

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4164689号
(P4164689)

(45) 発行日 平成20年10月15日(2008.10.15)

(24) 登録日 平成20年8月8日(2008.8.8)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/00 (2006.01) H O 1 L 33/00 A

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-335911 (P2004-335911)	(73) 特許権者	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11月19日(2004.11.19)	(74) 代理人	100072154 弁理士 高野 則次
(65) 公開番号	特開2005-175462 (P2005-175462A)	(72) 発明者	武田 四郎 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
(43) 公開日	平成17年6月30日(2005.6.30)	(72) 発明者	室伏 仁 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
審査請求日	平成17年3月18日(2005.3.18)	審査官	檀本 英吾
(31) 優先権主張番号	特願2003-392944 (P2003-392944)		
(32) 優先日	平成15年11月21日(2003.11.21)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光のための複数の半導体層を有し且つ光を取り出すための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他方の主面に露出するコンタクト層を有する半導体領域と、

前記半導体領域の一方の主面側に配置された半導体層に電氣的に接続された第1の電極と、

前記半導体領域の他方の主面にオーミック接触し且つ導電性を有し且つ前記半導体領域で発生した光に対する透過性を有している光透過膜と、

前記光透過膜を覆うように配置され且つ前記半導体領域で発生した光を反射する機能を有している金属光反射膜と、

前記光透過膜又は前記金属光反射膜に対して電氣的に接続された第2の電極と備え、前記コンタクト層の厚みT及び屈折率を n_1 が

$$T = (2m + 1) \times \left(\frac{\lambda}{4n_1} \right) \pm \frac{\lambda}{8n_1}$$

$$n_1 = (n_2 \times n_3)^{1/2} \times 0.8 \sim (n_2 \times n_3)^{1/2} \times 1.2$$

ここで、mは0又は1又は2のいずれかの値、

n_2 は前記光透過膜の屈折率、

n_3 は前記半導体領域において前記コンタクト層に接している層の屈折率、

λ は前記半導体領域から発生する光の波長、

に決定されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】

前記半導体領域の前記他方の主面に露出する半導体層はAsを含む化合物半導体から成ることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 3】

前記光透過膜は光透過性を有する金属酸化物から成ることを特徴する請求項 1 又は 2 記載の半導体発光素子。

【請求項 4】

前記光透過膜は、酸化インジウムと酸化錫との混合物 (ITO)、アルミニウムがドーブされた酸化亜鉛 (AZO)、フッ素がドーブされた酸化錫 (FTO)、ZnO、SnO、ZnSe、及びGaOから選択された少なくとも 1 つから成ることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の半導体発光素子。

10

【請求項 5】

前記光透過膜は、10 nm ~ 1 μm の厚みを有していることを特徴とする請求項 1 又は 2 又は 3 又は 4 記載の半導体発光素子。

【請求項 6】

前記金属光反射膜は、Al、Ag、Au、及びCuから選択された少なくとも 1 つを含む層であることを特徴とする請求項 1 又は 2 又は 3 又は 4 又は 5 記載の半導体発光素子。

【請求項 7】

更に、前記金属光反射膜に結合された導電性支持基板を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の半導体発光素子。

20

【請求項 8】

前記第 2 の電極は前記導電性支持基板に結合され、前記導電性支持基板と前記金属光反射膜とを介して前記光透過膜に電気的に接続されていることを特徴とする請求項 7 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、例えば AlGaAs 系、AlGaInP 系、GaN 系等の半導体から成る発光層を含む半導体発光素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

AlGaInP 系化合物半導体によって発光層即ち活性層が形成されている従来の典型的な半導体発光素子は、GaAs から成る支持基板と、この支持基板上に配置された発光のために必要な複数の AlGaInP 系化合物半導体層を含む主半導体領域とを有する。AlGaInP 系化合物半導体は GaAs 支持基板に対して比較的良好にエピタキシャル成長させることができる。

【0003】

しかしながら、GaAs 支持基板は、主半導体領域に含まれている発光層から発光された光の波長帯域での光吸収係数が極めて高い。このため、発光層から支持基板側に放出された光の多くは GaAs 支持基板に吸収されてしまい、高い発光効率を有する発光素子を得ることが出来なかった。

40

【0004】

上記の GaAs 支持基板による光吸収を防いで発光効率を高める方法として、前述の基本構造の半導体発光素子において GaAs 等の支持基板上に発光層を含む主半導体領域をエピタキシャル成長させた後に GaAs 支持基板を除去し、発光層を含む主半導体領域に例えば GaP から成る光透過性基板を貼着し、更にこの光透過性基板の下面に光反射性を有する電極を形成する方法が知られている。しかし、この光透過性基板と光反射性電極とを設ける構造は、発光層を含む主半導体領域と光透過性基板との界面における抵抗によってアノード電極とカソード電極との間の順方向電圧が比較的大きくなるという欠点を有する。

50

【 0 0 0 5 】

上記欠点を解決するための方法が、特開 2 0 0 2 - 2 1 7 4 5 0 号公報（以下特許文献 1 とする。）開示されている。即ち、前記特許文献 1 には、発光層を含む主半導体領域の下面側にオーミック性が優れている反面、反射性が低い A u G e G a 合金層を分散的に形成し、A u G e G a 合金層の下面及びこれによって覆われていない発光層を含む主半導体領域の下面の両方を反射性が優れている A l 等の金属反射膜で覆い、更に、この金属反射膜に例えば導電性を有するシリコンから成る導電性支持基板を貼着することが開示されている。A l から成る金属反射膜の半導体領域に対するオーミック接触性は悪い。しかし、A u G e G a 合金層は例えば A l G a I n P 等の半導体領域及び光反射膜に対して比較的良好にオーミック接触する。従って、この構造によると、アノード電極とカソード電極との間の順方向電圧を低下させることができる。

10

また、発光層から導電性支持基板側に放出された光を A l から成る金属反射膜によって良好に反射させることができる。

【 0 0 0 6 】

しかし、前記特許文献 1 に記載の発光素子では、製造プロセス中の種々の熱処理工程を経る過程において、金属反射膜及び A u G e G a 合金層とこれに隣接する主半導体領域との間に反応が生じ、その界面における反射率が低下することがあった。このため、期待されたほどには、発光効率の高い半導体発光素子を歩留り良く生産することができなかった。また、オーミックコンタクト用の A u G e G a 合金層が主半導体領域の下面に対して分散的に形成されているので、発光効率と順方向電圧の両方を十分に満足させることができなかった。即ち、半導体領域の下面に対するオーミックコンタクト用の A u G e G a の割合を大きくすると、順方向電圧は低下する反面、A l 反射膜の面積の減少によって反射量が低下し、発光効率の低下を招く。従って、従来技術では、発光効率と順方向電圧との両方を同時に改善することが困難であった。

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 2 1 7 4 5 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明の課題は、発光効率の高い半導体発光素子を得ることができないことである。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するための本発明は、
発光のための複数の半導体層を有し且つ光を取り出すための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他方の主面に露出するコンタクト層を有する半導体領域と、

前記半導体領域の一方の主面側に配置された半導体層に電氣的に接続された第 1 の電極と、

前記半導体領域の他方の主面にオーミック接触し且つ導電性を有し且つ前記半導体領域で発生した光に対する透過性を有している光透過膜と、

40

前記光透過膜を覆うように配置され且つ前記半導体領域で発生した光を反射する機能を有している金属光反射膜と、

前記光透過膜又は前記金属光反射膜に対して電氣的に接続された第 2 の電極と

備え、前記コンタクト層の厚み T 及び屈折率を n_1 が

$$T = \frac{(2m + 1) \times (\lambda / 4n_1) \pm \lambda / 8n_1}{n_1 = (n_2 \times n_3)^{1/2} \times 0.8 \sim (n_2 \times n_3)^{1/2} \times 1.2}$$

ここで、 m は 0 又は 1 又は 2 のいずれかの値、

n_2 は前記光透過膜の屈折率、

n_3 は前記半導体領域において前記コンタクト層に接している層の屈折率、

λ は前記半導体領域から発生する光の波長、

50

に決定されていることを特徴とする半導体発光素子に係わるものである。

本発明における半導体発光素子は、完成した発光素子のみでなく、中間製品としての発光チップであってもよい。

【0009】

前記半導体領域は3 - 5族化合物半導体から成ることが望ましい。

また、前記半導体領域の前記他方の主面に露出する半導体層はヒ素(As)を含む化合物半導体から成ることが望ましい。ガリウムヒ素(GaAs)、アルミニウムガリウムヒ素(AlGaAs)等のAsを含む化合物半導体は、光透過膜と良好に低抵抗性接触する。この結果、低い動作電圧をより確実に得ることができる。

前記光透過膜は光透過性を有する金属酸化物からなることが望ましい。

前記光透過膜は、 In_2O_3 即ち酸化インジウム又は三酸化二インジウムと SnO_2 即ち酸化錫又は酸化第二錫との混合物(以下、ITOと言う。)、アルミニウムがドーブされた酸化亜鉛(ZnO)(以下、AZOと言う。)、フッ素がドーブされた酸化錫(SnO_2)(以下、FTOと言う。)、 ZnO 即ち酸化亜鉛、 SnO 即ち酸化錫又は酸化第一錫、 ZnSe 即ち亜鉛セレン、及びGaO即ち酸化ガリウムから選択された少なくとも1つから成ることが望ましい。これらの材料から成る光透過膜は金属反射膜及び半導体領域と良好に低抵抗性接触すると共に、光透過性に優れ、光の減衰を抑制して半導体領域で発生した光を金属光反射膜側及びこれとは逆の方向に良好に導くことができ、且つ金属光反射膜の金属の半導体領域側への拡散を良好に抑制する機能を有する。

前記光透過膜は、 $10\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ の厚みを有していることが望ましい。 10nm 以上の厚みを有する光透過膜は、金属光反射膜と半導体領域との反応即ち半導体と金属との相互拡散を抑制する機能を有し、これらの界面に光吸収の大きい合金層が形成されることを防止する。また、前記光透過膜の厚みを $1\mu\text{m}$ 以下に制限すると、前記光透過膜における光の減衰が少なくなり、外部量子効率を向上することができる。

前記金属光反射膜は、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、金(Au)、及び銅(Cu)から選択された少なくとも1つを含む層であることが望ましい。これ等の金属膜で形成された金属光反射膜は、光透過膜との界面に良好な光反射面を形成する。即ち、Al膜及びAg膜から成る金属光反射膜は、短波長から長波長までの比較的広い波長領域の可視光に対して良好な反射特性を有する。また、Cu膜及びAu膜から成る金属光反射膜は、比較的長波長の可視光に対し良好な反射特性を有する。

前記半導体発光素子は、更に、前記金属光反射膜に結合された導電性支持基板を有していることが望ましい。前記半導体発光素子が導電性支持基板を有していると、前記半導体領域、前記光透過膜及び前記金属光反射膜の安定的な機械的支持が達成される。

前記第2の電極は前記導電性支持基板に結合され、前記導電性支持基板と前記金属光反射膜とを介して前記光透過膜に電気的に接続されていることが望ましい。これにより、前記第2の電極の形成が容易になる。

【発明の効果】

【0010】

本発明に従う半導体発光素子において、前記半導体領域と前記金属光反射膜との間に配置された導電性を有する光透過膜は、前記半導体領域及び前記金属光反射膜の両方にオーミック接触し且つ前記半導体領域と前記金属光反射膜との合金化を抑制するので、従来の金属光反射膜を半導体領域に直接に接触させる場合よりも優れた光反射面を構成することができる。また、光透過膜における光の吸収が従来のAuGeGa合金より少ない。このため、半導体領域から金属光反射膜側に放射された光を半導体領域の一方の主面側に良好に戻すことができ、外部発光効率を増大させることができる。

また、前記特許文献1の半導体発光素子に比べて、金属光反射膜がオーミックコンタクトしている領域の面積を増大させることができる。このようにオーミックコンタクト領域の面積を増大させると、発光時における電流通路の抵抗が小さくなり、順方向電圧が低下し、電力損失が小さくなり、発光効率が向上する。

また、コンタクト層の厚みTと屈折率 n_1 とを本発明のように設定すると、光透過膜と金

属光反射膜との間で反射した光がコンタクト層と光透過膜との界面で全反射することを防止できる。この結果、光透過膜と金属光反射膜との界面で反射した光を半導体領域の一方の主面側に良好に導くことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

次に、図1～図3を参照して本発明の実施形態に従う半導体発光素子即ち発光ダイオード及びその製造方法を説明する。

【実施例1】

【0012】

本発明の実施例1に従うダブルヘテロ接合型半導体発光素子1は、図1に概略的に示すように、発光のために必要な半導体領域2と、本発明に従う光透過膜3と、金属光反射膜4と、第1及び第2の接合金属層5、6と、導電性シリコン支持基板7と、第1の電極としてのカソード電極8と、第2の電極としてのアノード電極9とから成る。

【0013】

半導体領域2は、P(リン)又はN(窒素)又はAs(砒素)等の5族の元素と、Al(アルミニウム)、Ga(ガリウム)、In(インジウム)、B(ホウ素)等から選択された1つ又は複数の3族の元素との化合物半導体から成り、主半導体領域又は発光半導体基板と呼ぶこともできるものである。図1の実施例の半導体領域2は、一方の主面11と他方の主面12とを有し、一方の主面11から他方の主面12に向かって順次に配置されたn型(第1導電型)の第1の補助層13と、n型の第2の補助層14と、n型クラッド層又は第1導電型半導体層とも呼ぶことができるn型半導体層15と、発光層と呼ぶこともできる活性層16と、p型(第2導電型)クラッド層又は第2導電型半導体層と呼ぶこともできるp型半導体層17と、p型の第3の補助層18と、p型コンタクト層19とを有する。

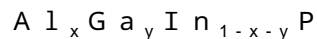
ダブルヘテロ接合型発光ダイオードのための半導体領域2において発光のために最も重要な部分はn型半導体層15と活性層16とp型半導体層17である。従って、半導体領域2のn型の第1の補助層13とn型の第2の補助層14とp型の第3の補助層18とp型コンタクト層19との全て又は一部を省略することができる。また、ダブルヘテロ接合型としない場合には活性層16を省くこともできる。従って、半導体領域2は少なくともn型半導体層15とp型半導体層17とを含むものであれば良い。

この発光素子1は、活性層16から放射された光を半導体領域2の一方の主面11側から取り出すように構成されている。

次に、発光素子1の各部を詳しく説明する。

【0014】

n型半導体層15とp型半導体層17との間に配置された活性層16は、3-5族化合物半導体から成る。この3-5族化合物半導体は、化学式



ここで、x, yは0 ≤ x ≤ 1、

0 ≤ y ≤ 1、

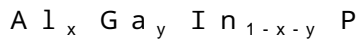
0 ≤ x + y ≤ 1を満足する数値、

で示すことができる材料であることが望ましい。しかし、活性層16をAl_xGa_yIn_{1-x-y}N等の別の3-5族化合物半導体で構成することもできる。

この実施形態では、活性層16に、導電型決定不純物が添加されていない。しかし、活性層16にp型クラッド層17よりも低い濃度でp型不純物を添加すること、又はn型半導体層15よりも低い濃度でn型不純物を添加することも可能である。また、図1では図示を簡略化するために活性層16が単一の層で示されているが、実際には、周知の多重量子井戸(MQW: Multi-Quantum-Well)構造、又は単一量子井戸(SQW: Single-Quantum-Well)構造を有する。

【0015】

活性層16の一方の側に配置されたn型半導体層15は、n型不純物(例えばSi)が添加された3-5族化合物半導体から成る。この3-5族化合物半導体は、例えば化学式



ここで、 x, y は $0 < x < 1$ 、

$0 < y < 1$ 、

$0 < x + y < 1$ を満足する数値、

で示すことができる材料であることが望ましい。活性層 16 で発生した光を外部に良好に取り出すために n 型半導体層 15 の Al の割合 x は活性層 16 の Al の割合 x よりも大きい値を有し、好ましくは $0.15 \sim 0.45$ 、より好ましくは $0.2 \sim 0.4$ である。また、Ga の割合 y は好ましくは $0.05 \sim 0.35$ 、より好ましくは $0.1 \sim 0.3$ である。n 型半導体層 15 の n 型不純物の濃度は $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上であることが望ましい。n 型半導体層 15 のバンドギャップは活性層 16 のバンドギャップよりも大きい。なお、n 型半導体層 15 を $\text{Al}_x \text{Ga}_y \text{In}_{1-x-y} \text{N}$ 等の別の 3 - 5 族化合物半導体で構成することもできる。

10

【0016】

活性層 12 の他方の側に配置された p 型半導体層 17 は、p 型不純物（例えば Zn）が添加された 3 - 5 族化合物半導体から成る。この 3 - 5 族化合物半導体は、例えば化学式 $\text{Al}_x \text{Ga}_y \text{In}_{1-x-y} \text{P}$

ここで x, y は $0 < x < 1$ 、

$0 < y < 1$ 、

$0 < x + y < 1$ を満足する数値、

で示すことができる材料であることが望ましい。活性層 16 で発生した光を外部に良好に取り出すために p 型半導体層 17 の Al の割合 x は活性層 16 の Al の割合 x よりも大きい値を有し、好ましくは $0.15 \sim 0.5$ の範囲に設定される。p 型半導体層 17 の p 型不純物の濃度は例えば $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上に決定される。p 型半導体層 17 のバンドギャップは活性層 16 のバンドギャップよりも大きい。

20

なお、p 型半導体層 17 を $\text{Al}_x \text{Ga}_y \text{In}_{1-x-y} \text{N}$ 等の別の 3 - 5 族化合物半導体で構成することもできる。

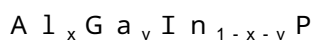
【0017】

n 型半導体層 15 の上に配置された第 2 の補助層 14 は電流拡散層又はバッファ層と呼ぶこともできるものであって、主として順方向電流の分布の均一性を高める働きを有する。即ち、第 2 の補助層 14 は半導体領域 2 の一方の主面 11 に対して垂直な方向から見て、カソード電極 8 の外周側に電流を広げる働きを有する。また、この第 2 の補助層 14 は、活性層 16 で発生した光を素子の外周側に広げて取り出す働きを有する。この実施例 1 の第 2 の補助層 14 は n 型 GaAs から成る。しかし、第 2 の補助層 14 を例えば GaAs 以外の例えば GaP、又は $\text{Ga}_x \text{In}_{1-x} \text{P}$ 、又は $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$ 、又は GaN、又は $\text{Ga}_x \text{In}_{1-x} \text{N}$ 、又は $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x} \text{N}$ 等の n 型の別の 3 - 5 族化合物半導体で構成することができる。

30

【0018】

第 2 の補助層 14 の上に配置された n 型の第 1 の補助層 13 は n 型コンタクト層と呼ぶこともできるものであって、主としてカソード電極 8 のオーミックコンタクトを良好にする機能を有し、更に、後述する発光素子の製造工程におけるエッチングのストッパとしての機能も有する。この第 1 の補助層 13 は、例えば化学式



ここで、 x, y は $0 < x < 1$ 、

$0 < y < 1$ 、

$0 < x + y < 1$ を満足する数値、

で示すことができる 3 - 5 族化合物半導体に n 型不純物を添加したものから成る。

なお、第 1 の補助層 13 を $\text{Al}_x \text{Ga}_y \text{In}_{1-x-y} \text{N}$ 等の別の 3 - 5 族化合物半導体で構成することもできる。

40

【0019】

p 型半導体層 17 に隣接配置された第 3 の補助層 18 は、電流拡散層又はバッファ層と

50

呼ぶこともできるものであって、主として順方向電流の分布の均一性を高める働きを有する。即ち、第3の補助層18は半導体領域2の一方の主面11に対して垂直な方向から見て、カソード電極8の外周側に電流を広げる働きを有する。第3の補助層18はp型GaP(ガリウムリン)又はp型GaN等の別の3-5族化合物半導体で構成される。

【0020】

第3の補助層18に隣接配置されたp型コンタクト層19は半導体領域2の他方の主面12に露出する半導体層であって、本発明に従う光透過膜3の良好のオーミック接触を得るため設けられている。このp型コンタクト層19はAsを含む3-5族化合物半導体から成ることが望ましい。この実施例ではp型GaAs(ガリウム砒素)が使用されているが、これに限らずp型AlGaAs、p型GaN、p型AlGaN等の別の3-5族化合物半導体を使用することができる。

コンタクト層19の厚みをT、屈折率を n_1 、光透過膜3の屈折率を n_2 、第3の補助層18の屈折率を n_3 、活性層16から発生する光の波長を λ とした時、コンタクト層19の厚みT及び屈折率を n_1 を次の条件を満足するように決定することが望ましい。

$$T = (2m + 1) \times (\lambda / 4n_1) \pm \lambda / 8n_1$$

ここで、mは0又は1又は2のいずれかの値である。

$$n_1 = (n_2 \times n_3)^{1/2} \times 0.8 \sim (n_2 \times n_3)^{1/2} \times 1.2$$

コンタクト層19の厚みTと屈折率 n_1 とをこのように設定すると、光透過膜3と金属光反射膜4との間で反射した光がコンタクト層19と光透過膜3との界面で全反射することを防止できる。この結果、光透過膜3と金属光反射膜4との界面で反射した光を半導体領域2の一方の主面11側に良好に導くことができる。

【0021】

光透過膜3は導電性を有し且つ半導体領域2で発生した光に対する透過性を有しており、半導体領域2の他方の主面12即ちp型コンタクト層19の全体にオーミック接触している。この光透過膜3は半導体領域2で発生した光に対する透過率が半導体領域2の透過率よりも大きい材料で形成される。この光透過膜3の透過率は60%以上であることが望ましい。光透過膜3は半導体領域2及び金属光反射膜4との間に合金化部分又は相互拡散部分が生じない又は僅かしか生じない材料及び方法で形成される。光透過膜3の好ましい材料は金属酸化物又は金属化合物であり、より好ましい材料は例えば、ITO、AZO、FTO、ZnO、SnO、ZnSe、及びGaOから選択された少なくとも1つであり、最も好ましい材料はITOである。また、光透過膜3の好ましい形成方法はスパッタリング又CVD(Chemical Vapor Deposition)又は蒸着である。

光透過膜3の厚みは10nm~1 μ mであることが望ましい。光透過膜3の厚みを10nm以上にすると、金属光反射膜4と半導体領域2との合金化を良好に抑制することができる。また、光透過膜3の厚みを1 μ m以下に制限すると、光透過膜3における光の減衰が少なくなり、外部量子効率を向上することができる。光透過膜3は半導体領域2の他方の主面12の全面に形成することが最も望ましいが、しかし他方の主面12の50~100%の範囲に形成することもできる。

【0022】

金属光反射膜4は半導体領域2で発生した光を反射する機能を有し、光透過膜3の全面を覆うように配置されている。この金属光反射膜4を、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、金(Au)、及び銅(Cu)から選択された少なくとも1つ金属、又はアルミニウム(Al)、銀(Ag)、金(Au)、及び銅(Cu)から選択された少なくとも1つ金属を含む合金で形成することが望ましい。この実施例ではコストの点で有利なアルミニウム(Al)で金属光反射膜4が形成されている。金属光反射膜4は光透過膜3の全面に形成することが最も望ましいが、光透過膜3又は他方の主面12の50~100%の範囲に形成することもできる。十分な光反射機能を得るために金属光反射膜4は好ましくは0.05 μ m~1 μ m厚さに形成される。

【0023】

半導体領域2、光透過膜3、及び金属光反射膜4を機械的に保護し且つ支持するために導

10

20

30

40

50

電性支持基板 7 が第 1 及び第 2 の接合金属層 5 , 6 を介して金属光反射膜 4 に結合されている。第 1 の接合金属層 5 は例えば金 (Au) から成り、金属光反射膜 4 を覆うように形成されている。第 2 の接合金属層 6 は例えば金 (Au) から成り、導電性支持基板 7 を覆うように形成されている。第 1 及び第 2 の接合金属層 5 , 6 は熱圧着法によって相互に結合されている。この実施例では、導電性支持基板 7 として導電型決定不純物が添加され且つ 300 μm の厚さを有するシリコン基板が使用されている。シリコン基板は安価且つ加工が容易であるという特長を有する。

【0024】

第 1 の電極としてのカソード電極 8 は金属層から成り、半導体領域 2 の一方の主面 11 即ち第 1 の補助層 13 の中央にオーミック接触している。従って、半導体領域 2 の一方の主面 11 のカソード電極 8 が形成されていない部分が光取り出し面となる。なお、カソード電極 8 をITO等の光透過性電極とボンディングパッド電極との組み合わせで構成することもできる。また、カソード電極 8 を n 型の第 1 の補助層 13 と第 2 の補助層 14 と n 型半導体層 15 から選択された 1 つの任意の位置に接続することもできる。

10

【0025】

第 2 の電極としてのアノード電極 9 はシリコン支持基板 7 の下面全体に形成されている。シリコン支持基板 7 の代わりに金属支持基板を設ける場合には、これがカソード電極となるので、図 1 のカソード電極 9 を省くことができる。

【0026】

図 1 の半導体発光素子 1 を製造する時には、まず半導体領域 2 を形成する。即ち、図 2 に示す例えばGaAsから成る半導体基板 10 を用意し、周知のMOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)装置を使用して、GaAs半導体基板 10 の上に n 型の第 1 の補助層 13 と、n 型の第 2 の補助層 14 と、n 型半導体層 15 と、活性層 16 と、p 型半導体層 17 と、p 型の第 3 の補助層 18 と、p 型コンタクト層 19 とを順次にエピタキシャル成長させ、半導体領域 2 を得る。

20

【0027】

次に、スパッタリング又CVD又は蒸着等によって、p型コンタクト層 19 の露出主面全体にITOを被着させて光透過膜 3 を形成し、次に、光透過膜 3 の上にAlから成る金属光反射膜 4 を形成し、更に、Auから成る第 1 の接合金属層 5 を形成する。

【0028】

次に、図 2 に示す不純物を含むSi基板から成る支持基板 7 の一方の主面にAuから成る第 2 の接合金属層 6 を真空蒸着したものを用意し、第 1 及び第 2 の金属接合層 5、6 を加圧接触させ、300 以下の温度の熱処理を施してAuを相互に拡散させることによって第 1 及び第 2 の金属接合層 5、6 を貼り合わせて、光透過膜 3、金属光反射膜 4、及び第 1 の接合金属層 5 を伴った半導体領域 2 と第 2 の接合金属層 6 を伴った支持基板 7 とを一体化する。

30

【0029】

次に、GaAsから成る半導体基板 10 をエッチングで除去する。これにより、光透過膜 3、金属光反射膜 4、及び第 1 の接合金属層 5 を伴った半導体領域 2 が得られる。なお、GaAsから成る半導体基板 10 の除去を、第 2 の接合金属層 6 を伴った支持基板 7 を第 1 の接合金属層 5 に結合する前に行うこともできる。

40

【0030】

しかる後、図 1 のカソード電極 8 及びアノード電極 9 を形成して半導体発光素子を完成させる。

【0031】

本実施例は次の効果を有する。

(1) 金属光反射膜 4 と半導体領域 2 との間に導電性を有する光透過膜 3 が形成されているため、製造プロセス中の種々の熱処理工程において金属反射膜 4 と半導体領域 2 との間に生じる合金化反応を阻止又は抑制することができる。もし、合金化部分が生じると、反射率が低下するが、本実施形態ではこのような問題が生じない。このため、高い発光効

50

率を有する発光素子を、容易に且つ高い歩留まりで生産することができる。

(2) 光透過膜3はスパッタリング又CVD又は蒸着等によって金属酸化物を被着させることによって形成されているので、金属光反射膜4及び半導体領域2に対して合金化反応が抑制又は阻止された状態でオーミック接触する。従って、光透過膜3のオーミック接触部分における光吸収が少なくなり且つ抵抗が小さくなり、発光効率の低減及び動作電圧の増大を抑制することができる。

(3) 光透過膜3及び金属光反射膜4は半導体領域2の他方の主面12の実質的に全部に対向しているのでオーミック接触面積が大きくなり、半導体発光素子1に順方向電圧が印加された時のアノード電極9とカソード電極8との間の抵抗を減少させることができる。

10

(4) コンタクト層19を半導体領域2の他方の主面12の実質的に全部に設けるので、コンタクト層19を部分的に設ける前記特許文献1の半導体発光素子に比べて半導体領域2の他方の主面12の平坦性が良くなり、シリコン支持基板7の貼り合せを良好に達成することができる。

(5) コンタクト層19を部分的に設けることが不要になるので、コンタクト層19を部分的に設けるためのパターニングが不要になり、製造工程が簡素化される。

【実施例2】

【0032】

次に、図3を参照して実施例2に従う半導体発光素子1aを説明する。但し、図3において図1及び図2と共通する部分には同一の参照符号を付してその説明を省略する。

20

【0033】

図3の半導体発光素子1aは、変形された半導体領域2aと変形された支持基板7aとを設け、且つアノード電極9の接続位置を変えた他は、図1と同一に形成したものである。図3の変形された半導体領域2aは、図1の半導体領域1から第1及び第3の補助層13, 18とp型コンタクト層19を省いたものに相当する。従って、第1の電極としてのカソード電極8が図1の第2の補助層14と同一の構成の電流拡散層14の主面に接続されている。支持基板7a及び光透過膜3及び金属光反射膜4は半導体領域2aから横方向に突出する部分を有するように形成されている。アノード電極9は光透過膜3に直接に接続されている。また、金属光反射膜4は支持基板7aに直接に結合されている。支持基板7aは放熱性を高めるために熱伝導性の良い金属材料で形成されている。

30

【0034】

図3の半導体発光素子1aにおいても半導体領域2aの他方の主面12に対して光透過膜3を介して金属光反射膜4が結合されているので、図1の実施例1と同一の効果を得ることができる。

【0035】

本発明は上記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) 半導体領域2又は2aの機械的強度が十分な場合は、図1及び図3の支持基板7又は7aを省くことができる。この場合には金属光反射層4がカソード電極として機能する。

(2) 半導体領域2又は2aの各層13, 14, 15, 17, 18, 19の導電型を実施例と逆にすることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の実施例1に従う半導体発光素子を示す断面図である。

【図2】図1の半導体発光素子の製造段階の状態を示す断面図である。

【図3】本発明の実施例2に従う半導体発光素子を示す断面図である。

【符号の説明】

【0037】

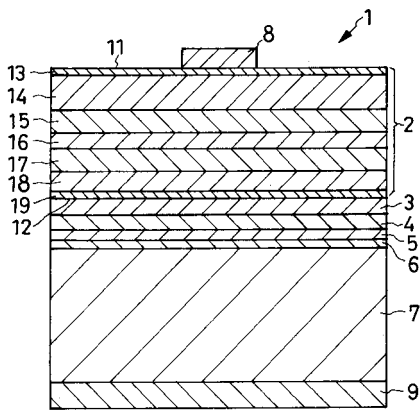
1, 1a 半導体発光素子

2, 2a 半導体領域

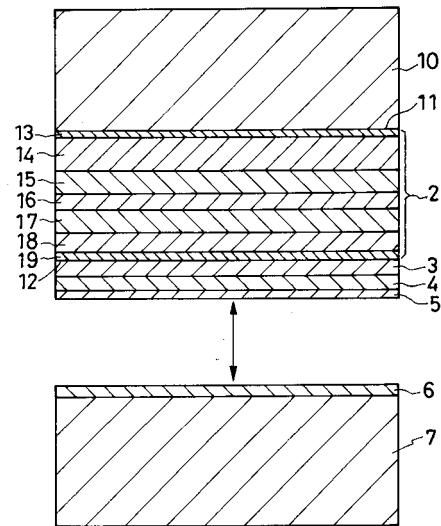
50

- 3 光透過膜
- 4 金属光反射層
- 5, 6 第1及び第2の接合金属層
- 7 シリコン支持基板
- 8 カソード電極
- 9 アノード電極
- 15 n型半導体層
- 16 活性層
- 17 p型半導体層
- 13, 14, 18 第1、第2及び第3の補助層
- 19 オーミックコンタクト層

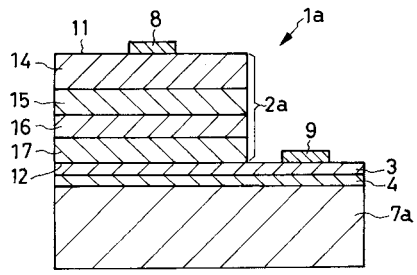
【図1】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-197980(JP,A)
国際公開第03/052838(WO,A1)
特開2004-146539(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00