

【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 0 1 L 33/04 (2010.01)

H 0 1 L 33/32 (2010.01)

【F I】

H 0 1 L 33/04

H 0 1 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 p n 接合を共に形成する少なくとも 1 つの n 型ドーピング $In_{x_n}Ga_{(1-x_n)}N$ 層 (102) 及び p 型ドーピング $In_{x_p}Ga_{(1-x_p)}N$ 層 (104)、並びに前記 n 型ドーピング $In_{x_n}Ga_{(1-x_n)}N$ 層 (102) 及び前記 p 型ドーピング $In_{x_p}Ga_{(1-x_p)}N$ 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 $In_{x_n}Ga_{(1-x_n)}N$ 層 (102) の間に配され、前記分離層 (110) が、 $In_{x_b}Ga_{(1-x_b)}N$ を含み、約 3 nm 以下の厚さを有する、分離層 (110)、

- 前記 n 型ドーピング $In_{x_n}Ga_{(1-x_n)}N$ 層 (102) 及び前記第 1 の InN 層 (106) の間に配される $In_{x_1}Ga_{(1-x_1)}N$ 層 (112)、

- 前記 p 型ドーピング $In_{x_p}Ga_{(1-x_p)}N$ 層 (104) 及び前記第 2 の InN 層 (108) の間に配される $In_{x_2}Ga_{(1-x_2)}N$ 層 (114)、

を含み、

前記インジウムの組成 x_n 、 x_p 、 x_1 及び x_2 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 X_b が、約 ０．１５以上であり、又は、前記インジウムの組成 X_b 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 X_1 及び X_2 が、 $X_1 = X_2$ であり、又は、前記インジウムの組成 X_n 、 X_p 、 X_b 、 X_1 及び X_2 が、 $X_n < X_1 < X_2 < X_p$ 、若しくは、 $X_n = X_p = 0$ 及び / 又は $X_1 = X_b = X_2$ 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 $\text{In}_{x_n}\text{Ga}_{(1-x_n)}\text{N}$ 層（１０２）の厚さ及び / 又は前記 p 型ドーピング $\text{In}_{x_p}\text{Ga}_{(1-x_p)}\text{N}$ 層（１０４）の厚さが、約 ２０ nm から １０ μm であり、及び / 又は、前記 $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{(1-x_1)}\text{N}$ 層（１１２）の厚さ及び / 又は前記 $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{(1-x_2)}\text{N}$ 層（１１４）の厚さが、約 １ nm から ２００ nm 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 $\text{In}_{x_n}\text{Ga}_{(1-x_n)}\text{N}$ 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 $\text{In}_{x_p}\text{Ga}_{(1-x_p)}\text{N}$ 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 ３ nm 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 $\text{In}_{x_n}\text{Ga}_{(1-x_n)}\text{N}$ 層（１０２）及び前記 p 型ドーピング $\text{In}_{x_p}\text{Ga}_{(1-x_p)}\text{N}$ 層（１０４）の間に配され、放射再結合が生じることが出来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 $\text{In}_{x_n}\text{Ga}_{(1-x_n)}\text{N}$ 層（１０２）及び前記活性領域（１０５）の間に、 n 型ドーピング InGaN バッファ層（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 $\text{In}_{x_p}\text{Ga}_{(1-x_p)}\text{N}$ 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】

【 0 0 0 4 】

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 L E D 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 I n N 層によって形成され、各々の I n N 層は、約 1 5 n m の厚さを有する 2 つの G a N 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 I n N 層によって形成され、各々が約 1 0 n m の厚さを有する 2 つの G a N 障壁層の間に配される量子井戸を含む L E D において得られる、対数目盛上の放射再結合レート (/ c m ³ ・ s) を示す。しかし、この図において、I n N 層における放射再結合レートが、L E D の n 側に位置する G a N 障壁層におけるものと同程度であり、I n N 層における非常に低い密度の状態のために、比較的低い (1 0 ^{2 1} 再結合 ・ c m ^{- 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】0 0 0 6

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【 0 0 0 6 】

図 2 は、2 モノレイヤ の厚さに等しい厚さを有する I n N 層によって形成され、各々が約 1 0 n m の厚さを有する 2 つの I n _{0 . 2} G a _{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レート (/ c m ³ ・ s) を示す。しかし、その放射再結合レートが図 1 に示される量子井戸に関しては、I n N 層における放射再結合レートはまた、L E D の n 側に位置する I n G a N 障壁層におけるものと同程度であり、I n N 層における非常に低い密度の状態のために、比較的低い (1 0 ^{2 1} 再結合 ・ c m ^{- 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】0 0 1 4

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【 0 0 1 4 】

前記厚さ $e_{I n N 1 0 6}$ 及び前記厚さ $e_{I n N 1 0 8}$ 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】0 0 1 5

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【 0 0 1 5 】

前記第 1 の I n N 層及び前記第 2 の I n N 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 X b が、約 0 . 1 5 以上であり得る。前記インジウムの組成 X b が約 0 . 1 5 未満であるとき、前記第 1 の I n N 層及び前記第 2 の I n N 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】0 0 3 8

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【 0 0 3 8 】

それぞれ $e_{I n N 1 0 6}$ 及び $e_{I n N 1 0 8}$ で示される I n N 層 1 0 6 及び 1 0 8 の厚

さ（図3において示される軸Zに沿った寸法）は、 $e_{\text{InN}106}$ $e_{\text{InN}108}$ である。これらの厚さ $e_{\text{InN}106}$ 及び $e_{\text{InN}108}$ 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 $e_{\text{InN}106}$ 及び $e_{\text{InN}108}$ 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、 $Xb < 0.15$ を有することが可能である。補足的方法において、 $Xb < 0.15$ 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Ga_{0.8}N_{0.2}-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Ga_{0.8}N_{0.2}-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Ga_{0.8}N_{0.2}（Ga_{0.8}N_{0.2}- n_{id} ）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- n_{id} 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- n_{id} 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Ga_{0.8}N_{0.2}-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Ga_{0.8}N_{0.2}-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- n_{id} ）を含む。2つのInN層106及び108の両方は、InN- n_{id} 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- n_{id} 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Ga_{0.8}N層の成長は、例えば、約1000の温度でMOCVD（Metal Organic Chemical Vapour Deposition）によってサファイア基板で行われる。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 °C まで低下し、約 10 nm の非意図的にドーピングされた $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ を成長させ、層 112 を形成する。次いで、この温度は、約 600 °C 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 °C まで上昇し、1 nm の非意図的にドーピングされた $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ を成長させ、分離層 110 を形成する。この温度は、約 600 °C 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 °C まで再び上昇し、約 10 nm の非意図的にドーピングされた $\text{In}_{0.12}\text{Ga}_{0.88}\text{N}$ を成長させ、層 114 を形成する。この温度は、約 730 °C まで低下し、500 nm のマグネシウムドーピングされた $\text{In}_{0.18}\text{Ga}_{0.82}\text{N}$ 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 °C 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 °C 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 $\text{In}_{0.05}\text{Ga}_{0.95}\text{N}$ 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 °C 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 °C 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 $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 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 °C 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 °C 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 $\text{In}_{0.12}\text{Ga}_{0.88}\text{N}$ 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 °C まで低下し、約 500 nm の厚さのマグネシウムドーピング $\text{In}_{0.18}\text{Ga}_{0.82}\text{N}$ 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 $\text{In}_{0.18}\text{Ga}_{0.82}\text{N}$ 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。