



(10) **DE 10 2014 217 986 A1** 2015.10.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 217 986.6**

(22) Anmeldetag: **09.09.2014**

(43) Offenlegungstag: **01.10.2015**

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

H01L 33/50 (2010.01)

H01L 25/075 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
10 2014 205 729.9 **27.03.2014**

(71) Anmelder:
Tridonic Jennersdorf GmbH, Jennersdorf, AT

(74) Vertreter:
**Mitscherlich, Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 80331 München, DE**

(72) Erfinder:
**Pfeiler-Deutschmann, Martin, Dr., Feldbach, AT;
Wimmer, Florian, Jennersdorf, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

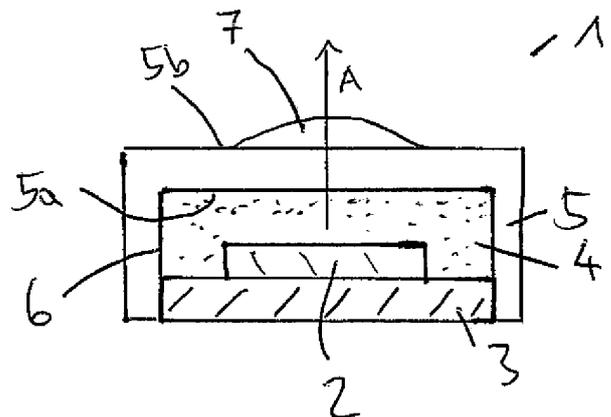
DE 10 2011 003 969 A1
US 2002 / 0 079 506 A1
US 2011 / 0 053 295 A1
US 2012 / 0 305 970 A1
US 2013 / 0 062 648 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **LED Modul mit integrierter Sekundäroptik**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein LED-Modul (1) aufweisend ein Trägersubstrat (3), wenigstens einen LED Chip (2), welcher auf dem Trägersubstrat (3) angeordnet ist, eine den LED Chip wenigstens teilweise kontaktierende Farbkonversionsschicht (4), welche wenigstens einen Teil des vom LED Chip emittierten Primärlichts in ein Licht anderer Wellenlänge konvertiert, und eine Sekundäroptik (5), welche in Abstrahlrichtung hinter der Farbkonversionsschicht (4) angeordnet ist, wobei die Sekundäroptik (5) integral mit der Farbkonversionsschicht (4) ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein LED Modul, insbesondere ein LED Module für Außenanwendungen, bei denen ein Berührungs- und Feuchteschutz oder eine Sekundäroptik über einen mit Farbkonversionsmittel überzogenen LED-Chip integral aufgebracht ist.

[0002] Für die bisher bekannten LED Module ist es Stand der Technik, dass ein Sekundärelement beispielsweise ein Berührungs- oder Feuchteschutz auf einem LED Chip aufgebracht wird, nachdem dieser auf einer Leiterplatte positioniert und mit Vergussmasse wie beispielsweise einer Masse aus Epoxidharz vergossen wurde.

[0003] Die EP 2 264 796 lehrt beispielsweise die Aufbringung eines LED Chips auf einer Leiterplatte oder einem Substrat mit anschließendem Auftrag einer Vergussmasse, in welche Farbkonversionsmaterial eingebracht ist. Anschließend wird eine Kegeloptik als Sekundäroptik über dem LED Chip und der Vergussmasse mit Farbkonversionsmaterial positioniert.

[0004] Diese Anordnungsweise weist den Nachteil auf, dass die Abstrahlcharakteristik des LED-Chips bzw. der farbkonvertierten LED Lichtquelle durch die aufgebraute Sekundäroptik verändert werden kann. Insbesondere kann sich hierdurch eine Abweichung vom einem ursprünglich eingestellten und geprüften Farbwert oder Farbkoordinaten des von der LED Lichtquelle emittierten Lichts einstellen. Des Weiteren kann die spätere Aufbringung der Sekundäroptik zu Gaseinschlüssen zwischen den Grenzflächen der Sekundäroptik und dem Farbkonversionsmittel der LED Lichtquelle führen, was das spätere Eindringen von Feuchtigkeit in die Lichtquelle begünstigen kann.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde eine verbesserte Anordnung und einen verbesserten Anordnungsprozess für ein Sekundärelement wie beispielsweise eine Sekundäroptik auf einem LED-Chip bereitzustellen, welche die oben dargelegten Nachteile ausräumt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche der vorliegenden Anmeldung gelöst.

[0007] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein LED-Modul aufweisend ein Trägersubstrat, wenigstens einen LED Chip, welcher auf dem Trägersubstrat angeordnet ist, eine den LED Chip wenigstens teilweise kontaktierende Farbkonversionsschicht, welche wenigstens einen Teil des vom LED Chip emittierten Primärlichts in ein Licht anderer Wellenlänge konvertiert, und eine Sekundäroptik, welche in Abstrahlrichtung hinter der Farbkonversionsschicht an-

geordnet ist, wobei die Sekundäroptik integral mit der Farbkonversionsschicht ausgebildet ist.

[0008] Durch die Farbkonversionsschicht, welche einerseits den wenigstens einen LED-Chip kontaktiert und andererseits integral mit der Sekundäroptik ausgebildet ist, wird ein kompaktes farbkonvertiertes LED-Modul bereitgestellt.

[0009] Die Farbkonversionsschicht ist vorzugsweise direkt auf einer Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik angeordnet und mit dieser verbunden. Die integrale Ausbildung der Sekundäroptik mit der Farbkonversionsschicht bedeutet, dass die Farbkonversionsschicht vorzugsweise ohne Einschlüsse von Gas oder flüssigen Medien direkt, d. h. ohne Zwischenschicht oder Klebemitteln, mit der Sekundäroptik verbunden ist.

[0010] Die Verbindung zwischen der Sekundäroptik, der Farbkonversionsschicht und dem LED Chip findet vorzugsweise in einem noch nicht ausgehärteten Zustand der Farbkonversionsschicht statt. Hierdurch wird eine integrale Ausgestaltung insbesondere der Sekundäroptik und der Farbkonversionsschicht erzielt, welche den LED-Chip kontaktiert.

[0011] Die Farbkonversionsschicht ist vorzugsweise derart angeordnet, dass sie den LED-Chip wenigstens teilweise, vorzugsweise vollständig, umgibt. Die Farbkonversionsschicht kontaktiert dabei vorzugsweise wenigstens die komplette Oberfläche des LED-Chips, welche im fertigen LED-Modul gegenüberliegend zur Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik angeordnet ist. Die Farbkonversionsschicht kontaktiert vorzugsweise auch das den wenigstens einen LED-Chip tragende Trägersubstrat. Es wird demnach ein integrales Bauteil bereitgestellt, in welchem wenigstens der LED-Chip, die Farbkonversionsschicht und die Sekundäroptik eine integrale, fest verbundene Einheit bilden.

[0012] Im Gegensatz zum Stand der Technik, in welchem eine Sekundäroptik auf den vorgefertigten und ausgehärteten farbkonvertierten LED-Chip angeordnet wird, lässt sich gemäß der vorliegenden Erfindung das Sekundärelement nicht mehr als zusammenhängendes Bauteil von der farbkonvertierten LED, d. h. der LED-Farbstoff-Einheit, trennen, so dass weiterhin ein farbkonvertiertes Element erhalten bleibt.

[0013] Die Konzentration der Leuchtstoffpartikel in der Farbkonversionsschicht kann konstant oder variabel sein. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel variiert die Konzentration der Leuchtstoffpartikel in der Farbkonversionsschicht in Lichtaustrittsrichtung durch die Schicht. Vorzugsweise nimmt die Leuchtstoffkonzentration in Lichtaustrittsrichtung zu, d. h. nahe am LED-Chip ist eine relativ geringere Leuchtstoffkonzentration vorhanden, die mit zuneh-

mender Entfernung vom LED-Chip in Lichtaustrittsrichtung steigt.

[0014] Alternativ oder zusätzlich kann die Konzentration des Leuchtstoffs in einer Breitereerstreckung, welche sich vorzugsweise parallel zu der Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik erstreckt, konstant sein oder variieren. Hierbei kann die Konzentration insbesondere im Bereich einer Lichtaustrittsfläche des LED-Chips im Vergleich zur restlichen Farbkonversionsschicht erhöht sein. Des Weiteren kann die Konzentration des Leuchtstoffs in der Breitereerstreckung gezielt moduliert sein, etwa durch einen gezielten Dispensvorgang, um beispielsweise die Leuchtstoffkonzentration optimal auf Optikeffekte der Sekundäroptik abzustimmen.

[0015] Der wenigstens eine LED-Chip ist vorzugsweise eine monochromatischer LED-Chip und emittiert vorzugsweise blaues Licht einer Wellenlänge zwischen 420 und 480 nm.

[0016] Die Farbkonversionsschicht weist wenigstens eine Art von Leuchtstoffpartikeln auf. Die Partikel sind vorzugsweise anorganische Leuchtstoffpartikel, wie beispielsweise gelb und/oder grün emittierende Granate z. B. YAG:Ce³⁺, LuAG Ce³⁺, (YGd)AG:Ce³⁺ Phosphorpartikel oder Phosphorpartikel eines mit Europium dotierte Erdalkali-Orthosilikats (z. B. (Ba, Sr)₂SiO₄:Eu²⁺), welche in einer Matrix der Farbkonversionsschicht dispergiert sind. Die Matrix ist vorzugsweise eine Silikon Matrix, in welche die Phosphorpartikel dispergiert sind.

[0017] Die Farbkonversionsschicht kann wenigstens zwei Lagen von Leuchtstoffpartikel aufweisen. Hierbei sind die Lagen vorzugsweise zeitlich hintereinander auf die Sekundäroptik aufgebracht und damit vorzugsweise hintereinander in Lichtaustrittsrichtung angeordnet. Die unterschiedlichen Lagen der Leuchtstoffpartikel können gleichartige oder unterschiedliche Leuchtstoffpartikel aufweisen

[0018] Die Farbkonversionsschicht kann Streupartikel enthalten.

[0019] Die Farbkonversionsschicht kann vorzugsweise Silikon- und/oder Epoxidharz enthalten, welches eine Trägermatrix für die Leuchtstoffpartikel und/oder Streupartikel bereitstellt. Optional kann die Matrix aus PMMA oder anderen bekannten Polymere hergestellt werden.

[0020] Die Gasdurchlässigkeit des angewendeten Materials als Matrix der Leuchtstoffpartikel und/oder der Streupartikel liegt vorzugsweise bei 0.1 bis 30 cm³/(m² day atm), mehr bevorzugt bei 0.1 bis 5 cm³/(m² day atm).

[0021] Die Sekundäroptik des LED Moduls ist vorzugsweise aus Glas oder Kunststoff und ist transparent. Die Sekundäroptik stellt damit vorzugsweise einen Berührungsschutz und/oder Feuchteschutz für den abgedeckten LED-Chip bereit.

[0022] Durch die Sekundäroptik findet vorzugsweise keine Wellenlängenveränderungen des von dem wenigstens einen LED-Chip emittierten Lichts statt. Des Weiteren weist die Sekundäroptik vorzugsweise keine Streueffekte auf.

[0023] Die Sekundäroptik weist an ihrer Lichteintrittsfläche eine Vertiefung oder einen Rücksprung auf, in welchem die Farbkonversionsschicht integral geformt ist. Die Vertiefung oder der Rücksprung bildet hierbei vorzugsweise eine wannenartige Vertiefung, welche zur Aufnahme der Farbkonversionsschicht ausgebildet ist. Vorzugsweise ist die Vertiefung derart geformt, dass diese wenigstens einen LED-Chip einschließen kann.

[0024] Ein Boden der wannenartigen Vertiefung, welcher die Lichteintrittsfläche darstellt ist vorzugsweise plan. Der Boden kann indessen auch profiliert sein, vorzugsweise um gezielt optische Effekte und/oder eine Kompensation für Sekundäroptikeffekte zu erzielen.

[0025] Die Lichtdurchlässigkeit der Sekundäroptik bzw. des Materials der Sekundäroptik liegt vorzugsweise bei 95 bis 100%, mehr bevorzugt bei 98 bis 100%.

[0026] Das Material der Sekundäroptik kann in flüssigem Zustand bereitgestellt und ausgehärtet werden. Hierbei kann ein Dispensverfahren verwendet werden. In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel kann das Material der Sekundäroptik in einem Co-Dispensverfahren zusammen mit der Farbkonversionsschicht auf den LED-Chip oder in ein formgebendes Werkzeug auf- bzw. eingebracht und ausgehärtet werden.

[0027] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel kann das Sekundärelement über den reinen Berührungsschutz und/oder Feuchteschutz weitere optische Eigenschaften wie beispielsweise Bündelung oder andere Linseneffekte aufweisen. Die Sekundäroptik kann auch einen integrierten Reflektor aufweisen.

[0028] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines LED-Moduls aufweisend die Schritte:

- Auftragen einer flüssigen Farbkonversionsschicht auf eine Lichteintrittsfläche einer Sekundäroptik,
- Einbringen eines LED-Chips in die Farbkonversionsschicht in einem wenigstens teilweise flüssigen Zustand der Farbkonversionsschicht,
- Aushärten der Farbkonversionsschicht.

[0029] Gemäß der Erfindung wird die flüssige Farbkonversionsschicht bzw. eine Matrix, welche die Leuchtstoffpartikel enthält, nicht auf den wenigstens einen LED-Chip und auf das den LED-Chip haltende Trägersubstrat vergossen, sondern vielmehr auf einer Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik aufgebracht, die dem LED-Chip zugewandt ist, bevor dann diese Baugruppe aus Sekundäroptik, Farbkonversionsschicht und LED-Chip nach dem wenigstens teilweise Einbringen des LED-Chips in die Farbkonversionsschicht durch Aushärten verklebt wird.

[0030] Das Auftragen der flüssigen Farbkonversionsschicht findet vorzugsweise durch einen steuerbaren Dispensvorgang statt.

[0031] Vorzugsweise wird/werden insbesondere die lichtemittierende(n) Fläche(n) des wenigstens einen LED-Chips komplett in die Farbkonversionsschicht eingebracht bzw. eingedrückt.

[0032] Die Farbkonversionsschicht wird vorzugsweise in einen Rücksprung oder eine Vertiefung der Sekundäroptik aufgebracht. Diese ist vorzugsweise derart geformt, dass er den wenigstens einen LED-Chip vollständig aufnehmen kann.

[0033] Durch das Aufbringen der Farbkonversionsschicht auf die Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik kann ein Sedimentieren der in der Farbkonversionsschicht vorliegenden Farbkonversions- bzw. Phosphorpartikel in Richtung der Lichteintrittsfläche stattfinden. Dies führt zu einer Bereitstellung einer erhöhten Phosphorpartikel-Konzentration in unmittelbarer Nähe der Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik, wobei die Konzentration in einer Richtung weg von der Oberfläche (und hin zu dem LED-Chip) abnimmt.

[0034] Dass der Gradient der Leuchtstoffpartikel-Konzentration in einer Richtung weg von dem LED-Chip ansteigt ist in starkem Gegensatz zu den bekannten Auftragsverfahren, bei dem es durch einen direkten Dispensauftrag auf den LED-Chip eher zu dem Effekt kommt, dass ein Sedimentieren hin zu der Oberseite des LED-Chips erfolgt.

[0035] In einer bevorzugten Ausführungsform werden die optischen Eigenschaften, vorzugsweise die Farbcharakteristik, des von dem LED-Chip durch die Sekundäroptik emittierten Lichts vor dem Aushärten der Farbkonversionsschicht gemessen. Hierdurch ist

eine Beurteilung der optischen Eigenschaften noch vor dem Aushärten und damit vor dem Verkleben von Sekundäroptik, der Farbkonversionsschicht und dem LED-Chip möglich. Dies ermöglicht die Beurteilung der optischen Eigenschaften des LED-Moduls unter Berücksichtigung möglicher optischer Einflüsse durch die Farbkonversionsschicht und die Sekundäroptik. Es ist somit bereits im Fertigungsprozess eine Vermessung und Beurteilung der optischen Eigenschaften des finalen LED-Moduls möglich.

[0036] Die Messung der optischen Eigenschaften werden vorzugsweise mit Hilfe eines Funktionstest durchgeführt bei der die optischen Eigenschaften bei betriebem LED-Chip bzw. bei betriebener LED-Strecke und darüber angeordneter Farbkonversionsschicht und Sekundäroptik getestet werden. Zum Zeitpunkt der Messung ist vorzugsweise noch keine feste Verbindung zwischen dem LED-Chip, der Farbkonversionsschicht und der Sekundäroptik vorhanden, so dass beispielsweise durch weiteres Aufbringen von Farbkonversionsmaterial auf die Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik die optischen Eigenschaften des LED-Chips kalibriert werden können, bevor eine feste Verbindung mit dem LED-Chip und gegebenenfalls dem den LED-Chip tragenden Element wie beispielsweise ein Trägersubstrat stattfindet.

[0037] Zur Messung der optischen Eigenschaften des LED-Moduls ist vorzugsweise eine spezielle Messvorrichtung vorgesehen. Diese kann einen Sensor zur Messung der Helligkeit und/oder Farbcharakteristik des LED-Moduls aufweisen. Die Messvorrichtung kann mit einer Vorrichtung zur Adaption der Menge und/oder Konzentration der Farbkonversionsschicht verbunden sein.

[0038] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird vorzugsweise die Menge und/oder Konzentration der auf die Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik aufgetragenen Farbkonversionsschicht in Abhängigkeit der gemessenen optischen Eigenschaften angepasst.

[0039] Bevorzugt kann hierbei zusätzliches Leuchtstoffmaterial in die Farbkonversionsschicht eingebracht werden, bis die gemessenen optischen Eigenschaften des LED-Moduls mit zuvor definierten Werten übereinstimmen. Dabei können beispielsweise wenigstens zwei Lagen von Farbkonversionsmaterial auf die Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik aufgebracht werden.

[0040] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel werden wenigstens zwei Lagen Farbkonversionsschicht aufgebracht, welche vorzugsweise unterschiedliche Leuchtstoffpartikel enthalten. Dabei kann eine Messung bzw. Kalibrierung nach dem Aufbringen jeder der unterschiedlichen Lagen Farbkon-

versionsschicht oder aber erst nach dem Aufbringen aller Schichten durchgeführt werden

[0041] Als Beispiel für ein mehrlagiges Farbkonversionssystem, das also auf die Lichteintrittsfläche wie beispielsweise eine wannenartige Vertiefung des Sekundärelements aufgebracht wird, ist wie folgt:

Zuerst werden beispielsweise gelb emittierende Farbkonversionspartikel in einer Matrix auf die Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik aufgebracht, und daraufhin in einer weiteren Lage rot emittierende Farbkonversionspartikel in einer Matrix. Somit wird es dann bei dem Zusammenbringen des Sekundärelements mit dem LED-Chip bzw. mit dem den LED-Chip tragenden Trägersubstrat zu einer Anordnung kommen, bei der mit Effizienzvorteil die rote Phosphorlage in unmittelbarem Kontakt zu den LEDs steht, während die gelbe emittierende Phosphorlage eben durch diese rot emittierende Phosphorlage von dem wenigstens einen LED-Chip getrennt ist.

[0042] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein LED-Modul aufweisend wenigstens einen farbkonvertierten LED-Chip und eine darauf aufgebraachte Sekundäroptik, herstellbar nach einem der Verfahren wie oben beschrieben.

[0043] Die vorliegende Erfindung wird nun noch detaillierter mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0044] Fig. 1 zeigt eine seitliche Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines LED-Moduls gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0045] Fig. 2 zeigt eine seitliche Schnittansicht eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels eines LED-Moduls gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0046] Fig. 3a bis Fig. 3c zeigen schematisch die einzelnen Schritte eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0047] In Fig. 1 ist ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes LED-Modul dargestellt. Das LED Modul **1** weist wenigstens einen bevorzugt monochromatischen LED Chip **2** auf, welcher mit seiner Unterseite auf einem Trägersubstrat **3** aufgebracht ist. Der LED Chip **2** kann mit Hilfe von Bonddrähten mit Leiterbahnen des Trägersubstrats **3** verbunden sein.

[0048] Alternativ kann der LED Chip **2** auch in face-down Anordnung mit vorgesehenen Kontakten des Trägersubstrats verbunden sein.

[0049] Der LED Chip **2** ist an seinen dem Träger-substrat **3** abgewandten Oberflächen vorzugsweise vollständig mit einer Farbkonversionsschicht **4** umgeben, welche Leuchtstoffpartikel zur teilweisen Farb-

konversion des vom LED Chip **2** emittierten Lichts aufweist. Die Farbkonversionsschicht **4** kann vorzugsweise Streupartikel enthalten (nicht dargestellt).

[0050] Die Farbkonversionsschicht **4** kann vorzugsweise als Matrix eine Silikon- und/oder Epoxidharz enthalten. Optional kann die Matrix der Schicht **4** aus PMMA oder andere bekannte Polymere hergestellt werden. Die Gasdurchlässigkeit des angewendeten Materials als Matrix der Farbkonversionsschicht **4** liegt vorzugsweise bei 0.1 bis 30 cm³/(m² day atm), mehr bevorzugt bei 0.1 bis 5 cm³/(m² day atm).

[0051] Oberhalb des LED Chips **2** ist eine Sekundäroptik **5** angeordnet, welche vorzugsweise aus einem transparenten Material wie beispielsweise Plastik oder Glas geformt ist. Das Material der Sekundäroptik kann auch in flüssigem Zustand bereitgestellt und ausgehärtet werden. Hierbei kann ein Dispensverfahren verwendet werden.

[0052] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel kann das Material der Sekundäroptik in einem Co-Dispensverfahren zusammen mit der Farbkonversionsschicht **4** auf den LED-Chip oder in ein formgebendes Werkzeug auf- bzw. eingebracht und ausgehärtet werden.

[0053] Die Lichtdurchlässigkeit des Materials der Sekundäroptik liegt vorzugsweise bei 95 bis 100%, mehr bevorzugt bei 98 bis 100%.

[0054] Die Sekundäroptik dient zusätzlich als Berührungs- und Feuchteschutz des LED Moduls **1**. Die Sekundäroptik kann ein integriertes Optikmodul wie beispielsweise eine integrierte Linse **7** aufweisen. Die Linse **7** ist vorzugsweise zur Bündelung des von dem LED Chip **2** emittierten Lichts ausgeprägt. Alternativ kann auch ein Optikelement zur Streuung des vom LED Chip **2** emittierten Lichts vorgesehen sein.

[0055] Die Sekundäroptik **5** weist eine wannenförmige Vertiefung bzw. einen Rücksprung **6** auf, welcher die Farbkonversionsschicht **4** und den LED Chip **2** umgibt. Eine innere Lichteintrittsfläche **5a** der Sekundäroptik ist dabei vorzugsweise plan ausgebildet. Die Lichteintrittsfläche **5a** bzw. der Boden der Vertiefung **6** kann alternativ auch profiliert oder konkav ausgebildet sein.

[0056] Die Farbkonversionsschicht **4** ist vorzugsweise direkt mit der Sekundäroptik **5** verbunden. Dies bedeutet, dass sich zwischen Sekundäroptik und der Farbkonversionsschicht **4** keine weiteren Zwischenschichten befinden, insbesondere keine gasförmigen Einschlüsse oder Klebeschichten. Hierdurch wird eine integrale Verbindung zwischen Farbkonversionsschicht **4** und Sekundäroptik **5** bereitgestellt.

[0057] Auch ist die Farbkonversionsschicht **4** direkt mit dem LED Chip **2** und vorzugsweise ebenfalls mit dem Trägersubstrat **3** des LED Chips **2** direkt verbunden. Auch zwischen Farbkonversionsschicht **4** und dem LED Chip **2** sowie dem Trägersubstrat **3** befinden sich somit vorzugsweise keine weiteren Schichten, insbesondere keine gasförmigen Einschlüsse oder Klebeschichten. Die hierdurch bereitgestellte integrale Ausgestaltung des LED Moduls **1** wird insbesondere durch das erfindungsgemäße Verfahren erhalten, welches weiter unten mit Referenz zu **Fig. 3a** bis **Fig. 3c** beschrieben wird.

[0058] Das vom LED Chip **2** emittierte Licht wird durch die den LED Chip umgebende Farbkonversionsschicht **4** wenigstens teilweise in Licht einer anderen Wellenlänge umgewandelt. Hierdurch entsteht ein Mischlicht, bevorzugt ein Weißlicht, welches von dem LED Modul **1** emittiert wird.

[0059] Das von dem LED Chip **2** und der Farbkonversionsschicht emittierte Mischlicht tritt durch die Lichteingangsfläche **5a** der Sekundäroptik **5** ein und durch die Lichtausgangsfläche **5b** der Sekundäroptik aus dem LED Modul **1** aus. Die Lichtausgangsfläche **5b** kann beispielsweise eine strukturierte Oberfläche zur Homogenisierung der Farbe und/oder der Intensität des emittierten Lichtes aufweisen (z. B. gedrückte, aufgeklebte oder aufgeraute Strukturen).

[0060] Innerhalb der Farbkonversionsschicht **4** nimmt die Konzentration der Farbkonversionspartikel in Lichtaustrittsrichtung A vorzugsweise zu. Vorzugsweise ist die Farbkonversionspartikelkonzentration in einem Grenzbereich zwischen der Sekundäroptik **5** und der Farbkonversionsschicht **4** erhöht, relativ zu einem Bereich der Farbkonversionsschicht **4** nahe dem LED Chip **2**.

[0061] **Fig. 2** zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel, wobei die Farbkonversionsschicht **4** wenigstens zwei unterschiedliche Lagen **4a**, **4b** von Farbkonversionspartikeln aufweist. Diese liegen in Lichtaustrittsrichtung A vorzugsweise hintereinander.

[0062] Die unterschiedlichen Lagen **4a**, **4b** der Farbkonversionsschicht **4** weisen vorzugsweise unterschiedliche Farbkonversionspartikel auf. Die Farbkonversionspartikel der jeweiligen Lagen **4a**, **4b** sind vorzugsweise jeweils in einer Trägermatrix dispergiert.

[0063] Die Lage **4b** weist dabei vorzugsweise eine derartige Form und/oder Dicke auf, so dass der LED Chip **2** vollständig von dieser Lage umgeben ist. Die Lage **4b** weist dabei vorzugsweise einen rot emittierenden Phosphor auf. Der rote Leuchtstoff kann beispielsweise ein rot emittierendes Q-dot aufweisen (z. B. Nanoteilchen von ZnS, CdS, ZnSe,

CdSe, CdTe, oder ZnTe oder so-genannte Kern-Schale Teilchen der kombinierten Schale(n) und/oder Kern(e) der genannten Verbindungen). Die Anwendung der weiteren bekannten roten Leuchtstoffe wie z. B. Nitride ($\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{CaSr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaSiON}_3:\text{Eu}^{2+}$) ist auch denkbar.

[0064] Die zweite Lage **4a** der Farbkonversionsschicht **4** weist vorzugsweise einen gelb, grün oder gelb-grünlich emittierenden Phosphor auf.

[0065] Die einzelnen Lagen **4a**, **4b** der Farbkonversionsschicht sind ebenfalls direkt miteinander verbunden und somit ohne zusätzliche Schichten oder gasförmigen Einschlüsse ausgebildet.

[0066] Wie durch Referenznummer **7** dargestellt kann die Sekundäroptik optional eine Linse aufweisen.

[0067] **Fig. 3a** bis **Fig. 3c** zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0068] **Fig. 3a** zeigt dabei die Anordnung der Sekundäroptik **5** mit dem zu füllenden Rücksprung **6** nach oben. Der LED Chip **2** ist vorzugsweise auf dem Trägersubstrat **3** angebracht und wird mit der LED Chip **2** nach unten oberhalb des Rücksprungs **6** positioniert. Hierfür können spezifische Haltemittel vorgesehen sein, welche die relative Positionierung von LED Chip **2**, Trägersubstrat **3** und Sekundäroptik **5** ermöglichen.

[0069] Der LED Chip **2** und das Trägersubstrat **3** werden vorzugsweise derart bezüglich der Sekundäroptik **5** positioniert, dass eine Messvorrichtung **11**, welche wenigstens einen Sensor umfasst, die von dem LED Chip **2** durch die Sekundäroptik **5** emittierte Strahlung bzw. das emittierte Licht messen kann. Hierfür wird der LED Chip **2** mit Hilfe einer Stromzufuhr **8** mit Strom für die Lichtemission des Chips **2** versorgt. Im Gegensatz zu bisher bekannten optischen Messverfahren findet demnach die Messung des emittierten Lichtes des LED Moduls bereits unter Berücksichtigung etwaiger optischer Einflüsse der Sekundäroptik **5** auf das von dem LED Chip **2** emittierten Licht statt. Die optischen Eigenschaften des finalen LED Moduls **1** aufweisend eine Sekundäroptik **5** können daher bereits während des Produktionsprozesses des Moduls überprüft und konfiguriert werden. Es kann somit eine Verschiebung der optischen Eigenschaften des LED Chips **2**, welche bei nachträglichem Aufbringen einer Sekundäroptik auftreten kann, verhindert werden.

[0070] Vorzugsweise findet eine erste Messung des von dem LED Chip **2** emittierten Lichtes bereits vor Zugabe einer Farbkonversionsschicht in den Rücksprung **6** der Sekundäroptik **5** statt.

[0071] Für die Zugabe eines Farbkonversionsmittels bzw. der Farbkonversionsschicht **4** in den Rücksprung **6** ist eine Dispensvorrichtung **9, 9'** bereitgestellt, welche an eine Farbkonversionsmittelzufuhr angekoppelte Dispensdüsen **9a, 9a'** aufweist. Die Dispensdüsen **9a, 9a'** sind derart bezüglich der Sekundäroptik **5** und des LED Chips **2** auf dem Trägersubstrat **3** angeordnet, dass die Zufuhr von Farbkonversionsmittel zur Ausbildung einer Farbkonversionsschicht **4** im Rücksprung **6** der Sekundäroptik **5** ermöglicht wird. Insbesondere sind die Düsen **9a, 9a'** seitlich oberhalb des Rücksprungs **6** angeordnet. Für die Zugabe von Farbkonversionsmittel in den Rücksprung **6** kann die Sekundäroptik **5** Zufuhrkanäle **12** aufweisen (siehe **Fig. 3b, Fig. 3c**), welche eine vorzugsweise rückwärtig angeordnete, äußere Fläche der Sekundäroptik mit dem Rücksprung **6** verbinden.

[0072] Die Dispensvorrichtung **9, 9'**, die optische Messvorrichtung **11** und vorzugsweise auch die LED Stromzufuhr **8** sind vorzugsweise mit einer Kontrollvorrichtung **10** verbunden. Die Kontrollvorrichtung ist vorzugsweise derart ausgeprägt, dass eine gezielte Anpassung der Menge und/oder Konzentration der Farbkonversionsschicht **4** im Rücksprung **6** der Sekundäroptik **5** in Abhängigkeit der von der Messvorrichtung **11** gemessenen optischen Parameter des LED Moduls **1** erfolgt.

[0073] Die Messung der optischen Parameter des LED-Moduls **1** kann zu diskreten Zeitpunkten oder kontinuierlich während des Dispensvorgangs der Farbkonversionsschicht **4** erfolgen. Die optischen Parameter können insbesondere die Helligkeit und/oder die Farbkoordinaten des von dem LED Modul **1** emittierten Lichts sein.

[0074] Wie in **Fig. 3a** dargestellt wird vorzugsweise nach einem ersten Messvorgang eine erste Menge und/oder Konzentration von Farbkonversionsmaterial zur Ausbildung einer Farbkonversionsschicht **4** in den Rücksprung **6** durch die Dispensvorrichtung **9, 9'** geformt. Die Menge und/oder Konzentration der Farbkonversionsschicht **4** wird dabei vorzugsweise durch die Dispensvorrichtung **9, 9'** derart angepasst, dass die gemessenen optischen Parameter mit zuvor definierten Parametern oder mit einem Parameterbereich übereinstimmen. Dies kann in einzelnen Dispensschritten erfolgen, in denen nach und nach mehr Farbkonversionsmittel in die Farbkonversionsschicht **4** gegeben wird, wodurch die Dicke der Schicht **4** ansteigt, wie in **Fig. 3b** dargestellt.

[0075] Sind die gewünschten optischen Parameter des LED Moduls **1** erreicht, wird das Trägersubstrat **3** zusammen mit dem LED Chip **2** in die Farbkonversionsschicht **4** eingebracht bzw. eingedrückt (siehe Pfeile B in **Fig. 3c**). Das Eindringen erfolgt derart, dass die Oberflächen des LED Chips **2** und die Oberfläche des Trägersubstrats **3** vollständig mit der

Farbkonversionsschicht **4** in Berührung bzw. mit dieser kontaktiert sind. Die zur Zufuhr von Farbkonversionsmittel **4** angeordneten Zufuhrkanäle **12** der Sekundäroptik können beim Eindringen des LED Chips **2** dazu dienen, dass an der Grenzfläche zwischen Farbkonversionsschicht **4** und Trägersubstrat **3** vorhandene Luft entweichen kann.

[0076] Um eine direkte Verbindung von Sekundäroptik **5**, LED Chip **2** und Trägersubstrat **3** zu gewährleisten findet das Einbringen bzw. Eindringen des LED Chips **2** in die Farbkonversionsschicht **4** bei wenigstens noch teilweise flüssiger Farbkonversionsschicht **4** statt. Anschließend wird durch Aushärten der Farbkonversionsschicht **4**, beispielsweise durch eine Temperaturbehandlung, ein Verkleben des LED Moduls **1** erzielt.

[0077] In Übereinstimmung mit der in **Fig. 2** gezeigten Anordnung kann die Dispensvorrichtung **9, 9'** dazu ausgeprägt sein, unterschiedliche Farbkonversionsschichten **4a, 4b** in den Rücksprung **6** zu dispensen, wobei die einzelnen Schichten vorzugsweise unterschiedliche Leuchtstoffpartikel enthalten. Die Menge der unterschiedlichen Farbkonversionsschichten **4a, 4b** kann dabei gezielt in Abhängigkeit der ermittelten optischen Parameter des LED Moduls **1** angepasst werden.

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 2264796 [0003]

Patentansprüche

1. LED-Modul (1) aufweisend ein Trägersubstrat (3), wenigstens einen LED Chip (2), welcher auf dem Trägersubstrat (3) angeordnet ist, eine den LED Chip wenigstens teilweise kontaktierende Farbkonversionsschicht (4), welche wenigstens einen Teil des vom LED Chip emittierten Primärlichts in ein Licht anderer Wellenlänge konvertiert, und eine Sekundäroptik (5), welche in Abstrahlrichtung hinter der Farbkonversionsschicht (4) angeordnet ist, wobei die Sekundäroptik (5) integral mit der Farbkonversionsschicht (4) ausgebildet ist.

2. LED-Modul nach Anspruch 1, wobei die Farbkonversionsschicht (4) direkt auf einer Lichteintrittsfläche (5a) der Sekundäroptik (5) aufgebracht ist.

3. LED-Modul nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Farbkonversionsschicht (4) den LED Chip (2) wenigstens teilweise umgibt.

4. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei innerhalb der Farbkonversionsschicht (4) die Konzentration der Leuchtstoffpartikel variiert.

5. LED-Modul nach Anspruch 4, wobei die Leuchtstoffkonzentration in Lichtaustrittsrichtung (A) zunimmt.

6. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Konzentration des Leuchtstoffs in einer Breitereerstreckung, welche sich vorzugsweise parallel zu einer Lichteintrittsfläche (5a) der Sekundäroptik (5) erstreckt, konstant ist oder variiert.

7. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Farbkonversionsschicht (4) wenigstens zwei Lagen (4a, 4b) von vorzugsweise unterschiedlichen Leuchtstoffpartikeln enthält.

8. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sekundäroptik (5) transparent ist und eine Vertiefung oder einen Rücksprung (6) aufweist, in welchem die Farbkonversionsschicht (4) integral geformt ist.

9. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lichtdurchlässigkeit des Materials der Sekundäroptik (5) vorzugsweise bei 95 bis 100%, mehr bevorzugt bei 98 bis 100% liegt.

10. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Farbkonversionsschicht (4) eine Matrix aus Silikon- und/oder Epoxidharz, oder aus PMMA Polymer aufweist.

11. LED-Modul nach Anspruch 10, wobei die Gasdurchlässigkeit des angewendeten Materials als Matrix der Farbkonversionsschicht (4) vorzugsweise bei 0.1 bis $30 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \text{ day atm})$, mehr bevorzugt bei 0.1 bis $5 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \text{ day atm})$ liegt.

12. Verfahren zur Herstellung eines LED-Moduls aufweisend die Schritte:

- Auftragen einer flüssigen Farbkonversionsschicht (4) auf eine Lichteintrittsfläche (5a) einer Sekundäroptik (5),
- Einbringen eines LED Chips (2) in die Farbkonversionsschicht (4) in einem wenigstens teilweise flüssigen Zustand der Farbkonversionsschicht,
- Aushärten der Farbkonversionsschicht (4).

13. Verfahren zur Herstellung eines LED-Moduls nach Anspruch 12, wobei eine lichtemittierende Fläche des LED Chips (2) komplett in die Farbkonversionsschicht (4) eingebracht wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei die optische Eigenschaften, vorzugsweise die Farbcharakteristik, des von dem LED-Chip durch die Sekundäroptik emittierten Lichts vor dem Aushärten der Farbkonversionsschicht (4) gemessen werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Menge und/oder Konzentration der aufgetragenen Farbkonversionsschicht (4) in Abhängigkeit der gemessenen Eigenschaften angepasst wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei zusätzliches Leuchtstoffmaterial in die Farbkonversionsschicht (4) eingebracht wird, bis die gemessenen optischen Eigenschaften des LED-Moduls (1) mit vorbestimmten Werten übereinstimmen.

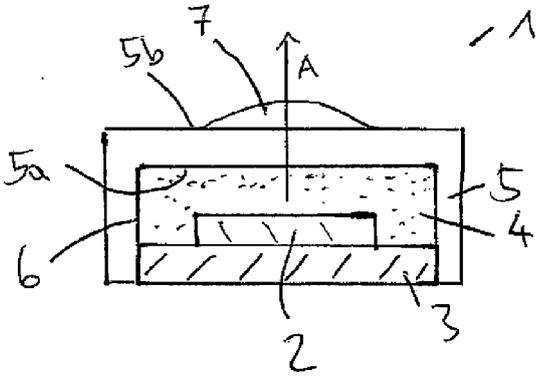
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, wobei wenigstens zwei Lagen Farbkonversionsschicht (4a, 4b) aufgebracht werden, welche vorzugsweise unterschiedliche Leuchtstoffpartikel enthalten.

18. LED-Modul aufweisend wenigstens einen farbkonvertierten LED-Chip (2) und eine darauf aufgetragene Sekundäroptik (4), herstellbar nach einem der Verfahren gemäß den Ansprüchen 12 bis 17.

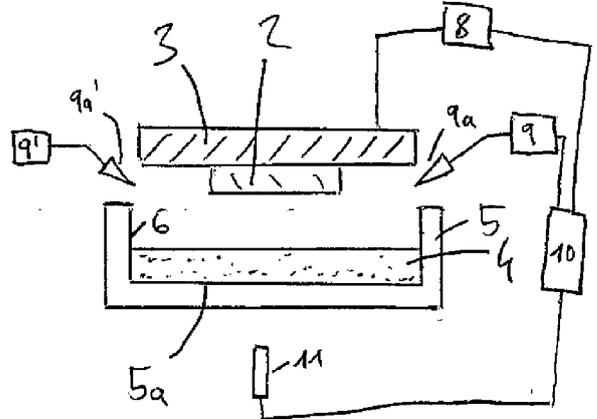
Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

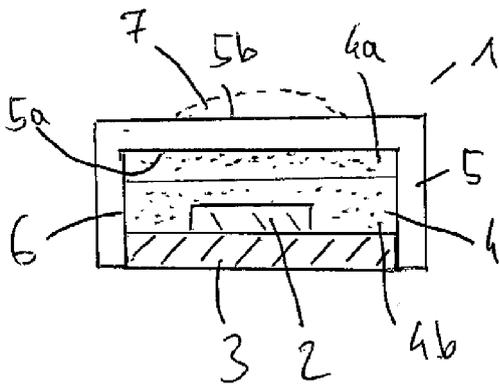
1.)



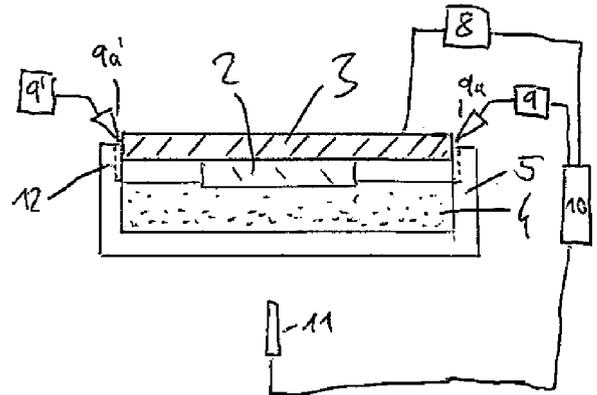
3a)



2.)



3b)



3c)

