



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2008 005 987 U1** 2009.10.08

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2008 005 987.9**

(22) Anmeldetag: **30.04.2008**

(47) Eintragungstag: **03.09.2009**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **08.10.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 33/00** (2006.01)

**H01L 25/075** (2006.01)

**G02B 5/02** (2006.01)

**G02F 2/02** (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**Ledon Lighting Jennersdorf GmbH, Jennersdorf,  
 AT; Lumitech Produktion und Entwicklung GmbH,  
 Jennersdorf, AT**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und  
 Rechtsanwälte, 80331 München**

(56) Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GebrMG:

US	2007/00 96 129	A1
DE	199 21 684	B4
DE	101 05 802	A1
DE	297 24 849	U9
DE	10 2006 005042	A1
DE	10 2005 009066	A1
US	60 69 440	A
DE	199 47 044	B9
EP	14 18 630	A1
EP	12 15 723	B1
WO	07/1 16 342	A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **LED-Modul mit kalottenförmiger Farbkonversionsschicht**

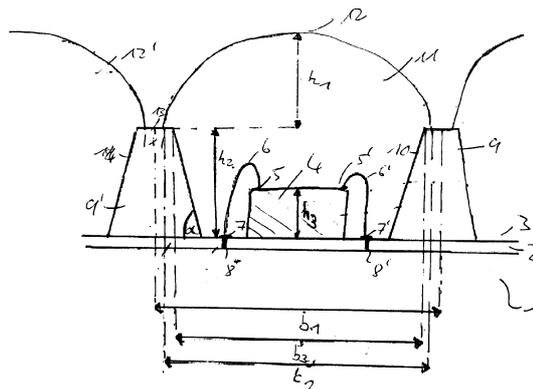
(57) Hauptanspruch: LED-Modul, aufweisend:

- einen LED-Chip, der monochromatisches Licht eines ersten Spektrums aussendet
- eine Plattform, auf die der LED-Chip aufgebracht ist,
- eine separat oder integriert mit der Plattform ausgebildete, den LED-Chip allseits umgebende reflektierende Wand, und
- eine über dem LED-Chip aufgebrachte Dispensschicht dadurch gekennzeichnet, dass sich die Dispensschicht kalottenförmig über die reflektierende Wand hinaus erstreckt, derart, dass die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$0,1 \cdot b_1 \leq h_1 \leq 0,5 \cdot b_1$$

wobei:

$h_1$  die Überhöhung der kalottenförmigen Dispensschicht, gemessen von dem obersten Punkt der reflektierenden Wand bis zum Scheitel der Kalotte, und  
 $b_1$  der Durchmesser der durch die reflektierende Wand gebildeten Vertiefung, gemessen als Abstand der Mittenebene der Wand, ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich ganz allgemein auf das Gebiet von LED-Modulen, d. h. Modulen, bei denen ein LED-Chip ('LED die') auf einem Träger, im allgemeinen Plattform, aufgebracht wird. Unter anderem zum mechanischen Schutz beispielsweise von Bonddrähten und auch zur Beeinflussung von optischen Eigenschaften des von dem LED-Chip abgestrahlten Lichts ist es bekannt, bei derartigen LED-Modulen dann eine lichtdurchlässige Schicht durch bekannte Techniken (beispielsweise Stenzeltechnik) über den LED-Chip zu aufzubringen („dispensen“).

**[0002]** Hinsichtlich der Anbringung des LED-Chips auf der Plattform gibt es unterschiedliche Technologien. Bei der sogenannten Chip-On-Board(COB)-Technik wird im Normalfall der lichtemittierende LED-Chip direkt auf eine Leiterplatte aufgesetzt und dann mit dem transparenten Dispensmaterial verkapselt. Bei der Surface-Mount-Technologie (SMT) wird der Chip üblicherweise mit einem reflektierenden Material umgeben, um den Lichtanteil zu verringern, der sonst durch Streueffekte verlorengehen könnte.

**[0003]** Im Folgenden wird die Gesamtheit des den LED-Chip umgebenden Materials (Reflektorwände, Plattform, etc.) als 'Package' bezeichnet. Aufgabe des 'Packages' ist es, neben der Verbesserung der Effizienz durch Vorausrichtung des ausgestrahlten Lichts mittels reflektierender Oberflächen (Keramik, Metall, etc.) insbesondere die elektrische Versorgung des LED-Chips sicherzustellen (beispielsweise durch Durchkontaktierungen 'Vias' durch das Package oder Bonddrähte) sowie eine effektive Wärmeabfuhr vom LED-Chip an die Umgebung zu gewährleisten.

**[0004]** Als transparentes Dispensmaterial ist beispielsweise Silikon und Epoxidharz bekannt. Das transparente Dispensmaterial kann ggf. wellenlängen-konvertierende Substanzen (im Weiteren Leuchtstoffe genannt), Streupartikel zur besseren Durchmischung des konvertierten Spektrums mit dem ursprünglich von dem LED-Chip ausgestrahlten Spektrum sowie Additive zur Anpassung rheologischer Parameter wie Viskosität, Speichermodul und Verlustmodul enthalten.

**[0005]** Die nicht ausgehärtete Mischung des Dispensmaterials mit fakultativ aufgenommenen Leuchtstoffen (englisch 'phosphors'), Viskositätsadditiven usw. wird im Folgenden auch als 'Paste' bezeichnet.

**[0006]** Im COB-Bereich werden üblicherweise zum Dispensieren hochviskose Pasten eingesetzt, d. h. Pasten mit einer Viskosität von mehr als 50 Pa·s, und einem Speichermodul von mehr als 100 und vorzugsweise 500–1000, um eine annähernd halbkugelförmige Oberflächenform sowie mechanische Stabilität und Formstabilität der Dispensschicht zu gewährleisten.

**[0007]** Bei sehr kompakten Packages, wo ggf. mehrere Kavitäten zur Aufnahme von LED-Chips dicht gepackt auf einem Siliziumwaver nebeneinander liegen, kann das Dispensieren derartig hochviskoser Pasten indessen aufgrund möglicher Lufteinschlüsse Probleme bereiten. Die Gefahr von Lufteinschlüssen kann durch ein Absenken der Viskosität sowohl zusätzlich durch Erhöhung der Scherkraft während des Dispensprozesses verringert werden. Jedoch erhöht sich in diesem Fall die Gefahr des Zusammenfließens des Silikons zwischen zwei und mehreren nebeneinander liegenden Kavitäten.

**[0008]** Aus der EP 1786045A2 ist es bekannt, eine Dispensschicht über einen in einer Vertiefung einer Plattform angebrachten LED-Chip durch einen Dispensprozess aufzubringen.

**[0009]** Aus der US 2006/0199293 A1 ist es bekannt, über einem LED-Chip ein Epoxidharz mit einer Viskosität von 2000 bis 3000 cP (2 bis 3 PaS) zu dispensieren.

**[0010]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der Erfindung in besonders vorteilhafter Weise weiter.

**[0011]** Gemäß einem ersten Aspekt schlägt die Erfindung ein LED-Modul vor, aufweisend:

- einen LED-Chip, der monochromatisches Licht eines ersten Spektrums aussendet
- eine Plattform, auf die der LED-Chip aufgebracht ist,
- eine separat oder integriert mit der Plattform ausgebildete, den LED-Chip allseits umgebende reflektierende Wand, und
- eine über dem LED-Chip aufgebrachte Dispensschicht

**[0012]** Dabei erstreckt sich die Dispensschicht kalottenförmig über die reflektierende Wand hinaus, derart,

dass die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$0,1 \cdot b_1 \leq h_1 \leq 0,5 \cdot b_1$$

wobei  $h_1$  die Überhöhung der kalottenförmigen Dispensschicht, gemessen von dem obersten Punkt der reflektierenden Wand bis zum Scheitel der Kalotte, und  $b_1$  der Durchmesser der durch die reflektierende Wand gebildeten Vertiefung, gemessen als Abstand der Mittenachse der Wand, ist.

**[0013]** Die stark überhöhte Kalotte weist folgende Vorteile auf:

- Verbesserung der Lichtauskopplungseffizienz
- Verbesserung der Farbhomogenität des über die verschiedenen Winkel abgestrahlten Lichts
- Erhöhung der Packungsdichte am Wafer, am Modul bzw. auf der Leiterplatte
- Erniedrigung des Dispensvolumens

**[0014]** Die Dispensschicht ist bspw. eine Farbkonversionsschicht mit Leuchtstoff-Partikeln, die das erste Spektrum des LED-Chips teilweise in Licht eines zweiten Spektrums umsetzen, wobei das LED-Modul ein Mischlicht des ersten und des zweiten Spektrums emittiert.

**[0015]** Die Dispensschicht kann Streupartikel aufweisen.

**[0016]** Die Dispensschicht kann viskositätserhöhende Substanzen wie bspw. Kieselsäure aufweisen.

**[0017]** Vorzugsweise ist die Gleichung  $0,15 \cdot b_1 \leq h_1 \leq 0,3 \cdot b_1$  oder  $0,2 \cdot b_1 \leq h_1 \leq 0,25 \cdot b_1$  erfüllt.

**[0018]** Vorzugsweise ist  $h_1$  größer als 200  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise größer als 250  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt größer als 300  $\mu\text{m}$  ist.

**[0019]** Die Plattform kann bspw. auf Grundlage von Silizium gefertigt sein.

**[0020]** Die Außenkanten des bspw. quadratischen oder rechteckigen LED-Moduls können eine Länge im Bereich von 2 mm bis 3 mm aufweisen.

**[0021]** Der maximale Durchmesser  $b_2$  der Kalotte kann bspw. maximal 10%, vorzugsweise 5% kleiner sein als der Abstand  $b_1$  der Mittenachse der Wand.

**[0022]** Die Erfindung bezieht sich auch auf eine LED-Modulanordnung, aufweisend mehrere mit einer gemeinsamen Plattform verbundene LED-Module der oben genannten Art. Dabei überlappen die Dispensschichten mit den Reflektorwänden, wobei einander angrenzende Dispensschichten nicht ineinander verlaufen und auf einer gemeinsamen Reflektorwand voneinander beabstandet sind.

**[0023]** Die Dispensschicht kann bspw. mit einer Viskosität vom mehr als 50 PaS, vorzugsweise zwischen 60 und 80 PaS aufgebracht wird.

**[0024]** Die Dispensschicht kann mit einem Druck von mehr als 10 bar, vorzugsweise weniger als 15 bis 20 bar aufgebracht werden. Ein höherer Druck ist vorteilhaft, da das Fließverhalten beim Dispensieren durch hohen Druck kurzfristig verbessert wird.

**[0025]** Das Speichermodul der Dispensschicht kann beim Aufbringen zwischen 500–1000, vorzugsweise 500–1000 betragen.

**[0026]** Weitere Vorteile, Merkmale und Eigenschaften der Erfindung sollen nunmehr unter Bezugnahme auf die Abbildungen der begleitenden Zeichnungen näher erläutert werden.

**[0027]** [Abb. 1](#) zeigt eine seitliche Schnitthanordnung einer erfindungsgemäßen LED-Moduls, und

**[0028]** [Abb. 2](#) zeigt eine Aufsicht einer erfindungsgemäßen Anordnung von LED-Modulen.

**[0029]** Wie in [Abb. 1](#) ersichtlich weist ein erfindungsgemäßes LED-Modul **1** eine beispielsweise waferartige Plattform **2** auf, die beispielsweise auf Silizium-Grundlage gefertigt sein kann. Auf der Oberseite **3** dieser Plattform **2** ist ein LED-Chip **4** angeordnet.

**[0030]** Auf der Oberseite der Plattform **2** kann eine  $\text{SiC}_2$ -Schicht aufgebracht sein.

**[0031]** In dem dargestellten Beispiel liegt eine sogenannte Face-Up (FU) Konfiguration vor, d. h. Elektroden **5**, **5'** auf der Oberseite des LED-Chips **4** sind mittels Bonddrähten **6**, **6'** mit Metallisierungs-Pads **7**, **7'** auf der Oberseite der Plattform **2** elektrisch verbunden. Von den Metallisierungs-Pads **7**, **7'** führen metallische Durchkontaktierungen („Vias“) **8**, **8'** beispielsweise aus Au, Al oder Ag auf die Rückseite der Plattform **2**, um somit die Elektroden **5**, **5'** des LED-Chips **4** mit der Rückseite der Plattform **2** zu verbinden.

**[0032]** Seitlich in einem definierten Abstand den LED-Chip **4** umgebend ist eine Reflektorwand **9** vorgesehen, die ebenfalls aus Silizium bestehen kann. Diese Reflektorwand **9** kann einstückig mit der Plattform **2** ausgebildet werden (beispielsweise durch einen Ätzvorgang), oder aber als separates Bauteil auf die Plattform **2** aufgesetzt sein. Vorzugsweise sind zumindest die Innenwände **10** dieser Reflektorwand **9** mit einem Winkel  $\alpha$  geneigt. Vorzugsweise sind diese Innenseiten **10** auch reflektierend ausgebildet, beispielsweise durch Polieren dieser Flächen oder aber durch Beschichten beispielsweise mit einer Metallschicht. Die Oberseite **13** einer jeden Reflektorwand **9** ist vorzugsweise eben.

**[0033]** Oberhalb des LED-Chips **4** ist eine Dispensschicht **11** aufgebracht. Diese Dispensschicht **11** füllt den durch die Reflektorwand **9** definierten Raum, der also teilweise seitlich des LED-Chips **4** und teilweise oberhalb von diesem liegt. Darüber hinaus erstreckt sich indessen die Dispensschicht **11** um eine Überhöhung  $h_1$  in Form einer Kalotte über den höchsten Punkt der Reflektorwand **9** hinaus. Dieser höchste Punkt der Reflektorwand **9** ist in [Abb. 1](#) derart angeordnet, dass er in einer Höhe  $h_2$  über der Oberseite der Plattform **2** liegt. Die Höhe  $h_1$  bezeichnet genauer gesagt die Überhöhung des Scheitels **12** der kalottenförmigen Dispensschicht über den höchsten Punkt der Reflektorwand **9**.

**[0034]** Die Breite der Basis der Kalotte, d. h. der Durchmesser der Kalotte an der Oberseite der Reflektorwand **9** ist in [Abb. 1](#) mit  $b_2$  bezeichnet.

**[0035]**  $b_3$  bezeichnet die Breite (d. h. den Durchmesser bei runder Form) des höchsten Punkts der geneigten Innenseiten **10** der Reflektorwand **9**.

**[0036]** Mit  $b_2$  ist der Durchmesser der vorzugsweise kreisförmigen Reflektorwand **9** bezeichnet, und zwar gemessen an der Innenseite an der Mittellinie, die die Oberseite **13** der Reflektorwand **9** hälftig teilt. Bei der in [Abb. 1](#) gezeigten symmetrischen Ausgestaltung der Reflektorwand **9**, bei der diese also jeweils um einen Winkel  $\alpha$  geneigte Wände **10** bzw. **14** aufweist, entspricht also die Breite  $b_1$  dem Durchmesser der kreisförmigen Reflektorwand **9**, gemessen an der vertikalen Symmetrieachse der Reflektorwand.

**[0037]** Vorzugsweise ist der Durchmesser  $b_2$ , d. h. der Durchmesser der Basis der Kalotte **11** derart gewählt, dass er maximal 10%, vorzugsweise 5% oder noch weniger unter dem Durchmesser  $b_1$  liegt. Dies bedeutet, dass die Kalotten bei einer in der Aufsicht in [Abb. 2](#) dargestellten Anordnung mehrerer LED-Module gemäß [Abb. 1](#) nahezu aneinandergrenzen, ohne indessen ineinander zu verlaufen.

**[0038]** Die kalottenförmigen Dispensschichten überlappen mit der Oberseite **13** der vorzugsweise ebenen Reflektorwand.

**[0039]** Erfindungsgemäß wurde nunmehr herausgefunden, dass bei Steigerung der Überhöhung der Dispensschicht, also bei einer besonders konvexen Ausgestaltung der kalottenförmigen Dispensschicht, die Auskopplungseffizienz des Lichts gesteigert werden kann, wobei dieser Effekt erfindungsgemäß umso höher ist,

- je höher die Wellenlänge des Lichtes ist, d. h. beispielsweise ist für rote LEDs bei gleichbleibender Oberflächenform und gleicher Zusammensetzung der Dispensschicht der Effizienzgewinn des Lichtaustritts größer als beispielsweise für blaue oder grüne LEDs,
- je größer das Verhältnis  $h_1/b_1$  ist, und
- je weniger Leuchtstoffe in der Dispensmatrix enthalten sind, d. h. bei gleichem Chip und gleicher Chipleistung ist für transparente, monochromatische LEDs (d. h. ohne konvertierende Leuchtstoffe) der Effizienzgewinn höher als für entsprechend farbkonvertierte LEDs.

**[0040]** Wenn beispielsweise das Verhältnis  $h_1/b_1$  derart gewählt ist, dass folgende Gleichung erfüllt ist:

$$0,15 \cdot b_1 \leq h_1 \leq 0,25 \cdot b_1$$

wurde erfindungsgemäß gemessen, dass der Effizienzgewinn bzgl. des Lichtaustritts wie folgt ist:

rote LEDs: 30–40%  
 blaue LEDs: 20–30%  
 weiße LEDs: 6.500 k) 12–17%

**[0041]** Durch einen Linseneffekt der konvexen Dispensschicht, der umso stärker ist, je stärker die Krümmung ist, wird zusätzlich die Abstrahlcharakteristik verändert, d. h. mit steigender Überhöhung deutlich verengt, wobei diese Veränderung wiederum für monochromatische LEDs stärker ist als für farbkonvertierte. Dieser Unterschied liegt in Streueffekten der Leuchtstoffe begründet.

**[0042]** Erfindungsgemäß wird eine Dispensschicht mit hoher Konvexität dadurch erzielt, dass einerseits viskositätserhöhende Substanzen beispielsweise der Silikonmatrix beigemischt werden. Diese viskositätserhöhenden Substanzen kann beispielsweise beschichtete oder unbeschichtete Kieselsäure sein. Andererseits werden beim Dispensprozess sehr hohe Scherkräfte unter Verwendung von Dispensnadeln und eines hohen Dispensdruckes erzeugt, wodurch ein kurzfristiges Fließen der sonst hochviskosen Paste möglich wird.

**[0043]** Die Erfindung hat nunmehr herausgefunden, dass die hohe Konvexität auch einen positiven Effekt auf die Farbhomogenität des Lichts bei Weißlicht-LEDs hat. Unter Homogenität wird in diesem Sinne verstanden, wie sehr sich die Farbtemperatur bei Betrachtung in einem Polardiagramm über die verschiedenen Abstrahlwinkel verändert. Bei der Erfindung ist der Weg des Lichts durch die stark konvexe Schicht am Rande der Dispensschicht im Wesentlichen gleich der dem Weg bei der Mitte der Dispensschicht.

**[0044]** Es ist darauf hinzuweisen, dass die Reflektorwand **9** in der Aufsicht nicht rund oder elliptisch sein muss, sondern vielmehr auch quadratisch bzw. rechteckig ausgelegt sein kann.

**[0045]** In der folgenden Tabelle sind Standardwerte für die Herstellung bzw. die Auslegung von LED-Modulen mit beispielhaften Werten gemäß der Erfindung verglichen:

Parameter	Stand der Technik	Ausführungsbeispiel	
b1	2,50	2,50	mm
h1	100–200	> 200	µm
Viskosität	10–30	60–80	Pa·s
Speichermodul	30–100	500–1200	
Dispensdruck	4	30	bar

**[0046]** Wie in [Abb. 1](#) und [Abb. 2](#) ersichtlich, können gemäß der Erfindung zeilen- oder matrixartig, d. h. in einer oder zwei Dimensionen, LED-Module zur Bildung einer LED-Modulanordnung aneinander angrenzend angeordnet werden. Diese LED-Modulanordnung hat eine gemeinsame Plattform **2**. aneinander angrenzende Dispensschichten (**12**, **12'**) überlappen eine gemeinsame Reflektorwand (**9'** in [Abb. 1](#)), ohne ineinander zu verlaufen. Wie in [Abb. 1](#) ersichtlich besteht zwischen zwei aneinander angrenzenden kalottenförmigen Dispensschichten ein Abstand  $x$ , der kleiner ist als die Breite **13** der oben ebenen Reflektorwand.

**[0047]** Die Erfindung betrifft insbesondere COB- und SMT-Module mit LED-Chips. Bei diesen ergeben sich die folgenden Vorteile:

Durch die hohe Viskosität und den hohen Speichermodul beim Dispensvorgang kann eine verstärkte konvexe Krümmung der Oberfläche der Silikonverkapselung erzielt werden (Erhöhung des Verhältnisses  $h_1/b_1$ ). Dadurch wird einerseits die Auskopplungseffizienz des Lichts verbessert wird, da Totalreflexionseffekte und Lichtleitereffekte verringert werden. Andererseits können bei vorgegebener Höhe der Dispensschicht ( $h_1$ , siehe Abbildungen) das Dispensvolumen verringert und die Packungsdichte erhöht werden (da das Silikon zwischen Dispens- und Aushärteprozess wenig bis gar nicht verläuft).

**[0048]** Im Falle von COB kann die Chipdichte auf der Leiterplatte erhöht werden.

**[0049]** Bei SMT, beispielsweise bei Silizium-Plattformen, liegen die einzelnen Kavitäten dicht geplackt auf einem Si-Wafer, auf welchem – bei 8-Zoll Wafern – bis zu mehreren Tausend Kavitäten Platz finden. Bei entsprechender Rheologie der Dispenspaste kann einerseits – bei konstanter Packungsdichte – die Höhe  $h_1$ , andererseits – bei vorgegebener  $h_1$  – die Packungsdichte erhöht werden.

**[0050]** Es ergeben sich auch Vorteile hinsichtlich der Farbhomogenität. Normalerweise ist bei niedriger konvexer Silikonverkapselung in COB bzw. bei SMT die durchschnittliche Weglänge eines Photons vom LED-Chip

zur Silikonoberfläche entlang der optischen Achse geringer als anderswo, wobei die durchschnittliche Weglänge umso länger wird, je weiter man sich von der optischen Achse wegbewegt. Durch Erhöhung des Verhältnisses  $h_1/b_1$  (siehe Abbildungen) wird die maximale Differenz der durchschnittlichen Weglängen verringert, d. h. bei farbkonvertierten Weißlicht-LEDs wird der farbliche Eindruck der Oberfläche bei einer bestromten LED homogener.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 1786045 A2 [0008]
- US 2006/0199293 A1 [0009]

**Schutzansprüche**

1. LED-Modul, aufweisend:

- einen LED-Chip, der monochromatisches Licht eines ersten Spektrums aussendet
- eine Plattform, auf die der LED-Chip aufgebracht ist,
- eine separat oder integriert mit der Plattform ausgebildete, den LED-Chip allseits umgebende reflektierende Wand, und
- eine über dem LED-Chip aufgebrachte Dispensschicht

**dadurch gekennzeichnet,**

dass sich die Dispensschicht kalottenförmig über die reflektierende Wand hinaus erstreckt, derart, dass die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$0,1 \cdot b_1 \leq h_1 \leq 0,5 \cdot b_1$$

wobei:

h1 die Überhöhung der kalottenförmigen Dispensschicht, gemessen von dem obersten Punkt der reflektierenden Wand bis zum Scheitel der Kalotte, und

b1 der Durchmesser der durch die reflektierende Wand gebildeten Vertiefung, gemessen als Abstand der Mitteleachse der Wand, ist.

2. LED-Modul nach Anspruch 1,

wobei die Dispensschicht eine Farbkonversionsschicht mit Leuchtstoff-Partikeln ist, die das erste Spektrum des LED-Chips teilweise in Licht eines zweiten Spektrums umsetzen,

wobei das LED-Modul ein Mischlicht des ersten und des zweiten Spektrums emittiert.

3. LED-Modul nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Dispensschicht Streupartikel aufweist.

4. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Dispensschicht viskositätserhöhende Substanzen wie bspw. Kieselsäure aufweist.

5. LED-Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

bei dem die Gleichung

$$0,15 \cdot b_1 \leq h_1 \leq 0,3 \cdot b_1$$

erfüllt ist.

6. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei h1 größer als 200 µm, vorzugsweise größer als 250 µm, besonders bevorzugt größer als 300 µm und die Kantenlänge der Kavität 2–3 mm ist.

7. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Plattform auf Grundlage von Silizium gefertigt ist.

8. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dessen Außenkanten eine Länge im Bereich von 2 mm bis 3 mm aufweisen.

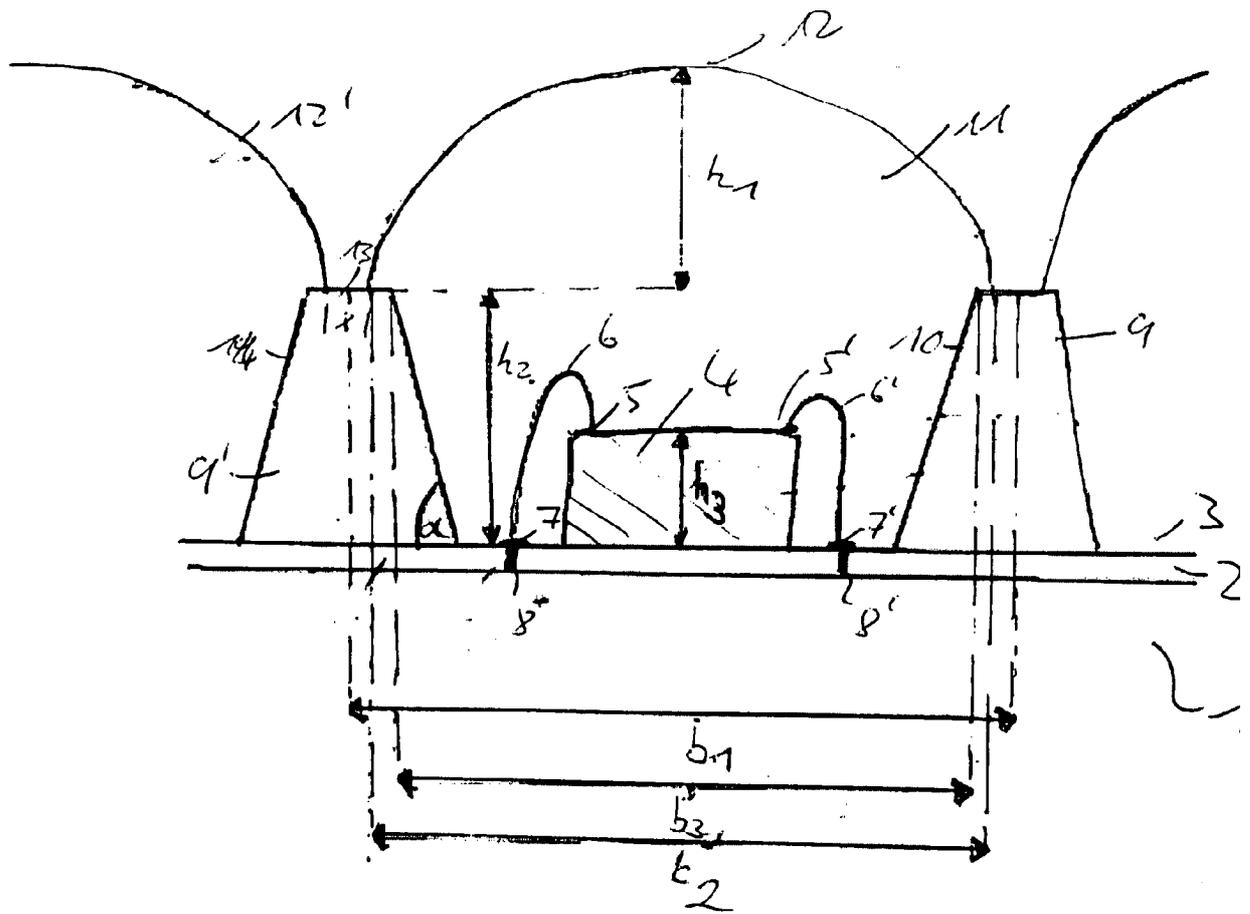
9. LED-Modulanordnung,

aufweisend mehrere mit einer gemeinsamen Plattform verbundene LED-Module nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Dispensschichten mit den Reflektorwänden überlappen, wobei einander angrenzende Dispensschichten nicht ineinander verlaufen und auf einer gemeinsamen Reflektorwand voneinander beabstandet sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1

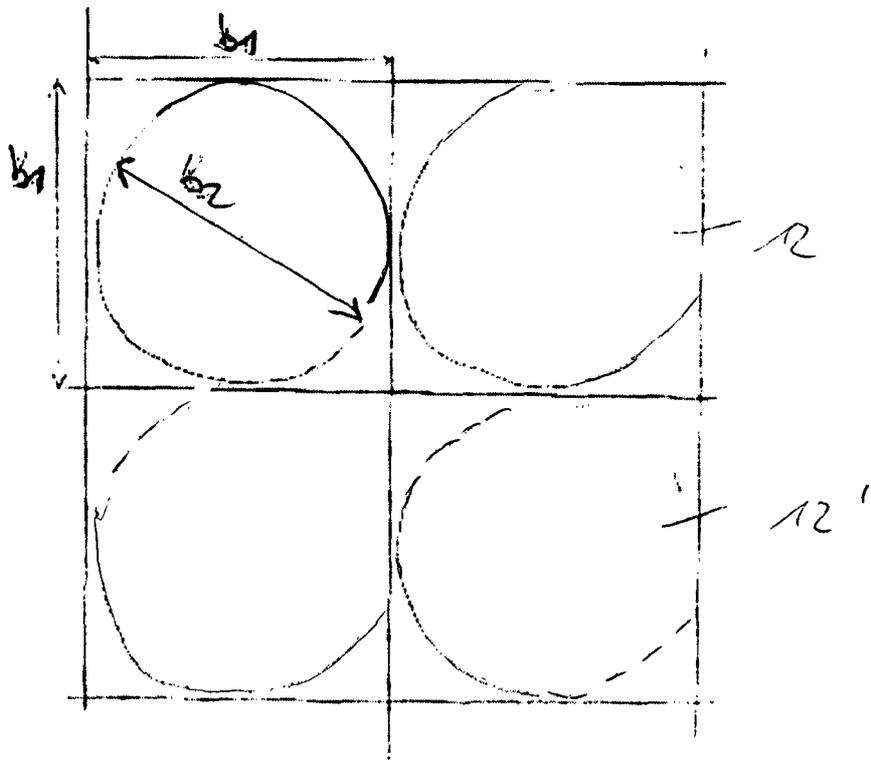


Fig. 2