



(10) **DE 10 2012 215 514 A1** 2014.03.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 215 514.7**

(22) Anmeldetag: **31.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **06.03.2014**

(51) Int Cl.: **H01L 33/58 (2010.01)**

H01L 25/075 (2006.01)

(71) Anmelder:

OSRAM GmbH, 80807, München, DE

(72) Erfinder:

**Reiss, Martin, 93161, Sinzing, DE; Schwalenberg,
Simon, 93093, Donaustauf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2006 / 0 255 353 A1

US 2009 / 0 152 582 A1

US 2010 / 0 277 932 A1

US 2012 / 0 161 621 A1

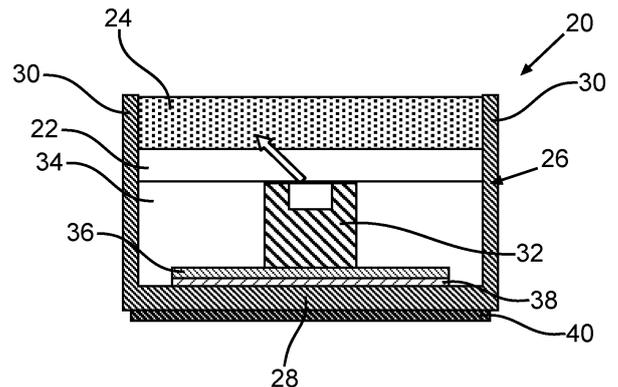
US 2012 / 0 181 559 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls und LED-Modul**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls sowie ein LED-Modul, mittels welchen sich eine hohe Auskopplungseffizienz und Homogenität des abgestrahlten Lichts bereitstellen lässt. Beim Verfahren gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird zunächst ein Gehäuse (26) bereitgestellt, das eine Grundseite (28) aufweist, auf der eine Leiterplatte (36) mit mindestens einer LED (32) angeordnet wird. Weiterhin wird mindestens eine erste Grundschicht (22) aus einem aushärtbaren Material in einem nicht ausgehärteten Zustand in das Gehäuse (26) eingefüllt. Des Weiteren wird eine Streuschicht (24) aus einem aushärtbaren Material in einem nicht ausgehärteten Zustand eingefüllt. Dabei wird die Streuschicht (24) auf die erste Grundschicht (22) eingefüllt, wobei die erste Grundschicht (22) beim Einfüllen der Streuschicht (24) nicht ausgehärtet ist, und nach Einfüllen der Streuschicht (24) werden die mindestens eine erste Grundschicht (22) und die Streuschicht (24) ausgehärtet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein LED-Modul nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik sind lineare LED-Module bekannt, bei denen LEDs linear in Reihe in einem Gehäuse mit einer Lichtaustrittsseite angeordnet sind. Um nun die LEDs möglichst nicht mehr als einzelne Lichtquellen wahrnehmen zu können und eine möglichst hohe Homogenität des abgestrahlten Lichts in Bezug auf die Helligkeit und die Lichtfarbe zu bewerkstelligen, kann in das Gehäuse ein lichtstreuendes Matrixmaterial eingebracht werden, durch dessen Lichtmisch- und Streueffekt eine homogenere Abstrahlung des Lichts ermöglicht wird. Um eine zufriedenstellende Lichtmischung der einzelnen LEDs zu erreichen, muss die Dicke des Matrixmaterials, d.h. der Abstand von einer Lichtaustrittsfläche der LED bis zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls entsprechen groß sein, insbesondere muss diese Dicke um so größer sein, je größer der Abstand der LEDs voneinander ist. Nachteilig dabei ist, dass es bei einer Verwendung eines Volumenstreuers, wie dem streuenden Matrixmaterial, zur Homogenisierung des Lichts zu großen Lichtverlusten kommt, was die Lichtauskopplungseffizienz mindert. Dieser Effekt ist um so größer, je dicker das streuende Matrixmaterial ist. Um die Lichtverluste durch das dicke streuende Matrixmaterial zu reduzieren, kann man als Matrixmaterial zunächst eine transparente Schicht vorsehen, auf deren Oberfläche eine dünnere Streuschicht aufgebracht wird. Es sind dann zwar weniger Lichtverluste durch die Streuschicht zu verzeichnen, jedoch treten bei dieser Ausgestaltung andere Probleme auf. Insbesondere gibt es durch diese zweier- oder mehrschichtige Struktur Phasengrenzen zwischen den Schichten, unter anderem bedingt durch zwischen den Schichten befindliche Klebeschichten zur Fixierung der einzelnen Schichten aneinander, an denen das Licht reflektiert wird.

[0003] Weiterhin sind die Herstellungsverfahren für solche LED-Module sehr aufwendig und teuer, da zum Aufbringen der einzelnen Schichten aufeinander aufwendige Oberflächenvorbehandlungen, wie beispielsweise gezielte Plasma-Oberflächenvorbehandlungen, erforderlich sind, um eine ausreichende Haftung der Streuschicht auf der transparenten Schicht zu erzielen. Insbesondere muss durch produktionstechnisch sehr aufwendige Verfahren sichergestellt werden, dass sich keine Delaminationen zwischen den Schichten bilden, welche zusätzliche Grenzschichten im Strahlengang der LED zur Folge ha-

ben, die sich in einem linearen Produkt sehr leicht als deutlich wahrnehmbare lokale Lichtfarbenunterschiede zu erkennen geben.

[0004] Dennoch treten im Laufe der Zeit durch Beanspruchungen, wie eine unterschiedliche thermische Ausdehnung der Schichten, lokale Delaminationen zwischen den Schichten auf, die wiederum zu einer erhöhten Reflexion des Lichts führen und Farbschwankungen entlang des linearen Moduls verursachen. Somit kann auch durch diese mehrschichtige Anordnung bislang keine zufriedenstellende Auskopplungseffizienz und Homogenität des abgestrahlten Lichts erreicht werden.

[0005] Fig. 1 zeigt schematisch ein mehrschichtiges LED-Modul **10** gemäß dem Stand der Technik im Querschnitt zur Veranschaulichung dieser Problematik. Das LED-Modul **10** umfasst dabei ein Gehäuse **11**, insbesondere als U-Profil ausgebildet, und eine an einer Grundseite **12** des Gehäuses **11** angeordnete LED **13** auf einer Leiterplatte **14**. Weiterhin ist in das Gehäuse **11** ein transparentes Matrixmaterial **15** eingebracht, auf dem eine Streuschicht **16** angeordnet ist. Die eingezeichneten Pfeile sollen dabei schematisch das von der LED **13** abgestrahlte Licht darstellen. Nachteilig bei diesem LED-Modul **10** ist, dass durch Phasengrenzen zwischen den Schichten **15** und **16** eine starke Reflexion des von der LED **13** abgestrahlten Lichts auftritt. Diese Phasengrenzen sind unter anderem durch unterschiedliche Brechungscharakteristika der transparenten Schicht **15** und der Streuschicht **16**, sowie durch dazwischen befindliche Klebeschichten bedingt. Durch Beanspruchung des LED-Moduls **10** kommen weiterhin lokale Delaminationen dazu, die diesen Effekt der starken Reflexion noch verstärken und zudem auch Farbschwankungen entlang des LED-Moduls **10** verursachen.

Darstellung der Erfindung

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein LED-Modul und ein Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls bereitzustellen, mittels welchen sich eine hohe Homogenität des vom LED-Modul abgestrahlten Lichts bereitstellen lässt ohne Einbußen bei der Auskopplungseffizienz in Kauf nehmen zu müssen.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung und mit den Merkmalen des Patentanspruchs 2 gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung, sowie einem LED-Modul mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 gemäß einem dritten Aspekt und mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

[0009] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls wird zunächst ein Gehäuse bereitgestellt, das als Hohlkörper ausgebildet ist, welcher eine Öffnung an einer Lichtaustrittsseite des LED-Moduls aufweist. Weiterhin weist das Gehäuse eine Grundseite auf, die der Lichtaustrittsseite gegenüberliegend angeordnet ist. Des Weiteren wird eine Leiterplatte mit mindestens einer LED auf der Grundseite des Gehäuses angeordnet. Es wird mindestens eine erste Grundschicht aus einem aushärtbaren Material in einem nicht ausgehärteten Zustand durch die Öffnung in das Gehäuse eingefüllt und weiterhin wird eine Streuschicht aus einem ebenfalls aushärtbaren Material in einem nicht ausgehärteten Zustand durch die Öffnung in das Gehäuse eingefüllt.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird die Streuschicht auf die erste Grundschicht eingefüllt, wobei die erste Grundschicht beim Einfüllen der Streuschicht nicht ausgehärtet ist, und nach Einfüllen der Streuschicht die mindestens eine erste Grundschicht und die Streuschicht ausgehärtet werden.

[0011] Die erste Grundschicht soll dabei aus einem transparenten Material sein. Durch diese transparente Schicht kann der Abstand der Streuschicht zur LED wohldefiniert eingestellt werden. Insbesondere kann die Schichtdicke und somit der Abstand der LED zur Streuschicht angepasst auf die Abstände gegebenenfalls mehrerer linear angeordneter LEDs des LED-Moduls eingestellt werden, so dass sich eine besonders hohe Homogenität der Helligkeit des abgestrahlten Lichts des LED-Moduls, besonders entlang des LED-Moduls, d.h. entlang der linearen Anordnung der LEDs, bewerkstelligen lässt. Durch das Einfüllen der Streuschicht auf die noch nicht ausgehärtete Grundschicht wird eine besonders gute Haftung der Streuschicht auf der Grundschicht bewerkstelligt. Die Gefahr für im Laufe der Zeit auftretende Delaminationen ist somit gering, wodurch mittels des Verfahrens die Auskopplungseffizienz und auch die Homogenität des abgestrahlten Lichts bezüglich der Lichtfarbe auf besonders vorteilhafte Weise erhöht werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch dieses Verfahren keine Klebeschicht zwischen der Streuschicht und der Grundschicht erforderlich ist. Durch Klebeschichten bedingte Phasengrenzen können so vermieden werden, wodurch auch die Reflexionen an Grenzschichten zwischen den Schichten reduziert und somit ebenfalls die Auskopplungseffizienz erhöht werden kann. Darüber hinaus erfordert dieses Verfahren keine aufwendigen und kostspieligen Oberflächenbehandlungen der Grundschicht, um für ausreichend Haftung der Schichten aneinander zu sorgen. Damit ist dieses Verfahren zur Herstellung ei-

nes LED-Moduls auch wesentlich einfacher und kostengünstiger.

[0012] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird beim Einfüllen der ersten Grundschicht derart viel aushärtbares Material eingefüllt, dass eine Oberfläche der eingefüllten Grundschicht eine durch eine Füllmenge vorgebbare Krümmung annimmt.

[0013] Beispielsweise kann die Grundschicht nahezu bis an den oberen Rand des Gehäuses eingefüllt werden. Dieser obere Rand ist dabei als eine Oberkante einer Begrenzungsseite des Gehäuses definiert, wobei die Begrenzungsseite die Seitenflächen des Gehäuses bildet. Insbesondere ist diese Begrenzungsseite an der Grundseite des Gehäuses angeordnet und erstreckt sich von der Grundseite bis zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls, wobei die Grundseite und die Begrenzungsseite den Hohlkörper mit der Öffnung definieren, als welcher das Gehäuse ausgebildet ist. Erreicht die Füllmenge also diesen oberen Rand des Gehäuses, so bildet sich eine nach außen gewölbte, konvexe Form der Oberfläche der ersten Grundschicht aus. Die daraufhin auf die erste Grundschicht eingefüllte Streuschicht ist somit ebenfalls gekrümmt bzw. nach außen gewölbt. Insbesondere kann so eine konkav-konvexe Form der Streuschicht erreicht werden. Das Material der ersten Grundschicht kann aber auch in einer geringeren Menge in das Gehäuse eingefüllt werden, insbesondere nur bis zu einer bestimmten Höhe. Bei einer geeigneten Benetzung der ersten Grundschicht zur Begrenzungsseite des Gehäuses bildet sich eine nach unten gewölbte, insbesondere konkave, Oberfläche der ersten Grundschicht aus. Beim anschließenden Einfüllen der Streuschicht auf die erste Grundschicht kann so beispielsweise eine bikonvexe Form der Streuschicht gebildet werden.

[0014] So kann durch die Füllmenge der ersten Grundschicht zum einen eine vorgebbare Krümmung deren Oberfläche erreicht werden und demzufolge auch eine entsprechende Formgebung der daraufhin eingefüllten Streuschicht. Diese Krümmung der Oberfläche hat ebenfalls Auswirkungen auf die Homogenität des abgestrahlten Lichts, insbesondere kann so auf besonders vorteilhafte Weise eine hohe Homogenität in einer Richtung senkrecht zur Längserstreckungsrichtung des LED-Moduls erreicht werden. Längserstreckungsrichtung ist dabei so zu verstehen, dass bei einer Anordnung mehrerer LEDs an der Grundseite des Gehäuses in linearer Weise bzw. im Wesentlichen in einer Linie, die Richtung dieser linearen Anordnung als Längserstreckungsrichtung definiert ist. Auch bei einer Anordnung nur einer LED im Gehäuse kann so eine besonders hohe Homogenität des abgestrahlten Lichts erreicht werden, insbesondere in einer Richtung von einer zentralen Abstrahlachse der LED nach außen hin, d.h. bei einer möglichst mittigen Anordnung der LED auf

der Grundseite des Gehäuses, zur Begrenzungsseite des Gehäuses hin. Auch hierbei können durch geeignete Ausbildung der Krümmung der Oberfläche der ersten Grundschicht Reflexionen reduziert werden. Beispielsweise trifft von der LED abgestrahltes Licht auf eine nach außen gewölbte Oberfläche der ersten Grundschicht überall nahezu senkrecht auf, wodurch die Auskopplungseffizienz ebenfalls erhöht werden kann.

[0015] Besonders bevorzugt ist eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, das die beiden erfindungsgemäßen Aspekte des Verfahrens umfasst. Dadurch lässt sich eine Steigerung in der Homogenität des abgestrahlten Lichts des LED-Moduls in jeder Richtung bezüglich Helligkeit und Lichtfarbe erzielen, die Auskopplungseffizienz erhöhen und gleichzeitig auch die Kosten und den Aufwand des Herstellungsverfahrens reduzieren.

[0016] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird beim Bereitstellen des Gehäuses in eine Begrenzungsseite des Gehäuses zumindest bereichsweise eine Einkerbung eingebracht, die in einem Abstand zur Grundseite des Gehäuses verläuft. Dabei ist die Begrenzungsseite an der Grundseite angeordnet und erstreckt sich von der Grundseite bis zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls, wobei die Grundseite und die Begrenzungsseite den Hohlkörper mit der Öffnung definieren.

[0017] Durch diese Einkerbung kann auf besonders vorteilhafte Weise die Höhe der Benetzung der ersten Grundschicht zur Begrenzungsseite des Gehäuses eingestellt werden. Beim Einfüllen der ersten Grundschicht wird die Begrenzungsseite von der ersten Grundschicht dabei maximal nur bis zur Einkerbung benetzt. Weiterhin bildet sich, wie bereits erwähnt, eine, insbesondere konkav, gekrümmte Oberfläche der ersten Grundschicht aus. Dadurch dass die Höhe der Benetzung zur Begrenzungsseite durch die Einkerbung vorgegeben ist, kann durch die Einfüllmenge des Materials der ersten Grundschicht ebenfalls die Krümmung der Oberfläche bestimmt werden. Dabei wird bevorzugt soviel Material in das Gehäuse eingefüllt, dass sich die Oberfläche der ersten Grundschicht unterhalb der Einkerbung befindet, wobei die Begrenzungsseite bis zur Einkerbung benetzt wird. Je mehr Material eingefüllt wird, desto weniger stark ist die Oberfläche gekrümmt. So kann auf besonders vorteilhafte Weise auch der Krümmungsradius der gekrümmten Oberfläche der ersten Grundschicht durch die Füllmenge des Materials eingestellt werden. Dadurch kann eine Homogenisierung des abgestrahlten Lichts erreicht werden, die auf die Geometrie des LED-Moduls, also beispielsweise Höhe, Breite, Anordnung der LED, Abstrahlwinkel der LED, usw., optimal angepasst ist.

[0018] Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird für die Streuschicht ein Material verwendet, das ein Basismaterial mit Streupartikeln umfasst, wobei das Basismaterial dieselben Eigenschaften besitzt wie das der ersten Grundschicht, so dass sich beim Aushärten der ersten Grundschicht und der Streuschicht keine Phasengrenze bildet.

[0019] Insbesondere soll dabei das Basismaterial der Streuschicht dasselbe Material wie das der ersten Grundschicht sein, wobei dieses Basismaterial der Streuschicht zusätzlich mit Streupartikeln versehen ist. Dadurch besitzen die erste Grundschicht und die Streuschicht dieselben Materialeigenschaften, wie beispielsweise denselben Brechungsindex, denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten, usw. Die Wahl desselben Materials bzw. Basismaterials hat eine Vielzahl von Vorteilen. Zum einen können durch den selben Brechungsindex wiederum Reflexionen an der Streuschicht reduziert werden und zum anderen können auch mechanische Beanspruchungen, wie beispielsweise durch Wärmeausdehnung, durch den selben Wärmeausdehnungskoeffizienten vermieden werden. Dies verhindert wiederum das Entstehen von Delaminationen was wiederum weniger Verluste durch Reflexionen zur Folge hat, die Auskopplungseffizienz erhöht und die Homogenität des abgestrahlten Lichts steigert. Besonders vorteilhaft ist diese Ausgestaltung in Kombination mit einem Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Indem die Streuschicht auf die noch nicht ausgehärtete erste Grundschicht eingefüllt wird, und diese Schichten gleichzeitig ausgehärtet werden, verschmelzen diese Schichten gewissermaßen miteinander. Dadurch, dass diese Schichten auch noch aus dem selben Material bzw. Basismaterial sind, entsteht keine Phasengrenze zwischen den Schichten. Die erste Grundschicht und die Streuschicht bilden sozusagen eine Einheit bzw. eine einheitliche Schicht, wobei sich in einem definierten Bereich dieser einheitlichen Schicht Streupartikel befinden. Dieser Bereich mit den Streupartikeln kann als Streuschicht definiert werden. Es gibt also keinerlei Fresnel-Rückreflexe des von der LED abgestrahlten Lichts, welche auf den Komponentenoberflächen, wie beispielsweise der Leiterplatte, absorbiert werden, wodurch die Auskopplungseffizienz optimiert werden kann. Es tritt auch keine totale interne Reflexion auf, welche das farblich gelblichere Licht weißer LEDs in hohen Abstrahlwinkeln zurückreflektiert und so zu einem Blau-Farbschift des LED-Moduls führen würde.

[0020] Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die LED eine Lichtaustrittsseite auf, die eine Oberkante der LED definiert. Die mindestens eine erste Grundschicht wird derart eingefüllt, dass eine nach dem Einfüllen der Grundseite des Gehäuses gegenüberliegende Oberfläche der ersten Grundschicht einen Abstand zur Lichtaustritts-

seite des LED-Moduls aufweist der kleiner ist als ein Abstand der Oberkante der LED von der Lichtaustrittsseite des LED-Moduls.

[0021] So kann durch das Einfüllen der ersten Grundschicht bis zu einer bestimmten Höhe der Abstand der Streuschicht zur LED wohldefiniert eingestellt werden. Insbesondere kann die Schichtdicke der ersten Grundschicht und somit der Abstand der LED zur Streuschicht angepasst auf die Abstände mehrerer linear angeordneter LEDs des LED-Moduls eingestellt werden. Bevorzugt ist bei einem größeren Abstand von mehreren linear angeordneten LEDs die Schichtdicke der ersten Grundschicht entsprechend größer zu wählen. Dadurch lässt sich eine besonders hohe Homogenität der Helligkeit des abgestrahlten Lichts des LED-Moduls, besonders entlang des LED-Moduls, d.h. entlang der linearen Anordnung der LEDs, bewerkstelligen.

[0022] Bei einer weiteren sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird vor dem Einfüllen der ersten Grundschicht eine zweite Grundschicht durch die Öffnung des Gehäuses in das Gehäuse eingefüllt wird, wobei auf die zweite Grundschicht die erste Grundschicht eingefüllt wird.

[0023] Diese zweite Grundschicht kann dabei eine weiße Pigmentierung aufweisen. Durch diese zusätzliche Schicht kann beispielsweise das Erscheinungsbild des LED-Moduls und seines Abstrahlverhalten nach bestimmten Ansprüchen oder optischen Erfordernissen gestaltet werden. Insbesondere gewährleistet die weiße Pigmentierung eine gute Reflektivität von zurückreflektiertem Licht, wodurch auch dadurch die Auskopplungseffizienz zusätzlich gesteigert werden kann.

[0024] Bevorzugt wird dabei die zweite Grundschicht höchstens bis zur Oberkante der LED eingefüllt. Nach dem Aushärten dieser Schicht kann dann die erste Grundschicht eingefüllt werden und zusammen mit der anschließend eingefüllten Streuschicht ausgehärtet werden.

[0025] Das erfindungsgemäße LED-Modul umfasst ein Gehäuse, das als Hohlkörper ausgebildet ist, der eine Öffnung an einer Lichtaustrittsseite des LED-Moduls aufweist. Das Gehäuse weist eine Grundseite auf, die der Lichtaustrittsseite gegenüberliegend angeordnet ist, und einer Begrenzungsseite, die an der Grundseite angeordnet ist und sich von der Grundseite bis zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls erstreckt. Die Grundseite und die Begrenzungsseite definieren dabei den Hohlkörper mit der Öffnung. Das LED-Modul umfasst weiterhin eine Leiterplatte, die auf der Grundseite des Gehäuses angeordnet ist, und eine LED, die auf der Leiterplatte angeordnet ist, und die eine Lichtaustrittsseite aufweist, die eine Oberkante der LED definiert. Des Weiteren umfasst das

LED-Modul eine im Gehäuse angeordnete Schichtenfolge mit Schichten in einer Abfolge in einer Richtung von der Grundseite des Gehäuses zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls. Die Schichtenfolge ist dabei die LED einschließend und die Begrenzungsfläche des Gehäuses kontaktierend angeordnet und weist mindestens eine erste Grundschicht und eine Streuschicht auf, wobei die erste Grundschicht und die Streuschicht jeweils aus einem Material gebildet sind, und die Streuschicht einen Abstand zur LED aufweist. Die Streuschicht ist auf der ersten Grundschicht angeordnet, wobei die erste Grundschicht zumindest zwischen der Streuschicht und der Oberkante der LED angeordnet ist.

[0026] Bei einem LED-Modul gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung umfasst das Material der Streuschicht ein Basismaterial mit Streupartikeln, wobei das Basismaterial dasselbe Material ist, wie das der ersten Grundschicht.

[0027] Dadurch besitzen die erste Grundschicht und die Streuschicht dieselben Materialeigenschaften, wie beispielsweise denselben Brechungsindex, denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten, usw.. Die Wahl desselben Materials bzw. Basismaterials hat auch hier die bereits oben beschriebenen Vorteile, dass zum einen durch den selben Brechungsindex Reflexionen an der Streuschicht reduziert werden und zum anderen können auch mechanische Beanspruchungen, wie beispielsweise durch Wärmeausdehnung, durch den selben Wärmeausdehnungskoeffizienten vermieden werden. Dies verhindert wiederum das Entstehen von Delaminationen was wiederum weniger Verluste durch Reflexionen zur Folge hat, die Auskopplungseffizienz erhöht und die Homogenität des abgestrahlten Lichts steigert. So können auf besonders vorteilhafte Weise die im Stand der Technik auftretenden Probleme, die aus Materialinkompatibilitäten resultieren, beseitigt werden. Als Material eignet sich dabei besonders ein Polymermaterial, wie beispielsweise Silikon oder Polyurethan. Die Streuschicht weist dabei noch Streupartikel auf, die bevorzugt an den LED-Typ angepasst sind.

[0028] Bei einem LED-Modul gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung weist die Streuschicht eine Dicke auf, die räumlich nicht konstant ist.

[0029] So kann bewerkstelligt werden, dass der Weg, den das von der LED abgestrahlte Licht durch die Streuschicht zurücklegt, in alle Abstrahlrichtungen gleich ist. So ist auch der Lichtmisch- und Streueffekt der Streuschicht auf das von der LED abgestrahlte Licht in alle Abstrahlrichtungen derselbe, wodurch eine besonders hohe Homogenität des durch das LED-Modul abgestrahlte Licht erreicht werden kann.

[0030] Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung des Erfindung umfasst die beiden erfindungsgemäßen Aspekte des LED-Moduls mit den eben beschriebenen Vorteilen.

[0031] Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Dicke der Streuschicht in einem Bereich mit einem kleineren Abstand zur Begrenzungsseite des Gehäuses kleiner ist als die Dicke der Streuschicht in einem Bereich mit einem größeren Abstand zur Begrenzungsfläche des Gehäuses. Bei einer linearen Anordnung mehrerer LEDs in einer Längserstreckungsrichtung des Gehäuses ist der Abstand zur Begrenzungsseite in der Querschnittsebene senkrecht zur Längserstreckungsrichtung des Gehäuses zu verstehen. Dadurch kann bewerkstelligt werden, dass der Weg, den das von der LED abgestrahlte Licht durch die Streuschicht zurücklegt, in alle Abstrahlrichtungen gleich ist, falls die LED in einem zentralen Bereich der Grundseite des Gehäuses bezüglich der Begrenzungsseite des Gehäuses angeordnet ist, insbesondere wieder zu verstehen in einem Querschnitt senkrecht zu einer Längserstreckungsrichtung des Gehäuses. Wie oben beschrieben, führt dies zu einer besonders hohen Homogenität des vom LED-Modul abgestrahlten Lichts.

[0032] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weisen die mindestens eine erste Grundschicht und die Streuschicht eine gemeinsame Zwischenfläche auf, die eine Krümmung aufweist. Des Weiteren ist die Krümmung durch eine Menge an Material der ersten Grundschicht und/oder eine Ausgestaltung der Begrenzungsfläche des Gehäuses vorgebar. Beispielsweise kann die Begrenzungsfläche eine Einkerbung aufweisen. Durch diese Einkerbung kann zusammen mit der Füllmenge des Materials der ersten Grundschicht die Krümmung der Oberfläche der Grundschicht, also der Zwischenfläche zwischen der ersten Grundschicht und der Streuschicht, wie oben bereits beschrieben, vorgegeben werden. Die genannte Zwischenfläche kann dabei auch als virtuelle Zwischenfläche verstanden werden, insbesondere bei einem LED-Modul, das mittels des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung hergestellt ist, da die erste Grundschicht und die mit dieser sozusagen verschmolzenen Streuschicht eher als zwei Bereiche einer einzigen Schicht anzusehen sind, wobei einer dieser Bereiche Streupartikel aufweist.

[0033] Weiterhin kann die Zwischenfläche konkav oder konvex sein. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn auch die Streuschicht an der Lichtaustrittsseite des LED-Moduls eine Oberfläche aufweist, die eine Krümmung aufweist. So lassen sich Formen der Streuschicht, wie eine bi-konvexe Form oder eine konkav-konvexe Form umsetzen, die die vorteilhafte Eigenschaft aufweisen, dass die Streuschicht in der Mitte, also in einem Bereich mit einem größeren Abstand zur Begrenzungsseite des Gehäuses, dicker ist

als am Rand, also in einem Bereich mit einem kleineren Abstand zur Begrenzungsseite des Gehäuses.

[0034] Des Weiteren gelten die für die erfindungsgemäßen Verfahren genannten Vorteile, Merkmale und Ausgestaltungsvarianten in gleicher Weise, soweit anwendbar, für das erfindungsgemäße LED-Modul und seine Ausgestaltungsvarianten. Insbesondere lassen sich die genannte Ausgestaltungsvarianten und einzelnen Merkmale beliebig miteinander kombinieren.

[0035] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0036] Im Folgenden soll die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Die Figuren zeigen:

[0037] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines mehrschichtigen LED-Moduls gemäß dem Stand der Technik;

[0038] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines LED-Moduls mit einer transparenten Grundschicht und einer Streuschicht gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0039] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines LED-Moduls mit einer transparenten Grundschicht und einer Streuschicht mit einer bi-konvexen Form gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0040] Fig. 4 eine schematische Darstellung eines LED-Moduls mit einer transparenten Grundschicht und einer Streuschicht mit einer konkav-konvexen Form gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

[0041] Fig. 5 eine schematische Darstellung des Lichtwegs einer LED eines LED-Moduls mit einer transparenten Grundschicht und einer Streuschicht mit einer konkav-konvexen Form gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0042] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines LED-Moduls **20** mit einer ersten transparent ausgebildeten Grundschicht **22** und einer Streuschicht **24** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das LED-Modul **20** umfasst dabei ein Gehäuse **26** mit einer Grundseite **28** und einer Begrenzungsseite **30**, welche das LED-Modul **20** nach außen hin begrenzt. Die Begrenzungsseite **30** kann dabei mehrere Bereiche umfassen, wie beispielsweise einen vorderen

Bereich, einen hinteren Bereich, und zwei seitliche Bereiche, je nach Ausbildung des Gehäuses **26**. Das Gehäuse **26** kann beispielsweise auch rund ausgebildet sein, rotationssymmetrisch oder rinnenförmig. Bevorzugt ist dabei eine Ausbildung des Gehäuses **26**, das, wie dargestellt, in einem Querschnitt ein U-Profil aufweist und sich in einer Längserstreckungsrichtung senkrecht zur dargestellten Querschnittsebene erstreckt. In dieser Längserstreckungsrichtung können mehrere LEDs **32** linear angeordnet sein, insbesondere auf einer Leiterplatte **36**, die auf der Grundseite **28** des Gehäuses **26** angeordnet ist. Das LED-Modul **20** weist weiterhin eine erste Grundschicht **22** auf, die aus einem transparenten Matrixmaterial gebildet ist. Auf dieser ersten Grundschicht **22** ist eine Streuschicht **24** angeordnet, die bevorzugt aus demselben Matrixmaterial mit Streupartikeln gebildet ist. Je nach optischen Erfordernissen und Ansprüchen an das Erscheinungsbild kann das LED-Modul **20** noch eine zweite Grundschicht **34** aufweisen, die als weiß pigmentierte Schicht ausgebildet ist und bis zur LED-Oberkante reicht.

[0043] Auf der Grundseite **28** des Gehäuses **26** kann der LED-Streifen, also die auf einer beispielsweise flexiblen Leiterplatte **36** angeordneten LEDs **32**, mittels eines Polymer-Klebers **38** dauerhaft fixiert werden. Das Gehäuse **26** kann dabei aus einem Polymerwerkstoff, wie Silikon, Polyurethan, Polycarbonat, oder Metall, wie Aluminium, Edelstahl, usw., gefertigt sein. Für den LED-Streifen kann dabei ein Substrat, wie beispielsweise Polyimid oder FR4, verwendet werden, auf dem LEDs **32** zusammen mit anderen elektrischen Bauelementen montiert sind. Weiterhin kann der LED-Streifen einen Lötstopplack, beispielsweise auf Acrylat- oder Epoxidharzbasis, umfassen. Der Polymer-Kleber **38** kann weiterhin auf Silikon-, PU-, oder Epoxidharzbasis sein. Der Kleber **38** wird in definierter Schichtdicke in das U-Profil hineindispensiert, anschließend wird der LED-Streifen blasenfrei ausgehärtet.

[0044] Je nach optischen Erfordernissen wird eine transparente oder weiß pigmentierte Füllschicht eingebracht. Im Falle der pigmentierten Schicht, also insbesondere der zweiten Grundschicht **34**, endet diese bevorzugt an der LED-Oberkante, und nach dem Aushärten, z.B. thermisch, wird nochmals eine transparente Schicht, also die erste Grundschicht **22**, mit definierter Höhe aufgebracht, um den Abstand zur Streuschicht **24** zu definieren. Im Falle, dass die Füllschicht vollständig transparent ist, kann diese die LED-Oberkante übersteigen und gleichzeitig den Abstand der Streuschicht **24** zur LED-Oberkante definieren. Auf die noch nicht ausgehärtete transparente Schicht **22** aus Polymermatrixmaterial, z.B. Silikon oder PU, wird eine Mischung aus Polymermatrixmaterial, das insbesondere das gleiche Material ist wie die transparente Schicht **22**, mit an den LED-Typ angepassten Streupartikeln dispensiert. Anschließend

wird ausgehärtet, beispielsweise thermisch. Zur Befestigung des LED-Moduls **20** an einem Untergrund kann beispielsweise auf die U-Profil Rückseite ein doppelseitiges Klebeband **40** auf laminiert werden.

[0045] Mit dem schematisch dargestellten Lichtstrahl der LED **32** soll veranschaulicht werden, dass an der Grenzfläche zwischen der ersten Grundschicht **22** und der Streuschicht **24** auftretende Fresnel-Rückreflexe verhindert werden können. Insbesondere wird dies dadurch ermöglicht, dass die Streuschicht **24** auf die noch nicht ausgehärtete erste Grundschicht **22** aufdispensiert wird, woraufhin ein gemeinsames Aushärten der Schichten **22** und **24** erfolgt. Sind die Streuschicht **24** und die erste Grundschicht **22** darüber hinaus aus dem selben Material, so gibt es nach dem Aushärten dieser Schichten **22** und **24** keine Phasengrenze zwischen diesen Schichten **22** und **24**, an der das Licht reflektiert wird. So kann auf besonders kostengünstige und einfach herzustellende Weise die Auskopplungseffizienz des LED-Moduls **20** erhöht werden und gleichzeitig eine besonders homogene Lichtverteilung in Bezug auf Helligkeit und Lichtfarbe ermöglicht werden. Zusätzlich können die Streu- und Transparenzschichten **22** und **24** auch einen IP-Schutz darstellen.

[0046] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines LED-Moduls **20**, bei dem die Streuschicht **24** als bi-konvexe Form ausgebildet ist, gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dazu kann die Begrenzungsseite **30** des Gehäuses **26** eine Einkerbung **42** aufweisen. Diese Einkerbung **42** veranlasst die Transparenzschicht **22** zur Formung eines Meniskus. Die Krümmung des Meniskus ist dabei abhängig von der Füllmenge des in das Gehäuse **26** eingebrachten transparenten Matrixmaterials. Auch die geometrische Form der Streuschicht **24** wird durch die Einkerbung **42** des U-Profiles und die eingebrachte Materialmenge bewirkt. Die vorab dispensierte Transparenzschicht **22**, die einen Meniskus bildet, wird später von der Streuschicht **24** ausgefüllt, welche daraufhin eine bi-konvexe Form bildet. Dabei sollte das Polymer-Material eine gute Benetzung zum U-Profil haben und zudem eine hohe Viskosität, bevorzugt größer als 10000 mPA-s, und eine hohe Oberflächenspannung, bevorzugt größer als 50 mN/m besitzen. D.h. das Material sollte nahezu standfest sein, dabei aber immer noch leicht fließen und dabei eine glatte Oberfläche ausbilden. Beim Aushärten darf sich die Form nur noch leicht ändern, d.h. die Viskosität darf nur in geringem Maße von der Temperatur abhängen. Dieses Verhalten zeigen z.B. Silikone, andere Polymere müssen mittels der durchschnittlichen Kettenlänge entsprechend eingestellt werden.

[0047] Die Formgebung der Einkerbung **42** ist dabei nicht entscheidend, insbesondere kann die Einkerbung **42** jede beliebige Form aufweisen. Durch die Oberflächenspannung und der guten Benetzung des

Materials zum U-Profil steigt das Material beim Einfüllen die Begrenzungsseite **30** hoch und bildet so einen Meniskus aus. Durch die Einkerbung **42** kann die Steighöhe an der Begrenzungsseite **30** des Gehäuses **26** begrenzt werden. Wird wenig Material eingefüllt, so ist der Meniskus stark gekrümmt, wird mehr Material eingefüllt, so ist der Meniskus weniger stark gekrümmt.

[0048] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines LED-Moduls **20** mit einer Streuschicht **24**, die eine konkavkonvexe Form aufweist, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dabei wird die Füllmenge der Transparenzschicht **22** so eingestellt, dass sich eine konvexe Oberfläche ergibt. Insbesondere kann das Gehäuse **26** bis zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls **20** mit Material befüllt werden, d.h. bis zur Oberkante der Begrenzungsseite **30** des Gehäuses **26**, so dass sich eine konvexe Form ausbildet. Dann kann auf die noch nicht ausgehärtete Transparenzschicht **22** die Streuschicht **24** dispensiert werden. Auch hierbei sollte das Polymer-Material eine gute Benetzung zum U-Profil haben und zudem eine hohe Viskosität, bevorzugt größer als 10000 mPA·s, und eine hohe Oberflächenspannung, bevorzugt größer als 50 mN/m besitzen. D.h. das Material sollte auch hier nahezu standfest sein, dabei aber immer noch leicht fließen, so dass sich beim Aushärten die Form nur noch leicht ändert, d.h. die Viskosität darf nur in geringem Maße von der Temperatur abhängen.

[0049] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des Lichtwegs einer LED **32** eines LED-Moduls **20** mit einer transparenten ersten Grundschicht **22** und einer Streuschicht **24** mit einer konkav-konvexen Form gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Durch die wie in Fig. 4 dargestellte Ausbildung der Streuschicht **24** mit einer konkav-konvexen Form kann erreicht werden, dass die makroskopische Weglänge in der Streuschicht **24** für verschiedene LED-Abstrahlwinkel in etwa gleich ist. Somit kann bewerkstelligt werden, dass von der LED **32** in unterschiedlichen Abstrahlwinkeln abgestrahltes Licht durch die Streuschicht **24** den selben Lichtmisch- und Streueffekt erfährt, wodurch ein besonders homogenes Modul-Erscheinungsbild aus verschiedenen Blickrichtungen ermöglicht wird. Dies gilt in analoger Weise auch für die in Fig. 3 dargestellte Ausgestaltungsvariante des LED-Moduls **20** mit einer bikonvex ausgebildeten Streuschicht **24**. Insbesondere gilt dies für alle Ausgestaltungen mit zentral auf der Grundseite **28** des Gehäuses **26** angeordneten LEDs **32** und einer Ausbildung einer Streuschicht **24**, deren Dicke von der Mitte der Abstrahlseite des LED-Moduls **20** zur Begrenzungsseite **30** des Gehäuses **26** hin abnimmt.

[0050] Insgesamt wird so ein Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls sowie ein LED-Modul be-

reitgestellt, mittels welchen die Auskopplungseffizienz und die Homogenität des abgestrahlten Lichts auf besonders vorteilhafte Weise erhöht wird. Dadurch, dass die Streuschicht in nicht ausgehärteter Form auf die noch nicht ausgehärtete Transparenzschicht aufgebracht wird, das Polymermatrixmaterial der Streuschicht das gleiche ist wie das der Transparenzschicht und die notwendige Streuschichtform sich an der Unterseite aus der Form der Transparenzschicht, deren Krümmung durch die Füllmenge und die Ausgestaltung des U-Profiles vorgegeben werden kann, ergibt, werden eine Vielzahl an Vorteilen erzielt. Es bildet sich keine Phasengrenze, wodurch ein Brechungsindexsprung zwischen Streu- und Transparenzschicht vermieden wird, man erhält eine einheitliche Schicht aus Polymermatrixmaterial, da das flüssige Polymermatrixmaterial mit den Streupartikeln auf das flüssige noch nicht ausgehärtete Polymermatrixmaterial aufgetragen wird. Die Streupartikel befinden sich somit in einem definierten Abstand zur LED-Oberfläche und in einem Bereich mit definierter Form. Somit treten keine Fresnel-Rückreflexe auf, welche auf den Komponentenoberflächen absorbiert werden, es gibt keine totale interne Reflexion, welche das farblich gelblichere Licht weißer LEDs in hohen Abstrahlwinkeln zurückreflektieren und so zu einem Blau-Farbschift des Moduls führen würde. Weiterhin werden im Vergleich zu homogenen Volumestreuern bei vergleichbarer Homogenität und Modulgeometrie wesentlich höhere Auskopplungseffizienzen erzielt. Darüber hinaus wird die geometrische Form der Streuschicht exakt durch die geometrische Ausgestaltung des U-Profiles und der Füllmenge der Transparenzschicht definiert. Eine Dickenreduktion der Streuschicht zum Modulrand ermöglicht ein homogeneres Erscheinungsbild des Moduls aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Außerdem sind durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren keine besonderen Oberflächenvorbehandlungen erforderlich, um eine ausreichende Haftung der Streuschicht auf der transparenten Schicht zu erzielen, und es können Farbschwankungen entlang eines linearen Moduls durch lokale Delamination mit unterschiedlichen Delaminationsabständen zwischen der Transparenz- und Streuschicht vermieden werden, was sich bei anderen Produktionsverfahren nur mit sehr hohem Aufwand vermeiden lässt, z.B. durch gezielte Plasma-Oberflächenvorbehandlungen. Weiterhin gibt es keine Probleme aufgrund von Materialinkompatibilitäten der Transparenz- und Streuschicht, wie Delamination, Korrosion, Degradation und Vergilbung, und die Produktion kann sehr einfach und kostengünstig mit Standard Dispens-Prozessen bewerkstelligt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls (**20**) mit den Schritten:
 - Bereitstellen eines Gehäuses (**26**), das als Hohlkörper ausgebildet ist, der eine Öffnung an einer Licht-

austrittsseite des LED-Moduls (20) aufweist, wobei das Gehäuse (26) eine Grundseite (28) aufweist, die der Lichtaustrittsseite gegenüberliegend angeordnet ist;

– Anordnen einer Leiterplatte (36) mit mindestens einer LED (32) auf der Grundseite (28) des Gehäuses (26);

– Einfüllen mindestens einer ersten Grundsicht (22) aus einem aushärtbaren Material in einem nicht ausgehärteten Zustand durch die Öffnung in das Gehäuse (26); und

– Einfüllen einer Streuschicht (24) aus einem aushärtbaren Material in einem nicht ausgehärteten Zustand durch die Öffnung in das Gehäuse (26);

dadurch gekennzeichnet, dass

die Streuschicht (24) auf die erste Grundsicht (22) eingefüllt wird, wobei die erste Grundsicht (22) beim Einfüllen der Streuschicht (24) nicht ausgehärtet ist, und nach Einfüllen der Streuschicht (24) die mindestens eine erste Grundsicht (22) und die Streuschicht (24) ausgehärtet werden.

2. Verfahren zum Herstellen eines LED-Moduls (20) mit den Schritten:

– Bereitstellen eines Gehäuses (26), das als Hohlkörper ausgebildet ist, der eine Öffnung an einer Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20) aufweist, wobei das Gehäuse (26) eine Grundseite (28) aufweist, die der Lichtaustrittsseite gegenüberliegend angeordnet ist,

– Anordnen einer Leiterplatte (36) mit mindestens einer LED (32) auf der Grundseite (28) des Gehäuses (26);

– Einfüllen mindestens einer ersten Grundsicht (22) aus einem aushärtbaren Material in einem nicht ausgehärteten Zustand durch die Öffnung in das Gehäuse (26); und

– Einfüllen einer Streuschicht (22) aus einem aushärtbaren Material in einem nicht ausgehärteten Zustand durch die Öffnung in das Gehäuse (26);

dadurch gekennzeichnet, dass

beim Einfüllen der ersten Grundsicht (22) derart viel aushärtbares Material eingefüllt wird, dass eine Oberfläche der eingefüllten Grundsicht (22) eine durch eine Füllmenge vorgebbare Krümmung annimmt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Einfüllen der ersten Grundsicht (22) derart viel aushärtbares Material eingefüllt wird, dass eine Oberfläche der eingefüllten Grundsicht (22) eine durch eine Füllmenge vorgebbare Krümmung annimmt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Bereitstellen des Gehäuses (26) in eine Begrenzungsseite (30) des Gehäuses (26), die an der Grundseite (28) angeordnet ist und sich von der Grundseite (28) bis zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20)

erstreckt, wobei die Grundseite (28) und die Begrenzungsseite (30) den Hohlkörper mit der Öffnung definieren, zumindest bereichsweise eine Einkerbung 42 eingebracht wird, die in einem Abstand zur Grundseite (28) des Gehäuses (26) verläuft.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Streuschicht (22) ein Material verwendet wird, das ein Basismaterial mit Streupartikeln umfasst, wobei das Basismaterial dieselben Eigenschaften besitzt wie das der ersten Grundsicht (24), so dass sich beim Aushärten der ersten Grundsicht (24) und der Streuschicht (22) keine Phasengrenze bildet.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die LED (32) eine Lichtaustrittsseite aufweist, die eine Oberkante der LED (32) definiert, und die mindestens eine erste Grundsicht (22) derart eingefüllt wird, dass eine nach dem Einfüllen der Grundseite (28) des Gehäuses (26) gegenüberliegende Oberfläche der ersten Grundsicht (22) einen Abstand zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20) aufweist, der kleiner ist als ein Abstand der Oberkante der LED (32) von der Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20).

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Einfüllen der ersten Grundsicht (22) eine zweite Grundsicht (34) durch die Öffnung des Gehäuses (26) in das Gehäuse (26) eingefüllt wird, wobei auf die zweite Grundsicht (34) die erste Grundsicht (22) eingefüllt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Grundsicht (34) höchstens bis zur Oberkante der LED (32) eingefüllt wird.

9. LED-Modul (20), aufweisend

– ein Gehäuse (26), das als Hohlkörper ausgebildet ist, der eine Öffnung an einer Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20) aufweist, wobei das Gehäuse (26) eine Grundseite (28) aufweist, die der Lichtaustrittsseite gegenüberliegend angeordnet ist, und einer Begrenzungsseite (30), die an der Grundseite (28) angeordnet ist und sich von der Grundseite (28) bis zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20) erstreckt, wobei die Grundseite (28) und die Begrenzungsseite (30) den Hohlkörper mit der Öffnung definieren,

– eine Leiterplatte (36), die auf der Grundseite (28) des Gehäuses (26) angeordnet ist,

– eine LED (32), die auf der Leiterplatte (36) angeordnet ist, und die eine Lichtaustrittsseite aufweist, die eine Oberkante der LED (32) definiert,

– einer im Gehäuse (26) angeordneten Schichtenfolge mit Schichten (34; 22; 24) in einer Abfolge in einer Richtung von der Grundseite (28) des Gehäuses (26) zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20), wobei die Schichtenfolge die LED (32) einschließend

und die Begrenzungsfläche (30) des Gehäuses (26) kontaktierend angeordnet ist und mindestens eine erste Grundschicht (22) und eine Streuschicht (24) umfasst, wobei die erste Grundschicht (22) und die Streuschicht (24) jeweils aus einem Material gebildet sind, und die Streuschicht (24) einen Abstand zur LED (32) aufweist und die auf der ersten Grundschicht (22) angeordnet ist, wobei die erste Grundschicht (22) zumindest zwischen der Streuschicht (24) und der Oberkante der LED (32) angeordnet ist **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material der Streuschicht (24) ein Basismaterial mit Streupartikeln umfasst, wobei das Basismaterial dasselbe Material ist, wie das der ersten Grundschicht (22).

10. LED-Modul (20), aufweisend

- ein Gehäuse (26), das als Hohlkörper ausgebildet ist, der eine Öffnung an einer Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20) aufweist, wobei das Gehäuse (26) eine Grundseite (28) aufweist, die der Lichtaustrittsseite gegenüberliegend angeordnet ist, und einer Begrenzungsseite (30), die an der Grundseite (28) angeordnet ist und sich von der Grundseite (28) bis zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20) erstreckt, wobei die Grundseite (28) und die Begrenzungsseite (30) den Hohlkörper mit der Öffnung definieren,
- eine Leiterplatte (36), die auf der Grundseite (28) des Gehäuses (26) angeordnet ist,
- eine LED (232), die auf der Leiterplatte (36) angeordnet ist, und die eine Lichtaustrittsseite aufweist, die eine Oberkante der LED (32) definiert,
- einer im Gehäuse (26) angeordneten Schichtenfolge mit Schichten (34; 22; 24) in einer Abfolge in einer Richtung von der Grundseite (28) des Gehäuses (26) zur Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20), wobei die Schichtenfolge die LED (32) einschließend und die Begrenzungsfläche (30) des Gehäuses (26) kontaktierend angeordnet ist und mindestens eine erste Grundschicht (22) und eine Streuschicht (24) umfasst, wobei die erste Grundschicht (22) und die Streuschicht (24) jeweils aus einem Material gebildet sind, und die Streuschicht (24) einen Abstand zur LED (32) aufweist und die auf der ersten Grundschicht (22) angeordnet ist, wobei die erste Grundschicht (22) zumindest zwischen der Streuschicht (24) und der Oberkante der LED (32) angeordnet ist **dadurch gekennzeichnet**, dass die Streuschicht (24) eine Dicke aufweist, die räumlich nicht konstant ist.

11. LED-Modul (20) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Streuschicht (24) eine Dicke aufweist, die räumlich nicht konstant ist.

12. LED-Modul (20) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke der Streuschicht (24) in einem Bereich mit einem kleineren Abstand zur Begrenzungsfläche (30) des Gehäuses (26) kleiner ist als die Dicke der Streuschicht (24) in

einem Bereich mit einem größeren Abstand zur Begrenzungsfläche (30) des Gehäuses (26).

13. LED-Modul (20) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine erste Grundschicht (22) und die Streuschicht (24) eine gemeinsame Zwischenfläche aufweisen, die eine Krümmung aufweist.

14. LED-Modul (20) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Krümmung vorgebar ist durch eine Menge an Material der ersten Grundschicht und/oder eine Ausgestaltung der Begrenzungsfläche des Gehäuses (26).

15. LED-Modul (20) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zwischenfläche konkav oder konvex ist.

16. LED-Modul (20) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Streuschicht (24) an der Lichtaustrittsseite des LED-Moduls (20) eine Oberfläche aufweist, die eine Krümmung aufweist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

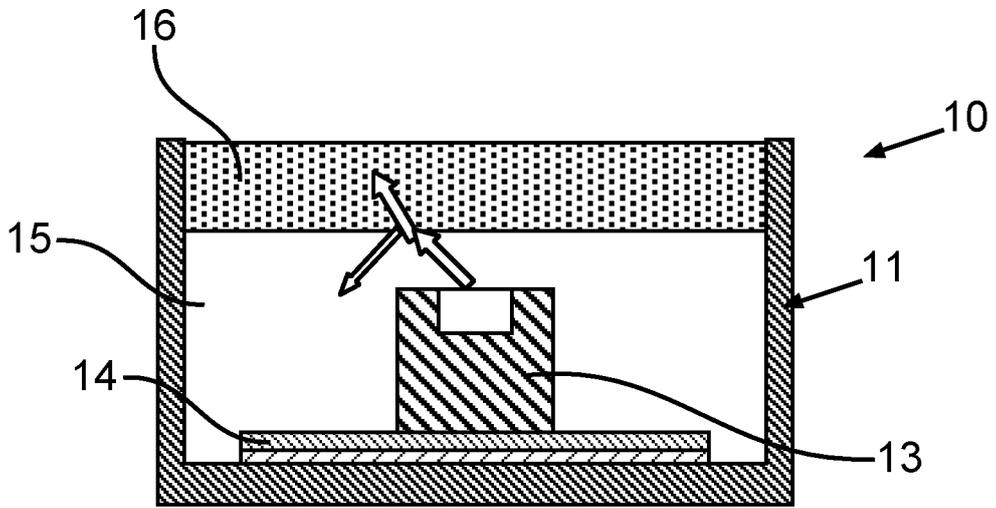


Fig.1

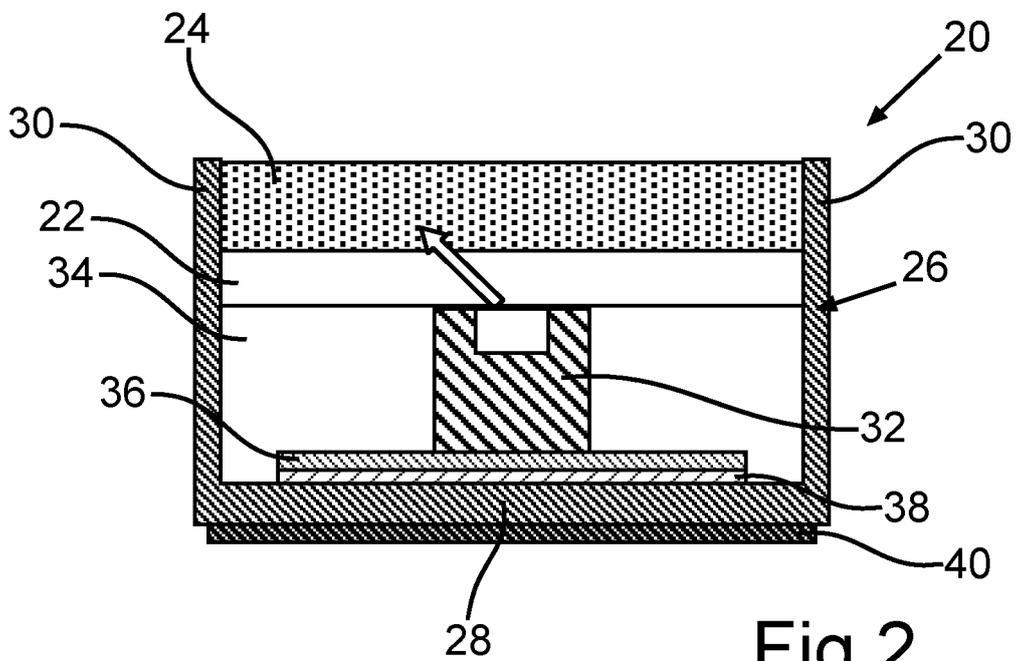


Fig.2

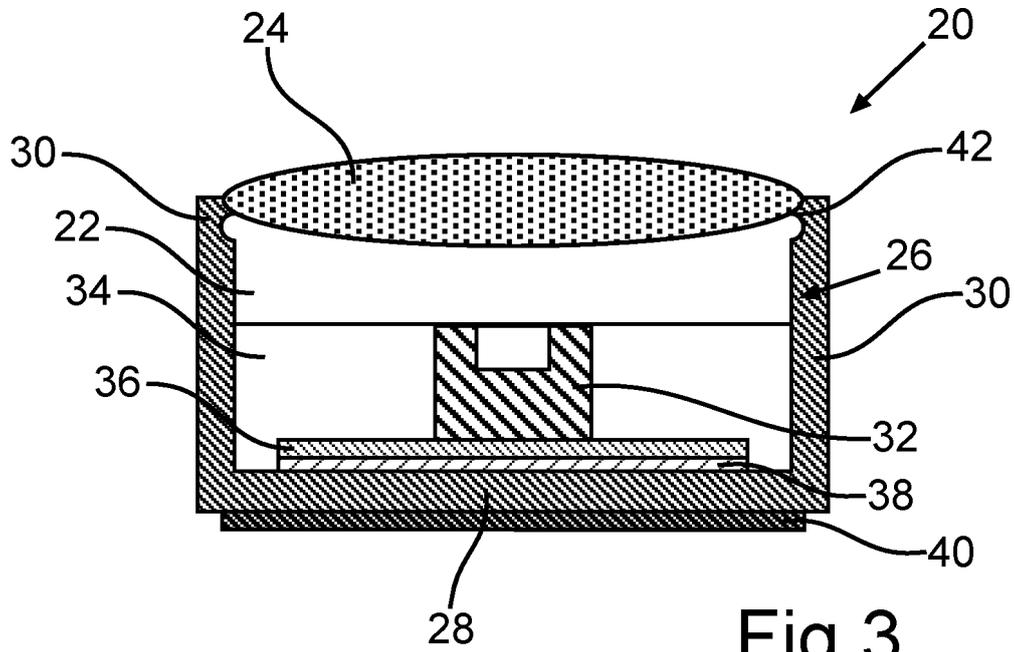


Fig.3

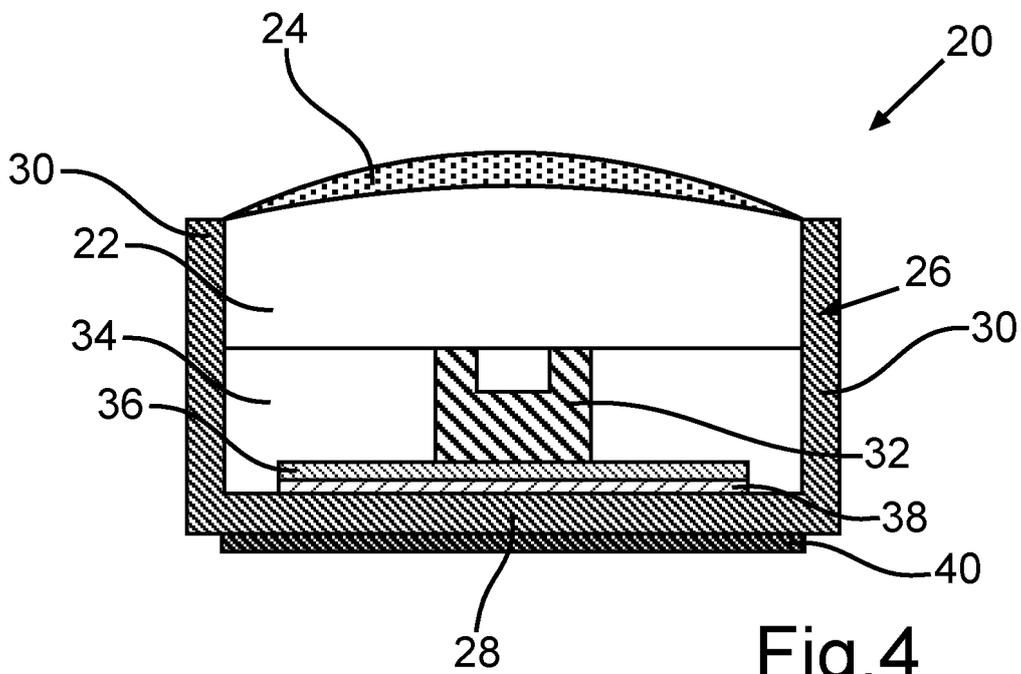


Fig.4

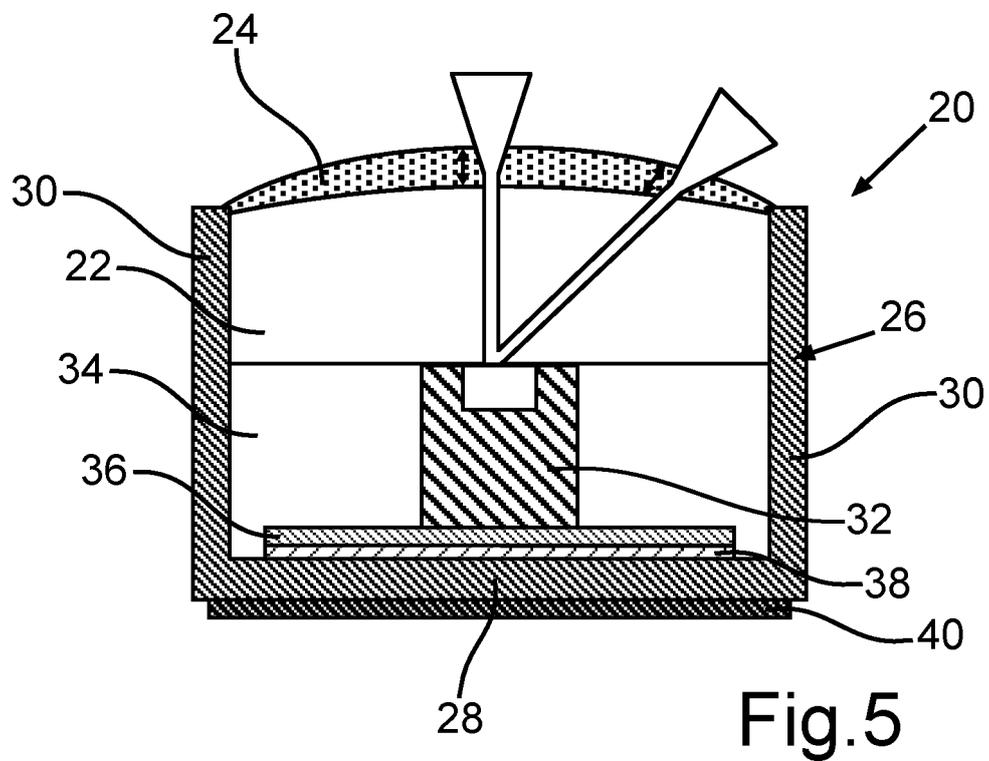


Fig.5