



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 014 472 A1** 2005.11.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 014 472.1**

(22) Anmeldetag: **30.03.2005**

(43) Offenlegungstag: **03.11.2005**

(51) Int Cl.7: **H01L 33/00**

(30) Unionspriorität:

2004/106643 31.03.2004 JP

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

(71) Anmelder:

Stanley Electric Co. Ltd., Tokio/Tokyo, JP

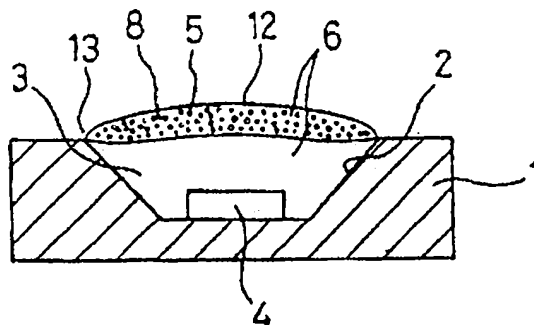
(72) Erfinder:

Harada, Mitsunori, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Halbleiterlichtemittiervorrichtung und Verfahren zu deren Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Eine Halbleiterlichtemittiervorrichtung (20) wird vorgesehen, die Folgendes aufweist: ein Gehäuse (1), das einen konkav geformten Hohlraum (3) mit einer Öffnung besitzt; ein Halbleiterlichtemittierelement (4), das in einem Bodenteil des Hohlraums (3) installiert ist; und eine Harzschicht (6) zum Füllen eines Inneren des Hohlraums (3). Die Harzschicht (6) enthält ein Wellenlängenkonversionsmaterial (5) und ist in einer konvexen Form in einer Lichtausstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements (4) geformt. In der Harzschicht (6) ist eine Schicht (8) mit einer hohen Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials (5) nahe einer Oberfläche der konvexen Form gebildet.



Beschreibung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Halbleiterlichtemittiervorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Vorrichtung. Genauer gesagt bezieht sie sich auf eine Halbleiterlichtemittiervorrichtung, die Licht einer beliebigen Farbe emittiert, und zwar durch Verwenden der Additivfarbmischung, um das Licht, das von einem Halbleiterlichtemittierelement emittiert wird, und das wellenlängenkonvertierte Licht, das von einem Phosphor bzw. Leuchtstoff emittiert wird, der durch das Licht von dem Halbleiterlichtemittierelement erregt wurde, zu kombinieren, als auch auf ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Vorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Die Herstellung einer weißes Licht emittierenden Vorrichtung, die als die Lichtquelle ein Leuchtdioden-(LED)-Chip verwendet, der Licht mit einer scharten Spektralverteilung verwendet, kann durch Einsetzen der Additivfarbmischung des Lichts, das von dem LED-Chip emittiert wird, und des wellenlängenkonvertierten Lichts, das von einem Phosphor bzw. Leuchtstoff emittiert wird, der durch ein von dem LED-Chip emittiertes Licht erregt wurde, erreicht werden.

[0003] Wenn beispielsweise das Licht, das von dem LED-Chip emittiert wird, ein blaues Licht ist, dann wird ein Leuchtstoff verwendet, der durch blaues Licht erregt wird und der eine Wellenlängenkonversion zu gelbem Licht verursacht, welches die Komplementärfarbe zu Blau ist. Die Additivfarbmischung des blauen Lichts, das von dem LED-Chip emittiert wird, und des wellenlängenkonvertierten gelben Lichts, das von dem Leuchtstoff emittiert wird, der eine Erregung durch die Ausstrahlung des blauen Lichts von dem LED-Chip erfahren hat, ermöglicht es, ein weißes Licht zu erhalten.

[0004] Alternativ kann, wenn das Licht, das von dem LED-Chip emittiert wird, blaues Licht ist, dann eine Mischung aus zwei Leuchtstoffen, die durch blaues Licht erregt werden und eine Wellenlängenkonversion zu grünem Licht bzw. rotem Licht verursachen, ebenfalls verwendet werden. In diesem Fall ermöglicht es die Additivfarbmischung des von dem LED-Chip emittierten blauen Lichts und des wellenlängenkonvertierten grünen Lichts und roten Lichts, die von den beiden Leuchtstoffen emittiert werden, der eine Erregung durch die Ausstrahlung des blauen Lichts von dem LED-Chip erfahren hat, dass ein weißes Licht erhalten wird.

[0005] Wenn das Licht, das von dem LED-Chip emittiert wird, ein ultraviolettes Licht ist, dann kann

ferner eine Mischung aus drei Leuchtstoffen, die durch ultraviolettes Licht erregt werden und Wellenlängenkonversionen zu blauem Licht, grünem Licht bzw. rotem Licht verursachen, verwendet werden. In diesem Fall ermöglichtes die Additivfarbmischung des wellenlängenkonvertierten blauen Lichts, grünen Lichts und roten Lichts, das von den drei Leuchtstoffen emittiert wird, die eine Erregung durch die Ausstrahlung des ultravioletten Lichts von dem LED-Chip erfahren haben, dass ein weißes Licht erhalten wird.

[0006] Zusätzlich kann Licht aus anderen Farben als weiß ebenfalls durch geeignete Kombinationen von farbigem Licht, das von einem LED-Chip emittiert wird, und einem Leuchtstoff, der als ein Wellenlängenkonversionsmaterial dient, erhalten werden.

[0007] Fig. 1 zeigt ein Beispiel einer Lichtemittiervorrichtung in der Licht, das von einer Lichtquelle emittiert wird, einen Leuchtstoff erregt und eine Wellenlängenkonversion verursacht, die zu der Emission eines Lichts einer anderen Farbe als der der Lichtquelle führt (siehe die japanische offengelegte Patentveröffentlichung Nr. 2002-151743). In diesem Beispiel ist ein Napf oder Becher (konkaver Teil) **52** zum Unterbringen eines Lichtemittierelements (LED-Chip) **51** in der Mitte eines Gehäuses **55** gebildet, der ein Substrat beinhaltet. Das Lichtemittierelement **51** ist in dem Bodenteil des Napfs **52** des Gehäuses **55** positioniert, und ist elektrisch über den Verbindungs- oder Bonding-Draht **56** verbunden. Der Napf **52** ist mit einem Harz **54** gefüllt, das einen dispergierten Leuchtstoff **53** enthält, der als ein Wellenlängenkonversionsmaterial dient. Ein Deckel wird dann über die obere Oberfläche (den offenen Teil des Napfs **52**) des Gehäuses **55** platziert, und das Gehäuse wird umgedreht, so dass der Leuchtstoff **53**, der eine größere relative Dichte als das Harz **54** besitzt, durch das Harz absinkt und sich nahe des offenen Teils des Napfs **52** ansammelt. Bei diesem Zustand der ungleichen Verteilung des Leuchtstoffs **53** nahe des offenen Teils, wird das Harz **54** durch Wärme ausgehärtet, wodurch eine Lichtemittiervorrichtung hervorgebracht wird, in der die Dichte des Leuchtstoffs **53** höher nahe des offenen Teils des Napfs **52** ist, als in dem unteren Teil.

[0008] Lichtemittiervorrichtungen, wie die in Fig. 2 gezeigte, wurden auch als alternative Mittel vorgeschlagen (siehe beispielsweise die japanische offengelegte Patentveröffentlichung Nr. 2003-234511). In diesem Beispiel wird ein Napf **63** mit einer ähnlichen Struktur wie der oben beschriebenen bis zu einem Niveau entsprechend zwischen 60 und 70% der Napfkapazität mit einem ersten lichtübertragenden Harz **64** gefüllt, und dieses erste Harz wird dann durch Wärme ausgehärtet. Nachfolgend wird dann ein zweites lichtübertragendes Harz **66**, das einen dispergierten Leuchtstoff **65** enthält, der als einen Wellenlängenkonversionsmaterial dient, oben auf das

erste Harz eingespritzt, und zwar in einer Menge entsprechend zu zwischen 50 und 60% der Napfkapazität. Der Napf wird dann umgedreht und mit Wärme ausgehärtet, so dass sich das zweite lichtübertragende Harz **66** in einer konvexen Form um die Außenkanten des Napfs **63** herum herauswölbt, während der innerhalb des zweiten lichtübertragenden Harzes **66** dispergierte Leuchtstoff **65** durch das Harz absinkt und sich nahe der konvexen Wölbung bei der Napföffnung sammelt. Infolgedessen wird eine Lichtemittier Vorrichtung gebildet, in der der Leuchtstoff **65** mit hoher Dichte nahe der konvex geformten Oberfläche des Harzes verteilt ist.

[0009] In dem Vorangehenden der oben beschriebenen, herkömmlichen Lichtemittier Vorrichtungen müssen, wenn der Deckel über die obere Oberfläche des Gehäuses hinweg platziert wird, und das Harz innerhalb des Napfs bei umgekehrtem Gehäuse wärmegehärtet wird, die obere Oberfläche des Gehäuses und der Deckel sich kontaktieren, und zwar ohne Spalten um die gesamte obere Oberfläche. Selbst wenn ein kleiner Spalt vorhanden ist, dann kann das Harz aus dem Napf durch den Spalt lecken, was zu einem fehlerhaften Produkt führt.

[0010] Insbesondere in solchen Fällen, wo eine Vielzahl von Bechern oder Näpfen innerhalb eines großen Gehäuses gebildet ist, um eine Chargenproduktion mit großem Volumen zu ermöglichen, ist das Sicherstellen des hohen Niveaus an Oberflächenpräzision, das notwendig ist, um einen engen Kontakt zwischen der oberen Oberfläche der Napf und dem Deckel sicherzustellen, extrem schwierig. Darüber hinaus kann die Wärme des Harzwärmehärtungsprozesses Deformationen verursachen, wie beispielsweise eine Expansion oder Verziehung des Gehäuses und/oder des Deckels, wodurch der Kontakt zwischen den beiden Gliedern zerstört wird, und eine Verschlechterung in der Produktionsausbeute unvermeidlich ist. Selbst wenn eine Vermeidung derartiger Probleme möglich wäre, wären die damit verbundenen Kosten beträchtlich.

[0011] Zusätzlich kann, um die Menge des emittierten Lichts zu erhöhen; die Größe des Lichtemittierelements vergrößert und ein größerer Strom durch das Element geleitet werden, aber es gibt in der Praxis Größenbeschränkungen der Baugruppe bzw. des Bauelements. Dies bedeutet, dass die Größe des Napfs, in dem das Lichtemittierelement angeordnet ist, ebenfalls beschränkt ist, was eine Erhöhung des Anteils der Innenkapazität des Napfs verursacht, die durch das Lichtemittierelement belegt wird, verglichen mit einer Lichtemittier Vorrichtung eines ähnlichen Typs mit herkömmlicher Größe. Mit anderen Worten gibt es eine Verringerung der freien Kapazität innerhalb des Napfs, berechnet durch Subtrahieren des Volumens des Lichtemittierelements von der Gesamtkapazität des Napfs.

[0012] Infolgedessen werden sowohl die Distanz zwischen den Seitenoberflächen des Lichtemittierelements und der Innenumfangsoberfläche des Napfs, als auch die Distanz zwischen der oberen Oberfläche des Lichtemittierelements und der oberen Oberfläche des Harzes, das verwendet wird, um den Napf aufzufüllen, verringert. Dies bedeutet, dass die Menge des Harzes, das zwischen der oberen Oberfläche des Lichtemittierelements und der oberen Oberfläche des Harzes vorhanden ist, deutlich geringer ist als die Menge an Harz, die zwischen den Seitenoberflächen des Lichtemittierelements und der Innenumfangsoberfläche des Napfs vorhanden ist. Dies kann ebenfalls von der Menge des Leuchtstoffs gesagt werden, der innerhalb des Harzes vor dem Aushärten dispergiert ist.

[0013] Wenn ein Deckel über die obere Oberfläche dieses Typs von Gehäuse platziert wird, und das Gehäuse dann umgedreht wird und das Harz einer Wärmehärtung unterzogen wird, dann ist, wie oben beschrieben, die Menge an Leuchtstoff, der in dem Harz zwischen der oberen Oberfläche des Lichtemittierelements und der oberen Oberfläche des Harzes vorhanden ist, deutlich geringer als die Menge an Leuchtstoff, die in dem Harz zwischen den Seitenoberflächen des Lichtemittierelements und den Innenumfangsoberflächen des Napfs vorhanden ist. Demzufolge ist die Menge an Leuchtstoff, der in den Bereich absinkt, der oberhalb des Lichtemittierelements positioniert ist, geringer als die Menge, die in den umgebenden Bereich absinkt, was bedeutet, dass die Bildung einer gleichförmigen Leuchtstoffschicht schwierig ist.

[0014] Infolgedessen verursacht das Licht, das von dem Lichtemittierelement emittiert wird, die Erregung variierender Mengen (Dichten) des Leuchtstoffs, und zwar abhängig davon wo es die hochdichte Leuchtstoffschicht erreicht, was bedeutet, dass die Lichtemission beträchtliche Farbunregelmäßigkeiten anzeigt. Farbunregelmäßigkeit unterliegt strengen Beschränkungen (Spezifikationen), insbesondere für LEDs mit weißem Licht, was bedeutet, dass das obige Problem eine signifikante Verringerung der Produktionsausbeute verursacht.

[0015] Im Gegensatz dazu veranlasst in Letzterer der oben beschriebenen herkömmlichen Lichtemittier Vorrichtungen die Oberflächenspannung das erste lichtübertragende Harz sich die Außenkanten des Napfs hinauf zu bewegen. Das zweite lichtübertragende Harz mit dem darin dispergierten Leuchtstoff wird dann verwendet, um eine konvexe, linsenförmige Schicht oben auf diesem ersten Harz zu bilden, so dass eine hochdichte Leuchtstoffschicht nahe der Oberfläche dieser konvexen linsenförmigen Wölbung vorgesehen wird. Während der Bildung dieser Schicht, ist die Menge des Leuchtstoffs nahe der Kanten der zweiten lichtübertragenden Schicht signi-

fikant geringer als die innerhalb des mittleren gewölbten Teils, und darüber hinaus kann das zweite lichtübertragende Harz Probleme haben, die Oberseite des ersten lichtdurchlässigen Harzes um die Außenkanten des Napf zu erreichen, was bedeutet, dass sich bei diesen Außenkanten keine Leuchtstoffschicht formen könnte.

[0016] In der idealen Situation sollte eine Lichtemittierervorrichtung derart konstruiert sein, dass eine Additivfarbmischung des Lichts, das von dem Lichtemittierelement emittiert wird, und des Lichts, das von dem Lichtemittierelement emittiert wurde und dann eine Wellenlängenkonversion innerhalb der Leuchtstoffschicht erfahren hat, ein weißes Licht mit minimaler Farbunregelmäßigkeit in im Wesentlichen sämtlichen Richtungen erzeugt. Wenn jedoch Licht nicht durch die Leuchtstoffschicht innerhalb von einigen Bereichen hindurchgeht, sondern vielmehr direkt von dem Lichtemittierelement emittiert wird, dann ist das emittierte Licht innerhalb dieser Bereiche nicht ein Produkt der Additivfarbmischung, sondern ist ausschließlich das Licht, das von dem Lichtemittierelement emittiert wird, und besitzt die Originalfarbe.

[0017] In derartigen Fällen, wenn das Licht, das von dem Lichtemittierelement emittiert wird, ein blaues Licht mit einer Spitzenwellenlänge von ungefähr 450 bis 470 nm ist, dann wird Licht, das von dem Lichtemittierelement emittiert wird und durch einen Bereich hindurchgeht, in dem die Leuchtstoffschicht vorhanden ist, von der Lichtemittierervorrichtung als ein weißes Licht (W) ausgestrahlt. Im Gegensatz dazu wird Licht, das von dem Lichtemittierelement emittiert wird und durch einen Bereich hindurchgeht, in dem die Leuchtstoffschicht nicht vorhanden ist, von der Lichtemittierervorrichtung als ein blaues Licht (B) ausgestrahlt. Dies bedeutet, dass das weiße LED-Produkt eigentlich eine Mischung aus sowohl weißem und blauem Licht emittiert, was unerwünscht ist.

[0018] Darüber hinaus wird ein Fall angenommen, wo das Licht, das von dem Lichtemittierelement emittiert wird, aus einem Kurzwellenlängenbereich mit einer Spitzenwellenlänge von nicht mehr als 400 nm ist. Wenn dieses ultraviolette Licht direkt von der Lichtemittierervorrichtung ausgestrahlt wird, und wenn es direkt in die Augen einer Person eintritt, dann kann es potentielle Gefahren darstellen.

Aufgabenstellung

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0019] Die vorliegende Erfindung berücksichtigt die obigen Probleme mit dem Ziel des Vorsehens einer Halbleiterlichtemittierervorrichtung, die minimale Farbunregelmäßigkeiten und Helligkeitsschwankungen anzeigt, und aktiv die Ausstrahlung von Licht unterdrückt, das potentiell schädlich für Menschen ist, so-

wie eines Verfahrens zur Herstellung einer derartigen Vorrichtung.

[0020] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Halbleiterlichtemittierervorrichtung Folgendes auf:

ein Gehäuse, das einen konkav geformten Hohlraum mit einer Öffnung besitzt;
ein Halbleiterlichtemittierelement, das in einem Bodenbereich des Hohlraums installiert ist; und
eine Harzschicht zum Füllen eines Inneren des Hohlraums, wobei die Harzschicht ein Wellenlängenkonversionsmaterial enthält, wobei die Harzschicht in einer konvexen Form in einer Lichtstrahlungsrichtung des Lichtemittierelement geformt ist, und wobei in der Harzschicht eine Schicht mit einer hohen Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials nahe einer Oberfläche der konvexen Form gebildet ist.

[0021] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittierervorrichtung Folgendes auf: Vorbereiten eines Gehäuses, das einen konkav geformten Hohlraum mit einer Öffnung besitzt;

Installieren eines Halbleiterlichtemittierelements in einem Bodenbereich des Hohlraums;
Füllen eines Inneren des Hohlraums mit einem lichtübertragenden Harz, das ein Wellenlängenkonversionsmaterial enthält, um das Harz in eine konvexe Form in einer Lichtstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements zu formen;
Umdrehen des Gehäuses, so dass das Eigengewicht das Wellenlängenkonversionsmaterial veranlasst, sich in einen Teil hoher Dichte und einen Teil niedriger Dichte innerhalb des Harzes zu trennen; und
Aushärten des lichtübertragenden Harzes in einem Zustand, in dem das Wellenlängenkonversionsmaterial als Teile mit hoher und niedriger Dichte vorhanden ist.

[0022] In der Halbleiterlichtemittierervorrichtung gemäß dem ersten Aspekt kann das Gehäuse den Hohlraum mit einer kegelstumpfförmigen Innenumfangsoberfläche bilden, die sich nach außen entlang der Lichtstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements öffnet. Die Innenumfangsoberfläche kann als eine Reflexionsoberfläche fungieren.

[0023] Alternativ kann in der Halbleiterlichtemittierervorrichtung gemäß dem ersten Aspekt das Gehäuse den Hohlraum mit einer kegelstumpfförmigen Innenumfangsoberfläche, die sich nach außen entlang der Lichtstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements öffnet und eine kreisförmig zylindrisch geformte Innenumfangsoberfläche, die eine kontinuierliche Verlängerung der kegelstumpfförmigen Innenumfangsoberfläche ist, bilden. Die kegelstumpfförmige Innenumfangsoberfläche und/oder die kreisförmig zylindrisch geformte Innenumfangsoberfläche können als eine Reflexionsoberfläche dienen.

[0024] Die Schicht mit einer hohen Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials kann mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über die gesamte Oberfläche des Harzes hinweg gebildet werden.

[0025] Wie oben beschrieben, ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Halbleiterlichtemittierervorrichtung vorzusehen, die minimale Farbunregelmäßigkeit und Helligkeitsschwankung anzeigt, und aktiv die Ausstrahlung von Licht unterdrückt, das potentiell für Menschen schädlich ist. Dieses Ziel wird erreicht durch Abdichten der Halbleiterlichtemittierervorrichtung mit einem sich vorwölbenden, konvex geformten Teil eines lichtübertragenden Harzes, das ein dispergiertes Wellenlängenkonversionsmaterial enthält, und durch Formen einer Schicht mit hoher Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials nahe der Oberfläche des Harzes, das die gesamte Oberfläche bedeckt und eine im Wesentlichen gleichförmige Dicke und im Wesentlichen gleichförmige Dicke besitzt.

Ausführungsbeispiel

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026] Diese und andere Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung mit Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen deutlich werden, in denen zeigt:

[0027] [Fig. 1](#) eine Querschnittsansicht, die ein herkömmliches Beispiel zeigt;

[0028] [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht, die ein anderes herkömmliches Beispiel zeigt;

[0029] [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3E](#) Prozessablaufdiagramme, die ein erstes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittierervorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0030] [Fig. 4](#) eine Querschnittsansicht, die ein Beispielprodukt zeigt, das durch Verwenden der in [Fig. 3](#) gezeigten Schritte erzeugt wurde; und

[0031] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5E](#) Prozessablaufdiagramme, die ein zweites Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittierervorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0032] Das Folgende ist eine detaillierte Beschreibung beispielhafter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung mit Bezugnahme auf die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3F](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5E](#). In diesen Fig. sind identische Glieder unter Verwendung der gleichen Symbole bezeichnet, und in einigen Fällen werden die Beschreibungen der gemeinsamen Glieder

unterlassen. Obwohl die folgenden Ausführungsbeispiele beispielhaft für die vorliegende Erfindung sind, ist die vorliegende Erfindung in keiner Weise auf die unten dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt.

[Erstes Ausführungsbeispiel]

[0033] [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3E](#) sind Prozessablaufdiagramme, die ein erstes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittierervorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigen. Als erstes wird, wie in [Fig. 3A](#) gezeigt, ein Hohlraum **3** in einem Gehäuse **1** gebildet, das aus einem undurchsichtigen Harz mit einem hohen Reflexionsfaktor hergestellt ist, und die Innenumfangsoberfläche dieses Hohlraums **3** fungiert als eine Reflexionsoberfläche **2**. Ein Halbleiterlichtemittierelement **4** ist innerhalb des flachen Bodenteils dieses Hohlraums **3** angeordnet.

[0034] In dieser Beschreibung kann der Hohlraum **3** eine mörserförmige Innenumfangsoberfläche (kegelstumpfförmige Innenumfangsoberfläche) besitzen. Die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt, und gemäß verschiedener beispielhafter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung kann der Hohlraum **3** eine teilweise zylindrische Innenumfangsoberfläche mit einer kegelstumpfförmigen Oberfläche besitzen, die später beschrieben wird. Darüber hinaus kann die Innenumfangsoberfläche eine Nut besitzen, teilweise um die Reflektion, die Verteilung des Wellenlängenkonversionsmaterials und Ähnliches zu steuern.

[0035] Um es dem Halbleiterlichtemittierelement **4** zu ermöglichen, Licht zu emittieren, muss eine Vorwärtsspannung zwischen den Anoden- und Kathodenelektroden des Halbleiterlichtemittierelements **4** angelegt werden. Demgemäß müssen Verbindungsmittel (nicht in den Fig. gezeigt) vorgesehen werden zum elektrischen Verbinden der Anoden- und Kathodenelektroden des Halbleiterlichtemittierelements **4** mit außen gelegenen Elektroden, die mit einer Stromquelle verbunden sind.

[0036] Nachfolgend wird, wie in [Fig. 3B](#) gezeigt, ein dispergiertes Leuchtstoff enthaltendes Harz **6** verwendet, um den Hohlraum **3** zu überfüllen, so dass das Harz sich in einer konvexen Form von der oberen Kante **7** des Hohlraums **3** nach oben wölbt. Das dispergierte Leuchtstoff enthaltende Harz **6** wird durch Dispersion eines Leuchtstoffs **5** vorbereitet, der als ein Wellenlängenkonversionsmaterial innerhalb eines lichtübertragenden Harzes fungiert. Der Grad in dem sich das dispergierte Leuchtstoff enthaltende Harz **6** von der oberen Kante **7** des Hohlraums **3** nach oben wölbt, wird gemäß Faktoren eingestellt, wie beispielsweise dem Adhäsionsgrad zwischen dem dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6**

und der oberen Kante **7** des Hohlraums **3**, und der Viskosität und Oberflächenspannung des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6**, und muss derart eingestellt werden, dass das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** nicht über den Hohlraum **3** hinaus leckt.

[0037] Als nächstes wird, wie in [Fig. 3C](#) gezeigt, das Gehäuse **1** umgekehrt und das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** innerhalb des Hohlraums **3** wird wärmegehärtet. Die Adhäsion zwischen dem dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6** und der oberen Kante **7** des Hohlraums **3** und die Viskosität und Oberflächenspannung des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** wirken der Schwerkraft entgegen, die auf das dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6** wirkt, wenn das Gehäuse **1** umgekehrt wird, was bedeutet, dass das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** nicht aus dem Hohlraum **3** herausleckt. Demgemäß ist kein Deckel erforderlich, um die Leckage des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** zu verhindern.

[0038] Während dieses Schritts des Aushärtens des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** innerhalb des Hohlraums **3**, wobei sich das Gehäuse **1** in einem umgedrehten Zustand befindet, unterliegt der Leuchtstoff **5** einer Migration oder Wanderung, wie in [Fig. 3D](#) gezeigt. Und zwar veranlasst die Differenz in der relativen Dichte zwischen dem lichtübertragenden Harz und dem Leuchtstoff **5**, die das dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6** bilden, den schwereren Leuchtstoff **5** durch das lichtübertragende Harz abzusinken. Infolgedessen sammelt sich der Leuchtstoff **5** nahe der Oberfläche des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6**, wodurch eine hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, in der die Dichte des Leuchtstoffs **5** sehr hoch ist, und eine Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte erzeugt werden, in der die Dichte des Leuchtstoffs **5** sehr gering oder im Wesentlichen nicht vorhanden ist.

[0039] Durch Betreiben des Aushärtens in diesem Zustand wird eine Halbleiterlichtemittiervorrichtung **20**, gezeigt in [Fig. 3E](#), gebildet.

[0040] Nachfolgend gibt es eine Beschreibung des optischen Systems der Halbleiterlichtemittiervorrichtung **20** dieses Beispiels. Das Licht, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird, geht durch die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte hindurch und erreicht direkt die hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, und ein Teil wird einfach durch eine Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** nach außen ausgestrahlt. Der verbleibende Teil des Lichts erfährt eine Wellenlängenkonversion durch die Wirkung des Leuchtstoffs **5** in der hochdichten Leuchtstoffschicht **8**, bevor er durch die Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** nach außen ausgestrahlt wird.

[0041] Ferner geht Licht, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird und sich zu der Reflexionsoberfläche **2** des Hohlraums **3** bewegt, durch die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte hindurch, bis es die Reflexionsoberfläche **2** erreicht, und wird dann durch die Reflexionsoberfläche **2** zu der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** reflektiert. Das Licht geht dann wieder durch die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte hindurch, bis es die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** erreicht. Auf die gleiche Art und Weise wie oben beschrieben, wird ein Teil dieses Lichts, das die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** erreicht, einfach durch die Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** nach außen ausgestrahlt, wohingegen der verbleibende Teil eine Wellenlängenkonversion durch die Wirkung des Leuchtstoffs **5** in der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** erfährt, bevor er durch die Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** nach außen ausgestrahlt wird.

[0042] Da das Licht, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** ausgestrahlt wird, zwei separaten optischen Pfaden folgt, ist die Menge des Lichts, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird, die Gesamtsumme der Lichtmenge, die jedem dieser beiden optischen Pfade folgt. Dies ermöglicht es, dass eine helle Halbleiterlichtemittiervorrichtung mit einem hohen Niveau der Lichtextraktionseffizienz vorgesehen wird.

[0043] Ferner ist das Licht, das von der Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** ausgestrahlt wird, auch eine Kombination von Licht, das durch das Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird, und Licht, das durch das Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert worden ist und dann eine Wellenlängenkonversion durch den -Leuchtstoff **5** erfahren hat. Visuell wird das Licht als das Licht gesehen, das durch Additivfarbmischung dieser beiden Lichttypen erzeugt wird.

[0044] Die hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, die nahe der Oberfläche des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** geformt ist, wird durch den schwereren Leuchtstoff **5** gebildet, der durch das Harz während des Umdrehens des Gehäuses **1** absinkt. Diese hochdichte Leuchtstoffschicht **8** wird mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über die gesamte Oberfläche des Harzes hinweg gebildet. Demgemäß ist die Länge des optischen Pfades von dem Punkt des Eintretens in die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** bis zum Erreichen der Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** im Wesentlichen gleich über die gesamte Oberfläche hinweg. Dies bedeutet, dass der Anteil des Lichts, das in die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** eintritt und eine Wellenlängenkonversion durch den Leuchtstoff **5** erfahren wird, im Wesentlichen gleich ist, und zwar unabhängig von der Ausstrahlungsrichtung. Das ein-

fallende Licht wird nämlich in einem bestimmten Verhältnis in gleicher Weise die Wellenlängenkonversion durch die Leuchtstoffschicht **8** erfahren, und zwar bei jeglicher Position, wo das Licht eintritt. Dies ermöglicht die Herstellung einer Halbleiterlichtemittier- vorrichtung, bei der die Probleme der Farbunregelmäßigkeit und der Helligkeitsschwankung signifikant verbessert wurden.

[0045] Da die hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, die die Lichtaustrittsoberfläche **10** bildet, durch die das Licht ausgestrahlt wird, in einer dreidimensionalen konvexen Form gebildet ist, sind ferner die Farbe und die Helligkeit des Lichts fast unabhängig von der Ausstrahlungsrichtung.

[0046] Zusätzlich ist die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte, die die Zwischenfläche mit einer Lichtaustrittsoberfläche **11** des Halbleiterlichtemittierelements **4** bildet, aus einem lichtdurchlässigen Harz gebildet, das entweder eine geringe Dichte an Leuchtstoff **5** oder fast keinen Leuchtstoff **5** enthält. Dieses lichtübertragende Harz ist vorzugsweise ein Material mit einem ähnlichen Brechungsindex wie das Halbleitermaterial der Lichtaustrittsoberfläche **11** des Halbleiterlichtemittierelements **4**. Dies ermöglicht die Minimierung des Anteils des Lichts, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird und dann eine vollständige Reflexion zurück in das Halbleiterlichtemittierelement **4** bei der Lichtaustrittsoberfläche **11** erfährt. Infolgedessen geht die überwiegende Mehrheit des Lichts durch die Lichtaustrittsoberfläche **11** des Halbleiterlichtemittierelements **4** in die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte, was bedeutet, dass die Lichtextraktionseffizienz von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** maximiert werden kann.

[0047] **Fig. 4** zeigt eine Halbleiterlichtemittier- vorrichtung, die ein dispergierten Leuchtstoff enthaltendes Harz verwendet, das eine sehr große Verringerung der Viskosität während des Wärmeaushärtens zeigt. In diesem Fall ist der Hohlraum **3** mit dem dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6** überfüllt, so dass sich das Harz in einer konvexen Form über die obere Oberfläche des Hohlrums **3** wölbt. Das Gehäuse **1** wird dann umgedreht, und das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** bildet eine nach unten weisende konvexe Wölbung.

[0048] Wenn das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** in diesem umgedrehten Zustand erwärmt wird, nimmt die Viskosität des Harzes ab. Zu diesem Zeitpunkt sinkt der Leuchtstoff **5** innerhalb des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** nach unten durch das Harz **6** zu den unteren Teilen der konvexen Wölbung ab, und aufgrund der geringen Viskosität des Harzes gleitet der Leuchtstoff **5** nahe der Innenumfangsoberfläche des Hohlrums **3** entlang der geneigten Reflexionsoberfläche nach unten. Infolgedessen neigt die hochdichte Leuchtstoff-

schicht **8**, die den angesammelten Leuchtstoff **5** enthält dazu, dünner innerhalb des Umfangsteils **13** als innerhalb des Mittelteils **12** zu sein, was die Lichtemittier- vorrichtung veranlasst, erhöhte Niveaus von Farbunregelmäßigkeit und Helligkeitsschwankung zu zeigen.

[0049] **Fig. 5A** bis **Fig. 5E** zeigen eine Halbleiterlichtemittier- vorrichtung einer Struktur, die imstande ist, das obige Problem zu überwinden, wenn ein dispergierten Leuchtstoff enthaltendes Harz verwendet wird, das eine sehr große Reduktion der Viskosität während des Wärmehärtens zeigt. Diese Vorrichtung wird unten als ein zweites Ausführungsbeispiel beschrieben.

[Zweites Ausführungsbeispiel]

[0050] **Fig. 5A** bis **Fig. 5E** sind Prozessablaufdiagramme, die ein zweites Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittier- vorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigen. Die Herstellungsschritte für die Halbleiterlichtemittier- vorrichtung des zweiten beispielhaften Ausführungsbeispiels sind die gleichen wie die für das erste beispielhafte Ausführungsbeispiel beschriebenen, mit der Ausnahme, dass der in dem Gehäuse **1** geformte Hohlraum, zwei separate Teile aufweist.

[0051] Das Folgende ist eine Beschreibung der Herstellungsschritte des zweiten beispielhaften Ausführungsbeispiels einschließlich derjenigen Abschnitte, die sich mit dem Inhalt überschneiden, der oben mit Bezug auf das erste beispielhafte Ausführungsbeispiel beschrieben wurde. Als erstes sind, wie in **Fig. 5A** gezeigt, ein mörserförmiger erster Hohlraum **22** mit einer Innenumfangsoberfläche, die als eine Reflexionsoberfläche **2** dient, und ein zweiter Hohlraum **24**, der über dem ersten Hohlraum **22** positioniert ist, eine gemeinsame virtuelle Oberfläche **23** mit dem ersten Hohlraum **22** besitzt und eine Innenumfangsoberfläche aufweist, die im Wesentlichen vertikal ist, in einem Gehäuse **1** gebildet, das aus einem undurchsichtigen Harz mit einem hohen Reflexionsgrad hergestellt ist.

[0052] Ein Halbleiterlichtemittierelement **4** ist innerhalb des Bodenteils des ersten Hohlrums **22** installiert. In einer ähnlichen Art und Weise wie dem ersten beispielhaften Ausführungsbeispiel ist das Halbleiterlichtemittierelement **4** mit einer Schaltung wie beispielsweise einer Stromquelle (nicht in den Fig. gezeigt) über elektrische Verbindungsmittel verbunden, die die Elementelektroden (nicht in den Fig. gezeigt) mit den externen Verbindungsanschlüssen (die ebenfalls nicht in den Fig. gezeigt sind) verbindet.

[0053] Nachfolgend wird, wie in **Fig. 5B** gezeigt, ein dispergierten Leuchtstoff enthaltendes Harz **6**, das einen innerhalb eines lichtübertragenden Harzes dis-

pergierten Leuchtstoff **5** aufweist, verwendet, um die ersten und zweiten Hohlräume **22** und **24** zu überfüllen, so dass sich das Harz in einer konvexen Form von der oberen Kante **25** des zweiten Hohlraums **24** nach oben wölbt. Der Grad in dem das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** sich von der oberen Kante **25** des zweiten Hohlraums **24** nach oben wölbt, wird gemäß Faktoren eingestellt; wie beispielsweise dem Adhäsionsgrad zwischen dem dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6** und der oberen Kante **25** des Hohlraums **24**, und der Viskosität und Oberflächenspannung des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6**, und muss derart eingestellt werden, dass das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** nicht über die ersten und zweiten Hohlräume **22** und **24** hinaus herausleckt.

[0054] Als nächstes wird, wie in [Fig. 5C](#) gezeigt, das Gehäuse **1** umgedreht und das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** innerhalb der ersten und zweiten Hohlräume **22** und **24** wird wärmegehärtet. Die Adhäsion zwischen dem dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6** und der oberen Kante **25** des zweiten Hohlraums **24**, und die Viskosität und Oberflächenspannung des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** wirken der Schwerkraft entgegen, die auf den dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6** wirkt, wenn das Gehäuse umgedreht wird, was bedeutet, dass das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** nicht aus den ersten und zweiten Hohlräumen **22** und **24** herausleckt. Demgemäß ist kein Deckel erforderlich, um die Leckage des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** zu verhindern.

[0055] Während dieses Schritts des Aushärtens des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** innerhalb der ersten und zweiten Hohlräume **22** und **24**, wobei sich das Gehäuse **1** in einem umgedrehten Zustand befindet, unterliegt der Leuchtstoff **5** einer Migration oder Wanderung, wie in [Fig. 5D](#) gezeigt. Und zwar veranlasst die Differenz in der relativen Dichte zwischen dem lichtübertragenden Harz und dem Leuchtstoff **5**, die den dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz **6** bilden, den schwereren Leuchtstoff **5** durch den lichtübertragenden Harz abzusinken. Infolgedessen sammelt sich der Leuchtstoff **5** nahe der Oberfläche des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6**, wodurch eine hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, in der die Dichte des Leuchtstoffs **5** sehr hoch ist, und eine Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte erzeugt werden, in der die Dichte des Leuchtstoffs **5** sehr gering oder im Wesentlichen nicht vorhanden ist.

[0056] Zu diesem Zeitpunkt, während das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz **6** erwärmt wird, ändert sich das Harz in einem Zustand extrem niedriger Viskosität. Infolgedessen sinkt der Leuchtstoff **5** innerhalb des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden

Harzes **6** nach unten durch das Harz **6** zu den unteren Teilen der konvexen Wölbung. Da der zweite Hohlraum **24** mit einer im Wesentlichen vertikalen Innenumfangsoberfläche gebildet ist, sammelt sich jedoch der Leuchtstoff **5** innerhalb des Umfangsteils **13** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** entlang dieser im Wesentlichen vertikalen Innenumfangsoberfläche des zweiten Hohlraums **24**. Infolgedessen wird die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über sowohl den Umfangsteil **13** als auch den Mittelteil **12** gebildet.

[0057] Diese Schritte ermöglichen die Herstellung einer Halbleiterlichtemittiervorrichtung **20**, die in [Fig. 5E](#) gezeigt ist.

[0058] Nachfolgend gibt es eine Beschreibung des optischen Systems der Halbleiterlichtemittiervorrichtung **20** dieses Beispiels. Das Licht, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird, geht durch die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte hindurch und erreicht direkt die hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, und ein Teil wird einfach durch eine Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** nach außen ausgestrahlt. Der verbleibende Teil des Lichts erfährt eine Wellenlängenkonversion durch die Wirkung des Leuchtstoffs **5** in der hochdichten Leuchtstoffschicht **8**, bevor er durch die Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** nach außen ausgestrahlt wird.

[0059] Ferner geht Licht, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird und sich zu der Reflexionsoberfläche **2** des ersten Hohlraums **22** bewegt, durch die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte hindurch, bis es die Reflexionsoberfläche **2** erreicht, und wird dann durch die Reflexionsoberfläche **2** zu der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** reflektiert. Das Licht geht dann wieder durch die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte hindurch, bis es die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** erreicht. In der gleichen Art und Weise wie oben beschrieben, wird ein Teil dieses Lichts, das die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** erreicht, einfach durch die Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** nach außen ausgestrahlt, wohingegen der verbleibende Teil eine Wellenlängenkonversion durch die Wirkung des Leuchtstoffs **5** in der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** erfährt, bevor er durch die Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** nach außen ausgestrahlt wird.

[0060] Da das Licht, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** ausgestrahlt wird, zwei separaten optischen Pfaden folgt, ist die Menge des Lichts, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird, die Gesamtsumme der Lichtmenge, die jedem dieser beiden optischen Pfade folgt. Dies ermöglicht es, dass eine helle Halbleiterlichtemittiervorrichtung mit einem hohen Niveau der Lichtextraktionseffizienz

vorgesehen wird.

[0061] Ferner ist das Licht, das von der Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** ausgestrahlt wird, auch eine Kombination von Licht, das durch das Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird, und Licht, das durch das Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert worden ist und dann eine Wellenlängenkonversion durch den Leuchtstoff **5** erfahren hat. Visuell wird das Licht als das Licht gesehen, das durch Additivfarbmischung dieser beiden Lichttypen erzeugt wird.

[0062] Die hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, die nahe der Oberfläche des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes **6** geformt ist, wird durch den schwereren Leuchtstoff **5** gebildet, der durch das Harz während des Umdrehens des Gehäuses **1** absinkt. Innerhalb des Umfangsteils **13** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8**, sammelt sich der Leuchtstoff **5** entlang der im Wesentlichen vertikalen Innenumfangsoberfläche des zweiten Hohlraums **24**. Demgemäß wird die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über sowohl den Umfangsteil **13** als auch den Mittelteil **12** hinweg gebildet. Infolgedessen ist die Länge des optischen Pfades von dem Punkt des Eintretens in die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** bis zum Erreichen der Lichtaustrittsoberfläche **10** der hochdichten Leuchtstoffschicht **8** im Wesentlichen gleich über die gesamte Oberfläche hinweg. Dies bedeutet, dass der Anteil des Lichts, das in die hochdichte Leuchtstoffschicht **8** eintritt und eine Wellenlängenkonversion durch den Leuchtstoff **5** erfährt, im Wesentlichen gleich ist, und zwar unabhängig von der Ausstrahlungsrichtung. Das einfallende Licht wird nämlich in einem bestimmten Verhältnis in gleicher Weise die Wellenlängenkonversion durch die Leuchtstoffschicht **8** erfahren, und zwar bei jeglicher Position, wo das Licht eintritt. Dies ermöglicht die Herstellung einer Halbleiterlichtemittiervorrichtung in der die Probleme der Farbunregelmäßigkeit und der Helligkeitsschwankung signifikant verbessert wurden.

[0063] Da die hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, die die Lichtaustrittsoberfläche **10** bildet, durch die das Licht ausgestrahlt wird, in einer dreidimensionalen konvexen Form gebildet ist, sind ferner die Farbe und die Helligkeit des Lichts fast unabhängig von der Ausstrahlungsrichtung.

[0064] Zusätzlich ist die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte, die die Zwischenfläche (Interface) mit einer Lichtaustrittsoberfläche **11** des Halbleiterlichtemittierelements **4** bildet, aus einem lichtdurchlässigen Harz gebildet, das entweder eine geringe Dichte an Leuchtstoff **5** oder fast keinen Leuchtstoff **5** enthält. Dieses lichtübertragende Harz ist vorzugsweise ein Material mit einem ähnlichen Brechungsindex wie das Halbleitermaterial der Lichtaustrittsoberfläche **11**

des Halbleiterlichtemittierelements **4**. Dies ermöglicht die Minimierung des Anteils des Lichts, das von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** emittiert wird und dann eine vollständige Reflexion zurück in das Halbleiterlichtemittierelement **4** bei der Lichtaustrittsoberfläche **11** erfährt. Infolgedessen geht die überwiegende Mehrheit des Lichts durch die Lichtaustrittsoberfläche **11** des Halbleiterlichtemittierelements **4** in die Schicht **9** niederer Leuchtstoffdichte, was bedeutet, dass die Lichtextraktionseffizienz von dem Halbleiterlichtemittierelement **4** maximiert werden kann.

[0065] Als nächstes folgt eine Beschreibung der Punkte die sowohl dem ersten als auch dem zweiten beispielhaften Ausführungsbeispiel gemeinsam sind.

[0066] Als erstes folgt eine Beschreibung des Zwecks der Abdichtung mit einem lichtübertragenden Harz. Bondungsdrähte (nicht in den Fig. gezeigt), die als ein Beispiel der Verbindungsmittel zum elektrischen Verbinden der Anoden- und Kathodenelektroden des Halbleiterlichtemittierelements mit außen gelegenen Anschlusselektroden dienen, die mit einer Energiequelle verbunden sind, werden ebenfalls durch das lichtübertragende Harz während der obigen Herstellungsschritte abgedichtet. Dieses lichtübertragende Harz schützt das Halbleiterlichtemittierelement und die Bondungsdrähte vor mechanischer Beanspruchung, wie beispielsweise Vibration oder Stößen, und vor anderen externen Umgebungsfaktoren, wie beispielsweise Feuchtigkeit, Gasen und Staub. Das Glied, das die Zwischenfläche mit der Lichtaustrittsoberfläche des Halbleiterlichtemittierelements bildet (und zwar das lichtübertragende Harz, das als Abdichtungsmaterial verwendet wird) ist vorzugsweise aus einem Material mit einem Brechungsindex gebildet, der entweder ähnlich zu oder größer als der des Halbleitermaterials der Lichtaustrittsoberfläche des Halbleiterlichtemittierelements ist. Dies ermöglicht die Minimierung des Anteils des Lichts, das von dem Halbleiterlichtemittierelement emittiert wird und dann eine vollständige Reflexion zurück in das Halbleiterlichtemittierelement bei der Lichtaustrittsoberfläche erfährt. Infolgedessen geht die überwiegende Mehrheit des Lichts durch die Zwischenfläche in das andere Glied, was bedeutet, dass die Lichtextraktionseffizienz von dem Halbleiterlichtemittierelement maximiert werden kann.

[0067] Als nächstes folgt eine Beschreibung des Zwecks des Bildens einer hochdichten Leuchtstoffschicht nahe der Lichtaustrittsoberfläche, wo das Licht von der Halbleiterlichtemittiervorrichtung nach außen ausgestrahlt wird. Ein Zweck ist es, die Herstellung einer Halbleiterlichtemittiervorrichtung zu ermöglichen, die eine gleichförmige Streuung und Brechung und minimale Farbunregelmäßigkeit und Helligkeitsschwankung des nach außen ausgestrahlten Lichts ermöglicht, welches von dem Halbleiterlichtemittierelement emittiert wird und dann entweder di-

rekt aus der Vorrichtung herausgeht oder eine Wellenlängenkonversion vor dem Verlassen der Vorrichtung erfährt. Ein weiterer Zweck ist es, die Lichtextraktionseffizienz für das Licht zu maximieren, das eine Wellenlängenkonversion durch den Leuchtstoff erfahren hat.

[0068] Mit anderen Worten wird die hochdichte Leuchtstoffschicht nahe der Lichtaustrittsoberfläche gebildet, und wenn mikroskopisch betrachtet, kann die Lichtaustrittsoberfläche als mit beträchtlicher Ungleichheit aufgrund des Vorhandenseins des Leuchtstoffs geformt gesehen werden. Demgemäß erfährt das Licht von dem Halbleiterlichtemittierelement, das die Lichtaustrittsoberfläche direkt oder einer Wellenlängenkonversion durch das Leuchtmittel folgend erreicht, eine Streuung und Brechung in sämtliche Richtungen, und zwar mit minimaler Ausrichtung oder Tendenz, infolge dieser ebenen Lichtaustrittsoberfläche. Darüber hinaus muss das Licht, das eine Wellenlängenkonversion unter der Wirkung des Leuchtstoffs erfährt, der den konvexen Teil der Lichtaustrittsoberfläche bildet; durch sehr wenig Material (mit Ausnahme des Harzfilms, der den Leuchtstoff bedeckt) hindurch gehen, bevor es nach außen ausgestrahlt wird, was bedeutet, dass sehr wenig dieses Lichts eine Gesamtreflexion oder -brechung erfährt. D.h. diese Konstruktion sieht eine sehr vorteilhafte Lichtextraktionseffizienz vor.

[0069] Die Effekte einer Halbleiterlichtemittiervorrichtung gemäß der verschiedenen beispielhaften Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden unten beschrieben.

(1) Das Halbleiterlichtemittierelement und die Bondungsdrähte werden vollständig mit einem lichtübertragenden Harz mit einem Brechungsindex nahe dem des Halbleitermaterials abgedichtet, das die Austrittsoberfläche des Halbleiterlichtemittierelements bildet. Dieses lichtübertragende Harz schützt das Halbleiterlichtemittierelement und die Bondungsdrähte vor mechanischer Beanspruchung, wie beispielsweise Vibration oder Stößen, und vor anderen externen Umgebungsfaktoren, wie beispielsweise Feuchtigkeit, Gasen und Staub. Darüber hinaus kann durch Verwenden eines Harzes mit diesem Typ von ähnlichem Brechungsindex der Anteil des Lichts, das von dem Halbleiterlichtemittierelement emittiert wird und dann eine vollständige Reflexion zurück in das Halbleiterlichtemittierelement bei der Lichtaustrittsoberfläche erfährt, minimiert werden. Infolgedessen geht die überwiegende Mehrheit des Lichts von der Lichtaustrittsoberfläche des Halbleiterlichtemittierelements in das lichtübertragende Harz auf der anderen Seite der Zwischenfläche, was bedeutet, dass die Lichtextraktionseffizienz von dem Halbleiterlichtemittierelement maximiert werden kann.

(2) Der Hohlraum wird mit dem dispergierten

Leuchtstoff enthaltenden Harz überfüllt, so dass das Harz sich in einer konvexen Form über die höchste Oberfläche des Hohlraums wölbt, und die Struktur wird dann umgekehrt und ausgehärtet. Dies veranlasst den schwereren Leuchtstoff nach unten durch das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz innerhalb des umgekehrten Hohlraums abzusinken und sich nahe der Oberfläche der konvexen Wölbung zu sammeln, wobei auf diese Weise eine hochdichte Leuchtstoffschicht gebildet wird. Infolgedessen wird die hochdichte Leuchtstoffschicht mit im Wesentlichen gleichförmiger Dicke über die gesamte Oberfläche gebildet, was die Bildung einer Lichtquelle mit minimaler Farbunregelmäßigkeit und Helligkeitsschwankung ermöglicht.

(3) Die in (2) oben beschriebene Technik wird verwendet, um eine hochdichte Leuchtstoffschicht nahe der Oberfläche des dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harzes zu bilden, was bedeutet, dass die hochdichte Leuchtstoffschicht **8**, die die Lichtaustrittsoberfläche bildet, durch die das Licht nach außen ausgestrahlt wird, in einer dreidimensionalen Bogenform gebildet wird. Infolgedessen sind die Farbe und die Helligkeit des Lichts fast unabhängig von der Ausstrahlungsrichtung.

(4) Die hochdichte Leuchtstoffschicht ist nahe der Lichtaustrittsoberfläche gebildet, und wenn mikroskopisch betrachtet, kann gesehen werden, dass die Oberfläche mit beträchtlicher Unebenheit aufgrund des Vorhandenseins des Leuchtstoffs gebildet ist. Demgemäß erfährt das Licht von dem Halbleiterlichtemittierelement, das die Lichtaustrittsoberfläche entweder direkt oder einer Wellenlängenkonversion durch den Leuchtstoff folgend erreicht, eine Streuung und Brechung in sämtliche Richtungen, und zwar mit minimaler Ausrichtung oder Tendenz, infolge dieser ebenen Lichtaustrittsoberfläche. Darüber hinaus muss das Licht, das eine Wellenlängenkonversion unter der Wirkung des Leuchtstoffs erfährt, der den konvexen Teil der Lichtaustrittsoberfläche bildet, durch sehr wenig Material (mit Ausnahme des Harzfilms, der den Leuchtstoff bedeckt) hindurch gehen, bevor es nach außen ausgestrahlt wird, was bedeutet, dass sehr wenig dieses Lichts eine Gesamtreflexion oder -brechung erfährt. D.h. diese Konstruktion sieht eine sehr vorteilhafte Lichtextraktionseffizienz vor.

(5) Ein zweiter Hohlraum, in dem die Innenumfangsoberfläche im Wesentlichen vertikal ist, ist über einem mörserförmigen ersten Hohlraum gebildet. Infolgedessen, wenn die Struktur umgekehrt und ausgehärtet wird, sammelt sich der Leuchtstoff innerhalb des Umfangsteils der hochdichten Leuchtstoffschicht entlang dieser vertikalen Innenumfangsoberfläche des zweiten Hohlraums. Dies bedeutet, dass die hochdichte Leuchtstoffschicht mit einer im Wesentlichen gleichförmigen

Dicke über sowohl den Umfangsteil als auch den Mittelteil gebildet ist. Dieser Konstruktionstyp ist besonders nützlich, wenn ein dispergierten Leuchtstoff enthaltendes Harz verwendet wird, das eine große Verringerung in der Viskosität beim Wärmehärten zeigt.

(6) Das Füllen des Hohlraums mit dem dispergierten Leuchtstoff enthaltenden Harz kann in einem einzelnen Vorgang vollendet werden. Darüber hinaus ist der Deckeltyp, der herkömmlicherweise erforderlich war, um die Leckage des Harzes zu verhindern, wenn das dispergierten Leuchtstoff enthaltende Harz umgekehrt und ausgehärtet wurde, nicht notwendig. Infolgedessen sind keine Anstiege in der Arbeit und der Herstellungsmittel erforderlich, was das Niederhalten irgendwelcher Anstiege der Herstellungskosten ermöglicht.

(7) Die hochdichte Leuchtstoffschicht wird in einer im Wesentlichen gleichförmigen Art und Weise über die gesamte Oberfläche des Harzes, nahe der Lichtaustrittsoberfläche, durch die Licht nach außen von der Halbleiterlichtemittier Vorrichtung emittiert wird, geformt werden. Dies bedeutet, das Licht, das von dem Halbleiterlichtemittierelement emittiert wird, nicht nur durch bestimmte konzentrierte Bereiche emittiert wird. Demgemäß stellt das Licht, selbst te Bereiche emittiert wird. Demgemäß stellt das Licht, selbst wenn es direkt in die Augen einer Person eintritt, fast keine potentielle Gefahr dar, so dass die Konstruktion eine menschenfreundliche Lichtquelle darstellt.

Patentansprüche

1. Eine Halbleiterlichtemittier Vorrichtung (20), **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Folgendes aufweist:

ein Gehäuse (1), das einen konkav geformten Hohlraum (3, 22, 24) mit einer Öffnung besitzt; ein Halbleiterlichtemittierelement (4), das in einem Bodenteil des Hohlraums (3, 22) installiert ist; und eine Harzschicht (6) zum Füllen eines Inneren des Hohlraums (3, 22, 24), wobei die Harzschicht (6) ein Wellenlängenkonversionsmaterial (5) enthält, wobei die Harzschicht (6) in einer konvexen Form in einer Lichtausstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements (4) geformt ist, wobei in der Harzschicht (6) eine Schicht (8) mit einer hohen Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials (5) nahe einer Oberfläche der konvexen Form gebildet ist.

2. Halbleiterlichtemittier Vorrichtung (20) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: das Gehäuse (1) den Hohlraum (3) mit einer kegelstumpfförmigen Innenumfangsoberfläche (2) bildet, die sich nach außen entlang der Lichtausstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements (4) öffnet; und die Innenumfangsoberfläche (2) als eine Reflexionsoberfläche dient.

3. Halbleiterlichtemittier Vorrichtung (20) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: das Gehäuse (1) den Hohlraum (22, 24) mit einer kegelstumpfförmigen Innenumfangsoberfläche (22), die sich nach außen entlang der Lichtausstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements (4) öffnet, und einer kreisförmigen, zylindrisch geformten Innenumfangsoberfläche (24) bildet, die eine kontinuierliche Verlängerung der kegelstumpfförmigen Innenumfangsoberfläche (22) ist; und die kegelstumpfförmige Innenumfangsoberfläche (22) und/oder die kreisförmige, zylindrisch geformte Innenumfangsoberfläche (24) als eine Reflexionsoberfläche dient.

4. Halbleiterlichtemittier Vorrichtung (20) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass: die Schicht (8) mit der hohen Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials (5) mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über die gesamte Oberfläche des Harzes hinweg gebildet ist.

5. Halbleiterlichtemittier Vorrichtung (20) gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass: die Schicht (8) mit der hohen Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials (5) mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über die gesamte Oberfläche des Harzes hinweg gebildet ist.

6. Halbleiterlichtemittier Vorrichtung (20) gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass: die Schicht (8) mit der hohen Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials (5) mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über die gesamte Oberfläche des Harzes hinweg gebildet ist.

7. Ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittier Vorrichtung (20), dadurch gekennzeichnet, dass es Folgendes aufweist:

Vorbereiten eines Gehäuses (1), das einen konkav geformten Hohlraum (3, 22, 24) mit einer Öffnung besitzt; Installieren eines Halbleiterlichtemittierelements (4) in einem Bodenteil des Hohlraums (3, 22); Füllen eines Inneren des Hohlraums (3, 22, 24) mit einem lichtübertragenden Harz (6), das ein Wellenlängenkonversionsmaterial (5) enthält, um das Harz (6) in eine konvexe Form in der Ausstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements (4) zu formen; Umdrehen des Gehäuses (1), so dass das Eigengewicht das Wellenlängenkonversionsmaterial (5) veranlasst, sich in einen Teil (8) hoher Dichte und einen Teil (9) niedriger Dichte innerhalb des Harzes (6) zu trennen; und Aushärten des lichtübertragenden Harzes (6) in einem Zustand, in dem das Wellenlängenkonversionsmaterial (5) als Teile hoher und niedriger Dichte (8, 9) vorhanden ist.

8. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterlich-

temittiervorrichtung (20), gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass:
das Gehäuse (1) den Hohlraum (3) mit einer kegelstumpfförmigen Innenoberfläche (2) bildet, die sich nach außen entlang der Lichtausstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements (4) öffnet; und
die Innenumfangsoberfläche (2) als eine Reflexionsoberfläche dient.

9. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittiervorrichtung (20), gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass:
das Gehäuse (1) den Hohlraum (22, 24) mit einer kegelstumpfförmigen Innenumfangsoberfläche (22), die sich nach außen entlang der Lichtausstrahlungsrichtung des Lichtemittierelements (4) öffnet, und einer kreisförmigen, zylindrisch geformten Innenumfangsoberfläche (24) bildet, die eine kontinuierliche Verlängerung der kegelstumpfförmigen Innenumfangsoberfläche (22) ist; und
die kegelstumpfförmige Innenumfangsoberfläche (22) und/oder die kreisförmige, zylindrisch geformte Innenumfangsoberfläche (24) als eine Reflexionsoberfläche dient.

10. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittiervorrichtung (20), gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass:
die Schicht (8) mit dem Teil hoher Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials (5) mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über die gesamte Oberfläche des Harzes hinweg gebildet ist.

11. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittiervorrichtung (20), gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass:
die Schicht (8) mit dem Teil hoher Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials (5) mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über die gesamte Oberfläche des Harzes hinweg gebildet ist.

12. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterlichtemittiervorrichtung (20), gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass:
die Schicht (8) mit dem Teil hoher Dichte des Wellenlängenkonversionsmaterials (5) mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Dicke über die gesamte Oberfläche des Harzes hinweg gebildet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

Stand der Technik

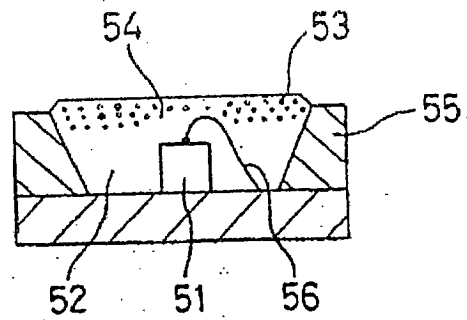


Fig. 2

Stand der Technik

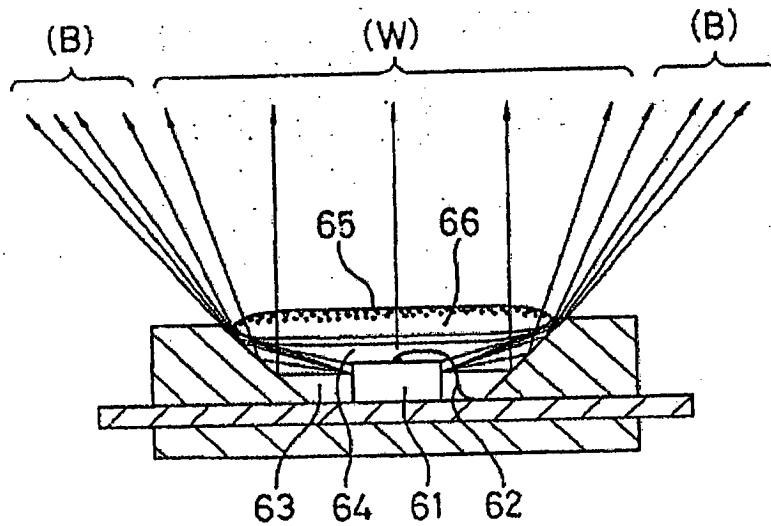


Fig. 3A

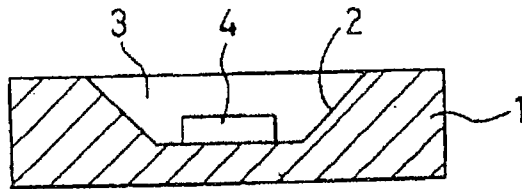


Fig. 3B

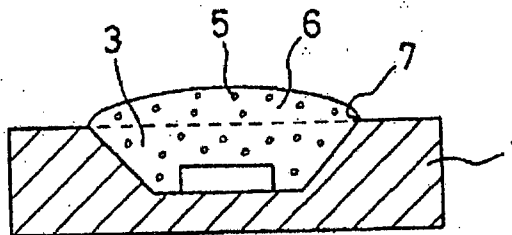


Fig. 3C

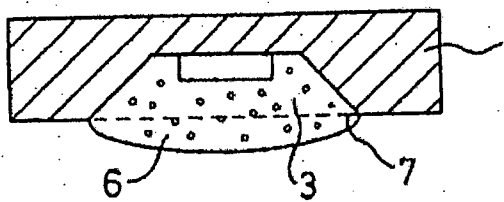


Fig. 3D

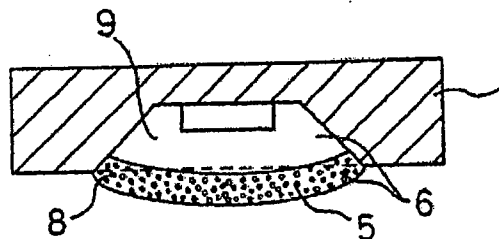


Fig. 3E

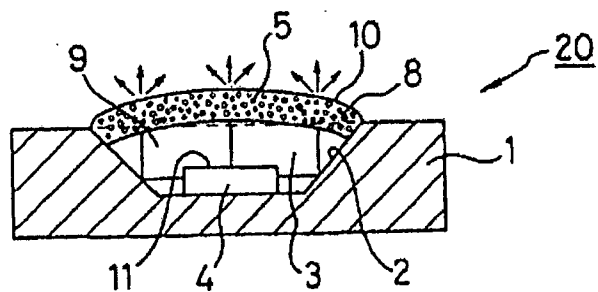


Fig. 4

