

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-109332

(P2015-109332A)

(43) 公開日 平成27年6月11日(2015.6.11)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
 HO 1 L 33/38 (2010.01) HO 1 L 33/00 2 1 0 5 F 1 4 1  
 5 F 2 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-251111 (P2013-251111)  
 (22) 出願日 平成25年12月4日 (2013.12.4)

(71) 出願人 000005049  
 シャープ株式会社  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 井口 勝次  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号  
 シャープ株式会社内  
 Fターム(参考) 5F141 AA05 AA21 CA05 CA40 CA53  
 CA57 CA65 CA74 CA76 CA88  
 CA93 CB11  
 5F241 AA05 AA21 CA05 CA40 CA53  
 CA57 CA65 CA74 CA76 CA88  
 CA93 CB11

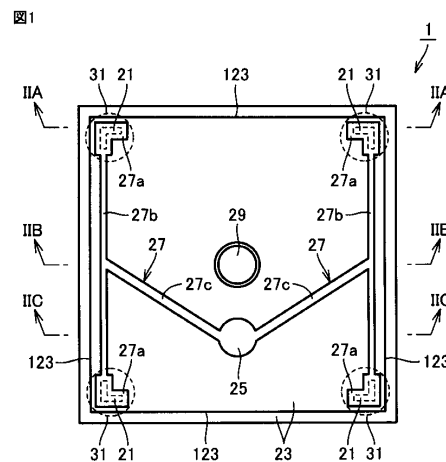
(54) 【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電流を均一に拡散させて発光分布を均一にすることが可能な半導体発光素子を提供する。

【解決手段】半導体発光素子1は、基板上に、n型半導体層、発光層およびp型半導体層を含む半導体積層体と、透明導電層21と、p側パッド電極25と、p側パッド電極25から延びる2つ以上のp側補助電極27と、n側パッド電極29とが設けられている。透明導電層21は、p型半導体層上に設けられている。透明導電層21の上面の一部には、絶縁層23が設けられている。p側パッド電極25は、絶縁層23上に設けられている。n側パッド電極29は、p型半導体層および発光層から露出するn型半導体層上に設けられている。平面視においてn側パッド電極29から等距離離れた位置に、絶縁層23から露出する透明導電層21とp側補助電極27とが接触してなるコンタクト部31が2つ以上設けられている。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板上に、n型半導体層、発光層およびp型半導体層を含む半導体積層体と、透明導電層と、p側パッド電極と、前記p側パッド電極から延びる2つ以上のp側補助電極と、n側パッド電極とが設けられてなる半導体発光素子であって、

前記透明導電層は、前記p型半導体層上に設けられ、

前記透明導電層の上面の一部には、絶縁層が設けられ、

前記p側パッド電極は、前記絶縁層上に設けられ、

前記n側パッド電極は、前記p型半導体層および前記発光層から露出する前記n型半導体層上に設けられ、

平面視において前記n側パッド電極から等距離離れた位置に、前記絶縁層から露出する透明導電層と前記p側補助電極とが接触してなるコンタクト部が2つ以上設けられている半導体発光素子。

**【請求項 2】**

前記半導体発光素子は、平面視で矩形の形状を有しており、

前記コンタクト部は、平面視での前記半導体発光素子の各隅部に設けられている請求項1に記載の半導体発光素子。

**【請求項 3】**

前記半導体発光素子は、平面視で正方形の形状を有している請求項2に記載の半導体発光素子。

**【請求項 4】**

前記コンタクト部は、平面視で、矩形、円形、鉤型またはアーチ状の形状を有している請求項1～3のいずれかに記載の半導体発光素子。

**【請求項 5】**

前記p側パッド電極と前記コンタクト部との間の抵抗がそれぞれ等しいことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の半導体発光素子。

**【請求項 6】**

前記p側補助電極のうち前記コンタクト部において前記透明導電層と接触する部分とは異なる部分は、前記絶縁層上に設けられている請求項1～5のいずれかに記載の半導体発光素子。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体発光素子に関し、特に、半導体発光素子全体に亘って電流を均一に拡散させて発光分布を均一にすることが可能な半導体発光素子に関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、窒化物半導体素子を発光素子として用いた青色発光素子と蛍光体とを利用した白色発光装置が、大型液晶テレビのバックライトまたは照明用の光源などに用いられるようになってきている。このような大型液晶テレビまたは照明などの製品には、一度に大量の白色発光装置を使用するため、これらの製品に用いられる青色発光素子には、良質に大量生産できることが求められている。

**【0003】**

従来、窒化物半導体発光素子は、20mA程度の比較的低電流領域で駆動されている。大型液晶テレビのバックライトまたは照明用の光源などに用いられる窒化物半導体発光素子は、たとえば80mA以上の大電流領域で駆動されることが一般的となりつつある。

**【0004】**

一般に、上記従来、窒化物半導体発光素子は、次に示すように構成されている。絶縁性を有するサファイア基板のc面上に、n型半導体層、発光層としての活性層およびp型半導体層などの窒化物半導体層が形成されている。p型半導体層および活性層の一部を除去

10

20

30

40

50

することにより露出された n 型半導体層上には、n 側パッド電極が形成されている。残存した p 型半導体層の全面には、少なくとも発光層からの光に対して透明な透明導電層が形成されており、透明導電層上には p 側パッド電極が形成されている。この場合、透明導電層は、p 型半導体層の上面全体に亘って電流を均一に拡散させて発光分布を均一にする機能を有する。しかしながら、透明導電層を p 型半導体層の全面に形成しただけでは、電流は、p 側パッド電極の中央と n 側パッド電極の中央との距離が最短となる直線付近に集中して流れる。これにより、発光分布は、上記直線に集中するので不均一となる。

【0005】

そこで、特許文献 1 には、p 側パッド電極と n 側パッド電極との間の距離が略一定となるように p 側パッド電極に枝状の補助電極を設けることが提案されている。特許文献 1 には、p 側パッド電極が上記枝状の補助電極を有していれば、p 側パッド電極から n 側パッド電極へ流れる電流を均一に拡散させることができるので、p 型半導体層の上面全体に亘って均一に電流を供給でき、よって、発光分布が均一となることが記載されている。

10

【0006】

特許文献 2 には、p 側電極および n 側電極がそれぞれの一部分から延伸した延伸部を有していれば、半導体層全体に効率良く電流を注入することができ、効率良く発光させることができるということが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

20

【特許文献 1】特開 2005 - 039264 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 4729 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献 1、2 に記載の電極配置では、電流は、p 側電極および n 側電極のそれぞれのパッド電極の近傍に集中する。そのため、半導体発光素子全体に亘って電流密度を十分に均一にすることができず、発光分布が不均一となる。

【0009】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、電流を均一に拡散させて発光分布を均一にすることが可能な半導体発光素子の提供を目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の半導体発光素子は、基板上に、n 型半導体層、発光層および p 型半導体層を含む半導体積層体と、透明導電層と、p 側パッド電極と、p 側パッド電極から延びる 2 つ以上の p 側補助電極と、n 側パッド電極とが設けられてなる。透明導電層は、p 型半導体層上に設けられている。透明導電層の上面の一部には、絶縁層が設けられている。p 側パッド電極は、絶縁層上に設けられている。n 側パッド電極は、p 型半導体層および発光層から露出する n 型半導体層上に設けられている。平面視において n 側パッド電極から等距離離れた位置に、絶縁層から露出する透明導電層と p 側補助電極とが接触してなるコンタクト部が 2 つ以上設けられている。

40

【0011】

半導体発光素子は、平面視で矩形の形状を有していることが好ましく、平面視で正方形の形状を有していることがより好ましい。コンタクト部は、平面視での半導体発光素子の各隅部に設けられていることが好ましい。

【0012】

コンタクト部は、平面視で、矩形、円形、鉤型またはアーチ状の形状を有していることが好ましい。

【0013】

p 側パッド電極とコンタクト部との間の抵抗がそれぞれ等しいことが好ましい。

50

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明の半導体発光素子では、電流を半導体発光素子全体に均一に拡散させて発光分布を均一にすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】本発明の一実施形態の半導体発光素子の平面図である。

【図2】(a)～(c)は、それぞれ、図1に示すIIA-IIA線、IIB-IIB線およびIIC-IIC線における断面図である。

【図3】(a)～(d)は、本発明の一実施形態の半導体発光素子の要部平面図である。

【図4】本発明の一実施形態の半導体発光素子の平面図である。

【図5】実施例1の半導体発光素子の平面図である。

【図6】実施例2の半導体発光素子の平面図である。

【図7】実施例3の半導体発光素子の平面図である。

【図8】実施例4の半導体発光素子の平面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0016】

以下、本発明の半導体発光素子について図面を用いて説明する。なお、本発明の図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表すものである。また、長さ、幅、厚さ、深さなどの寸法関係は図面の明瞭化と簡略化のために適宜変更されており、実際の寸法関係を表すものではない。

## 【0017】

<第1の実施形態>

[半導体発光素子の構造]

図1は、本発明の第1の実施形態の半導体発光素子1の平面図である。図2(a)～(c)は、それぞれ、図1に示すIIA-IIA線、IIB-IIB線およびIIC-IIC線における断面図である。

## 【0018】

半導体発光素子1では、基板3上に、n型半導体層11、発光層13およびp型半導体層15を含む半導体積層体10と、透明導電層21と、p側パッド電極25と、p側パッド電極25から延びる2つ以上のp側補助電極27と、n側パッド電極29とが設けられている。透明導電層21は、p型半導体層15上に設けられている。透明導電層21の上面の一部には、絶縁層23が設けられている。p側パッド電極25は、絶縁層23上に設けられている。n側パッド電極29は、p型半導体層15および発光層13から露出するn型半導体層11上に設けられている。平面視においてn側パッド電極29から等距離離れた位置に、絶縁層23から露出する透明導電層21とp側補助電極27とが接触してなるコンタクト部31が2つ以上設けられている。「平面視」とは、p型半導体層15側から半導体発光素子1を見た場合を意味する。

## 【0019】

半導体発光素子1が上記構成を有しているので、p側パッド電極25から透明導電層21へ注入された電流は、p側パッド電極25の近傍に集中せず、且つ、n側パッド電極29へ均等に流れる。これにより、半導体発光素子1全体に亘って電流密度を均一にすることができる。よって、半導体発光素子1の発光分布を均一とすることができる。以下、半導体発光素子1の各構成を示す。

## 【0020】

基板3は、下面2と、下面2とは反対側に位置する上面4と、4つの側面とを有することが好ましく、平面視で正方形の形状を有することが好ましい。たとえば、基板3は、650 $\mu\text{m}$ ×650 $\mu\text{m}$ 角で約130 $\mu\text{m}$ の厚さを有することが好ましい。基板3の上面4には、周期的な凹凸構造が形成されていることが好ましい。

## 【0021】

10

20

30

40

50

基板 3 は、SiC 基板などであっても良いが、サファイア基板であることが好ましい。基板 3 がサファイア基板である場合、基板 3 の上面 4 はサファイア基板の c 面であることが好ましい。

【0022】

基板 3 の上面 4 にはバッファ層 7 が設けられていることが好ましい。バッファ層 7 は、たとえば、窒化アルミニウム (AlN) からなることが好ましく、約 15 nm の厚さを有することが好ましい。

【0023】

バッファ層 7 上にはノンドープ半導体層 9 が設けられていることが好ましい。ノンドープ半導体層 9 は、たとえば、ノンドープの GaN からなることが好ましく、約 500 nm の厚さを有することが好ましい。

10

【0024】

<半導体積層体>

半導体積層体 10 は、n 型半導体層 11 と発光層 13 と p 型半導体層 15 とを含む。n 型半導体層 11 は、ノンドープ半導体層 9 上に設けられていることが好ましく、n 型コンタクト層であることが好ましい。n 型半導体層 11 は、一般式  $Al_{x1}In_{y1}Ga_{z1}N$  ( $0 < x1 < 1$ 、 $0 < y1 < 1$ 、 $0 < z1 < 1$ 、 $x1 + y1 + z1 = 0$ ) で表わされる窒化物半導体結晶に n 型不純物がドーピングされて形成された層 (単層) であっても良いし、窒化物半導体結晶の材料が異なる 2 種以上の上記層が積層されて構成されても良い。n 型不純物は、たとえば、シリコンまたはゲルマニウムなどであることが好ましい。n 型半導体層 11 は、たとえば、シリコン (Si) が  $1 \times 10^{18} / cm^3$  ドープされた GaN からなることが好ましく、約 5  $\mu m$  の厚さを有することが好ましい。

20

【0025】

発光層 13 は、n 型半導体層 11 上に設けられていることが好ましい。発光層 13 は、一般式  $Al_{x2}In_{y2}Ga_{z2}N$  ( $0 < x2 < 1$ 、 $0 < y2 < 1$ 、 $0 < z2 < 1$ 、 $x2 + y2 + z2 = 0$ ) で表わされるアンドープの窒化物半導体結晶からなる層であっても良いし、上記一般式で表わされる窒化物半導体結晶に n 型不純物および p 型不純物の少なくとも一方がドーピングされて形成された層 (単層) であっても良いし、窒化物半導体結晶の材料が異なる 2 種以上の上記層が積層されて構成されても良い。発光層 13 は、単一量子井戸 (SQW (Single Quantum Well)) 構造を有しても良いし、多重量子井戸 (MQW (Multi Quantum Well)) 構造を有しても良い。

30

【0026】

発光層 13 が多重量子井戸 (MQW (Multi Quantum Well)) 構造を有する場合、発光層 13 の井戸層は、少なくとも In を含む  $In_{y3}Ga_{1-y3}N$  ( $0 < y3 < 0.3$ ) からなることが好ましい。たとえば、発光層 13 は、1 層の  $In_{0.2}Ga_{0.8}N$  からなる井戸層 (厚さが 3 nm) と 1 層の GaN からなる障壁層 (厚さが 5 nm) とが交互に積層されて構成されていることが好ましく、1 層の井戸層と 1 層の障壁層とを 1 組として 6 組有することが好ましい。

【0027】

p 型半導体層 15 は、発光層 13 上に設けられた電子ブロック層 14 と、電子ブロック層 14 上に設けられた p 型コンタクト層 16 とを有することが好ましい。

40

【0028】

電子ブロック層 14 は、たとえば、一般式  $Al_{x4}In_{y4}Ga_{z4}N$  ( $0 < x4 < 1$ 、 $0 < y4 < 1$ 、 $0 < z4 < 1$ 、 $x4 + y4 + z4 = 0$ ) で表わされる窒化物半導体結晶に p 型不純物がドーピングされて形成された層 (単層) であっても良いし、窒化物半導体結晶の材料が異なる 2 種以上の上記層が積層されて構成されても良い。p 型不純物は、たとえば、マグネシウムまたは亜鉛などであることが好ましい。電子ブロック層 14 は、たとえば、Mg が  $2 \times 10^{19} / cm^3$  ドープされた p 型  $Al_{0.15}Ga_{0.85}N$  層であることが好ましく、25 nm の厚さを有することが好ましい。

【0029】

50

p型コンタクト層16は、たとえば、一般式 $Al_{x5}In_{y5}Ga_{z5}N(0 < x < 1, 0 < y < 1, 0 < z < 1, x + y + z = 0)$ で表わされる窒化物半導体結晶にp型不純物がドーブされて形成された層(単層)であっても良いし、窒化物半導体結晶の材料が異なる2種以上の上記層が積層されて構成されても良い。p型コンタクト層16は、たとえば、Mgが $8 \times 10^{19} / cm^3$ ドーブされたp型GaN層であることが好ましく、100nmの厚さを有することが好ましい。

#### 【0030】

発光層13とp型半導体層15とは、平面視での半導体積層体10の中央(以下では「半導体積層体10の中央」と記す)と平面視での半導体積層体10の周縁(以下では「半導体積層体10の周縁」と記す)とにおいてエッチングされている。これにより、半導体積層体10の中央およびその周縁では、n型半導体層11が発光層13およびp型半導体層15から露出する。

10

#### 【0031】

##### <n側パッド電極>

n側パッド電極29は、半導体積層体10の中央において露出するn型半導体層11上に設けられていることが好ましい。n側パッド電極29は、たとえば、Au(金)、Ag(銀)、Pt(白金)、Ti(チタン)、Pd(パラジウム)、Al(アルミニウム)およびNi(ニッケル)の少なくとも1つを含む金属層(単層)であっても良いし、2種以上の上記金属層が積層されて構成されても良い。

#### 【0032】

##### <透明導電層>

透明導電層21は、たとえば、ITO(Indium Tin Oxide)、酸化インジウム(Indium Oxide)、酸化スズ(Tin Oxide)または酸化亜鉛(ZnO(Zinc Oxide))からなっても良いし、Au、Ag、Pt、Ti、Pd、AlおよびNiのうちの少なくとも1つからなっても良い。

20

#### 【0033】

##### <絶縁層>

絶縁層23は、その上面の各隅部に開口部を有する。これにより、絶縁層23の上面の各隅部(平面視での半導体発光素子1の各隅部)では、透明導電層21が絶縁層23から露出している。

30

#### 【0034】

絶縁層23の上記開口部は、平面視においてn側パッド電極29から等距離離れた位置に形成されていることが好ましい。これにより、コンタクト部31(後述)が平面視においてn側パッド電極29から等距離離れた位置に設けられる。「コンタクト部31が平面視においてn側パッド電極29から等距離離れた位置に設けられる」には、コンタクト部31のそれぞれとn側パッド電極29との距離が平面視において同一である場合だけでなく、その距離が当該距離の平均値に対して $\pm 5\%$ である場合も含まれる。「コンタクト部31のそれぞれとn側パッド電極29との距離」は、平面視でのコンタクト部31の重心と平面視でのn側パッド電極29の重心との間の距離を意味する。

#### 【0035】

絶縁層23の上記開口部は、平面視で鉤型の形状を有する。そのため、絶縁層23から露出する透明導電層21は、平面視で鉤型の形状を有する。ここで、「鉤型」とは、互いに異なる2方向へ延びる形状を意味する。互いに異なる2方向がなす角度は $90^\circ$ に限定されない。

40

#### 【0036】

絶縁層23は、半導体積層体10の周縁において露出するp型半導体層15および発光層13の各側面上にも設けられていることが好ましい。半導体積層体10の周縁における絶縁層23の外側面123は、基板3の側面よりも内側に位置していることが好ましい。このような絶縁層23は、たとえば、酸化シリコン、窒化シリコンおよび酸化チタンの少なくとも1つからなることが好ましい。

50

## 【0037】

## &lt; p側パッド電極 &gt;

p側パッド電極25は絶縁層23上の一部に設けられていれば良く、絶縁層23の上面におけるp側パッド電極25の位置は特に限定されない。これにより、電極レイアウトの自由度が高くなる。p側パッド電極25は、たとえば、Au、Ag、Pt、Ti、Pd、AlおよびNiの少なくとも1種を含む金属層(単層)であっても良いし、2種以上の上記金属層が積層されて構成されても良い。

## 【0038】

## &lt; p側補助電極 &gt;

p側補助電極27は、たとえば、Au、Ag、Pt、Ti、Pd、AlおよびNiの少なくとも1種を含む金属層(単層)であっても良いし、2種以上の上記金属層が積層されて構成されても良い。p側補助電極27は、被覆部27aと、第1連結部27bと、第2連結部27cとを有することが好ましい。

10

## 【0039】

被覆部27aは、絶縁層23の上面の各隅部に設けられており、絶縁層23から露出する透明導電層21の部分を覆っている。これにより、透明導電層21と被覆部27aとが接触してコンタクト部31(後述)が形成される。このような被覆部27aは、平面視で、絶縁層23から露出する透明導電層21と同一の形状を有することが好ましい。よって、本実施形態では、被覆部27aは、平面視で鉤型の形状を有することが好ましい。

## 【0040】

第1連結部27bと第2連結部27cとは、絶縁層23上に設けられている。これにより、p側補助電極27は、被覆部27a以外の部分において透明導電層21に接触しないので、p側補助電極27の形状による電流集中の発生を防止することができる。

20

## 【0041】

第1連結部27bは、向かい合う被覆部27aを連結し、絶縁層23の上面においてそれぞれ平行であることが好ましい。第2連結部27cは、p側パッド電極25と第1連結部27bとを連結し、第1連結部27bの長手方向中央とp側パッド電極25とを連結することが好ましい。

## 【0042】

p側補助電極27の幅が小さければ、発光層13からの光がp側補助電極27に遮られることを防止することができる。しかし、p側補助電極27の幅が小さすぎると、半導体発光素子の順方向電圧Vfが高くなる。特に、大電流が注入される半導体発光素子では、光出力と半導体発光素子の順方向電圧Vfとの関係から最適な線幅を選ぶ必要がある。このことを考慮してp側補助電極27の幅を設定することが好ましい。

30

## 【0043】

また、第2連結部27cの幅は、第1連結部27bの幅の2倍程度であることが好ましい。これにより、半導体発光素子1全体に亘って電流密度がより均一となるので、半導体発光素子1の発光分布がより均一となる。

## 【0044】

## &lt; コンタクト部 &gt;

コンタクト部31は、上述のように透明導電層21と被覆部27aとが接触して形成されている。よって、コンタクト部31は、平面視においてn側パッド電極29から等距離離れた位置に設けられ、具体的には絶縁層23の上面の各隅部に設けられる。また、絶縁層23から露出する透明導電層21が平面視で鉤型の形状を有するので、コンタクト部31は、平面視で鉤型の形状を有する。

40

## 【0045】

基板3は、平面視で正方形の形状を有しているので、絶縁層23の上面の形状は、正方形である。そして、コンタクト部31は、絶縁層23の上面の各隅部に設けられている。これらのことから、n側パッド電極29からコンタクト部31までの距離がそれぞれ等しいだけでなく、コンタクト部31同士の間隔もまた、それぞれ、等しくなる。よって

50

、p側パッド電極25から透明導電層21へ注入された電流は、p型半導体層15へより均等に注入される。したがって、半導体発光素子1全体に亘って電流密度がより均一となるので、半導体発光素子1の発光分布がより均一となる。好ましくは、コンタクト部31がn側パッド電極29を中心として対称に形成されていることである。

【0046】

p側パッド電極25とコンタクト部31との間の抵抗がそれぞれ等しいことが好ましい。これにより、電流は、p側パッド電極25から透明導電層21へ均一に注入されることとなる。よって、半導体発光素子1全体に亘って電流密度がより一層、均一となる。したがって、半導体発光素子1の発光分布がより一層、均一となる。

【0047】

p側パッド電極25とコンタクト部31との間の距離、p側補助電極27の材料またはp側補助電極27の形状(幅または厚さ)などを変更することにより、p側パッド電極25とコンタクト部31との間の抵抗を変更できる。そのため、p側パッド電極25とコンタクト部31との間の抵抗がそれぞれ等しいのであれば、p側パッド電極25とコンタクト部31との間の距離は異なっても良い。

【0048】

「p側パッド電極25とコンタクト部31との間の抵抗がそれぞれ等しい」には、p側パッド電極25とコンタクト部31との間の抵抗が同一である場合だけでなく、その抵抗が当該抵抗の平均値に対して $\pm 5\%$ である場合も含まれる。「p側パッド電極25とコンタクト部31との間の抵抗」の測定方法としては、たとえば、抵抗測定装置(テスターなど)の一方の端子をp側パッド電極25に接触させ、その他方の端子をコンタクト部31に接触させて測定するという方法が挙げられる。

【0049】

なお、本実施形態では、基板3は、平面視で矩形の形状を有していても良い。この場合、絶縁層23の上面の形状が矩形となる。このような場合であっても、n側パッド電極29からコンタクト部31までの距離がそれぞれ等しくなるようにコンタクト部31を設けることができる。これにより、コンタクト部31から透明導電層21へ注入された電流は、n側パッド電極29から最も遠距離にあるp型半導体層15の部分からn側パッド電極29へ向かって均等に注入される。よって、半導体発光素子1全体に亘って電流密度が均一となるので、半導体発光素子1の発光分布が均一となる。

【0050】

[半導体発光素子の製造]

本実施形態の半導体発光素子1は以下に示す方法にしたがって製造される。半導体発光素子1の構成要素の材料などは上記[半導体発光素子の構成]で示したとおりである。

【0051】

まず、基板3となるウエハを準備する。たとえば、ウエハの上面にレジストをパターンニングしてから、ICP(Inductively coupled plasma)などのエッチング方法によってウエハの上面の一部をエッチングする。これにより、周期的な凹凸構造がウエハの上面に形成される。

【0052】

次に、ウエハの上面に、バッファ層、ノンドープ半導体層、n型半導体層、発光層、電子ブロック層およびp型コンタクト層を順に積層する。たとえば、ウエハをMOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)装置内に設置した後に、MOCVD法によってGaN、AlGaNまたはInGaNなどの窒化物半導体結晶を結晶成長させる。その後、ウエハを熱処理する。これにより、電子ブロック層およびp型コンタクト層内のp型ドーパントが活性化される。

【0053】

続いて、たとえばスパッタ法または真空蒸着法などによって、p型コンタクト層上に透明導電層形成用層を形成する。その後、チップサイズに合わせて、透明導電層形成用層上に保護マスク(図示せず)を形成し、たとえばフッ化水素などを用いて透明導電層形成用

10

20

30

40

50



層の一部を除去する。これにより、透明導電層が形成される。

【0054】

続いて、透明導電層およびその外周部の一部を覆うように保護マスク（図示せず）を形成してから、たとえばドライエッチングなどを行う。これにより、n側パッド電極を設けるための開口と素子分割用溝とが形成される。

【0055】

続いて、露出したp型コンタクト層、電子ブロック層、発光層およびn型コンタクト層と透明導電層とを覆う絶縁層を形成する。その後、絶縁層の一部をエッチングする。これにより、半導体積層体の上面の中央においてn型半導体層が露出し、絶縁層の上面の各隅部において透明導電層が露出する。

10

【0056】

続いて、n型半導体層の露出部、透明導電層の露出部、p側パッド電極形成部およびp側補助電極形成部を開口するように保護マスク（図示せず）を絶縁層上に形成する。n型半導体層の露出部上にn側パッド電極を形成する。透明導電層の露出部上およびp側補助電極形成部上にp側補助電極を形成する。p側パッド電極形成部上にp側パッド電極を形成する。たとえば真空蒸着法またはスパッタ法などによってp側パッド電極、p側補助電極およびn側パッド電極を形成することができる。このようにして、複数の半導体発光素子が格子状に配列されたウエハが得られる。

【0057】

p側パッド電極、p側補助電極およびn側パッド電極の形成の順序は特に限定されない。たとえば、p側パッド電極およびp側補助電極を形成してから、n側パッド電極を形成しても良い。

20

【0058】

続いて、レーザスクライブ装置を用いてウエハに分割のきっかけ（分割容易部）となる改質部を形成する。たとえば、まず、ステンレスリングに貼り付けられた粘着シートに、ウエハを貼り付ける。このウエハをレーザスクライブ装置のステージにセットし、ウエハの一側面から所定の深さの位置にレーザスクライブを行う。これにより、改質部が形成される。その後、レーザダイシング装置のステージを回して、ウエハを90°回転させる。その後、ウエハの別の側面から所定の深さの位置にレーザスクライブを行い、改質部を形成する。ウエハの各側面には、改質部を1つ形成しても良いし、改質部を複数形成しても良い。

30

【0059】

ウエハをチップサイズ分だけY方向に移動させてレーザスクライブを繰り返し行うことが好ましい。同様に、ウエハをチップサイズ分だけX方向に移動させてレーザスクライブを繰り返し行うことが好ましい。

【0060】

続いて、ウエハをステンレスリングから外して、内部に改質部が形成されたウエハをブレーキングする。これにより、改質部に含まれる亀裂がウエハの上面および下面に伸展してウエハがチップに分離される。よって、本実施形態の半導体発光素子1が得られる。

【0061】

以上説明した本実施形態の技術は、半導体発光素子1の発光波長に関係なく、どの波長においても適用可能である。

40

【0062】

なお、平面視でのコンタクト部31の形状は、上記第1の実施形態に記載の形状に限定されず、図3(b)~(d)に示す形状であっても良い（後述の第2~第4の実施形態）。なお、図3(a)に示すコンタクト部31は、上記第1の実施形態に記載のコンタクト部31と同一である。また、絶縁層23の上面におけるコンタクト部31の位置は、上記第1の実施形態に記載の位置に限定されず、図4に示す位置であっても良い（後述の第5の実施形態）。

【0063】

50

< 第 2 の実施形態 >

図 3 ( b ) は、本発明の第 2 の実施形態の半導体発光素子の要部平面図である。本実施形態では、絶縁層 2 3 から露出する透明導電層 2 1 は、平面視で正方形の形状を有する。これにより、p 側補助電極 2 7 の被覆部 2 7 a およびコンタクト部 3 1 は、平面視で正方形の形状を有する。このような場合であっても、上記第 1 の実施形態に記載の効果を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

絶縁層 2 3 から露出する透明導電層 2 1 は平面視で矩形の形状を有していても良く、よって、p 側補助電極 2 7 の被覆部 2 7 a およびコンタクト部 3 1 は平面視で矩形の形状を有していても良い。

【 0 0 6 5 】

< 第 3 の実施形態 >

図 3 ( c ) は、本発明の第 3 の実施形態の半導体発光素子の要部平面図である。本実施形態では、絶縁層 2 3 から露出する透明導電層 2 1 は、平面視で円形の形状を有する。これにより、p 側補助電極 2 7 の被覆部 2 7 a およびコンタクト部 3 1 は、平面視で円形の形状を有する。このような場合であっても、上記第 1 の実施形態に記載の効果を得ることができる。

【 0 0 6 6 】

その上、図 3 ( c ) に示すコンタクト部 3 1 にはエッジがないので、コンタクト部 3 1 における電流の集中が防止される。このような効果は、コンタクト部 3 1 が平面視で曲線により形成された形状を有している場合に得られる。たとえば、絶縁層 2 3 から露出する透明導電層 2 1 は平面視で楕円形の形状を有していても良く、よって、p 側補助電極 2 7 の被覆部 2 7 a およびコンタクト部 3 1 は平面視で楕円形の形状を有していても良い。つまり、「コンタクト部 3 1 は、平面視で、円形の形状を有している」とは、各コンタクト部 3 1 が平面視で曲線により形成された形状を有していることを意味する。

【 0 0 6 7 】

< 第 4 の実施形態 >

図 3 ( d ) は、本発明の第 4 の実施形態の半導体発光素子の要部平面図である。本実施形態では、絶縁層 2 3 から露出する透明導電層 2 1 は、平面視でアーチ状の形状を有する。これにより、p 側補助電極 2 7 の被覆部 2 7 a およびコンタクト部 3 1 は、平面視でアーチ状の形状を有する。このような場合であっても、図 3 ( c ) に示す場合と同様の効果が得られる。

【 0 0 6 8 】

その上、図 3 ( d ) に示す場合には、各コンタクト部 3 1 の至るところにおいて n 側パッド電極 2 9 からの距離が等しくなる。これにより、半導体発光素子全体に亘って電流密度がさらに均一となるので、半導体発光素子の発光分布がさらに均一となる。

【 0 0 6 9 】

「コンタクト部 3 1 は、平面視で、アーチ状の形状を有している」とは、各コンタクト部 3 1 が平面視で n 側パッド電極 2 9 の重心を中心とする円の一部の形状を有することを意味する。

【 0 0 7 0 】

上記第 1 ~ 第 4 の実施形態のいずれであってもコンタクト部 3 1 において電流集中が起これば、また、コンタクト部 3 1 の大きさは必要最小限である。よって、光出力を損なうことなく、半導体発光素子全体に亘って電流密度を均一にすることができる。

【 0 0 7 1 】

< 第 5 の実施形態 >

図 4 は、第 5 の実施形態の半導体発光素子の平面図である。本実施形態では、透明導電層 2 1 は、絶縁層 2 3 の上面の各隅部よりも内側において絶縁層 2 3 から露出しており、絶縁層 2 3 から露出する透明導電層 2 1 は、平面視でアーチ状の形状を有する。これにより、p 側補助電極 2 7 の被覆部 2 7 a およびコンタクト部 3 1 は、絶縁層 2 3 の上面の各

10

20

30

40

50

隅部よりも内側に設けられており、平面視でアーチ状の形状を有する。このような場合であっても、上記第4の実施形態に示す場合と同様の効果が得られる。

【0072】

以上説明したように、図1～図4に示す半導体発光素子1では、基板3上に、n型半導体層11、発光層13およびp型半導体層15を含む半導体積層体10と、透明導電層21と、p側パッド電極25と、p側パッド電極25から延びる2つ以上のp側補助電極27と、n側パッド電極29とが設けられている。透明導電層21は、p型半導体層15上に設けられている。透明導電層21の上面の一部には、絶縁層23が設けられている。p側パッド電極25は、絶縁層23上に設けられている。n側パッド電極29は、p型半導体層15および発光層13から露出するn型半導体層11上に設けられている。平面視においてn側パッド電極29から等距離離れた位置に、絶縁層23から露出する透明導電層21とp側補助電極27とが接触してなるコンタクト部31が2つ以上設けられている。これにより、半導体発光素子全体に亘って電流密度を均一にすることができるので、半導体発光素子の発光分布を均一にすることができる。

10

【0073】

好ましくは、半導体発光素子1は平面視で矩形の形状を有し、コンタクト部31は平面視での半導体発光素子1の各隅部に設けられている。これにより、半導体発光素子1全体に亘って電流密度がより均一となるので半導体発光素子1の発光分布がより均一となる。

【0074】

より好ましくは、半導体発光素子1は平面視で正方形の形状を有する。これにより、半導体発光素子1全体に亘って電流密度がさらに均一となるので、半導体発光素子1の発光分布がさらに均一となる。

20

【0075】

コンタクト部31は、平面視で、矩形、円形、鉤型またはアーチ状の形状を有していることが好ましい。これにより、光出力を損なうことなく、半導体発光素子全体に亘って電流密度を均一にすることができる。

【0076】

p側パッド電極25とコンタクト部31との間の抵抗がそれぞれ等しいことが好ましい。これにより、半導体発光素子の発光分布がより一層、均一となる。

【実施例】

30

【0077】

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0078】

<実施例1>

実施例1では、図5に示す半導体発光素子を製造した。まず、サファイアからなるウエハの上面にレジストをパターンニングし、ICPによってウエハの上面の一部をエッチングした。これにより、周期的な凹凸構造をウエハの上面に形成した。

【0079】

次に、MOCVD法により、ウエハの上面に、AlN層（厚さが15nm、バッファ層）、ノンドープGaN層（厚さが500nm、ノンドープ半導体層）、Siが $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ ドープされたGaN層（厚さが約5 $\mu\text{m}$ 、n型コンタクト層）、発光層、Mgが $2 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ ドープされたp型Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>N層（厚さが25nm、電子ブロック層）、および、Mgが $8 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ ドープされたp型GaN層（厚さが100nm、p型コンタクト層）を順に形成した。

40

【0080】

次に示す方法にしたがって発光層を形成した。1層のIn<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>N層（厚さが3nm、井戸層）と1層のGaN層（厚さが5nm、障壁層）とを交互に積層し、1層のIn<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>N層と1層のGaN層とを1組として6組形成した。

【0081】

50

ウエハを熱処理してMgを活性化させてから、スパッタ法によりp型GaN層上にITO層形成用層(透明導電層形成用層)を形成した。チップサイズに合わせて、ITO層形成用層上に保護マスクを形成し、フッ化水素を用いて透明導電層形成用層の一部を除去した。これにより、ITO層(透明導電層)21が形成された。

【0082】

ITO層21およびその外周部の一部を覆うように保護マスクを形成してから、ドライエッチングを行った。これにより、n側パッド電極29を設けるための開口と素子分割用溝とを形成した。

【0083】

ドライエッチングにより露出したp型GaN層、p型 $Al_{0.15}Ga_{0.85}N$ 層、発光層およびn型GaN層とITO層21とを覆うように、 $SiO_2$ 層(絶縁層)23を形成した。その後、 $SiO_2$ 層23の一部をエッチングした。これにより、半導体積層体の上面の中央においてn型GaN層が露出し、 $SiO_2$ 層23の隅部においてITO層21が露出した。

10

【0084】

n型GaN層の露出部、ITO層21の露出部、p側パッド電極形成部およびp側補助電極形成部を開口するように保護マスクを $SiO_2$ 層23に形成した。スパッタ法により、n型GaN層の露出部にn側パッド電極29を形成し、ITO層21の露出部およびp側補助電極形成部にp側補助電極27を形成し、p側パッド電極形成部にp側パッド電極25を形成した。このようにして、複数の半導体発光素子が格子状に配列されたウエハを得た。 $SiO_2$ 層23の上面において、p側パッド電極25およびn側パッド電極29は、直径を76 $\mu m$ とする円形状に形成されていた。p側補助電極27の第2連結部27cの幅は10 $\mu m$ であり、p側補助電極27の第1連結部27bの幅は5 $\mu m$ であった。

20

【0085】

ステンレスリングに貼り付けられた粘着シートに、得られたウエハを貼り付けた。このウエハをレーザスクライブ装置のステージにセットし、ウエハの一側面から所定の深さの位置にレーザスクライブを行った。その後、レーザダイシング装置のステージを回してウエハを90°回転させ、ウエハの別の一側面から所定の深さの位置にレーザスクライブを行った。

30

【0086】

その後、ウエハをステンレスリングから外して、内部に改質部が形成されたウエハをプレーキングした。これにより、本実施例の半導体発光素子を得た。本実施例の半導体発光素子は、650 $\mu m \times 650 \mu m$ 角で厚さが130 $\mu m$ の立方体形状からなっていた。

【0087】

本実施例では、90mAの電流がコンタクト部31のそれぞれからp側補助電極27の第1連結部27bへ流れ、p側補助電極27の第1連結部27bとp側補助電極27の第2連結部27cとの交点で合流された。これにより、p側補助電極27の第2連結部27cのそれぞれには180mAの電流が流れてp側パッド電極25へ注入された。

【0088】

<実施例2>

実施例2では、図6に示す半導体発光素子を製造した。 $SiO_2$ 層23の各隅部よりも内側においてITO層21を $SiO_2$ 層23から露出させること、および、 $SiO_2$ 層23から露出するITO層21の平面視での形状をアーチ状とすることを除いては、上記実施例1に記載の方法にしたがって半導体発光素子を製造した。

40

【0089】

本実施例においても、90mAの電流がコンタクト部31のそれぞれからp側補助電極27の第1連結部27bへ流れ、p側補助電極27の第1連結部27bとp側補助電極27の第2連結部27cとの交点で合流された。これにより、p側補助電極27の第2連結部27cのそれぞれには180mAの電流が流れてp側パッド電極25へ注入された。

50

## 【0090】

## &lt;実施例3&gt;

実施例3では、図7に示す半導体発光素子を製造した。n側パッド電極29にn側補助電極29a~29dを設けたことを除いては、上記実施例2に記載の方法にしたがって半導体発光素子を製造した。

## 【0091】

本実施例においても、90mAの電流がコンタクト部31のそれぞれからp側補助電極27の第1連結部27bへ流れ、p側補助電極27の第1連結部27bとp側補助電極27の第2連結部27cとの交点で合流された。これにより、p側補助電極27の第2連結部27cのそれぞれには180mAの電流が流れてp側パッド電極25へ注入された。

10

## 【0092】

また、n側パッド電極29にはn側補助電極29a~29dが設けられていたため、上記実施例2に比べて更に電流密度を均一化できた。

## 【0093】

なお、発光層の一部を除去することによりn側補助電極29a~29dを形成した。そのため、均一発光による発光効率の改善と発光層からの光量または外部光取出し効率との兼ね合いで、n側補助電極29a~29dの形状(幅または長さなど)を設定することが好ましい。

## 【0094】

## &lt;実施例4&gt;

実施例4では、図8に示す半導体発光素子を製造した。n側補助電極29a~29dをコンタクト部31へ向かって延びるように設けたことを除いては、上記実施例3に記載の方法にしたがって半導体発光素子を製造した。本実施例では、上記実施例3に比べて更に電流密度を均一化できた。

20

## 【0095】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

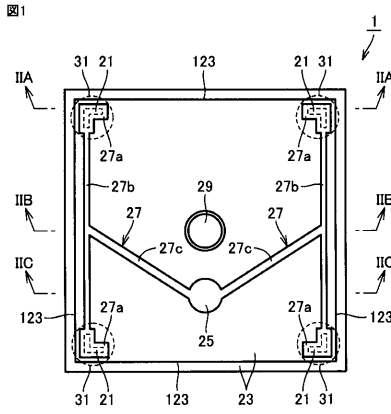
## 【符号の説明】

30

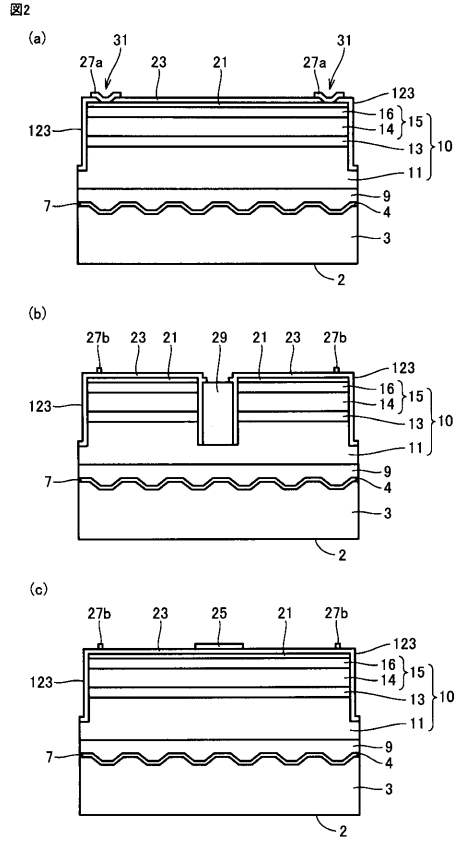
## 【0096】

2 下面、3 基板、4 上面、7 バッファ層、9 ノンドープ半導体層、10 半導体積層体、11 n型半導体層、13 発光層、14 電子ブロック層、15 p型半導体層、16 p型コンタクト層、21 透明導電層、23 絶縁層、25 p側パッド電極、27 p側補助電極、27a 被覆部、27b 第1連結部、27c 第2連結部、29 n側電極、29a~29d n側補助電極、31 コンタクト部、123 外側面。

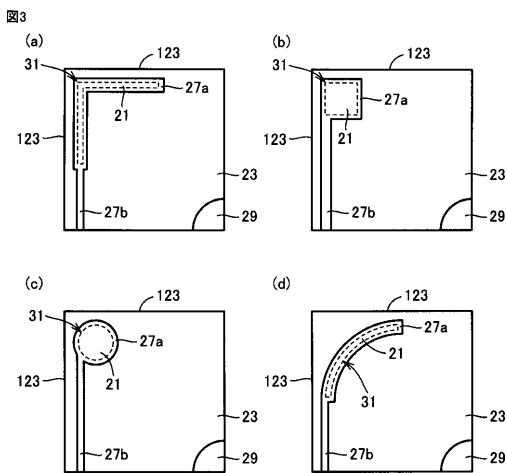
【 図 1 】



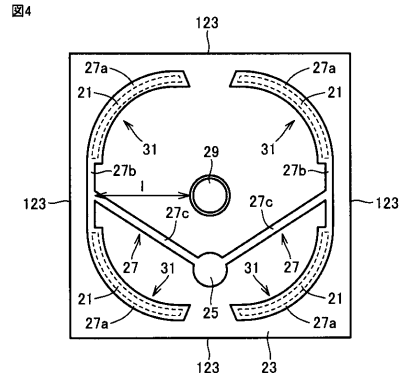
【 図 2 】



【 図 3 】

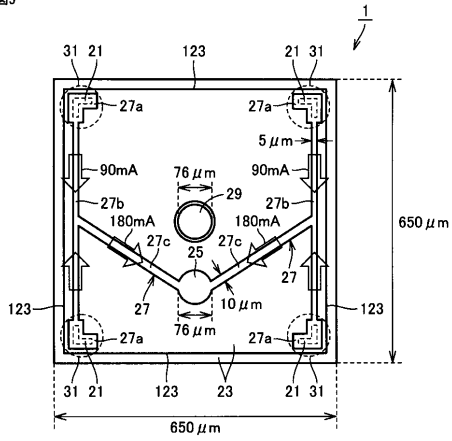


【 図 4 】



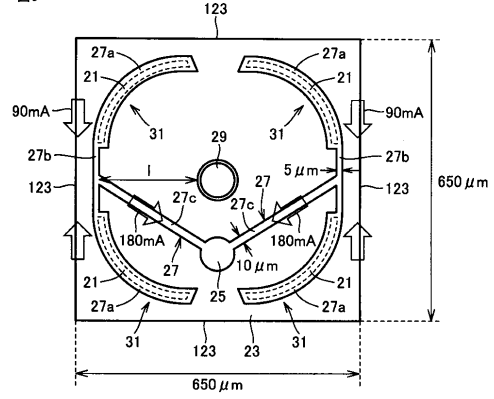
【 図 5 】

図5



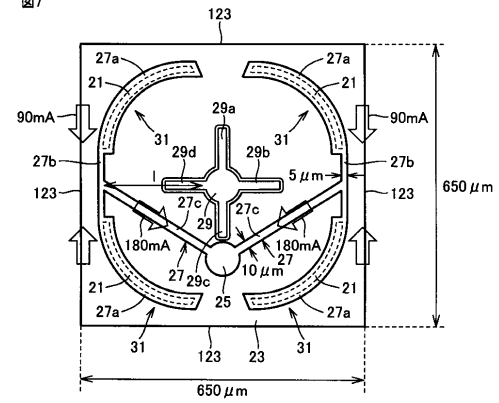
【 図 6 】

図6



【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8

