

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 28 年 11 月 4 日 (2016.11.4)

【公開番号】特開 2014-68010 (P2014-68010A)

【公開日】平成 26 年 4 月 17 日 (2014.4.17)

【年通号数】公開・登録公報 2014-019

【出願番号】特願 2013-193661 (P2013-193661)

【国際特許分類】

H 0 1 L 33/20 (2010.01)

H 0 1 L 33/52 (2010.01)

【F I】

H 0 1 L 33/00 1 7 0

H 0 1 L 33/00 4 2 0

【手続補正書】

【提出日】平成 28 年 9 月 14 日 (2016.9.14)

【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】

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、
紫外線発光素子。

【請求項 2】

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、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、前記透光層の上部、前記透光層の側部の下部分、中間部分及び上部のうち少なくとも一つに位置する、請求項 1 又は 2 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 4】

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 ないし 3 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 5】

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 4 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 6】

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、請求項 5 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 7】

前記上段部の側部は、前記少なくとも一つの傾斜面を前記パターン部として有する、請求項 5 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 8】

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 7 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 9】

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 7 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 10】

前記内部全反射領域は、以下の通りである、請求項 2 に記載の紫外線発光素子。

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

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

(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、 b_1 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 11】

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、以下の通りである、請求項 3 に記載の紫外線発光素子。

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

(ここで、 y は、前記透光層の厚さ方向の位置を示し、 b_1 は、前記透光層の下部幅を示す。)

【請求項 12】

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 1 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イ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 4 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 13】

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 7 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 14】

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 7 又は 13 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 15】

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 7、13 及び 14 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 16】

前記上段部は角錐台の形状を有するか、前記上段部は縁部に少なくとも 1 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 7、13 及び 15 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 17】

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 ないし 16 のいずれかに記載の紫外線発光素子。

【請求項 18】

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 8 に記載の紫外線発光素子。

【請求項 19】

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のうちの少なくとも 1 つにラフネスを有するパターン部が形成された、紫外線発光素子。

【請求項 20】

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、請求項 19 に記載の紫外線発光素子。

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

(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 21】

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の少なくとも 1 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。

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

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

(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、 b_1 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。)

【請求項 2 2】

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の少なくとも 1 つに位置する、請求項 2 1 に記載の発光素子。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 5】

実施形態の紫外線発光素子は、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。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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、 b_1 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。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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】

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

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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、 b_1 は、前記透光層の下部幅を示す。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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】

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

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0065】

一方、基板 180 は、透光性を有し、サファイア (Al_2O_3)、 SiC 、 GaAs 、 GaN 、 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。

【手続補正 21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0153

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0172

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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が省略される場合、第2導電型半導体層336が透光層に該当する。

【手続補正 24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0175

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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。

【手続補正 25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0177

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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 3 4 0 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 3 3 4 から放出された光が全反射されずに矢印方向 3 7 2 に発光素子 3 0 0 から脱出することができて、光取り出し効率が向上することができる。