

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-195423

(P2017-195423A)

(43) 公開日 平成29年10月26日 (2017. 10. 26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 33/20 (2010.01)	H O 1 L 33/20	5 F 1 4 2
H O 1 L 33/48 (2010.01)	H O 1 L 33/48	5 F 2 4 1

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-151749 (P2017-151749)	(71) 出願人	000226057
(22) 出願日	平成29年8月4日 (2017. 8. 4)		日亜化学工業株式会社
(62) 分割の表示	特願2013-236922 (P2013-236922)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
	の分割	(72) 発明者	丸谷 幸利
原出願日	平成25年11月15日 (2013. 11. 15)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内
		Fターム (参考)	5F142 AA02 AA13 BA32 CB12 CB22
			GA11 GA21
			5F241 AA03 CA05 CA40 CA65 CA74
			CA75 CA76 CA88 CA92 FF11

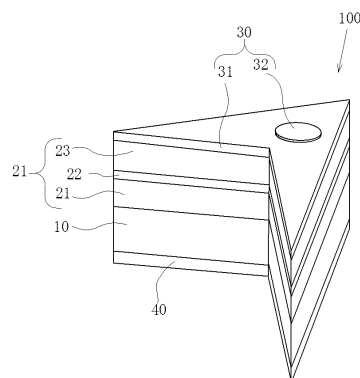
(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、光取り出し効率の高い発光素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明に係る発光素子は、半導体部を有し、平面形状が凹多角形であり、凹多角形の内角のうち、1以上の内角が鋭角である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体部を有する発光素子であって、
前記発光素子の平面形状が凹多角形であり、
前記凹多角形の内角のうち、1 以上の内角が鋭角であることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

前記発光素子の平面形状が、平面充填が可能な形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】

前記発光素子の平面形状が凹四角形であり、
前記凹四角形の内角が、1 つの凹角と、3 つの鋭角からなることを特徴とする、請求項 1 ないし 2 に記載の発光素子。 10

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の発光素子を複数並べた発光素子アレイであって、

前記凹角を構成する辺と、前記凹角に隣接する凸角の頂点どうしを結ぶ直線と、によって囲まれる領域の内側に、他の発光素子の一部が配置されることを特徴とする発光素子アレイ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、発光素子およびそれを用いた発光素子アレイに関する。特に、発光素子の光取出し効率を向上させるとともに、配光特性の制御も可能とする半導体発光素子に関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 では三角柱形状（特許文献 1 の図 6）あるいは三角錐台形状（特許文献 1 の図 10）の発光素子が提案されている（特許文献 1 図 6、図 10 参照。）。特許文献 1 では、発光素子の外面を鋭角とすることで、発光素子内部で一度全反射された光が次の面へ入射する角度が小さくなるようにし、発光素子内部における全反射の繰り返しが抑制できる旨が記載されている。特許文献 2 の請求項 5 も同様である。 30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開平 10 - 326910

【特許文献 2】特開 2012 - 23249

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、特許文献 1 や特許文献 2 のような形状の発光素子では、活性層で発生した光が発光素子外部に取り出されるまでに発光素子内部を伝播する距離が長いため、光取出し効率を十分に高めることができなかった。 40

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、光取り出し効率を向上させた発光素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明に係る発光素子は、半導体部を有する発光素子であって、前記発光素子の平面形状が凹多角形であり、前記凹多角形の内角のうち、1 以上の内角が鋭角である。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 7 】

これにより、発光素子内部での光吸収を抑制し、光取出し効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】一実施形態に係る発光素子の斜視図である。

【図 2】一実施形態に係る発光素子において、発光素子内部で発生した光が発光素子外部に取り出されるまでの距離が短くなることを説明する図である。

【図 3】一実施形態に係る発光素子が、1 種類で平面充填可能であることを示す図である。

【図 4】図 1 以外の他の実施形態に係る発光素子の、平面形状を示す図である。

10

【図 5】一実施形態に係る発光素子を用いた発光素子アレイと従来例とを比較した図である。

【図 6】一実施形態に係る発光素子を用いた発光素子アレイの、図 5 以外の並べ方の例を示す図である。

【図 7】一実施形態に係る発光素子の製造方法において、発光素子に切り出す方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下に図面を参照しながら、本発明を実施するための形態を説明する。ただし、以下に示す形態は、本発明の技術思想を具体化するための例示であって、本発明を以下に限定するものではない。また、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするために誇張していることがある。さらに、同一の名称、符号については、原則として同一もしくは同質の部材を示しており、重複した説明は適宜省略する。

20

【 0 0 1 0 】

(発光素子)

図 1 に、本発明の第 1 の実施形態にかかる発光素子 1 0 0 の概略斜視図を示す。なお、本発光素子において、図 1 の下側 (第 1 電極 4 0 側、つまり実装面側) を「下」と表現し、図 1 の上側 (第 2 電極 3 0 側、つまり、実装面と反対側) を「上」と表現している。

【 0 0 1 1 】

図 1 に示すように、第 1 の実施形態において、発光素子 1 0 0 は、その平面形状が凹多角形 (凹角を有する多角形) であり、凹多角形の内角のうち、1 以上の内角が凹角 (1 8 0 ° よりも大きく、3 6 0 ° よりも小さい角度) であり、1 以上の内角が鋭角である。ここで、平面形状とは、上方および下方から発光素子 1 0 0 を見たときの形状である。平面形状において内角に 1 以上の鋭角を設けることにより、発光素子 1 0 0 の内部で生じた光が発光素子 1 0 0 の内部で全反射を繰り返すことを抑制し、光取出し効率を向上させることができる。さらに、平面形状において内角に凹角を設けることにより、凹角を設けない場合と比較して、光が外部に取り出されるまでに光が通る距離を短くできるので、電極などによる発光素子 1 0 0 内部における光の吸収も抑制できる (詳細は後述する。) 。つまり、発光素子 1 0 0 は、この両者の構成を備えることにより、光取出し効率を飛躍的に向上させることができる。

30

40

【 0 0 1 2 】

図 1 に示すように、発光素子 1 0 0 は、基板 1 0 上に、第 1 半導体層 2 1、活性層 2 2、第 2 半導体層 2 3 からなる半導体部 2 0 を有している。基板 1 0 の下面には光反射性を有する第 1 電極 4 0 が設けられている。また、半導体部 2 0 の上面には、透明電極 3 1 とパッド電極 3 2 から構成される第 2 電極 3 0 が設けられている。そして、発光素子 1 0 0 は、平面形状が、鋭角である 1 以上の内角と、凹角である 1 以上の内角と、を有する多角形である。

【 0 0 1 3 】

なお、本実施形態において、第 1 電極 4 0 を n 電極、第 2 電極 3 0 を p 電極とすることが典型的であるが、第 1 電極 4 0 を p 電極、第 2 電極 3 0 を n 電極とすることも可能であ

50

る。

【0014】

なお、図1においては、半導体部20の外形と第1電極40および透明電極31の外形が一致したように描いているが、実際は第1電極40および透明電極31の外形を半導体部20の外形より小さくしてもよい。また、活性層22が露出した側面近傍は、短絡防止のため絶縁膜により覆われていてもよい。そして、鋭角部分はチップング防止のため鋭角部の先端が丸くなるようにしてもよい。

【0015】

発光素子100の効果を、図2を用いて従来例と比較しながら説明する。図2は、発光素子内部の点Pで生じた光が外部へ取り出されるまでの平面視における距離の長さを示すものである。図2(a)に、発光素子の平面形状が、平面形状が凹四角形である発光素子100を示し、図2(b)に、発光素子の平面形状が凸三角形である従来例を示す。図2(a)のように内角の1つを凹角とすることで、図2(b)のように凸多角形とする場合よりも、発光素子内部の点Pから多角形の各辺、すなわち発光素子の側面までの距離を短くすることができる。光が発生した位置から光が取り出される側面までの距離を短くすることで、活性層22で発生した光が発光素子内部の電極などにより吸収されるのを抑制することができる。その結果、光取り出し効率の高い発光素子100とすることができる。

【0016】

発光素子100の平面形状は、凹多角形の中でも、図1に示すような、3つの内角が鋭角であり1つの内角が凹角である凹四角形とすることが好ましい。凹四角形とすることで、内角のうち凹角以外のすべての角を鋭角とすることが可能である。凹角以外の角がすべて鋭角である場合、鋭角を構成する2面間において、発光素子100の内部で発生した光が側面に入射する際の入射角を小さくすることができる。そのため、側面に入射した光のうち、発光素子100の内部へ全反射する割合を少なくし、外部へ取り出される割合を多くすることができる。すなわち、発光素子100の光取り出し効率を高めることが可能である。また、凹四角形は凹五角形や凹六角形と比べて形が単純なので、製造過程において、各層が積層された基板10(以下、ウェハー)から発光素子100を切り出す際、他の凹多角形と比べてより割れや欠けを抑制することができる。そのため、製造工程における歩留まりを良好とすることができる。

【0017】

発光素子100の平面形状は、1種類の発光素子100の平面形状を複数用いて組み合わせることで平面を敷き詰めることができる、所謂、平面充填が可能な形状とすることが好ましい。図3に、発光素子100の平面形状を用いて平面充填を行う例を示す。発光素子100の平面形状を、1種類の平面形状を用いて平面充填可能な形状とすることで、各半導体層が積層された基板(以下、ウェハー)から発光素子100を切り出す際、ウェハーを無駄にすることなく複数の発光素子100へと分割できる。平面充填可能な凹多角形としては、凹四角形の他に、凹角を2つ有する平行六辺形(図4(a)、発光素子200)や、凹角を2つ有する平行六辺形を合同な2つの凹多角形に分割してできた図形(図4(b)、発光素子300)、平行六辺形の一部を切り取り他辺に貼りつけてできた図形(図4(c)、発光素子400)などが挙げられる。

【0018】

各部材の材料や膜厚は特に限定されず、公知のものを適宜使用できる。本実施形態においては、基板10の上に半導体部20を形成するため、基板10の材料としては、半導体部20をエピタキシャル成長させるのに適した材料から形成される。図1の場合は、基板10上の半導体部20を形成しない面に第1電極40を形成し、半導体部20上に第2電極30を形成するため、両電極の間に配置される基板10は、導電性を有する。そのため、窒化物半導体(GaNなど)やGaAs、GaP、Si、SiCなどが基板10の材料として挙げられ、例えば厚さ約300 μ mの(0001)面を主面とするn型GaN基板を用いることが可能である。

【0019】

具体的には、例えば、Ga_{0.9}Nからなる基板10の上に、半導体部20として多層構造のIII族窒化物系化合物半導体層を形成することができる。半導体部20は、例えば、第1半導体層21を4.6μm厚Siドープn型Ga_{0.9}N層とし、活性層22を井戸層(3nm厚のIn_{0.3}Ga_{0.7}N)と障壁層(25nm厚のGa_{0.9}N)からなる多重量子井戸構造(井戸数6)とし、第2半導体層23を20nm厚Mgドープp型Al_{0.2}Ga_{0.8}N0.2μm厚Mgドープp型Ga_{0.9}N層とすることができる。第1電極40としては、例えばTi/Al/Ni/Auや、Ti/Al、Ti/Al/Ti/Pt/Alなどが、第2電極30の透明電極31としては例えば60nm厚のITO(酸化インジウムスズ)などが、パッド電極32としてはPt/Au、Ti/Rh/Auなどがそれぞれ利用できる。

10

【0020】

なお、図1のような形態の他にも種々の形態のものが考えられる。例えば、他の形態として、基板10にサファイヤなどの絶縁性透光基板を使用し、半導体部20における基板10側の面とは異なる面に第1電極40および第2電極30を形成したフリップチップ構造の発光素子とすることができる。また、CuWなどの導電性で非透光性の支持基板の上に導電性接着層、第2電極30、半導体部20、第1電極40を設けた構造のものとすることもできる。また、本実施形態では第2電極30に透明電極31を有することで、発光素子100の側面と同時に上面からも光を取り出す構造としているが、例えば第1電極40および第2電極30に光反射性を持たせることで、発光素子100の側面からのみ光を取り出す構成とすることも可能である。

20

【0021】

(発光素子アレイ)

上記のような発光素子を複数並べ、実装基板に実装することで、発光素子アレイとすることができる。図5は、発光素子アレイの例を示したものである。図5(a)に、発光素子100を凹角の向きが配列方向と等しくなるように並べた発光素子アレイ1000を示す。発光素子アレイ1000においては、図5(a)に示すように、発光素子100の平面形状における凹多角形の凹角を構成する辺と、凹角に隣接する凸角の頂点どうしを結ぶ直線(凹多角形の外部を通る対角線)により囲まれる領域(領域R)の内側に、他の発光素子の一部が配置されるように並べることが好ましい。ここで、凹角に隣接する凸角とは、凹角を構成する辺が、凹角と異なる側の端部において他の辺との間でなす凸角のことである。言い換えれば、発光素子アレイ1000においては、発光素子100の平面形状における凹角以外の全ての凸角の頂点をそれぞれ直線で結ぶことによって囲まれる領域から、凹多角形の内部を除いた多角形状の領域内に、他の発光素子の一部が配置されていることが好ましい。そうすることで、発光素子100の側面側から発光素子アレイを見渡したときに、各発光素子間に間隔が空いていないように見えるため、発光素子アレイを発光させた際、側面方向における輝度ばらつきを抑制することができる。

30

【0022】

図5(b)に、図4(c)に示されるような、平面形状において複数ある内角のうちの隣り合う2つが凹角である発光素子400を並べて発光素子アレイ2000とする場合を示す。その場合も、図5(a)と同様の領域R内に、他の発光素子の一部が配置されることが好ましい。そうすることで、図5(a)の発光素子アレイ1000によって得られる効果と同様の効果を得ることができる。なお、複数の種類の平面形状の発光素子を用いて発光素子アレイとすることも可能である。例えば、図1のような平面形状の発光素子100と、図4(c)のように複数の凹角が隣り合う平面形状の発光素子400を並べた発光素子アレイとすることも可能である。

40

【0023】

図5(c)は、比較のための従来例であり、従来の直方体形状の発光素子を並べたアレイである。この場合、発光素子内部で発生し側面から取り出された光は、隣接する発光

50

素子の側面との間で反射を繰り返すうちに、隣接する発光素子に吸収されて減衰する。一方、図5(a)や図5(b)の場合、発光素子の凹角を形成する2辺と、隣接する発光素子の凸角を構成する2辺との距離が、凹角から遠くなるにつれ大きくなるように配置される。そうすることで、図5(a)および図5(b)に矢印で示すように、発光素子同士の距離が一定である場合(図5(c))と比較して、発光素子側面から取り出された光が隣接する発光素子との間で反射する回数を減らすことが可能である。

【0024】

発光素子アレイの他の形態として、図6(a)に示すように、発光素子100の凹角の向きが配列方向に対して略垂直となるよう並べることも可能である。その場合、凹角の角度を調節することで、凹角側から出射する光の量を調整できる。そうすることで、非対称な配光分布を有する発光素子とすることができ、コープ照明などの間接照明に好適に利用することができる。その他にも、図6(b)に示すように、発光素子100を環状に配置することも可能である。そのように配置することで、スポットライト用光源として好適に利用することができる。

10

【0025】

(発光素子の製造方法)

以下に、本実施形態に係る発光素子100の製造方法の一例を具体的に説明する。

【0026】

(半導体部成長工程)

基板10上((0001)面上)に、第1半導体層21、活性層22、第2半導体層23で構成される半導体部20を、例えばMOCVD法などを用いてエピタキシャル成長させる。基板10には、その一端に結晶方位を示すオリエンテーションフラット(Orientation Flat)がGaN単結晶の(10-10)面がでるように設ける。MOCVD法による結晶成長では、キャリアガスとして水素(H_2)または窒素(N_2)、III族原料であるGa源としてトリメチルガリウム(TMGa)またはトリエチルガリウム(TEGa)、Al源としてトリメチルアルミニウム(TMA)、In源としてトリメチルインジウム(TMI)、V族原料であるN源としてアンモニア(NH_3)、を用い、ドーパントとしては、n型にはSi原料としてモノシラン(SiH_4)を、p型にはMg原料としてはビスシクロペンタジエニルマグネシウム(Cp_2Mg)を用いる。これらの原料ガスの供給量を変化させることにより、各III族窒化物系化合物半導体層の組成を調整することができる。結晶成長は例えば約1気圧(約100kPa)にて行うことができる。

20

30

【0027】

(第2電極形成工程)

第2半導体層23上に、フォトリソグラフィ、反応性イオンエッチング、CVD(Chemical Vapor Deposition)、スパッタリング、蒸着、リフトオフ、アニールなど公知の半導体ウェハプロセス技術を用いて、第2電極30を形成する。まず、第2半導体層23上の所定の位置に通常のフォトリソグラフィ、スパッタリング、およびリフトオフを用いて透明電極31を形成する。次に、フォトリソグラフィおよび反応性イオンエッチングを用いて、略凹多角形(例えば、図7に示されるような、内角が240°、30°、60°、30°であり、辺の長さが約1mm、約0.58mm、約0.58mm、約1mmである、図1と対応する凹四角形)の外周として幅50μm程度の溝を形成し、第1半導体層21を溝底に露出させる。発光素子100の平面形状を凹四角形、凹四角形のうち長い方の辺を基板のオリエンテーションフラットと平行になるようにすることで、発光素子100の側面を{10-10}面と{11-20}面とで構成でき、チップ分割がより容易となる。次に反応性イオンエッチングのマスクとなったレジストを除去し、その後、プラズマCVD法により全面に SiO_2 などからなる絶縁膜を成膜する(図示せず。)。続いて、透明電極31の上の絶縁膜の一部に、フォトリソグラフィおよび反応性イオンエッチングを用いてコンタクト孔を開け、コンタクト孔を覆うようにパッド電極32を所定の形状に形成する。

40

50

【 0 0 2 8 】

(ウェハー研磨工程)

次に第 2 電極 3 0 形成後のウェハーを研磨し厚さを調整する。研磨用のホルダにウェハーを貼り付け、研磨面となるウェハーの下面 ((0 0 0 - 1) 面) を研削機で研削した後、研磨剤を含んだラッピングマシンで研磨する。仕上げにアルカリ性水溶液を用いて、ポリッシングクロス上でCMP研磨 (Chemical Mechanical Polishing) を行う。多段階の研磨工程を経ることで、ウェハーの総厚が約 1 0 0 μ m となり、ウェハーの下面は平坦な鏡面となる。

【 0 0 2 9 】

(第 1 電極形成工程)

研磨後のウェハーをホルダから取り出した後、半導体ウェハープロセス装置にかける。研磨後のウェハーにおける、基板 1 0 の下面 ((0 0 0 - 1) 面) 上の所定の位置に通常のフォトリソグラフィ、スパッタリング、およびリフトオフを用いて、第 1 電極 4 0 を形成する。同時に、略凹四角形の外周の溝に対向する基板 1 0 の下面には幅約 5 0 μ m の第 1 電極 4 0 のない領域 (スクライブストリート) を設ける。

【 0 0 3 0 】

(チップ化工程)

次に、金属リング (ダイシングフレーム、ダイシングリング、リングフレーム、リング) に粘着シート (ダイシングテープ) を貼り第 1 電極 4 0 形成後のウェハーを保持 (ウェハーマウント) する。そして、レーザ加工によって、発光素子 1 0 0 のチップ外形を切り出す。レーザ加工は、具体的には、多光子吸収を用いたステルスダイシング、レーザアブレーション加工、レーザー誘起背面湿式加工法 (Laser - Induced Back Side Wet Etching ; L I B W E 法) による深溝加工、レーザーウォータージェットなどによって行う。そして、レーザ光を対物レンズ光学系で集光して、ウェハーのスクライブストリートに沿って G a N 基板内部に焦点を合せて照射し、焦点領域で多光子吸収を起こさせ、照射前に比べて結晶強度が低い改質領域を G a N 基板内部に形成するステルスダイシング法により、破線を 4 方向 (例えば、[- 1 0 1 0]、[- 2 1 1 0]、[- 1 2 - 1 0]、[0 1 - 1 0] など) に引き、続いて、焦点を基板下面から深い距離の位置に設定し走査した後、浅い距離の位置に焦点を変更し二度目の操作を行い、略凹四角形の外形にチップを切り出す (図 7 参照)。このときに、基板のへき開面が活性層に垂直であれば、発光素子 1 0 0 の側面として基板 1 0 のへき開面を利用できる。基板のへき開面が活性層 2 2 に斜めに交わるのであれば、へき開面が出にくい方向にチップ分割を行う。その後、エキスパンドを行って発光素子 1 0 0 を分離する。

【 0 0 3 1 】

上記のような方法を用いることで、発光効率に優れた発光素子 1 0 0 を製造することができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 2 】

各種蛍光管ランプの代替をはじめ、産業用のUV照射機で従来用いられてきた水銀ランプをLED光源に置き換える動きがあり、高出力高輝度で照度均斉度の高い光源が求められている。薄型光源にやすく、液晶パネルのバックライト用光源に好適である。また、掲示板の照明やコープ照明のように、非対称な配光が好ましい照明用光源にも適する。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 3 】

- 1 0 0 0 , 2 0 0 0 発光素子アレイ
- 1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 発光素子
- 1 0 基板
- 2 0 半導体部
- 2 1 第 1 半導体層
- 2 2 活性層

10

20

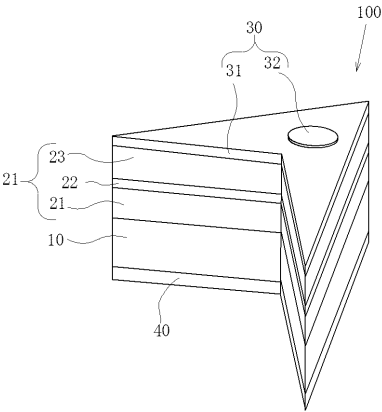
30

40

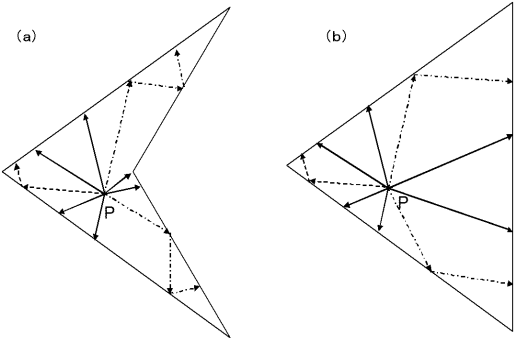
50

- 2 3 第 2 半 導 体 層
- 3 0 第 2 電 極
- 3 1 透 明 電 極
- 3 2 パッド電極
- 4 0 第 1 電 極

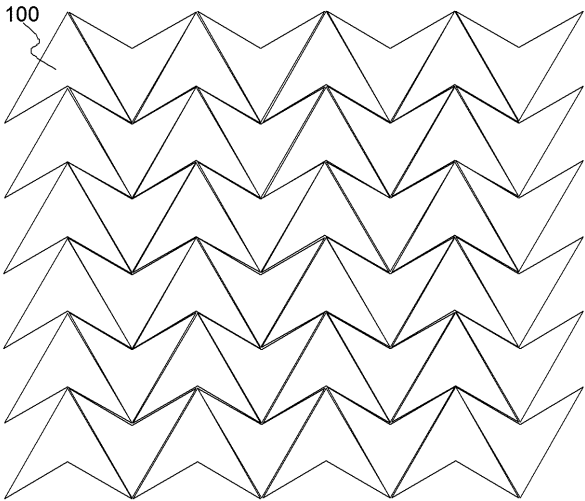
【 図 1 】



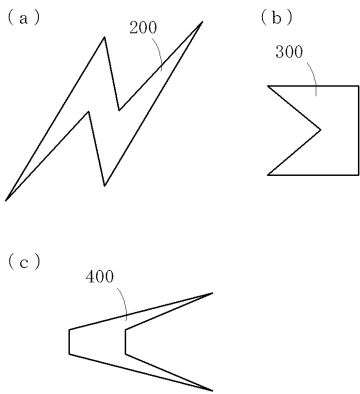
【 図 2 】



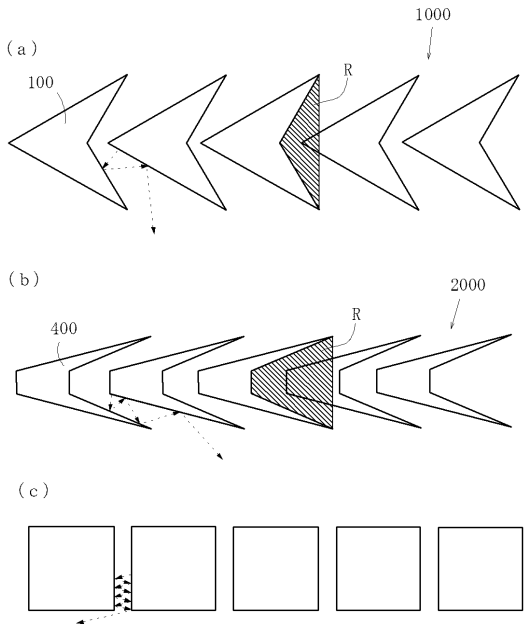
【 図 3 】



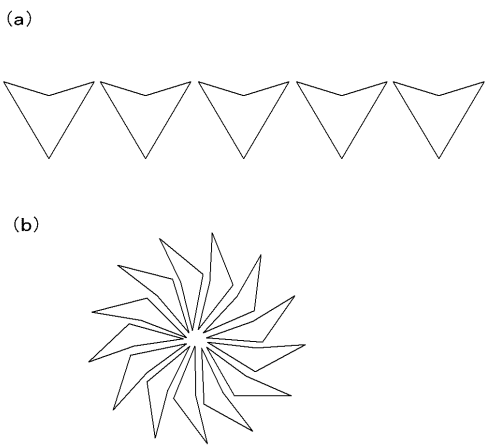
【 図 4 】



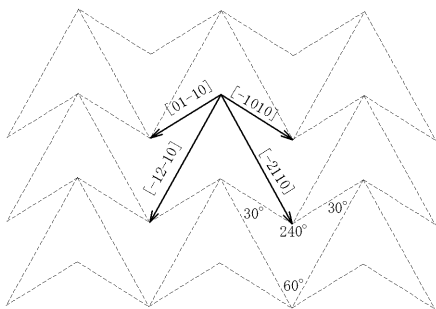
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【手続補正書】

【提出日】平成29年8月30日(2017.8.30)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体部を有する発光素子であって、
前記発光素子の平面形状が凹多角形であり、
前記凹多角形の内角のうち、2つ以上の鋭角と2つ以上の凹角であることを特徴とする
発光素子。

【請求項 2】

前記発光素子の平面形状が、六角形であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子
。

【請求項 3】

前記半導体部の下部には基板があることを特徴とする、請求項 1 にないし 2 に記載の発
光素子。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の発光素子を複数並べたことを特徴とする発光
素子アレイ。