



(10) **DE 10 2012 111 123 A1** 2014.03.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 111 123.5**  
(22) Anmeldetag: **19.11.2012**  
(43) Offenlegungstag: **27.03.2014**

(51) Int Cl.: **H01L 33/46** (2010.01)  
**H01L 33/48** (2010.01)  
**H01L 33/50** (2010.01)  
**H01L 33/60** (2010.01)

(66) Innere Priorität:  
**10 2012 109 109.9** **26.09.2012**

(72) Erfinder:  
**Wilm, Alexander, 93059, Regensburg, DE**

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

(56) Ermittelte Stand der Technik:  
**DE 10 2006 046 199 A1**  
**US 2006 / 0 171 152 A1**

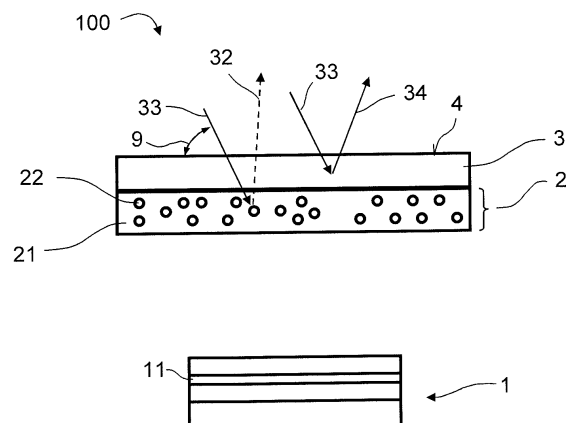
(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639, München,  
DE**

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

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Licht emittierendes Halbleiterbauelement**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Licht emittierendes Halbleiterbauelement angegeben, aufweisend  
– einen Licht emittierenden Halbleiterchip (1) mit einem aktiven Bereich (11), der im Betrieb Licht (31) mit einem ersten Spektrum abstrahlt,  
– ein Wellenlängenkonversionselement (2), das entfernt vom Halbleiterchip (1) platziert und dem Halbleiterchip (1) im Strahlengang des Lichts (31) mit dem ersten Spektrum nachgeordnet ist und das zumindest teilweise Licht (31) mit dem ersten Spektrum in Licht (32) mit einem zweiten Spektrum umwandelt, und  
– eine Filterschicht (3), die zumindest einen Teil (34) eines von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts (33) reflektiert, wobei der von der Filterschicht (3) reflektierte Teil (34) des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts (33) einen sichtbaren Wellenlängenbereich aufweist und in einem ausgeschalteten Zustand des Halbleiterbauelements einen vom Wellenlängenkonversionselement hervorgerufenen Farbeindruck überlagert.



## Beschreibung

**[0001]** Es wird ein Licht emittierendes Halbleiterbauelement angegeben.

**[0002]** Zur Erzeugung von weißem Licht mittels eines Leuchtdiodenchips kann beispielsweise einem blau emittierenden Leuchtdiodenchip ein Leuchtstoff nachgeordnet werden, der einen Teil des vom Leuchtdiodenchip emittierten blauen Lichts in gelbes Licht umwandelt. Während der Leuchtdiodenchip mit dem Leuchtstoff im eingeschalteten Zustand somit weiß leuchtend erscheint, erweckt der Leuchtstoff bei ausgeschaltetem Leuchtdiodenchip einen gelben Farbeindruck, was als störend empfunden werden kann.

**[0003]** Zumindest eine Aufgabe von bestimmten Ausführungsformen ist es, ein Halbleiterbauelement mit einem Wellenlängenkonversionselement anzugeben, bei dem in einem ausgeschalteten Zustand ein unerwünschter Farbeindruck vermindert oder vermieden werden kann.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Gegenstands sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet und gehen aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen hervor.

**[0005]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist ein Halbleiterbauelement einen Halbleiterchip mit einem aktiven Bereich auf, der im Betrieb Licht mit einem ersten Spektrum abstrahlt. Dem Halbleiterchip ist im Strahlengang des Lichts mit dem ersten Spektrum ein Wellenlängenkonversionselement nachgeordnet, das zumindest teilweise Licht mit dem ersten Spektrum in Licht mit einem zweiten Spektrum umwandelt. Das Wellenlängenkonversionselement ist insbesondere entfernt vom Halbleiterchip platziert. Weiterhin weist das Halbleiterbauelement eine Filterschicht auf, die zumindest einen Teil eines von außen auf das Halbleiterbauelement Lichts reflektiert.

**[0006]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform entspricht das von außen auf das Halbleiterbauelement einfallende Licht einem Licht, das nicht vom aktiven Bereich des Halbleiterchips abgestrahlt wird. Das kann bedeuten, dass das von außen auf das Halbleiterbauelement einfallende Licht Umgebungslicht ist, beispielsweise Sonnenlicht und/oder Licht, das von künstlichen Lichtquellen emittiert wird.

**[0007]** Hier und im Folgenden bezeichnet „Spektrum“ oder „Teilspektrum“ eine spektrale Verteilung von Licht mit mindestens einer spektralen Komponente mit einer Wellenlänge oder einer Mehrzahl von

spektralen Komponenten mit mehreren Wellenlängen und/oder Bereichen von Wellenlängen. Ein erstes Spektrum und ein zweites Spektrum sind im Folgenden gleich, wenn die spektralen Komponenten des ersten und des zweiten Spektrums und deren relative Intensitäten gleich sind, wobei die absolute Intensität des ersten Spektrums von der absoluten Intensität des zweiten Spektrums abweichen kann.

**[0008]** Weiterhin bezieht sich das Merkmal „teilweise“ in Bezug auf die Absorption, Umwandlung und/oder Reflektion eines Spektrums auf ein Teilspektrum des Spektrums, also auf einen Teil der spektralen Komponenten dieses Spektrums, und/oder auf einen Teil einer Intensität des Spektrums oder spektraler Komponenten dieses.

**[0009]** Weiterhin kann „umwandeln“ bedeuten, dass das Teilspektrum des Lichts mit dem ersten Spektrum, das vom Wellenlängenkonversionselement zumindest teilweise in Licht mit dem zweiten Spektrum umgewandelt wird, und das zweite Spektrum nicht gleich sind. Das kann insbesondere bedeuten, dass das zweite Spektrum eine spektrale Verteilung aufweist, die von der spektralen Verteilung des Teilspektrums des Lichts mit dem ersten Spektrum verschieden ist. Mit anderen Worten kann das Wellenlängenkonversionselement ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum aufweisen, wobei das Absorptionsspektrum und das Emissionsspektrum nicht gleich sind. Hierbei weisen das Absorptionsspektrum das Teilspektrum des Lichts mit dem ersten Spektrum und das Emissionsspektrum das zweite Spektrum auf. Weiterhin können das Absorptionsspektrum und das Emissionsspektrum jeweils noch weitere spektrale Komponenten umfassen, die nicht im Teilspektrum des Lichts mit dem ersten Spektrum beziehungsweise dem zweiten Spektrum enthalten sind.

**[0010]** Fällt Licht mit einer bestimmten Wellenlänge von außen oder vom aktiven Bereich des Halbleiterchips auf das Wellenlängenkonversionselement und weist das Absorptionsspektrum des Wellenlängenkonversionselements eine spektrale Komponente mit dieser bestimmten Wellenlänge auf, so wird das Licht mit dieser bestimmten Wellenlänge in Licht mit einer oder mehreren anderen, von besagter bestimmten Wellenlänge verschiedenen Wellenlängen, die im Emissionsspektrum enthalten sind, wieder abgestrahlt. Dadurch kann es insbesondere auch bei von außen auf das Halbleiterbauelement einfallendem Licht möglich sein, dass das Wellenlängenkonversionselement in einem ausgeschalteten Zustand des Halbleiterbauelements bei einem Betrachter entsprechend dem Absorptionsspektrum und dem Emissionsspektrum einen Farbeindruck erwecken kann, der für sich genommen unerwünscht sein kann. Dieser Farbeindruck kann beispielsweise dadurch unerwünscht sein, als dass er verschieden vom Farbein-

druck des im Betrieb des Halbleiterbauelements emittierten Lichts sein kann.

**[0011]** Gemäß einer besonders bevorzugt Ausführungsform weist der von der Filterschicht reflektierte Teil des von außen einfallenden Lichts einen sichtbaren Wellenlängenbereich auf. In einem ausgeschalteten Zustand des Halbleiterbauelements kann der von der Filterschicht reflektierte Teil des von außen einfallenden Lichts dadurch einen vom Wellenlängenkonversionselement hervorgerufenen Farbeindruck überlagern. Dadurch kann es möglich sein, dass ein externer Beobachter beim Betrachten des Wellenlängenkonversionselements mit der Filterschicht einen anderen Farbeindruck wahrnimmt als er beim Anblick des Wellenlängenkonversionselements alleine wahrnehmen würde.

**[0012]** Im Betrieb des Halbleiterbauelement kann von einem externen Beobachter hingegen insbesondere ein Licht wahrgenommen werden, das einer Überlagerung des Teils des Lichts mit dem ersten Spektrum, der nicht vom Wellenlängenkonversionselement umgewandelt wird, und dem Licht mit dem zweiten Spektrum entspricht.

**[0013]** Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn der von der Filterschicht reflektierte Teil des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts zusammen mit dem vom Wellenlängenkonversionselement allein hervorgerufenen Farbeindruck durch Überlagerung einen Farbeindruck bei einem Betrachter ermöglicht, der dem Farbeindruck des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts und/oder dem vom Halbleiterbauelement im Betrieb abgestrahlten Lichts entspricht.

**[0014]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Filterschicht dem Wellenlängenkonversionselement im Strahlengang des Lichts mit dem ersten Spektrum nachgeordnet. Insbesondere kann auch der Strahlengang des Lichts mit dem zweiten Spektrum dem Strahlengang des Lichts mit dem ersten Spektrum entsprechen, so dass vorzugsweise die Filterschicht dem Wellenlängenkonversionselement auch im Strahlengang des Lichts mit dem zweiten Spektrum nachgeordnet sein kann.

**[0015]** Weiterhin kann das Halbleiterbauelement eine Lichtabstrahlfläche im Strahlengang des Lichts mit dem ersten Spektrum und mit dem zweiten Spektrum aufweisen. Das von außen auf das Halbleiterbauelement einfallende Licht kann insbesondere auf die Lichtabstrahlfläche einfallen. Die Lichtabstrahlfläche kann insbesondere der Filterschicht nachgeordnet sein. Die Lichtabstrahlfläche kann beispielsweise von einer Hauptoberfläche der Filterschicht gebildet werden, die eine Außenfläche des Halbleiterbauelements bildet. Alternativ dazu kann der Filterschicht im Strahlengang des emittierten Lichts ein optisches

Element, beispielsweise eine Licht durchlässige Abdeckung, ein Fenster und/oder eine Linse, nachgeordnet sein, das eine Außenfläche des Halbleiterbauelements aufweist, die dann die Lichtabstrahlfläche bildet.

**[0016]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Filterschicht durchlässig für einen Teil des Lichts mit dem ersten Spektrum. Insbesondere kann dann Licht mit dem ersten Spektrum, das nicht vom Wellenlängenkonversionselement in Licht mit dem zweiten Spektrum umgewandelt wird, vom Halbleiterbauelement abgestrahlt werden.

**[0017]** Dass ein erstes Element von einem zweiten Element "entfernt platziert" ist, bedeutet insbesondere, dass das erste und zweite Element voneinander beabstandet und damit räumlich getrennt sind. Im Falle des Wellenlängenkonversionselements, das vom Halbleiterchip entfernt platziert ist, bedeutet dies insbesondere, dass das Wellenlängenkonversionselement nicht unmittelbar auf dem Halbleiterchip aufgebracht ist und beispielsweise keine Beschichtung des Halbleiterchips bildet. Weiterhin bedeutet dies, dass das Wellenlängenkonversionselement nicht mittelbar auf dem Halbleiterchip, beispielsweise mittels einer Klebe- oder einer anderen Verbindungsschicht, aufgebracht ist, um das Wellenlängenkonversionselement in geringem Abstand als Beschichtung auf dem Halbleiterchip aufzubringen.

**[0018]** Insbesondere bildet das Wellenlängenkonversionselement keine Beschichtung des Halbleiterchips und ist entfernt vom Halbleiterchip platziert, wenn das Wellenlängenkonversionselement gemäß einer bevorzugten Ausführungsform einen Abstand zum Halbleiterchip aufweist, der einem Vielfachen einer lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips entspricht. Die laterale Ausdehnung des Halbleiterchips kann dabei bevorzugt durch eine Kantenlänge des Halbleiterchips senkrecht zu einer Aufwachsrichtung und entlang einer Haupterstreckungsrichtung der Schichten des Halbleiterchips gegeben sein. Insbesondere kann das Vielfache der lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips ein zumindest Zweifaches, ein zumindest Dreifaches oder ein zumindest Fünffaches der lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips bedeuten. Der Zwischenraum zwischen dem Halbleiterchip und dem Wellenlängenkonversionselement kann frei von Material sein oder kann mit einem gasförmigen Medium, beispielsweise ein inertes Gas oder Luft, oder einem gelartigen oder festen Material, beispielsweise einem Vergussmaterial für den Halbleiterchip, insbesondere einem transparenten Kunststoff wie etwa einem Silikon, Epoxid, Acrylat, Imid, Carbonat, Olefin oder Derivaten davon, gefüllt sein. Die Dicke des Materials zwischen dem Wellenlängenkonversionselement und dem Halbleiterchip, die über dem Halbleiterchip dem Abstand des Wellenlängenkonversi-

onselements vom Halbleiterchip entspricht, ist entsprechend den vorherigen Ausführungen als Vielfaches einer lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips ausgebildet, sodass das zwischen dem Wellenlängenkonversionselement und dem Halbleiterchip angeordnete Material keine Verbindungsschicht bildet, mittels derer das Wellenlängenkonversionselement in geringem Abstand in Form einer Beschichtung auf den Halbleiterchip aufgebracht wird. Vielmehr bilden das Wellenlängenkonversionselement und der Halbleiterchip zwei voneinander unabhängig aufbringbare und anordenbare Elemente des lichtemittierenden Halbleiterbauelements. Eine derart beabstandete Anordnung des Wellenlängenkonversionselements zum Halbleiterchip kann auch als so genanntes "Remote-Phosphor-Konzept" bezeichnet werden, während ein nicht entfernt vom Halbleiterchip platziertes Wellenlängenkonversionselement, das nicht Gegenstand des hier beschriebenen lichtemittierenden Halbleiterbauelements ist, unter den Begriff "Chip-Level-Coating" fallen würde.

**[0019]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das lichtemittierende Halbleiterbauelement einen Träger auf, auf dem der Halbleiterchip angeordnet ist.

**[0020]** Der Träger kann beispielsweise als Gehäuse oder Trägerplatte ausgebildet sein, und bevorzugt auf Kunststoff oder einem Keramikmaterial basieren. Beispielsweise kann der Träger als Gehäuse ausgebildet sein, das als Gehäusematerial ein Kunststoffmaterial aufweist, in dem ein Leiterrahmen beispielsweise durch einen Formprozess angeordnet ist. Der Leiterrahmen dient der Montage und der elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips. Der Halbleiterchip kann beispielsweise in einer Vertiefung des Gehäuses angeordnet sein. In der Vertiefung kann beispielsweise ein vorab genanntes Vergussmaterial angeordnet sein. Weiterhin ist es auch möglich, dass das Gehäusematerial den Leiterrahmen zusammen mit dem Halbleiterchip umgibt. Hierzu kann der Halbleiterchip auf dem Leiterrahmen montiert und elektrisch kontaktiert werden und der Leiterrahmen mit dem Halbleiterchip kann anschließend mit dem Gehäusematerial umformt werden.

**[0021]** Das Wellenlängenkonversionselement kann, getragen vom als Gehäuse ausgebildeten Träger, im oder auf dem Gehäuse angeordnet sein. Insbesondere kann sich das Wellenlängenkonversionselement auf dem Material des Trägers abstützen und somit über dem Halbleiterchip und zu diesem entfernt platziert vom Träger gehalten werden.

**[0022]** Weiterhin kann der Träger beispielsweise als Kunststoff- oder Keramikplatte ausgebildet sein, auf der elektrische Kontaktelemente in Form von Leiterbahnen und/oder Durchkontaktierungen vorhanden sind, die zur Montage und/oder elektrischen Kontak-

tierung des Halbleiterchips dienen. Das entfernt vom Halbleiterchip platzierte Wellenlängenkonversionselement kann beispielsweise in Form eines selbsttragenden Wellenlängenkonversionselement ausgebildet sein, das als Abdeckung, beispielsweise als schalenförmige Abdeckung, über dem Halbleiterchip auf dem Träger angeordnet ist. Weiterhin kann der Träger ein stützendes Element aufweisen, das beispielsweise rahmenförmig um den Halbleiterchip oder als Umformung des Halbleiterchips ausgebildet ist und auf dem oder in dem das Wellenlängenkonversionselement entfernt vom Halbleiterchip platziert angeordnet ist.

**[0023]** Beispielsweise kann der Träger als Gehäuse ausgebildet sein, das den Halbleiterchip umschließt, wobei das Wellenlängenkonversionselement und die Filterschicht auf einer Außenseite des Gehäuses angeordnet sind. Alternativ hierzu ist es auch möglich, dass das Wellenlängenkonversionselement und die Filterschicht oder auch nur das Wellenlängenkonversionselement vom Gehäusematerial umschlossen sind. Weist der Träger ein Gehäuse mit einer Vertiefung auf, in der der Halbleiterchip angeordnet ist, können das Wellenlängenkonversionselement oder das Wellenlängenkonversionselement und die Filterschicht in oder auf der Vertiefung beabstandet zum Halbleiterchip angeordnet sein.

**[0024]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Wellenlängenkonversionselement als Abdeckung oder Fenster über dem Halbleiterchip ausgebildet. Das Wellenlängenkonversionselement kann dabei scheiben- oder plattenförmig oder auch gewölbt, also schalenförmig, ausgebildet sein. Weiterhin ist es auch möglich, dass das Wellenlängenkonversionselement und die Filterschicht zusammen als Abdeckung oder Fenster über dem Halbleiterchip ausgebildet sind.

**[0025]** Insbesondere ist bei den hier beschriebenen Ausführungsformen das Wellenlängenkonversionselement nicht als Beschichtung des Halbleiterchips ausgebildet, die durch ein Sedimentationsverfahren, durch ein elektrophoretisches Verfahren, durch Aufstäuben, Aufsprühen, Dispensen, Ink-Jeten oder ein vergleichbares Verfahren aufgebracht ist. Weiterhin ist bei den hier beschriebenen Ausführungsformen das Wellenlängenkonversionselement auch nicht durch einen Verguss des Halbleiterchips gebildet, der den Halbleiterchip unmittelbar umgibt und verkapselt und der einen Wellenlängenkonversionsstoff enthält.

**[0026]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das erste Spektrum zumindest eine spektrale Komponente aus einem ultravioletten bis infraroten Wellenlängenbereich auf. Bevorzugt umfasst das erste Spektrum einen sichtbaren Wellenlängenbereich. Das kann insbesondere bedeuten, dass der

Halbleiterchip im Betrieb sichtbares Licht abstrahlt. Dabei kann „sichtbar“ insbesondere wahrnehmbar für das menschliche Auge eines Betrachters bedeuten und einen Wellenlängenbereich von etwa 380 nm bis etwa 800 nm umfassen. Bevorzugt umfasst das erste Spektrum einen blauen bis grünen Wellenlängenbereich und besonders bevorzugt eine blauen Wellenlängenbereich.

**[0027]** Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn der von der Filterschicht reflektierte Teil des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts zumindest teilweise dem vom Wellenlängenkonversionselement umgewandelten Teilspektrum des Lichts mit dem ersten Spektrum entspricht. Das kann insbesondere auch bedeuten, dass das Spektrum des von der Filterschicht reflektierten Teils des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts das besagte Teilspektrum umfasst oder mit diesem übereinstimmt.

**[0028]** Daher kann es auch möglich sein, dass die Filterschicht zumindest teilweise den Teil des Lichts, das nicht vom Wellenlängenkonversionselement in Licht mit dem zweiten Spektrum umgewandelt wird, in Richtung des Wellenlängenkonversionselements zurückreflektiert. Für dieses zurück reflektierte Licht kann wiederum die Möglichkeit bestehen, zumindest teilweise vom Wellenlängenkonversionselement umgewandelt zu werden. Insbesondere kann die Filterschicht daher auch geeignet sein, den Teil des Teilspektrums des Lichts mit dem ersten Spektrum, der vom Wellenlängenkonversionselement umgewandelt wird, zu erhöhen. Insbesondere kann es aber vorteilhaft sein, wenn die Filterschicht für zumindest einen Teil des Lichts mit dem ersten Spektrum transparent ist, so dass dieser Teil vom Halbleiterbauelement abgestrahlt werden kann.

**[0029]** Darüber hinaus kann das Spektrum des von der Filterschicht reflektierten Teils des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts beispielsweise weitere spektrale Komponenten des Absorptionsspektrums des Wellenlängenkonversionselements aufweisen oder das Absorptionsspektrum umfassen oder mit diesem übereinstimmen.

**[0030]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform weisen das erste Spektrum einen blauen Wellenlängenbereich und das zweite Spektrum einen gelben Wellenlängenbereich auf. Der Teil des Lichts mit dem ersten Spektrum, der vom Wellenlängenkonversionselement in Licht mit dem zweiten Spektrum umgewandelt wird, kann dabei vorzugsweise derartig gewählt sein, dass das Halbleiterbauelement im Betrieb einen weißen Leuchteindruck bei einem Betrachter erweckt, wobei hierzu auch ein weiterer Teil des Lichts mit dem ersten Spektrum vom Halbleiterbauelement abgestrahlt werden kann. Insbesondere kann ein dementsprechend geeignetes Wellenlängen-

konversionselement bei einem Betrachter im ausgeschalteten Zustand des Halbleiterbauelements bei von außen auf das Halbleiterbauelement einfallendem Licht einen gelblichen Farbeindruck erwecken. Daher kann die Filterschicht gerade geeignet sein, einen Teil des von außen auf die Lichtabstrahlfläche des Halbleiterbauelement einfallenden Lichts derart zu reflektieren, dass die Lichtabstrahlfläche des Halbleiterbauelements in einem ausgeschalteten Zustand bei einem Betrachter einen nicht-gelblichen Farbeindruck sondern beispielsweise einen weißen Farbeindruck erweckt. Das kann dadurch möglich sein, dass die Filterschicht einen blauen Spektralbereich des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts zumindest teilweise reflektieren kann.

**[0031]** Insbesondere können die beschriebenen Merkmale und Ausführungsformen vorteilhaft sein für Anwendungen, bei denen das Licht emittierende Halbleiterbauelement etwa als Blitzlicht verwendet wird, etwa bei Mobiltelefonanwendungen mit Kamera. Beispielsweise kann das Halbleiterbauelement zumindest einen blaues Licht emittierenden Halbleiterchip aufweisen, dem ein gelb konvertierender Wellenlängenkonversionsstoff nachgeordnet ist. Dabei kann es sein, dass der Wellenlängenkonversionsstoff durch ein transparentes Cover oder eine Linse, die die Lichtabstrahlfläche des Halbleiterbauelements bilden kann, von außen sichtbar ist, wenn das Licht emittierende Halbleiterbauelement nicht in Betrieb ist, was ohne die Filterschicht zu einem beispielsweise aus ästhetischen Gründen unerwünschten Farbeindruck führen würde. Ein solcher unerwünschter Farbeindruck ließe sich zwar möglicherweise auch durch Fresneloptiken oder Mikrolinsenarrays verringern, jedoch bleibt bei solchen Lösungen üblicherweise ein störender Farbeindruck erhalten.

**[0032]** Zusätzlich zu einer Reduzierung eines unerwünschten, insbesondere gelben, Farbeindrucks des Wellenlängenkonversionselements in einem ausgeschalteten Zustand kann die Filterschicht, die einen gewissen Anteil des Umgebungslichts wie auch des vom Halbleiterchip im Betrieb emittierten Lichts, insbesondere blaues Licht, reflektiert, zur nachträglichen Anpassung des Farborts des vom Licht emittierenden Halbleiterbauelement im Betrieb abgestrahlten Lichts verwendet werden. Dies kann insbesondere dann möglich sein, wenn der ursprüngliche Farbort, welcher sich aus dem vom Licht emittierenden Halbleiterchip emittierten Licht und dem vom Wellenlängenkonversionselement umgewandelten Licht ergibt, in unerwünschter Weise in Richtung des ersten Spektrums des vom Halbleiterchip emittierten Lichts verschoben ist. Bei einem blau emittierenden Halbleiterchip und einem ins Gelbe konvertierenden Wellenlängenkonversionselement ist dies der Fall, wenn der vom Halbleiterbauelement abgestrahlte Farbort in unerwünschter Weise zum Blauen und somit zu kälterem Licht verschoben ist. Die Filterschicht kann derart

ausgebildet werden, dass ein gewünschter Teil des durch das Wellenlängenkonversionselement durchgestrahlten unkonvertierten Lichts mit dem ersten Spektrum wieder in das Wellenlängenkonversionselement zurückreflektiert wird. Dadurch erhöht sich die Konversionswahrscheinlichkeit für dieses Licht und der Farbort des vom Halbleiterbauelement abgestrahlten Lichts verschiebt sich in Richtung des zweiten Spektrums, im Fall eines gelb konvertierenden Wellenlängenkonversionselements also in Richtung gelb bzw. in Richtung warmweißen Lichts.

**[0033]** Alternativ oder zusätzlich kann das erste Spektrum beispielsweise auch einen grünen Wellenlängenbereich aufweisen und das zweite Spektrum einen roten Wellenlängenbereich, so dass das Halbleiterbauelement im Betrieb ebenfalls einen weißen Leuchteindruck bei einem Betrachter ermöglichen kann. Insbesondere können das erste Spektrum, das zweite Spektrum, das Teilspektrum und der von der Filterschicht reflektierte Teil des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts auch entsprechend einem anderen gewünschten Farbeindruck jeweils im Betrieb und im ausgeschalteten Zustand des Halbleiterbauelements gewählt werden.

**[0034]** Bei einer weiteren Ausführungsform weist der Halbleiterchip eine Halbleiterschichtenfolge auf, die als Epitaxieschichtenfolge, also als epitaktisch gewachsene Halbleiterschichtenfolge, ausgeführt ist. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge beispielsweise auf der Basis eines anorganischen Materials, etwa InGaAlN ausgeführt sein. Unter InGaAlN-basierte Halbleiterschichtenfolgen fallen insbesondere solche, bei denen die epitaktisch hergestellte Halbleiterschichtenfolge, die in der Regel eine Schichtenfolge aus unterschiedlichen Einzelschichten aufweist, mindestens eine Einzelschicht enthält, die ein Material aus dem III-V-Verbindungshalbleitermaterialsystem  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x + y \leq 1$  aufweist.

**[0035]** Alternativ oder zusätzlich kann die Halbleiterschichtenfolge auch auf InGaAlP basieren, das heißt, dass die Halbleiterschichtenfolge unterschiedliche Einzelschichten aufweist, wovon mindestens eine Einzelschicht ein Material aus dem III-V-Verbindungshalbleitermaterialsystem  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x + y \leq 1$  aufweist. Alternativ oder zusätzlich kann die Halbleiterschichtenfolge auch andere III-V-Verbindungshalbleitermaterialsysteme, beispielsweise ein AlGaAs-basiertes Material, oder II-VI-Verbindungshalbleitermaterialsysteme aufweisen.

**[0036]** Die Halbleiterschichtenfolge kann als aktiven Bereich beispielsweise einen herkömmlichen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfach-Quantentopfstruktur (SQW-Struktur) oder eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW-Struktur) aufweisen.

Die Halbleiterschichtenfolge kann neben dem aktiven Bereich weitere funktionelle Schichten und funktionelle Bereiche umfassen, etwa p- oder n-dotierte Ladungsträgertransportschichten, also Elektronen- oder Löchertransportschichten, p- oder n-dotierte Confinement- oder Cladding-Schichten, Pufferschichten und/oder Elektroden sowie Kombinationen daraus. Solche Strukturen den aktiven Bereich oder die weiteren funktionellen Schichten und Bereiche betreffend sind dem Fachmann insbesondere hinsichtlich Aufbau, Funktion und Struktur bekannt und werden von daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

**[0037]** Der Halbleiterchip kann weiterhin ein Substrat aufweisen, auf dem die Halbleiterschichtenfolge aufgewachsen ist oder auf das die Halbleiterschichtenfolge nach dem Aufwachsen auf einem Aufwachssubstrat übertragen worden ist.

**[0038]** Beispielsweise kann der Halbleiterchip als Dünnschicht-Halbleiterchip ausgebildet sein. Ein Dünnschicht-Halbleiterchip kann sich insbesondere durch folgende charakteristische Merkmale auszeichnen:

- an einer zu einem Trägersubstrat hin gewandten ersten Hauptoberfläche einer Licht erzeugenden Halbleiterschichtenfolge ist eine reflektierende Schicht aufgebracht oder ausgebildet, die zumindest einen Teil des in der Halbleiterschichtenfolge erzeugten Lichts in diese zurückreflektiert;
- die Halbleiterschichtenfolge weist eine Dicke im Bereich von 20  $\mu\text{m}$  oder weniger, insbesondere im Bereich von 10  $\mu\text{m}$  auf; und
- die Halbleiterschichtenfolge enthält mindestens eine Halbleiterschicht mit zumindest einer Fläche, die eine Durchmischungsstruktur aufweist, die im Idealfall zu einer annähernd ergodischen Verteilung des Lichtes in der epitaktischen Epitaxieschichtenfolge führt, d. h. sie weist ein möglichst ergodisch stochastisches Streuverhalten auf.

**[0039]** Ein Grundprinzip eines Dünnschicht-Halbleiterchips ist beispielsweise in der Druckschrift I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16), 18. Oktober 1993, 2174–2176 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt hiermit diesbezüglich vollumfänglich durch Rückbezug aufgenommen wird.

**[0040]** Weiterhin kann es auch möglich sein, dass der Halbleiterchip einen anderen Aufbau aufweist und beispielsweise als ein dem Fachmann bekannter Flip-Chip oder Volumen-Emitter ausgebildet ist. Weiterhin ist es auch möglich, dass der Halbleiterchip als organischer Halbleiterchip, insbesondere als organische Licht emittierende Diode, ausgebildet ist.

**[0041]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Wellenlängenkonversionselement zumindest einen Wellenlängenkonversionsstoff auf. Der Wellenlängenkonversionsstoff kann dabei beispiels-

weise Partikel aus der Gruppe der Cer-dotierten Granate aufweisen, dabei insbesondere Cer-dotiertes Yttriumaluminiumgranat ( $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ , YAG:Ce), Cer-dotiertes Terbiumaluminiumgranat (TAG:Ce), Cer-dotiertes Terbium-Yttriumaluminiumgranat (TbYAG:Ce), Cer-dotiertes Gadolinium-Yttriumaluminiumgranat (GdYAG:Ce) und Cer-dotiertes Gadolinium-Terbium-Yttriumaluminiumgranat (GdTbYAG:Ce). Weitere mögliche Wellenlängenkonversionsstoffe können beispielsweise folgende sein:

- Granate der Seltenen Erden und der Erdalkalimetalle, wie beispielsweise in der Druckschrift US 2004/062699 A1 beschrieben ist, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich durch Rückbezug aufgenommen wird,
- Nitride, Sione und Sialone, wie beispielsweise in der Druckschrift DE 10147040 A1 beschrieben ist, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich durch Rückbezug aufgenommen wird,
- Orthosilikate, Sulfide, und Vanadate wie beispielsweise in der Druckschrift WO 00/33390 A1 beschrieben ist, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich durch Rückbezug aufgenommen wird,
- Chlorosilikate, wie beispielsweise in der Druckschrift DE 10036940 A1 beschrieben ist, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich durch Rückbezug aufgenommen wird, und
- Aluminate, Oxide, Halophosphate, wie beispielsweise in der Druckschrift US 6,616,862 B2 beschrieben ist, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich durch Rückbezug aufgenommen wird.

**[0042]** Weiterhin kann das Wellenlängenkonversionselement auch geeignete Mischungen und Kombinationen der genannten Wellenlängenkonversionsstoffe umfassen.

**[0043]** Weiterhin kann das Wellenlängenkonversionselement ein transparentes Matrixmaterial umfassen, wobei der Wellenlängenkonversionsstoff in das Matrixmaterial eingebettet oder daran chemisch gebunden sein kann. Das transparente Matrixmaterial kann beispielsweise einen transparenten Kunststoff aufweisen, etwa Silikone, Epoxide, Acrylate, Imide, Carbonate, Olefine oder Derivate davon. Das Wellenlängenkonversionselement kann beispielsweise als selbsttragende Folie ausgeführt sein.

**[0044]** Darüber hinaus kann das Wellenlängenkonversionselement auch ein Licht durchlässiges Trägerelement aufweisen, das etwa Glas oder einen transparenten Kunststoff in Form einer Platte, einer Folie, einer Abdeckscheibe, einer Schale oder eines Fensters aufweist und auf dem der Wellenlängenkonversionsstoff aufgebracht ist.

**[0045]** Weiterhin kann das Wellenlängenkonversionselement als keramisches Wellenlängenkonversionselement ausgebildet sein, das aus einem oder mehreren der oben genannten Wellenlängenkonver-

sionsstoffe gebildet ist oder einen oder mehrere dieser in einem keramischen Matrixmaterial aufweist. Ein keramisches Wellenlängenkonversionselement kann insbesondere selbsttragend, beispielsweise als keramisches Plättchen oder keramische Platte, ausgebildet sein und eine ebene oder gewölbte Form in Form einer Scheibe oder Abdeckung aufweisen.

**[0046]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Filterschicht als dichroitischer Spiegel ausgebildet. Insbesondere kann die Filterschicht dazu eine periodische Abfolge von ersten und zweiten Schichten aufweisen. Dazu können die Schichten dielektrische Materialien aufweisen, etwa Oxide, Nitride und/oder Sulfide. Die ersten Schichten können dabei einen ersten Brechungsindex aufweisen und die zweiten Schichten einen zweiten Brechungsindex, wobei der erste Brechungsindex vom zweiten Brechungsindex verschieden ist. Beispielsweise können die ersten Schichten einen niedrigeren Brechungsindex aufweisen als die zweiten Schichten und etwa Siliziumdioxid aufweisen. Die zweiten Schichten können weiterhin ein Material mit höherem Brechungsindex aufweisen, etwa Titandioxid, Zirkondioxid oder Tantalpentoxid. Weitere geeignete Materialien können etwa Aluminiumoxid oder Siliziumnitrid sein. Die Dicken der ersten und zweiten Schichten können dabei beispielsweise etwa ein Viertel der Wellenlänge einer zu reflektierenden spektralen Komponente aufweisen. Insbesondere kann „Dicke“ die optische Weglänge von Licht in einer ersten beziehungsweise zweiten Schicht bedeuten. Die Dicken von verschiedenen ersten Schichten beziehungsweise von verschiedenen zweiten Schichten können dabei gleich sein. Alternativ oder zusätzlich können auch Dicken von verschiedenen ersten Schichten beziehungsweise von verschiedenen zweiten Schichten verschieden sein. Je nach zu erzielendem Reflexionsgrad der Filterschicht kann diese eine oder mehrere Paare aus einer ersten und einer zweiten Schicht umfassen.

**[0047]** Bei einer weiteren Ausführungsform kann die Filterschicht eine Hauptoberfläche aufweisen, wobei die Hauptoberfläche der Filterschicht die Oberfläche der Filterschicht sein kann, die vom Halbleiterchip und vom Wellenlängenkonversionselement abgewandt ist. Diese Hauptoberfläche kann beispielsweise die Lichtabstrahlfläche des Halbleiterbauelements sein. Das von außen auf das Halbleiterbauelement einfallende Licht kann beispielsweise mit der Hauptoberfläche einen Winkel einschließen. Es kann dabei sein, dass der Teil des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts von der Filterschicht winkelabhängig reflektiert wird.

**[0048]** Die Filterschicht kann beispielsweise ein Substrat aufweisen, das Glas oder Kunststoff umfasst. Darüber hinaus kann die Filterschicht auf dem Wellenlängenkonversionselement aufgebracht sein, beispielsweise in Form einer Beschichtung oder mit-

tels einer Klebeschicht. Insbesondere kann es dazu vorteilhaft sein, wenn das Wellenlängenkonversionselement dazu selbsttragend, beispielsweise als Folie oder Platte in einer ebenen oder gewölbten Form, ausgebildet ist. Alternativ oder zusätzlich kann das Wellenlängenkonversionselement Bestandteil einer Schichtanordnung sein, die ein Trägerelement mit zwei voneinander abgewandten Hauptoberflächen umfasst, wobei auf der einen Hauptoberfläche ein Wellenlängenkonversionsstoff als Wellenlängenkonversionselement aufgebracht sein kann und auf der anderen Hauptoberfläche die Filterschicht.

**[0049]** Weiterhin kann die Filterschicht räumlich getrennt vom Wellenlängenkonversionselement angeordnet ist.

**[0050]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Halbleiterbauelement ein optisches Bauteil auf, das der Filterschicht im Strahlengang des emittierten Lichts nachgeordnet ist. Beispielsweise kann die Filterschicht auf dem optischen Bauteil angeordnet sein. Ein optisches Bauteil kann beispielsweise ein streuendes, fokussierendes, kollimierendes oder beugendes optisches Bauteil sein, beispielsweise eine Linse oder ein Linsensystem, eine Abdeckung, ein Diffusor oder eine Mikroprismenstruktur oder eine Kombination daraus. Weiterhin kann das optische Bauteil räumlich getrennt vom Wellenlängenkonversionselement angeordnet sein.

**[0051]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Gegenstände ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

**[0052]** Es zeigen:

**[0053]** Fig. 1A und Fig. 1B schematische Darstellungen eines Licht emittierenden Halbleiterbauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel im Betrieb und im ausgeschalteten Zustand,

**[0054]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Licht emittierenden Halbleiterbauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

**[0055]** Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Licht emittierenden Halbleiterbauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

**[0056]** Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Licht emittierenden Halbleiterbauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel 1 und

**[0057]** Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Licht emittierenden Halbleiterbauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

**[0058]** In den Ausführungsbeispielen und Figuren sind gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne Elemente, wie z. B. Schichten, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben dick dargestellt sein.

**[0059]** In den Fig. 1A und Fig. 1B ist ein Ausführungsbeispiel für ein Licht emittierendes Halbleiterbauelement **100** gezeigt. Dabei ist das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** in Fig. 1A im Betrieb, also einem eingeschalteten, Licht emittierenden Zustand, dargestellt, während das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** in Fig. 1B im ausgeschalteten Zustand gezeigt ist. Die folgende Beschreibung bezieht sich, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, gleichermaßen auf die Fig. 1A und Fig. 1B beziehen.

**[0060]** Das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** weist einen Licht emittierenden Halbleiterchip **1** mit einem aktiven Bereich **11** auf. Der Halbleiterchip **1** kann dabei wie im allgemeinen Teil der Beschreibung erläutert eine Halbleiterschichtenfolge auf einem Substrat aufweisen. Die Halbleiterschichtenfolge kann wie oben im allgemeinen Teil beschrieben funktionelle Schichten oder Schichtenfolgen aufweisen und kann insbesondere eines oder mehrere der genannten Verbindungshalbleitermaterialien aufweisen oder auch als organischer Licht emittierende Halbleiterchip ausgeführt sein. Insbesondere ist der aktive Bereich **11** des Halbleiterchips **1** geeignet, im Betrieb Licht **31** mit einem ersten Spektrum zu emittieren, wie in Fig. 1A angedeutet ist.

**[0061]** Im Strahlengang des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum ist ein Wellenlängenkonversionselement **2** angeordnet, das einen Wellenlängenkonversionsstoff **22** aufweist. Wie im gezeigten Ausführungsbeispiel angedeutet ist, kann der Wellenlängenkonversionsstoff **22** beispielsweise in einem Matrixmaterial **21** eingebettet sein. Das Wellenlängenkonversionselement **2** kann beispielsweise als selbsttragende Folie ausgebildet sein. Weiterhin kann es auch möglich sein, dass das Wellenlängenkonversionselement **2** als keramisches Wellenlängenkonversionselement, also beispielsweise als keramisches Plättchen, ausgebildet ist, das einen keramischen Wellenlängenkonversionsstoff **22** in einem keramischen Matrixmaterial **21** aufweist. Alternativ hierzu kann das Wellenlängenkonversionselement **2** beispielsweise auch nur durch einen keramischen Wellenlängenkonversionsstoff **22** gebildet sein.

**[0062]** Der Wellenlängenkonversionsstoff **22** ist geeignet, zumindest teilweise ein Teilspektrum des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum in Licht **32** mit ei-

nem zweiten Spektrum umzuwandeln. Geeignet für den Wellenlängenkonversionsstoff **22** können hierbei insbesondere Materialien sein, die ein Absorptionsspektrum aufweisen, das zumindest eine spektrale Komponente, insbesondere einen Wellenlängenbereich, enthält, das auch in dem ersten Spektrum enthalten ist. Das absorbierte Licht kann dann vorzugsweise mit einer anderen Wellenlänge als das Licht **31** mit dem ersten Spektrum vom Wellenlängenkonversionsstoff **22** emittiert werden.

**[0063]** Das Wellenlängenkonversionselement **2** ist entfernt vom Licht emittierenden Halbleiterchip **1** platziert. Wie oben im allgemeinen Teil beschrieben bedeutet dies insbesondere, dass das Wellenlängenkonversionselement **2** einen Abstand zum Halbleiterchip **1** aufweist, so dass das Wellenlängenkonversionselement **2** keine Beschichtung oder direkt aufgeklebte oder auflaminierte Schicht auf dem Halbleiterchip **1** bildet, sondern räumlich getrennt und nicht unmittelbar auf oder nahe dem Halbleiterchip **1** angeordnet ist. Insbesondere kann der Licht emittierende Halbleiterchip **1** eine laterale Ausdehnung aufweisen, die beispielsweise einer Kantenlänge des Halbleiterchips **1** in einer Richtung parallel zur Hauptstreckungsebene der Schichten des Halbleiterchips **1** und senkrecht zu einer Aufwachs- und Anordnungsrichtung der Schichten des Halbleiterchips **1** entspricht. Das Wellenlängenkonversionselement **2** ist bevorzugt in einem Abstand zum Halbleiterchips **1** angeordnet, der einem Vielfachen, insbesondere zumindest einem Zweifachen, zumindest einem Dreifachen oder zumindest einem Fünffachen, der lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips **1** entspricht. Die laterale Ausdehnung des Wellenlängenkonversionselements **2**, also die Ausdehnung des Wellenlängenkonversionselements **2** entlang seiner Hauptstreckungsrichtungen, kann insbesondere größer als die laterale Ausdehnung des Halbleiterchips **1** sein, um zumindest größtenteils oder auch gänzlich im Strahlengang des üblicherweise in einem breiten Winkelbereich abgestrahlten Lichts **31** mit dem ersten Spektrum angeordnet zu sein.

**[0064]** Im Strahlengang des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum und des Lichts **32** mit dem zweiten Spektrum ist über dem Wellenlängenkonversionselement **2** eine Filterschicht **3** angeordnet. Die Filterschicht **3** kann dabei im Betrieb wie im ausgeschalteten Zustand des Licht emittierenden Halbleiterbauelements **100** geeignet sein, einen Teil **34** eines von außen auf das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** einfallenden Lichts **33** zu reflektieren, wie in **Fig. 1B** angedeutet ist. Insbesondere kann das von außen auf das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** einfallende Licht **33** auf eine dem Wellenlängenkonversionselement **2** abgewandten Hauptoberfläche **4** der Filterschicht **3** eingestrahlt werden. Die Hauptoberfläche **4** kann beispielsweise die Lichtabstrahlfläche

des Lichts emittierenden Halbleiterbauelements **100** bilden.

**[0065]** Insbesondere kann die Filterschicht **3** eine periodische Abfolge von ersten und zweiten Schichten aus dielektrischen Materialien aufweisen, wobei die ersten Schichten einen ersten Brechungsindex und die zweiten Schichten einen zweiten Brechungsindex aufweisen und der erste und der zweite Brechungsindex verschieden voneinander sind, wie weiter oben im allgemeinen Teil ausgeführt ist.

**[0066]** Weiterhin kann die Filterschicht **3** auch geeignet sein, zumindest einen Teil **312** des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum zu reflektieren. Der von der Filterschicht **3** reflektierte Teil **312** des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum kann dabei vorzugsweise in das Wellenlängenkonversionselement **2** zurückreflektiert werden und dort vom Wellenlängenkonversionsstoff **21** in Licht **32** mit dem zweiten Spektrum konvertiert werden.

**[0067]** Eine Anordnung der Filterschicht **3** unmittelbar oder zumindest nahe auf dem Wellenlängenkonversionselement **2** kann vorteilhaft sein, insbesondere hinsichtlich einer kompakten Bauweise des Licht emittierenden Halbleiterbauelements **100** und im Hinblick auf einen homogenen Farbeindruck des Licht emittierenden Halbleiterbauelements **100** sowohl im Betrieb als auch im ausgeschalteten Zustand.

**[0068]** Der bei einem Betrachter erweckte Farbeindruck des Licht emittierenden Halbleiterbauelements **100** im Betrieb ergibt sich aus dem von der Lichtabstrahlfläche abgestrahlten Licht. Dieses kann insbesondere eine Überlagerung des Teils **311** des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum, der aus dem Licht emittierenden Halbleiterbauelement **100** unkonvertiert austreten kann, und des Lichts **32** mit dem zweiten Spektrum, das vom Wellenlängenkonversionselement **2** emittiert wird, sein. Insbesondere hängt der ermöglichte Farbeindruck von den relativen Intensitäten des Teils **311** des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum und des Lichts **32** mit dem zweiten Spektrum ab.

**[0069]** In einem ausgeschalteten Zustand des Licht emittierenden Halbleiterbauelements **100**, wie in **Fig. 1B** gezeigt ist, wird in der aktiven Schicht **11** des Halbleiterchips **1** kein Licht **31** mit dem ersten Spektrum erzeugt. Dennoch kann es möglich sein, dass das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** bei einem Betrachter einen Farbeindruck erwecken kann, insbesondere bei einer Betrachtung der Lichtabstrahlfläche. Das kann dadurch möglich sein, dass zumindest ein Teil des von außen auf das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** einfallenden Lichts **33** am Wellenlängenkonversionselement **2**, der Filterschicht **3** und/oder dem Halbleiterchip **1** reflektiert werden kann. Wie in **Fig. 1B** angedeutet ist, wird zumindest ein Teil des Lichts **33**,

der ein Spektrum aufweist, das dem Absorptionsspektrum des Wellenlängenkonversionselements **2** entspricht, im Wellenlängenkonversionselement **2** in Licht **32** mit dem zweiten Spektrum umgewandelt und kann nach außen als konvertiertes Licht **32** abgestrahlt werden. Dies kann zu einem Farbeindruck des Wellenlängenkonversionselements **2** in einem ausgeschalteten Zustand des Licht emittierenden Halbleiterbauelements **100** führen, der nicht erwünscht ist.

**[0070]** Wie oben beschrieben ist, ist die Filterschicht **3** geeignet, einen Teil **34** des von außen auf das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** einfallenden Lichts **33** zu reflektieren. Insbesondere kann das Spektrum des Teils **34** so gewählt sein, dass durch Überlagerung des Teils **34** mit dem vom Wellenlängenkonversionselement **2** umgewandelten Licht **32** der unerwünschte Farbeindruck, der durch das Wellenlängenkonversionselement **2** alleine hervorgerufen werden kann, vermieden werden kann. Insbesondere kann die Filterschicht **3** so ausgebildet sein, dass der Teil **34** des von außen auf das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** eingestrahlt Lichts **33**, der reflektiert wird, ein Spektrum aufweist, das eine oder mehrere spektrale Komponenten enthält, die im Absorptionsspektrum des Wellenlängenkonversionsstoffs **22** enthalten sind. Insbesondere können solche spektralen Komponenten auch im ersten Spektrum des im Betrieb vom aktiven Bereich **11** des Halbleiterchips **1** erzeugten Lichts **31** enthalten sein.

**[0071]** Weiterhin kann es auch vorteilhaft sein, wenn der Teil **34** des von außen auf das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** einfallenden Lichts **33**, der von der von der Filterschicht **3** reflektiert wird, wie auch der Teil **312** des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum, der von der Filterschicht **3** reflektiert wird, das heißt der Reflexionsgrad der Filterschicht **3**, abhängig von dem Winkel **9** zwischen der Hauptoberfläche **4** der Filterschicht **3** und der Richtung ist, aus der das jeweilige Licht auf die Filterschicht **3** eingestrahlt wird. So kann es beispielsweise vorteilhaft sein, wenn der Reflexionsgrad kleiner für kleine Winkel **9** ist, so dass unter kleinen Winkeln **9** auf die Filterschicht **3** treffendes Licht **31** mit dem ersten Spektrum beziehungsweise von außen auf das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** unter kleinen Winkeln **9** auf die Filterschicht **3** treffendes Licht **33** eher transmittiert wird als unter größeren Winkeln wie etwa bei senkrechtem Einfall.

**[0072]** Rein exemplarisch weist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel das Licht **31** mit dem ersten Spektrum beispielsweise spektrale Komponenten in einem blauen Wellenlängenbereich auf. Der Wellenlängenkonversionsstoff **22** des Wellenlängenkonversionselements **2** kann geeignet sein, zumindest einen Teil des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum, insbesondere spektrale Komponenten aus dem blauen

Wellenlängenbereich, in Licht **32** mit einem zweiten Spektrum in einem gelben Wellenlängenbereich umzuwandeln. Dadurch wird über die Lichtabstrahlfläche des Licht emittierenden Halbleiterbauelements **100** Licht abgestrahlt, das bei einem Betrachter beispielsweise einen weißen Farbeindruck ermöglicht.

**[0073]** Im ausgeschalteten Zustand kann das Wellenlängenkonversionselement **2** für sich alleine bei von außen einfallendem Licht **33**, beispielsweise Sonnenstrahlung oder einer tageslichtähnlichen Raumbeleuchtung, somit einen gelblichen Farbeindruck erwecken, der unerwünscht sein kann. Die Filterschicht **3** kann daher geeignet sein, insbesondere einen Teil **34** des von außen auf das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** einfallenden Lichts **33** mit spektralen Komponenten in einem blauen Wellenlängenbereich zu reflektieren, so dass bei einem Betrachter wiederum durch die Überlagerung des gelblichen Farbeindrucks des Wellenlängenkonversionselements **2** und des bläulichen Farbeindrucks der Filterschicht **3** ein weißlicher Farbeindruck der Lichtabstrahlfläche des Licht emittierenden Halbleiterbauelements **100** erweckt werden kann.

**[0074]** Beispielsweise kann es möglich sein, dass die Filterschicht **3** auch zumindest einen Teil, beispielsweise 50%, des Lichts **31** mit dem ersten Spektrum in Richtung des Wellenlängenkonversionselements **2** zurückreflektiert. Durch die wellenlängenabhängige Wahrnehmung des menschlichen Auges, das heißt durch die photometrische Gewichtung, kann es jedoch möglich sein, dass eine Reduzierung des vom Licht emittierenden Halbleiterbauelement **100** abgestrahlten Lichts **31** mit dem ersten Spektrum im blauen Wellenlängenbereich sogar um 100% durch Reflexion an der Filterschicht **3** und eine Umwandlung in Licht **32** mit dem zweiten Spektrum im Wellenlängenkonversionselement **2** die wahrgenommene Helligkeit lediglich um etwa 3% reduziert wird.

**[0075]** Das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** kann beispielsweise als Komponente für ein Blitzlicht für eine Mobiltelefonanwendung mit Kamera geeignet sein. Weiterhin kann das Licht emittierende Halbleiterbauelement **100** auch für Beleuchtungseinrichtungen geeignet sein.

**[0076]** Im Folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele beschrieben, deren prinzipielle Funktionsweise der des Ausführungsbeispiels gemäß der Fig. 1A und Fig. 1B entspricht.

**[0077]** In Fig. 2 ist ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement **101** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt, das einen lichtemittierenden Halbleiterchip **1** auf einem als Gehäuse ausgebildeten Träger **6** aufweist. Der Träger **6** weist einen Leiterraum **60** auf, auf dem der Halbleiterchip **1** montiert oder elektrisch angeschlossen ist. Der Leiterraum

men **60** ist mit einem Kunststoffmaterial **61** umformt, das den Gehäusekörper bildet und das eine Vertiefung aufweist, in der der Halbleiterchip **1** angeordnet ist. Der Träger **6** kann beispielsweise als so genanntes "Premold-Package" ausgebildet sein.

**[0078]** Über der Vertiefung des als Gehäuse ausgebildeten Trägers **6** sind das Wellenlängenkonversionselement **2** und die Filterschicht **3** als Abdeckung des Trägers **6** ausgebildet und bilden ein Fenster und damit die Lichtabstrahlfläche des lichtemittierenden Halbleiterbauelements **101**.

**[0079]** Das Wellenlängenkonversionselement **2** ist, wie auch in Verbindung mit den **Fig. 1A** und **Fig. 1B** beschrieben ist, entfernt vom Halbleiterchip **1** platziert und damit vom Halbleiterchip **1** räumlich beabstandet angeordnet. Der Zwischenraum zwischen dem Halbleiterchip **1** und dem Wellenlängenkonversionselement **2** in der Vertiefung des Trägers **6** kann beispielsweise frei von Material sein oder mit einem Gas, beispielsweise Luft, oder einem inertes Gas gefüllt sein. Weiterhin kann es auch möglich sein, dass der Träger **6** in der Vertiefung ein weiteres Kunststoffmaterial in Form eines Vergusses für den Halbleiterchip **1** aufweist, beispielsweise ein Silikon. Der Verguss ist transparent ausgebildet und weist keinen Wellenlängenkonversionsstoff auf.

**[0080]** In **Fig. 3** ist ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement **102** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem im Vergleich zum Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** das Wellenlängenkonversionselement **2** und die Filterschicht **3** getrennt voneinander angeordnet sind. Insbesondere ist das Wellenlängenkonversionselement **2** innerhalb der Vertiefung des Trägers **6** entfernt vom Halbleiterchip **1** platziert. Das Wellenlängenkonversionselement **2** kann beispielsweise innerhalb eines Vergusses für den lichtemittierenden Halbleiterchip **1** ausgebildet sein, beispielsweise in Form einer Wellenlängenkonversionsschicht, die durch Einbringen eines Wellenlängenkonversionsstoffs beabstandet und räumlich getrennt zum Halbleiterchip **1** ist. Das Vergussmaterial kann in diesem Fall auch das Matrixmaterial für den Wellenlängenkonversionsstoff des Wellenlängenkonversionselements **2** bilden. Alternativ hierzu ist es auch möglich, dass das Wellenlängenkonversionselement **2** selbsttragend ausgebildet ist und beispielsweise in Form einer Folie oder eines Keramikplättchens in die Vertiefung des Trägers **6** eingebracht ist.

**[0081]** Die Filterschicht **3** bildet eine Abdeckung des Trägers **6** und kann beispielsweise als Bragg-Reflektor auf einem Trägerelement ausgebildet sein.

**[0082]** Alternativ zu den mit einer Vertiefung versehenen als Gehäuse ausgebildeten Trägern **6** der Ausführungsbeispiele der **Fig. 2** und **Fig. 3** kann der Trä-

ger **6** auch ein Gehäuse aufweisen, das den Halbleiterchip allseitig umschließt, wobei die Filterschicht **3** und das Wellenlängenkonversionselement **2** auf einer Außenseite des Trägers **6** entsprechend dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** oder zumindest teilweise innerhalb des Gehäuses gemäß dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 3** angeordnet sein können.

**[0083]** In **Fig. 4** ist ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement **103** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt, das im Vergleich zu den beiden vorherigen Ausführungsbeispielen einen Träger **6** aufweist, der durch ein Keramiksubstrat **62** gebildet wird, auf dem ein transparentes Kunststoffmaterial **63** zur Verkapselung des auf dem Keramiksubstrat **62** aufgebrachten Halbleiterchips **1** angeordnet ist. Das Keramiksubstrat **2** kann Leiterbahnen und/oder Durchkontaktierungen zum elektrischen Anschluss des Licht emittierenden Halbleiterchips **1** aufweisen.

**[0084]** Das Wellenlängenkonversionselement **2** und die Filterschicht **3** sind auf einer Außenseite des Trägers **6**, die durch eine Außenseite des Kunststoffmaterials **63** gebildet wird, aufgebracht. Alternativ zu der Anordnung des Wellenlängenkonversionselements **2** und der Filterschicht **3** auf nur einer Oberfläche des Trägers **6** können diese auch auf mehreren Oberflächen des Trägers **6** und insbesondere des Kunststoffmaterials **63** aufgebracht sein, also zusätzlich zur gezeigten Oberseite auch auf Seitenflächen des Kunststoffmaterials **63**.

**[0085]** In **Fig. 5** ist ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement **104** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt, das einen Träger **6**, beispielsweise ein Kunststoffsubstrat oder ein Keramiksubstrat, aufweist, auf dem ein lichtemittierender Halbleiterchip **1** angeordnet und elektrisch kontaktiert ist. Beabstandet und damit entfernt vom Halbleiterchip **1** platziert weist das lichtemittierende Halbleiterbauelement **104** ein schalenförmiges Trägerelement **5**, beispielsweise in Form einer Glaskuppel oder einer Kunststoffkuppel, auf, das rein beispielhaft auf einer dem Halbleiterchip **1** zugewandten Innenseite des Wellenlängenkonversionselements **2**, beispielsweise in Form einer Beschichtung mit einem Wellenlängenkonversionsstoff, und auf einer Außenseite die Filterschicht **3** aufweist. Zwischen dem Träger **6** und dem Wellenlängenkonversionselement **2** ist ein Hohlraum ausgebildet, der leer sein kann oder mit einem Gas gefüllt sein kann. Weiterhin ist es auch möglich, dass in dem Hohlraum ein Vergussmaterial angeordnet ist. Alternativ zum gezeigten Ausführungsbeispiel kann es auch möglich sein, dass das Wellenlängenkonversionselement **2** ohne das Trägerelement **5** selbsttragend aus einem Kunststoff- oder Keramikmaterial mit einem Wellenlängenkonversionsstoff ausgebildet und kuppelartig über dem Halbleiterchip **1** angeordnet ist.

**[0086]** Die in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele zeigen alle lichtemittierende Halbleiterbauelemente, die ein Wellenlängenkonversionselement **2** gemäß einem so genannten "Remote-Phosphor-Konzept" aufweisen, das entfernt von einem lichtemittierenden Halbleiterchip **1** platziert ist. Das Wellenlängenkonversionselement **2** ist dabei wie vorab beschrieben beispielsweise als Scheibe, Schale oder Abdeckung ausgeführt. Um im ausgeschalteten Zustand der gezeigten lichtemittierenden Halbleiterbauelemente einen unerwünschten, beispielsweise gelben Farbeindruck, des Wellenlängenkonversionselements **2** zu vermeiden, der als störend empfunden werden kann, ist jeweils unmittelbar auf dem Wellenlängenkonversionselement **2** oder auch beabstandet zu diesem eine Filterschicht **3** angeordnet, die zumindest einen Teil **34** eines von außen auf die lichtemittierenden Halbleiterbauelemente einfallenden Lichts **33** reflektiert, um im ausgeschalteten Zustand der Halbleiterbauelemente einen vom Wellenlängenkonversionselement **2** jeweils hervorgerufenen Farbeindruck zu überlagern und somit zu modifizieren. Bekannte Maßnahmen wie beispielsweise einen weißen Diffusor als Abdeckung über dem Wellenlängenkonversionselement **2** zu verwenden, um einen störenden Farbeindruck des Wellenlängenkonversionselements **2** zu vermeiden, sind bei den hier beschriebenen lichtemittierenden Halbleiterbauelementen nicht notwendig, sodass die mit solchen zusätzlichen Diffusoren verbundenen Nachteile wie beispielsweise eine signifikante Lichteinbuße vermieden werden können.

**[0087]** Gemäß weiteren Ausführungsbeispielen können Merkmale der in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele miteinander kombiniert sein, auch wenn solche Kombinationen nicht explizit in Verbindung mit den Figuren beschrieben sind. Weiterhin können die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele zusätzliche oder alternative Merkmale gemäß den Ausführungsformen im allgemeinen Teil aufweisen.

**[0088]** 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 dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2004/062699 A1 [0041]
- DE 10147040 A1 [0041]
- WO 00/33390 A1 [0041]
- DE 10036940 A1 [0041]
- US 6616862 B2 [0041]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16),  
18. Oktober 1993, 2174–2176 [0039]

## Patentansprüche

1. Licht emittierendes Halbleiterbauelement, aufweisend

- einen Licht emittierenden Halbleiterchip (1) mit einem aktiven Bereich (11), der im Betrieb Licht (31) mit einem ersten Spektrum abstrahlt,
- ein Wellenlängenkonversionselement (2), das entfernt vom Halbleiterchip (1) platziert und dem Halbleiterchip (1) im Strahlengang des Lichts (31) mit dem ersten Spektrum nachgeordnet ist und das zumindest teilweise Licht (31) mit dem ersten Spektrum in Licht (32) mit einem zweiten Spektrum umwandelt, und
- eine Filterschicht (3), die zumindest einen Teil (34) eines von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts (33) reflektiert, wobei der von der Filterschicht (3) reflektierte Teil (34) des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts (33) einen sichtbaren Wellenlängenbereich aufweist und in einem ausgeschalteten Zustand des Halbleiterbauelements einen vom Wellenlängenkonversionselement hervorgerufenen Farbeindruck überlagert.

2. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, wobei das Wellenlängenkonversionselement (2) einen Abstand zum Halbleiterchip (1) aufweist, der einem Vielfachen einer lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips (1) entspricht.

3. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Halbleiterbauelement einen Träger (6) aufweist, auf dem der Halbleiterchip (1) angeordnet ist und der das vom Halbleiterchip (1) entfernt angeordnete Wellenlängenkonversionselement (2) trägt.

4. Halbleiterbauelement nach Anspruch 3, wobei das Wellenlängenkonversionselement (2) oder das Wellenlängenkonversionselement (2) und die Filterschicht (3) als Abdeckung, Fenster oder Schale über dem Halbleiterchip (1) ausgebildet sind.

5. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Filterschicht (3) dem Wellenlängenkonversionselement (2) im Strahlengang des Lichts (31) mit dem ersten Spektrum nachgeordnet ist.

6. Halbleiterbauelement nach dem vorherigen Anspruch, wobei

- das Halbleiterbauelement eine der Filterschicht (3) nachgeordnete Lichtabstrahlfläche (4) aufweist und
- das von außen auf das Halbleiterbauelement einfallende Licht (33) auf die Lichtabstrahlfläche (4) eingestrahlt wird.

7. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das erste Spektrum einen sichtbaren Wellenlängenbereich aufweist.

8. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der von der Filterschicht (3) reflektierte Teil (34) des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts (33) zumindest teilweise dem vom Wellenlängenkonversionselement (2) umgewandelten Teilspektrum des Lichts (31) mit dem ersten Spektrum entspricht.

9. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Filterschicht (3) für einen Teil des Lichts (31) mit dem ersten Spektrum transparent ist.

10. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei

- das erste Spektrum einen blauen Wellenlängenbereich und das zweite Spektrum einen gelben Wellenlängenbereich aufweist,
- das Halbleiterbauelement eine der Filterschicht (3) nachgeordnete Lichtabstrahlfläche (4) aufweist und
- die Lichtabstrahlfläche (4) in einem ausgeschalteten Zustand bei einem Betrachter einen nicht-gelblichen Farbeindruck erweckt.

11. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Wellenlängenkonversionselement (2) als keramisches Wellenlängenkonversionselement ausgebildet ist.

12. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Wellenlängenkonversionselement (2) einen Wellenlängenkonversionsstoff (22) in einem Matrixmaterial (21) aufweist und das Matrixmaterial (21) einen transparenten Kunststoff aufweist.

13. Halbleiterbauelement nach dem vorherigen Anspruch, wobei das Wellenlängenkonversionselement (2) als selbsttragende Folie ausgebildet ist.

14. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Wellenlängenkonversionselement (2) ein Trägerelement (5) aufweist, auf dem ein Wellenlängenkonversionsstoff aufgebracht ist, und das Trägerelement (5) Glas oder Kunststoff aufweist.

15. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei

- die Filterschicht (3) als dichroitischer Spiegel ausgebildet ist, der eine periodische Abfolge von ersten Schichten und zweiten Schichten aufweist,
- die ersten Schichten einen ersten Brechungsindex und die zweiten Schichten einen vom ersten Brechungsindex verschiedenen zweiten Brechungsindex aufweisen und
- die ersten Schichten und die zweiten Schichten der Filterschicht (3) jeweils ein Oxid oder Nitrid umfassen.

16. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Filterschicht (3) auf dem Wellenlängenkonversionselement (2) aufgebracht ist.

17. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Filterschicht (3) räumlich getrennt vom Wellenlängenkonversionselement (2) angeordnet ist.

18. Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei

- die Filterschicht (3) zumindest eine dem Wellenlängenkonversionselement (2) abgewandte Hauptoberfläche (4) aufweist,
- das von außen auf das Halbleiterbauelement einfallende Licht (33) unter einem Winkel (9) auf die Hauptoberfläche (4) eingestrahlt wird, und
- der Teil (34) des von außen auf das Halbleiterbauelement einfallenden Lichts (33) in Abhängigkeit dieses Winkels von der Filterschicht (3) reflektiert wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

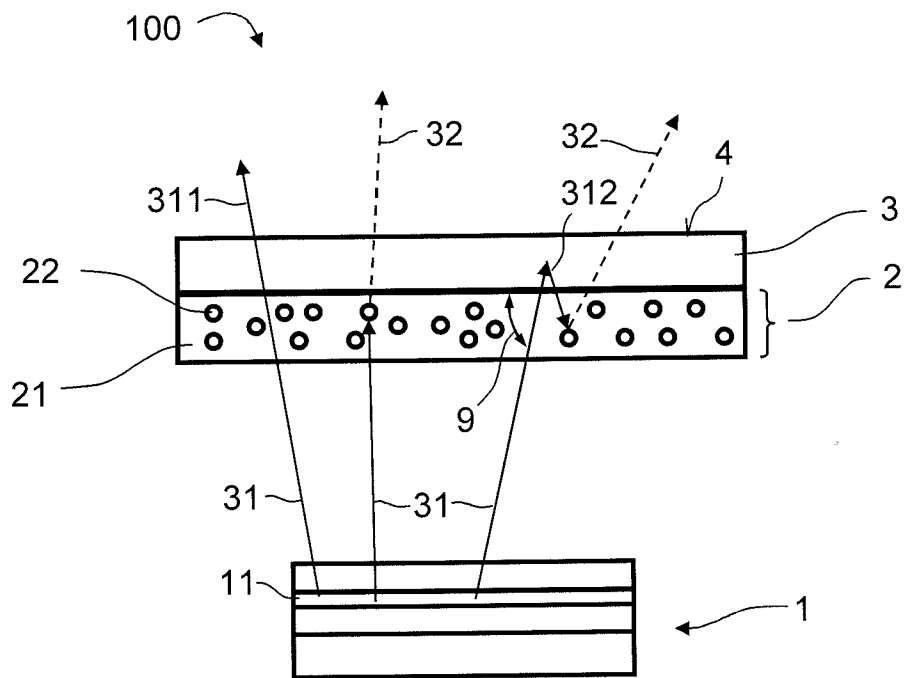


FIG. 1B

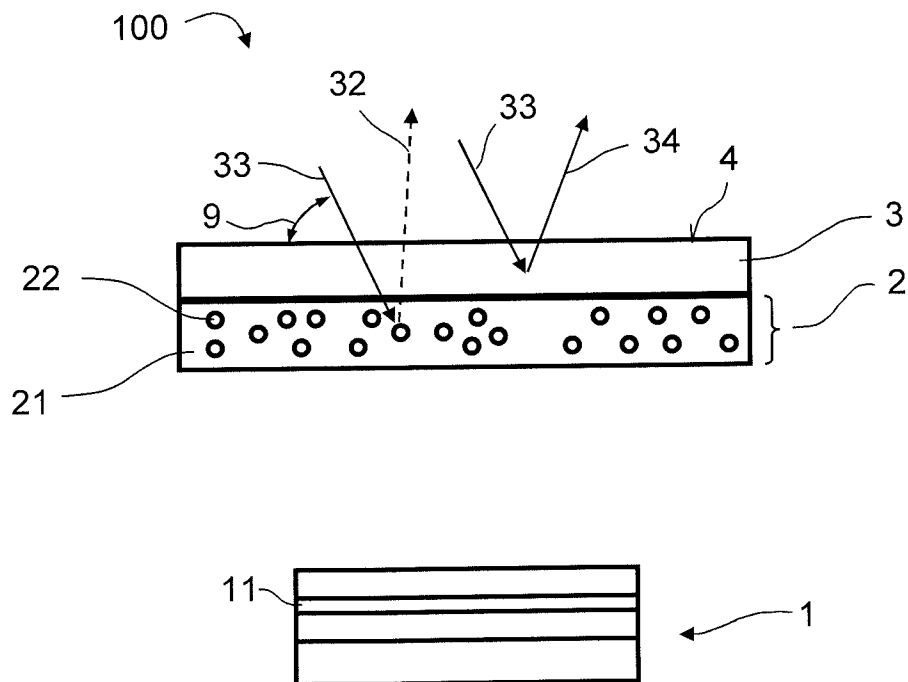


FIG. 2

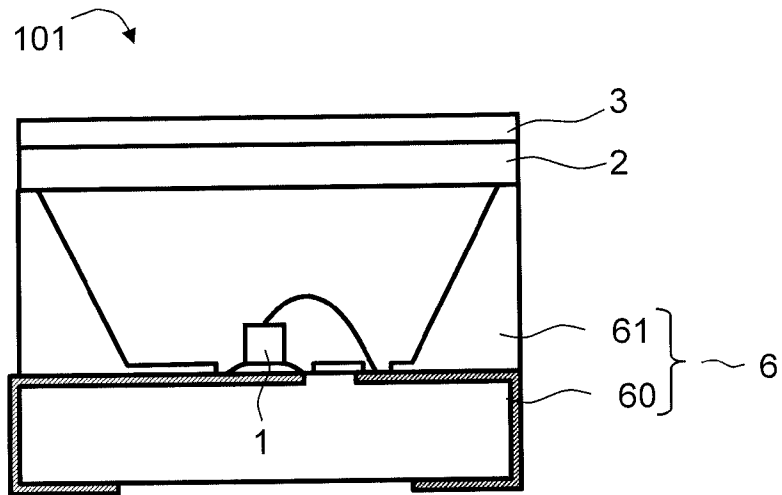


FIG. 3

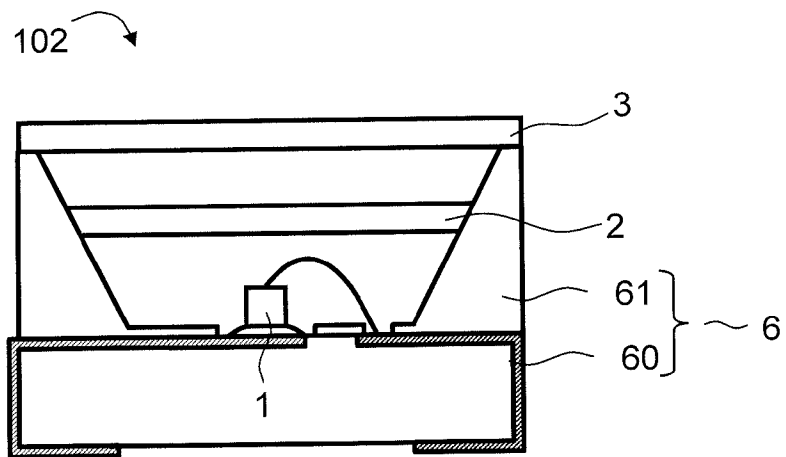


FIG. 4

103 ↘

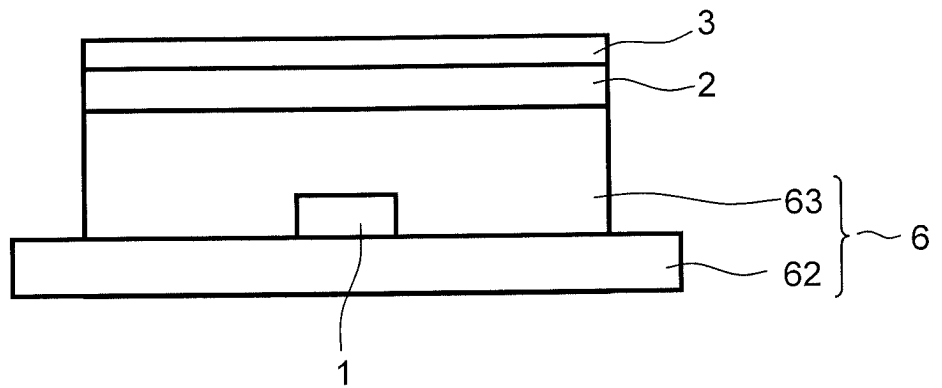


FIG. 5

104 ↘

