

(21) 申請案號：098136325

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 27 日

(51) Int. Cl. : H01L33/00 (2010.01)

H01L33/32 (2010.01)

(30) 優先權：2008/10/27 日本 2008-275683

(71) 申請人：昭和電工股份有限公司 (日本) SHOWA DENKO K. K. (JP)
日本

(72) 發明人：菅野進 SUGANO, SUSUMU (JP)

(74) 代理人：林志剛

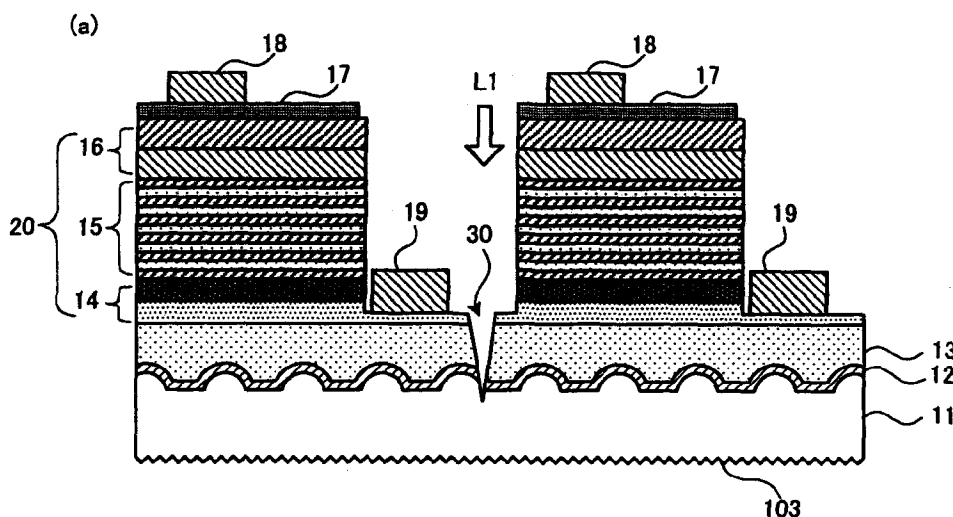
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：6 共 38 頁

(54) 名稱

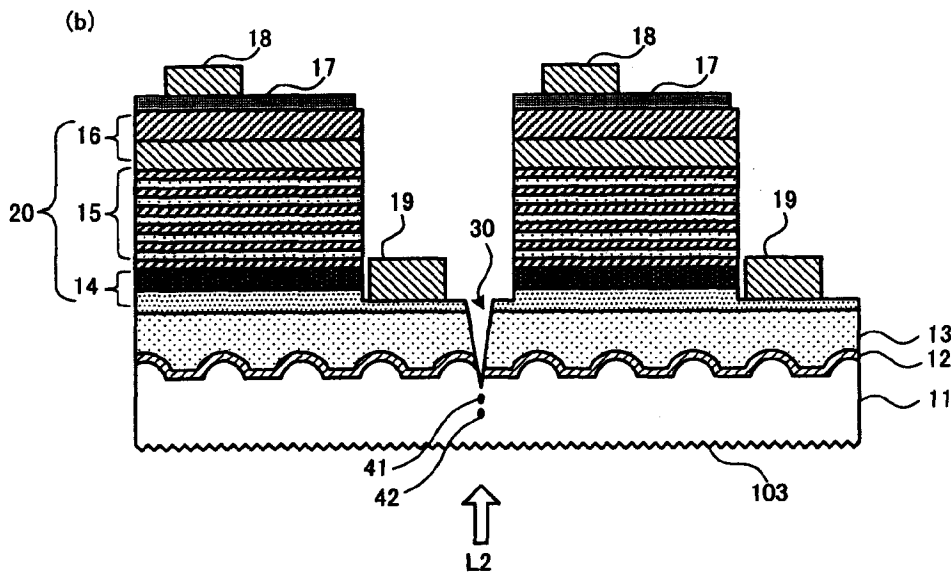
半導體發光元件之製造方法

(57) 摘要

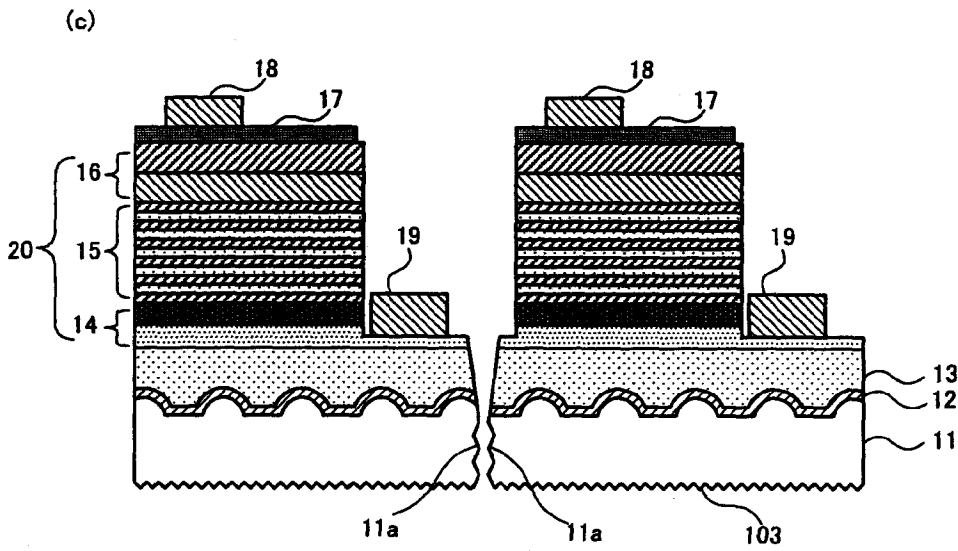
本發明係一種半導體發光元件之製造方法，其中，提供可以高產率製造對於光取出效率優越之半導體發光元件之製造方法。其解決手段乃具有：研削具有基板 11 與成膜於基板 11 上之 III 族氮化合物半導體之層積構造所成之 III 族氮化合物半導體層的晶圓之基板 11 被研削面 103 的研削工程，和將經由研削工程所研削之基板 11 的被研削面 103 之表面粗度 Ra，調整為 3nm~25nm 之研磨工程，和從經由研磨工程，調整表面粗度 Ra 之基板 11 的被研削面 103 側，沿著為了分割基板 11 之切斷預定線，經由照射雷射 L2 之時，於基板 11 內部設置加工變質部分 41，42 之雷射加工工程，和經由雷射加工工程，將設置加工變質部分 41，42 的基板 11，沿著加工變質部分 41，42 及切斷預定線進行分割之分割工程者為特徵之半導體發光元件的製造方法。



- 11：基板
- 11a：分割面（端面）
- 12：緩衝層
- 13：基底層
- 14：n 型半導體層
- 15：發光層
- 16：p 型半導體層
- 17：透明正極
- 18：正極結合區
- 19：負極
- 20：LED 構造
- 30：割溝
- 41：加工變質部分（內部斷裂）
- 42：加工變質部分（內部斷裂）



103 : 被研削面
L1 : 照射雷射
L2 : 照射雷射



(21)申請案號：098136325

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 27 日

(51)Int. Cl. : H01L33/00 (2010.01)

H01L33/32 (2010.01)

(30)優先權：2008/10/27 日本 2008-275683

(71)申請人：昭和電工股份有限公司 (日本) SHOWA DENKO K. K. (JP)
日本

(72)發明人：菅野進 SUGANO, SUSUMU (JP)

(74)代理人：林志剛

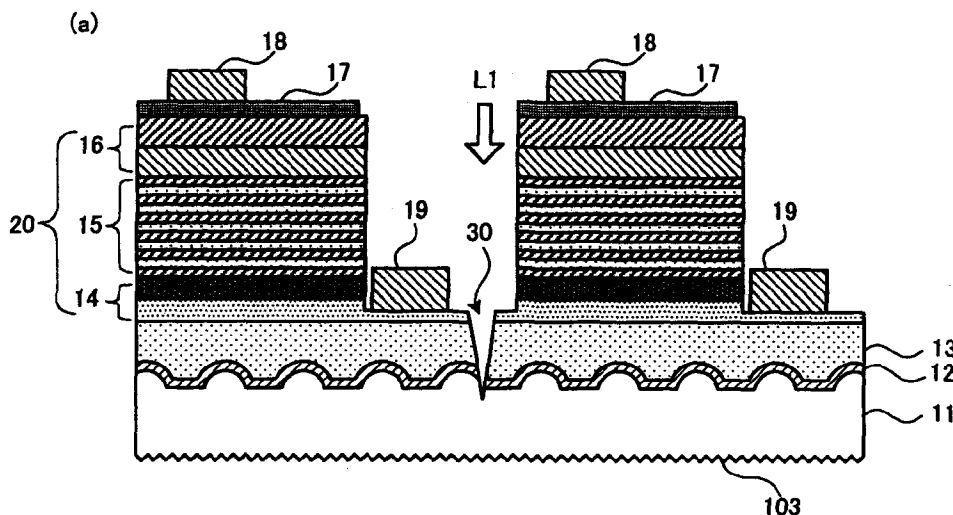
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：6 共 38 頁

(54)名稱

半導體發光元件之製造方法

(57)摘要

本發明係一種半導體發光元件之製造方法，其中，提供可以高產率製造對於光取出效率優越之半導體發光元件之製造方法。其解決手段乃具有：研削具有基板 11 與成膜於基板 11 上之 III 族氮化合物半導體之層積構造所成之 III 族氮化合物半導體層的晶圓之基板 11 被研削面 103 的研削工程，和將經由研削工程所研削之基板 11 的被研削面 103 之表面粗度 Ra，調整為 3nm~25nm 之研磨工程，和從經由研磨工程，調整表面粗度 Ra 之基板 11 的被研削面 103 側，沿著為了分割基板 11 之切斷預定線，經由照射雷射 L2 之時，於基板 11 內部設置加工變質部分 41，42 之雷射加工工程，和經由雷射加工工程，將設置加工變質部分 41，42 的基板 11，沿著加工變質部分 41，42 及切斷預定線進行分割之分割工程者為特徵之半導體發光元件的製造方法。



- 11：基板
- 11a：分割面（端面）
- 12：緩衝層
- 13：基底層
- 14：n 型半導體層
- 15：發光層
- 16：p 型半導體層
- 17：透明正極
- 18：正極結合區
- 19：負極
- 20：LED 構造
- 30：割溝
- 41：加工變質部分（內部斷裂）
- 42：加工變質部分（內部斷裂）

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於半導體發光元件之製造方法，而更詳細係關於含有 III 族氮化合物半導體之半導體發光元件之製造方法。

【先前技術】

近年，作為半導體發光元件用之材料，III 族氮化合物半導體乃受到注目。III 族氮化合物半導體係於藍寶石等之基板的上方，經由有機金屬化學氣相沈積法（MOCVD 法）或分子束磊晶法（MBE 法）等加以成膜。

作為改善使用如此之 III 族氮化合物半導體的半導體發光元件之光取出效率的方法，提案有降低將光封入於發光元件的內部之現象的方法。如此之光的封入係經由發光元件與其外部的媒體之折射率不同而產生。

例如，對於專利文獻 1，係記載有於基板的表面，加工凹凸，使具有與基板不同之折射率的層，埋入於凹凸而使其成長，形成此等凹凸狀之折射率界面之後，於其上方，經由形成層積有含有發光層之半導體結晶層的元件構造之時，賦予使產生在發光層之橫方向的光朝外界之新的構造之發光元件。

另外，對於專利文獻 2，係記載有具有於基板背面，設置凹凸，經由將光朝基板側面而使其反射，提昇來自基板側面的光之取出效率之透光性電極的氮化物系化合物半

導體發光元件。

另一方面，對於專利文獻 3，化合物半導體發光元件晶圓係於基板上，多數的化合物半導體發光元件乃藉由分離區域，規則性且連續性地加以配列，將其晶圓，歷經以雷射法而形成割溝於形成有保護膜的面之分離區域之方法，從藍寶石基板側，壓開其晶圓，分離各個晶片狀之化合物半導體發光元件。

更且，對於專利文獻 4，係提案有作為將晶圓分割為各個元件之方法，經由於層積半導體層之晶圓的基板內部，對準集光點而照射雷射光之時，形成改質範圍，經由其改質範圍而形成切斷起點範圍，沿著切斷起點範圍而切斷晶圓之方法。此情況，為了於基板內的特定位置，形成改質範圍，必須正確地對準雷射光的集光點者。

另外，半導體層之膜厚為 $5\mu\text{m}$ 以上之情況，係了解到半導體層膜厚越厚，因半導體層與基板的熱膨脹係數的不同引起，基板之薄板化後之晶圓的彎曲亦越大（參照專利文獻 4）。如此之晶圓的彎曲係經由調整基板背面的表面粗度（Ra）之時，可做某種程度之調整，為了保持基板的平坦性而為有效。

〔專利文獻〕

〔專利文獻〕日本特開 2002-280611 號公報

〔專利文獻 2〕日本特開 2002-368261 號公報

〔專利文獻 3〕日本特開 2005-109432 號公報

〔專利文獻 4〕日本特開 2005-333122 號公報

【發明內容】

〔發明欲解決之課題〕

但，例如在從基板的背面側照射雷射光的情況，如上述，爲了保持基板的平坦性，另外，爲了改善半導體元件的光取出效率，經由形成於基板背面之凹凸，背面的表面粗度（Ra）變過大時，正確地配合雷射光的焦光點者變爲困難。因此，無法正確地形成改質範圍於晶圓之基板內部，而其結果，有著產生許多晶片的不良品之問題。

本發明之目的係提供可以高產率製造對於光取出效率優越之半導體發光元件之製造方法。

〔爲解決課題之手段〕

如根據本發明，屬於具有 III 族氮化合物半導體層之半導體發光元件的製造方法，其中，提供具有：研削具有基板與成膜於基板上之 III 族氮化合物半導體之層積構造所成之 III 族氮化合物半導體層的晶圓之基板被研削面的研削工程，和將經由研削工程所研削之基板的被研削面之表面粗度 Ra，調整爲 3nm~25nm 之研磨工程，和從經由研磨工程，調整表面粗度 Ra 之基板的被研削面側，沿著爲了分割基板之切斷預定線，經由照射雷射之時，於基板內部設置加工變質部分之雷射加工工程，和經由雷射加工工程，將設置加工變質部分的基板，沿著加工變質部分及切

斷預定線進行分割之分割工程者為特徵之半導體發光元件的製造方法。

在此，在適用本發明之半導體發光元件之製造方法，雷射加工工程係於基板的厚度方向，斷續性地設置複數之加工變質部分為佳。

另外，雷射加工工程係從基板的內部之被研削面側，於在厚度方向（ $2/3$ ）之範圍，設置之加工變質部分為佳。

更且，雷射加工工程係對於基板而言，脈衝照射雷射為佳。

接著，在適用本發明之半導體發光元件之製造方法的分割工程，經由分割基板之時，將基板的分割面作為粗面者為佳。

另外，更加具有從成膜於基板上之 III 族氮化合物半導體層，沿著切斷預定線，經由照射雷射之時，於基板形成割溝之割溝形成工程者為佳。

另外，在適用本發明之半導體發光元件之製造方法中，更加具有於基板的表面，預先形成複數之凸部之基板加工工程為佳。

更且，更加具有於形成凸部之基板的表面，將 III 族氮化合物半導體所成之緩衝層，經由濺鍍而形成之緩衝層形成工程為佳。

另外，在適用本發明之半導體發光元件之製造方法中，基板係選自藍寶石或碳化矽者為佳。

更且，晶圓之 III 族氮化合物半導體層係層積各含有 III 族氮化合物半導體之 n 型半導體層，發光層，p 型半導體層者為佳。

另外，在適用本發明之半導體發光元件之製造方法中，基板係最大徑乃約 100mm 以上者為佳。

更且，如根據本發明，提供經由前述半導體發光元件之製造方法所製造之半導體發光元件。

〔發明之效果〕

如根據本發明，可以高產率製造對於光取出效率優越之半導體層發光元件。

【實施方式】

以下，對於本發明之實施型態加以詳細說明。然而，本發明乃非限定於以下之實施型態者，在其要點範圍內，可進行種種變形之實施。另外，所使用之圖面係為了說明本實施型態的圖，並非表示實際的尺寸之構成。

（半導體發光元件 1）

圖 1 乃顯示具有 III 族氮化合物半導體層之半導體發光元件之一例的剖面圖。如圖 1 所示，半導體發光元件 1 係具有：於表面形成有複數之凸部 102 之基板 11，和成膜於形成有基板 11 之複數的凸部 102 的面上之緩衝層 12，和呈埋入複數的凸部 102 地成膜於緩衝層 12 上之基底層

13，和於基底層 13 上形成 LED 構造 20 之構造。

LED 構造 20 係依序層積 n 型半導體層 14、發光層 15 及 p 型半導體層 16。構成 LED 構造 20 之 n 型半導體層 14 係具有 n 型接觸層 14a 及 n 型包覆層 14b。發光層 15 係具有交互層積障壁層 15a 及井層 15b 之構造。p 型半導體層 16 係層積有 p 型包覆層 16a 及 p 型接觸層 16b。

更且，於 p 型半導體層 16 上層積有透明正極 17，於其上方形成正極結合區 18 之同時，於形成於 n 型半導體層 14 之 n 型接觸層 14a 的露出範圍 14d，層積負極 19。

(基板 11)

基板 11 係由和 III 族氮化物化合物半導體不同之材料加以構成。作為構成基板 11 之材料，係例如可舉出藍寶石、碳化矽 (SiC)、矽、氧化鋅、氧化鎂、氧化錳、氧化鋯、氧化錳鋅鐵、氧化鎂鋁、硼化鋯、氧化鎳、氧化鈮、氧化鋰鎳、氧化鋰鋁、氧化鈳鎳、氧化鏷鋁鋁、氧化鋁鈦、氧化鈦、鉛、鎢、鉬等。此等之中，藍寶石、碳化矽 (SiC) 為佳，藍寶石乃更佳。

在本實施型態中，如後述，將基板 11 之被研削面 103，經由特定之研削裝置研削之後，再經由研磨裝置加以研磨之時，基板 11 之厚度係通常為 170 μm 以下，理想為呈成爲 160 μm 以下地加以調整。但，基板 11 的厚度係通常為 70 μm 以上。

更且，在本實施之型態中，基板 11 之背面的被研削

面 103 之表面粗度 Ra 乃 3nm ~ 25nm、理想為呈成爲 5nm ~ 20nm 地加以調整。

經由將基板 11 之背面，作為具有上述之範圍的表面粗度 Ra 之粗面而進行調整之時，基板 11 之彎曲則降低，保持基板 11 之平坦性。

另外，經由在被研削面 103 的光之亂反射，半導體發光元件 I 之光取出效率則增大。

更且，如後述，於基板 11 內部形成有改質範圍。因此，在從基板 11 之被研削面 103 側照射雷射光時，成為可正確地配合雷射光的焦光點者。

(複數之凸部 102)

圖 2 及圖 3 乃說明形成有複數之凸部 102 的基板 11 的圖。如圖 2 所示，形成於基板 11 之複數之凸部 102 係具有特定之最大徑 d_1 與高度 h ，呈成爲均一之尺寸與均一之形狀地加以形成。本實施形態中，凸部 102 之形狀乃半球狀。然而，凸部 102 之形狀係無加以特別限定。

在本實施型態中，凸部 102 之最大徑 d_1 乃 $0.5\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ 之範圍。凸部 102 之高度 h 乃 $0.5\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ 之範圍。更且，複數之凸部 102 係於基板 11 的表面，設置特定之間隔 d_2 加以配置。在本實施型態中，複數凸部 102 之間隔 d_2 乃 $0.5\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ 之範圍。

另外，圖 3 所示，複數之凸部 102 係於基板 11 的表面 101s 上，等間隔地加以配置爲棋盤格狀。

在本實施型態中，經由於基板 11 上形成均一形狀之複數之凸部 102 之時，基板 11 與基底層 13 之界面乃成爲凹凸形狀。因此，於具有如此構造之基板 11 的上方，設置 LED 構造 20 之半導體發光元件 I 係經由在界面之光的亂反射，光取出效率則更增大。

(緩衝層 12)

緩衝層 12 係如後述，將具有半導體發光元件之 LED 構造之化合物半導體層，經由有機金屬化學氣相沈積法 (MOCVD) 而進行成膜時，作爲發揮緩衝機能之薄膜層而設置於基板 11 上。經由設置緩衝層 12 之時，成膜於緩衝層 12 上之基底層 13，和更且具有成膜於其上方之 LED 構造 20 的化合物半導體層，係成爲具有良好之配向性及結晶性的結晶膜。

作爲構成緩衝層 12 之 III 族氮化合物半導體，係含有 Al 爲佳，而含有 III 族氮化物之 AlN 者爲更佳。作爲構成緩衝層 12 之材料，如爲以一般式 AlGaInN 所表現之 III 族氮化物半導體，並無特別加以限定。更加地，做爲 V 族，亦可含有 As 或 P。緩衝層 12 乃含有 Al 之組成的情況，作爲 AlGaN 者爲佳，而 Al 的組成乃 50% 以上爲佳。

在本實施型態中，緩衝層 12 之厚度乃 $0.01 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$ 。當緩衝層 12 的厚度過薄時，有著無法充分地得到經由緩衝層 12 緩和基板 11 與基底層 13 之晶格常數的不同之效果情況。當緩衝層 12 的厚度過厚時，有著成膜處

理時間變長，生產性下降之傾向。

(基底層 13)

作為使用於基底層 13 之材料，係使用含有 Ga 之 III 族氮化物 (GaN 系化合物半導體) ，特別是最佳可使用 AlGa_N、或 GaN。在本實施型態之基底層 13 係作為具有 LED 構造 20 之化合物半導體層之基底層而發揮機能。

在本實施型態中，基底層 13 之膜厚係 0.1 μ m 以上、理想為 0.5 μ m 以上、更理想為 1 μ m 以上。但，基底層 13 的厚度係通常為 10.0 μ m 以下。

(LED 構造 20)

如前述，構成 LED 構造 20 之 n 型半導體層 14 係具有 n 型接觸層 14a 及 n 型包覆層 14b。發光層 15 係具有交互層積障壁層 15a 及井層 15b 之構造。p 型半導體層 16 係層積有 p 型包覆層 16a 及 p 型接觸層 16b。

(n 型半導體層 14)

作為 n 型半導體層 14 之 n 型接觸層 14a，係與基底層 13 同樣地使用 GaN 系化合物半導體。另外，基底層 13 及構成 n 型接觸層 14a 之氮化鎵系化合物半導體係理想為同一組成者，而將此等合計的膜厚，設定為 0.1 μ m~20 μ m，理想為 0.5 μ m~15 μ m，更理想為 1 μ m~12 μ m 之範圍者。

n 型包覆層 14b 係可經由 AlGa_N、GaN、GaInN 等加

以形成者。另外，亦可做爲此等之構造的異質接合或進行複數次層積的超晶格構造。對於作爲 GaInN 之情況，係期望作爲較發光層 15 之 GaInN 之帶隙爲大者。n 型包覆層 14b 之膜厚係爲 5nm~500nm 之範圍爲佳，更佳者爲 5nm~100nm 之範圍。

(發光層 15)

發光層 15 係交互重覆層積由氮化鎵系化合物半導體所成之障壁層 15a，和由含有銦之氮化鎵系化合物半導體所成之井層 15b 所成，且以於 n 型半導體層 14 側及 p 型半導體層 16 側，配置障壁層 15a 的順序而層積加以形成。在本實施型態中，發光層 15 係作爲 6 層之障壁層 15a 和 5 層之井層 15b 乃交互重複而加以層積，於發光層 15 之最上層及最下層，配置障壁層 15a，於各障壁層 15a 之間，配置井層 15b 之構成。

作爲障壁層 15a，係例如，使用較含有銦之氮化鎵系化合物半導體所成之井層 15b 帶隙能量爲大之 $\text{Al}_c\text{Ga}_{1-c}\text{N}$ ($0 \leq c < 0.3$) 等之氮化鎵系化合物半導體者爲最佳。

另外，對於井層 15b 係做爲含有銦之氮化鎵系化合物半導體，例如使用 $\text{Ga}_{1-s}\text{In}_s\text{N}$ ($0 < s < 0.4$) 等之氮化鎵銦者爲佳。

(p 型半導體層 16)

p 型半導體層 16 係由 p 型包覆層 16a 及 p 型接觸層

16b 加以構成。作為 p 型包覆層 16a，理想為可舉出 $\text{Al}_d\text{Ga}_{1-d}\text{N}$ ($0 < d \leq 0.4$) 之構成。p 型包覆層 16a 之膜厚係為 1nm~400nm 為佳，更佳者為 5nm~100nm。

作為 p 型接觸層 16b，係可舉出至少含有 $\text{Al}_e\text{Ga}_{1-e}\text{N}$ ($0 \leq e < 0.5$) 而成之氮化鎵系化合物半導體層。p 型接觸層 16b 之膜厚雖未特別加以限定，但為 10nm~500nm 為佳，更佳者為 50nm~200nm。

(透明正極 17)

作為構成透明正極 17 之材料，係例如可舉出 ITO ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$)、AZO ($\text{ZnO-Al}_2\text{O}_3$)、IZO ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$)、GZO ($\text{ZnO-Ga}_2\text{O}_3$) 等之以往公知的材料。另外，透明正極 17 的構造係並無特別加以限定，而可使用以往公知的構造。透明正極 17 係亦可呈被覆 p 型半導體層 16 上之略全面地形成，而亦可形成為格子狀或樹形狀。

(正極結合區 18)

作為形成於透明正極 17 上之電極的正極結合區 18，係例如由以往公知之 Au、Al、Ni、Cu 等之材料加以構成。正極結合區 18 的構造係並無特別加以限定，而採用以往公知的構造。

正極結合區 18 之膜厚乃 100nm~1000nm 之範圍內，而理想為 300nm~500nm 之範圍內。

(負極 19)

如圖 1 所示，負極 19 係在於成膜於基板 11 上之緩衝層 12 及基底層 13 的上方，更加成膜之 LED 構造 20 (n 型半導體層 14，發光層 15 及 p 型半導體層 16)，呈接合於 n 型半導體層 14 之 n 型接觸層 14a 地加以形成。因此，在形成負極 19 時係經由去除 p 型半導體層 16、發光層 15 及 n 型半導體層 14 之一部分之時，形成 n 型接觸層 14a 之露出範圍 14d，於其上方形形成負極 19。

作為負極 19 之材料係各種組成及構造的負極則為周知，可無任何限制地使用此等周知的負極，可經由在其技術範圍所知道之慣用手段而加以設置者。

(半導體發光元件之製造方法)

接著，對於適用本實施形態之半導體發光元件的製造方法加以說明。

圖 4，圖 5，圖 6 乃說明半導體發光元件之製造工程圖。

如圖 4 (a) 所示，首先，準備藍寶石板 10。藍寶石板 10 之最大徑係通常為約 50mm 以上，理想係約 100mm 以上之範圍，更理想為約 50mm~約 200mm 之範圍。厚度乃 0.4mm~2mm 之範圍為佳。

在本實施型態中，使用 (1) 具有最大徑約 50mm 與厚度 0.7mm 之藍寶石板 10、(2) 具有最大徑約 100mm 與厚度 1mm 之藍寶石板 10、(3) 具有最大徑約 150mm

與厚度 1.3mm 之藍寶石板 10。

接著，如圖 4 (b) 所示，加工於藍寶石板 10 之表面，形成有具有均一形狀之複數之凸部 102 的基板 11 (基板加工工程) 。在基板 11 之加工中，進行形成規定在基板 11 上之凸部 102 之平面配置之光罩的圖案化，和使用經由圖案化所形成之光罩而蝕刻基板 11，形成凸部 102 之蝕刻。圖案化係可由一般的光微影法而進行。蝕刻係理想為使用乾蝕刻法。

然而，作為形成凸部 102 之方法係無限定於上述之蝕刻法。例如，亦可將於藍寶石板 10 成為凸部 102 之材料，經由濺鍍法、蒸鍍法、CVD 法等而使其層積之時，形成凸部。此情況，作為成為凸部 102 之材料，係使用具有與藍寶石板 10 材料略同等之折射率的材料為佳，例如可使用 Al_2O_3 、 SiN 、 SiO_2 等。

接著，如圖 4 (c) 所示，於基板 11 之表面 101s 上方，形成 III 族氮化物半導體所成之緩衝層 12 (緩衝層形成工程) 。在本實施型態中，緩衝層 12 係理想為經由濺鍍法而形成 III 族氮化物半導體者。經由濺鍍法而形成緩衝層 12 之情況，將處理室內之氮素原料與非活性氣體的流量比，作為氮素原料成為 50%~100%，理想為成為 75% 者為佳。

另外，經由濺鍍法而形成具有柱狀結晶 (多結晶) 之緩衝層 12 之情況，將處理室內之氮素原料與非活性氣體的流量比，作為氮素原料成為 1%~50%，理想為成為 25%

者為佳。由此，將 V 族元素作為氮素，將在令緩衝層 12 成膜時之氣體中的氮素之氣體分率，作為 50%~99% 以下之範圍同時，將緩衝層 12 作為單結晶組織而形成。其結果，在短時間具有良好之結晶性的緩衝層 12，作為具有特定向異性之配向膜而成膜於基板 11 上。更且，成為可於緩衝層 12 上，效率佳地成長結晶性良好之 III 族氮化物半導體者。

接著，如圖 4 (d) 所示，在本實施型態中，在形成緩衝層 12 工程之後，於形成有緩衝層 12 之基板 11 的上面，作為呈埋入凸部 102，經由 MOCVD 法，將 III 族氮化物半導體所成之基底層 13 進行成膜。然而，在本實施型態中，基底層 13 之最大厚度 H 係凸部 102 的高度 h 之 2 倍以上者為佳。

接著，如圖 5 (a) 所示，於成膜之基底層 13 上，經由 MOCVD 法，依序層積 n 型半導體層 14，發光層 15 及 p 型半導體層 16，形成半導體發光元件晶圓 I₀。

作為在以 MOCVD 法層積基底層 13，及 n 型半導體層 14，發光層 15 及 p 型半導體層 16 之情況所使用之載氣，係例如使用氫 (H₂) 或氮 (N₂)；作為 III 族元素原料之 Ga 源，使用三甲基鎵 (TMG)、三乙基鎵 (TEG)；作為 Al 源，使用三甲基鋁 (TMA)、三乙基鋁 (TEA)；作為 In 源，使用三甲基銦 (TMI)、三乙基銦 (TEI)；作為 V 族元素源之 N 源，使用氨 (NH₃)、聯氨 (N₂H₄) 等。

做為摻雜劑係對於 n 型，作為 Si 原料，可利用甲矽

烷 (SiH_4)、乙矽烷 (Si_2H_6)；作為 Ge 源料，使用鎘烷氣體 (GeH_4)、四甲基鎘酸 ($(\text{CH}_3)_4\text{Ge}$)、四乙基鎘酸 ($(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Ge}$) 等之有機鎘酸化合物；對於 p 型，作為 Mg 原料，可利用雙環戊二烯鎂 (Cp_2Mg)。

在本實施型態中，經由於基板 11，形成基底層 13 之時，成膜於其上方之 III 族氮化物半導體所成之 n 型半導體層 14，發光層 15，p 型半導體層 16 所成之 LED 構造 20 之結晶的結晶性乃成爲良好。其結果，得到對於內部量子效率優越，洩漏少之半導體發光元件 I。

然而，在 LED 構造 20 之中，將基底層 13，經由 MOCVD 法形成之後，將 n 型接觸層 14a 及 n 型包覆層 14b 之各層，以濺鍍法形成，將其上方之發光層 15，以 MOCVD 法形成，並且將構成 p 型半導體層 16 之 p 型包覆層 16a 及 p 型接觸層 16b 之各層，以反應性濺鍍法形成亦可。

接著，如圖 5 (b) 所示，於基板 11 上，將緩衝層 12，基底層 13 及 LED 構造 20 進行成膜之後，於 LED 構造 20 之 p 型半導體層 16 上，層積透明正極 17，於其上方，形成正極結合區 18。接著，蝕刻去除 LED 構造 20 之特定位置，使 n 型半導體層 14 露出，形成複數之露出範圍 14d，於各露出範圍 14d，與正極結合區 18 成對地形成複數之負極 19。

在形成負極 19 時係首先，經由乾蝕刻等之方法而去除形成於基板 11 上之 p 型半導體層 16、發光層 15 及 n 型

半導體層 14 之一部分，形成 n 型接觸層 14a 之露出範圍 14d。並且，於其露出範圍 14d 上，例如可從露出範圍 14d 表面側依序將 Ni、Al、Ti、Au 之各材料，由以往公知的方法層積，形成 4 層構造之負極 19 者。另外，省略負極 19 之詳細的圖示。

接著，如圖 5 (c) 所示，基板 11 至成爲特定之厚度，將基板 11 之被研削面 103，進行研削及研磨（研削工程、研磨工程）。在本實施型態中，經由約 20 分鐘程度之研削工程，研削基板 11，使基板 11 之厚度，例如從約 1,000 μm 減少至約 120 μm 。更且，在本實施型態中，持續於研削工程，經由約 15 分鐘程度之研削工程，使基板 11 之厚度，例如從約 120 μm 研磨成至約 80 μm 。

在此，在本實施之型態中，經由研削工程、研磨工程，調整基板 11 的厚度之同時，將基板 11 之背面的被研削面 103 之表面粗度 Ra，成爲 3nm ~ 25nm、理想爲成爲 5nm ~ 20nm 地加以調整。

將被研削面 103 之表面粗度 Ra，調整爲上述之範圍內的方法係並無加以限定。例如，舉出在研削、研磨基板 11 之被研削面 103 時，於磨合被研削面 103 與特定之研削、研磨裝置之研削平台之被研削面的部份，供給研削材或研磨材之方法。此情況，研削材或研磨材的種類係未特別加以限定，而亦可使用市售的漿料型之研削材或研磨材者。

另外，在本實施型態中，表面粗度 Ra 之測定方法係

無加以特別限定。例如，以經由 AFM（原子力顯微鏡；Atomic Force Microscope）、SEM（掃描型電子顯微鏡；Scanning Electron Microscope）等之視野角解析的公知方法，作為算數平均粗度 Ra 所求得。

接著，如圖 6（a）所示，從 LED 構造 20，於 n 型接觸層 14a 之露出範圍 14d，照射雷射 L1 而形成割溝 30（割溝形成工程）。割溝 30 係如後述，沿著為了分割基板 11 之切斷預定線，照射雷射 L1 而形成。割溝 30 之寬度乃未加以限定。在本實施型態中，割溝 30 之深度係通常，從基板 11 之表面 $6\mu\text{m}$ 以上、理想為 $10\mu\text{m}$ 以上、更理想為 $20\mu\text{m}$ 以上。割溝 30 的深度過小時，切斷面則傾斜切割，有生成不良晶片之傾向。

割溝 30 之剖面形狀係採用矩形，U 字狀，V 字狀等之形狀。其中，V 字狀或 U 字狀為理想，V 字狀乃特別理想。然而，割溝 30 之剖面形狀乃 V 字狀之情況，在分割成晶片狀時，從 V 字狀之最前端附近產生斷裂，有著不良率降低之傾向。另外，割溝 30 之剖面形狀係可經由光束徑及焦點位置等之雷射光學系統的控制而控制。

接著，如圖 6（b）所示，從經由前述之研磨工程，調整表面粗度 Ra 之基板 11 的被研削面 103 側，沿著為了分割基板 11 之切斷預定線，照射雷射 L2，於基板 11 之內部，設置加工變質部分（內部斷裂）41，42（雷射加工工程）。在本實施型態中，在雷射加工工程，從基板 11 的內部之被研削面側，於在厚度方向（2/3）之範圍，斷續

性地設置 2 個之加工變質部分 41，42。

另外，加工變質部分 41，42 係與設置於基板 11 之割溝 30 於基板 11 之厚度方向，形成於略同一之直線上。

在本實施型態中，加工變質部分 41，42 係指例如經由藍寶石製之基板 11 的內部，對準雷射 L2 之焦光點而照射之時，照射有基板 11 之雷射 L2 的部份乃產生融熔、再固化之改質範圍或經由多光子吸收之改質範圍。此情況，亦含有伴隨經由雷射照射之融熔、再固化產生之微小的斷裂之產生。

具體而言，例如，使用隱形雷射加工機（未圖示），照射準分子激發的脈衝雷射同時，沿著爲了分割基板 11 之切斷預定線，照射雷射 L2。此時，使照射於基板 11 上之雷射 L2 的焦點變化，在基板 11 之厚度方向，於複數處設置加工變質部分（在圖 6（b）中，2 個之加工變質部分 41，42）。

作爲所使用之雷射係例如可舉出 CO₂ 雷射、YAG（鈹鋁石榴石）雷射等。在本實施型態中，使用脈衝照射之雷射者爲最佳。在本實施型態中，作爲雷射 L2 之波長係使用 266nm 或 355nm。另外，沿著基板 11 之切斷預定線，經由間歇性地照射雷射 L2（脈衝照射）之時，於基板 11 的內部，有效地賦予損傷，使其部分，變換爲揮散或強度性弱之材質。此情況，將脈衝周期，作爲 10~40Hz 之範圍內者爲佳。

接著，如圖 6（c）所示，將基板 11 沿著加工變質部

分 41, 42 切斷，分割成複數之晶片（分割工程）。具體而言，例如經由使用碎裂裝置（未圖示），呈沿著割溝 30 及加工變質部分 41, 42 地按壓刀刃（未圖示）之時，沿著加工變質部分 41, 42 而壓割基板 11，分割成複數之晶片。

在本實施型態中，在分割工程，沿著割溝 30 及加工變質部分 41, 42，將基板 11 切斷成個個發光元件單位之晶片。並且，將加工變質部分 41, 42 作為起點，於基板 11 使龜裂產生之同時，半導體發光元件晶圓 I_0 （參照圖 5（a））係分割成個個晶片狀態之半導體發光元件 I。

此時，對於分割後之基板 11 的分割面（端面 11a），係存在有殘存加工變質部分 41, 42 之至少一部分的範圍，和在切斷基板 11 時，不規則地殘存產生於分割面（端面 11a）之龜裂痕的範圍，分割面（端面 11a）之略全面則成為粗面。

如此，當將基板 11 之分割面（端面 11a）作為粗面而形成時，分割面（端面 11a）之表面積則增加。如此，射入於基板 11 的光則效率佳地射出於外部。當使用將分割面（端面 11a）作為粗面而形成之基板 11 時，成為可製造對於光取出效率優越之半導體發光元件 I。

在本實施型態，III 族氮化物半導體發光元件係通常，於基板 11 上，將 LED 構造 20 進行成膜，接著，將基板 11 之被研削面 103，經由研削、研磨處理而調整為特定之厚度，之後切斷成適當的尺寸，得到作為具有特定厚度

之基板 11 的半導體發光元件晶片。

在本實施型態中，因半導體層與基板之熱膨脹係數的不同引起，亦對於基板之薄板化後之晶圓的彎曲造成影響。特別是，含有發光層之半導體層的膜厚為 $5\mu\text{m}$ 以上之情況，半導體層膜厚越厚，彎曲則越大，對於之後之雷射加工工程亦帶來不良影響。

但如根據適用本實施型態之半導體發光元件之製造方法，在研磨工程，經由將在研削工程所研削之基板的被研削面之表面粗度 R_a ，調整為 $3\text{nm}\sim 25\text{nm}$ 之時，保持在雷射加工工程之基板的平坦性。

如此之效果係基板，例如藍寶石基板之最大徑則越大越特別。在本實施型態中，最大徑乃以約 $50\text{mm} < \text{約 } 100\text{mm} < \text{約 } 150\text{mm}$ 的順序特別有效。

如上述，適用本實施型態之半導體發光元件 I 係例如，作為組合此與螢光體而成的燈所使用。組合半導體發光元件 I 與螢光體的燈，係可經由該業者周知的手段而作為該業者周知的構成者。另外，採用經由組合 III 族氮化物半導體發光元件與螢光體之時，改變發光色之技術。另外，做為燈的例係可舉出一般用途之砲彈型、手機之背光用途的側視型，使用於顯示器之前視型等，並使用於複數之用途。

【圖式簡單說明】

圖 1 乃顯示具有 III 族氮化合物半導體層之半導體發

光元件之一例的剖面圖。

圖 2 乃說明形成有複數之凸部的基板的圖。

圖 3 乃說明形成有複數之凸部的基板的圖。

圖 4 乃說明半導體發光元件之製造工程圖。

圖 5 乃說明半導體發光元件之製造工程圖。

圖 6 乃說明半導體發光元件之製造工程圖。

● 【主要元件符號說明】

10：藍寶石板

11：基板

11a：分割面（端面）

12：緩衝層

13：基底層

14：n 型半導體層

15：發光層

● 16：p 型半導體層

17：透明正極

18：正極結合區

19：負極

20：LED 構造

30：割溝

41，42：加工變質部分（內部斷裂）

102：凸部

103：被研削面

I：半 導 體 發 光 元 件

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98136325

※申請日：98年10月27日

※IPC分類：

H01L 33/00 (2010.01)

H01L 33/32 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體發光元件之製造方法

二、中文發明摘要：

本發明係一種半導體發光元件之製造方法，其中，提供可以高產率製造對於光取出效率優越之半導體發光元件之製造方法。

其解決手段乃具有：研削具有基板 11 與成膜於基板 11 上之 III 族氮化合物半導體之層積構造所成之 III 族氮化合物半導體層的晶圓之基板 11 被研削面 103 的研削工程，和將經由研削工程所研削之基板 11 的被研削面 103 之表面粗度 Ra，調整為 3nm~25nm 之研磨工程，和從經由研磨工程，調整表面粗度 Ra 之基板 11 的被研削面 103 側，沿著為了分割基板 11 之切斷預定線，經由照射雷射 L2 之時，於基板 11 內部設置加工變質部分 41，42 之雷射加工工程，和經由雷射加工工程，將設置加工變質部分 41，42 的基板 11，沿著加工變質部分 41，42 及切斷預定線進行分割之分割工程者為特徵之半導體發光元件的製造方法。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種半導體發光元件之製造方法，屬於具有 III 族氮化合物半導體層之半導體發光元件的製造方法，其特徵乃具有：

研削具有基板與成膜於該基板上之 III 族氮化合物半導體之層積構造所成之 III 族氮化合物半導體層的晶圓之該基板被研削面的研削工程，

和將經由前述研削工程所研削之前述基板的前述被研削面之表面粗度 Ra，調整為 3nm~25nm 之研磨工程，

和從經由前述研磨工程，調整前述表面粗度 Ra 之前述基板的前述被研削面側，沿著為了分割該基板之切斷預定線，經由照射雷射之時，於該基板內部設置加工變質部分之雷射加工工程，

和經由前述雷射加工工程，將設置前述加工變質部分的前述基板，沿著該加工變質部分及前述切斷預定線進行分割之分割工程者。

2. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，前述雷射加工工程係於前述基板的厚度方向，斷續性地設置複數之前述加工變質部分者。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，前述雷射加工工程係從前述基板的內部之前述被研削面側，於在厚度方向（2/3）之範圍，設置前述加工變質部分者。

4. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之

製造方法，其中，前述雷射加工工程係對於前述基板而言，脈衝照射前述雷射者。

5. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，在前述分割工程中，經由分割前述基板，將該基板的分割面作為粗面者。

6. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，更加具有從成膜於前述基板上之前述 III 族氮化合物半導體層側，沿著前述切斷預定線，經由照射雷射之時，於該基板形成割溝之割溝形成工程者。

7. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，更加具有於前述基板的表面，預先形成複數之凸部之基板加工工程者。

8. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，更加具有於形成前述凸部之前述基板之前述表面，將 III 族氮化合物半導體所成之緩衝層，經由濺鍍而形成之緩衝層形成工程者。

9. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，前述基板係選自藍寶石或碳化矽者。

10. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，前述晶圓之前述 III 族氮化合物半導體層係層積各含有 III 族氮化合物半導體之 n 型半導體層，發光層，p 型半導體層者。

11. 如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法，其中，前述基板係最大徑乃約 100mm 以上者

。

12. 一種半導體發光元件，其特徵乃經由如申請專利範圍第 1 項記載之半導體發光元件之製造方法所製造者。

圖 1

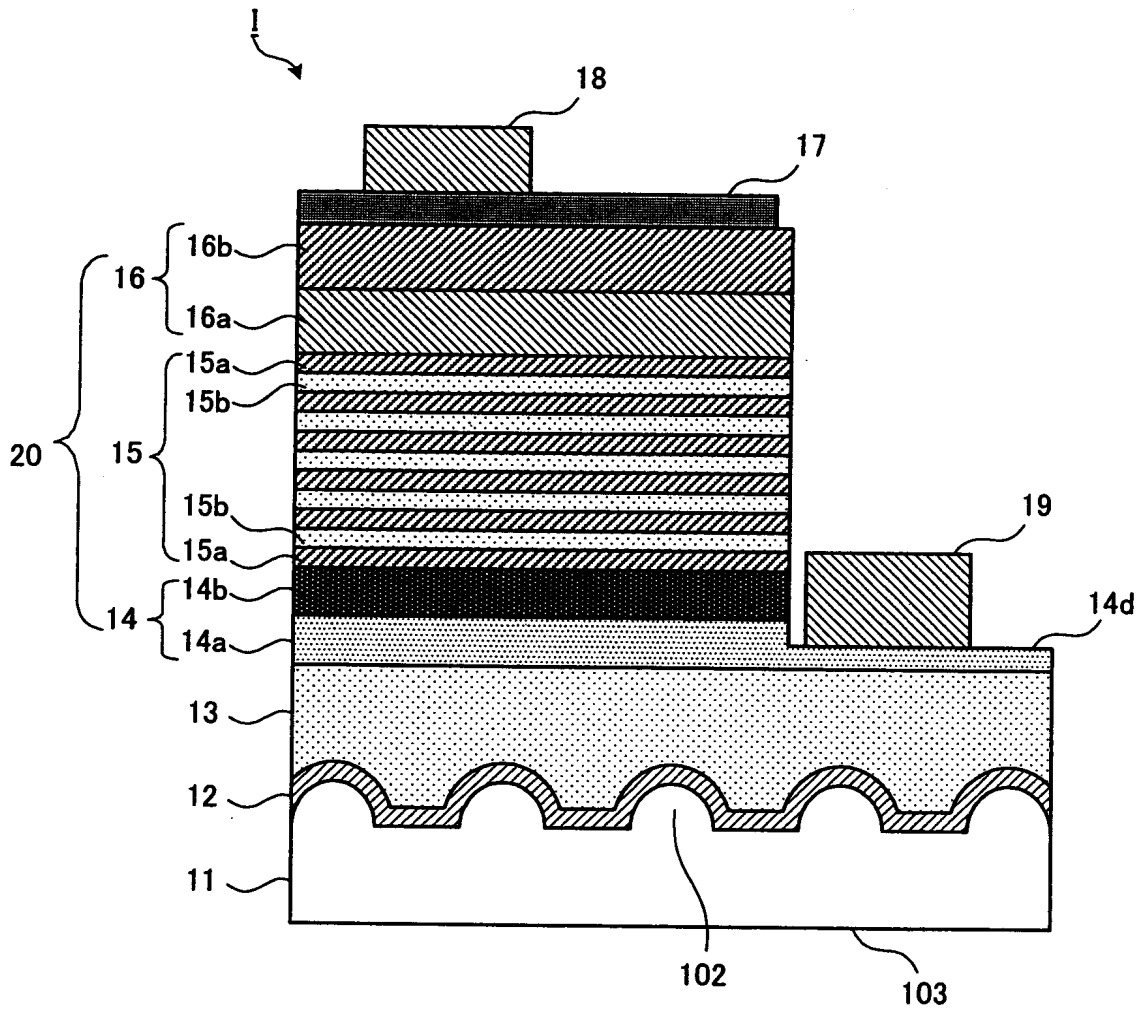


圖 2

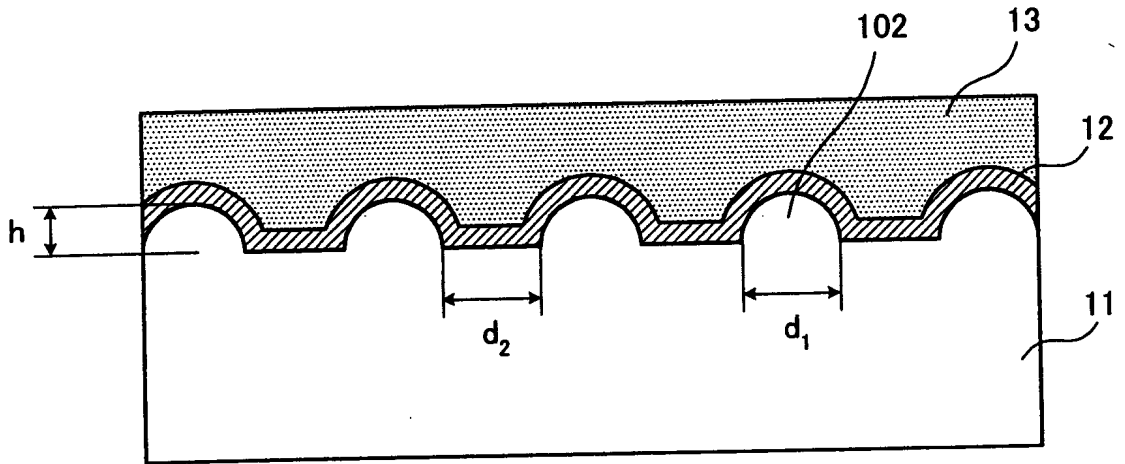


圖3

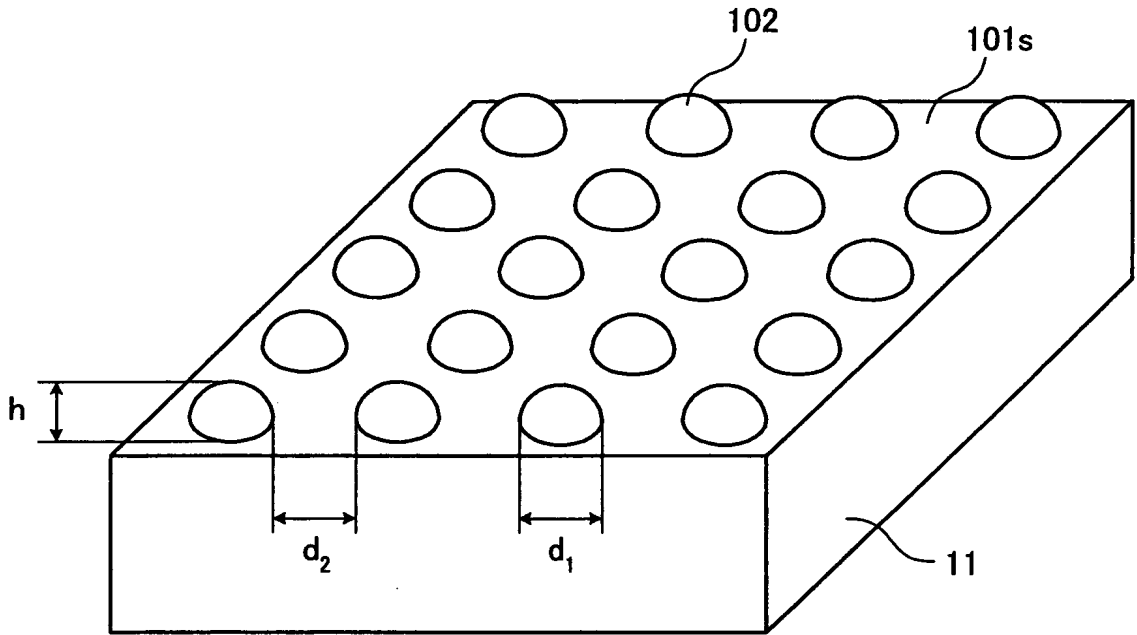


圖4

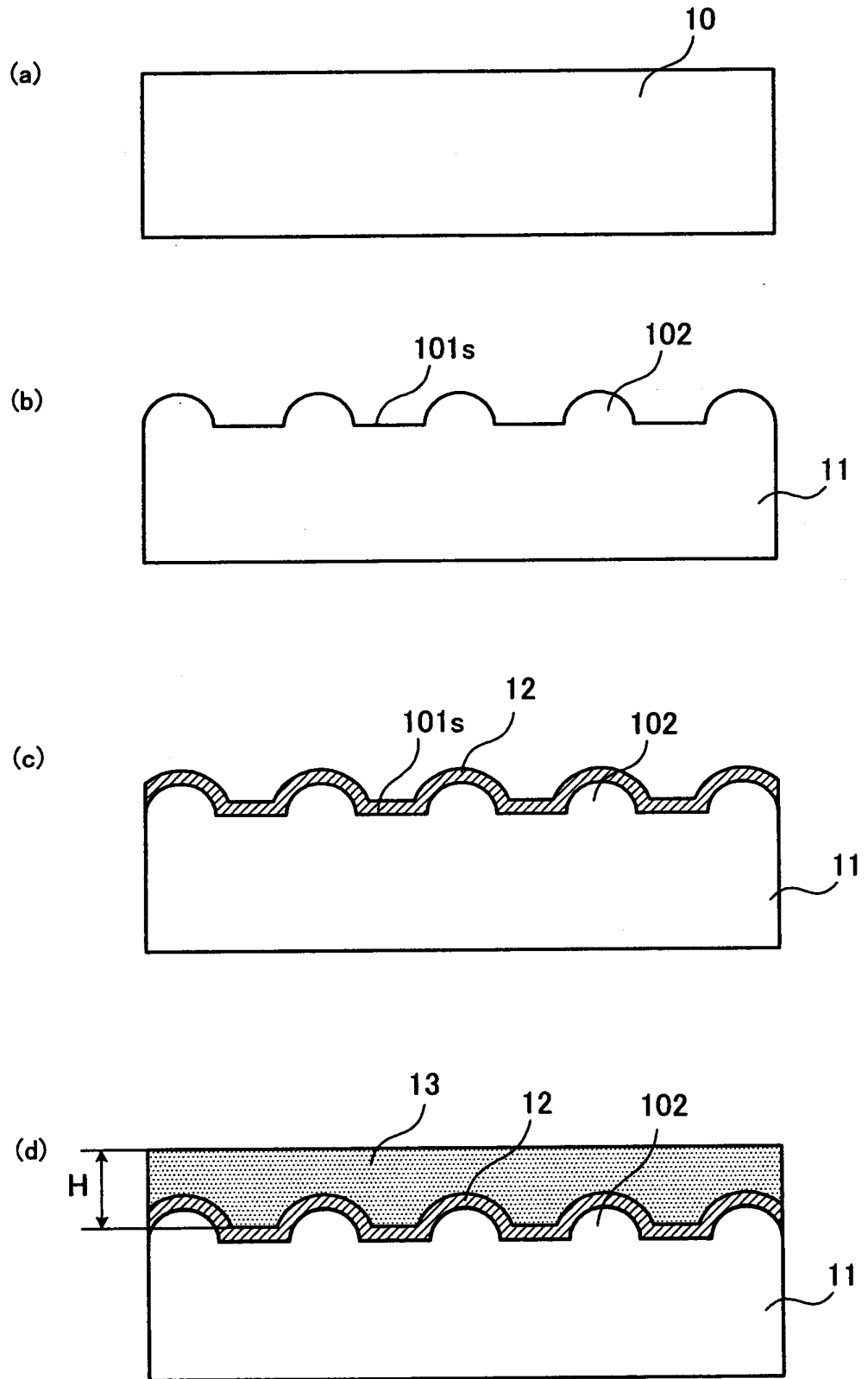


圖5

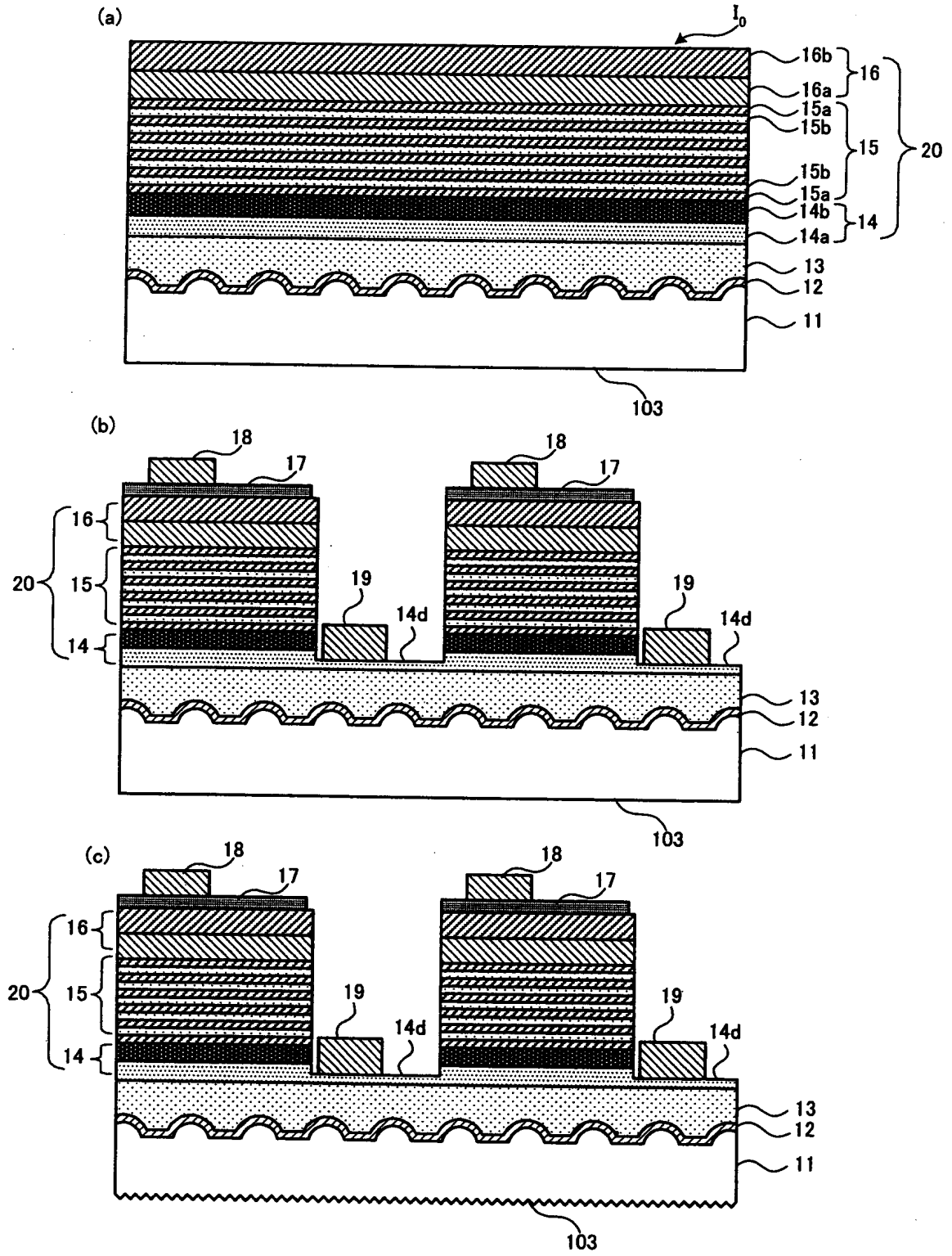
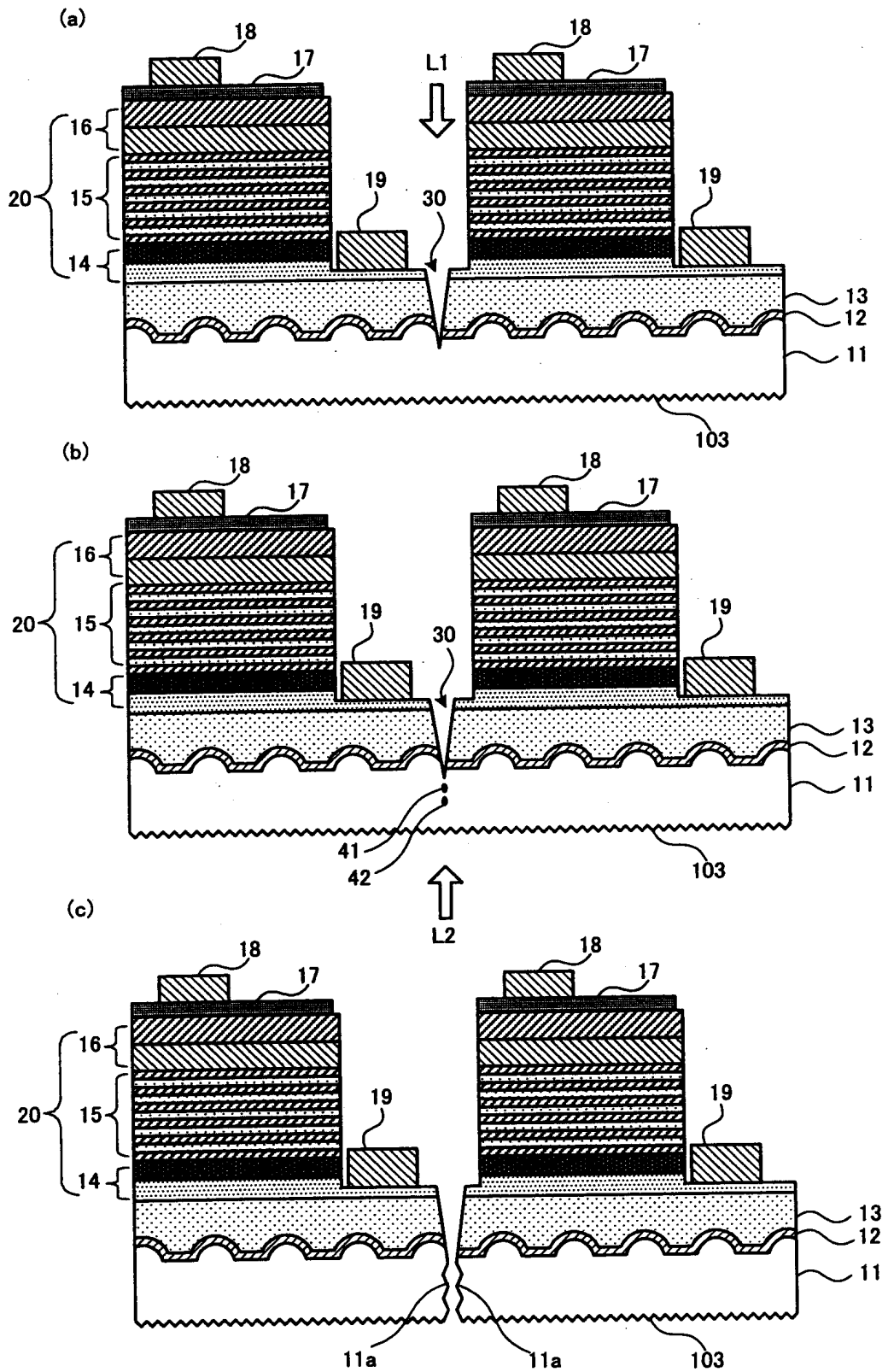


圖 6



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

11：基板

11a：分割面(端面)

12：緩衝層

13：基底層

14：n型半導體層

15：發光層

16：p型半導體層

17：透明正極

18：正極結合區

19：負極

20：LED構造

30：割溝

41, 42：加工變質部分(內部斷裂)

103：被研削面

L1：照射雷射

L2：照射雷射

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無