



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 028 644 A1 2007.01.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 028 644.8

(51) Int Cl.⁸: H01L 33/00 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 22.06.2006

(43) Offenlegungstag: 04.01.2007

(30) Unionspriorität:
94121291 24.06.2005 TW

(74) Vertreter:
TER MEER STEINMEISTER & Partner GbR
Patentanwälte, 81679 München

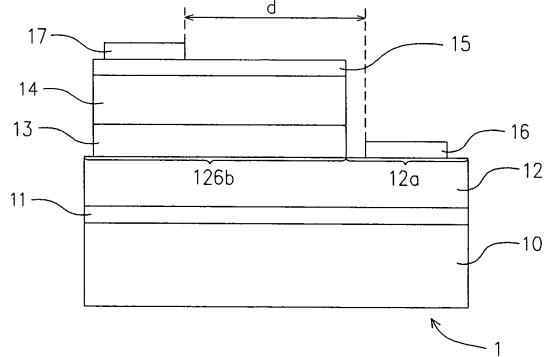
(71) Anmelder:
Epistar Corp., Hsinchu, TW

(72) Erfinder:
Chen, Yen-Wen, Hsinchu, TW; Liu, Wen-Huang,
Hsinchu, TW; Peng, Wei-Chih, Hsinchu, TW

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Halbleiterlichtemissionsvorrichtung

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung mit einem Substrat, einem Halbleiterlichtemissionsstapel, einer ersten Elektrode, einer ersten transparenten Oxideleitschicht und einer zweiten Elektrode vorgesehen. Der Halbleiterlichtemissionsstapel ist auf dem Substrat angeordnet und weist einen ersten Oberflächenbereich und einen zweiten Oberflächenbereich auf. Die erste Elektrode ist auf dem ersten Oberflächenbereich angeordnet. Die erste transparente Oxideleitschicht ist auf dem zweiten Oberflächenbereich angeordnet. Die zweite Elektrode ist auf der ersten transparenten Oxideleitschicht angeordnet. Die Fläche der Lichtemissionsvorrichtung ist größer als $2,5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$, und der Abstand zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode ist im wesentlichen zwischen 150 µm und 250 µm, und die Fläche der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode ist 15%-25% der Fläche der Lichtemissionsschicht.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung und insbesondere eine Anordnung von Elektroden der Halbleiterlichtemissionsvorrichtung.

[0002] Halbleiterlichtemissionsvorrichtungen werden in einer breiten Vielfalt von Anwendungen eingesetzt, einschließlich optischen Anzeigen, Verkehrslichtzeichen, Datenspeichervorrichtungen, Kommunikationsvorrichtungen, Beleuchtungsvorrichtungen und medizinischen Behandlungsgeräten. Wie die Lichtemissionseffizienz der Lichtemissionsvorrichtungen verbessert werden kann, ist ein wichtiges Thema in diesem Gebiet.

Stand der Technik

[0003] In dem US-Patent 5,563,422 ist eine LED (Leuchtdiode) offenbart. Eine dünne transparente Leitschicht aus Ni/Au ist auf einer p-Typ-Kontaktschicht gebildet, um den Strom zu verteilen und um ferner die Lichtemissionscharakteristik der LED zu verbessern. Die Durchlässigkeit der transparenten Leitschicht ist jedoch etwa 60–70 %, und die Lichtemissionseffizienz der LED ist beeinträchtigt.

[0004] Um dieses Problem zu lösen, wird eine transparente Oxidleit- oder -leiterschicht aus Indiumzinnoxid und dergleichen verwendet, um die herkömmliche transparente, leitende Schicht aus Ni/Au, auch transparente Leitschicht genannt, zu ersetzen. Die transparente Oxidleitschicht weist eine höhere Durchlässigkeit auf, und somit kann der Großteil des erzeugten Lichts von der LED durch die transparente Oxidleitschicht hindurchgehen. Nichtsdestotrotz ist der Widerstand der transparenten Oxidleitschicht im Vergleich zu Metall höher und somit ist der Stromverteilungseffekt der transparenten Oxidleitschicht beschränkt, wenn sie auf LEDs mit großen Abmessungen angewendet wird.

[0005] In der US 6,307,218 ist eine Elektrodenstruktur für Lichtemissionsvorrichtungen offenbart, um den Strom der Lichtemissionsvorrichtung durch Veränderung der Formen der Vorrichtungen, der Elektroden oder der Position der Elektroden gleichmäßig zu verteilen. Außerdem ist in der US 6,614,056 eine LED offenbart, die leitende Finger verwendet, um die Stromverteilung zu verbessern. Darüber hinaus wird in der US 6,518,598 eine Nitrid-LED mit einer Spiralelektrode vorgesehen. Bei dieser LED wird ein Ätz- oder Polierverfahren verwendet, um einen spiralförmigen Graben in der Oberfläche des epitaktischen Aufbaus davon zu bilden, so daß zwei Metallelektronen mit entgegengesetzten elektrischen Eigenschaften die spiralförmigen Musterstrukturen parallel aufweisen. Die LED kann den injizierten Strom gleichmäßig zwischen zwei spiralförmigen Elektroden mit entgegengesetzten elektrischen Eigenschaften verteilen, um die Stromverteilungseffizienz zu erhöhen.

[0006] Die Metallelektronen der herkömmlichen Lichtemissionsvorrichtungen oder LEDs absorbieren Licht und reduzieren die Helligkeit der LEDs, wenn eine höhere Metallelektronendichte auf der Oberfläche der LEDs vorliegt. Wenn jedoch die Metallelektronendichte auf der Oberfläche der LEDs geringer ist, wird der Stromverteilungseffekt vermindert, und die Treiberspannung wird erhöht. In diesem Fall würde die Lichtemissionseffizienz kleiner werden. Daher ist ein wichtiger Punkt bei dieser Technik, wie die optimale Helligkeit und eine bessere Stromverteilung der LEDs gegeneinander abgewogen werden können, um die Lichtemissionseffizienz zu erhöhen.

Aufgabenstellung

[0007] Entsprechend ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung mit höherer Helligkeit und besserer Stromverteilung zu schaffen.

[0008] Wie hier ausgeführt und ausführlich beschrieben, schafft die vorliegende Erfindung eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung mit einem Substrat, einem Halbleiterlichtemissionsstapel, einer ersten Elektrode, einer ersten transparenten Oxidleit- oder -leiterschicht und einer zweiten Elektrode. Der Halbleiterlichtemissionsstapel ist auf dem Substrat angeordnet und weist einen ersten Oberflächenbereich und einen zweiten Oberflächenbereich auf. Der Halbleiterlichtemissionsstapel umfaßt eine erste Halbleiterschicht, eine Lichtemissionsschicht und eine zweite Halbleiterschicht. Die erste Halbleiterschicht ist auf dem Substrat angeordnet. Die Lichtemissionsschicht ist auf der ersten Halbleiterschicht angeordnet. Die zweite Halbleiterschicht ist auf der Lichtemissionsschicht angeordnet. Die erste Elektrode ist auf dem ersten Oberflächenbereich angeordnet. Die erste transparente Oxidleitschicht ist auf dem zweiten Oberflächenbereich angeordnet. Die zweite Elektrode ist auf der ersten transparenten Oxidleitschicht angeordnet. Die Fläche der Lichtemissionsvorrichtung ist größer als $2,5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$, und der Abstand zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode ist im wesentlichen zwischen 150 µm und 250 µm, und die Fläche der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode ist 15 %-25

% der Fläche der Lichtemissionsschicht.

[0009] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner eine Klebe- oder Haftschicht, die zwischen dem Substrat und dem Halbleiterlichtemissionsstapel angeordnet ist.

[0010] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Klebeschicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus Polyimid, Benzocyclobuten (BCB), Perfluorcyclobutan (PFCB), Indiumzinnoxid, In, Sn, Al, Au, Pt, Zn, Ag, Ti, Pb, Ni, Au-Be, Au-Sn, Au-Si, Pb-Sn, Au-Ge, PdIn und AuZn ausgewählt ist.

[0011] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner eine erste reaktive Schicht, die zwischen dem Substrat und der Klebeschicht angeordnet ist.

[0012] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die erste reaktive Schicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus SiNx, Titan und Chrom ausgewählt ist.

[0013] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner eine reflektive Schicht, die zwischen dem Substrat und der ersten reaktiven Schicht angeordnet ist.

[0014] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die reflektive Schicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus In, Sn, Al, Pt, Zn, Ag, Ti, Pb, Pd, Ge, Cu, AuBe, AuGe, Ni, PbSn und AuZn ausgewählt ist.

[0015] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner eine zweite reaktive Schicht, die zwischen dem Lichtemissionsstapel und der Klebeschicht angeordnet ist.

[0016] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die zweite reaktive Schicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus SiNx, Titan und Chrom ausgewählt ist.

[0017] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner eine reflektive Schicht, die zwischen dem Lichtemissionsstapel und der zweiten reaktiven Schicht angeordnet ist.

[0018] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die reflektive Schicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus In, Sn, Al, Pt, Zn, Ag, Ti, Pb, Pd, Ge, Cu, AuBe, AuGe, Ni, PbSn und AuZn ausgewählt ist.

[0019] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt das Substrat zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus GaP, SiC, Al₂O₃, GaAs, GaP, AlGaAs, GaAsP und Glas ausgewählt ist.

[0020] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist der zweite Oberflächenbereich des Halbleiterlichtemissionsstapels ein hochdotierter p-Typ-Halbleiterkontaktbereich, ein Rückwärtstunnelbereich oder ein oberflächenrauer Bereich.

[0021] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die erste Halbleiterschicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus AlN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN, GaP, GaAsP, GaInP, AlGaInP und AlGaAs ausgewählt ist.

[0022] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Lichtemissionsschicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN und AlGaInP ausgewählt ist.

[0023] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die zweite Halbleiterschicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus AlN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN, GaP, GaAsP, GaInP, AlGaInP und AlGaAs ausgewählt ist.

[0024] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Form der ersten Elektrode eine Spiralform, eine ebene oder planare Form und eine Verzweigung, baumartige Verzweigung oder Verästelung.

[0025] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Form der zweiten Elektrode eine Spiralform, eine ebene oder planare Form und eine Verzweigung, baumartige Verzweigung oder Verästelung.

[0026] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die erste transparente Oxidleitschicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid, Cadmiumzinnoxid, Antimoniumzinnoxid, Aluminiumzinnoxid und Zinkzinnoxid ausgewählt ist.

[0027] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt der Halbleiterlichtemissionsstapel ferner eine zweite transparente Oxidleitschicht, die auf der zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist.

[0028] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die zweite transparente Oxidleitschicht zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid, Cadmiumzinnoxid, Antimoniumzinnoxid, Aluminiumzinnoxid und Zinkzinnoxid ausgewählt ist.

[0029] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist die zweite transparente Oxidleitschicht den ersten Oberflächenbereich auf.

[0030] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist die erste Halbleiterschicht den ersten Oberflächenbereich auf.

Ausführungsbeispiel

[0031] Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0032] [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#) eine schematische Querschnittsansicht bzw. Draufsicht, die eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigen,

[0033] [Fig. 3](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen Helligkeit und Abstand zwischen den ersten und zweiten Elektroden darstellt,

[0034] [Fig. 4](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Lichtemissionseffizienz und dem Abstand zwischen den ersten und zweiten Elektroden darstellt,

[0035] [Fig. 5](#) bzw. [Fig. 6](#) eine schematische Querschnittsansicht bzw. Draufsicht, die eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigen,

[0036] [Fig. 7](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen Vorwärtsstrom und der Lichtemissionseffizienz der Halbleiterlichtemissionsvorrichtung darstellt,

[0037] [Fig. 8](#) ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Verhältnis zwischen der Fläche der ersten und zweiten Elektrode und der Fläche der Lichtemissionsschicht und der Lichtemissionseffizienz der Halbleiterlichtemissionsvorrichtung darstellt,

[0038] [Fig. 9](#) eine schematische Querschnittsansicht, die eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt,

[0039] [Fig. 10](#) ein Diagramm, das die Beziehung des Verhältnisses zwischen der Fläche der ersten und zweiten Elektrode und der Fläche der Lichtemissionsschicht und der Lichtemissionseffizienz der Halbleiterlichtemissionsvorrichtung darstellt, und

[0040] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) schematische Draufsichten, die verschiedene Anordnungen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode zeigen.

[0041] Es wird nun ausführlich auf die bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung Bezug genommen, von denen Beispiele in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind. Wo immer möglich, werden

gleiche Bezugszeichen in den Zeichnungen und der Beschreibung verwendet, um auf gleiche oder ähnliche Teile Bezug zu nehmen.

[0042] [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#) sind eine schematische Querschnittsansicht bzw. Draufsicht, die eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellen. Bezugnehmend auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung **1** hauptsächlich eine Substrat **10**, einen Halbleiterlichtemissionsstapel, eine transparente Oxidleitschicht **15**, eine erste Elektrode **16** und eine zweite Elektrode **17**. Der Halbleiterlichtemissionsstapel umfaßt eine erste Halbleiterschicht **12**, eine Lichtemissionsschicht **13** und eine zweite Halbleiterschicht **14**. Das Substrat umfaßt zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus GaP, SiC, Al₂O₃, GaAs, GaP, AlGaAs, GaAsP und Glas ausgewählt ist. Eine Pufferschicht **11** ist wahlweise auf dem Substrat **10** angeordnet. Die erste Halbleiterschicht **12** ist auf der Pufferschicht **11** angeordnet und ist ein Nitrid-Stapel mit einem ersten Oberflächenbereich **12a** und einem zweiten Oberflächenbereich **12b**. Das Material der ersten Halbleiterschicht **12** kann AlN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN, GaP, GaAsP, GaInP, AlGaN oder AlGaAs sein.

[0043] Die Lichtemissionsschicht **13** ist auf dem zweiten Oberflächenbereich **12b** der ersten Halbleiterschicht **12** angeordnet, und das Material der Lichtemissionsschicht **13** kann GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN oder AlGalnP sein. Die zweite Halbleiterschicht **14** ist auf der Lichtemissionsschicht **13** angeordnet und kann ein Nitrid-Stapel sein. Das Material des Nitrid-Stapels kann AlN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN, GaP, GaAsP, GaInP, AlGaN oder AlGaAs sein. Die zweite Halbleiterschicht **14** des Halbleiterlichtemissionsstapels ist ein hochdotierter p-Typ-Halbleiterkontaktbereich, ein Rückwärtstunnelbereich oder ein oberflächenrauher Bereich. Die transparente Oxidleitschicht **15** ist auf der zweiten Halbleiterschicht **14** angeordnet, und das Material der transparenten Oxidleitschicht **15** kann Indiumzinnoxid, Cadmiumzinnoxid, Antimoniumzinnoxid, Aluminiumzinnoxid und Zinkzinnoxid sein. Die erste Elektrode **16** ist auf dem ersten Oberflächenbereich **12a** der ersten Halbleiterschicht **12** angeordnet. Die zweite Elektrode **17** ist auf der transparenten Oxidleitschicht **15** angeordnet. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist die erste Elektrode **16** zu der zweiten Elektrode **17** parallel ausgerichtet, und der Abstand zwischen der ersten Elektrode **16** und der zweiten Elektrode **17** ist d. Der Einfluß auf die Helligkeit und die Stromverteilung der Lichtemissionsvorrichtung **1**, die aus dem Abstand d zwischen der ersten Elektrode **16** und der zweiten Elektrode **17** resultiert, wird im folgenden beschrieben.

[0044] Der Abstand zwischen der ersten Elektrode **16** und der zweiten Elektrode **17** wird unter den Bedingungen verändert, daß die Lichtemissionsvorrichtung eine konstante Fläche von $3 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ ($480 \mu\text{m} \times 640 \mu\text{m}$) aufweist, ein konstanter Strom von 0,07 A zu der Lichtemissionsvorrichtung übertragen wird und die Fläche der ersten Elektrode **16** und der zweiten Elektrode **17** jeweils $1,53 \times 10^4 \mu\text{m}^2$ ist. Die Veränderung der Helligkeit, der Vorwärtsspannung und der Lichtemissionseffizienz der Lichtemissionsvorrichtung sind in Tabelle 1 gezeigt. [Fig. 3](#) ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Helligkeit und dem Abstand zwischen der ersten und zweiten Elektrode darstellt. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, wird die Helligkeit mit dem Abstand der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode von 130 μm zu 200 μm erhöht. Die Helligkeit der Lichtemissionsvorrichtung ist optimal, wenn der Abstand zwischen den zwei Elektroden zwischen 200 μm bis 250 μm ist, und sie ist vermindert, wenn der Abstand zwischen den zwei Elektroden größer als 250 μm ist. [Fig. 4](#) ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Lichtemissionseffizienz (nämlich der Helligkeit geteilt durch die Vorwärtsspannung) und dem Abstand zwischen der ersten und zweiten Elektrode darstellt. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, ist die Helligkeit und die Lichtemissionseffizienz der Lichtemissionsvorrichtung **1** optimal, wenn der Abstand zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode zwischen 150 μm und 280 μm ist.

Tabelle 1

Abstand zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode (μm)	Helligkeit Iv (mcd)	Vorwärtsspannung Vf (V)	Lichtemissionseffizienz (Iv/Vf)
350	699,7	3,85	181,74
300	709,5	3,79	187,2
250	713,4	3,72	191,77
200	712	3,65	195,07
150	676,2	3,59	188,36
130	639,5	3,58	178,63

[0045] [Fig. 5](#) bzw. [Fig. 6](#) sind eine schematische Querschnittsansicht bzw. eine Draufsicht, die die Halbleiterlichtemissionssvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigen. Bezugnehmend auf die [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) umfaßt die Halbleiterlichtemissionssvorrichtung 2 hauptsächlich ein Substrat 20, eine erste Halbleiterschicht 22, eine Lichtemissionsschicht 23, eine zweite Halbleiterschicht 24, eine transparente Oxideleitschicht 25, eine erste Elektrode 27 und eine zweite Elektrode 28. Eine Pufferschicht 21 ist wahlweise auf dem Substrat 20 angeordnet. Die erste Halbleiterschicht 22 ist auf der Pufferschicht 21 angeordnet und kann ein Nitrid-Stapel sein. Das Material des Nitrid-Stapels kann AlN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN, GaP, GaAsP, GaInP, AlGaInP oder AlGaAs sein. Die Lichtemissionsschicht 23 ist auf der ersten Halbleiterschicht 22 angeordnet, und das Material der Lichtemissionsschicht 13 kann GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN oder AlGaNp sein. Die zweite Halbleiterschicht 24 ist auf der Lichtemissionsschicht 23 angeordnet und kann ein Nitrid-Stapel sein. Das Material des Nitrid-Stapels kann AlN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN, GaP, GaAsP, GaInP, AlGaInP oder AlGaAs sein. Die transparente Oxideleitschicht 25 ist auf der zweiten Halbleiterschicht 24 angeordnet, und das Material der transparenten Oxideleitschicht 25 kann Indiumzinnoxid, Cadmiumzinnoxid, Antimoniumzinnoxid, Aluminiumzinnoxid und Zinkzinnoxid sein. Eine spiralförmige Rille 26 ist in der transparenten Oxideleitschicht 25, der zweiten Halbleiterschicht 24 und der Lichtemissionsschicht 23 gebildet, um einen Abschnitt der ersten Halbleiterschicht 22 freizulegen und einen ersten Elektrodenbereich 22a zu bilden. Die erste Elektrode 27 ist auf dem ersten Elektrodenbereich 22a angeordnet. Die zweite Elektrode 28 ist auf der transparenten Oxideleitschicht 25 angeordnet. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, sind die erste Elektrode 27 und die zweite Elektrode 28 spiralförmig, und der Abstand zwischen einer ersten Kante E1 der ersten Elektrode 27 und einer zu der ersten Kante E1 benachbarten zweiten Kante E2 der zweiten Elektrode 28 ist d. Der Einfluß auf die Helligkeit und die Stromverteilung der Lichtemissionssvorrichtung 2, der aus dem Verhältnis der Fläche der ersten und zweiten Elektrode zu der Fläche der Lichtemissionsschicht resultiert, wird im folgenden beschrieben.

[0046] [Fig. 7](#) ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Vorwärtstrom und der Lichtemissionseffizienz der Halbleiterlichtemissionssvorrichtung darstellt. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, ist unter den Bedingungen, daß die Fläche der Lichtemissionssvorrichtung $1 \times 106 \mu\text{m}^2$ ($1000 \mu\text{m} \times 1000 \mu\text{m}$), der Eingangsstrom 350 mA und die Fläche der ersten und zweiten Elektrode 24,4 % der Fläche der Lichtemissionsschicht ist, bei Abständen zwischen der ersten Elektrode 27 und der zweiten Elektrode 28 von 130 μm , 166 μm bzw. 210 μm die Lichtemissionseffizienz der Lichtemissionssvorrichtung bei einem Abstand zwischen den Elektroden von 166 μm und 210 μm höher als die Lichtemissionseffizienz der Lichtemissionssvorrichtung, bei der der Abstand zwischen den Elektroden 130 μm ist. Die Vorwärtsspannung steigt jedoch mit steigendem Abstand zwischen den Elektroden. Außerdem kann aus den experimentellen Daten des ersten Ausführungsbeispiels die Vorwärtsspannung durch Ändern der Fläche der ersten und zweiten Elektrode angepaßt werden, um das Problem einer höheren Vorwärtsspannung zu lösen.

[0047] Unter den Bedingungen, daß die Fläche der Lichtemissionssvorrichtung $1 \times 10^6 \mu\text{m}^2$, der Abstand zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode 166 μm und die Fläche der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode gleich 14,3 %, 15,6 %, 17,8 %, 18,4 %, 23 %, 24,4 % oder 30 % der Fläche der Lichtemissionsschicht ist, ist die Beziehung zwischen dem Flächenverhältnis der ersten und zweiten Elektrode und der Lichtemissionsschicht zu der Lichtemissionseffizienz der Halbleiterlichtemissionssvorrichtung in [Fig. 8](#) gezeigt. Die Lichtemissionseffizienz der Halbleiterlichtemissionssvorrichtung wird besser, wenn das Flächenverhältnis der ersten und zweiten Elektroden zu der Fläche der Lichtemissionsschicht etwa 15 % bis 25 % ist. Darüber

hinaus ist die Lichtemissionseffizienz der Halbleiterlichtemissionsvorrichtung optimal, wenn das Flächenverhältnis der Elektroden zu dem der Lichtemissionsschicht etwa 17 % bis 24,4 % ist.

[0048] [Fig. 9](#) ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Halbleiterlichtemissionsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. Die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung 3 umfaßt ein Substrat 30, eine Klebeschicht 31, einen Lichtemissionsstapel, eine spiralförmige Rille 37, eine erste Elektrode 38 und eine zweite Elektrode 39. Die Klebeschicht 31 ist auf dem Substrat 30 zum Anhaften an einen Lichtemissionsstapel mit einer ersten transparenten Oxidleitschicht 32, einem ersten AllnGaP-basierten Halbleiterstapel 33, einer Lichtemissionsschicht 34, einem zweiten AllnGaP-basierten Halbleiterstapel 35 und einer zweiten transparenten Oxidleitschicht 36 angeordnet. In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Klebeschicht 31 zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus Polyimid, Benzocyclobuten (BCB), Perfluorcyclobutan (PFCB), Indiumzinnoxid, In, Sn, Al, Au, Pt, Zn, Ag, Ti, Pb, Ni, Au-Be, Au-Sn, Au-Si, Pb-Sn, Au-Ge, PdIn und AuZn ausgewählt ist.

[0049] Die erste transparente Oxidleitschicht 32 ist auf der Klebeschicht 31 angeordnet und umfaßt zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid, Cadmiumzinnoxid, Antimoniumzinnoxid, Aluminiumzinnoxid und Zinkzinnoxid ausgewählt ist. Der erste AllnGaP-basierte Halbleiterstapel 33 ist auf der ersten transparenten Oxidleitschicht 32 angeordnet. Die Lichtemissionsschicht 34 ist auf dem ersten AllnGaP-basierten Halbleiterstapel 33 angeordnet. Der zweite AllnGaP-basierte Halbleiterstapel 35 ist auf der Lichtemissionsschicht 34 angeordnet. Die zweite transparente Oxidleitschicht 36 ist auf dem zweiten AllnGaP-basierten Halbleiterstapel 35 angeordnet und umfaßt zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid, Cadmiumzinnoxid, Antimoniumzinnoxid, Aluminiumzinnoxid und Zinkzinnoxid ausgewählt ist. Die spiralförmige Rille 37 ist in der zweiten transparenten Oxidleitschicht 36, dem zweiten AllnGaP-basierten Halbleiterstapel 35, der Lichtemissionsschicht 34 und dem ersten AllnGaP-basierten Halbleiterstapel 33 gebildet, um einen Abschnitt der ersten transparenten Oxidleitschicht 32 freizulegen und einen ersten Elektrodenbereich 32a zu bilden. Die erste Elektrode 38 ist auf dem ersten Elektrodenbereich 32a angeordnet. Die zweite Elektrode 39 ist auf der zweiten transparenten Oxidleitschicht 36 angeordnet. Die Draufsicht der Halbleiterlichtemissionsvorrichtung 3 ist ähnlich zu der der Halbleiterlichtemissionsvorrichtung 2.

[0050] Unter den Bedingungen, daß die Fläche der Lichtemissionsvorrichtung gleich $5,6 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ ($750 \mu\text{m} \times 750 \mu\text{m}$), der Eingangsstrom 350 mA und die Fläche der ersten Elektrode 38 und der zweiten Elektrode 39 gleich 24,4 % der Fläche der Lichtemissionsschicht 34 ist, ist bei einem Abstand zwischen der ersten Kante E1 der ersten Elektrode 38 und der zweiten Kante E2 der zweiten Elektrode 39 von 130 µm bzw. 166 µm die Lichtemissionsleistung der Lichtemissionsvorrichtung gleich 58,35 mW bzw. 67,47 mW. Unter der Bedingung, daß der Eingangsstrom gleich 400 mA ist, ist bei einem Abstand zwischen der ersten Elektrode 38 und der zweiten Elektrode 39 von 130 µm bzw. 166 µm die Lichtemissionsleistung gleich 66,03 mW bzw. 76,33 mW. Unter der Bedingung, daß der Eingangsstrom 600 mA ist, ist bei einem Abstand zwischen der ersten Elektrode 38 und der zweiten Elektrode 39 von 130 µm bzw. 166 µm die Lichtemissionsleistung gleich 93,18 mW bzw. 100,87 mW. Gemäß den obigen Daten ist die Lichtemissionsleistung der Lichtemissionsvorrichtung bei einem Abstand zwischen den Elektroden von 166 µm besser als die Lichtemissionsleistung der Lichtemissionsvorrichtung, bei der der Abstand zwischen den Elektroden 130 µm ist.

[0051] [Fig. 10](#) ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Flächenverhältnis der ersten und zweiten Elektrode und der Lichtemissionsschicht zu der Lichtemissionseffizienz der Halbleiterlichtemissionsvorrichtung darstellt. Unter den Bedingungen, daß die Fläche der Lichtemissionsvorrichtung gleich $5,6 \times 10^5 \mu\text{m}^2$, der Abstand zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode gleich 166 µm und die Fläche der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode gleich 14,3 %, 15,6 %, 17,8 %, 18,4 %, 23 %, 24,4 % oder 30 % der Fläche der Lichtemissionsschicht ist, ist die Lichtemissionseffizienz der Lichtemissionsvorrichtung besser, wenn die Fläche der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode gleich 15 %-25 % der Fläche der Lichtemissionsschicht ist. Darüber hinaus ist die Lichtemissionseffizienz der Lichtemissionsvorrichtung optimal, wenn die Fläche der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode 17 %-18,4 % der Fläche der Lichtemissionsschicht ist.

[0052] Die vorliegende Erfindung ist geeignet für die Anwendung in Lichtemissionsvorrichtungen mit mittlerer Eingangsleistung (ungefähr 0,3 W) und bei denen die Fläche der Lichtemissionsschicht gleich $2,56 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ ist, und für Lichtemissionsvorrichtungen mit großer Eingangsleistung (größer als 1 W) und bei denen die Fläche der Lichtemissionsschicht größer als $1 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ ist.

[0053] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) sind schematische Draufsichten, die verschiedene Anordnungen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode darstellen. Bezugnehmend auf [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) kann die Form der ersten Elektrode 16 und der zweiten Elektrode 17 eine ebene Form oder Verzweigung sein.

[0054] Außerdem umfaßt in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner eine erste reaktive Schicht, die zwischen dem Substrat und der Klebeschicht angeordnet ist. Die erste reaktive Schicht umfaßt zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus SiNx, Titan und Chrom ausgewählt ist.

[0055] In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner einer reflektive Schicht, die zwischen dem Substrat und der ersten reaktiven Schicht angeordnet ist. Die reflektive Schicht umfaßt zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus In, Sn, Al, Pt, Zn, Ag, Ti, Pb, Pd, Ge, Cu, AuBe, AuGe, Ni, PbSn und AuZn ausgewählt ist.

[0056] In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner eine zweite reaktive Schicht, die zwischen dem Lichtemissionsstapel und der Klebeschicht angeordnet ist. Die zweite reaktive Schicht umfaßt zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus SiNx, Titan und Chrom ausgewählt ist.

[0057] In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterlichtemissionsvorrichtung ferner eine reflektive Schicht, die zwischen dem Lichtemissionsstapel und der zweiten reaktiven Schicht angeordnet ist. Die reflektive Schicht umfaßt zumindest ein Material, das aus der Gruppe bestehend aus In, Sn, Al, Pt, Zn, Ag, Ti, Pb, Pd, Ge, Cu, AuBe, AuGe, Ni, PbSn und AuZn ausgewählt ist.

Patentansprüche

1. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung, mit:

- einem Substrat;
- einem auf dem Substrat angeordneten Halbleiterlichtemissionsstapel mit einem ersten Oberflächenbereich und einem zweiten Oberflächenbereich, wobei der Halbleiterlichtemissionsstapel umfaßt:
- eine auf dem Substrat angeordnete erste Halbleiterschicht;
- eine auf der ersten Halbleiterschicht angeordnete Lichtemissionsschicht;
- eine auf der Lichtemissionsschicht angeordnete zweite Halbleiterschicht;
- einer auf dem ersten Oberflächenbereich angeordneten ersten Elektrode;
- einer auf dem zweiten Oberflächenbereich angeordneten ersten transparenten Oxidleitschicht; und
- einer auf der ersten transparenten Oxidleitschicht angeordneten zweiten Elektrode, wobei die Fläche der Lichtemissionsvorrichtung größer als $2,5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$, der Abstand zwischen einer ersten Kante der ersten Elektrode und einer zu der ersten Kante benachbarten zweiten Kante der zweiten Elektrode im wesentlichen zwischen 150 µm und 250 µm, und die Fläche der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode gleich 15 %–25 % der Fläche der Lichtemissionsschicht ist.

2. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit einer Klebeschicht, die zwischen dem Substrat und dem Halbleiterlichtemissionsstapel angeordnet ist.

3. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Klebeschicht zumindest ein Material umfaßt, das aus der Gruppe bestehend aus Polyimid, Benzocyclobuten (BCB), Perfluorcyclobutan (PFCB), Indiumzinnoxid, In, Sn, Al, Au, Pt, Zn, Ag, Ti, Pb, Ni, Au-Be, Au-Sn, Au-Si, Pb-Sn, Au-Ge, PdIn und AuZn ausgewählt ist.

4. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 2, ferner mit einer reaktiven Schicht, die auf dem Substrat und/oder der Klebeschicht angeordnet ist.

5. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die reaktive Schicht zumindest ein Material umfaßt, das aus der Gruppe bestehend aus SiNx, Titan und Chrom ausgewählt ist.

6. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 4, ferner mit einer unter dem Lichtemissionsstapel und/oder der reaktiven Schicht angeordneten reflektiven Schicht.

7. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die reflektive Schicht zumindest ein Material umfaßt, das aus der Gruppe bestehend aus In, Sn, Al, Pt, Zn, Ag, Ti, Pb, Pd, Ge, Cu, AuBe, AuGe, Ni, PbSn und AuZn ausgewählt ist.

8. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der zweite Bereich des Halbleiterlichtemissionsstapels ein hochdotierter p-Typ-Halbleiterkontaktbereich, ein Rückwärtstunnelbereich oder ein oberflä-

chenrauer Bereich ist.

9. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste Halbleiterschicht zumindest ein Material umfaßt, das aus der Gruppe bestehend aus AlN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN, GaP, GaAsP, GaInP, AlGaInP und AlGaAs ausgewählt ist.

10. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die zweite Halbleiterschicht zumindest ein Material umfaßt, das aus der Gruppe bestehend aus AlN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInGaN, GaP, GaAsP, GaInP, AlGaInP und AlGaAs ausgewählt ist.

11. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Form der ersten Elektrode eine Spiralform, eine ebene Form und eine Verzweigung umfaßt.

12. Halbleiterlichtemissionvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Form der zweiten Elektrode eine Spiralform, eine ebene Form und eine Verzweigung umfaßt.

13. Halbleiterlichtemissionvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste transparente Oxidleitschicht zumindest ein Material umfaßt, das aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid, Cadmiumzinnoxid, Antimoniumzinnoxid, Aluminiumzinnoxid und Zinkzinnoxid ausgewählt ist.

14. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit einer zweiten transparenten Oxidleitschicht, die zwischen dem Substrat und dem Halbleiterlichtemissionstapel angeordnet ist.

15. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei die zweite transparente Oxidleitschicht zumindest ein Material umfaßt, das aus der Gruppe bestehend aus Indiumzinnoxid, Cadmiumzinnoxid, Antimoniumzinnoxid, Aluminiumzinnoxid und Zinkzinnoxid ausgewählt ist.

16. Halbleiterlichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 15, wobei der erste Oberflächenbereich sich bis zu der zweiten transparenten Oxidleitschicht erstreckt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

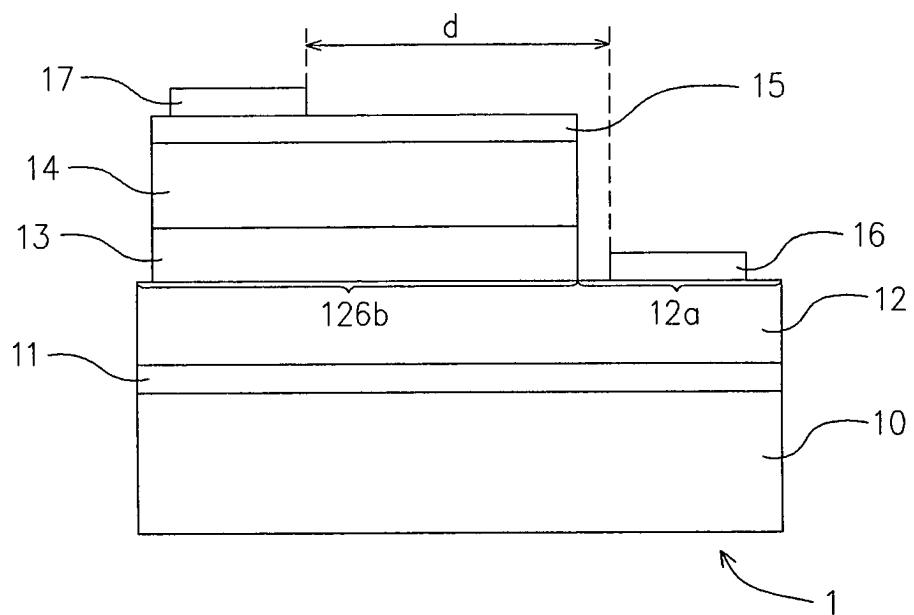


FIG. 1

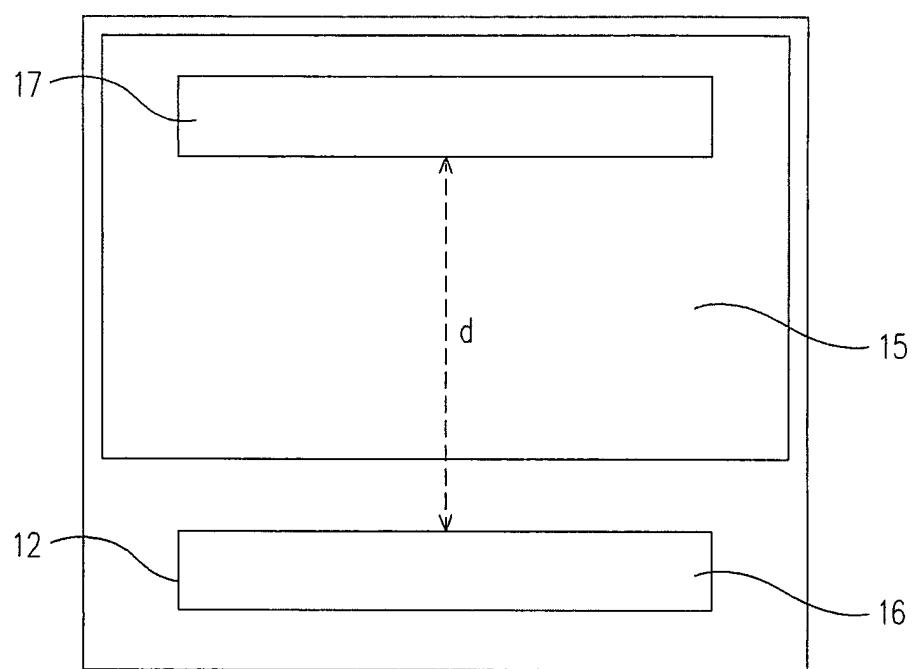


FIG. 2

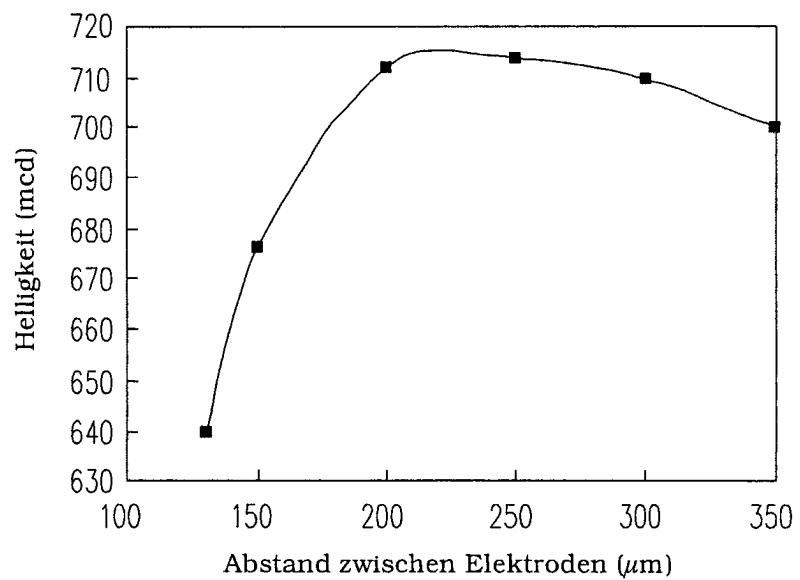


FIG. 3

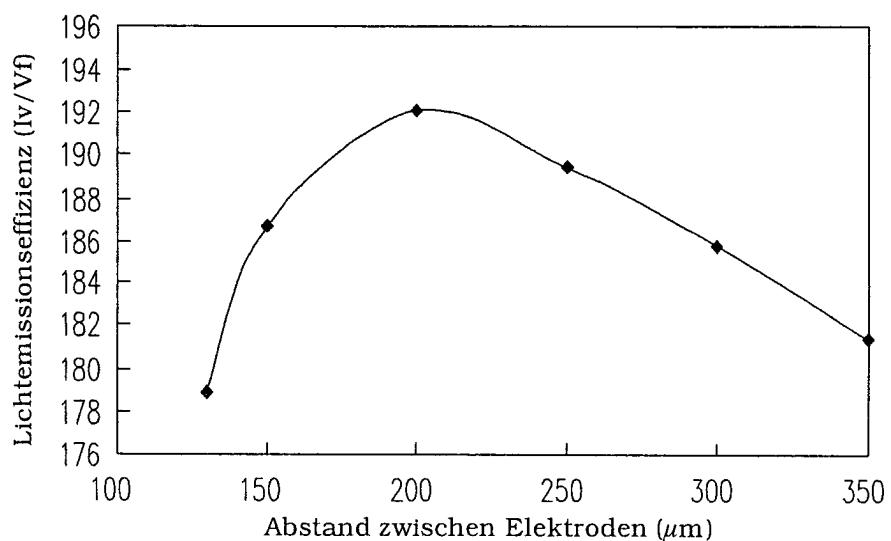


FIG. 4

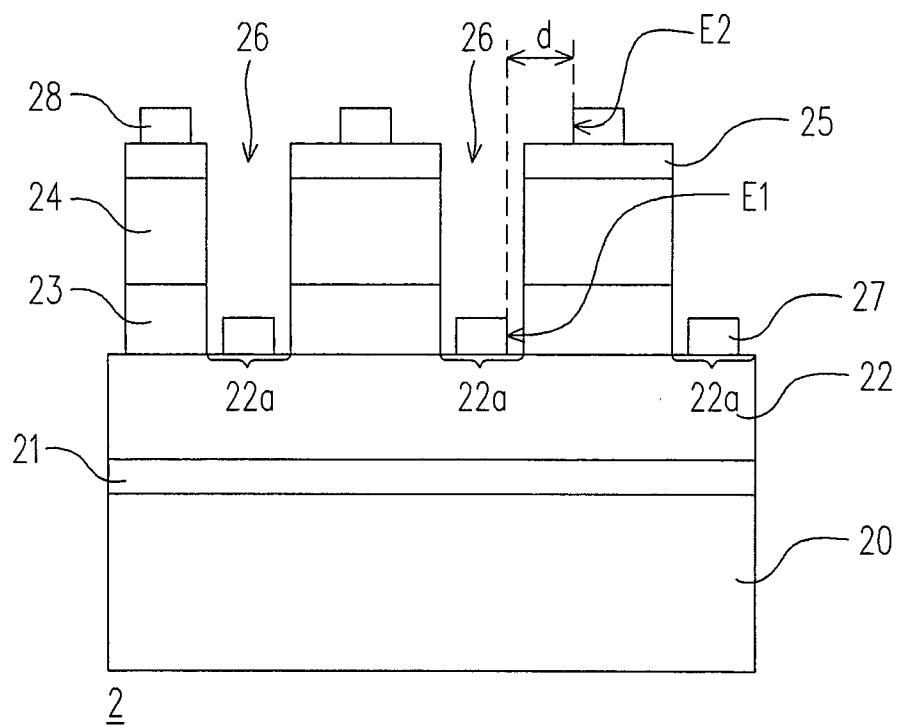


FIG. 5

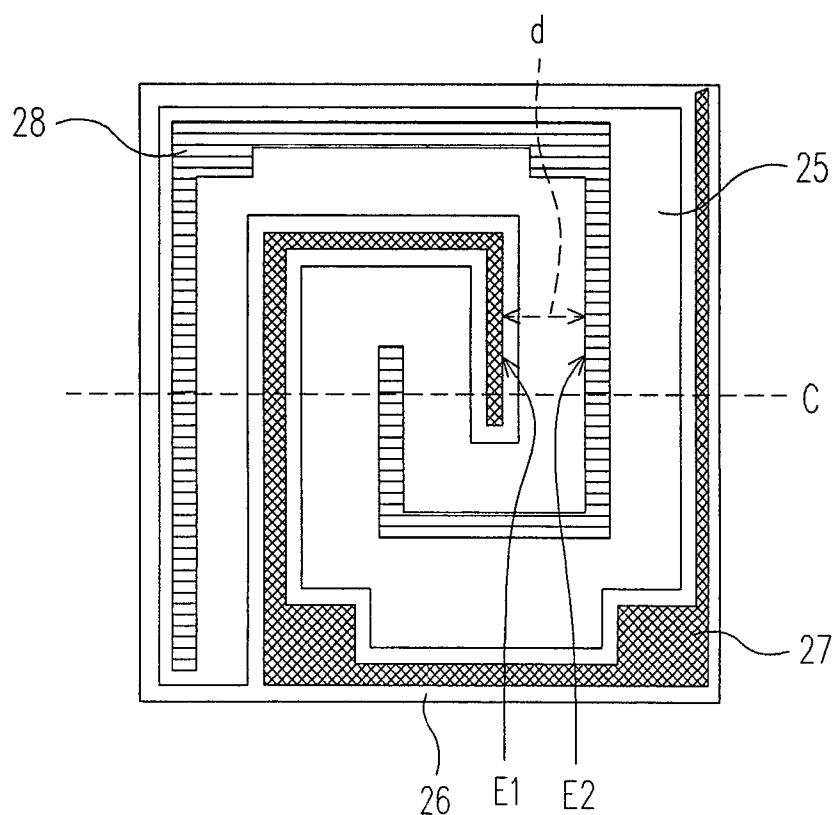


FIG. 6

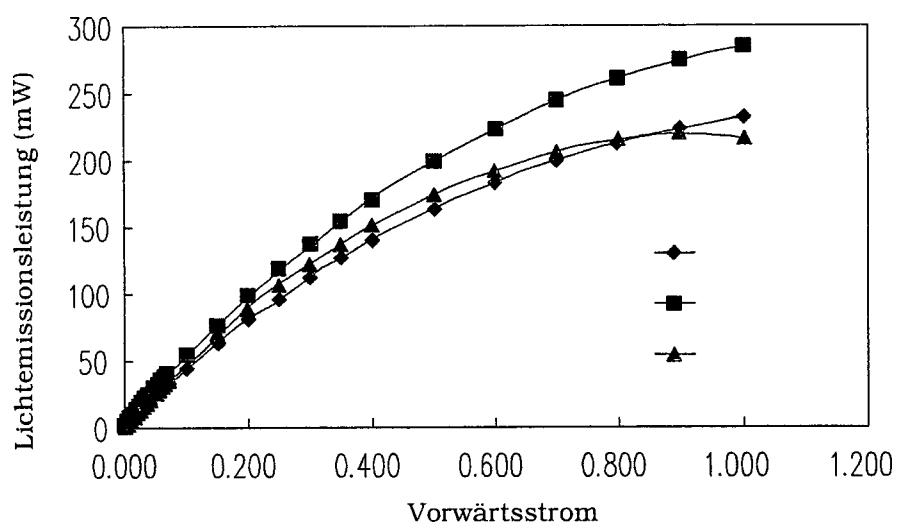


FIG. 7

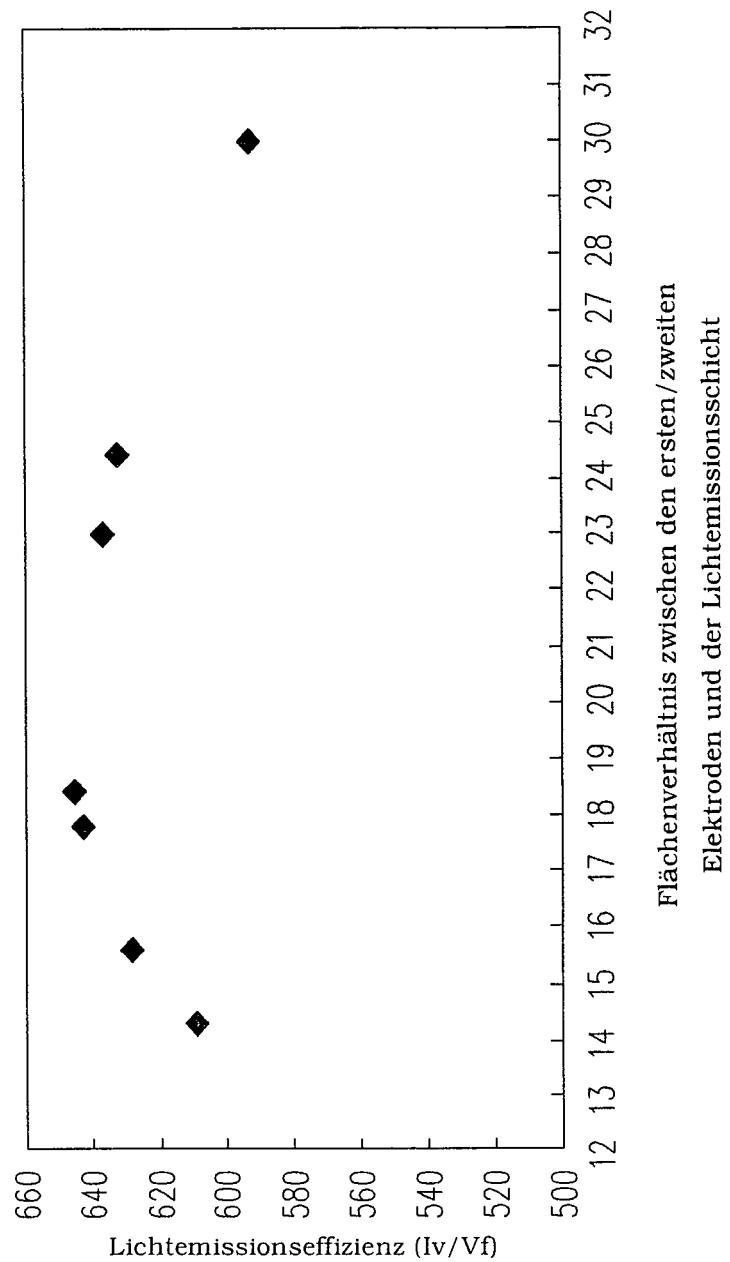


FIG. 8

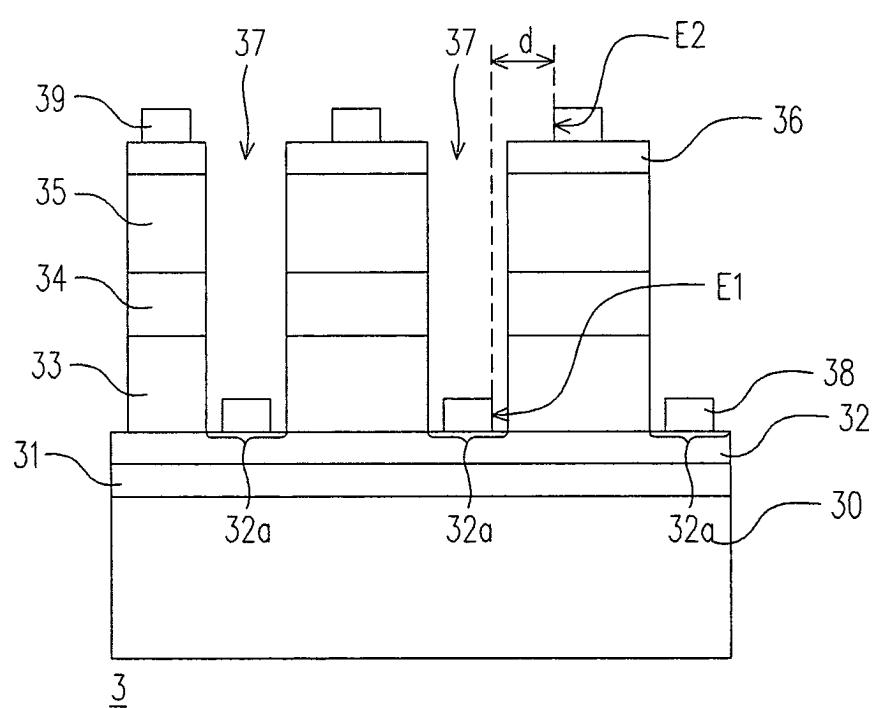


FIG. 9

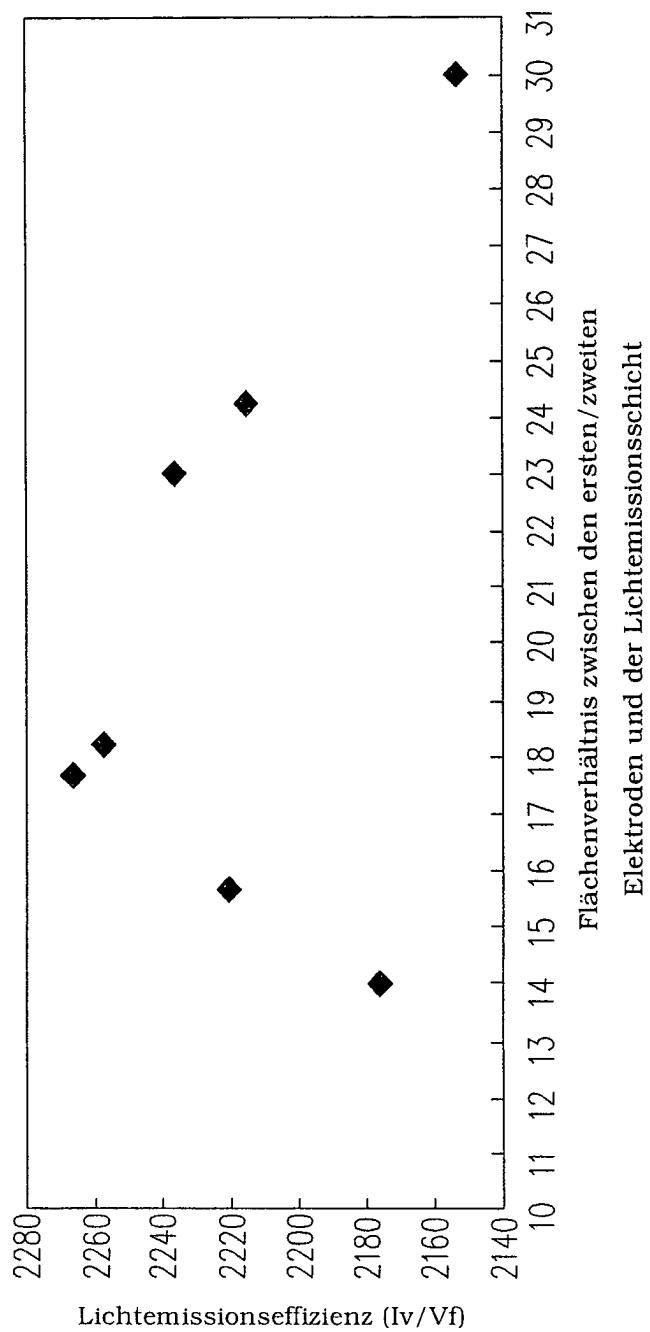


FIG. 10

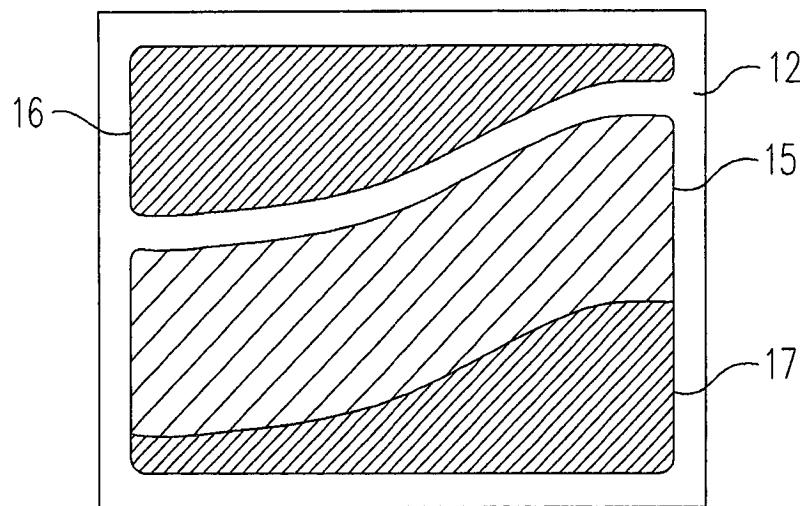


FIG. 11A

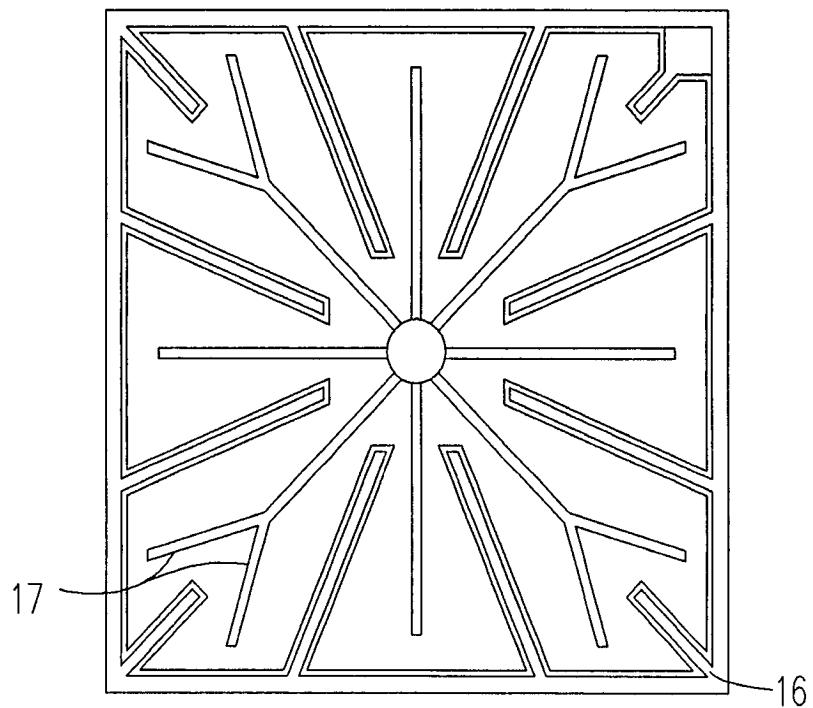


FIG. 11B