

(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2008-103674

(P2008-103674A)

(43) 公開日 平成20年5月1日(2008.5.1)

(51) Int.Cl.
H01L 33/00 (2006.01)F I
H01L 33/00テーマコード (参考)
5 F04 I

審査請求 未請求 請求項の数 33 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-185960 (P2007-185960)
(22) 出願日 平成19年7月17日 (2007.7.17)
(31) 優先権主張番号 10-2006-0101576
(32) 優先日 平成18年10月18日 (2006.10.18)
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 591003770
三星電機株式会社
大韓民国京畿道水原市靈通區梅灘3洞314番地
(74) 代理人 110000671
八田国際特許業務法人
(72) 発明者 宋 俊 午
大韓民国京畿道龍仁市器興區農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内
(72) 発明者 成 泰 連
大韓民国ソウル特別市城北区安岩洞5街1番地 高麗大学校 新素材工学部内
(72) 発明者 金 慶 國
大韓民国京畿道龍仁市器興區農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内
最終頁に続く

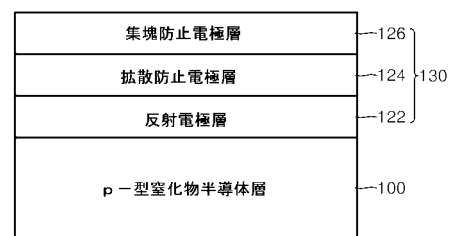
(54) 【発明の名称】 多層反射膜電極及びそれを備えた化合物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】多層反射膜電極及びそれを備えた化合物半導体発光素子を提供する。

【解決手段】p型半導体層100上に積層される反射電極層122、反射電極層122の集塊現象を防止するために反射電極層122上に積層される集塊防止電極層126、及び集塊防止電極層126の拡散を防止するために反射電極層122と集塊防止電極層126との間に挿入された拡散防止電極層124を備える多層反射膜電極である。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

n 型半導体層、活性層、及び p 型半導体層を備える化合物半導体発光素子の前記 p 型半導体層上に形成される多層反射膜電極であって、

前記 p 型半導体層上に積層され、前記活性層から放出される光を反射する反射電極層と、

前記反射電極層上に積層され、前記反射電極層の集塊現象を防止する集塊防止電極層と、

前記反射電極層と前記集塊防止電極層との間に挿入され、前記集塊防止電極層の拡散を防止する拡散防止電極層と、

を備えることを特徴とする化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 2】

前記集塊防止電極層上に集塊防止電極層の酸化を防止する酸化防止電極層をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 3】

前記反射電極層は、反射性オーミック接触層であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 4】

前記反射電極層は、Ag、Ag 系合金、及び Ag 系酸化物からなる群から選択された何れか一つで形成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 5】

前記 Ag 系合金は、Al、Rh、Cu、Pd、Ni、Ru、Ir、及び Pt からなる群から選択された少なくとも一つの元素を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 6】

前記拡散防止電極層は、透明伝導性物質で形成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 7】

前記透明伝導性物質は、Ti-N、Mo-O、Ru-O、Ir-O、及び In-O からなる群から選択された少なくとも一つの物質を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 8】

前記 In-O は、Sn、Zn、Ga、Cu、及び Mg からなる群から選択された少なくとも一つのドーパントをさらに含むことを特徴とする請求項 7 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 9】

前記 In-O に添加されたドーパントの含有量は、0.1 ~ 49 at. %であることを特徴とする請求項 8 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 10】

前記集塊防止電極層は、Al または Al 系合金で形成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 11】

前記 Al 系合金は、Ag、Rh、Cu、Pd、Ni、Ru、Ir、及び Pt からなる群から選択された少なくとも一つの元素を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 12】

前記酸化防止電極層は、Au、Rh、Pd、Cu、Ni、Ru、Ir、及び Pt からなる群から選択された少なくとも一つの物質で形成されることを特徴とする請求項 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

前記酸化防止電極層は、単層または多層構造で形成されることを特徴とする請求項 12 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 14】

前記 p 型半導体層と前記反射電極層との間に介在されて、前記 p 型半導体層と前記反射電極層との接触抵抗を減少させるコンタクト電極層をさらに備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 15】

前記コンタクト電極層は、La - 系合金、Ni - 系合金、Zn - 系合金、Cu - 系合金、熱電酸化物、ドーピングされた In 酸化物、ITO、及び ZnO からなる群から選択された少なくとも一つで形成されることを特徴とする請求項 14 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

10

【請求項 16】

前記ドーピングされた In 酸化物でドーピング元素は、Mg、Ag、Zn、Sc、Hf、Zr、Te、Se、Ta、W、Nb、Cu、Si、Ni、Co、Mo、Cr、Mn、Hg、Pr、及び La からなる群から選択された少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 15 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 17】

前記コンタクト電極層の厚さは、0.1 nm ~ 200 nm の範囲にあることを特徴とする請求項 15 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

20

【請求項 18】

前記反射電極層、前記拡散防止電極層、及び前記集塊防止電極層それぞれの厚さは、1 nm ~ 1000 nm 範囲であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 19】

前記酸化防止電極層の厚さは、1 nm ~ 1000 nm 範囲であることを特徴とする請求項 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 20】

前記反射電極層、前記拡散防止電極層、及び前記集塊防止電極層が順次に蒸着された後に、前記積層結果物が 300 ~ 600 の温度範囲内で熱処理されたことを特徴とする請求項 1 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

30

【請求項 21】

前記反射電極層、前記拡散防止電極層、前記集塊防止電極層、及び前記酸化防止電極層が順次に蒸着された後に、前記積層結果物が 300 ~ 600 の温度範囲内で熱処理されたことを特徴とする請求項 2 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

【請求項 22】

前記コンタクト電極層、前記反射電極層、前記拡散防止電極層、前記集塊防止電極層、及び前記酸化防止電極層が順次に蒸着された後に、前記積層層結果物が 300 ~ 600 の温度範囲内で熱処理されたことを特徴とする請求項 15 に記載の化合物半導体発光素子の多層反射膜電極。

40

【請求項 23】

n 型電極、n 型半導体層、活性層、p 型半導体層、及び p 型電極を備える化合物半導体発光素子であって、

前記 p 型電極は、

前記 p 型半導体層上に積層され、前記活性層から放出される光を反射する反射電極層と

、

前記反射電極層上に積層され、前記反射電極層の集塊現象を防止する集塊防止電極層と

、

前記反射電極層と前記集塊防止電極層との間に挿入され、前記集塊防止電極層の拡散を防止する拡散防止電極層と、

50

を備えることを特徴とする化合物半導体発光素子。

【請求項 24】

前記集塊防止電極層上に集塊防止電極層の酸化を防止する酸化防止電極層をさらに備えることを特徴とする請求項 23 に記載の化合物半導体発光素子。

【請求項 25】

前記反射電極層は、A g、A g 系合金及び A g 系酸化物からなる群から選択された何れか一つで形成されることを特徴とする請求項 23 に記載の化合物半導体発光素子。

【請求項 26】

前記 A g 系合金は、A l、R h、C u、P d、N i、R u、I r、及び P t からなる群から選択された少なくとも一つの元素を含むことを特徴とする請求項 25 に記載の化合物半導体発光素子。

10

【請求項 27】

前記拡散防止電極層は、透明伝導性物質で形成されることを特徴とする請求項 23 に記載の化合物半導体発光素子。

【請求項 28】

前記透明伝導性物質は、T i - N、M o - O、R u - O、I r - O、及び I n - O からなる群から選択された少なくとも一つの物質を含むことを特徴とする請求項 27 に記載の化合物半導体発光素子。

【請求項 29】

前記集塊防止電極層は、A l または A l 系合金で形成されることを特徴とする請求項 23 に記載の化合物半導体発光素子。

20

【請求項 30】

前記 A l 系合金は、A g、R h、C u、P d、N i、R u、I r、及び P t からなる群から選択された少なくとも一つの元素を含むことを特徴とする請求項 29 に記載の化合物半導体発光素子。

【請求項 31】

前記酸化防止電極層は、A u、R h、P d、C u、N i、R u、I r、及び P t からなる群から選択された少なくとも一つの物質で形成されることを特徴とする請求項 24 に記載の化合物半導体発光素子。

【請求項 32】

30

前記 p 型半導体層と前記反射電極層との間に介在され、前記 p 型半導体層と前記反射電極層との間の接触抵抗を減少させるコンタクト電極層をさらに備えることを特徴とする請求項 24 に記載の化合物半導体発光素子。

【請求項 33】

前記コンタクト電極層は、L a - 系合金、N i - 系合金、Z n - 系合金、C u - 系合金、熱電酸化物、ドーピングされた I n 酸化物、I T O、及び Z n O からなる群から選択された少なくとも一つで形成されることを特徴とする請求項 32 に記載の化合物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、半導体素子の多層反射膜電極に係り、さらに詳細には、熱的安定性及びオーミック接触特性の向上した多層反射膜電極及びそれを備えた化合物半導体発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

図 1 は、従来の化合物半導体発光素子 (LED: Light Emitting Device) 50 の構造及び p - 型窒化物半導体 16 上に形成された従来の p 型電極 30 を示す断面図である。そして、図 2 は、図 1 の化合物半導体 LED 50 で p 型電極 30 の熱処理後の表面写真であり、図 3 は、熱処理後に p 型電極 30 の集塊及び集塊結果、p 型電

50

極 30 に生じる孔隙 32 を示す SEM (Scanning Semiconductor Microscope) 断面写真である。

【 0003 】

図 1 を参照して、従来の LED 50 は、サファイア基板 10 上に n - 型窒化物半導体 12、活性層 14、p - 型窒化物半導体 16 と、n - 型窒化物半導体 12 の一側に形成された n 型電極 20 と、p - 型窒化物半導体 16 上に形成された p 型電極 30 とで構成されている。ここで、LED 電極、すなわち、n 型電極 20 と p 型電極 30 とに順方向の電圧を加えれば、活性層 14 の伝導帯にある電子が価電子帯にある正孔と再結合のために遷移されつつ、そのエネルギーギャップに該当するエネルギーが光となり発光する。活性層 14 から放出された光は、p 型電極 30 によって反射されてサファイア基板 10 を通じて LED 50 の外部に放出される。このように、半導体 LED 50 で発生した光が基板 10 の上に直接放出されず、p 型電極 30 によって反射されて基板 10 を通じて放出される方式の LED (これをフリップチップ LED という) では、p 型電極 30 が光を反射させる必要があるため、Ag のように反射率の高い伝導性金属で p 型電極 30 を形成する。

10

【 0004 】

一方、青色発光のためには、直接、遷移エネルギーバンドギャップの大きい (約 2 . 8 e V 以上) 半導体が必要である。従来では、主に III - V 族の 3 元系材料を利用して、青色や緑色光を発光する半導体素子が開発されたが、相対的に短い作動時間のため、これを応用することに問題があった。近年では、III - V 族半導体で青色発光のための半導体素子が研究されつつある。そのうちでも、III 族窒化物 (主に、GaN と関連した化合物) 半導体は、光学的、電氣的、熱的刺激に非常に安定性を示し、発光効率が高いため、特に注目されている。

20

【 0005 】

図 1 に示したように、GaN のような III 族窒化物半導体を半導体 LED として使用する LED で、光抽出効率を高めるために、p 型窒化物半導体 16 上に高い反射率を有する Ag のような金属で p 型電極 30 を形成する。p 型窒化物半導体 16 上に p 型電極 30 を形成する一般的な過程を見れば、p 型窒化物半導体上に電極を蒸着させた後に、抵抗を減少させるため、アニーリングを行う過程を必要とする。

【 0006 】

しかし、通常、窒化物半導体の表面エネルギーと p 型電極 30 の形成物質として使用する Ag のような金属材料の表面エネルギーとは、大きな表面エネルギー差がある。このような表面エネルギーの差によって、アニーリング過程において p 型電極 30 には、図 2 及び図 3 の写真のように、集塊現象が発生することが一般的に知られている。ここで、図 2 は熱処理後に表面集塊現象が発生した p 型電極 30 を上側から見た形態であり、図 3 は熱処理後に集塊現象が発生した p 型電極 30 の SEM で撮影した断面写真である。p 型窒化物半導体 16 と p 型電極 30 とが出合う界面で複数の孔隙 32 が形成されていることが分かる。このように、p 型電極に集塊現象が発生すれば、複数の孔隙 32 が発生する。この結果、p 型電極 30 の反射度が低下して、全体的に LED の光出力が減少してしまうという問題がある。

30

【 発明の開示 】

40

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0007 】

本発明は、前記従来の技術の問題点を解決するために成されたものであって、半導体 LED の製造時、p 型電極に発生する集塊現象を防止することによって、窒化物半導体を利用した LED の光出力の低下を抑制させた高輝度特性の窒化物系 LED を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0008 】

前記目的を達成するための本発明に係る化合物半導体 LED の多層反射膜電極は、n 型半導体層、活性層、及び p 型半導体層を備える化合物半導体 LED の p 型半導体層上に形

50

成される多層反射膜電極であって、前記 p 型半導体層上に積層され、前記活性層から放出される光を反射する反射電極層と、前記反射電極層上に積層され、前記反射電極層の集塊現象を防止する集塊防止電極層と、前記反射電極層と前記集塊防止電極層との間に挿入され、前記集塊防止電極層の拡散を防止する拡散防止電極層と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

望ましくは、前記化合物半導体 L E D の多層反射膜電極は、p 型半導体層と反射電極層との接触抵抗を減少させるために、前記 p 型半導体層と反射電極層との間に介在されるコンタクト電極層をさらに備える。前記コンタクト電極層は、L a - 系合金、N i - 系合金、Z n - 系合金、C u - 系合金、熱電酸化物、ドーピングされた I n 酸化物、I T O、及び Z n O からなる群から選択された少なくとも一つで形成されることを特徴とする。

10

【 0 0 1 0 】

また、前記反射電極層は、A g、A g 系合金または A g - O 形態の A g 系酸化物からなることを特徴とし、前記 A g 系合金は、A l、R h、C u、P d、N i、R u、I r、及び P t からなる溶質元素グループから選択された少なくとも一つの元素を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

前記拡散防止電極層は、透明伝導性物質で形成されることを特徴とし、前記透明伝導性物質は、T i - N、M o - O、R u - O、I r - O、及び I n - O からなる群から選択された少なくとも一つの物質を含むことを特徴とする。ここで、前記 I n - O は、S n、Z n、G a、C u、及び M g からなる群から選択された少なくとも一つのドーパントをさらに含むことができる。前記 I n - O に添加されるドーパントの含有量は、0 . 1 ~ 4 9 a t . % に制御されることが望ましい。

20

【 0 0 1 2 】

前記拡散防止電極層は、A g 系反射電極層の熱的安定性と反射電極層以外の他の層の物質が反射膜に広がってオーミック特性とに影響を及ぼすことを抑制する役割を果たす。その結果として、窒化物系半導体層と A g 系反射電極層との界面に孔隙の生成及び表面集塊現象を抑制する効果も表す。

【 0 0 1 3 】

前記集塊防止電極層は、前記反射電極層の集塊現象を防止するために、A l または A l 系合金で形成されることを特徴とし、前記 A l 系合金は、A g、R h、C u、P d、N i、R u、I r、及び P t からなる溶質元素グループから選択された少なくとも一つの元素を含むことを特徴とする。

30

【 0 0 1 4 】

前記目的を達成するための本発明に係る他の化合物半導体 L E D の多層反射膜電極は、n 型半導体層、活性層、及び p 型半導体層を備える化合物半導体 L E D であって、前記 p 型電極は、前記 p 型半導体層上に積層され、前記活性層から放出される光を反射する反射電極層と、前記反射電極層上に積層され、前記反射電極層の集塊現象を防止する集塊防止電極層と、前記反射電極層と前記集塊防止電極層との間に挿入され、前記集塊防止電極層の拡散を防止する拡散防止電極層と、を備えることを特徴とする。

40

【 0 0 1 5 】

また、前記拡散防止電極層と前記 p 型半導体層との間の表面エネルギーの差は、前記反射電極層と p 型半導体層との間の表面エネルギーの差よりも小さいことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

前記酸化防止電極層は、A u、R h、P d、C u、N i、R u、I r、及び P t からなる群から選択された少なくとも一つの物質で形成されることを特徴とする。前記酸化防止電極層は、単層または二重層以上の多層膜で形成することができる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明によれば、前記 p 型電極を備えた化合物半導体 L E D が提供される。具体的には、本発明に係る化合物半導体 L E D は、n 型電極、n 型半導体層、活性層、p 型半

50

導体層、及び p 型電極を備え、前記 p 型電極が、前記 p 型半導体層上に積層される反射電極層と、前記反射電極層の集塊現象を防止するために、前記反射電極層上に積層される集塊防止電極層と、前記集塊防止電極層の拡散を防止するために、前記反射電極層と前記集塊防止電極層との間に挿入された拡散防止電極層と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

望ましくは、前記集塊防止電極層上に集塊防止電極層の酸化を防止する酸化防止電極層をさらに備える。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、熱的安定性及びオーミック接触特性の向上した多層反射膜電極及びそれを備えた化合物半導体 L E D が得られる。具体的には、本発明によれば、拡散防止電極層と集塊防止電極層とを使用することによって、熱処理過程で反射電極の表面に集塊現象が発生することを防止しすることができる。特に、拡散防止電極層は、反射電極層以外の物質の反射電極層への拡散を防止して反射電極層の熱的安定性とオーミック接触特性とを向上させる。また、酸化防止電極層を前記集塊防止電極層上に積層することによって集塊防止電極層の酸化を防止することができる。この結果、電気的抵抗が非常に低い半導体 L E D 用電極を得ることができ、電力消費の少ない半導体 L E D を得ることができる。また、本発明によれば、半導体 L E D の安定的な量産が可能である。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、添付した図面を参照して、本発明に係る化合物半導体 L E D の多層反射膜電極及びそれを備えた化合物半導体 L E D について詳細に説明する。

20

【 0 0 2 1 】

第 1 実施形態

図 4 は、本発明の第 1 実施形態に係る多層反射膜電極（ p 型電極）の構造を示す断面図である。図 4 を参照すれば、本発明の第 1 実施形態による多層反射膜電極 1 3 0 は、 p 型窒化物半導体層 1 0 0 上に順次に積層された反射電極層 1 2 2、拡散防止電極層 1 2 4、及び集塊防止電極層 1 2 6（ Ag g l o m e r a t i o n P r e v e n t i n g L a y e r : A P L ）を備える。

30

【 0 0 2 2 】

反射電極層 1 2 2 は、光反射特性に優れた物質で形成され、反射電極層 1 2 2 に入射される光を反射させる役割を行う。反射電極層 1 2 2 は、 A g、A g 系合金または A g - O 形態の A g 系酸化物で形成されうる。ここで、前記 A g 系合金は、 A l、R h、C u、P d、N i、R u、I r、及び P t からなる溶質元素群から選択された少なくとも一つの元素を含むことができる。望ましくは、p 型窒化物半導体層 1 0 0 と反射電極層 1 2 2 との接触抵抗を減少させるために、反射電極層 1 2 2 は、光反射特性とオーミック接触特性とを共に備えた反射性オーミック接触層で形成される。

【 0 0 2 3 】

集塊防止電極層 1 2 6 は、反射電極層 1 2 2 の集塊現象を防止する役割を果たす。集塊防止電極層 1 2 6 は、A l または A l 系合金で形成される。ここで、前記 A l 系合金は、A g、R h、C u、P d、N i、R u、I r、及び P t からなる溶質元素群から選択された少なくとも一つの元素を含むことができる。

40

【 0 0 2 4 】

拡散防止電極層 1 2 4 は、反射電極層 1 2 2 と集塊防止電極層 1 2 6 との間に介在され、集塊防止電極層 1 2 6 の形成物質が反射電極層 1 2 2 に広がることを抑制する役割を果たす。拡散防止電極層 1 2 4 は、透明伝導性物質で形成されることができる。ここで、透明伝導性物質は、T i - N、M o - O、R u - O、I r - O、及び I n - O からなる群から選択された少なくとも一つの物質を含むことができる。望ましくは、前記 I n - O は、S n、Z n、G a、C u、及び M g からなる群から選択された少なくとも一つのドーパントをさらに含むことができる。前記 I n - O に添加されるドーパントの含有量は、0 . 1

50

～49at.%に制御され、拡散防止電極層124のオーミック接触特性を向上させることができる。

【0025】

なお、反射電極層122、拡散防止電極層124、及び集塊防止電極層126は、それぞれ1nm～1000nmの厚さに形成されることが望ましい。集塊防止電極層126の厚さが過度に厚ければ、電気抵抗が高まるという問題が発生し、一方、過度に薄い場合には、集塊防止効果が低下するので、集塊防止電極層126の厚さを適当に調節する必要がある。望ましくは、集塊防止電極層126の厚さは、全体半導体素子のサイズ及び反射電極層122の厚さを考慮して決定される。例えば、反射電極層122の厚さが200nmである場合、集塊防止電極層126の厚さは、1nm～200nmの範囲内にあることが望ましい。さらに望ましくは、集塊防止電極層126の厚さは、約100nm～200nmである。このとき、拡散防止電極層124の厚さは、約50nm～100nmである。

10

【0026】

反射電極層122、拡散防止電極層124、及び集塊防止電極層126が順次に蒸着された後、積層した結果物が300～600の温度範囲内で熱処理される。それぞれの物質層は、半導体製造工程で一般的に利用される気相蒸着法、例えば、CVD(Chemical Vapor Deposition)、MOCVD(Metal-Organic Chemical Vapor Deposition)、またはPVD(Physical Vapor Deposition)のような方法で形成され、電子ビーム蒸着器を利用して形成されることもできる。

20

【0027】

本発明の第1実施形態に係る多層反射膜電極(p型電極)の特徴を具体的に説明すれば、次の通りである。

【0028】

Ag、Ag系合金またはAg-O形態のAg系酸化物のような反射電極層122の材料は、その下の層にあるp型窒化物半導体100の材料との表面エネルギー差が非常に大きい。このため、反射電極層122の積層後熱処理過程で集塊現象が発生するという問題がある。本発明の第1実施形態によれば、このような集塊現象を防止するために、反射電極層122上にp型窒化物半導体100との表面エネルギー差が少ない伝導性物質、すなわち、AlまたはAl系合金で形成された集塊防止電極層126を積層する。前記Al系合金は、Ag、Rh、Cu、Pd、Ni、Ru、Ir、及びPtからなる溶質金属群から選択された少なくとも一つの物質を含む。上記選択された物質は、p型窒化物半導体100との表面エネルギー差が小さく、かつ電気伝導性が良好であるため、反射電極層122上に積層されて集塊防止の機能と電極としての機能とを共に有している。

30

【0029】

集塊防止層126の積層方式は、一般的な電子ビーム蒸着器を利用して電子ビームによって発生した反射電極材料の金属蒸気と集塊防止電極層材料の金属蒸気とを基板に順次に露出させて多層薄膜構造に積層する。このように積層した後は、300～600の温度範囲内で約5分間熱処理を行う。そして、熱処理中の雰囲気は、少なくとも酸素を含む雰囲気で行うことが望ましい。このとき、熱処理時間及び雰囲気は、本発明で大きく重要なものではなく、30分やそれ以上長く熱処理を行ってもよい。

40

【0030】

反射電極層122上に集塊防止電極層126が積層される場合に、集塊防止電極層126の形成材料とp型窒化物半導体100との表面エネルギー差が少ないため、後続の熱処理過程で発生する変形が集塊防止電極層126とp型窒化物半導体100とで類似して現れる。したがって、集塊防止電極層126は、反射電極層122が熱処理過程で集塊されることを抑制し、反射電極層122の表面を平坦な状態に維持させることができる。

【0031】

しかし、他の一方では、反射電極層122上に集塊防止電極層126を積層した後に熱処理すれば、集塊防止電極層126の形成物質のうち一部が反射電極層122に広がって

50

、A g系反射電極層 1 2 2 の熱的安定性とオーミック接触特性とに悪い影響を及ぼす可能性がある。

【 0 0 3 2 】

したがって、集塊防止層 1 2 6 の機能を妨害せずに、集塊防止電極層 1 2 6 と反射電極層 1 2 2 との相互拡散を防止しうる層が必要となる。したがって、これを解決するために、図 4 に示したように、反射電極層 1 2 2 と集塊防止電極層 1 2 6 との間に拡散防止電極層 1 2 4 を挿入する。この結果、反射電極層 1 2 2 の熱的安定性とオーミック接触特性とを従来よりも一層向上させることができる。また、拡散防止電極層 1 2 4 は、p 型窒化物半導体層 1 0 0 と A g 系反射電極層 1 2 2 との界面で孔隙の生成及び表面集塊現象を抑制する役割も果たす。

10

【 0 0 3 3 】

反射電極層 1 2 2 の集塊及び他の電極層から反射電極層 1 2 2 への不純物質の拡散を抑制すれば、反射電極層 1 2 2 の反射度が低下しないため、高反射状態を維持することができる。したがって、本発明の第 1 実施形態によって製造された多層反射膜電極 1 3 0 を採用した半導体 L E D は、従来よりも反射度の低下を抑制することができ、これによる光出力特性を向上させることができる。

【 0 0 3 4 】

反射電極層 1 2 2 上に拡散防止電極層 1 2 4 及び集塊防止電極層 1 2 6 のみを形成する場合に、多層反射膜電極 1 3 0 の全体的な接触抵抗が上昇するという問題が発生する。したがって、p 型窒化物半導体層 1 0 0 と反射電極層 1 2 2 との間に接触抵抗を低下させることができる追加の電極をさらに介在することができる。望ましくは、p 型窒化物半導体層 1 0 0 と反射電極層 1 2 2 との間に、p 型半導体層 1 0 0 と反射電極層 1 2 2 との接触抵抗を減少させるコンタクト電極層（図示せず）をさらに介在することができる。

20

【 0 0 3 5 】

前記コンタクト電極層（図示せず）は、窒化物半導体 L E D から発生した光を通過させて反射電極層 1 2 2 に到達させる機能を有する必要性があり、また、反射電極層 1 2 2 で反射された光を再び通過させる機能を有する必要があるため、高い透明度を有することが要求される。したがって、このような要求を満足する前記コンタクト電極層（図示せず）は、L a - 系合金、N i - 系合金、Z n - 系合金、C u - 系合金、熱電酸化物、ドーピングされた I n 酸化物、I T O、及び Z n O からなる群から選択された少なくとも一つで形成されることが望ましい。特に、これらの材料のうち、さらに良好な材料としては、例えば、Z n - N i 合金、N i - M g 合金、Z n - M g 合金が挙げられる。ここで、前記ドーピングされた I n 酸化物のドーピング元素は、M g、A g、Z n、S c、H f、Z r、T e、S e、T a、W、N b、C u、S i、N i、C o、M o、C r、M n、H g、P r、及び L a からなる群から選択された少なくとも一つを含むことができる。

30

【 0 0 3 6 】

前記コンタクト電極層（図示せず）は、0 . 1 n m ~ 2 0 0 n m の厚さに形成することが望ましい。前記コンタクト電極層の厚さが過度に厚ければ、全体的な反射度が低下するという問題があり、過度に薄ければ、積層の効果が劣るという問題があるため、コンタクト電極層の厚さを適当に調節する必要がある。望ましくは、前記コンタクト電極層（図示せず）の厚さは、全体半導体素子のサイズ及び反射電極層 1 2 2 の厚さを考慮して決定される。例えば、反射電極層 1 2 2 の厚さが 2 0 0 n m である時に、前記コンタクト電極層は、1 n m ~ 2 0 0 n m の範囲内にあることが適当である。さらに望ましくは、前記コンタクト電極層の厚さは、約 3 n m ほどであることが適当である。望ましくは、前記コンタクト電極層（図示せず）、反射電極層 1 2 2、拡散防止電極層 1 2 4 及び集塊防止電極層 1 2 6 が順次に蒸着された後に、前記積層結果物が 3 0 0 ~ 6 0 0 の温度範囲内で熱処理される。

40

【 0 0 3 7 】

第 2 実施形態

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係る多層反射膜電極の構造を示す断面図である。図 5

50

を参照すれば、本発明の第2実施形態による多層反射膜電極140は、p型窒化物半導体層100上に順次に積層された反射電極層122、拡散防止電極層124、集塊防止電極層126及び酸化防止電極層128を備える。ここで、反射電極層122、拡散防止電極層124及び集塊防止電極層126の機能、形成物質及び形成方法については前述したので、これらについての説明は重複記載を避けるため省略する。

【0038】

集塊防止電極層126の形成物質として、Cuのような金属材料を使用する場合、その表面の酸化によって電極の電流-電圧特性が劣化するという問題が発生する。すなわち、反射電極層122で発生する集塊現象を防止するために、反射電極層122上に拡散防止電極層124と集塊防止電極層126とを形成すれば、表面の集塊現状がほとんど消えるが、部分的に集塊防止電極層126の酸化が発生してしまう。このように、集塊防止電極層126の表面が酸化すれば、電極の電流-電圧特性が劣化して化合物半導体LEDの動作電圧が上昇し、製品の量産過程で大きい問題を発生させてしまう。

【0039】

このような問題を解決するために、本発明では、集塊防止電極層126の表面酸化を抑制するために、集塊防止電極層126上に酸化防止電極層128をさらに形成することが望ましい。具体的には、酸化防止電極層128は、集塊防止電極層126上に積層されて集塊防止電極層126の酸化を抑制する役割を果たす。したがって、このように、集塊防止電極層126上に酸化防止電極層128をさらに形成することによって、反射電極層122の集塊現象も抑制しつつ（これは、集塊防止電極層の役割）、集塊防止電極層126の酸化も抑制（これは、酸化防止電極層の役割）することができるようになる。

【0040】

酸化防止電極層128は、Au、Rh、Pd、Cu、Ni、Ru、Ir及びPtからなるグループから選択された少なくとも一つの物質で形成され、酸化防止電極層128は、単層または多層構造に形成されうる。酸化防止電極層128は、1nm~1000nmの厚さに形成され、さらに望ましくは、20nm~500nmの厚さに形成されうる。

【0041】

反射電極層122、拡散防止電極層124、集塊防止電極層126、及び酸化防止電極層128が順次に蒸着された後、前記積層結果物が300~600の温度範囲内で熱処理される。望ましくは、p型窒化物半導体層100と反射電極層122との間に、p型半導体層100と反射電極層122との接触抵抗を減少させるコンタクト電極層（図示せず）がさらに介在され、前記コンタクト電極層（図示せず）は、0.1nm~200nmの厚さに形成される。前記コンタクト電極層（図示せず）の形成物質については前述したので、説明は省略する。望ましくは、前記コンタクト電極層（図示せず）、反射電極層122、拡散防止電極層124、集塊防止電極層126、及び酸化防止電極層128が順次に蒸着された後、前記積層結果物が300~600の温度範囲内で熱処理される。

【0042】

第3実施形態

図6は、本発明に係る多層反射膜電極を備えた化合物半導体LEDの概略的な断面図である。

【0043】

図6を参照すれば、本発明の第2実施形態による多層反射膜電極140を備えた化合物半導体LED150が示されている。具体的には、本発明に係る化合物半導体LED150は、基板110上に順次に積層されたn型半導体層112、活性層114、及びp型半導体層116を備え、また、n型半導体層112のエッチング面上に形成されたn型電極120とp型半導体層116上に形成されたp型電極140とを備える。ここで、p型電極140と本発明の第2実施形態に係る多層反射膜電極140とがそのまま採用されている。すなわち、p型電極140は、p型半導体層116上に順次に積層された反射電極層122、拡散防止電極層124、集塊防止電極層126、及び酸化防止電極層128を備える。前記第2実施形態に係る多層反射膜電極140の詳細構造及び説明は前述したの

で、これについての説明は省略する。

【0044】

基板110は、Si基板、GaAs基板、SiC基板、GaN基板、またはサファイア基板のうちの何れか一つであることが望ましい。そして、n型半導体層112は、n-GaN系列のIII-V族窒化物半導体層で形成するが、特に、n-GaN層またはn-GaN/AlGaN層で形成することが望ましい。そして、p型半導体層116は、p-GaN系列のIII-V族窒化物半導体層で形成するが、特に、p-GaN層またはp-GaN/AlGaN層で形成することが望ましい。

【0045】

活性層114は、 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、そして $0 \leq x+y \leq 1$) であるGaN系列のIII-V族窒化物半導体層で形成するが、特にInGaN層またはAlGaN層で形成することが望ましい。ここで、活性層114は、多重量子ウェル(Multi-Quantum Well、以下‘MQW’という)または単一量子ウェルのうちの何れか一つの構造を有し、このような活性層の構造は、本発明の技術的範囲を制限しない。例えば、活性層114は、GaN/InGaN/GaN MQWまたはGaN/AlGaN/GaN MQW構造で形成されることが最も望ましい。

【0046】

本発明に係る化合物半導体LEDの構造において、n型電極120とp型電極140との間に順方向の電圧が印加されれば、活性層114の伝導帯にある電子が価電子帯にある正孔と再結合のために遷移されつつ、そのエネルギーギャップに該当するエネルギーが光となり発光する。このとき、活性層114から放出された光は、p型電極140によって反射されて基板110を通じて半導体LED150の外部に放出される。

【0047】

本発明に係る化合物半導体LEDで、n型電極120は、Al、Ag、Au、またはPdのような金属物質で形成される。また、望ましくは、n型電極120として、本発明による多層反射膜電極とが採用される。すなわち、n型電極120は、n型半導体層112上に順次に積層された反射電極層122、拡散防止電極層124、集塊防止電極層126、及び酸化防止電極層128を備える。

【0048】

本発明に係る多層反射膜電極140を採用した半導体LEDは、反射度の低下が従来に比べて非常に少なくなるため、光出力特性を向上させることができる。

【0049】

以上、添付した図面を参照して、本発明の好ましい実施形態を参照して説明されたが、それは、例示的なものに過ぎず、当業者ならば、これから多様な変形及び均等な他の実施形態が可能であるということが分かるであろう。したがって、本発明の真の技術的保護範囲は、特許請求の範囲の技術的思想によって決定されなければならない。

【産業上の利用可能性】

【0050】

本発明は、化合物半導体LEDの製造に利用されうる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】従来の化合物半導体LEDの構造を示す概略的な断面図である。

【図2】図1の化合物半導体LEDでp型電極の熱処理後の表面写真を示す図面である。

【図3】熱処理後のp型電極の集塊及び集塊結果、p型電極に生じる孔隙を示すSEM断面写真である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る多層反射膜電極の構造を示す断面図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る多層反射膜電極の構造を示す断面図である。

【図6】本発明に係る多層反射膜電極を備えた化合物半導体LED(第3実施形態)の概略的な断面図である。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

- 【 0 0 5 2 】
- 1 0 0

p - 型窒化物半導体層、
- 1 2 2

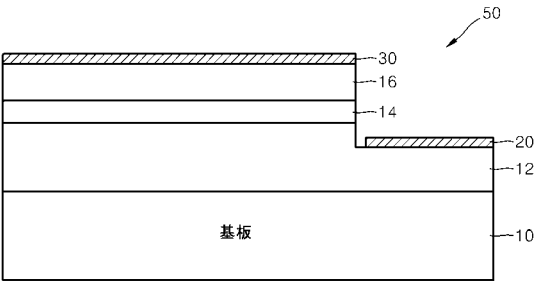
反射電極層、
- 1 2 4

拡散防止電極層、
- 1 2 6

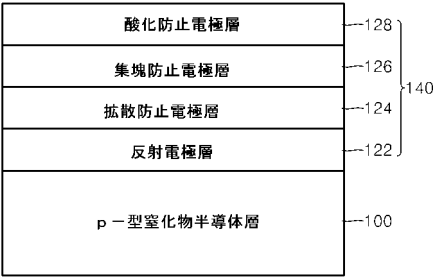
集塊防止電極層、
- 1 3 0

多層反射膜電極。

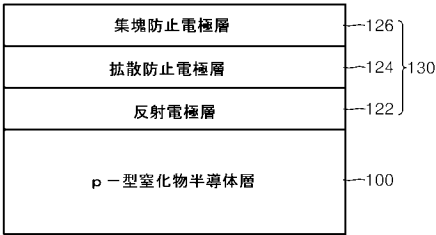
【 図 1 】



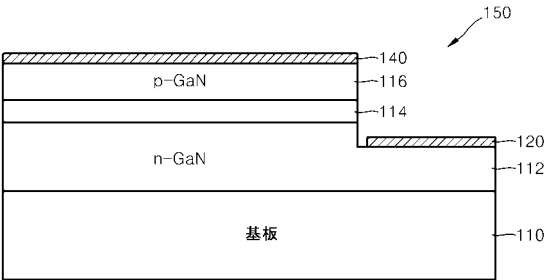
【 図 5 】



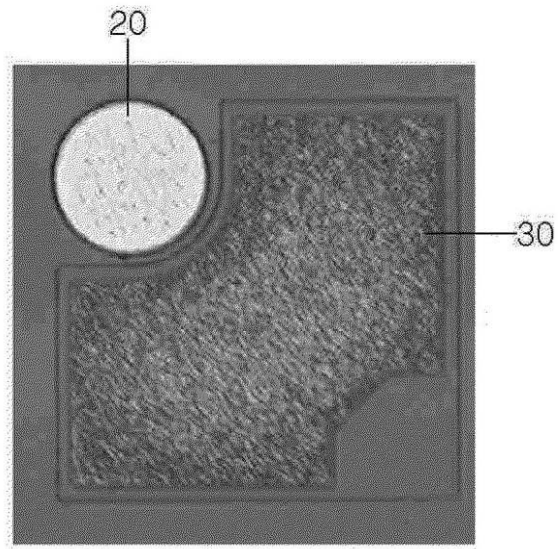
【 図 4 】



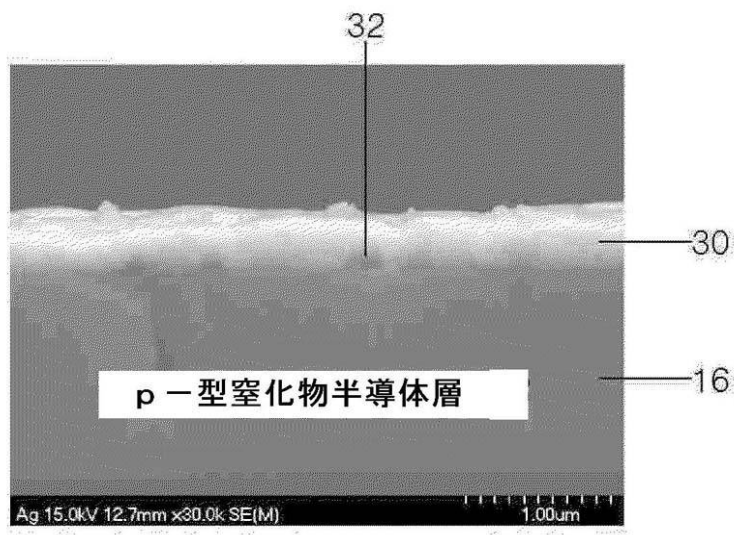
【 図 6 】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 洪 賢 其

大韓民国ソウル特別市城北区安岩洞 5 街 1 番地 高麗大学校 新素材工学部内

(72)発明者 崔 光 基

大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山 1 4 - 1 番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 金 顯 秀

大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山 1 4 - 1 番地 三星綜合技術院内

F ターム(参考) 5F041 AA04 AA31 CA05 CA34 CA40 CA65 CA73 CA83 CA86 CA87
CA88 CA92 CB15