(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. April 2012 (26.04.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/052432 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 6/00 (2006.01) *F21V 8/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/068182

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Oktober 2011 (18.10.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 042 619.9
19. Oktober 2010 (19.10.2010) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **OSRAM AG** [DE/DE]; Hellabrunner Str. 1, 81543 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **RUPP, Arnulf** [DE/DE]; Flößerweg 17, 82041 Oberhaching (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

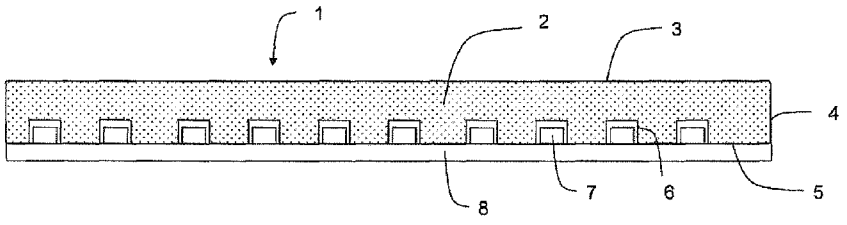
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

(54) Title: LUMINOUS DEVICE FOR PLANAR LIGHT EMISSION

(54) Bezeichnung : LEUCHTVORRICHTUNG ZUR FLÄCHIGEN LICHTABSTRAHLUNG



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a luminous device (1) having a planar light emission characteristic, comprising a planar optical waveguide (2) having at least one light coupling-in surface and having at least one light coupling-out surface (3), and a light source (7) emissive with a first spectral characteristic, wherein the light source (7) is arranged in relation to the optical waveguide (2) in such a way that light emitted from the light source (7) can couple into the optical waveguide (2) via the light coupling-in surface. The optical waveguide comprises a light conversion substance that can be excited by the light from the first light source to emit a secondary radiation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Leuchtvorrichtung (1) mit einer flächigen Lichtabstrahl-Charakteristik, aufweisend einen flächigen Lichtleiter (2) mit mindestens einer Lichteinkoppelfläche und mit mindestens einer Lichtauskoppelfläche (3) sowie eine mit einer ersten spektralen Charakteristik emittierende Lichtquelle (7), wobei die Lichtquelle (7) in Bezug auf den Lichtleiter (2) derart angeordnet ist, dass aus der Lichtquelle (7) emittiertes Licht in den Lichtleiter (2) über die Lichteinkoppelfläche einkoppeln kann. Der Lichtleiter weist einen Lichtkonversionsstoff auf, der durch das Licht der ersten Lichtquelle zur Emission einer sekundären Strahlung anregbar ist.

WO 2012/052432 A2

Beschreibung

Leuchtvorrichtung zur flächigen Lichtabstrahlung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leuchtvorrichtung mit Lichtleiter zur flächigen Lichtabstrahlung.

Aus der US 20080151554A1 ist eine Vorrichtung dieser Art bekannt, die einen Licht leitenden Körper mit Auskoppelstellen zur Auskopplung der Strahlung aus dem Licht leitenden Körper aufweist, wobei die Auskoppelstellen auf einer auf der Oberfläche des Lichtleiters anliegenden Folie aufgebracht sind. Die Auskoppelstellen können ferner Farbstoffe beinhalten, um ein gewünschtes Farbspektrum des abgestrahlten Lichts zu erzielen.

Ferner ist in der Offenlegungsschrift DE 10336352 A1 ein Lichtleiter und ein Verfahren zur Herstellung von Streulichtstrukturen an flächigen Lichtleitern beschrieben. In die Streulichtstrukturen, welche in einem Non-Impact-Verfahren direkt auf den Lichtleiter aufgebracht sind, kann Licht zur Sichtbarmachung der Streulichtstrukturen eingekoppelt werden.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine einfach herzustellende Leuchtvorrichtung zur flächigen Lichtabstrahlung mit hoher Effizienz und erhöhter Zuverlässigkeit sowie mit der Möglichkeit der Farbmischung anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch einen Lichtleiter gemäß Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen einer Leuchtvorrichtung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß einer der ersten Variante der Erfindung weist eine Leuchtvorrichtung zu flächiger Lichtabstrahlung einen flächigen Lichtleiter mit Lichtkonversionsstoff und mit mindestens

einer Lichtauskoppelfläche sowie eine mit einer ersten spektralen Charakteristik emittierten Lichtquelle auf, wobei die Lichtquelle in Bezug auf den Lichtleiter derart angeordnet ist, dass das aus der Lichtquelle emittierte Licht in den Lichtleiter gelangen und den Lichtkonversionsstoff zu Emission einer sekundären Strahlung anregen kann. Dabei zeigt das aus dem Lichtleiter durch die Auskoppelfläche austretende Licht eine im Vergleich zu dem in den Lichtleiter eingekoppelten Licht unterschiedliche spektrale Charakteristik und ist als im Wesentlichen flächiges Leuchten wahrnehmbar.

Eine flächige Lichtabstrahlung bzw. flächige Lichtabstrahlcharakteristik liegt insbesondere dann vor, wenn die Lichtabstrahlfläche im Verhältnis zur Fläche der Lichtquellen groß, insbesondere mehr als 10 mal größer ist.

Das resultierende aus dem Lichtleiter austretende Licht kann durch die geeignete Wahl der Lichtquelle, des Konversionsstoffs und der geometrischen Anordnung derart beeinflusst werden, dass eine gewünschte räumlich-spektrale Lichtverteilung erzielt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird eine LED als Lichtquelle eingesetzt. Durch ihre Kompaktheit und hohe Effizienz sind LEDs besonders gut für kompakte bzw. flächige aufbauten mit geringer Höhe geeignet.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Lichtquelle eine blaues oder weißes Licht emittierende LED, insbesondere auf Basis eines III-V-Halbleiters. Diese LEDs zeichnet hohe Effizienz aus und sie sind durch die kurzwellige Strahlung in der Lage, verschiedene Lumineszenzstoffe anzuregen. Auf diese weise, kann der Konversionsstoff des Lichtleiters auf einfache Weise zu Anregung und zu nachfolgender Emission der sekundären Strahlung gebracht werden.

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung wird eine UV-LED als Lichtquelle eingesetzt. Dies hat den Vorteil, dass die primäre Strahlung für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar ist, wodurch ein besonders homogenes Leuchten im sichtbaren Spektrum erzielt werden kann.

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist der Lichtkonversionsstoff innerhalb des Lichtleiters räumlich verteilt. Das ergibt einerseits ein räumliches Leuchten des Lichtleiters und andererseits ist der Lichtkonversionsstoff vor äußeren mechanischen und/oder chemischen Einflüssen besser geschützt.

In einer weiteren Ausführung der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung ist der Lichtkonversionsstoff flächig auf der Lichtauskoppelfläche aufgetragen. Dadurch kann der Abstand zwischen dem Lichtkonversionsstoff und der Lichtquelle erhöht werden, was zu einer Reduzierung der möglichen durch die Lichtquelle verursachten Degradation des Lichtkonversionsstoffes und somit zu einer Erhöhung der Lebensdauer der Leuchtvorrichtung führen kann. Durch die flächige Auftragung des Lichtkonversionsstoffs auf der Außenfläche kann außerdem die Charakteristik der Leuchtvorrichtung nachträglich beeinflusst werden. Besonders vorteilhaft kann dies mittels Siebdruck vorgenommen werden, da dies ein einfaches und kostengünstiges Verfahren darstellt, bei dem auch selektiv Bereiche beschichtet bzw. freigelassen werden können.

Bevorzugt wird weiterhin eine Leuchtvorrichtung, in der der Lichtleiter eine Auskoppelstuktur auf der Lichtauskoppelfläche aufweist. Dadurch kann die Homogenität des Leuchtens und die Effizienz der Lichtauskopplung erhöht werden. Auch die Auskoppelstruktur kann vorteilhaft mittels Siebdruck aufgebracht werden.

Bevorzugt wird insbesondere eine Leuchtvorrichtung, in der der Lichtleiter eingebettete Streuzentren aufweist. Dadurch

kann die Homogenität des Leuchtens weiter erhöht und das räumliche Leuchten vorteilhaft beeinflusst werden.

In einer vorteilhaften Ausführung liegt der Farbort des vom Lichtkonversionsstoff emittierten Lichtes im CIE-Farbdiagramm innerhalb eines Vierecks, das durch die Koordinaten (0,42; 0,42), (0,512; 0,487), (0,416; 0,583) und (0,36; 0,48) insbesondere durch die Koordinaten (0,425; 0,44), (0,512; 0,487), (0,416; 0,583) und (0,38; 0,48) aufgespannt ist. In Kombination mit einer blauen LED ergibt dies eine vorteilhafte Spektrumsaufweitung des aus dem Lichtleiter austretenden Lichtes, sodass es als im Wesentlichen weißes Licht wahrnehmbar ist.

In einer besonders vorteilhaften Ausführung weist die Leuchtvorrichtung eine weitere, im roten Spektralbereich emittierende Lichtquelle auf. Dadurch kann beispielsweise die Farbtemperatur und der Farbwiedergabeindex des resultierenden weißen Lichts vorteilhaft beeinflusst werden. Mit der Erhöhung des roten Anteils im weißen Licht wird im Allgemeinen die Farbtemperatur des weißen Lichts herabgesetzt, was durch das menschliche Auge oftmals als angenehmen empfunden wird. Außerdem wird dadurch die Farbwiedergabe derart beeinflusst, dass die entsprechende rote Farbe bei den mit diesem Licht beleuchteten Gegenständen besser zum Vorschein treten kann.

Es kann auch von Vorteil sein, wenn der Konversionsstoff so angeordnet ist, dass das Licht mindestens zweier LEDs des gleichen Typs, insbesondere blauer LEDs, in unterschiedlichen Anteilen konvertiert wird. Insbesondere kann das Licht mindestens einer dieser LED annähernd gar nicht konvertiert sein. Dies ermöglicht es, den Lichtanteil des unkonvertierten Lichts zu erhöhen, also beispielsweise durch einen erhöhten Blauanteil eine kältere Lichtfarbe einzustellen. Auch die leichten Unterschiede zwischen einzelnen LEDs gleichen Typs, die durch das sog. Binning zu reduzieren versucht werden, wirken sich bei einer derartigen Ausführung geringer aus.

Bei geeigneter elektrischer Steuerung/Regelung der LEDs kann somit sowohl Helligkeit als auch Farbtemperatur und der Farbwiedergabeindex des aus der Leuchtvorrichtung emittierten Lichtes eingestellt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Seitenfläche des Lichtleiters als Lichteinkoppelfläche ausgebildet, was eine besonders geringe Gesamthöhe der Leuchtvorrichtung ermöglicht. Alternativ oder zusätzlich kann die der Lichtauskoppelfläche gegenüberliegende untere Fläche des Lichtleiters als Lichteinkoppelfläche ausgebildet sein. Diese Anordnung ist besonders vorteilhaft, wenn man bei großflächigen Leuchtvorrichtungen höhere Leuchtdichten erreichen will.

In einer weiteren Ausführungsform weist der Lichtleiter auf der Lichteinkoppelfläche mindestens eine Ausnehmung zur Aufnahme der Lichtquelle auf. Dadurch kann eine Verringerung des in den Raum außerhalb des Lichtleiters gestreuten Lichtes und eine verbesserte Lichteinkopplung in den Lichtleiter erzielt werden.
Alternativ oder zusätzlich kann die Leuchtvorrichtung mindestens eine in dem Lichtleiter eingebettete Lichtquelle aufweisen, was für die Einkopplung des aus der Lichtquelle emittierten Lichtes in den Lichtleiter besonders vorteilhaft sein kann. Dadurch wird eine Luftstrecke in der optischen Schnittstelle zwischen der Lichtquelle und dem Lichtleiter vermieden, was zu einer verbesserten Lichteinkopplung in den Lichtleiter führen kann.
Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Lichtquelle in dem Lichtleiter mittels einer Einbettmasse eingebettet ist. Dadurch wird die Einkopplung des aus der Lichtquelle emittierten Lichtes in den Lichtleiter weiter verbessert. Besonders vorteilhaft ist dabei der Brechungsindex der Einbettmasse so gewählt, dass Totalreflexion an den Grenzflächen von Lichtquelle und Einbettmasse sowie von Einbettmasse und Lichtleiter vermieden wird. Dazu werden die Brechungsindizes n_E der Einbettmasse, n_Q der Lichtquelle und n_L des Lichtleiters so

gewählt dass gilt: $n_Q \leq n_E \leq n_L$. Ebenfalls kann es vorteilhaft sein, wenn die Einbettmasse mindestens einen Konversionsstoff enthält.

Vorteilhaft weist die Leuchtvorrichtung eine Konversionszone mit erhöhter Konzentration des Lichtkonversionsstoffes auf. Diese Zone mit erhöhter Konzentration des Lichtkonversionsstoffes kann in der Nähe einer LED zu einer verstärkten selektiven Lichtkonversion des aus dieser LED emittierten Lichtes führen, wodurch die Leuchteigenschaften der Leuchtvorrichtung zusätzlich vorteilhaft beeinflusst werden können. So können beispielsweise bei Verwendung mehrerer LEDs als Lichtquellen solche Zonen mit erhöhter Leuchtstoffkonzentration in der Nähe von LEDs mit kürzeren Emissionswellenlängen vorgesehen werden, was zu einer verstärkten selektiven Lichtkonversion des aus diesen LEDs emittierten Lichtes führen kann, während das aus den LEDs mit längeren Emissionswellenlängen (wie im Fall einer roten LED) emittierte Licht sich weitgehend ungehindert im Lichtleiter verbreiten kann.

Es kann auch vorteilhafterweise ein bevorzugt lineares Konzentrationsgefälle des Konversionsstoffs in Abhängigkeit des Abstandes von der zu konvertierenden Lichtquelle vorgesehen sein, so dass in der Nähe der Lichtquelle ein höherer Anteil des von der Quelle ausgehenden Lichts konvertiert wird als in einigem Abstand davon. Dadurch kann das Abstrahlverhalten der Beleuchtungsvorrichtung vorteilhaft beeinflusst werden. Besonders vorteilhaft ist dabei eine Ausgestaltung, bei der die Konzentration der Streuzentren in Abhängigkeit vom Abstand von den Lichtquellen, insbesondere von den Lichtquellen, deren Licht zumindest teilweise mittels des Konversionsstoffs konvertiert wird, zunimmt. Insbesondere bei Konversionsstoff, der in Form von Konversionspartikeln vorliegt und damit ebenfalls eine Lichtstreuung bewirkt, wird eine besonders homogene Lichtverteilung erzielt.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Leuchtvorrichtung zusätzlich noch mindestens ein optisches Element auf, das zur Beeinflussung der Abstrahlcharakteristik der Leuchtvorrichtung vorgesehen ist. Als optisches Element kann beispielsweise ein zumindest teilweise in dem Lichtleiter eingebettetes optisches Element vorgesehen werden. Ferner kann das optische Element als ein zumindest teilweise durchsichtiges, als ein lichtdurchlässiges oder als ein lichtundurchlässiges optisches Element ausgebildet sein und/oder lichtbeugende und/oder lichtbrechende Eigenschaften aufweisen. Bei geeigneter Positionierung bzw. Dimensionierung des optischen Elements in Bezug auf die LED kann eine Entblendung der LED bzw. eine weitere Homogenisierung der Abstrahlung erzielt werden.

Die Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung,

Fig. 2 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung mit zusätzlichen Auskoppelstrukturen,

Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung,

Fig. 4 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung,

Fig. 5 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein fünftes Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung,

Fig. 6 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein sechstes Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung,

Fig. 7 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein siebtes Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung,

Fig. 8 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein achtes Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung,

Fig. 9 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein neuntes Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung mit seitlicher Lichteinkopplung,

Fig. 10 zeigt einen schematischen Querschnitt in der Ebene des Lichtleiters durch das Ausführungsbeispiel der die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung gemäß Fig. 9.

Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung mit Auskoppelstrukturen 9 gem. Fig. 2 in Draufsicht.

Fig. 12 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer die Erfindung aufweisenden Leuchtvorrichtung,

Fig. 13 zeigt in einer schematischen Schnittbilddarstellung die Konzentrationsverteilung von Streuzentren und Konversionsstoff für eine weitere Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 14 zeigt einen Querschnitt durch eine weitere erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung, die analog zu dem in Figur 7 dargestellten Beispiel in Form eines flächigen Lichtleiters ausgebildet ist.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung 1, die in Form eines flächigen Lichtleiters 2 ausgebildet ist und die eine obere Fläche 3, eine Seitenfläche 4 sowie eine untere Fläche 5 aufweist. Der flächige Lichtleiter 2 ist mit seiner unteren Fläche 5 auf einer Grundplatte 8 angebracht. Ferner weist der Lichtleiter 2 auf der unteren Fläche 5 Ausnehmungen 6 zur Aufnahme von LEDs 7 auf, in denen die auf der Grundplatte 8 angebrachten LEDs 7 hineinragen.

Der Lichtleiter 2 enthält zweckmäßigerweise ein für die optische Strahlung durchlässiges Material. Insbesondere enthält der Lichtleiter 2 Glas oder ein Kunststoffmaterial wie Polymethylmethacrylat (PMMA) oder Polycarbonat (PC). Optional kann der Lichtleiter im wesentlichen aus einem dieser Materialien bestehen.

Der Lichtleiter 2 weist in seinem Inneren einen Lichtkonversionsstoff auf, der mit dem aus den LEDs 7 emittierten Licht wechselwirken kann. In diesem Beispiel ist der Konversionsstoff in Form kleiner Partikel weitgehend gleichmäßig im Gesamtvolumen des Lichtleiters 2 verteilt. Diese Wechselwirkung kann zu Streuung, zu Absorption sowie zu einer sekundären Emission führen, sodass es zu einem räumlich verteilten Leuchten des Lichtleiters kommen kann. Das sich im Inneren des Lichtleiters befindliche Licht kann über die obere Fläche 3 aus dem Lichtleiter 2 austreten.

Als Lichtkonversionsstoff können eine oder mehrere geeignete lumineszierende Materialien verwendet werden, insbesondere Orthosilikate (wie z.B. Sr2SiO4(Eu2+)), Granate (wie z.B. Yttrium-Aluminium-Granat aktiviert mit Ce -

Y3(Al,Si)5O12(Ce3+)), Nitride (wie z.B. Ba2Si5N8(Eu2+)) bzw. Oxynitride (wie z.B. SrSi2O2N2(Eu2+)).

Die Grundplatte 8 kann auf der dem Lichtleiter zugewandten Seite gehäuste oder ungehäuste LED sowie Treiber-Schaltungen zum Betreiben der LED aufweisen. Ferner kann die Grundplatte als Printed Circuit Bord (PCB) oder Metal-Core-PCB (MCPCB) ausgebildet sein, was für die Wärmeabfuhr von der LED 7 bzw. von der Treiberschaltung besonders vorteilhaft sein kann. Optional kann eine Adhäsionsschicht zwischen der Grundplatte 8 und dem Lichtleiter 2 vorgesehen sein. Die Grundplatte 8 kann einen Grundkörper aus einem lichtdurchlässigen Material aufweisen, um das Leuchten durch die Grundplatte 8 hindurch zu ermöglichen. Optional kann die Grundplatte eine Seiten- bzw. Bodenverspiegelung und/oder eine hoch reflektierende Schicht auf der dem Lichtleiter zugewandten Seite aufweisen.

Fig. 2 zeigt eine Leuchtvorrichtung wie Fig.1, jedoch mit zusätzlichen Auskoppelstrukturen 9, die auf der oberen Fläche 3 angebracht sind. Auch in diesem Beispiel weist der Lichtleiter 2 in seinem Inneren einen Lichtkonversionsstoff auf, der in Form kleiner Partikel weitgehend gleichmäßig im Gesamtvolumen des Lichtleiters 2 verteilt ist.

Die Auskoppelstrukturen 9 können als Unebenheiten der oberen Fläche des Lichtleiters 3 in Form von Einkerbungen bzw. Grübchen oder Erhebungen ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich können die Auskoppelstrukturen 9 von außen auf den Lichtleiter 2 appliziert sein, beispielsweise mittels Siebdruck. Die Auskoppelstrukturen können durch eine Unterdrückung der totalen internen Reflexion an der Lichtauskoppelfläche zu einer verbesserten Lichtauskopplung führen.
Fig. 3 zeigt eine Leuchtvorrichtung 1 wie Fig. 1, jedoch mit zusätzlichen optischen Elementen 10, die im Inneren des Lichtleiters 2 eingebettet sind.

Als optisches Element 10 kann eine lichtundurchlässige oder ganz oder teilweise transluzente Blende benutzt werden, die derart dimensioniert und derart in Bezug auf die LED positioniert ist, dass ungleichmäßiges, etwa fleckiges Leuchten der Leuchtvorrichtung 1, bedingt durch die räumlich diskrete Verteilung der LEDs 7, vermieden bzw. reduziert werden kann.

Alternativ dazu kann das optische Element 10 in Form einer Linse, vorzugsweise in Form einer Streulinse, ausgebildet sein.

Die laterale Dimension D des optischen Elements 10 ist vorzugsweise größer als die laterale Dimension d der Ausnehmung 6 und kleiner als die Hälfte des Abstands L zwischen zwei benachbarten LEDs 7, $d < D < L$, insbesondere $(d + h) < D < L/2$, wobei h die Tiefe der Ausnehmung 6 darstellt.

Fig. 4 zeigt die Leuchtvorrichtung 1 mit den Auskoppelstrukturen 9 gemäß Fig. 2. sowie mit optischen Elementen 10 gemäß Fig. 3. Die Größe bzw. die Flächendichte der Auskoppelstrukturen 9 kann derart ausgewählt und an die Anordnung der LED 7 und der optischen Elemente 10 derart angepasst werden, dass eine besonders gleichmäßige Leuchtdichteverteilung auf der Lichtauskoppelfläche der Leuchtvorrichtung erzielt wird. Dabei kann die Flächendichte der Auskoppelstrukturen eine räumliche Korrelation mit der LED-Anordnung aufweisen. So kann beispielsweise die Dichte der Auskoppelstrukturen in der Nähe einer LED abnehmen und von der LED weg zunehmen. Damit kann beispielsweise in den Bereichen zwischen den LEDs 7 die Leuchtstärke des Lichtleiters 2 erhöht werden.

Fig. 5 zeigt eine Leuchtvorrichtung 1 gemäß Fig. 1 mit zusätzlichen im Lichtleiter 2 eingebetteten Streuzentren 11.

Die Streuzentren 11 können in Form von Streupartikeln und/oder Bläschen ausgebildet sein, wobei die Größe der Par-

tikel bzw. Bläschen und ihre räumliche Verteilung von Fall zu Fall unterschiedlich gewählt werden kann.

Die Größe der Partikel bzw. Bläschen kann in dem Bereich kleiner oder gleich 1 mm liegen. Alternativ und/oder zusätzlich können Nano-Partikel als Streuzentren genutzt werden. Bevorzugt liegt die Größe von Nano-Partikeln unter 100 nm. Dadurch kann die Wellenlängenabhängigkeit der Lichtstreuung (etwa durch Rayleigh-Streuung) vorteilhaft ausgenutzt werden. Denn die kurzwellige blaue- bzw. UV-Stahlung erfährt eine stärkere Streuung als die Strahlung mit längerer Wellenlängen, wie insbesondere die von dem Lichtkonversionsstoff emittierte sekundäre Strahlung oder die aus einer roten LED emittierte langwellige Strahlung. Dadurch wird die kurzwellige blaue- bzw. UV-Strahlung im Inneren des Lichtleiters stärker gestreut, somit kann diese Strahlung besser zur gleichmäßigen Anregung des Konversionsstoffes beitragen.

Vorteilhafterweise sind die Streuzentren je nach LED-Anordnung unterschiedlich verteilt. Die Dichte der Streuzentren kann im Bereich zwischen 400 und 40 000 Partikel pro Kubikzentimeter, besonders bevorzugt zwischen 500 und 5000 Partikel pro Kubikzentimeter liegen.

Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung 1 mit der oberen Schicht 12. Die obere Schicht 12 kann in Form einer thermomechanisch aufgetragenen-durchsichtigen Folie bzw. auflaminierten durchsichtigen Schicht ausgebildet sein. Vorteilhafterweise weist die obere Schicht 12 eine glatte Oberfläche auf. Die obere Schicht 12 kann als Schutzschicht zum Schutz der oberen Fläche 3 des Lichtleiters 2 vor äußeren Einflüssen ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann die obere Schicht 12 als Nano- bzw. Mikrostrukturen aufweisende optische Folie ausgebildet sein, um das austretende Licht auf gewünschte Weise zu lenken. So, können diese Nano- bzw. Mikrostrukturen in Form von linearen asymmetrischen Prismen zur anisotropen Abstrahlung

dienen, was in konkreten Anwendungen, beispielsweise als Entblendungsmaßnahme, von Vorteil sein kann. Generell kann die Schicht 12 aus einzelnen Schichtkomponenten aufgebaut sein, also beispielsweise einer mikrostrukturierten optischen Folie und einer Schutzschicht.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung 1 mit einer Konversionsschicht 13. Die Konversionsschicht 13 weist Lichtkonversionsstoff auf und dient zur Konversion des von den LED 7 emittierten Lichtes. Die Konversionsschicht 13 befindet sich innerhalb des Lichtleiters. Sie kann ein Teil des Lichtleiters 2 sein oder auch als separate Schicht innerhalb einer Sandwich-Struktur ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Konversionsschicht 13 an der oberen Fläche 3 des Lichtleiters 2 liegen und somit eine Außenfläche der Leuchtvorrichtung 1 bilden.

Die durchgezogene Konversionsschicht 13, wie in der Fig. 7 dargestellt, ist besonders vorteilhaft, wenn UV-LEDs als Lichtquelle 7 eingesetzt werden und ein Austreten der schädlichen UV-Strahlung vermieden werden soll. Die Konversionsschicht kann beispielsweise auch mittels Siebdruck aufgebracht werden.

Fig. 8 zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung 1, in der der Lichtkonversionsstoff in Konversionszonen 14 lokalisiert ist. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Konversionszonen 14 nur in der Nähe bestimmter LEDs 7a angeordnet. Vorteilhafterweise befinden sich die Konversionszonen 17 in der Nähe von kurzwellige Strahlung emittierenden LEDs 7a, während das Licht längerwelliger (roter) LEDs 7b direkt - d.h. ungehindert - in den Lichtleiter 2 gelangen kann. Dadurch kann eine besonders effiziente Mischlichtquelle realisiert werden.

Fig. 9 zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung 1 mit seitlicher Lichteinkopplung. Die

Leuchtvorrichtung 1 weist auf den gegenüberliegenden Seiten des Lichtleiters 2 zwei Seitenplatten 15 mit LEDs 7 auf.

Die Seitenplatten 15 können auf denn dem Lichtleiter zugewandten Seiten gehäuste oder ungehäuste LED sowie Treiber-Schaltungen zum Betreiben der LED aufweisen. Ferner können die Seitenplatten als Printed Cicuit Bord (PCB) oder Metal-Core-PCB (MCPCB) ausgebildet sein, was für die Wärmeabfuhr von den LED 7 bzw. von einer Treiberschaltung besonders vorteilhaft sein kann. Optional kann eine Adhäsionsschicht zwischen der Seitenplatte 15 und dem Lichtleiter 2 vorgesehen sein.

Die auf den Seitenplatten 15 angeordneten LEDs 7 ragen in die Ausnehmungen 6 im Lichtleiter 2 hinein.

In dieser Ausführungsform können sowohl die obere Fläche 3 des Lichtleiters 2 als auch die untere Fläche 5 des Lichtleiters 2 als Lichtauskoppelflächen dienen.

Fig. 10 zeigt einen Querschnitt in Draufsicht durch die Leuchtvorrichtung 1 gem. Fig. 9. Gestrichelt sind schematisch Äquikonzentrationslinien 16 der Streuzentren dargestellt. Streupartikel, die hier als Streuzentren dienen, sind in der Fig. 10 nicht gezeigt. Äquikonzentrationslinien 16 geben Bereiche gleicher Konzentration der Streuzentren an und verdeutlichen somit eine Abweichung von einer homogenen Verteilung der Streuzentren.

Als Streuzentren können auch Bläschen oder auch lokale Brechungsindexschwankungen, verursacht durch lokale strukturelle Modifikation des Lichtleitermaterials, dienen. Solche Brechungsindexschwankungen können beispielsweise durch lokale Erhitzung des Lichtleiters mittels eines fokussierten Laserstrahls hervorgerufen sein.

Diese Inhomogenität in der räumlichen Verteilung von Streuzentren weist eine Korrelation mit bzw. eine Abhängigkeit von der LED-Anordnung auf, wobei diese Abhängigkeit in den Randbereichen des Lichtleiters 2 stärker ausgeprägt ist und von den Randbereichen weg hin zu dem zentralen Bereich des Lichtleiters 2 abnimmt. Insbesondere bis zu einem Abstand L' < L von der Seitenfläche des Lichtleiters ist diese Korrelation erkennbar.

Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung mit Auskoppelstrukturen 9 gem. Fig. 2 in Draufsicht.

Die Auskoppelstrukturen 9 sind in diesem Beispiel nicht gleichmäßig auf der gesamten Oberfläche des Lichtleiters 2 verteilt, sondern weisen eine Korrelation mit der räumlichen Anordnung von LEDs 7 auf. So sind in den Randbereichen des Lichtleiters 2, insbesondere in der Nähe von LEDs 7, Bereiche ohne Auskoppelstrukturen erkennbar. Im Vergleich zu dem mittleren Bereich des Lichtleiters 2 können diese Bereiche weniger dichte bzw. schwächer ausgeprägte Auskoppelstrukturen 9 aufweisen. Mit zunehmendem Abstand von der Seitenwand 4 hin zu der Mitte des Lichtleiters 2 werden die Auskoppelstrukturen in ihrer Verteilung homogener. Dabei kann die Oberflächendichte der Auskoppelstrukturen 9 zunehmen.

Fig. 12 zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung 1, in der analog zu Fig. 8 der Lichtkonversionsstoff in Konversionszonen 14 lokalisiert ist. Auch in diesem Ausführungsbeispiel sind die Konversionszonen 14 nur in der Nähe bestimmter (d.h. von Konversionsstoff umgebener) LEDs 7a angeordnet. Vorteilhafterweise befinden sich die Konversionszonen 17 in der Nähe von kurzwellige Strahlung emittierenden LEDs 7c, während das Licht längerwelliger (roter) LEDs 7b direkt - d.h. ungehindert - in den Lichtleiter 2 gelangen kann. Zusätzlich sind einige der kurzwellige Strahlung emittierenden LEDs 7d nicht von Konversionsstoff umgeben, so dass eine ungehinderte Abstrahlung erfolgen kann. Die kurz-

wellige Strahlung emittierenden LEDs 7c sind alle vom gleichen Typ, unabhängig davon ob es von Konversionsstoff umgebene LEDs 7a oder nicht von Konversionsstoff umgebene LEDs 7d sind. In welcher Anzahl bzw. in welchem Zahlenverhältnis die unterschiedlichen LEDs dabei eingesetzt werden, hängt von der erwünschten Farbtemperatur ab. Sind die unterschiedlichen LEDs 7a, 7b, 7d getrennt voneinander ansteuerbar, kann die Farbe und/oder die Farbtemperatur der Beleuchtungsvorrichtung besonders gut eingestellt werden.

Fig. 13 zeigt in einer schematischen Schnittbilddarstellung die Konzentrationsverteilung c_S von Streuzentren und c_K von Konversionsstoff über dem Weg s für eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Im Bereich einer LED, deren Licht zumindest teilweise konvertiert wird, hat die Konzentration c_K von Konversionsstoff, der ebenfalls lichtstreuend wirkt, ihr Maximum und sinkt zu einem Minimum, das zwischen zwei LEDs liegt, linear ab. Umgekehrt hat die Konzentration von Streuzentren im Bereich der LED ihr Minimum und erreicht dazwischen das Maximum. Dadurch wird eine besonders effektive Auskoppelung von Licht erzielt, da die Streuwirkung des Konversionsstoffs ausgenutzt wird und damit Streuzentren eingespart und/oder Lichtverluste vermieden werden können. Von den gezeigten linearen Verläufen der Konzentrationen c_S und c_K kann selbstverständlich sowohl für eine als auch für beide Komponenten in Abhängigkeit von den Anforderungen an die Lichtverteilung abgewichen werden. Insbesondere können auch die Maxima und/oder Minima der Konzentrationen c_S und c_K unterschiedlich hoch gewählt werden. Auch die Lage der Minima und/oder Maxima muss nicht notwendigerweise genau zwischen den LED bzw. bei den LED gewählt sein.

Fig. 14 zeigt einen Querschnitt durch eine weitere erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung 1, die analog zu dem in Figur 7 dargestellten Beispiel in Form eines flächigen Lichtleiters 2 ausgebildet ist und die eine obere Fläche 3, eine Seitenfläche 4 sowie eine untere Fläche 5 aufweist. Der flächige

Lichtleiter 2 weist auf der unteren Fläche 5 Ausnehmungen 6 zur Aufnahme von LEDs 7 auf. Im Gegensatz zu den vorherigen Ausführungsbeispielen sind hier die LEDs 7 jedoch direkt in dem Lichtleiter 8 mittels einer Einbettmasse 18 eingebettet. Dadurch wird die Einkopplung des aus der Lichtquelle emittierten Lichtes in den Lichtleiter 2 weiter verbessert und es kann auf die Grundplatte 8 verzichtet werden. Der Brechungsindex n_E der Einbettmasse 18 ist so gewählt, dass Totalreflexion an den Grenzflächen von LED 7 und Einbettmasse 18 sowie von Einbettmasse 18 und Lichtleiter 2 vermieden wird, d.h. die Brechungsindizes n_E der Einbettmasse 18, n_Q der LED und n_L des Lichtleiters 2 sind so gewählt dass gilt: $n_Q \leq n_E \leq n_L$.

Der Lichtleiter 2 enthält zweckmäßigerweise ein für die optische Strahlung durchlässiges Material. Insbesondere enthält der Lichtleiter 2 Glas oder ein Kunststoffmaterial wie Polymethylmethacrylat (PMMA) oder Polycarbonat (PC). Optional kann der Lichtleiter im wesentlichen aus einem dieser Materialien bestehen. Aufgrund der fehlenden Grundplatte zur Wärmeabfuhr ist hier insbesondere ein thermisch gut leitender Werkstoff, d.h. mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als 1 W/mK, insbesondere mit mehr als 20 W/mK, beispielsweise auf Basis von Quarzglas oder Al_2O_3, vorzusehen. Auch die Einbettmasse 18 sollte eine gute thermische Leitfähigkeit aufweisen.

Die Konversionsschicht 13 weist Lichtkonversionsstoff auf und dient zur Konversion des von den LED 7 emittierten Lichtes. Die Konversionsschicht 13 befindet sich innerhalb des Lichtleiters. Sie kann ein Teil des Lichtleiters 2 sein oder auch als separate Schicht innerhalb einer Sandwich-Struktur ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Konversionsschicht 13 an der oberen Fläche 3 des Lichtleiters 2 liegen und somit eine Außenfläche der Leuchtvorrichtung 1 bilden. Auch die Einbettmasse 18 kann einen Konversionsstoff enthalten. Auch hier kann die Konversionsschicht 13 mittels Siebdruck aufgebracht sein, wie generell im Rahmen der Erfindung sowohl Konversions- als auch Streuschichten vorteilhaft mit-

tels dieses Verfahrens aufgebracht werden können.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Ansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Ansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Leuchtvorrichtung
2	Lichtleiter
3	Obere Fläche des Lichtleiters
4	Seitenfläche des Lichtleiters
5	Untere Fläche des Lichtleiters
6	Ausnehmung
7	LED
7a	von Konversionsstoff umgebene LED
7b	längerwellige LED
7c	kurzwellige Strahlung emittierende LED
7d	nicht von Konversionsstoff umgebene LED
8	Grundplatte
9	Auskoppelstuktur
10	Optische Elemente
11	Streuzentren
12	Obere Schicht
13	Konversionsschicht
14	Konversionszone
15	Seitenplatte
16	Äquikonzentrationslinien
17	Rote LED
18	Einbettmasse

Patentansprüche

1. Leuchtvorrichtung (1) mit einer flächigen Lichtabstrahlcharakteristik, aufweisend einen flächigen Lichtleiter (2) mit mindestens einer Lichteinkoppelfläche und mit mindestens einer Lichtauskoppelfläche (3) sowie eine mit einer ersten spektralen Charakteristik emittierende Lichtquelle (7), wobei die Lichtquelle (7) in Bezug auf den Lichtleiter (2) derart angeordnet ist, dass aus der Lichtquelle (7) emittiertes Licht in den Lichtleiter (2) über die Lichteinkoppelfläche einkoppeln kann, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleiter einen Lichtkonversionsstoff aufweist, der durch das Licht der ersten Lichtquelle zur Emission einer sekundären Strahlung anregbar ist.

2. Leuchtvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (7) als eine LED-Lichtquelle (7) ausgebildet ist.

3. Leuchtvorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (7) als eine im blauen, im weißen oder im UV-Bereich emittierende LED-Lichtquelle (7) ausgebildet ist.

4. Leuchtvorrichtung (1) nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtkonversionsstoff auf der Lichtauskoppelfläche (3) des Lichtleiters (2) aufgebracht und / oder in dessen Inneren räumlich verteilt ist.

5. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleiter (2) eine Auskoppelstuktur (9) auf der Lichtauskoppelfläche (8) aufweist.

6. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleiter (2)

eingebettete Streuzentren aufweist.

7. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Farbort des vom Lichtkonversionsstoff emittierten Lichtes im CIE-Farbdiagramm innerhalb eines Vierecks liegt, das durch die Koordinaten (0,42; 0,42), (0,512; 0,487), (0,416; 0,583) und (0,36; 0,48) aufgespannt ist.

8. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtvorrichtung (1) eine weitere, im roten Spektralbereich emittierende Lichtquelle (17) aufweist.

9. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenfläche (4) und / oder die der Lichtauskoppelfläche gegenüberliegende untere Fläche (5) des Lichtleiters (2) als Lichteinkoppelfläche dienen.

10. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleiter (2) mindestens eine Ausnehmung (6) auf der Lichteinkoppelfläche (6) zu Aufnahme einer der Lichtquellen (7,17) aufweist.

11. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (7) in dem Lichtleiter (2) eingebettet ist.

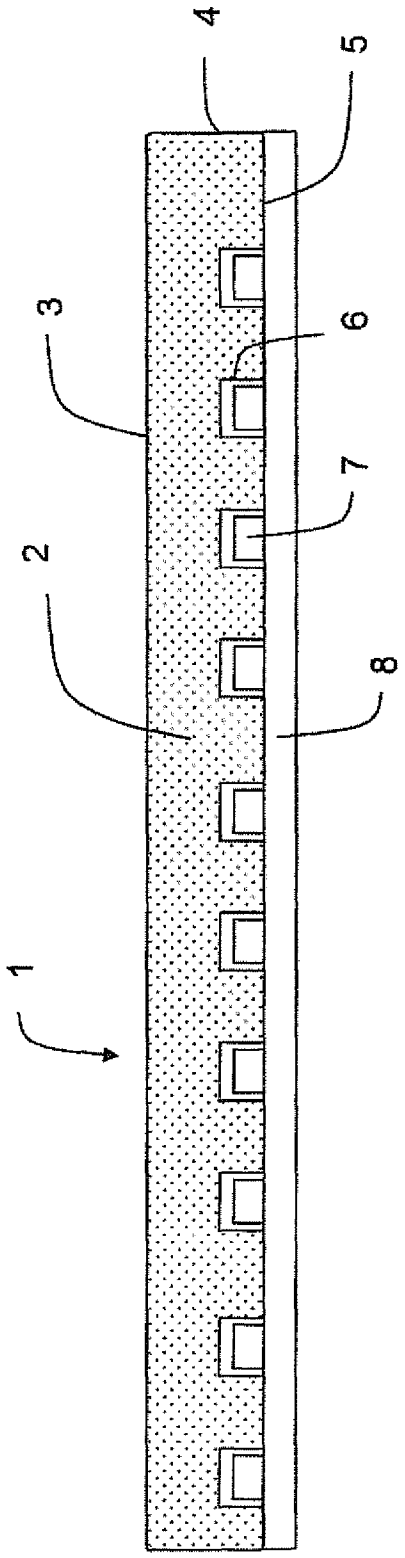
12. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleiter (2) eine Konversionszone (13) mit erhöhter Konzentration des Lichtkonversionsstoffes aufweist.

13. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Konversionszone

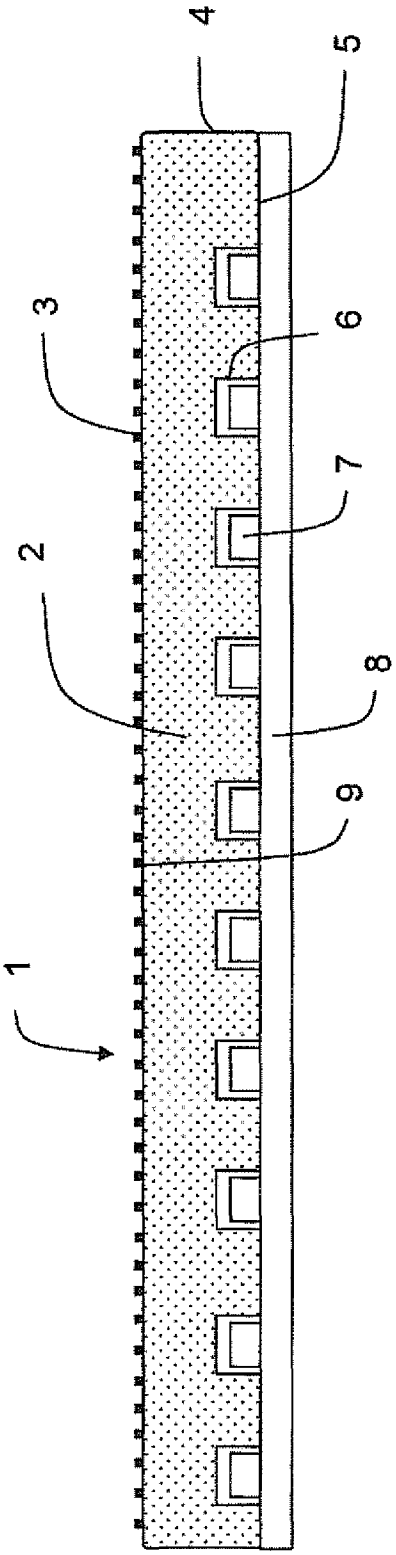
(13) in der Nähe einer blauen LED oder einer UV-LED lokalisiert ist.

14. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Äquikonzentrationslinien der Streupartikel (11) und/oder der Auskoppelstrukturen (9) eine räumliche Korrelation mit der Anordnung der LED (7) aufweisen.

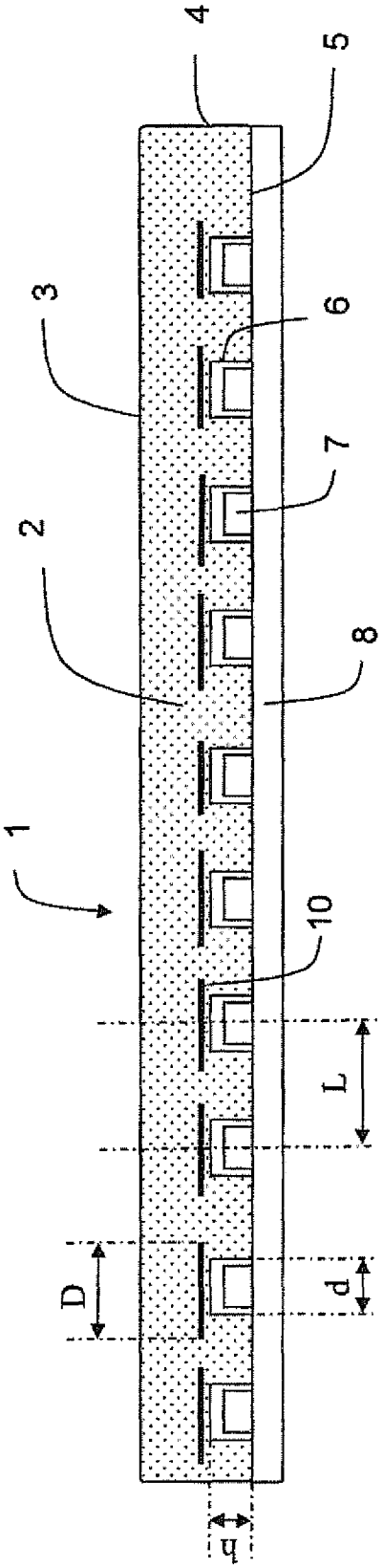
15. Leuchtvorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein optisches Element (10) zur Beeinflussung der Abstrahlcharakteristik vorgesehen ist.



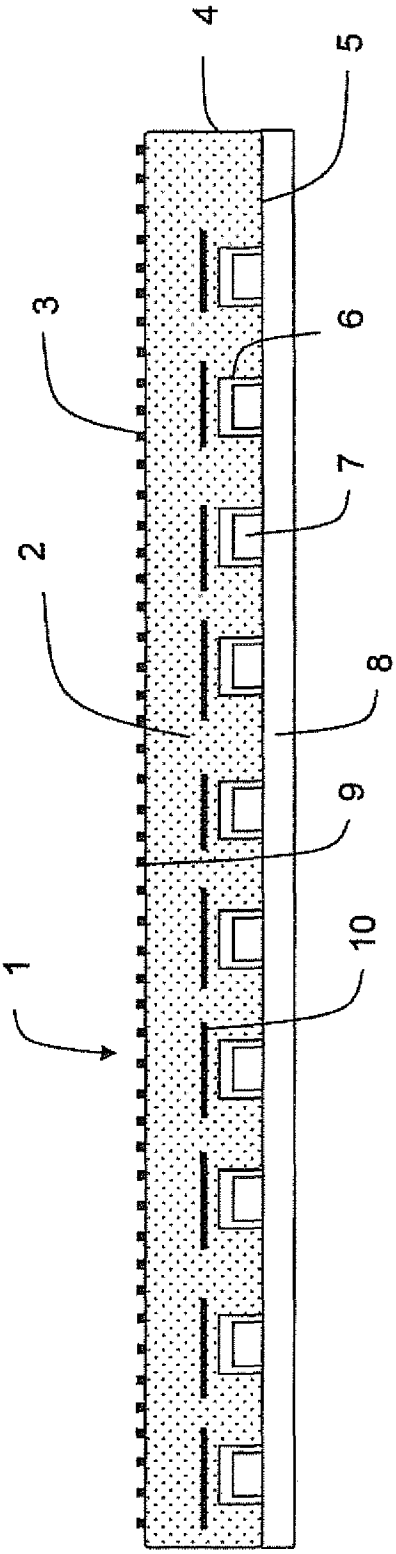
Figur 1



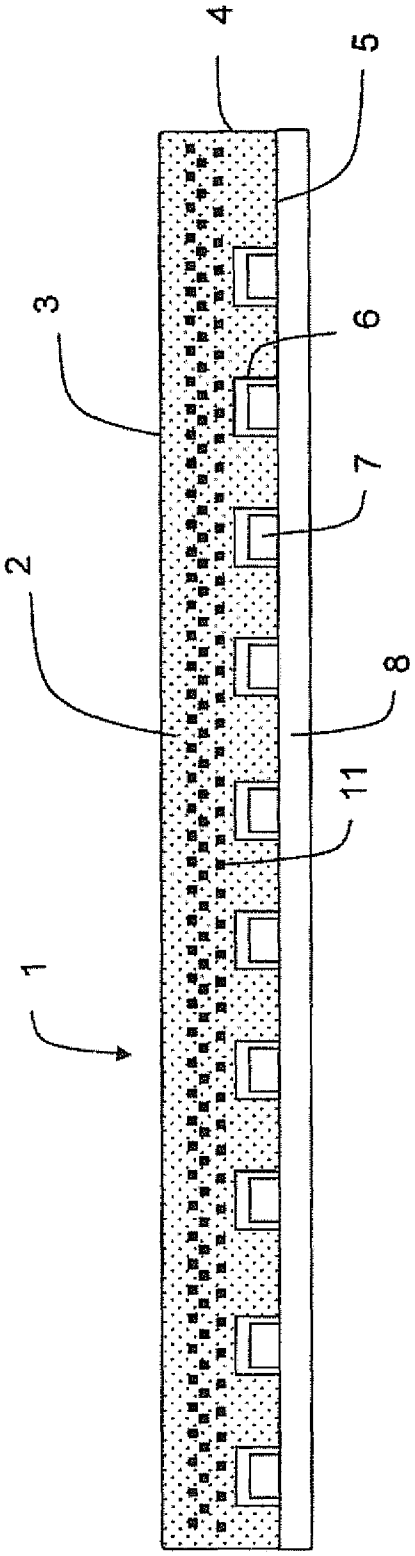
Figur 2



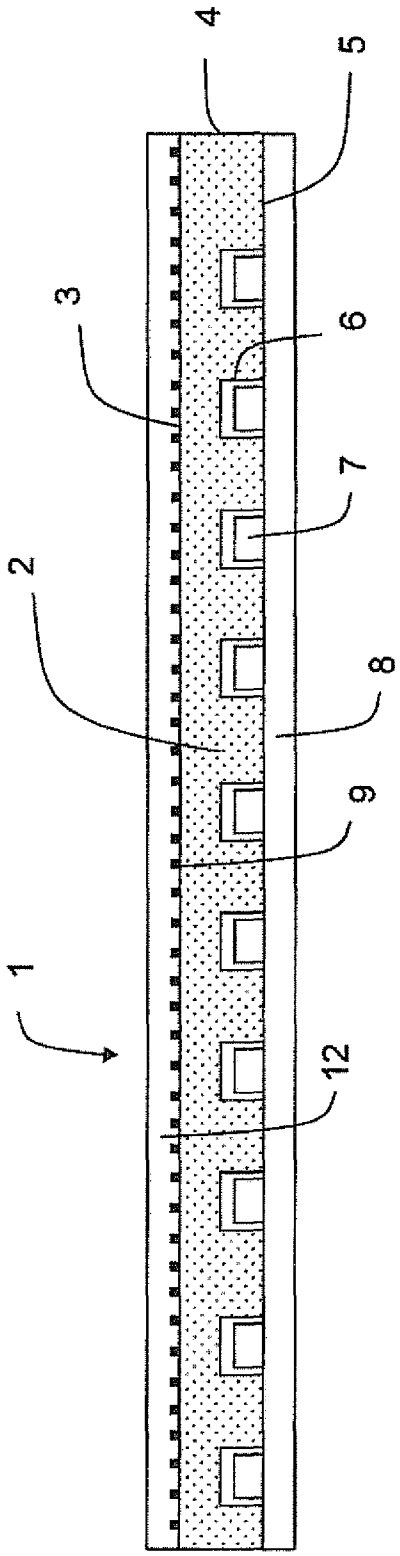
Figur 3



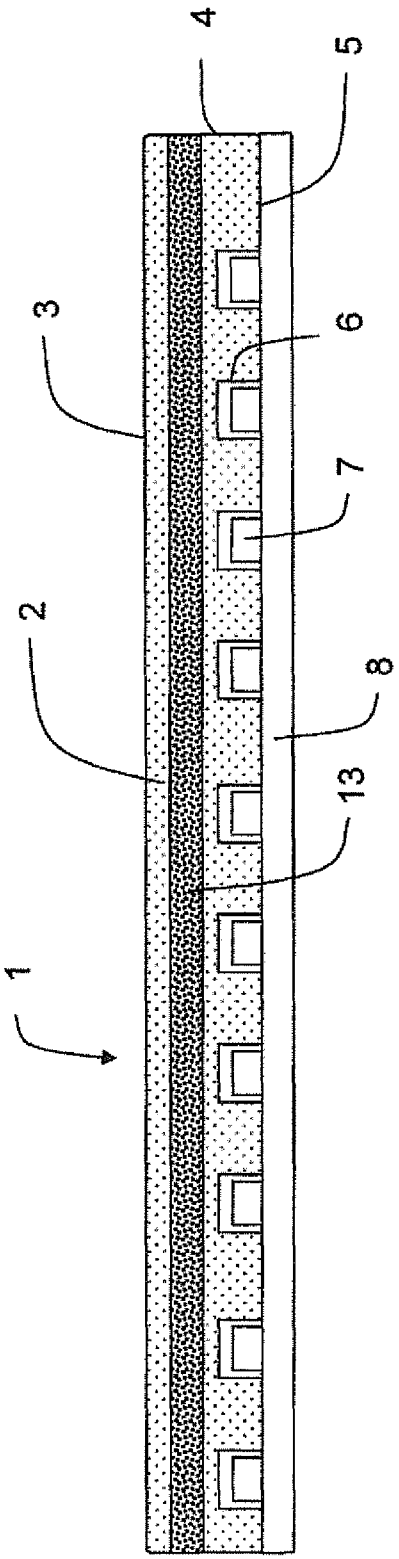
Figur 4



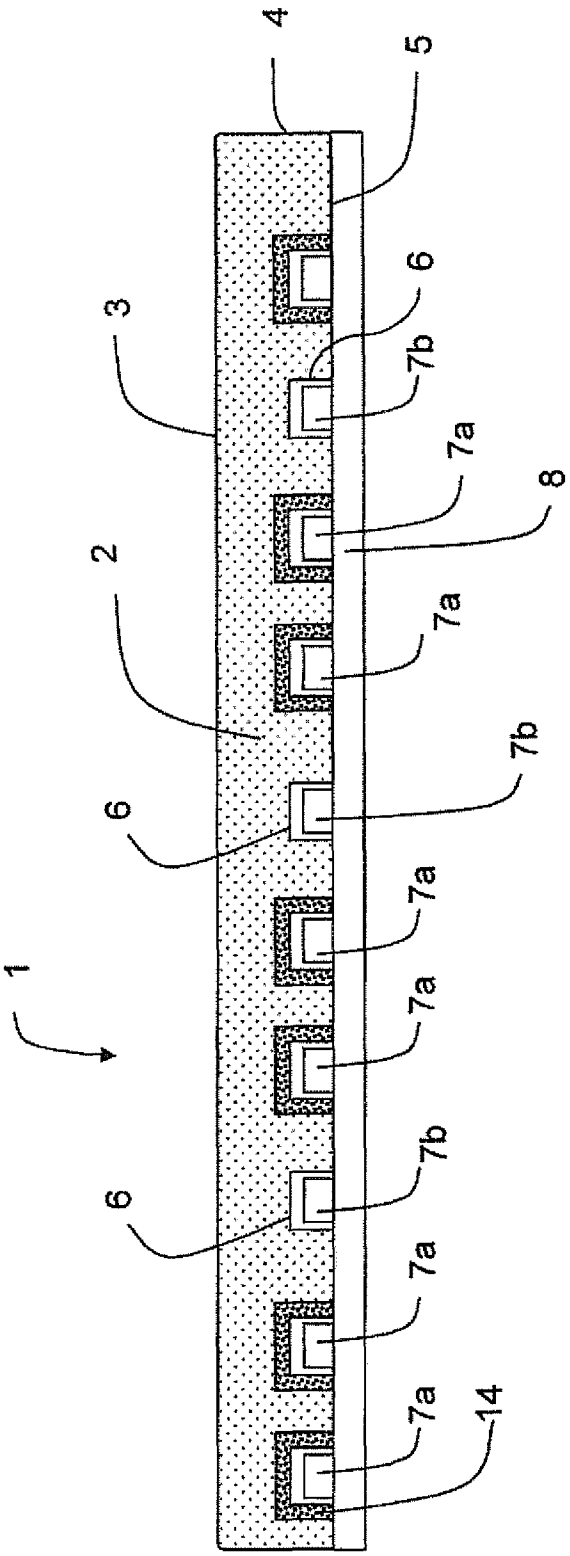
Figur 5



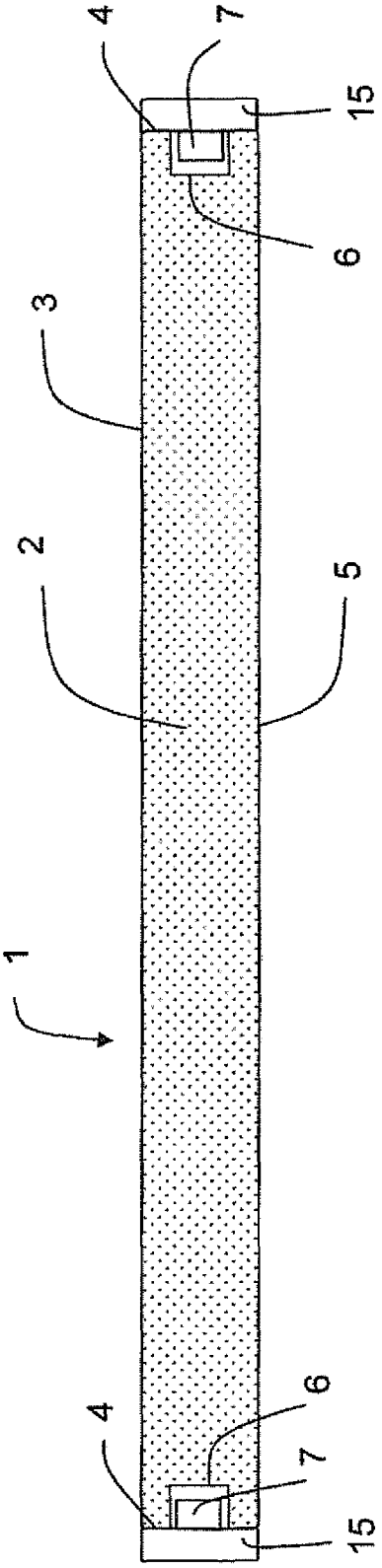
Figur 6



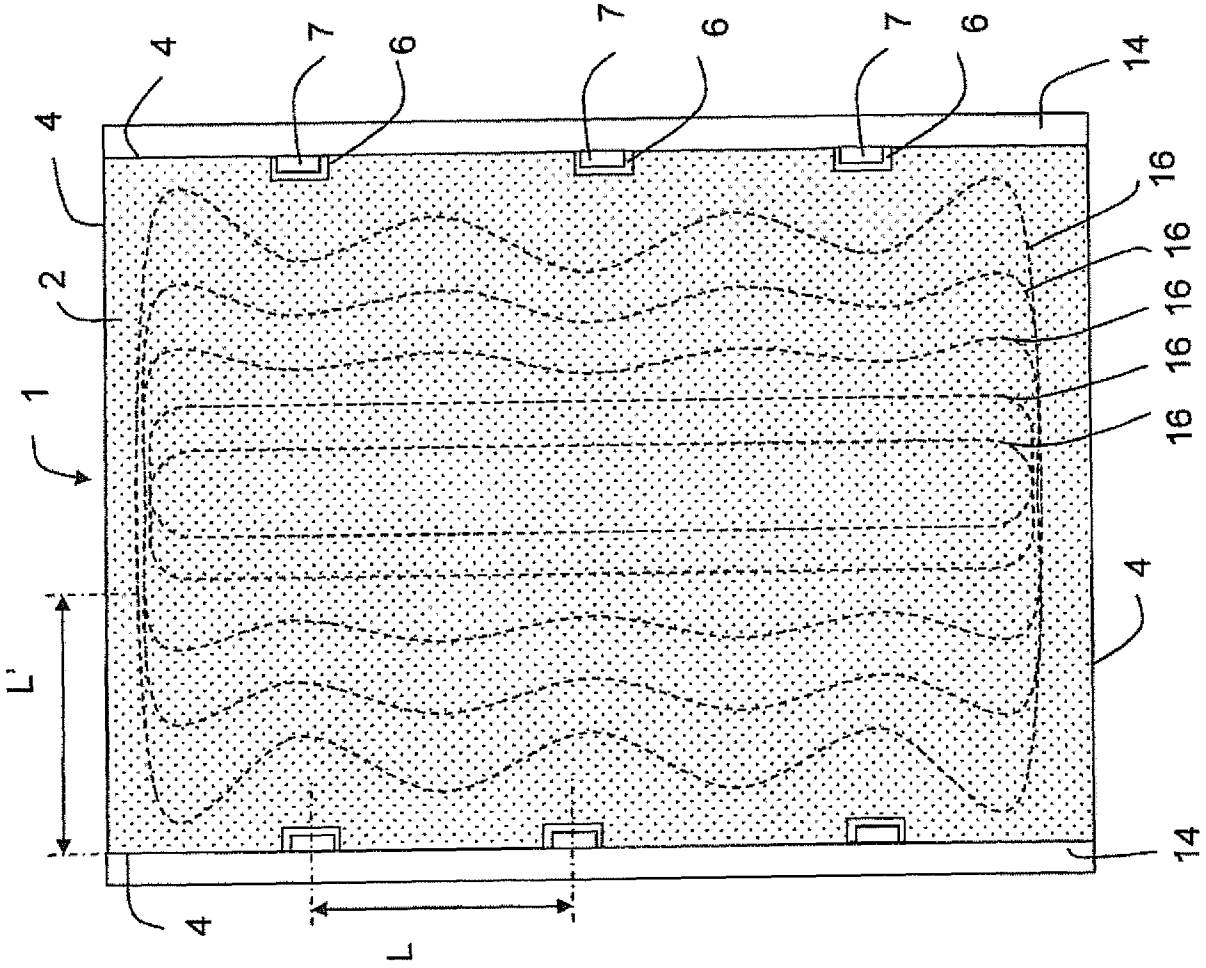
Figur 7



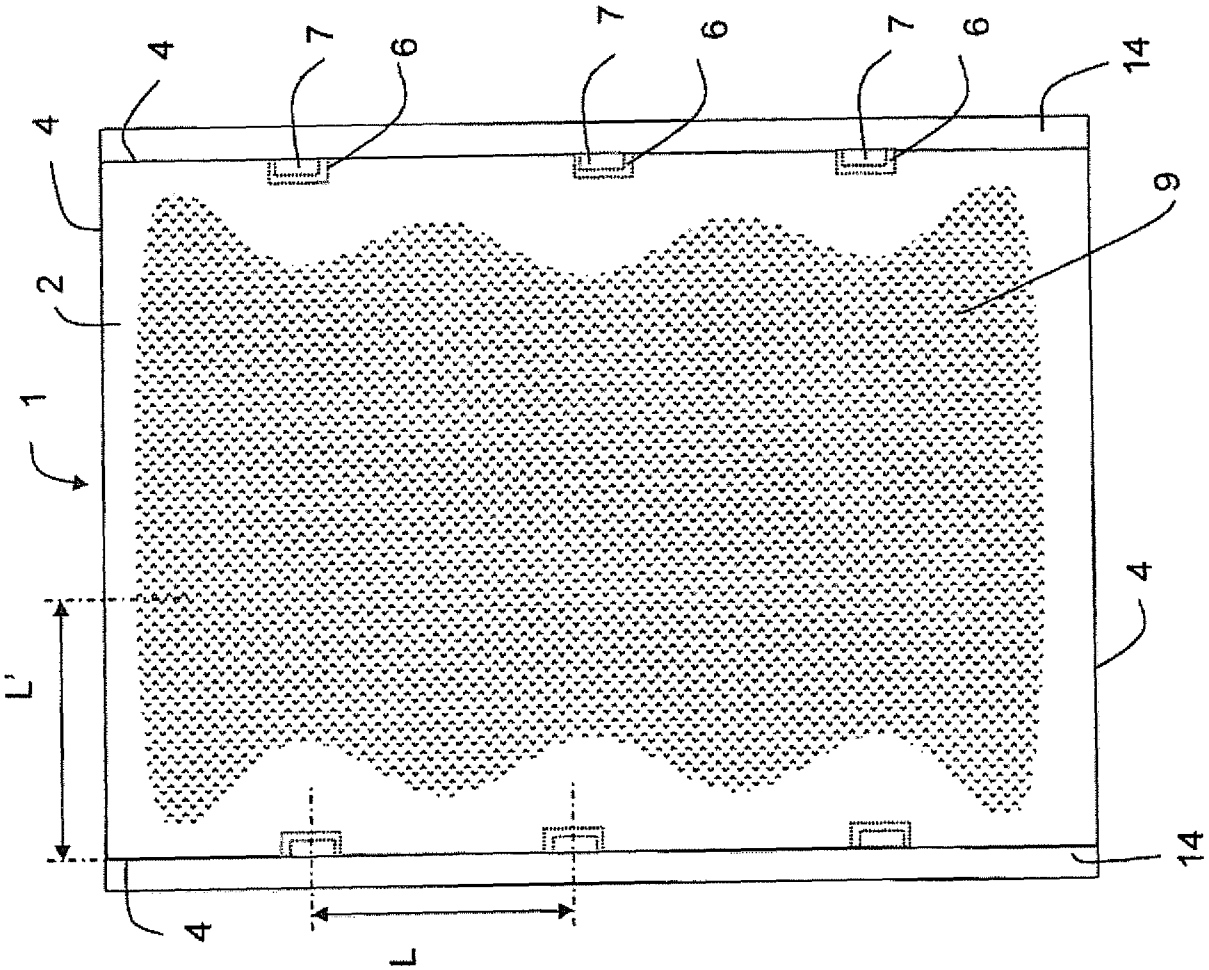
Figur 8



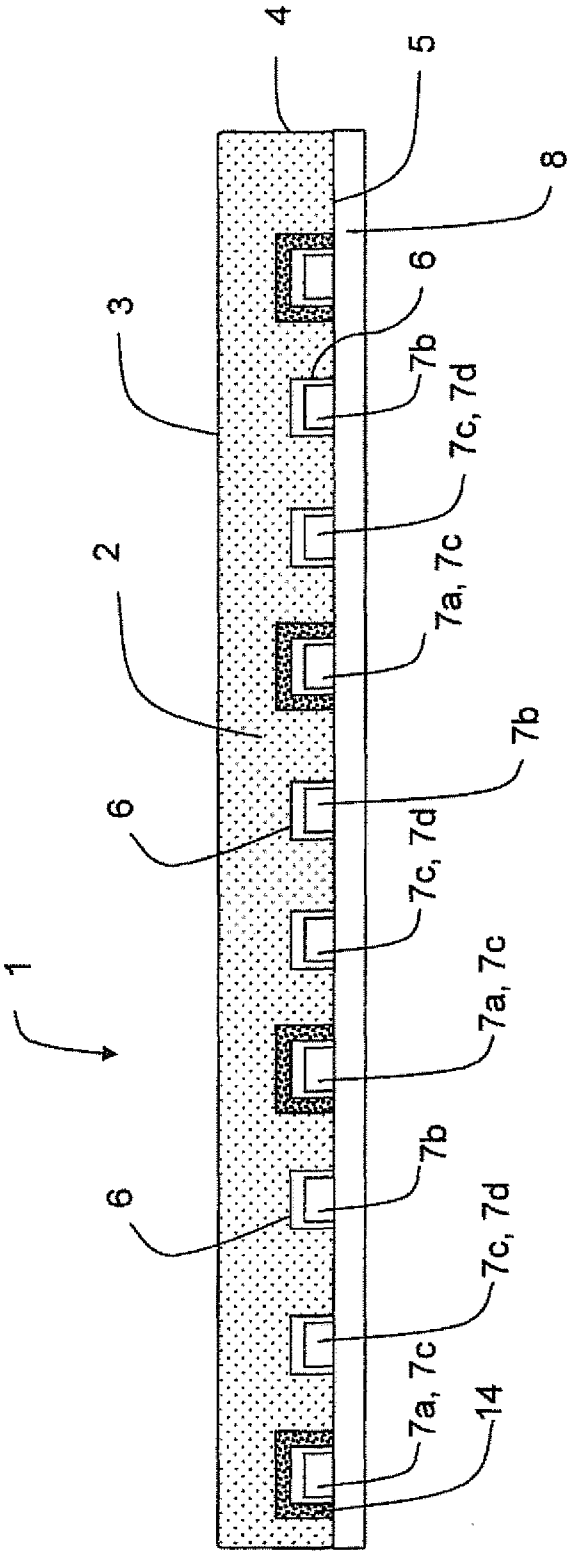
Figur 9



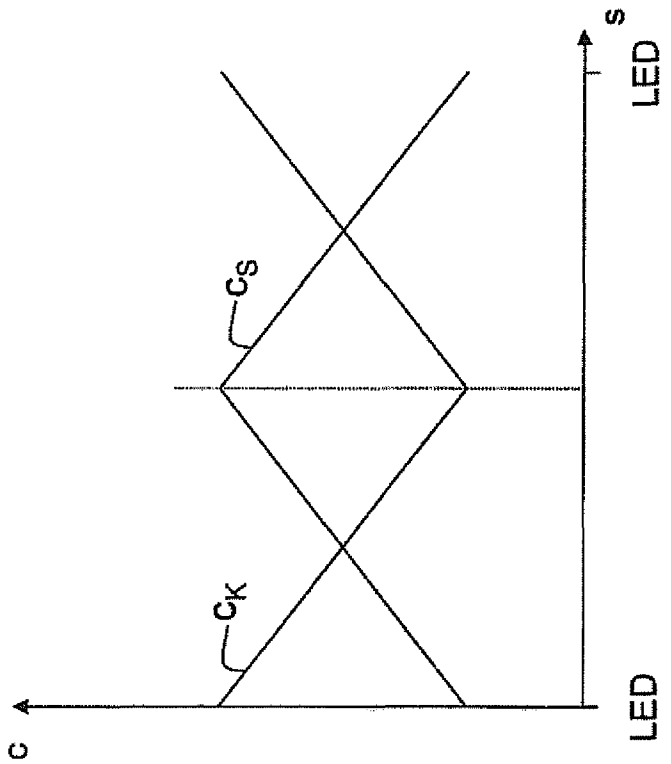
Figur 10



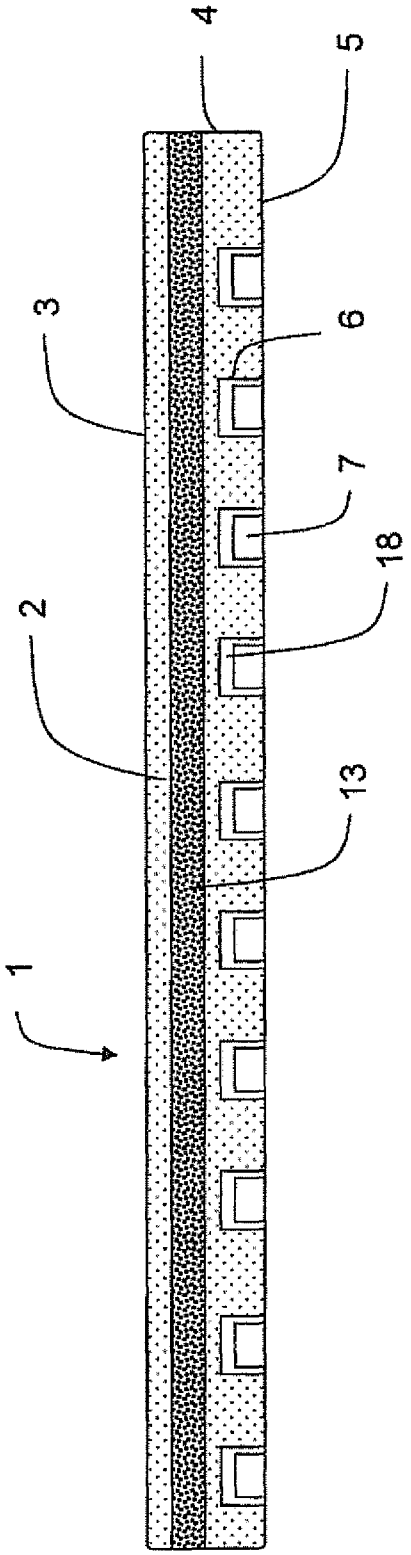
Figur 11



Figur 12



Figur 13



Figur 14