(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2006-108683
(P2006-108683A)
(43)公開日　平成18年4月20日(2006.4.20)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 33/00	(2006.01)	H01L 33/00	E	5F041

審査請求 有　請求項の数 20　OL　（全 13 頁）

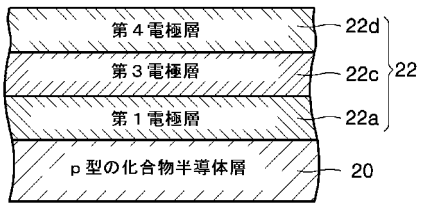
(21)出願番号　特願2005-291769 (P2005-291769)
(22)出願日　平成17年10月4日 (2005.10.4)
(31)優先権主張番号　10-2004-0079963
(32)優先日　平成16年10月7日 (2004.10.7)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)

(71)出願人　390019839
三星電子株式会社
Samsung Electronics Co., Ltd.
大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞４１６
416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si Gyeonggi-do, Republic of Korea
(74)代理人　100072349
弁理士　八田　幹雄
(74)代理人　100110995
弁理士　奈良　泰男
(74)代理人　100114649
弁理士　宇谷　勝幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】反射電極及びそれを備える化合物半導体発光素子

(57)【要約】
【課題】反射電極及びそれを備える化合物半導体発光素子を提供する。
【解決手段】化合物半導体発光素子のｐ型の化合物半導体層（２０）上に形成される電極において、ｐ型の化合物半導体層（２０）とオーミックコンタクトを形成するものであって、Ａｇ及びＡｇ系合金のうちいずれか一つで形成された第１電極層（２２ａ）、第１電極層（２２ａ）上に形成されるものであって、Ｎｉ、Ｎｉ系合金、Ｚｎ、Ｚｎ系合金、Ｃｕ、Ｃｕ系合金、Ｒｕ、Ｉｒ、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つで形成された第３電極層（２２ｃ）、及び第３電極層（２２ｃ）上に光反射物質で形成される第４電極層（２２ｄ）を備える化合物半導体発光素子の反射電極（２２）。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
化合物半導体発光素子のｐ型の化合物半導体層上に形成される電極において、
前記ｐ型の化合物半導体層とオーミックコンタクトを形成するものであって、Ａｇ及びＡｇ系合金のうちいずれか一つで形成される第１電極層と、
前記第１電極層上に形成されるものであって、Ｎｉ、Ｎｉ系合金、Ｚｎ、Ｚｎ系合金、Ｃｕ、Ｃｕ系合金、Ｒｕ、Ｉｒ、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つで形成される第３電極層と、
前記第３電極層上に光反射物質で形成される第４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反射電極。
【請求項２】
前記Ａｇ系合金は、Ｍｇ、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る少なくともいずれか一つを含む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反射電極。
【請求項３】
前記第１電極層及び第３電極層の厚さは、それぞれ０．１ｎｍから５００ｎｍの範囲にあ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反射電極。
【請求項４】
前記光反射物質は、Ａｇ、Ａｇ系合金、Ａｌ、Ａｌ系合金、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つであ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反射電極。
【請求項５】
前記第４電極層の厚さは、１０ｎｍから５０００ｎｍの範囲にある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反射電極。
【請求項６】
アニーリング工程で発生する前記第４電極層の表面での凝集現象を抑制するために、前記第４電極層上に所定の物質で形成される第５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反射電極。
【請求項７】
前記第５電極層は、Ｃｕ、Ｃｕ／Ｒｕ、Ｃｕ／Ｉｒ、Ｃｕ系合金、Ｃｕ系合金／Ｒｕ、及びＣｕ系合金／Ｉｒからなる群から選択されるいずれか一つで形成される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反射電極。
【請求項８】
前記第５電極層の厚さは、１ｎｍから５００ｎｍの範囲にある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反射電極。
【請求項９】
前記第１電極層と第３電極層との間に、Ｎｉ、または、Ｎｉ系合金から形成される第２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反射電極。
【請求項１０】
前記第２電極層の厚さは、０．１ｎｍから５００ｎｍの範囲にあることを特徴とする請求項９に記載の化合物半導体発光素子の反射電極。
【請求項１１】
ｎ型電極、ｐ型電極、その間に少なくともｎ型の化合物半導体層、活性層、及びｐ型の化合物半導体層を備える化合物半導体発光素子において、
前記ｐ型電極は、
前記ｐ型の化合物半導体層とオーミックコンタクトを形成するものであって、Ａｇ及びＡｇ系合金のうちいずれか一つで形成される第１電極層と、
前記第１電極層上に形成されるものであって、Ｎｉ、Ｎｉ系合金、Ｚｎ、Ｚｎ系合金、

Ｃｕ、Ｃｕ系合金、Ｒｕ、Ｉｒ、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つで形成された第３電極層と、
前記第３電極層上に光反射物質で形成される第４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。
【請求項１２】
前記Ａｇ系合金は、Ｍｇ、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る少なくともいずれか一つを含むことを特徴とする請求項１１に記載の化合物半導体発光素子。
【請求項１３】
前記第１電極層及び第３電極層の厚さは、それぞれ０．１ｎｍから５００ｎｍの範囲にあることを特徴とする請求項１１に記載の化合物半導体発光素子。
【請求項１４】
前記光反射物質は、Ａｇ、Ａｇ系合金、Ａｌ、Ａｌ系合金、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つであることを特徴とする請求項１１に記載の化合物半導体発光素子。
【請求項１５】
前記第４電極層の厚さは、１０ｎｍから５０００ｎｍの範囲にあ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。
【請求項１６】
アニーリング工程で発生する前記第４電極層の表面での凝集現象を抑制するために、前記第４電極層上に所定の物質で形成される第５電極層をさらに備えることを特徴とする請求項１１に記載の化合物半導体発光素子。
【請求項１７】
前記第５電極層は、Ｃｕ、Ｃｕ／Ｒｕ、Ｃｕ／Ｉｒ、Ｃｕ系合金、Ｃｕ系合金／Ｒｕ、及びＣｕ系合金／Ｉｒからなる群から選択されるいずれか一つで形成されることを特徴とする請求項１６に記載の化合物半導体発光素子。
【請求項１８】
前記第５電極層の厚さは、１ｎｍから５００ｎｍの範囲にあることを特徴とする請求項１７に記載の化合物半導体発光素子。
【請求項１９】
前記第１電極層と第３電極層との間に、Ｎｉ、または、Ｎｉ系合金から形成される第２電極層をさらに備えることを特徴とする請求項１１に記載の化合物半導体発光素子。
【請求項２０】
前記第２電極層の厚さは、０．１ｎｍから５００ｎｍの範囲にあることを特徴とする請求項１９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】
【０００１】
本発明は、反射電極及びそれを備える化合物半導体発光素子に係り、特に、低い接触抵抗、高い反射率、及び向上した電気伝導性を有する反射電極及びそれを備える化合物半導体発光素子に関する。
【背景技術】
【０００２】
化合物半導体の特性を利用して電気的信号を光に変化させる化合物半導体発光素子、例えば、ＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ）、または、ＬＤ（ＬａｓｅｒＤｉｏｄｅ）のような半導体レーザーダイオードのレーザー光は、光通信、多重通信、または、宇宙通信のような応用分野で現在実用化されている。半導体レーザーは、光通信のような通信分野、または、ＣＤＰ（Ｃｏｍｐａｃｔ Ｄｉｓｋ Ｐｌａｙｅｒ）及びＤＶＤＰ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ Ｄｉｓｋ Ｐｌａｙｅｒ）などのような

装置で、データの伝送、データの記録、及び再生のための手段の光源として広く使われている。

【０００３】

このような化合物半導体発光素子は、光の出射方向によってＴＬＥＤ（Ｔｏｐ－ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ）とＦＣＬＥＤ（Ｆｌｉｐ－Ｃｈｉｐ Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅｓ）とに分類される。

【０００４】

ＴＬＥＤは、ｐ型の化合物半導体層とオーミックコンタクトを形成するｐ型電極を通じて光が出射される構造を有する。前記ｐ型電極は、主にｐ型の化合物半導体層上にニッケル（Ｎｉ）層と金（Ａｕ）層とが順次積層された構造を有する。しかし、ニッケル層／金層から形成されたｐ型電極は、半透明性を有し、前記ｐ型電極が適用されたＴＬＥＤは、低い光利用効率及び低い輝度特性を有する。

【０００５】

ＦＣＬＥＤは、活性層から発生した光がｐ型の化合物半導体層上に形成された反射電極で反射され、前記反射光が基板を通じて出射される構造を有する。前記反射電極は、銀（Ａｇ）、アルミニウム（Ａｌ）、及びロジウム（Ｒｈ）のような光反射特性にすぐれた物質で形成される。このような反射電極が適用されたＦＣＬＥＤは、高い光利用効率及び高い輝度特性を有する。しかし、前記反射電極は、前記ｐ型の化合物半導体層上で大きい接触抵抗を有するため、前記反射電極が適用された発光素子の寿命が短くなり、発光素子の特性が不安定であるという問題点を有する。

【０００６】

このような問題点を解決するために、低い接触抵抗及び高い反射率を有する電極物質、または、電極構造に関する研究が進められている。

【０００７】

特許文献１は、反射電極が適用された半導体発光素子に関する技術を開示する。ここで、反射電極とｐ型の化合物半導体層との間にオーミックコンタクト層が形成されているが、前記オーミックコンタクト層の形成物質（Ｔｉ、Ｎｉ／Ａｕ等）は、光透過率が低い。したがって、光利用効率及び輝度特性が低く、これについての改善が必要である。

【特許文献１】国際公開番号ＷＯ０１／４７０３８Ａ１

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

本発明が解決しようとする課題は、前述した従来の技術の問題点を改善するためのものであって、低い接触抵抗、高い反射率、及び向上した電気伝導性を有する反射電極及びそれを備える化合物半導体発光素子を提供するところにある。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

前記課題を解決するために、本発明によれば、化合物半導体発光素子のｐ型の化合物半導体層上に形成される電極において、前記ｐ型の化合物半導体層とオーミックコンタクトを形成するものであって、Ａｇ及びＡｇ系合金のうちいずれか一つで形成される第１電極層と、前記第１電極層上に形成されるものであって、Ｎｉ、Ｎｉ系合金、Ｚｎ、Ｚｎ系合金、Ｃｕ、Ｃｕ系合金、Ｒｕ、Ｉｒ、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つで形成される第３電極層と、前記第３電極層上に光反射物質で形成される第４電極層と、を備える化合物半導体発光素子の反射電極が提供される。

【００１０】

また、本発明によれば、ｎ型電極、ｐ型電極、その間に少なくともｎ型の化合物半導体層、活性層、及びｐ型の化合物半導体層を備える化合物半導体発光素子において、前記ｐ型電極は、前記ｐ型の化合物半導体層とオーミックコンタクトを形成するものであって、Ａｇ及びＡｇ系合金のうちいずれか一つで形成された第１電極層と、前記第１電極層上に形成されるものであって、Ｎｉ、Ｎｉ系合金、Ｚｎ、Ｚｎ系合金、Ｃｕ、Ｃｕ系合金、Ｒ

ｕ、Ｉｒ、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つで形成される第３電極層と、前記第３電極層上に光反射物質で形成される第４電極層と、を備える化合物半導体発光素子が提供される。

【００１１】

ここで、前記Ａｇ系合金は、Ｍｇ、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る少なくともいずれか一つを含む。望ましくは、前記第１電極層及び第３電極層の厚さは、それぞれ０．１ｎｍから５００ｎｍの範囲である。

【００１２】

また、前記光反射物質は、Ａｇ、Ａｇ系合金、Ａｌ、Ａｌ系合金、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つである。望ましくは、前記第４電極層の厚さは、１０ｎｍから５０００ｎｍの範囲にある。

【００１３】

また、本発明によれば、アニーリング工程で発生する前記第４電極層の表面での凝集現象を抑制するために、前記第４電極層上に所定の物質で形成される第５電極層をさらに備える。ここで、前記第５電極層は、Ｃｕ、Ｃｕ／Ｒｕ、Ｃｕ／Ｉｒ、Ｃｕ系合金、Ｃｕ系合金／Ｒｕ、及びＣｕ系合金／Ｉｒからなる群から選択されるいずれか一つで形成される。望ましくは、前記第５電極層の厚さは、１ｎｍから５００ｎｍの範囲にある。

【００１４】

また、本発明によれば、前記第１電極層と第３電極層との間に、Ｎｉ、または、Ｎｉ系合金から形成される第２電極層をさらに備える。望ましくは、前記第２電極層の厚さは、０．１ｎｍから５００ｎｍの範囲にある。

【発明の効果】

【００１５】

本発明による反射電極に含まれる第１電極層／第３電極層、例えば、Ａｇ／Ｎｉは、オーミック接触特性にすぐれ、吸光度が低く、透光度にすぐれる。したがって、本発明による反射電極は、低い接触抵抗、高い反射率、及び向上した電気伝導性を有する。このような反射電極は、電流－電圧特性にすぐれる。

【００１６】

また、本発明の反射電極を備えた化合物半導体発光素子は、低い動作電圧、向上した光出力、及び向上した電流－電圧特性を有する。このような化合物半導体発光素子の消費電力は低い。したがって、化合物半導体発光素子の発光効率が向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

以下、本発明の実施形態による反射電極及びそれを備える化合物半導体発光素子を、添付された図面を参照して詳細に説明する。

【００１８】

図１は、本発明の第１実施形態による反射電極を示す断面図である。

【００１９】

図１に示すように、ｐ型の化合物半導体層２０の上面に反射電極２２が形成されている。本発明の第１実施形態による反射電極２２は、ｐ型の化合物半導体層２０の上面に順次積層される第１電極層２２ａ、第３電極層２２ｃ、及び第４電極層２２ｄを備える。

【００２０】

第１電極層２２ａは、前記ｐ型の化合物半導体層２０とオーミックコンタクトを形成する。第１電極層２２ａは、Ａｇ及びＡｇ系合金のうちいずれか一つで形成され、その厚さは、０．１ｎｍから５００ｎｍである。ここで、Ａｇ系合金は、Ｍｇ、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る少なくともいずれか一つを含む。

【００２１】

前記Ａｇ及び前記列挙された合金元素は、前記第１電極層２２ａのオーミック接触特性

を向上させる。具体的には、前記Ａｇ及び前記列挙された合金元素は、前記ｐ型の化合物半導体層２０の実効キャリア濃度を高め、ｐ型の化合物半導体層２０を形成している化合物のうち窒素以外の成分と反応性が良い。

【００２２】

例えば、ｐ型の化合物半導体層２０がＧａＮ系化合物である場合、前記Ａｇ及び前記列挙された合金元素は、窒素よりＧａに対して優先的に反応する。この場合、ｐ型の化合物半導体層２０のＧａと前記Ａｇとの反応、または、ｐ型の化合物半導体層２０のＧａと前記列挙された合金元素との反応により、ｐ型の化合物半導体層２０の表面にＧａ空孔が形成される。ｐ型の化合物半導体層２０が活性化されれば、ｐ型の化合物半導体層２０に形成されたＧａ空孔は、ｐ型のドーパント、すなわち、アクセプタとして作用し、ｐ型の化合物半導体層２０の表面の実効キャリア濃度を高める。

【００２３】

第３電極層２２ｃは、Ｎｉ、Ｎｉ系合金、Ｚｎ、Ｚｎ系合金、Ｃｕ、Ｃｕ系合金、Ｒｕ、Ｉｒ、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つで形成され、０．１ｎｍから５００ｎｍの厚さに形成される。

【００２４】

第４電極層２２ｄは、光反射物質で形成され、１０ｎｍから５０００ｎｍの厚さに形成される。前記光反射物質は、Ａｇ、Ａｇ系合金、Ａｌ、Ａｌ系合金、及びＲｈからなる群から選択されるいずれか一つである。第４電極層２２ｄの形成において、Ａｇ系合金は、Ａｇを含むあらゆる合金材料を意味し、Ａｌ系合金は、Ａｌを含むあらゆる合金材料を意味する。

【００２５】

第１電極層２２ａ、第３電極層２２ｃ、及び第４電極層２２ｄは、電子ビーム及び熱による蒸着器、ＰＶＤ（Ｐｈｙｓｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）、ＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）、ＰＬＤ（Ｐｌａｓｍａ Ｌａｓｅｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）、または、二重型の熱蒸着器などにより形成されることができる。この際、蒸着温度は、２０℃から１５００℃であり、反応器内の圧力は、大気圧から10^{-12}ｔｏｒｒの範囲である。

【００２６】

第４電極層２２ｄを形成した後、その結果物に対するアニーリング工程が行われる。具体的には、第４電極層２２ｄが形成された結果物は、窒素、アルゴン、ヘリウム、酸素、水素、及び空気のうち少なくともいずれか一つを含む気体雰囲気中でアニーリングされる。前記アニーリングは、２００℃から７００℃の温度範囲で、１０秒から２時間行われる。

【００２７】

前記アニーリング工程は、第３電極層２２ｃを形成した後、同一な条件でさらに行われる。すなわち、前記アニーリング工程は、第３電極層２２ｃを形成した後及び第４電極層２２ｄを形成した後に対してそれぞれ行われる。したがって、反射電極２２の製造時に二回のアニーリング工程が行われる。

【００２８】

本発明による反射電極２２に含まれる第１電極層２２ａ／第３電極層２２ｃ、例えば、Ａｇ／Ｎｉは、オーミック接触特性にすぐれ、吸光度が低く、透光度にすぐれる。したがって、本発明による反射電極２２は、低い接触抵抗、高い反射率、及び向上した電気伝導性を有する。このような反射電極２２は、電流－電圧特性にすぐれる。

【００２９】

図２は、本発明の第２実施形態による反射電極を示す断面図である。

【００３０】

本発明の第２実施形態では、前述した第１実施形態と異なる部分についてのみ説明する。また、同じ部材については同じ参照番号をそのまま使用する。

【００３１】

図２に示すように、本発明の第２実施形態による反射電極２３は、図１に示した反射電極２２の第４電極層２２ｄ上に第５電極層２２ｅをさらに備える。

【００３２】

第５電極層２２ｅは、Ｃｕ、Ｃｕ／Ｒｕ（Ｃｕ層／Ｒｕ層）、Ｃｕ／Ｉｒ（Ｃｕ層／Ｉｒ層）、Ｃｕ系合金、Ｃｕ系合金／Ｒｕ（Ｃｕ系合金層／Ｒｕ層）、及びＣｕ系合金／Ｉｒ（Ｃｕ系合金層／Ｉｒ層）からなる群から選択されるいずれか一つで形成され、１ｎｍから５００ｎｍの厚さに形成される。ここで、Ｃｕ系合金は、Ｃｕを含むあらゆる合金材料を意味する。

【００３３】

第５電極層２２ｅは、アニーリング工程で発生する第４電極層２２ｄの表面での凝集現象を抑制する役割を行うことができる。

【００３４】

具体的には、ｐ型の化合物半導体層２０の表面エネルギーと第４電極層２２ｄの形成物質であるＡｇ、Ａｇ系合金、Ａｌ、Ａｌ系合金、及びＲｈのような金属材料の表面エネルギーとは、互いに差が大きい。このような表面エネルギーの差により、アニーリング過程で前記金属材料の表面、すなわち、第４電極層２２ｄの表面での凝集現象の発生が一般的に知られている。第４電極層２２ｄの表面に凝集現象が発生すれば、結果的に第４電極層２２ｄの反射度が低下する。したがって、反射電極２２が適用された化合物半導体発光素子の光出力が減少するという問題点がある。

【００３５】

第５電極層２２ｅの形成物質は、相対的に、ｐ型の化合物半導体層２０と少ない表面エネルギーの差及び優秀な電気伝導性を有する。したがって、第４電極層２２ｄ上に形成された第５電極層２２ｅは、凝集防止層（Ａｇｇｌｏｍｅｒａｔｉｏｎ　Ｐｒｅｖｅｎｔｉｎｇ　Ｌａｙｅｒ：ＡＰＬ）及び電極としての役割を共に行うことができる。

【００３６】

第５電極層２２ｅは、電子ビーム及び熱による蒸着器、ＰＶＤ、ＣＶＤ、ＰＬＤ、または、二重型の熱蒸着器などにより形成されることができる。この際、蒸着温度は、２０℃から１５００℃であり、反応器内の圧力は、大気圧から10^{-12}ｔｏｒｒの範囲である。

【００３７】

また、第５電極層２２ｅが形成された後、その結果物に対するアニーリング工程が行われる。具体的には、第５電極層２２ｅが形成された結果物は、窒素、アルゴン、ヘリウム、酸素、水素、及び空気のうち少なくともいずれか一つを含む気体雰囲気中でアニーリングされる。前記アニーリングは、２００℃から７００℃の温度範囲で、１０秒から２時間行われる。

【００３８】

図３は、本発明の第３実施形態による反射電極を示す断面図である。

【００３９】

本発明の第３実施形態では、前述した第１実施形態と異なる部分についてのみ説明する。また、同じ部材については同じ参照番号をそのまま使用する。

【００４０】

図３に示すように、本発明の第３実施形態による反射電極２４は、図１に示した反射電極２２で、第１電極層２２ａと第３電極層２２ｃとの間に第２電極層２２ｂをさらに備える。

【００４１】

第２電極層２２ｂは、Ｎｉ、または、Ｎｉ系合金から形成され、０．１ｎｍから５００ｎｍの厚さに形成される。

【００４２】

反射電極２４に第２電極層２２ｂがさらに備えられることによって、反射電極２４の電気伝導性がさらに向上できる。

【００４３】
第２電極層２２ｂは、電子ビーム及び熱による蒸着器、ＰＶＤ、ＣＶＤ、ＰＬＤ、または、二重型の熱蒸着器などにより形成されることができる。この際、蒸着温度は、２０℃から１５００℃であり、反応器内の圧力は、大気圧から10^{-12}ｔｏｒｒの範囲である。
【００４４】
図４は、本発明の第１実施形態による反射電極が備えられた化合物半導体発光素子を示す断面図である。
【００４５】
図４に示すように、本発明の第１実施形態による反射電極２２が備えられた化合物半導体発光素子は、ｎ型１２０及びｐ型電極１０８、その間に少なくともｎ型の化合物半導体層１０２、活性層１０４、及びｐ型の化合物半導体層１０６を備える。ｐ型電極１０８として図１に示した反射電極２２がそのまま採択される。すなわち、ｐ型電極１０８は、図１に示した第１電極層２２ａ、第３電極層２２ｃ、及び第４電極層２２ｄを備え、その作用及び効果は前述した通りである。
【００４６】
ｎ型の化合物半導体層１０２は、基板１００の上面に積層され、段差を有する下部コンタクト層としての第１化合物半導体層と第１化合物半導体層の上面に積層される下部クラッド層とを備える。第１化合物半導体層の段差が形成された部分には、ｎ型の下部電極１２０が位置する。
【００４７】
基板１００は、サファイア基板、または、フリースタンディングＧａＮ基板が主に利用され、第１化合物半導体層は、ｎ－ＧａＮ系列のＩＩＩ－Ｖ族の窒化物化合物半導体層で形成されるが、特に、ｎ－ＧａＮ層で形成されることが望ましい。しかし、これに限定されず、レーザー光の発振が可能なＩＩＩ－Ｖ族の他の化合物半導体層で形成されることもできる。下部クラッド層は、所定の屈折率を有するｎ－ＧａＮ／ＡｌＧａＮ層で形成されることが望ましいが、発振可能な他の化合物半導体層で形成されることもできる。
【００４８】
活性層１０４は、レーザー光の発振可能な物質層であれば、いかなる物質層であっても使用でき、望ましくは、臨界電流値が小さく、横モード特性が安定したレーザー光を発振できる物質層を使用される。活性層１０４として、Ａｌが所定比率含まれた$In_xAl_yGa_{1-x-y}N$（$0 \leqq x \leqq 1$、$0 \leqq y \leqq 1$、$x+y \leqq 1$）であるＧａＮ系列のＩＩＩ－Ｖ族の窒化物化合物半導体層を使用されることが望ましい。ここで、活性層１０４は、多重量子井戸、または、単一量子井戸のうちいずれか一つの構造を有し、このような活性層１０４の構造は、本発明の技術的範囲を制限しない。
【００４９】
活性層１０４の上下面に、上部導波層及び下部導波層がさらに形成されることができる。上部導波層及び下部導波層は、活性層１０４より屈折率の小さい物質で形成されるが、ＧａＮ系列のＩＩＩ－Ｖ族の化合物半導体層で形成されることが望ましい。下部導波層はｎ－ＧａＮ層で、上部導波層はｐ－ＧａＮ層で形成される。
【００５０】
ｐ型の化合物半導体層１０６は、活性層１０４の上面に積層され、活性層１０４より屈折率の小さい上部クラッド層と、前記上部クラッド層の上面にオーミックコンタクト層として積層される第２化合物半導体層とを備える。第２化合物半導体層は、ｐ－ＧａＮ系列のＩＩＩ－Ｖ族の窒化物化合物半導体層で形成されるが、特にｐ－ＧａＮ層で形成されることが望ましい。しかし、これに限定されず、レーザー光の発振が可能なＩＩＩ－Ｖ族の他の化合物半導体層で形成されることもできる。上部クラッド層は、所定の屈折率を有するｐ－ＧａＮ／ＡｌＧａＮ層で形成されることが望ましいが、レーザー発振可能な他の化合物半導体層で形成されることもできる。
【００５１】

下部オーミックコンタクト層としての第１化合物半導体層の段差部分には、ｎ型電極１２０が形成されている。しかし、ｎ型電極１２０は、ｐ型電極１０８と対向するように基板１００の底面に形成されることもできるが、この場合、基板１００は、ＳｉＣ、または、ＧａＮから形成されることが望ましい。

【００５２】

前記化合物半導体発光素子の反射電極２２に含まれる第１電極層２２ａ／第３電極層２２ｃ、例えば、Ａｇ／Ｎｉは、オーミック接触特性にすぐれ、吸光度が低く、透光度にすぐれる。したがって、本発明の反射電極を備えた化合物半導体発光素子は、低い動作電圧、向上した光出力、及び向上した電流－電圧特性を有する。このような化合物半導体発光素子の消費電力は低い。したがって、化合物半導体発光素子の発光効率が向上できる。

【００５３】

図５Ａ及び図５Ｂは、本発明の反射電極に含まれる第１電極層／第３電極層（Ａｇ／Ｎｉ）に対して、それぞれ吸光度及び透光度を測定した結果を示すグラフである。ここで、第１電極層（Ａｇ）２２ａ及び第３電極層（Ｎｉ）２２ｃは、それぞれ５ｎｍの厚さに形成された。また、前記グラフで、従来の電極層Ｎｉ／Ａｕに対する吸光度及び透光度が共に比較されている。

【００５４】

図５Ａ及び図５Ｂに示すように、４００から８００ｎｍ波長で本発明の反射電極に含まれる電極層Ａｇ／Ｎｉの吸光度は、従来の電極層Ｎｉ／Ａｕの吸光度より顕著に低い。また、４５０ｎｍの波長でＡｇ／Ｎｉの透光度が９０％以上であり、従来の電極層Ｎｉ／Ａｕの透光度（８０％以下）より向上した。

【００５５】

図６は、本発明の第１実施形態による反射電極Ａｇ／Ｎｉ－Ｚｎ系合金／Ａｇに対して、電流－電圧特性を測定した結果を示すグラフである。

【００５６】

第１実施形態として形成される反射電極（Ａｇ／Ｎｉ－Ｚｎ系合金／Ａｇ）２２は、基板１００上に順次にＡｇで形成される第１電極層２２ａ、Ｎｉ－Ｚｎ系合金で形成される第３電極層２２ｃ、及びＡｇで形成される第４電極層２２ｄを備える。第１電極層２２ａ、第３電極層２２ｃ、及び第４電極層２２ｄは、それぞれ２ｎｍ、４ｎｍ、及び２５０ｎｍの厚さに形成される。

【００５７】

反射電極（Ａｇ／Ｎｉ－Ｚｎ系合金／Ａｇ）２２の製造時に、アニーリング工程が行われた。前記アニーリングは、第１電極層２２ａ及び第３電極層２２ｃを形成した後、空気雰囲気中で１分間行われ、第４電極層２２ｄを形成した後、同一条件下で前記アニーリング工程がさらに行われた。

【００５８】

図６に示すとおり、本発明による反射電極は、電流－電圧特性は比例的、すなわち、オーミック接触特性を有し、電流－電圧特性にすぐれていることが分かる。

【実施例】

【００５９】

次に、このような反射電極と関連して本発明者が実施した実験例を説明する。本発明の真の技術的範囲は、下記の本発明者が実施した反射電極の形成方法の例示された工程により制限されない。

【００６０】

まず、本発明者は、基板１００上にＧａＮを主成分とするｐ型の化合物半導体層２０が形成された構造体を超音波洗浄器内においてトリクロロエチレン、アセトン、メタノール、蒸溜水を用いて６０℃でそれぞれ５分ずつ表面洗浄した後、試料に残っている水分を除去するために、１００℃で１０分間ハードベーキングを行った。

【００６１】

次に、フォトレジストをｐ型の化合物半導体層２０上に４５００ｒｐｍでスピンコーテ

ィングした。次に、８５℃で１５分間ソフトベーキングし、マスクパターンを現像するためにマスクと試料とを一致させた後、２２．８ｍＷの強度の紫外線（ＵＶ）に１５秒間露出させ、現像液と蒸溜水との比を１：４で混合した溶液内に試料を浸漬させて２５秒程度経過させて現像した。

【００６２】

次に、ＢＯＥ溶液を利用して現像された試料にある汚染層を除去するために、５分間浸漬させた。次に、Ａｇを電子ビーム蒸着器のチャンバ内の反応対象体の装着ステージに装着し、電子ビーム蒸着器を利用してＡｇで第１電極層２２ａを蒸着した。

【００６３】

第１電極層２２ａ上にＮｉで第３電極層２２ｃを蒸着した後、アセトンでリフトオフ工程を経て、急速加熱（Ｒａｐｉｄ　Ｔｈｅｒｍａｌ　Ａｎｎｅａｌｉｎｇ：ＲＴＡ）炉内に試料を入れて空気雰囲気下で４３０℃から５３０℃で１分間アニーリングした。次に、電子ビーム蒸着器により第３電極層２２ｃ上にＡｇで第４電極層２２ｄを蒸着した。次に、空気雰囲気で第４電極層２２ｄが形成された結果物をアニーリングし、アニーリング温度及び時間は、前述した通りである。

【００６４】

一方、このような実施形態は、図４に示した発光素子を製造する方法にそのまま適用されることができる。

【００６５】

このような本願発明の理解を助けるために、幾つかの模範的な実施形態を添付された図面にもとに説明されたが、このような実施形態は、単に本発明を例示したものであり、これを制限しないという点が理解されなければならない。また、本発明は、図面に示した構造及び配列に限定されないという点が理解されなければならず、当業者ならば、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点が理解できるであろう。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】

【００６６】

本発明による反射電極及びそれを備える化合物半導体発光素子は、ＬＥＤまたはＬＤのような発光素子に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【００６７】

【図１】本発明の第１実施形態による反射電極を示す断面図である。

【図２】本発明の第２実施形態による反射電極を示す断面図である。

【図３】本発明の第３実施形態による反射電極を示す断面図である。

【図４】本発明の第１実施形態による反射電極が備えられた化合物半導体発光素子を示す断面図である。

【図５Ａ】本発明の反射電極に含まれる第１電極層／第３電極層（Ａｇ／Ｎｉ）に対して、吸光度を測定した結果を示すグラフである。

【図５Ｂ】本発明の反射電極に含まれる第１電極層／第３電極層（Ａｇ／Ｎｉ）に対して、透光度を測定した結果を示すグラフである。

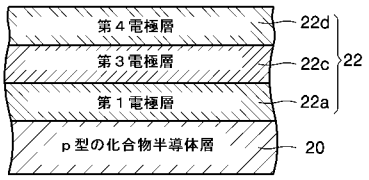
【図６】本発明の第１実施形態による反射電極（Ａｇ／Ｎｉ－Ｚｎ系合金／Ａｇ）に対して、電流－電圧特性を測定した結果を示すグラフである。

【符号の説明】

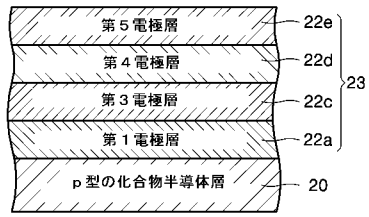
【００６８】

２０　ｐ型の化合物半導体層、
２２　反射電極、
２２ａ　第１電極層、
２２ｃ　第３電極層、
２２ｄ　第４電極層。

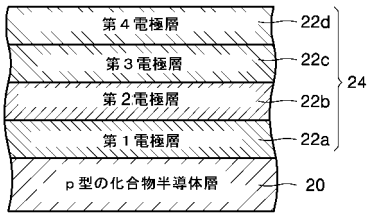
【図１】



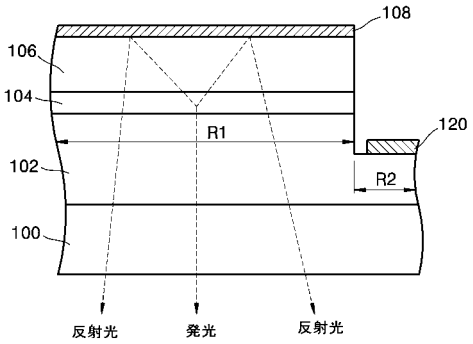
【図２】



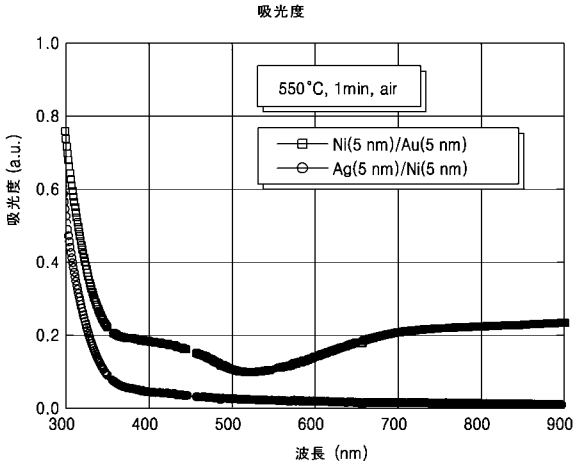
【図３】



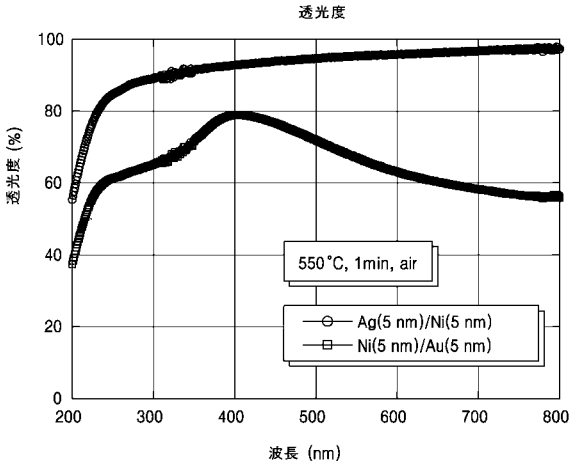
【図４】



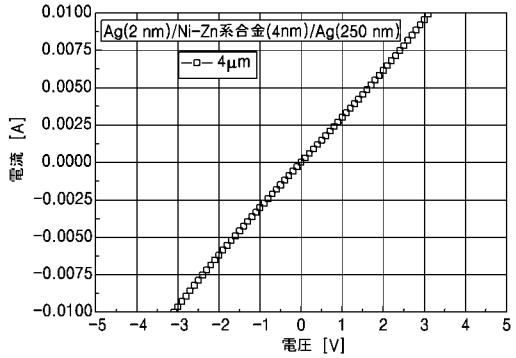
【図５Ａ】



【図５Ｂ】



【図６】


Ag(2 nm)/Ni-Zn系合金(4nm)/Ag(250 nm)
4μm
電流 [A]
電圧 [V]
0.0100
0.0075
0.0050
0.0025
0.0000
−0.0025
−0.0050
−0.0075
−0.0100
−5
−4
−3
−2
−1
0
1
2
3
4
5

フロントページの続き

(72)発明者　郭　準　燮
大韓民国京畿道華城市台安邑半月里８６０番地　新靈通現代アパート３０１棟１１０１号
(72)発明者　金　美　良
大韓民国光州広域市西区柳村洞８７１番地　尚武住公アパート２０９棟６０１号

Ｆターム(参考) 5F041 CA40　CA73　CA86　CA87　CA92　CA98