

(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
19. September 2013 (19.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/135873 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/055414

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2013 (15.03.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 204 062.5 15. März 2012 (15.03.2012) DE

(71) Anmelder: LEDON OLED LIGHTING GMBH & CO.
KG [DE/DE]; Manfred-von-Ardenne-Ring 20, Haus F,
01109 Dresden (DE).

(72) Erfinder: AMELUNG, Jörg; Forststrasse 24, 01099
Dresden (DE). DWORZAK, Matthias; Sprendlinger
Landstraße 6, 63069 Offenbach (DE). ERITT, Michael;
Barbarastraße 60, 01129 Dresden (DE). KIRCHHOFF,
Christian; Rothenburger Straße 33, 01099 Dresden (DE).

(74) Anwalt: THUN, Clemens; Mitscherlich & Partner,
Sonnenstraße 33, 80331 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, PA, 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,
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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIGHT-EMITTING ARRANGEMENT WITH AN OLED OR QLED WITH IMPROVED LIGHT YIELD

(54) Bezeichnung : LICHTABGABEANORDNUNG MIT EINER OLED ODER QLED MIT VERBESSERTER
LICHTAUSBEUTE

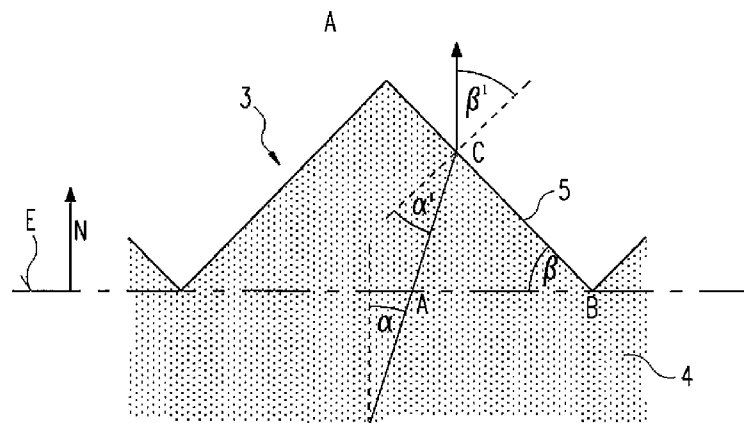


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a light-emitting arrangement with a light-generating layer of an OLED or QLED that generates light, which is emitted by a surface layer (4) into an exterior space (A). The surface layer (4) has a surface region running in a first approximation in a plane (E) through which the light is emitted. To achieve as great a light yield as possible, optical elements (3) are arranged or formed on this surface region of the surface layer (4), said optical elements having surface regions (5) with a pitch angle β greater than 0° over plane (E). Pitch angle β is selected such that it satisfies the equation $n(\lambda_0) \sin(\beta - \alpha_0) = \sin(\beta)$, wherein the function $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, which indicates the intensity I of the light within the surface layer (4) as a function of the wavelength λ and the angle α , at which the light is diffused with reference to a normal (N) of the plane (E) extending from the light generating layer (2), is at its absolute maximum at wavelength λ_0 and at angle α_0 and wherein $n(\lambda_0)$ designates the refractive index of the optical elements (3) at wavelength λ_0 .

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/135873 A1



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Lichtabgabeanordnung mit einer Lichterzeugungsschicht einer OLED oder QLED, die Licht erzeugt, das durch eine Randschicht (4) hindurch in einen Außenraum (A) abgegeben wird. Die Randschicht (4) weist einen, in erster Näherung in einer Ebene (E) verlaufenden Oberflächenbereich auf, durch den hindurch die Lichtabgabe erfolgt. Um eine möglichst große Lichtausbeute zu erzielen, sind auf diesem Oberflächenbereich der Randschicht (4) optische Elemente (3) angeordnet oder ausgebildet, die Flächenbereiche (5) mit einem Steigungswinkel β größer 0° gegenüber der Ebene (E) aufweisen. Der Steigungswinkel β ist dabei derart gewählt, dass er die Relation $n(\lambda_0) \sin(\beta - \alpha_0) = \sin(\beta)$ erfüllt, wobei die Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, die die Intensität I des Lichts innerhalb der Randschicht (4) in Abhängigkeit der Wellenlänge λ und des Winkels α angibt, unter dem sich das Licht mit Bezug auf eine, von der Lichterzeugungsschicht (2) fort weisende Normale (N) der Ebene (E) ausbreitet, bei der Wellenlänge λ_0 und dem Winkel α_0 ihr absolutes Maximum aufweist und wobei $n(\lambda_0)$ den Brechungsindex der optischen Elemente (3) bei der Wellenlänge λ_0 bezeichnet.

5 **Lichtabgabeanordnung mit einer OLED oder QLED mit verbesserter**
 Lichtausbeute

Die Erfindung betrifft eine Lichtabgabeanordnung mit einer Lichterzeugungsschicht einer OLED (organic light emitting diode; organische Leuchtdiode) oder QLED
10 (quantum dot light emitting diode; Quantenpunkt-Leuchtdiode) und einer Randschicht, über die ein von der Lichterzeugungsschicht erzeugtes Licht in einen Außenraum der Lichtabgabeanordnung abgegeben wird. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Lichtabgabeanordnung.

15 Auf der Basis von OLEDs oder QLEDs können neuartige Flächenlichtelemente verwirklicht werden. Als flächiger Leuchtkörper mit gegenüber einer LED (light emitting diode; Leuchtdiode) moderaterer Leuchtdichte ist eine OLED bzw. QLED besonders gut geeignet für die Herstellung flächiger, diffuser Lichtquellen. Insbesondere im professionellen Beleuchtungsbereich ist eine diffuse Beleuchtung eine
20 neue Möglichkeit der Realisierung von großflächigen hochqualitativen Leuchten.

In Fig. 7 ist eine Skizze einer entsprechenden Lichtabgabeanordnung mit einer Lichterzeugungsschicht 2 einer OLED, also einer organischen Schicht und einer Randschicht 4 der Lichtabgabeanordnung – hier in Form eines Substrats – gezeigt. Die
25 Randschicht 4 weist einen ersten Oberflächenbereich 6 auf, der zu der Lichterzeugungsschicht 2 weist und einen, dem ersten Oberflächenbereich 6 gegenüberliegenden zweiten Oberflächenbereich 8. Der zweite Oberflächenbereich 8 ist in erster Näherung in einer Ebene *E* verlaufend ausgebildet. Die OLED umfasst, wie an sich bekannt, zwei Elektroden 21, 22, wobei die Lichterzeugungsschicht 2
30 zwischen den beiden Elektroden 21, 22 angeordnet ist und bei Anlegen eines Stroms an die Elektroden 21, 22 ein Licht erzeugt. Das Licht tritt über den ersten Oberflächenbereich 6 in die Randschicht 4 ein und zumindest teilweise im Weiteren über den zweiten Oberflächenbereich 8 wieder aus der Randschicht 4 aus und wird in einen Außenraum *A* der Lichtabgabeanordnung abgegeben.

Üblicherweise grenzt der zweite Oberflächenbereich 8 unmittelbar an Luft, wobei der Brechungsindex n der Randschicht 4 größer ist als der Brechungsindex der umgebenden Luft.

- 5 Die externe Lichtausbeute einer solchen Lichtabgabeanordnung ist aufgrund unterschiedlicher Verlustmechanismen begrenzt; analoges gilt im Fall einer QLED. Einer der dominierenden Verlustmechanismen ist dabei die Totalreflexion des Lichts an dem ersten Oberflächenbereich 8. Wie in Fig. 7 – lediglich sehr schematisch – durch kleine Pfeile angedeutet, breitet sich das Licht innerhalb der Randschicht 4 nicht
10 lediglich in einer Richtung aus, sondern in vielen unterschiedlichen Richtungen. Zur diesbezüglichen Beschreibung wird hier eine, von der Lichterzeugungsschicht 2 fortweisende Normale N der Ebene E betrachtet; die Normale N ist also in Richtung Außenraum A gerichtet. Das innerhalb der Randschicht 4 verlaufende Licht setzt sich dementsprechend aus vielen Lichtstrahlen zusammen, die jeweils einen Winkel α mit
15 der Normalen N einschließen.

- Wenn nun, wie in Fig. 8 näher skizziert, ein Lichtstrahl unter einem Winkel α aus der Randschicht 4 – hier in Form des Substrats – auf den ersten Oberflächenbereich 8 trifft, kommt es zu einer Totalreflexion, falls der Winkel α größer als der
20 entsprechende kritische Winkel α_C ist. Der Lichtstrahl wird in diesem Fall also totalreflektiert und im Weiteren innerhalb der Randschicht 4 zumindest teilweise absorbiert; dieser Vorgang kann sich mehrfach wiederholen, bis das gesamte unter dem Winkel α abgestrahlte Licht absorbiert ist.

- 25 Falls der Lichtstrahl unter einem Winkel α auf den ersten Oberflächenbereich 8 trifft, der kleiner als der kritische Winkel α_C ist, wird der Lichtstrahl unter dem Austrittswinkel β' gebrochen und gelangt so in den Außenraum A .

- Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, diese Verluste durch spezielle
30 Auskoppeloptiken an der OLED- bzw. QLED-Oberfläche zu vermindern. Eine derartige Auskoppeloptik ist beispielsweise aus der Schrift US 2003/0020399 A1 bekannt. Bei dieser bekannten Auskoppeloptik sind optische Elemente auf dem zweiten Oberflächenbereich 8 angeordnet, die die Form von Pyramidenstümpfen aufweisen.

Teilweise wird durch die bekannten Auskoppeloptiken eine deutliche Verbesserung der externen Lichtausbeute der Lichtabgabeordnung erzielt. Allerdings kommt es auch zu Fällen, in denen sich auf diese Weise lediglich eine sehr geringe oder keine merkliche Verbesserung erzielen lässt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine entsprechende verbesserte Lichtabgabeordnung anzugeben; insbesondere soll die Lichtabgabeordnung verbesserte Eigenschaften mit Bezug auf die externe Lichtausbeute aufweisen.

10 Außerdem soll ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Lichtabgabeordnung angegeben werden.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit den in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Gegenständen gelöst. Besondere Ausführungsarten der Erfindung sind in

15 den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Ursache für die teilweise deutlich begrenzte Wirkung der bekannten Auskoppeloptiken mit Bezug auf die Lichtausbeute liegt darin, dass es eine große Vielfalt an unterschiedlich aufgebauten Typen von OLEDs und QLEDs gibt, die sich

20 in ihren optischen Eigenschaften unterscheiden. Diese optischen Eigenschaften lassen sich zum Beispiel durch das Spektrum und die Winkelverteilung des Lichts innerhalb der Randschicht charakterisieren. Sowohl das Spektrum, als auch die Winkelverteilung hängen in komplexer Weise von unterschiedlichen Parametern ab, zum Beispiel Material und Schichtdicke und sind daher für jeden OLED- bzw. QLED-Typ

25 spezifisch.

Fig. 9 zeigt beispielhaft ein Emissionsspektrum einer OLED/QLED. Dabei ist die Intensität I des Lichts in der Randschicht als Funktion der Wellenlänge λ aufgetragen. Das Spektrum weist ausgeprägte Maxima und Minima auf. Im gezeigten Beispiel ist

30 ein absolutes Maximum bei der Wellenlänge λ_2 zu erkennen und außerdem zwei lokale Maxima bei den Wellenlängen λ_1 und λ_3 . Das Maximum bei der Wellenlänge λ_1 ist dabei das zweitgrößte Maximum, dasjenige bei der Wellenlänge λ_3 das drittgrößte Maximum.

Des Weiteren wird das innerhalb der Randschicht verlaufende Licht jeder einzelnen Wellenlänge λ (bzw. integralen Wellenlängenlängenintervalls λ) durch die genannte Abhängigkeit vom Winkel α charakterisiert. Die Intensität I des Lichts innerhalb der Randschicht lässt sich somit – wie in Fig. 10 beispielhaft skizziert – als Funktion der Wellenlänge λ und des Winkels α beschreiben, also mathematisch formuliert $I = I(\lambda, \alpha)$. Im gezeigten Beispiel sind für Winkel $\alpha > 0^\circ$ drei Maxima erkennbar, nämlich ein absolutes Maximum bei $\lambda = \lambda_2$ und $\alpha = \alpha_{2,1}$, also an der Stelle $(\lambda_2, \alpha_{2,1})$ und zwei weitere, lokale Maxima finden sich bei $\lambda = \lambda_I$ und $\alpha = \alpha_{I,1}$ und bei $\lambda = \lambda_I$ und $\alpha = \alpha_{I,2}$, also an den Stellen $(\lambda_I, \alpha_{I,1})$ und $(\lambda_I, \alpha_{I,2})$.

10

Gemäß der Erfindung wird nun ausgehend von der in Fig. 7 skizzierten Lichtabgabeanordnung die Gestaltung der Auskoppeloptik zur Auskopplung des Lichts aus der Randschicht in die umgebende Luft des Außenraums A an die OLED/QLED-spezifische Funktion $I(\lambda, \alpha)$ angepasst ausgebildet.

15

Hierzu sind optische Elemente auf dem zweiten Oberflächenbereich angeordnet oder ausgebildet, die Flächenbereiche mit einem Steigungswinkel β gegenüber der Ebene E aufweisen, der größer als 0° ist, wobei die optischen Elemente derart ausgebildet sind, dass der Steigungswinkel β die folgende Relation erfüllt:

20

$$n(\lambda_0) \sin (\beta - \alpha_0) = \sin (\beta), \quad (\text{Gleichung 1})$$

wenn die Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$ mit $\alpha > 0^\circ$ bei der Wellenlänge λ_0 und dem Winkel α_0 ihr absolutes Maximum aufweist und $n(\lambda_0)$ den Brechungsindex der optischen Elemente bei der Wellenlänge λ_0 bezeichnet.

25

Zur Erläuterung der in Gleichung (1) genannten Relation ist in Fig. 1 beispielhaft ein Lichtstrahl skizziert, der unter dem Winkel α in der Randschicht 4 verläuft und dann auf einen entsprechenden Flächenbereich 5 eines optischen Elements 3 trifft, der einen Steigungswinkel β gegenüber der Ebene E aufweist, so dass der Lichtstrahl unter dem Eintrittswinkel α' auf die Grenzfläche zur Luft trifft, dort gebrochen wird und dann unter dem Austrittswinkel β' weiterverläuft. Im gezeigten Beispiel ist das optische Element 3 auf dem zweiten Oberflächenbereich 8 ausgebildet, wobei es einstückig mit der Randschicht 4 gebildet ist.

30

Wenn nun – wie in der Skizze gezeigt – der in den Außenraum A austretende Lichtstrahl parallel zu der Normalen N verläuft, ist β' gleich dem Steigungswinkel β des Flächenbereichs 5 und es gilt im Dreieck ABC für die Winkelsumme

5

$$180^\circ = \beta + (90^\circ - \alpha) + (90^\circ - \alpha')$$

und folglich die Beziehung

10

$$\alpha' = \beta - \alpha.$$

Der Steigungswinkel β ist also so gewählt, dass das Licht „in Vorwärtsrichtung“, also senkrecht zu der Ebene E , gebrochen wird bzw. in Richtung der Normalen N in den Außenraum A tritt. Mithilfe des Snellius Brechungsgesetzes ergibt sich somit für

15

diesen Fall die Beziehung

$$n(\lambda) \sin (\beta - \alpha) = \sin (\beta),$$

wenn $n(\lambda)$ den Brechungsindex des optischen Elements 3 bzw. – bei entsprechender einstückiger Ausbildung – der Randschicht 4 bei der Wellenlänge λ bezeichnet und der Brechungsindex im Außenraum A den Wert 1 hat.

20

Wenn der Steigungswinkel β entsprechend der obigen Gleichung (1) für das absolute Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, festgelegt wird, lässt sich somit unter vergleichsweise einfacher Ausbildung der optischen Elemente ein vergleichsweise großer Effekt mit Bezug auf die Lichtausbeute erzielen.

25

Vorzugsweise handelt es sich bei der Randschicht um ein Substrat. Dabei ist vorzugsweise zwischen dem Substrat und der Lichterzeugungsschicht – insbesondere lediglich – eine Elektrode der OLED bzw. QLED angeordnet.

30

Vorteilhaft sind die optischen Elemente einstückig mit der Randschicht ausgebildet oder aus einem Material gefertigt, das zumindest näherungsweise denselben Brechungsindex aufweist wie dasjenige Material, aus dem die Randschicht besteht.

Auf diese Weise lassen sich unerwünschte Effekte am Übergangsbereich von der Randschicht zu den optischen Elementen vermeiden.

Vorzugsweise sind die optischen Elemente unmittelbar aneinander grenzend angeordnet. Hierdurch ist der optische Effekt, der sich durch die optischen Elemente erzielt lässt, besonders gut ausgeprägt.

Vorteilhaft sind die optischen Elemente Mikroprismen. Die Größe bzw. der Durchmesser der optischen Elemente ist vorzugsweise kleiner als 1 mm, besonders bevorzugt kleiner als 0,1 mm.

Eine besonders einfache und dabei wirkungsvolle Gestaltungsmöglichkeit der optischen Elemente ist ermöglicht, wenn die optischen Elemente jeweils eine Pyramidenform aufweisen, wobei die Flächenbereiche jeweils wenigstens eine Mantelfläche der entsprechenden Pyramide darstellen.

Vorzugsweise weist die Pyramidenform eine dreieckige oder eine rechteckige oder eine hexagonale Grundfläche auf. Auf diese Weise lassen sich die optischen Elemente besonders gut unmittelbar aneinander angrenzend gestalten, so dass zwischen den optischen Elementen praktisch keine Zwischenbereiche gebildet sind, in denen es zu unerwünschten optischen Effekten kommen könnte.

Besonders einfach und dabei wirkungsvoll lassen sich die optischen Elemente gestalten, wenn wenigstens zwei der Mantelflächen, vorzugsweise sämtliche Mantelflächen der entsprechenden Pyramide denselben Steigungswinkel β gegenüber der Ebene aufweisen.

Weiterhin vorteilhaft weisen die optischen Elemente außerdem weitere Flächenbereiche auf, die einen weiteren Steigungswinkel β_I aufweisen, der sich von dem zuerst genannten Steigungswinkel β unterscheidet, wobei die optischen Elemente derart ausgebildet sind, dass der weitere Steigungswinkel β_I mit Bezug auf ein lokales Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, das nicht das absolute Maximum ist, analog zu dem zuerst genannten Steigungswinkel β gewählt ist, wobei das lokale Maximum vorzugsweise das zweitgrößte Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, ist.

Hierdurch lässt sich im Allgemeinen eine weitergehende Steigerung der Lichtausbeute erzielen.

In einer entsprechenden weiteren Fortbildung weisen die optischen Elemente
5 außerdem noch weitere Flächenbereiche auf, die wenigstens einen noch weiteren Steigungswinkel β_i aufweisen, der sich von dem zuerst genannten Steigungswinkel β und dem weiteren Steigungswinkel β_l unterscheidet, wobei die optischen Elemente derart ausgebildet sind, dass der noch weitere Steigungswinkel β_i bzw. jeder der noch weiteren Steigungswinkel β_i mit Bezug auf ein lokales Maximum der Funktion $I = I(\lambda,$
10 $\alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, das nicht das absolute Maximum und nicht das zuerst genannte lokale Maximum ist, analog zu dem zuerst genannten Steigungswinkel β gewählt ist.

Besonders effektiv lässt sich die Lichtabgabeanordnung gestalten, wenn die optischen Elemente dabei derart gestaltet sind, dass zu jedem lokalen Maximum der Funktion $I =$
15 $I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, jeweils Flächenbereiche mit einem der Steigungswinkel ausgebildet sind.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist eine Lichtabgabeanordnung vorgesehen, die eine Lichterzeugungsschicht einer OLED oder einer QLED aufweist,
20 die dazu ausgebildet ist, bei Anlegen eines Stroms ein Licht zu erzeugen, eine Randschicht, die in erster Näherung plattenförmig ist, so dass sie einen ersten Oberflächenbereich und einen, dem ersten Oberflächenbereich gegenüberliegenden, zweiten Oberflächenbereich aufweist, wobei der zweite Oberflächenbereich in erster Näherung in einer Ebene verlaufend ausgebildet ist, wobei das Licht der
25 Lichterzeugungsschicht über den ersten Oberflächenbereich in die Randschicht eintritt, über den zweiten Oberflächenbereich aus der Randschicht austritt und in einen Außenraum der Lichtabgabeanordnung abgegeben wird, sowie optische Elemente, die auf dem zweiten Oberflächenbereich angeordnet oder ausgebildet sind, wobei die optischen Elemente Flächenbereiche aufweisen, die einen Steigungswinkel größer als
30 0° gegenüber der Ebene aufweisen. Der Steigungswinkel β ist dabei derart gewählt, dass er die Relation $n(\lambda_G) \sin(\beta - \alpha_0) = \sin(\beta)$ erfüllt, wenn die Funktion $I_{\lambda G} = I_{\lambda G}(\alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, die die Intensität $I_{\lambda G}$ des Lichts innerhalb der Randschicht bei einer vorgegebenen Wellenlänge λ_G in Abhängigkeit des Winkels α angibt, unter dem sich das Licht mit Bezug auf eine, von der Lichterzeugungsschicht fort weisende Normale

der Ebene ausbreitet, bei dem Winkel α_0 ein Maximum, vorzugsweise ihr absolutes Maximum aufweist und $n(\lambda_G)$ den Brechungsindex der optischen Elemente bei der Wellenlänge λ_G bezeichnet. Hierdurch lässt sich die Lichtausbeute mit Bezug auf eine bestimmte Wellenlänge entsprechend verbessern.

5

Gemäß einem noch weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Lichtabgabeordnung vorgesehen, das die folgenden Schritte aufweist: (i) Ermittlung der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$ mit $\alpha > 0^\circ$, (ii) Ermittlung des absoluten Maximums der Funktion und (iii) Festlegung des Steigungswinkels β in

10 Abhängigkeit des Maximums der Funktion gemäß der genannten Relation.

Vorzugsweise ist das Verfahren zur Herstellung einer entsprechenden erfindungsgemäßen Lichtabgabeordnung ausgebildet, bei der die optischen Elemente wenigstens Flächenbereiche mit zwei unterschiedlichen Steigungswinkeln

15 aufweisen, wobei das Verfahren außerdem noch die beiden folgenden Schritte umfasst: (iv) Ermittlung wenigstens eines lokalen Maximums der Funktion, das nicht das absolute Maximum darstellt, vorzugsweise wenigstens des zweitgrößten Maximums, und (v) analoge Festlegung wenigstens eines weiteren Steigungswinkels β , β_i in Abhängigkeit des wenigstens einen weiteren lokalen Maximums.

20

Vorzugsweise werden die optischen Elemente mithilfe von Spritzguss oder Stereolithographie hergestellt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug

25 auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzip-Querschnittsskizze zu optischen Elementen einer Lichtabgabeordnung gemäß der Erfindung,

30 Fig. 2a eine entsprechende Querschnitt-Skizze zu einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2b eine dazugehörige Aufsicht,

Figuren 3a und 3b den Figuren 2a und 2b entsprechende Skizzen zu einem zweiten Ausführungsbeispiel,

5 Figuren 4a und 4b den Figuren 2a und 2b entsprechende Skizzen zu einem dritten Ausführungsbeispiel,

Figuren 5a und 5b den Figuren 2a und 2b entsprechende Skizzen zu einem vierten Ausführungsbeispiel,

10 Figuren 6a und 6b den Figuren 2a und 2b entsprechende Skizzen zu einem fünften Ausführungsbeispiel,

Fig. 7 eine Skizze einer Lichtabgabeanordnung gemäß dem Stand der Technik,

15

Fig. 8 eine Skizze zum optischen Verhalten von Lichtstrahlen an einer Grenzfläche zwischen einer Randschicht einer Lichtabgabeanordnung und umgebender Luft,

20 Fig. 9 ein Diagramm zur Abhängigkeit der Intensität des Lichts innerhalb der Randschicht in Abhängigkeit der Wellenlänge und

Fig. 10 ein entsprechendes Diagramm, in dem die Abhängigkeit von der Wellenlänge und dem Winkel α gegenüber einer Normalen der Lichtabgabeanordnung skizziert ist.

25

In Fig. 2a ist eine Skizze zu einem ersten Ausführungsbeispiel gezeigt, die der Darstellung der Fig. 1 entspricht, also einen entsprechenden Querschnitt im Bereich des zweiten Oberflächenbereichs 8 zeigt. In Fig. 2b ist eine entsprechende Aufsicht von dem Außenraum A auf den zweiten Oberflächenbereich 8 skizziert.

30

Ausgehend von der oben dargestellten, in Fig. 7 skizzierten Lichtabgabeanordnung gemäß dem Stand der Technik und den obigen Ausführungen sind auf dem zweiten Oberflächenbereich 8 erfindungsgemäß optische Elemente 3 angeordnet oder

ausgebildet, die Flächenbereiche 5 mit einem Steigungswinkel β gegenüber der Ebene E aufweisen, der größer als 0° ist, wobei der Steigungswinkel β die oben in Gleichung (1) angegebene Relation erfüllt. Auf diese Weise ist der Steigungswinkel β derart gewählt, dass er an die maximale Intensität I des Lichts in der Randschicht 4 angepasst ist bzw. an das absolute Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$ mit $\alpha > 0^\circ$.

Die Randschicht 4 besteht vorzugsweise lediglich aus einem quasi homogen verteilten Material, so dass die Randschicht 4 an allen Stellen denselben Brechungsindex in Abhängigkeit der Wellenlänge des Lichts aufweist. Vorzugsweise handelt es sich bei der Randschicht um ein Substrat. Vorzugsweise ist – wie in Fig. 7 skizziert – zwischen dem Substrat und der Lichterzeugungsschicht 2 eine Elektrode 22, insbesondere lediglich eine Elektrode 22 angeordnet, wobei die Elektrode 22 vorzugsweise eine Elektrode ist, die zum Anlegen des Stroms zur Erzeugung des Lichts in der Lichterzeugungsschicht 2 dient.

Im gezeigten Beispiel sind die optischen Elemente 3 einstückig mit der Randschicht 4 ausgebildet, also durch entsprechende Strukturierung des zweiten Oberflächenbereichs 8 der Randschicht 4 gebildet. Dies hat den Vorteil, dass – unter normalen Umständen – der Brechungsindex der optischen Elemente 3 praktisch identisch zu dem Brechungsindex der Randschicht 4 ist, so dass es zu keinen weiteren, möglicherweise unerwünschten, optischen Beeinflussungen im Bereich des Übergangs von der Randschicht 4 zu den optischen Elementen 3 kommt.

Alternativ können die optischen Elemente 3 als separate Elemente gestaltet sein, wobei es in diesem Fall vorteilhaft ist, die optischen Elemente 3 derart zu gestalten, dass ihr Brechungsindex möglichst wenig von dem Brechungsindex der Randschicht 4 abweicht, also zumindest näherungsweise demjenigen der Randschicht 4 entspricht, so dass es nicht zu merklichen weiteren Beeinflussungen des Lichts in dem genannten Übergangsbereich kommt. Hierdurch könnte der gewünschte Effekt vermindert werden. Beispielsweise kann im Fall der separaten Ausbildung der optischen Elemente 3 vorgesehen sein, dass die optischen Elemente einen (über den sichtbaren Bereich gemittelten) Brechungsindex aufweisen, der weniger als 0,05, vorzugsweise weniger als 0,02 von demjenigen der Randschicht 4 abweicht.

Die optischen Elemente 3 sind bei diesem Ausführungsbeispiel pyramidenförmig und dabei vorzugsweise unmittelbar aneinander grenzend angeordnet. Somit lassen sich Flächenbereiche vermeiden, die parallel zu der Ebene E verlaufen. Die optischen Elemente 3 bilden somit quasi ein zweidimensionales optisches System zur

5 Auskopplung des Lichts aus der Lichtabgabeanordnung in den Außenraum A .

Vorzugsweise sind die optischen Elemente 3 Mikroprismen. Die Grundfläche der entsprechenden Pyramide beträgt vorzugsweise zwischen $1\ \mu\text{m}^2$ und $1\ \text{mm}^2$, beispielsweise etwa $100\ \mu\text{m}^2$. Insbesondere kann die Größe bzw. der Durchmesser der

10 optischen Elemente 3 kleiner als 1 mm sein, insbesondere kleiner als 0,1 mm.

Die Flächenbereiche 5 stellen jeweils wenigstens eine, vorzugsweise wenigstens zwei der Mantelflächen der entsprechenden Pyramide dar. Vorzugsweise weisen sämtliche Mantelflächen der entsprechenden Pyramide den Steigungswinkel β auf. Dabei kann es

15 sich insbesondere um eine gerade Pyramide handeln.

Wie aus Fig. 2b hervorgeht, weisen die optischen Elemente 3 bzw. die entsprechenden Pyramiden jeweils eine rechteckige, hier quadratische Grundfläche auf. Alle Pyramiden sind gleich geformt und gleich groß, so dass eine besonders einfache

20 Herstellung ermöglicht ist.

Gemäß einer Variante kann vorgesehen sein, dass der Steigungswinkel β derart gewählt ist, dass er die Relation $n(\lambda_G) \sin(\beta - \alpha_0) = \sin(\beta)$ erfüllt, wenn λ_G eine vorgegebene Wellenlänge des Lichts bezeichnet, $n(\lambda_G)$ den Brechungsindex der

25 optischen Elemente 3 für Licht der Wellenlänge λ_G und α_0 denjenigen Winkel unter dem die Funktion $I_{\lambda_G} = I_{\lambda_G}(\alpha)$ mit $\alpha > 0^\circ$, die die Intensität I_{λ_G} des Lichts bei der vorgegebenen Wellenlänge λ_G in Abhängigkeit des Winkels α angibt, ein Maximum, vorzugsweise ihr absolutes Maximum aufweist. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die Verbesserung der Lichtausbeute mit Bezug auf eine bestimmte Wellenlänge, hier

30 also die Wellenlänge λ_G , erzielt werden soll.

Zur Herstellung der Lichtabgabeanordnung wird dementsprechend in einem Schritt (i) die Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$ mit $\alpha > 0^\circ$ ermittelt, also diejenige Funktion, die die Abhängigkeit des Lichts innerhalb der Randschicht 4 von der Wellenlänge λ und dem

Winkel α beschreibt. In einem anschließenden Schritt (ii) wird dann das absolute Maximum dieser Funktion ermittelt, also das Wertepaar (λ_0, α_0) das die Stelle des absoluten Maximums der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$ angibt, und in einem weiteren, nachfolgenden Schritt (iii) wird der Steigungswinkel β in Abhängigkeit des absoluten Maximums der Funktion festgelegt. Hierzu dient dementsprechend die in Gleichung (1) angegebene Relation, wobei $n(\lambda_0)$ den Brechungsindex der optischen Elemente 3 bei der Wellenlänge λ_0 bezeichnet.

Die optischen Elemente 3 können vorteilhaft mithilfe von Spritzguss oder Stereolithographie hergestellt werden.

In den Figuren 3a und 3b, die den Figuren 2a und 2b entsprechende Skizzen zeigen, ist ein zweites Ausführungsbeispiel dargestellt. Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel eingegangen.

Bei diesem Beispiel weisen die optischen Elemente – hier ebenfalls mit dem Bezugszeichen 3 versehen – hexagonale Grundflächen auf. Ansonsten entspricht das zweite Ausführungsbeispiel dem ersten Ausführungsbeispiel.

Im Fall einer hexagonalen Grundfläche lassen sich die optischen Elemente 3 derart gestalten, dass die im Querschnitt der Fig. 1 dargestellten Zusammenhänge in drei, senkrecht zu der Ebene E verlaufenden, in Fig. 3b bezeichneten, Schnittebenen $S1$, $S2$, $S3$ berücksichtigt werden können, während sich im Fall einer quadratischen Grundfläche lediglich zwei entsprechende Schnittebenen ergeben. Insoweit ist eine hexagonale Grundfläche noch besser geeignet als eine quadratische bzw. rechtwinklige.

In den Figuren 4a und 4b, die den Figuren 2a und 2b entsprechende Skizzen zeigen, ist ein drittes Ausführungsbeispiel dargestellt. Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede zu den vorherigen Ausführungsbeispielen eingegangen.

Bei diesem Ausführungsbeispiel weisen die optischen Elemente 3 außer den zuerst genannten Flächenbereichen 5 mit dem Steigungswinkel β noch weitere Flächenbereiche 51 auf, die einen weiteren Steigungswinkel β_1 aufweisen, der sich von

dem zuerst genannten Steigungswinkel β unterscheidet. Die optischen Elemente 3 sind dabei derart ausgebildet, dass der weitere Steigungswinkel β_I mit Bezug auf ein lokales Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, das nicht das absolute Maximum ist, analog zu dem zuerst genannten Steigungswinkel β gewählt ist, wobei das lokale Maximum

5 vorzugsweise das zweitgrößte Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, ist. Bezeichne also das Wertepaar (λ_I, α_I) die Stelle des lokalen Maximums, insbesondere des zweitgrößten Maximums der Funktion, dann ist der weitere Steigungswinkel β_I derart festgelegt, dass die Relation $n(\lambda_I) \sin(\beta_I - \alpha_I) = \sin(\beta_I)$ erfüllt ist, wobei $n(\lambda_I)$ den Brechungsindex der optischen Elemente 3 bei der Wellenlänge λ_I bezeichnet.

10

Dementsprechend sind bei diesem Ausführungsbeispiel die optischen Elemente 3 in zwei unterschiedlichen Formen gebildet, nämlich in einer ersten Pyramidenausbildung 31, bei der die Mantelflächen den zuerst genannten Steigungswinkel β bezüglich der Ebene E aufweisen und in einer zweiten Pyramidenausbildung 32, bei der die

15 Mantelflächen den weiteren Steigungswinkel β_I bezüglich der Ebene E aufweisen.

Vorzugsweise sind die optischen Elemente 3 dabei derart gebildet, dass – wie beispielhaft aus Fig. 4b hervorgeht – die erste Pyramidenausbildung 31 und die zweite Pyramidenausbildung 32 identische, gleich große Grundflächen aufweisen. Auf diese

20 Weise lassen sich die optischen Elemente 3 wieder ohne Zwischenräume unmittelbar aneinander grenzend ausbilden.

Gemäß einer Variante sind die optischen Elemente 3 weiterhin derart ausgebildet, dass sie außerdem noch weitere (in Fig. 4a nicht gezeigte) Flächenbereiche aufweisen, die

25 wenigstens einen noch weiteren Steigungswinkel β_i aufweisen, der sich von dem zuerst genannten Steigungswinkel β und dem weiteren Steigungswinkel β_I unterscheidet, wobei die optischen Elemente 3 derart ausgebildet sind, dass der noch weitere Steigungswinkel β_i bzw. gegebenenfalls jeder der noch weiteren Steigungswinkel β_i mit Bezug auf ein lokales Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, das nicht das

30 absolute Maximum und nicht das zuerst genannte lokale Maximum ist, analog zu dem zuerst genannten Steigungswinkel β gewählt ist. Bezeichne also das Wertepaar (λ_i, α_i) die Stelle dieses lokalen Maximums der Funktion, dann ist der wenigstens eine noch weitere Steigungswinkel β_i derart festgelegt, dass die Relation $n(\lambda_i) \sin(\beta_i - \alpha_i) = \sin(\beta_i)$ erfüllt ist, wobei $n(\lambda_i)$ den Brechungsindex der optischen Elemente 3 bei der

Wellenlänge λ_i bezeichnet. Im Allgemeinen kann also der Index i ein entsprechendes lokales Maximum bezeichnen. Wenn die Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, insgesamt k lokale Maxima aufweist kann der Index i dementsprechend von 1 bis k laufen.

- 5 Insbesondere kann in diesem Sinne die Gestaltung derart sein, dass alle lokalen Maxima der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, entsprechend berücksichtigt sind, also pro Maximum ein Steigungswinkel β_i festgelegt ist. Bezeichne $\lambda_1 \dots \lambda_m$ alle Wellenlängen und $\alpha_1 \dots \alpha_n$ alle Winkel, bei denen $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$ ein lokales Maximum, das nicht das absolute Maximum ist, besitzt, lassen sich im Allgemeinen $k = m \cdot n$
- 10 Steigungswinkel β_i mit $i = 1 \dots k = m \cdot n$ festlegen und dementsprechend weisen die optischen Elemente 3 vorzugsweise zusätzlich zu den zuerst genannten Flächenbereichen 5 mit dem Steigungswinkel β noch weitere Flächenbereiche mit $k = m \cdot n$ unterschiedlichen Steigungen auf.
- 15 Zur Herstellung einer entsprechenden Lichtabgabeordnung wird dementsprechend in einem weiteren Schritt (iv) wenigstens ein lokales Maximum der Funktion ermittelt, das nicht das absolute Maximum darstellt, vorzugsweise des zweitgrößten Maximums und in einem noch weiteren Schritt (v) wenigstens ein weiterer Steigungswinkel β_1, β_i in Abhängigkeit des wenigstens einen lokalen Maximums festgelegt.
- 20 In den Figuren 5a und 5b, die den Figuren 2a und 2b entsprechende Skizzen zeigen, ist ein viertes Ausführungsbeispiel dargestellt. Im Folgenden wird lediglich auf die Unterschiede zum dritten Ausführungsbeispiel eingegangen.
- 25 Bei diesem Beispiel weisen die optischen Elemente 3 jeweils zwei unterschiedliche geneigte Flächenbereiche 5, 51 auf. Hierzu kann – wie in Fig. 5a beispielhaft gezeigt – eines der optischen Elemente 3 eine Form aufweisen, die sich aus einer Pyramidenstumpf und einer auf der Deckfläche des Pyramidenstumpfes aufgesetzten Pyramide zusammensetzt, wobei die Mantelflächen des Pyramidenstumpfes den zuerst
- 30 genannten Steigungswinkel β aufweisen und die Mantelflächen der daraufgesetzten bzw. darauf angeordneten Pyramide den Steigungswinkel β_1 oder umgekehrt. Vorzugsweise wird der größere der beiden Steigungswinkel β, β_1 für die Mantelflächen des Pyramidenstumpfes gewählt und der kleinere für diejenigen der darauf angeordneten Pyramide.

Auf diese Weise lassen sich wieder alle optischen Elemente 3 mit ein und derselben Form gestalten, so dass wiederum eine quasi zweidimensionale Anordnung gleichartiger optischer Elemente 3 gebildet ist.

5

Die Grundflächen der optischen Elemente 3 können wiederum entweder – wie gezeigt – hexagonal sein oder aber rechteckig oder auch dreieckig.

Vorzugsweise werden auch hier wieder alle lokalen Maxima der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, berücksichtigt, so dass beispielsweise im Fall von zwei lokalen Maxima neben dem absoluten Maximum die optischen Elemente 3 mit zwei entsprechend aufeinander angeordneten Pyramidenstümpfen und einer darauf angeordneten Pyramide geformt sind usw.

15 Vorzugsweise ist bei dieser Stapelung von Pyramidenstümpfen und einer Pyramide jeweils die Grundfläche einer aufgesetzten Pyramide bzw. eines aufgesetzten Pyramidenstumpfes so groß gewählt wie die Deckfläche des unmittelbar darunter befindlichen Pyramidenstumpfes.

20 Es ist auch eine Mischform dieses Ausführungsbeispiel mit dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel möglich, so dass sowohl optische Elemente mit jeweils wenigstens zwei unterschiedlich geneigten Flächenbereichen als auch optische Elemente vorhanden sind, die Flächenbereiche mit lediglich einem Steigungswinkel aufweisen. Entsprechend den obigen Ausführungen sind auch in diesem Fall die
25 Grundflächen aller optischen Elemente vorzugsweise identisch und gleich groß gewählt.

In den Figuren 6a und 6b, die den Figuren 2a und 2b entsprechende Skizzen zeigen, ist ein viertes Ausführungsbeispiel dargestellt. Im Folgenden wird lediglich auf die
30 Unterschiede zum vierten Ausführungsbeispiel eingegangen.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine quasi zweidimensionale periodische Anordnung von optischen Elementen 3 mit beispielsweise rechteckiger oder hexagonaler Grundfläche gebildet. Alle optischen Elemente 3 sind identisch geformt.

Zur Berechnung des Steigungswinkels werden jedoch nicht nur einzelne Maxima, sondern die gesamte Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$ berücksichtigt. Die Form jedes optischen Elements 3 wird – wie in den Figuren 6a und 6b beispielhaft gezeigt – durch eine kontinuierliche stetige Anstiegsfunktion $\beta(r)$ beschrieben, wobei r den Abstand von einer Symmetrieachse Z des optischen Elements 3 bezeichnet. Die Anstiegsfunktion $\beta(r)$ wird mittels eines mathematischen Algorithmus unter Benutzung der Gleichung (1) berechnet.

Eine erfindungsgemäße Lichtabgabeanordnung eignet sich besonders gut zur Herstellung einer Leuchte, beispielsweise zur Beleuchtung eines Raums.

5 Ansprüche

1. Lichtabgabeanordnung, aufweisend
 - eine Lichterzeugungsschicht (2) einer OLED oder einer QLED, die dazu ausgebildet ist, bei Anlegen eines Stroms ein Licht zu erzeugen,
 - 10 – eine Randschicht (4), die in erster Näherung plattenförmig ist, so dass sie einen ersten Oberflächenbereich (6) und einen, dem ersten Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden, zweiten Oberflächenbereich (8) aufweist, wobei der zweite Oberflächenbereich (8) in erster Näherung in einer Ebene (E) verlaufend ausgebildet ist, wobei das Licht der Lichterzeugungsschicht (2) über den ersten
 - 15 Oberflächenbereich (6) in die Randschicht (4) eintritt, über den zweiten Oberflächenbereich (8) aus der Randschicht (4) austritt und in einen Außenraum (A) der Lichtabgabeanordnung abgegeben wird und
 - optische Elemente (3), die auf dem zweiten Oberflächenbereich (8) angeordnet oder ausgebildet sind, wobei die optischen Elemente (3) Flächenbereiche (5)
 - 20 aufweisen, die einen Steigungswinkel β größer 0° gegenüber der Ebene (E) aufweisen,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Steigungswinkel β derart gewählt ist, dass er die Relation $n(\lambda_0) \sin(\beta - \alpha_0) = \sin(\beta)$ erfüllt, wenn die Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, die die

 - 25 Intensität I des Lichts innerhalb der Randschicht (4) in Abhängigkeit der Wellenlänge λ und des Winkels α angibt, unter dem sich das Licht mit Bezug auf eine, von der Lichterzeugungsschicht (2) fort weisende Normale (N) der Ebene (E) ausbreitet, bei der Wellenlänge λ_0 und dem Winkel α_0 ihr absolutes Maximum aufweist und $n(\lambda_0)$ den Brechungsindex der optischen Elemente (3)
 - 30 bei der Wellenlänge λ_0 bezeichnet.
2. Lichtabgabeanordnung nach Anspruch 1,
bei der die Randschicht (4) durch ein Substrat gebildet ist, wobei vorzugsweise zwischen dem Substrat und der Lichterzeugungsschicht (2), insbesondere

lediglich, eine Elektrode (22) der OLED bzw. QLED angeordnet ist.

3. Lichtabgabeanordnung nach Anspruch 1 oder 2,
bei der die optischen Elemente (3) einstückig mit der Randschicht (4)
5 ausgebildet sind oder aus einem Material gefertigt sind, das zumindest
näherungsweise denselben Brechungsindex aufweist wie dasjenige Material, aus
dem die Randschicht (4) besteht.
4. Lichtabgabeanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 bei der die optischen Elemente (3) unmittelbar aneinander grenzend
angeordnet sind.
5. Lichtabgabeanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei der die optischen Elemente (3) Mikroprismen sind und/oder bei der die
15 Größe der optischen Elemente (3) kleiner als 1 mm ist, vorzugsweise kleiner als
0,1 mm.
6. Lichtabgabeanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei der die optischen Elemente (3) jeweils eine Pyramidenform aufweisen, wobei
20 die Flächenbereiche (5) jeweils wenigstens eine der Mantelflächen der
entsprechenden Pyramide darstellen.
7. Lichtabgabeanordnung nach Anspruch 6,
bei der die Pyramidenform eine dreieckige oder eine rechteckige oder eine
25 hexagonale Grundfläche aufweist.
8. Lichtabgabeanordnung nach Anspruch 6 oder 7,
bei der wenigstens zwei der Mantelflächen, vorzugsweise sämtliche
Mantelflächen der entsprechenden Pyramide denselben Steigungswinkel β
30 gegenüber der Ebene (E) aufweisen.
9. Lichtabgabeanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei der die optischen Elemente (3) außerdem weitere Flächenbereiche (51)
aufweisen, die einen weiteren Steigungswinkel β_I aufweisen, der sich von dem

zuerst genannten Steigungswinkel β unterscheidet, wobei die optischen Elemente (3) derart ausgebildet sind, dass der weitere Steigungswinkel β_I mit Bezug auf ein lokales Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, das nicht das absolute Maximum ist, analog zu dem zuerst genannten Steigungswinkel β gewählt ist, wobei das lokale Maximum vorzugsweise das zweitgrößte Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, ist.

10. Lichtabgabeanordnung nach Anspruch 9,
bei der die optischen Elemente (3) außerdem noch weitere Flächenbereiche aufweisen, die wenigstens einen noch weiteren Steigungswinkel β_i aufweisen, der sich von dem zuerst genannten Steigungswinkel β und dem weiteren Steigungswinkel β_I unterscheidet, wobei die optischen Elemente (3) derart ausgebildet sind, dass der noch weitere Steigungswinkel β_i bzw. jeder der noch weiteren Steigungswinkel β_i mit Bezug auf ein lokales Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, das nicht das absolute Maximum und nicht das zuerst genannte lokale Maximum ist, analog zu dem zuerst genannten Steigungswinkel β gewählt ist.

11. Lichtabgabeanordnung nach Anspruch 10,
bei der die optischen Elemente (3) derart gestaltet sind, dass zu jedem lokalen Maximum der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, jeweils Flächenbereiche mit einem der Steigungswinkel β_I , β_i ausgebildet sind.

12. Lichtabgabeanordnung, aufweisend
– eine Lichterzeugungsschicht (2) einer OLED oder einer QLED, die dazu ausgebildet ist, bei Anlegen eines Stroms ein Licht zu erzeugen,
– eine Randschicht (4), die in erster Näherung plattenförmig ist, so dass sie einen ersten Oberflächenbereich (6) und einen, dem ersten Oberflächenbereich (6) gegenüberliegenden, zweiten Oberflächenbereich (8) aufweist, wobei der zweite Oberflächenbereich (8) in erster Näherung in einer Ebene (E) verlaufend ausgebildet ist, wobei das Licht der Lichterzeugungsschicht (2) über den ersten Oberflächenbereich (6) in die Randschicht (4) eintritt, über den zweiten Oberflächenbereich (8) aus der Randschicht (4) austritt und in einen Außenraum (A) der Lichtabgabeanordnung abgegeben wird und

– optische Elemente (3), die auf dem zweiten Oberflächenbereich (8) angeordnet oder ausgebildet sind, wobei die optischen Elemente (3) Flächenbereiche (5) aufweisen, die einen Steigungswinkel β größer als 0° gegenüber der Ebene (E) aufweisen,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Steigungswinkel β derart gewählt ist, dass er die Relation

$n(\lambda_G) \sin(\beta - \alpha_0) = \sin(\beta)$ erfüllt, wenn die Funktion $I_{\lambda G} = I_{\lambda G}(\alpha)$, $\alpha > 0^\circ$, die die Intensität $I_{\lambda G}$ des Lichts innerhalb der Randschicht (4) bei einer vorgegebenen Wellenlänge λ_G in Abhängigkeit des Winkels α angibt, unter dem sich das Licht mit Bezug auf eine, von der Lichterzeugungsschicht (2) fort weisende Normale (N) der Ebene (E) ausbreitet, bei dem Winkel α_0 ein Maximum, vorzugsweise ihr absolutes Maximum aufweist und $n(\lambda_G)$ den Brechungsindex der optischen Elemente (3) bei der Wellenlänge λ_G bezeichnet.

15 13. Verfahren zur Herstellung einer Lichtabgabeordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend die Schritte:

- (i) Ermittlung der Funktion $I = I(\lambda, \alpha)$, $\alpha > 0^\circ$,
- (ii) Ermittlung des absoluten Maximums der Funktion,
- (iii) Festlegung des Steigungswinkels β in Abhängigkeit des absoluten

20 Maximums der Funktion gemäß der genannten Relation.

14. Verfahren nach Anspruch 13 zur Herstellung einer Lichtabgabeordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, weiterhin aufweisend die Schritte:

- (iv) Ermittlung wenigstens eines lokalen Maximums der Funktion, das nicht das absolute Maximum darstellt, vorzugsweise wenigstens des zweitgrößten Maximums,
- (v) analoge Festlegung wenigstens eines weiteren Steigungswinkels β_L, β_i in Abhängigkeit des wenigstens einen lokalen Maximums.

30

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, bei dem die optischen Elemente (3) mithilfe von Spritzguss oder Stereolithographie hergestellt werden.

35

1/4

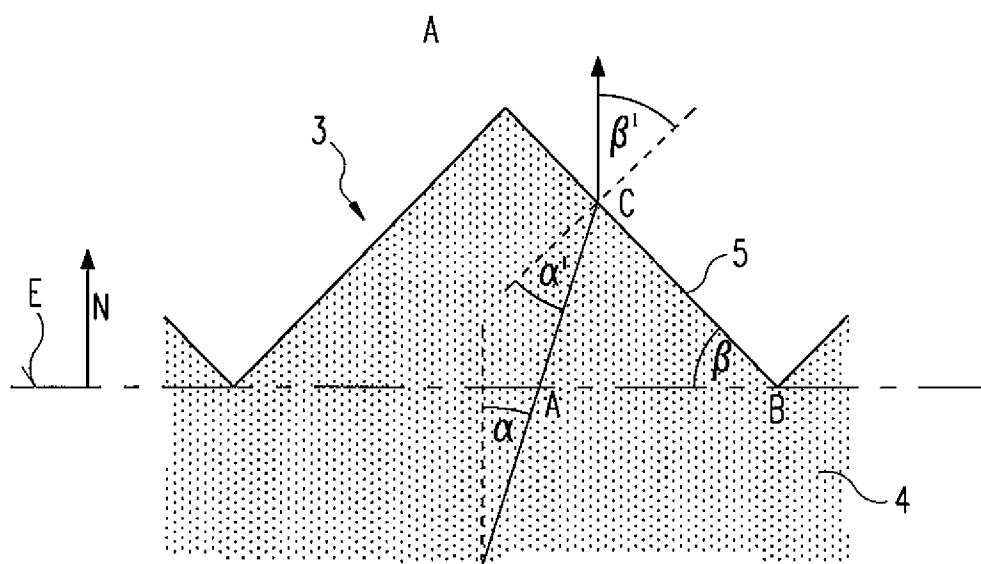


Fig. 1

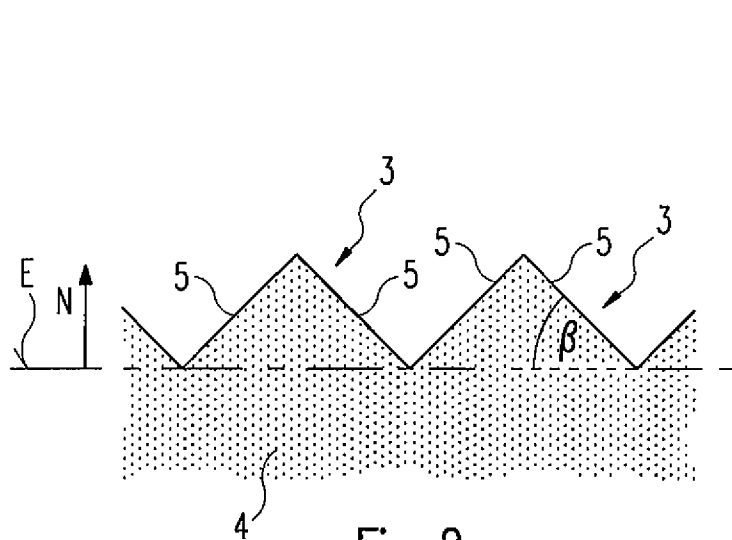


Fig. 2a

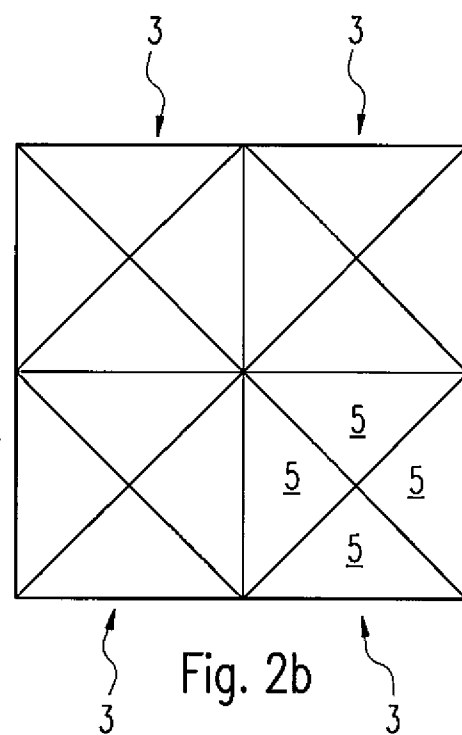


Fig. 2b

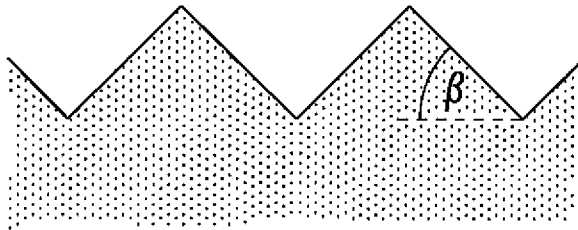


Fig. 3a

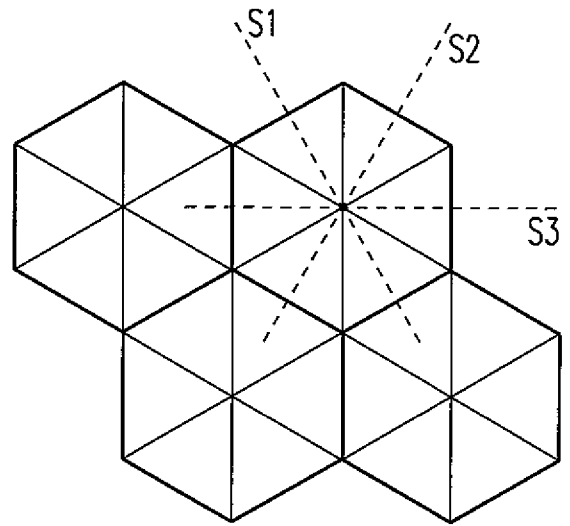


Fig. 3b

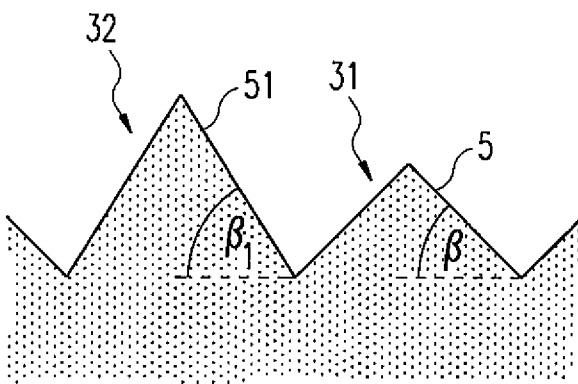


Fig. 4a

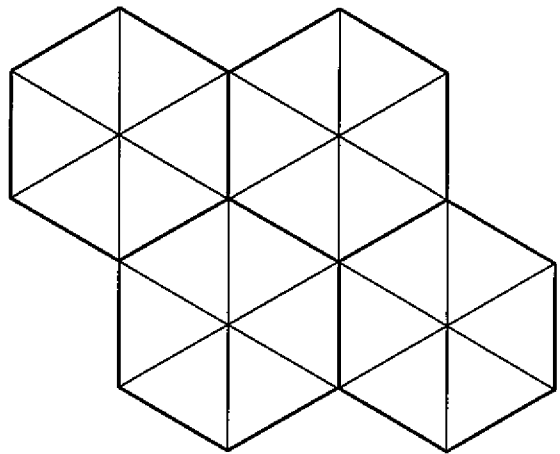


Fig. 4b

3/4

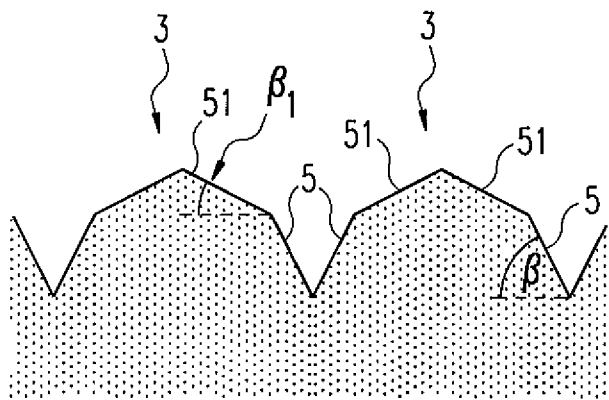


Fig. 5a

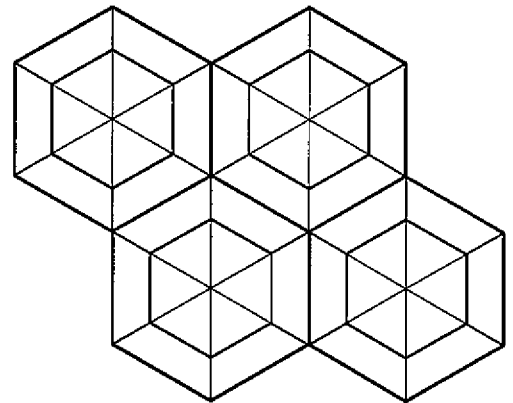


Fig. 5b

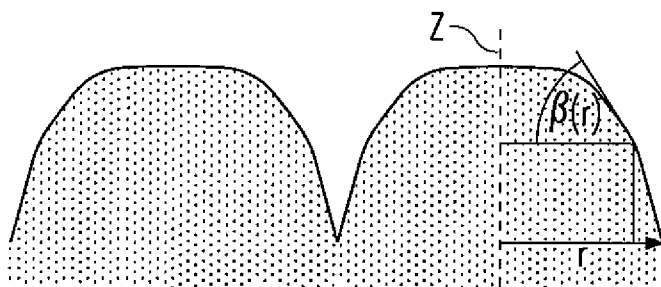


Fig. 6a

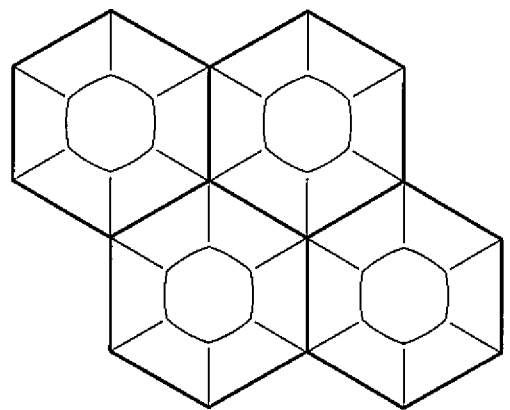


Fig. 6b

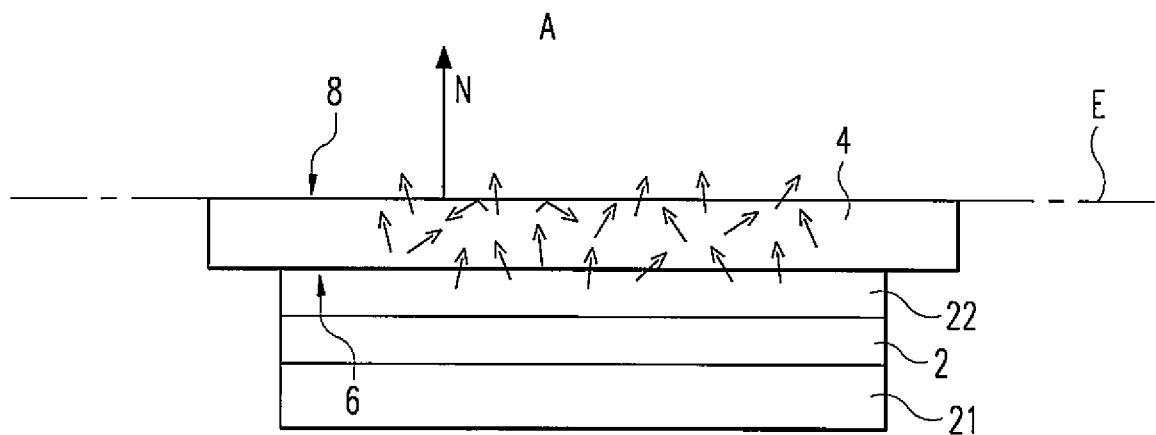
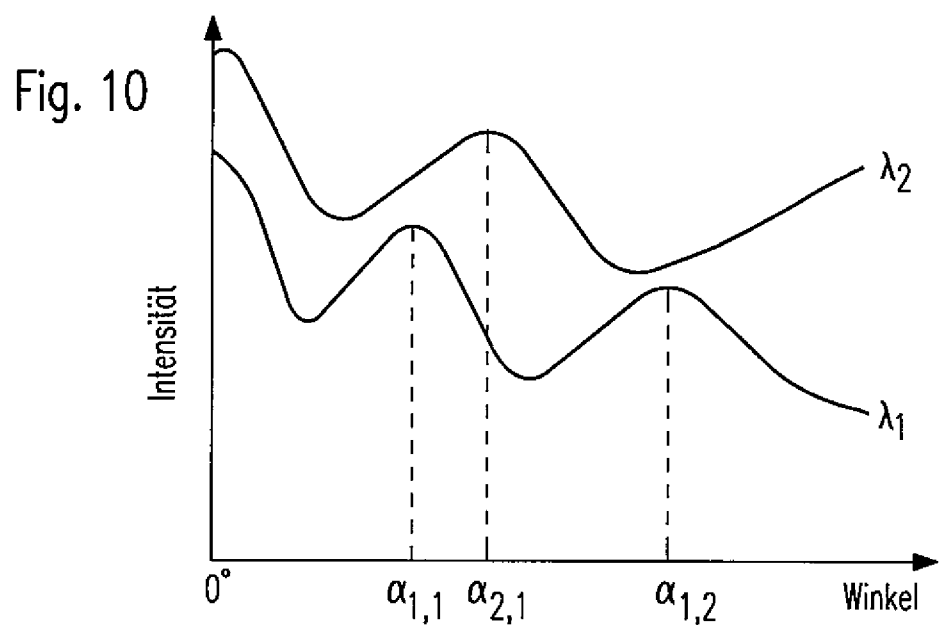
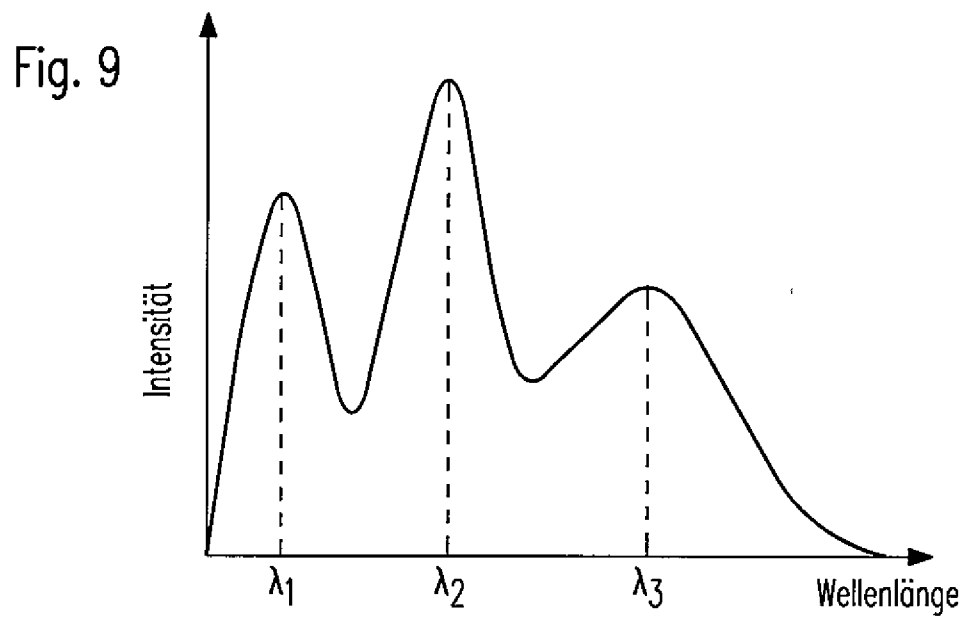
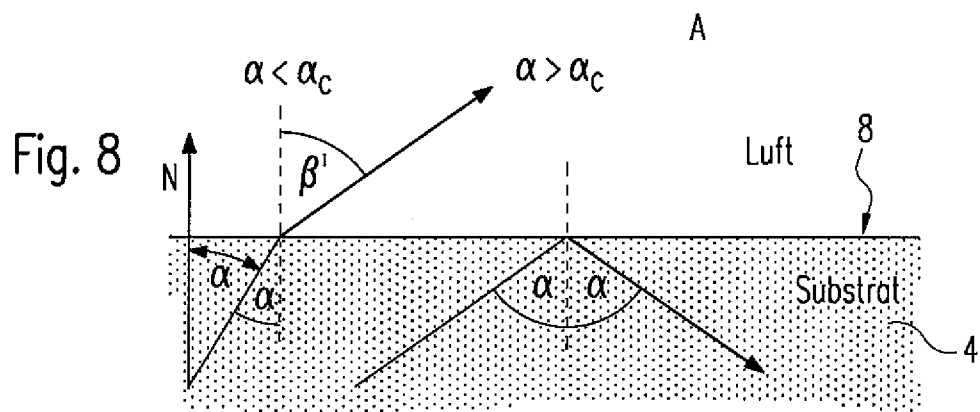


Fig. 7
(Stand der Technik)

4/4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/055414

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/52
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 486 802 A1 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 15 December 2004 (2004-12-15) paragraphs [0028] - [0053], [0066] - [0073], [0151] - [0154], [0172] - [0175], [0178] -----	1-8,12
X	US 2007/230211 A1 (OSATO YOICHI [JP] ET AL) 4 October 2007 (2007-10-04) paragraphs [0023] - [0039], [0069] - [0080] -----	1-5,12
A	EP 2 333 864 A1 (HITACHI LTD [JP]) 15 June 2011 (2011-06-15) paragraphs [0017] - [0093] -----	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 2013

Date of mailing of the international search report

03/07/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Welter, Steve

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/055414

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1486802	A1	15-12-2004	CN 1573365 A 02-02-2005
		EP 1486802 A1	15-12-2004
		JP 2005055481 A	03-03-2005
		KR 20040105604 A	16-12-2004
		TW I244559 B	01-12-2005
		US 2005007793 A1	13-01-2005

US 2007230211	A1	04-10-2007	JP 4764230 B2 31-08-2011
		JP 2007273245 A	18-10-2007
		US 2007230211 A1	04-10-2007

EP 2333864	A1	15-06-2011	EP 2333864 A1 15-06-2011
		JP 2011124103 A	23-06-2011
		US 2011147777 A1	23-06-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L51/52
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 486 802 A1 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 15. Dezember 2004 (2004-12-15) Absätze [0028] - [0053], [0066] - [0073], [0151] - [0154], [0172] - [0175], [0178] -----	1-8,12
X	US 2007/230211 A1 (OSATO YOICHI [JP] ET AL) 4. Oktober 2007 (2007-10-04) Absätze [0023] - [0039], [0069] - [0080] -----	1-5,12
A	EP 2 333 864 A1 (HITACHI LTD [JP]) 15. Juni 2011 (2011-06-15) Absätze [0017] - [0093] -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Juni 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/07/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Welter, Steve

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/055414

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1486802	A1	15-12-2004	CN	1573365 A	02-02-2005
			EP	1486802 A1	15-12-2004
			JP	2005055481 A	03-03-2005
			KR	20040105604 A	16-12-2004
			TW	I244559 B	01-12-2005
			US	2005007793 A1	13-01-2005

US 2007230211	A1	04-10-2007	JP	4764230 B2	31-08-2011
			JP	2007273245 A	18-10-2007
			US	2007230211 A1	04-10-2007

EP 2333864	A1	15-06-2011	EP	2333864 A1	15-06-2011
			JP	2011124103 A	23-06-2011
			US	2011147777 A1	23-06-2011
