

(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2006-86300

(P2006-86300A)

(43) 公開日 平成18年3月30日(2006.3.30)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
 HO 1 L 33/00 (2006.01) HO 1 L 33/00 A 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-268792 (P2004-268792)	(71) 出願人	000106276 サンケン電気株式会社 埼玉県新座市北野3丁目6番3号
(22) 出願日	平成16年9月15日 (2004.9.15)	(74) 代理人	100072154 弁理士 高野 則次
		(72) 発明者	青柳 秀和 埼玉県新座市北野三丁目6番3号 サンケン電気株式会社内
		(72) 発明者	松尾 哲二 埼玉県新座市北野三丁目6番3号 サンケン電気株式会社内
		F ターム (参考)	5F041 AA23 BB13 BB22 BB24 BB25 CA04 CA33 CA34 CA40 CA65 CA86 CB15 CB33

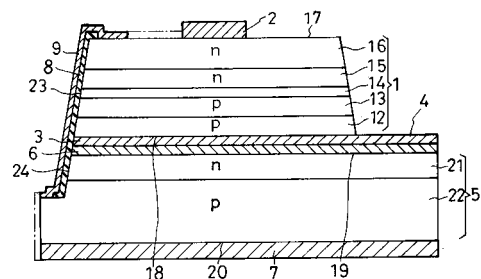
(54) 【発明の名称】 保護素子を有する半導体発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体発光素子の過電圧保護を容易に達成することができなかった。

【解決手段】 p型半導体層13、活性層14、n型半導体層15を含む発光用半導体領域1の一方の主面17に第1の電極2を配置する。発光用半導体領域1の他方の主面18に導電性を有する光反射層3を配置する。光反射層3に貼合せ金属層6を介して保護素子用の半導体基板5を貼合せ。半導体基板5に保護素子としてのツェナーダイオードを構成するためのn型半導体領域21とp型半導体領域22とを設ける。導体9によってツェナーダイオードを発光素子に並列接続する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一方の主面とこの一方の主面と反対側の他方の主面とを有し且つ前記一方の主面側に配置された第 1 導電型半導体層と前記他方の主面側に配置された第 2 導電型半導体層とを含んでいる発光用半導体領域と、

前記第 1 導電型半導体層に電氣的に接続された第 1 の電極と、

前記発光用半導体領域の他方の主面に電氣的及び機械的に結合された導体層と、

前記導体層に接続された第 2 の電極と、

前記発光用半導体領域を保護する機能を有し且つ前記導体層に電氣的及び機械的に結合されている保護素子と

から成る保護素子を有する半導体発光装置。

10

## 【請求項 2】

前記保護素子は前記発光用半導体領域を過電圧から保護する機能を有し且つ一方の主面と他方の主面とを有する半導体基板から成り、前記半導体基板の前記一方の主面が前記導体層に貼り付けられていることを特徴とする請求項 1 記載の保護素子を有する半導体発光装置。

## 【請求項 3】

前記半導体基板は、保護ダイオードを形成するために第 1 導電型を有する第 1 の半導体領域と、第 1 導電型と反対の第 2 導電型を有し且つ前記第 1 の半導体領域に隣接配置されている第 2 の半導体領域とを備え、前記第 1 の半導体領域は前記導体層に貼り付けられ、前記第 2 の半導体領域は導体によって前記第 1 の電極に接続されていることを特徴とする請求項 2 記載の保護素子を有する半導体発光装置。

20

## 【請求項 4】

更に、前記半導体基板の前記一方の主面に配置された貼合せ導体層を有し、前記半導体基板の前記一方の主面は前記貼合せ導体層を介して前記導体層に貼り付けられていることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の保護素子を有する半導体発光装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 の電極は前記発光用半導体領域の前記一方の主面から光を取り出すことを許すように形成され、前記導体層は光反射性を有する光反射層であることを特徴とする請求項 1 記載の保護素子を有する半導体発光装置。

30

## 【請求項 6】

前記発光用半導体領域と前記導体層と前記保護ダイオードの第 1 及び第 2 の半導体領域とが互いに重ねて配置され、前記発光用半導体領域の一方の主面から前記第 2 の半導体領域の表面に至る孔又は溝を有し、前記第 2 の半導体領域と前記第 1 の電極とを電氣的に接続するための導体が前記孔又は溝の中に配置されていることを特徴とする請求項 3 記載の保護素子を有する半導体発光装置。

## 【請求項 7】

前記半導体基板は前記発光半導体領域よりも熱伝導率の高い半導体材料から成ることを特徴とする請求項 2 記載の保護素子を有する半導体発光装置。

## 【請求項 8】

前記導体層は Ag 又は Ag 合金から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の保護素子を有する半導体発光装置。

40

## 【請求項 9】

前記第 1 の電極は前記発光用半導体領域の前記一方の主面の一部に配置され、且つ前記発光用半導体領域は、活性層と、前記活性層の一方の側に配置された第 1 導電型半導体層と、前記活性層の他方の側に配置された第 2 導電型半導体層と、前記第 1 の電極と前記第 1 導電型半導体層との間に配置され且つ 2 次元電子キャリア発生機能を有している多層構造電流拡散層とを含んでいることを特徴とする請求項 1 記載の保護素子を有する半導体発光装置。

## 【請求項 10】

50

前記発光用半導体領域の前記他方の主面は前記半導体基板の前記一方の主面よりも大きい面積を有し、前記半導体基板の前記他方の主面に電極層が形成され、前記第1の電極は前記電極層に電氣的に接続され、前記第2の電極は前記発光用半導体領域の前記他方の主面の前記半導体基板で覆われていない部分に設けられ且つ前記導体層に電氣的に接続されている突起電極で構成されていることを特徴とする請求項2記載の保護素子を有する半導体発光装置。

【請求項11】

前記第1の電極は前記発光用半導体領域の前記一方の主面に配置され且つ光反射性を有し、前記導体層及び前記半導体基板は光透過性を有していることを特徴とする請求項2記載の保護素子を有する半導体発光装置。

10

【請求項12】

前記保護素子はバリスタであることを特徴とする請求項1記載の保護素子を有する半導体発光装置。

【請求項13】

前記保護素子はコンデンサであることを特徴とする請求項1記載の保護素子を有する半導体発光装置。

【請求項14】

成長用基板を用意する工程と、

前記成長用基板上に発光機能を有する発光用半導体領域を気相成長法で形成する工程と

20

、  
前記発光用半導体領域の前記成長用基板に接している一方の主面に対して反対側に配置されている他方の主面に導体層を形成する工程と、

保護素子を用意する工程と、

前記保護素子を前記導体層に貼り付ける工程と、

前記保護素子を前記導体層に対する貼り付ける工程の後又は前に前記成長用基板を除去する工程と

を有していることを特徴とする保護素子を有する半導体発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体発光素子の電氣的破壊を保護するための保護素子を有する半導体発光装置及びその製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

窒化物半導体等の3-5族化合物半導体から成る半導体発光素子の耐サージ電圧は100V程度と比較的低い。このため半導体発光素子は静電氣的に基づく過電圧によって破壊し易い。この問題を解決するために、半導体発光素子と保護素子とを複合化することが、例えば後記特許文献1等で公知である。特許文献1の半導体発光装置においては、保護素子としてのツエナーダイオードの上にフリップチップ型の発光素子がバンプ電極を介して重ねて配置されている。

40

しかし、保護素子とは別にフリップチップ型の発光素子を用意することが必要になり、保護素子を有する半導体発光装置のコストが必然的に高くなる。

【特許文献1】特開平11-214747号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明の課題は、保護機能を有する半導体発光装置の低コスト化が困難なことである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を解決するための本発明は、

50

一方の主面とこの一方の主面と反対側の他方の主面とを有し且つ前記一方の主面側に配置された第1導電型半導体層と前記他方の主面側に配置された第2導電型半導体層とを含んでいる発光用半導体領域と、

前記第1導電型半導体層に電氣的に接続された第1の電極と、

前記発光用半導体領域の他方の主面に電氣的及び機械的に結合された導体層と、

前記導体層に接続された第2の電極と、

前記発光用半導体領域を保護する機能を有し且つ前記導体層に電氣的及び機械的に結合されている保護素子と

から成る保護素子を有する半導体発光装置に係わるものである。

なお、本発明における光は発光用半導体領域から放射される光を意味する。

10

#### 【0005】

コストの低減及び製造工程を簡略化するために、前記保護素子は前記発光用半導体領域を過電圧から保護する機能を有し且つ一方の主面と他方の主面とを有する半導体基板から成り、前記半導体基板の前記一方の主面が前記導体層に貼り付けられていることが望ましい。

また、前記半導体基板は、保護ダイオードを形成するために第1導電型を有する第1の半導体領域と、第1導電型と反対の第2導電型を有し且つ前記第1の半導体領域に隣接配置されている第2の半導体領域とを備え、前記第1の半導体領域は前記導体層に貼り付けられ、前記第2の半導体領域は導体によって前記第1の電極に接続されていることが望ましい。

20

また、前記半導体基板の前記一方の主面に配置された貼合せ導体層を有し、前記半導体基板の前記一方の主面は前記貼合せ導体層を介して前記発光用半導体領域側の前記導体層に貼り付けられていることが望ましい。

また、前記第1の電極は前記発光用半導体領域の前記一方の主面から光を取り出すことを許すように形成され、前記導体層は光反射性を有する光反射層であることが望ましい。

#### 【0006】

保護素子と半導体発光素子との電氣的接続を容易に達成するために、前記発光用半導体領域と前記導体層と前記保護ダイオードの第1及び第2の半導体領域とが互いに重ねて配置され、前記発光用半導体領域の一方の主面から前記第2の半導体領域の表面に至る孔又は溝を有し、前記第2の半導体領域と前記第1の電極とを電氣的に接続するための導体が前記孔又は溝の中に配置されていることが望ましい。

30

#### 【0007】

前記発光用半導体領域の放熱性を高めるために、前記半導体基板は前記発光半導体領域よりも熱伝導率の高い半導体材料から成ることが望ましい。

#### 【0008】

前記導体層はAg又はAg合金から成ることが望ましい。Ag又はAg合金は抵抗性接触と光反射との両方の機能において優れている。

#### 【0009】

前記第1の電極は前記発光用半導体領域の前記一方の主面の一部に配置され、且つ前記発光用半導体領域は、活性層と、前記活性層の一方の側に配置された第1導電型半導体層と、前記活性層の他方の側に配置された第2導電型半導体層と、前記第1の電極と前記第1導電型半導体層との間に配置され且つ2次元電子キャリア、即ち2次元電子ガス又は2次元ホールガス、を発生する機能を有している多層構造電流拡散層とを含んでいることが望ましい。

40

#### 【0010】

保護素子を有する半導体発光装置を表面実装可能に構成することができる。この場合には、前記発光用半導体領域の前記他方の主面は前記半導体基板の前記一方の主面よりも大きい面積を有し、前記半導体基板の前記他方の主面に電極層が形成され、前記第1の電極は前記電極層に電氣的に接続され、前記第2の電極は前記発光用半導体領域の前記他方の主面の前記半導体基板で覆われていない部分に設けられ且つ前記導体層に電氣的に接続され

50

ている突起電極で構成されていることが望ましい。

【0011】

光を前記半導体基板側から取り出すことも可能である。この場合には、前記第1の電極は前記発光用半導体領域の前記一方の主面に配置され且つ光反射性を有することが望ましい。また、前記導体層及び前記半導体基板は光透過性を有するように形成される。

【0012】

前記保護素子をバリスタ又はコンデンサとすることができる。

【0013】

保護素子を有する半導体発光装置を製造するために、  
成長用基板を用意する工程と、  
前記成長用基板上に発光機能を有する発光用半導体領域を気相成長法で形成する工程と

10

、  
前記発光用半導体領域の前記成長用基板に接している一方の主面に対して反対側に配置されている他方の主面に導体層を形成する工程と、

保護素子を用意する工程と、

前記保護素子を前記導体層に貼り付ける工程と、

前記保護素子を前記導体層に対する貼り付ける工程の後又は前に前記成長用基板を除去する工程とを有していることが望ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明においては、発光用半導体領域の他方の主面に導体層が設けられ、発光用半導体領域と保護素子とが導体層を介して電氣的及び機械的に結合されている。従って、発光素子部分と保護素子部分との結合を容易に達成することができ、保護素子を有する半導体発光装置の低コスト化が達成できる。

20

また、本発明の好ましい実施例では、導体層が光反射機能を有するので、発光効率の改善とコストの低減との両方を容易に達成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

次に、図1～図12を参照して本発明の実施形態を説明する。

【実施例1】

30

【0016】

図1に示す本発明の実施例1に従う保護素子を有する半導体発光装置は、大別して発光素子としての機能を有する発光用半導体領域1と、カソード電極として機能する第1の電極2と、導体層としての導電性を有する光反射層3と、アノード電極として機能する第2の電極4と、保護素子としての半導体基板5と、保護素子の一方の電極としての機能を有する貼合せ導体層としての貼合せ金属層6と、保護素子の他方の電極層としての機能を有する電極金属層7と、絶縁層8と、接続導体9とを有する。

【0017】

図1の発光用半導体領域1に基づいて図2に示す発光素子10が得られ、半導体基板5に基づいて図2に示す保護素子としてのツェナーダイオード11が得られ、これ等は互いに逆方向並列に接続される。ツェナーダイオード11は発光素子10の正常範囲の順方向電圧と許容最大順方向電圧との間の所定電圧で降伏して導通状態になる特性を有し、順方向の過電圧から発光素子10を保護する。また、ツェナーダイオード11は、発光素子10に所定値以上の逆方向電圧が印加された時にも導通し、発光素子10を逆方向の過電圧から保護する。

40

【0018】

図1に示す発光用半導体領域1は、p型(第2導電型)窒化物半導体から成るp型バッファ層12と、p型クラッド層と呼ばれることもあるp型半導体層13と、活性層14と、n型(第1導電型)クラッド層と呼ばれることもあるn型半導体層15と、多層構造のn型電流拡散層16とが順次に積層されたものから成る。この発光用半導体領域1は光透

50

過性を有し、光取り出し面として機能する一方の主面 17 とこれとは反対側の他方の主面 18 とを有する。一方の主面 17 及び他方の主面 18 は活性層 14 に対して平行である。図 1 の実施例では n 型電流拡散層 16 が一方の主面 17 に露出し、p 型バッファ層 12 が他方の主面 18 に露出している。発光用半導体領域 1 において、発光に少なくとも必要なものは p 型半導体層 13 と n 型半導体層 15 とである。従って、場合によっては、p 型バッファ層 12、活性層 14、及び n 型電流拡散層 16 の内の一部又は全部を省くことができる。また、必要に応じてオーミックコンタクト層等の別の半導体層を発光用半導体領域 1 に付加することができる。次に、発光半導体領域 1 の各層の詳細を次に説明する。

#### 【0019】

光反射層 3 に隣接配置された p 型バッファ層 12 は、p 型不純物（アクセプタ不純物）を含む窒化物半導体、例えば化学式  $Al_aIn_bGa_{1-a-b}N$ 、ここで a 及び b は  $0 < a < 1$ 、 $0 < b < 1$ 、を満足する数値、で示される材料で形成することができる。この実施例 1 ではバッファ層 12 が厚さ 30 nm の p 型窒化ガリウム インジウム アルミニウム ( $AlInGaN$ ) で形成されている。

10

#### 【0020】

p 型バッファ層 12 の上に配置された p 型半導体層 13 は、例えば化学式  $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ 、ここで x 及び y は  $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、を満足する数値、で示される窒化物半導体に p 型不純物をドーピングしたもので形成できる。図 1 の実施例 1 では p 型半導体層 13 が上記化学式の  $x = 0$ 、 $y = 0$  に相当する p 型の  $GaN$  で形成され、厚さ約  $0.2 \mu m$  を有し、且つ活性層 14 よりも大きなバンドギャップを有する。

20

#### 【0021】

活性層 14 は、例えば化学式  $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ 、ここで x 及び y は  $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、を満足する数値、で示される窒化物半導体で形成できる。この実施例では活性層 14 が窒化ガリウム インジウム ( $InGaN$ ) で形成されている。なお、図 1 では活性層 14 が 1 つの層で概略的に示されているが、実際には周知の多重量子井戸構造を有している。勿論、活性層 14 を 1 つの層で構成することもできる。また、場合によっては活性層 14 を省いて p 型半導体層 13 を n 型半導体層 15 に直接に接触させることができる。また、この実施例では活性層 14 に導電型決定不純物がドーピングされていないが、p 型又は n 型不純物をドーピングすることができる。

#### 【0022】

活性層 14 の上に配置された n 型半導体層 15 は、例えば化学式  $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ 、ここで x 及び y は  $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、を満足する数値、で示される窒化物半導体に n 型不純物をドーピングしたもので形成できる。この実施例では、n 型半導体層 15 が厚さ 500 nm の n 型  $GaN$  で形成されており、且つ活性層 14 よりも大きいバンドギャップを有する。

30

#### 【0023】

n 型半導体層 15 の上に配置された n 型電流拡散層 16 は、n 型半導体層 15 よりも高い n 型不純物濃度を有し、電流拡散兼コンタクト層又はコンタクト層と呼ぶことができるものであり、図 3 及び図 4 に詳しく示すように第 1 及び第 2 の層 16 a、16 b を複数回繰返して配置した多層構造を有する。この n 型電流拡散層 16 は図示を簡略化するために図 1 では単層で示され、図 3 及び図 4 では第 1 及び第 2 の層 16 a、16 b の対が 4 回繰返して配置されているのみであるが、実際にはこれよりも多い 40 回繰返して配置されている。第 1 及び第 2 の層 16 a、16 b のペア数は好ましくは 20 ~ 60 から選択される。

40

#### 【0024】

第 1 の層 16 a は、例えば

化学式  $Al_aM_bGa_{1-a-b}N$

ここで、前記 M は、In (インジウム) と B (ボロン)

とから選択された少なくとも 1 種の元素、

前記 a 及び b は、 $0 < a < 1$ 、

50

$$\begin{aligned} 0 &< b < 1, \\ a + b &= 1, \end{aligned}$$

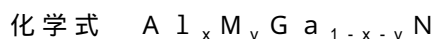
を満足する数値、

で示される材料にn型不純物をドーピングしたn型窒化物半導体で形成される。即ち、第1の層16aはGaN、InGa<sub>N</sub>、InBGa<sub>N</sub>、AlGa<sub>N</sub>、AlInGa<sub>N</sub>、AlInBGa<sub>N</sub>等で形成される。この実施例の第1の層16aは上記化学式のa及びbが零のn型Ga<sub>N</sub>(窒化ガリウム)から成り、エネルギーバンド図において活性層14よりも大きいバンドギャップを有し且つ25nmの厚さを有する。第1の層16aの厚さは好ましくは15~500nmから選択される。第1の層16aの厚みが15nmよりも小さくなると、第1の層16aに2次元電子ガス即ち2DEG層を生じさせる効果を十分に得ることができなくなる。また、第1の層16aが5000nmよりも厚くなると、ここでの光吸収が大きくなり、光取り出し効率が低下する。

10

#### 【0025】

第1の層16aの上に配置された第2の層16bは、



ここで、前記Mは、In(インジウム)とB(ボロン)

とから選択された少なくとも1種の元素、

前記x及びyは、 $0 < x < 1$ 、

$$\begin{aligned} 0 &< y < 1, \\ x + y &= 1 \\ a &< x \end{aligned}$$

20

を満足する数値、

で示される材料にn型不純物をドーピングしたn型窒化物半導体で形成される。即ち、この第2の層16bは第1の層16aに対してヘテロ接合を形成する材料であって、例えばAlN、AlGa<sub>N</sub>、AlInGa<sub>N</sub>、AlInBGa<sub>N</sub>等から成り、第1の層16aに2次元電子ガス層を形成できるものから成る。この実施例の第2の層16bは上記化学式のx=1、y=0に相当するAlN(窒化アルミニウム)から成り、活性層14よりも大きいバンドギャップを有し且つ第1の層16aよりも薄いと共に量子力学的トンネル効果を得ることができる5nmの厚さを有する。第2の層16bの厚みは、好ましくは0.5~5nmの値から選択される。第2の層16bの厚みが0.5nmよりも小さくなると、2次元電子ガス層を良好に形成できなくなる。また、第2の層16bの厚みが5nmよりも大きくなると、トンネル効果を得ることができなくなり、第2の層16bの厚み方向の抵抗が大きくなる。

30

#### 【0026】

2次元電子ガスを発生することができる第1及び第2の層16a、16bを含む多層構造の電流拡散層16は、活性層14で発生した光の透過性に優れた特性を有する。また、この電流拡散層16はこの厚み方向の抵抗が小さく且つ主面17に平行な方向即ち横方向の抵抗が極めて小さい領域即ち2次元電子ガス層を含む。この2次元電子ガス層は電流拡散層16において横方向電流を増大させることに寄与する。

#### 【0027】

カソード電極として機能する第1の電極2は、例えば金又はニッケル等の金属または合金から成り、発光半導体領域1の一方の主面17の中央一部即ち電流拡散層16の第2の層16bの表面のほぼ中央一部に配置され、n型電流拡散層16に直接にオーミック接触している。この第1の電極2は、図示されていないワイヤ等の外部接続部材を接続するためのパッドとしての機能を得るために例えば1μm程度の光非透過の厚みを有する。第1の電極2は電流拡散層16の表面の中央一部のみ接続されているが、電流拡散層16の電流拡散作用によって平面的に見て、即ち電流拡散層16の表面に対して垂直な方向から活性層14を見て、活性層14の第1の電極2に対向していない外周側部分にも電流を流すことが可能になる。

40

#### 【0028】

50

発光半導体領域 1 の他方の主面 1 8 即ち p 型バッファ層 1 2 の表面にオーミック接触している光反射層 3 は金属又は合金から成り、光反射性とオーミック性との両方を満足させるために、A g (銀)、又は A g 合金で形成することが望ましい。

前記 A g 合金は、

A g 90 ~ 99.5 重量%

添加元素 0.5 ~ 10 重量%

から成る A g を主成分とする合金であることが望ましい。

前記添加元素は、合金元素とも呼ばれるものであって、好ましくは、C u (銅)、A u (金)、P d (パラジウム)、N d (ネオジウム)、S i (シリコン)、I r (イリジウム)、N i (ニッケル)、W (タングステン)、Z n (亜鉛)、G a (ガリウム)、T i (チタン)、M g (マグネシウム)、Y (イットリウム)、I n (インジウム)、及び S n (スズ) から選択された 1 つ又は複数から成ることが望ましい。

10

#### 【0029】

添加元素は、A g 又は A g 合金から成る光反射層 3 の酸化を抑制する機能、光反射層 3 の硫化を抑制する機能、及び光反射層 3 と発光用半導体領域 1 との間の合金化を抑制する機能の内の少なくとも 1 つを有する。光反射層 3 の酸化を抑制するためには特に C u、A u が有利である。光反射層 3 の硫化を抑制するためには特に Z n、S n が有利である。もし、A g 又は A g 合金から成る光反射層 3 の酸化又は硫化が生じると、光反射層 3 と発光用半導体領域 1 との間のオーミック接触が悪くなり、且つ反射率が低下する。また、光反射層 3 と発光用半導体領域 1 との間に厚い合金化領域が生じると、光反射層 3 の反射率が低下する。図 1 の光反射層 3 は、後述から明らかになるように半導体基板 5 に対する発光用半導体領域 1 の貼付けに使用されている。もし、A g 又は A g 合金から成る光反射層 3 に酸化又は硫化が生じていると、光反射層 3 を介した半導体基板 5 と発光用半導体領域 1 との良好な貼付けを達成できなくなる。

20

#### 【0030】

光反射層 3 を A g 合金で構成する場合において、A g に対する添加元素の割合を増大させるに従って A g 又は A g 合金の酸化又は硫化の抑制効果は増大する反面、光反射率が低下する。従来の上層よりも高い反射率及びオーミック性を得るために、A g に対する添加元素の割合を 0.5 ~ 10 重量%にすることが望ましい。添加元素の割合が 0.5 重量%よりも少なくなると、所望の酸化又は硫化の抑制効果を得ることが困難になり、10 重量%よりも大きくなると所望の反射率を得ることが困難になる。添加元素のより好ましい割合は 1.5 ~ 5 重量%である。

30

#### 【0031】

光反射層 3 は、ここでの光の透過を阻止するために 50 nm 以上の厚さを有することが望ましい。また、半導体基板 5 に対する発光用半導体領域 1 の貼付け機能を良好に得るために光反射層 3 の厚みを 80 nm 以上にすることが望ましい。しかし、光反射層 3 の厚さが 1500 nm を越えると光反射層 3 を構成する A g 層又は A g 合金層にクラックが発生する。従って、光反射層 3 の好ましい厚みは 50 ~ 1500 nm、より好ましい厚みは 80 ~ 1000 nm である。貼合せ金属層 6 を A g 又は A g 合金で形成する場合には、貼合せ金属層 6 も光反射層として機能させることができる。この場合には光反射層 3 と貼合せ金属層 6 との積層体が光反射層となり、光反射層 3 の厚みを貼合せ金属層 6 の厚さ分だけ薄くすることができる。

40

#### 【0032】

貼合せ導体層としての貼合せ金属層 6 は金属又は合金からなり、光反射層 3 に電氣的及び機械的に結合し且つ半導体基板 5 の一方の主面 1 9 にオーミック接触している。従って、貼合せ金属層 6 は発光素子のアノード電極としての機能、及び保護素子のカソード電極としての機能を有する。図 1 の実施例 1 では、半導体基板 5 が発光用半導体領域 1 よりも大面積に形成され、半導体基板 5 の一方の主面 1 9 の一部が発光用半導体領域 1 の他方の主面 1 8 よりも外側に突出し、この突出部の上の光反射層 3 と貼合せ金属層 6 との延長部分によって発光ダイオードのアノード電極としての第 2 の電極 4 が形成されている。勿論

50



、光反射層 3 と貼合せ金属層 6 との延長部分の上に第 2 の電極 4 のための金属層を追加して配置することもできる。また、貼合せ金属層 6 又は光反射層 3 の一方のみの延長部分によって第 2 の電極 4 を構成することもできる。従って、本発明における第 2 の電極は図 1 に示す第 1 の電極 4 のみでなく、これと同等な機能を有するあらゆる電極を意味している。

#### 【0033】

貼合せ金属層 6 は、光反射層 3 が Ag 又は Ag 合金から成る場合には、貼合せを良好に達成するために Ag 又は Ag 合金で形成される。この実施例では光反射層 3 と貼合せ金属層 6 とが熱圧着によって貼合されているが、この代りに導電性接合材を使用して光反射層 3 と貼合せ金属層 6 とを電氣的及び機械的に結合することができる。

10

#### 【0034】

半導体基板 5 はシリコンから成り、保護素子を形成するための機能と、発光半導体領域 1 を機械的に支持する機能と、発光半導体領域 1 の熱を放散させる機能とを有する。保護素子としてツェナーダイオード 11 を構成するために一方の主面 19 と他方の主面 20 との間に n 型（第 1 導電型）半導体領域 21 と p 型（第 2 導電型）半導体領域 22 とが配置されている。n 型半導体領域 21 にはツェナーダイオードのカソード電極として機能する貼合せ金属層 6 がオーミック接触し、p 型半導体領域 22 にはツェナーダイオードのアノード電極として機能する金又はニッケル等の金属又は合金から成る金属層 7 がオーミック接触している。半導体基板 5 は発光用半導体領域 1 の支持基板として機能するために 200 ~ 500 μm 程度の厚みを有する。また、シリコンから成る半導体基板 5 は窒化物半導体から成る発光半導体領域 1 よりも大きい熱伝導率を有し、放熱基板として機能する。

20

#### 【0035】

発光用半導体領域 1 の側面 23 及び半導体基板 5 の側面 24 を覆うようにシリコン酸化物等から成る絶縁層 8 が設けられ、この上に金 (Au) 等から成る接続導体 9 が配置されている。接続導体 9 の一端は半導体基板 5 の p 型半導体領域 22 にオーミック接触し、他端は発光用半導体領域 1 の n 型電流拡散層 16 にオーミック接触している。なお、図 1 で鎖線で示すように接続導体 9 の一端を金属層 7 に接続し、他端を第 1 の電極 2 に接続することもできる。

#### 【0036】

図 1 の保護素子を有する半導体発光装置を製造する時には、まず、図 3 に示す仮りの成長用基板 25 を用意する。成長用基板 25 は窒化物半導体を気相成長させることができる材料から選択される。この実施例 1 では成長用基板 25 にシリコン半導体を使用されている。

30

#### 【0037】

次に、成長用基板 25 の上に前述した第 2 の層 16b、第 1 の層 16a の積層体から成る電流拡散層 16 と、n 型半導体層 15 と、活性層 14 と、p 型半導体層 13 と、p 型バッファ層 12 とを周知の OMVPE (Organometallic Vapor Phase Epitaxy) 法即ち有機金属気相成長法によって順次に形成する。

#### 【0038】

次に、発光用半導体領域 1 の他方の主面 18 上に周知のスputtering 法によって Ag 又は Ag 合金を被着させることによって光反射層 3 を形成する。光反射層 3 の形成は、発光半導体領域 1 との間の反射率を大幅に低減させる合金化反応を生じさせない温度 (例えば 300 ) で行う。

40

#### 【0039】

次に、図 4 に示す貼合せ金属層 6 を伴った半導体基板 5 を用意する。貼合せ金属層 6 は例えば Ag 又は Ag 合金を sputtering 法で被着させることによって形成する。

#### 【0040】

次に、発光用半導体領域 1 側の光反射層 3 と半導体基板 5 側の貼合せ金属層 6 とを熱圧着させる。この熱圧着は両者を加圧接触させ且つ例えば 210 ~ 400 の熱処理を施すことによって達成する。

50

## 【0041】

次に、成長用基板25をエッチング又は切削によって除去する。この成長用基板25の除去工程を発光半導体領域1と半導体基板5との貼合せ工程の前に移すことができる。

## 【0042】

次に、図1に示す半導体基板5の他方の主面20の電極金属層7を形成する。なお、電極金属層7を図4の貼合せ工程の前に形成することもできる。

## 【0043】

発光用半導体領域1及び半導体基板5が比較的小さい表面積を有するように説明的に示されているが、実際には多数の半導体発光装置を同時に形成するために大きな表面積を有する。1枚の半導体ウエハから多数の半導体発光装置を得るために、複数の半導体発光装置の相互間をエッチングして発光用半導体領域1を島状に残存させる。この時、第2の電極4の形成のために、図1に示すように光反射層3の一部を露出させる。第2の電極4が形成されていない図1の左側の側面においては、光反射層3及び貼合せ金属層6及び半導体基板5の一部を除去するように右側よりも深くエッチングしてp型半導体領域22を露出させる。

10

## 【0044】

次に、発光用半導体領域1の側面23、光反射層3の側面、貼合せ金属層6の側面、及び半導体基板5の側面24を覆うように絶縁層8を例えばシリコン酸化物で形成する。

## 【0045】

次に絶縁層8の上、p型半導体領域22の上及びn型電流拡散層16の上に接続導体9

20

## 【0046】

次に、発光用半導体領域1の一方の主面17に第1の電極2を形成する。次に、複数の半導体発光装置を含む大面積のウエハを切断して独立した複数の半導体発光装置を得る。なお、第1の電極2、第2の電極4、及び電極金属層7を形成する工程の順番を任意に変えることができる。

## 【0047】

本実施例は次の効果を有する。

(1) 発光効率の向上に寄与する光反射層3が導電性を有して保護素子としての半導体基板5の電氣的及び機械的結合に使用されているので、発光素子部分と保護素子部分との結合を容易に達成することができ、保護素子を有する半導体発光装置の低コスト化を達成できる。

30

(2) 保護素子としての半導体基板5がシリコンから成り、シリコンが窒化物半導体から成る発光用半導体領域1よりも大きい熱伝導率を有し、且つ半導体基板5が光反射層3と貼合せ金属層6とを介して発光半導体領域1の他方の主面18の実質的に全部に密着している。従って、半導体基板5が放熱基板として機能し、発光用半導体領域1の放熱性が改善される。

(3) 発光用半導体領域1の機械的支持基板として機能するシリコン半導体基板5に保護素子としてのツェナーダイオードを形成したので、保護素子を有する半導体発光装置のコストの低減及び小型化を図ることができる。

40

(4) 貼合せ金属層6がツェナーダイオードの一方の電極としても使用されるので、保護素子のコストの低減及び小型化が達成できる。

(5) 光反射層3がAg又はAg合金から成るので、オーミック接触機能と光反射機能との両方を得ることができ、発光素子10の構成の単純化及び低コスト化を図ることができる。

(6) 電流拡散層16の第1及び第2の層16a、16bはヘテロ接合を形成しており、2次元電子ガスを生成し、図1において横方向に電流が流れ易い。このために活性層14の第1の電極2に対向していない外周側部分の電流を増大させることができ、第1の電極2によって光取り出しが妨害されない外周側部分の発光量を大きくすることができ、光取り出し効率が向上する。また、活性層14における電流分布の均一性が向上する。

50

(7) 発光素子 10 とツェナーダイオード 11 とを接続するための接続導体 9 が絶縁層 8 を介して発光半導体領域 1 及び半導体基板 5 に一体的に形成されているので、半導体発光装置の小型化及び低コスト化を図ることができる。

(8) 上述から明らかなように過電圧保護、発光効率の向上、コストの低減、及び放熱性の改善の要求の全てに応えることができる。

【実施例 2】

【0048】

次に、図 5 に示す実施例 2 に従う半導体発光装置を説明する。但し、図 5 及び後述する図 6 ~ 図 12 において図 1 ~ 図 4 と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0049】

図 5 の実施例 2 の半導体発光装置は、図 1 の基板 5 の p 型半導体領域 22 と n 型半導体領域 17 との接続方法を変形し、この他は図 1 と実質的に同一に形成したものである。図 5 では発光半導体領域 1 の一方の主面 17 から半導体基板 5 の他方の主面 20 に至る貫通孔 30 が形成されている。この貫通孔 30 の中に絶縁層 8a 及び接続導体 9a が配置されている。貫通孔 30 は第 1 の電極 2 の下に形成されているので、活性層 14 の光取り出しに対して有効な部分を妨害しない。接続導体 9a の一端はツェナーダイオード 11 の電極金属層 7 に接続され、他端は第 1 の電極 2 に接続されている。

【0050】

図 5 の実施例 2 の半導体発光装置は実施例 1 と同一の基本構造を有するので、実施例 1 と同一の効果を得る。更に、実施例 2 によれば、貫通孔 30 が第 1 の電極 2 の下に配置されているので、発光効率の低下を防いで発光素子 10 に対して保護素子としてツェナーダイオード 11 を容易に接続することができる。

【実施例 3】

【0051】

図 6 に示す実施例 3 の半導体発光装置は、図 5 の保護素子用半導体基板 5 の n 型半導体領域 21 と p 型半導体領域 22 と電極金属層 7 とを変形し、且つ第 2 の電極 4 の位置を変え、この他は図 5 と同一に構成したものである。

【0052】

図 6 では p 型半導体領域 22 が n 型半導体領域 21a の中に島状に形成され、両者間の p n 接合の端が半導体基板 5 の他方の主面 20 に露出している。従って、ツェナーダイオード 11 のアノード電極として機能する電極金属層 7 は他方の主面 20 の中央部分に限定的に形成されている。半導体基板 5 には、ツェナーダイオード 11 を形成するための n 型半導体領域 21a よりも n 型不純物濃度が高い n<sup>+</sup> 型半導体領域 21b が設けられている。この n<sup>+</sup> 型半導体領域 21b は n 型半導体領域 21a の外周側において半導体基板 5 の一方の主面 19 から他方の主面 20 に至るように形成され、発光素子の電流通路として機能する。図 6 の第 2 の電極 4a は半導体基板 5 の他方の主面 20 において n<sup>+</sup> 型半導体領域 21b にオーミック接触している。なお、n<sup>+</sup> 型半導体領域 21b の部分を除去して貼合せ金属層 6 又は光反射層 3 を露出させ、この露出部分を第 2 の電極 4 として使用するように変形することもできる。また、n<sup>+</sup> 型半導体領域 21b の代わりに金属等の導体を配置し、この導体を第 2 の電極 4 として使用することができる。

【0053】

図 6 の実施例 3 は、図 5 の実施例 2 と同一の効果を得る他に、半導体基板 5 の他方の主面 20 にて第 2 の電極 4a の電氣的接続を行うことができるという効果を得る。

【実施例 4】

【0054】

図 7 の実施例 4 は、図 1 のツェナーダイオード 11 を形成する半導体基板 5 をバリスタ 11a に置き換え、この他は図 1 と実質的に同一に形成したものである。

【0055】

図 7 では光反射層 3 が図示が省略された導電性接合材を介して貼合せ用金属板 6a に固

10

20

30

40

50

着され、この金属板 6 a の下面にバリスタ 1 1 a が図示が省略された導電性接合材で固着されている。

【 0 0 5 6 】

バリスタ 1 1 a は半導体磁器バリスタであって、周知の半導体磁器素体 4 0 と、この磁器素体 4 0 の一方の主面に形成された一方のバリスタ電極 4 1 と、磁器素体 4 0 他方の主面に形成された他方のバリスタ電極 4 2 とから成る。一方のバリスタ電極 4 1 は金属板 6 a を介して発光素子の光反射層 3 に接続され、他方のバリスタ電極 4 2 は導体 9 b によって第 1 の電極 2 に接続されている。

【 0 0 5 7 】

バリスタ 1 1 a は図 2 で点線で示すように発光素子 1 0 に並列に接続され、発光素子 1 0 を保護する。バリスタ 1 1 a は、発光素子 1 0 の正常範囲の順方向電圧と許容最大順方向電圧との間の所定電圧で導通状態になる特性を有し、順方向の過電圧から発光素子 1 0 を保護する。また、バリスタ 1 1 a は、発光素子 1 0 に所定値以上の逆方向電圧が印加された時にも導通し、発光素子 1 0 を逆方向の過電圧から保護する特性を有する。従って、図 7 の実施例 4 によっても図 1 の実施例 1 と同様な効果を得ることができる。

【 実施例 5 】

【 0 0 5 8 】

図 8 の実施例 5 は図 7 のバリスタ 1 1 a を磁器コンデンサ 1 1 b に置き換え、この他は図 7 と同一に構成したものである。保護素子としての磁器コンデンサ 1 1 b は、コンデンサ磁器素体 5 0 と、磁器素体 5 0 の一方の主面に形成された一方のコンデンサ電極 5 1 と、磁器素体 5 0 の他方の主面に形成された他方のコンデンサ電極 5 2 とから成る。一方のコンデンサ電極 5 1 は図示が省略された導電性接合材で金属板 6 a に固着されている。他方のコンデンサ電極 5 2 は導体 9 c によって第 1 の電極 2 に接続されている。従って、磁器コンデンサ 1 1 b は図 2 で点線で示すように発光素子 1 0 に並列に接続され、発光素子 1 0 の保護素子として機能する。即ち磁器コンデンサ 1 1 b は発光素子 1 0 に正常駆動電圧よりも高い異常電圧が印加された時に、この異常電圧を吸収する。従って、実施例 5 によっても実施例 1 と同様な効果を得ることができる。

【 実施例 6 】

【 0 0 5 9 】

図 9 は実施例 6 の半導体発光装置の一部のみを示す。この実施例 6 の半導体発光装置は図 9 に示されている光反射層 3 と p 型バッファ層 1 2 とオーミックコンタクト層 6 0 との他は、図 1 と同一に形成されている。

【 0 0 6 0 】

図 9 の光反射層 3 は Al (アルミニウム) から成る。Al は窒化物半導体から成る p 型バッファ層 1 2 に良好にオーミック接触しないので、多数のオーミックコンタクト層 6 0 が分散配置されている。オーミックコンタクト層 6 0 は、例えば Ni、Au、Cr、V、Ti、Co、Pd、Ir、Os、Ru、Pt、及び Cu から選択された少なくとも 1 つの金属、又は AlGeGa 合金、又は 3 - 5 族化合物半導体から成る。光反射層 3 はオーミックコンタクト層 6 0 を介して p 型バッファ層 1 2 に接続された部分と、オーミックコンタクト層 6 0 を介さないで p 型バッファ層 1 2 の表面に直接に接触する部分とを有する。従って、光反射層 3 が光反射機能と電氣的接続機能との両方を有し、実施例 6 によって実施例 1 と同様な効果を得ることができる。

【 実施例 7 】

【 0 0 6 1 】

図 1 0 の実施例 7 は図 9 の p 型バッファ層 1 2 と光反射層 3 との間を変形したものである。図 1 0 では図 9 と同様な材料から成るオーミックコンタクト層 6 0 が p 型バッファ層 1 2 の下面の實質的に全面に設けられている。また、オーミックコンタクト層 6 0 と Al から成る光反射層 3 との間に光透過可能であり且つ量子力学的トンネル効果を得ることができる厚み、例えば 0 . 5 ~ 5 nm、を有する絶縁膜 6 1 が配置されている。この絶縁膜 6 1 は SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、MgO、NiO、ZnO、AlN、及び SiN から選択された少なくとも 1 つで形成する

10

20

30

40

50

ことができる。絶縁膜 61 は量子力学的トンネル効果を有するので、光反射層 3 とオーミックコンタクト層 60 との間が電氣的接続され且つ両者間の合金化反応が抑制又は阻止される。オーミックコンタクト層 60 及び絶縁膜 61 は光透過可能であるので、p型バッファ層 12 側からの光がこれを透過して光反射層 3 で反射される。

【実施例 8】

【0062】

図 11 は実施例 8 の半導体発光装置を示す。図 11 の半導体発光装置において、変形された発光用半導体領域 1a、第 1 及び第 2 の電極 2a、4a 以外の部分は図 1 と実質的に同一に形成されている。

【0063】

変形された発光用半導体領域 1a は、n型コンタクト層 16a の他は図 1 と同一に形成されている。n型コンタクト層 16a は窒化物半導体から成り、図 1 の電流拡散層 16 の代りに設けられている。なお、n型コンタクト層 16a を厚く形成することによって電流拡散機能も得ることができる。

【0064】

発光用半導体領域 1 の一方の主面 17 即ち n型コンタクト層 16a の主面上の第 1 の電極 2a は相互に接続された複数の線状電極 70 から成り、導体 9 によって p型半導体領域 22 及び下面の電極金属層 7 に接続されている。従って、第 1 の電極 2a はカソード電極として機能する。線状電極 70 は一方の主面 17 上に格子状又は同心円状又は放射状等の平面パターンに形成される。第 1 の電極 2a を光透過性を有する材料及び厚みに形成することが望ましいが、光透過性を有さない材料及び厚みに形成することもできる。また、第 1 の電極 2a にワイヤボンディングパッド部分を設けることもできる。

【0065】

この実施例 8 では、発光用半導体領域 1 の一方の主面上に複数の線状電極 70 が分布しているので、活性層 14 における電流分布の均一性を向上させることができる。また、一方の主面 17 の一部のみ第 1 の電極 2a の線状電極 70 が配置され、線状電極 70 が配置されていない領域から光を取り出すことができる。従って、第 1 の電極 2a による光取り出しの妨害が少なくなり、発光効率を向上させることができる。

【0066】

変形された第 2 の電極 4a は、貼合せ金属層 6 の下面に結合されたバンプ電極即ち突起電極 71 から成る。図 11 の実施例では、半導体基板 5 の一方の主面 19 の面積が発光半導体領域 1a の他方の主面 18 の面積よりも小さい。従って、光反射層 3 及び貼合せ金属層 6 の一部が半導体基板 5 で覆われていない。突起電極 71 は貼合せ金属層 6 の半導体基板 5 で覆われていない部分に結合され、半導体基板 5 と電極金属層 7 との合計の厚さとほぼ同一の高さを有する。なお、貼合せ金属層 6 の半導体基板 5 で覆われていない部分を取り除き、突起電極 71 を光反射層 3 に結合させることもできる。

【0067】

突起電極 71 の先端の高さ位置が電極金属層 7 と同一であるので、図 11 の発光半導体装置を表面実装することが可能になり、実装が容易になる。

【0068】

図 11 では第 2 の電極 4a と電極金属層 7 との間に発光ダイオードと保護ダイオードとの両方が接続され、且つ発光半導体領域 1a に保護ダイオードを含む半導体基板 5 が光反射層 3 を介して貼合されているので、図 1 の実施例と同一の効果も得ることができる。

【0069】

図 11 の第 1 の電極 2a 及び第 2 の電極 4a のいずれか一方又は両方の構造を図 5 ~ 図 6 及び後述する図 12 の発光半導体装置にも適用できる。

【実施例 9】

【0070】

図 12 に示す実施例 9 の発光半導体装置は、図 1 の発光半導体領域 1、第 1 の電極 2、光反射層 3、半導体基板 5、貼合せ金属層 6、及び電極金属層 7 を発光半導体領域 1a、

10

20

30

40

50

第1の電極2b、導体層3a、半導体基板5a、貼合せ金属層6b、及び電極金属層7aに変形し、この他は図1と同一に形成したものである。

【0071】

図12の発光半導体装置は、活性層14から放射された光を下側即ち半導体基板5a側から取り出すように形成されている。従って、図12では図1の光反射層3の代りに光透過可能な導体層3aが形成されている。また、貼合せ金属層6b、半導体基板5a及び電極金属層7aが光透過性を有するように形成されている。第1の電極2bは光反射性を有する金属又は合金で形成され、発光半導体領域1aの一方の主面17の全体又はほぼ全体(80%以上)に配置されている。従って、図12では図1の電流拡散層16に相当するものが省かれ、この代りに、図11と同様にn型コンタクト層16aが設けられ、ここに第1の電極2bが接続されている。

10

【0072】

図12の実施例9においても、発光半導体領域1が導体層3aと貼合せ金属層6bとを介して保護素子としての半導体基板5aに貼付けられているので、図1の実施例1と同様に保護素子を有する発光半導体装置のコストの低減を図ることができる。

【0073】

本発明は上述の実施例に限定されるものでなく、例えば次の変形が可能なものである。

(1) 発光用半導体領域1の一方の主面17に周知の光透過性電極を形成し、ここに第1の電極2を接続することができる。

(2) n型半導体層15とn型電流拡散層16との一方又は両方を図1において活性層14よりも外側に突出させ、この突出した部分の下面に第1の電極2を配置することができる。

20

(3) 図7及び図8においてバリスタ11a及びコンデンサ11bの上面の面積を発光半導体領域1の下面の面積よりも大きく形成することができる。

(4) 図7及び図8のバリスタ11a及びコンデンサ11bを保護素子として使用する場合においても、これ等の接続を図1、図5、図6、図11、図12に示すように変形することができる。

(5) 図1、図5～図8の光反射層3の第1の電極2に対向する部分の少なくとも一部に開口を設け、ここに絶縁物を配置するか、空隙として活性層14の第1の電極2に対向する部分への電流を抑制することができる。このように光反射層3に開口を設けると、この開口が周知の電流ブロック層と同様に機能し、発光効率が向上する。

30

(6) 図9及び図10のオーミックコンタクト層60の第1の電極2に対向する部分に開口を形成し、活性層14の第1の電極2に対向する部分への電流を抑制することができる。

(7) 発光用半導体領域1, 1aの材料を窒化物半導体以外の3-5族化合物半導体とすることができる。

(8) 保護素子用の半導体基板5、磁器素体40、50をシリコン半導体、半導体磁器以外の半導体材料、例えばSiC、又は3-5族化合物半導体等にすることができる。

(9) 発光用半導体領域1及び半導体基板5, 5aの各部の導電型を図1、図5、図6、図11、図12と逆にすることができる。

40

(10) 貼合せ金属層6を省いて半導体基板5を光反射層3に直接に熱圧着させることができる。

(11) 半導体基板5の一方の主面19に光反射層3を予め設け、この光反射層3に発光半導体領域1の他方に主面18を熱圧着させることができる。

(12) ツェナーダイオード11の代わりにこれと同様な機能を有するアバランシュエダイオード等の所定電圧で降伏するダイオードを構成することができる。また、発光素子10の順方向の保護と逆方向の保護とのいずれか一方のみを達成する保護素子を構成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0074】

50

本発明は、ランプ、表示器等に使用するための半導体発光装置に利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明の実施例1に従う半導体発光装置を示す中央断面図である。

【図2】図1の半導体発光装置の等価回路図である。

【図3】図1の半導体発光装置の製造工程の一部を示す断面図である。

【図4】図1の半導体発光装置の製造工程の別の一部を示す断面図である。

【図5】実施例2の半導体発光装置を示す断面図である。

【図6】実施例3の半導体発光装置を示す断面図である。

【図7】実施例4の半導体発光装置を示す断面図である。

10

【図8】実施例5の半導体発光装置を示す断面図である。

【図9】実施例6の半導体発光装置の一部を示す断面図である。

【図10】実施例7の半導体発光装置の一部を示す断面図である。

【図11】実施例8の半導体発光装置を示す断面図である。

【図12】実施例9の半導体発光装置を示す断面図である。

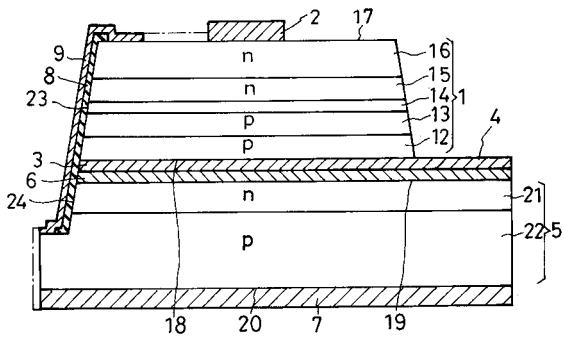
【符号の説明】

【0076】

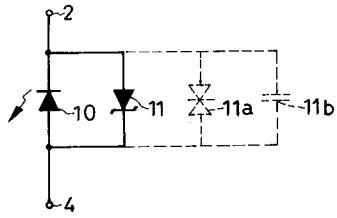
- 1 発光用半導体領域
- 2 第1の電極
- 3 光反射層
- 4 第2の電極
- 5 半導体基板
- 6 貼合せ金属層
- 7 電極金属層
- 8 絶縁層
- 9 接続導体

20

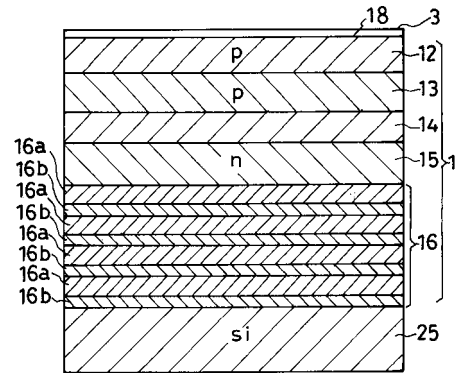
【 図 1 】



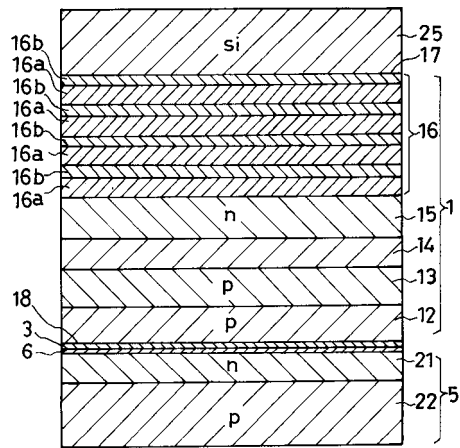
【 図 2 】



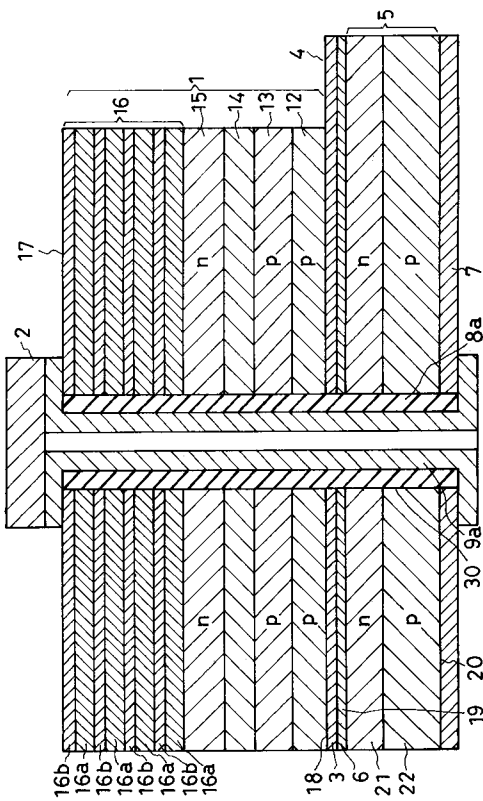
【 図 3 】



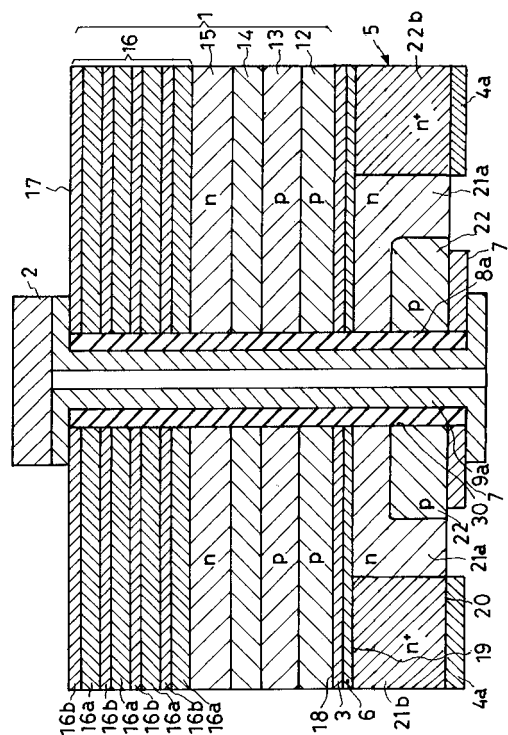
【 図 4 】



【 図 5 】

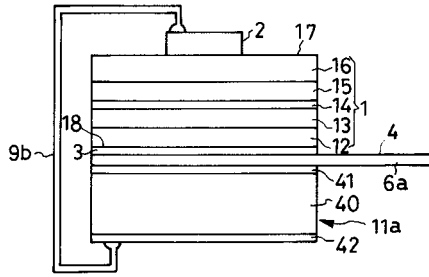


【 図 6 】

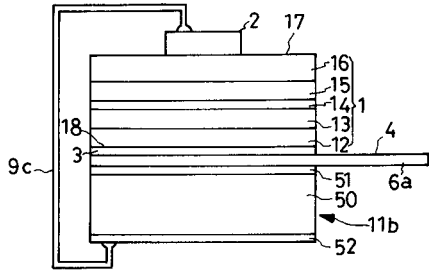




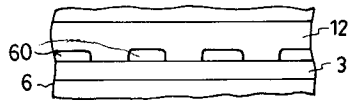
【 図 7 】



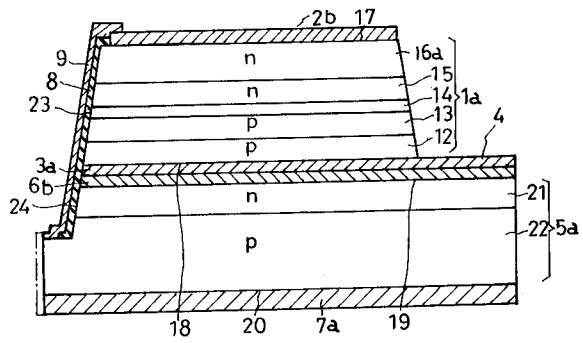
【 図 8 】



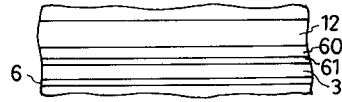
【 図 9 】



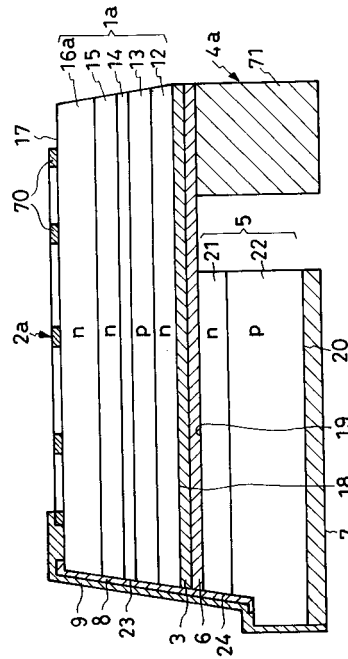
【 図 1 2 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【手続補正書】

【提出日】平成17年10月7日(2005.10.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

第1の層16aは、例えば

化学式  $A l_a M_b G a_{1-a-b} N$

ここで、前記Mは、In(インジウム)とB(ボロン)

とから選択された少なくとも1種の元素、

前記a及びbは、 $0 \leq a < 1$ 、

$0 \leq b < 1$ 、

$a + b < 1$ 、

を満足する数値、

で示される材料にn型不純物をドーピングしたn型窒化物半導体で形成される。即ち、第1の層16aはGaN、InGa<sub>a</sub>N、InBGa<sub>a</sub>N、AlGa<sub>a</sub>N、AlInGa<sub>a</sub>N、AlInBGa<sub>a</sub>N等で形成される。この実施例の第1の層16aは上記化学式のa及びbが零のn型Ga<sub>a</sub>N(窒化ガリウム)から成り、エネルギーバンド図において活性層14よりも大きいバンドギャップを有し且つ25nmの厚さを有する。第1の層16aの厚さは好ましくは15~500nmから選択される。第1の層16aの厚みが15nmよりも小さくなると、第1の層16aに2次元電子ガス即ち2DEG層を生じさせる効果を十分に得ることができなくなる。また、第1の層16aが500nmよりも厚くなると、ここでの光吸収が大きくなり、光取り出し効率が低下する。