

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6161955号
(P6161955)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 33/22 (2010.01)

H O 1 L 33/22

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-110474 (P2013-110474)	(73) 特許権者	598061302
(22) 出願日	平成25年5月27日 (2013.5.27)		晶元光電股▲ふん▼有限公司
(65) 公開番号	特開2013-247367 (P2013-247367A)		Epistar Corporation
(43) 公開日	平成25年12月9日 (2013.12.9)		台湾新竹科学工业园区新竹市力行五路5号
審査請求日	平成28年5月12日 (2016.5.12)		NO. 5, Li-hsin 5th Rd
(31) 優先権主張番号	101119052		, Hsinchu City, Hsin
(32) 優先日	平成24年5月28日 (2012.5.28)		chu Science and Ind
(33) 優先権主張国	台湾 (TW)		ustrial Park, Taiwan
		(74) 代理人	100107766
			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】 パターン化界面を有する発光素子及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光素子であって、

上面図において第一領域及び第二領域を含むパターン化界面を含み、

前記第一領域及び前記第二領域には、それぞれ、複数の所定パターン構造が含まれており、

前記第一領域及び前記第二領域における前記複数の所定パターン構造は、互いに構造的な特徴が重複し、且つ、前記複数の所定パターン構造のうちの任意の二つの隣接するものは、互いに構造的な特徴が異なる、発光素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の発光素子であって、

前記複数の所定パターン構造の各々は、上面図において、形状が多角形又は円形であり、また、パターン構造のパターン境界における任意の二つの点の最大距離が0.5 μm乃至10 μmの間にある、発光素子。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の発光素子であって、

前記複数の所定パターン構造の配列方式は、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)によるものである、発光素子。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の発光素子であって、

10

20

基板及びエピタキシャルスタック層を更に含み、
前記パターン化界面は、前記基板と前記エピタキシャルスタック層との間に位置する、
発光素子。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の発光素子であって、
前記パターン化界面は、微細構造を含み、前記微細構造の粗度は、前記パターン化界面
の粗度よりも低い、発光素子。

【請求項 6】

発光素子の製造方法であって、
基材を提供し；
重複して出現するランダムパターンを準備し、前記重複して出現するランダムパターン
のうちの任意の二つの隣接するものは、互いに構造的な特徴が異なり；
前記重複して出現するランダムパターンを有するマスク層を形成し；及び
前記基材の一部を除去し、これにより、前記基材の表面に、前記重複して出現するラン
ダムパターンを形成するステップを含む、製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の製造方法であって、
前記重複して出現するランダムパターンの配列方式は、モンテカルロ・シミュレーショ
ン(Monte-Carlo Simulation)によるものである、製造方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の製造方法であって、
前記重複して出現するランダムパターンは、上面図において、異なるサイズを有する、
製造方法。

【請求項 9】

発光素子であって
第一領域及び第二領域を含む基板と、
前記第一領域に位置する第一組のパターン構造と、
前記第二領域に位置する第二組のパターン構造と、
を含み、
前記第一組のパターン構造及び前記第二組のパターン構造にそれぞれ含まれている複数
のパターン構造、前記第一組のパターン構造のうちの前記複数のパターン構造、及び前記
第二組のパターン構造のうちの前記複数のパターン構造は、互いに構造的な特徴が重複す
るが配列方式が異なる形状を有し、前記複数のパターン構造の配列方式は、モンテカルロ
・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)によるものである、発光素子。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の発光素子であって、
前記第一組のパターン構造のうちの前記任意の二つの隣接するパターン構造のサイズは、互
いに異なる、発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターン化界面を有する発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発光ダイオード素子は、最終的に照明分野に応用し省エネ・省CO₂の効果を発
揮することができるように、輝度の向上に関する研究が行われている。輝度の向上は、主
に二つの部分に分けられ、一つは、内部量子効率(Internal Quantum Efficiency; IQE)
)の向上であり、主にエピタキシャル品質の改善により電子正孔の結合効率を向上させること
であり、もう一つは、光取り出し効率(Light Extraction Efficiency; LEE)の向上であ
り、主に発光層から発した光線を素子の外部へ有効に透過させ、発光ダイオードの内部構

10

20

30

40

50

造による光線の吸収を低減する面に着目することである。

【 0 0 0 3 】

表面粗化技術は、輝度を有効に向上させることができる方法の一つと見なされ、従来の表面粗化技術は、機械的研磨方法により基板表面に窪み（又は突起）がランダム分布の粗化表面を形成することである。しかしながら、この方法は、粗化のサイズ、例えば、深さ又は幅を有効に制御することができず、製品の再現性不良を引き起こしてしまう。また、量産時に、窪み（又は突起）がランダム分布の表面にエピタキシャル層を形成することで、エピタキシャル層の品質不良及びエピタキシャル層の品質制御困難を引き起こしてしまう。

【 発明の概要 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、パターン化界面を有する発光素子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 】

【 0 0 0 5 】

本発明の一側面によれば、発光素子が提供される。かかる発光素子は、互いに異なる複数の所定パターン構造からなるパターン化界面を含み、そのうち、互いに異なる前記複数の所定パターン構造の各々は、重複して出現し、任意の隣接する二つの所定パターン構造は、互いに異なる。一実施例では、前記パターン化界面は、交錯配列(staggered arrangement；千鳥配列)の複数の第一領域及び複数の第二領域を含み、そのうち、互いに異なる前記複数の所定パターン構造が前記複数の第一領域の各々及び/又は前記複数の第二領域の各々における配列は、互いに異なる。他の実施例では、前記発光素子は、基板及びエピタキシャルスタック層を更に含み、そのうち、前記パターン化界面は、前記基板と前記エピタキシャルスタック層との間に形成され、又は、前記基板から離れる前記エピタキシャルスタック層の表面に形成される。

20

【 0 0 0 6 】

本発明の他の側面によれば、発光素子の製造方法が提供される。かかる製造方法は、基材(substrate)を提供し；シミュレーションによりランダムパターン配列を生成し；前記ランダムパターン配列を有するマスク層を前記基材に形成し；前記基材の一部を除去し、前記基材の表面に前記ランダムパターン配列を持たせるステップを含む。一実施例では、前記シミュレーションは、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)を含む。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 本発明による発光素子の第一実施例を示すための断面図である。

【 図 2 A 】 本発明による発光素子のパターン化界面の第一実施例を示すための上面図である。

【 図 2 B 】 本発明による発光素子のパターン化界面の第二実施例を示すための上面図である。

40

【 図 2 C 】 本発明による発光素子のパターン化界面の第三実施例を示すための上面図である。

【 図 2 D 】 本発明による発光素子のパターン化界面の第四実施例を示すための上面図である。

【 図 2 E 】 本発明による発光素子のパターン化界面の第五実施例を示すための上面図である。

【 図 3 A 】 本発明による発光素子の第一実施例の製造方法を示すための断面図である。

【 図 3 B 】 本発明による発光素子の第一実施例の製造方法を示すための断面図である。

【 図 3 C 】 本発明による発光素子の第一実施例の製造方法を示すための断面図である。

【 図 3 D 】 本発明による発光素子の第一実施例の製造方法を示すための断面図である。

50

【図４Ａ】本発明による発光素子の第二実施例及びその製造方法を示すための断面図である。

【図４Ｂ】本発明による発光素子の第二実施例及びその製造方法を示すための断面図である。

【図４Ｃ】本発明による発光素子の第二実施例及びその製造方法を示すための断面図である。

【図４Ｄ】本発明による発光素子の第二実施例及びその製造方法を示すための断面図である。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

以下、添付した図面を参照しながら、本発明の各実施例を詳しく説明する。

【０００９】

図１は、本発明による発光素子１００を示し、発光素子１００は、成長用基板１０１；エピタキシャル成長により成長用基板１０１に形成される非ドーブ型半導体層１０２；エピタキシャル成長により非ドーブ型半導体層１０２に形成される、第一ドーパントを有する第一接触層１０３；エピタキシャル成長により第一接触層１０３に形成される、第一ドーパントを有する第一クラッド層１０４；エピタキシャル成長により第一クラッド層１０４に形成される、駆動されて主波長（dominant wavelength）を有する光線を発することができる活性層１０５；エピタキシャル成長により活性層１０５に形成される、第二ドーパントを有する第二クラッド層１０６；エピタキシャル成長により第二クラッド層１０６に形成される、第二ドーパントを有する第二接触層１０７；第二接触層１０７に形成される、第二接触層１０７と良好なオーミック接触を形成する電流拡散層１０８；蒸着（evaporation）又はスパッタリング（sputtering）により、露出する第一接触層１０３に形成される第一電極１０９；及び、蒸着又はスパッタリングにより電流拡散層１０８に形成される第二電極１１０を含む。そのうち、基板１０１及びエピタキシャルスタック層はともに単結晶構造であり、該エピタキシャルスタック層は、上述の第一クラッド層１０４、第一接触層１０３、活性層１０５、第一クラッド層１０４、第二クラッド層１０６、第二接触層１０７、第二クラッド層１０６、及び電流拡散層１０８を含む。

【００１０】

成長用基板１０１と非ドーブ型半導体層１０２との間は、パターン化界面１０１１を有し、パターン化界面１０１１は、所定数 n の互いに異なる所定パターン構造からなり、これらの互いに異なる所定パターン構造は、ほぼ円錐又は角錐であり、所定数 n は、１０～１００であり、好ましくは、１０～５０であり、本実施例において、例えば、基板１０１の平面に突出する互いに異なる複数の所定パターン構造であり、そのうち、上述の複数のパターン構造は、第一グループ及び第二グループに分かれてもよく、パターン構造 a_i とは、一般的に、第一グループに属する各パターン構造を指し、パターン構造 b_i とは、一般的に、第二グループに属する各パターン構造を指す。第一グループの任意の二つのパターン構造 a_i の間は、少なくとも一つの互いに異なる特徴を有し、この特徴は、特徴サイズ、形状、間隔又は他の構造特徴に限定されず、同様に、第二グループの任意の二つのパターン構造 b_i の間も、少なくとも一つの互いに異なる特徴を有し、この特徴は、特徴サイズ、形状、間隔又は他の構造特徴に限定されない。また、第一グループから選択される任意の一つのパターン構造と、第二グループから選択される任意のパターン構造とも、少なくとも一つの互いに異なる特徴を有し、この特徴は、特徴サイズ、形状、間隔又は他の構造特徴に限定されない。第一グループにおける複数のパターン構造と、第二グループにおける複数のパターン構造とは、パターン化界面１０１の異なる又は重なり合わない領域に重複して分布する。上述のパターン構造の特徴サイズは、約 $0.5\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ の間にあり、そのうち、本発明の説明に言う特徴サイズとは、パターン構造のパターン境界における任意の二つの点の最大距離と指し、例えば、円形パターンにおいて、上述の特徴サイズは、円形の直径であり、矩形パターンにおいて、上述の特徴サイズは、矩形の対角線の長さである。

【００１１】

次に、上述のパターン化界面の具体的な実施例について詳しく説明する。

【 0 0 1 2 】

図2Aは、図1のパターン化界面1011の第一実施例を示し、該実施例は、アレー配列を成す複数のパターン化領域を含み、各パターン化領域の位置は、 $A(x, y)$ で表し、そのうち、 x 及び y は、それぞれ、図示の横及び縦座標軸の方向に対応する座標値であり、 $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ であり、 x 、 y 、 m 及び n はともに正の整数であり、 m 及び n は、発光素子のチップのサイズに依存し、そのうち、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ (の値) が偶数であることを満たす時に、この領域は、第一グループにおける複数のパターン構造(pattern structures)を含む領域であり、例えば、 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 、 $A(3, 3)$ などの領域であり、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たす時に、この領域は、第二グループにおける複数のパターン構造を含む領域であり、例えば、 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ などの領域である。よって、第一グループのパターン構造を有する領域と、第二グループのパターン構造を有する領域とは、隔てて及び/又は隣近して配列され、これにより、パターン化界面1011における任意の二つの隣接するパターン構造は、少なくとも一つの互いに異なる特徴を有し、この特徴は、特徴サイズ、形状、間隔又は他の構造特徴に限定されない。本実施例では、 $A(1, 1)$ は、6個のパターン構造からなり、それぞれ、 $a_1 \sim a_6$ であり、その上面図における形状は、すべて円形であるが、直径は、互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離は D であり、そのうち、 D は約 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ であり、また、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の境界の最短距離 S は、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ である。 $A(2, 1)$ も6個のパターン構造からなり、それぞれ、 $b_1 \sim b_6$ であり、その形状は、すべて円形であるが、直径は互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離は D であり、また、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の境界の最短距離は $0.1 \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ である。そのうち、 $a_1 \sim a_6$ の特徴サイズ (即ち、直径) $r_1 \sim r_6$ は、次の式を満たす。

【 0 0 1 3 】

【 数 1 】

$$r_i = r_m + (2i - 2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

$b_1 \sim b_6$ の直径 $R_1 \sim R_6$ は、次の式を満たす。

【 0 0 1 4 】

【 数 2 】

$$R_i = r_m + (2i - 1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

そのうち、 r_m 及び r_M は、それぞれ、パターン構造 $a_1 \sim a_6$ 及び $b_1 \sim b_6$ が有する最小直径及び最大直径であり、 $2n$ は、所定パターン構造 $a_1 \sim a_6$ 及び $b_1 \sim b_6$ の総個数であり、この実施例では、所定パターン構造の数は12個であり、即ち、 $2n=12$ である。例えば、 r_m 及び r_M は、それぞれ、 $1.9 \mu\text{m}$ 及び $3.0 \mu\text{m}$ である時に、 $r_1 \sim r_6$ は、それぞれ、 1.9 、 2.1 、 2.3 、 2.5 、 2.7 、 $2.9 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接するパターン構造の距離は、所定値の整数倍であり、そのうち、 $r_1=r_m$ であり、 $R_1 \sim R_6$ は、それぞれ、 2.0 、 2.2 、 2.4 、 2.6 、 2.8 、 $3.0 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接するパターン構造の距離は、所定値の整数倍であり、そのうち、 $R_6=r_M$ である。

【 0 0 1 5 】

本実施例では、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たす時に、第一グループにおける複数のパターン構造 $a_1 \sim a_6$ を含み、パターン構造 $a_1 \sim a_6$ は、これらの

領域における配列方式が互いに異なり、例えば、同じ直径を有するパターン構造は、異なる領域における相対位置が異なる。本実施例では、パターン構造 $a_1 \sim a_6$ は、 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 領域における配列がすべて異なり、即ち、少なくとも一つと同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が異なる。具体的に言えば、 $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たし、その領域の総個数は、6の階乗(the factorial of six; $6!$)、即ち、 $6!=720$ よりも小さく、この場合、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式を採用し、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。同様に、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造 $b_1 \sim b_6$ を含み、パターン構造 $b_1 \sim b_6$ は、これらの領域における配列方式が互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が異なる。本実施例では、パターン構造 $b_1 \sim b_6$ は、 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ 領域における配列がすべて異なり、即ち、少なくとも一つと同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が異なり、これは、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式を採用し、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。具体的に言えば、 $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たし、その領域の総個数は、6の階乗(the factorial of six; $6!$)、即ち、 $6!=720$ よりも小さいとき、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。よって、本実施例に開示のパターン化界面1011における複数のパターン構造は、有限個の所定の且つ互いに異なるパターン構造を含んでも、パターン化界面1011における異なる領域に重複して出現するので、依然として、パターン化界面1011における任意の二つの隣接するパターン構造が少なくとも一つの異なる特徴を有する目的を達成することができ、単一周期パターン構造に比べ、活性層105からパターン化界面1011へ射出する光線をより均一に分散させ、光取り出し効率を更に向上させる効果を達成することができる。

【0016】

図2Bは、図1のパターン化界面1011の第二実施例を示し、該実施例は、アレー配列を成す複数のパターン化領域を含み、各パターン化領域の位置は、 $A(x, y)$ で表し、そのうち、 x 及び y は、それぞれ、図示の横及び縦座標軸の方向に対応する座標値であり、 $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ であり、 x 、 y 、 m 及び n は、すべて正の整数であり、 m 及び n は、発光素子のチップのサイズに依存し、そのうち、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たす時に、第一グループにおける複数のパターン構造を含み、例えば、 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 、 $A(3, 3)$ などの領域であり、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造を含み、例えば、 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ などの領域である。よって、第一グループのパターン構造を有する領域と、第二グループのパターン構造を有する領域とは、隔てて及び/又は隣近して配列され、これにより、パターン化界面1011における任意の二つのパターン構造は、少なくとも一つの異なる特徴を有し、上述の特徴は、特徴サイズ、形状、間隔又は他の構造特徴に限定されない。具体的に言えば、 $A(1, 1)$ は、10個のパターン構造からなり、それぞれ、 $a_1 \sim a_{10}$ であり、その上面図における形状は、すべて円形であるが、直径は互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離は、すべて D であり、そのうち、 D は、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ であり、また、任意の二つの隣接する二つのパターン構造は、その境界の最短距離が $0.1 \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ である。 $A(2, 1)$ も、10個のパターン構造からなり、それぞれ、 $b_1 \sim b_{10}$ であり、その形状は、すべて円形であるが、直径は、互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離は、 D であり、また、任意の二つの隣接する二つのパターン構造は、その境界の最短距離が $0.1 \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ である。そのうち、 $a_1 \sim a_{10}$ の特徴サイズ(即ち、直径) $r_1 \sim r_{10}$ は、次の式を満たす。

【0017】

【数 3】

$$r_i = r_m + (2i-2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, \quad i=1 \sim n$$

$b_1 \sim b_{10}$ の直径 $R_1 \sim R_{10}$ は、次の式を満たす。

【0 0 1 8】

【数 4】

$$R_i = r_m + (2i-1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, \quad i=1 \sim n$$

10

そのうち、 r_m 及び r_M は、それぞれ、パターン構造 $a_1 \sim a_{10}$ 及び $b_1 \sim b_{10}$ が有する最小直径及び最大直径であり、 $2n$ は、所定パターン構造 $a_1 \sim a_{10}$ 及び $b_1 \sim b_{10}$ の総個数であり、この実施例では、所定パターン構造の数は20であり、即ち、 $2n=20$ である。例えば、 r_m 及び r_M は、それぞれ、 $1.9 \mu\text{m}$ 及び $3.8 \mu\text{m}$ である時に、 $r_1 \sim r_{10}$ は、それぞれ、 1.9 、 2.1 、 2.3 、...、 3.5 、 $3.7 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接するパターン構造の距離は、所定値の整数倍であり、そのうち、 $r_1=r_m$ であり、 $R_1 \sim R_{10}$ は、それぞれ、 2.0 、 2.2 、 2.4 、...、 3.6 、 $3.8 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接するパターン構造の距離は、所定値の整数倍であり、そのうち、 $R_5=r_M$ である。

20

【0 0 1 9】

本実施例では、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たす時に、第一グループの複数個パターン構造 $a_1 \sim a_{10}$ を含み、パターン構造 $a_1 \sim a_{10}$ は、これらの領域における配列方式が互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が異なる。本実施例では、パターン構造 $a_1 \sim a_{10}$ の $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 領域における配列は、すべて異なり、即ち、少なくとも一つ同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が互いに異なる。具体的に言えば、 $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たし、その領域の総個数は、10の階乗(the factorial of ten; $10!$)よりも小さく、この場合、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式により、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。同様に、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造 $b_1 \sim b_{10}$ を含み、パターン構造 $b_1 \sim b_{10}$ は、これらの領域における配列方式が互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が互いに異なる。本実施例では、パターン構造 $b_1 \sim b_{10}$ の $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ 領域における配列は、すべて異なり、即ち、少なくとも一つ同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が異なり、これは、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式により、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。具体的に言えば、 $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たし、その領域の総個数は、10の階乗(the factorial of ten; $10!$)よりも小さいときに、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。よって、本実施例に開示のパターン化界面1011における複数のパターン構造は、有限個の所定の且つ互いに異なるパターン構造を含んでも、パターン化界面1011の異なる領域に重複して出現するので、依然として、任意の二つの隣接するパターン構造が少なくとも一つの異なる特徴を有する目的を達成することができ、単一周期パターン構造に比べ、活性層105からパターン化界面1011へ射出する光線をより均一に分散させ、光取り出し効率を更に向上させる効果を達成することができる。

30

40

【0 0 2 0】

図2Cは、図1のパターン化界面1011の第三実施例を示し、それは、アレー配列を成す複数のパターン化領域を含み、各パターン化領域の位置は、 $A(x, y)$ で表し、そのうち、 x 及

50

びyは、それぞれ、図示の横及び縦座標軸の方向に対応する座標値であり、 $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ であり、x、y、m及びnは、すべて正の整数であり；m及びnは、発光素子のチップのサイズに依存し、そのうち、任意の一つのA(x、y)領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たす時に、第一グループにおける複数のパターン構造を含み、例えば、A(1、1)、A(1、3)、A(2、2)、A(3、1)、A(3、3)などの領域であり、任意の一つのA(x、y)領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造を含み、例えば、A(2、1)、A(1、2)、A(2、3)、A(3、2)などの領域である。よって、第一グループのパターン構造を有する領域と、第二グループのパターン構造を有する領域とは、隔てて及び/又は隣近して配列され、これにより、パターン化界面1011における任意の二つの隣接するパターン構造は、少なくとも、一つの異なる特徴を有し、上述の特徴は、特徴サイズ、形状、間隔又は他の構造特徴に限定されない。具体的に言えば、A(1、1)は、14個のパターン構造からなり、それぞれ、 $a_1 \sim a_{14}$ であり、その上面図における形状は、すべて円形であるが、直径は互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離は、すべて同じ距離Dであり、そのうち、Dは、約 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造は、その境界の最短距離が $0.1 \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ である。A(2、1)も、14個のパターン構造からなり、それぞれ、 $b_1 \sim b_{14}$ であり、その形状は、すべて円形であるが、直径は互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離は、すべてDであり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の距離は、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ である。そのうち、 $a_1 \sim a_{14}$ の特徴サイズ（即ち、直径） $r_1 \sim r_{14}$ は、次の

【0 0 2 1】

【数5】

$$r_i = r_m + (2i - 2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

$b_1 \sim b_{14}$ の直径 $R_1 \sim R_{14}$ は、次の式を満たす。

【0 0 2 2】

【数6】

$$R_i = r_m + (2i - 1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

そのうち、 r_m 及び r_M は、それぞれ、パターン構造 $a_1 \sim a_{14}$ 及び $b_1 \sim b_{14}$ が有する最小直径及び最大直径であり、 $2n$ は、所定パターン構造 $a_1 \sim a_{14}$ 及び $b_1 \sim b_{14}$ の総個数であり、この実施例では、所定パターン構造の数は28であり、即ち、 $2n=28$ である。例えば、 r_m 及び r_M は、それぞれ、 $1.0 \mu\text{m}$ 及び $3.7 \mu\text{m}$ である時に、 $r_1 \sim r_{14}$ は、それぞれ、1.0、1.2、1.4、...、3.4、 $3.6 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接するパターン構造は、その境界の最短距離が所定値の整数倍であり、そのうち、 $r_1=r_m$ であり、 $R_1 \sim R_{14}$ は、それぞれ、1.1、1.3、1.5、...、3.5、 $3.7 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接するパターン構造は、その境界の最短距離が所定値の整数倍であり、そのうち、 $R_5=r_M$ である。

【0 0 2 3】

本実施例では、任意の一つのA(x、y)領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たす時に、第一グループにおける複数のパターン構造 $a_1 \sim a_{14}$ を含み、パターン構造 $a_1 \sim a_{14}$ のこれらの領域における配列方式は、互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が互いに異なる。本実施例では、パターン構造 $a_1 \sim a_{14}$ は、A(1、1)、A(1、3)、A(2、2)、A(3、1)領域における配列がすべて異なり、即ち、少なくとも一つの同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が異なる。具体的に言えば、A(x、y)領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たし、その領域の総個数は、4の階乗(the factorial

of fourteen ; 14!)よりも小さく、この場合、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式により、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。同様に、任意の一つのA(x, y)領域は、x+yが奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造 $b_1 \sim b_{14}$ を含み、パターン構造 $b_1 \sim b_{14}$ のこれらの領域における配列方式は、互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が異なる。本実施例では、パターン構造 $b_1 \sim b_{14}$ は、A(2, 1)、A(1, 2)、A(2, 3)、A(3, 2)領域における配列がすべて異なり、即ち、少なくとも一つと同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が異なり、これは、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式により、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。具体的に言えば、A(x, y)領域は、x+yが奇数であることを満たし、その領域の総個数は、14の階乗(the factorial of fourteen ; 14!)よりも小さいときに、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。よって、本実施例に開示のパターン化界面1011における複数のパターン構造は、有限個の所定の且つ互いに異なるパターン構造を含んでも、パターン化界面1011の異なる領域に重複して出現するので、依然として、任意の二つの隣接するパターン構造が少なくとも一つの異なる特徴を有する目的を達成することができ、単一周期パターン構造に比べ、活性層105からパターン化界面1011へ射出する光線をより均一に分散させ、光取り出し効率を更に向上させる効果を達成することができる。

【 0 0 2 4 】

図2Dは、図1のパターン化界面1011の第四実施例を示し、それは、アレー配列を成す複数のパターン化領域を含み、各パターン化領域の位置は、A(x, y)で表し、そのうち、x及びyは、それぞれ、図示の横及び縦座標軸の方向に対する座標値であり、 $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ であり、x、y、m及びnは、すべて正の整数であり、m及びnは、発光素子のチップのサイズに依存し、そのうち、任意の一つのA(x, y)領域は、x+yが偶数であることを満たす時に、第一グループにおける複数のパターン構造を含み、例えば、A(1, 1)、A(1, 3)、A(2, 2)、A(3, 1)、A(3, 3)などの領域であり、任意の一つのA(x, y)領域は、x+yが奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造を含み、例えば、A(2, 1)、A(1, 2)、A(2, 3)、A(3, 2)などの領域である。よって、第一グループのパターン構造を有する領域と、第二グループのパターン構造を有する領域とは、隔てて及び/又は隣近して配列され、これにより、パターン化界面1011における任意の二つのパターン構造は、少なくとも一つの異なる特徴を有し、上述の特徴は、特徴サイズ、形状、間隔又は他の構造特徴に限定されない。具体的に言えば、A(1, 1)は、18個のパターン構造からなり、それぞれ、 $a_1 \sim a_{18}$ であり、その上面図における形状はすべて円形であるが、直径は互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離はすべてDであり、そのうち、Dは約1~10 μm であり、また、任意の二つの隣接する二つのパターン構造は、その境界の最短距離が0.1 μm 以上であり、好ましくは、0.1~5 μm である。A(2, 1)も、18個のパターン構造からなり、それぞれ、 $b_1 \sim b_{18}$ であり、その形状は、すべて円形であるが、直径は、互いに異なり、任意の隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離はすべてDであり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造は、その境界の最短距離が0.1 μm 以上であり、好ましくは、0.1~5 μm である。そのうち、 $a_1 \sim a_{18}$ の特徴サイズ(即ち、直径) $r_1 \sim r_{18}$ は、次の式を満たす。

【 0 0 2 5 】

【数 7】

$$r_i = r_m + (2i - 2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, i = 1 \sim n$$

$b_1 \sim b_{18}$ の直径 $R_1 \sim R_{18}$ は、次の式を満たす。

【 0 0 2 6 】

【 数 8 】

$$R_i = r_m + (2i-1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n-1}, i=1 \sim n$$

そのうち、 r_m 及び r_M は、それぞれ、パターン構造 $a_1 \sim a_{18}$ 及び $b_1 \sim b_{18}$ が有する最小直径及び最大直径であり、 $2n$ は、所定パターン構造 $a_1 \sim a_{18}$ 及び $b_1 \sim b_{18}$ の総個数であり、この実施例では、所定パターン構造の数は、36である、即ち、 $2n=36$ である。例えば、 r_m 及び r_M は、それぞれ、 $1.0 \mu\text{m}$ 及び $4.5 \mu\text{m}$ である時に、 $r_1 \sim r_{18}$ は、それぞれ、 1.0 、 1.2 、 1.4 、 \dots 、 4.2 、 $4.4 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接するパターン構造は、その境界の最短距離が所定値の整数倍であり、そのうち、 $r_1=r_m$ であり、 $R_1 \sim R_{18}$ は、それぞれ、 1.1 、 1.3 、 1.5 、 \dots 、 4.3 、 $4.5 \mu\text{m}$ であり、任意の二つの隣接するパターン構造は、その境界の最短距離が所定値の整数倍であり、そのうち、 $R_5=r_M$ である。

10

【 0 0 2 7 】

本実施例では、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たす時に、第一グループにおける複数のパターン構造 $a_1 \sim a_{18}$ を含み、パターン構造 $a_1 \sim a_{18}$ のこれらの領域における配列方式は、互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が異なる。本実施例では、パターン構造 $a_1 \sim a_{18}$ は、 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 領域における配列がすべて異なり、即ち、少なくとも一つの同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が異なる。具体的に言えば、 $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たし、その領域の総個数は、18の階乗(the factorial of eighteen ; $18!$)よりも小さく、この場合、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式により、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。同様に、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造 $b_1 \sim b_{18}$ を含み、パターン構造 $b_1 \sim b_{18}$ は、これらの領域における配列方式が互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が異なる。本実施例では、パターン構造 $b_1 \sim b_{18}$ は、 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ 領域における配列がすべて異なり、即ち、少なくとも一つの同じパターン構造は、上述の二つの個領域における相対位置が異なり、これは、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式により、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。具体的に言えば、 $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たし、その領域の総個数は、18の階乗(the factorial of eighteen ; $18!$)よりも小さいときに、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。よって、本実施例に開示のパターン化界面1011における複数のパターン構造は、有限個の所定の且つ互いに異なるパターン構造を含んでも、パターン化界面1011の異なる領域に重複して出現するので、依然として、任意の二つの隣接するパターン構造が少なくとも一つの異なる特徴を有する目的を達成することができ、単一周期パターン構造に比べ、活性層105からパターン化界面1011へ射出する光線をより均一に分散させ、光取り出し効率を更に向上させる効果を達成することができる。

20

30

40

【 0 0 2 8 】

図2Eは、図1のパターン化界面1011の第五実施例を示し、それは、アレー配列を成す複数のパターン化領域を含み、各パターン化領域の位置は、 $A(x, y)$ で表し、そのうち、 x 及び y は、それぞれ、図示の横及び縦座標軸の方向に対応する座標値であり、 $1 \leq x \leq m$ 、 $1 \leq y \leq n$ であり、 x 、 y 、 m 及び n は、すべて正の整数であり、 m 及び n は、発光素子のチップのサイズに依存し、そのうち、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たす時に、第一グループにおける複数のパターン構造を含み、例えば、 $A(1, 1)$ 、 $A(1, 3)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $A(3, 1)$ 、 $A(3, 3)$ などの領域であり、任意の一つの $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造を含み、例えば、 $A(2$

50

、1)、A(1、2)、A(2、3)、A(3、2)などの領域である。よって、第一グループのパターン構造を有する領域と、第二グループのパターン構造を有する領域とは、隔てて及び/又は隣近して配列され、これにより、パターン化界面1011における任意の二つのパターン構造は、少なくとも一つの異なる特徴を有し、上述の特徴は、特徴サイズ、形状、間隔又は他の構造特徴に限定されない。具体的に言えば、A(1、1)は、21個のパターン構造からなり、それぞれ、 $a_1 \sim a_{21}$ であり、その上面図における形状は、すべて円形であるが、直径は、互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離はすべてDであり、そのうち、Dは約1～10 μm であり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造は、その境界の最短距離が0.1 μm 以上であり、好ましくは、0.1～5 μm である。A(2、1)も、21個のパターン構造からなり、それぞれ、 $b_1 \sim b_{21}$ であり、その形状はすべて円形であるが、直径は互いに異なり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の幾何学的中心から幾何学的中心までの距離はすべてDであり、任意の二つの隣接する二つのパターン構造の境界の最短距離は、0.1 μm 以上であり、好ましくは、0.1～5 μm である。そのうち、 $a_1 \sim a_{21}$ の特徴サイズ(即ち、直径) $r_1 \sim r_{21}$ は、次の式を満たす。

【0029】

【数9】

$$r_i = r_m + (2i - 2) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

10

20

$b_1 \sim b_{21}$ の直径 $R_1 \sim R_{21}$ は、次の式を満たす。

【0030】

【数10】

$$R_i = r_m + (2i - 1) * \frac{(r_M - r_m)}{2n - 1}, \quad i = 1 \sim n$$

そのうち、 r_m 及び r_M は、それぞれ、パターン構造 $a_1 \sim a_{21}$ 及び $b_1 \sim b_{21}$ が有する最小直径及び最大直径であり、 $2n$ は、所定パターン構造 $a_1 \sim a_{21}$ 及び $b_1 \sim b_{21}$ の総個数であり、この実施例では、所定パターン構造の数は42であり、即ち、 $2n=42$ である。例えば、 r_m 及び r_M は、それぞれ、0.9 μm 及び5.0 μm である時に、 $r_1 \sim r_{21}$ はそれぞれ0.9、1.1、1.3、...、4.7、4.9 μm であり、任意の二つの隣接するパターン構造は、その境界の最短距離が所定値の整数倍であり、そのうち、 $r_1=r_m$ であり、 $R_1 \sim R_{21}$ は、それぞれ、1.0、1.2、1.4、...、4.8、5.0 μm であり、任意の二つの相隣するパターン構造は、その境界の最短距離が所定値の整数倍であり、そのうち、 $R_5=r_M$ である。

30

【0031】

本実施例では、任意の一つのA(x、y)領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たす時に、第一グループにおける複数のパターン構造 $a_1 \sim a_{21}$ を含み、パターン構造 $a_1 \sim a_{21}$ は、これらの領域における配列方式が互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が異なる。本実施例では、パターン構造 $a_1 \sim a_{21}$ は、A(1、1)、A(1、3)、A(2、2)、A(3、1)領域における配列がすべて異なり、即ち、少なくとも一つの同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が異なる。具体的に言えば、A(x、y)領域は、 $x+y$ が偶数であることを満たし、その領域の総個数は、21の階乗(the factorial of twenty-one ; 21!)よりも小さく、この場合、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式により、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。同様に、任意の一つのA(x、y)領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たす時に、第二グループにおける複数のパターン構造 $b_1 \sim b_{21}$ を含み、パターン構造 $b_1 \sim b_{21}$ は、これらの領域における配列方式が互いに異なり、例えば、同じパターン構造は、異なる領域における相対位置が異なる。本実施例では、パターン構

40

50

造 $b_1 \sim b_{21}$ は、 $A(2, 1)$ 、 $A(1, 2)$ 、 $A(2, 3)$ 、 $A(3, 2)$ 領域における配列がすべて異なり、即ち、少なくとも一つの同じパターン構造は、上述の二つの領域における相対位置が異なり、これは、従来のランダム計算方法、例えば、モンテカルロ・シミュレーション(Monte-Carlo Simulation)方式により、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。具体的に言えば、 $A(x, y)$ 領域は、 $x+y$ が奇数であることを満たし、その領域の総個数は、21の階乗(the factorial of twenty-one ; $21!$)よりも小さいときに、これらの領域における配列方式を互いに異ならせることができる。よって、本実施例に開示のパターン化界面1011における複数のパターン構造は、有限個の所定の且つ互いに異なるパターン構造を含んでも、パターン化界面1011の異なる領域に重複して出現するので、依然として、任意の二つの隣接するパターン構造が少なくとも一つの異なる特徴を有する目的を達成することができ、単一周期パターン構造に比べ、活性層105からパターン化界面1011へ射出する光線をより均一に分散させ、光取り出し効率を更に向上させる効果を達成することができる。

【0032】

図3A～3Dは、図2A～2Eに示すパターン化界面1011の製造方法を示し、それは、図3Bに示すように、図2A～2E図に符合するパターンを予め設計してマスクに形成し、従来のフォトリソグラフィ露光、現像などのリソグラフィプロセスにより、成長用基板10にパターン化フォトリソグラフィ層20を形成し；及び、その後、図3Cに示すように、ドライエッチングプロセスにより、パターン化フォトリソグラフィ層20のパターンを成長用基板10に転移 (transfer) し、パターン化界面1011を有する基板100を形成することを含む。本発明の他の実施例では、さらに、図3Cにおけるパターン化界面1011を全体的にウェットエッチングし、微細な粗化構造を有するパターン化界面1012を形成することを含み、そのうち、微細な粗化構造は、ほぼパターン化界面1011の形状に従って形成される微細構造であり、よって、微細な粗化構造の粗度は、パターン化界面1012の粗度以下であり、これにより、光線をさらに散乱させ、光取り出し効率をさらに向上させることができる。本発明の実施例に開示のパターン化界面は、大量生産に用いることができ、基板と基板との間、又は、ウェハとウェハとの間に、比較的小さい製品変異性を持たせることができ、従来のランダム粗化方式に比べ、例えば、研磨粒子により機械的方式で表面にランダムに形成された粗化表面に比べ、本実施例は、比較的に安定し且つ制御され得る品質を達成することができ、また、比較的小さい製品変異性及び比較的良好な製品再現性を持たせることができる。

【0033】

図4A～4Dは、本発明による発光素子の第二実施例及びその製作方法を示す。該製作方法では、まず、第一スタック層構造S1を提供し、即ち、成長用基板201を提供し；成長用基板101にエピタキシャル成長により非ドープ型半導体層202を形成し；非ドープ型半導体層202にエピタキシャル成長により第一ドーパントを有する第一接触層203を形成し；第一接触層203にエピタキシャル成長により第一ドーパントを有する第一クラッド層204を形成し；第一クラッド層204に活性層205をエピタキシャル成長により形成し、そのうち、活性層205は、駆動されて主波長 (dominant wavelength) を有する光線を発することができ；活性層205にエピタキシャル成長により第二ドーパントを有する第二クラッド層206を形成し；エピタキシャル成長により第二ドーパントを有する第二接触層207を第二クラッド層206に形成し；反射層208を第二接触層207に形成し、そのうち、反射層208は、第二接触層207とオーミック接触を形成し；及び、第一接合層209を反射層208に形成することを含み、これにより、図4A図に示すように、第一スタック層構造S1を完成させる。次に、第二スタック層構造を提供し、即ち、キャリア301を提供し、及び、第二接合層302をキャリア301に形成することを含み、これにより、図4Bに示すように、第二スタック層構造S2を完成させる。第一スタック層構造S1及び第二スタック層構造S2を完成させた後に、接合ステップにで、第一接合層209と第二接合層302との接合を行うことにより、第一スタック層構造S1と第二スタック層構造S2とを接合させる。接合を完成させた後に、成長用基板201及び非ドープ型半導体層202を除去し、図4Cに示すように、第一接触層203を露出させる。続いて、第一接触層203の表面にパターン化界面2032を形成し、パターン化界面2032のパターン

及びその形成方法は、上述の各実施例の記載及び図1、図2A～2D、及び図3A～3Dに示すようであるので、ここでは、その説明を省略する。

【0034】

上述の各実施例に開示のパターン化界面は、特定の二つの構造の界面、又は、特定の一つの構造の上表面に形成することに限定されず、即ち、任意の二つの構造の界面、又は、任意の一つの構造の外表面に形成される、本発明の上述のパターン化界面に符合する全てのものは、本発明の範囲内に属する。また、上述の各実施例に開示のパターン化界面は、全部の界面又は上表面に形成することに限定されず、即ち、パターン化界面は、一部の界面又は上表面に形成してもよい。

【0035】

上述の各実施例では、上述の非ドープ型半導体層、第一接触層、第一クラッド層、第二クラッド層、第二接触層、及び活性層の材料は、III-V族化合物、例えば、 $\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_{(1-p-q)}\text{P}$ 、又は、 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ を含み、そのうち、 $0 < p, q, x, y < 1$ であり、 p, q, x, y は、すべて正数であり、 $(p+q) < 1$ 、 $(x+y) < 1$ である。上述の第一ドーパントは、n型ドーパントであり、例えば、Siであり、又は、p型ドーパントであり、例えば、Mg又はZnであり、上述の第二ドーパントは、第一ドーパントとは異なる導電性を有するドーパントである。上述の電流拡散層は、導電性金属酸化物を含み、例えば、酸化インジウムスズ(ITO)、酸化亜鉛であり、又は、導電性が良好な半導体層を含み、例えば、高ドーピング濃度を有するリン化合物又は窒化物である。上述の成長用基板は、リン化ガリウム、サファイア、炭化ケイ素、窒化ガリウム、ケイ素(Si)、及び窒化アルミからなるグループから選択される少なくとも一種の透明材料を含む。上述の第一又は第二接合層は、所要の弾性に応じて、必要な材料を選択し採用してもよく、例えば、垂直型又は水平型発光素子にそれぞれ応用するための導電性又は非導電性材料を選択して採用してもよく、そのうち、導電性材料は、半導体、透明導電性酸化物、金属又は金属合金などの材料を含み、非導電性材料は、高分子材料又は誘電材料を含む。上述の接合ステップでは、熱圧による接合により、400℃よりも低い温度で、上述の第一接合層及び第二接合層を接合させる。上述のキャリアは、所要の弾性に応じて、必要な材料を選択して採用してもよく、例えば、導電性材料、又は、導電率(conductivity)が上述の成長用基板の導電率よりも高い材料、例えば、半導体、透明導電性酸化物、金属又は金属合金などの材料；上述の活性層から発した光線に対しての透光度が上述の成長用基板の透光度よりも高い透明材料、例えば、リン化ガリウム、サファイア、炭化ケイ素、窒化ガリウム、ケイ素(Si)、又は窒化アルミ；熱伝導率が上述の成長用基板の熱伝導率よりも高い材料、例えば、ケイ素(Si)、酸化亜鉛、石墨(graphite)、ダイヤモンド、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)、金属、又は金属合金を選択して採用してもよい。上述の反射層は、上述の活性層から発した光線に対しての反射率が80%よりも高い金属、誘電材料、又はそれらの組み合わせを含む。

【0036】

以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこの実施形態に限定されず、本発明の趣旨を離脱しない限り、本発明に対するあらゆる変更は本発明の技術的範囲に属する。

【符号の説明】

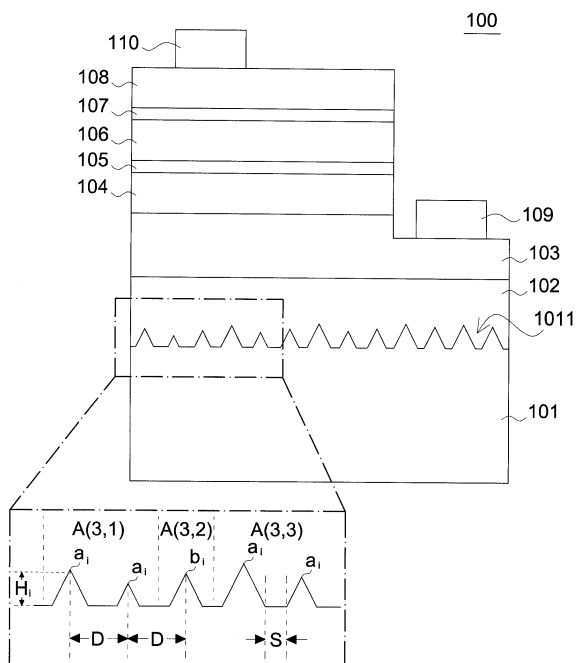
【0037】

- 100：発光素子；
- 10、100、101：成長用基板；
- 1011、1012、2032：パターン化表面；
- 102、202：非ドープ型半導体層；
- 103、203：第一接触層；
- 104、204：第一クラッド層（第一束縛層）；
- 105、205：活性層；
- 106、206：第二クラッド層（第二束縛層）；
- 107、207：第二接触層；

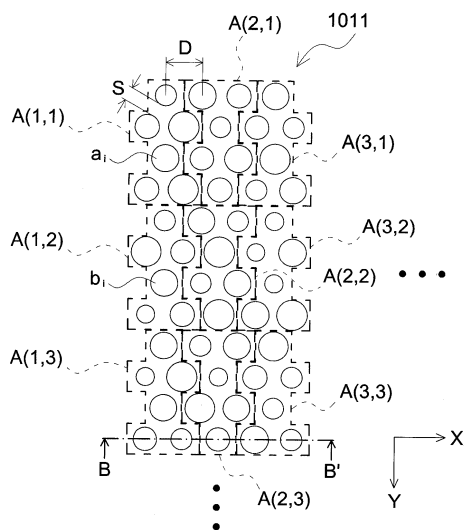
108 : 電流拡散層 ;
 109 : 第一電極 ;
 110 : 第二電極 ;
 20 : パターン化フォトリソ層 ;
 208 : 反射層 ;
 209 : 第一接合層 ;
 301 : キャリア ;
 302 : 第二接合層 ;
 A(1, 1) ~ A(3, 3)、A(x, y) : パターン化領域 ;
 a_i : 第一グループのパターン構造 ;
 b_i : 第二グループのパターン構造 ;
 BB' : 切断線 ;
 D : 二つのパターン構造の幾何学的中心間の距離 ;
 S : 二つのパターン構造の境界間の最短距離。

10

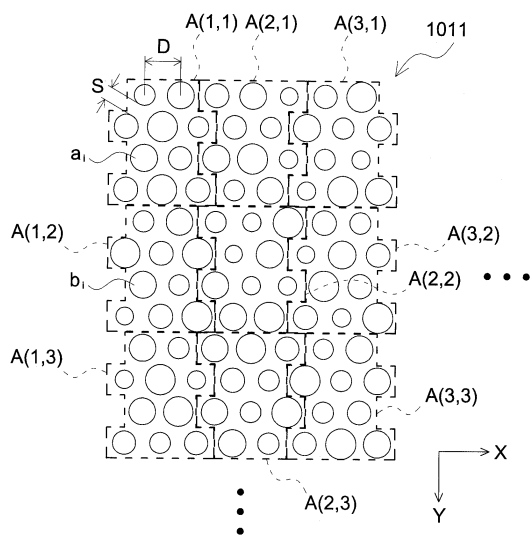
【図 1】



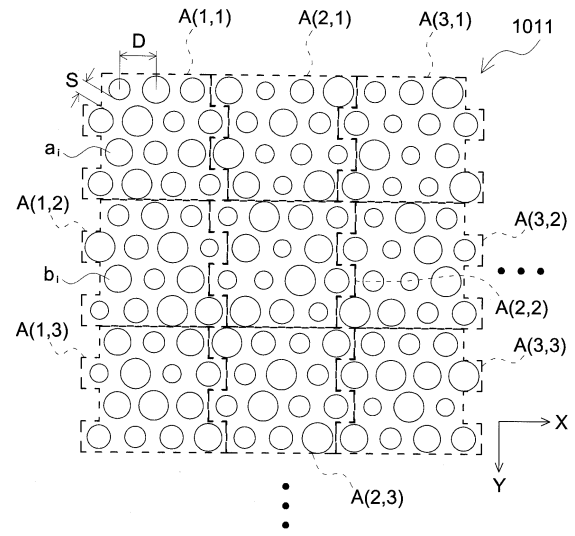
【図 2 A】



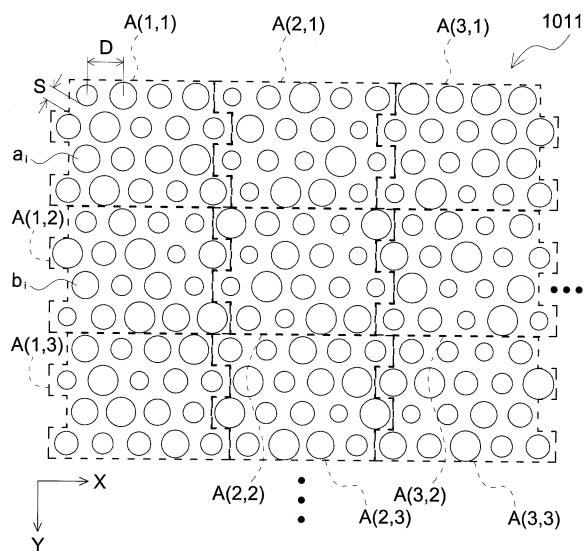
【図 2 B】



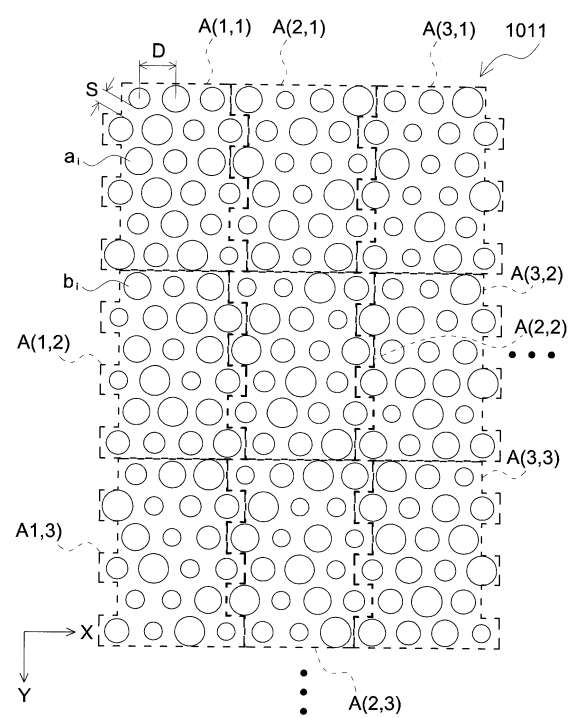
【図 2 C】



【図 2 D】



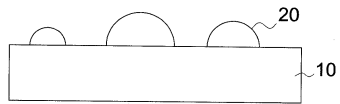
【図 2 E】



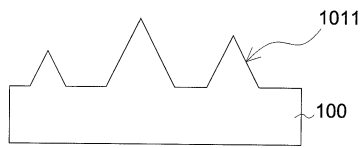
【図 3 A】



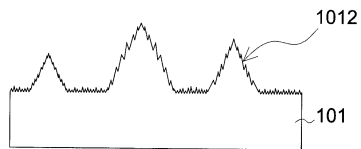
【図 3 B】



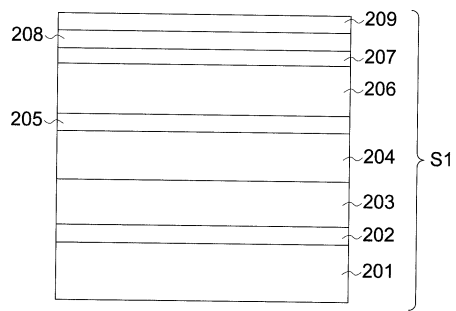
【図 3 C】



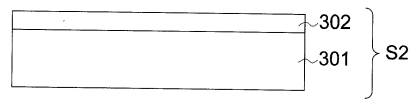
【図 3 D】



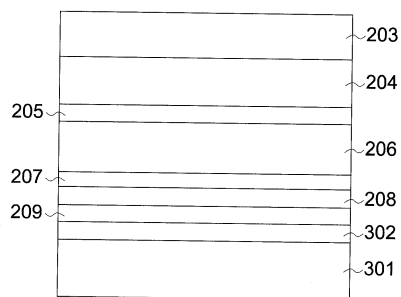
【図 4 A】



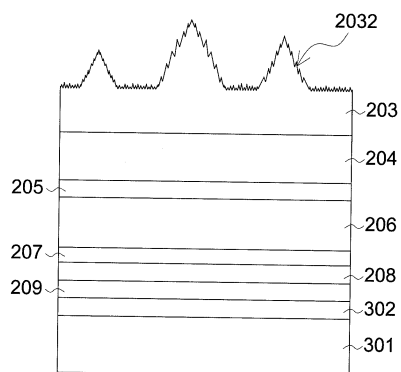
【図 4 B】



【図 4 C】



【図 4 D】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジェン ファ,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 リーシン・5ス・
ロード 5
- (72)発明者 チョン シエン,リー
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 リーシン・5ス・
ロード 5
- (72)発明者 チ - ハオ,ファン
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 リーシン・5ス・
ロード 5

審査官 島田 英昭

- (56)参考文献 特開2010-092936(JP,A)
特開2010-225787(JP,A)
特開2010-087292(JP,A)
特開2007-150304(JP,A)
特開2008-181910(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L33/00-33/64