

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6324690号
(P6324690)

(45) 発行日 平成30年5月16日(2018.5.16)

(24) 登録日 平成30年4月20日(2018.4.20)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/20 (2010.01) H O 1 L 33/20
H O 1 L 33/52 (2010.01) H O 1 L 33/52

請求項の数 16 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2013-193661 (P2013-193661)	(73) 特許権者	513276101
(22) 出願日	平成25年9月19日(2013.9.19)		エルジー イノテック カンパニー リミテッド
(65) 公開番号	特開2014-68010 (P2014-68010A)		大韓民国 100-714, ソウル, ジュネーグ, ハンガンテロー, 416, ソウル スクエア
(43) 公開日	平成26年4月17日(2014.4.17)		
審査請求日	平成28年9月14日(2016.9.14)	(74) 代理人	100146318
(31) 優先権主張番号	10-2012-0105933		弁理士 岩瀬 吉和
(32) 優先日	平成24年9月24日(2012.9.24)	(74) 代理人	100114188
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		弁理士 小野 誠
		(74) 代理人	100119253
			弁理士 金山 賢教
		(74) 代理人	100129713
			弁理士 重森 一輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 紫外線発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

200nm乃至405nm波長帯域の光を放出する活性層と、
 前記活性層上に配置され、前記活性層と対向する下部を有する透光層と、を含み、
 前記透光層の側部及び上部は、表面加工されたパターン部を有し、
 前記パターン部は内部全反射領域に位置し、前記内部全反射領域は、以下の通りである
 、紫外線発光素子。

$$\left(\frac{a+b_1}{2}\right)\tan\theta_{\text{TIR}} < y < h$$

$$0 < x < \frac{b_1-a}{2} - h\tan\theta_{\text{TIR}}, \frac{a+b_1}{2} + h\tan\theta_{\text{TIR}} < x < b_1$$

(ここで、yは、前記透光層の厚さ方向の位置を示し、xは、前記透光層の幅方向の位置を示し、aは、前記活性層の幅を示し、b₁は、前記透光層の下部幅を示し、θ_{TIR}は、前記透光層の内部全反射角度を示し、hは、前記透光層の厚さをそれぞれ示す。)

【請求項 2】

前記パターン部は、前記透光層の上部、及び前記透光層の側部の上部分に位置する、請求項 1 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 3】

前記パターン部は、ランダムなラフネスを有するように表面加工されたり、半球形状に表面加工されたり、少なくとも一つの傾斜面を有するように表面加工されたり、少なくとも一つの傾斜面にラフネスを有するように表面加工されたり、または角錐台又は逆角錐台の形状に表面加工された、請求項 1 又は 2 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 4】

前記透光層の上部面と下部面が互いに異なる面積を有するように、前記パターン部は表面加工された、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

10

【請求項 5】

サブマウントと、
前記サブマウント上に互いに離隔して配置される第 1 及び第 2 電極パッドと、
200 nm ~ 405 nm 波長帯域の光を放出する活性層、前記活性層上に配置された第 1 導電型半導体層、及び前記活性層の下に配置された第 2 導電型半導体層を含む、発光構造物と、

前記活性層上に配置され、前記活性層と対向する下部を有する透光層と、
前記第 1 導電型半導体層の下に配置される第 1 電極層と、
前記第 2 導電型半導体層の下に配置される第 2 電極層と、
前記第 1 及び第 2 電極層を前記第 1 及び第 2 電極パッドにそれぞれ連結する第 1 及び第 2 バンプとを含み、

20

前記透光層の側部及び上部のうち少なくとも一つは、表面加工されたパターン部を有し、

前記パターン部は、前記透光層の側部方向に入射した光が上部方向に出射されるように、前記透光層の上部面積が前記透光層の下部面積よりも広く表面加工され、

前記透光層は、
前記下部と同一の形状の面積を有する複数の水平断面を含む下段部と、
前記下段部上に配置され、前記下段部の上面と前記上部との間で互いに異なる面積を有する複数の水平断面を含む上段部であって、前記上段部の側部は少なくとも一つの傾斜面を有する、上段部とを含む、紫外線発光素子。

30

【請求項 6】

基板と、
前記基板と前記活性層との間に配置された第 1 導電型半導体層と、
前記活性層上に配置された第 2 導電型半導体層とをさらに含み、
前記透光層は、前記第 2 導電型半導体層を含む、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 7】

前記活性層上に配置された第 1 導電型半導体層と、
前記活性層の下に配置された第 2 導電型半導体層と、
前記第 1 導電型半導体層上に配置された基板とをさらに含み、
前記透光層は、前記基板を含む、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

40

【請求項 8】

前記表面加工は、ラッピング及びポリッシング加工のうちの少なくとも一つの加工を含み、前記ランダムなラフネスの粗さの程度は研磨粒子の大きさに比例するか、前記表面加工はレーザースクラビング加工を含むか、または前記表面加工は湿式又は乾式エッチング加工を含む、請求項 3 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 9】

前記傾斜面の表面はラフネスを有するか、または前記傾斜面は、外側で凹状又は凸状の曲率を有する、請求項 5 に記載の紫外線発光素子。

50

【請求項 10】

前記透光層の前記上部面の幅と前記下部面の幅は、以下のような関係を有する、請求項 5 又は 9 に記載の紫外線発光素子。

$$b_1 - b_2 = 2d \tan \theta_1$$

(ここで、 b_1 は、前記下部面の幅を示し、 b_2 は、前記上部面の幅を示し、 d は、前記上段部の厚さを示し、 θ_1 は、前記傾斜面の傾斜角をそれぞれ示す。)

【請求項 11】

前記透光層の幅は $50 \mu\text{m} \sim 250 \mu\text{m}$ であり、前記下段部の厚さは $25 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ であり、前記傾斜面の傾斜角は $30^\circ \sim 40^\circ$ である、請求項 5、9 及び 10 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 12】

前記上段部は縁部に少なくとも一つの突出部を含むか、または前記上段部は逆角錐台の形状を有する、請求項 5、及び 9 ないし 11 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 13】

前記透光層の上部は、周期的な凹凸形状を前記パターン部として有する、請求項 1、2 及び 5 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 14】

前記紫外線発光素子は、前記第 2 導電型半導体層上に配置された第 2 導電型電極層をさらに含み、

前記透光層は前記第 2 導電型電極層をさらに含む、請求項 6 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 15】

p 型半導体層、 $200 \text{ nm} \sim 405 \text{ nm}$ の波長帯域の光を放出する活性層及び n 型 AlGaIn 層を有する発光構造物と、

前記 n 型 AlGaIn 層の上に配置され、前記活性層と対向する下部を有するサファイア基板とを含み、

前記サファイア基板の側部の下部分及び上部の縁部にラフネスを有するパターン部が形成され、

前記サファイア基板の側部の下部分は、以下の通りであり、

$$0 < y < \frac{b_1}{2}$$

(ここで、 y は、前記サファイア基板の厚さ方向の位置を示し、 b_1 は、前記サファイア基板の下部幅を示す。)

前記上部の縁部は、以下の通りである、紫外線発光素子。

$$0 < x < \frac{b_1 - a}{2} - h \tan \theta_{\text{TIR}}, \frac{a + b_1}{2} + h \tan \theta_{\text{TIR}} < x < b_1$$

(ここで、 x は、前記サファイア基板の幅方向の位置を示し、 a は、前記発光構造物の幅を示し、 b_1 は、前記サファイア基板の下部幅を示し、 θ_{TIR} は、前記サファイア基板の内部全反射角度を示し、 h は、前記サファイア基板の厚さをそれぞれ示す。)

【請求項 16】

200 nm 乃至 405 nm 波長帯域の光を放出する活性層と、

前記活性層上に配置され、前記活性層と対向する下部を有する透光層とを含み、

前記透光層の側部及び上部は、表面加工されたパターン部を有し、
前記パターン部は非最大発光領域に位置し、前記非最大発光領域は、以下の通りである、
発光素子。

$$F < y < h, \text{ ここで, } 0 \leq F \leq \left(\frac{a+b_1}{2} \right) \tan \theta_{\text{TIR}}$$

$$0 < x < \frac{(b_1-a)}{2}$$

10

(ここで、y は、前記透光層の厚さ方向の位置を示し、x は、前記透光層の幅方向の位置を示し、a は、前記活性層の幅を示し、b₁ は、前記透光層の下部幅を示し、h は、前記透光層の厚さを示し、θ_{TIR} は、前記透光層の内部全反射角度をそれぞれ示す。)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実施形態は、紫外線発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

20

発光ダイオード (LED: Light Emitting Diode) は、化合物半導体の特性を用いて電気を赤外線または光に変換して信号を授受したり、光源として使用される半導体素子の一種である。

【0003】

III-V族窒化物半導体 (group III-V nitride Semiconductor) は、物理的及び化学的特性によって、発光ダイオード (LED) またはレーザーダイオード (LD) などの発光素子の核心素材として脚光を浴びている。

【0004】

このような発光ダイオードは、白熱灯や蛍光灯などの既存の照明器具に使用される水銀 (Hg) のような環境有害物質を含んでいないので優れた親環境性を有し、長寿命と低電力消費特性などのような長所があるので、既存の光源を代替している。

30

【0005】

図1は、一般的なフリップボンディング構造を有するLEDの断面図を示す。

【0006】

図1に示されたLEDは、サブマウント (submount) 10、パッシベーション (passivation) 層12、第1及び第2電極パッド14, 16、バンブ18, 20, 22、第1及び第2電極層24, 26、半導体層30、AlN層40、及びサファイア基板42で構成される。半導体層30は、p型半導体層32、活性層34及びn型半導体層36で構成される。

【0007】

40

図1に示されたLEDにおいて、活性層34から放出された光は、n型半導体層36とAlN層40を経てサファイア基板42を通じて上部方向に出射される。このとき、スネルの法則によれば、n型半導体層36、AlN層40、及びサファイア基板42の屈折率の差によって、活性層34から放出された光の一部は、サファイア基板42を抜け出ることができず、内部全反射 (TIR: Total Internal Reflection) されて半導体層30で吸収されてしまい、発光効率が低下するという問題点がある。

【0008】

図1に示されたLEDが、ブルー (Blue) 波長帯域の光を放出するブルーLEDである場合、AlN層40は省略することができ、n型半導体層36はGaNからなること

50

ができる。しかし、図 1 に示された LED が、深紫外線 (DUV: Deep Ultraviolet) 波長帯域の光を放出する DUV LED である場合、AlN 層 40 が存在し、n 型半導体層 36 は AlGaIn からなることができる。AlN の屈折率は 2.3 で、サファイア基板 42 の屈折率は 1.82 で、サファイア基板 42 と接する空気の屈折率は 1 であるため、光経路上に置かれた媒質の屈折率の差が非常に大きくなって内部全反射損失が極大化して、光取り出し効率が低下するという問題点がある。

【0009】

図 2 は、ブルー LED と DUV LED において、サファイア基板 50 の側面に射出される光の個数を比較説明するための図であって、 θ_A は入射角を示し、 θ_B は射出角を示す。

10

【0010】

図 2 で参照符号 '52' は、ブルー LED の場合、GaN バッファ層 40 や GaN 発光構造物 36 に該当し、DUV LED の場合、AlN 層 40 に該当する。このとき、ブルー LED から放出される光の波長 λ を 450 nm とし、DUV LED から放出される光の波長 λ を 280 nm と仮定する時、各層 50, 52 の屈折率は、次の表 1 の通りである。

【表 1】

区分	屈折率 ($\lambda=280\text{nm}$)	屈折率 ($\lambda=450\text{nm}$)
AlN	2.31	2.18
GaN	2.71	2.48
サファイア	1.82	1.78

20

【0011】

また、光の波長 λ が 450 nm であるブルー LED と光の波長 λ が 280 nm である DUV LED において、内部全反射角度 θ_{TIR} 、入射角 θ_A 及び射出角 θ_B は、次の表 2 の通りである。

【表 2】

区分	λ (nm)	θ_{TIR} ($^\circ$)	θ_B ($^\circ$)		
			$\theta_A=15^\circ$	$\theta_A=30^\circ$	$\theta_A=40^\circ$
AlN/サファイアの境界	280	52.47	19	39	54
サファイア/空気の境界		33.24			
GaN/サファイアの境界	450	45.86	21	44	64
サファイア/空気の境界		34.18			

30

【0012】

表 1 及び表 2 を参照すると、同一の入射角 θ_A に対して 450 nm の GaN / サファイア境界で射出角 θ_B がさらに大きいので、450 nm の GaN / サファイア境界を抜け出した光線が水平面に近いように進むことがわかる。しかし、全反射臨界角 θ_{TIR} は、280 nm の AlN / サファイア境界でさらに大きいので、LED の活性層 (MQW) 34 から全ての角度で均一に球状に光が放射される場合、臨界角の差分に該当する 6.61° ($= 52.47 - 45.86$) の光線が、450 nm の GaN / サファイア境界に比べてもっとサファイア基板 50 を通じて射出される。したがって、サファイア基板 50 の側壁 (sidewall) の下部を通じて射出される光線の個数は、ブルー LED よりも DUV LED の場合にさらに多い。

40

【0013】

このように、ブルー LED と比較するとき、DUV LED では、活性層 34 から放出された光が、サファイア基板 42 の側壁の下部に多く射出されて、光取り出し効率がさらに低下することがある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 1 4 】

実施形態は、光取り出し効率が向上した紫外線発光素子を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

実施形態の紫外線発光素子は、200nm乃至405nm波長帯域の光を放出する活性層と、前記活性層上に配置され、前記活性層と対向する下部を有する透光層と、を含み、前記透光層の側部及び上部のうち少なくとも一つは表面加工されたパターン部を有する。

【 0 0 1 6 】

前記パターン部は、内部全反射領域及び非最大発光領域のうち少なくとも一領域に位置することができる。

【 0 0 1 7 】

前記内部全反射領域は、下記のように定義することができる。

【数1】

$$\left(\frac{a+b_1}{2}\right)\tan\theta_{\text{TIR}} < y < h$$

$$0 < x < \frac{b_1-a}{2} - h\tan\theta_{\text{TIR}}, \frac{a+b_1}{2} + h\tan\theta_{\text{TIR}} < x < b_1$$

【 0 0 1 8 】

ここで、yは、前記透光層の厚さ方向の位置を示し、xは、前記透光層の幅方向の位置を示し、aは、前記活性層の幅を示し、b₁は、前記透光層の下部幅を示し、θ_{TIR}は、前記透光層の内部全反射角度を示し、hは、前記透光層の厚さをそれぞれ示す。

【 0 0 1 9 】

前記パターン部は、前記透光層の上部、前記透光層の側部の下部分、中間部分及び上部分のうち少なくとも一つに位置することができる。

【 0 0 2 0 】

前記パターン部が位置する前記透光層の側部の下部分は、下記のように定義することができる。

【数2】

$$0 < y < \frac{b_1}{2}$$

【 0 0 2 1 】

ここで、yは、前記透光層の厚さ方向の位置を示し、b₁は、前記透光層の下部幅を示す。

【 0 0 2 2 】

前記パターン部は、ランダムなラフネスを有するように表面加工されてもよい。

【 0 0 2 3 】

前記表面加工は、ラッピング及びポリッシング加工のうち少なくとも一つの加工を含み、前記ランダムなラフネスの粗さの程度は、研磨粒子の大きさに比例することができる。前記研磨粒子の大きさは、0.5μm～6μmであってもよい。

【 0 0 2 4 】

前記表面加工は、レーザースクライビング加工を含み、乾式エッチング加工を含むことができる。

【 0 0 2 5 】

前記パターン部は、半球形状に表面加工されてもよい。前記半球の半径は、前記透光層の下部幅の少なくとも半分であってもよい。

【 0 0 2 6 】

前記透光層の上部面と下部面が互いに異なる面積を有するように、前記パターン部は表面加工されてもよい。前記透光層は、前記下部面と同一の形状の同一の水平断面を有する下段部と；前記下段部の上に配置され、前記下段部の上面と前記上部面との間で互いに異なる複数の水平断面を有する上段部と；を含むことができる。

【 0 0 2 7 】

前記透光層の前記下部面の面積は、前記上部面の面積よりも広くすることができる。前記上段部の側部は、少なくとも一つの傾斜面を有し、前記傾斜面の表面はラフネスを有することができる。

【 0 0 2 8 】

前記透光層の前記上部面の幅と前記下部面の幅は、下記のような関係を有することができる。

【 数 3 】

$$b_1 - b_2 = 2d \tan \theta_1$$

【 0 0 2 9 】

ここで、 b_1 は、前記下部面の幅を示し、 b_2 は、前記上部面の幅を示し、 d は、前記上段部の厚さを示し、 θ_1 は、前記傾斜面の傾斜角をそれぞれ示す。

【 0 0 3 0 】

前記透光層の幅は $50 \mu\text{m} \sim 250 \mu\text{m}$ であり、前記下段部の厚さは $25 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ であり、前記傾斜面の傾斜角は $30^\circ \sim 40^\circ$ であってもよい。例えば、前記透光層の幅は $100 \mu\text{m}$ であり、前記下段部の厚さは $50 \mu\text{m}$ であってもよい。

【 0 0 3 1 】

前記上段部は、角錐台の形状を有することができる。

【 0 0 3 2 】

前記傾斜面は、外側で凹状または凸状の曲率を有することができる。

【 0 0 3 3 】

前記透光層の前記上部面の面積は、前記下部面の面積よりも広くすることができる。前記上段部は縁部に少なくとも一つの突出部を含むことができる。前記上段部は、逆角錐台の形状を有することができる。

【 0 0 3 4 】

前記透光層の上部は、周期的な凹凸形状を有することができる。

【 0 0 3 5 】

前記凹凸の周期は $\lambda/4$ であってもよい。ここで、 λ は、前記光の波長である。

【 0 0 3 6 】

前述した前記紫外線発光素子は、基板と；前記基板と前記活性層との間に配置された第1導電型半導体層と；前記活性層上に配置された第2導電型半導体層と；をさらに含み、前記透光層は、前記第2導電型半導体層を含むことができる。また、前記紫外線発光素子は、前記第2導電型半導体層上に配置された第2導電型電極層をさらに含み、前記透光層は、前記第2導電型電極層をさらに含むことができる。

【 0 0 3 7 】

または、前述した前記紫外線発光素子は、前記活性層上に配置された第1導電型半導体層と；前記活性層の下に配置された第2導電型半導体層と；前記第1導電型半導体層上に配置された基板と；をさらに含み、前記透光層は、前記基板を含む。

【 0 0 3 8 】

他の実施形態による紫外線発光素子は、p型半導体層、 200 nm 乃至 405 nm 波長帯域の光を放出する活性層、及びn型AlGaIn層を有する発光構造物と；前記n型AlGaIn層の上に配置され、前記活性層と対向する下部を有するサファイア基板と；を含み、前記サファイア基板の側部の下部分及び上部の縁部のうち少なくとも一つにラフネスを

10

20

30

40

50

有するパターン部が形成されてもよい。前記サファイア基板の側部の下部分は、下記のように定義し、

【数 4】

$$0 < y < \frac{b_1}{2}$$

【0039】

前記上部の縁部は、下記のように定義することができる。

【数 5】

$$0 < x < \frac{b_1 - a}{2} - h \tan \theta_{\text{TIR}}, \frac{a + b_1}{2} + h \tan \theta_{\text{TIR}} < x < b_1$$

10

【0040】

ここで、 y は、前記サファイア基板の厚さ方向の位置を示し、 b_1 は、前記サファイア基板の下部幅を示す。 x は、前記サファイア基板の幅方向の位置を示し、 a は、前記発光構造物の幅を示し、 b_1 は、前記サファイア基板の下部幅を示し、 θ_{TIR} は、前記サファイア基板の内部全反射角度を示し、 h は、前記サファイア基板の厚さをそれぞれ示す。また、紫外線発光素子は、前記 n 型 AlGaIn 層と前記サファイア基板との間に配置される AlN 層をさらに含むことができる。

【発明の効果】

20

【0041】

実施形態の紫外線発光素子は、フリップ型において透光層である基板や垂直型において透光層である第 2 導電型半導体層及び第 2 導電型電極層の側部及び上部のうち少なくとも一つが切断されたり、ランダムなラフネス (roughness) を有したり、切断され且つランダムなラフネスを有したり、及び / 又は光結晶構造を有するので、透光層の側部に出射される光、透光層を脱出できず、内部で吸収される光、及び / 又は透光層を脱出しにくい光が透光層の外部、特に、透光層の上部に脱出するように助けることができるので、光取り出し効率 (または、取り出し量子効率) が改善される。さらに、発光構造物の内部やチップの構造を大きく変えることなく、透光層に簡単にパターン部を付与することによって、光取り出し効率を容易に改善することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0042】

下記の図面を参照して実施形態について詳細に説明する。ただし、図面中、同一の要素には同一の参照符号を付する。

【図 1】一般的なフリップボンディング構造を有する LED の断面図である。

【図 2】ブルー LED と DUV LED においてサファイア基板の側面に出射される光の個数を比較説明するための図である。

【図 3】一実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

【図 4】図 3 の 4 - 4' 線断面図である。

【図 5】図 3 に示された紫外線発光素子の平面図である。

40

【図 6】内部全反射領域及び非最大発光領域を説明するための図 1 に示された一般的な LED の半導体層及び基板の断面図である。

【図 7】図 3 乃至図 5 に例示された紫外線発光素子において表面加工された基板のパターン部を拡大して示した断面図である。

【図 8】他の実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

【図 9】図 8 に示された 9 - 9' 線断面図である。

【図 10】更に他の実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

【図 11】図 10 に示された 11 - 11' 線断面図である。

【図 12】更に他の実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

【図 13】図 12 に示された 13 - 13' 線部分断面図である。

50

【図 1 4 A】基板の下段部の厚さと傾斜角によって異なる形態を有する紫外線発光素子の斜視図である。

【図 1 4 B】基板の下段部の厚さと傾斜角によって異なる形態を有する紫外線発光素子の斜視図である。

【図 1 5】基板の下段部の厚さと傾斜角による光取り出し効率を示すグラフである。

【図 1 6】更に他の実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

【図 1 7】図 1 6 に示された 1 7 - 1 7 ' 線断面図である。

【図 1 8】更に他の実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

【図 1 9】図 1 8 に示された 1 9 - 1 9 ' 線部分断面図である。

【図 2 0】更に他の実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

10

【図 2 1】図 2 0 に示された 2 1 - 2 1 ' 線断面図である。

【図 2 2】更に他の実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

【図 2 3】図 2 2 に示された 2 3 - 2 3 ' 線断面図である。

【図 2 4 A】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

【図 2 4 B】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

【図 2 5 A】研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。

【図 2 5 B】研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。

【図 2 6 A】研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。

【図 2 6 B】研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。

【図 2 7 A】研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。

20

【図 2 7 B】研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。

【図 2 8 A】研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。

【図 2 8 B】研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。

【図 2 9 A】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

【図 2 9 B】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

【図 2 9 C】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

【図 2 9 D】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

【図 2 9 E】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

【図 2 9 F】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

【図 2 9 G】更に他の実施形態による紫外線発光素子の断面図である。

30

【図 3 0】更に他の実施形態による紫外線発光素子の斜視図である。

【図 3 1】図 3 0 に示された 3 1 - 3 1 ' 線断面図である。

【図 3 2】更に他の実施形態による垂直型紫外線発光素子の断面図である。

【図 3 3】実施形態に係る発光素子パッケージの断面図である。

【図 3 4】他の実施形態に係る発光素子パッケージの断面図である。

【図 3 5】実施形態に係る照明ユニットの斜視図である。

【図 3 6】実施形態に係るバックライトユニットの分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0043】

以下、実施形態を添付の図面を参照して説明する。

40

【0044】

本実施形態の説明において、各構成要素 (element) の「上 (上部)」または「下 (下部)」 (on or under) に形成されると記載される場合において、上 (上部) または下 (下部) は、二つの構成要素が互いに直接 (directly) 接触したり、一つ以上の他の構成要素が前記二つの構成要素の間に配置されて (indirectly) 形成されることを全て含む。

【0045】

「上 (上部)」 (on) または「下 (下部)」 (under) と表現される場合、一つの構成要素を基準にして上側方向のみならず、下側方向の意味も含むことができる。

【0046】

50

実施形態によれば、紫外線発光素子は、複数の化合物半導体層、例えば、III-V族またはII-VI族元素の化合物半導体層を用いたLEDを含み、LEDは、紫外線(UV: Ultraviolet)または深紫外線(DUV: Deep UV)LEDであってもよい。

【0047】

紫外線発光素子は、活性層と透光層を含む。活性層は、200nm~405nm波長帯域の紫外線光を放出することができ、特に、200nm~350nm波長帯域の深紫外線光を放出することができる。透光層は、活性層の上に配置され、活性層と対向する下部を有する。実施形態によれば、透光層の側部及び上部のうち少なくとも一つは、表面加工されたパターン部を有する。このように、透光層がパターン部を有することによって、紫外線発光素子の光取り出し効率を改善させることができる。

10

【0048】

以下、透光層の側部及び上部のうち少なくとも一つの表面が切断によって表面加工された所及び/又はランダムなラフネス(roughness)を有するように表面加工された所は全てパターン部に該当する。

【0049】

<フリップ(flip)チップボンディング構造の紫外線発光素子>

以下、実施形態に係る紫外線発光素子がフリップチップボンディング構造を有する時、活性層と透光層に対して添付の図面を参照して次のように説明する。

【0050】

20

図3は、一実施形態による紫外線発光素子100Aの斜視図を示し、図4は、図3の4-4'線断面図を示し、図5は、図3に示された紫外線発光素子100Aの平面図を示す。

【0051】

図3乃至図5を参照すると、紫外線発光素子100Aは、サブマウント(submount)110、保護層(passivation layer)120、第1電極パッド132、136、第2電極パッド134、第1バンプ(bump)142、146、第2バンプ144、第1電極層152、156、第2電極層154、発光構造物160、バッファ層170、及び基板180を含む。

【0052】

30

図3に例示された紫外線発光素子100Aの第1電極層152、156と第2電極層154は、フリップ方式でサブマウント110上に位置する。

【0053】

すなわち、紫外線発光素子100Aの第1電極層152、156は、第1バンプ142、146によってサブマウント110の第1電極パッド132、136と連結され、第2電極層154は、第2バンプ144によってサブマウント110の第2電極パッド134と連結される。例えば、サブマウント110は、炭化ケイ素(SiC)、GaN、GaAs、Siなどの半導体基板からなることができる。もし、サブマウント110がSiからなる場合、図3に示されたように、保護層120をさらに設けることができる。

【0054】

40

第1バンプ142、146が位置する場所を表示する役割を行うために、第1上部バンプ金属層(図示せず)が第1バンプ142、146と第1電極層152、156との間に配置され、第1下部バンプ金属層(図示せず)が第1バンプ142、146と第1電極パッド132、136との間にさらに配置されてもよい。また、第2バンプ144が位置する場所を表示するために、第2上部バンプ金属層(図示せず)が第2バンプ144と第2電極層154との間に配置され、第2下部バンプ金属層(図示せず)が第2バンプ144と第2電極パッド134との間に配置されてもよい。

【0055】

第1電極層152、156は、第1導電型半導体層162の下に配置し、第2電極層154は、第2導電型半導体層166の下に配置することができる。第1及び第2電極層1

50

52～156は、金属で形成することができ、例えば、Ag、Ni、Al、Rh、Pd、Ir、Ru、Mg、Zn、Pt、Au、Hf、及びこれらの選択的な組み合わせからなることができる。また、第1及び第2電極層152～156は、オーミック特性を有する反射電極材料で単層または多層に形成することができる。

【0056】

例えば、第1及び第2電極層152～156は、前述した金属物質と、ITO(indium tin oxide)、IZO(indium zinc oxide)、IZTO(indium zinc tin oxide)、IAZO(indium aluminum zinc oxide)、IGZO(indium gallium zinc oxide)、IGTO(indium gallium tin oxide)、AZO(aluminum zinc oxide)、ATO(antimony tin oxide)、GZO(gallium zinc oxide)、IrOx、RuOx、RuOx/ITO、Ni/IrOx/Au、及びNi/IrOx/Au/ITOのうち少なくとも一つを含むことができ、このような材料に限定されない。第1及び第2電極層152～156は、第1及び第2導電型半導体層162、166とそれぞれオーミック接触する物質を含むことができる。もし、第1及び第2電極層152～156がオーミックの役割を果たす場合、別途のオーミック層(図示せず)は形成しなくてもよい。

【0057】

前述した第1電極パッド132、136、第2電極パッド134、保護層120、サブマウント110、第1及び第2電極層152～156は、実施形態の理解を助けるための例に過ぎず、本実施形態はこれに限定されない。

【0058】

次に、発光構造物160は、基板180の下に配置される。発光構造物160は、第1導電型半導体層162、活性層164及び第2導電型半導体層166を含む。

【0059】

第1導電型半導体層162は、基板180の下に配置され、半導体化合物で形成することができる。III-V族、II-VI族などの化合物半導体で具現することができ、第1導電型ドーパントがドーピングされてもよい。例えば、第1導電型半導体層162は、 $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $0 < x+y < 1$)の組成式を有する半導体物質またはInAlGaNで形成されてもよい。第1導電型半導体層162がn型半導体層である場合に、第1導電型ドーパントは、Si、Ge、Sn、Se、Teなどのようなn型ドーパントを含むことができる。第1導電型半導体層162は単層または多層に形成することができ、これに対して限定しない。

【0060】

活性層164は、第1導電型半導体層162と第2導電型半導体層166との間に配置され、単一井戸構造、多重井戸構造、単一量子井戸構造、多重量子井戸(MQW: Multi Quantum Well)構造、量子点構造または量子線構造のいずれか一つを有することができる。活性層164は、III-V族元素の化合物半導体材料を用いて、井戸層と障壁層、例えば、InGaN/GaN、InGaN/InGaN、GaN/AlGaN、InAlGaN/GaN、GaAs(InGaAs)/AlGaAs、GaP(InGaP)/AlGaPのいずれか一つ以上のペア構造で形成することができるが、これに限定されない。井戸層は、障壁層のバンドギャップよりも小さいバンドギャップを有する物質で形成することができる。特に、実施形態による活性層164は、200nm～405nm波長帯域の紫外線光、特に、200nm～350nm波長帯域の深紫外線光を生成することができる。

【0061】

活性層164と第1導電型半導体層162との間、または活性層164と第2導電型半導体層166との間には、導電型クラッド層(図示せず)が形成されてもよい。

【0062】

導電型クラッド層は、活性層164の障壁層のバンドギャップよりも広いバンドギャッ

プを有する半導体で形成することができる。例えば、導電型クラッド層は、Ga_{1-x}N_x、Al_{1-y}GaN_y、In_{1-z}Al_zGaN_z、または超格子構造などを含むことができる。また、導電型クラッド層は、n型またはp型にドーピングすることができる。

【0063】

第2導電型半導体層166は、活性層164の下に配置され、半導体化合物で形成することができる。第2導電型半導体層166は、III-V族、II-VI族などの化合物半導体で具現することができ、第2導電型ドーパントがドーピングされてもよい。例えば、In_xAl_{1-y}Ga_{1-x-y}N_y (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ x+y ≤ 1) の組成式を有する半導体物質またはInAlGaNで形成することができる。第2導電型半導体層166がp型半導体層である場合に、第2導電型ドーパントは、Mg、Zn、Ca、Sr、Baなどのようなp型ドーパントであってもよい。第2導電型半導体層166は単層または多層に形成することができ、これに対して限定しない。

10

【0064】

基板180と発光構造物160との間にバッファ層170がさらに配置されてもよい。バッファ層170は、基板180と発光構造物160との間の格子不整合などを緩和させる役割を果たし、AlNからなることができる。

【0065】

一方、基板180は、透光性を有し、サファイア(Al₂O₃)、SiC、GaAs、Ga_{1-x}N_x、ZnO、Si、GaP、InP、Geのうち少なくとも一つで形成することができ、これに対して限定しない。

20

【0066】

また、基板180は、全体窒化物半導体に反りを発生させないと共に、スクライビング(scribing)工程及びブレーキング(breaking)工程を通じて別個のチップとして容易に分離し得る程度の機械的強度を有することができる。

【0067】

図3乃至図5に例示された基板180は、前述した透光層に該当する。透光層である基板180の下部は、発光構造物160、すなわち、活性層164と対向しており、基板180の側部及び上部のうち少なくとも一つは表面加工されたパターン部を有する。

【0068】

以下、基板180の側部及び上部のうち少なくとも一つの表面が切断によって表面加工された所及び/又はランダムなラフネス(roughness)を有するように表面加工された所は全てパターン部に該当する。

30

【0069】

まず、基板180の側部及び上部のうち少なくとも一つの表面が切断によって表面加工されたパターン部の第1実施形態に対して、次のように説明する。

【0070】

図3乃至図5に例示された基板180のパターン部の実施形態を添付の図面を参照して、次のように説明する。

【0071】

実施形態によれば、基板180のパターン部は、内部全反射領域(TIR: Total Internal Reflection)及び非最大発光領域のうち少なくとも一領域に位置することができる。

40

【0072】

図6は、内部全反射領域及び非最大発光領域を説明するための図1に示された一般的なLEDの半導体層30及び基板42の断面図を示し、デカルト座標系を用いて内部全反射領域及び非最大発光領域を説明する。ここで、縦軸yは、基板42の厚さ(または、高さ)方向の位置を示し、横軸xは、基板42の幅方向の位置を示す。

【0073】

まず、基板42内で2回以上反射された光は、基板42の下部に配置されたp型半導体層32で吸収され、光は全(al)方向に散乱し、半導体層30は、基板42の中央の

50

下に配置されると仮定する。

【 0 0 7 4 】

図 6 に示された内部全反射領域 5 2 , 5 4 , 5 6 は、次の数学式 1 のように定義することができる。

【数 6】

$$A < y < D, \text{ 即ち, } \left(\frac{a+b_1}{2} \right) \tan \theta_{\text{TIR}} < y < h$$

$$D < x < B, \text{ 即ち, } 0 < x < \frac{b_1-a}{2} - h \tan \theta_{\text{TIR}}$$

$$C < x < E, \text{ 即ち, } \frac{a+b_1}{2} + h \tan \theta_{\text{TIR}} < x < b_1$$

< 数学式 1 >

【 0 0 7 5 】

ここで、a は、発光構造物 3 0 (または、活性層 3 2) の幅を示し、b₁ は、基板 4 2 の下部幅を示し、θ_{TIR} は、基板 4 2 の内部全反射角度を示し、h は、基板 4 2 の高さ (または、高さ) をそれぞれ示す。

【 0 0 7 6 】

内部全反射領域 5 2 , 5 4 , 5 6 では光が基板 4 2 を脱出できず、放出可能領域 6 2 , 6 4 でのみ光が基板 4 2 を脱出することができる。放出可能領域 6 2 , 6 4 とは、縦軸 y において 0 と A 点間及び横軸 x において基板 4 2 の上部面 4 2 A の B 点と C 点間に該当する。

【 0 0 7 7 】

また、非最大発光領域とは、光が最大限に出射できない領域であって、図 6 を参照すると、例えば、点 F と点 G を結ぶ部分、またはその間の領域 (0、F < y < h) と (0 < x < (b₁ - a) / 2、h) に該当する領域、すなわち、

【数 7】

F-A-D-B-G

【 0 0 7 8 】

であり得る。ここで、F の y 軸座標は 0 F A であり得る。

【 0 0 7 9 】

実施形態によれば、基板 4 2 の上部 4 2 A と側部 4 2 B の内部全反射領域 5 2 , 5 4 , 5 6 を表面加工することで、脱出できなかった光が基板 4 2 を脱出するようにして、光取り出し効率を向上させる。また、基板 4 2 の上部 4 2 A と側部 4 2 B の非最大発光領域を表面加工して、最大に光が放出できなかった領域を通じてより多くの光が脱出するようにして、光取り出し効率を向上させる。

【 0 0 8 0 】

第 1 実施形態によれば、表面加工の一例として、基板 4 2 の上部 4 2 A と側部 4 2 B の内部全反射領域 5 2 , 5 4 , 5 6 及び非最大発光領域のうち少なくとも一領域を切断することができる。例えば、レーザーを使用して該当する領域を切断することができる。

【 0 0 8 1 】

基板 4 2 の内部全反射領域及び非最大発光領域のうち少なくとも一領域が様々な形状に切断されて表面加工される場合、基板 1 8 0 の下部面 1 8 2 と上部面 1 8 4 は互いに異なる面積を有することができる。以下、説明の便宜上、内部全反射領域にパターン部が形成される場合を基準に説明するが、非最大発光領域にパターン部が形成される場合にも、下記の説明は同一に適用することができる。

【 0 0 8 2 】

まず、表面加工によって、基板 1 8 0 の下部面 1 8 2 は上部面 1 8 4 よりも広い面積を

10

20

30

40

50

有することができる。

【0083】

図7は、図3乃至図5に例示された紫外線発光素子100Aにおいて、表面加工された基板180のパターン部を拡大して示した断面図である。

【0084】

図7を参照すると、基板180は、下段部180A及び上段部180Bを含む。下段部180Aは、基板180の下部面182の形状と同一の水平断面を有する。基板180の上段部180Bは、下段部180Aの上に配置され、下段部180Aの上面186と基板180の上部面184との間に互いに異なる複数の水平断面を有する。

【0085】

例えば、図5乃至図7に例示されたように、基板180において、図6に示された内部全反射領域52, 54, 56が切断されることによって、基板180の下部面182の水平断面積が上部面184の水平断面積よりも大きくなる。

【0086】

上段部180Bの側部は、少なくとも一つの傾斜面を有することができる。以下、傾斜面は、切断によって表面加工されたパターン部に該当する。図3乃至図7に例示された基板180の場合、上段部180Bの全ての側部が傾斜面を有しているが、これに限定されず、上段部180Bの4つの側部の一部のみが傾斜面を有してもよい。

【0087】

図7を参照すると、基板180の上部面184の幅 b_2 と下部面182の幅 b_1 は、次の数学式2のような関係を有することができる。

【数8】

$$b_1 - b_2 = 2d \tan \theta_1$$

< 数学式2 >

【0088】

ここで、 d は、上段部180Bの厚さを示し、 θ_1 は、傾斜面の傾斜角を示す。工程上、上部面184は面積を有することができるが、実施形態はこれに限定されない。例えば、上部面184の面積は $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ であってもよい。

【0089】

このように基板180が切断される場合、図3に例示されたように、基板180の上段部180Bは、ピラミッド形状において上部の頂点部分が切断された角錐台の形状を有することができる。

【0090】

図8は、他の実施形態による紫外線発光素子100Bの斜視図であり、図9は、図8に示された9-9'線断面図である。

【0091】

図7に例示された基板180において上段部180Bの側部の傾斜面183はフラットであるが、実施形態はこれに限定されない。例えば、基板180の上段部180Bの側部の傾斜面185は、外側から見ると、図8及び図9に例示されたように、凸状の曲率(r_1 、 r_2)を有してもよい。ここで、曲率(r_1 、 r_2)は互いに同一又は異なってもよい。これを除いては、図8及び図9に例示された紫外線発光素子100Bは、図3乃至図5、及び図7に例示された紫外線発光素子100Aと同一であるので、これについての説明を省略する。

【0092】

図10は、更に他の実施形態による紫外線発光素子100Cの斜視図であり、図11は、図10に示された11-11'線断面図である。

【0093】

また、基板180の上段部180Bの側部の傾斜面187は、外側から見ると、図1

10

20

30

40

50

0 及び図 11 に例示されたように、凹状の曲率 (θ_3 、 θ_4) を有してもよい。ここで、曲率 (θ_3 、 θ_4) は互いに同一又は異なってもよい。これを除いては、図 10 及び図 11 に例示された紫外線発光素子 100C は、図 3 乃至図 5、及び図 7 に例示された紫外線発光素子 100A と同一であるので、これについての説明を省略する。

【0094】

図 12 は、更に他の実施形態による紫外線発光素子 100D の斜視図であり、図 13 は、図 12 に示された 13 - 13' 線部分断面図である。

【0095】

また、図 3 乃至図 5、及び図 7 に例示された基板 180 の上段部 180B の傾斜面 183 は、一つの傾斜角 θ_1 で傾斜しているが、実施形態はこれに限定されず、傾斜面は複数の傾斜角で傾斜してもよい。例えば、図 12 及び図 13 に例示されたように、上段部 180B の傾斜面は二つの傾斜角 (θ_2 、 θ_3) でそれぞれ傾斜した傾斜面 183A、183B を有してもよい。これを除いては、図 12 及び図 13 に例示された紫外線発光素子 100D は、図 3 乃至図 5、及び図 7 に例示された紫外線発光素子 100A と同一であるので、これについての説明を省略する。

【0096】

図 14A 及び図 14B は、基板 180 の下段部 180A の厚さ ($h-d$) と傾斜角 θ_1 によって異なる形態を有する紫外線発光素子の斜視図である。

【0097】

図 3 は、基板 180 は、下段部 180A の厚さ ($h-d$) が $100\mu\text{m}$ で、傾斜角 θ_1 が 40° であるときの形態を示し、図 14A に例示された基板 180 は、下段部 180A の厚さ ($h-d$) が $50\mu\text{m}$ で、傾斜角 θ_1 が 40° であるときの形態を示し、図 14B は、下段部 180A の厚さ ($h-d$) が $50\mu\text{m}$ で、傾斜角 θ_1 が 20° であるときの形態を示す。

【0098】

実施形態によれば、基板 180 の厚さ d は $100\mu\text{m} \sim 130\mu\text{m}$ であり、基板 180 の下部幅 b_1 は $50\mu\text{m} \sim 250\mu\text{m}$ であり、下段部 180A の厚さ ($h-d$) は $25\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ であり、傾斜面の傾斜角 θ_1 は $30^\circ \sim 40^\circ$ であってもよい。

【0099】

以下、紫外線発光素子が図 3 及び図 7 に例示されたように具現される時、最適の光取り出し効率を提供することができる基板 180 の厚さ d 、下段部 180A の厚さ ($h-d$) 及び傾斜面 183 の傾斜角 θ_1 について、次のように説明する。そのために、基板 180 はサファイアからなり、バッファ層 170 は AlN からなり、第 1 導電型半導体層 162 は n 型 AlGaIn からなるものとする。

【0100】

まず、活性層 (MQW) 164、n 型 AlGaIn 層 162、AlN 層 170、及びサファイア基板 180 の各条件は、次の表 3 の通りである。

【表 3】

区分	厚さ	屈折率(n)	T/(1mm)	備考
MQW	$0.5\mu\text{m}$	2.56	10%	$\lambda=280\text{nm}$
n 型 AlGaIn	$1.5\mu\text{m}$	2.5	79%	
AlN	$3\mu\text{m}$	2.3	79%	
サファイア基板	変数	1.824	92%	

【0101】

表 3 で、'T' は、境界面での光が透過する程度を意味する。すなわち、MQW の T が 10% ということは、MQW 164 と n 型 AlGaIn 層 162 との間の境界面で光が透過して n 型 AlGaIn 層 162 に進入する透過比率が 10% ということの意味する。また、n 型 AlGaIn 層 162 の T が 79% ということは、n 型 AlGaIn 層 162 と AlN 層 170 との境界面で光が透過して AlN 層 170 に進入する透過比率が 79% ということ

10

20

30

40

50

を意味する。また、A 1 N 層 1 7 0 の T が 7 9 % ということは、A 1 N 層 1 7 0 とサファイア基板 1 8 0 との境界面で光が透過してサファイア基板 1 8 0 に進入する透過比率が 7 9 % ということの意味する。また、サファイア基板 1 8 0 の T が 9 2 % ということは、サファイア基板 1 8 0 と空気 (a i r) との間の境界面で光が透過して空気に出射される透過比率が 9 2 % ということの意味する。このとき、活性層 1 6 4 から放出される光の波長 () は、2 8 0 n m の深紫外線光であるものとした。

【 0 1 0 2 】

このとき、偏光条件であるジョーンズベクトル (J o n e s v e c t o r) は、次の数学式 3 の通りである。

【数 9】

$$\begin{pmatrix} 0.621 & 0.485 \\ 0.485 & 0.379 \end{pmatrix}$$

< 数学式 3 >

【 0 1 0 3 】

また、各変数は、次の表 4 の通りである。

【表 4】

変数						結論
チップのサイズ =(b ₁ (μm ²))	θ ₁ (°)	h(μm)	d(μm)	下部境界	波長及び偏光	
350x350	0	100, 200	—	PML	λ=280nm	結論 1
350x350	20, 30, 40	200	100, 150	PML	FWHM=10nm	結論 2

【 0 1 0 4 】

ここで、下部境界である P M L は、完全吸収境界 (P e r f e c t A b s o r p t i o n B o u n d a r y) を意味し、活性層 1 6 4 の下部に該当する。F W H M は、半幅 (F u l l W i d t h a t H a l f M a x i m u m) を意味する。また、表 4 で、‘ 結論 1 ’ 及び ‘ 結論 2 ’ は、前述した条件によってテストする場合に導き出すことができる結論である。‘ 結論 1 ’ は、サファイア基板 1 8 0 の厚さ h による光量の影響であり、‘ 結論 2 ’ は、傾斜角 θ₁ による光量の影響である。

【 0 1 0 5 】

図 1 5 は、基板 1 8 0 の下段部 1 8 0 A の厚さ (h - d) と傾斜角 θ₁ による光取り出し効率を示すグラフである。

【 0 1 0 6 】

前述した条件でテストした結果は、図 1 5 の通りである。図 1 5 を参照すると、基板 1 8 0 の厚さ h が 1 0 0 μ m であり、下段部 1 8 0 A の厚さ (h - d) が ‘ 0 ’ である場合 (2 0 2) よりも、基板 1 8 0 の厚さ h が 2 0 0 μ m であり、下段部 1 8 0 A の厚さ (h - d) が 1 0 0 μ m である場合 (2 0 4) の光取り出し効率がさらに優れていることが分る。また、基板 1 8 0 の厚さ h が 2 0 0 μ m であり、下段部 1 8 0 A の厚さ (h - d) が 1 0 0 μ m である場合 (2 0 4) よりも、基板 1 8 0 の厚さ h が 2 0 0 μ m であり、下段部 1 8 0 A の厚さ (h - d) が 5 0 μ m である場合 (2 0 6) の光取り出し効率がさらに優れていることが分かる。

【 0 1 0 7 】

また、図 1 5 を参照すると、基板 1 8 0 の下段部 1 8 0 A の厚さ (h - d) が 1 0 0 μ m または 5 0 μ m である時に、傾斜角 θ₁ が増加するほど光取り出し効率は改善されることが分かる。この場合 (2 0 4 、 2 0 6) 、傾斜角 θ₁ が 3 0 ° 乃至 4 0 ° の間にある時、光取り出し効率は鈍化するため、傾斜角 θ₁ は 3 0 ° 乃至 4 0 ° の範囲で決定され得る。

【 0 1 0 8 】

10

20

30

40

50

例えば、基板 180 の下部幅 b_1 は $100\ \mu\text{m}$ であり、下段部 180A の厚さ ($h-d$) は $50\ \mu\text{m}$ であり、基板 180 の総厚さ h は $200\ \mu\text{m}$ であればよい。

【0109】

図 16 は、更に他の実施形態による紫外線発光素子 100E の斜視図であり、図 17 は、図 16 に例示された 17-17' 線断面図である。

【0110】

更に他の実施形態によれば、図 16 及び図 17 に例示されたように、基板 180 の上面 184 の面積は下部面 182 の面積よりも広くすることができる。図 17 を参照すると、基板 180 の上段部 180B は、縁部に少なくとも一つの突出部 188 を含む。以下、基板 180 の上部及び側部のうち少なくとも一つの表面を切断によって表面加工して、上段部 180B の縁部が突出した形状（例えば、188）はパターン部に該当する。ここで、突出部 188 は、図 6 に例示された内部全反射領域 52, 54, 56 において突出することができる。図 16 の場合、総 4 個の角部のそれぞれに突出部 188 が設けられているが、実施形態はこれに限定されず、総 4 個の角部のうち 1 個乃至 3 個の角部にのみ突出部 188 が設けられてもよい。図 17 に例示されたように、基板 180 の上段部 180B は、逆ピラミッド形状から頂点部分である頭部が切断された逆ピラミッド形状を有することができる。これを除いては、図 16 及び図 17 に例示された紫外線発光素子 100E は、図 3 乃至図 5、及び図 7 に例示された紫外線発光素子 100A と同一であるので、これについての説明を省略する。

【0111】

図 18 は、更に他の実施形態による紫外線発光素子 100F の斜視図であり、図 19 は、図 18 に示された 19-19' 線部分断面図である。

【0112】

図 16 及び図 17 に例示された突出部 188 の下部面 188A はフラットである。しかし、これとは異なり、図 18 及び図 19 に例示されたように、突出部 188 の下部面 188B は外部から見ると、凸状の曲率を有することができる。これを除いては、図 18 及び図 19 に示された紫外線発光素子 100F は、図 16 及び図 17 に示された紫外線発光素子 100E とそれぞれ同一であるので、これについての説明を省略する。

【0113】

図 16 乃至図 19 に例示されたように、上段部 180B の上面 184 が底面 182 よりも広い場合、発光構造物 160 から放出された光 190 が上部方向に出射され得る。DUV 発光素子の特性上、C 軸に平行に出射される光よりも垂直方向に出射される光が多い。これを補完するために、図 16 乃至図 19 に例示されたように紫外線発光素子 100E, 100F を具現して、フラット (flat) に出射される光が全反射されて C 軸方向に出射され得るようにすることによって、光取り出し効率が向上する。

【0114】

図 20 は、更に他の実施形態による紫外線発光素子 100G の斜視図であり、図 21 は、図 20 に示された 21-21' 線断面図である。

【0115】

更に他の実施形態によれば、図 20 及び図 21 に例示されたように、紫外線発光素子 100G の基板 180 は半球形状（または、ドーム状）に表面加工されたパターン部を有してもよい。

【0116】

このとき、基板 180 と共にバッファ層 170 及び / 又は発光構造物 160 が一体に半球形状であってもよい。これを除いては、図 20 及び図 21 に例示された紫外線発光素子 100G は、図 3 乃至図 5、及び図 7 に例示された紫外線発光素子 100A と同一であるので、同一部分に対しては説明を省略する。

【0117】

半球の半径 R は、基板 180 の下部幅 b_1 の少なくとも半分であってもよい。半径 R は、 $200\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ 、例えば、 $350\ \mu\text{m}$ であればよい。

【 0 1 1 8 】

図 2 0 及び図 2 1 に例示されたように、紫外線発光素子 1 0 0 G の基板 1 8 0 が半球形状のパターン部を有する場合、光の全反射及び乱反射が減少して、光取り出し効率が増加することができる。

【 0 1 1 9 】

また、後述のように、発光素子パッケージから光取り出し効率を増加させるために、通常、ドーム状のモールディング部材で発光素子をかぶせる。しかし、図 2 0 及び図 2 1 に例示されたように、紫外線発光素子 1 0 0 G において基板 1 8 0 が半球形状に具現される場合、このような役割を果たすモールディング部材の必要性がなくなる。しかし、紫外線発光素子を保護する機能のみを行うために、図 2 0 及び図 2 1 に例示された紫外線発光素子 1 0 0 G の上部にモールディング部材をさらに配置してもよい。

10

【 0 1 2 0 】

次に、基板 1 8 0 の側部及び上部のうち少なくとも一つの表面がランダムなラフネスを有するように表面加工されたパターン部の第 2 実施形態について、次のように説明する。

【 0 1 2 1 】

すなわち、前述した第 1 実施形態のパターン部は、切断によって表面加工された形状を有する。しかし、第 2 実施形態によれば、パターン部はランダム (r a n d o m) なラフネスを有するように表面加工された形状を有することもできる。

【 0 1 2 2 】

ランダムなラフネスのパターン部は、基板 1 8 0 の上部 1 8 4 、側部の下部分、中間部分及び上部分のうち少なくとも一つに位置することができる。以下、基板 1 8 0 において、ランダムなラフネスが存在する部分がパターン部に該当する。

20

【 0 1 2 3 】

図 2 2 は、更に他の実施形態による紫外線発光素子 1 0 0 H の斜視図であり、図 2 3 は、図 2 2 に示された 2 3 - 2 3 ' 線断面図である。

【 0 1 2 4 】

図 2 2 及び図 2 3 に例示された紫外線発光素子 1 0 0 H の場合、ランダムなラフネス 2 2 0 , 2 2 2 , 2 2 4 によって表面加工されたパターン部が基板 1 8 0 の上部 1 8 4 の縁部、基板 1 8 0 の側部の下部分 1 8 0 C と上部分 1 8 0 E にそれぞれ位置する。ここで、上部 1 8 4 の縁部及び側部の上部分 1 8 0 E は、図 6 に示された内部全反射領域に該当することができる。これを除いては、図 2 2 及び図 2 3 に例示された紫外線発光素子 1 0 0 H における基板 1 8 0 の下部は、図 3 に例示された紫外線発光素子 1 0 0 A と同一であるので、これについての説明を省略する。

30

【 0 1 2 5 】

図 2 2 及び図 2 3 に例示された紫外線発光素子 1 0 0 H において、ランダムなラフネス 2 2 0 は基板 1 8 0 の側部の上部分 1 8 0 E に位置し、ランダムなラフネス 2 2 2 は基板 1 8 0 の上部の縁部 1 8 4 A , 1 8 4 B に位置し、ランダムなラフネス 2 2 4 は基板 1 8 0 の側部の下部分 1 8 0 C に位置する。しかし、実施形態はこれに限定されず、ランダムなラフネスは基板 1 8 0 に多様に位置することができる。

【 0 1 2 6 】

図 2 4 A 及び図 2 4 B は、更に他の実施形態による紫外線発光素子 1 0 0 I , 1 0 0 J の断面図を示す。

40

【 0 1 2 7 】

図 2 2 及び図 2 3 とは異なり、紫外線発光素子 1 0 0 I でのラフネス 2 2 0 , 2 2 2 は、図 2 4 A に例示されたように、基板 1 8 0 の側部の上部分 1 8 0 E と基板 1 8 0 の上部の縁部 1 8 4 A , 1 8 4 B にのみ位置してもよい。または、紫外線発光素子 1 0 0 J でのラフネス 2 2 2 , 2 2 4 は、図 2 4 B に例示されたように、基板 1 8 0 の上部の全体 1 8 4 と基板 1 8 0 の側部の下部分 1 8 0 C にのみ位置してもよい。または、図示してはいないが、ランダムなラフネスが基板 1 8 0 の側部全体 1 8 0 C , 1 8 0 D , 1 8 0 E にわたって存在するように基板 1 8 0 を表面加工することができ、ランダムなラフネスが基板 1

50

80の上部の縁部184A, 184B及び側部の下部分180Cにのみ存在するように基板180を表面加工してもよい。

【0128】

図1で前述したように、紫外線発光素子、特に、深紫外線発光素子の場合、ブルー発光素子とは異なり、基板180の側部へ脱出する光がさらに多い。したがって、図22、図23、または図24Bに例示されたように、基板180の側部の下部分180Cにランダムなラフネスがある場合、光の散乱が活発して、光取り出し効率がさらに向上することができる。

【0129】

実施形態によれば、ランダムなラフネスが位置した基板180の側部の下部分180Cの範囲は、次の数学式4の通りである。

【数10】

$$0 < y < \frac{b_1}{2}$$

< 数学式4 >

【0130】

ここで、yは、図6と同一のデカルト座標系を参照すると、基板180の厚さ方向の位置を意味し、 b_1 は、基板180の下部幅を示す。

【0131】

基板180がランダムなラフネスをパターン部として有するように基板180を表面加工する方法は多様である。その方法の一つとして、基板180の上面184にランダムなラフネスを形成するために、ラッピング(lapping)及びポリッシング(polishing)加工のうち少なくとも一つの加工を用いることができる。このとき、ラフネスの粗さの程度はラッピングやポリッシングに使用されるダイヤモンドスラリー(slurry)研磨粒子の大きさを用いて調整することができる。ラフネスの粗さの程度は研磨粒子の大きさに比例し得る。例えば、研磨粒子の大きさは $0.5\mu\text{m} \sim 6\mu\text{m}$ であればよい。

【0132】

図25A乃至図28Bは、研磨粒子の大きさ別ランダムなラフネスの粗さの程度を示す図である。図25A、図26A、図27A及び図28Aは、AFM(Atomic Force Microscopy)によって獲得した写真を示し、図25B、図26B、図27B及び図28Bは、光学顕微鏡で獲得した写真を示す。

【0133】

図25A乃至図28Bを参照すると、基板180の表面上にまるで歯車が通過したような長い擦り傷がランダムなラフネスに該当する。

【0134】

基板180の上面184を互いに異なる研磨粒子を用いて複数回研磨する時、図25A及び図25Bのように、上面184のランダムなラフネスの粗さの程度は低い。

【0135】

また、 $0.5\mu\text{m}$ の大きさの研磨粒子を用いて基板180の上面を研磨した時、図26A及び図26Bのように、ランダムなラフネスの粗さの程度は図25A及び図25Bよりもさらに高い。

【0136】

また、 $3\mu\text{m}$ の大きさの研磨粒子を用いて基板180の上面を研磨した時、図27A及び図27Bのように、ランダムなラフネスの粗さの程度は図26A及び図26Bよりもさらに高い。

【0137】

また、 $6\mu\text{m}$ 大きさの研磨粒子を用いて基板180の上面を研磨した時、図28A及び図28Bのように、ランダムなラフネスの粗さの程度は図27A及び図27Bよりもさら

10

20

30

40

50

に高い。

【 0 1 3 8 】

このように、研磨粒子が大きくなるほど、ラフネスの粗さの程度は増加することが分かる。研磨粒子の大きさ別に基板 1 8 0 の上面に形成されたランダムなラフネスの特性は、次の表 5 の通りである。

【表 5】

区分	図 25A 及び図 25B	図 26A 及び図 26B	図 27A 及び図 27B	図 28A 及び図 28B
ave	0.0986nm	0.914nm	5.71nm	10.5nm
rms	0.125nm	1.10nm	7.36nm	13.6nm
pv	1.48nm	7.12nm	45.1nm	94.1nm

10

【 0 1 3 9 】

表 5 で、ave は、ランダムなラフネス形状の平均幅を示し、pv (peak to valley) は、光学面の局地的で特定の微細な屈曲において最も高い所と最も低い谷との間の差を示す指数を示し、rms (root mean square) は、測定領域全体で測定した高低点の差値の標準偏差を示す。

【 0 1 4 0 】

または、ランダムなラフネスを形成するための他の表面加工の方法として、レーザースクライビング (laser scribing) 加工を用いることができる。特に、レーザースクライビング加工は、基板 1 8 0 の側部の下部分 1 8 0 C、中間部分 1 8 0 D 及び上部分 1 8 0 のいずれか一つの部分にランダムなラフネスを形成するために用いることができる。例えば、ラフネスを形成するために、ステルスレーザー (stealth laser) を使用することができ、焦点の深さによる多重 (multiple) 加工時に、光取り出し効率が向上することができる。さらに、ナノセカンドパルスレーザー (nano-second pulse laser) またはピコセカンドパルスレーザー (pico-second pulse laser) などを使用してラフネスを形成することができ、ナノセカンドパルスレーザーよりも熱損傷 (thermal damage) の少ないピコセカンドパルスレーザーが、優れた光取り出し効率を示すことができる。

20

【 0 1 4 1 】

ランダムなラフネスを形成する他の方法として、リン酸 (H_2PO_3) と硫酸 (H_2SO_4) の混合液による湿式エッチング方法を用いることができる。

30

【 0 1 4 2 】

または、ランダムなラフネスを形成するための更に他の表面加工方法として、ICP-RIE (Inductively Coupled Plasma - Reactive Ion Etching) のような乾式エッチング加工を用いることができる。

【 0 1 4 3 】

前述した表面加工方法のうち、どの方法を利用するかによってラフネスの粗さの程度及びランダムな程度が決定され得る。

【 0 1 4 4 】

ナノ粒子での光の散乱は、異なる高度の濃厚でアクティブな色を生産することができる。特に、表面プラズマ (plasma) 共鳴を含む場合にそうである。レイリー (Rayleigh) 散乱は、光を含んだ電磁放射線で粒子気泡、小さな水滴、または均一な密度などのように互いに異なる屈折の指標に関係する小さな球の体積によって散乱される過程のことをいう。レイリーのモデルに適用すれば、球は、散乱された光の波長よりは、直径において非常にもっと小さなければならない。典型的に波長の $1/10$ より小さい条件で、これは成立する。一定のサイズでは散乱中心の形状は無視することができ、同一の質量の球と見なす。本来の散乱放射線は、レイリーモデルに適用することができる程度に十分に小さいガス分子があちこち移動するような微視的な密度変化のため、純粋な気体を通過するようになる。レイリーの公式から分かる散乱度と波長の 4 乗関係によって、短波長の青色光は長波長の赤色光よりさらに強く散乱する。したがって、基板 1 8 0 のラフネスの

40

50

ランダムな程度及び粗さの程度は、光の散乱に影響を及ぼすことが分かる。紫外線発光素子において、レイリー散乱は、 $1/\lambda^4$ で遥かに大きな発光効率を示しながら増加する。

【0145】

また、第3実施形態によれば、パターン部は、図3乃至図5、図7乃至図21に例示された基板180の傾斜面だけでなく、その傾斜面の表面にランダムなラフネスも有することができる。

【0146】

図29A乃至図29Gは、更に他の実施形態による紫外線発光素子100K乃至100Qの断面図を示す。

【0147】

図29A乃至図29Gを参照すると、傾斜面にランダムなラフネス230~242が形成されていることが分かる。したがって、各ランダムなラフネス230~242によって、傾斜面でより活発な散乱が可能であるので、より多くの光が基板180を脱出して、光取り出し効率が向上することができる。

【0148】

図29A、図29B、図29C、図29D、図29E、図29F及び図29Gは、ランダムなラフネス230~242が形成されたことを除いては、図7、図9、図11、図13、図17、図19及び図21にそれぞれ該当するので、これらについての詳細な説明を省略する。

【0149】

図30は、更に他の実施形態による紫外線発光素子100Rの斜視図であり、図31は、図30に示された31-31'線断面図である。

【0150】

図30及び図31を参照すると、実施形態による紫外線発光素子100Rは、基板180の上部に凹凸形状260のパターン部を有することができる。凹凸形状は通常の光結晶構造 (photonic crystal structure) と類似するので、これについての詳細な説明は省略する。図3乃至図21に例示された紫外線発光素子100A~100Gが傾斜面を有し、図22乃至図23Bに例示された紫外線発光素子100H~100Jがランダムなラフネスを有し、図29A乃至図29Gに例示された紫外線発光素子100K~100Qが傾斜面及びランダムなラフネスを共にパターン部として有する反面、図30及び図31に例示された紫外線発光素子100Rは凹凸形状をパターン部として有する。これを除いては、図30及び図31に例示された紫外線発光素子100Rは、図3乃至図7に例示された紫外線発光素子100Aと同一であるので、これらについての詳細な説明を省略する。

【0151】

このとき、図30及び図31に例示された凹凸260は、周期的に配列されてもよく、非周期的にランダムに配列されてもよく、複数の互いに異なる周期を有して配列されてもよい。もし、凹凸260が周期的に配列される場合、周期Tは $\lambda/4$ であってもよい。ここで、 λ は、活性層164から放出される光の波長であり得る。周期Tは、20nm乃至120nm、例えば、70nmであればよい。

【0152】

一般的な光結晶構造の役割と同様に、基板180の上部に凹凸形状260のパターン部が配置されることによって、より多くの光が基板180の上部を通過して脱出して、光取り出し効率がさらに改善され得る。

【0153】

<垂直型紫外線発光素子>

以上で、本実施形態による透光層と活性層を、フリップ方式でボンディングされた紫外線発光素子を例に挙げて説明した。しかし、本実施形態による透光層と活性層は垂直型紫外線発光素子にも適用することができる。

【0154】

10

20

30

40

50

以下、実施形態による垂直型紫外線発光素子について、添付の図面を参照して次のように説明する。

【0155】

図32は、更に他の実施形態による垂直型紫外線発光素子300の断面図を示す。

【0156】

図32に例示された垂直型紫外線発光素子300は、支持基板310、第1導電型電極層320、発光構造物330、第2導電型電極層340、及び第2電極パッド350を含む。

【0157】

図32に例示された支持基板310は導電型であって、モリブデン(Mo)、シリコン(Si)、タングステン(W)、銅(Cu)及びアルミニウム(Al)で構成される群より選ばれる物質、またはこれらの合金からなることができる。また、支持基板310は、例えば、金(Au)、銅合金(Cu Alloy)、ニッケル(Ni-nickel)、銅-タングステン(Cu-W)、キャリアウエハー(例: GaN、Si、Ge、GaAs、ZnO、SiGe、SiC、SiGe、Ga₂O₃など)などを選択的に含むことができる。支持基板310を導電型で形成する方法は、電気化学的な金属蒸着方法や共晶金属(Eutectic Metal)を用いたボンディング方法などを使用することができる。

10

【0158】

そして、支持基板310上に第1導電型電極層320が配置される。第1導電型電極層320は反射層(図示せず)とオーミック層(図示せず)を含むことができる。

20

【0159】

反射層は、支持基板310上に配置され、Ag、Ni、Al、Rh、Pd、Ir、Ru、Mg、Zn、Pt、Au、Hf、及びこれらのうち二つ以上の合金で構成された物質から一層または複数の層で形成することができる。例えば、アルミニウムや銀などの反射層は、活性層334から発生された光を効果的に反射して、紫外線発光素子の光取り出し効率を大きく改善することができる。

【0160】

そして、オーミック層は金属であってもよく、例えば、Ag、Ni、Cr、Ti、Al、Rh、Pd、Ir、Sn、In、Ru、Mg、Zn、Pt、Au、Hf、及びこれらのうち二つ以上の合金で構成された物質から一層または複数の層で形成することができ、このような材料に限定されない。

30

【0161】

また、第1導電型電極層320は、反射層の機能とオーミック層の機能を全て行う、一層または複数の層で形成することができ、このような材料に限定されない。

【0162】

支持基板310が第1導電型電極層320の役割を行う場合、第1導電型電極層320は省略することができる。

【0163】

また、支持基板310と第1導電型電極層320との間に結合層(図示せず)がさらに配置されてもよい。結合層は、例えば、金(Au)、錫(Sn)、インジウム(In)、銀(Ag)、ニッケル(Ni)、ニオブウム(Nb)及び銅(Cu)で構成される群より選ばれる物質、またはこれらの合金で形成することができる。

40

【0164】

一方、発光構造物330は、第1導電型半導体層332、活性層334、及び第2導電型半導体層336を含む。

【0165】

第1導電型半導体層332は、第1導電型電極層320の上部に配置され、半導体化合物で形成することができる。III-V族、II-VI族などの化合物半導体で具現することができる、第1導電型ドーパントがドーピングされてもよい。例えば、第1導電型半導体層33

50

2は、 $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N_{(0-x-1, 0-y-1, 0-x+y-1)}$ の組成式を有する半導体物質またはInAlGaNで形成することができる。第1導電型半導体層332がp型半導体層である場合に、第1導電型ドーパントは、Mg、Zn、Ca、Sr、Baなどのようなp型ドーパントであってもよい。第1導電型半導体層332は単層または多層に形成することができ、これに対して限定しない。

【0166】

活性層334は、第1導電型半導体層332と第2導電型半導体層336との間に配置され、単一井戸構造、多重井戸構造、単一量子井戸構造、多重量子井戸(MQW: Multi Quantum Well)構造、量子点構造または量子線構造のいずれか一つを有することができる。活性層334は、III-V族元素の化合物半導体材料を用いて、井戸層と障壁層、例えば、InGaN/GaN、InGaN/InGaN、GaN/AlGaN、InAlGaN/GaN、GaAs(InGaAs)/AlGaAs、GaP(InGaP)/AlGaPのいずれか一つ以上のペア構造で形成することができるが、これに限定しない。井戸層は、障壁層のバンドギャップよりも小さいバンドギャップを有する物質で形成することができる。特に、実施形態による活性層334は、200nm~405nm波長帯域の紫外線、特に、200nm~350μm波長帯域の深紫外線光を生成することができる。

10

【0167】

活性層334と第1導電型半導体層332との間、または活性層334と第2導電型半導体層336との間には導電型クラッド層(図示せず)が形成されてもよい。

20

【0168】

導電型クラッド層は、活性層334の障壁層のバンドギャップよりもさらに広いバンドギャップを有する半導体で形成することができる。例えば、導電型クラッド層は、GaN、AlGaN、InAlGaNまたは超格子構造などを含むことができる。また、導電型クラッド層は、n型またはp型にドーピングされてもよい。

【0169】

第2導電型半導体層336は、活性層334の上に配置され、半導体化合物で形成することができる。第2導電型半導体層336は、III-V族、II-VI族などの化合物半導体で具現することができ、第2導電型ドーパントがドーピングされてもよい。例えば、 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N_{(0-x-1, 0-y-1, 0-x+y-1)}$ の組成式を有する半導体物質またはInAlGaNで形成することができる。第2導電型半導体層336がn型半導体層である場合に、第2導電型ドーパントは、Si、Ge、Sn、Se、Teなどのようなn型ドーパントを含むことができる。第2導電型半導体層336は単層または多層に形成することができる。

30

【0170】

そして、第2導電型半導体層336上に第2導電型電極層340が配置される。第2導電型電極層340は、例えば、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、金(Au)、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、白金(Pt)、バナジウム(V)、タングステン(W)、鉛(Pd)、銅(Cu)、ロジウム(Rh)及びイリジウム(Ir)の中から選ばれたいずれか一つの金属または前記金属の合金を用いて、単一層または複数の層で具現することができる。

40

【0171】

第2導電型電極層340の上部に第2電極パッド350を配置することができる。また、支持基板310の下部に第1電極パッド(図示せず)を配置することができる。

【0172】

一方、実施形態によれば、第2導電型半導体層336及び第2導電型電極層340の上部と側部のうち少なくとも一つは、表面加工されたパターン部を有する。すなわち、図3乃至図29Gにおいて、基板180が透光層に該当するが、図32に例示された紫外線発光素子300において、第2導電型半導体層336と第2導電型電極層340が透光層に該当する。もし、垂直型紫外線発光素子300において第2導電型電極層340が省略さ

50

れる場合、第2導電型半導体層336が透光層に該当する。

【0173】

したがって、図3乃至図21に例示された紫外線発光素子100A~100Gにおいて、基板180の上部及び側部のうち少なくとも一つが切断によって表面加工されたように、図32に例示された紫外線発光素子300において、第2導電型半導体層336と第2導電型電極層340の外郭は切断によって表面加工されたパターン部を有することができる。

【0174】

また、図22乃至図24Bに例示された紫外線発光素子100H~100Jにおいて、基板180の上部及び側部のうち少なくとも一つの部分にランダムなラフネスが形成されたように、図32に例示された紫外線発光素子300において、第2導電型半導体層336と第2導電型電極層340の外郭は、ランダムなラフネスをパターン部として有するように表面加工することができる。

【0175】

図3乃至図31で前述した内容は、第2導電型半導体層336と第2導電型電極層340が透光層に該当する場合にもそのまま適用することができるので、ここでは重複説明を省略する。

【0176】

このように、垂直型紫外線発光素子300において、第2導電型半導体層336と第2導電型電極層340の外郭は、図32に例示されたように、切断されたパターン部336A、340Aを有する。しかし、既存(360、362)の場合、パターン部がない。したがって、活性層334から放出された光が矢印方向370に内部全反射されて発光素子300を脱出できずに吸収されて、発光効率が低下することがあった。

【0177】

しかし、本実施形態によれば、透光層である第2導電型半導体層336と第2導電型電極層340の側部及び上部のうち少なくとも一つがパターン部を有するので、活性層334から放出された光が全反射されずに矢印方向372に発光素子300から脱出することができ、光取り出し効率が向上することができる。

【0178】

<紫外線発光素子パッケージ>

以下、図3に例示された紫外線発光素子100Aを含む発光素子パッケージの構成及び動作を、添付の図面を参照して次のように説明する。説明の便宜上、発光素子パッケージが図3に例示された紫外線発光素子100Aを含むものと説明するが、図8、図10、図12、図16、図18、図20、図22、図24A、図24B、図29A~図29Gまたは図30に例示された紫外線発光素子100B~100Rのいずれを含む場合にも、下記の説明は同一に適用することができる。

【0179】

図33は、実施形態に係る発光素子パッケージ400Aの断面図である。

【0180】

実施形態に係る発光素子パッケージ400Aは、紫外線発光素子100A、ヘッダー410、一対のリード(lead)線422、424、接着部430、ワイヤー432、434、側壁部440、及びモルディング部材450を含む。紫外線発光素子100Aは、図3に例示された発光素子に該当し、同一の参照符号を使用してこれについての詳細な説明を省略する。

【0181】

サブマウント110は、接着部430によってヘッダー410に連結される。接着部430は、ソルダまたはペースト形態であってもよい。紫外線発光素子100Aの第1電極パッド132、136は、ワイヤー432によってリード線422と連結され、第2電極パッド134は、ワイヤー434によってリード線424と連結される。このとき、第1電極パッド136とリード線422は、ワイヤー432によって電氣的に連結されるもの

10

20

30

40

50

と示しているが、第1電極パッド132とリード線422を連結するワイヤーは図示していない。これは、第1電極パッド132, 136が互いに電氣的に連結されているためである。しかし、これに限定されず、第1電極パッド132とリード線422は、別途のワイヤーによって互いに電氣的に連結されてもよい。

【0182】

互いに電氣的に分離される一対のリード線422, 424を介して発光素子100Aに電源が提供される。

【0183】

モルディング部材450は、側壁部440によって形成されたパッケージ400Aのキャビティに充填されて、発光素子100Aを包囲して保護することができる。また、モルディング部材450は、蛍光体を含むことで、発光素子100Aから放出された光の波長を変化させることができる。

【0184】

図34は、他の実施形態に係る発光素子パッケージ400Bの断面図である。

【0185】

他の実施形態に係る発光素子パッケージ400Bは、パッケージボディー部460と、パッケージボディー部460に設置された第1及び第2リードフレーム472, 474と、パッケージボディー部460に配置されて第1及び第2リードフレーム472, 474と電氣的に連結される発光素子300と、発光素子300を包囲するモルディング部材490と、を含む。

【0186】

パッケージボディー部460は、シリコン、合成樹脂、または金属を含んで形成されてもよく、紫外線発光素子300の周囲に傾斜面が形成され得る。

【0187】

第1及び第2リードフレーム472, 474は、互いに電氣的に分離され、発光素子300に電源を提供する役割を果たす。また、第1及び第2リードフレーム472, 474は、発光素子300から発生した光を反射させて、光効率を増加させる役割をしてもよく、紫外線発光素子300から発生した熱を外部に排出させる役割をすることもできる。

【0188】

紫外線発光素子300は、図32に例示された垂直型紫外線発光素子であってもよいが、これに限定されるものではない。図34の場合、発光素子300は、第1リードフレーム472上に配置されているが、これに限定されず、第2リードフレーム474やパッケージボディー部460上に配置されてもよい。

【0189】

紫外線発光素子300は、第1リードフレーム472と電氣的に直接連結され、第2リードフレーム474とワイヤー480によって電氣的に連結されるが、これに限定されない。すなわち、図34とは異なり、紫外線発光素子300は、第1及び第2リードフレーム472, 474とそれぞれワイヤーによって連結されてもよい。

【0190】

モルディング部材490は、発光素子300を包囲して保護することができる。また、モルディング部材490は、蛍光体を含むことで、発光素子300から放出された光の波長を変化させることができる。

【0191】

他の実施形態に係る発光素子パッケージは複数個が基板上にアレイされ、発光素子パッケージから放出される光の経路上に、光学部材である導光板、プリズムシート、拡散シート、蛍光シートなどを配置することができる。このような発光素子パッケージ、基板、光学部材は、バックライトユニットとして機能したり、照明ユニットとして機能することができ、例えば、照明システムは、バックライトユニット、照明ユニット、指示装置、ランプ、街灯を含むことができる。

【0192】

< 照明ユニット >

図35は、実施形態に係る照明ユニット500の斜視図である。ただし、図35の照明ユニット500は、照明システムの一例であり、これに限定されるものではない。

【0193】

実施形態において、照明ユニット500は、ケースボディー510と、ケースボディー510に設置され、外部電源から提供される電源を受ける連結端子520と、ケースボディー510に設置された発光モジュール部530と、を含むことができる。

【0194】

ケースボディー510は、放熱特性の良好な材質で形成され、金属または樹脂で形成することができる。

【0195】

発光モジュール部530は、基板532と、基板532に搭載される少なくとも一つの発光素子パッケージ(400:400A、400B)とを含むことができる。

【0196】

基板532は、絶縁体に回路パターンが印刷されたものであってもよく、例えば、一般の印刷回路基板(PCB: Printed Circuit Board)、メタルコア(metal Core)PCB、軟性(flexible)PCB、セラミックPCBなどを含むことができる。

【0197】

また、基板532は、光を効率的に反射する材質で形成されたり、表面を、光が効率的に反射されるカラー、例えば、白色、銀色などで形成することができる。

【0198】

基板532上には、少なくとも一つの発光素子パッケージ(400:400A、400B)を搭載することができる。発光素子パッケージ(400:400A、400B)のそれぞれは、少なくとも一つの紫外線発光素子(100A~100R、300)を含むことができる。

【0199】

発光モジュール部530は、色感及び輝度を得るために、様々な発光素子パッケージ(400:400A、400B)の組み合わせを有するように配置することができる。例えば、高演色性(CRI)を確保するために、白色発光ダイオード、赤色発光ダイオード及び緑色発光ダイオードを組み合わせ配置することができる。

【0200】

連結端子520は、発光モジュール部530と電氣的に連結されて、電源を供給することができる。実施形態において、連結端子520は、ソケット方式で外部電源に螺合されるが、これに対して限定しない。例えば、連結端子520は、ピン(pin)形状に形成されて外部電源に挿入されたり、配線により外部電源に連結されてもよい。

【0201】

< バックライトユニット >

図36は、実施形態に係るバックライトユニット600の分解斜視図である。ただし、図36のバックライトユニット600は照明システムの一例であり、これに対して限定しない。

【0202】

実施形態に係るバックライトユニット600は、導光板610と、導光板610の下の反射部材620と、ボトムカバー630と、導光板610に光を提供する発光モジュール部640と、を含む。ボトムカバー630は、導光板610、反射部材620及び発光モジュール部640を収納する。

【0203】

導光板610は、光を拡散させて、面光源化させる役割を果たす。導光板610は、透明な材質からなり、例えば、PMMA(poly methyl methacrylate)のようなアクリル樹脂系列、PET(polyethylene terephth

10

20

30

40

50

late)、PC(poly carbonate)、COC(cycloolefin copolymer)及びPEN(polyethylene naphthalate)樹脂のうち一つを含むことができる。

【0204】

発光モジュール部640は、導光板610の少なくとも一側面に光を提供し、究極的にはバックライトユニットが設置されるディスプレイ装置の光源として作用するようになる。

【0205】

発光モジュール部640は、導光板610と接することができるが、これに限定されない。具体的に、発光モジュール部640は、基板642と、基板642に搭載された多数の発光素子パッケージ(400:400A、400B)とを含む。基板642は導光板610と接することができるが、これに限定されない。

10

【0206】

基板642は、回路パターン(図示せず)を含むPCBであってもよい。ただし、基板642は、一般のPCB以外に、メタルコアPCB(MCPCB、Metal Core PCB)、軟性(flexible)PCBなどを含むこともでき、これに対して限定しない。

【0207】

そして、多数の発光素子パッケージ(400:400A、400B)は、基板642上に、光が放出される発光面が導光板610と所定距離離隔するように搭載することができる。

20

【0208】

導光板610の下には反射部材620を形成することができる。反射部材620は、導光板610の下面に入射された光を反射させて、上に向かうようにすることによって、バックライトユニットの輝度を向上させることができる。反射部材620は、例えば、PET、PC、PVCレジンなどで形成することができるが、これに対して限定しない。

【0209】

ボトムカバー630は、導光板610、発光モジュール部640及び反射部材620などを収納することができる。そのために、ボトムカバー630は、上面が開口したボックス(box)形状に形成することができるが、これに対して限定しない。

30

【0210】

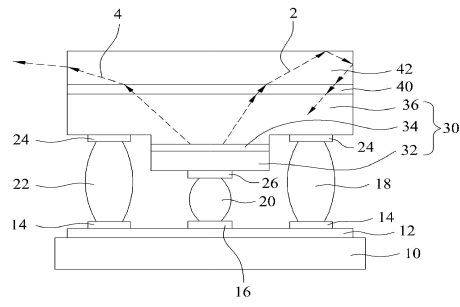
ボトムカバー630は、金属または樹脂で形成することができ、プレス成形または押出成形などの工程を用いて製造することができる。

【0211】

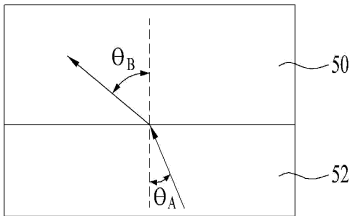
以上、実施形態を中心に説明したが、これは単なる例示で、本発明を限定するものではなく、本発明の属する分野における通常の知識を有する者であれば、本実施形態の本質的な特性を逸脱しない範囲で、以上に例示していない種々の変形及び応用が可能であるということが理解されるであろう。例えば、実施形態に具体的に示した各構成要素は変形実施が可能である。そして、このような変形及び応用に係る差異点は、添付の特許請求の範囲で規定する本発明の範囲に含まれるものと解釈しなければならない。

40

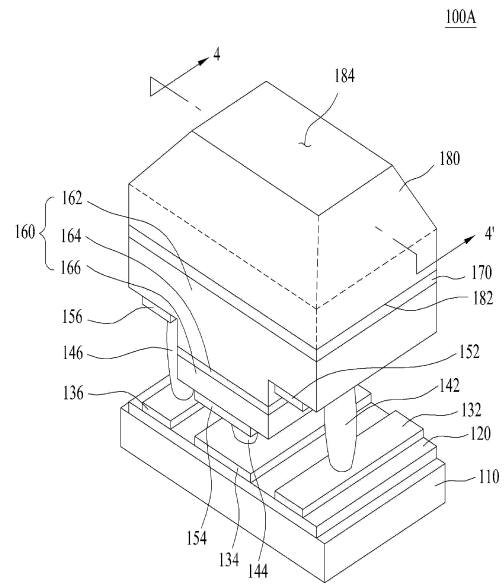
【図 1】



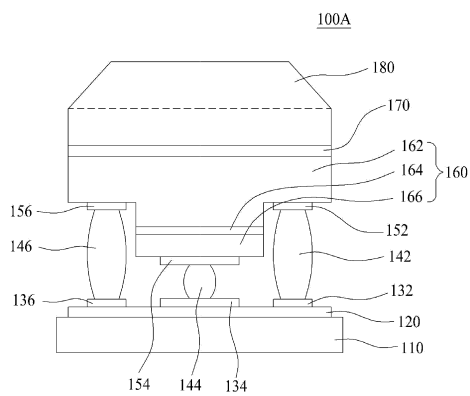
【図 2】



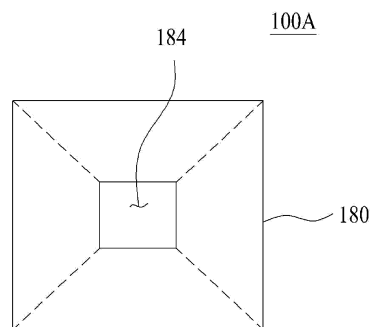
【図 3】



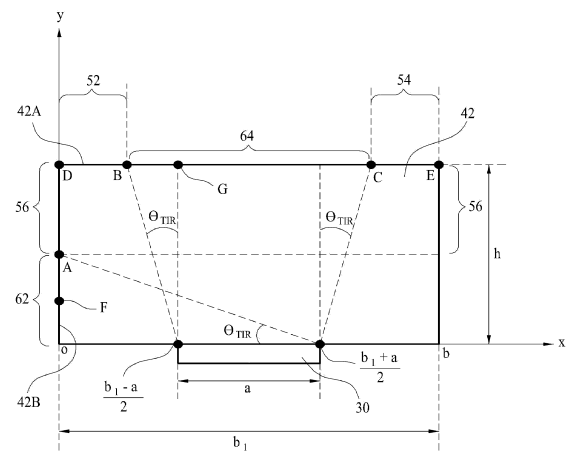
【図 4】



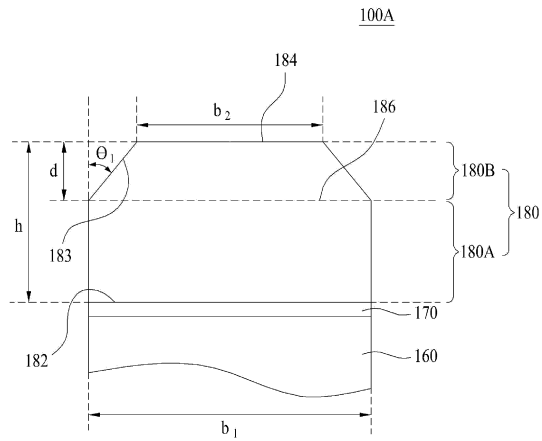
【図 5】



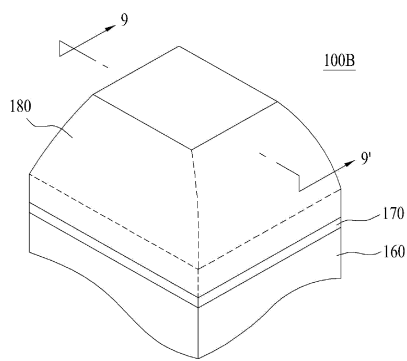
【図 6】



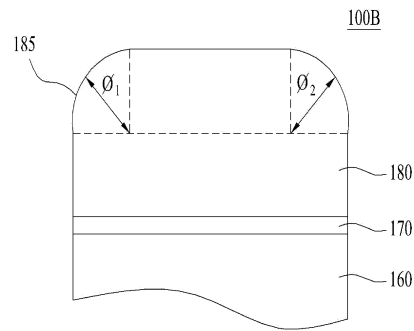
【図 7】



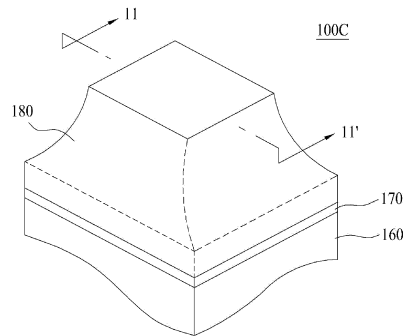
【図 8】



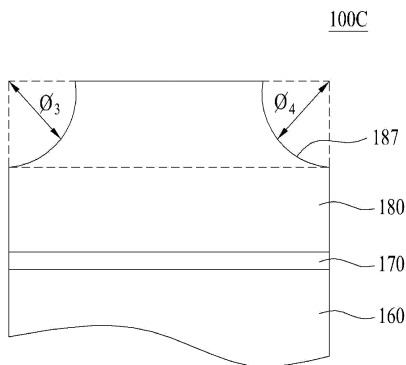
【図 9】



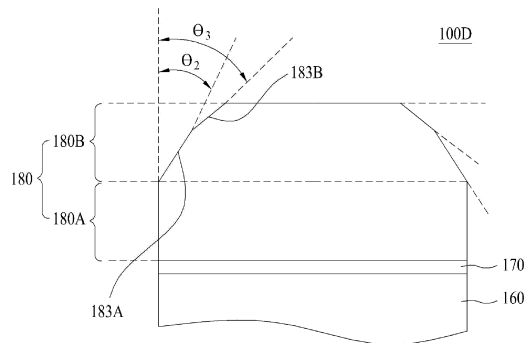
【図 10】



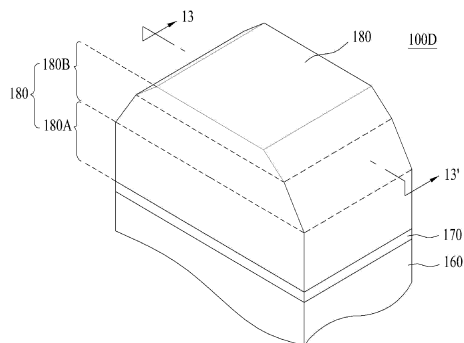
【図 11】



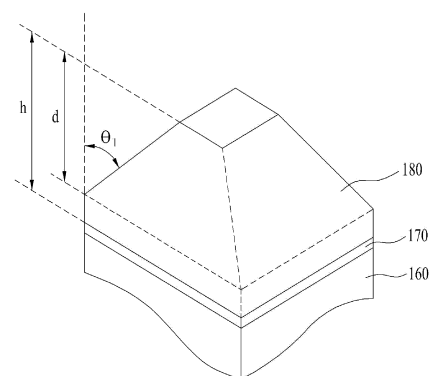
【図 13】



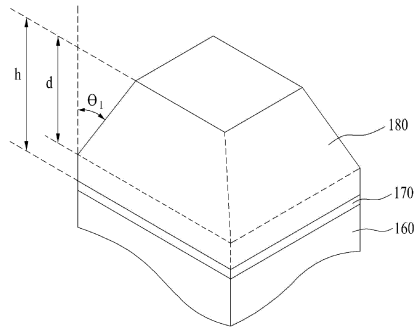
【図 12】



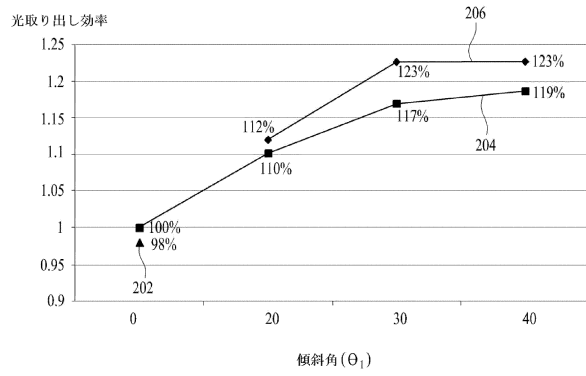
【図 14 A】



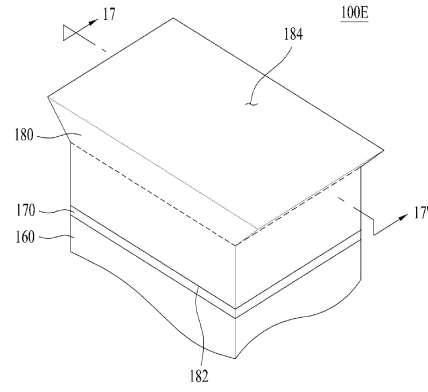
【図 14B】



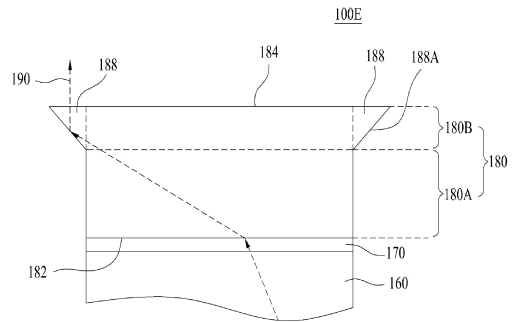
【図 15】



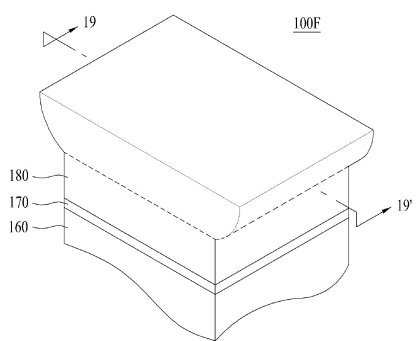
【図 16】



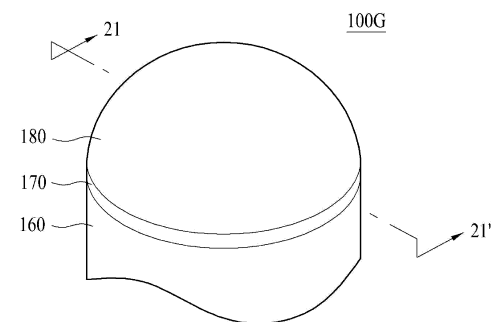
【図 17】



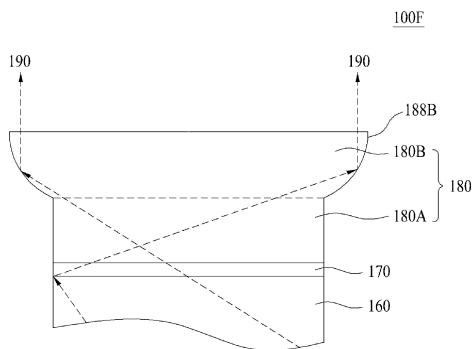
【図 18】



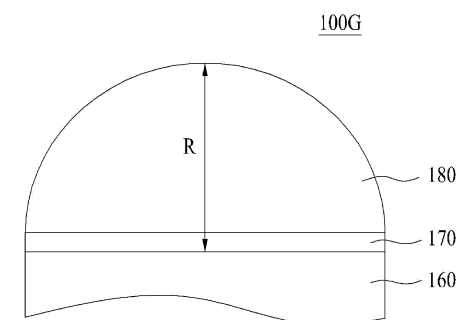
【図 20】



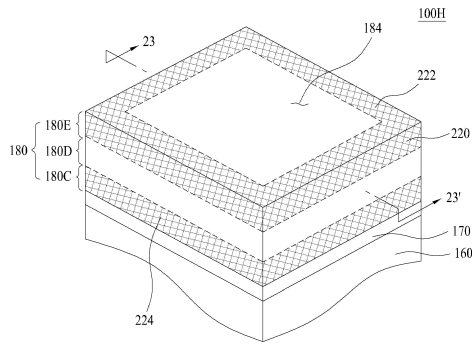
【図 19】



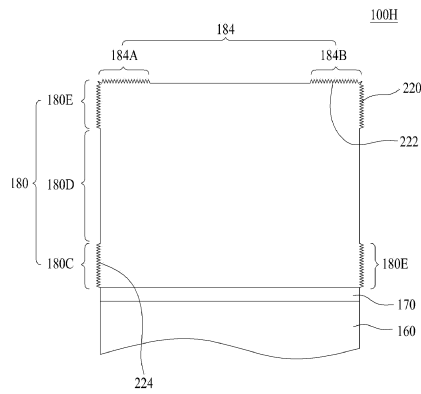
【図 21】



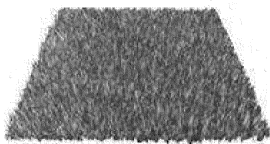
【図 2 2】



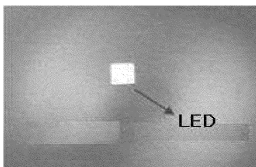
【図 2 3】



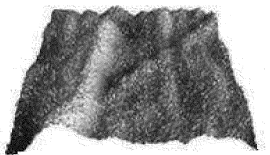
【図 2 5 A】



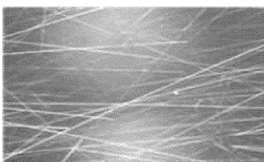
【図 2 5 B】



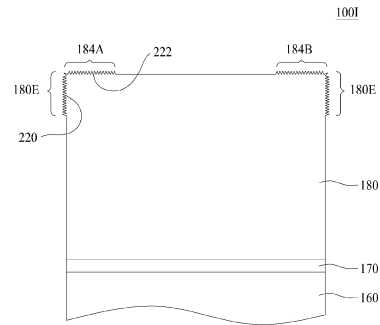
【図 2 6 A】



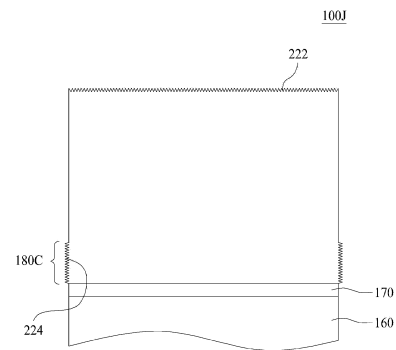
【図 2 6 B】



【図 2 4 A】



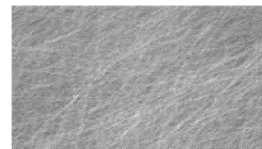
【図 2 4 B】



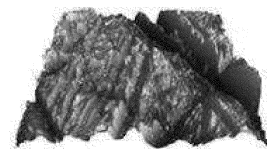
【図 2 7 A】



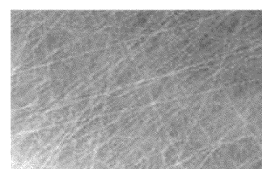
【図 2 7 B】



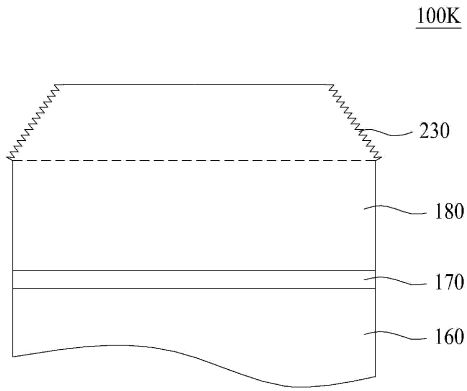
【図 2 8 A】



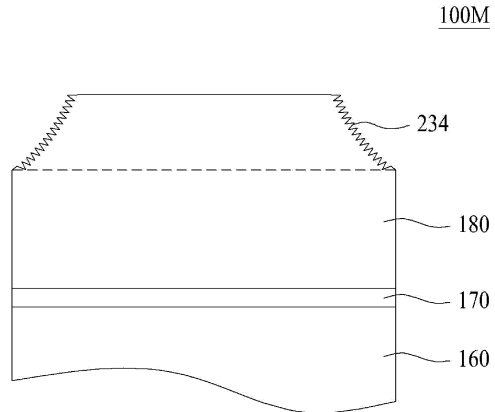
【図 2 8 B】



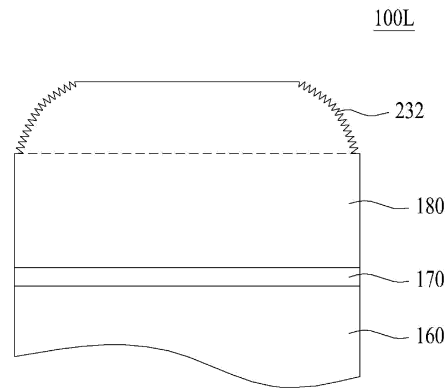
【図 29 A】



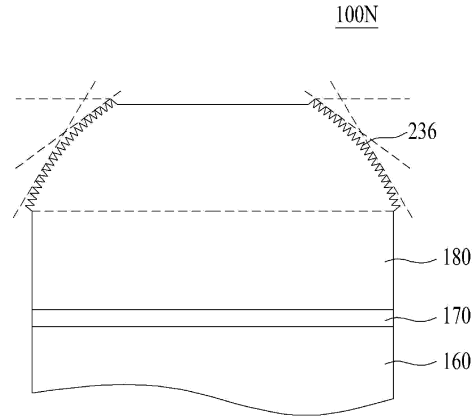
【図 29 C】



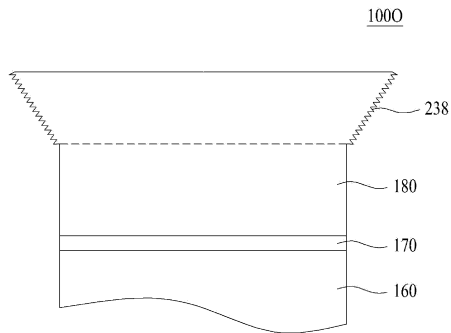
【図 29 B】



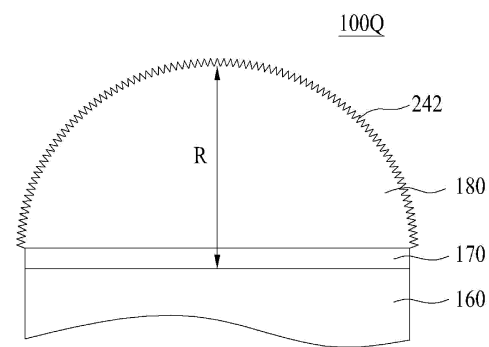
【図 29 D】



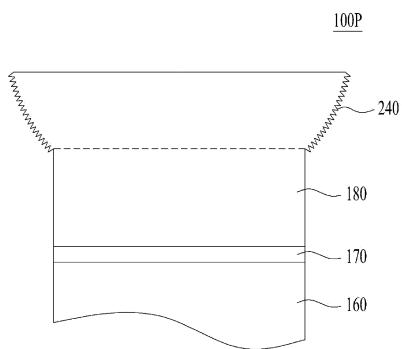
【図 29 E】



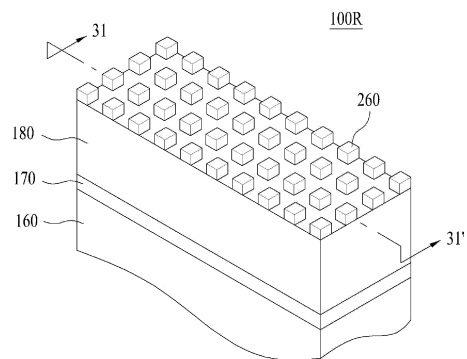
【図 29 G】



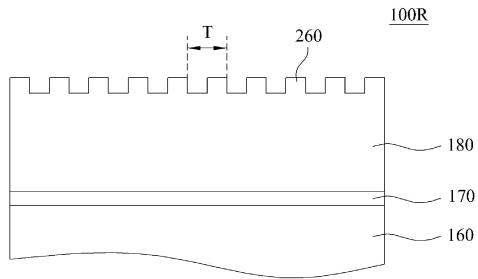
【図 29 F】



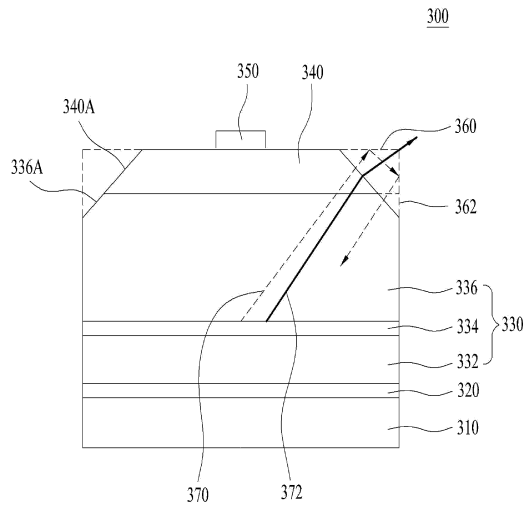
【図 30】



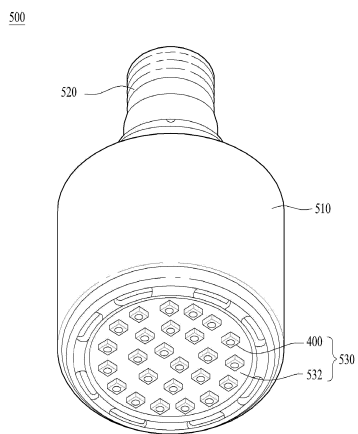
【図 3 1】



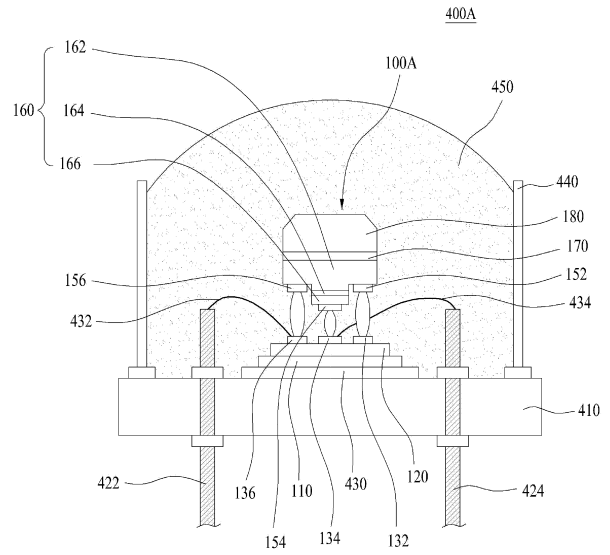
【図 3 2】



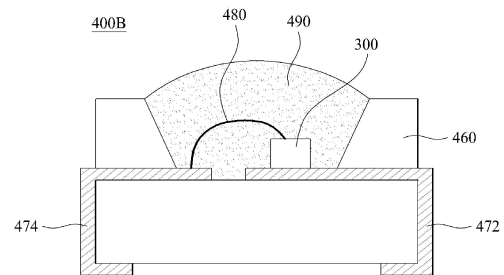
【図 3 5】



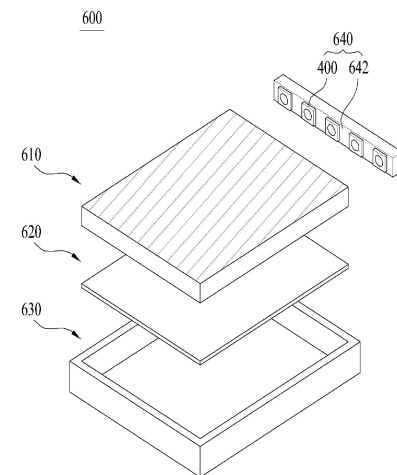
【図 3 3】



【図 3 4】



【図 3 6】



フロントページの続き

- (74)代理人 100143823
弁理士 市川 英彦
- (72)発明者 イ,クァンチル
大韓民国 100-714 ソウル,ジュン-グ,ナムデムンノ 5-ガ,541,ソウル スク
エア
- (72)発明者 パク,ジュンソ
大韓民国 100-714 ソウル,ジュン-グ,ナムデムンノ 5-ガ,541,ソウル スク
エア
- (72)発明者 イ,テリム
大韓民国 100-714 ソウル,ジュン-グ,ナムデムンノ 5-ガ,541,ソウル スク
エア
- (72)発明者 チョイ,ウンキュン
大韓民国 100-714 ソウル,ジュン-グ,ナムデムンノ 5-ガ,541,ソウル スク
エア
- (72)発明者 キム,キョンホン
大韓民国 100-714 ソウル,ジュン-グ,ナムデムンノ 5-ガ,541,ソウル スク
エア
- (72)発明者 パク,ヘジン
大韓民国 100-714 ソウル,ジュン-グ,ナムデムンノ 5-ガ,541,ソウル スク
エア
- (72)発明者 ユン,ハンフイ
大韓民国 100-714 ソウル,ジュン-グ,ナムデムンノ 5-ガ,541,ソウル スク
エア

審査官 佐藤 俊彦

- (56)参考文献 特開2007-262154(JP,A)
特開2005-302804(JP,A)
特開平10-200156(JP,A)
特開平10-004209(JP,A)
特開2007-281037(JP,A)
特開2005-209794(JP,A)
国際公開第2012/012010(WO,A1)
特開2005-039122(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0012299(US,A1)
特開平11-317546(JP,A)
特開2004-128445(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01L 33/00-33/64