

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5259043号
(P5259043)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/36 (2010.01) H O 1 L 33/00 2 0 0

請求項の数 21 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-302777 (P2004-302777)	(73) 特許権者	390019839
(22) 出願日	平成16年10月18日(2004.10.18)		三星電子株式会社
(65) 公開番号	特開2005-123631 (P2005-123631A)		Samsung Electronics Co., Ltd.
(43) 公開日	平成17年5月12日(2005.5.12)		大韓民国京畿道水原市靈通区三星路129
審査請求日	平成19年8月9日(2007.8.9)		129, Samsung-ro, Yeon gtong-gu, Suwon-si, G yeonggi-do, Republic of Korea
(31) 優先権主張番号	2003-072056	(73) 特許権者	504127739
(32) 優先日	平成15年10月16日(2003.10.16)		光州科學技術院
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		大韓民国光州広域市北区五電洞1番地
前置審査		(74) 代理人	110000671
			八田国際特許業務法人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化物系発光素子及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

n型クラッド層とp型クラッド層間に活性層を有する窒化物系発光素子において、
前記p型クラッド層上にp型ドーパントが添加された酸化物より形成されたオーミック
コンタクト層と、

前記オーミックコンタクト層上にAg、Al、Zn、Mg、Ru、Ti、Rh、Cr、
及びPtよりなる群から選択された少なくとも何れか一つより形成された反射層と、

前記反射層上にNi、Pt、Pd、Zn、及びTiNよりなる群から選択された少なく
とも何れか一つより形成されたキャッピング層と、を備え、

前記酸化物は、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及びRaよりなる群から選択された何
れか一つの元素を含んで形成された第1二元系酸化物、Cd、及びHgよりなる群から選
択された何れか一つの元素を含んで形成された第2二元系酸化物、Be、Mg、Ca、S
r、Ba、及びRaよりなる群から選択された何れか一つの元素とZn、Cd、及びHg
よりなる群から選択された何れか一つの元素とを含んで形成された第1三元系酸化物、S
、Se、Te、及びPoよりなる群から選択された何れか一つの元素とZn、Cd、及び
Hgよりなる群から選択された何れか一つの元素とを含んで形成された第2三元系酸化物
のうち何れか一つの酸化物であり、

前記p型ドーパントは、Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag、Au、V、Nb、
Ta、Sb、及びBiよりなる第1ドーパント群から選択された少なくとも何れか一つで
あることを特徴とする窒化物系発光素子。

10

20

【請求項2】

前記酸化物は、 BeO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 MgO 、 CdO 、 $\text{Mg}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}$ 、 $\text{Be}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}$ 、 $\text{Zn}_{1-x}\text{BaxO}$ 、 $\text{Zn}_{1-x}\text{CaxO}$ 、 $\text{Zn}_{1-x}\text{CdxO}$ 、 $\text{Zn}_{1-x}\text{SexO}$ 、 $\text{Zn}_{1-x}\text{SxO}$ 、及び $\text{Zn}_{1-x}\text{TexO}$ よりなる群から選択された何れか一つであることを特徴とする請求項1に記載の窒化物系発光素子。

【請求項3】

前記オーミックコンタクト層は、マグネシウム亜鉛酸化物とベリリウム亜鉛酸化物のうち何れか一つより形成され、前記第1ドーパント群はAsをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の窒化物系発光素子。

【請求項4】

前記酸化物に対する前記p型ドーパントの添加比は0.001ないし40質量%であることを特徴とする請求項1ないし3の何れか一つに記載の窒化物系発光素子。

【請求項5】

前記オーミックコンタクト層は、1nmないし1000nmの厚さで形成されていることを特徴とする請求項1ないし4の何れか一つに記載の窒化物系発光素子。

【請求項6】

前記n型クラッド層の下部に基板が設けられており、

前記基板は、サファイア、SiC、Si、及びGaAsよりなる群から選択された何れか一つよりなることを特徴とする請求項1ないし5の何れか一つに記載の窒化物系発光素子。

【請求項7】

前記反射層は、100nmないし2000nmの厚さに形成されていることを特徴とする請求項1ないし6の何れか一つに記載の窒化物系発光素子。

【請求項8】

前記p型クラッド層と前記オーミックコンタクト層間にNi、 Ni_xO_y 、Au、Pt、Pd、Mg、Cu、 Cu_xO_y 、Zn、Ag、Sc、Co、 Co_xO_y 、Rh、Li、Be、Ca、Ru、Re、Ti、Ta、Na、及びLaよりなる群から選択された少なくとも何れか一つより形成された挿入層をさらに備えることを特徴とする請求項1ないし7の何れか一つに記載の窒化物系発光素子。

【請求項9】

前記挿入層は、1nmないし5nmの厚さに形成されていることを特徴とする請求項8に記載の窒化物系発光素子。

【請求項10】

n型クラッド層とp型クラッド層間に活性層を有する窒化物系発光素子の製造方法において、

(a) 基板上にn型クラッド層、活性層、及びp型クラッド層が順次に積層された発光構造体の前記p型クラッド層上にp型ドーパントが添加された酸化物によりオーミックコンタクト層を形成する段階と、

(b) 前記(a)段階を経て形成された結果物を熱処理する段階と、

(c) 前記オーミックコンタクト層上にAg、Al、Zn、Mg、Ru、Ti、Rh、Cr、及びPtよりなる群から選択された少なくとも何れか一つにより反射層を形成する段階と、

(d) 前記反射層上にNi、Pt、Pd、Zn、及びTiNよりなる群から選択された少なくとも何れか一つによりキャッピング層を形成する段階と、

を含み、

前記(a)段階で、前記酸化物は、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及びRaよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第1二元系酸化物、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第2二元系酸化物、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及びRaよりなる群から選択された何れか一つの元素とZn、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第1

10

20

30

40

50

三元系酸化物、S、Se、Te、及びPoよりなる群から選択された何れか一つの元素とZn、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第2三元系酸化物のうち何れか一つの酸化物であり、

前記p型ドーパントは、Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag、Au、V、Nb、Ta、Sb、及びBiよりなる第1ドーパント群から選択された少なくとも何れか一つであることを特徴とする窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項11】

前記活性層は、InGaN/GaN MQW、AlGaIn/GaN MQW構造のうち何れか一つであることを特徴とする請求項10に記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項12】

前記オーミックコンタクト層の形成段階で前記酸化物に対する前記p型ドーパントの添加比は0.001ないし40質量%であることを特徴とする請求項10または11に記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項13】

前記オーミックコンタクト層は、1nmないし1000nmの厚さに形成されることを特徴とする請求項10ないし12の何れか一つに記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項14】

前記オーミックコンタクト層は、電子ビーム蒸着器、スパッタリング、レーザ蒸着器のうち何れか一つによって蒸着されることを特徴とする請求項10ないし13の何れか一つに記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項15】

前記オーミックコンタクト層の蒸着温度は20ないし1500範囲内で行われ、蒸着器の反応器内の圧力は大気圧ないし133.322x10⁻¹²Paで行われることを特徴とする請求項14に記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項16】

前記p型クラッド層と前記オーミックコンタクト層間にNi、Ni_xO_y、Au、Pt、Pd、Mg、Cu、Cu_xO_y、Zn、Ag、Sc、Co、Co_xO_y、Rh、Li、Be、Ca、Ru、Re、Ti、Ta、Na、及びLaよりなる群から選択された少なくとも一つにより挿入層を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項10ないし15の何れか一つに記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項17】

前記挿入層は、1nmないし5nmの厚さに形成されることを特徴とする請求項16に記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項18】

前記反射層及びキャッピング層はそれぞれ100nmないし2000nmの厚さに形成することを特徴とする請求項10ないし17の何れか一つに記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項19】

前記熱処理段階は、100ないし800で行われることを特徴とする請求項10ないし18の何れか一つに記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項20】

前記熱処理は、10秒ないし3時間行われることを特徴とする請求項19に記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【請求項21】

前記熱処理は、窒素、アルゴン、ヘリウム、酸素、水素、及び空気よりなる群から選択された少なくとも何れか一つの気体雰囲気で行われることを特徴とする請求項10ないし20の何れか一つに記載の窒化物系発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は窒化物系発光素子及びその製造方法に係り、詳細には p 型伝導性透明酸化物薄膜電極層を利用した窒化物系発光素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

窒化ガリウム (Ga N) を代表とする窒化物系半導体を利用した発光ダイオード (Light Emitting Diode : LED) またはレーザダイオード (Laser Diode : LD) のような発光素子を具現するためには、半導体と電極間のオーミック接触構造が非常に重要である。

【0003】

このような Ga N 系発光素子は、トップエミット型発光ダイオード (Top - emitting Light Emitting Diodes : TLEDs) とフリップチップ発光ダイオード (Flip - Chip Light Emitting Diodes : FCLEDs) とに分類される。

10

【0004】

現在一般的に広く使われているトップエミット型発光ダイオードは、p 型クラッド層と接触しているオーミックコンタクト層を通じて光が出射される。また、トップエミット型発光ダイオードは、p 型クラッド層の低いホール濃度によって良質のオーミックコンタクト層が必要である。このようなオーミックコンタクト層は、p 型クラッド層の低い導電性を補償できるように透明で低抵抗値を有し、円滑な電流注入を提供できなければならない。

20

【0005】

このようなトップエミット型発光ダイオードは、一般的に p 型クラッド層上に Ni 層と Au 層とを順次に積層した構造が利用されている。

【0006】

Ni / Au 層は、 10^{-3} ないし 10^{-4} cm^2 ほどの優秀な接触抵抗を有する半透明オーミック接触層として作用する。

【0007】

前記 Ni / Au 層は、500 ないし 600 の温度及び酸素雰囲気中で熱処理される時、Ga N より形成された p 型クラッド層と Ni 層との界面でニッケル酸化物 (NiO) が形成されてショットキー障壁の高さ (Schottky Barrier Height : SBH) を低下させ、p 型クラッド層の表面付近に多数キャリアであるホールを容易に供給する。その結果、p 型クラッド層の表面付近での実効キャリア濃度を上昇させる。

30

【0008】

また、Ni / Au 層を p 型クラッド層上に形成した後、熱処理すれば、Mg - H 金属間化合物を除去して Ga N 表面で Mg ドーパント濃度を上昇させる再活性化過程を通じて p 型クラッド層の表面でこのような実効キャリア濃度が 10^{18} 以上とし、p 型クラッド層と NiO を含有したオーミックコンタクト層間にトンネリング伝導を起して低い接触抵抗値を有するオーミック伝導特性を示すと理解されている。

【0009】

しかし、Ni / Au より形成される半透明薄膜電極を利用したトップエミット型発光ダイオードは、透光度を阻害している Au を含んでおり、光効率が低くて次世代大容量及び高輝度の発光素子を具現するには限界がある。

40

【0010】

また、発光ダイオード作動時に発生する熱の放出及び光の発光効率を高めるために反射層を適用して基板であるサファイアを通じて光を放射するフリップチップ発光ダイオード構造でも反射層の酸化及び悪い接着性によって高い抵抗を有するなど多くの問題点が発生している。

【0011】

したがって、このようなトップエミット型及びフリップチップ発光ダイオードの素子限界を多少とも克服するために、既存に p 型オーミックコンタクト層として使われている半

50

透明のNi/Au構造より優秀な透光性を有する透明伝導性酸化物、例えば、ITO (Indium Tin Oxide) が提案された。

【0012】

ITOオーミックコンタクト層は、発光素子の出力を増大させうる一方、相対的に高い動作電圧を表す問題点を有しているが、その根本的な原因はp型GaNとITO間の高い接触抵抗、すなわち多量の熱を発生するオーミック接触にある。

【0013】

また、特許文献1にはp型GaNを透明電極層として利用して高い光出力値を得たという内容が開示されている。

【0014】

しかしながら、特許文献1に開示された内容は、p型亜鉛酸化物を実現化するためにGaとNとを同時ドーピング(codoping)した方法を利用しているため、実際にp型GaN系発光素子の透明電極層として使用するには多くの問題点がある。また、公知のp型亜鉛酸化物の特性は、現在信頼性側面での多くの問題点を誘発して、これをGaNの電極層として利用する時に素子信頼性問題を発生させる恐れがある。

【特許文献1】特開第2002-164570号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は前記問題点を改善するために提案されたものであって、低い接触抵抗と高い透光性とを提供できるp型伝導性透明酸化物の薄膜電極構造を有する窒化物系発光素子及びその製造方法を提供するところにその目的がある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

前記目的を達成するために本発明による窒化物系発光素子は、n型クラッド層とp型クラッド層間に活性層を有する窒化物系発光素子において、前記p型クラッド層上にp型ドーパントが添加された酸化物より形成されたオーミックコンタクト層と、前記オーミックコンタクト層上にAg、Al、Zn、Mg、Ru、Ti、Rh、Cr、及びPtよりなる群から選択された少なくとも何れか一つより形成された反射層と、前記反射層上にNi、Pt、Pd、Zn、及びTiNよりなる群から選択された少なくとも何れか一つより形成されたキャッピング層と、を備え、前記酸化物は、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及びRaよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第1二元系酸化物、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第2二元系酸化物、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及びRaよりなる群から選択された何れか一つの元素とZn、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素とを含んで形成された第1三元系酸化物、S、Se、Te、及びPoよりなる群から選択された何れか一つの元素とZn、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素とを含んで形成された第2三元系酸化物のうち何れか一つの酸化物であり、前記p型ドーパントは、Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag、Au、V、Nb、Ta、Sb、及びBiよりなる第1ドーパント群から選択された少なくとも何れか一つである。

【0017】

また、前記酸化物は、BeO、CaO、SrO、BaO、MgO、CdO、 $Mg_{1-x}Zn_xO$ 、 $Be_{1-x}Zn_xO$ 、 $Zn_{1-x}Ba_xO$ 、 $Zn_{1-x}Ca_xO$ 、 $Zn_{1-x}Cd_xO$ 、 $Zn_{1-x}Se_xO$ 、 $Zn_{1-x}S_xO$ 、及び $Zn_{1-x}Te_xO$ よりなる群から選択された何れか一つであることが望ましい。

【0018】

また、前記オーミックコンタクト層は、マグネシウム亜鉛酸化物とベリリウム亜鉛酸化物のうち何れか一つより形成され、前記第1ドーパント群はAsをさらに含む。

【0019】

前記酸化物に対する前記p型ドーパントの添加比は0.001ないし40質量%である

10

20

30

40

50

ことが望ましい。

【0020】

また、前記オーミックコンタクト層は1nmないし1000nmの厚さに形成される。

【0021】

また、前記n型クラッド層の下部に基板が形成されており、前記基板はサファイア、SiC、Si、及びGaAsのうち何れか一つより形成される。

【0023】

前記反射層は、100nmないし2000nmの厚さに形成されたことが望ましい。

【0025】

本発明のさらに他の側面によれば、前記p型クラッド層と前記オーミックコンタクト層間にNi、Ni_xO_y、Au、Pt、Pd、Mg、Cu、Cu_xO_y、Zn、Ag、Sc、Co、Co_xO_y、Rh、Li、Be、Ca、Ru、Re、Ti、Ta、Na、及びLaよりなる群から選択された少なくとも何れか一つより形成された挿入層をさらに備える。

10

【0028】

また、前記インジウム酸化物に対する前記p型ドーパントの添加比は0.001ないし40質量%であることが望ましい。

【0029】

また、前記目的を達成するために本発明による窒化物系発光素子の製造方法は、n型クラッド層とp型クラッド層間に活性層を有する窒化物系発光素子の製造方法において、(a)基板上にn型クラッド層、活性層、及びp型クラッド層が順次に積層された発光構造体の前記p型クラッド層上にp型ドーパントが添加された酸化物によりオーミックコンタクト層を形成する段階と、(b)前記(a)段階を経て形成された結果物を熱処理する段階と、(c)前記オーミックコンタクト層上にAg、Al、Zn、Mg、Ru、Ti、Rh、Cr、及びPtよりなる群から選択された少なくとも何れか一つにより反射層を形成する段階と、(d)前記反射層上にNi、Pt、Pd、Zn、及びTiNよりなる群から選択された少なくとも何れか一つによりキャッピング層を形成する段階と、を含み、前記(a)段階で、前記酸化物は、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及びRaよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第1二元系酸化物、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第2二元系酸化物、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及びRaよりなる群から選択された何れか一つの元素とZn、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第1三元系酸化物、S、Se、Te、及びPoよりなる群から選択された何れか一つの元素とZn、Cd、及びHgよりなる群から選択された何れか一つの元素を含んで形成された第2三元系酸化物のうち何れか一つの酸化物であり、前記p型ドーパントは、Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag、Au、V、Nb、Ta、Sb、及びBiよりなる第1ドーパント群から選択された少なくとも何れか一つである。

20

30

【0030】

本発明のさらに他の側面によれば、n型クラッド層とp型クラッド層間に活性層を有する窒化物系発光素子の製造方法において、(a)基板上にn型クラッド層、活性層及びp型クラッド層が順次に積層された発光構造体の前記p型クラッド層上にp型ドーパントが添加されたインジウム酸化物よりオーミックコンタクト層を形成する段階と、(b)前記(a)段階を経て形成された結果物を熱処理する段階と、を含み、前記p型ドーパントは、Cu、Ag、Au、Zn、Cd、Hgよりなる第2ドーパント群から選択された少なくとも何れか一つである。

40

【0031】

前記活性層は、InGaN/GaN MQW(Multi Quantum Well)、AlGaIn/GaN MQW構造のうち何れか一つであることが望ましい。

【0032】

また、前記オーミックコンタクト層は、電子ビーム蒸着器、スパッタリング、レーザ蒸

50

着器のうち何れか一つによって蒸着する。

【0033】

また、前記オーミックコンタクト層の蒸着温度は、20 ないし1500 範囲内で行われ、蒸着器の反応器内の圧力は大気圧ないし $133.322 \times 10^{-12} \text{ Pa}$ (10^{-12} torr)で行われる。

【0034】

また、前記オーミックコンタクト層の形成以前に前記p型クラッド層上にNi、 Ni_xO_y 、Au、Pt、Pd、Mg、Cu、 Cu_xO_y 、Zn、Ag、Sc、Co、 Co_xO_y 、Rh、Li、Be、Ca、Ru、Re、Ti、Ta、Na、及びLaよりなる群から選択された少なくとも何れか一つより挿入層を形成する段階をさらに含む。

10

【0037】

前記熱処理は、100 ないし800 で10秒ないし3時間行われることが望ましい。

【0038】

また、前記熱処理は、窒素、アルゴン、ヘリウム、酸素、水素、及び空気よりなる群から選択された少なくとも何れか一つの気体雰囲気で行われる。

【発明の効果】

【0039】

本発明によるp型伝導性透明薄膜電極層を利用した窒化物系発光素子及びその製造方法によれば、p型クラッド層とのオーミック接触特性が改善されて優秀な電流-電圧特性を表すだけでなく、透明電極が有する高い透光性によって素子の発光効率を高めうる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

以下、添付された図面を参照しつつ本発明の望ましい窒化物系発光素子及びその製造方法をさらに詳細に説明する。

【0041】

図面で同じ機能を行う要素は、同じ参照符号で表記する。

【0042】

図1は、本発明の第1実施例によるp型電極構造体が適用された発光素子を示す断面図である。

30

【0043】

図面を参照すれば、発光素子は、基板110、バッファ層120、n型クラッド層130、活性層140、p型クラッド層150、オーミックコンタクト層230が順次に積層された構造になっている。180はp型電極パッドであり、190はn型電極パッドである。

【0044】

基板110は、サファイア(Al_2O_3)、シリコンカーバイド(SiC)、Si、GaAsのうち何れか一つより形成され基板、例えばこれらの物質よりなるウェーハであることが望ましい。なお、バッファ層120は省略されてもよい。

【0045】

バッファ層120からp型クラッド層150までの各層は、III族窒化物系化合物の一般式である $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_z\text{N}$ ($0 < x < 1, 0 < y < 1, 0 < z < 1, 0 < x+y+z < 1$)と表現される化合物のうち選択された何れか一つの化合物に基づいて形成され、n型クラッド層130及びp型クラッド層150は、当該ドーパントが添加される。

40

【0046】

また、活性層140は、単層またはMQW層など公知の多様な方式で構成されうる。

【0047】

一例としてGaN化合物を適用する場合、バッファ層120はGaNより形成され、n型クラッド層130はGaNにn型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Teなどが添加されて形成され、活性層はInGaN/GaN MQWまたはAlGaN/GaN MQ

50

Wより形成され、p型クラッド層150はGa₂NにP型ドーパントとしてMg、Zn、Ca、Sr、Baなどが添加されて形成される。

【0048】

n型クラッド層130とn型電極パッド190間にはn型オーミックコンタクト層(図示せず)が介在し、n型オーミックコンタクト層はTiとAlとが順次に積層された層構造など公知の多様な構造が適用されうる。

【0049】

p型電極パッド180は、Ni/AuまたはAg/Auが順次に積層された層構造が適用されうる。

【0050】

各層の形成方法は、電子ビーム蒸着器、PVD(Physical Vapor Deposition)、CVD(Chemical Vapor Deposition)、PLD(Plasma Laser Deposition)、二重型の熱蒸着器スパッタリングによって形成される。

【0051】

オーミックコンタクト層230は、p型電極構造体として適用されたものであって、p型伝導性透明酸化物薄膜電極となるように酸化物にp型ドーパントが添加されて形成される。

【0052】

望ましくは、オーミックコンタクト層230に適用される酸化物は元素周期率表上の2族元素(旧来の名称は2A族元素、以下カッコ内は同様とする)のなかから選択された何れか一つの元素を含んで形成された第1二元系酸化物が適用される。ここで、2族元素はBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びRaである。

【0053】

本発明のさらに他の側面によれば、オーミックコンタクト層230に適用される酸化物は、12族元素(2B族元素)のなかから選択された何れか一つの元素を含んで形成された第2二元系酸化物が適用される。ここで、12族元素はZn、Cd、及びHgである。

【0054】

本発明の他の側面によれば、オーミックコンタクト層230に適用される酸化物は、前記2族元素のなかから選択された何れか一つの元素と前記12族元素のなかから選択された何れか一つの元素とを含んで形成された第1三元系酸化物が適用される。

【0055】

本発明のさらに他の側面によれば、オーミックコンタクト層230に適用される酸化物は、16族元素(6B族元素)のなかから選択された何れか一つの元素と前記12族元素のなかから選択された何れか一つの元素とを含んで形成された第2三元系酸化物が適用される。ここで、16族元素はO、S、Se、Te、及びPoであるが、前記第2三元系酸化物には16族元素のうちS、Se、Te、及びPoが適用されうる(なお、これらは全て酸化物であるため、O(酸素)は当然含有されている)。

【0056】

以上のような酸化物の例としては、BeO、CaO、SrO、BaO、MgO、CdO、ZnO、Mg_{1-x}Zn_xO、Be_{1-x}Zn_xO、Zn_{1-x}Ba_xO、Zn_{1-x}Ca_xO、Zn_{1-x}Cd_xO、Zn_{1-x}Se_xO、Zn_{1-x}S_xO、及びZn_{1-x}Te_xOなどがある。

【0057】

また、オーミックコンタクト層230に適用されるp型ドーパントは、元素周期率表上の1族(1A族)、11族(1B族)、5族(5A族)、15族(5B族)元素を含む第1ドーパント群に属する元素のうち少なくとも一つ以上が適用される。

【0058】

すなわち、オーミックコンタクト層230に適用されるp型ドーパントは、Li、Na、K、Rb、Cs、Cu、Ag、Au、V、Nb、Ta、N、P、As、Sb、及びBi

10

20

30

40

50

よりなる第1ドーパント群から選択された少なくとも何れか一つが適用されうる。

【0059】

望ましくは、オーミックコンタクト層230の酸化物として酸化亜鉛(ZnO)が適用される場合、p型ドーパントとしてAsは除外される。

【0060】

また、望ましくは、前記オーミックコンタクト層は、マグネシウム亜鉛酸化物とベリリウム亜鉛酸化物のうち何れか一つより形成される場合、前記第1ドーパント群はAsをさらに含む。

【0061】

本発明のさらに他の側面によれば、オーミックコンタクト層230に適用される酸化物は、インジウム酸化物(In_2O_3)が適用され、インジウム酸化物に適用されるp型ドーパントは、9族(1B族)元素及び12族元素であるCu、Ag、Au、Zn、Cd、及びHgよりなる第2ドーパント群から選択された少なくとも一つの元素が適用される。

【0062】

このように形成されたオーミックコンタクト層230は、オーミックコンタクト層230のp型キャリア(ホール濃度： $10^{15} \sim 10^{20} / \text{cm}^3$ 、ホール移動度： $0.01 \sim 50$)によって、p型クラッド層150の表面の実効p型キャリア濃度が上昇してトンネリング伝導現象を誘発し、一定のホール注入を通じた高品位オーミック接触を形成する。

【0063】

望ましくは、オーミックコンタクト層230をp型伝導性透明酸化物より形成するために添加されるp型ドーパントの添加比は、 0.001 ないし 40 質量%の範囲内で適用される。ここで、質量%は、添加される元素相互間の質量比率である。

【0064】

さらに望ましくは、オーミックコンタクト層230の厚さは、 1 nm ないし 1000 nm ほどに形成される。

【0065】

オーミックコンタクト層230は、電子ビーム蒸着器、熱蒸着器、スパッタリング蒸着器、レーザ蒸着器のうち何れか一つで形成することが望ましい。

【0066】

また、オーミックコンタクト層230を形成するために適用される蒸着温度は、 20 ないし 1500 範囲内で、蒸着器内の圧力は、大気圧ないし $133.322 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ (10^{-12} torr)ほどで行われる。

【0067】

また、オーミックコンタクト層230を形成した後には熱処理過程を経ることが望ましい。

【0068】

熱処理は、反応器内の温度を 100 ないし 800 で、真空またはガス雰囲気中で 10 秒ないし3時間ほど行われる。

【0069】

熱処理時に反応器内に投入されるガスは、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何れか一つである。

【0070】

図2は、本発明の第2実施例によるp型電極構造体が適用された発光素子を示す断面図である。

【0071】

図面を参照すれば、発光素子は、オーミックコンタクト層230とp型クラッド層150間に挿入層220がさらに形成されている。

【0072】

p型電極構造体は、挿入層220及びオーミックコンタクト層230を含む。

10

20

30

40

50

【0073】

望ましくは、挿入層220は、蒸着後熱処理時にさらに他の伝導性透明酸化物を形成でき、ガリウム関連化合物であるガリウム化合物を容易に形成してp型クラッド層150の表面の有効キャリア（ホール）濃度を上昇させうる物質より形成する。

【0074】

このような条件を満足させるために、前記挿入層220は、Ni、Ni_xO_y、Au、Pt、Pd、Mg、Cu、Cu_xO_y、Zn、Ag、Sc、Co、Co_xO_y、Rh、Li、Be、Ca、Ru、Re、Ti、Ta、Na、及びLaよりなる群から選択された少なくとも何れか一つより形成される。

【0075】

このような挿入層220は、オーミックコンタクト層230及びp型クラッド層150のキャリア濃度調節だけでなく、熱処理時に他の伝導性透明酸化物の形成及びガリウム関連化合物であるガリウム化合物を形成できて、さらに優秀なp型クラッド層150とのオーミック接触に有効に作用することができる。

【0076】

挿入層220は、1nmないし5nmの厚さに形成することが望ましい。

【0077】

図3は、本発明の第3実施例によるp型電極構造体が適用された発光素子を示す断面図である。

【0078】

図面を参照すれば、発光素子は、オーミックコンタクト層230上に反射層240を有する。

【0079】

ここで、p型電極構造体は、オーミックコンタクト層230と反射層240とを含む。

【0080】

反射層240は、フリップチップ構造の発光素子を具現するために適用されたものであって、Ag、Al、Zn、Mg、Ru、Ti、Rh、Cr、及びPtよりなる群から選択された少なくとも何れか一つを含んで形成することが望ましい。

【0081】

また、前記反射層240は、100nmないし2000nmの厚さに形成する。

【0082】

この反射層240は、図2に示した発光素子の構造にもさらに適用することができる。これを第4実施例として図4に示す。なお、第4実施例としてのその他の構成は、前述した第2実施例と同様である。

【0083】

図5は、本発明の第5実施例によるp型電極構造体が適用された発光素子を示す断面図である。

【0084】

図面を参照すれば、発光素子は、p型クラッド層150上にオーミックコンタクト層230、反射層240及びキャッピング層250が順次に積層された構造になっている。

【0085】

ここで、p型電極構造体は、オーミックコンタクト層230、反射層240及びキャッピング層250を含む。

【0086】

キャッピング層250は、フリップチップ発光素子の構造で反射層240のp型電極パッド180との接着性を高め、反射層240の酸化を抑制させて耐久性を高めるように適用されたものである。

【0087】

前記キャッピング層250は、Ni、Pt、Pd、Zn、及びTiNよりなる群から選択された少なくとも何れか一つより形成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

キャッピング層 2 5 0 は、1 0 0 n m ないし 2 0 0 0 n m の厚さに形成することが望ましい。

【 0 0 8 9 】

キャッピング層 2 5 0 は、図 4 の構造の発光素子に追加されうることはもとより、その例が図 6 に示されている。

【 0 0 9 0 】

すなわち、図 6 を参照すれば、発光素子は p 型クラッド層 1 5 0 上に挿入層 2 2 0、オーミックコンタクト層 2 3 0、反射層 2 4 0、及びキャッピング層 2 5 0 が順次に積層される構造になっている。

10

【 0 0 9 1 】

ここで、p 型電極構造体は、挿入層 2 2 0、オーミックコンタクト層 2 3 0、反射層 2 4 0、及びキャッピング層 2 5 0 よりなる。

【 0 0 9 2 】

一方、図 2 ないし図 6 を通じて説明された発光素子は、基板 1 1 0 上に p 型クラッド層 1 5 0 まで積層された発光構造体に、前記蒸着方法で当該 p 型電極構造体を蒸着して形成した後に熱処理過程を経て製造すればよい。熱処理過程を経れば、熱処理過程以前より電流 - 電圧特性が向上する。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 3 】

本発明は窒化物系発光素子及びその製造方法に係り、LED または LD のような発光素子に適用可能である。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 4 】

【 図 1 】本発明の第 1 実施例による p 型電極構造体が適用された発光素子の断面図である。

【 図 2 】本発明の第 2 実施例に p 型電極構造体が適用された発光素子の断面図である。

【 図 3 】本発明の第 3 実施例による p 型電極構造体が適用された発光素子の断面図である。

【 図 4 】本発明の第 4 実施例による p 型電極構造体が適用された発光素子の断面図である。

30

【 図 5 】本発明の第 5 実施例による p 型電極構造体が適用された発光素子の断面図である。

【 図 6 】本発明の第 6 実施例による p 型電極構造体が適用された発光素子の断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 5 】

1 1 0 ... 基板、

1 2 0 ... バッファ層、

1 3 0 ... n 型クラッド層、

1 4 0 ... 活性層、

1 5 0 ... p 型クラッド層、

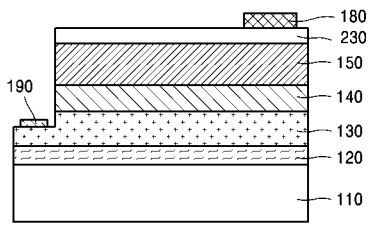
1 8 0 ... p 型電極パッド、

1 9 0 ... n 型電極パッド、

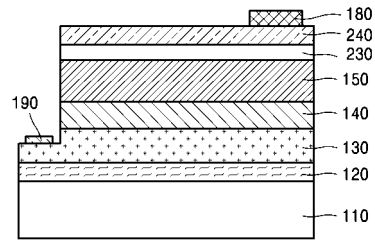
2 3 0 ... オーミックコンタクト層。

40

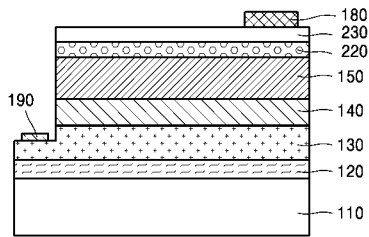
【 図 1 】



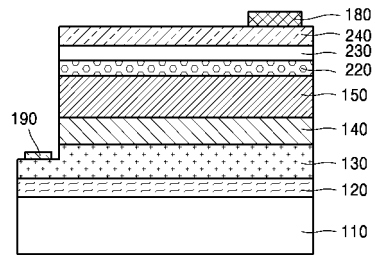
【 図 3 】



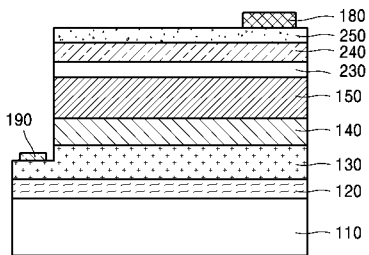
【 図 2 】



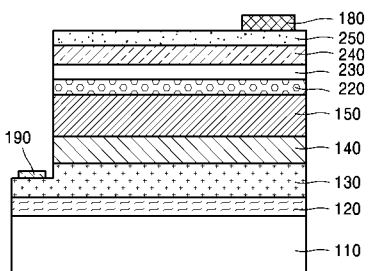
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 成 泰 連

大韓民国光州廣域市北區五龍洞 1 番地 光州科學技術院 新素材工學科

(72)発明者 宋 俊 午

大韓民国光州廣域市北區五龍洞 1 番地 光州科學技術院 新素材工學科

(72)発明者 林 東 せき

大韓民国光州廣域市北區五龍洞 1 番地 光州科學技術院 新素材工學科

審査官 吉野 三寛

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 1 6 4 5 7 0 (J P , A)

特開平 0 9 - 1 2 9 9 1 9 (J P , A)