

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6925107号
(P6925107)

(45) 発行日 令和3年8月25日 (2021.8.25)

(24) 登録日 令和3年8月5日 (2021.8.5)

(51) Int. Cl. F I
 H O 1 L 33/08 (2010.01) H O 1 L 33/08
 H O 1 L 33/30 (2010.01) H O 1 L 33/30

請求項の数 10 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-143919 (P2016-143919)	(73) 特許権者	598061302
(22) 出願日	平成28年7月22日 (2016.7.22)		晶元光電股▲ふん▼有限公司
(65) 公開番号	特開2017-28287 (P2017-28287A)		Epistar Corporation
(43) 公開日	平成29年2月2日 (2017.2.2)		台湾新竹科学工业园区新竹市東區力行路2
審査請求日	令和1年7月11日 (2019.7.11)		1 號
(31) 優先権主張番号	14/808,295		21, Li-hsin Rd., Science-based Industrial Park, Hsinchu 300, TAIWAN
(32) 優先日	平成27年7月24日 (2015.7.24)	(74) 代理人	100107766
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光素子であって、
 キャリア；

前記キャリア上に位置し、且つ第一半導体層、第二半導体層、及び前記第一半導体層と前記第二半導体層との間にある第一活性層を含む第一半導体構造；

前記キャリアと前記第一半導体構造との間に位置し、且つ第二活性層を含む第二半導体構造；

前記第一半導体構造と前記第二半導体構造との間に位置し、且つ前記第二半導体層と同じ導電性を有する反射層；及び

前記第一半導体構造と前記第二半導体構造との間に位置するトンネル接合を含み、

前記トンネル接合は、導電性が相反する第一ドーパント層及び第二ドーパント層からなり、

前記第一ドーパント層又は前記第二ドーパント層の添加濃度は、前記第一半導体層、前記第二半導体層及び前記第一活性層のうちのいずれか1つの添加濃度よりも高く、

操作時に、前記第一活性層は第一主波長を有する第一光線を発し、且つ前記第二活性層は発光しない、発光素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の発光素子であって、

前記第一ドーパント層又は前記第二ドーパント層の添加濃度は、前記第一半導体層、前

記第二半導体層及び前記第一活性層のうちのいずれか 1 つの添加濃度よりも 1 桁 (1 オーダー (order)) 以上高い、発光素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の発光素子であって、

前記第二半導体構造は第三半導体層及び第四半導体層を含み、前記第二活性層は前記第三半導体層と前記第四半導体層との間に位置し、前記第二半導体層は前記第一半導体層よりも前記第二活性層に接近しており、前記第三半導体層は前記第四半導体層よりも前記第一活性層に接近しており、前記第二半導体層及び前記第三半導体層は異なる導電性を有する、発光素子。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のうちの任意の 1 項に記載の発光素子であって、

前記第一半導体構造に位置する第一頂部電極と、前記キャリアの下に位置する底部電極と、前記第二半導体構造に位置する第二頂部電極と、を更に含む、発光素子。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のうちの任意の 1 項に記載の発光素子であって、

前記操作時に、電流が前記第二半導体構造を通過する、発光素子。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のうちの任意の 1 項に記載の発光素子であって、

前記第一半導体構造と前記第二半導体構造との間に位置するエッチングストップ層を更に含む、発光素子。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のうちの任意の 1 項に記載の発光素子であって、

前記第一活性層は $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{(1-x-y)}\text{As}$ を含み、 $0 < x$ 且つ $y < 1$ であり、前記第二活性層は $\text{In}_a\text{Ga}_b\text{Al}_{(1-a-b)}\text{P}$ を含み、 $0 < a$ 且つ $b < 1$ である、発光素子。

【請求項 8】

発光素子であって、

キャリア；

前記キャリア上に位置する第一活性層；

前記キャリアと前記第一活性層との間に位置する第二活性層；

前記第一活性層と前記第二活性層との間に位置する反射層；

前記反射層と前記第二活性層との間に位置し、且つ側表面を有する半導体層；

前記半導体層に位置する接触電極；及び

前記接触電極に接続され、前記キャリアに延伸し、且つ前記側表面を直接覆うブリッジ電極を含む、発光素子。

【請求項 9】

請求項 1 又は 8 に記載の発光素子であって、

前記反射層はブラッグ反射 (DBR) 構造を含む、発光素子。

【請求項 10】

請求項 1、8 又は 9 に記載の発光素子であって、

前記キャリアと前記第二活性層との間に位置する接着層を更に含む、発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子に関し、特に、複数の主波長を発し得る発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

LED (Light-Emitting Diode) は、幅広く使用されている固体半導体発光素子である。LED は p 型半導体層、n 型半導体層、及び、p 型半導体層と n 型半導体層との間に位置し且つ光線を発するための活性層を含む。LED は電気エネルギーを光エネルギーに変換することができ、そのワーキング原理は、電子及び正孔を活性層に注入させるように電流を LED に提

10

20

30

40

50

供し、これにより、電子及び正孔が活性層において結合して光線を発するというのである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明の目的は、発光装置及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

発光素子が提供され、前記発光素子は、キャリア；及び、キャリア上に位置し、第一半導体構造及び第二半導体構造を有する第一発光ユニットを含み、そのうち、第二半導体構造は、第一半導体構造よりもキャリアに接近し、第一半導体構造は、操作時に第一主波長を有する第一光線を発する第一多重量子井戸構造を含み、第二半導体構造は、操作時に光線を発しない第二多重量子井戸構造を含む。

10

【0005】

また、発光素子の製造方法が提供され、前記製造方法は、成長基板を提供し；成長基板上に第一多重量子井戸構造を含む第一半導体スタック層を成長させ；第一半導体スタック層上に第二多重量子井戸構造を含む第二半導体スタック層を成長させ；キャリアを提供し；第二半導体スタック層をキャリアに結合し、そのうち、キャリアは第一領域及び第一領域に隣接する第二領域を含み；キャリア上の第二領域における第一半導体スタック層を除去して、第二半導体スタック層を露出し、また、キャリア上の第一領域における第一半導体スタック層を保留し（残し）；一部の第二半導体スタック層を除去して溝を形成し、これにより、第二半導体スタック層を2つの別々の部分に分け；キャリア上の第一領域における第一半導体スタック層上に第一頂部電極を形成し；及び、キャリア上の第二領域における第二半導体スタック層上に第二頂部電極を形成し、そのうち、キャリアは、第一頂部電極及び第二頂部電極の両方に電気接続されることを含む。

20

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1A】本発明の一実施例における発光素子の製造方法を示す図である。

【図1B】本発明の一実施例における発光素子の製造方法を示す図である。

【図1C】本発明の一実施例における発光素子の製造方法を示す図である。

30

【図1D】本発明の一実施例における発光素子の製造方法を示す図である。

【図2】本発明の第一実施例における発光素子の断面図である。

【図3】本発明の第二実施例における発光素子の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

本発明についての説明をより詳細かつ完全にするよう以下の実施例の記載及び添付した図面を参照する。なお、以下に開示の実施例は本発明の発光素子を例示するためだけのものであり、即ち、本発明は以下の実施例に限定されない。また、本明細書の実施例に記載の構成部品のサイズ、材質、形状、相対配置などは、特段の事情がない限り、本発明の範囲を限定するものではなく、単なる説明だけである。各図面に示す構成部品のサイズ又は位置関係などは、説明を明確にするために大げさに言う場合がある。さらに、以下の説明では、便宜のために、同一又は同性質の構成部品について同一名称や符号を以て示す。

40

【0008】

第1A図～第1D図は本発明の一実施例における発光素子1の製造方法を示す。第1A図に示すように、発光素子1の製造方法は、エピタキシャル方法、例えば、有機金属気相成長法(MOCVD)、分子線エピタキシー法(MBE)、又はハイドライド気相成長法(HVPE)により、成長基板10上に第一半導体スタック層11をエピタキシャル成長させることを含む。成長基板10は、第一半導体スタック層11を成長基板10上にエピタキシャル成長させるよう単結晶面を有する単結晶材料を含み、そのうち、単結晶面は、サファイアC面、サファイアR面、又はサファイアA面を含む。もう一つの例では、成長基板10は、金属酸化物又は半導体材料、

50

例えば、炭化ケイ素(SiC)、ケイ素、酸化亜鉛、ヒ化ガリウム、又は窒化ガリウムを含む。第一半導体スタック層11は、第一導電性を有する第一半導体層111、第一導電性と異なる第二導電性を有する第二半導体層113、及び、第一半導体層111と第二半導体層113との間に形成される第一活性層112を含む。第一活性層112は、シングルヘテロ構造(single heterostructure、SH)、ダブルヘテロ構造(double heterostructure、DH)、又は多層量子井戸構造(multi-quantum well、MQW)を含む。一実施例では、第一半導体層111は、電子を提供するn型半導体層であり、第二半導体層113は、正孔を提供するp型半導体層であり、電子及び正孔は、駆動電流下で第一活性層112において結合して光線を発することができ。もう一つの実施例では、第一半導体層111はp型半導体層であっても良く、また、第二半導体層113はn型半導体層であっても良い。第一活性層112の材料は、紫外線と緑色光との(スペクトルの)間に位置する主波長を有する光線を発し得る $\text{In}_x\text{Gn}_y\text{Al}_{(1-x-y)}\text{N}$ (0 $x, y < 1$)、黄色光と赤色光との(スペクトルの)間に位置する主波長を有する光線を発し得る $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{(1-x-y)}\text{P}$ (0 $x, y < 1$)、又は、赤外線スペクトルに位置する主波長を有する光線を発し得る $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{(1-x-y)}\text{As}$ (0 $x, y < 1$)を含む。

【0009】

続いて、エピタキシャル成長により反射層13を第一半導体スタック層11上に成長させる。反射層13は、ブラッグ反射(DBR)構造及びIII-V族半導体材料を含む。反射層13は、第一半導体スタック層11の第二半導体層113と同じ導電性を有する。続いて、III-V族半導体材料を含むトンネル接合(tunnel junction)14をエピタキシャル成長により第一半導体スタック層11の上に成長させる。このトンネル接合14は、第一導電性を有する第一高濃度ドーパント層、例えば、n型導電性半導体層、及び、第二導電性を有する第二高濃度ドーパント層、例えば、p型導電性半導体層からなるpn接合を含む。高濃度添加のn型導電性半導体層及び高濃度添加のp型導電性半導体層は、第一半導体スタック層11の半導体層の添加濃度よりも少なくとも1オーダー(order)以上高い添加濃度を有する。トンネル接合14を構成する複数の高濃度添加層は、好ましくは、操作時に低抵抗値の導電性接合を提供するように $10^{18} / \text{cm}^3$ よりも高い添加濃度を有する。低抵抗値を有するトンネル接合14は、第一半導体構造11aと、後続プロセスにおいて第一半導体構造11aに形成される他の半導体構造との間の導電性接合とされる。トンネル接合14の一方側は、第二半導体層113又は反射層13に隣接し、第二半導体層113又は反射層13と同じ導電性を有する。トンネル接合14の他方側は、第二半導体層113又は反射層13から離れ、第二半導体層113又は反射層13と相反の導電性を有する。

【0010】

続いて、エッチングストップ層23を第一半導体スタック層11の上にエピタキシャル成長させる。続いて、第二半導体スタック層15をエピタキシャル方法によりエッチングストップ層23上にエピタキシャル成長させ、エピタキシャル方法は、例えば、有機金属気相成長法(MOCVD)、分子線エピタキシー法(MBE)、又はハイドライド気相成長法(HVPE)である。第二半導体スタック層15は、第一導電性を有する第三半導体層151、第一導電性と異なる第二導電性を有する第四半導体層153、及び、第三半導体層151と第四半導体層153との間に形成される第二活性層152を含む。第二活性層152は、シングルヘテロ構造(single heterostructure、SH)、ダブルヘテロ構造(double heterostructure、DH)、又は多層量子井戸構造(multi-quantum well、MQW)を含む。一実施例では、第三半導体層151は、電子を提供するn型半導体層であり、第四半導体層153は、正孔を提供するp型半導体層であり、正孔及び電子は、駆動電流下で第二活性層152において結合して光線を発することができる。もう一つの実施例では、第三半導体層151はp型半導体層であっても良く、また、第四半導体層153はn型半導体層であっても良い。第二活性層152の材料は、紫外線と緑色光との(スペクトルの)間に位置する主波長を有する光線を発し得る $\text{In}_x\text{Gn}_y\text{Al}_{(1-x-y)}\text{N}$ (0 $x, y < 1$)、黄色光と赤色光との(スペクトルの)間に位置する主波長を有する光線を発し得る $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{(1-x-y)}\text{P}$ (0 $x, y < 1$)、又は、赤外線スペクトルに位置する主波長を有する光線を発し得る $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{(1-x-y)}\text{As}$ (0 $x, y < 1$)を含む。

【0011】

10

20

30

40

50

第一半導体スタック層11、反射層13、トンネル接合14、エッチングストップ層23、及び第二半導体スタック層15は、汚染を防ぎ、また、半導体層スタック時のエピタキシャル品質を確保するために、エピタキシャル成長用空洞中で連続して成長基板10上に成長させられる。

【0012】

第1B図に示すように、発光素子1の製造方法はさらに結合ステップを含み、これにより、上述のステップ中の多層構造をキャリア20上にフリップチップ結合させる。結合ステップは、接着層21により、第二半導体スタック層15の第四半導体層153をキャリア20上に結合するプロセス、及び、熱圧プロセスを含み、そのうち、キャリア20は、第一領域、及び、第一領域に隣接する第二領域を含む。結合用の層としての接着層21は、接着材料を含む。キャリア20及び接着層21は、導電材料、例えば、金属又は溶接材料を含む。本実施例の変化例では、キャリア20は、熱伝導材料又は絶縁材料を含む。続いて、第二半導体スタック層15の第四半導体層153をキャリア20に結合させた後に、成長基板10を除去する。

10

【0013】

第1C図に示すように、発光素子1の製造方法はさらに、リソグラフィプロセスによりパターン化マスク(図示せず)を第一半導体スタック層11上に形成し、及び、化学ウエットエッチング又はドライエッチングによりキャリア20の第二領域上の第一半導体スタック層11、例えば、パターン化マスクにカバーされていない一部の第一半導体スタック層11、反射層13、及びトンネル接合14をエッチングして、エッチングストップ層23を露出し、また、キャリア20の第一領域上の第一半導体スタック層11を保留することを含む。エッチングストップ層23は、III-V族半導体材料、例えば、InGaPであり、エッチングステップにおいて第一半導体スタック層11のエッチングレートよりも低いエッチングレートを有する。パターン化マスクにより覆われている一部の第一半導体スタック層11は、第二半導体スタック層15上に残り、第一半導体構造11aを形成する。

20

【0014】

第1D図に示すように、発光素子1の製造方法はさらに、露出したエッチングストップ層23及び第二半導体スタック層15を貫通する溝30を形成することを含む。溝30は、第二半導体スタック層15を第二半導体構造15a及び第三半導体構造15bに分け、そのうち、第二半導体構造15aは、キャリア20と第一半導体構造11aとの間に形成され、第三半導体構造15bは、キャリア20の上に形成され、第二半導体構造15aと別々のものである。

30

【0015】

続いて、製造方法により得られた発光素子1の代替例を第2図及び第3図にそれぞれ例示する。

【0016】

第2図又は第3図に示すように、底部電極22は、キャリア20の裏側に位置し、第一半導体構造11a、第二半導体構造15a、及び第三半導体構造15bに電気接続される。第一頂部電極17及び第二頂部電極18は、それぞれ、第一半導体構造11aの上側及び第三半導体構造15bの上側に形成される。

【0017】

第2図は発光素子1の製造方法の第一例を示す。製造方法はさらに、第二半導体構造15aの露出表面15s上に第三頂部電極16を提供し、及び、第二半導体構造15aのダイオード特性を壊す(break down)よう第三頂部電極16と底部電極22との間に電流を流すことを含む。具体的に言えば、第三頂部電極16と底部電極22との間に、第二半導体構造15aの逆方向破壊電圧を超えた逆方向バイアスを提供し、第二半導体構造15aのダイオード特性を壊し、これにより、上記第二半導体構造15aの第二活性層152は発光できなくなる。より具体的に言えば、0.1から0.5秒までの持続期間において、 80 A/cm^2 から 200 A/cm^2 までの電流を第三頂部電極16と底部電極22との間に流し、電流が第二半導体構造15aに流れることで第二半導体構造15aのダイオード特性を破壊し、ここでは、上記ダイオード特性とは、非線形の電流/電圧特性を指す。上述のステップにより第二半導体構造15aが線形の電流/電圧特性を有する構造になり、これにより、第二半導体構造15aは、抵抗値が200オーム(o

40

50

hms)以下の抵抗器、好ましくは、抵抗値が100オーム(ohms)以下の抵抗器、より好ましくは、抵抗値が10オーム(ohms)以下の抵抗器とされる。よって、順方向バイアスを第二半導体構造15aに提供しても、第二半導体構造15aにおける第二活性層152の第二多重量子井戸(MQW)構造は実質的に発光しない。上述のステップの後に、本発明の第一実施例における発光素子1の構造を完成する。

【0018】

第3図は発光素子1の製造方法の第二例を示す。製造方法はさらに、第三頂部電極16を第二半導体構造15aの上表面15s及び側表面15s'上に直接形成することを含み、第二半導体構造15aにおける第二活性層152の第二多重量子井戸(MQW)構造は、第三頂部電極16に直接接触し、第二半導体構造15a上で短絡を形成する。上述のプロセスにより、第一頂部電極17と底部電極22との間の駆動電流を、第二半導体構造15aの第二活性層152を避けて通過させることができ、これにより、上記第二半導体構造15aの第二活性層152は発光できなくなる。上述のプロセスステップの後に、本発明の第二実施例における発光素子1の構造を完成する。

【0019】

第一頂部電極17、第二頂部電極18、底部電極22、及び第三頂部電極16は、低抵抗率を有する金属材料、例えば、Au、Al、Pt、Cr、Ti、Ni、W、又は上記材料の組み合わせを含み、また、単層又は多層構造であっても良い。第一頂部電極17、第二頂部電極18、底部電極22、又は第三頂部電極16の厚みは約0.1ないし10 μ mである。発光素子1の上面図では、第一頂部電極17及び第二頂部電極18は、それぞれ、形状、例えば、矩形、多角形、円形、又は楕円形を有する。第一頂部電極17、第二頂部電極18、底部電極22、及び第三頂部電極16は、スパッタリング(Sputtering)、蒸着(Evaporation)、又はめっき(Plating)により形成することができる。

【0020】

第2図は本発明の第一実施例における発光素子1の断面図を示す。発光素子1は第一発光ユニット1a及び第二発光ユニット1bを含む。第一発光ユニット1aは、第一半導体構造11a及び第二半導体構造15aを含み、第二発光ユニット1bは、第三半導体構造15bを含む。第一発光ユニット1a及び第二発光ユニット1bはともにキャリア20の上に位置する。第一発光ユニット1aは、第一半導体構造11a、及び、第一半導体構造11aとキャリア20との間に位置する第二半導体構造15aを含む。第一発光ユニット1aが含む第一半導体構造11aは第一活性層112を有し、それは、第一頂部電極17と底部電極22との間に流れる電流の駆動により第一主波長 λ_1 を有する光線を発し得る第一多重量子井(MQW)構造を含む。第一発光ユニット1aが駆動されて第一主波長 λ_1 を有する光線を発する時に、第一発光ユニット1aにおける第二半導体構造15aの第二活性層152が含む第二多重量子井戸(MQW)構造は発光しない。第二発光ユニット1bは、キャリア20の上に位置し且つ第一発光ユニット1aに隣接する第三半導体構造15bを含み、そのうち、第三半導体構造15bの第二活性層152は、第二半導体構造15aの第二活性層152と同じ第二多重量子井(MQW)構造を含み、且つ、第三半導体構造15bの第二活性層152が含む第二多重量子井(MQW)構造は、第二頂部電極18及び底部電極22により駆動されて第二主波長 λ_2 を有する光線を発することができる。第一半導体構造11aの第一多重量子井(MQW)構造に含まれる材料組成は、第二半導体構造15aの第二多重量子井(MQW)構造又は第三半導体構造15bの第二多重量子井(MQW)構造の材料組成と異なる。また、第一主波長 λ_1 は第二主波長 λ_2 と異なる。本実施例の一例では、第一主波長 λ_1 は第二主波長 λ_2 よりも長い。本実施例のもう一つの例では、第一主波長 λ_1 は赤外線領域に位置し、第二主波長 λ_2 は赤色光領域に位置する。本実施例のまたもう一つの例では、第一主波長 λ_1 及び第二主波長 λ_2 は赤色光領域に位置する。本実施例の他の例では、第一主波長 λ_1 及び第二主波長 λ_2 は赤外線領域に位置する。

【0021】

第三頂部電極16は第二半導体構造15aの表面15s上に位置する。第一電流を第一頂部電極17及び底部電極22に提供し、順方向で第一半導体構造11aにおける第一活性層112の第一多重量子井戸(MQW)構造を駆動し、第一主波長 λ_1 を有する光線を発させることができる。第

二電流を第二頂部電極18及び底部電極22に提供し、順方向で第三半導体構造15bにおける第二活性層152の第二多重量子井戸(MQW)構造を駆動し、第二主波長 λ_2 を有する光線を発させることができる。そのうち、波長 λ_1 は波長 λ_2 と異なる。より具体的に言えば、電流100が、直列接続される第一多重量子井戸(MQW)構造及び第二多重量子井戸(MQW)構造に流れる時に、第一発光ユニット1aの第一多重量子井戸(MQW)構造は第一主波長のみを発し、そのうち、順方向で第二半導体構造15aを駆動しても、第二半導体構造15aにおける第二活性層152の第二多重量子井戸(MQW)構造は発光しない。

【0022】

第3図は本発明の第二実施例における発光素子1の断面図を示す。第3図及び第2図では、同じ名称や符号を有する構造は、同じ構造であり、同じ材料を有し、又は同じ機能を有することを示し、ここではその説明を省略し又は記載しないことがある。

10

【0023】

第3図に示すように、第一半導体構造11aの側表面及び第二半導体構造15aの表面15sには階段状構造が形成される。第三頂部電極16は、第二半導体構造15aの上表面15s上に形成される接触電極161、及び、第二半導体構造15aの側表面15s'上に形成されるブリッジ電極162を含む。具体的に言えば、第三頂部電極16は第二半導体構造15aの表面のすぐ隣である。接触電極161は第二半導体構造15aの表面15s上に位置し、ブリッジ電極162は接触電極161からキャリア20又は接着層21に延伸する。第三頂部電極16は、第二半導体構造15aに電流が流れないように通過径路を形成するために構成され、これにより、第二半導体構造15aにおける第二活性層152の第二多重量子井戸(MQW)構造は電流の流れがないため発光しない。第三頂部電極16は、低抵抗率の金属材料、例えば、Au、Al、Pt、Cr、Ti、Ni、W又は上記材料の組み合わせを含み、また、単層又は多層構造であっても良い。第三頂部電極16は、第一頂部電極17と底部電極22との間の直接接続を提供する。第三頂部電極16は、第二半導体構造15aの上表面及び側表面上に直接形成され、第二半導体構造15a上で短絡を形成し、これにより、第一頂部電極17と底部電極22との間の駆動電流が第二半導体構造15aの第二活性層152を避けて流れ、第二半導体構造15aの第二活性層152は操作時に発光しない。第一半導体構造11aにおける第一活性層112の第一多重量子井戸(MQW)構造は、第一頂部電極17及び底部電極22により駆動されて第一主波長 λ_1 を有する光線を発することができる。より具体的に言えば、電流200が、直列接続される第一多重量子井戸(MQW)構造及び第二多重量子井戸(MQW)構造に流れる時に、第一発光ユニット1aの第一多重量子井戸(MQW)構造は、第一主波長のみを発し、そのうち、第二多重量子井戸(MQW)構造は発光しない。

20

30

【0024】

第2、3図に示すように、発光素子1の接着層21は金属材料、例えば、Cu、Al、Pt、Ti、W、Ag又は上記材料の組み合わせを含む。接着層21は、第一発光ユニット1aとキャリア20との間に形成され、及び/又は、第二発光ユニット1bとキャリア20との間に形成され、第一発光ユニット1aの第一活性層112が生成した光線を反射してキャリア20を離れる第一発光ユニット1aの光取り出し面へ射出させることができ、及び/又は、第二発光ユニット1bの第二活性層152が生成した光線を反射して第二発光ユニット1bの光取り出し面へ射出させることができる。本発明の一実施例では、第一発光ユニット1a及び第二発光ユニット1bの光取り出し効率は接着層21により向上することができる。

40

【0025】

さらに言えば、第三頂部電極16と底部電極22との間に提供される逆方向バイアスが第二半導体構造15aの逆方向破壊電圧を超えなければ、第一発光ユニット1aの第二半導体構造15aのダイオード特性は第一実施例において壊されず、又は、第三頂部電極16(接触電極161及びブリッジ電極162)の短絡電流は、電流が第二実施例中の第一発光ユニット1aにおける第二半導体構造15aの第二活性層152に流れることを完全にブロックすることができず、このとき、一部の光線が生成されて第一発光ユニット1aにおける第二半導体構造15aの第二活性層152から射出する可能性がある。よって、反射層13は、第一発光ユニット1aにおける第二半導体構造15aの第三半導体層151と、第一発光ユニット1aにおける第一半導体構造11aの第二半導体層113との間に形成され、第一発光ユニット1aにおける第一半導体構造11

50

aの第一活性層112が生成した光線を反射して第一発光ユニット1aの第一半導体構造11aの光取り出し面へ射出させることができ、また、第一発光ユニット1aにおける第二半導体構造15aの第二活性層152が生成した光線を反射して第一発光ユニット1aの第一半導体構造11aの光取り出し面へ射出させることができる。これらの例示では、第一発光ユニット1aにおける第二半導体構造15aの第二活性層152が発した光の出力は、発光素子1の光の総出力の約10%である。

【0026】

本発明の上述した各実施例は、本発明を説明するためだけのものであり、本発明の範囲を限定しない。本発明に対して行われる当業者に自明の修飾や変更は全て本発明の精神及び範囲に属する。

10

【符号の説明】

【0027】

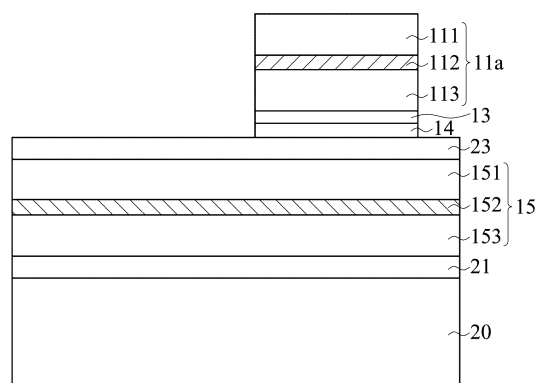
- 1 発光素子
- 1a 第一発光ユニット
- 1b 第二発光ユニット
- 10 成長基板
- 11 第一半導体スタック層
- 11a 第一半導体構造
- 111 第一半導体層
- 112 第一活性層
- 113 第二半導体層
- 13 反射層
- 14 トンネル接合
- 15 第二半導体スタック層
- 15a 第二半導体構造
- 15b 第三半導体構造
- 15s 表面
- 15s' 側表面
- 151 第三半導体層
- 152 第二活性層
- 153 第四半導体層
- 16 第三上部電極
- 161 接触電極
- 162 ブリッジ電極
- 17 第一頂部電極
- 18 第二頂部電極
- 20 キャリア
- 21 接着層
- 22 底部電極
- 23 エッチングストップ層
- 30 溝
- 100 電流
- 200 電流

20

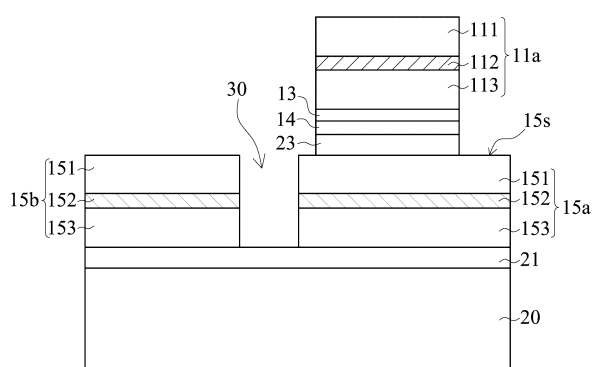
30

40

【 図 1 C 】

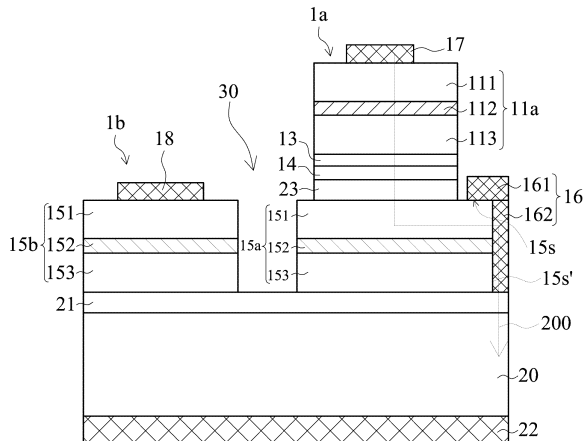


【 図 1 D 】



【 図 3 】

1



フロントページの続き

- (72)発明者 ル, シャオ - ピン
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・
ロード 5
- (72)発明者 ツァイ, チュン - フ
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・
ロード 5
- (72)発明者 リン, チュン - ユ
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・
ロード 5
- (72)発明者 ペン, ユ - レン
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・
ロード 5
- (72)発明者 チェン, イィ - ミン
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・
ロード 5
- (72)発明者 シュ, ジュ - チェ
台湾 シンチュ・300 サイエンス - ベースド・インダストリアル・パーク リ - シン・5ス・
ロード 5

審査官 村井 友和

- (56)参考文献 特開平10 - 256597 (JP, A)
特開2014 - 179427 (JP, A)
特表2010 - 505251 (JP, A)
米国特許出願公開第2011 / 0140132 (US, A1)
米国特許出願公開第2009 / 0078955 (US, A1)
米国特許出願公開第2008 / 0303041 (US, A1)
特開平06 - 188456 (JP, A)
J. Han et al., "Advances in AlGaInN Blue and Ultraviolet Light Emitters", IEEE Journal
of Selected Topics in Quantum Electronics, 2002年 8月 7日, vol.8, no.2, , p.289
~p.297

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33 / 00 - 33 / 64