



(10) DE 11 2011 100 522 B4 2022.03.31

(12)

## Patentschrift

- (21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2011 100 522.9  
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/KR2011/000920  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2011/099800  
(86) PCT-Anmelddetag: 11.02.2011  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 18.08.2011  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 29.11.2012  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 31.03.2022

- (51) Int Cl.: C09K 11/80 (2006.01)  
H05B 33/00 (2006.01)  
C09K 11/78 (2006.01)  
C09K 11/79 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: <b>10-2010-0013626</b> 12.02.2010    KR	(72) Erfinder: <b>Yoon, Chang Bun, Gyunggi-do, KR; Won, Hyong-Sik, Kyonggi, KR; Yoon, Chul-Soo, Kyonggi, KR</b>
(73) Patentinhaber: <b>Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon-si, Gyeonggi-do, KR</b>	(56) Ermittelter Stand der Technik: <b>US                          2009 / 0 153 028 A1</b> <b>US                          2010 / 0 244 076 A1</b> <b>JP                          2007- 141 855 A</b>
(74) Vertreter: <b>KUHNEN &amp; WACKER Patent- und Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising, DE</b>	

(54) Bezeichnung: **Fluoreszierende Substanz, Verfahren zu deren Herstellung, lichtemittierende Vorrichtung, Oberflächenlichtquellenvorrichtung, Anzeigevorrichtung und Beleuchtungsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Leuchtstoff, welcher eine β-Typ  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Kristallstruktur hat, und Oxinitrid aufweist, welches durch eine empirische Formel  $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}:\text{Eu}_a,\text{M}_b$  ausgedrückt wird, und wobei:

M wenigstens eines ist ausgewählt aus Strontium (Sr) und Barium (Ba);

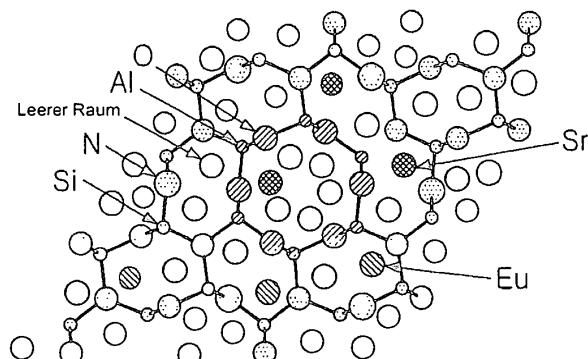
$0,001 \leq a \leq 0,05$ ;

$0,001 \leq b \leq 0,1$ ;

$0,1 < z < 1$ ;

und

der Leuchtstoff, welcher Licht emittiert, eine Peakwellenlänge hat, welche im Bereich von 500 nm bis 550 nm liegt, wenn Anregungslicht darauf eingestrahlt wird.



**Beschreibung**

## [Technisches Gebiet]

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Leuchtstoff, und genauer auf einen  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff, welcher hohe Lichtemissionscharakteristiken, eine exzellente thermische und chemische Stabilität hat, und eine lichtemittierende Vorrichtung, welche denselben verwendet, eine Oberflächenlichtquellenvorrichtung, eine Anzeigevorrichtung und eine Beleuchtungsvorrichtung.

## [Stand der Technik]

**[0002]** Im Allgemeinen wird ein Wellenlängenumwandlungs-Leuchtstoffmaterial verwendet, um eine bestimmte Wellenlänge von Licht aus verschiedenen Lichtquellen in eine erwünschte Wellenlänge von Licht umzuwandeln. Insbesondere ist unter verschiedenen Lichtquellen eine Leuchtdiode (LED=Light Emitting Diode=Leuchtdiode) in der Lage, mit einer niedrigen Leistungsaufnahme bzw. einem geringen Leistungsverbrauch betrieben zu werden, und sie hat eine exzellente Lichteffizienz, so dass sie effektiv auf eine LCD-Hintergrundbeleuchtung, ein Fahrzeugbeleuchtungssystem und ein Heim-Beleuchtungssystem angewandt werden kann. In der jüngsten Zeit ist ein Leuchtstoffmaterial als eine Kerntechnologie bei der Herstellung einer Weißlicht emittierenden Vorrichtung (LED) erkannt worden.

**[0003]** Die Weißlicht emittierende Vorrichtung wird im Allgemeinen hergestellt unter Verwendung eines Funktionsplans bzw. Entwurfes des Bedeckens einer blauen LED mit einem gelben Leuchtstoff. Im Detail kann weißes Licht durch ein Bedecken einer Lichtemissionsoberfläche einer blauen LED, welche eine aktive GaN/InGaN-Schicht hat, mit einem gelben YAG(Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>):Ce-Leuchtstoff hergestellt werden, um eine gewisse Menge von blauem Licht in ein gelbes Licht umzuwandeln derart, dass das umgewandelte gelbe Licht und nicht wellenlängen-umgewandeltes blaues Licht kombiniert werden können, um dadurch weißes Licht bereitzustellen.

**[0004]** Die Weißlicht emittierende Vorrichtung, welche mit der oben erwähnten YAG:Ce-Leuchtstoff (oder TAG-basiertem Leuchtstoff)-Blau-LED gemäß dem Stand der Technik konfiguriert bzw. aufgebaut ist, hat eine niedrige bzw. geringe Farbwiedergabe (color rendering). Das heißt, dass, da eine Wellenlänge des weißen Lichtes, welches unter Verwendung des gelben Leuchtstoffs hergestellt wird, nur in blauer und gelber Farbe verteilt ist, die Farbwiedergabe relativ gering ist, und es demnach eine Beschränkung beim Implementieren von erwünschtem natürlichem weißen Licht gibt.

**[0005]** Indes wurde ein Wellenlängenumwandlungs-Leuchtstoffmaterial gemäß dem Stand der Technik in einer beschränkten Art und Weise in einer Lichtemissionsfarbe einer bestimmten Lichtquelle und einer Farbe einer bestimmten Lichtausgabe verwendet, und eine Farbverteilung, welche implementiert werden kann, ist auch sehr beschränkt derart, dass es Beschränkungen in der Anwendung davon auf Lichtemissionsfarben verschiedener Lichtquellen und/oder Farben verschiedener Lichtausgaben gibt.

**[0006]** Was die oben beschriebenen Mängel betrifft, wurde in letzter Zeit ein exzellenter Farbwiedergabe-Index (CRI = Color Rendering Index=Farbwiedergabe-Index) und eine relativ hohe Farbverteilung durch eine Mischung von drei Arten von bestimmtem blauen, grünen oder roten Leuchtstoff durch die Offenbarung der koreanischen Patentanmeldung KR 10 2006 0 027 504 A (eingereicht am 23. September 2004) implementiert. Um eine exzellente lichtemittierende Vorrichtung durch die Komposition von rotem, grünem und blauem Leuchtstoff zu implementieren, müssen jeweilige Leuchtstoffe alle eine relativ hohe Umwandlungseffizienz haben.

**[0007]** Zusätzlich ist ein Silikat-Leuchtstoff gemäß dem Stand der Technik instabil, wenn er erwärmt wird derart, dass er fehleranfällig ist, wenn er in Verbindung mit einem Hochleistungs-LED Chip verwendet wird.

**[0008]** Im Falle von Defekten bzw. Fehlern wurde Forschung hinsichtlich eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs kontinuierlich durchgeführt, seit der anfängliche Vorschlag für ein neues Leuchtstoffmaterial in der japanischen Patentoffenlegungsschrift JP S60 - 206 889 A (veröffentlicht am 18. Oktober 1985) offenbart wurde.

**[0009]** Das japanische Patent JP 3 921 545 B2 (veröffentlicht am 2. März 2007, Patentinhaber: National Institute for Material Science) schlägt eine Verwendung von  $\beta$ -Sialon als einem Grünlicht-emittierenden Leuchtstoff vor, es gibt jedoch Schwierigkeiten in der praktischen Implementierung, da die Helligkeit davon

sehr gering ist und die Wellenlängen- und Farbkoordinaten-Charakteristiken nicht angemessen sind, um ein erwünschstes weißes Licht zu implementieren.

**[0010]** Indes wurde eine Maßnahme zum Finden neuer Eigenschaften eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs durch ein Transformieren einer Basis-Kristallstruktur davon berichtet. Die Druckschrift XIE, R.-J. [et al.]: Fluorescence of Eu<sup>2+</sup> in Strontium Oxonitridoaluminosilicates (SiAlONS). In: J. Ceram. Soc. Jpn., Bd. 113, 2005, Nr. 1319, S. 462-465. - ISSN 1348-6535. DOI: 10.2109/jcersj.113.462 schlägt ein Strontium (Sr)-Sialon vor, welches durch ein Substituieren von Sr an Stelle von Si oder Al in der Kristallstruktur vorgesehen wird. Da jedoch Sr in der Kristallstruktur substituiert wird, ist die Phasenstabilität relativ gering und es ist schwierig, eine thermische Stabilität zu erwarten.

**[0011]** Zusätzlich schlägt die koreanische Patentoffenlegungsschrift KR 10 2009 0 028 724 A  $\beta$ -Sialon (SiAlON) als einen grünen Leuchtstoff vor, da es jedoch Nachteile gibt, bei welchen eine Partikelgröße relativ groß ist, ist die Präzipitationsgeschwindigkeit bzw. Ablagerungsgeschwindigkeit schnell und eine Dispersion von Farbkoordinaten ist basierend auf der Art von Produkt relativ groß. Weiterhin können bei einem Herstellungsvorgang eine hohe Brenntemperatur, beispielsweise 2.000°C oder mehr und eine lange Brennzeit im Vergleich mit der Brennbedingung eines Silikatleuchtstoffs gemäß dem Stand der Technik, beispielsweise einer Temperatur von 1.600°C und ungefähr drei Stunden, benötigt werden. Aufgrund dieser Nachteile können Schwierigkeiten beim Hinzufügen von Gruppe I- und Gruppe II-Elementen als einem aktiven Agens verursacht werden.

**[0012]** Weiterer Stand der Technik aus dem technischen Gebiet der vorliegenden Erfindung sind die Druckschriften: US 2009 / 0153028 A1; JP 2007- 141 855 A und US 2010/0 244 076 A1.

[Offenbarung]

[Technisches Problem]

**[0013]** Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung sieht einen Leuchtstoff für eine Emission von grünem Licht vor, welcher in der Lage ist, in einem Hochleistungs-LED-Chip aufgrund einer hohen Lichthemissionseffizienz verwendet zu werden, welcher eine exzellente Farbreproduzierbarkeit und thermische Stabilität hat, und ein Verfahren zum Herstellen desselben.

**[0014]** Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung sieht auch eine Weißlicht emittierende Vorrichtung, welche den obenstehend beschriebenen Leuchtstoff verwendet, eine Oberflächenlichtquellenvorrichtung und eine Beleuchtungsvorrichtung und eine Anzeigevorrichtung vor.

[Technische Lösung]

**[0015]** Die Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des Hauptanspruchs und den Gegenstand der nebengeordneten Ansprüche. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[Vorteilhafte Effekte]

**[0016]** Eine bestimmte Menge von Strontium (Sr) kann zu einer lehren Sphäre bzw. einem leeren Ort (d.h. einem Spalt bzw. Leerraum oder einer Pore) einer Host-Matrix bzw. Gastgeber-Matrix, welche als der  $\beta$ -Sialon-Kristall vorgesehen ist, hinzugefügt werden, um einen grünen Leuchtstoff zu erhalten, welcher eine Lumineszenz hat, welche in großem Maße, beispielsweise um 20%, verbessert ist, und welcher eine kürzere Wellenlänge hat im Vergleich zu dem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß dem Stand der Technik.

**[0017]** Der grüne Leuchtstoff kann Farbcharakteristiken vorsehen, welche einen Standard RGB (sRGB)-Grünbereich in dem CIE 1931 Farbkoordinatensystem erfüllen, was zu einem Vorsehen von lebendigem (klarem, scharfem) weißem Licht beiträgt. Auch das Hinzufügen (oder Dotieren) von bzw. mit Strontium (Sr) kann zu einer Phasenstabilisierung von  $\beta$ -Sialon beitragen, was die Zuverlässigkeit davon verbessert, insbesondere eine Änderung in einer Y-Farbkoordinate, welche Einfluss über eine Effizienzänderung über der Zeit hat, verringert, und einen großen Verbesserungseffekt in Hinsicht auf die Produktivität und Produktionsausbeute erhält.

**[0018]** Zusätzlich kann der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff, welcher gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist, zusammen mit anderen Leuchtstoffen, beispielsweise blauen und roten Leuchtstoffen, in

einer Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden, wodurch verschiedene Farbausdrücke und eine hervorragende Farbreproduzierbarkeit darin ermöglicht werden. Darüber hinaus kann zu dem Zeitpunkt des Implementierens einer Weißlicht emittierenden Vorrichtung ein exzeptentes bzw. herausragendes weißes Licht durch einen in großem Maße verbesserten Farbwiedergabe-Index erhalten werden.

**[0019]** Ein Oxinitrid-Leuchtstoff gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann als ein Wellenlängenumwandlungsmaterial in verschiedenen Typen von Weißlicht emittierenden Vorrichtungen, Oberflächenlichtquellenvorrichtungen, Anzeigevorrichtungen und Beleuchtungsvorrichtungen verwendet werden.

#### Figurenliste

**[0020]** Die obigen und andere Aspekte, Merkmale und andere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung, zusammengenommen mit den beigefügten Zeichnungen, genauer verstanden werden, in welchen:

**Fig. 1** eine Ansicht ist, welche eine Kristallstruktur eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 2** ein XRD-Graph eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs ist, welcher gemäß Beispiel 1 der vorliegenden Erfindung und einem Vergleichsbeispiel 1 bereitgestellt wird;

**Fig. 3** und **Fig. 4** Diagramme sind, welche bereitgestellt werden durch ein Analysieren von konstruktiven Atomen bzw. Zusammensetzungsatomen jedes  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs unter Verwendung von TOF-SIMS gemäß Beispiel 1 der vorliegenden Erfindung und dem Vergleichsbeispiel 1;

**Fig. 5** ein Graph ist, welcher einen Luminanz-Verbesserungseffekt in einem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 1-4 der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 6** ein CIE 1931 Farbkoordinatensystem zum Erklären hinsichtlich einer Farbkoordinate von Licht ist, welches von einem Leuchtstoff emittiert wird, und von Charakteristiken über die Zeit davon;

**Fig. 7** ein Diagramm ist, welches einen Kurz-Wellenlängeneffekt in einem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 1-4 der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 8** ein Diagramm ist, welches einen über die Zeit verlaufenden charakteristischen Verbesserungseffekt (Verringerung in einem Änderungsbetrag der y-Farbkoordinate) in einem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 1-4 der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 9** ein Diagramm eines Emissionsspektrums eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß Vergleichsbeispielen 1-4 ist;

**Fig. 10** ein Diagramm eines Emissionsspektrums eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 1, 6 und 7 der vorliegenden Erfindung ist;

**Fig. 11** ein Diagramm eines Emissionsspektrums eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 8-13 der vorliegenden Erfindung und Vergleichsbeispielen 5 und 6 ist;

**Fig. 12** ein Diagramm ist, welches den Intensitäts-Integralberechnungswert und die Peak-Intensität in einem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 8-13 der vorliegenden Erfindung und den Vergleichsbeispielen 5 und 6 zeigt;

**Fig. 13** ein Diagramm ist, welches ein Anregungsspektrum eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 8-13 der vorliegenden Erfindung und Vergleichsbeispielen 5 und 6 zeigt;

**Fig. 14** ein Diagramm ist, welches ein Emissionsspektrum eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 14-23 der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 15** ein Diagramm ist, welches einen Intensitätsintegralberechnungswert und eine Peakintensität in einem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 14-23 der vorliegenden Erfindung zeigt,

**Fig. 16** ein Diagramm ist, welches ein Anregungsspektrum eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 14-23 der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 17** ein Diagramm ist, welches eine Peakintensität und eine Halbwertsbreite (FWHM) in einem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 14-23 der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 18** ist ein Diagramm, welches den Zustand bzw. die Bedingung für eine Korngröße eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 19** eine schematische Querschnittsansicht einer Weißlicht emittierenden Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**Fig. 20** eine schematische Querschnittsansicht einer Weißlicht emittierenden Vorrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**Fig. 21** eine schematische Querschnittsansicht einer Weißlicht emittierenden Vorrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**Fig. 22** ein Diagramm, welches ein Spektrum eines grünen Leuchtstoffs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt, ist;

**Fig. 23A** und **Fig. 23B** Diagramme sind, welche ein Spektrum eines roten Leuchtstoffs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

**Fig. 24A** und **Fig. 24B** Graphen sind, welche ein Spektrum eines gelben oder gelblichorangenen Leuchtstoffs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

**Fig. 25** eine Seitenquerschnittsansicht ist, welche schematisch ein LED-Lichtquellenmodul gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 26** eine Seitenquerschnittsansicht ist, welche schematisch ein LED-Lichtquellenmodul gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

**Fig. 27** eine Seitenquerschnittsansicht einer Lichtemissionsvorrichtung ist, welche auf eine Weißlicht emittierende Vorrichtung als ein Beispiel der vorliegenden Erfindung anwendbar ist;

**Fig. 28** eine Seitenquerschnittsansicht einer Lichtemissionsvorrichtung ist, welche auf eine Weißlicht emittierende Vorrichtung als ein anderes Beispiel der vorliegenden Erfindung anwendbar ist;

**Fig. 29** und **Fig. 30** eine Draufsicht und eine Seitenschnittansicht sind, welche ein Beispiel einer Lichtemissionsvorrichtung zeigt, welche in einer Weißlicht emittierenden Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann;

**Fig. 31** eine Seitenschnittansicht ist, welche ein anderes Beispiel einer Lichtemissionsvorrichtung zeigt, welche in einer Weißlicht emittierenden Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann;

**Fig. 32A** und **Fig. 32B** Querschnittsansichten sind, welche eine Hintergrundbeleuchtungseinheit gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zeigen;

**Fig. 33** eine Schnittansicht einer Hintergrundbeleuchtungseinheit vom direkten Typ gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**Fig. 34** und **Fig. 35** Schnittansichten einer Hintergrundbeleuchtungseinheit vom Randtyp gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind; und

**Fig. 36** eine perspektivische Explosionsansicht einer Anzeigevorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

[Modus für die Erfindung]

**[0021]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun im Detail unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden derart, dass sie leicht durch Fachleute in der Fachrichtung, auf welche sich die vorliegende Erfindung bezieht, praktiziert bzw. ausgeführt werden können. Beim Beschreiben der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung jedoch werden detaillierte Beschreibungen von wohlbekannten Funktionen oder Konstruktionen ausgelassen werden, um die Beschreibung der vorliegenden Erfindung nicht durch unnötige Details zu verundeutlichen.

**[0022]** Zusätzlich bezeichnen gleiche Referenzzeichen gleiche Elemente über die Zeichnungen hinweg.

**[0023]** Soweit nicht explizit gegenteilig beschrieben, wird das Wort „aufweisen“ und Variationen wie beispielsweise „weist auf“ oder „aufweisend“ verstanden werden, den Einschluss von bezeichneten Elementen einzuschließen, jedoch nicht den Ausschluss von anderen Elementen.

**[0024]** Hierin nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden.

**[0025]** Ein Leuchtstoff gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung kann eine  $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ -Kristallstruktur haben und ein Oxinitrid aufweisen, welches durch eine empirische Formel  $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}\cdot\text{Eu}_a$ , Mb ausgedrückt wird. Die empirische Formel kann die folgenden Bedingungen erfüllen.

- 1) M ist wenigstens eines, ausgewählt aus Strontium (Sr) und Barium (Ba),
- 2) eine Menge (a) von Europium (Eu) liegt im Bereich von 0,1 bis 5 Mol-%,
- 3) eine Menge (b) von M liegt im Bereich von 0,1 bis 5 Mol-%, und
- 4) ein Zusammensetzungsmass (z) von Aluminium (Al) erfüllt  $0,1 < z < 1$ .

**[0026]** Der Leuchtstoff gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung kann durch eine Lichtwellenlänge angeregt werden, welche einen blauen Bereich besetzt, einschließlich einem ultravioletten Bereich, um somit grünes Licht zu emittieren. D.h. ein Leuchtstoff zum Emittieren von Licht, welcher eine Peakwellenlänge hat, die im Bereich von 500 bis 550 nm liegt, ein grüner Leuchtstoff, kann vorgesehen sein, wenn ein Anregungslicht, welches eine Peakwellenlänge hat, welche im Bereich von 300 nm bis 480 nm liegt, darauf eingestrahlt wird. Insbesondere im Falle eines Anregungslichts in dem ultravioletten (UV) Band kann eine relativ hohe Umwandlungseffizienz erwartet werden.

**[0027]** Als solches kann der Leuchtstoff gemäß dem Beispiel der vorliegenden Erfindung ein  $\beta$ -Sialon-basierter Leuchtstoff sein, welcher vorgesehen wird durch ein Hinzufügen irgendeines von Sr und Ba oder beiden von Sr und Ba zusammen mit Eu, zu einer  $\text{Si}_{6z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}$  - Host-Matrix, welche eine  $\beta$ -Typ  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Kristallstruktur hat. Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, kann Sr (oder Ba) zusammen mit Eu zu einem lehren Ort (sphere) als ein Dotierungsmittel an Stelle des Substituierens eines Elements Si oder Al, welches eine Host-Matrix bildet, hinzugefügt werden. Das heißt, gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung mag das Hinzufügen von Sr oder Ba die Host-Matrix nicht transformieren (es sei auf **Fig. 2** verwiesen).

**[0028]** M, als wenigstens eines ausgewählt aus Sr und Ba, kann zu einer Phasenstabilisierung eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs und einer kurzen Wellenlänge eines Leuchtstoffs beitragen, was die Zuverlässigkeit davon erhöht und die Lichtemissionseffizienz davon verbessert.

**[0029]** Die Menge (b) von M kann im Bereich von 0,1 bis 5 Mol-% liegen. In diesem Fall können beispielsweise, wenn die Menge von Strontium unterhalb 0,1 Mol-% ist, ein Effizienz-Verbesserungseffekt und ein Kurzwelleneffekt nicht ausreichend sein, und wenn 5 Mol-% überschritten werden, kann die Effizienz davon verschlechtert sein, verglichen mit einem Leuchtstoff, zu welchem Sr nicht hinzugefügt wird. Demnach kann die Menge (a) von Sr im Bereich von 0,5 bis 3 Mol-% liegen und vorzugsweise im Bereich von 1 bis 1,5 Mol-% liegen. Insbesondere ist, eher als im Fall, in welchem M nicht hinzugefügt wird, der Fall, in welchem M hinzugefügt wird, durch 20% oder mehr in der Luminanz des Lichtemissionselement verbessert, und demnach kann eine relativ hohe Umwandlungseffizienz erwartet werden.

**[0030]** In dem Leuchtstoff gemäß der oben erwähnten empirischen Formel kann es der Fall sein, dass eine Peakwellenlänge von Licht, welches von dem Leuchtstoff emittiert wird, geändert wird, um eine relativ kurze Wellenlänge von 540 nm oder unterhalb zu haben, wenn Anregungslicht darauf eingestrahlt wird. Demnach können grüne Wellenlängencharakteristiken, welche in dem Standard RGB benötigt werden, ein relativ hohes Niveau erfüllen. Das heißt, wenn Licht, welches von dem Leuchtstoff aufgrund des eingestrahlten Anregungslichts emittiert wird, als ein (x, y)-Wert in CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten repräsentiert wird, kann, da x und y jeweils  $x \leq 0,336$  und  $y \geq 0,637$  erfüllen, ein grüner Leuchtstoff, welcher in der Lage ist, lebendiges weißes Licht vorzusehen, vorteilhaft verwendet werden.

**[0031]** Wie obenstehend beschrieben ist, kann, da eine M-Dotierung, welche gemäß dem Beispiel der vorliegenden Erfindung ausgewählt ist, zu dem lehren Raum bzw. der lehren Sphäre hinzugefügt werden kann, der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff unter einer relativen Effizienz phasenstabilisiert werden, was eine Änderung in der Effizienz über der Zeit verringert. Im Allgemeinen kann die Effizienzänderung über der Zeit von einer y-Farbkoordinate abhängen.

**[0032]** Wenn der Änderungsbetrag in der y-Farbkoordinate gemäß einem Messverfahren auf eine Blaulicht emittierende Diode angewandt wird und ein y-Wert in den CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten, welcher von Licht, welches zu einer Betriebsstartzeit von 3,3 Volt und 120 mA emittiert wird, gemessen wird, als y1 angezeigt wird, und ein y-Wert in den CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten, welcher von Licht gemessen wird, welches emittiert wird nachdem die oben beschriebenen Betriebsbedingungen bei 85°C für 24 h andauern, als y2 bezeichnet wird, kann der Änderungsbetrag von y als  $y_2-y_1$  definiert werden. In diesem Fall kann der

Änderungsbetrag y in den CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten im Licht, welches von dem Leuchtstoff emittiert wird, - 0,0065 oder weniger sein.

**[0033]** Gemäß einem anderen Beispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen des oben beschriebenen Leuchtstoffs untenstehend beschrieben.

**[0034]** Als erstes können Rohmaterialien einschließlich eines Si-enthaltenden Oxi ds oder Nitri ds, eines Al-enthaltenden Oxi ds oder Nitri ds, einer Eu-enthaltenden Verbindung und einer M-enthaltenden Verbindung gewogen werden, um eine erwünschte Stöchiometrie, welche in der oben erwähnten empirischen Formel benötigt wird, zu erfüllen.

**[0035]** Nachfolgend kann eine primäre Mischung durch ein Mischen der Rohmaterialien ausschließlich der M-enthaltenden Verbindung bereitet werden. Dann kann die primäre Mischung primär gebrannt werden und die primär gebrannte Mischung kann gemahlen werden. Eine sekundäre Mischung kann dann bereitgestellt werden durch ein Mischen der M-enthaltenden Verbindung mit der gestoßenen bzw. gemörser ten bzw. gemahlenen primären Mischung. Nachfolgend kann die sekundäre Mischung sekundär gebrannt werden und dann gemahlen, wodurch der oben beschriebene  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff erhalten wird. Zusätzlich kann der erhaltene Leuchtstoff einem Beizverfahren unterzogen werden, um die Kristallisierung davon zu erhöhen.

**[0036]** In diesem Beispiel der vorliegenden Erfindung kann Sr zu der  $\beta$ -Sialon-Host-Matrix durch bzw. über zwei Brennvorgänge hinweg hinzugefügt werden. Zusätzlich kann dieser Vorgang ruhig durch bzw. über den sekundären Brennprozess hinweg bei einer Temperatur niedriger als derjenigen des primären Brennvorganges durchgeführt werden.

**[0037]** Insbesondere kann, da der sekundäre Brennvorgang bei einer Temperatur niedriger als der Temperatur, welche im Bereich von 1.850 bis 2.300°C liegt, welche in dem primären Brennvorgang angewandt wird, durchgeführt werden kann, kann der zweite Brennvorgang durch ein Mischen einer Gruppe I- und Gruppe II-Elemententhaltenden Verbindung mit der primär gebrannten Mischung durchgeführt werden, wodurch zusätzlich Gruppe I- und Gruppe II-Elemente als ein zusätzlicher Aktivator hinzugefügt werden. Das Hinzufügen eines Aktivators kann in großem Maße zu der kurzen Wellenlänge in dem Leuchtstoff beitragen. Die Gruppe I- und Gruppe II-Elemente können ein Element sein, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe welche aus Li, Na, K, Mg und Ca besteht.

**[0038]** Beispiele für jeweilige Vorgänge in dem Verfahren zum Herstellen eines Leuchtstoffs gemäß einem Beispiel der vorliegenden Erfindung werden im Detail wie folgt beschrieben werden.

**[0039]** Rohmaterialien können unter Verwendung eines Trocken-Mischverfahrens und eines Nass-Mischverfahrens gemischt werden.

**[0040]** Als erstes können gemäß dem Nass-Mischverfahren die gewogene Mischung, ein Ball bzw. eine Kugel, welche bei dem Mischen und dem Zerdrückungs- bzw. Stoßvorgang der Rohmaterialien unterstützend wirkt, und ein Lösungsmittel in einen Behälter eingebracht und dann gemischt werden. In diesem Fall kann als die Kugel eine Kugel, die aus einem Material wie beispielsweise Siliziumoxid ( $Si_3N_4$ ) oder Zirkon ( $ZrO_2$ ) oder eine Kugel, welche im Allgemeinen zum Mischen von Rohmaterialien verwendet wird, verwendet werden. Als das Lösungsmittel können destilliertes Wasser (D.I.-Wasser), ein Alkohol wie beispielsweise Ethanol oder dergleichen, ein organisches Lösungsmittel wie beispielsweise Hexan oder dergleichen alle verwendet werden. Die Rohmaterialien, das Lösungsmittel und der Ball können nämlich in den Behälter gegeben werden, der Behälter kann hermetisch versiegelt bzw. abgedichtet werden und die Rohmaterialien können durch die Verwendung einer Vorrichtung wie beispielsweise einer Mühle oder dergleichen für 1-24 h homogen gemischt werden. Nachdem der Mischvorgang vollendet ist, werden die gemischten Rohmaterialien und die Kugel getrennt und das Lösungsmittel, welches darin enthalten ist, kann in der Hauptsache in einem Ofen für 1-48 h verdampft werden. Nachdem der Trockenvorgang vollendet ist, kann das erhaltene Pulver unter Verwendung eines Siebs, welches aus einem Metall oder einem Polymer gefertigt ist, unter der Bedingung einer erwünschten Mikrometergröße gleichmäßig klassifiziert werden.

**[0041]** Indes können gemäß dem Trocken-Mischverfahren Rohmaterialien in einen Behälter ohne Verwendung eines Lösungsmittels eingebracht werden und können dann unter Verwendung einer Mühle bzw. Mahlmaschine homogen gemischt werden. Eine Mischdauer kann ungefähr 1-24 h sein und in diesem Fall kann eine Kugel zusammen mit den Rohmaterialien eingebracht werden, um den Mischbetrieb zu erleichtern, um demnach die Mischdauer zu verkürzen. Das Trocken-Mischverfahren kann angewandt werden, um die

Gesamt-Verarbeitungszeit zu verringern, da es keinen Lösungsmittel-Trockenvorgang benötigt, im Vergleich zu dem Nass-Mischverfahren. Wenn das Mischen der Rohmaterialien vollendet ist, kann, wie bei dem Nass-Mischverfahren, das erhaltene Pulver unter Verwendung eines Siebes, welches aus einem Metall oder einem Polymer gefertigt ist, unter der Bedingung einer erwünschten Mikrometergröße gleichmäßig klassifiziert werden. Eine Partikelbedingung bzw. -zustand bzw. Kornbedingung des Leuchtstoffs, welcher obenstehend beschrieben ist, wird untenstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 18** beschrieben werden.

**[0042]** Das klassifizierte Mischungspulver kann in einem Bornitrid (BN)-Tiegel (oder Schmelztopf) gebracht werden und ein Brennvorgang kann daran durchgeführt werden. In diesem Fall kann der Brennvorgang bei einer erwünschten Brenntemperatur (beispielsweise 1.850-2.000°C, 1.000-1.800°C) für ungefähr 1-24 h unter Verwendung eines Heizofens durchgeführt werden. Der Brennvorgang kann unter einer Atmosphäre von 100% Stickstoff ( $N_2$ ) oder einem gemischten Stickstoffgas, welches 1-10% Wasserstoff enthält, durchgeführt werden. Das synthetisierte Leuchtstoffpulver kann homogen unter Verwendung eines Mörsers oder einer Zerkleinerungsmaschine (oder einer Mühle, eines Schleifapparates bzw. eines Mahlwerks bzw. einer Zerkleinerungsmaschine etc.) zerkleinert bzw. zerstoßen werden und ein nachthermischer Vorgang kann wiederholt 1- bis 3mal durchgeführt werden, um die Luminanz des Leuchtstoffs zu verbessern.

**[0043]** Hierin nachstehend werden verschiedene Beispiele der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben werden.

#### [Beispiel 1]

**[0044]** Rohmaterialien von  $Si_3N_4$ , AlN,  $Al_2O_3$ ,  $Eu_2O_3$  und  $SrCO_3$  wurden gemäß einer Stöchiometrie-Rate bzw. einem Stöchiometrie-Verhältnis, welches ein Zusammensetzungsmäß der folgenden Tabelle 1 erfüllt, gewogen, um eine Rohmaterialiengruppe gemäß Beispiel 1 bereitzustellen. Ein Überrest der Rohmaterialien mit Ausnahme von  $SrCO_3$  von der Rohmaterialiengruppe wurde mit Ethanol-Lösungsmittel unter Verwendung einer Kugelmühle gemischt.

**[0045]** Das Lösungsmittel Ethanol in der Rohmischung wurde unter Verwendung eines Trockners verdunstet bzw. verdampft, die getrocknete primäre Rohmischung wurde in den Bornitrid (BN)-Tiegel eingebracht und der Bornitrid (BN)-Tiegel, welcher mit der primären Rohmischung gefüllt war, wurde in einen Heizofen eingebracht und primär bei 2.050°C für 10 h in einem gasförmigen Zustand unter einer  $N_2$ -Atmosphäre gebrannt.

**[0046]** Die primär gebrannte Mischung wurde zerstoßen bzw. zerkleinert und die zerkleinerte Mischung wurde sekundär durch ein Einbringen von abgewogenem  $SrCO_3$  dorthin ein unter Verwendung des Mahlwerks bzw. der Mühle gemischt. Nachfolgend wurde die sekundäre Mischung wiederum bei 1.750°C gebrannt, wodurch ein Leuchtstoff basierend auf der Zusammensetzungsrate bzw. dem Zusammensetzungsvorhältnis gemäß Beispiel 1 hergestellt wurde. Der hergestellte Leuchtstoff wurde zerkleinert bzw. gestoßen und dann einem nachthermischen Behandlungsvorgang und einem Beizvorgang unterzogen, um einen  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff von  $Si_{5,8}Al_{0,2}O_{0,2}N_{7,8} : Eu_{0,0152}, S_{0,01}$  zu erhalten.

#### [Vergleichsbeispiel 1]

**[0047]** Mit der Ausnahme des Sr-Rohmaterials aus dem obigen Beispiel 1 wurde der Vorgang gleich zu der primären Brennbedingung unter den Gesamtbedingungen des Beispiels 1 durchgeführt und dann wurde der erhaltene Leuchtstoff unter denselben Bedingungen wie denjenigen des Beispiels 1 gestoßen bzw. gemörsernt bzw. zerkleinert und nachfolgend wurde ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff von  $Si_{5,8}Al_{0,2}O_{0,2}N_{7,8} : Eu_{0,0152}$  durch einen nachthermischen Behandlungsvorgang und einen Beizvorgang bereitgestellt.

**[0048]** Als erstes wurde eine XRD-Analyse für den  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß dem Beispiel 1 und dem Vergleichsbeispiel 1 durchgeführt. Das Analyseergebnis ist in einem XRD-Diagramm der **Fig. 1** gezeigt.

**[0049]** Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, mag es anerkannt werden, dass der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff, welcher gemäß Beispiel 1 Sr enthält und der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff, welcher gemäß dem Vergleichsbeispiel 1 kein Sr enthält, denselben Kristallpeak haben wie jeweils der andere. Das heißt, dass die  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffe gemäß Beispiel 1 und dem Vergleichsbeispiel 1 alle die gleiche  $\beta$ -Typ  $Si_3N_4$ -Kristallstruktur haben.

**[0050]** Als solches mag es bestätigt werden, dass Sr, welches gemäß Beispiel 1 hinzugefügt wird, die Kristallstruktur nicht beeinflusst.

**[0051]** Zusätzlich wurde, um zu bestätigen, dass Sr gemäß Beispiel 1 hinzugefügt wurde, eine TOF-SIMS-Messung durchgeführt, um eine Sr-Dichte zu erfassen.

**[0052]** Die Erfassung von Sr wurde in einem Diagramm der **Fig. 4** gemäß dem Vergleichsbeispiel 1 nicht gezeigt, es wurde jedoch unter Bezugnahme auf **Fig. 3** gemäß Beispiel 1 bestätigt, dass Sr dotiert wurde (es sei Bezug genommen auf die vierte Kurve), was ähnlich auch in einem qualitativen Auswertungsergebnis bestätigt werden kann. In anderen Worten gesagt ist Sr gemäß dem Vergleichsbeispiel 1 nicht gezeigt, indes ist Sr gemäß dem Beispiel 1 gezeigt.

**[0053]** Gemäß der Messung und den Erfassungsergebnissen mag es anerkannt werden, dass Sr nicht mit einem konstitutiven Element substituiert ist, sondern auf den leeren Orten eine Kristallstruktur gemäß Beispiel 1 aufrecht erhaltend dotiert ist.

[Tabelle 1]

Klassifizierung	Al(z)	Eu(a)	Sr(b)
Vergleichsbeispiel 1	0,2	0,0152	keines
Beispiel 1	0,2	0,0152	1 Mol-%
Beispiel 2	0,2	0,0152	1,5 Mol-%
Beispiel 3	0,2	0,0152	2 Mol-%
Beispiel 4	0,2	0,0152	3 Mol-%
Beispiel 5	0,2	0,0152	4 Mol-%

[Beispiele 2-5]

**[0054]** Beispiele 2-5 wurden unter äquivalenten Bedingungen zu Beispiel 1 ausgeführt, jedoch wurde, um das Zusammensetzungsmass der obigen Tabelle 1 zu erfüllen, ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff hergestellt, zu welchem jeweils 1,5 Mol-%, 2 Mol-%, 3 Mol-% und 4 Mol-% von Sr hinzugefügt waren.

**[0055]** Für die  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffe gemäß den Beispielen 1-5 und den  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß dem Vergleichsbeispiel 1 wurde ein Luminanzniveau zusammen mit einem Lichtemissionsspektrum als eine Peakwellenlänge und eine Halbwertsbreite (FWHM) von einer Anregungslichtquelle von 460 nm und eine Farbkoordinate gemessen.

[Tabelle 2]

Klassifikation	Farbkoordinate		Peakwellenlänge (nm)	Halbwertsbreite (FWMH)	Luminanz (%)
	x	y			
Vergleichsbeispiel 1	0,3385	0,6352	540,6	51,0	100
Beispiel 1	0,3344	0,6372	540,0	52,5	121,6

Klassifikation	Farbkoordinate		Peakwellenlänge (nm)	Halbwertsbreite	Luminanz (%)
Beispiel 2	0,3324	0,6398	539,5	52,0	123,5
Beispiel 3	0,3273	0,6398	539,0	52,2	119,6

**[0056]** Auf der Basis des Vergleichsbeispiels 1 (Luminanz von 100%), zu welchem Sr nicht hinzugefügt wurde, wurden die Luminanz-Messungsergebnisse als Luminanz gemäß den Beispielen 1-5 in dem Diagramm der **Fig. 5** und in Tabelle 2 repräsentiert. Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, mag es anerkannt werden, dass der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 1-3 um 20% oder mehr in der relativen Luminanz verbessert wurde verglichen zu dem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß dem Vergleichsbeispiel 1, zu welchem Sr nicht hinzugefügt wurde. Indes wurde beispielsweise bestätigt, wenn die Menge von Sr 3 Mol-% oder 4 Mol-% gemäß

den Beispielen 4 und 5 war, dass die Zunahme in der Luminanz jeweils 111,2% und 105% war und demnach die erhöhte Rate davon leicht verringert wurde.

**[0057]** Demnach kann in Einheiten der Luminanz-Verbesserung und der Effizienz-Verbesserung die Menge von Sr als im Bereich von 0,1 bis 5 Mol-% liegend bestimmt werden, und sie kann vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 3 Mol-% liegen oder im Bereich von 1 bis 1,5 Mol-% liegen, wie gemäß den Beispielen 1-3 vorgeschlagen wird.

**[0058]** Indes hatten die Farbkoordinaten für den  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 1-5 bemerkenswert unterschiedliche Charakteristiken, verglichen zu denjenigen des Vergleichsbeispiels 1. Das heißt, dass wie in der obigen Tabelle 2 gezeigt ist, ein Wert von  $x$  in den Farbkoordinaten gemäß den Beispielen 1-5 geringer war als ein Wert von  $x$  in dem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß dem Vergleichsbeispiel 1 hinsichtlich einer kurzen Wellenlänge davon, während ein Wert von  $y$  dafür zuzunehmen tendierte. Bezogen darauf wurde es in dem Fall einer Peakwellenlänge bestätigt, dass alle Werte in den Beispielen 1-5 eine kurze Wellenlänge von 540 nm oder darunter hatten. Insbesondere mag diese Tendenz in Beziehung zu der Zunahme in der Menge von Sr sein, wie in **Fig. 7** gezeigt ist.

**[0059]** Die Farbkoordinaten, welche gemäß den Beispielen 1-5 vorgesehen sind, können eine Grünlicht-Emissionsbedingung eines sRGB auf einem relativ hohen Niveau erfüllen. In anderen Worten gesagt mag es in dem CIE 1931 Farbkoordinatensystem der **Fig. 6** als dafür eher angemessen angesehen werden, wenn  $x$  relativ gering und  $y$  relativ hoch in der Grünlicht-Emissionskoordinate davon ist. Es wurde bestätigt, dass, da  $x$  0,336 oder geringer war und  $y$  0,637 oder mehr in der Lichtemissions-Farbkoordinate des  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 1-5 war, die Beispiele 1-5 angemessener waren verglichen mit dem Vergleichsbeispiel 1.

**[0060]** Da weiterhin die Phasenstabilisierung aufgrund des Hinzufügens von Sr durch den  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 1-5 verbessert werden mag, kann eine Änderung in der Umwandlungseffizienz über der Zeit signifikant verringert werden. Insbesondere kann diese Änderung in der Effizienz durch eine Änderung in der  $y$ -Farbkoordinate verglichen und bestimmt werden. **Fig. 8** ist ein Diagramm, welches einen Änderungsbetrag von  $y$  als einen charakteristischen Verbesserungseffekt über der Zeit gemäß den Beispielen 1-3 mit dem Vergleichsbeispiel 1 darstellt.

**[0061]** Unter verschiedenen Verfahren zum Messen eines Änderungsbetrages von  $y$  wurde in einem Verfahren gemäß dem vorliegenden Beispiel der Leuchtstoff auf eine Blaulicht emittierende Diode von 460 nm angewandt und es wurde begonnen diese bei 3,3 V und 120 mA zu betreiben, um Licht zu emittieren, und zu dieser Zeit wurde ein Wert von  $y$  in der CIE 1931 Chromatizitätskoordinate, welcher von dem Emissionslicht gemessen wurde, als  $y_1$  angezeigt, und ein Wert von  $y$  in der CIE 1931 Chromatizitätskoordinate, welcher von dem Licht gemessen wurde, das emittiert wurde, nachdem der obige Betriebszustand bei 85°C für 24 h andauerte, wurde als  $y_2$  angezeigt; it wurde als  $y_2-y_1$  definiert.

**[0062]** Als ein Ergebnis wurde in dem Fall des Vergleichsbeispiels 1  $y$  relativ hoch als -0,0071 repräsentiert, im Fall der Beispiele 1-3 gemäß der vorliegenden Erfindung jedoch kann der Änderungsbetrag von  $y$  in den CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten von Licht, welches von dem Leuchtstoff emittiert wird, -0,0065 oder weniger sein. Es wurde bestätigt, dass, wenn die Menge von Sr erhöht wurde, die Charakteristik über die Zeit stabilisiert wurde.

**[0063]** Hierin nachstehend wurden, um zu bestätigen, ob es einen Effekt gibt oder nicht, wenn andere Komponenten bzw. Bestandteile zusätzlich zu Sr hinzugefügt werden, die folgenden Vergleichsbeispiele 2-5 und die Beispiele 6-7 ausgeführt

#### [Vergleichsbeispiele 2-4]

**[0064]** In Vergleichsbeispielen 2-4 wurde mit der Ausnahme der Verwendung von  $\text{CaCO}_3$  als einer Ca-beinhaltenden Verbindung an Stelle der Verwendung von  $\text{SrCO}_3$  ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff hergestellt, welcher jeweils 0,5 Mol-%, 1,0 Mol-% und 1,5 Mol-% von Ca beinhaltet, und zwar unter denselben Bedingungen und Vorgängen wie Beispiel 1 derart, dass ein Zusammensetzungsmäß gemäß den Vergleichsbeispielen 2-4 in der obigen Tabelle 3 erfüllt war.

## [Vergleichsbeispiel 5]

**[0065]** Im Vergleichsbeispiel 5 wurde mit der Ausnahme der Verwendung von  $MgCO_3$  als einer Ba-beinhaltenden Verbindung an Stelle der Verwendung von  $SrCO_3$  ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff hergestellt, welcher 1,0 Mol-% von Mg beinhaltet, und zwar unter denselben Bedingungen und Vorgängen wie Beispiel 1 derart, dass ein Zusammensetzungsmass gemäß dem Vergleichsbeispiel 5 in der obigen Tabelle 3 erfüllt war.

## [Beispiel 6]

**[0066]** Im Fall des Beispiels 6 wurde mit der Ausnahme der Verwendung von  $BaCO_3$  als einer Ba-beinhaltenden Verbindung zusätzlich zu  $SrCO_3$  ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff hergestellt, welcher jeweils 0,5 Mol-% von Sr und Ba beinhaltet, und zwar unter denselben Bedingungen und Vorgängen wie Beispiel 1 derart, dass ein Zusammensetzungsmass gemäß dem Beispiel 6 in der obigen Tabelle 3 erfüllt war.

## [Beispiel 7]

**[0067]** Im Fall des vorliegenden Beispiels 7 wurde mit der Ausnahme der zusätzlichen Verwendung von  $BaCO_3$  als einer Ba-beinhaltenden Verbindung an Stelle von  $SrCO_3$  ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff hergestellt, welcher 1,0 Mol-% von Ba beinhaltet, und zwar unter denselben Bedingungen und Vorgängen wie Beispiel 1 derart, dass ein Zusammensetzungsmass gemäß dem Beispiel 7 in der obigen Tabelle 3 erfüllt war.

## [Tabelle 3]

Klassifikation	Al(z)	Eu(a)	Zusätzliche Dotierung	
			Art	Menge bzw. Betrag (Mol-%)
Vergleichsbeispiel 1	0,2	0,0152	keine	keine
Vergleichsbeispiel 2	0,2	0,0152	Ca	0,5
Vergleichsbeispiel 3	0,2	0,0152	Ca	1,0
Vergleichsbeispiel 4	0,2	0,0152	Ca	1,5
Vergleichsbeispiel 5	0,2	0,0152	Mg	1,0
Beispiel 6	0,2	0,0152	Sr, Ba	0,5, 0,5
Beispiel 7	0,2	0,0152	Ba	1,0

**[0068]** Hinsichtlich des  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 6 und 7 und dem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Vergleichsbeispielen 2-5 wurde ein Luminanz-Niveau zusammen mit einem Lichemissionsspektrum als eine Peakwellenlänge und eine Halbwertsbreite (FWHM) von einer Anregungslichtquelle von 460 nm und eine Farbkoordinate gemessen, und die Ergebnisse davon wurden in der folgenden Tabelle 4 repräsentiert.

## [Tabelle 4]

Klassifikation	Farbkoordinate		Peakwellenlänge (nm)	Halbwertsbreite (FWHM)	Luminanz (%)
	x	y			
Vergleichsbeispiel 1	0,3385	0,6352	540,6	51,0	100
Vergleichsbeispiel 2	0,3457	0,6272	541,5	55,4	75
Vergleichsbeispiel 3	0,369	0,6052	541,5	61	54
Vergleichsbeispiel 4	0,4132	0,5644	542,6	89	44
Vergleichsbeispiel 5	0,3375	0,6356	540	52,7	90
Beispiel 6	0,3328	0,6378	540	51,5	113,4
Beispiel 7	0,3334	0,6375	540	51,5	116,3

**[0069]** Als erstes wurde hinsichtlich der Luminanz-Messergebnisse, welche sich auf die obige Tabelle 4 beziehen in dem Fall der Vergleichsbeispiele 2-5, in welchen Ca und Mg jeweils an Stelle von Sr hinzugefügt wurden, gesehen, dass alle Luminanzwerte auf der Basis des Vergleichsbeispiels 1 (Luminanz von 100%) verringert waren (es sei Bezug genommen auf **Fig. 9**). Zusätzlich wurde in den CIE 1913 Farbkoordinaten ein Wert von x eher hoch als eine lange Wellenlänge und ein Wert von y wurde erniedrigt, was dazu tendiert, unvorteilhaft zu sein.

**[0070]** In dem Fall jedoch des  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 6 und 7 war, in der ähnlichen Art und Weise zu dem Fall in welchem nur Sr hinzugefügt wurde, die Luminanz jeweils um 13,4% und 16,3% verbessert (es sei Bezug genommen auf **Fig. 10**). Zusätzlich wurde in den CIE 1913 Farbkoordinaten ein Wert von x verringert als eine kurze Wellenlänge und ein Wert von y wurde hoch, in der ähnlichen Art und Weise zu den vorstehenden Beispielen.

**[0071]** Als solches wurde nicht nur in Einheiten der Luminanz sondern auch der Farbkoordinaten bestätigt, dass es in dem Fall von Ca und Mg nicht angemessen war, einen Aktivator zum Ersetzen von Sr zu verwenden, während in dem Fall der Verwendung von Sr und Ba zusammen oder einer Verwendung nur von Ba an Stelle von Sr ein ähnlicher Effekt dazu erwartet wurde.

**[0072]** Hierin nachstehend wurden die folgenden Beispiele 8-13 und Vergleichsbeispiele 5 und 6 ausgeführt, um die Bedingungen hinsichtlich des Aluminium-Zusammensetzungsmassen (z) zu bestätigen.

#### [Beispiele 8-13]

**[0073]** In den vorliegenden Beispielen wurden AlN und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  gewogen derart, dass ein Al-Zusammensetzungsmass (z) jeweils 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 und 1,0 Mol-% (in den jeweiligen Beispielen 8-13) in einem letztendlichen bzw. finalen Leuchtstoff wurde, und dann wurde ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff unter denselben Bedingungen und Verfahren bzw. Vorgängen wie Beispiel 1 hergestellt mit Ausnahme eines Zusammenmischens mit der primären Rohmischung.

#### [Vergleichsbeispiel 5 und 6]

**[0074]** In den vorliegenden Vergleichsbeispielen wurden AlN und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  gewogen derart, dass ein Al-Zusammensetzungsmass (z) jeweils 1,5 und 2,0 Mol-% (in den jeweiligen Beispielen 5 und 6) in einem letztendlichen Leuchtstoff wurde, und dann wurde ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff unter denselben Bedingungen und Vorgängen bzw. Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt mit Ausnahme des Zusammenmischens mit der primären Rohmischung.

**[0075]** Der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 8-13 und der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Vergleichsbeispielen 5 und 6 wurden durch eine Lichtquelle von 460 nm angeregt und ein Lichtemissionsspektrum wurde gemessen, von welchem die Ergebnisse in **Fig. 11** gezeigt werden. Weiterhin zeigt **Fig. 12** einen Intensitätsintegralberechnungswert und eine Peakintensität bezogen auf jeweilige Beispiele und Vergleichsbeispiele.

**[0076]** Unter Bezugnahme auf die **Fig. 11** und **Fig. 12** wurde in dem Fall der Beispiele 8-13 mit dem Al-Zusammensetzungsmass (z) von 1 Mol-% oder darunter eine normalisierte Stärke als ungefähr 0,8 oder mehr relativ hoch repräsentiert, während die Luminanz in den Vergleichsbeispielen 5 und 6, in welchen die Al-Zusammensetzungsmasse (z) 1,5 Mol-% und 2,0 Mol-% sind, leicht verschlechtert waren.

**[0077]** Gemäß den obigen Ergebnissen kann ein Zusammensetzungsmass (z) von Al bestimmt werden, so dass es im Bereich von 0,01 bis 1,0 Mol-% liegt, und es kann vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 0,3 Mol-% liegen, und ein höchster Peak wurde bei 0,23 Mol-% repräsentiert.

**[0078]** **Fig. 13** zeigt ein Anregungsspektrum eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 8-13 und den Vergleichsbeispielen 5 und 6. Wie in **Fig. 13** gezeigt ist, führt es dazu, dass eine relativ hohe Umwandlungseffizienz in einem ultravioletten Band eher erwartet wurde als in einem blauen Band von 430 bis 470 nm. Demnach kann der Leuchtstoff gemäß den vorliegenden Beispielen hilfreich sein für Vorrichtungen, welche ultraviolette Strahlen als eine Anregungslichtquelle verwenden.

**[0079]** Die folgenden Beispiele 14-24 wurden ausgeführt, um die Bedingungen betreffend eine Menge (Mol-%) von Eu zu bestätigen.

**[0080]** In den vorliegenden Beispielen wurde  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  derart gewogen, dass ein Mol-%-Maß (a) von Europium jeweils 0,65; 0,98; 1,30; 1,52; 1,73; 1,95; 2,17; 2,38; 2,60 und 3,90 Mol-% in einem letztendlichen Leuchtstoff (in den jeweiligen Beispielen 14-23) wird, und dann wurde ein  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff unter denselben Bedingungen und Vorgängen bzw. Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellt mit Ausnahme eines Zusammenmischens mit der primären Rohmischung.

**[0081]** Der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen 14-23 wurde durch eine Lichtquelle von 460 nm angeregt und ein Lichthemissionsspektrum wurde gemessen, von welchem die Ergebnisse in **Fig. 14** gezeigt werden. Weiterhin zeigt **Fig. 15** einen Intensitätsintegralberechnungswert und eine Peakintensität bezogen auf jeweilige Beispiele und Vergleichsbeispiele. Eine Menge (a) von Europium kann, im Bereich von 0,1 bis 5 Mol-% liegend bestimmt werden, und sie kann unter Berücksichtigung einer Halbwertsbreite (FWHM) (es sei Bezug genommen auf **Fig. 17**) zusammen mit der Luminanz vorzugsweise im Bereich von 0,9 bis 3 Mol-% liegen.

**[0082]** **Fig. 16** zeigt ein Anregungsspektrum eines  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoffs gemäß den Beispielen 8-13 und den Vergleichsbeispielen 5 und 6. Wie in **Fig. 13** gezeigt wird, führte es dazu, dass eine relativ hohe Umwandlungseffizienz in einem ultravioletten Band (insbesondere von 355 nm) eher als in einem blauen Band und einem Nah-Ultraviolettbands (insbesondere von 406 nm) erwartet wurde. Demnach kann der Leuchtstoff gemäß den vorliegenden Beispielen auch hilfreich für Beleuchtungsvorrichtungen oder Anzeigevorrichtungen sein, in welchen ultraviolette Strahlen als eine Anregungslichtquelle verwendet werden.

**[0083]** Als solches kann der  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß den Beispielen der vorliegenden Erfindung auf eine Lichthemissionsvorrichtung und verschiedene Beleuchtungsvorrichtungen und Anzeigevorrichtungen angewandt werden. Gemäß dieser Anwendungsform kann der Leuchtstoff durch ein Gemischtwedens mit einem transparenten Harz bzw. Kunstharz bzw. Kunststoff, wie beispielsweise einem Silikonharz verwendet werden. In dem Fall des mit dem transparenten Kunststoff Gemischtwedens kann eine Ablagerung bzw. Ausscheidung in dem Leuchtstoffpulver beispielsweise in einem Zustand, in welchem der Leuchtstoff in einer Spritze aufgenommen ist vor dem Packen oder vor dem Aushärten nach dem Packvorgang auftreten, eine irreguläre Verteilung in dem Leuchtstoff kann auftreten aufgrund der Ausscheidung darin und eine Farbkoordinatenverteilung kann erhöht gemäß dem packaging sein.

**[0084]** Um diese irreguläre Farbverteilung zu verringern, sollte ein Ausmaß der Ablagerung gleichmäßig sein und die Größe des Leuchtstoffpulvers sollte gleichmäßig sein, was ungefähr durch die Korngröße bzw. Pulvergröße unter anderen Faktoren dafür gesteuert werden kann.

**[0085]** Eine Partikel-Größenverteilung in einem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann auch angemessen durch einen Zerkleinerungsvorgang und einen Klassifizierungsvorgang gesteuert werden. Eine Partikel-Größenverteilung in dem  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in einem Diagramm der **Fig. 18** gezeigt. Als Partikelgrößenbedingung kann ein Wert D50 im Bereich von 14,5 bis 18,5  $\mu\text{m}$  liegen, und er kann vorzugsweise im Bereich von 14 bis 18  $\mu\text{m}$  liegen. Zusätzlich kann ein Wert D10 im Bereich von 8 bis 11  $\mu\text{m}$  liegen und ein Wert D90 kann im Bereich von 23 bis 25  $\mu\text{m}$  liegen.

**[0086]** Verschiedene Anwendungen einschließlich des Leuchtstoffs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden.

**[0087]** **Fig. 19** ist eine schematisch Ansicht einer Weißlicht emittierenden Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0088]** Wie in **Fig. 19** gezeigt ist, kann eine Weißlicht emittierende Vorrichtung 10 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen blauen LED-Chip 15 und einen Harz- bzw. Kunstharz- bzw. Kunststoff-Packaging- bzw. Gehäuseteil 19, welches den blauen LED-Chip 15 verpackt und eine nach oben gerichtet konvexe Linsenform hat, haben.

**[0089]** Der Harz-Gehäuseteil 19 gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist als eine hemisphärische Linsenform habend dargestellt, um einen großen Lagewinkel bzw. Orientierungswinkel sicherzustellen. Der blaue LED-Chip 15 kann direkt an bzw. auf einer Leiterplatte angebracht sein. Der Harz-Gehäuseteil 19 kann aus einem Silikonharz, einem Epoxy-Harz oder einer Kombination davon gebildet sein. Ein grüner

Leuchtstoff 12 und ein roter Leuchtstoff 14 können in dem Inneren des Harz- Gehäuseteils 19 dispergiert bzw. verteilt sein.

**[0090]** Als der grüne Leuchtstoff 12, welcher gemäß der vorliegenden Ausführungsform angewandt wird, kann ein Oxinitrid-Leuchtstoff, welcher durch eine empirische Formel  $M_xA_yO_xN_{(4/3)y}$  oder ein Oxinitrid-Leuchtstoff, welcher durch eine empirische Formel  $M_aAbO_cN_{(2/3)a}^{+}_{(4/3)b}{}^{-}_{(2/3)c}$  zusätzlich zu dem obenstehend beschriebenen  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff verwendet werden. Hier ist M wenigstens eines eines Gruppe II-Elements ausgewählt aus einer Gruppe, welche aus Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Kalzium (Ca), Strontium (Sr) und Zink (Zn) besteht, und A ist wenigstens eines eines Gruppe IV-Elements ausgewählt aus einer Gruppe, welche aus Kohlenstoff (C), Silizium (Si), Germanium (Ge), Zinn (Sn), Titan (Ti), Zirkon (Zr) und Hafnium (Hf) besteht.

**[0091]** Indes kann der rote Leuchtstoff 14, welcher in der vorliegenden Ausführungsform angewandt werden kann, wenigstens einer sein ausgewählt aus einem Nitrid-basierten Leuchtstoff von  $M_1AlSiN_x : Re$  ( $1 \leq x \leq 5$ ), einem Sulfid-basierten Leuchtstoff von  $M_1D : Re$  und einem Silikat-basierten Leuchtstoff von  $(Sr, L)_2SiO_{4-x}N_y : Eu$  (hier  $0 < x \leq 4$ ,  $y = 2x/3$ ). Hier ist M1 wenigstens ein Element ausgewählt aus Barium (Ba), Strontium (Sr), Kalzium (Ca), und Magnesium (Mg), D ist wenigstens ein Element ausgewählt aus Schwefel (S), Selen (Se) und Telur (Te), L ist wenigstens ein Gruppe II-Element ausgewählt aus einer Gruppe, welche aus Barium (Ba), Kalzium (Ca) und Magnesium (Mg) besteht oder wenigstens ein Gruppe I-Element ausgewählt aus einer Gruppe, welche aus Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb) und Cäsium (Cs) besteht, D ist wenigstens eines ausgewählt aus Schwefel (S), Selen (Se) und Telur (Te), und Re ist wenigstens eines ausgewählt aus Yttrium (Y), Lanthan (La), Cer (Ce), Neodym (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysposium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb), Lutetium (Lu), F, Chlor (Cl), Brom (Br) und Iod (I).

**[0092]** Auf diese Art und Weise kann, da ein bestimmter grüner Leuchtstoff und ein bestimmter roter Leuchtstoff in der Form einer Kombination unter Berücksichtigung der Halbwertsbreite (FWHM), der Peakwellenlänge und/oder der Umwandlungseffizienz oder dergleichen vorgesehen sind, Weißlicht, welches einen hohen Farbwiedergabe-Index von 70 oder höher hat, vorgesehen werden. Ebenso wird, da Licht von verschiedenen Wellenlängenbändern durch eine Mehrzahl von Leuchtstoffen erhalten wird, die Farbrepräsentierbarkeit (oder Farbskala) verbessert werden.

**[0093]** In dem Fall des Silikat-basierten roten Leuchtstoffs von  $(Sr, L)_2SiO_{4-x}N_y : Eu$  unter den roten Leuchtstoffen kann der Bereich von x vorzugsweise  $0,15 \leq x \leq 3$  sein. In der empirischen Formel kann ein Teil von Silizium (Si) substituiert sein mit einem unterschiedlichen Element. Beispielsweise kann es mit wenigstens einem Element substituiert werden ausgewählt aus einer Gruppe, die aus Bor (B), Aluminium (Al), Gallium (Ga) und Indium (In) besteht. Alternativ kann es mit wenigstens einem Element substituiert werden ausgewählt aus einer Gruppe, die aus Titan (Ti), Zirkon (Zr), Gf, Zinn (Sn) und Blei (Pb) besteht.

**[0094]** Eine Hauptwellenlänge des blauen LED-Chips kann im Bereich von 430 nm bis 470 nm liegen. In diesem Fall kann, um den Farbwiedergabe-Index durch ein Sicherstellen eines breiteren Spektrums in dem sichtbaren Spektrenband zu verbessern, der Lichtemissions-Wellenlängenpeak des grünen Leuchtstoffs 12 im Bereich von 500 nm bis 550 nm liegen, und derjenige des roten Leuchtstoffs 14 kann im Bereich von 600 nm bis 660 nm liegen.

**[0095]** Der blaue LED-Chip kann eine Halbwertsbreite (FWHM) haben, welche im Bereich von 10 nm bis 50 nm liegt, der grüne Leuchtstoff kann eine Halbwertsbreite (FWHM) haben, welche im Bereich von 30 nm bis 200 nm liegt, und der rote Leuchtstoff kann eine Halbwertsbreite FWHM haben, welche im Bereich von 50 nm bis 250 nm liegt.

**[0096]** In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein gelber Leuchtstoff oder gelblich orangener Leuchtstoff zusätzlich zu dem vorstehenden roten Leuchtstoff 12 und dem grünen Leuchtstoff 14 enthalten sein. In diesem Fall kann ein weiter verbesserter Farbwiedergabe-Index erhalten werden. Diese Ausführungsform ist in **Fig. 20** veranschaulicht.

**[0097]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 20** kann eine Weißlicht emittierende Vorrichtung 20 gemäß der vorliegenden Ausführungsform einen Gehäuse-bzw. Package-Hauptkörper 21, welcher eine reflektierende Kalotte bzw. eine reflektierende Tasse bzw. eine reflektierende Schale hat, welche in einer Mitte davon gebildet ist, einen blauen LED-Chip 25, welcher an dem Boden der reflektierenden Schale angebracht ist, und ein trans-

parentes Harz- bzw. Kunstharz- bzw. Kunststoff-Gehäuseteil 29, welches den blauen LED-Chip 25 innerhalb der reflektierenden Schale kapselt, aufweisen.

**[0098]** Der Harz- Gehäuseteil 29 kann aus beispielsweise einem Silikon-Harz, einem Epoxy-Harz oder einer Kombination davon gebildet sein. In der vorliegenden Ausführungsform kann der Harz- Gehäuseteil 29 einen grünen Leuchtstoff 22 und einen roten Leuchtstoff 24 der vorstehenden Ausführungsformen aufweisen und einen zusätzlichen gelben oder gelblich orangenen Leuchtstoff 26.

**[0099]** Der grüne Leuchtstoff 22 kann nämlich einen  $M_xA_yO_xN_{(4/3)y}$  Oxinitrid-Leuchtstoff oder einen  $M_aA_bO_cN_{((2/3)a+(4/3)b-(2/3)c)}$  Oxinitrid-Leuchtstoff zusätzlich zu den vorstehenden  $\beta$ -Sialon-Leuchtstoff aufweisen. Der rote Leuchtstoff 24 kann wenigstens einer sein, welcher ausgewählt ist aus einem Nitrid-basierten Leuchtstoff von  $M1AlSiN_x : Re$  ( $1 \leq x \leq 5$ ) und einem Sulfid-basierten Leuchtstoff von  $M1D : Re$ .

**[0100]** Ebenso kann in der vorliegenden Ausführungsform der dritte Leuchtstoff 26 weiterhin enthalten sein. Der dritte Leuchtstoff kann ein gelber oder gelblich orangener Leuchtstoff sein, welcher Licht von einem Wellenlängenband emittieren kann, welches in der Mitte des grünen und des roten Wellenlängenbandes positioniert ist. Der gelbe oder gelblich orangene Leuchtstoff kann ein Silikat-basierter Leuchtstoff sein. Der gelblich orangene Leuchtstoff kann ein  $\alpha$ -SiAlON : Re-basierter oder ein Granatbasierter Leuchtstoff von YAG und TAG sein.

**[0101]** In der voranstehenden Ausführungsform ist der Fall, in welchem zwei oder mehrere Typen von Leuchtstoffpulvern gemischt werden, um in einem einzelnen Harz-Gehäuseteil-Gebiet verteilt zu werden, veranschaulicht, es können jedoch auch verschiedene andere Strukturen implementiert werden. Im Detail können die zwei oder drei Typen von Leuchtstoff gebildet werden, um eine Struktur zu haben, in welcher sie verschiedene Lagen bzw. Schichten bilden. Beispielsweise können der grüne Leuchtstoff, der rote Leuchtstoff und der gelbe oder gelblich orangene Leuchtstoff als Leuchtstoffschichten in einer Multischichtenstruktur durch ein Verteilen der entsprechenden Typen von Leuchtstoffpulver unter einem hohen Druck vorgesehen sein.

**[0102]** Alternativ kann, wie in **Fig. 21** gezeigt ist, eine Mehrzahl von Leuchtstoffenthaltenden Harzschicht-Strukturen implementiert werden. Unter Bezugnahme auf **Fig. 21** kann, wie in der früheren Ausführungsform, eine Weißlicht emittierende Vorrichtung 30 gemäß der vorliegenden Ausführungsform einen Gehäuse-Hauptkörper 31, welcher eine reflektierende Schale hat, welche in der Mitte davon gebildet ist, eine blaue LED 35, welche an dem Boden der reflektierenden Schale angebracht ist, und ein transparentes Harz- bzw. Kunstharz- bzw. Kunststoff-Gehäuseteil 39, welches die rote LED 35 innerhalb der reflektierenden Schale kapselt, aufweisen.

**[0103]** Eine Harzschicht, welche verschiedene Leuchtstoffschichten bzw. -lagen aufweist, kann auf dem Harz-Gehäuseteil 39 vorgesehen sein. Es kann nämlich eine Wellenlängenumwandlungseinheit konfiguriert sein, um eine erste Harzschicht 32, welche den grünen Leuchtstoff beinhaltet, eine zweite Harzschicht 34, welche den roten Leuchtstoff beinhaltet und eine dritte Harzschicht 36, welche den gelben oder gelblich orangenen Leuchtstoff beinhaltet, aufzuweisen.

**[0104]** Der Leuchtstoff, welcher gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird, kann derselbe sein oder ähnlich zu dem Leuchtstoff welcher in der vorstehenden Ausführungsformen beschrieben ist.

**[0105]** Weißes Licht, welches durch ein Kombinieren der Leuchtstoffe, welche in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen sind, erhalten wird, kann einen hohen Farbwiedergabe-Index erhalten. Wenn nämlich der gelbe Leuchtstoff mit dem blauen LED-Chip kombiniert wird, kann umgewandeltes Gelblich zusammen mit Licht von einer blauen Wellenlänge erhalten werden. In diesem Fall ist es, da es nur wenig Licht von den grünen und roten Wellenlängenbändern in dem gesamt sichtbaren Spektrum gibt, schwierig, einen Farbwiedergabe-Index nahe zu natürlichem Licht zu erhalten. Insbesondere hat das umgewandelte gelbe Licht eine schmale Halbwertsbreite (FWHM), um eine hohe Umwandlungseffizienz zu erhalten, was den Farbwiedergabe-Index weiterhin verringert. Zusätzlich können die Charakteristiken von manifestiertem Weißlicht leicht geändert werden gemäß dem Grad der einzelnen Gelb-Umwandlung, daran scheiternd, eine exzellente Farbreproduzierbarkeit zu garantieren.

**[0106]** Im Vergleich dazu kann in der Ausführungsform, in welcher der blaue LED-Chip und der grüne Leuchtstoff (G) und der rote Leuchtstoff (R) kombiniert werden, verglichen mit dem existierenden Beispiel ein breiteres Spektrum von innerhalb des sichtbaren Spektrums erhalten werden, da Licht in den grünen und

roten Bändern emittiert wird, was zu einer großen Verbesserung im Farbwiedergabe-Index führt. Zusätzlich kann der Farbwiedergabe-Index weiter verbessert werden durch ein Einbinden bzw. Einschließen des gelben oder gelblich orangenen Leuchtstoffs, welcher das mittlere Wellenlängenband zwischen dem grünen und dem roten Band vorsieht.

**[0107]** **Fig. 22** ist ein Diagramm, welches ein Emissionsspektrum des grünen Leuchtstoffs zeigt, welcher in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird. Wie in **Fig. 22** gezeigt ist, kann der grüne Leuchtstoff, welcher aus dem Oxinitrid-Leuchtstoff gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten wird, eine Peakwellenlänge von ungefähr 540 nm haben und ein Emissionsspektrum, welches eine Halbwertsbreite (FWHM) von 76,7 nm hat.

**[0108]** Die **Fig. 23A** und **Fig. 23B** sind Diagramme, welche Emissionsspektren des roten Leuchtstoffs zeigen, welcher in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann.

**[0109]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 23A** ist das Spektrum eines Nitrid-basierten Leuchtstoffs von  $\text{MAlSiN}_x$  :  $\text{Re}$  ( $1 \leq x \leq 5$ ) gezeigt (hier ist M wenigstens ein Element ausgewählt aus Barium (Ba), Strontium (Sr), Kalzium (Ca), und Magnesium (Mg), und Re ist wenigstens ein Element ausgewählt aus Yttrium (Y), Lanthan (La), Cer (Ce), Neodym (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysposium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb), Lutetium (Lu), Fluor (F), Chlor (Cl), Brom (Br) und Iod (I)). Das umgewandelte rote Licht hat eine Peakwellenlänge von ungefähr 640 nm und eine Halbwertsbreite von ungefähr 85 nm.

**[0110]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 23B** ist das Spektrum eines Sulfid-basierten Leuchtstoffs von  $\text{MD : Eu}$ ,  $\text{Re}$  gezeigt (hier ist M wenigstens ein Element ausgewählt aus Beryllium (BE), Barium (Ba), Strontium (Sr), Kalzium (Ca), und Magnesium (Mg), D ist wenigstens ein Element ausgewählt aus Schwefel (S), Selen (Se) und Telur (Te), und Re ist wenigstens ein Element ausgewählt aus Yttrium (Y), Lanthan (La), Cer (Ce), Neodym (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysposium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb), Lutetium (Lu), F, Chlor (Cl), Brom (Br) und Iod (I)). Das umgewandelte rote Licht hat eine Peakwellenlänge von ungefähr 655 nm und eine Halbwertsbreite (FWHM) von ungefähr 55 nm.

**[0111]** Die **Fig. 24A** und **Fig. 24B** sind Diagramme, welche Spektren des gelben oder gelblich orangenen Leuchtstoffs zeigen, welcher wahlweise in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann.

**[0112]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 24A** ist das Spektrum eines Silikat-basierten Leuchtstoffs gezeigt. Das umgewandelte gelbe Licht hat eine Peakwellenlänge von ungefähr 555 nm und eine Halbwertsbreite (FWHM) von ungefähr 90 nm.

**[0113]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 24B** ist das Spektrum eines  $\alpha\text{-SiAlON : Re}$ -Leuchtstoffs gezeigt (hier ist Re wenigstens ein Element ausgewählt aus Yttrium (Y), Lanthan (La), Cer (Ce), Neodym (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysposium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb), Lutetium (Lu), F, Chlor (Cl), Brom (Br) und Iod (I)), und Re ist innerhalb des Bereiches von 1 ppm bis 5.000 ppm). Das umgewandelte gelbe Licht hat eine Peakwellenlänge von ungefähr 580 nm und eine Halbwertsbreite (FWHM) von ungefähr 88 nm.

**[0114]** Auf diese Art und Weise kann, da ein bestimmter grüner Leuchtstoff und ein bestimmter roter Leuchtstoff in der Form einer Kombination unter Berücksichtigung der Halbwertsbreite (FWHM), der Peakwellenlänge und/oder der Umwandlungseffizienz etc. vorgesehen sind, und ein gelber oder gelblich orangener Leuchtstoff zu der Kombination hinzugefügt wird, ein weißes Licht mit einem hohen Farbwiedergabe-Index von 70 oder höher vorgesehen werden. In der CIE 1941 Farbkoordinatenbasis sind für Farbkoordinaten des roten Lichts x- und y-Koordinaten jeweils innerhalb des Bereiches von  $0,55 \leq x \leq 0,65$  und  $0,25 \leq y \leq 0,35$ , für Farbkoordinaten des grünen Lichts sind x- und y-Koordinaten jeweils innerhalb des Bereiches von  $0,2 \leq x \leq 0,4$  und  $0,5 \leq y \leq 0,7$  und für die Farbkoordinaten des blauen Lichts sind die x- und y-Koordinaten jeweils innerhalb des Bereiches von  $0,1 \leq x \leq 0,2$  und  $0,02 \leq y \leq 0,15$ .

**[0115]** Wenn eine Hauptwellenlänge des blauen LED-Chips im Bereich von 430 nm bis 470 nm liegt, kann ein Lichtemissions-Wellenlängenpeak des grünen Leuchtstoffs im Bereich von 500 nm bis 550 nm liegen, derjenige des roten Leuchtstoffs kann im Bereich von 600 nm bis 660 nm liegen und derjenige des gelben oder gelblich orangenen Leuchtstoffs kann im Bereich von 550 nm bis 600 nm liegen.

**[0116]** Ebenso kann, wenn der blaue LED-Chip eine Halbwertsbreite (FWHM) hat, welche im Bereich von 10 nm bis 50 nm liegt, der grüne Leuchtstoff eine Halbwertsbreite (FWHM) haben, welche im Bereich von 30 nm bis 200 nm liegt, und vorzugsweise im Bereich von 60 nm bis 80 nm liegt, der rote Leuchtstoff kann eine Halbwertsbreite (FWHM) haben, welche im Bereich von 50 nm bis 250 nm liegt und der gelbe oder gelblich orangene Leuchtstoff kann eine Halbwertsbreite (FWHM) haben, welche im Bereich von 20 nm bis 100 nm liegt.

**[0117]** Durch die Auswahl und Kombination der jeweiligen Leuchtstoffe unter solchen Bedingungen kann in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein relativ breites Spektrum in dem sichtbaren Spektralband sichergestellt werden und ein exzellentes weißes Licht, welches einen relativ hohen Farbwiedergabe-Index hat, kann vorgesehen werden.

**[0118]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein Weißlichtquellenmodul vorgesehen sein, welches praktisch als eine Lichtquelle einer LCD-Hintergrundbeleuchtungseinheit verwendet werden kann. Das Weißlichtquellenmodul gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann nämlich als eine Lichtquelle der LCD-Hintergrundbeleuchtungseinheit mit verschiedenen optischen Bauteilen (einem Diffusor, einer Lichtführungsplatte, einer reflektierenden Platte, einer Prismenfolie und dergleichen) gekoppelt werden, um eine Hintergrundbeleuchtungseinheit zu konfigurieren. Die **Fig. 25** und **Fig. 26** veranschaulichen solche Weißlichtquellenmodule.

**[0119]** Als erstes kann unter Bezugnahme auf **Fig. 25** ein Lichtquellenmodul 50 für eine LCD-Hintergrundbeleuchtung, eine Leiterplatte 51 und eine Anordnung bzw. Matrix einer Mehrzahl von weißen LED-Vorrichtungen 10 aufweisen, welche an bzw. auf der Leiterplatte 51 angebracht sind. Ein leitfähiges Muster (nicht gezeigt) kann an einer oberen Oberfläche der Leiterplatte 51 gebildet sein derart, dass es mit den LED-Vorrichtungen 10 verbunden ist.

**[0120]** Jede der weißen LED-Vorrichtungen 10 kann als die weiße LED-Vorrichtung verstanden werden, welche obenstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 19** beschrieben ist. Die blaue LED 15 nämlich kann direkt in einer COB-Art (COB=Chip On Board=Chip auf Leiterplatte) auf der Leiterplatte 51 angebracht werden. Jede der weißen LED-Vorrichtungen 10 kann konfiguriert sein, um den hemisphärischen Harz-Gehäuseteil 19 aufzuweisen, welcher ohne eine getrennte reflektive Wand eine Linsenfunktion hat, demnach einen weiten Orientierungswinkel habend. Der weite Orientierungswinkel jeder der Weißlichtquellen kann zu einer Verringerung in der Größe (d.h. der Dicke oder der Breite) einer LCD-Anzeige beitragen.

**[0121]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 26** kann ein Lichtquellenmodul 60 für eine LCD-Hintergrundbeleuchtung eine Leiterplatte 61 und eine Anordnung bzw. Matrix einer Mehrzahl von weißen LED-Vorrichtungen 20 aufweisen, welche auf bzw. an der Leiterplatte 61 angebracht sind. Wie obenstehend mit Bezugnahme auf **Fig. 20** beschrieben ist, können die Weißlicht-LED-Vorrichtungen 20 den blauen LED-Chip 25, welcher innerhalb einer reflektierenden Schale des Gehäuse-Hauptkörpers 21 angebracht ist, und das Harz-Packaging-Teil 29, welches den blauen LED-Chip 25 kapselt, aufweisen. Der gelbe oder gelblich orangene Leuchtstoff 26 zusammen mit dem grünen Leuchtstoff 22 und dem roten Leuchtstoff 24 kann in dem Harz-Gehäuseteil 29 verteilt und eingeschlossen sein.

**[0122]** Verschiedene Typen von Weißlicht emittierenden Vorrichtungen, welche die vorangehenden Leuchtstoffe als Wellenlängenumwandlungsmaterialien verwenden, können gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung implementiert werden. Hierin nachstehend wird nun eine Lichtemissionsvorrichtung, welche für die Weißlicht emittierende Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann, beschrieben werden.

**[0123]** Als erstes kann eine geschichtete Halbleiterstruktur einer Lichtemissionsvorrichtung 100, welche in **Fig. 27** veranschaulicht ist, die folgende Struktur haben. Ein Substrat, welches aus einer Si-Al-Legierung gebildet ist (hierin nachstehend wird hierauf Bezug genommen als „Si-Al-Legierungssubstrat“) wird gebildet, eine Schutzschicht 120 wird auf einer unteren und oberen Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 gebildet und eine Verbindungsmetallschicht 102, eine reflektive Metallschicht 103, eine p-Typ Halbleiterschicht 104, eine aktive Schicht 105 und eine n-Typ Halbleiterschicht 106 können nacheinanderfolgend auf der Schutzschicht 120 geschichtet bzw. gestapelt werden. Die p-Typ und n-Typ Halbleiterschichten 104 und 106 und die aktive Schicht 105 können aus einem GaNbasierten Halbleiter gebildet werden, nämlich  $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{(1-x-y)}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y < 1$ ,  $0 \leq x + y \leq 1$ ) -Halbleitermaterial oder dergleichen und können eine Lichtemissionsstruktur konstituieren bzw. aufbauen.

**[0124]** Eine n-seitige Elektrode 107 kann auf der n-Typ Halbleiterschicht 106 gebildet werden. Die reflektive Metallschicht 103, welche zwischen der Verbindungsmetallschicht 102 und der p-Typ Halbleiterschicht 104 zwischenliegend angeordnet ist, kann Licht nach oben reflektieren, welches von der Halbleiterschicht eingeschossen wird, um damit die Luminanz des lichtemittierenden Elements zu erhöhen. Die reflektierende Metallschicht 103 kann aus einem Metall gebildet sein, welches einen hohen Reflektivitätsgrad hat, beispielsweise einem Metall ausgewählt aus der Gruppe, welche aus Gold (Au), Silber (Ag), Aluminium (Al) und Rhodium (Rh) besteht oder einer Legierung von zwei oder mehreren davon. Die reflektierende Metallschicht 103 kann, wenn notwendig, ausgelassen werden.

**[0125]** Die Verbindungsmetallschicht 102 kann dazu dienen, um das Si-Al-Legierungssubstrat 101 mit der Lichtemissionsstruktur zu verbinden. Die Verbindungsmetallschicht 102 kann aus Gold (Au) oder dergleichen gebildet sein. Hier kann die Lichtemissionsvorrichtung 100 die Verbindungsmetallschicht 102 aufweisen, das Si-Al-Legierungssubstrat 101 kann jedoch direkt mit der p-Typ Halbleiterschicht 104 ohne die Verbindungsmetallschicht 102 dazwischen verbunden sein. Demnach kann die Lichtemissionsvorrichtung 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das Si-Al-Legierungssubstrat 101 als ein leitfähiges Substrat verwenden.

**[0126]** Die Si-Al-Legierung kann hilfreich sein in Hinsicht auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten, die thermische Leitfähigkeit, die mechanische Verarbeitbarkeit und die Kosten. Der thermische Ausdehnungskoeffizient nämlich des Si-Al-Legierungssubstrats 101 kann ähnlich zu demjenigen eines Saphir-Substrats sein. Demnach kann, wenn die Lichtemissionsvorrichtung 100 unter Verwendung des Si-Al-Legierungssubstrats 100 hergestellt wird, ein Phänomen, bei welchem ein Substrat gebogen wird, welches in einem Vorgang des Bondens eines existierenden leitfähigen Substrats, welches aus Silizium (Si) gebildet ist und ein Vorgang des Trennens eines Saphir-Substrats gemäß einer Laser-Radiation, und eine Risserzeugung in einer Lichtemissionsstruktur drastisch verringert werden, um eine hoch qualitative Lichtemissionsvorrichtung 100 mit verringerten Defekten zu erhalten.

**[0127]** Ebenso kann sich die Wärmeleitfähigkeit des Si-Al-Legierungssubstrats 100 von 120 bis 180 W/m \* K bewegen, was eine exzellente Wärmeableitcharakteristik vorsieht. Ebenso kann sie auch, da das Si-Al-Legierungssubstrat 101 leicht durch ein Schmelzen von Silizium (Si) und Aluminium (Al) unter hohem Druck hergestellt werden kann, unter geringen Kosten erhalten werden.

**[0128]** Insbesondere kann die Lichtemissionsvorrichtung 100 gemäß der vorliegenden Ausführungsform weiterhin die Schutzschicht 120 aufweisen, welche auf der oberen und unteren Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 gebildet ist, um eine chemische Infiltrierung zu dem Si-Al-Legierungssubstrat 100 während eines Säuberungsvorganges zu verhindern. Hier kann die Schutzschicht 120 aus einem Metall oder einem leitfähigen Dielektrikum oder dergleichen gebildet werden. Wenn die Schutzschicht 120 aus einem Metall gebildet ist, kann sie aus wenigstens einem von Nickel (Ni), Gold (Au), Kupfer (Cu), Wolfram (W), Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Platin (Pt), Rutenium (Ru), Rhodium (Rh), Titan (Ti) und Tantal (Ta), oder einer Legierung von wenigstens zweien oder mehreren davon gebildet sein.

**[0129]** In diesem Fall kann die Schutzschicht 120 durch ein elektroloses Plattierverfahren, eine Metallablagerung, Sputtern, CVD oder dergleichen gebildet werden und eine zweite Metallschicht 110, welche als eine Saat in dem Vorgang des Plattierens der Schutzschicht 120 dient, kann weiterhin zwischen dem Si-Al-Legierungssubstrat 101 und der Schutzschicht 120, welche aus einem metallischen Material gebildet ist, gebildet werden. Die Saat-Metallschicht bzw. Keim-Metallschicht 110 kann aus Titan (Ti)/Gold (Au) oder dergleichen gebildet werden. Ebenso kann, wenn die Schutzschicht 120 aus einem leitfähigen Dielektrikum gebildet ist, das leitfähige Dielektrikum aus ITO (Indium-Zinnoxid), IZO (Indium-Zinkoxid) oder ClO (Kupfer-Indiumoxid) gebildet sein. In diesem Fall kann die Schutzschicht 120 durch Ablagerung, Sputtern oder dergleichen gebildet werden. Die Schutzschicht 120 kann gebildet werden, um eine Dicke zu haben, welche im Bereich von 0,01 µm bis 20 µm liegt und kann vorzugsweise eine Dicke haben, welche im Bereich von 1 µm bis 10 µm liegt.

**[0130]** Auf diese Art und Weise kann in der Lichtemissionsvorrichtung, welche für die Weißlicht emittierende Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, verhindert werden, dass das Al-Metall des Si-Al-Legierungssubstrats 101 durch Chemikalien wie beispielsweise HCL, HF, KOH oder dergleichen, welche in einem Reinigungsverfahren verwendet werden, welches durchgeführt wird, nachdem das Saphir-Substrat getrennt ist oder durch eine Chemikalie wie beispielsweise KOH, welche in einem Verfahren des Texturierens der Oberfläche der n-Typ Halbleiterschicht 106 verwendet wird, geätzt wird, da

die Schutzschicht 120, welche aus einem Material wie beispielsweise Nickel (Ni) gebildet ist, auf der Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 gebildet ist.

**[0131]** Demnach kann in der Lichtemissionsvorrichtung, welche für die Weißlicht emittierende Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann, eine Bildung von Vorsprüngen und Vertiefungen auf der Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 verhindert werden und demnach kann verhindert werden, dass die Lichtemissionsstruktur, welche an das Si-Al-Legierungssubstrat 101 gebondet ist, sich abschält.

**[0132]** Die Verwendung des Metalls wie beispielsweise Nickel (Ni) oder dergleichen als ein Material für die Schutzschicht 120 kann die Oberflächenrauheit des Si-Al-Legierungssubstrats 101 verbessern, um damit die Verbindung (oder die Bindung/Bond) zwischen dem Si-Al-Legierungssubstrat 101 und der Lichtemissionsstruktur zu festigen. Im Stand Technik nämlich kann vor der Bildung der Verbindungsmetallschicht 102 das Si-Al-Legierungssubstrat 101 einen Reinigungsvorgang durchlaufen, welcher ein chemisches Material wie beispielsweise eine Säure oder dergleichen verwendet, um eine natürliche Oxidschicht zu entfernen, und so kann das Al-Metall an der Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 geätzt werden, um zu der Bildung von Vorsprüngen und Vertiefungen zu führen, welche in einem Bereich 200 nm bis 500 nm im Durchschnitt auf der Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 liegen. In Ausführungsform 1 jedoch der vorliegenden Erfindung kann das Metall wie beispielsweise Nickel (Ni) oder dergleichen als die Schutzschicht 120 auf der Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 gebildet werden und das Si-Al-Legierungssubstrat 101 kann einem Ni CMP (Chemical Mechanical Polishing = Chemisch-mechanisches Polieren)-Vorgang unterzogen werden. Demnach können die Oberflächenvorsprünge und Vertiefungen auf 5 nm oder geringer verringert werden, was die Oberflächenrauheit verbessert, um wie eine Spiegeloberfläche zu erscheinen.

**[0133]** Als solches kann die Oberflächenrauheit des Si-Al-Legierungssubstrats 101 verbessert werden, die Verbindung zwischen dem Si-Al-Legierungssubstrat 101 und der Lichtemissionsstruktur kann gefestigt werden und die Verbindungsstärke kann verbessert werden.

**[0134]** **Fig. 25** zeigt ein anderes Beispiel eines Lichtemissionselementes, welches für die Weißlicht emittierende Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann.

**[0135]** Die Lichtemissionsvorrichtung, welche in **Fig. 28** veranschaulicht ist, kann ähnlich zu der Lichtemissionsvorrichtung sein, welche in **Fig. 27** veranschaulicht ist, mit Ausnahme dessen, dass die Schutzschicht 120 auf der oberen Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 derart gebildet ist, dass Abschnitte des Si-Al-Legierungssubstrats 101 freiliegend sind, ohne auf der Gesamtheit der oberen und unteren Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 gebildet zu sein, ist eine leitfähige Schicht 122 auf der Schutzschicht 120 und auf den Abschnitten der oberen Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 welche von der Schutzschicht 120 freiliegend sind, gebildet und eine Kontaktmetallschicht 123 ist auf einer unteren Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 gebildet.

**[0136]** Insbesondere kann die Schutzschicht 120 aus einem isolierenden Material gebildet sein an Stelle eines Metalls oder eines leitfähigen Dielektriks. Das heißt, in der Lichtemissionsvorrichtung gemäß Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung kann, da die Schutzschicht 120 aus einem isolierenden Material und nicht aus einem Metall oder einem leitfähigen Dielektrikum gebildet ist, die Schutzschicht 120 gebildet sein, um Abschnitte der oberen Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 freizulegen und die leitfähige Schicht 122 kann zusätzlich auf der oberen Oberfläche des Si-Al-Legierungssubstrats 101 einschließlich der Schutzschicht 120 gebildet werden, um es zu ermöglichen, dass das Si-Al-Legierungssubstrat 101 mit der darauf gebildeten Schutzschicht 120 und die Lichtemissionsstruktur an der oberen Seite der Schutzschicht 120 elektrisch verbunden sind. Hier kann die leitfähige Schicht 122 aus einem Metall oder dergleichen gebildet werden.

**[0137]** Indes kann im Gegensatz zu der Lichtemissionsvorrichtung, welche die Konfiguration wie obenstehend beschrieben hat, die Weißlicht emittierende Vorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Lichtemissionsvorrichtung einsetzen, welche eine Elektrodenabscheidungsstruktur hat, welche modifiziert ist, um einen Betrieb mit einem hohen Strom zu ermöglichen. Die **Fig. 29** und **Fig. 30** sind eine Draufsicht und eine Seitenschnittansicht, welche ein Beispiel einer Lichtemissionsvorrichtung zeigen, welche in einer Weißlicht emittierende Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann. **Fig. 30** ist eine Schnittansicht, welche entlang einer Linie I-I' in **Fig. 31** aufgenommen ist.

**[0138]** Unter Bezugnahme auf die **Fig. 29** und **Fig. 30** kann eine Lichtemissionsvorrichtung 200 ein leitfähiges Substrat 210, eine erste Elektrodenschicht 220, eine Isolierschicht 230, eine zweite Elektrodenschicht 240, eine zweite leitfähige Halbleiterschicht 250, eine aktive Schicht 260 und eine erste leitfähige Halbleiterschicht 270 aufweisen, und die jeweiligen Schichten können nacheinanderfolgend gestapelt bzw. geschichtet sein.

**[0139]** Das leitfähige Substrat 210 kann aus einem Material gebildet sein, welches es ermöglicht, dass Elektrizität dort hindurchfließt. Beispielsweise kann das leitfähige Substrat 210 ein Metallsubstrat sein, welches wenigstens eines von Metallen aus Gold (Au), Nickel (Ni), Kupfer (Cu) und Wolfram (W) aufweist oder es kann ein Halbleitersubstrat sein, welches irgendeines von Silizium (Si), Germanium (Ge) und Galliumarsenid (GaAs) aufweist. Die erste Elektrodenschicht 220 kann auf das leitfähige Substrat 210 geschichtet bzw. gestapelt sein. Die erste Elektrodenschicht 220 kann elektrisch mit dem leitfähigen Substrat 210 und der aktiven Schicht 260 verbunden sein, so kann sie aus einem Material für ein signifikantes Verringern des Kontaktwiderstandes mit dem leitfähigen Substrat 210 und der aktiven Schicht 260 gebildet sein.

**[0140]** Wie in **Fig. 30** gezeigt ist, können Abschnitte der ersten Elektrodenschicht 220, welche auf das leitfähige Substrat 210 geschichtet ist, die Isolierschicht 230, die zweite Elektrodenschicht 240, die zweite leitfähige Halbleiterschicht 250 und die aktive Schicht 260 durchdringen und sich durch Kontaktlöcher 280, welche sogar bis zu einem bestimmten Bereich der ersten leitfähigen Halbleiterschicht 270 hindurchdringen, sich erstrecken, um in Kontakt mit der ersten leitfähigen Halbleiterschicht 270 gebracht zu werden, und damit das leitfähige Substrat 210 und die leitfähige Halbleiterschicht 270 elektrisch zu verbinden. Die erste Elektrodenschicht 220 kann nämlich elektrisch das leitfähige Substrat 210 und die erste leitfähige Halbleiterschicht 270 durch die Kontaktlöcher 280 verbinden, und so können die erste Elektrodenschicht 220 und die erste leitfähige Halbleiterschicht 270 elektrisch durch die Größe des Kontaktloches 280 verbunden sein und genauer durch Kontaktbereiche 290, in welchen sie in Kontakt stehen.

**[0141]** Indes kann die Isolierschicht 230 auf der ersten Elektrodenschicht 220 vorgesehen sein, um die erste Elektrodenschicht 220 von anderen Schichten elektrisch zu isolieren mit der Ausnahme des leitfähigen Substrats 210 und der ersten leitfähigen Halbleiterschicht 270. Die Isolierschicht 230 kann nämlich zwischen den Seiten der zweiten Elektrodenschicht 240, der zweiten leitenden Halbleiterschicht 250 und der aktiven Schicht 260, welche zu dem Kontaktloch 280 und der ersten Elektrodenschicht 220 freiliegend ist, sowie zwischen der ersten Elektrodenschicht 220 und der zweiten Elektrodenschicht 240 vorgesehen sein. Ebenso kann die Isolierschicht 230 zu der Seite eines bestimmten Bereiches der ersten leitfähigen Halbleiterschicht 270, durch welche das Kontaktloch 280 hindurchtreten kann, gebildet werden, um dasselbe zu isolieren.

**[0142]** Die zweite Elektrodenschicht 240 kann auf der Isolierschicht 220 vorgesehen sein. Selbstverständlich existiert die zweite Elektrodenschicht nicht in bestimmten Bereichen, in welchen die Kontaktlöcher 280 in einer durchdringenden Art und Weise gebildet sind. In diesem Fall kann, wie in **Fig. 30** gezeigt ist, die zweite Elektrodenschicht 240 einen freiliegenden Bereich der Schnittstelle in Kontakt mit der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 250 aufweisen, nämlich wenigstens einen freiliegenden Bereich 245. Ein Elektroden-Pad 247 kann auf dem freiliegenden Bereich 245 vorgesehen sein, um externe Leistung mit der zweiten Elektrodenschicht 240 zu verbinden.

**[0143]** Indes existieren die zweite leitfähige Halbleiterschicht 250, die aktive Schicht 260 und die erste leitfähige Halbleiterschicht 270 (welche später erklärt werden wird) nicht in dem freigelegten Gebiet 245. Ebenso kann, wie in **Fig. 9** gezeigt ist, das freigelegte bzw. freiliegende Gebiet 245 an der Ecke der Halbleiter-Lichtemissionsvorrichtung 200 gebildet werden, um einen Lichtemissionsbereich der Halbleiter-Lichtemissionsvorrichtung 200 signifikant zu erhöhen. Indes mag die zweite Elektrodenschicht 240 wenigstens eines von Metallen aus Silber (Ag), Aluminium (Al) und Platin (Pt) aufweisen. Dies ist aufgrund der Tatsache der Fall, dass, wenn die zweite Elektrodenschicht 240 elektrisch in Kontakt mit der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 250 ist, diese als eine Schicht vorgesehen werden muss, welche die Charakteristiken zum signifikanten Verringern eines Kontaktwiderstandes der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 250 hat und die Funktion hat, Licht, welches von der aktiven Schicht 260 erzeugt wird, nach außen zu reflektieren, um damit die Leuchteffizienz zu erhöhen.

**[0144]** Die zweite leitfähige Halbleiterschicht 250 kann auf der zweiten Elektrodenschicht 240 vorgesehen sein und die aktive Schicht 260 kann auf der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 250 vorgesehen sein und die erste leitfähige Halbleiterschicht 270 kann auf der aktiven Schicht 260 vorgesehen sein. In diesem Fall kann die erste leitfähige Halbleiterschicht 270 ein n-Typ Nitrid-Halbleiter sein, und die zweite leitfähige Halbleiterschicht 250 kann ein p-Typ Nitrid-Halbleiter sein. Indes kann die aktive Schicht 260 mit einem Material

gebildet sein, welches gemäß den Materialien der ersten und zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 270 und 250 ausgewählt ist. Die aktive Schicht 260 kann nämlich Energie in Licht umwandeln gemäß einer Elektronen-Loch-Rekombination und das Licht emittieren, und so kann die aktive Schicht 260 aus einem Material gebildet sein, welches eine Energiebandlücke hat geringer als diejenige der ersten und zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 270 und 250.

**[0145]** Indes kann in der Lichtemissionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform die erste Elektrodenschicht, welche mit dem Kontaktloch verbunden ist, zu der Außenseite freiliegend sein, im Gegensatz zu der Lichtemissionsvorrichtung, welche in **Fig. 28** veranschaulicht ist.

**[0146]** Im Fall einer Lichtemissionsvorrichtung 300, welche in **Fig. 31** veranschaulicht ist, sind eine zweite leitfähige Halbleiterschicht 350, eine aktive Schicht 360 und eine erste leitfähige Halbleiterschicht 370 auf einem leitfähigen Substrat 310 gebildet. In diesem Fall kann eine zweite Elektrodenschicht 340 zwischen der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 350 und dem leitfähigen Substrat 310 angeordnet sein, die zweite Elektrodenschicht 340 muss jedoch nicht notwendigerweise ausgebildet sein.

**[0147]** In der vorliegenden Ausführungsform kann ein Kontaktloch 390, welches einen Kontaktbereich 390 in Kontakt mit der ersten leitfähigen Halbleiterschicht 370 hat, mit der ersten Elektrodenschicht 320 verbunden sein, und die erste Elektrodenschicht 230 kann freiliegend sein, um einen elektrischen Verbindungsteil 345 zu haben. Ein Elektroden-Pad-Teil 347 kann auf dem elektrischen Verbindungsteil 345 gebildet sein. Die erste Elektrodenschicht 320 kann von der aktiven Schicht 360, der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 350, der zweiten Elektrodenschicht 340 und dem leitfähigen Substrat 310 mittels einer Isolierschicht 330 elektrisch getrennt sein.

**[0148]** Anders als bei der vorangehenden Ausführungsform, in welcher das Kontaktloch mit dem leitfähigen Substrat verbunden ist, kann in der vorliegenden Ausführungsform das Kontaktloch 380 elektrisch von dem leitfähigen Substrat 310 getrennt sein und die erste Elektrodenschicht 320, welche mit dem Kontaktloch 380 verbunden ist, kann zu der Außenseite freiliegend sein. Demzufolge kann das leitfähige Substrat 310 elektrisch mit der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht 340 verbunden sein, um eine Polarität geändert im Vergleich zu derjenigen der vorangehenden Ausführungsform zu haben.

**[0149]** Demzufolge kann in dem Lichtemissionselement ein Abschnitt einer ersten Elektrode auf bzw. an der Lichtemissionsoberfläche gebildet sein und der andere Teil der ersten Elektrode kann an der unteren Seite der aktiven Schicht angeordnet sein, wodurch ein maximal mögliches Niveau in einem Lichtemissionsbereich sichergestellt wird und da die Elektrode, die auf der Lichtemissionsoberfläche angeordnet ist, einheitlich bzw. gleichmäßig angeordnet ist, kann, auch in dem Fall, dass ein hoher Betriebsstrom daran angelegt wird, der Strom einheitlich verteilt werden, um dadurch eine Stromkonzentration bei einem Hochstrombetrieb zu verringern.

**[0150]** Auf diese Art und Weise kann die Lichtemissionsvorrichtung, welche in den **Fig. 30** und **Fig. 31** veranschaulicht ist, einen geschichteten Halbleiterkörper aufweisen, der eine erste und zweite leitfähige Halbleiterschicht, welche erste und zweite Hauptoberflächen einander gegenüberliegend, und eine aktive Schicht, welche zwischen der ersten und der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht gebildet ist vorsehen, ein Kontaktloch, das mit einem Gebiet der ersten leitenden Halbleiterschicht von der zweiten Hauptoberfläche durch die aktive Schicht verbunden ist, eine ersten Elektrode, die auf der zweiten Hauptoberfläche des gestapelten bzw. geschichteten Halbleiterkörpers gebildet ist und mit einem Bereich der ersten leitfähigen Halbleiterschicht durch das Kontaktloch verbunden ist, und eine zweite Elektrode, die auf der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht gebildet ist, die auf der zweiten Hauptoberfläche des geschichteten Halbleiterkörpers gebildet ist, um mit der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht verbunden zu sein, hat. Hier kann irgendeine bzw. jede der ersten und zweiten Elektrode zu einer Seitenoberfläche des geschichteten Halbleiterkörpers freigelegt sein.

**[0151]** Die **Fig. 32A** und **Fig. 32B** sind Schnittansichten einer Hintergrundbeleuchtungseinheit gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**[0152]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 32A** ist eine Hintergrundbeleuchtungseinheit vom Randtyp 1500 als ein Beispiel einer Hintergrundbeleuchtungseinheit illustriert, auf welche ein Leuchtdioden-Gehäuse gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als eine Lichtquelle anwendbar sein kann.

**[0153]** In der vorliegenden Ausführungsform kann die Hintergrundbeleuchtungseinheit 1400 vom Randtyp eine Lichtführungsplatte 1440 und ein LED-Lichtquellenmodul 1300, welches an beiden Seiten der Lichtführungsplatte 1440 vorgesehen ist, aufweisen.

**[0154]** In der vorliegenden Ausführungsform kann das LED-Lichtquellenmodul 1300 an beiden Seiten der Lichtführungsplatte 1440 gegenüberliegend zueinander vorgesehen sein, das LED-Lichtquellenmodul 1300 kann aber auch nur an einer Seite vorgesehen sein oder alternativ kann ein zusätzliches LED-Lichtquellenmodul für die andere Seite vorgesehen sein.

**[0155]** Wie in **Fig. 32A** gezeigt ist, kann zusätzlich eine reflektive Platte 1420 unter der Lichtführungsplatte 1440 vorgesehen sein. Das LED-Lichtquellenmodul 1300, welches gemäß der vorliegenden Ausführungsform eingesetzt wird, kann eine bedruckte Leiterplatte (PCB=Printed Circuit Board=Bedruckte Leiterplatte) 1310 und eine Mehrzahl von LED-Lichtquellen 1350 aufweisen, welche an bzw. auf der oberen Oberfläche der PCB 1310 angebracht sind, und das Lichitemissionsvorrichtungs-Package, welches die vorstehenden Leuchtstoffe verwendet, kann als die LED-Lichtquelle 1350 angewandt werden.

**[0156]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 32B** ist eine Hintergrundbeleuchtungseinheit 1800 vom direkten Typ als ein Beispiel eines verschiedenen Typs von Hintergrundbeleuchtungseinheit veranschaulicht.

**[0157]** In der vorliegenden Ausführungsform kann die Hintergrundbeleuchtungseinheit 1800 vom direkten Typ einen Lichtdiffusor 1740 und ein LED-Lichtquellenmodul 1600 aufweisen, welches an einer unteren Oberfläche des Lichtdiffusors 1740 angeordnet ist.

**[0158]** Die Hintergrundbeleuchtungseinheit 1800, welche in **Fig. 32B** veranschaulicht ist, kann weiterhin ein Bodengehäuse 1710 zum Aufnehmen der Lichtquellenmodule an einem unteren Teil des Lichtdiffusors 1740 aufweisen.

**[0159]** Das LED-Lichtquellenmodul 1600, welches in der vorliegenden Ausführungsform eingesetzt wird, kann eine PCB 1610 und eine Mehrzahl von LED-Lichtquellen 1650, welche an einer oberen Oberfläche der PCB 1610 angebracht sind, aufweisen. Die Mehrzahl von LED-Lichtquellen 1650 kann ein Lichitemissionsvorrichtungs-Package sein, welches die vorangehenden Leuchtstoffe als Wellenlängenumwandlungsmaterialien verwendet.

**[0160]** Außerhalb der voranstehenden Ausführungsformen kann ein Leuchtstoff auf einem unterschiedlichen Element der Hintergrundbeleuchtungseinheit angeordnet sein eher als dass er auf dem Package angeordnet ist, in welchem die LED positioniert ist, um Licht umzuwandeln. Diese Ausführungsform ist in den **Fig. 33-35** veranschaulicht.

**[0161]** Zuerst kann, wie in **Fig. 33** gezeigt ist, die Hintergrundbeleuchtungseinheit 1500 vom direkten Typ gemäß der vorliegenden Ausführungsform einen Leuchtstofffilm bzw. einen Leuchtstoffschicht 1550 und ein LED-Lichtquellenmodul 1510, welches an einer unteren Oberfläche des Leuchtstofffilms bzw. der Leuchtstoffschicht 1550 angeordnet ist, aufweisen.

**[0162]** Die Hintergrundbeleuchtungseinheit 1500, welche in **Fig. 33** veranschaulicht ist, kann ein Bodengehäuse 1560 zur Aufnahme des Lichtquellenmoduls 1510 aufweisen. In der vorliegenden Ausführungsform kann die Leuchtstoffschicht 1550 an einer oberen Oberfläche des Bodengehäuses 1560 angeordnet sein. Wenigstens ein Teil des Lichts, welches von dem Lichtquellenmodul 1510 emittiert wird, kann durch die Leuchtstoffschicht 1550 wellenlängenumgewandelt werden. Der Leuchtstofffilm 1550 bzw. die Leuchtstoffschicht 1550 kann als eine separate Schicht hergestellt und angewandt werden, oder sie kann in einer integral mit dem Lichtdiffusor gekoppelten Form vorgesehen sein.

**[0163]** Hier kann das LED-Lichtquellenmodul 1510 eine PCB 1501 und eine Mehrzahl von LED-Lichtquellen 1505, welche an einer oberen Oberfläche der PCB 1501 angebracht sind, aufweisen.

**[0164]** Die **Fig. 34** und **Fig. 35** sind Schnittansichten einer Hintergrundbeleuchtungseinheit vom Randtyp gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0165]** Eine Hintergrundbeleuchtungseinheit 1600 vom Randtyp, welche in **Fig. 34** veranschaulicht ist, kann eine Lichtführungsplatte 1640 und eine LED-Lichtquelle 1605 aufweisen, welche an einer Seite der Lichtführungsplatte 1640 vorgesehen ist. Licht, welches von der LED-Lichtquelle 1605 emittiert wird, kann mittels

einer Reflexionsstruktur zu dem Inneren der Lichtführungsplatte 1640 geführt werden. In der vorliegenden Ausführungsform kann eine Leuchtstoffschicht 1650 zwischen der Seite der Lichtführungsplatte 1640 und der LED-Lichtquelle 1605 positioniert sein.

**[0166]** Eine Hintergrundbeleuchtungseinheit 1700 vom Randtyp, welche in **Fig. 35** veranschaulicht ist, kann eine Lichtführungsplatte 1740, eine LED-Lichtquelle 1705, welche an einer Seite der Lichtführungsplatte 1740 vorgesehen ist, und die Reflexionsstruktur (nicht gezeigt) aufweisen, ähnlich zu der Hintergrundbeleuchtungseinheit 1600 vom Randtyp, welche in **Fig. 34** veranschaulicht ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist eine Leuchtstoffschicht 1750 als auf eine Lichthemissionsoberfläche der Lichtführungsplatte 1740 angewandt veranschaulicht.

**[0167]** Auf diese Art und Weise kann der Leuchtstoff gemäß der vorliegenden Ausführungsform derart implementiert werden, dass er auf eine unterschiedliche Vorrichtung wie beispielsweise die Hintergrundbeleuchtungseinheit oder dergleichen eher angewandt wird, als er direkt auf die LED-Lichtquelle angewandt wird.

**[0168]** **Fig. 36** ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Anzeigevorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0169]** Eine Anzeigevorrichtung 2400, welche in **Fig. 36** veranschaulicht ist, kann eine Hintergrundbeleuchtungseinheit 2200 und ein Abbildungsanzeige-Paneeel 2300, wie beispielsweise ein Flüssigkristall-Paneeel, aufweisen. Die Hintergrundbeleuchtungseinheit 2200 kann eine Lichtführungsplatte 2240 und ein LED-Lichtquellenmodul 2100 aufweisen, welches an wenigstens einer Seite der Lichtführungsplatte 2240 vorgesehen ist.

**[0170]** In der vorliegenden Ausführungsform kann die Hintergrundbeleuchtungseinheit 2200 weiterhin ein Bodengehäuse 2210 und eine reflektierende Platte 2220 aufweisen, welche an einem unteren Teil der Lichtführungsplatte 2240 positioniert ist.

**[0171]** Ebenso können verschiedene Typen von optischen Folien 2260, wie beispielsweise eine Diffusionsfolie bzw. Diffusorfolie, eine Prismenfolie oder eine Schutzfolie zwischen der Lichtführungsplatte 2240 und dem Flüssigkristall-Paneeel 2300 angeordnet sein gemäß einer Anforderung für verschiedene optische Charakteristiken.

**[0172]** Das LED-Lichtquellenmodul 2100 kann eine PCB 2110 aufweisen, welche an wenigstens einer Seite der Lichtführungsplatte 2240 vorgesehen ist, und eine Mehrzahl von LED-Lichtquellen 2150, welche an bzw. auf der PCB 2110 angebracht sind, um Licht zu der Lichtführungsplatte 2240 zu emittieren. Die Mehrzahl von LED-Lichtquellen 2150 kann das voranstehende Lichthemissionsvorrichtungs-Package sein. Die Mehrzahl von LED-Lichtquellen, welche in der vorliegenden Ausführungsform eingesetzt werden, kann ein Lichthemissionsvorrichtungs-Package vom Seitenansichtstyp sein, in welchem die Seiten der Mehrzahl von LED-Lichtquellen angebracht sind, um benachbart zu der Lichthemissionsoberfläche zu sein.

**[0173]** Wie obenstehend beschrieben ist, können die voranstehenden Leuchtstoffe anwendbar sein auf ein LED-Lichtquellenmodul, welches auf verschiedene Montagestrukturen von Packages angewandt wird und verschiedenen Typen von weißem Licht vorsieht. Das voranstehende Lichthemissionsvorrichtungs-Package oder ein Lichtquellenmodul einschließlich desselben können auf verschiedene Typen von Anzeigevorrichtungen oder Beleuchtungsvorrichtungen anwendbar sein.

### Patentansprüche

1. Leuchtstoff, welcher eine  $\beta$ -Typ  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Kristallstruktur hat, und Oxinitrid aufweist, welches durch eine empirische Formel  $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}:\text{Eu}_a,\text{M}_b$  ausgedrückt wird, und wobei:  
 $M$  wenigstens eines ist ausgewählt aus Strontium (Sr) und Barium (Ba);

$0,001 \leq a \leq 0,05$ ;

$0,001 \leq b \leq 0,1$ ;

$0,1 < z < 1$ ;

und

der Leuchtstoff, welcher Licht emittiert, eine Peakwellenlänge hat, welche im Bereich von 500 nm bis 550 nm liegt, wenn Anregungslicht darauf eingestrahlt wird.

2. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei das Anregungslicht eine Peakwellenlänge hat, welche im Bereich von 300 bis 480 nm liegt, und wobei eine Peakwellenlänge des Lichts, welches von dem Leuchtstoff emittiert wird, 540 nm oder weniger ist, wenn der Leuchtstoff durch das Anregungslicht angestrahlt wird.

3. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei, wenn das Licht, welches von dem Leuchtstoff aufgrund des eingeschalteten Erregungslichtes emittiert wird, als ein (x, y)-Wert in den CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten repräsentiert wird, x und y jeweils  $x \leq 0,336$  und  $y > 0,637$  erfüllen.

4. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei in den CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten des Lichts, welches von dem Leuchtstoff emittiert wird, ein Änderungsbetrag von  $y - 0,0065$  oder weniger ist, und der Änderungsbetrag von y definiert ist als  $y_2 - y_1$ , wenn ein Wert von y in den CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten  $y_1$  ist, welcher von dem Licht, welches anfänglich unter der Bedingung des Betreibens einer Blaulicht emittierenden Diode, welche den Leuchtstoff darauf angewandt hat bei 3,3 V und 120 mA emittiert wird, gemessen wird, und ein Wert von y in den CIE 1931 Chromatizitätskoordinaten  $y_2$  ist, der von dem Licht gemessen wird, welches emittiert wird, nachdem die obigen Betriebsbedingungen kontinuierlich für 24 h bei 85° durchgeführt werden.

5. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei M Strontium (Sr) ist.

6. Leuchtstoff nach Anspruch 5, wobei  $0,005 \leq b \leq 0,03$ .

7. Leuchtstoff nach Anspruch 6, wobei  $0,01 \leq b \leq 0,015$ .

8. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei  $0,1 < z \leq 0,3$ .

9. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei  $0,009 \leq a \leq 0,03$ .

10. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei M sowohl Barium (Ba) als auch Strontium (Sr) enthält.

11. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei eine Partikelgrößenverteilung des Leuchtstoffpulvers einen D50-Wert aufweist, welcher in einem Bereich von 14,5 bis 18,5  $\mu\text{m}$  liegt.

12. Leuchtstoff nach Anspruch 1, wobei M weiterhin wenigstens ein Element beinhaltet, ausgewählt aus Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Kalzium (Ca).

13. Verfahren zum Herstellen eines Oxinitrid-Leuchtstoffs, welcher eine  $\beta$ -Typ  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Kristallstruktur hat, welcher durch eine empirische Formel  $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}$ :  $\text{Eu}_a, \text{M}_b$  ausgedrückt wird, wobei M wenigstens eines ausgewählt aus Strontium (Sr) und Barium (Ba) ist;

$0,001 \leq a \leq 0,05$  ;

$0,001 \leq b \leq 0,1$  ;

$0,1 < z < 1$  ;

und

wobei das Verfahren Folgendes aufweist:

Wiegen von Rohmaterialien einschließlich eines Si-enthaltenden Oxis oder Nitrids, eines Al-enthaltenden Oxis oder Nitrids, einer Eu-enthaltenden Verbindung und einer M-enthaltenden Verbindung;

Bereitstellen einer primären Mischung durch Mischen der Rohmaterialien mit Ausnahme der M-enthaltenden Verbindung;

primäres Brennen der primären Mischung und Mahlen oder Pulverisieren der primär gebrannten Mischung; Bereitstellen einer sekundären Mischung durch Mischen der M-enthaltenden Verbindung mit der Grundmischung; und

sekundäres Brennen der zweiten Mischung und Mahlen oder Pulverisieren der sekundär gebrannten Mischung.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der primäre Brennvorgang in einem Brenn-Temperaturbereich von 1.850 bis 2.300°C durchgeführt wird, und der sekundäre Brennvorgang bei einer Temperatur geringer als derjenigen des primären Brennvorgangs durchgeführt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der primäre und der sekundäre Brennvorgang unter einer Atmosphäre von Stickstoffgas oder einer Mischung von Stickstoff- und Wasserstoffgas durchgeführt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die M-enthaltende Verbindung Strontium (Sr) enthält.
17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei  $0,005 \leq b \leq 0,03$ .
18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei  $0,01 \leq b \leq 0,015$ .
19. Verfahren nach Anspruch 13, wobei  $0,1 < z \leq 0,3$ .
20. Verfahren nach Anspruch 13, wobei  $0,009 \leq a \leq 0,03$ .
21. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die M-enthaltende Verbindung sowohl eine Barium (Ba)-enthaltende Verbindung als auch eine Strontium (Sr)-enthaltende Verbindung enthält.
22. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Bereitstellen der sekundären Mischung ein Hinzufügen einer Verbindung als einen Aktivator zusammen mit der M-enthaltenden Verbindung aufweist, welche wenigstens ein Element enthält, ausgewählt aus Li, Na, K, Mg und Ca.
23. Weißlicht emittierende Vorrichtung (10), die Folgendes aufweist:  
einen Leuchtdioden (LED)-Chip (15), welcher Anregungslicht emittiert;  
einen grünen Leuchtstoff, welcher um den LED-Chip (15) herum angeordnet ist, um wenigstens einen Teil des Anregungslichtes hinsichtlich der Wellenlänge umzuwandeln und welcher den Leuchtstoff gemäß einem der Ansprüche 1-12 aufweist; und  
wenigstens ein lichtemittierendes Element, welches Licht einer Wellenlänge unterschiedlich von einer Wellenlänge des LED-Chips (15) und einer Wellenlänge des grünen Leuchtstoffs emittiert, wobei das wenigstens eine lichtemittierende Element wenigstens ein zusätzlicher LED-Chip ist oder einen Leuchtstoff, der unterschiedlich von dem gemäß der Ansprüche 1-12 ist, aufweist.
24. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, wobei der LED-Chip (15) ein LED-Chip ist, welcher ultraviolettes Licht emittiert, oder ein LED-Chip, welcher sichtbares Licht emittiert, welches eine Peakwellenlänge von 470 nm oder mehr hat.
25. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, wobei der LED-Chip (15) ein blauer LED-Chip ist, welcher eine Peakwellenlänge hat, welche im Bereich von 430 nm bis 470 nm liegt, und wobei das wenigstens eine lichtemittierende Element einen roten Leuchtstoff aufweist.
26. Vorrichtung (10) nach Anspruch 25, wobei ein Lichtemissions-Wellenlängenpeak des roten Leuchtstoffs in einem Bereich von 600 nm bis 660 nm liegt, und ein Lichtemissions-Wellenlängenpeak des grünen Leuchtstoffs in einem Bereich von 500 nm bis 550 nm liegt.
27. Vorrichtung (10) nach Anspruch 25, wobei der blaue LED-Chip (15) eine Halbwertsbreite (FWHM) hat, die im Bereich von 10 nm bis 50 nm liegt, und der grüne Leuchtstoff eine Halbwertsbreite (FWHM) hat, die im Bereich von 30 nm bis 200 nm liegt, und wobei der rote Leuchtstoff eine Halbwertsbreite (FWHM) hat, die im Bereich von 50 nm bis 250 nm liegt.
28. Vorrichtung (10) nach Anspruch 26, wobei der Lichtemissions-Wellenlängenpeak des grünen Leuchtstoffs im Bereich von 535 nm bis 545 nm liegt, und eine Halbwertsbreite (FWHM) der Lichtemissions-Wellenlänge im Bereich von 60 nm bis 80 nm liegt.
29. Vorrichtung (10) nach Anspruch 26, wobei in dem CIE 1931 Farbkoordinatensystem eine Farbordinate von Licht, welches von dem roten Leuchtstoff emittiert wird, jeweils innerhalb des Bereiches von  $0,55 \leq x \leq 0,65$  und  $0,25 \leq y \leq 0,35$  liegt, und eine Farbordinate von Licht, welches von dem blauen LED-Chip emittiert wird, jeweils innerhalb des Bereiches von  $0,1 \leq x \leq 0,2$  und  $0,02 \leq y \leq 0,15$  ist.

30. Vorrichtung (10) nach Anspruch 25, wobei der rote Leuchtstoff wenigstens einer ist ausgewählt aus einem Nitrid-basierten Leuchtstoff von  $M_1AlSiN_x$  :  $Re$  ( $1 \leq x \leq 5$ ), einem Sulfid-basierten Leuchtstoff von  $M_1D : Re$ , und einem Silikat-basierten Leuchtstoff von  $(Sr, L)_2 SiO_{4-x} Ny : Eu$  ( $0 < x < 4$ ,  $y = 2x/3$ ) ist, wobei  $M_1$  wenigstens ein Element ist ausgewählt aus Barium (Ba), Strontium (Sr), Kalzium (Ca) und Magnesium (Mg),  $D$  wenigstens ein Element ist, ausgewählt aus Schwefel (S), Selen (Se) und Telur (Te),  $L$  wenigstens ein Gruppe II-Element ist, ausgewählt aus einer Gruppe, welche aus Ba, Ca und Mg besteht, oder wenigstens ein Gruppe I-Element ist, ausgewählt aus einer Gruppe, welche aus Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb) und Cäsium (Cs) besteht, und  $Re$  wenigstens eines ist, ausgewählt aus Yttrium (Y), Lanthan (La), Cer (Ce), Neodym (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb), Lutetium (Lu), F, Chlor (Cl), Brom (Br) und Iod (I).

31. Vorrichtung (10) nach Anspruch 25, wobei das wenigstens eine lichthemittierende Element weiterhin einen gelben oder einen gelblich orangenen Leuchtstoff aufweist.

32. Vorrichtung (10) nach Anspruch 31, wobei der gelbe Leuchtstoff ein Silikatbasiertes Leuchtstoff ist und der gelblich orangene Leuchtstoff ein  $\alpha$ -SiAlON : Re-Leuchtstoff ist.

33. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, wobei das wenigstens eine lichthemittierende Element ein roter LED-Chip ist.

34. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, wobei der LED-Chip (15) eine Struktur hat, in welcher eine erste und eine zweite Elektrode (220, 240) derart angeordnet sind, dass sie der gleichen Oberfläche zugewandt sind.

35. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, wobei der LED-Chip (15) eine Struktur hat, in welcher die jeweilige erste und zweite Elektrode (220, 240) derart angeordnet sind, dass sie unterschiedlichen Oberflächen, welche einander gegenüberliegen, zugewandt sind.

36. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, wobei der LED-Chip (15) einen geschichteten Halbleiterkörper mit einer ersten und einer zweiten leitfähigen Halbleiterschicht (270, 250), welche eine erste und eine zweite Hauptoberfläche des geschichteten Halbleiterkörpers, welche einander gegenüberliegend sind, bilden, und mit einer aktiven Schicht (260), welche zwischen der ersten und der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht (270, 250) gebildet ist; ein Kontaktloch (280), welches mit einem Gebiet der ersten leitfähigen Halbleiterschicht (270) von der zweiten Hauptoberfläche durch die aktive Schicht (260) verbunden ist; eine erste Elektrode (220), welche auf der zweiten Hauptoberfläche des geschichteten Halbleiterkörpers gebildet und mit einem Bereich der ersten leitfähigen Halbleiterschicht (270) durch das Kontaktloch (280) verbunden ist; und eine auf der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht (250) gebildete zweite Elektrode (240) aufweist, die auf der zweiten Hauptoberfläche des geschichteten Halbleiterkörpers gebildet ist, um mit der zweiten leitfähigen Halbleiterschicht (250) verbunden zu sein.

37. Vorrichtung (10) nach Anspruch 36, wobei irgendeine oder jede der ersten und zweiten Elektrode (220, 240) zu einer Seitenoberfläche des geschichteten Halbleiterkörpers freiliegend ist.

38. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, weiterhin aufweisend einen Gehäuse-Hauptkörper, welcher eine Aussparung hat, in welcher der LED-Chip (15) angebracht ist.

39. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, weiterhin aufweisend einen Harz-Gehäuseteil, welcher den LED-Chip (15) kapselt, wobei wenigstens einer der Mehrzahl von Leuchtstoffen in dem Harz-Gehäuseteil verteilt ist.

40. Vorrichtung (10) nach Anspruch 23, wobei die Mehrzahl von Leuchtstoffen jeweils eine Mehrzahl von verschiedenen Leuchtstoff-beinhaltenden Harzsichten bildet, und die Mehrzahl von Leuchtstoff-beinhaltenden Harzsichten eine geschichtete Struktur haben.

41. Vorrichtung (10) nach Anspruch 25, wobei ein Farbwiedergabe-Index (CRI) von weißem Licht, welches von der Weißlicht emittierenden Vorrichtung (10) emittiert wird, 70 oder höher ist.

42. Oberflächenlichtquellenvorrichtung, welche den Leuchtstoff gemäß einem der Ansprüche 1-12 als ein Wellenlängenumwandlungsmaterial verwendet.

43. Oberflächenlichtquellenvorrichtung, die Folgendes aufweist:  
eine Lichtführungsplatte (1440, 1640); und  
ein LED-Lichtquellenmodul (1300, 1600, 2100), welches an wenigstens einer Seite der Lichtführungsplatte (1440, 1640) angeordnet ist, um Licht für das Innere der Lichtführungsplatte (1440, 1640) vorzusehen, wobei das LED-Lichtquellenmodul (1300, 1600, 2100) eine Leiterplatte und eine Mehrzahl von Weißlicht emittierenden Vorrichtungen (10), welche auf der Leiterplatte angebracht sind, aufweist, und den Leuchtstoff gemäß einem der Ansprüche 1-12 als ein Wellenlängenumwandlungsmaterial verwendet.

44. Anzeigevorrichtung, welche den Leuchtstoff gemäß einem der Ansprüche 1-12 als ein Wellenlängenumwandlungsmaterial verwendet.

45. Anzeigevorrichtung, die Folgendes aufweist:  
ein Abbildungsanzeigepaneel, welches eine Abbildung anzeigt; und  
eine Hintergrundbeleuchtungseinheit, welche die Oberflächenlichtquellenvorrichtung gemäß Anspruch 43 hat, um Licht für das Abbildungsanzeigepaneel vorzusehen.

46. Beleuchtungsvorrichtung, welche den Leuchtstoff gemäß einem der Ansprüche 1-12 als ein Wellenlängenumwandlungsmaterial verwendet.

47. Beleuchtungsvorrichtung, die Folgendes aufweist:  
ein LED-Lichtquellenmodul (1300, 1600, 2100); und  
eine Streufolie, welche an einem oberen Teil des LED-Lichtquellenmoduls (1300, 1600, 2100) angeordnet ist und Licht, welches von dem LED-Lichtquellenmodul (1300, 1600, 2100) zugeführt wird, einheitlich streut, wobei das LED-Lichtquellenmodul (1300, 1600, 2100) eine Leiterplatte und eine Mehrzahl von Weißlicht emittierenden Vorrichtungen (10) aufweist, welche an der Leiterplatte angebracht sind und den Leuchtstoff gemäß einem der Ansprüche 1-12 als ein Wellenlängenumwandlungsmaterial verwenden.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

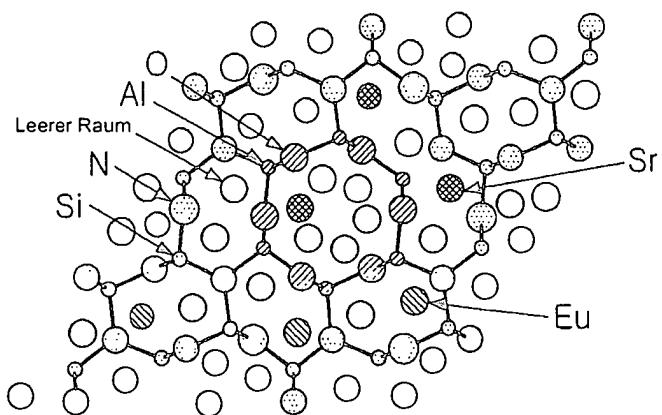


FIG. 1

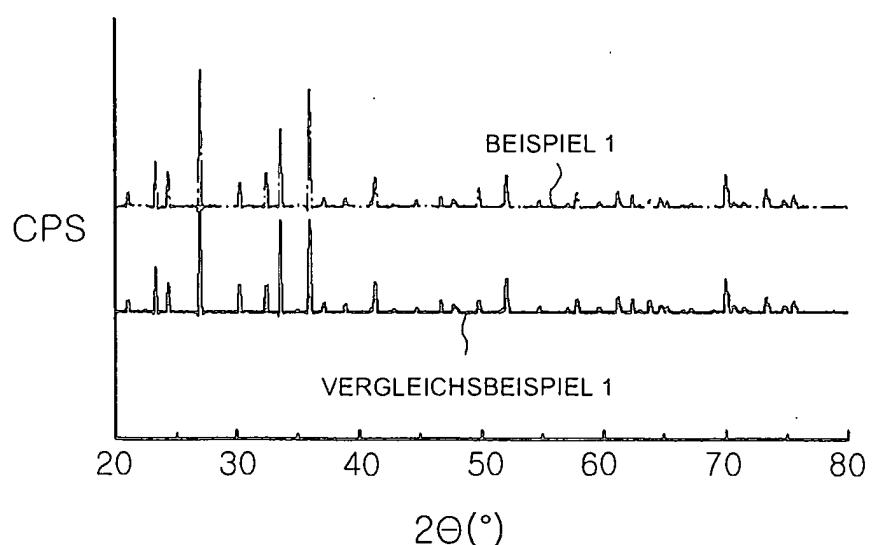


FIG. 2

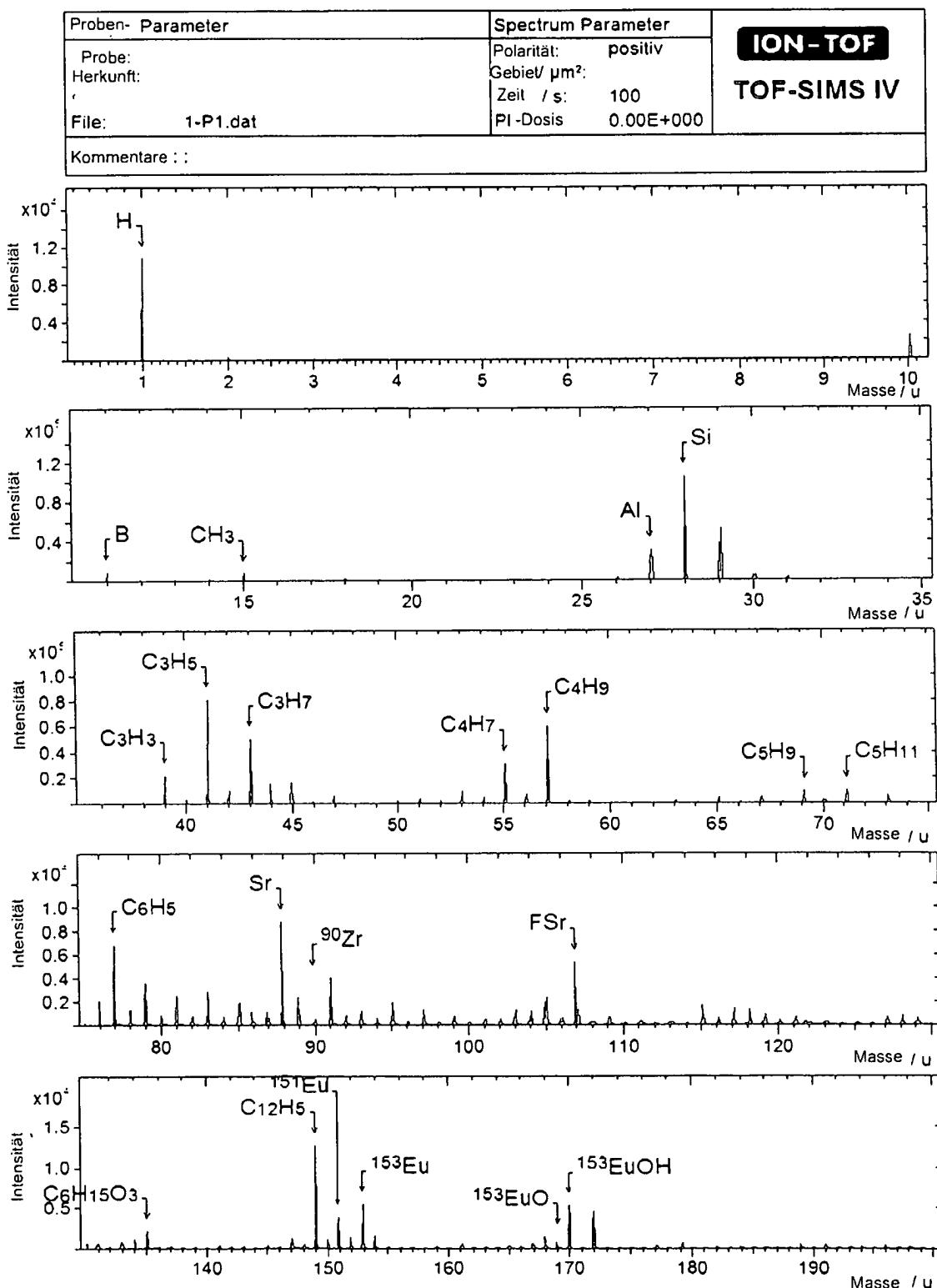


FIG. 3

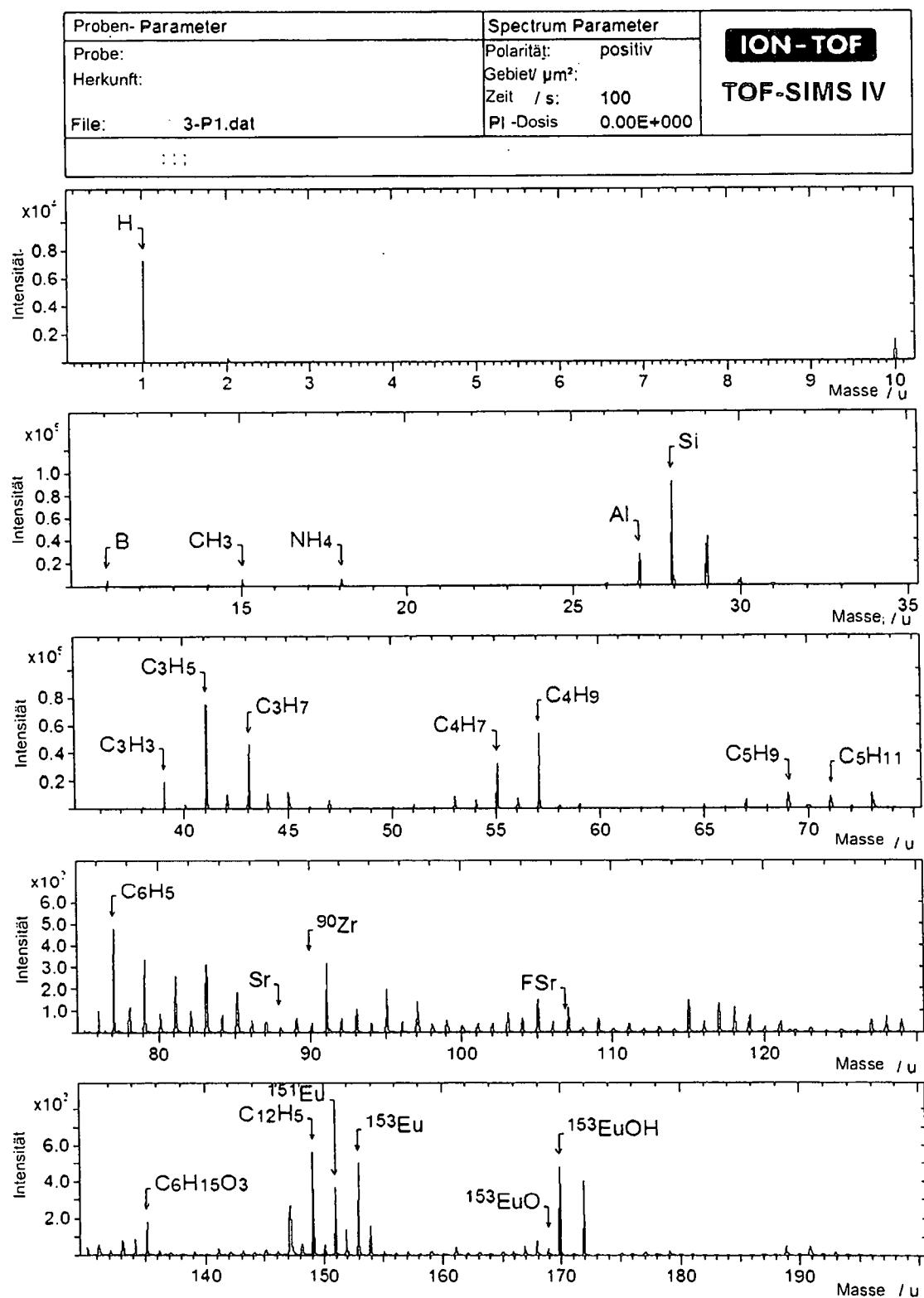


FIG. 4

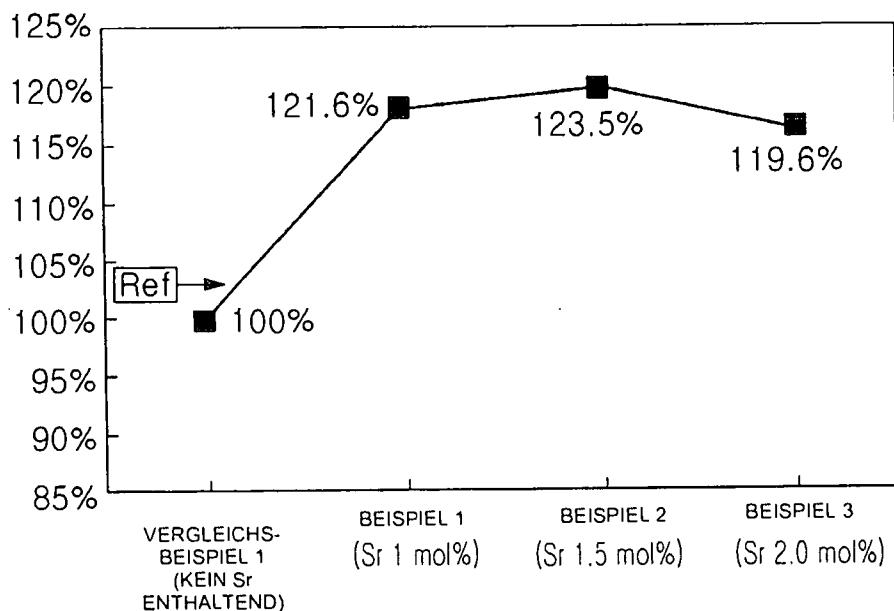


FIG. 5

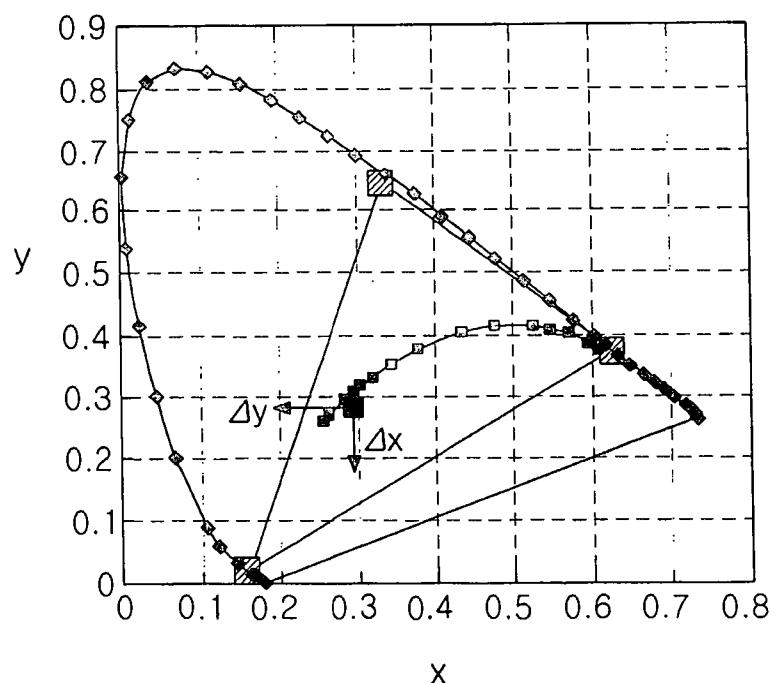


FIG. 6

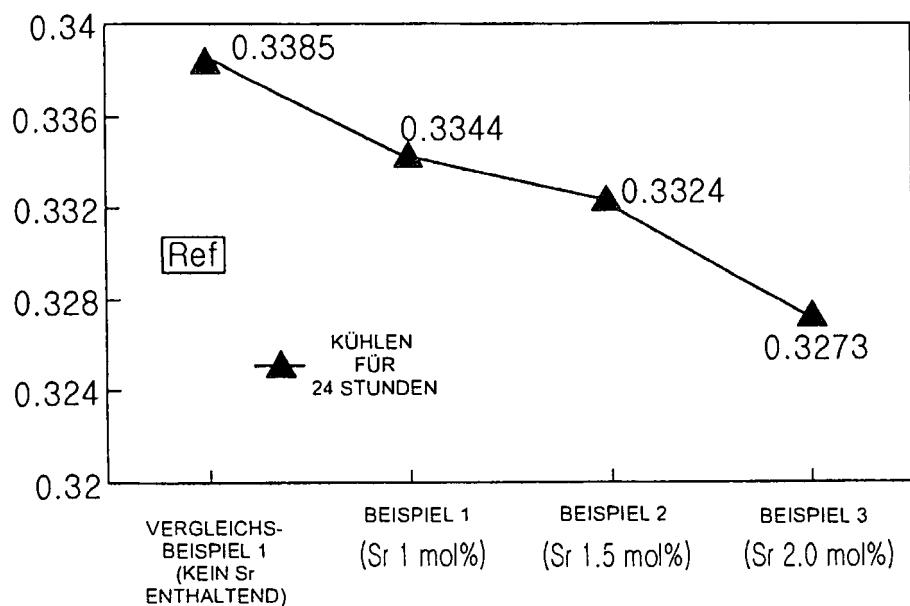


FIG. 7

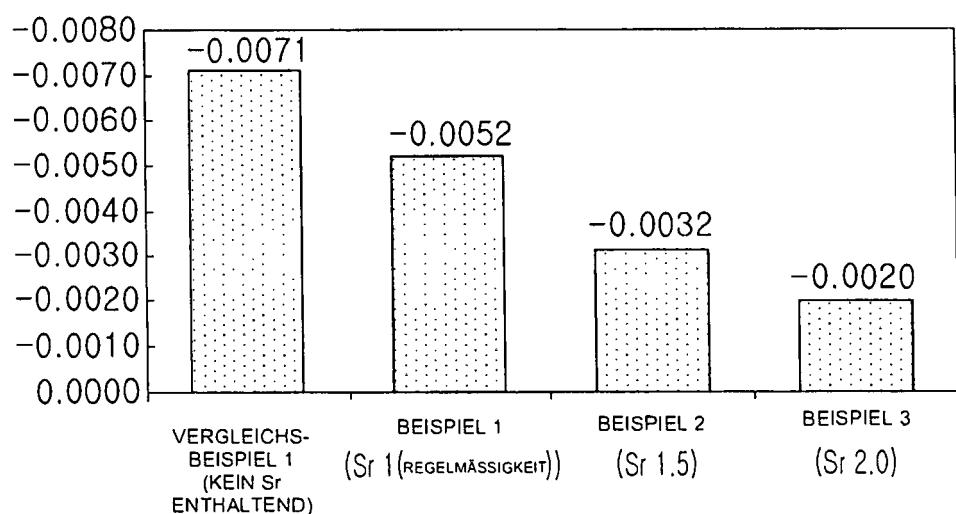


FIG. 8

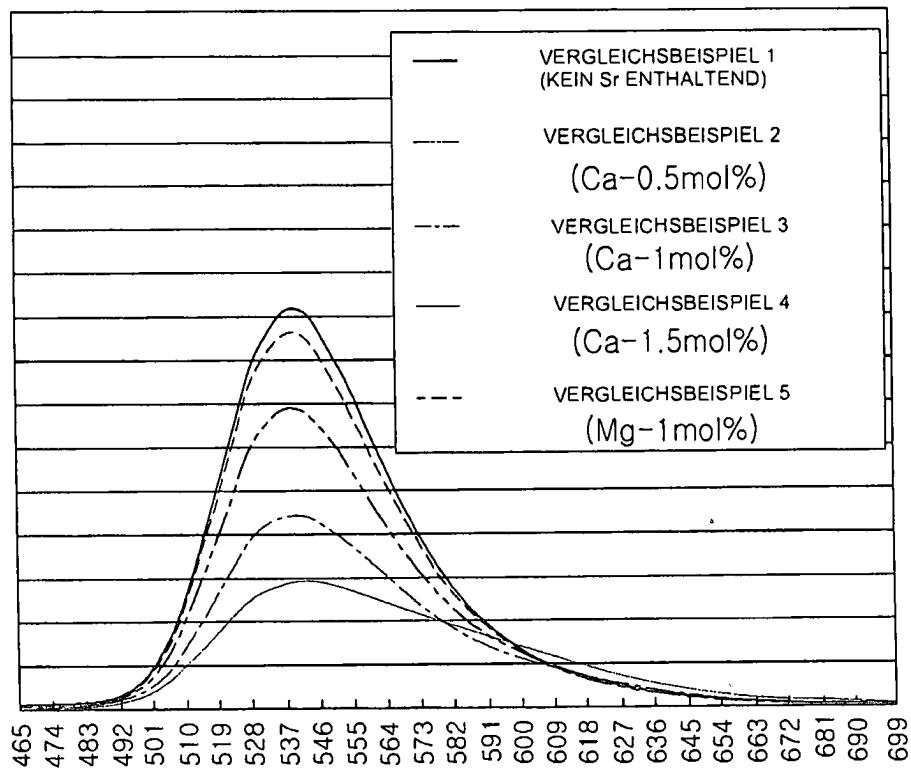


FIG. 9

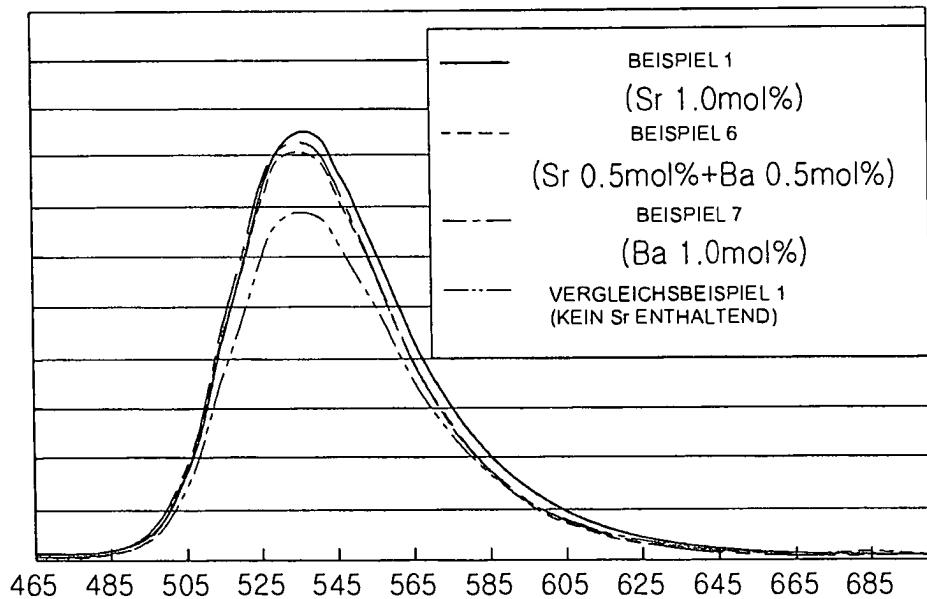


FIG. 10

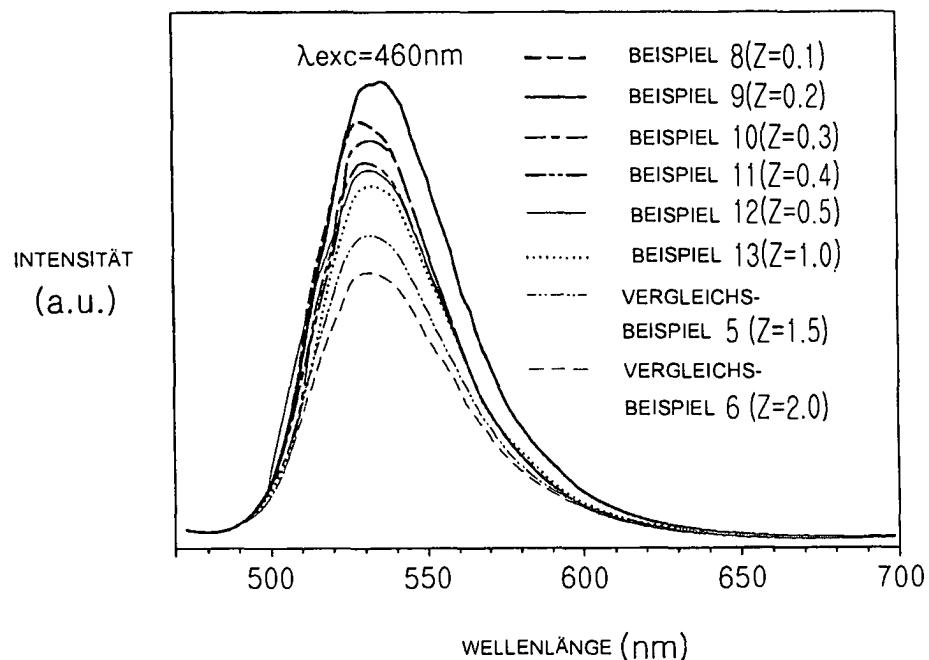


FIG. 11

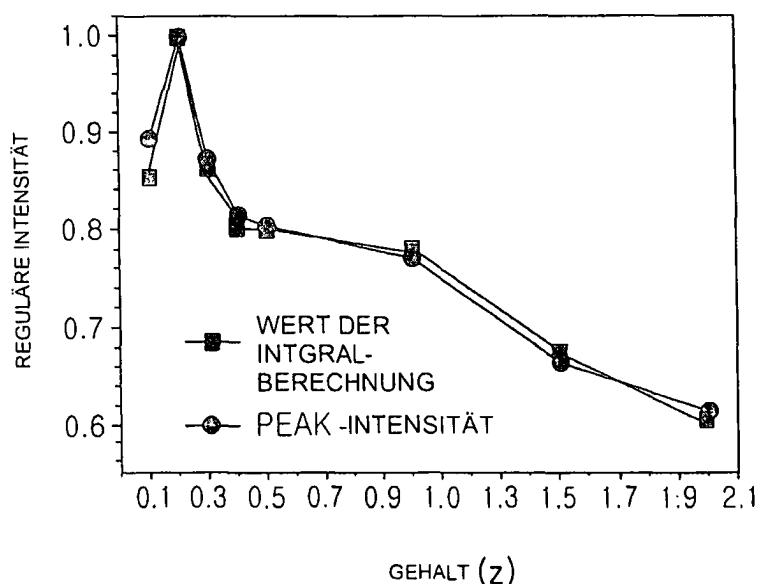


FIG. 12

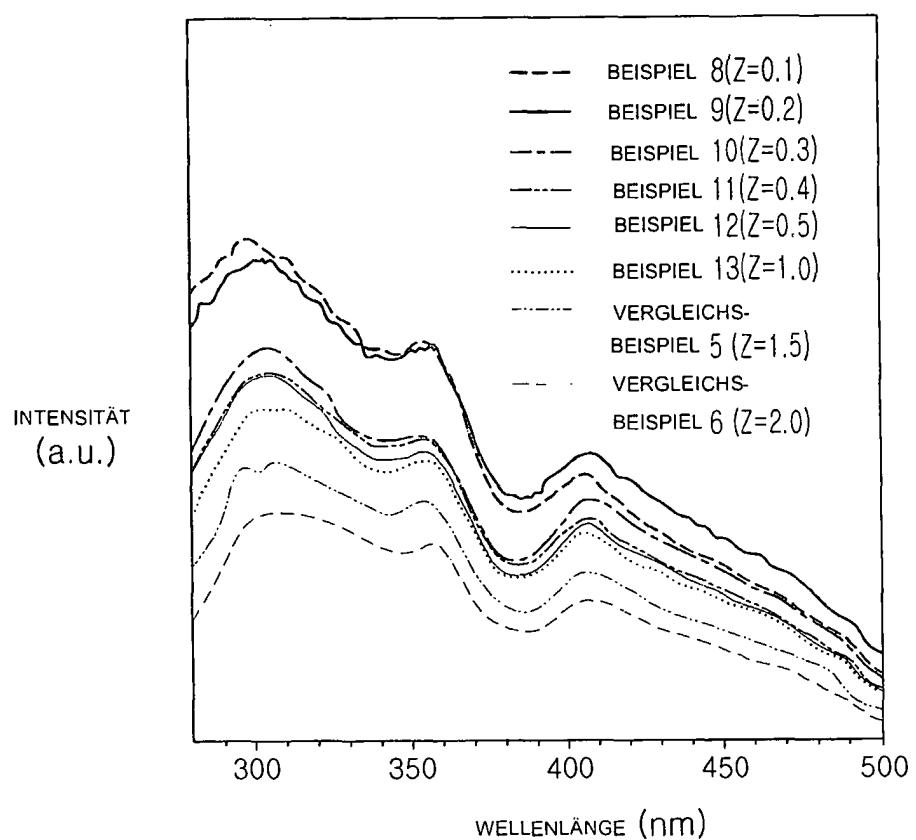


FIG. 13

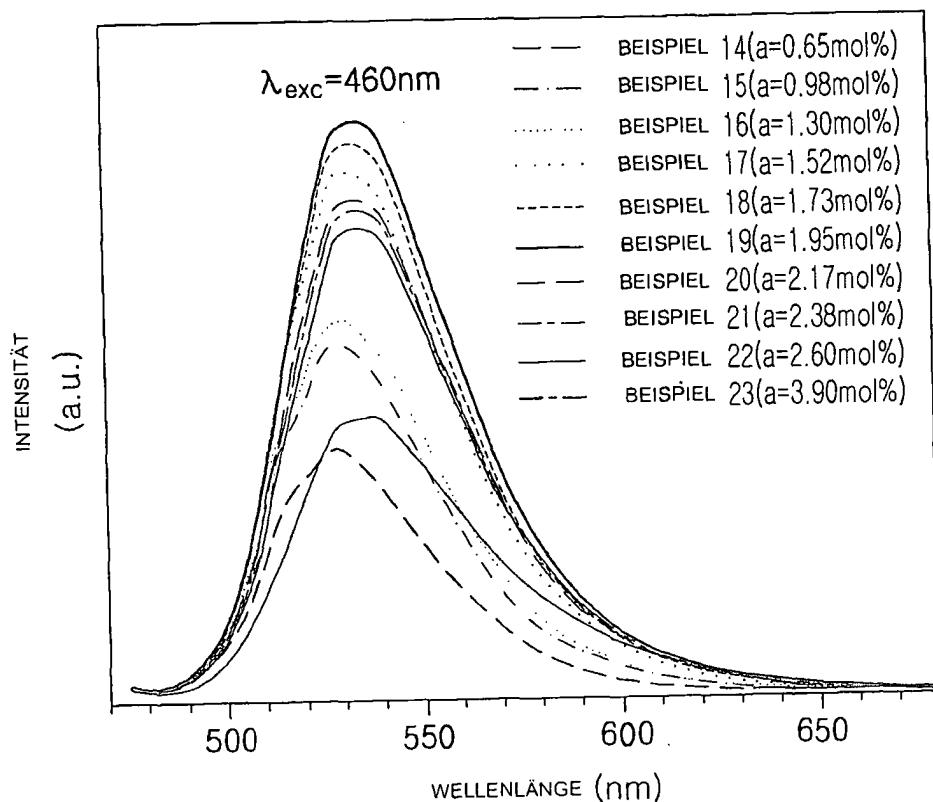


FIG. 14

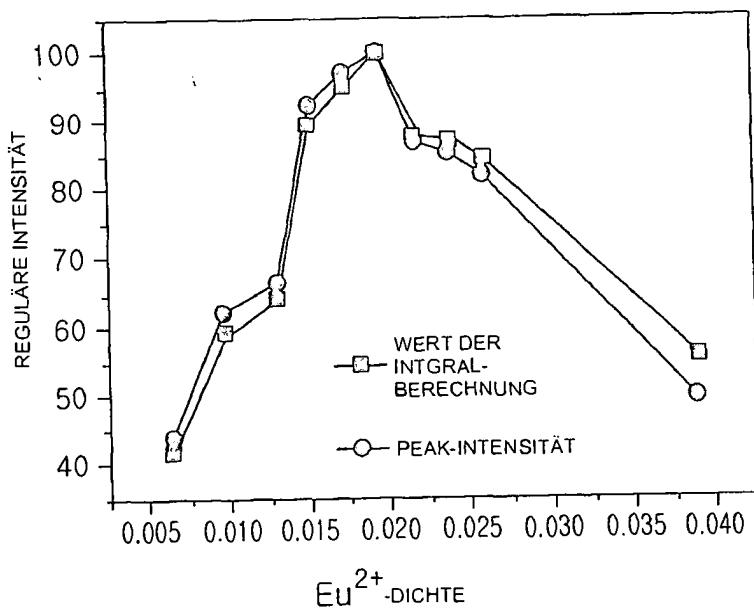


FIG. 15

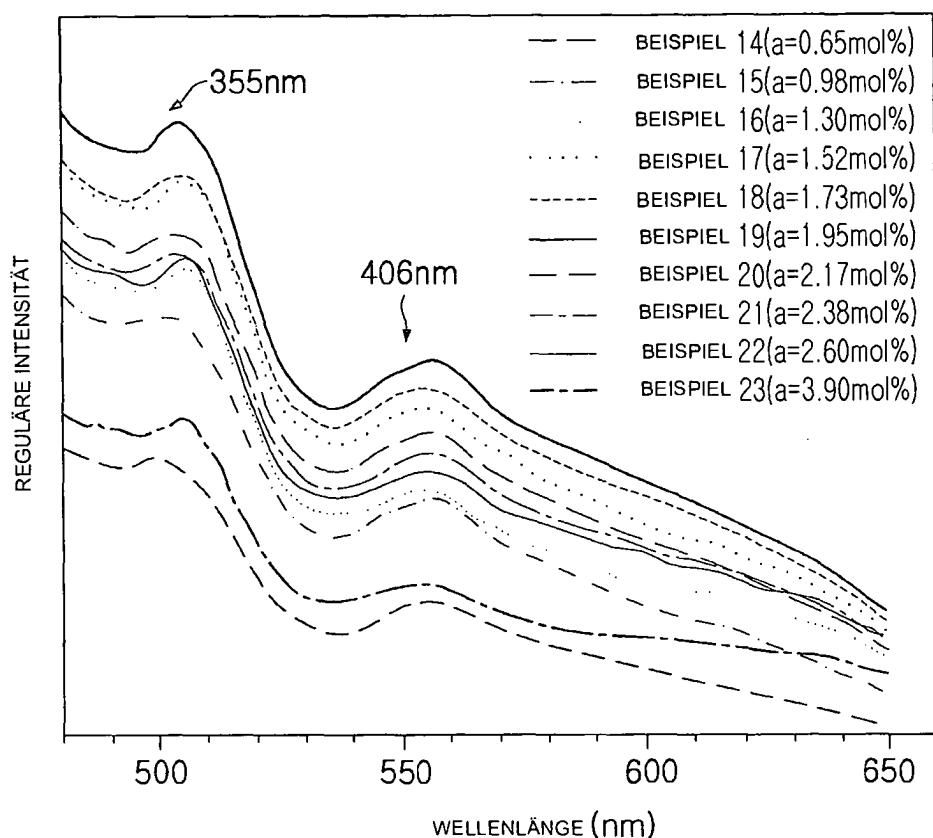


FIG. 16

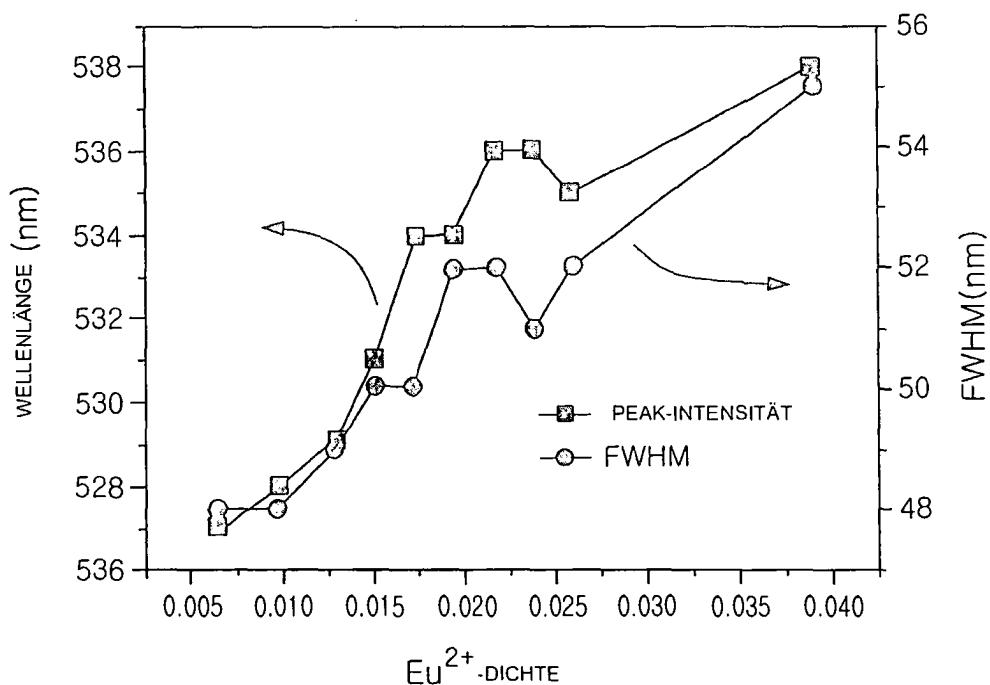


FIG. 17

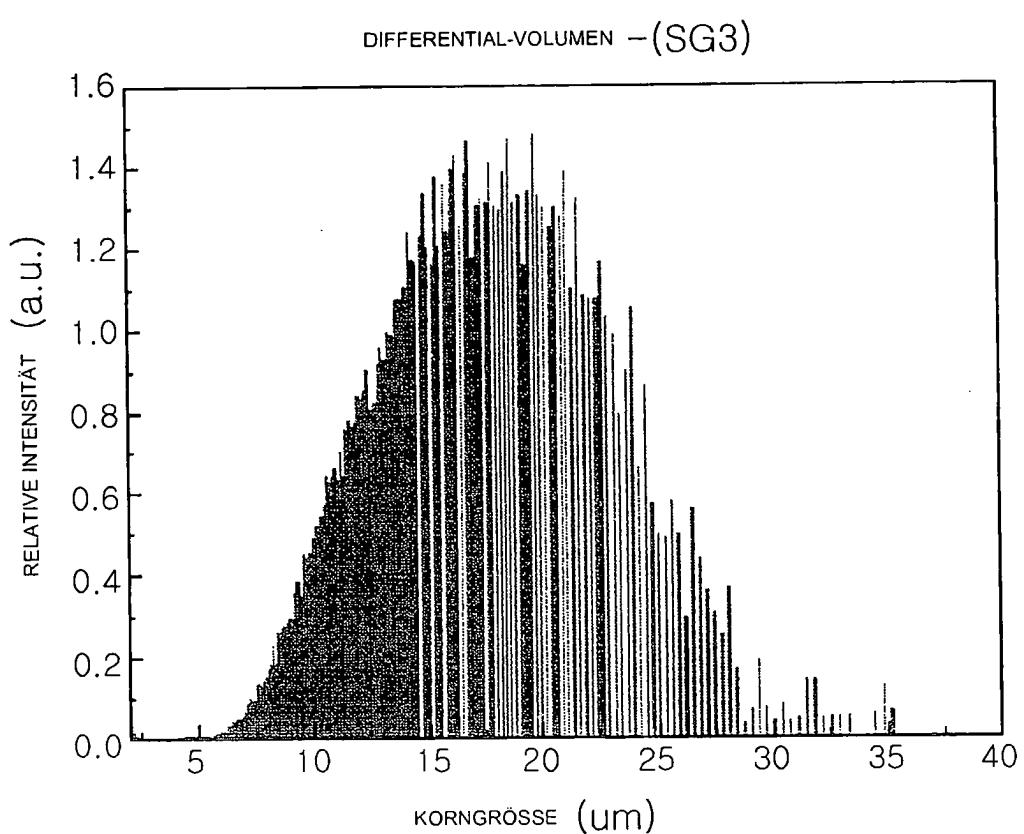


FIG. 18

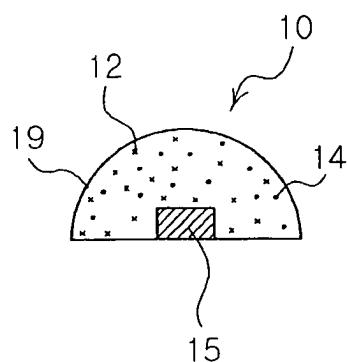


FIG. 19

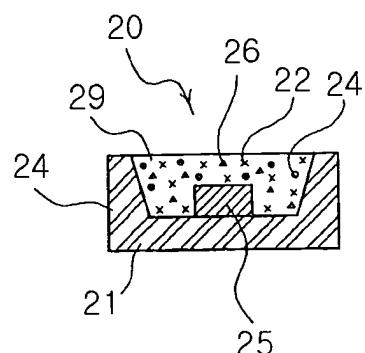


FIG. 20

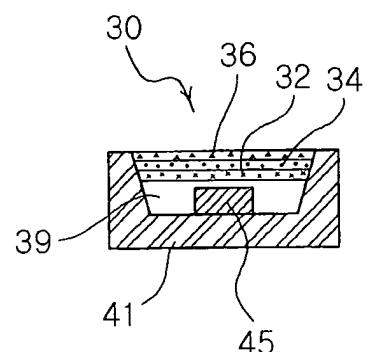


FIG. 21

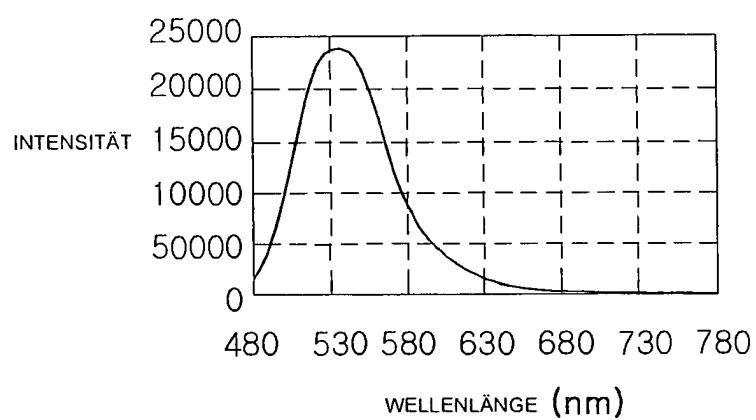


FIG. 22

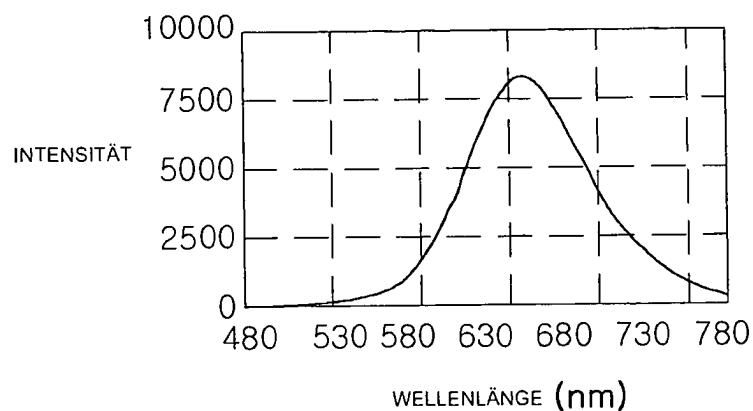


FIG. 23A

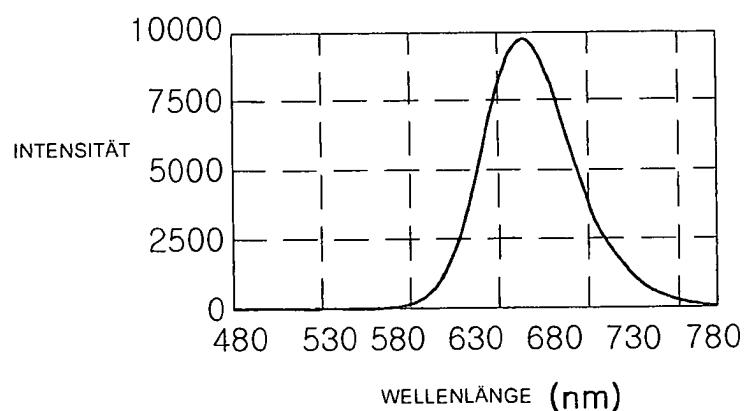


FIG. 23B

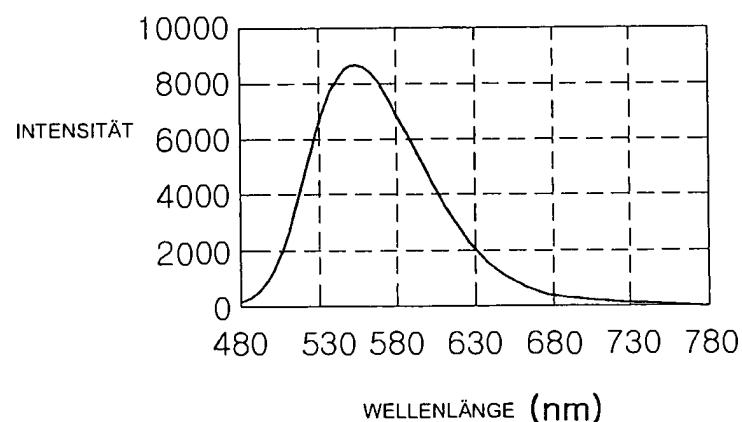


FIG. 24A

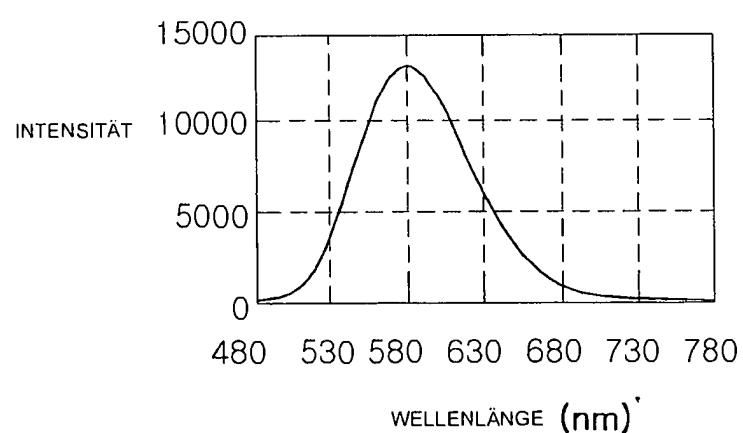


FIG. 24B

50

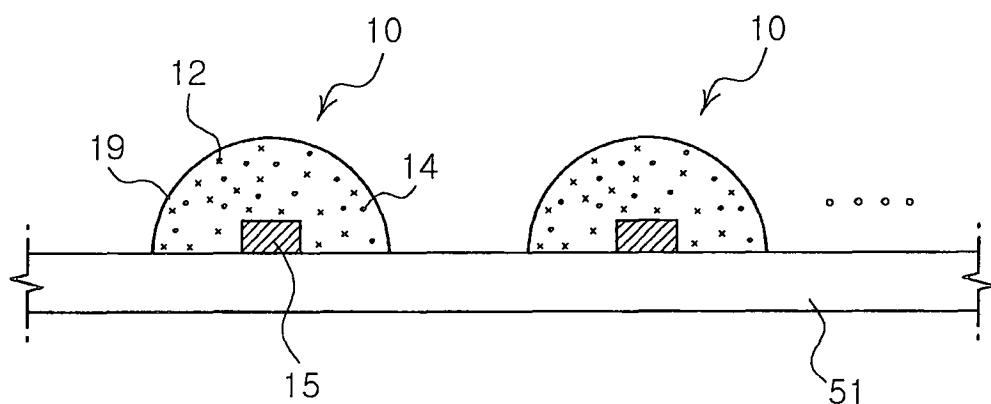


FIG. 25

60

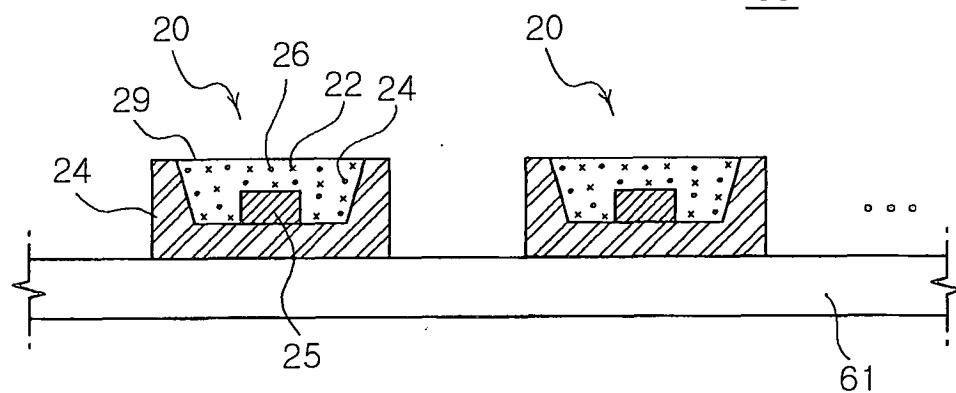


FIG. 26

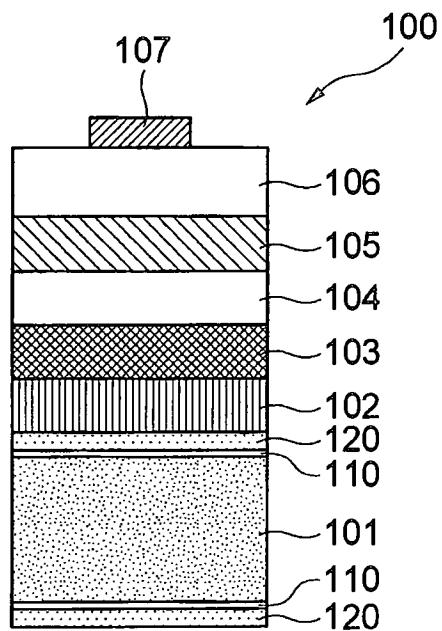


FIG. 27

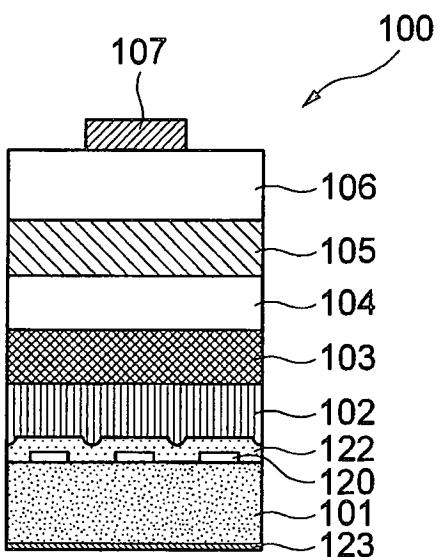


FIG. 28

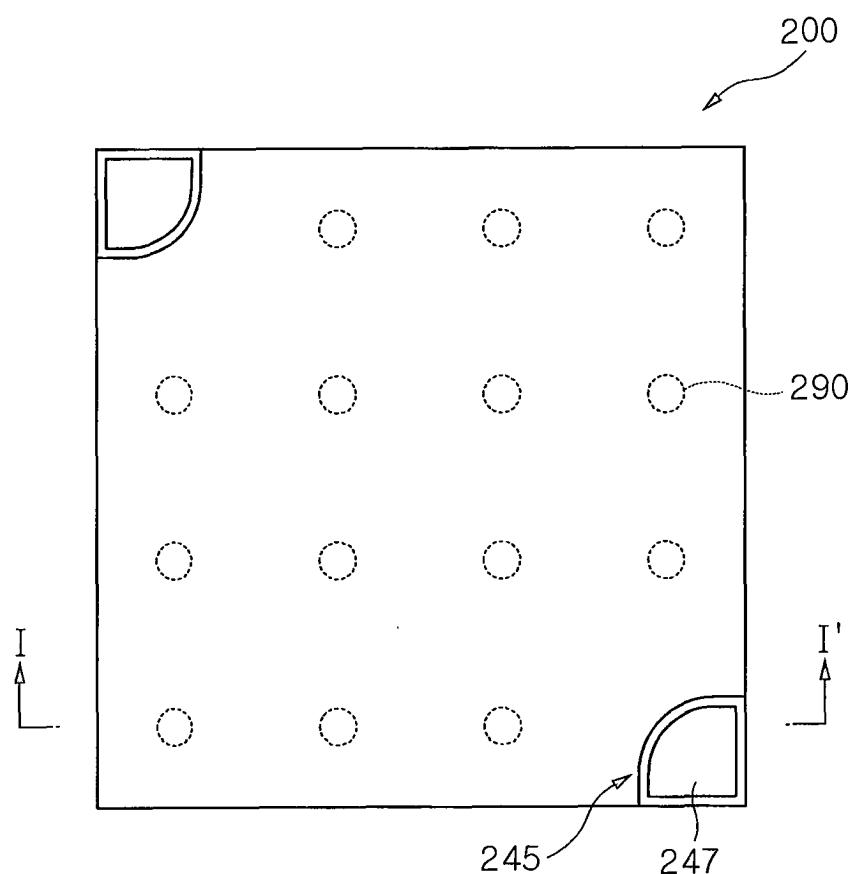


FIG. 29

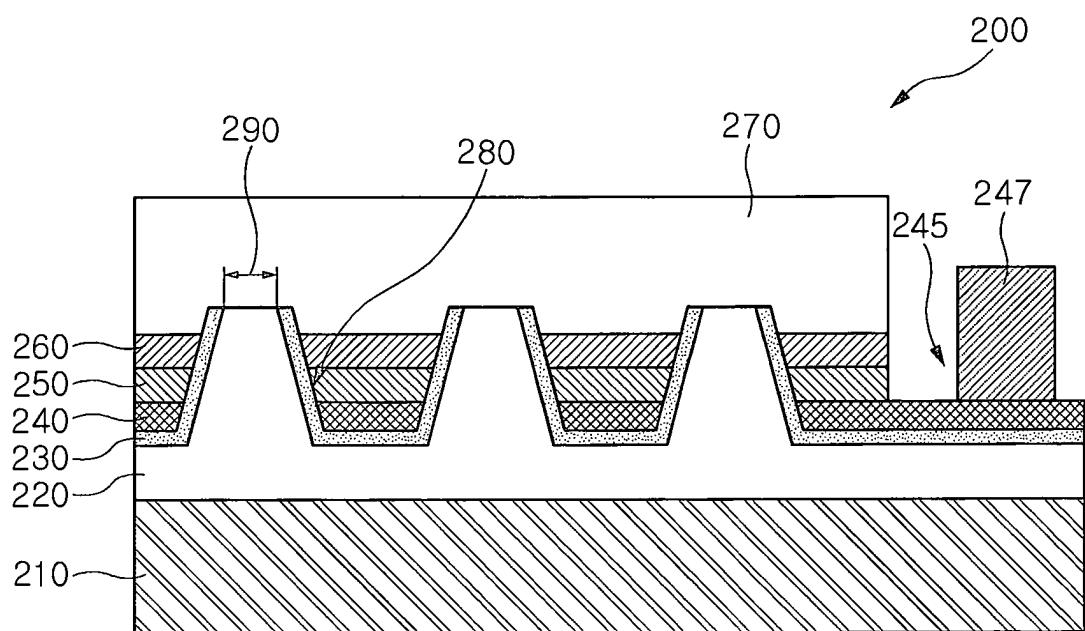


FIG. 30

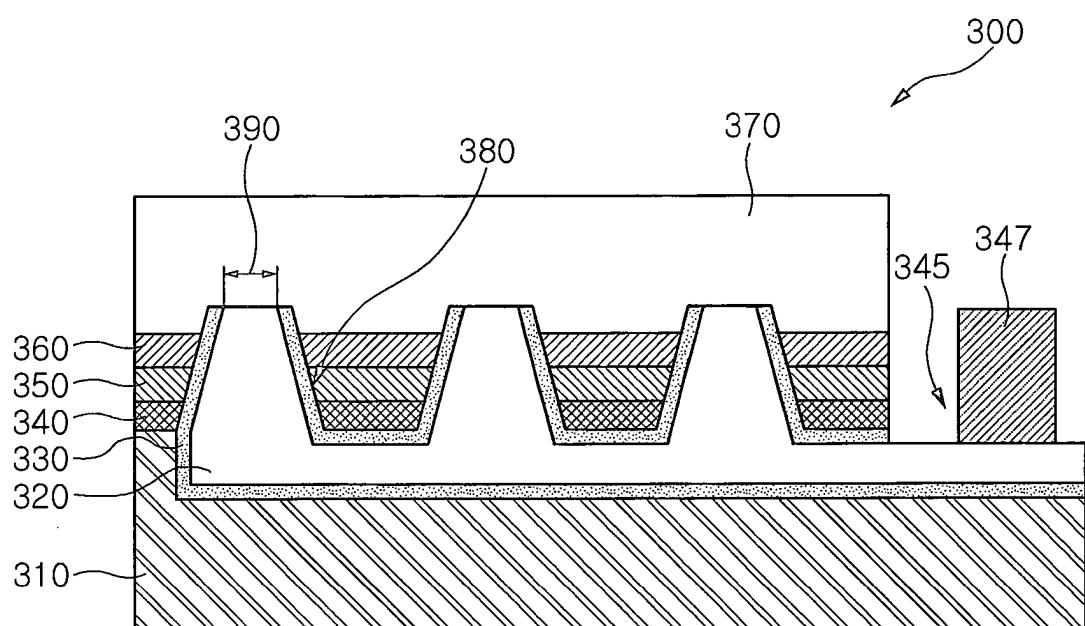


FIG. 31

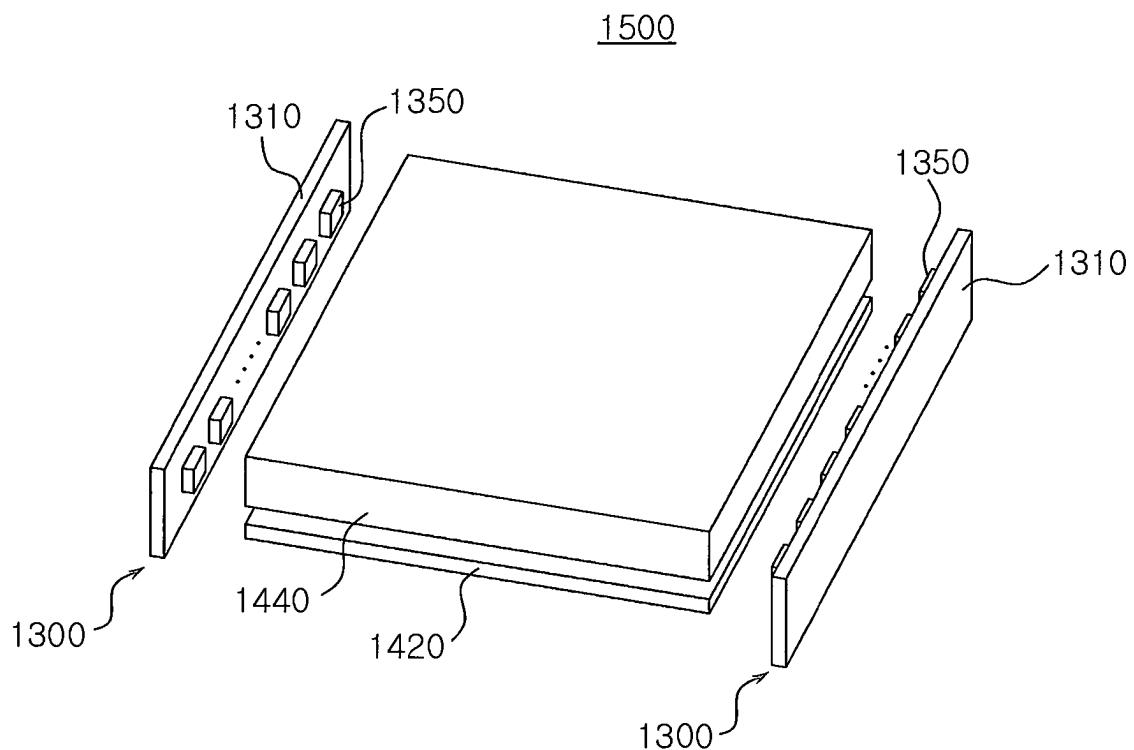


FIG. 32A

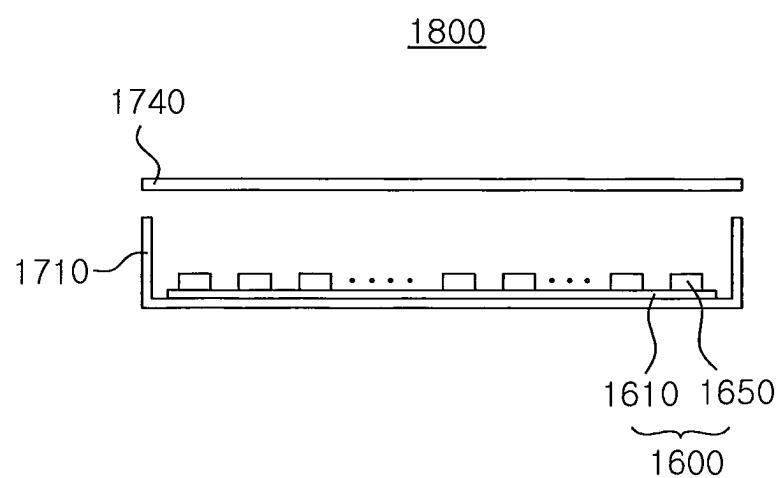


FIG. 32B

1500

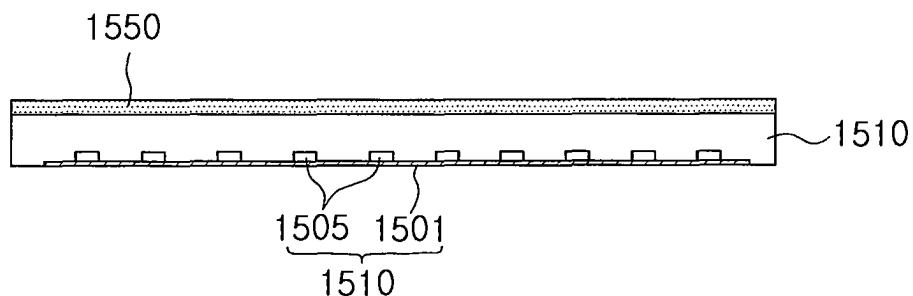


FIG. 33

1600

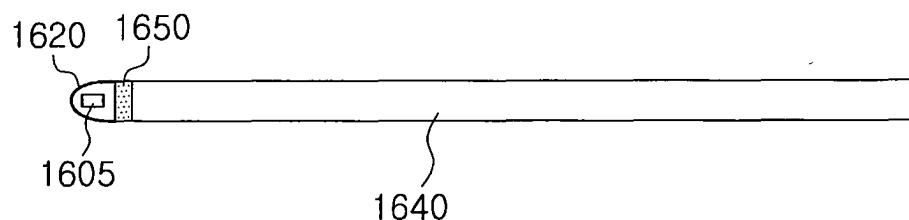


FIG. 34

1700

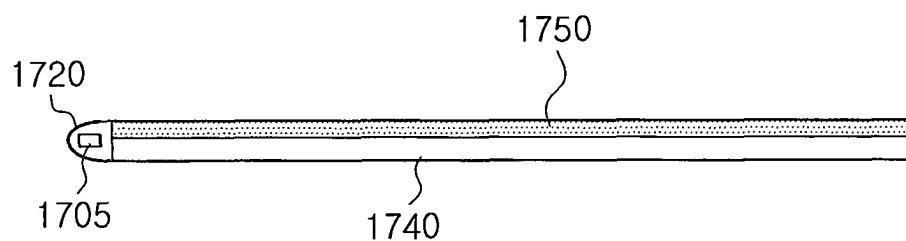


FIG. 35

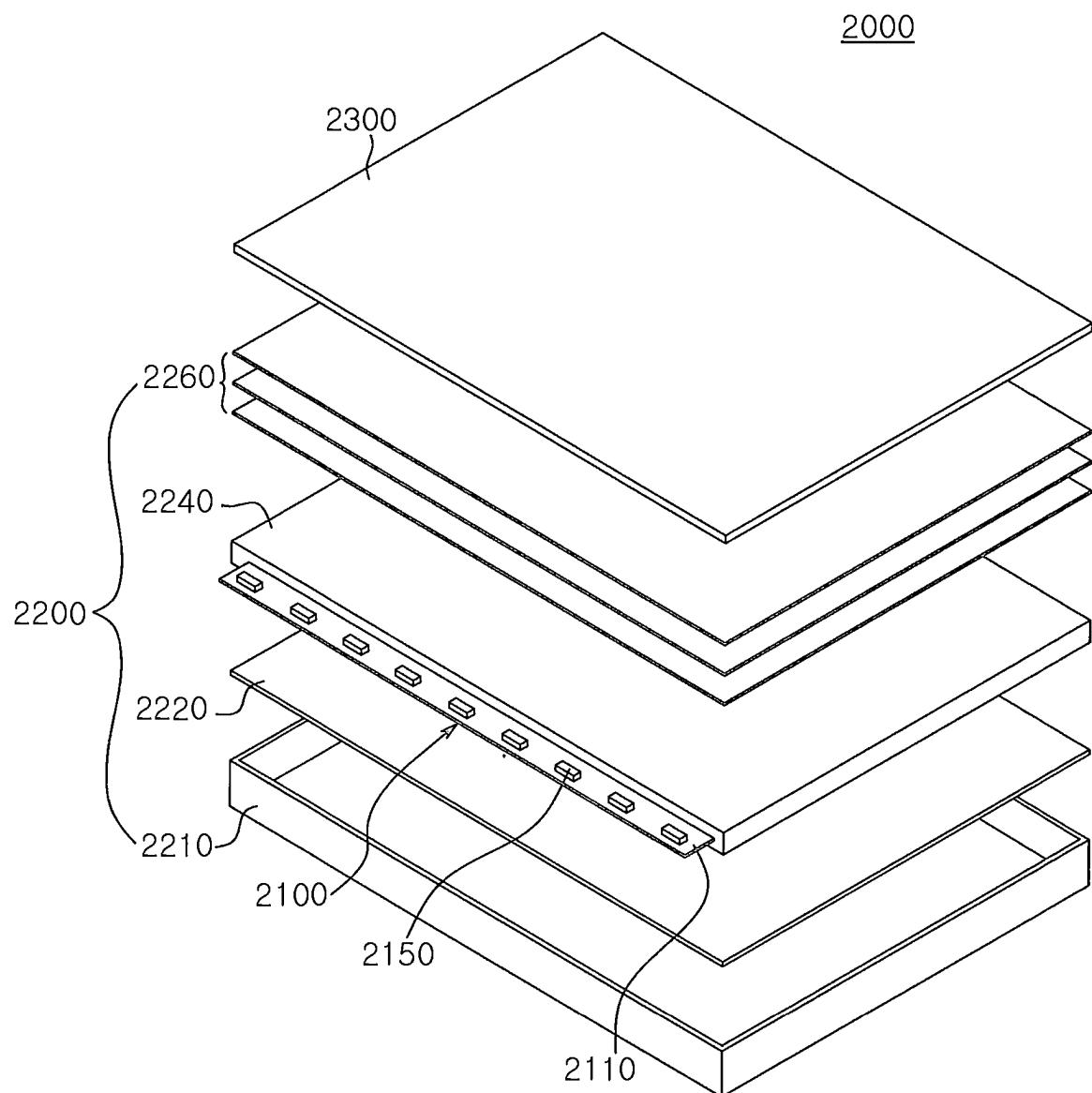


FIG. 36