

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】令和2年7月9日(2020.7.9)

【公表番号】特表2016-531442(P2016-531442A)

【公表日】平成28年10月6日(2016.10.6)

【年通号数】公開・登録公報2016-058

【出願番号】特願2016-535482(P2016-535482)

【国際特許分類】

H 01 L 33/04 (2010.01)

H 01 L 33/32 (2010.01)

【F I】

H 01 L 33/04

H 01 L 33/32

【誤訳訂正書】

【提出日】令和2年5月29日(2020.5.29)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光ダイオード(100)のpn接合を共に形成する少なくとも1つのn型ドーピングIn_xnGa(_{1-x}n)N層(102)及びp型ドーピングIn_xpGa(_{1-x}p)N層(104)、並びに前記n型ドーピングIn_xnGa(_{1-x}n)N層(102)及び前記p型ドーピングIn_xpGa(_{1-x}p)N層(104)の間に配される活性領域(105)を含む発光ダイオード(100)であって、

放射再結合が生じることができ、

前記活性領域(105)が、少なくとも

- 発光層を形成し、1モノレイヤから3モノレイヤの間の厚さe_{InN106}を有する第1のInN層(106)、

- 正孔蓄積を形成し、厚さe_{InN108}を有する第2のInN層(108)、

- 前記第1のInN層(106)及び前記第2のInN層(108)の間に配される分離層(110)であって、前記第1のInN層(106)が、前記分離層(110)及び前記n型ドーピングIn_xnGa(_{1-x}n)N層(102)の間に配され、前記分離層(110)が、In_xbGa(_{1-x}b)Nを含み、約3nm以下の厚さを有する、分離層(110)、

- 前記n型ドーピングIn_xnGa(_{1-x}n)N層(102)及び前記第1のInN層(106)の間に配されるIn_x1Ga(_{1-x}1)N層(112)、

- 前記p型ドーピングIn_xpGa(_{1-x}p)N層(104)及び前記第2のInN層(108)の間に配されるIn_x2Ga(_{1-x}2)N層(114)、

を含み、

前記インジウムの組成X_n、X_p、X₁及びX₂が、0から0.25の間であり、前記インジウムの組成X_bが0.05以上、0.25以下であり、前記厚さe_{InN106}及び前記厚さe_{InN108}がe_{InN106} < e_{InN108}である、発光ダイオード(100)。

【請求項2】

前記厚さe_{InN108}が、1モノレイヤから3モノレイヤの間である、請求項1に記

載の発光ダイオード(100)。

【請求項3】

前記第1のInN層(106)及び前記第2のInN層(108)の1つ又は各々が、2モノレイヤから3モノレイヤの厚さを有するとき、前記インジウムの組成Xbが、約0.15以上であり、又は、前記インジウムの組成Xbが約0.15未満であるとき、前記第1のInN層(106)及び前記第2のInN層(108)の前記1つ又は各々の厚さが、2モノレイヤ以下である、請求項2に記載の発光ダイオード(100)。

【請求項4】

前記インジウムの組成X1及びX2が、X1>X2であり、又は、前記インジウムの組成Xn、Xp、Xb、X1及びX2が、Xn<X1<X2<Xp、若しくは、Xn=Xp=0及び/又はX1=Xb=X2である、請求項1から3の何れか一項に記載の発光ダイオード(100)。

【請求項5】

前記n型ドーピングIn_xnGa(_{1-x}n)N層(102)の厚さ及び/又は前記p型ドーピングIn_xpGa(_{1-x}p)N層(104)の厚さが、約20nmから10μmであり、及び/又は、前記In_x1Ga(_{1-x}1)N層(112)の厚さ及び/又は前記In_x2Ga(_{1-x}2)N層(114)の厚さが、約1nmから200nmの間である、請求項1から4の何れか一項に記載の発光ダイオード(100)。

【請求項6】

前記n型ドーピングIn_xnGa(_{1-x}n)N層(102)上に形成される第1の金属電極(101)及び前記p型ドーピングIn_xpGa(_{1-x}p)N層(104)上に形成される第2の金属電極(103)をさらに含む、請求項1から5の何れか一項に記載の発光ダイオード(100)。

【請求項7】

前記活性領域(105)が、前記第1のInN層(106)及び前記第2のInN層(108)に加えて、少なくとも1つの追加のInN層を含み、前記追加のInN層が、InGaN又はGaNを含み、約3nm以下の厚さを有する追加の分離層によって前記第1のInN層(106)及び前記第2のInN層(108)から分離される、請求項1から6の何れか一項に記載の発光ダイオード(100)。

【請求項8】

前記活性領域(105)に加えて、前記n型ドーピングIn_xnGa(_{1-x}n)N層(102)及び前記p型ドーピングIn_xpGa(_{1-x}p)N層(104)の間に配され、放射再結合が生じることができる追加の活性領域を含む、請求項1から7の何れか一項に記載の発光ダイオード(100)。

【請求項9】

前記n型ドーピングIn_xnGa(_{1-x}n)N層(102)及び前記活性領域(105)の間に、n型ドーピングInGaNBッファ層(110)をさらに含み、前記バッファ層(110)のn型ドーピングInGaNが、前記p型ドーピングIn_xpGa(_{1-x}p)Nのバンドギャップエネルギーの約97%以下のバンドギャップエネルギーを有する、請求項1から8の何れか一項に記載の発光ダイオード(100)。

【請求項10】

前記発光ダイオード(100)の層が、互いの上に成長することによって作られた平坦な層であり、又は、前記発光ダイオード(100)の層が、半径方向又は軸方向のナノワイヤとして成長することによって作られた、請求項1から9の何れか一項に記載の発光ダイオード(100)の製造方法。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0004

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0004】

量子井戸内の転位を低減するために、非特許文献2には、多重量子井戸のLEDが開示されており、これらの量子井戸の各々は、その厚さが1モノレイヤ又は2モノレイヤに等しいInN層によって形成され、各々のInN層は、約15nmの厚さを有する2つのGaN障壁層の間に配される。図1は、2モノレイヤの厚さに等しい厚さを有するInN層によって形成され、各々が約10nmの厚さを有する2つのGaN障壁層の間に配される量子井戸を含むLEDにおいて得られる、対数目盛上の放射再結合率(/ cm³ · s)を示す。しかし、この図において、InN層における放射再結合率が、LEDのn側に位置するGaN障壁層におけるものと同程度であり、InN層における非常に低い密度の状態のために、比較的低い(10⁻² 再結合 · cm⁻³ · s⁻¹ 程度)ことが見られる。さらに、このような量子井戸に関して、緑色に対応する波長範囲における発光を有することが困難である。

【誤訳訂正3】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0006

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0006】

図2は、2モノレイヤの厚さに等しい厚さを有するInN層によって形成され、各々が約10nmの厚さを有する2つのIn_{0.2}Ga_{0.8}N障壁層の間に配される量子井戸において得られる、対数目盛上の放射再結合率(/ cm³ · s)を示す。しかし、その放射再結合率が図1に示される量子井戸に関しては、InN層における放射再結合率はまた、LEDのn側に位置するInGaN障壁層におけるものと同程度であり、InN層における非常に低い密度の状態のために、比較的低い(10⁻² 再結合 · cm⁻³ · s⁻¹ 程度)。

【誤訳訂正4】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0014

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0014】

前記厚さe_{InN106}及び前記厚さe_{InN108}が、1モノレイヤから3モノレイヤの間であり、有利には、1モノレイヤから2モノレイヤの間である。

【誤訳訂正5】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0015

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0015】

前記第1のInN層及び前記第2のInN層の1つ又は各々が、2モノレイヤから3モノレイヤの厚さを有するとき、前記インジウムの組成Xbが、約0.15以上であり得る。前記インジウムの組成Xbが約0.15未満であるとき、前記第1のInN層及び前記第2のInN層の前記1つ又は各々の厚さが、2モノレイヤ以下であり得る。

【誤訳訂正6】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0038

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0038】

それぞれe_{InN106}及びe_{InN108}で示されるInN層106及び108の厚

さ（図3において示される軸Zに沿った寸法）は、 e_{InN106} e_{InN108} である。これらの厚さ e_{InN106} 及び e_{InN108} の各々は、1モノレイヤから3モノレイヤの間であり（InNの1モノレイヤが、約0.25nmの厚さに対応する）、好ましくは、1モノレイヤから2モノレイヤである。しかしながら、両方の厚さ e_{InN106} 及び e_{InN108} の1つ又は各々が、2モノレイヤから3モノレイヤの間であるとき、例えば、 $X_b < 0.15$ を有することが可能である。補足的方法において、 $X_b < 0.15$ であるとき、これらの層の1つ又は各々の厚さは、好ましくは、約2モノレイヤ以下であるように選択される。

【誤訳訂正7】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0041

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0041】

n型ドーピング層102は、約500nmの厚さを有し、約 3×10^{18} ドナー/cm³のドナー濃度を有するGaN-nを含む。p型ドーピング層104は、約500nmの厚さを有し、約 2×10^{19} アクセプタ/cm³のアクセプタ濃度を有するGaN-pを含む。これらの層112及び114の各々は、約5nmの厚さを有し、非意図的にドーピングされた、約 10^{17} cm⁻³の残留ドナー濃度n_{nid}を有するGaN(GaN-nid)を含む。InN層106及び108の各々は、約2モノレイヤの厚さを有し、InN-nidを含む。最後に、分離層110は、約1nmの厚さを有し、In_{0.2}Ga_{0.8}N-nidを含む。

【誤訳訂正8】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0046

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0046】

n型ドーピング層102は、約500nmの厚さを有し、約 3×10^{18} ドナー/cm³のドナー濃度を有するGaN-nを含む。p型ドーピング層104は、約500nmの厚さを有し、約 2×10^{19} アクセプタ/cm³のアクセプタ濃度を有するGaN-pを含む。これらの層112及び114の各々は、約2nmの厚さを有し、約 10^{17} cm⁻³の残留ドナー濃度n_{nid}を有する、非意図的にドーピングされたIn_{0.2}Ga_{0.8}N(In_{0.2}Ga_{0.8}N-nid)を含む。2つのInN層106及び108の両方は、InN-nidを含む。しかしながら、例示的なこの第2の実施形態において、両方のInN層106及び108は、異なる厚さを有する。そのため、n型ドーピング層102の側部に位置する第1のInN層106は、約1モノレイヤの厚さを有し、p型ドーピング層104の側部に位置する第2のInN層108は、約3モノレイヤの厚さを有する。最後に、分離層110は、約2nmの厚さを有し、In_{0.2}Ga_{0.8}N-nidを含む。例示的な第2の実施形態によるLED100において得られる放射再結合レートは、図6に示される。

【誤訳訂正9】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0057

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0057】

初めに、約2μmの厚さを有する第1のGaN層の成長は、例えば、約1000°Cの温度でMOCVD(Metal Organic Chemical Vapour Deposition)によってサファイア基板上で行われる。この成長は、約500nmの

厚さを有する、 3×10^{18} ドナー / cm^3 でシリコンがドーピングされた n - GaN 層 102 を形成することによって完成される。次いで、この温度は、約 830 まで低下し、約 10 nm の非意図的にドーピングされた In_{0.05}Ga_{0.95}N を成長させ、層 112 を形成する。次いで、この温度は、約 600 まで低下し、非意図的にドーピングされた InN の 3 モノレイヤを成長させ、第 1 の InN 層 106 を形成する。この温度は、約 720 まで上昇し、1 nm の非意図的にドーピングされた In_{0.2}Ga_{0.8}N を成長させ、分離層 110 を形成する。この温度は、約 600 まで再び低下し、非意図的にドーピングされた InN の 2 モノレイヤを成長させ、第 2 の InN 層 108 を形成する。この温度は、約 750 まで再び上昇し、約 10 nm の非意図的にドーピングされた In_{0.12}Ga_{0.88}N を成長させ、層 114 を形成する。この温度は、約 730 まで低下し、500 nm のマグネシウムドーピングされた In_{0.18}Ga_{0.82}N を成長させ、層 104 を形成する。次いで、第 2 の金属電極 103 は、p 型ドーピング層 104 に Ni / Au 層として作られ、第 1 の金属電極 101 は、最後に、n 型ドーピング層 102 に Ti / Au 層として作られる (n 型ドーピング層 102 が約 2 μm の厚さを有する第 1 の GaN 層から固定されない後に)。

【誤訳訂正 10】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0062

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0062】

約 3×10^{18} ドナー / cm^3 のドナー濃度を有するシリコンドーピングされた GaN ナノワイヤは、サファイア基板上に、例えば MOCVD によって約 1050 の温度で成長し、また、ナノワイヤ間にシリコンドーピングされた GaN 層を形成することによって作られ、この組立体は、第 1 の n 型ドーピング層 102 に対応する。次いで、この温度は、約 830 まで低下し、約 50 nm の厚さの非意図的にドーピングされた In_{0.05}Ga_{0.95}N のシェルを成長させ、層 112 を形成する。次いで、この温度は、約 600 まで低下し、非意図的にドーピングされた InN の約 3 モノレイヤに等しい厚さを有するシェルを成長させ、第 1 の InN 層 106 を形成する。この温度は、約 720 まで増加し、約 1 nm の厚さの非意図的にドーピングされた In_{0.2}Ga_{0.8}N のシェルを成長させ、分離層 110 を形成する。この温度は、約 600 まで再び低下し、非意図的にドーピングされた InN の約 2 モノレイヤの厚さを有するシェルを成長させ、第 2 の InN 層 108 を形成する。この温度は、約 750 まで再び増加し、約 10 nm の厚さの非意図的にドーピングされた In_{0.12}Ga_{0.88}N を有するシェルを成長させ、層 114 を形成する。活性領域 105 は、ここで、互いの上にシェルのスタックを形成する。この温度は、約 720 まで低下し、約 500 nm の厚さのマグネシウムドーピング In_{0.18}Ga_{0.82}N を有するシェルを成長させ、p 型ドーピング層 104 を形成する。第 2 の金属電極 103 は、次いで、Mg ドーピング In_{0.18}Ga_{0.82}N シェル上に Ni / Au として作られ、第 1 の金属電極 101 は、次いで、GaN ナノワイヤ (前述の Si - n 型ドーピング層 102) の間に位置する Si ドーピングされた GaN 層上に Ti / Au 層として作られる。金属電極 101 を堆積する前に、ワイヤ間に堆積された Ni / Au 電極 103 は、ニッケル用にフッ素化反応イオンエッチングによってエッチングされ、金用に KI 化学エッチングによってエッチングされる。この実施形態によれば、n 型ドーピングされた GaN の連続的な 2D 層によって接続された n 型ドーピングされたナノワイヤが得られる。この場合、電極は、ナノワイヤの p 型外部シェルに接触し、電極は、ナノワイヤ間の n 型 GaN 層に接触する。