

(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2012-124306

(P2012-124306A)

(43) 公開日 平成24年6月28日(2012.6.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 33/38 (2010.01)	H O 1 L 33/00 2 1 0	5 F 0 4 1
H O 1 L 33/42 (2010.01)	H O 1 L 33/00 2 2 2	5 F 1 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2010-273485 (P2010-273485)	(71) 出願人	000241463
(22) 出願日	平成22年12月8日 (2010.12.8)		豊田合成株式会社
			愛知県清須市春日長畑1番地
		(74) 代理人	100071526
			弁理士 平田 忠雄
		(74) 代理人	100145171
			弁理士 伊藤 浩行
		(72) 発明者	出口 将士
			愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内
		Fターム(参考)	5F041 AA03 CA04 CA40 CA86 CA88
			CA93 CA98 CB15
			5F141 AA03 CA04 CA40 CA86 CA88
			CA93 CA98 CB15

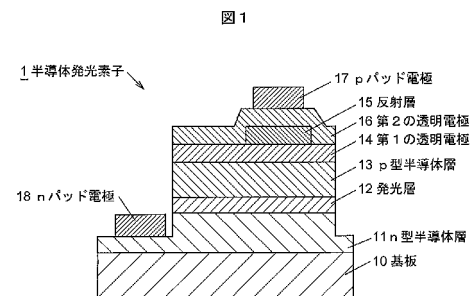
(54) 【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 パッド電極下に反射層を有する半導体発光素子において、光取り出し効率を向上させる。

【解決手段】 本発明の一態様に係る半導体発光素子1は、n型半導体層11とp型半導体層13とに挟まれた発光層12を有する半導体積層構造を有する半導体発光素子であって、p型半導体層13上に形成された第1の透明電極14と、第1の透明電極14上に形成された、第1の透明電極14よりも面積の小さい反射層15と、第1の透明電極14上に反射層15を覆うように形成された第2の透明電極16と、第2の透明電極16上の反射層15の上方の領域に形成されたpパッド電極17と、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 導電型層と第 2 導電型層とに挟まれた発光層を有する半導体積層構造を有する半導体発光素子であって、

前記第 2 導電型層上に形成された第 1 の透明電極と、

前記第 1 の透明電極上に形成された、前記第 1 の透明電極よりも面積の小さい反射層と

、

前記第 1 の透明電極上に前記反射層を覆うように形成された第 2 の透明電極と、

前記第 2 の透明電極上の前記反射層の上方の領域に形成されたパッド電極と、

を有する半導体発光素子。

10

【請求項 2】

前記反射層は、透明絶縁体に表面を覆われた金属からなる、

請求項 1 に記載の半導体発光素子。

【請求項 3】

前記第 1 の透明電極と前記第 2 の透明電極の接触領域は、前記反射層の底面の周囲を囲む、

請求項 1 または 2 に記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、半導体発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の半導体発光素子として、発光層から発せられる光がパッド電極に吸収されることを防ぐために、パッド電極下に反射層を有するものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008-300719 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、パッド電極下に反射層を有する半導体発光素子において、光取り出し効率を向上させることである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上記目的を達成するため、第 1 導電型層と第 2 導電型層とに挟まれた発光層を有する半導体積層構造を有する半導体発光素子であって、前記第 2 導電型層上に形成された第 1 の透明電極と、前記第 1 の透明電極上に形成された、前記第 1 の透明電極よりも面積の小さい反射層と、前記第 1 の透明電極上に前記反射層を覆うように形成された第 2 の透明電極と、前記第 2 の透明電極上の前記反射層の上方の領域に形成されたパッド電極と、を有する半導体発光素子を提供する。

40

【0006】

上記半導体発光素子において、前記反射層は、透明絶縁体に表面を覆われた金属からなることが好ましい。

【0007】

上記半導体発光素子において、前記第 1 の透明電極と前記第 2 の透明電極の接触領域は、前記反射層の底面の周囲を囲むことが好ましい。

【発明の効果】

50

【0008】

本発明によれば、パッド電極下に反射層を有する半導体発光素子において、光取り出し効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、本発明の実施の形態に係る半導体発光素子の垂直断面図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態に係る半導体発光素子の上面図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態に係る反射膜が金属層とその表面を覆う絶縁層からなる場合の部分拡大図である。

【図4】図4は、本発明の実施の形態に係る半導体発光素子内の電流の流れを概念的に表す概念図である。 10

【図5】図5は、比較例に係る半導体発光素子内の電流の流れを概念的に表す概念図である。

【図6】図6(a)～(d)は、比較例に係る半導体発光素子の具体例を表す拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図1、2は、本発明の実施の形態に係る半導体発光素子1の垂直断面図および上面図である。

【0011】

半導体発光素子1は、n型半導体層11、p型半導体層13、およびそれらに挟まれた発光層12からなる半導体構造を有し、発光層12のn型半導体層11側から光を取り出すタイプ（フェイスアップ型）の発光素子である。n型半導体層11は、基板10上に形成される。 20

【0012】

p型半導体層13上には、第1の透明電極14が形成される。第1の透明電極14上には、第1の透明電極14よりも面積の小さい反射層15が形成される。第1の透明電極14上には、反射層15を覆うように形成された第2の透明電極16が形成される。第2の透明電極16の上の反射層15の上方の領域には、pパッド電極17が形成される。また、n型半導体層11の露出した領域上には、nパッド電極18が形成される。 30

【0013】

n型半導体層11、発光層12、およびp型半導体層13は、それぞれIII族窒化物化合物半導体からなる層である。III族窒化物化合物半導体として、例えば、 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x + y \leq 1$ ）の四元系のIII族窒化物化合物半導体を用いることができる。

【0014】

n型半導体層11は、例えば、n型コンタクト層、n型ESD層、およびn型クラッド層からなる積層構造を有し、それらの各層は所定量のn型ドーパント（例えば、Si）をドーピングしたn-GaNからなる。

【0015】

発光層12は、複数の井戸層と複数の障壁層とを含んで形成される多重量子井戸構造を有する。井戸層は例えばInGaNから、障壁層は例えばGaN若しくはAlGaN等から形成される。 40

【0016】

p型半導体層13は、例えば、p型クラッド層およびp型コンタクト層からなる積層構造を有し、それらの各層は所定量のp型ドーパント（例えば、Mg）をドーピングしたp-GaNから形成される。

【0017】

n型半導体層11、発光層12、およびp型半導体層13は、例えば、有機金属化学気相成長法（Metal Organic Chemical Vapor Deposition：MOCVD）、分子線エピタキシー 50

法 (Molecular Beam Epitaxy : MBE)、またはハライド気相エピタキシー法 (Halide Vapor Phase Epitaxy : HVPE) により基板 10 上に結晶を成長させることにより形成される。

【0018】

基板 10 は、例えば、サファイア基板である。

【0019】

第 1 の透明電極 14 および第 2 の透明電極 16 は、p パッド電極 16 から流れる電流を p 型半導体層 13 へ均等に拡散させる機能を有する。第 1 の透明電極 14 および第 2 の透明電極 16 は、例えば、ITO (Indium Tin Oxide) からなり、真空蒸着法、スパッタリング法、または CVD 法を用いて形成される。

10

【0020】

特に、第 1 の透明電極 14 は、上面の平坦性を確保するため、スパッタリング法により形成することが好ましい。第 1 の透明電極 14 の上面の平坦性が高い場合、第 1 の透明電極 14 上に形成される反射層 15 の底面の平坦性が高くなるため、反射層 15 で反射する光が拡散しにくくなり、半導体発光素子 1 の光取り出し効率が向上する。

【0021】

反射層 15 は、発光層 12 から p 型半導体層 13 側 (光取り出し方向) に発せられた光を反射する機能を有する。p パッド電極 17 が光反射率の低い材料からなる場合は、発光層 12 から発せられた光が p パッド電極 17 に吸収され、半導体発光素子 1 の光取り出し効率が低下する。そこで、p パッド電極 17 を反射層 15 の上方に配置し、発光層 12 から p パッド電極 17 へ向かう光を反射層 15 で反射して他の領域から取り出すことにより、半導体発光素子 1 の光取り出し効率の低下を抑えることができる。

20

【0022】

反射層 15 は、金属、透明絶縁体、または透明絶縁体に表面を覆われた金属からなる。反射層 15 の材料として用いられる金属は、発光層 12 から発せられる光に対する反射率が p パッド電極 17 よりも高い。また、反射層 15 の材料として用いられる透明絶縁体は、第 1 の透明電極 14 よりも屈折率が低く、屈折率の違いにより発光層 12 から発せられる光を反射することができる。

【0023】

反射層 15 の材料に金属を用いる場合、発光層 12 から p パッド電極 17 へ向かう光を高い反射率で反射することができる。金属からなる反射層 15 は、例えば、Al、Ag、Rh、Pt、またはこれらの少なくとも一方を主成分とする合金からなり、スパッタリング法または蒸着法を用いて形成することができる。

30

【0024】

また、反射層 15 の材料に透明絶縁体を用いる場合、透明電極 16 と反射層 15 の界面に対し、臨界角を超える角度で光が入射した場合、全反射を生じるため、光は吸収されることなく反射される。透明絶縁体からなる反射層 15 は、例えば、SiO₂ からなり、CVD 法、スパッタリング法、または蒸着法を用いて形成することができる。

【0025】

さらに、反射膜 15 が透明絶縁体に表面を覆われた金属からなる場合、透明電極 16 と反射層 15 の界面に対し、臨界角を超える角度で入射した光は、透明絶縁体で吸収されることなく反射され、臨界角を超えない角度で入射した光は透明絶縁体を透過するが、金属により反射される。このような構造により、光の吸収と透過を抑制した効率のよい反射層が得られる。図 3 は、反射膜 15 が金属層 15a とその表面を覆う透明な絶縁層 15b からなる場合の部分拡大図である。この場合、金属層 15a は第 1 の透明電極 14 および第 2 の透明電極 16 に接触しないことが好ましい。

40

【0026】

p パッド電極 17 および n パッド電極 18 は、ボンディングワイヤ等を接続するための電極であり、Au 等の導電材料からなる。p パッド電極 17 および n パッド電極 18 を介して n 型半導体層 11 および p 型半導体層 13 に電圧を印加することにより、発光層 12

50

から光が発せられる。p パッド電極 17 および n パッド電極 18 は、スパッタリング法、蒸着法等を用いて形成することができる。

【0027】

図4は、本実施の形態に係る半導体発光素子1内の電流の流れを概念的に表す概念図である。図中の矢印は、電流の流れを概念的に示すものである。

【0028】

p パッド電極17から第2の透明電極16を介して第1の透明電極14に流れ込む電流は、第1の透明電極14内を面内方向に流れる。そのため、第1の透明電極14の反射層15下の領域を含むほぼすべての領域からp型半導体層13へ電流が流れ、発光層12のほぼすべての領域が発光する。

10

【0029】

半導体発光素子1は、反射層15および第2の透明電極16を有さない従来の典型的な半導体発光素子と比較して、発光出力が高く、素子電圧の順方向電圧(V_f)がほぼ同じである。

【0030】

従来の典型的な半導体発光素子と比較して発光出力が高いことは、発光層12のほぼすべての領域が発光し、さらに反射層15がpパッド電極17へ向かう光を反射することによると考えられる。また、従来の典型的な半導体発光素子と順方向電圧がほぼ同じことは、反射層15がない場合と同様に、半導体構造中にほぼ均一に電流が流れていることによると考えられる。

20

【0031】

図1～4に示すように、第1の透明電極14と第2の透明電極16の接触領域が、反射層15の底面の周囲を囲むことが好ましい。これにより、発光層12の反射層15下の領域により均一に電流を流すことができる。なお、反射層15の形状が異なる場合であっても同様である。

【0032】

図5は、半導体発光素子1の比較例としての半導体発光素子2内の電流の流れを概念的に表す概念図である。半導体発光素子2は、半導体発光素子1の構成から第1の透明電極14を除いた構成を有する。

【0033】

半導体発光素子2においては、電流は第2の透明電極16からp型半導体層13へ直接流れ込む。p型半導体層13は電気抵抗が高く、面内方向へは電流がほとんど流れないため、p型半導体層13の反射層15下の領域にはほとんど電流が流れず、発光層12の反射層15下の領域20ではほとんど発光が起こらない。

30

【0034】

半導体発光素子2は、反射層15および第2の透明電極16を有さない従来の典型的な半導体発光素子と比較して、発光出力が高いが、素子電圧の順方向電圧(V_f)も高い。素子電圧の順方向電圧が高いことは、p型半導体層13の反射層15下の領域以外の領域に電流が集中することによると考えられる。

【0035】

図6(a)～(d)は、半導体発光素子2の具体例を表す拡大図である。図6(a)は、反射層15が絶縁体からなる場合の例を表す。第2の透明電極16は反射層15の周囲の領域のみと接しているため、電流はp型半導体層13の反射層15下の領域にはほとんど流れない。

40

【0036】

図6(b)は、反射層15が金属からなる場合の例を表す。この例では、反射率が高いA1を用いる場合が想定される。この場合、A1はp型半導体層13とオーミック接合できないため、電流はp型半導体層13の反射層15下の領域にはほとんど流れない。

【0037】

図6(c)は、反射層15が金属層15aとその上面および側面を覆う絶縁層15bか

50

らなる場合の例を表す。この場合、絶縁層 15b のために p 型半導体層 13 の反射層 15 下の領域に電流がほとんど流れない。なお、この例では、金属層 15a の材料として反射率は高いがエレクトロマイグレーションを顕著に生じる Ag を用いる場合が想定される。

【0038】

図 6 (d) は、反射層 15 が金属層 15a とその表面を覆う絶縁層 15b からなる場合の例を表す。この場合、絶縁層 15b のために p 型半導体層 13 の反射層 15 下の領域に電流がほとんど流れない。この例では、図 6 (c) と同様に、金属層 15a の材料として Ag を用いる場合が想定される。

【0039】

本発明は、上記の実施の形態に限定されず、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施が可能である。例えば、上記の実施の形態では、p 型半導体層側から光を取り出すフェイスアップ型の発光素子について示したが、基板側から光を取り出すフェイスダウン型の発光素子についても本発明を適用することができる。

10

【0040】

また、上記の実施の形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施の形態の中で説明した特徴の組合せの全てが発明の課題を解決するための手段に必須であるとは限らない点に留意すべきである。

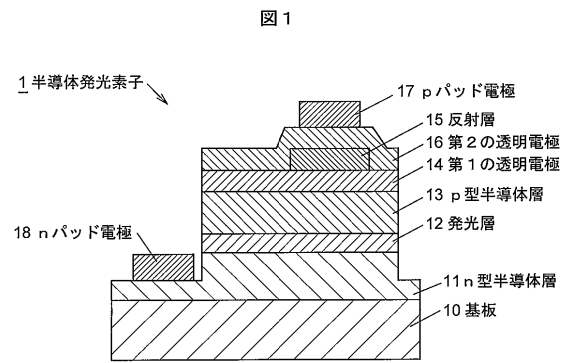
【符号の説明】

【0041】

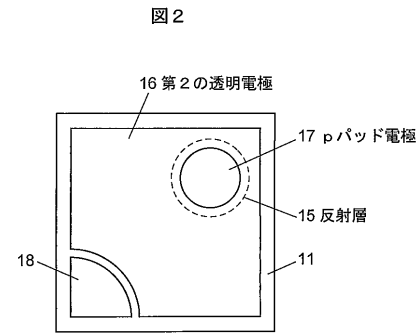
- | | |
|----|-----------|
| 1 | 半導体発光素子 |
| 11 | n 型半導体層 |
| 12 | 発光層 |
| 13 | p 型半導体層 |
| 14 | 第 1 の透明電極 |
| 15 | 反射層 |
| 16 | 第 2 の透明電極 |
| 17 | p パッド電極 |

20

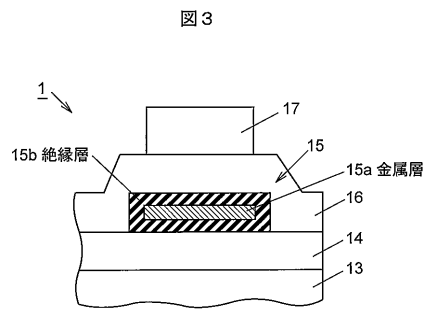
【図 1】



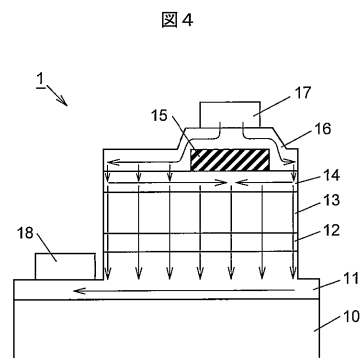
【図 2】



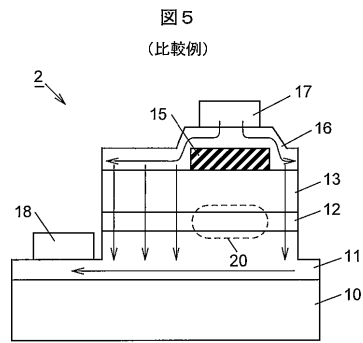
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

