

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-517543

(P2014-517543A)

(43) 公表日 平成26年7月17日(2014.7.17)

(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 33/00	1 7 0	5 F 1 4 1
H O 1 L 33/32	(2010.01)	H O 1 L 33/00	1 8 6	
H O 1 L 33/22	(2010.01)	H O 1 L 33/00	1 7 2	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2014-515755 (P2014-515755)
 (86) (22) 出願日 平成24年6月15日 (2012.6.15)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年2月4日 (2014.2.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2012/004712
 (87) 国際公開番号 W02012/173416
 (87) 国際公開日 平成24年12月20日 (2012.12.20)
 (31) 優先権主張番号 10-2011-0058083
 (32) 優先日 平成23年6月15日 (2011.6.15)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 506029004
 ソウル バイオシス カンパニー リミテ
 ッド
 SEOUL BIOSYS CO., LTD.
 大韓民国 425-851 ギョンギード
 アンサン-シ ダンウォン-グ ウォン
 シードン 727-5 ブロック 1-3
 6
 (74) 代理人 110000408
 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ

最終頁に続く

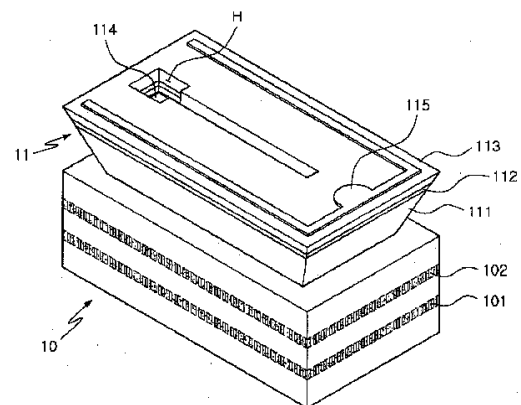
(54) 【発明の名称】 半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

側面方向への光抽出効率を向上させることのできる半導体発光素子及びその製造方法が開示される。上記半導体発光素子は、サファイア基板と、及び上記サファイア基板の上面に積層され、光を生成する活性層を含む複数の窒化物エピタキシャル層からなる発光構造物を含み、上記発光構造物の少なくとも一側面が上記サファイア基板の上面と鋭角を形成する傾斜面に形成される。上記半導体発光素子の一部の実施形態において、上記サファイア基板の側面にはレーザー照射によって水平方向に改質領域が形成されることが出来る。

【選択図】

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

サファイア基板と、

前記サファイア基板の上面に積層され、光を生成する活性層を含む複数の窒化物エピタキシャル層からなる発光構造物とを含み、

前記発光構造物の少なくとも一側面が前記サファイア基板の上面と鋭角を形成する傾斜面に形成されたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】

前記サファイア基板の上面は、凸凹パターンが形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光素子。

10

【請求項 3】

前記傾斜面に形成された前記発光構造物の側面は、垂直方向に形成された溝を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 4】

前記サファイア基板の少なくとも一側面には、水平方向に形成された帯状を有する少なくとも一つ以上の改質領域が形成されたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 5】

前記改質領域は、

前記半導体発光素子の上部または下部から水平方向に沿って所定の間隔離隔して照射されるレーザーによって形成されたことを特徴とする請求項 4 に記載の半導体発光素子。

20

【請求項 6】

前記改質領域は、

前記窒化物構造物が形成された基板の上面から少なくとも $30\ \mu\text{m}$ 隔離した位置に形成されたことを特徴とする請求項 4 に記載の半導体発光素子。

【請求項 7】

前記改質領域が複数個形成される場合、各改質領域間の間隔は $40\sim 90\ \mu\text{m}$ 隔離して形成されたことを特徴とする請求項 4 に記載の半導体発光素子。

【請求項 8】

前記レーザーは、赤外線ソースを用いたフェムト秒またはピコ秒パルスレーザーであることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体発光素子。

30

【請求項 9】

前記発光構造物は、前記サファイア基板の上面から順次に積層された n 型窒化物半導体層、前記活性層、p 型窒化物半導体層及び前記 n 型窒化物半導体層の上面の一部を露出するように、前記発光構造物の側面から隔離して形成された溝を含み、

前記溝によって露出された n 型窒化物半導体層の上面に形成された n 側電極をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光素子。

【請求項 10】

サファイア基板の上面に光を生成する活性層を含む複数の窒化物エピタキシャル層からなる発光構造物を形成し、

40

前記発光構造物の一部領域を除去して前記サファイア基板の一部領域を露出し、及び前記サファイア基板の露出された領域によって形成された前記発光構造物の側面をウェットエッチングして、前記サファイア基板の上面と鋭角を形成する傾斜面を形成する、ことを含む半導体発光素子の製造方法。

【請求項 11】

前記サファイア基板を個別の素子単位で分割して個別の半導体発光素子を形成することをさらに含むことを特徴とする請求項 10 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 12】

前記個別の半導体発光素子を形成することは、

前記サファイア基板の内部の少なくとも一つの高さにフォーカシングされたレーザーを、

50

前記サファイア基板の上面または下面から個別の素子の分離面に沿って所定の間隔離隔させて複数回照射して前記サファイア基板を分割することを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 3】

前記レーザーのフォーカシング高さは、

前記複数の窒化物エピタキシャル層が形成された前記サファイア基板の上面から少なくとも $30\ \mu\text{m}$ 離隔した位置であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 4】

前記レーザーのフォーカシングの高さが複数の場合、各フォーカシングの高さの間の間隔は、 $40\sim 90\ \mu\text{m}$ 離隔して形成されたことを特徴とする請求項 1 2 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 5】

前記レーザーは、赤外線ソースを用いたフェムト秒またはピコ秒パルスレーザーであることを特徴とする請求項 1 2 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 6】

前記サファイア基板の上面は、凸凹パターンが形成されたことを特徴とする請求項 1 0 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 7】

前記除去することは、

前記発光構造物の一部領域をドライエッチングまたはレーザー照射により除去することを特徴とする請求項 1 0 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 8】

前記発光構造物を形成することは、前記サファイア基板の上面から、順次に、 n 型窒化物半導体層、前記活性層及び p 型窒化物半導体層を積層して前記発光構造物を形成し、前記 n 型窒化物半導体層の上面の一部を露出するように、前記発光構造物の側面から離隔した領域の前記活性層及び前記 p 型窒化物半導体層の一部を除去して溝を形成し、及び前記溝によって露出された n 型窒化物半導体層の上面に n 側電極を形成することをさらに含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光素子に関するもので、さらに詳しくは、側面方向の光抽出効率に優れ、基板切断が容易である半導体発光素子及び半導体発光素子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

窒化物半導体発光素子（例えば、3 族窒化物半導体 LED またはレーザーダイオード等）が開発された後、ディスプレイ用バックライト、カメラ用フラッシュ、照明など、多様な分野において窒化物半導体発光素子が次世代の主な光源として注目されている。窒化物半導体発光素子の適用分野が拡大されることによって、輝度と発光効率を増大させるための試みも進んでいる。

【0003】

一般に、半導体発光素子は、発光効率を増加させるために、内部量子効率と光抽出効率を向上させることが求められる。内部量子効率は、エピタキシャル成長及び基板の構造設計による特性と関係があり、光抽出効率は、エピタキシャル成長及び工程技術によって最適化することができる。

【0004】

特に、半導体発光素子の光抽出効率は、素子内部の活性層から発生した光が外部の屈折率の差によって全反射されて吸収または消滅したり、内部結晶欠陥にて吸収されて熱エネルギーに変換される現象によって、向上させることが困難であった。屈折法則（S n e l l

10

20

30

40

50

's law) によって光が屈折率の異なる 2 つの媒質の間を進むことのできる臨界角が決められるが、窒化物系半導体物質の場合、その屈折率が 2.5 程と大きい値を有するため、活性層から生成された光が素子の外部へ放出できる臨界角は、およそ 23° と非常に限定的である。従って、通常、半導体発光素子において臨界角より大きい角度で素子の境界面に入射する光は、素子内部で吸収されるまで全反射され続いて熱エネルギーに変わるため、光抽出効率は 30 ~ 40 % 前後と低い。

【0005】

したがって、当技術分野では半導体発光素子の光抽出効率を向上させることのできる多様な手法の研究開発が進んでいる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、側面方向への光抽出効率を向上させることのできる半導体発光素子を提供することを、解決しようとする技術的課題とする。

【0007】

また、本発明は、上記半導体発光素子の製造方法を提供することを、解決しようとする技術的課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記技術的課題を解決するための手段として、本発明は、サファイア基板と、及び上記サファイア基板の上面に積層され光を生成する活性層を含む複数の窒化物エピタキシャル層からなる発光構造物を含み、上記発光構造物の少なくとも一側面が上記サファイア基板の上面と鋭角を形成する傾斜面に形成されたことを特徴とする半導体発光素子を提供する。

【0009】

本発明の一実施形態において、上記サファイア基板の上面は、凸凹パターンが形成されることができる。

【0010】

本発明の一実施形態において、上記傾斜面に形成された上記発光構造物の側面は、垂直方向に形成された溝 (grooves) を含むことができる。

【0011】

本発明の一実施形態において、上記サファイア基板の少なくとも一側面には、水平方向に形成された帯状を有する少なくとも一つ以上の改質領域が形成されることができる。この実施形態において、上記改質領域は、上記半導体発光素子の上部または下部から水平方向に沿って所定の間隔離隔して照射されるレーザーによって形成されることができる。また、この実施形態において、上記窒化物構造物が形成された基板の上面から少なくとも $30\text{ }\mu\text{m}$ 離隔した位置に形成されることができる。また、この実施形態において、上記改質領域が複数個形成される場合、各改質領域間の間隔は $40\sim 90\text{ }\mu\text{m}$ 離隔して形成されることができる。また、この実施形態において、上記レーザーは、赤外線ソースを用いたフェムト秒またはピコ秒パルスレーザーであることができる。

【0012】

本発明の一実施形態において、上記発光構造物は、上記サファイア基板の上面から順次に積層された n 型窒化物半導体層、上記活性層、p 型窒化物半導体層及び上記 n 型窒化物半導体層の上面の一部を露出するように上記発光構造物の側面から離隔して形成された溝を含むことができる。この実施形態は、上記溝によって露出された n 型窒化物半導体層の上面に形成された n 側電極をさらに含むことができる。

【0013】

上記技術的課題を解決するための他の手段として、本発明は、サファイア基板の上面に光を生成する活性層を含む複数の窒化物エピタキシャル層からなる発光構造物を形成し、上記発光構造物の一部領域を除去して上記サファイア基板の一部領域を露出し、及び上記サファイア基板の露出された領域によって形成された上記発光構造物の側面をウェットエッ

10

20

30

40

50

チングして、上記サファイア基板の上面と鋭角を形成する傾斜面を形成すること、を含む半導体発光素子の製造方法を提供する。

【0014】

本発明の一実施形態において、上記サファイア基板を個別の素子単位に分割して個別の半導体発光素子を形成することをさらに含むことができる。この実施形態において、上記個別の半導体発光素子を形成することは、上記サファイア基板の内部の少なくとも一つの高さにフォーカシングされたレーザーを、上記サファイア基板の上面または下面から個別の素子の分離面に沿って所定の間隔を離し、複数回照射して上記サファイア基板を分割することであることができる。この実施形態において、上記レーザーのフォーカシング高さは、上記複数の窒化物エピタキシャル層が形成された上記サファイア基板の上面から少なくとも30 μ m離隔した位置であることができる。また、この実施形態において、上記レーザーのフォーカシング高さが複数の場合、各フォーカシング高さの間の間隔は40~90 μ m離隔して形成されることができる。また、この実施形態において、上記レーザーは、赤外線ソースを用いたフェムト秒またはピコ秒パルスレーザーであることができる。

10

【0015】

本発明の一実施形態において、上記サファイア基板の上面は、凸凹パターンが形成されることができる。

【0016】

本発明の一実施形態において、上記除去することは、上記発光構造物の一部領域をドライエッチングまたはレーザー照射によって除去することであることができる。

20

【0017】

本発明の一実施形態において、上記発光構造物を形成することは、上記サファイア基板の上面から順次に、n型窒化物半導体層、上記活性層及びp型窒化物半導体層を積層して上記発光構造物を形成することであることができる。この実施形態は、上記n型窒化物半導体層の上面の一部を露出するように、上記発光構造物の側面から離隔した領域の上記活性層及び上記p型窒化物半導体層の一部を除去して溝を形成すること及び上記溝によって露出されたn型窒化物半導体層の上面にn側電極を形成することをさらに含むことができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によると、半導体発光素子の発光構造物の側面を傾斜面に形成することで、発光構造物の側面方向に光抽出効率を向上させることができるという効果がある。特に、発光構造物の側面に垂直方向の溝(grooves)を形成することによって光抽出効率をさらに向上させることができるという効果がある。

30

【0019】

また、本発明によると、半導体発光素子のサファイア基板の側面に凸凹を提供する改質領域が形成されることによって、基板の側面でも光抽出効率を向上させることができるという効果がある。

【0020】

また、本発明によると、レーザー照射の高さを多様に決定して厚いサファイア基板も容易に分離できるという効果がある。

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態による半導体発光素子の斜視図である。

【図2】図1に図示された半導体発光素子の一側面を図示した側面図である。

【図3】本発明の多様な実施形態による半導体発光素子の一側面を図示した側面図である。

。

【図4】本発明の多様な実施形態による半導体発光素子の一側面を図示した側面図である。

。

【図5a】本発明の一実施形態による半導体発光素子のサファイア基板に形成された改質

50

領域の形成例を図示した図面である。

【図 5 b】本発明の一実施形態による半導体発光素子のサファイア基板に形成された改質領域の形成例を図示した図面である。

【図 5 c】本発明の一実施形態による半導体発光素子のサファイア基板に形成された改質領域の形成例を図示した図面である。

【図 5 d】本発明の一実施形態による半導体発光素子のサファイア基板に形成された改質領域の形成例を図示した図面である。

【図 6 a】本発明の一実施形態による半導体発光素子の製造方法を図示した断面図である。

【図 6 b】本発明の一実施形態による半導体発光素子の製造方法を図示した断面図である。 10

【図 6 c】本発明の一実施形態による半導体発光素子の製造方法を図示した断面図である。

【図 6 d】本発明の一実施形態による半導体発光素子の製造方法を図示した断面図である。

【図 6 e】本発明の一実施形態による半導体発光素子の製造方法を図示した断面図である。

【図 7】本発明の一実施形態による半導体発光素子の一側面に対する電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope) 写真である。

【図 8 a】本発明の一実施形態による半導体発光素子を電子顕微鏡で撮影した平面写真である。 20

【図 8 b】本発明の一実施形態による半導体発光素子を電子顕微鏡で撮影した平面写真である。

【図 9】本発明の一実施形態による半導体発光素子の発光構造物の側面を電子顕微鏡で撮影した写真である。

【図 10 a】本発明の一実施形態による半導体発光素子と通常の半導体発光素子の発光分布を比較した写真である。

【図 10 b】本発明の一実施形態による半導体発光素子と通常の半導体発光素子の発光分布を比較した写真である。

【発明を実施するための形態】 30

【0022】

以下、添付の図面を参照して本発明の実施形態をより詳しく説明する。本発明の実施形態は様々な他の形態に変形することができ、本発明の範囲が以下に説明する実施形態に限定されるものではない。本発明の実施形態は、本発明が属する技術分野において通常の知識を有する者が、本発明をより明確に理解するために提供されるものである。また、本発明を説明するにおいて、定義される用語は、本発明における機能を考慮して定義されたものであって、これは当分野における技術者の意図または使用法などによって変わることがあるため、本発明の技術的構成要素を限定する意味として理解されてはならない。

【0023】

図 1 は、本発明の一実施形態による半導体発光素子の斜視図であり、図 2 は、図 1 に図示された実施形態による半導体発光素子の一側面を図示した側面図である。 40

【0024】

図 1 及び図 2 を参照すると、本発明の一実施形態による半導体発光素子は、サファイア基板 10 と、上記サファイア基板の上面に形成された発光構造物 11 と、を含んで構成される。

【0025】

上記サファイア基板 10 は、その上に成長される窒化物エピタキシャル層物質との格子整合を考慮して適用された基板である。サファイア基板は、六角 - ロンボ形 (Hexa - Rhombo R3c) 対称性を有する結晶体であって、c 軸方向の格子定数が 13.001、a 軸方向には 4.758 の格子間距離を有し、C (0001) 面、A (1120 50

面、 $R(1102)$ 面などを有する特徴がある。このようなサファイア基板のC面の場合、比較的窒化物薄膜の成長が容易であり、高温で安定しているため、青色または緑色の発光素子用基板として主に使われる。

【0026】

上記発光構造物11は、上記サファイア基板10の上面に積層され、光を生成する活性層112を含む複数の窒化物エピタキシャル層からなる発光構造物を含むことができる。本発明の一実施形態による半導体発光素子は、上記発光構造物11の少なくとも一つの側面Lが上記サファイア基板10の上面と鋭角を形成する傾斜面に形成されるように、構成される。

【0027】

このように、発光構造物11の側面が基板10の上面と鋭角を形成する傾斜面に形成されることで、発光構造物11の内部からその側面に入射する光の入射角を、屈折法則によって決定される外部放出のための臨界角より小さく形成されるようにすることができる。これによって、発光構造物11の側面方向に放出される光の量を増加させて光抽出効率を向上させることができる。

【0028】

上記発光構造物11は、n型窒化物半導体層111と活性層112とp型窒化物半導体層113とを含む。

【0029】

上記n型窒化物半導体層111は、n型の $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ ($0 < x, y, x+y < 1$)で形成され、n型不純物でドーピングされた窒化物半導体からなることができる。例えば、 GaN 、 $AlGaN$ 、 $InGaN$ のような窒化物半導体にSi、Ge、Se、TeまたはCなどのような不純物がドーピングされる。

【0030】

上記活性層112は、電子及び正孔が再結合して光が放出される領域であって、上記活性層112をなす物質の種類によって抽出される光の波長が決められる。このような上記活性層112は、多重量子井戸(MQW)構造を有するか、単一量子井戸構造を有することができるが、障壁層と井戸層は一般式 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ ($0 < x, y, x+y < 1$)で示される2元乃至4元化合物半導体層であって、例えば、 $InGaN$ 層を井戸層にして、 GaN 層を障壁層に成長させて多重量子井戸構造(MQW)に形成される。

【0031】

上記p型窒化物半導体層113は、p型 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ ($0 < x, y, x+y < 1$)で形成されるが、p型不純物でドーピングされた半導体物質からなることができる。例えば、 GaN 、 $AlGaN$ 、 $InGaN$ のような窒化物半導体にMg、ZnまたはBeなどのような不純物がドーピングされる。

【0032】

一般に、半導体発光素子は、駆動電圧の認可及び駆動電流の流入のために、n型窒化物半導体層及びp型窒化物半導体層にそれぞれ電氣的に連結されるn側電極114及びp側電極115を含むことができる。水平構造の半導体発光素子において、n側電極は主に活性層112及びp型窒化物半導体層113の一部を除去して露出されるn型窒化物半導体上に形成される。

【0033】

本発明の一実施形態では、発光構造物11は、上記n型窒化物半導体層の上面の一部を露出するように、上記発光構造物の側面から離隔して形成された溝Hを含むことができる。n側電極114は、上記溝Hによって露出されたn型窒化物半導体層111の上面に形成される。上記溝Hは、n側電極を備えるための領域を形成するためのもので、傾斜面に形成された側面から離隔して形成することで、傾斜面に形成された側面の変形を伴わなくなる。その結果として、側面を傾斜面に形成することによって獲得できる光抽出効率向上の効果を減少させることを防ぐことができる。

【0034】

10

20

30

40

50

図 3 及び図 4 は、本発明の多様な実施形態による半導体発光素子の一側面を図示した側面図である。

【 0 0 3 5 】

図 3 の実施形態は、発光構造物 1 1 の側面のうちサファイア基板 1 0 に近い下部領域に傾斜面 L を形成した実施形態を図示し、図 4 の実施形態は、サファイア基板 1 0 の上面に凸凹パターン 1 0 3 を形成した実施形態を図示する。

【 0 0 3 6 】

図 3 の実施形態は、発光構造物 1 1 の側面をサファイア基板 1 0 の上面と鋭角を形成する傾斜面に形成する場合、活性層 1 1 2 から生成された光のうち活性層 1 1 2 の下部の n 型窒化物半導体層 1 1 1 に向かう光に対する入射角の減少効果がより大きいという点を考慮したものである。

10

【 0 0 3 7 】

また、図 4 の実施形態は、サファイア基板 1 0 の上面に形成された凸凹パターン 1 0 3 によって活性層 1 1 2 から生成された光を散乱させることで、光が発光素子の外部へ放出される確率を増加させて光抽出効率を向上させるためのものである。図 4 の実施形態の場合、サファイア基板 1 0 の上面に形成された凸凹パターン 1 0 3 によってサファイア基板 1 0 側に近い発光構造物に相対的に多いディフェクト (d e f e c t) が生じてしまう。このようなディフェクトによって分子結合構造が頑固ではなくなるため、発光構造物 1 1 の側面に傾斜面を形成するウェットエッチング工程でサファイア基板 1 0 に近い領域のエッチングされる量がさらに大きくなって傾斜度が増加することになる。また、凸凹パターン 1 0 3 が形成された領域とそうでない領域との間のエッチング量の差によって、発光構造物 1 1 の側面の傾斜面には垂直方向に複数個の溝 (g r o o v e) が形成されることができる。このような溝 (g r o o v e) によって発光構造物 1 1 の側面方向への光抽出効率はさらに向上することができる。

20

【 0 0 3 8 】

一方、図 1 乃至図 4 に図示された実施形態において、サファイア基板 1 0 の側面には少なくとも一つの改質領域 1 0 1、1 0 2 が形成される。

【 0 0 3 9 】

上記改質領域 1 0 1、1 0 2 は、ウェーハ状態のサファイア基板を切開する過程において、ウェーハの内部の所定高さに水平方向に沿って照射されるレーザーによって形成されることができる。すなわち、図 1 乃至図 4 において、改質領域 1 0 1、1 0 2 は、ウェーハ状態のサファイア基板の上部または下部から該当高さにフォーカシングされて水平方向に沿って複数回照射されて形成される。

30

【 0 0 4 0 】

上記サファイア基板 1 0 の内部にフォーカシングされて照射されるレーザーは、赤外線ソースを用いたフェムト秒 (f e m t o - s e c o n d) パルスレーザーまたはピコ秒 (p i c o - s e c o n d) パルスレーザーであることができる。この赤外線ソースを用いたフェムト秒 (f e m t o - s e c o n d) パルスレーザーまたはピコ秒 (p i c o - s e c o n d) パルスレーザーは、赤外線ソースレーザーに比べてフィルターを少なく使用して済むことによって、さらに強力な内部加工が可能であり、短い時間で非熱加工ができるため、素子の損傷を減少させることができる。

40

【 0 0 4 1 】

上記レーザーは、ウェーハ状態のサファイア基板を分割して個別の素子を形成する過程において、個別の素子の分離面に照射されるものである。レーザー照射後に個別の素子の分離過程が行われると、分離面に改質領域 1 0 1、1 0 2 を形成することができる。

【 0 0 4 2 】

上記改質領域 1 0 1、1 0 2 は、素子の水平方向に沿って所定の間隔に行われるレーザー照射により基板の側面に水平方向に帯状を有するように形成される。

【 0 0 4 3 】

このような改質領域 1 1 1、1 1 2 は、サファイア基板 1 0 の側面に凸凹を形成すること

50

で、サファイア基板 10 の内部から外部へ放出される光の内部全反射を減少させて素子の側面方向への光抽出効率を向上させることができる。

【0044】

上記改質領域 101、102 の数は、サファイア基板 10 の厚さによって様々に決定される。

【0045】

図 5 a ~ 図 5 d は、本発明の一実施形態による半導体発光素子のサファイア基板に形成される改質領域の形成例を図示した図面である。

【0046】

図 5 a 及び図 5 b に図示したように、全体の厚さが 150 μm の素子では、サファイア基板 10 の下面から 70 μm の高さにフォーカスを合わせてレーザーを照射して一つの改質領域 101 を形成したり、サファイア基板 10 の下面から 40 μm の高さ及び 100 μm の高さにフォーカスを合わせてレーザーを照射して二つの改質領域 101、102 を形成することができる。

【0047】

また、図 5 c に図示したように、全体の厚さが 180 μm の素子では、サファイア基板 10 の下面から 40 μm 、90 μm 及び 140 μm の高さにそれぞれフォーカスを合わせてレーザーを照射して 3 つの改質領域 101、102、103 を形成することができる。

【0048】

また、図 5 d に図示したように、全体の厚さが 200 μm の素子では、サファイア基板 10 の下面から 40 μm 、110 μm 及び 160 μm の高さにそれぞれフォーカスを合わせてレーザーを照射して 3 つの改質領域 101、102、103 を形成することができる。

【0049】

このように、本発明の一実施形態は、レーザーが照射される位置を適切に調整して改質領域を形成することによって、多様な厚さを有する素子の分離に適用されることができる。この過程において、サファイア基板 10 の上面に形成された発光構造物 11 の損傷を防ぐために、上記改質領域は、上記発光構造物 11 が形成されたサファイア基板 10 の上面から少なくとも 30 μm 離隔した位置に形成されることが好ましい。また、サファイア基板の分離の容易性及びレーザー照射回数の効率性を考慮して、複数個の改質領域を形成する場合に、各改質領域間の間隔は 40 ~ 90 μm 離隔して形成されることが好ましい。

【0050】

図 6 a 乃至図 6 e は、本発明の一実施形態による半導体発光素子の製造方法を図示した断面図である。

【0051】

まず、本発明の一実施形態による半導体発光素子の製造方法は、図 6 a に図示されたように、サファイア基板 10 の上面に、順次に、n 型窒化物半導体層 111、活性層 112 及び p 型窒化物半導体層 113 を積層して発光構造物 11 を形成することから始まる。図 6 a 乃至図 6 e は、上面に凸凹パターン 103 のサファイア基板 10 を使用する例を図示したが、本発明はこれに限定されない。

【0052】

次に、図 6 b に図示したように、発光構造物 11 の一部領域 D を除去してサファイア基板 10 の一部領域を露出させることができる。上記発光構造物 11 の除去される領域 D は、個別の単位素子に分離するための領域になり得る。この発光構造物 11 の一部領域を除去する過程は、ドライエッチングまたはレーザー照射などの技法を用いて発光構造物 11 を除去する過程である。

【0053】

続いて、図 6 c に図示したように、上記サファイア基板 10 の露出された領域によって形成された上記発光構造物 11 の側面をウェットエッチングして、上記サファイア基板の上面と鋭角を形成する傾斜面を形成することができる。このウェットエッチング過程では、水酸化物（例えば、水酸化カリウムまたは水酸化ナトリウム）及び酸系列の物質（例え

10

20

30

40

50

ば、硫酸、リン酸、窒素酸及びこれらの混合物)をエッチャントとして利用することができる。このようなウェットエッチング技法を適用することで、分子結合構造が比較的不安定なサファイア基板に近い領域の発光構造物から多量のエッチングが行われ、基板から離れるほどエッチング量が減少することで、発光構造物の側面に傾斜面が形成される。

【0054】

続いて、個別単位の素子に分離するために、図6dに図示したように、サファイア基板10の内部の特定の領域Pにフォーカシングされたレーザーを照射することができる。図6dに図示された過程は、上記サファイア基板10の内部の少なくとも一つの高さPにフォーカシングされたレーザーを、上記サファイア基板10の上面または下面から個別の素子の分離面に沿って所定の間隔離隔させて複数回照射して上記サファイア基板を分割すること
10

【0055】

前述の図6a乃至図6dの過程の後、図6eに図示したように、サファイア基板10の側面に改質領域101、102が形成され、発光構造物11の側面がサファイア基板10の上面と鋭角を形成する傾斜面に完成することができる。

【0056】

一方、図示してはいないが、本発明の一実施形態による半導体発光素子の製造方法は、各個別単位の素子のn側電極及びp側電極を形成する過程をさらに含んでもよい。

【0057】

例えば、図6dに図示された工程によってサファイア基板10を個別単位の素子に分離する前に、電極が形成されてもよい。特に、n側電極の形成過程は、n型窒化物半導体層111の上面の一部を露出するように、発光構造物の側面から離隔した領域の活性層112及びp型窒化物半導体層113の一部を除去して溝(図1乃至図4のH)を形成すること
20

【0058】

以下では、本発明の一実施形態による半導体発光素子の実際の写真を通じて本発明の作用効果を説明する。

【0059】

図7は、本発明の一実施形態による半導体発光素子の一側面に対する電子顕微鏡(SEM: Scanning Electron Microscope)写真である。
30

【0060】

図7において、参照符号10は基板であり、11は発光構造物であり、101は改質領域である。前述のように、改質領域101は、赤外線ソースを用いたフェムト秒レーザーまたはピコ秒レーザーを基板10の上面または下面から水平方向に沿って所定の間隔で複数回照射して形成されたものである。図7において参照符号Rで表示された部分は、レーザーが直接照射された領域を示し、このようなレーザー照射領域の周りにレーザーのエネルギーを吸収してサファイアの物性が変質する改質領域が形成される。レーザーの照射によって基板の内部に形成された改質領域は、個別の素子に分離した後、個別の素子の側面に
40

【0061】

図8a及び図8bは、本発明の一実施形態による半導体発光素子を電子顕微鏡で撮影した平面写真であり、図9は、本発明の一実施形態による半導体発光素子の発光構造物の側面を電子顕微鏡で撮影した写真である。

【0062】

図8a及び図8b、図9に図示したように、発光構造物11の側面は、ウェットエッチングによって傾斜面が形成されるだけでなく、エッチング量の差異によって不規則的な形状
50

を有する垂直方向の溝が形成されることができる。このような溝によって発光構造物の側面は無作為の凸凹を含むことになり、このような凸凹によって、素子の内部から側面方向に入射される光が入射する角度を変形して内部全反射が減少し、側面の光抽出効率が向上する。

【 0 0 6 3 】

図 1 0 a 及び図 1 0 b は、本発明の一実施形態による半導体発光素子と通常の半導体発光素子の発光分布を比較した写真である。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 a に示されたように、本発明の一実施形態による半導体発光素子は、発光素子の側面から多量の光放出が行われることを確認することができる。これに対して、図 1 0 b に図示された通常の半導体発光素子は、側面への光放出が非常に弱いことを確認することができる。

10

【 0 0 6 5 】

以上、説明したように、本発明の一実施形態は、半導体発光素子の発光構造物の側面を傾斜面に形成することで、発光構造物の側面方向に光抽出効率が向上する。特に、発光構造物の側面に垂直方向の溝が形成されることで、光抽出効率はさらに向上される。また、本発明の一実施形態は、半導体発光素子のサファイア基板の側面に改質領域による凸凹形成を通じて基板の側面にも光抽出効率が向上する。さらに、本発明の一実施形態ではサファイア基板を分離する過程において、レーザー照射の高さを様々に決定して厚いサファイア基板も容易に分離することができる。

20

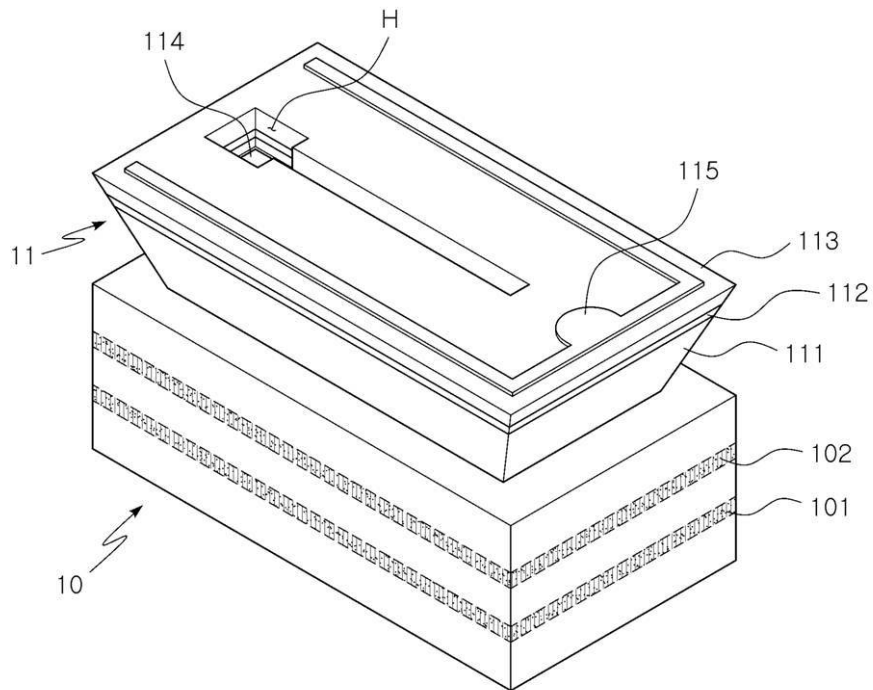
【 符号の説明 】

【 0 0 6 6 】

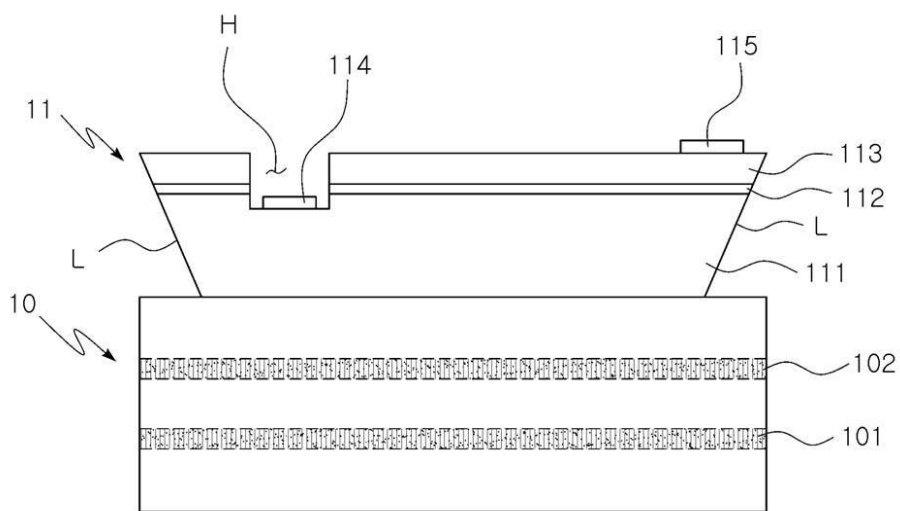
1 0 : サファイア基板
1 1 : 発光構造物
1 1 2 : 活性層
1 1 4 : n 側電極

1 0 1、1 0 2 : 改質領域
1 1 1 : n 型窒化物半導体層
1 1 3 : p 型窒化物半導体層
1 1 5 : p 側電極

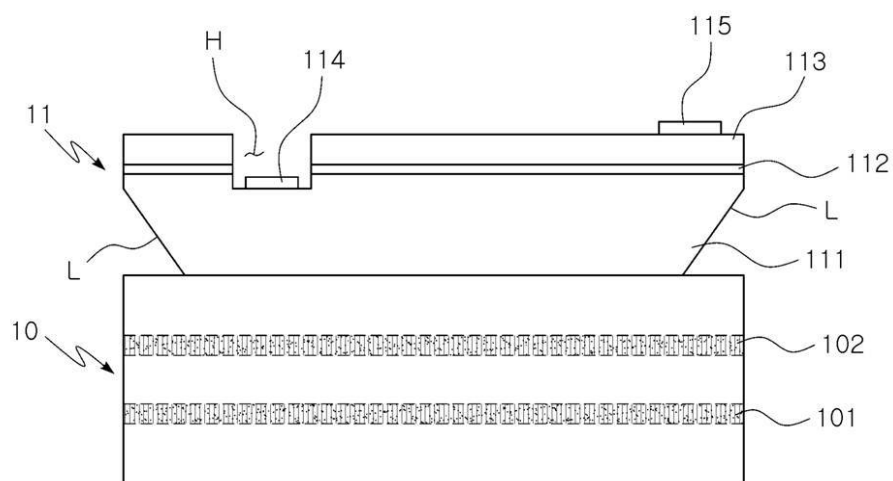
【図 1】



【図 2】



【図 3】



[illegible]

Figure 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device includes a substrate 10, a central layer 101, and a top layer 11. The top layer 11 has a thickness of $80\mu\text{m}$. The central layer 101 has a thickness of $70\mu\text{m}$. The total thickness of the device is indicated as $150\mu\text{m}$. The central layer 101 contains a series of vertical rectangular structures.

素子の厚さ
=150 μ m

102

11

50 μ m

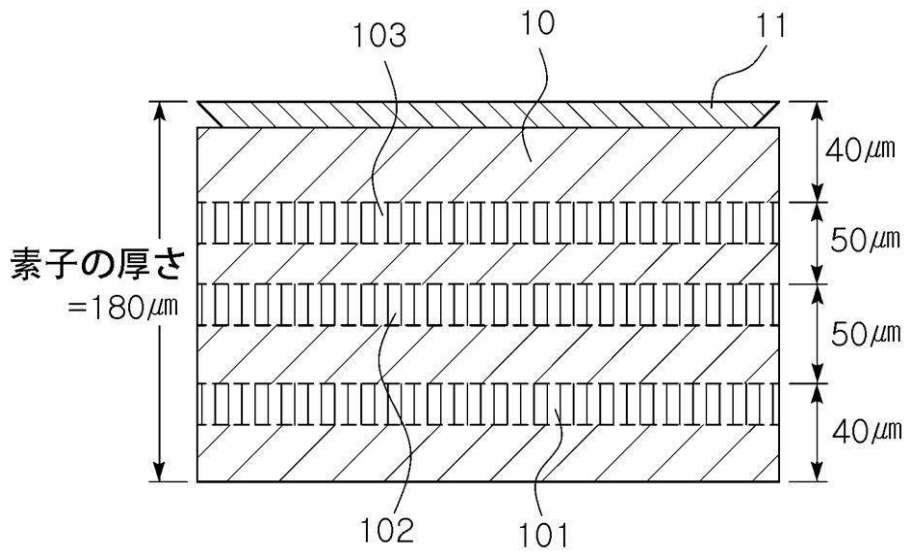
60 μ m

40 μ m

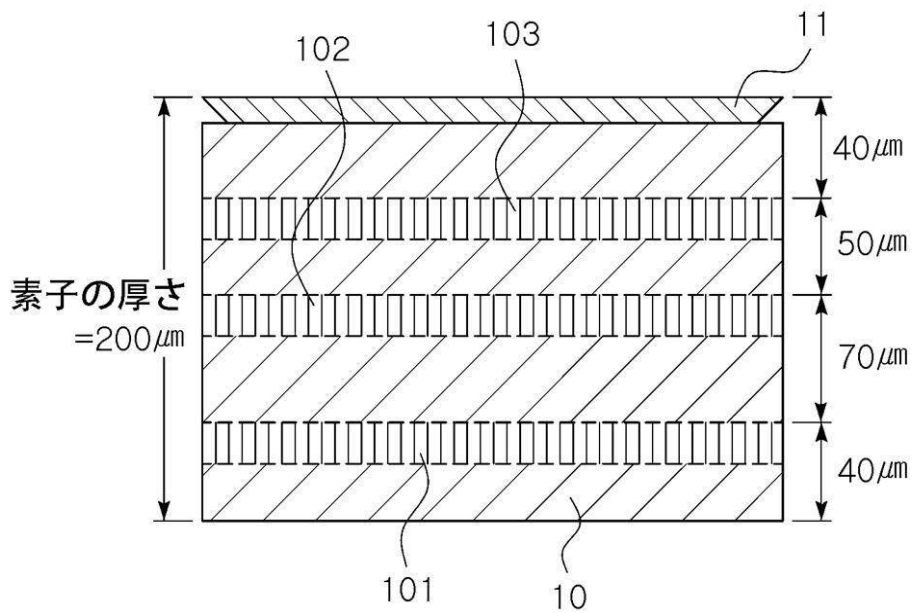
101

10

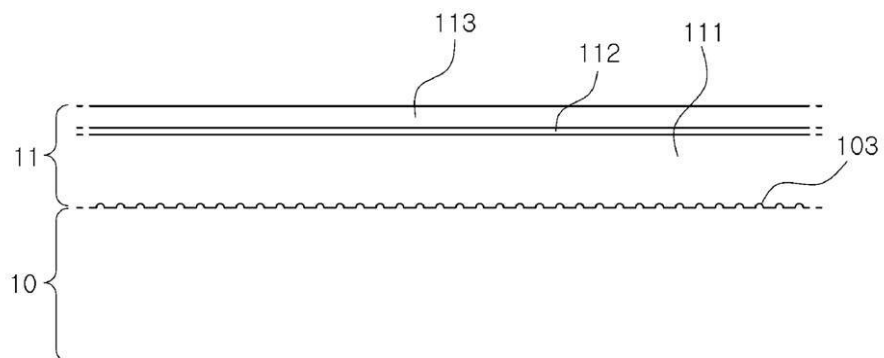
【図 5 c】



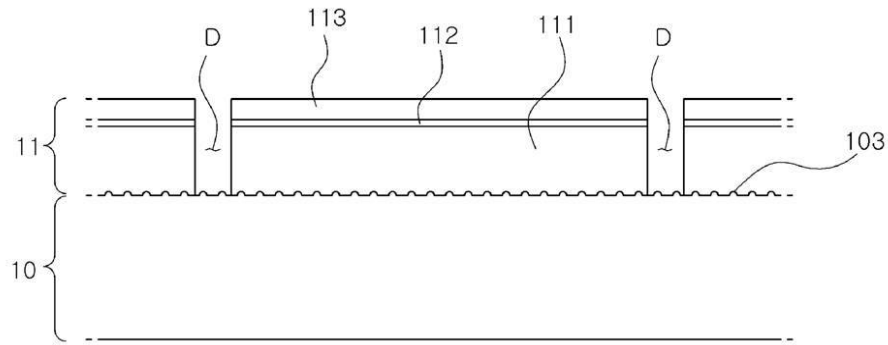
【図 5 d】



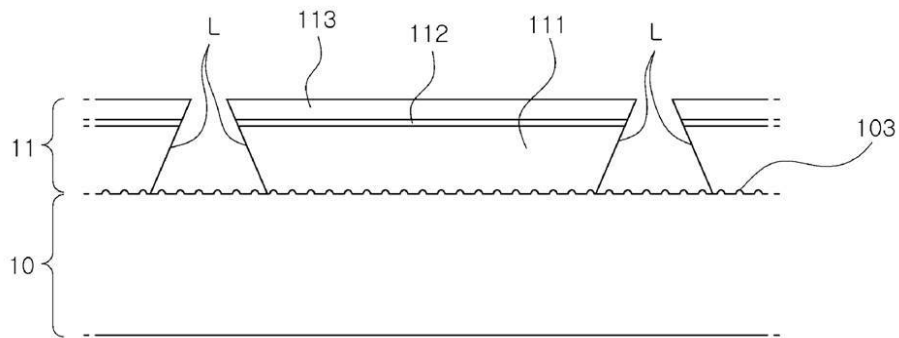
【図 6 a】



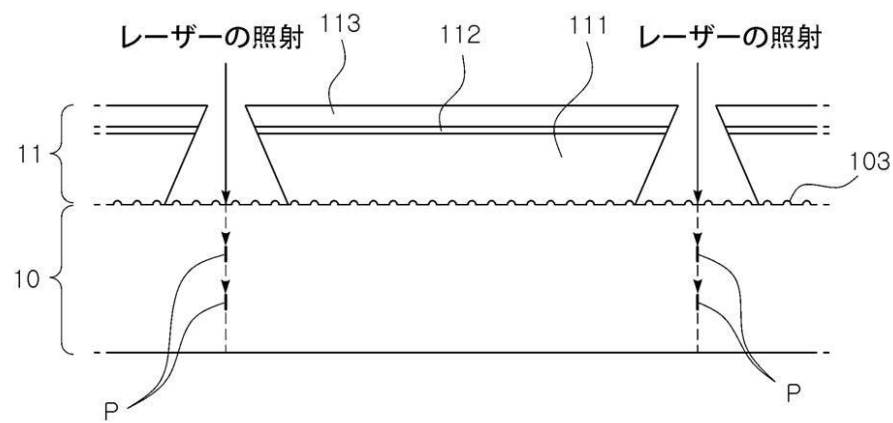
【図 6 b】



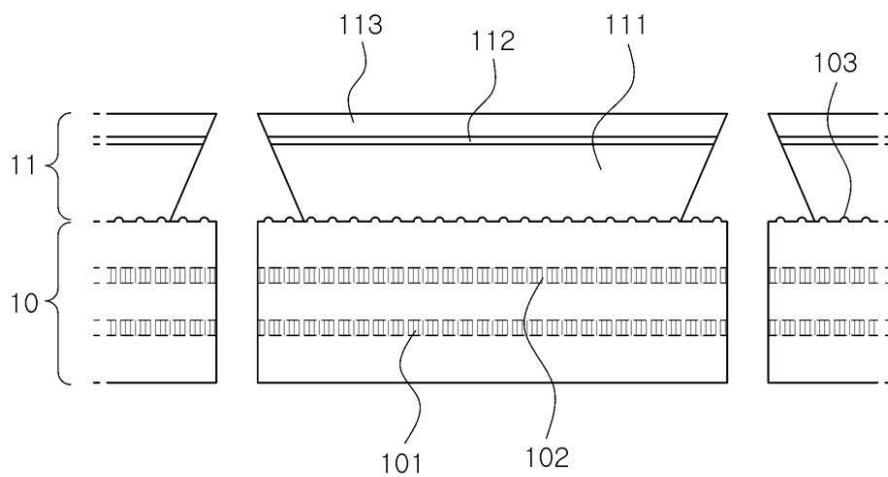
【図 6 c】



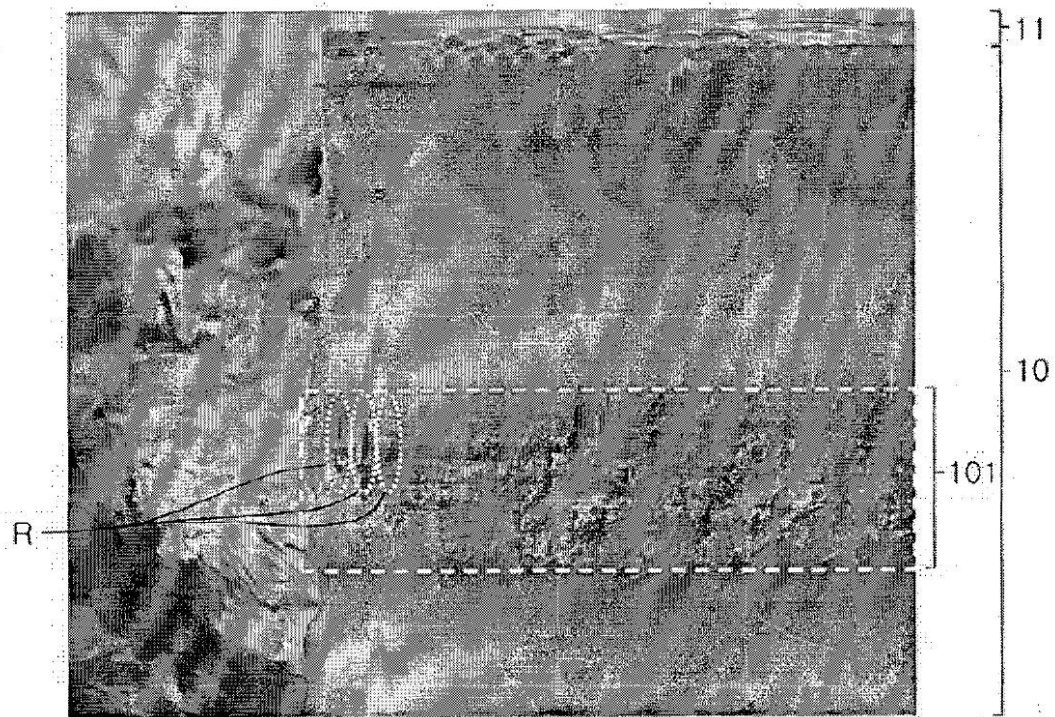
【図 6 d】



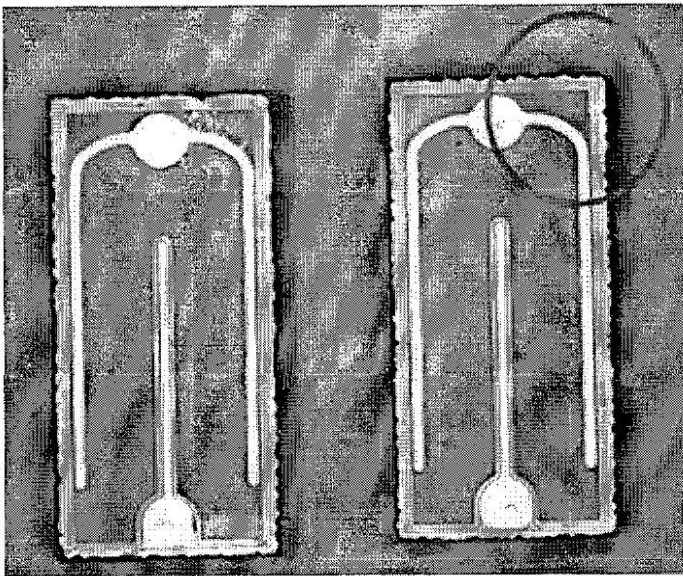
【図 6 e】



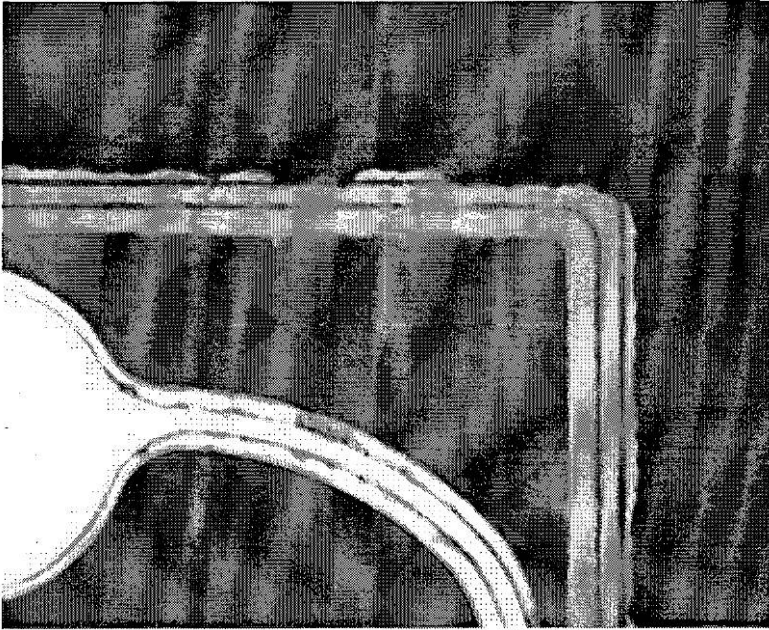
【図 7】



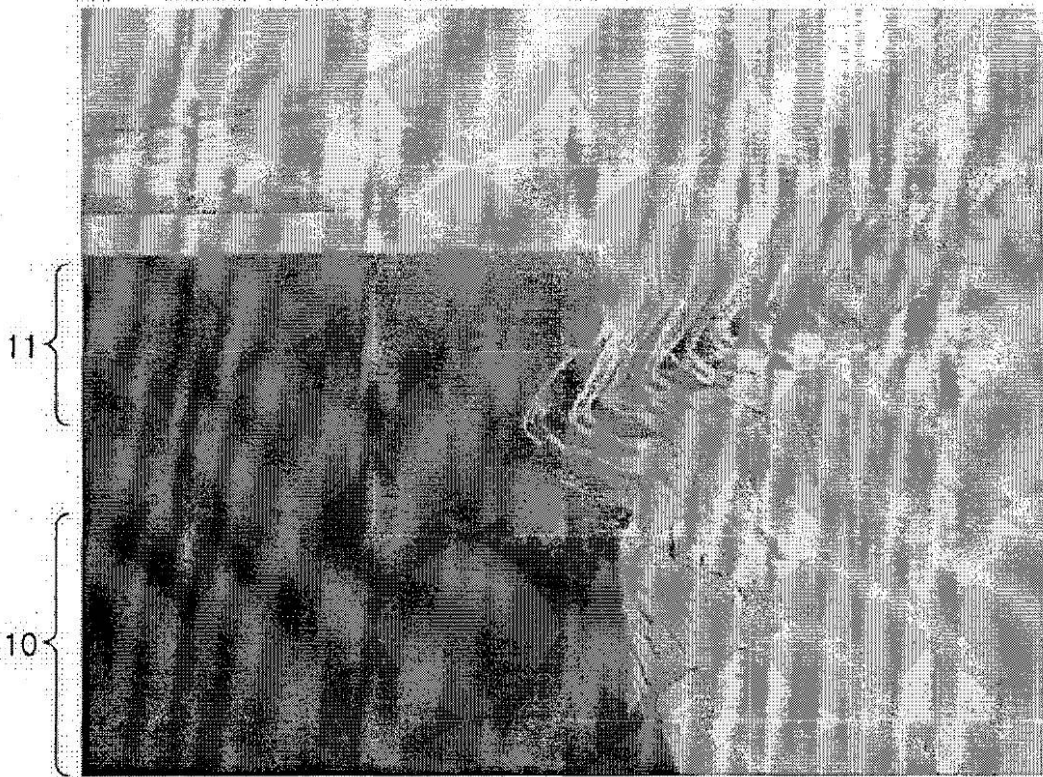
【図 8 a】



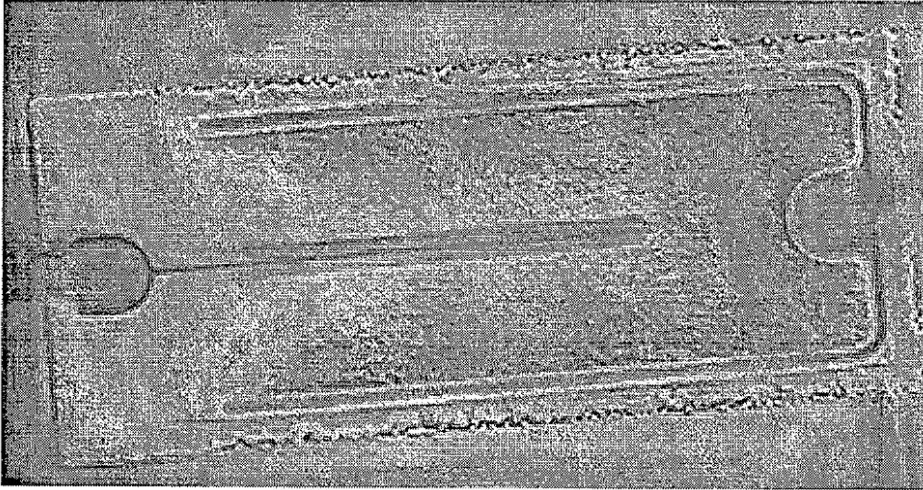
【図 8 b】



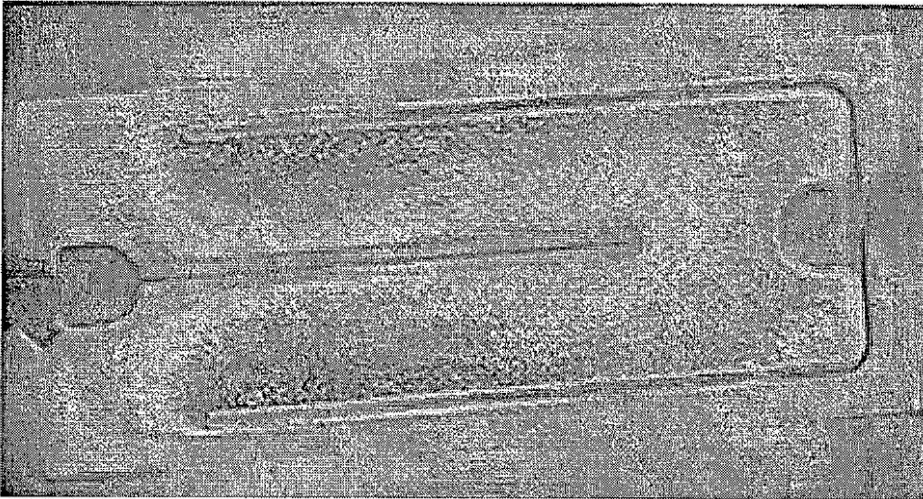
【図 9】



【図 10 a】



【図 10 b】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/KR2012/004712
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 33/20(2010.01)i, H01L 33/22(2010.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 33/20; H01L 33/00; H01L 33/54; H01L 33/22		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eCOMPASS(KIPO internal) & Keywords: sapphire, inclined surface, acute angle		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	KR 10-2010-0083879 A (SEOUL OPTO DEVICE CO., LTD.) 23 July 2010 See abstract; claims 1-3,8,11-12; and figures 2-7,14	1-2,9-11,16-18 3-8,12-15
X A	JP 2009-076647 A (TEKCORE CO., LTD.) 09 April 2009 See abstract; claims 1,2; and figure 7	1 2-18
A	KR 10-2007-0041815 A (LG INNOTEK CO., LTD.) 20 April 2007 See page 3; claims 1,4; and figures 2a-3	1-18
A	KR 10-2006-0125079 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 06 December 2006 See abstract, claim 1, and figure 3	1-18
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 DECEMBER 2012 (26.12.2012)		Date of mailing of the international search report 27 DECEMBER 2012 (27.12.2012)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer PARK, Hye Lyun Telephone No. 82-42-481-8362 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/004712

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR 10-2010-0083879 A	23.07.2010	KR 10-2011-0010142 A	31.01.2011
JP 2009-076647 A	09.04.2009	None	
KR 10-2007-0041815 A	20.04.2007	KR 10-2010-0094967 A	27.08.2010
		US 2007-0085091 A1	19.04.2007
		US 2010-0176406 A1	15.07.2010
		US 2010-0193834 A1	05.08.2010
		US 7709847 B2	04.05.2010
KR 10-2006-0125079 A	06.12.2006	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM

(72)発明者 ソ, ドク イル

大韓民国 4 2 5 - 8 5 1 ギョンギ - ド, アンサン - シ, ダンウォン - グ, ウォンシ - ドン, 7 2 7 - 5, 1 B - 3 6

(72)発明者 キム, キョン ワン

大韓民国 4 2 5 - 8 5 1 ギョンギ - ド, アンサン - シ, ダンウォン - グ, ウォンシ - ドン, 7 2 7 - 5, 1 B - 3 6

(72)発明者 ユン, ヨ ジン

大韓民国 4 2 5 - 8 5 1 ギョンギ - ド, アンサン - シ, ダンウォン - グ, ウォンシ - ドン, 7 2 7 - 5, 1 B - 3 6

(72)発明者 キム, イェ スル

大韓民国 4 2 5 - 8 5 1 ギョンギ - ド, アンサン - シ, ダンウォン - グ, ウォンシ - ドン, 7 2 7 - 5, 1 B - 3 6

(72)発明者 キム, ジ ヘ

大韓民国 4 2 5 - 8 5 1 ギョンギ - ド, アンサン - シ, ダンウォン - グ, ウォンシ - ドン, 7 2 7 - 5, 1 B - 3 6

F ターム(参考) 5F141 AA03 CA04 CA05 CA12 CA40 CA49 CA53 CA74 CA76 CA77

CB36 FF11