(19)中華民國智慧財產局
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201041027 A1
(43)公開日： 中華民國 99 (2010) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：099105258 (22)申請日： 中華民國 99 (2010) 年 02 月 24 日
(51)Int. Cl.： *H01L21/304 (2006.01)* *B23K26/38 (2006.01)*
(30)優先權：2009/02/25 日本 2009-041966
(71)申請人：日亞化學工業股份有限公司 (日本) NICHIA CORPORATION (JP)
日本
(72)發明人：為本廣昭 TAMEMOTO, HIROAKI (JP)
(74)代理人：洪武雄；陳昭誠
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：13 共 33 頁

(54)名稱

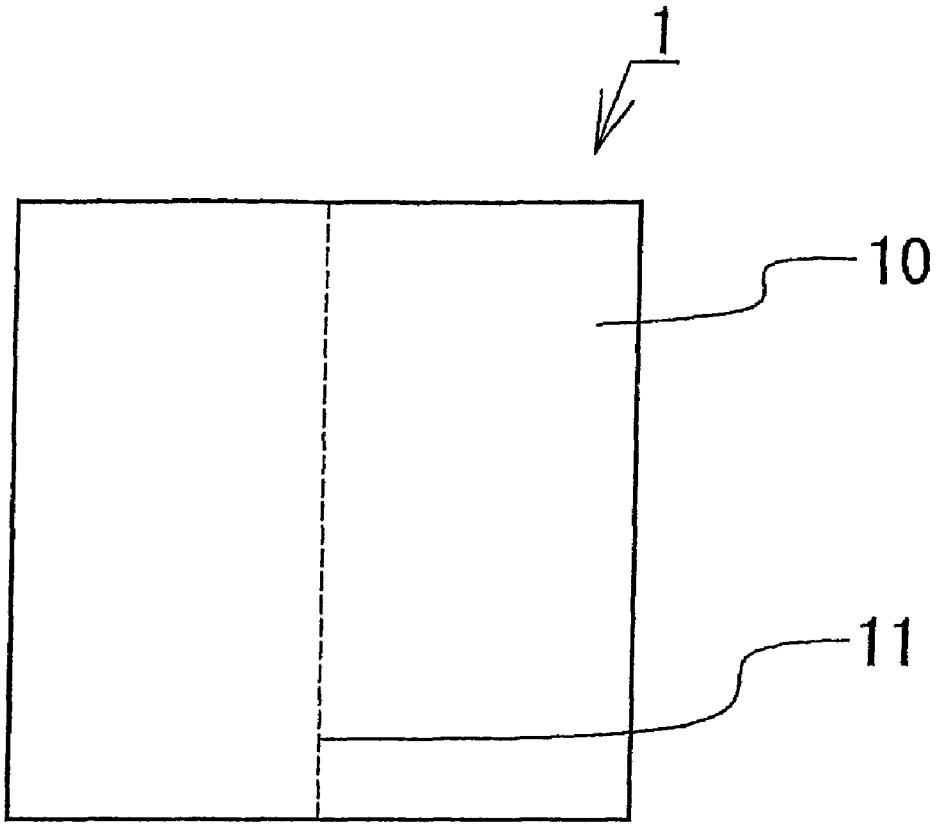
半導體元件之製造方法

METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR ELEMENT

(57)摘要

本發明係提供一種半導體元件之製造方法，其目的為將含有基板之晶圓以良好精確度予以分割。本發明之半導體元件之製造方法係具有：照射雷射步驟，將脈衝雷射光聚光於構成晶圓 1 之基板 10 之內部，並沿著分割預定線在基板 10 之內部形成拉開距離的複數個加工部 12，並且從加工部 12 行進至至少基板 10 之表面，產生聯繫相鄰接之加工部 12 之龜裂 13；及晶圓分割步驟，沿著分割預定線將晶圓 1 分割。

1：晶圓
10：基板
11：分割預定線



(19)中華民國智慧財產局
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201041027 A1
(43)公開日： 中華民國 99 (2010) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：099105258 (22)申請日： 中華民國 99 (2010) 年 02 月 24 日
(51)Int. Cl.： *H01L21/304 (2006.01)* *B23K26/38 (2006.01)*
(30)優先權：2009/02/25 日本 2009-041966
(71)申請人：日亞化學工業股份有限公司 (日本) NICHIA CORPORATION (JP)
日本
(72)發明人：為本廣昭 TAMEMOTO, HIROAKI (JP)
(74)代理人：洪武雄；陳昭誠
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：13 共 33 頁

(54)名稱

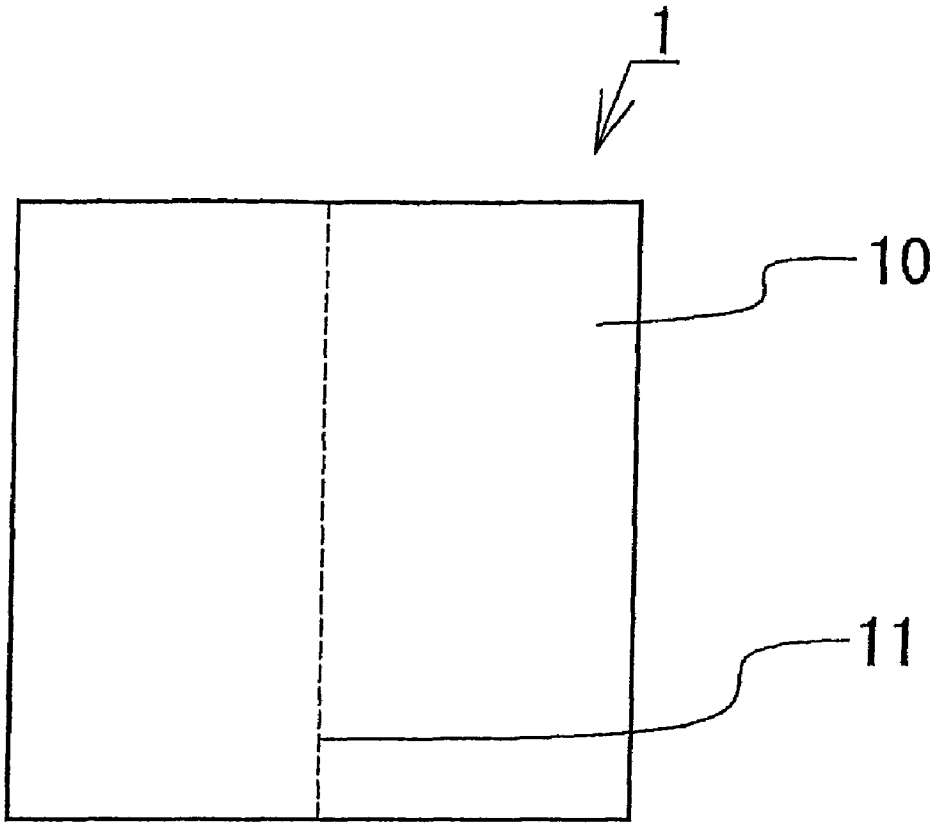
半導體元件之製造方法

METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR ELEMENT

(57)摘要

本發明係提供一種半導體元件之製造方法，其目的為將含有基板之晶圓以良好精確度予以分割。本發明之半導體元件之製造方法係具有：照射雷射步驟，將脈衝雷射光聚光於構成晶圓 1 之基板 10 之內部，並沿著分割預定線在基板 10 之內部形成拉開距離的複數個加工部 12，並且從加工部 12 行進至至少基板 10 之表面，產生聯繫相鄰接之加工部 12 之龜裂 13；及晶圓分割步驟，沿著分割預定線將晶圓 1 分割。

1：晶圓
10：基板
11：分割預定線



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於半導體元件之製造方法，尤有關於具備將包含基板之晶圓(wafer)予以分割之步驟之半導體元件之製造方法。

【先前技術】

在半導體元件之製造中包含將晶圓分割為元件晶片(chip)之步驟，而該元件晶片之分割，係使用以切割機(cutter)或切割器(dicer)等形成分離溝而壓裂之方法。近年來，雖已提出一種藉由照射雷射光而形成分離溝等以取代切割機或切割器予以斷裂(breaking)之方法，惟在藉由雷射光照射將晶圓加熱熔融之方法中，由於熔融後再凝結之部位會變色，且發光元件之亮度會降低，因此提出一種使用短脈衝(pulse)寬度之脈衝雷射光來加工之方法。由於藉由使用短脈衝寬度之脈衝雷射光，可進行避免因為多光子吸收而非熔融所導致之變色的加工，因此可抑制發光元件之亮度降低。

以使用短脈衝寬度之脈衝雷射光之元件晶片分割之方法而言，如第 12 圖所示，已提出一種在相對於設有半導體層 42 之基板 40 內部之分割預定線的區域，形成藉由照射雷射之變質區域 41 來斷裂之方法(參照日本特開 2008-6492 號公報)。

此外，如第 13 圖所示，另亦提出一種在設有半導體層 52 之基板 50 內部形成複數段藉由照射雷射之改質部 51，

且進一步藉由照射雷射將連續的溝部 53 形成於基板 50 之表面，藉此從沿著複數段改質部 51 及溝部 53 之分離面將各半導體發光元件分離之方法(參照日本特開 2008-98465 號公報及日本特開 2007-324326 號公報)。

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

然而，在將藉由脈衝雷射光之變質區域僅形成於基板內部而分割晶圓之方法中，由於係藉由施加外力從內部之變質區域朝基板表面及背面產生裂縫(crack)，並藉此來割斷，因此裂縫之行進方向難以控制，而會有在與期望之分割區域不同位置破裂之情形。

此外，在基板表面藉由照射雷射形成溝部之方法，係將以往藉由切割機或切割器所形成之分離溝之形成手段變更為雷射者，與藉由切割機或切割器所形成之分離溝設為缺口之割斷同樣難以控制裂縫之行進方向。再者，若為了形成溝部將雷射光聚光於基板表面，則由於基板表面之凹凸或雷射裝置之聚光精確度等問題，會有雷射光焦點對焦於基板外側之情形。焦點對焦於基板外之空氣時，在該部分會產生電漿(plasma)，而浪費雷射光能量的一部分。

(解決課題之手段)

本發明人為了解決上述問題，經不斷精心致力檢討之結果發現，藉由照射雷射產生加工部、及從加工部朝基板表面行進而聯繫相連接之加工部間之龜裂，可解決上述問題。

本發明之半導體元件之製造方法，係具有：照射雷射步驟，將脈衝雷射光聚光於構成晶圓之基板內部，並沿著分割預定線在前述基板內部形成拉開距離的複數個加工部，並且從前述加工部行進至至少前述基板之表面，產生聯繫相鄰接之前述加工部之龜裂；及晶圓分割步驟，沿著前述分割預定線將前述晶圓分割。

本發明之半導體元件之製造方法係可將以下構成組合。

龜裂係用以聯繫在前述基板內部中相鄰接之前述加工部。

加工部係具有頭部與腳部，而前述龜裂係用以聯繫相鄰接之前述加工部之頭部及腳部。

脈衝雷射光之聚光位置與前述基板之表面之距離係為前述脈衝雷射光之加工光點(spot)直徑之一半以上、25μm以下。

脈衝雷射光之聚光位置與前述基板之表面之距離係為5μm以上、25μm以下。

加工部間之距離係為前述脈衝雷射光之加工光點直徑以上。

加工部與前述龜裂係形成於前述基板厚度之10%以上、80%以下之範圍內。

分割預定線係為第1分割預定線，而前述龜裂係為第1龜裂；

在照射雷射步驟中，進一步沿著與前述第1分割預定

線大致垂直之第 2 分割預定線將脈衝雷射光聚光於前述基板內部，並沿著分割預定線在前述基板內部形成拉開距離的複數個加工部，並且從前述加工部行進至至少前述基板之表面，產生聯繫相鄰接之前述加工部之第 2 龜裂；

在晶圓分割步驟中，進一步沿著前述第 2 分割預定線將前述晶圓分割。

第 1 龜裂係迂迴行進於相鄰接之前述加工部間，而前述第 2 龜裂係沿著前述第 2 分割預定線行進。

沿著前述第 1 分割預定線形成之前述加工部之間隔，係較沿著前述第 2 分割預定線形成之前述加工部之間隔為小。

前述基板係具有第 1 主面與第 2 主面，而於前述第 1 主面設有半導體層，且在前述照射雷射步驟中，從前述第 2 主面側照射前述脈衝雷射光。

前述脈衝雷射光之聚光位置與前述半導體層之距離係較 30μm 大。

加工部係為藉由多光子吸收之加工部。

基板係為藍寶石(saphire)基板。

第 2 主面係為與 A 面不同之面，而前述第 1 分割預定線係為與前述基板之 a 軸交叉之線。

(發明之功效)

藉由照射雷射來產生加工部、及從加工部朝基板表面行進而聯繫相鄰接之加工部間之龜裂，即可藉此沿著加工部或龜裂而以良好精確度分割。藉由沿著分割預定線進行

照射雷射，即可首先使沿著分割預定線之龜裂從加工部到達基板表面，並進一步使從龜裂或加工部延伸之裂縫沿著分割預定線朝向基板背面。藉此，即可以良好精確度將晶圓分割。

【實施方式】

本實施形態之半導體元件之製造方法係具有：沿著分割預定線照射雷射之照射雷射步驟；及沿著分割預定線將晶圓分割之晶圓分割步驟。在照射雷射步驟中，照射脈衝雷射光而在基板內部形成複數個加工部，並且從加工部行進至至少基板之表面，而產生聯繫相鄰接之前述加工部之龜裂。

以下參照圖式詳細說明本發明之方法之實施形態。另外，圖式係為示意性者，有部分誇張而與實際不同之情形。此外，本發明並不限定於以下之實施形態及實施例，只要在不脫離本發明之技術思想之範圍內均可作各種變形。

(照射雷射步驟)

第 1 圖及第 2 圖係為說明作為本實施形態之半導體元件之製造方法之主要步驟之一部分之平面示意圖。

對於具有基板 10、於分割後成為半導體元件之晶圓 1，首先，沿著第 1 圖所示之分割預定線 11 進行照射雷射。藉由將脈衝雷射光聚光於基板 10 之內部，即可如第 2 圖所示形成複數個彼此拉開距離之加工部 12。此外，同時，可產生從加工部 12 行進至至少基板 10 之表面，用以聯繫相鄰接之加工部 12 之龜裂 13。另外，雖未圖示，然而在基

板表面，除聯繫加工部間之龜裂以外，亦會有朝其他方向延伸之龜裂產生之情形。藉由至少產生聯繫相鄰接之加工部之龜裂，即可以良好精確度將晶圓分割。在此，雖係以產生從全部加工部 12 行進至基板 10 之表面之龜裂為較佳，惟只要在至少複數個加工部，產生行進於基板表面之龜裂即可。此外，雖以產生龜裂以聯繫所有相鄰接之加工部為較佳，惟只要至少在複數個部位產生聯繫相鄰接之加工部之龜裂即可。再者，雖以對於 1 個加工部產生行進至基板表面之龜裂、及到達相鄰接之加工部之龜裂為較佳，惟亦可使行進至基板表面之龜裂、及聯繫相鄰接之加工部間之龜裂形成於不同之加工部。

第 2 圖係為了說明而顯示加工部 12 之位置者，如第 3 圖所示，實際的加工部 12 係形成於基板 10 之內部。第 3 圖係為從第 2 圖之 A-A 線觀看之剖面示意圖。在基板 10 之第 1 主面 10a 係設有半導體層 14。藉由照射雷射，在基板 10 之內部形成加工部 12，並進一步產生從加工部 12 到達基板之第 2 主面 10b 之龜裂 13。如第 2 圖所示，藉由以此種龜裂 13 聯繫相鄰接之加工部 12，而使沿著分割預定線之線狀之龜裂 13 在基板 10 之表面產生。龜裂係從加工部產生。換言之，一般認為係藉由將脈衝雷射光聚光在聚光位置附近形成加工部，並且在其周圍產生壓縮應力，而藉此壓縮應力產生龜裂。

如此，形成加工部時，如後所述，藉由嚴密控制用以形成加工部之手段(例如使用脈衝雷射)、該手段之能量、

頻率、脈衝寬度、加工部之光點直徑或形狀、基板內部中之加工部之位置(例如從基板或半導體層至加工部之深度、加工部間之間隔等)之任一者以上，最佳為嚴密控制全部，即可適當形成加工部與龜裂。

以脈衝雷射光而言，可從可將基板內部加工者選擇，具體而言，係以將每脈衝之能量設為 0.8μJ 至 5μJ 為適當，較佳為 0.8μJ 至 2.5μJ。頻率係以 50kHz 至 200kHz 為適當，較佳為 50kHz 至 100kHz。脈衝寬度係以選擇可藉由多光子吸收之加工之範圍為適當，以形成不會由於變色產生光吸收之加工部。例如為 30fs 至 50,000fs。藉由設為此範圍之脈衝寬度，即可防止因為在加工部熔融後再凝結所導致之變色。此尤其在分割後所獲得之半導體元件為發光元件時為有效。

雷射光之聚光位置係以在加工部不到達基板表面之區域來選擇為適當，且以將從基板表面之深度設為至少加工光點直徑之一半以上為較佳。若考慮雷射裝置之誤差或基板表面之凹凸，則以設為 5μm 以上之深度為尤佳。在基板表面相反側之面(以下亦稱為「背面」)具有半導體層之晶圓之情形下，典型而言，若將聚光位置設為距半導體層 30μm 以下的距離，則半導體層會有損傷之虞，因此係以將與半導體層之距離設為較 30μm 為大為較佳。此時與基板表面之距離，係以設為 50μm 以下為適當，且以設為 25μm 以下為較佳，尤佳為 10μm 以下。

在沿著分割預定線照射之雷射光之基板表面之加工部

間之距離，典型而言係設為大致固定，且選擇至少在基板表面產生聯繫加工部間之龜裂之範圍。具體而言係以將加工部間之距離設為加工光點直徑之1至4倍為較佳。在此，雖係以使所有加工部12間產生龜裂為較佳，惟只要在至少複數個加工部間產生龜裂即可。一般認為若將加工部間之距離設得過小，在因為先前照射雷射產生壓縮應力之區域亦會產生因為下一次照射雷射所產生的壓縮應力，且應力在該區域會彼此抵銷而消滅，而使加工部間無法藉由龜裂聯繫。因此，若要在基板內部亦以龜裂來聯繫加工部間，係以將加工部間之距離設為在與基板主面平行之面上的加工光點直徑以上為適當，且以加工光點直徑之1至4倍為較佳，1.5至3倍為尤佳。藉由壓縮應力到達基板內部之深部，一般認為將易於對基板表面大致垂直地沿著分割預定線分割，因此，如上所述係以在基板內部亦使加工部間產生壓縮應力為較佳。此外，藉由以此方式使壓縮應力到達基板深部，僅以第3圖所示之1段加工，即可以良好精確度將晶圓分割。

雷射光之光點直徑(φμm)係可由以下公式算出。λ係雷射光之波長(μm)、D係雷射光射出射束(beam)直徑(φμm)、f係物鏡之焦點距離(μm)。較佳為另考量實際加工狀況從邏輯光點直徑偏移所造成的影響來調整加工部之位置。具體而言，係以將形成於基板之加工部之直徑設為加工光點直徑來調整為較佳。

光點直徑(φμm)＝(4・λ・f)／π・D

脈衝雷射光係以從使聯繫加工部之龜裂行進之一方之基板主面側照射為較佳。此係由於應力有易於集中於雷射光照射側之傾向，而易於產生從加工部到達基板表面之龜裂之故。典型而言，係從較接近雷射光之聚光位置，亦即較接近形成加工部之位置之基板主面側照射。例如，如第3圖所示之晶圓1，使龜裂行進於第2主面10b表面時，係以從第2主面10b側照射雷射光，且以將加工部12形成於靠近第2主面10b為較佳。

第4圖係顯示從第2圖之B-B線觀看之剖面示意圖。加工部12係依循照射雷射之方向成為縱長之形狀，而從基板正上方進行照射雷射時，如第4圖所示係在基板之深度方向成為長形。龜裂係例如在第4圖所示之右上斜線部之範圍產生。在此斜線部產生之龜裂係從加工部12到達第2主面10b，至少在基板表面聯繫加工部12間。通常，由於加工部係延伸於雷射光之聚光位置靠基板表面側，因此從加工部至基板表面之距離，比起從雷射光之聚光位置至基板表面之距離還小。

龜裂係以在加工部周圍產生，且在基板內部亦聯繫相鄰接之加工部間為較佳。一般認為藉由以此方式使龜裂產生至深部，而使藉由照射雷射之壓縮應力產生至深部。藉此，一般認為基板易於在沿著照射雷射方向之方向分割。此外，一般認為加工部間在基板內部以龜裂聯繫時，藉由將加工部至基板表面之距離設為至少加工部間之距離以下，尤佳為設為加工部間之距離之一半以下，即可使龜裂

從加工部行進至基板表面。

龜裂之深度，係可藉由由照射雷射所賦予之壓縮應力之控制來調整。例如，如第 5 圖所示，可形成為較第 4 圖之情形淺。此種龜裂之深度，係可藉由控制照射之雷射之波長、頻率、脈衝波形、脈衝寬度、聚光精確度、加工進給速度、加工部之位置或形狀之 1 者以上來調整。除此之外，以將壓縮應力賦予至基板之方法而言，係例如有在照射雷射前將基板研削、研磨而賦予殘留應力，而於照射雷射時將基板之照射雷射側之面保持為凹狀等之方法。一般認為藉由將壓縮應力擴增為廣範圍，即可使龜裂形成為更深。

(晶圓分割步驟)

如第 6 圖所示，使裂縫 15 從加工部 12 或龜裂 13 朝第 1 主面 10a 側行進，且沿著分割預定線將晶圓分割。分割係可藉由例如沿著晶圓之分割預定線壓抵斷裂刀，而施加壓力壓裂等，利用公知之方法來進行。

第 6 圖係為從與第 3 圖之方向觀看之剖面示意圖，用以說明作為本實施形態之半導體元件之製造方法之主要步驟之一部分之圖。龜裂 13 係用以聯繫如上所述相鄰接之加工部 12，換言之，龜裂 13 係在基板 10 之第 2 主面 10b 聯繫成沿著分割預定線之線狀。藉此，即可使裂縫 15 亦與龜裂 13 同樣沿著分割預定線行進，且可將晶圓 1 沿著分割預定線以良好精確度分割。另外，分割之際係以沿著龜裂之至少一部分分割為較佳，不需將藉由分割所獲得之面設為

完全沿著龜裂之面。亦有在分割後之基板表面或內部殘留龜裂之一部分之情形。

在將晶圓分割所獲得之半導體元件之側面，通常可確認加工部或龜裂的痕跡。具體而言，如上述之第 4 圖或第 5 圖所示，未到達基板表面之加工部 12，典型而言係以大致固定的間隔並列，而在從加工部 12 至基板表面之區域，係殘留因為龜裂所產生之凹凸。此種凹凸，係例如可在第 4 圖或第 5 圖中之右上斜線部確認。在分割所獲得之側面中，加工部及凹凸係例如可在從基板表面起 5μm 至 30μm 左右的範圍內觀察到。

第 7 圖係為顯示藉由分割所獲得之面之第 2 主面 10b 附近之示意圖。從基板 10 之第 2 主面 10b 離開所設之加工部 12，係具有頭部 12a 與腳部 12b，而一般認為由於龜裂所產生之微細凹凸 16 之面，係聯繫相鄰接之加工部 12 之頭部 12a 及腳部 12b。加工部 12 係從基板 10 之第 2 主面 10b 拉開距離，而第 2 主面 10b 與加工部 12 之距離，係可設為 1μm 左右以上。具體而言，例如為 1μm 至 15μm 左右。加工部 12 之長度，具體而言係可設為 5μm 至 30μm 左右。頭部 12a 之長度係可設為 3μm 至 10μm 左右。凹凸 16 係有愈遠離第 2 主面愈少，距離腳部較遠處幾乎觀察不到的傾向。凹凸 16 之段差，具體而言係為數 μm 以下，例如為 2μm 以下。另外，若於分割後觀察側面，加工部之腳部雖有難以與龜裂所產生之凹凸區別之情形，惟可將從頭部連續朝第 1 主面側延伸成大致線狀之凹凸區域視為腳

部。此外，藉由雷射光之多光子吸收所形成之加工部之情形，係可將加工部之尤其為頭部確認為光滑的面。

如第 7 圖所示，加工部具有頭部與腳部時，龜裂係以聯繫至少相鄰接之頭部為較佳，且以聯繫相鄰接之腳部為較佳。愈位於頭部相反側之腳部前端側，龜裂愈有難以聯繫之傾向。頭部存在於第 2 主面側之加工部，係例如可藉由從第 2 主面側照射雷射光來形成。加工部或凹凸之大小，係可依據基板之厚度來變更，而上述數值範圍係以分割厚度為 50μm 至 150μm 左右之基板時為尤佳。形成加工部及凹凸之範圍，係以基板厚度之約 10%以上為適當，且以約 80%以下為較佳，又以約 40%以下為尤佳。藉由設為此種範圍，即可以良好效率將基板分割，而且可防止半導體層之損傷。

(晶圓)

所謂晶圓通常係指使原料物質成長為被稱為結晶錠(ingot)的柱狀，且加以薄切所作成之盤狀基體。在本案中，係可僅將此種盤狀基體設為後述之「基板」，亦可將在此基板上疊層有半導體層、電介質層、絕緣體層、導電層等之 1 者以上之狀態者設為晶圓。

(基板 10)

基板之材料係選擇可藉由脈衝雷射光加工者。具體而言，係可使用藍寶石、Si、SiC、GaAs、GaN、AlN 等。典型上，以基板而言，係選擇可在基板上成長半導體層之材料。由於藍寶石基板難以形成沿著結晶方位之割斷面，且

若施加外力壓裂，則會有朝與分割預定線不同之方向割斷之情形，因此藉由使用本實施形態之方法可使分割精確度提升。基板厚度並未特別限定，惟可設為例如 50μm 至 150μm。對於此種厚度之基板，藉由本實施形態之方法形成加工部，即可藉此將晶圓分割，而不需複數段的雷射加工。

依據基板材料或分割預定線之方向，如第 8 圖所示，會有聯繫加工部 12 間之龜裂 13 蛇行之情形。換言之，龜裂 13 係迂迴行進於相鄰接之加工部 12 間。龜裂相對於連結相鄰接之加工部之直線之角度，係有依附於基板材料之結晶系之傾向，具體而言，係可從 10 至 70 度之範圍選擇。在為易於產生此種龜裂之基板材料或分割預定線時，若將加工部間之距離縮小，一般認為龜裂會接近連結加工部間之最短距離的直線，惟從能量效率的觀點而言，如第 8 圖所示係以設為迂迴之龜裂 13 為較佳。此種龜裂係為用以聯繫加工部間者，因此即使從連結加工部之直線偏移，其距離充其量為 0.5μm 至 10μm 左右，而可藉由此種龜裂之產生，將晶圓在相對於基板主面大致垂直的面分割。例如，以六方晶系之藍寶石基板之情形而言，龜裂行進之基板表面為與 A 面不同之面，分割預定線為與基板之 a 軸交叉之線時，會有產生迂迴行進於加工部間的龜裂之傾向。尤其使用以 C 面為主面之藍寶石基板時，容易產生此種傾向。在此所述以 C 面為主面之藍寶石基板，亦可為以從 C 面傾斜數度之面為主面者。

發光元件通常係為大致正方形或大致長方形，以分割預定線而言係設定大致垂直相交之 2 種直線。以藍寶石基板等之六方晶系之基板之情形而言，若將分割預定線之 1 條設於相對較易裂開之方向，則與其大致垂直相交之另一條分割預定線則設定於較難裂開之方向。

例如，如第 9 圖所示，若在晶圓 2 之基板 20 內部形成沿著第 1 分割預定線之第 1 加工部 22a 與沿著第 2 分割預定線之第 2 加工部 22b，則聯繫第 2 加工部 22b 之第 2 龜裂 23b 雖沿著第 2 分割線以大致直線狀行進，惟聯繫第 1 加工部 22a 之第 1 龜裂 23a 則迂迴行進於相鄰接之第 1 加工部 22a 間。使用以 C 面為主面之藍寶石基板作為基板時，若將第 1 分割預定線設為與基板之 m 軸大致平行之線，及將第 2 分割預定線設為與基板之 a 軸大致平行之線，則第 2 龜裂易於以大致直線狀行進，故較佳。

第 1 龜裂蛇行、而第 2 龜裂以大致直線狀行進時，一般認為第 2 分割預定線之方向為較第 1 分割預定線之方向易於裂開之方向，因此如第 10 圖所示，在基板 20 內部，藉由將第 2 加工部 22b 間之距離設為較第 1 加工部 22a 間之距離大，即可以良好效率將晶圓分割。

本實施形態之方法係可僅使用於第 1 分割預定線之分割，而第 2 分割預定線係可藉由例如切割機劃線(cutter scribe)來分割。

另外，在本實施形態之方法中，第 1 龜裂與第 2 龜裂，亦即第 1 分割預定線與第 2 分割預定線係可先形成任一條。

(半導體層 14)

以半導體層而言，係可選擇由各種半導體材料所構成之半導體層，例如為氮化鎵系化合物半導體層。具體而言，例如有由 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N(0\leqq x\leqq 1、0\leqq y\leqq 1、0\leqq x+y\leqq 1)$ 所表示者。半導體層通常係在藍寶石基板上，從基板側依序疊層有第 1 導電型層、發光層、第 2 導電型層，以第 1 或第 2 導電型而言，可含有 n 型雜質之 Si、Ge、Sn、S、O、Ti、Zr、Cd 等之 IV 族元素、或 VI 族元素等之任一種以上，或可含有 p 型雜質之 Mg、Zn、Be、Mn、Ca、Sr 等。

以此等半導體層之成長方法而言，雖未特別限定，惟以使用 MOVPE(有機金屬氣相成長法)、MOCVD(有機金屬化學氣相成長法)、HVPE(氫化物(hydride)氣相成長法)、MBE(分子束磊晶法)等已知作為半導體成長方法之所有方法為較佳。尤其 MOCVD 係可使半導體層以良好結晶性成長，故較佳。

半導體層通常係較基板為薄之薄膜，因此如上述第 6 圖所示，將半導體層 14 形成於基板 10 之第 1 主面 10a 並於第 2 主面 10b 側形成加工部 12 時，不需去除加工部 12 正下方之半導體層 14，藉由從基板 10 延伸之裂縫 15，半導體層 14 即可一同分割。為了抑制半導體層之損傷，係以從第 2 主面側照射雷射光較佳。在設有半導體層之第 1 主面側形成加工部時，亦同樣可分割。

如第 11 圖所示，在具有基板 30、與設於基板 30 之第 1 主面 30a 之半導體層 34 之晶圓 3 中，於第 1 主面 30a 側

之基板 30 內部形成加工部 32 時，在照射雷射前，沿著分割預定線將與加工部 32 之形成位置對應之區域之半導體層 34 去除，之後，形成加工部 32 並使龜裂 33 行進至第 1 主面 30a，藉此可防止因為照射雷射所導致半導體層的損傷。此時，雷射光之照射係以從第 1 主面側進行為較佳。

(實施例 1)

準備在厚度約 85μm 之藍寶石基板之一方主面形成有 GaN 系半導體層之晶圓。半導體層係在藍寶石基板之(0001)面，從藍寶石基板側，依 n 型半導體層、發光層、p 型半導體層之順序疊層。

之後，將發光層及 p 型半導體層之一部分去除而使 n 型半導體層露出，且分別於 n 型半導體層表面形成 n 電極及於 p 型半導體層表面形成 p 電極。

為了獲得 1 邊約 250μm 之大致正方形之元件，將晶圓之分割預定線設定於與藍寶石基板之 a 軸大致平行之方向與大致垂直之方向之 2 方向，且以約 0.2W 之輸出使用近紅外線雷射，沿著各分割預定線將脈衝雷射光從藍寶石基板之另一方主面側照射。將雷射光之聚光位置設定於離基板表面約 5μm 之深度，且將從先前聚光位置至下一個聚光位置之距離設定為約 3.5μm。

在照射雷射後，若將光源配置於半導體層側，且從藍寶石基板之另一方主面側以光學顯微鏡觀察，則可確認大致圓形狀之加工部、及從加工部延伸之龜裂，且可確認基板表面之龜裂之至少一部分行進為聯繫加工部與加工部。

若比較 2 方向之分割預定線中聯繫加工部間之龜裂，則在與 a 軸大致垂直之分割預定線之龜裂，其蛇行係較在與 a 軸大致平行之分割預定線之龜裂大。

接著，沿著晶圓之分割預定線壓抵斷裂刀，並施加外力壓裂，而獲得 1 邊約 250μm 之大致正方形之半導體元件。若觀察所獲得之元件，可確認元件之側面相對於藍寶石基板表面大致垂直分割，而朝向基板之深度方向以線狀延伸之加工部係於基板表面附近。加工部未見變色，一般認為係藉由以照射雷射之多光子吸收所形成者。可確認從加工部至基板表面之距離係 1μm 至 10μm 左右，加工部之最大寬度係 0.5μm 至 2μm 左右，而從加工部至基板表面係成為不規則之凹凸的面。

一般認為凹凸面係由龜裂所形成，且可確認加工部間之面亦為同樣的凹凸面。加工部及凹凸面係形成為從基板表面至 15μm 至 20μm 左右深度。比該深度還深的面，亦即半導體層側之面，係平坦之面或平坦之面連接成階梯狀的面，一般認為為照射雷射後分割的面。

(實施例 2)

在本實施例中，係於沿著與 a 軸大致平行之方向的分割預定線照射雷射光時，除將雷射光之聚光位置間之距離設定為約 5μm 之點以外，均以與實施例 1 相同方式製造半導體元件。

於照射雷射後，若觀察藍寶石基板表面，則可確認大致圓形狀之加工部、及從加工部延伸之龜裂，且可確認基

板表面之龜裂之至少一部分係行進為聯繫加工部與加工部。於分割晶圓後，若觀察所獲得之半導體元件，則元件側面係相對於藍寶石基板表面大致垂直地分割。

(產業上之可利用性)

本發明之製造方法係可適用於將具有基板之晶圓予以分割而元件化之元件。此外，可適用於在基板上設有半導體層之半導體元件、即可適用於LED(發光二極體)、LD(雷射二極體)等之發光元件、包含受光元件之光元件、包含HEMT(高電子遷移率電晶體)、FET(場效電晶體)等之電晶體之半導體元件。

【圖式簡單說明】

第1圖係為說明實施形態之主要步驟之平面示意圖。

第2圖係為說明實施形態之主要步驟之平面示意圖。

第3圖係為第2圖之A-A線之剖面示意圖。

第4圖係為第2圖之B-B線之剖面示意圖。

第5圖係為說明實施形態之步驟之一例之剖面示意圖。

第6圖係為說明實施形態之主要步驟之剖面示意圖。

第7圖係為說明實施形態之發光元件之側面之一部分之示意圖。

第8圖係為說明實施形態之步驟之一例之平面示意圖。

第9圖係為說明實施形態之步驟之一例之平面示意圖。

第 10 圖係為說明實施形態之步驟之一例之平面示意圖。

第 11 圖係為說明實施形態之步驟之一例之剖面示意圖。

第 12 圖係為說明習知之製造方法之示意斜視圖。

第 13 圖係為說明習知之製造方法之示意斜視圖。

【主要元件符號說明】

1、2、3	晶圓	10、20、30	基板
10a、30a	第 1 主面	10b、30b	第 2 主面
11	分割預定線	12、32	加工部
12a	頭部	12b	腳部
13、33	龜裂	14、34	半導體層
15	裂縫	16	凹凸
22a	第 1 加工部	22b	第 2 加工部
23a	第 1 龜裂	23b	第 2 龜裂
40、50	基板	41	變質區域
51	改質部	53	溝部
42、52	半導體層		

201041027

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：99105258

※申請日：99.2.24　※IPC分類：H01L 21/30 (2006.01)
B23K 26/38 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

半導體元件之製造方法

METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR ELEMENT

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種半導體元件之製造方法，其目的為將含有基板之晶圓以良好精確度予以分割。本發明之半導體元件之製造方法係具有：照射雷射步驟，將脈衝雷射光聚光於構成晶圓1之基板10之內部，並沿著分割預定線在基板10之內部形成拉開距離的複數個加工部12，並且從加工部12行進至至少基板10之表面，產生聯繫相鄰接之加工部12之龜裂13；及晶圓分割步驟，沿著分割預定線將晶圓1分割。

三、英文發明摘要：

Provided is a method of manufacturing a semiconductor element, which enables to divide a wafer having a substrate with high accuracy. The method includes a laser irradiation step in which a pulsed laser beam is focused inside a substrate 10 constituting a wafer 1 to form a plurality of process portions 12 being spaced apart from each other along a planned dividing line and generate cracks 13 extending from the process portions 12 to at least the surface of the substrate 10 and connecting adjacent the process portions 12, and a wafer dividing step to divide the wafer 1 along the planned dividing line.

七、申請專利範圍：

1. 一種半導體元件之製造方法，係具有：

照射雷射步驟，將脈衝雷射光聚光於構成晶圓之基板內部，並沿著分割預定線在前述基板內部形成拉開距離的複數個加工部，並且從前述加工部行進至至少前述基板之表面，產生聯繫相鄰接之前述加工部之龜裂；及

晶圓分割步驟，沿著前述分割預定線將前述晶圓分割。

2. 如申請專利範圍第 1 項之半導體元件之製造方法，其中，前述龜裂係用以聯繫在前述基板內部中相鄰接之前述加工部。

3. 如申請專利範圍第 2 項之半導體元件之製造方法，其中，前述加工部係具有頭部與腳部，而前述龜裂係用以聯繫相鄰接之前述加工部之頭部及腳部。

4. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之半導體元件之製造方法，其中，前述脈衝雷射光之聚光位置與前述基板之表面之距離係為前述脈衝雷射光之加工光點(spot)直徑之一半以上、25μm以下。

5. 如申請專利範圍第1至3項中任一項之半導體元件之製造方法，其中，前述脈衝雷射光之聚光位置與前述基板之表面之距離係為5μm以上、25μm以下。

6. 如申請專利範圍第1至5項中任一項之半導體元件之製造方法，其中，前述加工部間之距離係為前述脈衝雷射光之加工光點直徑以上。

7. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之半導體元件之製造方法，其中，前述加工部與前述龜裂係形成於前述基板厚度之10%以上、80%以下之範圍內。

8. 如申請專利範圍第1至7項中任一項之半導體元件之製造方法，其中，

前述分割預定線係為第1分割預定線，而前述龜裂係為第1龜裂；

在前述照射雷射步驟中，進一步沿著與前述第1分割預定線大致垂直之第2分割預定線將脈衝雷射光聚光於前述基板內部，並沿著分割預定線在前述基板內部形成拉開距離的複數個加工部，並且從前述加工部行進至至少前述基板之表面，產生聯繫相鄰接之前述加工部之第2龜裂；

在前述晶圓分割步驟中，進一步沿著前述第2分割預定線將前述晶圓分割。

9. 如申請專利範圍第8項之半導體元件之製造方法，其中，前述第1龜裂係迂迴行進於相鄰接之前述加工部間，而前述第2龜裂係沿著前述第2分割預定線行進。

10. 如申請專利範圍第8項或第9項之半導體元件之製造方法，其中，沿著前述第1分割預定線形成之前述加工部之間隔，係較沿著前述第2分割預定線形成之前述加工部之間隔為小。

11. 如申請專利範圍第1至10項中任一項之半導體元件之製造方法，其中，前述基板係具有第1主面與第2主面，

而於前述第 1 主面設有半導體層，且在前述照射雷射步驟中，從前述第 2 主面側照射前述脈衝雷射光。

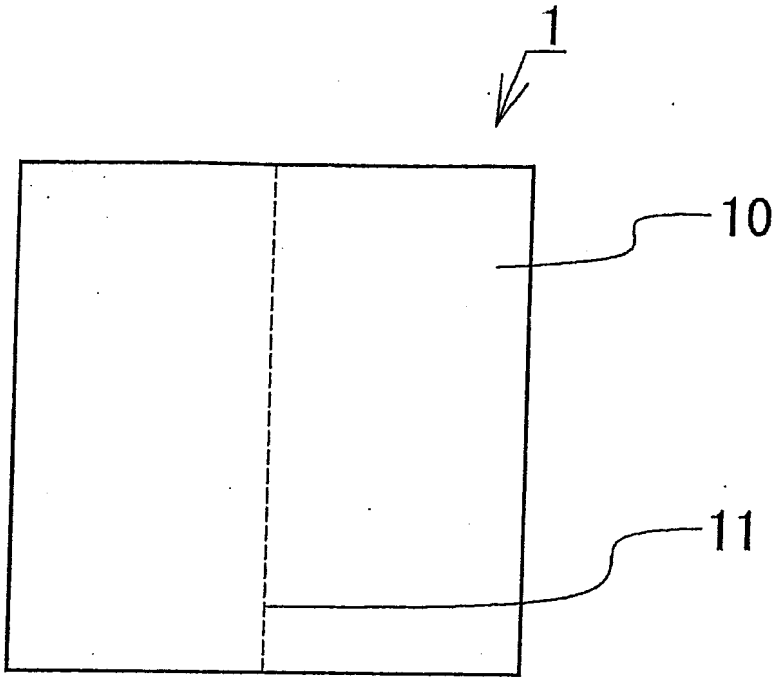
12. 如申請專利範圍第 11 項之半導體元件之製造方法，其中，前述脈衝雷射光之聚光位置與前述半導體層之距離係較 30μm 大。

13. 如申請專利範圍第 1 至 12 項中任一項之半導體元件之製造方法，其中，前述加工部係為藉由多光子吸收之加工部。

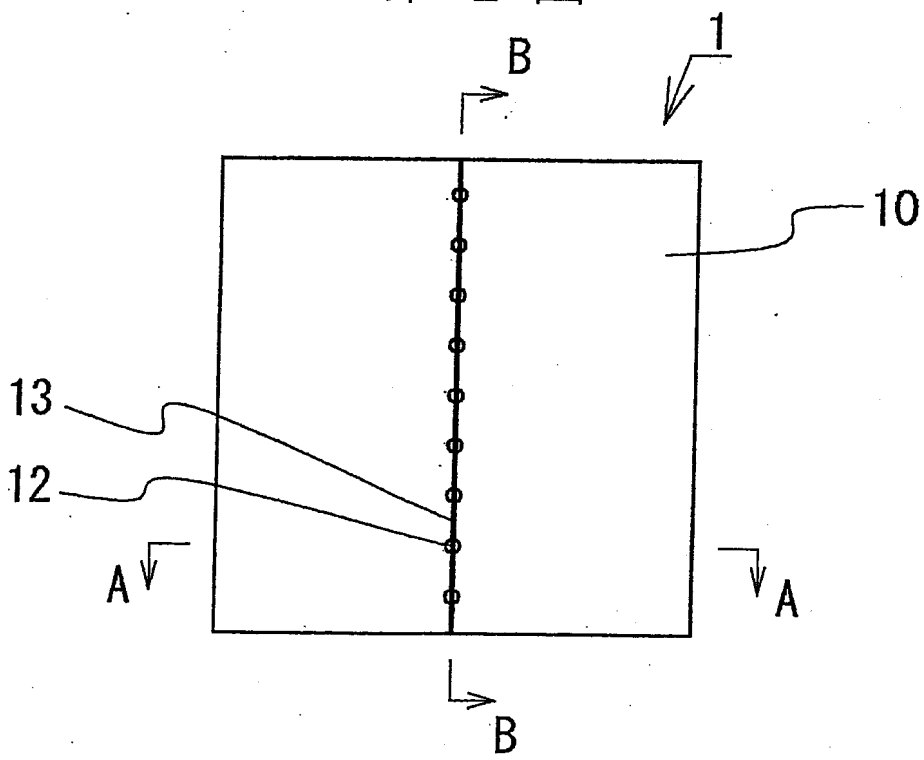
14. 如申請專利範圍第 1 至 13 項中任一項之半導體元件之製造方法，其中，前述基板係為藍寶石(saphire)基板。

15. 如申請專利範圍第 14 項之半導體元件之製造方法，其中，前述第 2 主面係為與 A 面不同之面，而前述第 1 分割預定線係為與前述基板之 a 軸交叉之線。

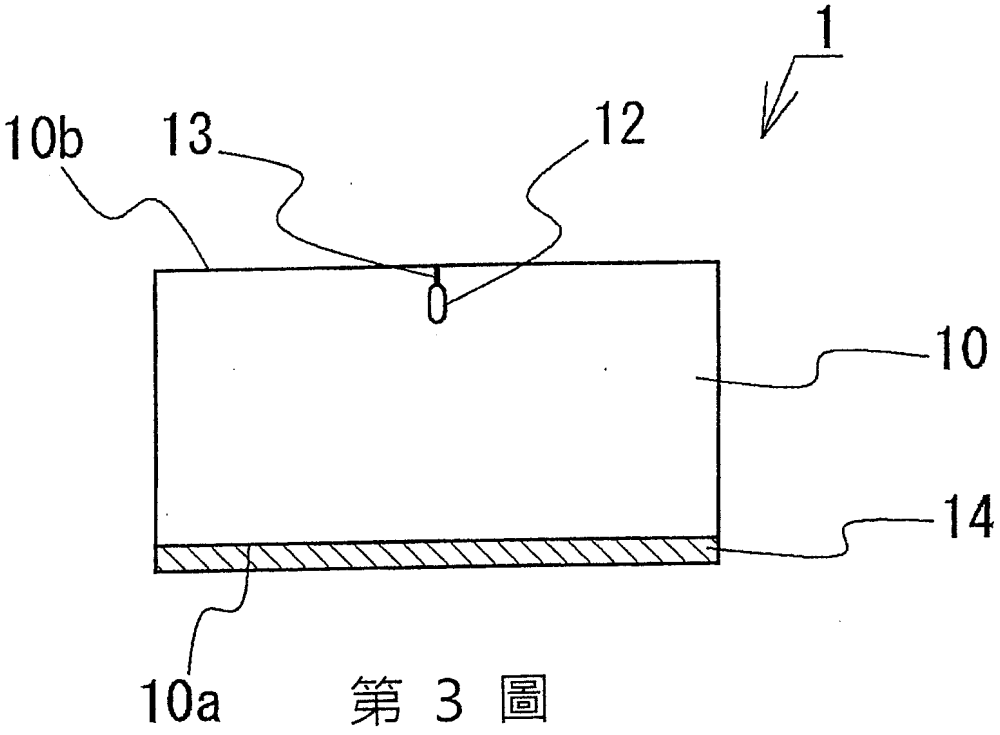
八、圖式:



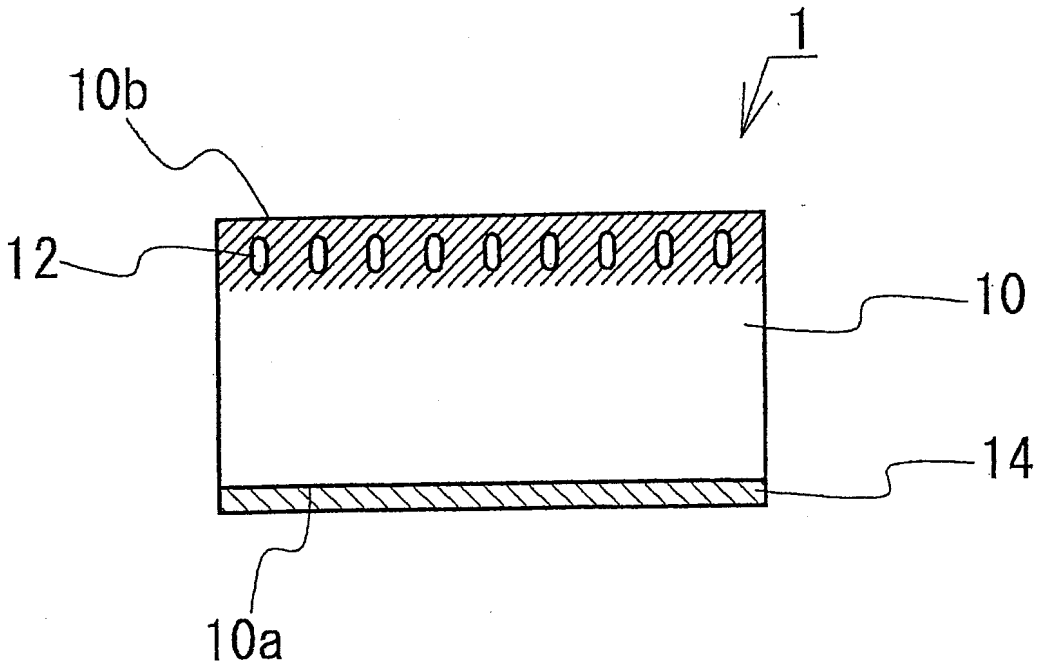
第 1 圖



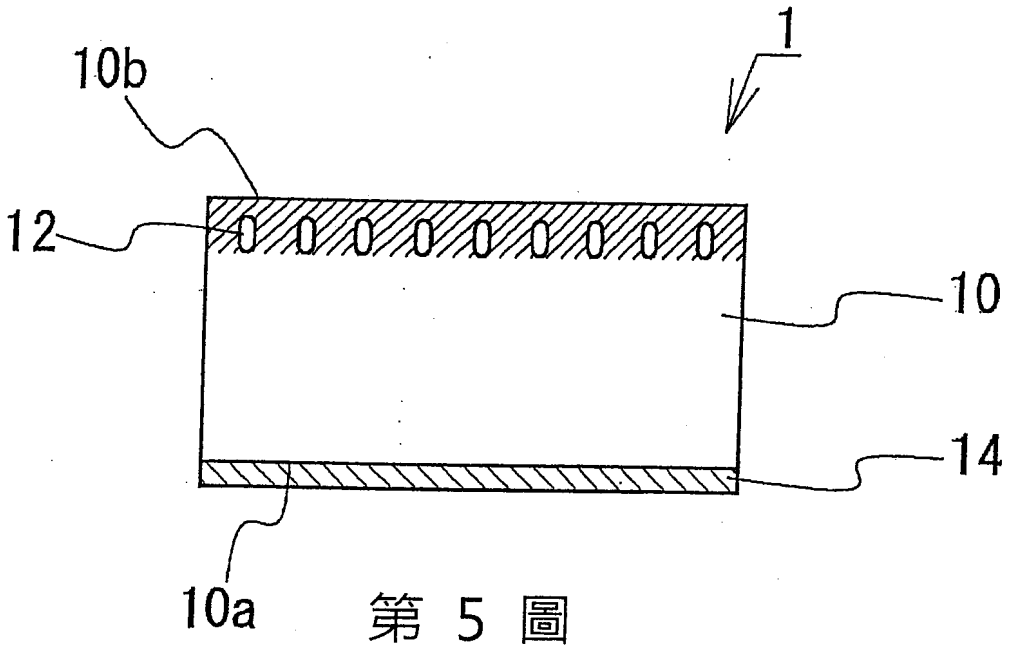
第 2 圖



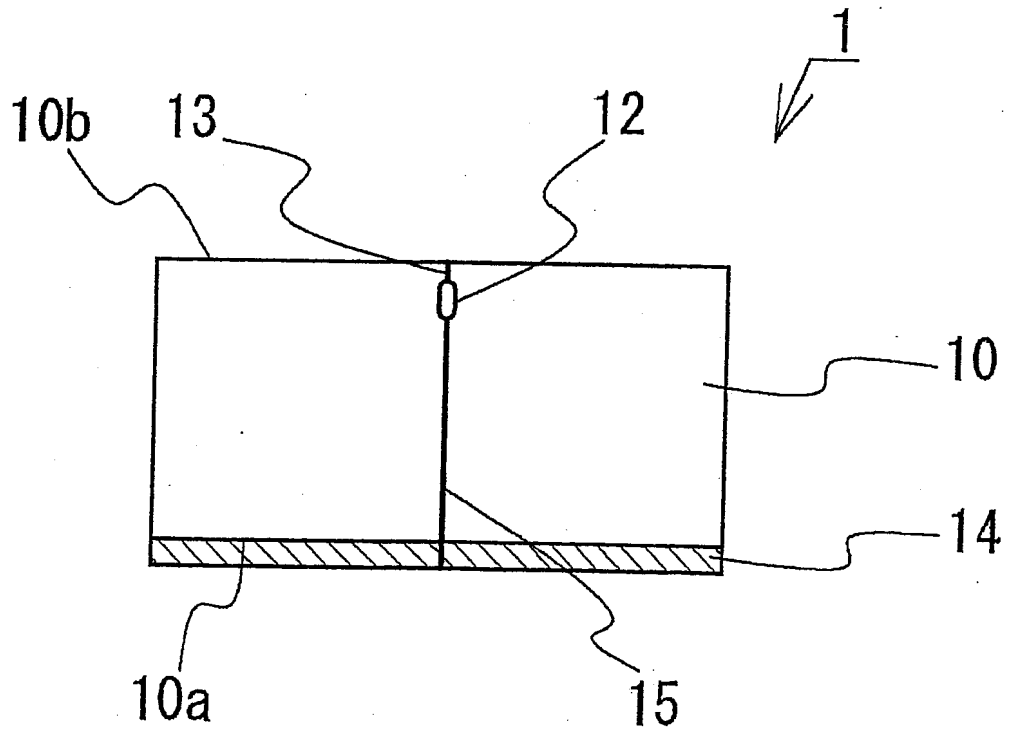
第 3 圖



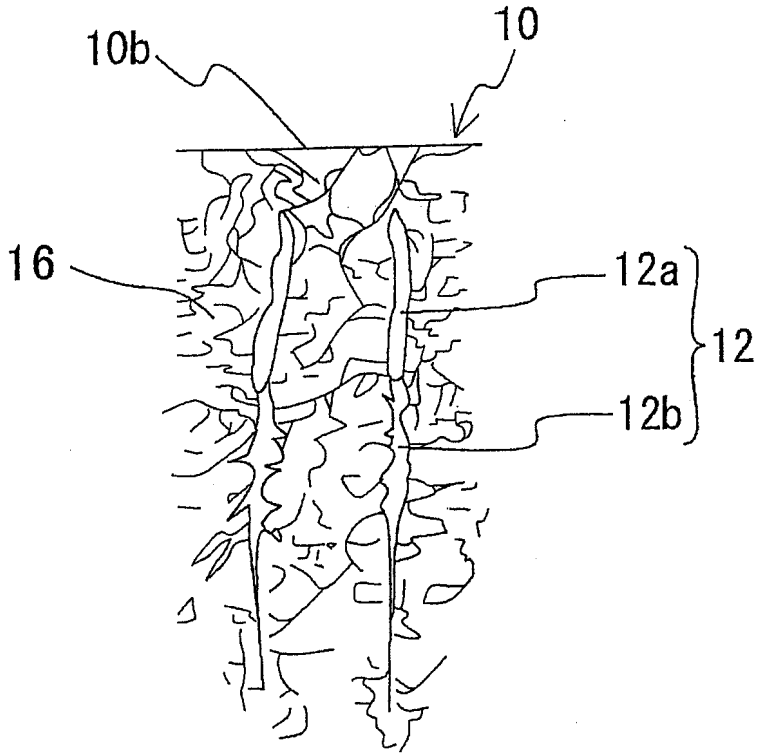
第 4 圖



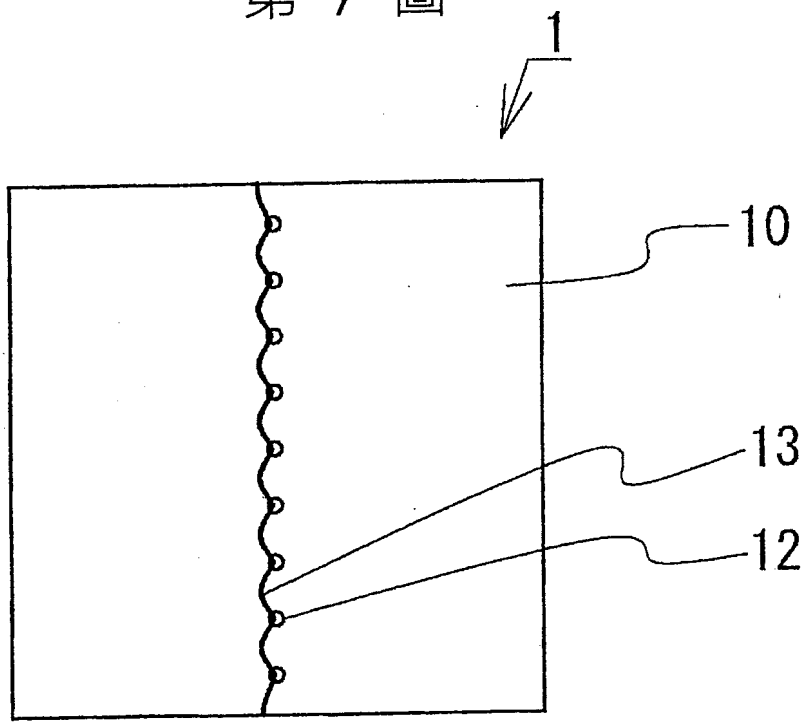
第 5 圖



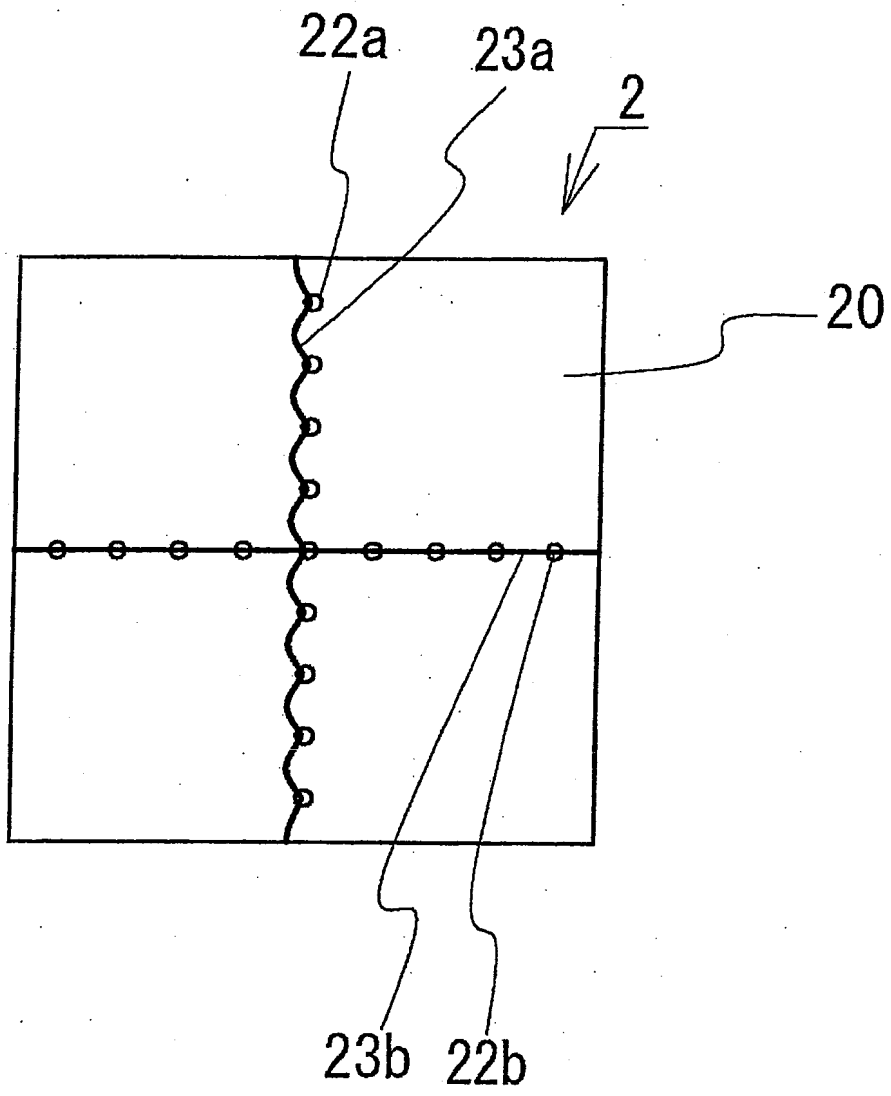
第 6 圖



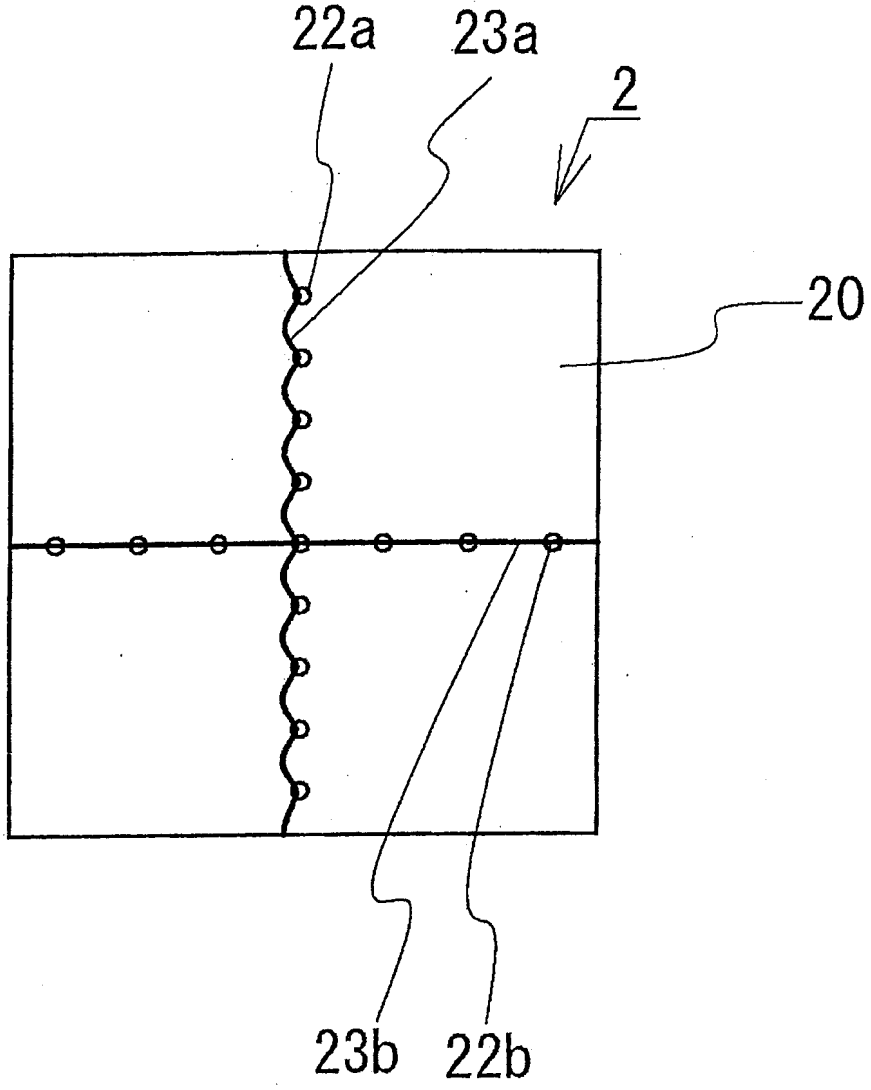
第 7 圖



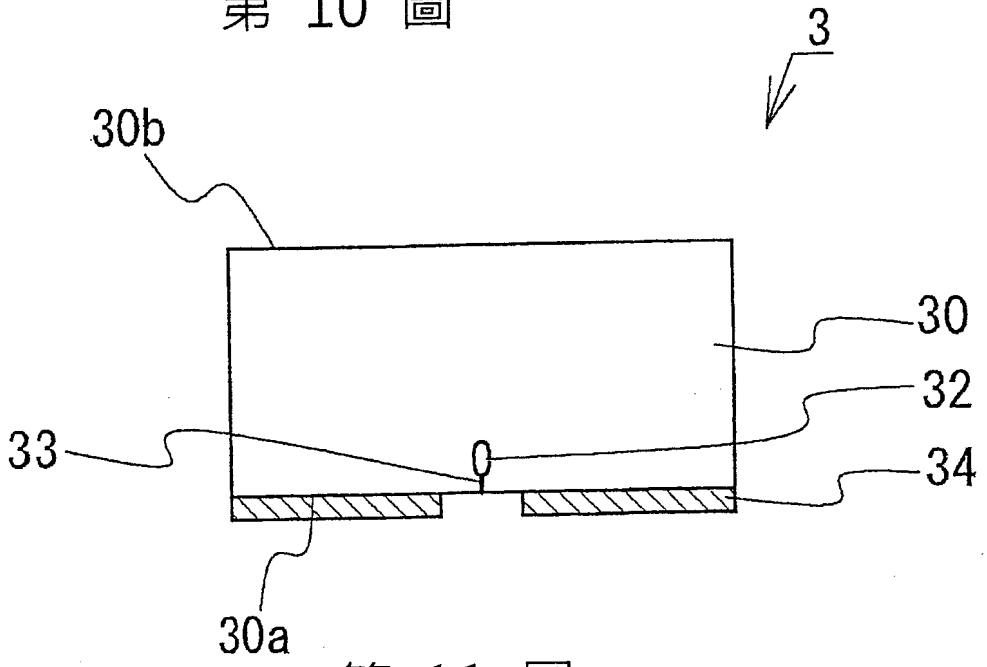
第 8 圖



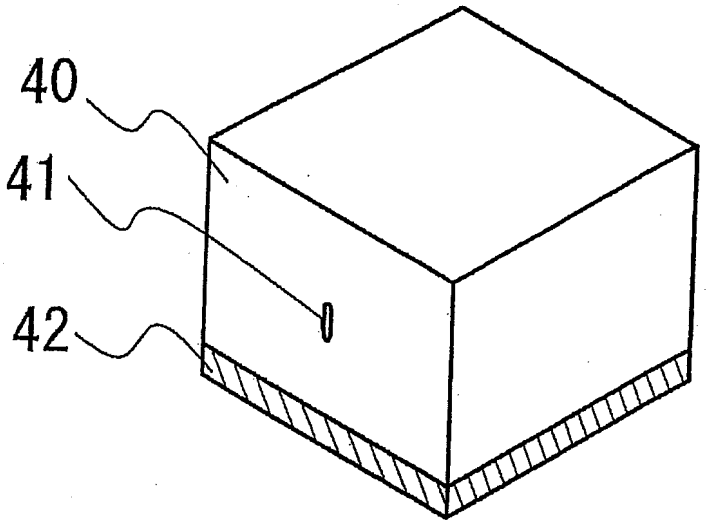
第 9 圖



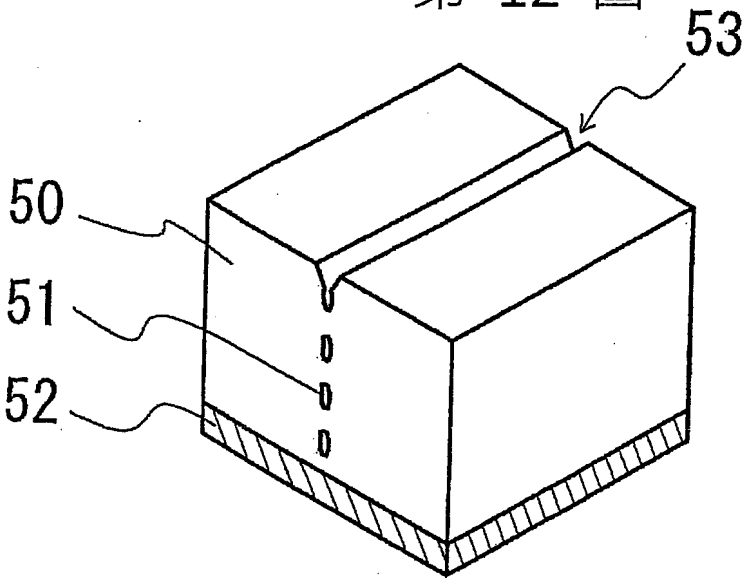
第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	晶圓
10	基板
11	分割預定線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。