^\circ$ bis $\pm 50^\circ$ realisieren.

[0032] Wird die Nut asymmetrisch angeordnet, erhält man eine stark asymmetrische räumliche Lichtverteilung in Querrichtung von beispielsweise -15° und $+40^\circ$.

[0033] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform ist die Lichtquelle als Ganzes biegebar. Unter einer Biegebarkeit bzw. Krümmbarkeit versteht man eine dauerhafte Verformbarkeit, d.h. nach einem Biegevorgang hat die Lichtquelle eine als Ganzes andere Form (dies im Gegensatz zur elastischen Verformbarkeit). Die bereits erwähnte biegeschlaffe Ausführungsform ist ein Beispiel einer krümmbaren Lichtquelle. Gemäss einer dazu alternativen, für viele Anwendungen bevorzugten Ausführungsform muss die Lichtquelle als Ganzes für den Krümmungsvorgang zuerst in einen bestimmten Zustand gebracht (meist auf eine Temperatur erwärmt) werden. In einer solchen Ausführungsform kann bspw. um einen Winkel gebogen werden, bei welchem der stabförmige Körper brechen würde, wenn er nicht im bestimmten Zustand wäre.

[0034] Ein mindestens annähernd kreisförmiger Quer-

schnitt des zylindrischen transparenten Körpers bietet den Vorteil, dass die Längsachse eines solchen Körpers - auch nach Einbau der LED - auf besonders einfache Weise, z.B. nach Erwärmen des Körpers auf seine sogenannte Glastemperatur, räumlich in beliebiger Richtung gekrümmt werden kann, und dies ohne wesentliche Veränderung der Geometrie der strahlformenden Fläche.

[0035] Die Erfindung bietet mit diesen Merkmalen einen verblüffend einfachen Ansatz, mit dem die eingangs gestellte Aufgabe gelöst wird und die so in vielen Fällen Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik bringt. Die Lichtquelle ist darüber hinaus kostengünstig herstellbar und kann problemlos so ausgeführt werden, dass sie gegen Umwelteinflüsse robust ist. Dadurch, dass die LED im Allgemeinen nur mit dem Träger und dem sie umschliessenden optisch transparenten Körper im Kontakt stehen und das Umgebungsmedium nicht an die LED gelangt, sind diese auf natürliche Weise vor Umwelteinflüssen geschützt.

[0036] Die Tatsache, dass ein einziger, alle LED gemeinsam mindestens teilweise umschliessender optisch transparenter Körper vorhanden ist, bedeutet nicht, dass der optisch transparente Körper einstückig bzw. monolithisch-homogen sein muss. Er kann auch aus mehreren Komponenten aus unter Umständen unterschiedlichen Materialien aufgebaut sein, die transparent sind. Vorzugsweise haben solche unterschiedlichen Materialien einen ähnlichen Brechungsindex, der sich bspw. um höchstens 30%, noch besser um höchstens 20% oder gar höchstens 15% oder 10% unterscheidet. Am optisch transparenten Körper können zusätzliche, bspw. auch nicht transparente Elemente befestigt sein, bspw. Verspiegelungen etc.

[0037] Gehäusete LED strahlen wie bereits erwähnt in der Regel Licht in den Halbraum ab, genauer in einen bestimmten Raumwinkel, bspw. $\pm 50^\circ$, $\pm 60^\circ$ oder $\pm 70^\circ$. Dies hat im Sinne der Erfindung den Vorteil, dass kein "nach rückwärts" austretendes Licht umgelenkt, sondern nur das "nach vorne" austretende Licht in den gewünschten Raumbereich gebündelt werden muss. Hieraus resultieren nicht nur drastisch reduzierte Streulichtverluste, sondern es ermöglicht auch auf einfache Weise die Erzeugung gerichteter, unter Umständen völlig asymmetrischer Lichtverteilungen. Insbesondere ist es möglich, in einer Richtung eine sehr breite Lichtverteilung von beispielsweise $\pm 50^\circ$, $\pm 60^\circ$ oder $\pm 70^\circ$ und in einer Richtung senkrecht zu der ersten eine wesentlich engere Lichtverteilung von beispielsweise $\pm 10^\circ$ bis $\pm 40^\circ$ zu erzeugen.

[0038] Das Zentrum des Raumwinkels wird oft als optische Achse des LED bezeichnet. Gemäss der Ausführungsform der Erfindung verlaufen die optischen Achsen einer Mehrzahl der LED, meist aller LED, in einer gemeinsamen Ebene. Die Lichtverteilung des von der Lichtquelle emittierten Lichts in dieser Ebene unterscheidet sich von derjenigen senkrecht zu der Ebene. In der Regel wird sie in der genannten Ebene wesentlich breiter sein als senkrecht zu dieser Ebene. Es ist aber auch möglich,

dass die Lichtverteilung senkrecht zur Ebene bezüglich dieser asymmetrisch ist.

[0039] Der genannte optisch transparente Körper kann ein z.B. extrudierbarer, zylindrischer Körper mit einem Querschnitt sein, der beispielsweise mindestens annähernd kreisförmig mit einer nutförmigen Ausnehmung ist. Auf diese Weise erhält man in Längsrichtung (in Bezug auf die lineare Anordnung) des langen transparenten Körpers eine Lichtverteilung, welche derjenigen der gehäusten LED entspricht, während das Licht in Querrichtung an der als zylindrische Linse wirkenden Austrittsfläche gebündelt wird.

[0040] Der lange (d.h. stabförmige) transparente Körper kann sich in seiner Längsrichtung allenfalls wiederholende zusätzliche Formen wie quer zur Längsrichtung verlaufende V-förmige Nuten oder kuppelartige Formen aufweisen. Vorteilhafterweise sind solche zusätzlichen Formen in der zum Hauptstrahl der gehäusten LED senkrecht stehenden Fläche der Längsnut des optisch transparenten Körpers angeordnet. Vorteilhafterweise sind die zusätzlichen Formen dann so gestaltet, dass sich pro LED wiederholend eine oder mehrere solche Formen vorhanden sind. Mit solchen zusätzlichen Formen ist es auf einfache Weise möglich auch das in Längsrichtung des langen transparenten Körpers aus den LED austretende Licht auf einen gewünschten Raumwinkel zu formen.

[0041] Die beiden Endflächen (oder Stirnflächen) des langen transparenten Körpers können auch als nicht einfach senkrechte Ebenen gestaltet sein, sondern sie können durch Schrägstellen und/oder durch eine angenähert parabolische Form den Lichtaustritt an den Enden der linearen Lichtquelle auf gewünschte Weise formen.

[0042] Gemäss weiteren Ausführungsformen kann der optisch transparente Körper nachträglich in die Form eines Torus gebracht werden, bei dem die LED entlang der inneren Umfangsline angeordnet sind und nach aussen strahlen. Es ergibt sich eine entlang der Torusebene praktisch isotrope Abstrahlcharakteristik. Bei einem torusartigen optisch transparenten Körper können die LED - und mit ihnen die Ausformung mit den Lichtumlenkflächen - auch entlang der äusseren Umfangsline angeordnet sein, was die Erzeugung von hohen Lichtdichten im Inneren des Torus ermöglicht. Dies ist insbesondere für technische Anwendungen von Interesse. Anstelle eines Torus kann der optisch transparente Körper auch zu einem spiraligen Körper mit konstantem oder veränderlichem Radius umgeformt werden.

[0043] Oft sind in den verschiedenen Ausführungsformen alle LED der Lichtquelle miteinander elektrisch verbunden. Das bedeutet i.A., dass alle LED der Lichtquelle durch das Anlegen einer Spannung zwischen zwei Elektroden gleichzeitig zum Leuchten gebracht werden können. Die LED können gruppenweise seriell geschaltet sein, wobei die Gruppen parallel geschaltet sind. Sind mehrere Träger vorhanden, sind diese bspw. durch Drähte oder Litzen miteinander verbunden.

[0044] Die elektrischen Bahnen des Trägers können

so ausgebildet sein, dass eine Kontaktierung von aussen jeweils zwischen - bspw. zwei beliebigen - LED-Untergruppen stattfinden kann. Zum Beispiel kann der Träger zwei getrennte Verbindungsbahnen, ev. jeweils mit einer Erweiterung zwischen den Untergruppen vorhanden sein. Kontaktiert werden kann durch das Entfernen eines kleinen Stücks des in der Regel vorhandenen transparenten Schrumpfschlauches, durch Anlöten zweier Litzen und das Schützen der Kontaktstelle durch einen Stück zusätzlichen Schrumpfschlauches.

[0045] Wie mehrfach erwähnt, soll die erfindungsgemässe Lichtquelle vorzugsweise entlang ihrer langen Mittelachse nachträglich gekrümmt werden können. Wie ebenfalls mehrfach erwähnt lässt der optisch transparente Körper dies bei einem mindestens annähernd kreisförmigen Querschnittes ohne weiteres zu. Die realisierbaren Krümmungsformen sind damit im Wesentlichen abhängig von der Ausführungsform des die LED tragenden und/oder kontaktierenden Trägers.

[0046] In einer einfachen Ausführungsform beschränkt man sich auf eine Krümmung in der zum Träger senkrecht stehenden Richtung, mit der beispielsweise die erwähnten torusförmigen Ausführungsformen hergestellt werden können. In diesem einfachsten Falle genügt beispielsweise der Einsatz einer einfachen flexiblen Leiterplatte wie beispielsweise eines ca. 0.1 mm dicken Prints auf FR4-Basis.

[0047] Soll zusätzlich eine Krümmung quer dazu, also in der Ebene des Trägers möglich sein, muss der Träger so gestaltet werden, dass zwischen den für die LED vorgesehenen Sitzplätzen Zonen vorhanden sind an denen der Träger auch in seiner Querrichtung deformierbar ist.

[0048] Dies kann beispielsweise so realisiert sein, dass die Leiterbahnen in diesen querflexiblen Bereichen mittig unten und oben auf dem Träger angeordnet sind und das nicht elektrisch leitende Trägermaterial (z.B. FR4 oder PI usw.) von den Seiten her ausgenommen ist.

[0049] Es kann aber auch so realisiert sein, dass der Träger in Querrichtung starr, aber in kurze Einzelstücke aufgeteilt ist, die mit flexiblen Leitern (Litzen) miteinander verbunden sind.

[0050] In einer anderen Ausführungsform kann der Träger ein gestanzter Metallträger, d.h. ein sogenannter leadframe sein, der so gestaltet ist, dass in den gewünschten querbiegbaren Zonen nur noch metallische Verbindungen mit annähernd quadratischem Querschnitt vorhanden sind. Damit bei einem Biegen in Querrichtung keine übermässige Dehnung dieser Verbindungen geschieht, sind diese vorteilhafterweise geschwungen, "gewellt" oder mäanderförmig ausgeführt.

[0051] In noch einer anderen Ausführungsform wird der Träger ersetzt durch zwei lange metallische Leiter, die beidseitig in der Nut des transparenten Körpers fixiert sind. Die beiden langen metallischen Leiter sind so geformt, dass sie federnde Zonen aufweisen, in denen die gehäusten LED von den Leitern elektrisch kontaktiert und mechanisch fixiert werden. In den Zonen wo sie gekrümmt werden weisen sie vorteilhafterweise einen

kreisförmigen oder quadratischen Querschnitt auf und sind zur Vermeidung von Längsdehnungen geschwungen oder "gewellt" ausgeführt.

[0052] Erfindungsgemässe Lichtquellen lassen sich mit sehr einfachen Verfahren herstellen, welches auch für kleine Stückzahlen ökonomisch ist. Auch das Verfahren ist Gegenstand der Erfindung. Das Verfahren beinhaltet die Schritte:

- Einbringen einer rillenartigen Vertiefung in einen, standardmässig erhältlichen, optisch transparenten Körpers mit kreisförmigem Querschnitt (für grosse Stückzahlen wird dieser Körper vorteilhafterweise direkt extrudiert),
- allenfalls teilweise Füllen der rillenartigen Vertiefung mit einem optisch transparenten flüssigem, zähflüssigen bis dauerelastischen Material, das einen ähnlichen Brechungsindex wie der optisch transparente Körper aufweist,
- Anbringen von mindestens einem Träger mit darauf angebrachten elektrisch kontaktierten gehäusten LED, so, dass die LED in die genannte rillenartige Vertiefung hineinragen
- allenfalls mindestens teilweises Aushärten des flüssigen oder deformierbaren Materials,
- abdecken des Träger mit darauf angebrachten elektrisch kontaktierten gehäusten LED, mit einem Schutzelement.

[0053] Das Abdecken kann bspw. durch Umhüllen des gesamten Gebildes mit einem optisch transparenten, dünnwandigen Schrumpfschlauch bewerkstelligt werden.

[0054] Die Lichtquelle kann in bspw. sehr langen Stücken hergestellt und nachträglich in Teilstücke zertrennt werden, die je mindestens eine LED-Gruppe umfassen. Dies beeinträchtigt auch nicht die Möglichkeit einer nicht zur Grundfläche (entsprechend der Trägerfläche nach dem Anbringen des Trägers) senkrechten ebenen Form der Endflächen: Die Trennung kann so erfolgen, dass dabei eine gewünschte Form (schiefe Ebene oder parabelartige Form etc.) entsteht.

[0055] Es versteht sich von selbst, dass erfindungsgemässe Lichtquellen auch mit einem anderen als dem hier beschriebenen Verfahren hergestellt werden können.

[0056] Es versteht sich, dass "Licht" in diesem Text generell elektromagnetische Strahlung bezeichnet und wo von der Anwendung her sinnvoll nebst sichtbarem Licht insbesondere Infrarot- und Ultraviolettstrahlung mit einschliesst.

[0057] Im Folgenden wird die erfindungsgemässe lineare, vorzugsweise biegbare Lichtquelle mit symmetrischer oder asymmetrischer Lichtabstrahlung anhand beispielhafter Ausführungsformen erläutert.

- Figur 1a und 1b zeigen die schematische Darstellung einer einfachen linearen Lichtquelle mit symmetrischer Lichtabstrahlung zur äusseren Beleuchtung von flächigen Objekten wie Tischen usw. Figur 1a zeigt eine entsprechende schematische Schrägansicht, und Figur 1b zeigt den entsprechenden schematischen Schnitt sowie das Beispiel einer symmetrischen räumlichen Lichtverteilung in Querrichtung zur linearen Lichtquelle.

- Figur 2 zeigt einen schematischen Schnitt durch eine lineare Lichtquelle mit asymmetrischer Lichtabstrahlung zur äusseren Beleuchtung von flächigen Objekten wie Tischen, sowie das Beispiel einer asymmetrischen räumlichen Lichtverteilung in Querrichtung zur linearen Lichtquelle.

- Die Figur 3 zeigt eine schematische Schrägansicht einer linearen Lichtquelle mit optischen Elementen zur Beeinflussung der Lichtverteilung in der längs der linearen Lichtquelle verlaufenden Ebene.

- Figuren 4a bis 4c zeigen Prinzipskizzen mit verschiedenen Trägerformen die in beiden Querrichtungen krümmbar sind,

- Figur 5 zeigt die schematische Schrägansicht einer linearen Lichtquelle bei welcher der LED-Träger durch zwei lange Leiter ersetzt ist, zwischen denen die LED eingeklemmt sind,

- Figur 6 zeigt den schematischen Querschnitt durch eine lineare Lichtquelle mit zusätzlichem Kühl- und Stützkörper,

- Figuren 7a und 7b zeigen Beispiele von alternativen Querschnittformen.

[0058] Figur 1 zeigt die schematische Darstellung einer einfachen linearen Lichtquelle 10 mit symmetrischer Lichtabstrahlung zur äusseren Beleuchtung von flächigen Objekten wie Tischen usw. Figur 1a zeigt eine entsprechende schematische Schrägansicht. Figur 1b zeigt den entsprechenden schematischen Schnitt sowie das Beispiel einer symmetrischen räumlichen Lichtverteilung in Querrichtung zur linearen Lichtquelle.

[0059] Die lineare Lichtquelle besteht aus einem langen transparenten Grundkörper 11 mit kreisrundem Querschnitt und mit einer Lichtaustrittsfläche 11d und einer rillenartigen Vertiefung 12 auf der Gegenseite der Lichtaustrittsfläche 11d. Das transparente Material, aus dem der Grundkörper 11 besteht, kann Glas oder ein geeigneter Kunststoff wie Acrylglas (PMMA) oder Polycarbonat sein.

[0060] Eine Vielzahl von LED 14 ist in definierten Abständen auf einem geeigneten Träger 13 mit elektrischen Kontaktflächen 13a montiert und mittels dieses Trägers 13 elektrisch kontaktiert und elektrisch mit einander ver-

bunden (Parallel- und/oder Serienschaltung). Statt jeweils eines LED 14 können auch Gruppen von mehreren, d.h. beispielsweise 2 bis 9, LED in definierten Abständen auf dem Träger 13 angeordnet sein. Die Breite des Trägers 13 beträgt beispielsweise ca. 7 mm, sein Dicke beispielsweise 0.1 mm. Die LED 14 können auf dem Träger 13 schon vor der Vereinigung mit dem transparenten Grundkörper 11 mit einem - nicht dargestellten - transparenten Schutzmaterial umgeben sein. Ein geeignetes transparentes Schutzmaterial kann beispielsweise ein dauerelastisches Silikon sein.

[0061] Der lange transparente Grundkörper 11 ist zusammen mit dem die LED 14 fixierenden und elektrisch kontaktierenden Träger 13 so in einen optisch transparenten, als äussere Hülle 15 wirkenden dünnwandigen Schrumpfschlauch eingebracht, dass dieser die seitlichen Enden des Trägers 13 an den Grundkörper 11 anschmiegt und den gesamten Aufbau gegen Umgebungseinflüsse abschirmt.

[0062] Die rillenartige Vertiefung 12 kann mit einem zunächst relativ dünnflüssigen transparenten Material gefüllt sein, das nach der Vereinigung von dem Grundkörper 11 und dem Träger 13 mit den LED 14 mindestens teilweise aushärtet. Zu bevorzugen ist ein transparentes Füllmaterial, das nach dem Aushärten dauerelastisch bleibt. Ein geeignetes transparentes Füllmaterial kann beispielsweise ein dauerelastisches Silikon sein.

[0063] Die Tiefe der Rille 12, und damit die Lage der LED 14, ist im Verhältnis zum Durchmesser des transparenten Grundkörpers 11 so gewählt, dass die Lichtaustrittsfläche 11d des transparenten Grundkörpers 11 als kreiszylindrische Linse für das von den LED 14 in einem definierten räumlichen Winkelbereich abgestrahlte Licht wirkt.

[0064] Bei einem Durchmesser der linearen Lichtquelle 10 von ca. 7 mm, einer Tiefe resp. Breite der Rille 12 von ca. 3 mm resp. 3 bis 4.5 mm und dem Einsatz von entsprechenden SMD-LED 14 mit einem rotationssymmetrischen Abstrahlwinkel von ca. $\pm 60^\circ$ lässt sich mit einem solchen Aufbau eine Lichtverteilung in der gemeinsamen Mittelebene aller LED 14 von beispielsweise $\pm 60^\circ$ und in der Ebene senkrecht zu dieser Mittelebene von beispielsweise $\pm 30^\circ$ erreichen.

[0065] In Figur 1 ist - ebenso wie in den folgenden Figuren - nur ein LED pro Untergruppe gezeichnet, Es können aber ebensogut mehrere LED pro Untergruppe vorhanden sein; die Untergruppen können jeweils dieselbe oder eine voneinander verschiedene Anzahl LED aufweisen.

[0066] Es sind auch entsprechende Aufbauten mit kleineren Abmessungen bis hinunter zu einem Durchmesser von ca. 4 mm realisierbar. Natürlich sind auch Aufbauten mit wesentlich grösseren Abmessungen problemlos realisierbar.

[0067] Figur 2 zeigt einen schematischen Schnitt durch eine lineare Lichtquelle mit asymmetrischer Lichtabstrahlung zur äusseren Beleuchtung von flächigen Objekten wie Tischen, sowie das Beispiel einer asymmetri-

schen räumlichen Lichtverteilung in Querrichtung zur linearen Lichtquelle.

[0068] Die lineare Lichtquelle besteht aus einem langen transparenten Grundkörper 21 mit kreisrundem Querschnitt und mit einer Lichtaustrittsfläche 21d und einer, bezüglich der senkrechten Mittelebene des langen transparenten Grundkörpers 21 asymmetrisch eingebrachten, rillenartigen Vertiefung 22 auf der Gegenseite der Lichtaustrittsfläche 21d. Im Extremfall kann die rillenartige Vertiefung 22 so stark asymmetrisch sein, dass die aussen liegende Wand wegfällt, oder mit andern Worten dass die Vertiefung 22 zu einem offenen Einschnitt in den kreisförmigen Querschnitt geworden ist. Das transparente Material, aus dem der Grundkörper 21 besteht, kann Glas oder ein geeigneter Kunststoff wie Acrylglas (PMMA) oder Polycarbonat sein.

[0069] Eine Vielzahl von LED 24 ist in definierten Abständen auf einem geeigneten Träger 23 mit elektrischen Kontaktflächen 23a montiert und mittels dieses Trägers 23 elektrisch kontaktiert und elektrisch mit einander verbunden (Parallel- und/oder Serienschaltung). Statt jeweils eines LED 24 können auch Gruppen von mehreren, d.h. beispielsweise 2 bis 9, LED in definierten Abständen auf dem Träger 23 angeordnet sein. Die Breite des Trägers 23 beträgt beispielsweise ca. 7 mm, sein Dicke beispielsweise 0.1 mm. Die LED 24 können auf dem Träger 23 schon vor der Vereinigung mit dem transparenten Grundkörper 21 mit einem - nicht dargestellten - transparenten Schutzmaterial umgeben sein. Ein geeignetes transparentes Schutzmaterial kann beispielsweise ein dauerelastisches Silikon sein.

[0070] Der lange transparente Grundkörper 21 ist zusammen mit dem die LED 24 fixierenden und elektrisch kontaktierenden Träger 23 so in einen optisch transparenten dünnwandigen Schrumpfschlauch eingebracht, dass dieser die seitlichen Enden des Trägers 23 an den Grundkörper 21 anschmiegt und den gesamten Aufbau gegen Umgebungseinflüsse abschirmt.

[0071] Die rillenartige Vertiefung 22 kann mit einem zunächst relativ dünnflüssigen transparenten Material gefüllt sein, das nach der Vereinigung von dem Grundkörper 21 und dem Träger 23 mit den LED 24 mindestens teilweise aushärtet. Zu bevorzugen ist ein transparentes Füllmaterial, das nach dem Aushärten dauerelastisch bleibt. Ein geeignetes transparentes Füllmaterial kann beispielsweise ein dauerelastisches Silikon sein.

[0072] Die Lage der Rille 22, und damit die Lage der LED 24, ist im Verhältnis zum Durchmesser des transparenten Grundkörpers 21 so gewählt, dass die Lichtaustrittsfläche 21d des transparenten Grundkörpers 21 als asymmetrische kreiszylindrische Linse für das von den LED 24 in einem definierten räumlichen Winkelbereich abgestrahlte Licht wirkt.

[0073] Bei einem Durchmesser der linearen Lichtquelle 20 von ca. 7 mm, einer Tiefe resp. Breite der Rille 22 von ca. 3 mm resp. 3 bis 4.5 mm, einem seitlichen Versatz der Rille 22 gegenüber der senkrechten Mittelebene des transparenten Grundkörpers 21 um ca. 1 mm und dem

Einsatz von entsprechenden SMD-LED 24 mit einem rotationssymmetrischen Abstrahlwinkel von ca. $\pm 60^\circ$ lässt sich mit einem solchen Aufbau eine Lichtverteilung in der gemeinsamen Mittelebene aller LED 24 von beispielsweise $\pm 60^\circ$ und in der Ebene senkrecht zu dieser Mittelebene eine markant asymmetrische Lichtverteilung von beispielsweise -20° bis $+35^\circ$ oder sogar 0° bis $+45^\circ$ erreichen, mit der grossflächige tafelfartige Gebilde aus stark schiefem Winkel homogen beleuchtet werden können.

[0074] Es sind auch entsprechende Aufbauten mit kleineren Abmessungen bis hinunter zu einem Durchmesser von ca. 4 mm realisierbar. Natürlich sind auch Aufbauten mit wesentlich grösseren Abmessungen problemlos realisierbar.

[0075] Figur 3 zeigt eine schematische Schrägansicht einer linearen Lichtquelle mit optischen Elementen zur Beeinflussung der Lichtverteilung in der längs der linearen Lichtquelle verlaufenden Ebene.

[0076] Die lineare Lichtquelle 30 ist bis auf einen in allen Punkten identisch zur Lichtquelle der Figur 1 aufgebaut.

[0077] Der einzige Unterschied besteht darin, dass in die in Längsrichtung des transparenten Grundkörpers 31 verlaufende Rille 32 zusätzliche quer zu derselben liegende dachartige Ausnehmungen 31b eingebracht sind. Diese zusätzlichen dachartigen Ausnehmungen 31b liegen im Sinne des Strahlenganges oberhalb der LED 34 und beeinflussen den Strahlengang in Längsrichtung der linearen Lichtquelle 30 so, dass beispielsweise statt einer Lichtverteilung von $\pm 60^\circ$ eine solche von $\pm 75^\circ$ entsteht.

[0078] Offensichtlich ist die Formgebung der in Querrichtung eingebrachten Ausnehmungen 31b nicht beschränkt auf dachartige Formen, sondern diese können auch kreisabschnittsartige, parabelartige oder andere geeignete Querschnitte aufweisen.

[0079] Figuren 4a bis 4c zeigen Prinzipskizzen mit verschiedenen Trägerformen die in beiden Querrichtungen krümmbar sind.

[0080] Die in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Träger 13, 23, 33 sind in der Richtung senkrecht zu ihrer Ebene flexibel und können, inklusive der montierten LED ohne weiteres in Biegeradien bis hinunter zu 3 bis 5 cm gekrümmt werden. Dies bedeutet, dass die gesamten Lichtquellen 10, 20, 30 in dieser Richtung beispielsweise zu kreisförmigen Gebilden mit einem Mindestdurchmesser in der Grössenordnung von 10 bis 20 cm gekrümmt werden können.

[0081] Eine Krümmung in Querrichtung dazu, also in der Ebene des Trägers, lassen die in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Träger 13, 23, 33 in beschränkter Masse zu, wenn sie in die transparenten Grundkörper 11, 21, 31 eingebaut sind. In diesem Falle sind Krümmungsradien in Querrichtung in der Grössenordnung von mindestens 2 m möglich, was in vielen Fällen genügend ist.

[0082] Sollen kleiner Krümmungsradien in dieser Querrichtung ermöglicht werden, müssen die Träger modifiziert werden.

[0083] Figur 4a zeigt einen beispielsweise ca. 0.2 mm dicken Träger 43 mit beidseitig Kupfer. Die obere Kupferlage ist so strukturiert, dass ein durchgehender, mäandrierender Leiter und zwei Anschlussflächen 44 für die LED vorhanden sind. Eine der Anschlussflächen 44 ist direkt mit dem Leiter auf der Oberseite verbunden. Die andere Anschlussfläche 44 ist auf der Oberseite als Insel ausgebildet und zum Kupfer auf der Unterseite durchkontaktiert. Auf der Unterseite ist das Kupfer so strukturiert, dass ein durchgehender mäandrierender Leiter vorhanden ist, der bezüglich der Längsachse des gesamten Trägers gespiegelt zum Leiter auf der Oberseite ist.

[0084] Der gesamte Träger 43 ist so strukturiert, dass zwischen den Anschlussflächen 44 eine Verjüngung 45 vorhanden ist, bei der das gesamte Material in der Nähe der neutralen Biegelinie konzentriert ist, so dass der Träger 43 in der gewünschten Querrichtung mit Biegradien in der Grössenordnung von einigen 10 cm gekrümmt werden kann.

[0085] Figur 4b zeigt eine andere Möglichkeit bei welcher der Träger in kurze Teilstücke 43 mit Anschlussflächen 44 aufgelöst ist. Die einzelnen Teilstücke sind durch flexible, nicht notwendigerweise isolierte Litzen 45 miteinander verbunden, so dass die Teilstücke 43 zueinander im nicht eingebauten Zustand annähernd rechtwinklig abgedreht werden können.

[0086] Figur 4c zeigt noch eine andere Möglichkeit bei welcher ein gestanzter Metallträger im Sinne eines sogenannten Leadframes vorhanden ist. Der Träger ist aufgeteilt in zwei elektrisch unabhängige lange Teilstücke 43a und 43b, die je in definiertem Wiederholungsabstand eine Anschlussfläche 44 und einen gekrümmten Leiter 45 mit mindestens nahezu quadratischem Querschnitt aufweisen. Nicht gezeigt ist, dass die beiden in Endeffekt elektrisch unabhängigen langen Teilstücke 43a und 43b zunächst in der Zone der gekrümmten Leiter 45 miteinander verbunden sind. Diese Verbindung wird nach dem Montieren der LED weggestanz.

[0087] Es ist offensichtlich, dass auf diese Weise ein Gebilde entsteht, das im eingebauten Zustand in beliebigen Raumrichtungen mit Biegradien bis hinunter zu ca. 10 bis 20 cm gekrümmt werden kann.

[0088] Figur 5 zeigt die schematische Schrägansicht einer linearen Lichtquelle bei welcher der LED-Träger durch zwei lange Leiter ersetzt ist, zwischen denen die LED eingeklemmt sind.

[0089] Der lange transparente Grundkörper 51 besitzt eine Längsnut 52 beidseitig mit je einer zusätzlichen Führungsrille 52a. In diese Führungsrillen sind beidseitig spiegelsymmetrisch lange Federelemente 56 eingeklemmt. Die Federelemente 56 bestehen beispielsweise aus gut elektrisch leitender Federbronze und haben beispielsweise einen kreisrunden Durchmesser von 0.2 mm. Die Federelemente 56 sind so gestaltet, dass sie Zonen 56a aufweisen, in denen die LED 54 so eingeschnappt werden können, dass sie elektrisch kontaktiert und mechanisch gehalten werden. Zusätzlich weisen die Federelemente 56 geschwungene Zonen 56b auf, die

eine Krümmung in beliebigen Raumrichtungen ermöglichen.

[0090] Nach der Montage der LED ist, in Fig. 5 nicht gezeigt, allenfalls die Nut mit einem optisch transparenten, dauerelastischen Material wie beispielsweise Silikon vergossen und/oder das gesamte Gebilde mit einem optisch transparenten, dünnwandigen Schrumpfschlauch umhüllt.

[0091] Figur 6 zeigt den schematischen Querschnitt durch eine lineare Lichtquelle mit zusätzlichem Kühl- und Stützkörper.

[0092] Eine lineare Lichtquelle 60, welche einer derjenigen der Figuren 1, 2, 3, 5 entspricht, ist in einen langgestreckten, vorzugsweise metallischen Körper 61 so eingebaut, dass dieser als Kühl- und Stützkörper wirkt. Für eine optimale Kühlwirkung ist der Träger und/oder die LED der Lichtquelle 60 mittels eines gut wärmeleitenden Mediums, wie beispielsweise einer Leitpaste oder eines Leitklebstoffes mit dem Kühlkörper 61 verbunden.

[0093] Der dargestellte Körper 61 ist mit Kühlrippen ausgestattet. Dies muss natürlich nicht der Fall sein. In einfachen Fällen kann der Körper 61 beispielsweise eine ebene Platte oder ein entsprechendes U-Profil oder ein halbes Kreisrohr sein.

[0094] Figuren 7a und 7b zeigen schematische Querschnitte durch lineare Lichtquellen mit einem nicht-kreisrunden Querschnitt. Auch in der Ausführungsform gemäss Fig. 7a und 7b weist der stabförmige optisch transparente Körper 71 eine nut-artige Aussparung auf, in welcher ein Träger 73 mit einer linearen Anordnung von gehäusten LED 74 eingebracht ist. Die Lichtquelle gemäss Figur 7a ist, wie das einer bevorzugten Ausführungsform entspricht, als Ganze konvex, so dass die äussere Hülle 75 durch einen Schrumpfschlauch gebildet sein kann. Sie ist aber nicht als Ganzes im Querschnitt kreisrund, sondern sie besitzt lediglich einen in Querschnitt kreisbogenförmigen Abschnitt, welcher als Lichtaustrittsfläche 71d fungiert und als Zylinderlinse wirkt.

[0095] Auch die Lichtaustrittsfläche 71d der Lichtquelle gemäss Figur 7b ist kreiszylindrisch, d.h. im Querschnitt kreisbogenförmig. Die Lichtquelle gemäss Figur 7b bzw. ihr stabförmiger optisch transparenter Körper ist hingegen nicht als Ganzes konvex. Auch eine solche Form ist möglich, wobei die äussere Hülle 85 dann nicht durch einen Schrumpfschlauch gebildet werden kann; vielmehr ist die äussere Hülle dann vorzugsweise als Beschichtung, alternativ dazu als aufgeklebte Folie vorhanden. Unzählige weitere Formen sind möglich.

Patentansprüche

1. Lichtquelle mit einer linearen Anordnung von Untergruppen von je mindestens einem lichterzeugenden Element, wobei jedes lichterzeugende Element ein Gehäuse und mindestens einen von diesem gefas-

sten LED-Chip umfasst, sowie mit einem stabförmigen Körper aus optisch transparentem Material, der eine äussere Oberfläche mit einem im Querschnitt konvexen Abschnitt, wobei sich die lineare Anordnung entlang des stabförmigen Körpers erstreckt, so, dass der stabförmige Körper jedes Gehäuse mindestens teilweise umgibt und sich von den lichterzeugenden Elementen abgestrahltes Licht im optisch transparenten Material ausbreitet, wobei die der konvexe Abschnitt der Oberfläche als Zylinderlinse wirkt.

2. Lichtquelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stabförmige Körper eine sich entlang des stabförmigen Körpers erstreckende Aussparung aufweist und dass sich die lineare Anordnung in dieser Aussparung befindet, wobei die Aussparung beispielsweise als Nut vorliegt.

3. Lichtquelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stabförmige Körper, gegebenenfalls bis auf die Nut, einen kreisrunden oder elliptischen Querschnitt aufweist.

4. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äussere Hülle direkt am stabförmigen Körper anliegt und bspw. als transparenter Schlauch, vorzugsweise Schrumpfschlauch vorhanden ist.

5. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Kontaktmittel für die gemeinsame Kontaktierung der lichterzeugenden Elemente der linearen Anordnung vorhanden sind, wobei diese Kontaktmittel vorzugsweise als in einem gemeinsamen Träger (43) oder in mehreren miteinander elektrisch verbundenen Trägern integrierte leitende Elemente oder als zwei sich über mindestens einen Teil der Länge des stabförmigen Körpers erstreckende Leiter (56) ausgebildet sind.

6. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in einen Zustand bringbar ist, in welchem sie ohne Beeinträchtigung der Funktionstüchtigkeit gekrümmt werden kann.

7. Lichtquelle nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der minimale mögliche Krümmungsradius in einer Richtung höchstens 2 m, in einer Richtung senkrecht dazu vorzugsweise weniger beträgt.

8. Lichtquelle nach Anspruch 6 oder 7 mit einem Träger zur gemeinsamen Kontaktierung einer Mehrzahl der Untergruppen von lichterzeugenden Elementen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger zwischen ersten Zonen, an welchen die lichterzeugenden Elemente angebracht sind, zweite Zonen (45) aufweist,

in denen er eine im Vergleich zu den ersten Zonen erhöhte Flexibilität bezüglich Krümmungen aufweist.

9. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine äussere, den stabförmigen Körper und die LED umschliessende Hülle aufweist. 5
10. Verfahren zum Herstellen einer Lichtquelle mit folgenden Verfahrensschritten: 10
- Zur-Verfügung-Stellen eines stabförmigen optisch transparenten Körpers mit einer rillenartigen Aussparung, 15
 - Anbringen einer linearen Anordnung von Untergruppen von je mindestens einem gehäusten LED, wobei die gehäusten LED auf mindestens einem Träger angebracht und durch diesen elektrisch kontaktiert sind, so, dass die LED in die genannte rillenartige Vertiefung hineinragen, 20
 - Abdecken der Anordnung der gehäusten LED mit Träger durch ein Schutzelement, beispielsweise indem das ganze entstehende Gebilde inklusive dem optisch transparenten Körper mit einer optisch transparenten Hülle umhüllt wird. 25
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Anbringen der linearen Anordnung die rillenartige Vertiefung mindestens teilweise mit optisch transparentem, flüssigem oder plastisch deformierbarem Material gefüllt wird und dass nach dem Anbringen der linearen Anordnung dieses beispielsweise ausgehärtet wird. 30 35
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor oder nach dem Anbringen der linearen Anordnung das ganze Gebilde so gebogen wird, dass es um eine Mittelachse gekrümmt ist. 40
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stabförmige optisch transparente Körper hergestellt wird, indem ein stabförmiges Element mit einem beispielsweise kreisförmigen Querschnitt mit einer längs verlaufenden rillenartigen Vertiefung versehen wird. 45
14. Verfahren zum Herstellen einer Lichtquelle mit folgenden Verfahrensschritten: 50
- Zur-Verfügung-stellen eines rohr- oder schlauchartigen optisch transparenten Elements, 55
 - Einschieben eines Trägers mit einer darauf angebrachten, elektrisch kontaktierten linearen Anordnung von Untergruppen von je minde-

stens einer gehäusten LED in das optisch transparente Element,
- Füllen des optisch transparenten Elements mit flüssigem optisch transparentem Material.

Fig. 1b

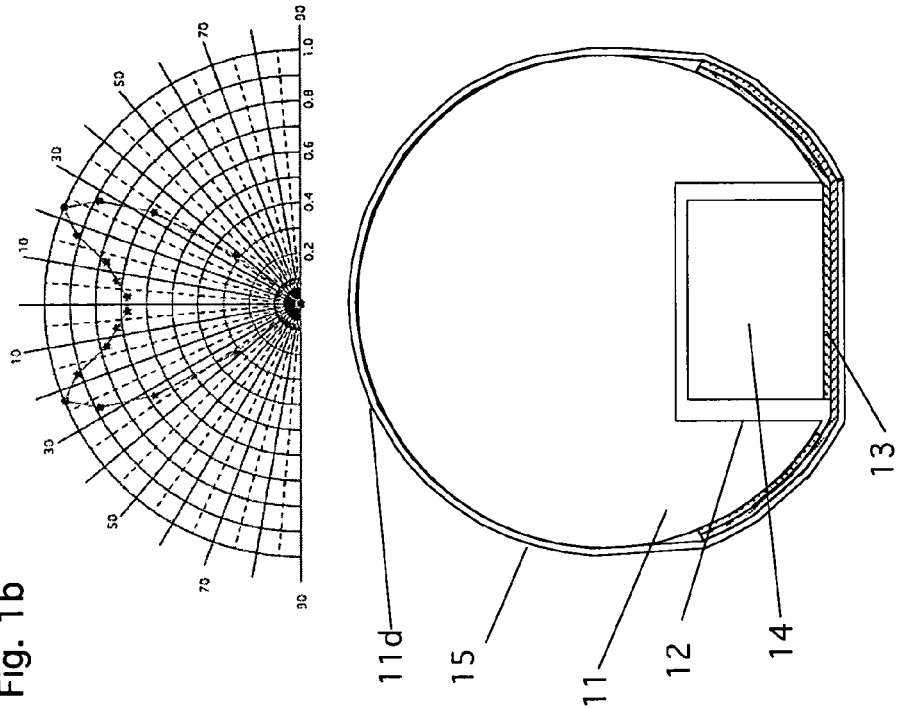
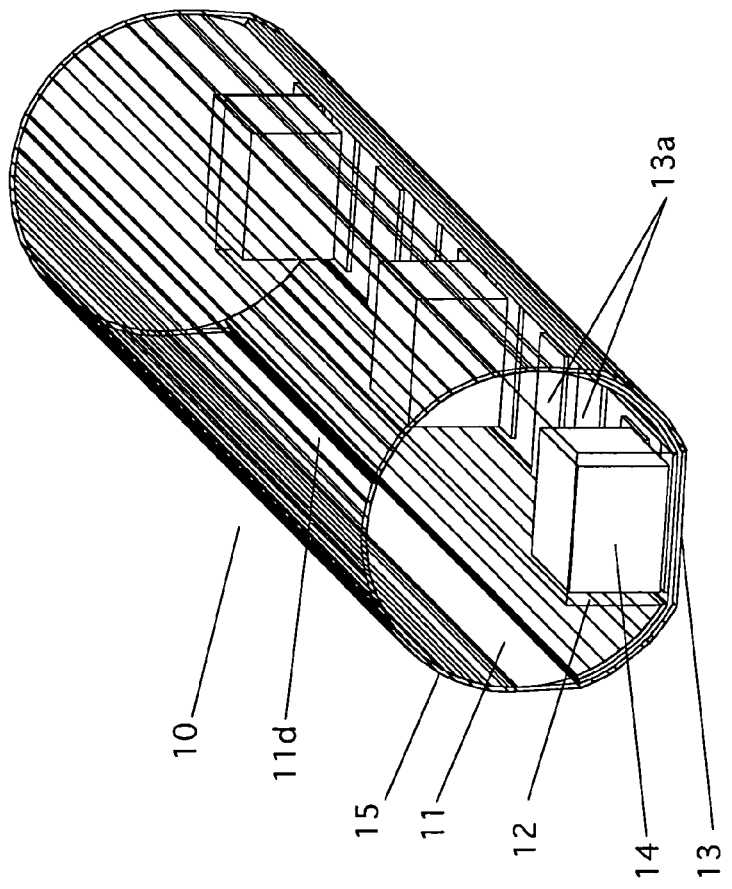
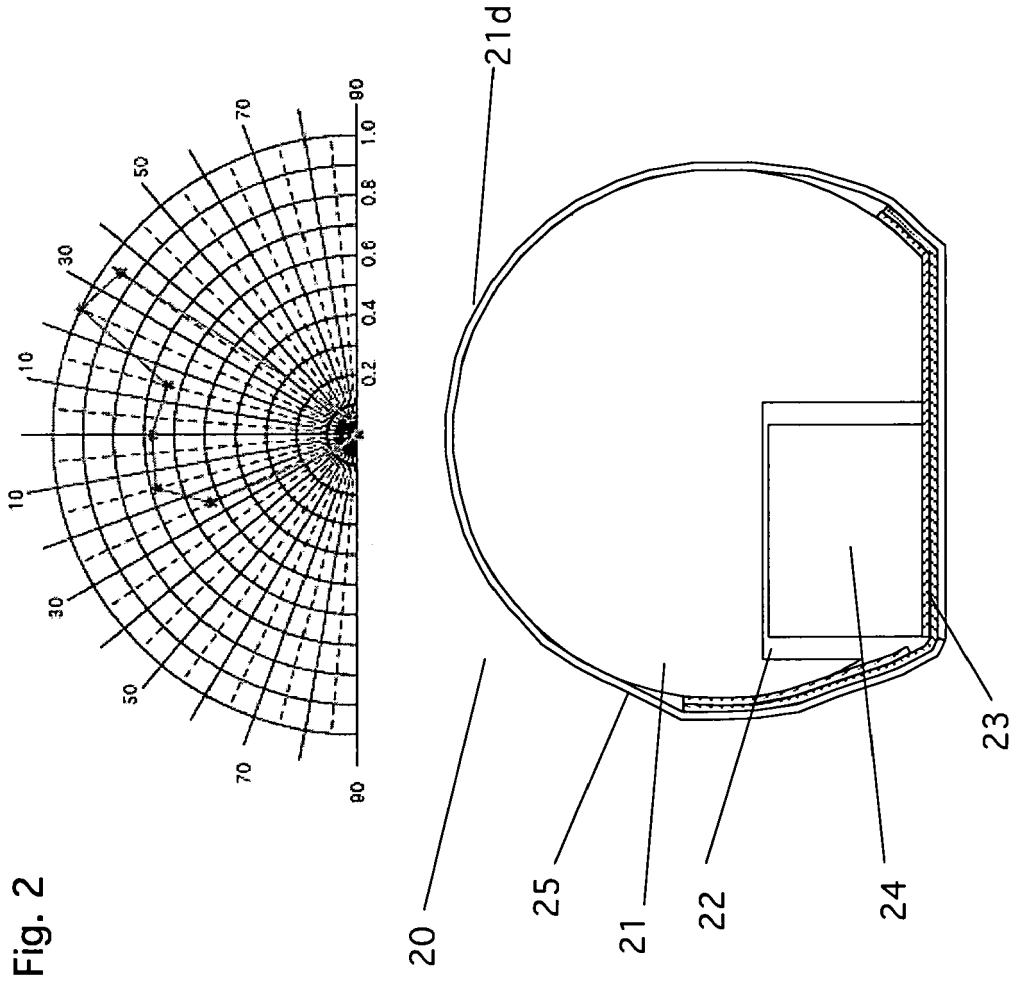


Fig. 1a





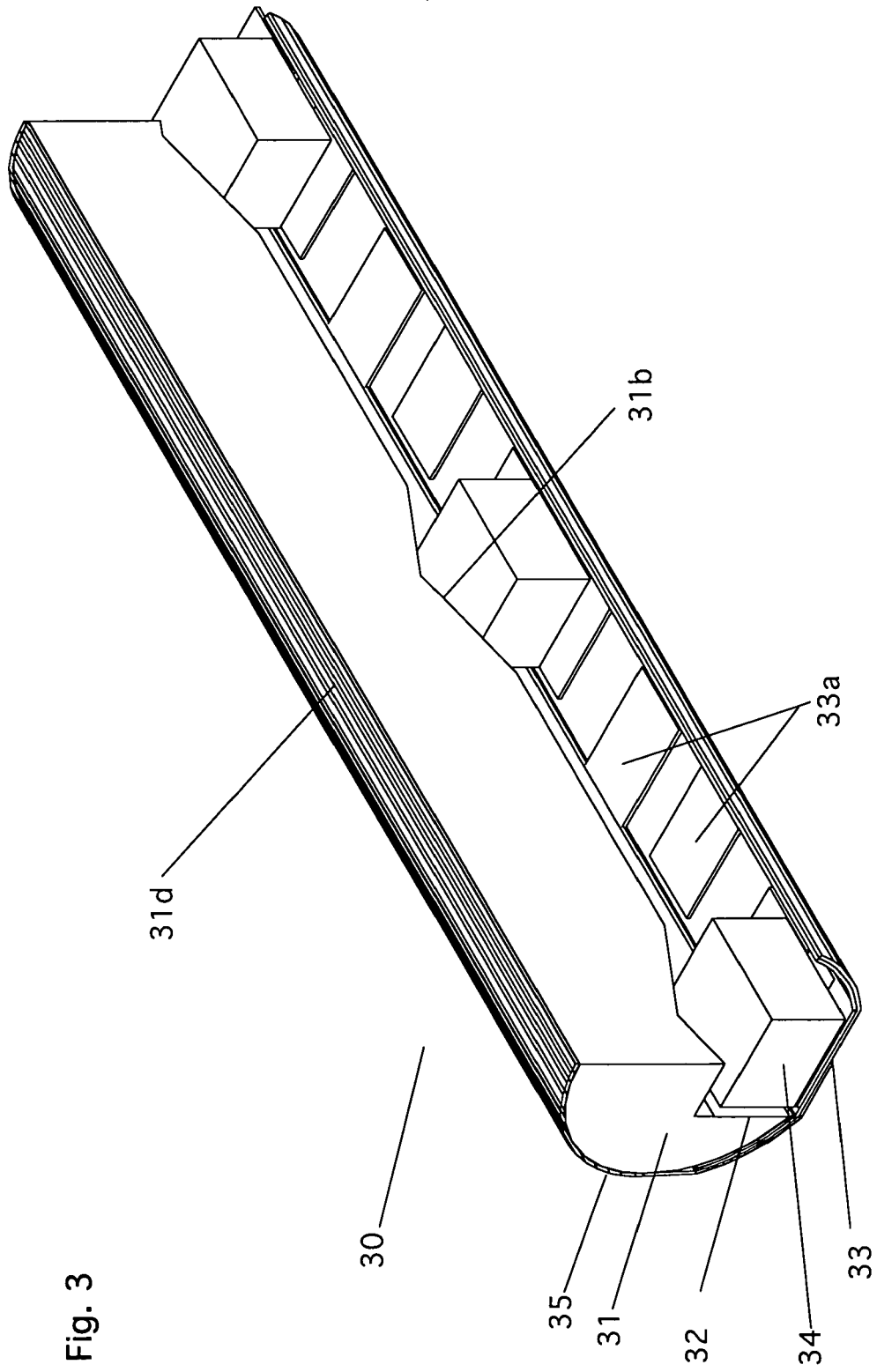
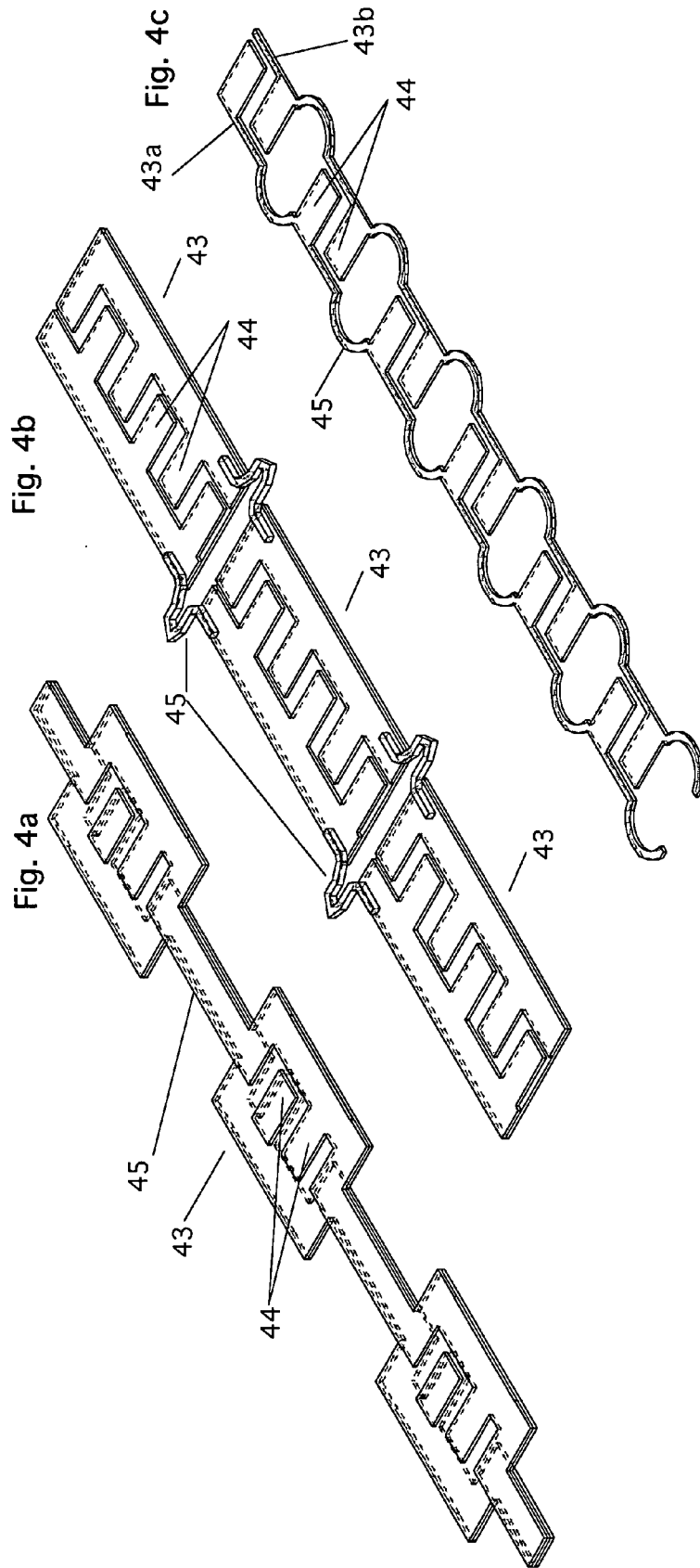
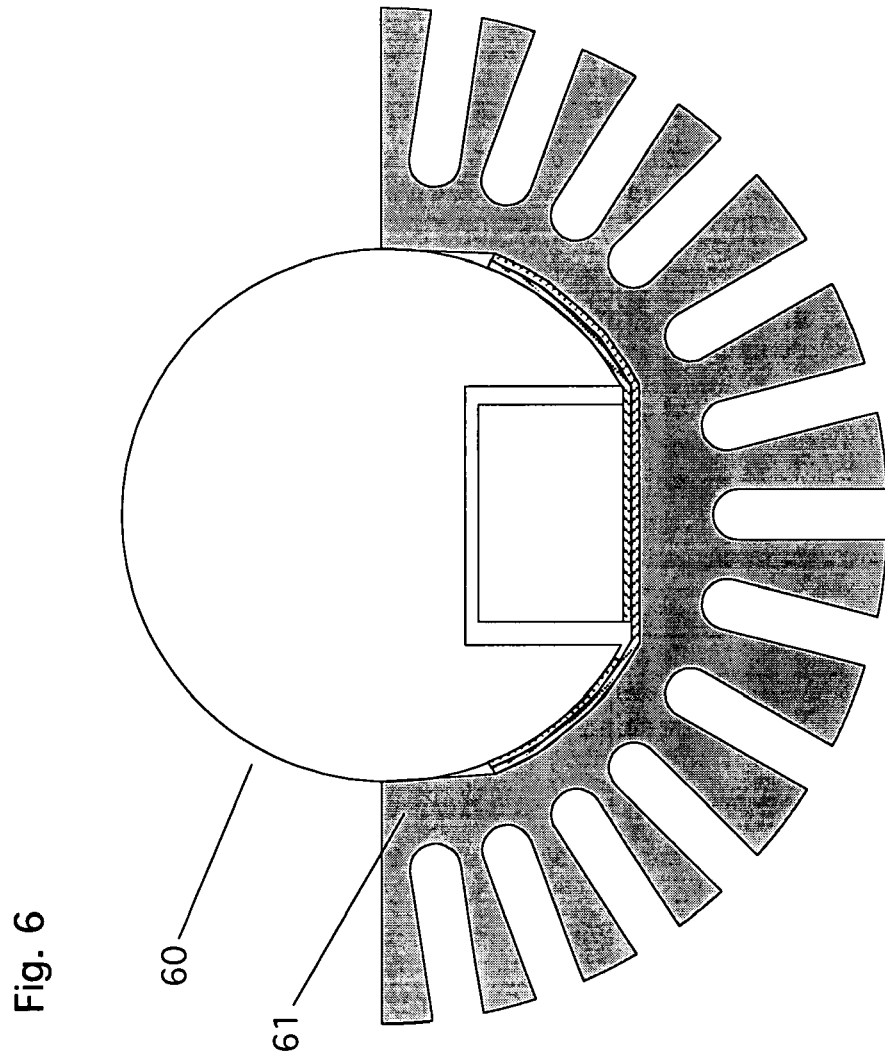
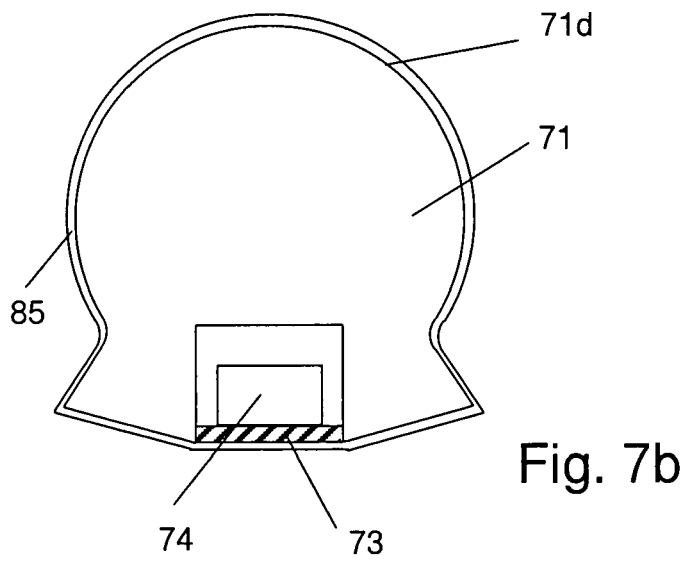
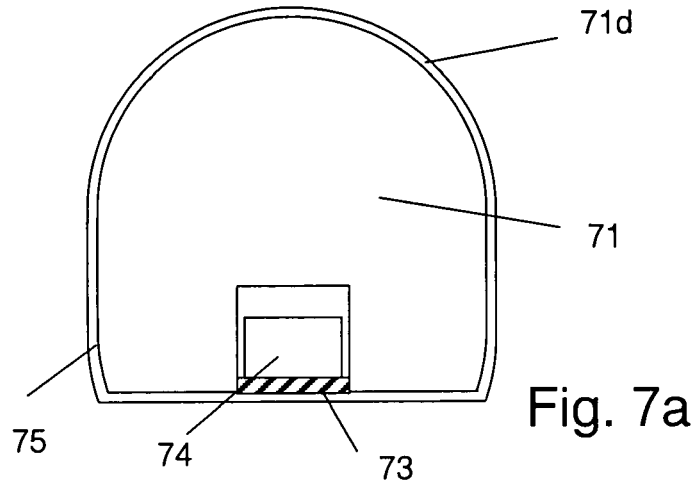


Fig. 3









EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/168359 A1 (CLEAVER MARK J ET AL) 2. September 2004 (2004-09-02) * Seite 2, Absatz 13 * * Seite 3, Absatz 30 - Seite 4, Absatz 37 * * Abbildungen 4-7 *	1-3,5,6	INV. F21K7/00 F21S4/00
Y		8,10,11, 13,14	
A		7	
X	----- DE 103 49 788 A1 (LISOL GESELLSCHAFT FUER LICHT- UND SOLARTECHNIK MBH) 25. Mai 2005 (2005-05-25) * Seite 4, Absatz 26 - Absatz 27 * * Abbildung 3 *	1,3-5,9	
Y		10,11,13	
A		2	
X	----- US 2003/214809 A1 (WONG TSUI-TUAN) 20. November 2003 (2003-11-20) * Seite 2, Absätze 22,28 * * Abbildungen 2,8 *	1,4,6,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y		14	F21K
A		7	F21S
X	----- US 2005/036310 A1 (FAN BEN) 17. Februar 2005 (2005-02-17) * Seite 1, Absatz 24 - Absatz 25 * * Seite 2, Absätze 27,29 * * Abbildungen 2,6,8,10,11 *	1,5,6	
A		2,3,7	
Y	----- US 2004/007980 A1 (SHIBATA YOSHIHIKO) 15. Januar 2004 (2004-01-15) * Seite 1, Absatz 15 * * Abbildung 2 *	8	
A		1,5-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. Mai 2006	Prüfer Lange, C
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 Patentdokument, 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	

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

EP 06 40 5039

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

26-05-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004168359 A1	02-09-2004	KEINE	
DE 10349788 A1	25-05-2005	KEINE	
US 2003214809 A1	20-11-2003	US 2003035289 A1 US 2003035288 A1	20-02-2003 20-02-2003
US 2005036310 A1	17-02-2005	DE 202004005975 U1 FR 2858844 A3	15-07-2004 18-02-2005
US 2004007980 A1	15-01-2004	KEINE	

EPO FORM P0461

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