



(10) **DE 10 2018 101 326 A1** 2019.07.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 101 326.4**

(22) Anmeldetag: **22.01.2018**

(43) Offenlegungstag: **25.07.2019**

(51) Int Cl.: **H01L 33/50 (2010.01)**

H01L 33/58 (2010.01)

(71) Anmelder:
**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
Regensburg, DE**

(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer
Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

(72) Erfinder:
**Tångring, Ivar, Dr., 93047 Regensburg, DE;
Römer, Rebecca, Dr., 93047 Regensburg, DE;
Jurenka, Claudia, 93055 Regensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

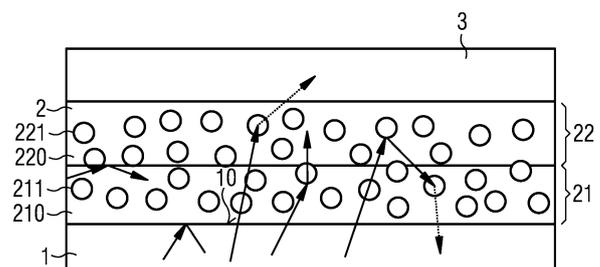
DE	10 2012 109 083	A1
DE	10 2014 107 972	A1
US	2015 / 0 034 0637	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Optoelektronisches Bauteil**

(57) Zusammenfassung: In mindestens einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauteil (100) einen optoelektronischen Halbleiterchip (1) mit einer Emissionsseite (10) und ein Konversionselement (2) auf der Emissionsseite. Das Konversionselement ist zur Konversion einer von dem Halbleiterchip im bestimmungsgemäßen Betrieb emittierten Primärstrahlung eingerichtet. Das Konversionselement ist in zumindest eine erste Schicht (21) und eine zweite Schicht (22) unterteilt. Die erste Schicht ist zwischen der zweiten Schicht und der Emissionsseite angeordnet. Die erste Schicht umfasst ein erstes Matrixmaterial (210) mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln (211). Die zweite Schicht umfasst ein zweites Matrixmaterial (220) mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln (221). Das erste Matrixmaterial der ersten Schicht weist einen größeren Brechungsindex auf als das zweite Matrixmaterial der zweiten Schicht.



Beschreibung

[0001] Es wird ein optoelektronisches Bauteil angegeben.

[0002] Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein optoelektronisches Bauteil mit einer effizienten Strahlungsauskopplung und einer langen Lebensdauer anzugeben.

[0003] Diese Aufgabe wird unter anderem durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0004] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauteil einen optoelektronischen Halbleiterchip mit einer Emissionsseite. Über die Emissionsseite werden im bestimmungsgemäßen Betrieb des Halbleiterchips beispielsweise zumindest 50 % oder zumindest 80 % der aus dem Halbleiterchip austretenden elektromagnetischen Strahlung ausgekoppelt. Die Emissionsseite erstreckt sich zum Beispiel im Wesentlichen entlang einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips.

[0005] Der optoelektronische Halbleiterchip umfasst eine Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Schicht zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung. Die Halbleiterschichtenfolge basiert zum Beispiel auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial handelt es sich zum Beispiel um ein Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$, oder um ein Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$, oder um ein Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial, wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{As}$ oder $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{AsP}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $m + n \leq 1$ ist. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P, angegeben, auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können. Bevorzugt basiert die Halbleiterschichtenfolge auf AlInGaN .

[0006] Die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge beinhaltet insbesondere wenigstens einen pn-Übergang und/oder mindestens eine Quantentopfstruktur und kann zum Beispiel im bestimmungsgemäßen Betrieb elektromagnetische Strahlung im blauen oder grünen oder roten Spektralbereich oder im UV-Bereich erzeugen. Bevorzugt umfasst der Halbleiterchip eine, insbesondere genau eine, zusammenhängende aktive Schicht.

[0007] Unter einem Halbleiterchip wird hier und im Folgenden ein separat handhabbares und elektrisch

kontaktierbares Element verstanden. Ein Halbleiterchip entsteht insbesondere durch Vereinzelung aus einem Waferverbund. Insbesondere weisen Seitenflächen eines solchen Halbleiterchips dann zum Beispiel Spuren aus dem Vereinzelungsprozess des Waferverbunds auf. Ein Halbleiterchip umfasst bevorzugt genau einen ursprünglich zusammenhängenden Bereich der im Waferverbund gewachsenen Halbleiterschichtenfolge. Die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterchips ist bevorzugt zusammenhängend ausgebildet. Der optoelektronische Halbleiterchip umfasst eine zusammenhängende oder eine segmentierte aktive Schicht. Die laterale Ausdehnung des Halbleiterchips, gemessen entlang einer Haupterstreckungsebene der aktiven Schicht, ist beispielsweise höchstens 1 % oder höchstens 5 % oder höchstens 10 % größer als die laterale Ausdehnung der aktiven Schicht.

[0008] Der Halbleiterchip umfasst beispielsweise noch das Aufwachssubstrat, auf dem die gesamte Halbleiterschichtenfolge gewachsen ist. In diesem Fall kann es sich bei dem Halbleiterchip um einen Volumenemitter und/oder einen so genannten Flip-Chip handeln. Alternativ kann es sich bei dem Halbleiterchip um einen Dünnschicht-Chip und/oder Oberflächenemitter handeln. In diesem Fall ist das Aufwachssubstrat vorzugsweise entfernt.

[0009] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauteil ein Konversionselement auf der Emissionsseite. Das Konversionselement ist beispielsweise unmittelbar auf der Emissionsseite angeordnet. Bevorzugt überdeckt das Konversionselement die Emissionsseite zu zumindest 80 % oder vollständig. Zusätzlich kann das Konversionselement auch quer zur Emissionsseite verlaufende Seitenflächen des Halbleiterchips teilweise oder vollständig überdecken.

[0010] Eine Dicke des Konversionselements, gemessen senkrecht zu der Emissionsseite oder senkrecht zu einer Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips, beträgt beispielsweise zumindest $2 \mu\text{m}$ oder zumindest $20 \mu\text{m}$ oder zumindest $40 \mu\text{m}$. Alternativ oder zusätzlich kann die Dicke des Konversionselements beispielsweise höchstens $200 \mu\text{m}$ oder höchstens $100 \mu\text{m}$ oder höchstens $80 \mu\text{m}$ betragen.

[0011] Unter der Dicke einer Schicht wird hier und im Folgenden insbesondere die mittlere, über die laterale Ausdehnung der Emissionsseite gemittelte Dicke verstanden.

[0012] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Konversionselement zur Konversion einer von dem Halbleiterchip im bestimmungsgemäßen Betrieb emittierten Primärstrahlung eingerichtet. Unter der Primärstrahlung ist die Strahlung zu verstehen, die von der aktiven Schicht des Halbleiterchips erzeugt

wird und über die Emissionsseite den Halbleiterchip verlässt. Das Konversionselement ist zur Vollkonversion oder Teilkonversion eingerichtet. Bevorzugt sind das Konversionselement und der Halbleiterchip so eingerichtet, dass das optoelektronische Bauteil im bestimmungsgemäßen Betrieb Licht im sichtbaren Spektralbereich, bevorzugt weißes Licht, emittiert.

[0013] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Konversionselement in zumindest eine erste Schicht und eine zweite Schicht unterteilt. Das heißt, das Konversionselement kann in genau zwei Schichten oder mehr als zwei Schichten unterteilt sein. Die erste und zweite Schicht sind in Richtung weg von der Emissionsseite übereinander gestapelt. Bevorzugt stehen die erste und zweite Schicht in unmittelbarem Kontakt zueinander.

[0014] Die erste und/oder zweite Schicht können zusammenhängend, bevorzugt einfach zusammenhängend, ausgebildet sein. Bevorzugt überdecken die erste und/oder die zweite Schicht die Emissionsseite vollständig. Das heißt, aus der Emissionsseite austretende Primärstrahlung kann das Bauteil bevorzugt nicht verlassen, ohne die erste und/oder zweite Schicht des Konversionselements zu passieren. Die erste Schicht und/oder die zweite Schicht sind insbesondere einstückig ausgebildete Schichten. Das heißt, sie sind selbst nicht in weitere Einzelschichten unterteilt.

[0015] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die erste Schicht zwischen der zweiten Schicht und der Emissionsseite angeordnet. Die erste Schicht kann beispielsweise unmittelbar auf der Emissionsseite aufliegen. Die erste Schicht ist insbesondere die dem Halbleiterchip nächstliegende Schicht des Konversionselements. Ein Abstand von der ersten Schicht zum Halbleitermaterial des Halbleiterchips beträgt beispielsweise höchstens 1 µm oder höchstens 500 nm oder höchstens 200 nm. Unter dem Abstand wird hier insbesondere der mittlere Abstand verstanden.

[0016] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die erste Schicht ein erstes Matrixmaterial mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln.

[0017] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die zweite Schicht ein zweites Matrixmaterial mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln.

[0018] Die Leuchtstoffpartikel sind in den Matrixmaterialien eingebettet und von diesen umschlossen. Innerhalb der Matrixmaterialien sind die Leuchtstoffpartikel bevorzugt statistisch und/oder homogen verteilt.

[0019] Bei dem ersten und/oder zweiten Matrixmaterial handelt es sich bevorzugt um ein Material, das strahlungsdurchlässig, insbesondere transparent, für

die Primärstrahlung und/oder die konvertierte Strahlung ist. Das erste und/oder zweite Matrixmaterial ist bevorzugt ein organisches Material, insbesondere ein Polymer. Das erste und/oder zweite Matrixmaterial haben in der zugehörigen ersten beziehungsweise zweiten Schicht beispielsweise einen Volumenanteil von zumindest 20 % oder zumindest 40 % oder zumindest 60 % oder zumindest 80 %.

[0020] Die Leuchtstoffpartikel sind insbesondere zur Konversion der Primärstrahlung eingerichtet. Beispielsweise handelt es sich bei den Leuchtstoffpartikeln um Partikel aus einem oder verschiedenen anorganischen Leuchtstoffen. Unter Partikeln werden hier mikroskopisch kleine Festkörper verstanden, die untereinander nicht unmittelbar über kovalente oder ionische oder metallische Bindungen miteinander verbunden sind. Ein Partikel weist beispielsweise in jede Raumrichtung eine Ausdehnung von höchstens 50 µm oder höchstens 10 µm oder höchstens 5 µm auf.

[0021] Der Volumenanteil an Leuchtstoffpartikeln in der ersten und/oder zweiten Schicht ist zum Beispiel zumindest 5 % oder zumindest 10 % oder zumindest 20 % oder zumindest 30 %. Der Massenanteil der Leuchtstoffpartikel in der ersten und/oder zweiten Schicht beträgt zum Beispiel zumindest 30 % oder zumindest 40 % oder zumindest 50 %. Alternativ oder zusätzlich kann der Massenanteil der Leuchtstoffpartikel in der ersten und/oder zweiten Schicht höchstens 80 % oder höchstens 70 % oder höchstens 60 % betragen.

[0022] Die erste und/oder zweite Schicht weisen beispielsweise eine Dicke von zumindest 1 µm oder zumindest 10 µm oder zumindest 20 µm auf. Alternativ oder zusätzlich kann die Dicke der ersten und/oder zweiten Schicht höchstens 100 µm oder höchstens 50 µm oder höchstens 40 µm sein.

[0023] Die erste Schicht und die zweite Schicht sind insbesondere nacheinander auf den Halbleiterchip aufgebracht. Das heißt, zwischen der ersten und der zweiten Schicht ist eine Grenzfläche ausgebildet. Die erste und die zweite Schicht, insbesondere die Matrixmaterialien der ersten oder zweiten Schicht, sind also bevorzugt nicht einteilig oder einstückig oder integral miteinander ausgebildet.

[0024] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das erste Matrixmaterial der ersten Schicht einen größeren Brechungsindex auf als das zweite Matrixmaterial der zweiten Schicht. Beispielsweise ist der Brechungsindex des ersten Matrixmaterials um zumindest 0,01 oder zumindest 0,02 oder zumindest 0,03 oder zumindest 0,04 oder zumindest 0,05 oder zumindest 0,06 oder zumindest 0,07 größer als der Brechungsindex des zweiten Matrixmaterials. Alternativ oder zusätzlich kann der Brechungsindex des ersten Matrixmaterials höchstens 0,5 oder höchstens

0,2 größer sein als der Brechungsindex des zweiten Matrixmaterials.

[0025] Hier und im Folgenden ist unter dem Brechungsindex eines Materials insbesondere der Brechungsindex bei einer Wellenlänge von 589 nm zu verstehen. Ferner wird unter dem Brechungsindex eines Materials insbesondere der über das von dem Material eingenommen Volumen gemittelte Brechungsindex verstanden.

[0026] In mindestens einer Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauteil einen optoelektronischen Halbleiterchip mit einer Emissionsseite und ein Konversionselement auf der Emissionsseite. Das Konversionselement ist zur Konversion einer von dem Halbleiterchip im bestimmungsgemäßen Betrieb emittierten Primärstrahlung eingerichtet. Das Konversionselement ist in zumindest eine erste Schicht und eine zweite Schicht unterteilt. Die erste Schicht ist zwischen der zweiten Schicht und der Emissionsseite angeordnet. Die erste Schicht umfasst ein erstes Matrixmaterial mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln. Die zweite Schicht umfasst ein zweites Matrixmaterial mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln. Das erste Matrixmaterial der ersten Schicht weist einen größeren Brechungsindex auf als das zweite Matrixmaterial der zweiten Schicht.

[0027] Der hier beschriebenen Erfindung liegt unter anderem das Problem zu Grunde, dass die Matrixmaterialien von Konversionselementen einem Alterungsprozess unterliegen, der häufig umso schneller voranschreitet je größer der Brechungsindex des Matrixmaterials ist. Der Alterungsprozess wird dabei insbesondere durch hohe Temperaturen hervorgerufen.

[0028] Auf der anderen Seite ist ein hoher Brechungsindex für das Matrixmaterial für eine effiziente Lichtextraktion vorteilhaft. Typischerweise verwendete Halbleitermaterialien eines Halbleiterchips haben einen Brechungsindex im Bereich von 2,5 oder mehr. Die auf der Emissionsseite aufgebrachten Matrixmaterialien haben einen wesentlich kleineren Brechungsindex, typischerweise im Bereich zwischen 1,4 und 1,6. Daher kommt es an der Grenzfläche zwischen Halbleiterchip und Konversionselement, also insbesondere an der Emissionsseite, zur Totalreflexion, was die Auskoppel-effizienz aus dem Halbleiterchip reduziert. Die Totalreflexion ist umso geringer, je geringer der Brechungsindexunterschied von dem Halbleitermaterial zu dem Matrixmaterial ist.

[0029] Je geringer also der Brechungsindex des in dem Konversionselement verwendeten Matrixmaterials ist, desto höher ist häufig die thermische Stabilität, aber desto geringer kann dann die Extraktionseffizienz sein.

[0030] Bei der vorliegenden Erfindung wird ein unterteiltes Konversionselement mit einer ersten Schicht und einer zweiten Schicht verwendet. Dabei weist die näher am Halbleiterchip angeordnete erste Schicht ein Matrixmaterial mit einem größeren Brechungsindex auf, als die weiter weg von dem Halbleiterchip angeordnete zweite Schicht. Durch den hohen Brechungsindex der ersten Schicht wird die Auskoppel-effizienz erhöht. Da die erste Schicht nahe am Halbleiterchip ist, kann die in dieser Schicht aufgrund von Konversion entstehende Wärme effizient über den Halbleiterchip abtransportiert werden. Dadurch ist die Gefahr der Alterung der ersten Schicht trotz des großen Brechungsindex des ersten Matrixmaterials reduziert. Aus der weiter weg von dem Halbleiterchip angeordneten zweiten Schicht mit dem zweiten Matrixmaterial kann Wärme dagegen nicht so effizient abtransportiert werden. Da für das zweite Matrixmaterial aber ein thermisch stabiles Material mit niedrigem Brechungsindex gewählt werden kann, ist dies weniger problematisch.

[0031] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Brechungsindex des ersten Matrixmaterials kleiner als der Brechungsindex des Halbleitermaterials des Halbleiterchips. Beispielsweise beträgt ein Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Matrixmaterial und dem Halbleitermaterial des Halbleiterchips zumindest 0,5 oder zumindest 0,8. Alternativ oder zusätzlich kann der Brechungsindexunterschied höchstens 1,2 oder höchstens 1,1 oder höchstens 1,0 sein. Das Halbleitermaterial des Halbleiterchips weist zum Beispiel einen Brechungsindex zwischen einschließlich 2,0 und 3,0 auf. Unter dem Brechungsindex des Halbleitermaterials wird insbesondere der über das gesamte Halbleitermaterial des Halbleiterchips gemittelte Brechungsindex verstanden.

[0032] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist auf dem Konversionselement, insbesondere auf der dem Halbleiterchip abgewandten Seite des Konversionselements, ein strahlungsdurchlässiges optisches Element angeordnet. Das optische Element kann transluzent oder transparent für die Primärstrahlung und/oder für die vom Konversionselement konvertierte Strahlung sein.

[0033] Bei dem optischen Element kann es sich zum Beispiel um eine Linse oder ein Plättchen mit zwei im Wesentlichen parallel verlaufenden Hauptseiten handeln. Das optische Element kann einen Kunststoff oder ein Siloxan, wie Silikon, insbesondere Klarsilikon, oder ein Glas umfassen oder daraus bestehen. Das optische Element ist beispielsweise in direktem Kontakt zu dem Konversionselement. Das optische Element kann das Konversionselement und/oder den Halbleiterchip vollständig überdecken.

[0034] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Brechungsindex des optischen Elements höchst-

tens so groß wie der Brechungsindex des zweiten Matrixmaterials. Beispielsweise ist ein Brechungsindexunterschied zwischen dem Material des optischen Elements und dem zweiten Matrixmaterial zumindest 0,01 oder zumindest 0,02 oder zumindest 0,05. Alternativ oder zusätzlich kann der Brechungsindexunterschied höchstens 0,6 oder höchstens 0,5 oder höchstens 0,1 sein.

[0035] Das Material des optischen Elements hat beispielsweise einen mittleren Brechungsindex zwischen einschließlich 1,45 und 1,52.

[0036] Gemäß zumindest einer Ausführungsform basieren das erste und/oder zweite Matrixmaterial auf einem Silazan oder Siloxan, insbesondere auf einem Silikon. Insbesondere sind zumindest 90 Gew% oder zumindest 95 Gew% des ersten und/oder zweiten Matrixmaterials durch ein Silazan oder Siloxan gebildet. Dabei kann das Silazan oder das Siloxan Phenylgruppen und/oder Methylgruppen umfassen.

[0037] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die erste Schicht Leuchtstoffpartikel aus einem ersten Leuchtstoff. Beispielsweise machen die Leuchtstoffpartikel aus dem ersten Leuchtstoff zumindest 50 % oder zumindest 80 % oder zumindest 90 % der Leuchtstoffpartikel in der ersten Schicht aus. Neben den Leuchtstoffpartikeln aus dem ersten Leuchtstoff kann die erste Schicht weitere Leuchtstoffpartikel aus einem oder mehreren weiteren Leuchtstoffen umfassen.

[0038] Gemäß zumindest einer Ausführungsform beträgt ein Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Leuchtstoff und dem ersten Matrixmaterial höchstens 1,0 oder höchstens 0,9 oder höchstens 0,8 oder höchstens 0,7. Ein geringer Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Leuchtstoff und dem ersten Matrixmaterial sorgt dafür, dass die Leuchtstoffpartikel aus dem ersten Leuchtstoff wenig streuend auf Strahlung, insbesondere auf die Primärstrahlung, wirken.

[0039] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfassen die erste Schicht und die zweite Schicht Leuchtstoffpartikel aus demselben ersten Leuchtstoff. Beispielsweise machen die Leuchtstoffpartikel aus dem ersten Leuchtstoff sowohl in der ersten Schicht als auch in der zweiten Schicht zumindest 10 % oder zumindest 20 % oder zumindest 50 % oder zumindest 80 % oder zumindest 90 % der Leuchtstoffpartikel der jeweiligen Schicht aus.

[0040] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfassen die erste Schicht und die zweite Schicht jeweils ein Gemisch aus Leuchtstoffpartikeln unterschiedlicher Leuchtstoffe. Bevorzugt sind die Gemische aus Leuchtstoffpartikeln in der ersten Schicht

und der zweiten Schicht im Rahmen der Herstellungstoleranz gleich.

[0041] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die zweite Schicht Leuchtstoffpartikel aus einem zweiten Leuchtstoff. Beispielsweise machen die Leuchtstoffpartikel aus dem zweiten Leuchtstoff in der zweiten Schicht zumindest 50 % oder zumindest 80 % oder zumindest 90 % der Leuchtstoffpartikel in der zweiten Schicht aus.

[0042] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der erste Leuchtstoff von dem zweiten Leuchtstoff verschieden. Bei der Konversion von der Primärstrahlung weisen der erste Leuchtstoff und der zweite Leuchtstoff beispielsweise unterschiedliche Emissionsspektren auf. Beispielsweise weisen die beiden Emissionsspektren dann eine unterschiedliche Hauptwellenlänge auf, wobei die Hauptwellenlänge die Wellenlänge ist, bei der das Emissionsspektrum ein globales Maximum hat. Zum Beispiel ist die Hauptwellenlänge des zweiten Leuchtstoffs gegenüber der Hauptwellenlänge des ersten Leuchtstoffs um zumindest 20 nm oder zumindest 50 nm oder zumindest 100 nm verschoben.

[0043] Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind der erste und der zweite Leuchtstoff so eingerichtet, dass bei der Konversion der vom Halbleiterchip im Betrieb emittierten Primärstrahlung der erste Leuchtstoff eine größere Stokes-Verschiebung bewirkt als der zweite Leuchtstoff. Insbesondere ist das Emissionsspektrum des ersten Leuchtstoffs gegenüber dem Emissionsspektrum des zweiten Leuchtstoffs rot verschoben.

[0044] Bei dieser Ausführungsform ist also der erste Leuchtstoff mit der größeren Stokes-Verschiebung näher am Halbleiterchip als der zweite Leuchtstoff mit der kleineren Stokes-Verschiebung. Der Leuchtstoff mit der größeren Stokes-Verschiebung erzeugt bei der Strahlungskonversion mehr Wärme. Daher ist es vorteilhaft, diesen Leuchtstoff näher am Halbleiterchip anzuordnen, wo die Wärmeabfuhr effizienter ist.

[0045] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der erste Leuchtstoff einen größeren Brechungsindex als der zweite Leuchtstoff auf. Beispielsweise beträgt der Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Leuchtstoff und dem zweiten Leuchtstoff zumindest 0,2 oder zumindest 0,5. Alternativ oder zusätzlich kann der Brechungsindexunterschied höchstens 1,0 oder höchstens 0,8 betragen. In dieser Ausführungsform wird also der Leuchtstoff mit dem größeren Brechungsindex in dem Matrixmaterial mit dem größeren Brechungsindex verwendet. Dadurch kann der Brechungsindexunterschied von dem Leuchtstoff zu dem Matrixmaterial kleiner sein, was die streuende Wirkung der Leuchtstoffpartikel reduziert.

[0046] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist ein Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Leuchtstoff und dem ersten Matrixmaterial kleiner, zum Beispiel um zumindest 0,01 oder zumindest 0,02 oder zumindest 0,04 oder zumindest 0,05 oder zumindest 0,1 kleiner, als ein Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Leuchtstoff und dem zweiten Matrixmaterial.

[0047] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist ein Brechungsindexunterschied zwischen dem zweiten Leuchtstoff und dem zweiten Matrixmaterial größer, zum Beispiel um zumindest 0,01 oder zumindest 0,02 oder zumindest 0,04 oder zumindest 0,05 oder zumindest 0,1 größer, als ein Brechungsindexunterschied zwischen dem zweiten Leuchtstoff und dem ersten Matrixmaterial.

[0048] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der erste Leuchtstoff ein Nitrid-basierter Leuchtstoff. Zum Beispiel umfasst der erste Leuchtstoff ein Erdalkalisiliziumnitrid oder ein Erdalkalialuminiumsiliziumnitrid oder besteht aus einem solchen. Bei dem Erdalkalimetall handelt es sich zum Beispiel um Barium oder Kalzium oder Strontium. Zur Konversion kann der erste Leuchtstoff mit einem seltenen Erden-Ion, wie Eu^{2+} , als Aktivator dotiert sein.

[0049] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der zweite Leuchtstoff ein Granat-basierter Leuchtstoff. Der zweite Leuchtstoff weist zum Beispiel ein seltenerden-dotiertes Granat, wie Yttriumaluminiumgranat, kurz YAG, oder ein Luthetiumyttriumaluminiumgranat, kurz LuYAG, auf oder besteht aus einem solchen. Zur Konversion kann der zweite Leuchtstoff mit einem Aktivator dotiert sein, zum Beispiel mit einem seltenen Erden-Element, wie zum Beispiel Cer.

[0050] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der erste Leuchtstoff dazu vorgesehen, die Primärstrahlung oder blaues Licht oder UV-Licht oder gelbgrünes Licht in rotes bis oranges Licht zu konvertieren. Beispielsweise liegt eine Hauptwellenlänge der von dem ersten Leuchtstoff konvertierten Strahlung zwischen einschließlich 600 nm und 750 nm.

[0051] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der zweite Leuchtstoff dazu vorgesehen, die Primärstrahlung oder blaues Licht oder UV-Licht in gelbliches bis grünliches Licht zu konvertieren. Beispielsweise liegt eine Hauptwellenlänge der von dem zweiten Leuchtstoff konvertierten Strahlung zwischen einschließlich 500 nm und 600 nm.

[0052] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weisen die erste Schicht und/oder die zweite Schicht eine Dicke von mindestens der halben Wellenlänge oder mindestens der einfachen oder mindestens der zweifachen Wellenlänge der Primärstrahlung auf.

[0053] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das erste Matrixmaterial einen Brechungsindex von zumindest 1,5 oder zumindest 1,51 oder zumindest 1,52 oder zumindest 1,53 oder zumindest 1,55 auf. Alternativ oder zusätzlich kann der Brechungsindex des ersten Matrixmaterials höchstens 1,75 oder höchstens 1,7 oder höchstens 1,65 oder höchstens 1,63 oder höchstens 1,6 betragen.

[0054] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das zweite Matrixmaterial einen Brechungsindex von höchstens 1,65 oder höchstens 1,6 oder höchstens 1,55 oder höchstens 1,54 oder höchstens 1,53 oder höchstens 1,52 oder höchstens 1,51 auf. Alternativ oder zusätzlich kann der Brechungsindex des zweiten Matrixmaterials zumindest 1,45 oder zumindest 1,46 oder zumindest 1,47 oder zumindest 1,48 oder zumindest 1,49 betragen.

[0055] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der erste Leuchtstoff einen Brechungsindex zwischen einschließlich 1,8 und 2,7, bevorzugt zwischen einschließlich 2,0 und 2,5 auf.

[0056] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der zweite Leuchtstoff einen Brechungsindex zwischen einschließlich 1,6 und 1,9, bevorzugt zwischen einschließlich 1,7 und 1,8 auf.

[0057] Gemäß zumindest einer Ausführungsform emittiert der Halbleiterchip im bestimmungsgemäßen Betrieb Primärstrahlung im blauen Spektralbereich und/oder im UV-Bereich. Eine Hauptwellenlänge, bei der die Primärstrahlung ein globales Intensitätsmaximum hat, liegt beispielsweise zwischen einschließlich 380 nm und 490 nm.

[0058] Gemäß zumindest einer Ausführungsform konvertiert das Konversionselement im bestimmungsgemäßen Betrieb die Primärstrahlung teilweise oder vollständig in Strahlung im grünen und/oder roten Spektralbereich. Eine Hauptwellenlänge der konvertierten Strahlung liegt zum Beispiel im Spektralbereich zwischen einschließlich 500 nm und 750 nm.

[0059] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das Konversionselement zumindest eine weitere Schicht an einer dem Halbleiterchip abgewandten Seite der zweiten Schicht. Beispielsweise umfasst das Konversionselement genau eine weitere Schicht oder mehrere weitere Schichten. Die weitere Schicht steht bevorzugt in unmittelbarem Kontakt zur zweiten Schicht. Bei mehreren weiteren Schichten stehen die weiteren Schichten untereinander bevorzugt ebenfalls in unmittelbarem Kontakt. Die eine oder mehreren weiteren Schichten können ebenfalls zusammenhängend, insbesondere einfach zusammenhängend, ausgebildet sein und/oder die gesamte Emissionsseite des Halbleiterchips überdecken. Die

Dicken der weiteren Schichten können wie die Dicken der ersten Schicht oder der zweiten Schicht gewählt sein.

[0060] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die weitere Schicht ein Matrixmaterial mit darin eingebetteten Leuchtstoffpartikeln. Beispielsweise basiert das Matrixmaterial der weiteren Schicht wiederum auf einem Silazan oder Siloxan, insbesondere auf Silikon. Die Leuchtstoffpartikel in der oder den weiteren Schichten können aus einem der oben genannten Leuchtstoffe gebildet sein.

[0061] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Matrixmaterial der weiteren Schicht einen kleineren Brechungsindex auf als das zweite Matrixmaterial der zweiten Schicht. Beispielsweise ist der Brechungsindexunterschied zwischen dem zweiten Matrixmaterial und dem Matrixmaterial der weiteren Schicht zumindest 0,01 oder zumindest 0,02.

[0062] Bei mehreren weiteren Schichten umfasst bevorzugt jede der mehreren weiteren Schichten ein Matrixmaterial mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln. Die Matrixmaterialien sind dabei bevorzugt so gewählt, dass der Brechungsindex der Matrixmaterialien abnimmt, je weiter die entsprechende Schicht vom Halbleiterchip beabstandet ist.

[0063] Nachfolgend wird ein hier beschriebenes optoelektronisches Bauteil unter Bezugnahme auf Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

[0064] Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauteils in Querschnittsansicht,

Fig. 2 ein Ausschnitt aus dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 1**,

Fig. 3A bis **Fig. 3E** verschiedene Positionen in einem Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Bauteils.

[0065] In der **Fig. 1** ist ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauteils **100** in Querschnittsansicht gezeigt. Das optoelektronische Bauteil **100** umfasst einen Halbleiterchip **1**, beispielsweise einen AlInGaN-Halbleiterchip, auf einem Träger **5**. Bei dem Halbleiterchip **1** handelt es sich beispielsweise um einen Dünnschicht-Chip, bei dem das Aufwuchssubstrat abgelöst ist. Der Träger **5** ist beispielsweise ein Keramikträger.

[0066] Der Halbleiterchip **1** ist mittels Kontaktdrähten **63** mit elektrischen Kontaktelementen **61**, **62** elektrisch leitend verbunden. Die Kontaktelemente **61**, **62** liegen an einer dem Halbleiterchip **1** gegenüberliegenden Rückseite des Trägers **5** frei. Vorliegend handelt es sich bei dem optoelektronischen Bauteil **100** also um ein oberflächenmontierbares optoelektronisches Bauteil.

[0067] Der Halbleiterchip **1** emittiert im bestimmungsgemäßen Betrieb Primärstrahlung, insbesondere im blauen Spektralbereich oder im UV-Bereich. Der Halbleiterchip **1** umfasst eine Emissionsseite **10**, über die im bestimmungsgemäßen Betrieb beispielsweise zumindest 50 % der aus dem Halbleiterchip **1** ausgekoppelten Strahlung austreten. Quer zur Emissionsseite **10** verlaufende Seitenflächen des Halbleiterchips **1** sind mit einem reflektierenden Material **4** bedeckt. Bei dem reflektierenden Material **4** handelt es sich beispielsweise um ein weißes Silikon, zum Beispiel ein mit TiO₂-Partikeln versetztes Silikon.

[0068] Auf der Emissionsfläche **10** und auf Teilen des reflektierenden Materials **4** ist ein Konversionselement **2** aufgebracht. Das Konversionselement **2** überdeckt die Emissionsseite **10** des Halbleiterchips vollständig. Ferner ist das Konversionselement **2** einfach zusammenhängend ausgebildet. Das Konversionselement **2** dient im bestimmungsgemäßen Betrieb zur teilweisen oder vollständigen Konversion der von dem Halbleiterchip **1** emittierten Primärstrahlung. Beispielsweise konvertiert das Konversionselement **2** im Betrieb die Primärstrahlung teilweise oder vollständig in Licht im gelben bis grünen und/oder orangen bis roten Spektralbereich. Die aus dem Konversionselement **2** austretende Strahlung ist bevorzugt weißes Licht.

[0069] Der Halbleiterchip **1** und das Konversionselement **2** sind mit einem optischen Element **3** überdeckt. Vorliegend handelt es sich bei dem optischen Element **3** um eine Linse, beispielsweise eine Silikonlinse.

[0070] In der **Fig. 2** ist der in der **Fig. 1** mit einem gestrichelten Kästchen umrandete Ausschnitt vergrößert dargestellt. Zu erkennen ist, dass das Konversionselement **2** aus zwei Schichten **21**, **22** besteht. Die erste Schicht **21** umfasst ein erstes Matrixmaterial **210** mit darin eingebetteten Leuchtstoffpartikeln **211**. Die zweite Schicht **22** umfasst ein zweites Matrixmaterial **220** mit darin eingebetteten Leuchtstoffpartikeln **221**. Die erste Schicht **21** und die zweite Schicht **22** stehen in unmittelbarem Kontakt zueinander und sind durch eine Grenzfläche voneinander getrennt.

[0071] Die Leuchtstoffpartikel **211** der ersten Schicht **21** sind bevorzugt ein Gemisch aus Leuchtstoffpartikeln unterschiedlicher Leuchtstoffe. Dasselbe gilt bevorzugt für die Leuchtstoffpartikel **221** der zweiten

Schicht **22**. Die in der ersten Schicht **21** und der zweiten Schicht **22** verwendeten Gemische aus Leuchtstoffpartikeln sind zum Beispiel im Rahmen der Herstellungstoleranz

[0072] Das erste Matrixmaterial **210** weist einen größeren Brechungsindex auf als das zweite Matrixmaterial **220**. Dadurch wird die Totalreflexion an der Emissionsfläche **10** für von dem Halbleiterchip **1** kommende Primärstrahlung reduziert, verglichen mit dem Fall, wenn für das gesamte Konversionselement **2** das zweite Matrixmaterial **220** verwendet werden würde. Auf der anderen Seite ist die Verwendung der zweiten Schicht **22** mit dem zweiten Matrixmaterial **220** mit dem niedrigeren Brechungsindex vorteilhaft, da durch die Lichtkonversion Wärme erzeugt wird, die umso schlechter abtransportiert wird, je weiter weg sich der Entstehungsort der Wärme von dem Halbleiterchip **1** befindet. Das heißt, im bestimmungsgemäßen Betrieb erwärmt sich die zweite Schicht **22** auf höhere Temperaturen als die erste Schicht **21**. Das zweite Matrixmaterial **220** mit dem niedrigeren Brechungsindex ist aber temperaturstabiler als das erste Matrixmaterial **210** mit dem höheren Brechungsindex.

[0073] In den **Fig. 3A** bis **Fig. 3E** sind verschiedene Positionen in einem Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauteils, insbesondere dem optoelektronischen Bauteil **100** der **Fig. 1** gezeigt.

[0074] In der Position der **Fig. 3A** ist der Träger **5** mit dem darauf montierten und elektrisch angeschlossenen Halbleiterchip **1** gezeigt.

[0075] In der Position der **Fig. 3B** sind Seitenflächen des Halbleiterchips **1** mit dem reflektierenden Material **4** vergossen.

[0076] In der Position der **Fig. 3C** ist die erste Schicht **21** des Konversionselements **2** auf dem Halbleiterchip **1** aufgebracht. Beispielsweise wurde dazu das erste Matrixmaterial **210** mit darin verteilten Leuchtstoffpartikeln **211** aufgesprüht.

[0077] In der Position der **Fig. 3D** ist die zweite Schicht **22** des Konversionselements **2** aufgebracht. Beispielsweise wurde wiederum das zweite Matrixmaterial **220** mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln **221** aufgesprüht. Die zweite Schicht **22** wurde vorliegend direkt auf die erste Schicht **21** aufgebracht.

[0078] In der **Fig. 3E** ist eine Position gezeigt, in der der Halbleiterchip **1** zusammen mit dem Konversionselement **2** mit einem optischen Element **3**, vorliegend einer Silikonlinse **3**, vergossen oder umformt ist.

[0079] Im Folgenden werden drei weiter konkretisierte Ausführungsbeispiele für das optoelektronische

Bauteil **100** der **Fig. 1** beziehungsweise für das Verfahren gemäß den **Fig. 3A** bis **Fig. 3E** beschrieben.

[0080] In einem ersten Ausführungsbeispiel wird als erstes Matrixmaterial **210** ein Silikon mit einem Brechungsindex von 1,56 verwendet. Für das zweite Matrixmaterial **220** wird ein Silikon mit einem Brechungsindex von 1,51 verwendet. Bei den Leuchtstoffpartikeln **211**, **221** handelt es sich beispielsweise um Leuchtstoffpartikel aus demselben Leuchtstoff, beispielsweise einem Granat. Das optische Element **3** ist aus einem Silikon mit einem Brechungsindex von 1,50 gebildet.

[0081] In einem zweiten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem ersten Matrixmaterial um ein Silikon mit einem Brechungsindex zwischen einschließlich 1,55 und 1,6. In dem ersten Matrixmaterial **210** sind Leuchtstoffpartikel **211** aus einem ersten Leuchtstoff verteilt. Bei dem ersten Leuchtstoff handelt es sich um einen Nitrid-basierten Leuchtstoff, der die Primärstrahlung des Halbleiterchips **1** in rotes Licht konvertiert. Das zweite Matrixmaterial **220** ist ein Silikon mit einem Brechungsindex zwischen einschließlich 1,50 und 1,54. In dem zweiten Matrixmaterial **220** sind Leuchtstoffpartikel **221** aus einem zweiten Leuchtstoff verteilt. Bei dem zweiten Leuchtstoff handelt es sich um einen Granat-basierten Leuchtstoff, der die Primärstrahlung in grünes Licht konvertiert. Das optische Element **3** ist wiederum aus einem Silikon mit einem Brechungsindex von 1,50 gebildet.

[0082] In einem dritten Ausführungsbeispiel ist das erste Matrixmaterial **210** ein Silikon mit einem Brechungsindex zwischen einschließlich 1,5 und 1,60. In dem ersten Matrixmaterial **210** sind Leuchtstoffpartikel **211** aus einem ersten Leuchtstoff und einem zweiten Leuchtstoff verteilt. Bei dem ersten Leuchtstoff handelt es sich um einen Nitrid-basierten Leuchtstoff, der die Primärstrahlung in rotes Licht konvertiert. Bei dem zweiten Leuchtstoff handelt es sich um einen Granat-basierten Leuchtstoff, der die Primärstrahlung in grünes Licht konvertiert. Das zweite Matrixmaterial **220** ist ein Silikon mit einem Brechungsindex zwischen einschließlich 1,41 und 1,52. In dem zweiten Matrixmaterial **220** sind Leuchtstoffpartikel **221** aus einem zweiten, Granat-basierten Leuchtstoff verteilt, der die Primärstrahlung in grünes Licht konvertiert. Das Material des optischen Elements **3** ist Silikon mit einem Brechungsindex zwischen einschließlich 1,41 und 1,48.

[0083] Um die Leistungsfähigkeit eines hier beschriebenen optoelektronischen Bauteils zu testen, haben die Erfinder ein erfindungsgemäßes Bauteil mit einem alternativen Bauteil verglichen. Das erfindungsgemäße Bauteil umfasste ein Konversionselement mit zwei Schichten, wobei die erste Schicht ein erstes Matrixmaterial mit einem Brechungsindex von

1,55 und die zweite Schicht ein zweites Matrixmaterial mit einem Brechungsindex von 1,51 umfasste. Verglichen wurde dieses erfindungsgemäße Bauteil mit einem ersten alternativen Bauteil, bei dem das Konversionselement nur ein Matrixmaterial mit einem Brechungsindex von 1,55 umfasste, und mit einem zweiten alternativen Bauteil, bei dem das Konversionselement nur ein Matrixmaterial mit einem Brechungsindex von 1,51 umfasste. Die Bauteile wurden jeweils bei einem Strom von 1500 mA bei einer Umgebungstemperatur von 125 °C betrieben.

[0084] Das Ergebnis dieses Tests war, dass mit dem ersten alternativen Bauteil und dem erfindungsgemäßen Bauteil vergleichbare Leuchtstärken erreicht wurden, die Leuchtstärke des zweiten alternativen Bauteils dagegen deutlich schlechter war. Andererseits haben die Konversionselemente des erfindungsgemäßen Bauteils und des zweiten alternativen Bauteils auch nach einer Betriebsdauer von über 600 h kaum Alterungserscheinungen gezeigt, wohingegen das erste alternative Bauteil deutliche Veränderungen im Farbort zeigte.

[0085] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn diese Merkmale oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

1	Halbleiterchip
2	Konversionselement
3	optisches Element
4	reflektierendes Material
5	Träger
10	Emissionsseite
21	erste Schicht
22	zweite Schicht
61	erstes Kontaktelement
62	zweites Kontaktelement
63	Kontakt draht
100	optoelektronisches Bauteil
210	erstes Matrixmaterial
211	Leuchtstoffpartikel
220	zweites Matrixmaterial
221	Leuchtstoffpartikel

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauteil (100), umfassend:

- einen optoelektronischen Halbleiterchip (1) mit einer Emissionsseite (10);
- ein Konversionselement (2) auf der Emissionsseite (10); wobei
- das Konversionselement (2) zur Konversion einer von dem Halbleiterchip (1) im bestimmungsgemäßen Betrieb emittierten Primärstrahlung eingerichtet ist,
- das Konversionselement (2) in zumindest eine erste Schicht (21) und eine zweite Schicht (22) unterteilt ist,
- die erste Schicht (21) zwischen der zweiten Schicht (22) und der Emissionsseite (10) angeordnet ist,
- die erste Schicht (21) ein erstes Matrixmaterial (210) mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln (211) umfasst,
- die zweite Schicht (22) ein zweites Matrixmaterial (220) mit darin eingebrachten Leuchtstoffpartikeln (221) umfasst,
- das erste Matrixmaterial (210) der ersten Schicht (21) einen größeren Brechungsindex aufweist als das zweite Matrixmaterial (220) der zweiten Schicht (22).

2. Optoelektronisches Bauteil (100) nach Anspruch 1, wobei der Brechungsindex des ersten Matrixmaterials (210) kleiner ist als ein Brechungsindex des Halbleitermaterials des Halbleiterchips (1).

3. Optoelektronisches Bauteil (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei

- auf dem Konversionselement (2) ein strahlungsdurchlässiges optisches Element (3) angeordnet ist,
- ein Brechungsindex des optischen Elements (3) höchstens so groß ist wie der Brechungsindex des zweiten Matrixmaterials (220) .

4. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste (210) und/oder das zweite (220) Matrixmaterial auf einem Silazan oder Siloxan oder Silikon basiert.

5. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- die erste Schicht (21) Leuchtstoffpartikel (211) aus einem ersten Leuchtstoff umfasst,
- ein Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Leuchtstoff und dem ersten Matrixmaterial (210) höchstens 1,0 beträgt.

6. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Schicht (21) und die zweite Schicht (22) Leuchtstoffpartikel (211, 221) aus demselben ersten Leuchtstoff umfassen.

7. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Schicht (21) und die zweite Schicht (22) jeweils ein Gemisch aus Leuchtstoffpartikeln (211, 221) unter-

schiedlicher Leuchtstoffe umfassen, wobei die Gemische aus Leuchtstoffpartikeln (211, 221) in der ersten Schicht (21) und der zweiten Schicht (22) im Rahmen der Herstellungstoleranz gleich sind.

8. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei

- die erste Schicht (21) Leuchtstoffpartikel (211) aus einem ersten Leuchtstoff umfasst,
- die zweite Schicht (22) Leuchtstoffpartikel (221) aus einem zweiten Leuchtstoff umfasst,
- der zweite Leuchtstoff von dem ersten Leuchtstoff verschieden ist.

9. Optoelektronisches Bauteil (100) nach Anspruch 8, wobei der erste und der zweite Leuchtstoff so eingerichtet sind, dass bei der Konversion der von dem Halbleiterchip (1) im Betrieb emittierten Primärstrahlung der erste Leuchtstoff eine größere Stokes-Ver-schiebung bewirkt als der zweite Leuchtstoff.

10. Optoelektronisches Bauteil (100) nach Anspruch 8 oder 9, wobei der erste Leuchtstoff einen größeren Brechungsindex als der zweite Leuchtstoff aufweist.

11. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei ein Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Leuchtstoff und dem ersten Matrixmaterial (210) kleiner ist als ein Brechungsindexunterschied zwischen dem ersten Leuchtstoff und dem zweiten Matrixmaterial (220).

12. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei

- der erste Leuchtstoff ein Nitrid-basierter Leuchtstoff ist,
- der zweite Leuchtstoff ein Granat-basierter Leuchtstoff ist.

13. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Schicht (21) und/oder die zweite Schicht (22) eine Dicke von mindestens der halben Wellenlänge der Primärstrahlung aufweisen.

14. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Matrixmaterial (210) einen Brechungsindex von mindestens 1,5 aufweist.

15. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- der Halbleiterchip (1) im bestimmungsgemäßen Betrieb Primärstrahlung im blauen Spektralbereich und/oder im UV-Bereich erzeugt,
- das Konversionselement (2) im bestimmungsgemäßen Betrieb die Primärstrahlung teilweise oder vollständig in Strahlung im grünen und/oder roten Spektralbereich konvertiert.

16. Optoelektronisches Bauteil (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- das Konversionselement (2) zumindest eine weitere Schicht an einer dem Halbleiterchip (1) abgewandten Seite der zweiten Schicht (22) umfasst,
- die weitere Schicht ein Matrixmaterial mit darin eingebetteten Leuchtstoffpartikeln umfasst,
- das Matrixmaterial der weiteren Schicht einen kleineren Brechungsindex aufweist als das zweite Matrixmaterial der zweiten Schicht (22).

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

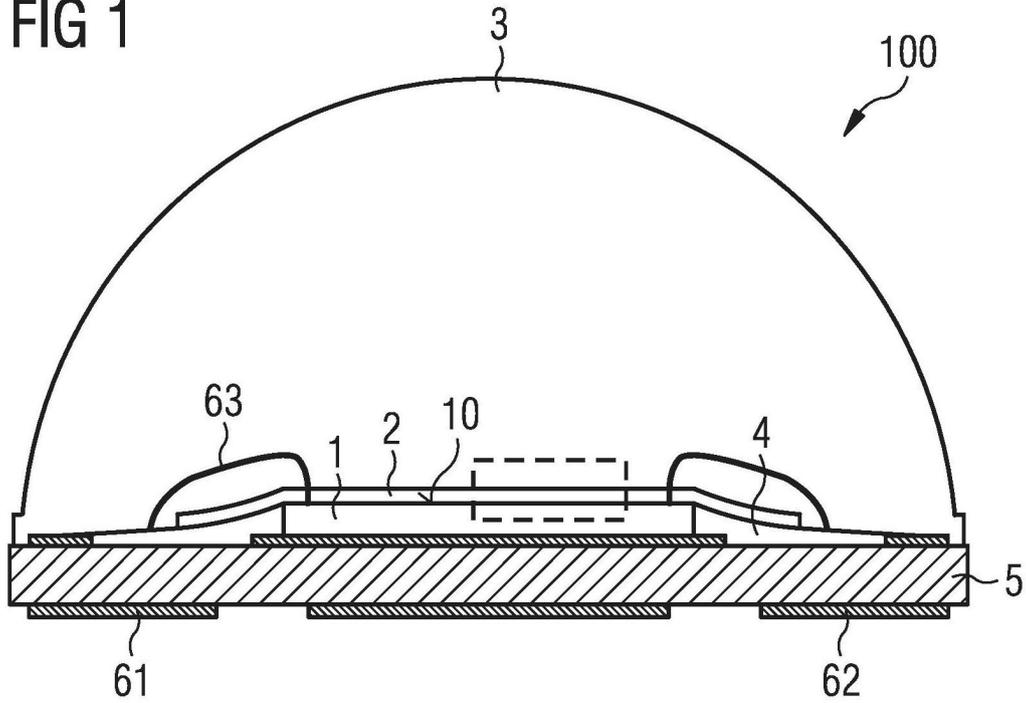


FIG 2

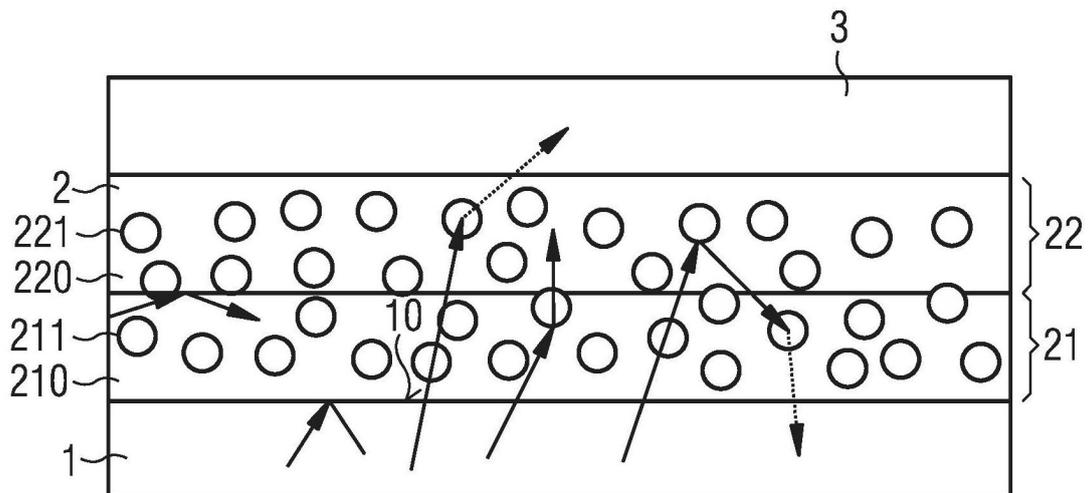


FIG 3A

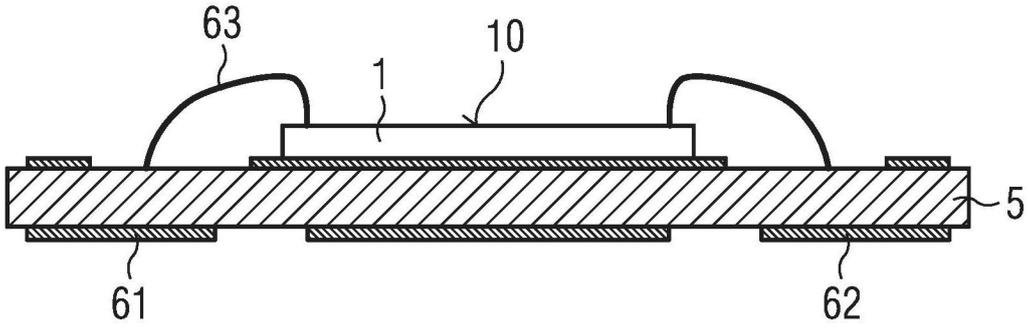


FIG 3B

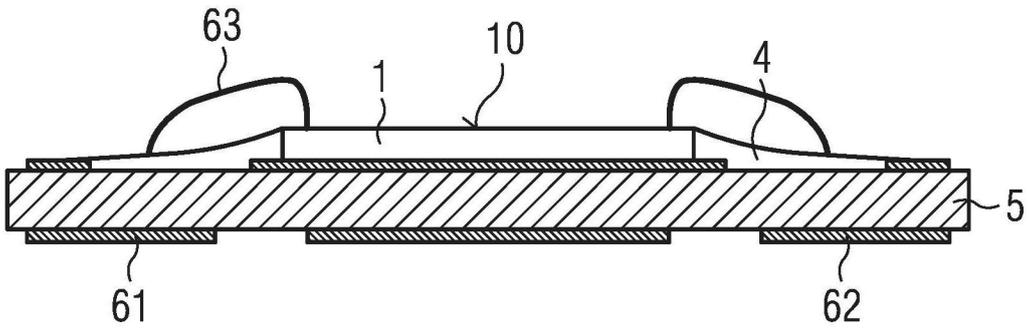


FIG 3C

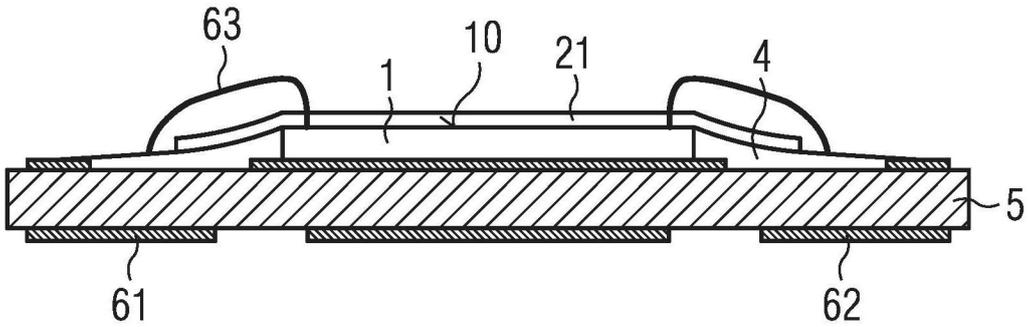


FIG 3D

