



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I511192 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：103129523

(22)申請日：中華民國 96 (2007) 年 07 月 03 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/302 (2006.01)**

(30)優先權：2006/07/03 日本 2006-183498

2006/08/14 日本 2006-221161

(71)申請人：濱松赫德尼古斯股份有限公司 (日本) HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (JP)
日本

(72)發明人：杉浦隆二 SUGIURA, RYUJI (JP)；坂本剛志 SAKAMOTO, TAKESHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200610381

TW 200610604

US 2004/0002199A1

審查人員：王人毅

申請專利範圍項數：1 項 圖式數：26 共 62 頁

(54)名稱

雷射加工方法及晶片

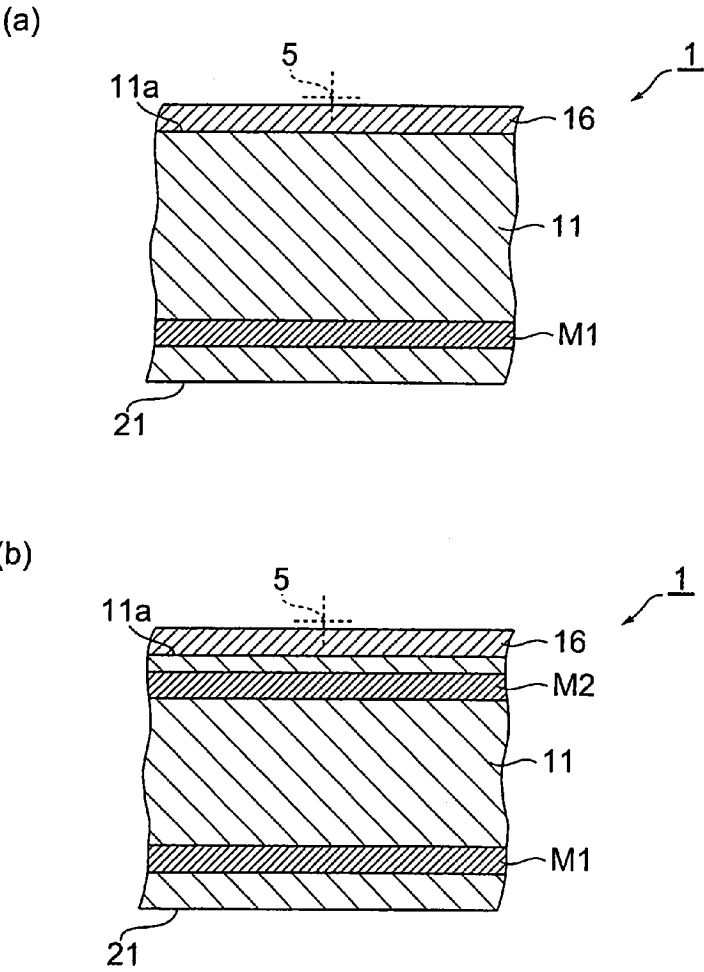
(57)摘要

本發明是在於提供一種雷射加工方法，其係可沿著切斷預定線來高精度切斷加工對象物。

亦即，將集光點對準矽晶圓(11)的內部，而對加工對象物(1)照射雷射光，且使集光點沿著切斷預定線(5)相對移動，藉此，沿著切斷預定線(5)來分別形成位於加工對象物(1)的內部的改質區域(M1)、(M2)之後，在加工對象物(1)的內部形成位於改質區域(M1)和改質區域(M2)之間的改質區域(M3)。

圖16

- 1 . . . 加工對象物
- 5 . . . 切斷預定線
- 11 . . . 矽晶圓
- 11a . . . 表面
- 16 . . . 功能元件層
- 21 . . . 背面
- M1 . . . 改質區域
- M2 . . . 改質區域



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

雷射加工方法及晶片

【技術領域】

本發明涉及用於將板狀的加工對象物沿著切斷預定線切斷的雷射加工方法和晶片。

【先前技術】

以往的雷射加工方法，已知有將集光點對準板狀加工對象物的內部來照射雷射光，藉此沿著加工對象物的切斷預定線，在加工對象物的內部形成多列成為切斷的起點的改質區域的方法（例如，參照日本特開 2004-343008 號公報）。

【發明內容】

但是，如上所述的雷射加工方法，例如由於加工對象物的厚度和劈開性等，有可能不能將加工對象物精度良好地切斷。

於是，本發明的課題是在於提供一種沿著切斷預定線之加工對象物的高精度的切斷可能的雷射加工方法，及藉由使用這樣的雷射加工方法而得到的晶片。

為了達成上述課題，本發明的雷射加工方法，係將集

光點對準板狀的加工對象物的內部，而來照射雷射光，藉此沿著上述加工對象物的切斷預定線，在上述加工對象物的內部形成成為切斷的起點的改質區域，其特徵係包括：

沿著上述切斷預定線來形成排列於上述加工對象物的厚度方向的第 1 改質區域和第 2 改質區域之工序；

沿著上述切斷預定線來形成位於上述第 1 改質區域與上述第 2 改質區域之間的第 3 改質區域之工序。

在此，較理想是在形成上述第 1 改質區域和第 2 改質區域的工序中，沿著上述切斷預定線來形成第 1 改質區域，在形成上述第 1 改質區域之後，沿著上述切斷預定線，形成位於上述第 1 改質區域與在上述加工對象物中射入雷射光的雷射光入射面之間的第 2 改質區域。如此，沿著切斷預定線，在加工對象物的內部形成第 1 改質區域，形成位於第 1 改質區域與雷射光入射面之間的第 2 改質區域，形成位於第 1 改質區域與第 2 改質區域之間的第 3 改質區域，其與按順序在加工對象物的內部形成第 1 改質區域、第 3 改質區域、第 2 改質區域的情況（即，從雷射光入射面的相反側起至雷射光入射面側依次形成改質區域的情況）相比，在切斷加工對象物時，能夠防止切斷面的雷射光入射面側的端部從切斷預定線大幅度地脫離。其原因是因為，例如，加工對象物在平行於其厚度方向且對包括切斷預定線的面傾斜的方向上具有劈開面時，如果按該順序在加工對象物的內部形成第 1 改質區域、第 3 改質區域、第 2 改質區域，則在形成第 2 改質區域時，破裂會從

既成的第 3 改質區域向沿著劈開面的方向大幅度延伸，該破裂會從切斷預定線大幅度脫離而到達至雷射光入射面。

此外，較理想是在形成第 3 改質區域之後，沿著切斷預定線，形成位於第 2 改質區域和第 3 改質區域之間的第 4 改質區域。

藉此，與按照如下順序在加工對象物的內部形成第 1 改質區域、第 2 改質區域、第 4 改質區域、第 3 改質區域的情況相比，在切斷加工對象物時，可以防止切斷面成凸凹狀。其原因是因為：如果按照該順序在加工對象物的內部形成第 1 改質區域、第 2 改質區域、第 4 改質區域、第 3 改質區域，則在形成第 3 改質區域時，由於存在於第 3 改質區域與雷射光入射面之間的第 4 改質區域會引起雷射的散射或吸收等，而不能很好地形成第 3 改質區域，因此，龜裂本身不會被形成，或者從第 3 改質區域延伸的破裂與從相鄰於該第 3 改質區域的改質區域延伸的破裂不連結等的情況。

又，有加工對象物具備半導體基板，改質區域包括熔融處理區域的情況。

又，較理想是包括：以改質區域作為切斷的起點，沿著切斷預定線來切斷加工對象物之工序。藉此，可以沿著切斷預定線來精度良好地切斷加工對象物。

又，較理想是在形成第 3 改質區域的工序中，至少產生跨越第 1 改質區域與第 2 改質區域之間的破裂。此時，因形成排列於加工對象物的厚度方向的第 1 改質區域和第

2 改質區域，在加工對象物的第 1 改質區域和第 2 改質區域之間的部份，往切斷預定線的兩側產生拉伸應力。因此，若形成位於第 1 改質區域和第 2 改質區域之間的第 3 改質區域，則可以該第 3 改質區域為開端產生至少跨越第 1 改質區域和第 2 改質區域之間的破裂。因此，例如，如果在加工對象物的一個面附近形成第 1 改質區域、且在加工對象物的另一個面附近形成第 2 改質區域，則即使在加工對象物的厚度比較厚時，也可以在不增加相對於 1 條切斷預定線應形成的改質區域的列數的情況下，能夠在加工對象物中的在沿著切斷預定線的部份的大致全體上形成破裂。如上所述，即使是在板狀的加工對象物的厚度比較厚時，若利用該雷射加工方法，則亦可縮短在加工對象物上形成改質區域的時間，而且，根據該雷射加工方法可以進行沿著切斷預定線的加工對象物的高精度的切斷。

另外，各改質區域是藉由將集光點對準加工對象物的內部來照射雷射光，而在加工對象物的內部產生多光子吸收和其他的光吸收來形成的。

在本發明的雷射加工方法中，第 3 改質區域可以沿著切斷預定線的大致全體而形成，也可以沿著切斷預定線的一端部份而形成。如上所述，在加工對象物上的第 1 改質區域與第 2 改質區域之間的部份，因為向切斷預定線的兩側產生拉伸應力，所以即使減少位於第 1 改質區域和第 2 改質區域之間的第 3 改質區域的形成，有時破裂也會在第 1 改質區域與第 2 改質區域之間的部份的大致全體上行

進。因此，如果沿著切斷預定線的大致全體來形成第 3 改質區域，則可以防止由於某種原因破裂的行進停止的情況，可以可靠地第 1 改質區域與第 2 改質區域之間的部份的大致全體上形成破裂。另一方面，如果沿著切斷預定線的一端部份形成第 3 改質區域，則可以進一步縮短在加工對象物上形成改質區域的時間，可以在第 1 改質區域和第 2 改質區域之間的部份的大致全體上形成破裂。

在本發明的雷射加工方法中較理想為，上述第 3 改質區域係形成在上述第 1 改質區域和上述第 2 改質區域中，偏靠接近上述加工對象物中射入雷射光的雷射光入射面的一方的改質區域側。若形成位於第 1 改質區域和第 2 改質區域之間的第 3 改質區域，則在開始的期間，破裂會從第 3 改質區域起向第 1 改質區域和第 2 改質區域中靠近第 3 改質區域的改質區域行進，不久之後，破裂就從第 1 改質區域和第 2 改質區域之中遠離雷射光入射面的另一方的改質區域起，向靠近雷射光入射面的一方的改質區域行進（以下，將破裂從另一方的改質區域起行進至一方的改質區域所需要之沿著切斷預定線的距離稱為“助跑距離”）。在此，若以能夠偏靠第 1 改質區域和第 2 改質區域中接近雷射光入射面的一方改質區域側之方式來形成第 3 區域，則可以以比較短的助跑距離，使破裂從遠離雷射光入射面的另一方的改質區域起，往接近雷射光入射面的一方改質區域行進。如此一來，一旦助跑距離變短，則可以以比較小的外力沿著切斷預定線來切斷加工對象物。

在本發明的雷射加工方法中，也有加工對象物具備半導體基板，改質區域包括熔融處理區域的情況。

又，本發明之晶片，係具有大致平行於厚度方向的側面之晶片，其特徵為：

在上述側面上形成有：

排列於上述厚度方向之第 1 改質區域及第 2 改質區域；

位於上述第 1 改質區域和上述第 2 改質區域之間，上述厚度方向的長度短於上述第 1 改質區域及上述第 2 改質區域之第 3 改質區域；

至少跨越上述第 1 改質區域和上述第 2 改質區域之間，且對上述厚度方向傾斜地延伸之華納線（wallner line）。

該晶片可藉由上述本發明之雷射加工方法的使用來取得。在此，厚度方向之第 3 改質區域的長度短於第 1 改質區域和第 2 改質區域是因為：在形成第 3 改質區域之前，由於發生跨越第 1 改質區域和第 2 改質區域之間的破裂，所以在形成第 3 改質區域時，集光點之雷射光的吸收程度會下降所致。此外，之所以華納線（wallner line）對厚度方向傾斜延伸，是因為跨越第 1 改質區域和第 2 改質區域之間的破裂會對厚度方向傾斜前進所致。

另外，華納線（wallner line）是在破裂行進時在大致垂直於其行進方向的方向上延伸地形成。

又，本發明的晶片中，較理想是更具備功能元件，改

質區域包括形成於半導體材料的熔融處理區域。

【圖式簡單說明】

圖 1 是利用本實施形態的雷射加工裝置進行的雷射加工中的加工對象物的平面圖。

圖 2 是沿圖 1 所示的加工對象物的 II-II 線的剖面圖。

圖 3 是利用本實施形態的雷射加工裝置進行的雷射加工後的加工對象物的平面圖。

圖 4 是沿圖 3 所示的加工對象物的 IV-IV 線的剖面圖。

圖 5 是沿圖 3 所示的加工對象物的 V-V 線的剖面圖。

圖 6 是利用本實施形態的雷射加工裝置所切斷的加工對象物的平面圖。

圖 7 是表示本實施形態的雷射加工裝置中的電場強度和裂紋點的大小的關係的圖。

圖 8 是本實施形態的雷射加工裝置的第 1 工序中的加工對象物的剖面圖。

圖 9 是本實施形態的雷射加工裝置的第 2 工序中的加工對象物的剖面圖。

圖 10 是本實施形態的雷射加工裝置的第 3 工序中的加工對象物的剖面圖。

圖 11 是本實施形態的雷射加工裝置的第 4 工序中的

加工對象物的剖面圖。

圖 12 是表示利用本實施形態的雷射加工裝置所切斷的矽晶圓的一部份中的剖面的照片的圖。

圖 13 是表示本實施形態的雷射加工裝置中的雷射的波長與矽基板的內部的透過率之間的關係的圖。

圖 14 是表示作為本發明的第 1 實施方式的雷射加工方法的物件的加工對象物的正面圖。

圖 15 是沿著圖 14 中的 XV-XV 線的局部剖面圖。

圖 16 是用於說明本發明的第 1 實施方式的雷射加工方法的沿著圖 14 中的 XVI-XVI 線的局部剖面圖。

圖 17 是用於說明圖 16 所示的雷射加工方法的後續的圖。

圖 18 (a) 是表示利用現有技術的雷射加工方法的加工對象物的切斷面的圖，圖 18 (b) 是表示利用本發明的第 1 實施方式的雷射加工方法的加工對象物的切斷面的圖。

圖 19 (a) 是表示利用本發明的第 2 實施方式的雷射加工方法的加工對象物的切斷面的圖，圖 19 (b) 是表示利用本發明的第 3 實施方式的雷射加工方法的加工對象物的切斷面的圖。

圖 20 是作為本發明的第 4 實施方式的雷射加工方法的物件的加工對象物的平面圖。

圖 21 是沿著圖 20 所示的 XXI-XXI 線的局部剖面圖。

圖 22 是沿著圖 20 所示的 XXII-XXII 線的局部剖面圖。

圖 23 是沿著圖 20 所示的 XXI-XXI 線的局部剖面圖。

圖 24 是表示沿著圖 20 所示的 XXII-XXII 線的局部剖面的照片的圖。

圖 25 是通過使用本實施形態的雷射加工方法而得到的半導體晶片的側面圖。

圖 26 是沿著圖 20 所示的 XXII-XXII 線的局部剖面圖。

【實施方式】

以下，將參照附圖來詳細地說明本發明的較佳實施方式。本實施形態的雷射加工方法中，為了在加工對象物的內部形成改質區域，利用所謂多光子吸收的現象。於是，首先說明有關利用多光子吸收來形成改質區域用的雷射加工方法。

如果光子的能量 $h\nu$ 比材料吸收的能帶隙 E_G 更小，則形成光學上的透明。因而，在材料上產生吸收的條件是 $h\nu > E_G$ 。但是，即使光學上的透明，如果使雷射光的強度變得非常大，則在 $nh\nu > E_G$ 的條件（ $n=2, 3, 4, \dots$ ）下會在材料上產生吸收。將該現象稱為多光子吸收。脈衝波時，雷射光的強度是由雷射光的集光點的峰值功率密度（ W/cm^2 ）所決定，例如在峰值功率密度為 1×10^8

(W/cm^2) 以上的條件下發生多光子吸收。峰值功率密度是由 (集光點的雷射光的每一脈衝的能量) $\div$ (雷射光的光束點截面積 $\times$ 脈衝寬度) 所求得。另外，連續波時，雷射光的強度是由雷射光的集光點的電場強度 (W/cm^2) 所決定。

參照圖 1～圖 6 來說明有關利用這種多光子吸收的本實施形態的雷射加工方法的原理。如圖 1 所示，在晶圓狀 (板狀) 的加工對象物 1 的表面 3 上，有用於切斷加工對象物 1 的切斷預定線 5。切斷預定線 5 是直線狀延伸的假定線。在本實施形態的雷射加工方法中，如圖 2 所示，在產生多光子吸收的條件下將集光點 P 對準加工對象物 1 的內部來照射雷射光 L，以形成改質區域 7。另外，所謂集光點 P 是指雷射光 L 聚光之處。並且，切斷預定線 5 並不限於直線狀，亦可為曲線狀，且並不限於假定線，亦可為實際上劃在加工對象物 1 上的線。

接著，藉由使雷射光 L 沿著切斷預定線 5 (即，朝圖 1 的箭頭 A 方向) 相對地移動，而使集光點 P 沿著切斷預定線 5 移動。藉此，如圖 3～圖 5 所示，改質區域 7 會沿著切斷預定線 5 來形成於加工對象物 1 的內部，該改質區域 7 會成為切斷起點區域 8。在此，所謂切斷起點區域 8 的意指加工對象物 1 被切斷時成為切斷 (破裂) 的起點的區域。該切斷起點區域 8，有在連續形成改質區域 7 下被形成，也有在斷續形成改質區域 7 下被形成。

本實施形態的雷射加工方法中，在加工對象物 1 的表

面 3 上幾乎不吸收雷射光 L，因此加工對象物 1 的表面 3 不會熔融。

一旦在加工對象物 1 的內部形成切斷起點區域 8，則容易以該切斷起點區域 8 作為起點而產生破裂，因此如圖 6 所示，可以用比較小的力來切斷加工對象物 1。藉此，可不使不必要的破裂產生於加工對象物 1 的表面 3，可以高精度地切斷加工對象物 1。

● 對於以該切斷起點區域 8 為起點的加工對象物 1 的切斷，可考慮下列兩種方式。一種情況是，在切斷起點區域 8 形成之後，藉由在加工對象物 1 上施加人為的力，使得以切斷起點區域 8 作為起點加工對象物 1 破裂，而使加工對象物 1 被切斷。這是，例如，當加工對象物 1 的厚度較大時的切斷。所謂施加人為的力，是指例如沿著加工對象物 1 的切斷起點區域 8 對加工對象物 1 施加彎曲應力或剪切應力，或者藉由對加工對象物 1 賦予溫度差來產生熱應力。另外一種情況是，藉由形成切斷起點區域 8，而以切斷起點區域 8 作為起點來朝向加工對象物 1 的剖面方向（厚度方向）自然地破裂，結果使加工對象物 1 被切斷。這例如當加工對象物 1 的厚度小時，可藉由一系列的改質區域 7 來形成切斷起點區域 8，當加工對象物 1 的厚度大時，可藉由在厚度方向上形成多列的改質區域 7 來形成切斷起點區域 8。另外，即使在這種自然破裂的情況下，在切斷之處，破裂並不會先跑到對應於未形成切斷起點區域 8 的部位，而能夠僅割斷對應於形成切

斷起點區域 8 的部位部份，因此可以良好地控制割斷。近年來，矽晶圓等的加工對象物 1 的厚度有變薄的傾向，因此這種控制性良好的割斷方法是非常有效的。

另外，在本實施形態的雷射加工方法中，作為改質區域有下列（1）～（3）的情況。

（1）改質區域為包含一個或多個裂紋（crack）的裂紋區域的情況

將集光點對準加工對象物（例如玻璃或由 LiTaO_3 製成的壓電材料）的內部，在集光點上的電場強度為 1×10^8 (W/cm^2) 以上且脈衝寬度為 $1\mu\text{s}$ 以下的條件下，照射雷射光。該脈衝寬度的大小滿足如下條件，亦即，使多光子吸收產生的同時不會對加工對象物的表面造成多餘的損傷，可只在加工對象物的內部形成裂紋區域。藉此，在加工對象物的內部發生多光子吸收所產生之光學性損傷的現象。藉由該光學性損傷在加工對象物的內部引起熱形變，藉此在加工對象物的內部形成裂紋區域。電場強度的上限值，例如為 1×10^{12} (W/cm^2)。脈衝寬度較理想是例如 $1\text{ns} \sim 200\text{ns}$ 。另外，利用多光子吸收之裂紋區域的形成，例如記載於第 45 次雷射熱加工研究會議論文集（1998 年 12 月）的第 23 頁～第 28 頁的“利用固體雷射高諧波之玻璃基板的內部標記”中。

本發明人藉由實驗來求取電場強度與裂紋的大小之間的關係。實驗條件如下。

(A) 加工對象物：派熱克斯（註冊商標）玻璃（厚度 $700\mu\text{m}$ ）

(B) 雷射

光源：半導體雷射激發 Nd：YAG 雷射器

波長： 1064nm

雷射光點截面積： $3.14\times 10^{-8}\text{cm}^2$

振盪形態：Q 開關脈衝

重複頻率： 100kHz

脈衝寬度： 30ns

輸出：輸出 $<1\text{mJ}$ /脈衝

雷射光品質： TEM_{00}

偏光特性：直線偏光

(C) 聚光用透鏡

對雷射光波長的透過率： 60%

(D) 載置加工對象物的載置台的移動速度： 100mm/秒

另外，所謂雷射光品質為 TEM_{00} ，意思是指聚光性高且可聚光至雷射光的波長程度。

圖 7 是表示上述實驗的結果的圖表。橫軸為峰值功率密度，雷射光為脈衝雷射光，因此電場強度以峰值功率密度來表示。縱軸是表示藉由 1 個脈衝的雷射光在加工對象物的內部所形成的裂紋部份（裂紋點）的大小。裂紋點集中而形成裂紋區域。裂紋點的大小，是指裂紋點的形狀中為最大的長度的部份的大小。圖中的黑圓點所表示的資料

是聚光用透鏡（C）的倍率為 100 倍、數值孔徑（NA）為 0.80 的情形。另一方面，圖中的白圓點所表示的資料是聚光用透鏡（C）的倍率為 50 倍、數值孔徑（NA）為 0.55 的情形。可知從峰值功率密度為 10^{11} （W/cm²）左右開始在加工對象物的內部產生裂紋點，隨著峰值功率密度變大，裂紋點也變大。

下面，將參照圖 8～圖 11 來說明有關利用裂紋區域形成之加工對象物的切斷機構。如圖 8 所示，在產生多光子吸收的條件下，將集光點 P 對準加工對象物 1 的內部，在加工對象物 1 上照射雷射光 L，沿著切斷預定線在內部形成裂紋區域 9。裂紋區域 9 是包含一個或多個裂紋的區域。如此形成的裂紋區域 9 成為切斷起點區域。如圖 9 所示，以裂紋區域 9 作為起點（即，以切斷起點區域作為起點）裂紋更進一步成長，如圖 10 所示，裂紋到達加工對象物 1 的表面 3 和背面 21，如圖 11 所示，藉由加工對象物 1 破裂來切斷加工對象物 1。到達加工對象物 1 的表面 3 和背面 21 的裂紋，有自然成長，也有藉由在加工對象物 1 上施加力而成長的情況。

（2）改質區域為熔融處理區域的情況

將集光點對準加工對象物（例如矽那樣的半導體材料）的內部，在集光點的電場強度為 1×10^8 （W/cm²）以上且脈衝寬度為 1μs 以下的條件下，照射雷射光。藉此，加工對象物的內部會藉由多光子吸收而被局部加熱。藉由

該加熱在加工對象物的內部形成熔融處理區域。所謂熔融處理區域，是指暫時熔融後再固化了的區域，或熔融狀態的區域，或從熔融狀態再固化的狀態的區域，亦可以指相變化的區域或晶體結構發生變化的區域。並且，熔融處理區域亦可以指：在單晶體結構、非結晶結構、多晶體結構中，某種結構變化成另一種結構的區域。即，例如意味著，從單晶體結構變化為非結晶結構的區域、從單晶體結構變化為多晶體結構的區域、從單晶體結構變化為包括非結晶結構及多晶體結構的結構的區域。加工對象物為矽單晶體結構時，熔融處理區域例如為非結晶矽結構。電場強度的上限值，例如為 1×10^{12} (W/cm²)。脈衝寬度較理想是例如 1ns ~ 200ns。

本發明人藉由實驗確認了在矽晶圓（半導體基板）的內部形成熔融處理區域。實驗條件如下。

（A）加工對象物：矽晶圓（厚度 350μm，外徑 4 英寸）

（B）雷射

光源：半導體雷射激發 Nd：YAG 雷射器

波長：1064nm

雷射光點截面積： 3.14×10^{-8} cm²

振盪形態：Q 開關脈衝

重複頻率：100kHz

脈衝寬度：30ns

輸出：20μJ/脈衝

雷射光品質：TEM₀₀

偏光特性：直線偏光

(C) 聚光用透鏡

倍率：50 倍

N.A.：0.55

對雷射光波長的透過率：60%

(D) 載置加工對象物的載置台的移動速度：100mm/秒

圖 12 是表示藉由在上述條件下的雷射加工而被切斷的矽晶圓的一部份的剖面照片。在矽晶圓 11 的內部形成有熔融處理區域 13。另外，利用上述條件形成的熔融處理區域 13 的厚度方向的大小為 100 μ m 左右。

說明藉由多光子吸收來形成熔融處理區域 13 的情形。圖 13 是表示雷射光的波長與矽基板的內部的透過率之間的關係的圖。但是，除去了矽基板的表面側及背面側各自的反射成分，僅表示內部的透過率。分別針對矽基板的厚度 t 為 50 μ m、100 μ m、200 μ m、500 μ m、1000 μ m 來表示上述關係。

例如，在 Nd：YAG 雷射的波長 1064nm 處，矽基板的厚度為 500 μ m 以下的情況下，可知在矽基板的內部雷射透過 80% 以上。圖 12 所示的矽晶圓 11 的厚度為 350 μ m，因此利用多光子吸收的熔融處理區域 13 是形成在矽晶圓 11 的中心附近，即，從表面起 175 μ m 的部份上。此時的透過率如果參考厚度 200 μ m 的矽晶圓，則由

於成為 90%以上，因此在矽晶圓 11 的內部被吸收的雷射很少，幾乎全部透過。這意味著，並非在矽晶圓 11 的內部吸收雷射，在矽晶圓 11 的內部形成了熔融處理區域 13（即，以利用雷射光的通常加熱來形成熔融處理區域），而是藉由多光子吸收來形成熔融處理區域 13。利用多光子吸收之熔融處理區域的形成，例如記載於焊接學會全國大會講演概要第 66 集（2000 年 4 月）的第 72 頁～第 73 頁的“利用微微（pico）秒脈衝雷射之矽的加工特性評價”中。

另外，以藉由熔融處理區域所形成的切斷起點區域為起點，朝向剖面方向產生破裂，該破裂會到達矽晶圓的表面和背面，藉此矽晶圓被最終切斷。到達矽晶圓的表面和背面的該破裂，有自然成長，也有藉由在矽晶圓上施加力而成長的情形。並且，破裂從切斷起點區域到矽晶圓的表面和背面是自然成長時，有下列的任何一種情況：從形成切斷起點區域的熔融處理區域發生熔融的狀態開始起破裂成長的情況；和，從形成切斷起點區域的熔融處理區域發生熔融的狀態開始起再固化時破裂成長的情況。但是，無論哪種情況，熔融處理區域均僅在矽晶圓的內部形成，在切斷後的切斷面中，如圖 12 所示，僅在內部形成熔融處理區域。若如此在加工對象物的內部藉由熔融處理區域來形成切斷起點區域，則割斷時不容易產生脫離切斷起點區域線的不必要破裂，因此割斷控制變得容易。附帶說明，熔融處理區域的形成不僅有利用多光子吸收的情況，也有

利用其他吸收作用的情況。

（3）改質區域為折射率變化區域的情況

將集光點對準加工對象物（例如玻璃）的內部，在集光點的電場強度為 1×10^8 (W/cm^2) 以上且脈衝寬度為 1ns 以下的條件下，照射雷射光。如果使脈衝寬度極短，而使多光子吸收產生於加工對象物的內部，則利用多光子吸收的能量不會轉化成熱能，在加工對象物的內部引起離子價變化、結晶化、或極化取向等的永久性的結構變化，而形成折射率變化區域。電場強度的上限值，例如為 $\times 10^{12}$ (W/cm^2)。脈衝寬度較理想是例如 1ns 以下，更理想是 1ps 以下。利用多光子吸收之折射率變化區域的形成，例如記載於第 42 次雷射熱加工研究會論文集（1997 年 11 月）的第 105 頁～第 111 頁的“利用飛秒（1000 兆分之 1 秒）雷射照射之對玻璃內部的光致結構的形成”中。

以上在改質區域方面說明了（1）～（3）的情形，但是如果考慮到晶圓狀的加工對象物的晶體結構或其劈開性等來以如下方式形成切斷起點區域，則可將該切斷起點區域作為起點，用更小的力，且精度良好地切斷加工對象物。

亦即，由矽等的鑽石結構的單晶半導體所形成的基板時，較理想是在沿著（111）面（第 1 劈開面）或（110）面（第 2 劈開面）的方向上形成切斷起點區域。又，由 GaAs 等的閃鋅礦型結構的 III-V 族化合物半導體所形成的

基板時，較理想是在沿著（110）面的方向上形成切斷起點區域。又，具有藍寶石（ Al_2O_3 ）等的六方晶系的晶體結構的基板時，較理想是以（0001）面（C面）為主面在沿著（1120）面（A面）或（1100）面（M面）的方向上形成切斷起點區域。

另外，如果沿著應形成上述切斷起點區域的方向（例如，沿著單晶矽基板的（111）面的方向）、或與應形成切斷起點區域的方向正交的方向，在基板上形成定向平面（orientation flat），則藉由以該定向平面作為基準，可以容易且正確地在基板上形成沿著應形成切斷起點區域的方向的切斷起點區域。

其次，說明有關本發明的較理想實施方式。

[第1實施方式]

如圖14和圖15所示，加工對象物1具備矽晶圓11，及包含多個功能元件15來形成於矽晶圓11的表面11a上的功能元件層16。矽晶圓11是具有在與其厚度方向t不同的方向上破裂容易延伸的結晶方位。具體而言，矽晶圓11是具有平行於其厚度方向且沿著對包括後述的切斷預定線5的面傾斜的方向的劈開面的結晶結構體，破裂容易沿著該解劈開面的方向延伸。在此，矽晶圓11以其表面11a為（111）面。

功能元件15是例如藉由晶體成長所形成的半導體動作層、光電二極體等的受光元件、雷射二極體等的發光元

件、或者作為電路而形成的電路元件等，在平行於或垂直於矽晶圓 11 的定向平面 6 的方向上以矩陣狀形成有多個。這樣的加工對象物 1 是沿著以能夠通過相鄰的功能元件間的方式被設定成格子狀的切斷預定線 5（參照圖 14 的虛線）來藉由雷射加工切斷，形成微小晶片，即分離式元件（discrete devices）。

切斷該加工對象物 1 時，首先，例如將擴張膠帶粘貼於加工對象物 1 的背面 21。接著，以加工對象物 1 的表面 3 作為雷射光入射面，將集光點對準矽晶圓 11 的內部，從該雷射光入射面 11a 照射雷射光，沿著各切斷預定線 5 形成將成為切斷起點的改質區域。然後，使擴張膠帶擴張。藉此，以改質區域為切斷的起點，沿著切斷預定線 5，按照每個功能元件 15 精度優良地切斷加工對象物 1，使多個半導體晶片互相分離。另外，改質區域除了熔融處理區域以外，也有包括裂紋區域等時。

在此，更詳細說明有關上述改質區域的形成。

首先，如圖 16（a）所示，將集光點對準矽晶圓 11 的內部，而向加工對象物 1 上照射雷射光，使集光點沿著切斷預定線 5 相對移動，藉此，沿著切斷預定線 5 在加工對象物 1 的內部形成一系列改質區域 M1。在此，改質區域 M1 位於矽晶圓 11 的內部的背面 21 附近。

接著，如圖 16（b）所示，將集光點對準矽晶圓 11 的內部，向加工對象物 1 上照射雷射光，使集光點沿著切斷預定線 5 相對移動，藉此，沿著切斷預定線 5 在加工對

象物 1 的內部形成一系列位於改質區域 M1 和雷射光入射面 3 之間的改質區域 M2。在此，改質區域 M2 是位於矽晶圓 11 的內部的表面 3 附近。

接著，如圖 17 (a) 所示，將集光點對準矽晶圓 11 的內部，向加工對象物 1 上照射雷射光，使集光點沿著切斷預定線 5 相對移動，藉此，沿著切斷預定線 5 在加工對象物 1 的內部形成一系列位於改質區域 M1 和改質區域 M2 之間的改質區域 M3。在此，改質區域 M3 是位於矽晶圓 11 的內部的，改質區域 M1 和改質區域 M2 之間的背面 21 側。

接著，如圖 17 (b) 所示，將集光點對準矽晶圓 11 的內部，向加工對象物 1 上照射雷射光，使集光點沿著切斷預定線 5 相對移動，藉此，沿著切斷預定線 5 在加工對象物 1 的內部形成一系列位於改質區域 M2 和改質區域 M3 之間的改質區域 M4。在此，改質區域 M4 位於矽晶圓 11 的內部的改質區域 M2 和改質區域 M3 之間。

可是，就以往的雷射加工方法而言，為了防止由在加工對象物 1 中位於射入射雷射光的表面 3 與雷射光的集光點之間的改質區域引起的雷射的散射和吸收等，一般是從背面 21 側到表面 3 側依次在加工對象物 1 的內部形成多列改質區域，亦即依次在加工對象物 1 的內部形成改質區域 M1、改質區域 M3、改質區域 M4、改質區域 M2。但是，這種情況下，在切斷加工對象物 1 時，切斷面的表面 3 側的端部會大幅度脫離切斷預定線 5，該端部會成裙狀

凹陷或成裙狀突出（參照圖 18（a））。

於是，本發明者們經過反覆的專心研究的結果，發現了在切斷加工對象物 1 時切斷面的表面 3 側的端部會大幅度脫離切斷預定線 5 是由於以下的現象引起的。即，如果在加工對象物 1 的內部按照以下順序形成多列改質區域 M1、改質區域 M3、改質區域 M4、改質區域 M2，則在形成改質區域 M2 時，從相鄰於該改質區域 M2 的既成改質區域 M4 起在沿著矽晶圓 11 的劈開面的方向上將產生破裂，或者，從改質區域 M4 延伸的破裂會在沿著劈開面的方向上大幅度地成長，該破裂會從切斷預定線 5 大幅度脫離而到達表面 3。若如此從背面 21 側起向表面 3 側依次形成多列改質區域，則在形成改質區域 M2 時，從既成的改質區域 M3 起在沿著矽晶圓 11 的劈開面的方向上將產生破裂，或者，從改質區域 M3 延伸的破裂會在沿著劈開面的方向上大幅度地成長，該破裂會從切斷預定線 5 大幅度脫離而到達表面 3。因此，在切斷加工對象物 1 時切斷面的表面 3 側的端部會大幅度脫離切斷預定線 5。

本發明人基於上述的知識，經過進一步的反覆研究後，如上所述，沿著切斷預定線 5，在加工對象物 1 的內部形成改質區域 M1，形成位於改質區域 M1 和加工對象物 1 的表面 3 之間的改質區域 M2，形成位於改質區域 M1 和改質區域 M2 之間的改質區域 M3。換言之，在加工對象物 1 的內部，按照距離表面 3 深的位置、淺的位置的順序形成改質區域後，再在這些改質區域之間的中間位置形

成改質區域。

藉此，可以抑制上述現象，即，可以抑制破裂大幅度脫離切斷預定線 5 而到達加工對象物 1 的表面 3 的現象，並且，與在加工對象物 1 的內部按照如下順序形成多列改質區域 M1、改質區域 M3、改質區域 M4、改質區域 M2 的情況相比，能夠防止在切斷加工對象物 1 時切斷面的表面 3 側的端部大幅度脫離切斷預定線 5 的情況的發生。其結果是，如圖 18 (b) 所示，即使加工對象物是具有平行於其厚度方向且沿著對包括切斷預定線的面傾斜的方向的劈開面的晶體結構體，也可以抑制切斷面的表面側成裙狀突出，可以提高切斷面的端面品質。

另一方面，在按照如下順序在加工對象物 1 的內部形成改質區域 M1、改質區域 M2、改質區域 M4、改質區域 M3 的情況下，切斷加工對象物 1 時切斷面會形成凸凹狀。這是因為：在這種情況中，形成改質區域 M3 時，在存在於形成的改質區域 M3 和表面 3 之間的改質區域 M4，雷射光會發生散射和吸收等，而造成不能很好地形成改質區域 M3，因此，龜裂本身不會被形成，或者從改質區域 M3 延伸的破裂與從相鄰於該改質區域 M3 的改質區域 M1、M4 延伸的破裂不會連結等的情况。

但是，在本實施形態的雷射加工方法中，如上所述，在形成改質區域 M3 後，沿著切斷預定線 5，在加工對象物 1 的內部形成位於改質區域 M2 和改質區域 M3 之間的改質區域 M4，因此與在加工對象物 1 的內部按照如下順

序形成多列改質區域 M1、改質區域 M2、改質區域 M4、改質區域 M3 的情況相比，可以可靠地連結從改質區域 M3 延伸的破裂與從相鄰的改質區域 M1、M4 延伸的破裂，可以防止在切斷加工對象物 1 時切斷面變成凸凹狀。其結果是，即使加工對象物是具有平行於其厚度方向且沿著傾斜於包括切斷預定線的面的方向的劈開面的結晶結構體，也可以沿著切斷預定線在其厚度方向上比較筆直地切斷加工對象物，可以進一步提高切斷面的端面品質。

[第 2 實施方式]

接著，對本發明的第 2 實施方式的雷射加工方法進行說明。該第 2 實施方式的雷射加工方法與圖 16 和圖 17 所示的第 1 實施方式的雷射加工方法的不同點是，沒有形成改質區域 M4。具體而言，在第 2 實施方式的雷射加工方法中，是沿著切斷預定線，在加工對象物的內部，在離雷射光入射面較深的位置上形成改質區域，然後在離雷射光入射面較淺的位置上形成改質區域，之後在它們之間形成改質區域，然後進行切斷。此情況中，如圖 19 (a) 所示，在切斷加工對象物時，亦可發揮與上述同樣的作用效果，即，防止切斷面的雷射光入射面側的端部大幅度地從切斷預定線脫離。

[第 3 實施方式]

接著，對本發明的第 3 實施方式的雷射加工方法進行

說明。該第 3 實施方式的雷射加工方法與圖 16 和圖 17 所示的第 1 實施方式的雷射加工方法的不同點是，在形成改質區域 M1 之前，從雷射光入射面的相反側起向雷射光入射面側依次形成多個改質區域。具體而言，在第 3 實施方式的雷射加工方法中，例如，使用厚度 $250\mu\text{m}$ 的加工對象物，沿著切斷預定線，在加工對象物的內部，以雷射光入射面為厚度方向的基準（ $0\mu\text{m}$ 的位置）從 $67\mu\text{m}$ 的位置到 $23\mu\text{m}$ 的位置依次形成多列的即 11 列的改質區域，在 $7\mu\text{m}$ 的位置上形成第 12 列改質區域，在 $13.5\mu\text{m}$ 的位置上形成第 13 列改質區域，在 $10\mu\text{m}$ 的位置上形成第 14 列改質區域，然後進行切斷。此種情況中，如圖 19（b）所示，在切斷加工對象物時，亦可發揮與上述同樣的作用效果，即，防止切斷面的雷射光入射面側的端部大幅度地從切斷預定線脫離。

[第 4 實施方式]

如圖 20 和圖 21 所示，加工對象物 1 是具備厚度為 $200\mu\text{m}$ 的矽晶圓（半導體基板）11，及包含多個功能元件 15 來形成於矽晶圓 11 的表面的功能元件層 16。功能元件 15 是例如藉由晶體成長所形成的半導體動作層、光電二極體等的受光元件、雷射二極體等的發光元件、或者作為電路形成的電路元件等，在平行於或垂直於矽晶圓 11 的定向平面 6 的方向上以矩陣狀形成有多個。

將具有如上構成的加工對象物 1 以如下的方式按照每

個功能元件 15 進行切斷。首先，在加工對象物 1 的表面 3（即，功能元件層 16 的表面）上粘貼保護膠帶，在藉由保護膠帶來保護功能元件層 16 的狀態下，在雷射加工裝置的載置台上，固定保持著加工對象物 1 的保護膠帶。接著，以能夠通過相鄰的功能元件 15，15 之間的方式，將切斷預定線 5 設定為格子狀。然後，以加工對象物 1 的背面 21（即，矽晶圓 11 的背面）作為雷射光入射面，將集光點對準矽晶圓 11 的內部，且在產生多光子吸收的條件下照射雷射光，藉此沿著各切斷預定線 5 在矽晶圓 11 的內部形成熔融處理區域。在此，沿著各切斷預定線 5 在加工對象物 1 的厚度方向上形成 3 列熔融處理區域。接著，將固定在載置台上的膠帶與加工對象物 1 一起實施分離。然後，在加工對象物 1 的背面 21 粘貼擴張膠帶，從功能元件層 16 的表面剝離保護膠帶後，使擴張膠帶擴張，而沿著切斷預定線 5 來切斷加工對象物 1，且使藉由切斷而得到的多個半導體晶片互相分離。

在此，對上述熔融處理區域的形成進行更詳細的說明。

首先，如圖 22（a）所示，將集光點對準於距離加工對象物 1 的背面 21 的距離為 $68\mu\text{m}$ 的位置，而來照射雷射光，藉此沿著各切斷預定線 5 在矽晶圓 11 的內部形成熔融處理區域（第 1 改質區域） 13_1 。接著，將集光點對準於距離加工對象物 1 的背面 21 的距離為 $195\mu\text{m}$ 的位置，而來照射雷射光，藉此沿著各切斷預定線 5 在矽晶圓

11 的內部形成熔融處理區域（第 2 改質區域） 13_2 。作為形成熔融處理區域 13_1 、 13_2 時的雷射的照射條件的具體例，有雷射的能量為 0.68W ，沿著切斷預定線 5 的雷射光的集光點的移動速度為 350mm/s 。另外，還有到達至加工對象物 1 的背面 21 的破裂是從熔融處理區域 13_1 起產生的情況，以及到達至加工對象物 1 的表面 3 的破裂是從熔融處理區域 13_2 起產生的情況。

在形成熔融處理區域 13_1 、 13_2 之後，將集光點對準於距離加工對象物 1 的背面 21 的距離為 $160\mu\text{m}$ 的位置，而來照射雷射光，藉此沿著各切斷預定線 5 在矽晶圓 11 的內部形成熔融處理區域（第 3 改質區域） 13_3 。作為形成熔融處理區域 13_3 時的雷射的照射條件的具體例，有雷射的能量為 0.68W ，沿著切斷預定線 5 的雷射光的集光點的移動速度為 600mm/s 。另外，亦有在熔融處理區域 13_1 、 13_2 、 13_3 中混在裂紋的情況。

此時，熔融處理區域 13_3 是形成在熔融處理區域 13_1 、 13_2 中偏靠雷射光入射面即背面 21 附近的熔融處理區域 13_1 的一側。藉此，在開始的期間，破裂 24 會從熔融處理區域 13_3 起行進至熔融處理區域 13_1 、 13_2 中靠近熔融處理區域 13_3 的熔融處理區域 13_1 ，不久，如圖 22 (b) 所示，破裂 24 會從熔融處理區域 13_1 、 13_2 中遠離雷射光入射面即背面 21 的熔融處理區域 13_2 起，行進至靠近雷射光入射面即背面 21 的熔融處理區域 13_1 。

這樣，藉由熔融處理區域 13_3 的形成來產生跨越熔融

處理區域 13_1 、 13_2 之間的破裂 24，如圖 23 所示，是因為形成排列於加工對象物 1 的厚度方向的熔融處理區域 13_1 、 13_2 ，而在加工對象物 1 上的熔融處理區域 13_1 、 13_2 之間的部份，朝向切斷預定線 5 的兩側產生拉伸應力而導致的。也就是說，因為該拉伸應力的存在，形成於加工對象物 1 的熔融處理區域 13_1 、 13_2 之間的部份的熔融處理區域 13_3 變成起點，而發生跨越熔融處理區域 13_1 、 13_2 之間的破裂 24。

另外，如圖 22 (b) 所示，助跑距離 D (即，破裂 24 從熔融處理區域 13_2 行進至熔融處理區域 13_1 所需之沿著切斷預定線 5 的距離) 通過後，加工對象物 1 的厚度方向之熔融處理區域 13_3 的長度會變得短於熔融處理區域 13_1 、 13_2 。這是因為在形成熔融處理區域 13_3 之前發生跨越熔融處理區域 13_1 、 13_2 之間的破裂 24，因而在形成熔融處理區域 13_3 時集光點上的雷射光的吸收程度會下降所致。附帶說明，在適用上述雷射的照射條件時，助跑距離 D 為 $100\mu\text{m}$ 左右。

此外，熔融處理區域 13_3 可以沿著切斷預定線 5 的大致全體形成，也可以僅在切斷預定線 5 的某些地方形成。如後者那樣，儘管照射了雷射光還是出現未形成熔融處理區域 13_3 之處是因為，雷射光的吸收程度由於破裂而降低，因而未達到用以形成熔融處理區域 13_3 的加工能量所致。由於這樣的理由，有時僅在加工對象物 1 的一端部份形成熔融處理區域 13_3 。

但是，由於以下的理由，較理想是雷射的集光點從加工對象物 1 的切斷預定線 5 的一端移動至另一端。亦即，雖希望破裂沿著切斷預定線 5 的大致全體形成，但是如前所述，由於出現未形成熔融處理區域 13₃ 之處等的理由，也有產生暫時不發生破裂之處的情況。於是，藉由在切斷預定線 5 的全部上照射雷射光，可以使破裂在切斷預定線 5 的各個部份上產生，從而可以進行加工對象物 1 的高精度的切斷。

如上所述，由於熔融處理區域 13₁ 會被形成於加工對象物 1 的背面 21 附近，且熔融處理區域 13₂ 會被形成於加工對象物 1 的表面 3 附近，因此，即使是在 200 μ m 以上這樣的加工對象物 1 的厚度比較厚的情況時，也可以不增加相對於 1 條切斷預定線 5 所應形成的熔融處理區域 13 的列數，在加工對象物 1 中沿著切斷預定線 5 的部份的大致全體形成破裂 24。因此，即使是在加工對象物 1 的厚度比較厚的情況時，也可以縮短對加工對象物 1 形成熔融處理區域 13 的時間，可沿著切斷預定線 5 精度良好地切斷加工對象物 1。

而且，熔融處理區域 13₃ 只不過是用以使跨越熔融處理區域 13₁、13₂ 之間的破裂 24 的開端發生，因此相較於形成熔融處理區域 13₁、13₂ 時之沿著切斷預定線 5 的雷射光的集光點的移動速度，可以提高形成熔融處理區域 13₃ 時之沿著切斷預定線 5 的雷射光的集光點的移動速度。

此外，如圖 24 (a) 所示，熔融處理區域 13₃ 是形成

在熔融處理區域 13_1 、 13_2 中偏靠雷射光入射面亦即背面 21 附近的熔融處理區域 13_1 的一側。藉此，如圖 24 (b) 所示，相較於熔融處理區域 13_3 形成在熔融處理區域 13_1 、 13_2 中偏靠遠離雷射光入射面即背面 21 的熔融處理區域 13_2 的一側時，可以較短的助跑距離 D 來使破裂從熔融處理區域 13_2 向熔融處理區域 13_1 行進。若如此助跑距離 D 變短，則與助跑距離 D 較長時比較之下，可以較小的外力沿著切斷預定線 5 來切斷加工對象物 1。另外，在圖 24 (a)、(b) 中，與圖 22 (a)、(b) 的情況相反，使雷射光的集光點沿著切斷預定線 5 從右向左移動。

圖 25 是藉由上述本實施形態的雷射加工方法所取得的半導體晶片 (晶片) 25 的側面圖。半導體晶片 25 是矩形薄板狀，在大致平行於其厚度方向的側面 25a 上，形成有排列於半導體晶片 25 的厚度方向的熔融處理區域 13_1 、 13_2 以及位於熔融處理區域 13_1 、 13_2 之間的熔融處理區域 13_3 。在半導體晶片 25 的厚度方向上的熔融處理區域 13_3 的長度，如上所述，短於熔融處理區域 13_1 、 13_2 。具體而言，在適用上述雷射的照射條件時，於半導體晶片 25 的厚度方向，熔融處理區域 13_1 的長度為 $20 \sim 25 \mu\text{m}$ 、熔融處理區域 13_2 的長度為 $25 \sim 30 \mu\text{m}$ ，相對的，熔融處理區域 13_3 的長度為 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 。

而且，在半導體晶片 25 的側面 25a 上形成有橫跨熔融處理區域 13_1 、 13_2 之間的華納線 (wallner line) 26。如圖 22 (a)、(b) 所示，在破裂 24 行進時，華納線

(wallner line) 是在大致垂直於其行進方向的方向上延伸，因此成傾斜於半導體晶片 25 的厚度方向地延伸（參照圖 24 (a) 、 (b) ）。

以上對本發明的較理想實施方式進行了說明，但本發明並不限於上述實施方式。

例如，在上述實施方式中，雖加工對象物是使用具備其表面為 (111) 面的矽晶圓 11 的加工對象物 1，但也可以是具備在不同於厚度方向的方向上具有劈開面的矽晶圓者，或具備具有厚度方向上的劈開面的矽晶圓者。

此外，也可以不是矽晶圓 11，而是例如鎵砷等的半導體化合物材料、壓電材料、藍寶石等的具有結晶性的材料。

此外，在上述實施方式中，雷射光的照射條件並非限於脈衝距 (pulse pitch) 寬度和輸出等，亦可為各種照射條件。例如，雷射光的照射條件可以是使雷射的脈衝距變窄、提高輸出或者將它們組合等的破裂比較難以延伸的條件，此時可以抑制破裂的成長。

此外，在上述實施方式中，在形成熔融處理區域 13₁、13₂ 中靠近雷射光入射面的熔融處理區域 13₁ 之後，形成遠離雷射光入射面的熔融處理區域 13₂，但是熔融處理區域 13₁、13₂ 的形成順序也可以相反，或者也可以同時形成。

此外，如圖 26 所示，也可以形成多列（這裏為 2 列）位於熔融處理區域 13₁、13₂ 之間的熔融處理區域

13₃。藉此，在圖 22 (b) 所示的狀態下不產生破裂 24 的區域 R 中，可以增補成為破裂的起點的熔融處理區域 13₃，可以用更小的外力沿著切斷預定線 5 切斷加工對象物 1。

此外，如 250 μ m 以上般，加工對象物 1 的厚度更厚時，可以形成多列（例如 2 列）熔融處理區域 13₁、13₂ 中靠近雷射光入射面的熔融處理區域 13₁，或者形成多列（例如 2 列）遠離雷射光入射面的熔融處理區域 13₂。

此外，在上述實施方式中，在由半導體材料形成的晶片的內部形成熔融處理區域，但也可以在由玻璃或壓電材料等其他材料形成的晶片的內部形成裂紋區域或折射率變化區域等其他的改質區域。

若利用本發明，則可進行沿著切斷預定線之加工對象物的高精度切斷。

【符號說明】

- 1：加工對象物
- 3：表面
- 5：切斷預定線
- 6：定向平面
- 7：改質區域
- 8：切斷起點區域
- 9：裂紋區域
- 11：矽晶圓

11a：表面

13：溶融處理區域

15：功能元件

16：功能元件層

21：背面

24：破裂

25：半導體晶片

25a：側面

26：華納線

P：集光點

L：雷射光

M1：改質區域

M2：改質區域

M3：改質區域

M4：改質區域

D：助跑距離

發明摘要

※申請案號：103129583 (由96124130分割)

※申請日：096年07月03日

※IPC分類：H01L 21/312 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

雷射加工方法及晶片

【中文】

本發明是在於提供一種雷射加工方法，其係可沿著切斷預定線來高精度切斷加工對象物。

亦即，將集光點對準矽晶圓（11）的內部，而對加工對象物（1）照射雷射光，且使集光點沿著切斷預定線（5）相對移動，藉此，沿著切斷預定線（5）來分別形成位於加工對象物（1）的內部的改質區域（M1）、（M2）之後，在加工對象物（1）的內部形成位於改質區域（M1）和改質區域（M2）之間的改質區域（M3）。

【英文】

申請專利範圍

1. 一種晶片，係具有大致平行於厚度方向的側面，自基板切斷而形成之晶片，其特徵為：

上述側面係藉由從上述基板的表面到背面的破裂所形成的切斷面，具有藉由雷射的照射所形成的改質區域，

在上述側面上形成有：

排列於上述厚度方向之第 1 改質區域及第 2 改質區域；

位於上述第 1 改質區域和上述第 2 改質區域之間，上述厚度方向的長度短於上述第 1 改質區域及上述第 2 改質區域之第 3 改質區域；

至少跨越成連續於上述第 1 改質區域和上述第 2 改質區域之間，且對上述厚度方向傾斜於同側延伸之複數的華納線，

上述華納線，係於上述基板中，形成上述第 3 改質區域而使跨越上述第 1 改質及第 2 改質區域間的破裂進展，藉此形成。

圖式

圖1

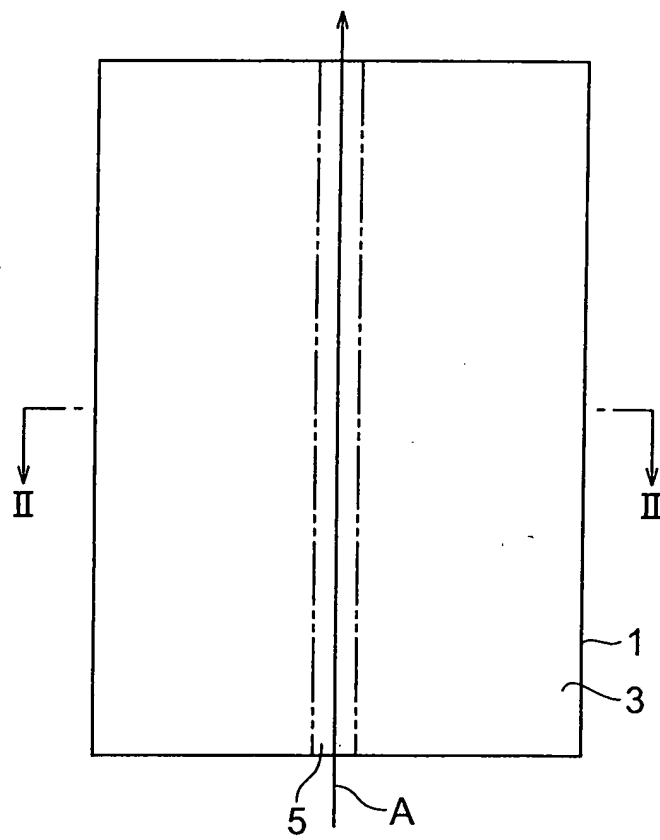


圖2

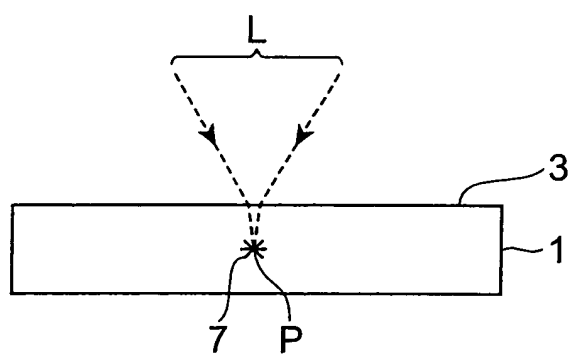


圖3

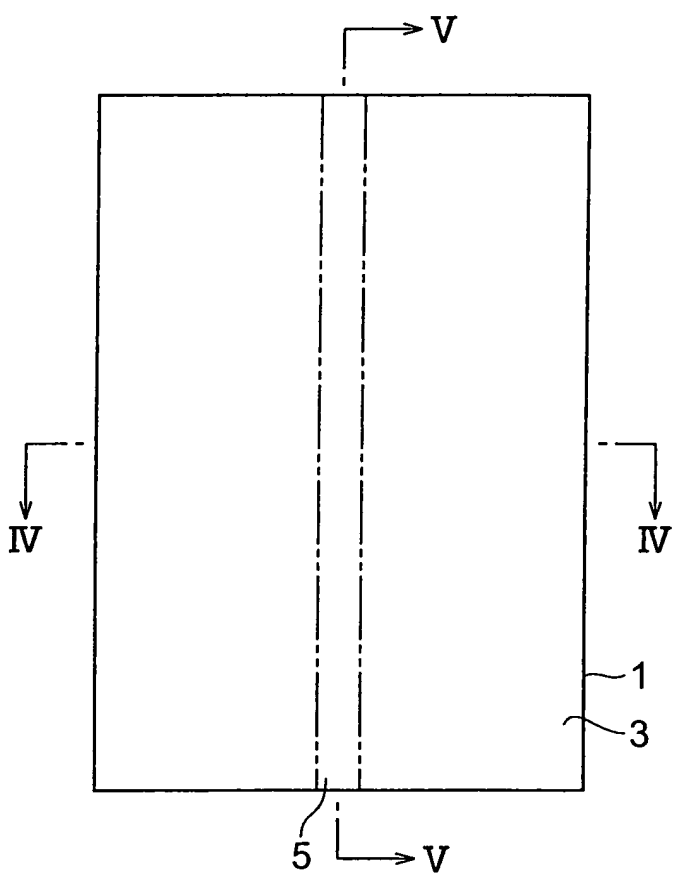


圖4

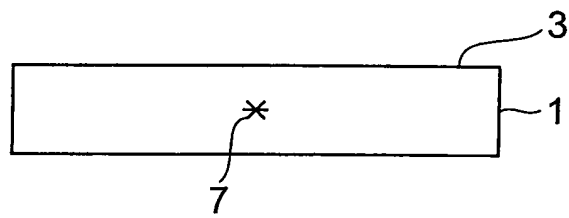


圖5

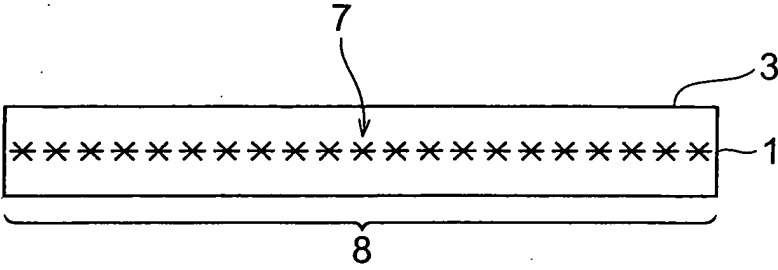


圖6

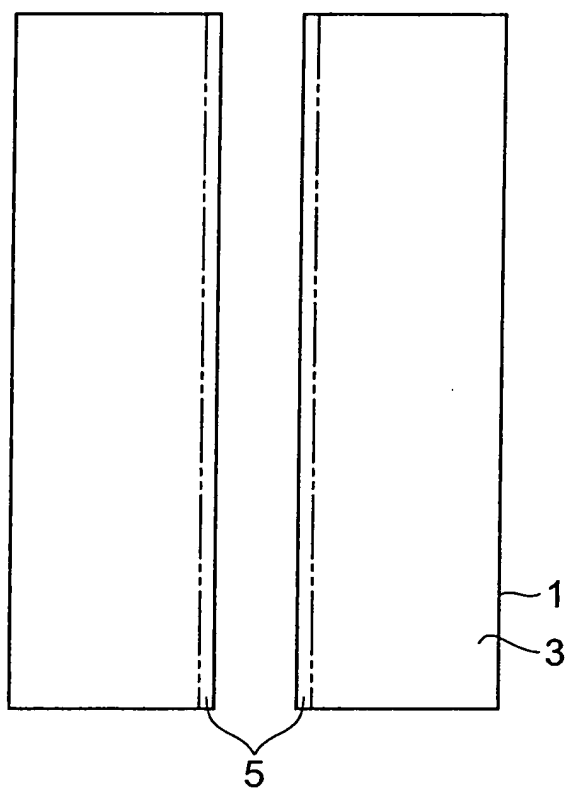


圖7

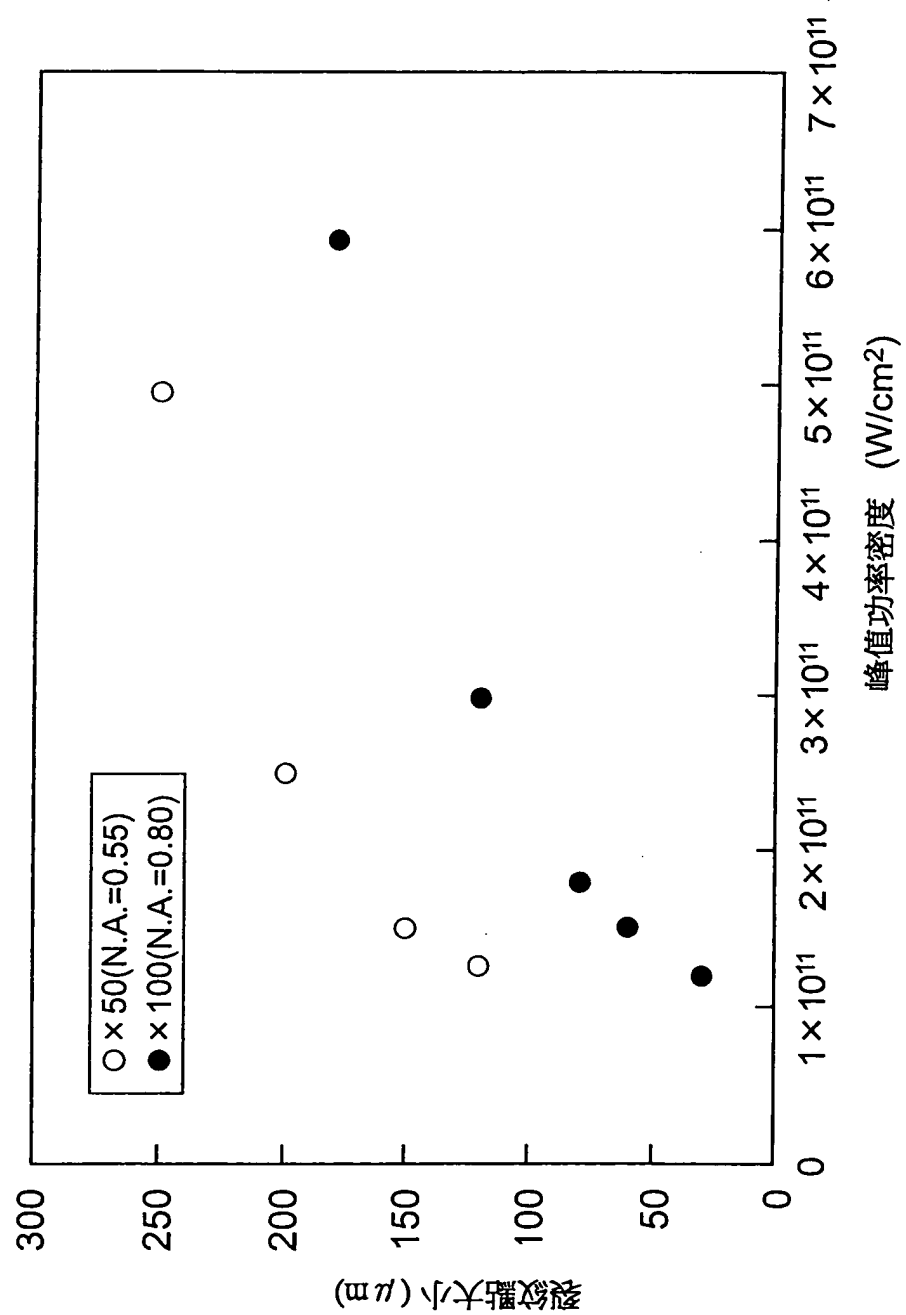


圖 8

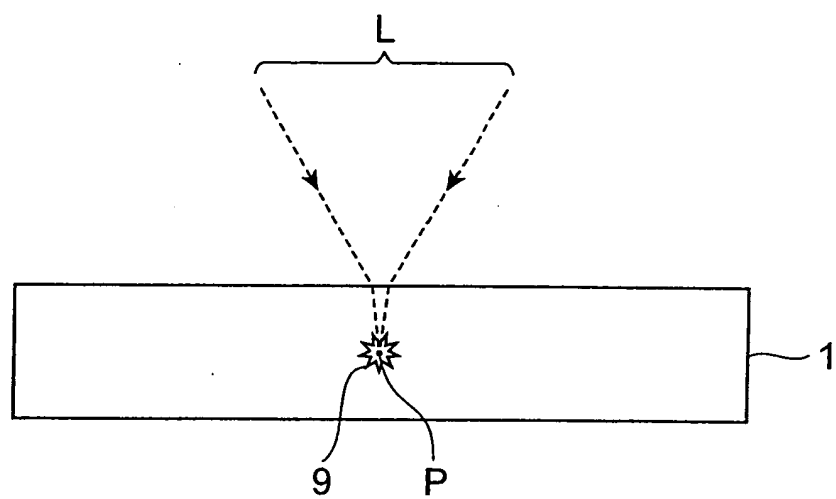


圖9

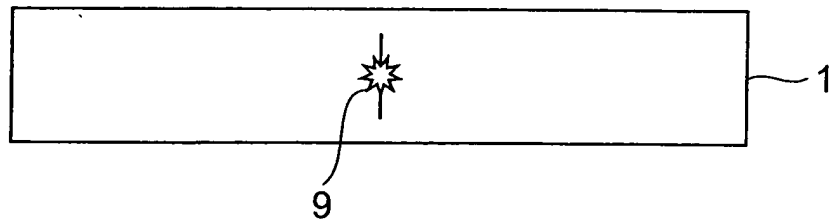


圖 10

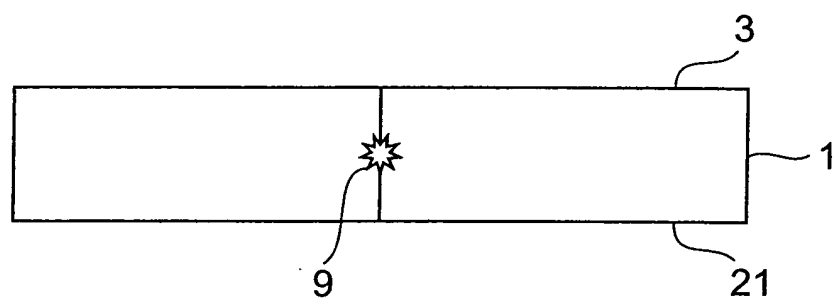


圖 11

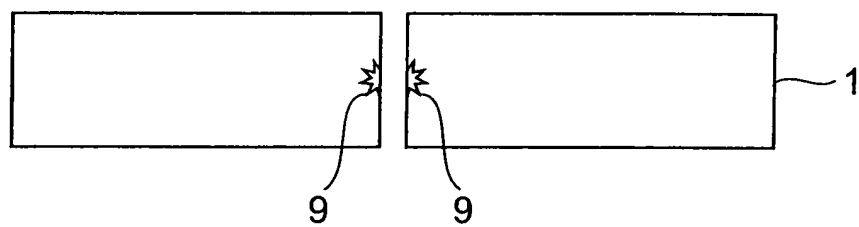


圖13

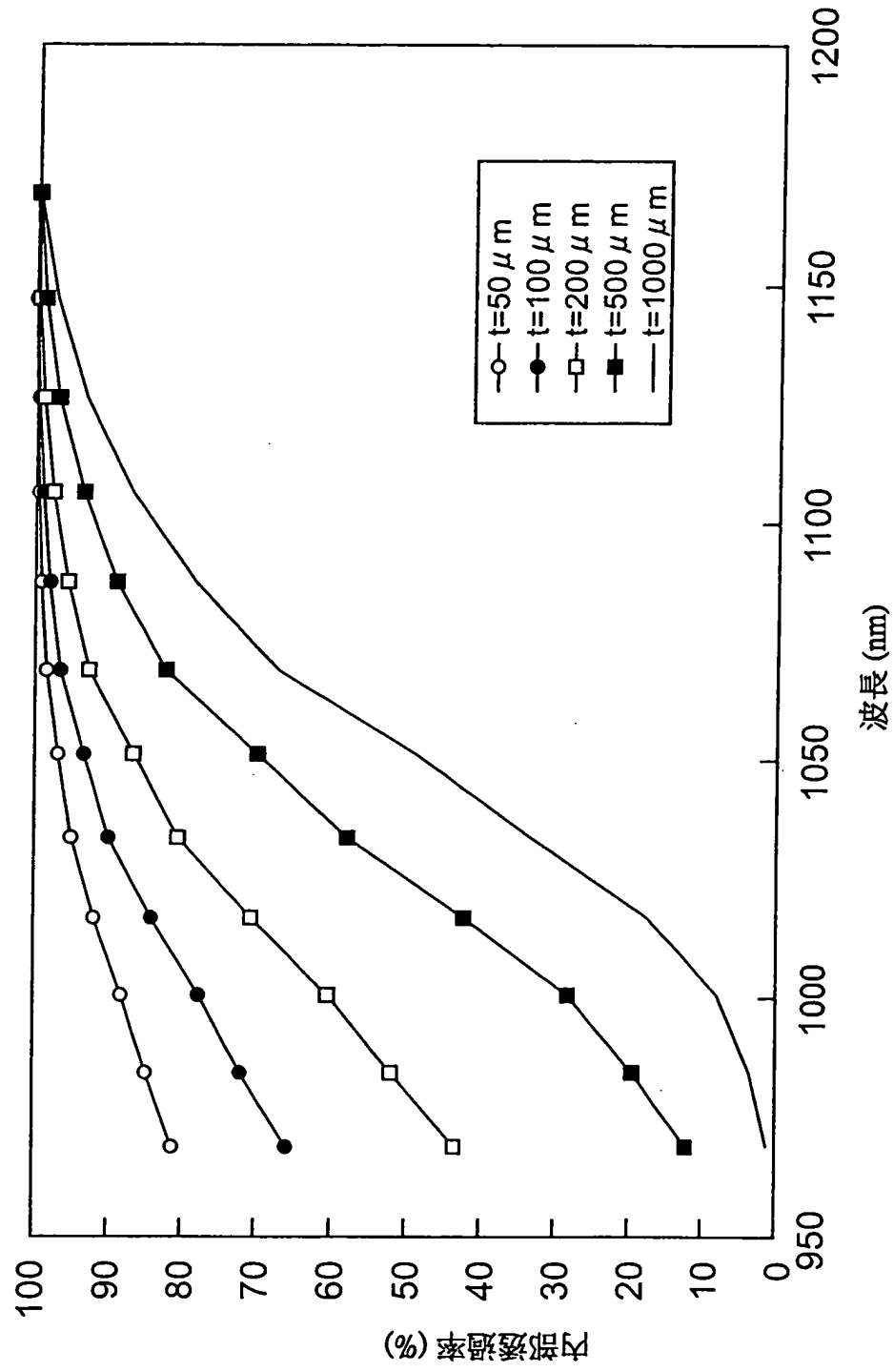


圖 14

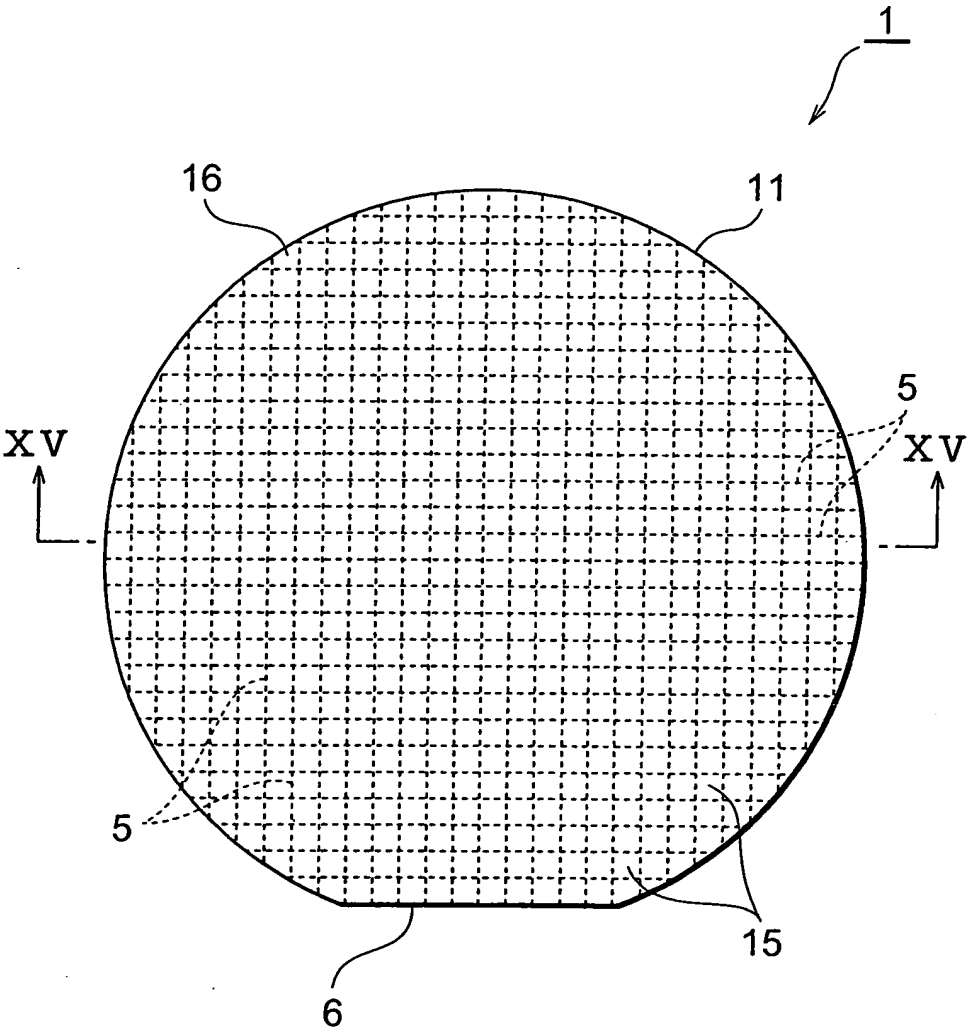


圖15

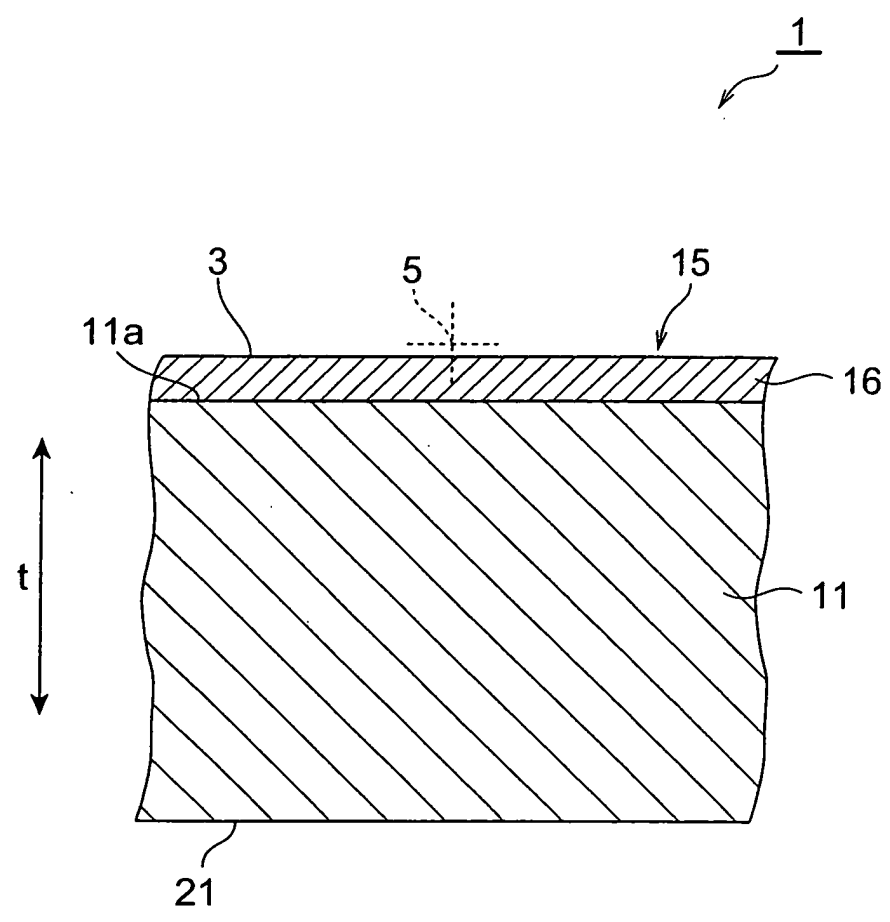


圖 16

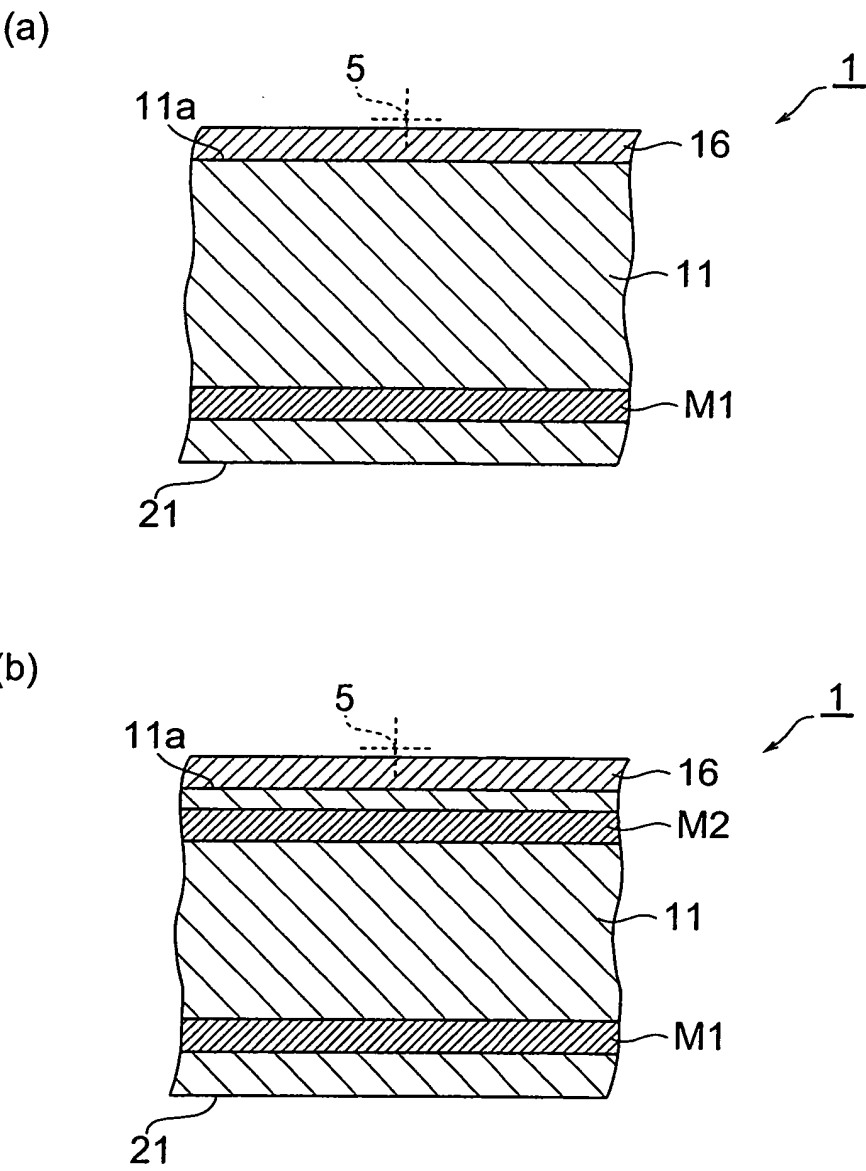


圖17

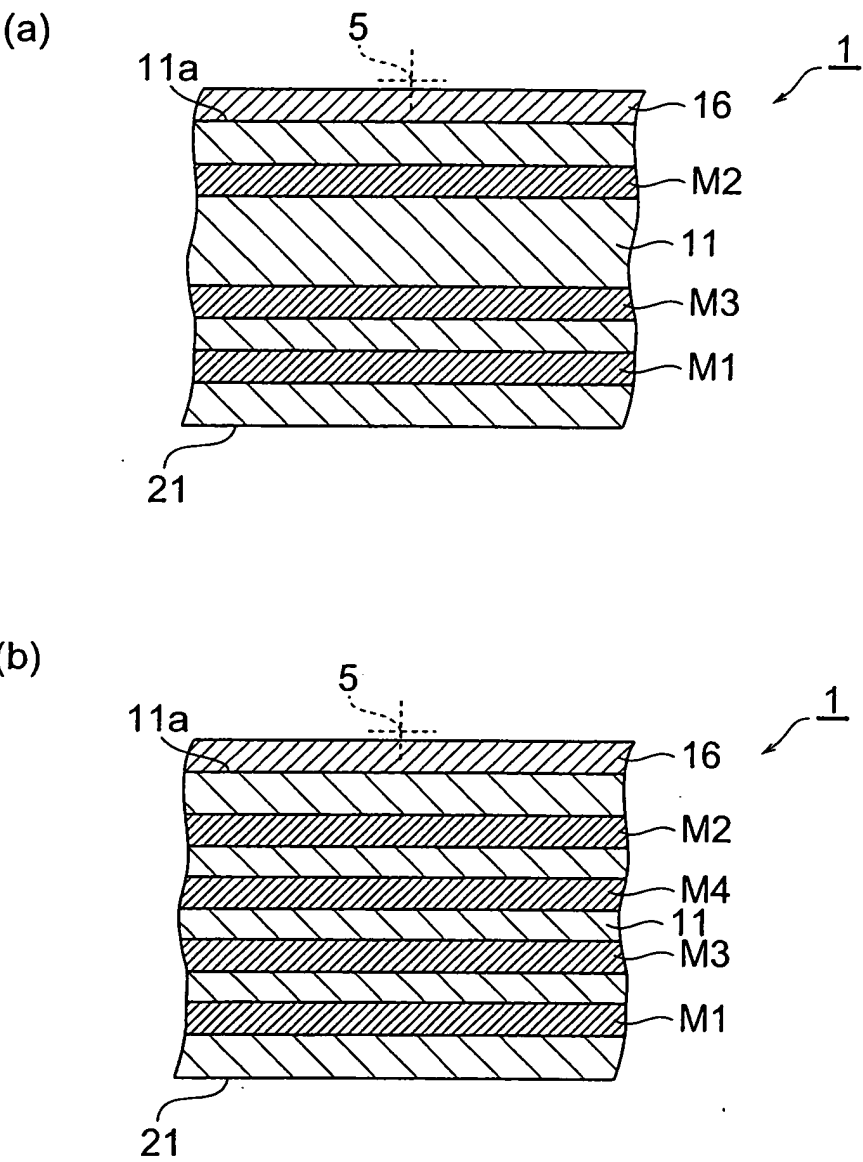


圖 20

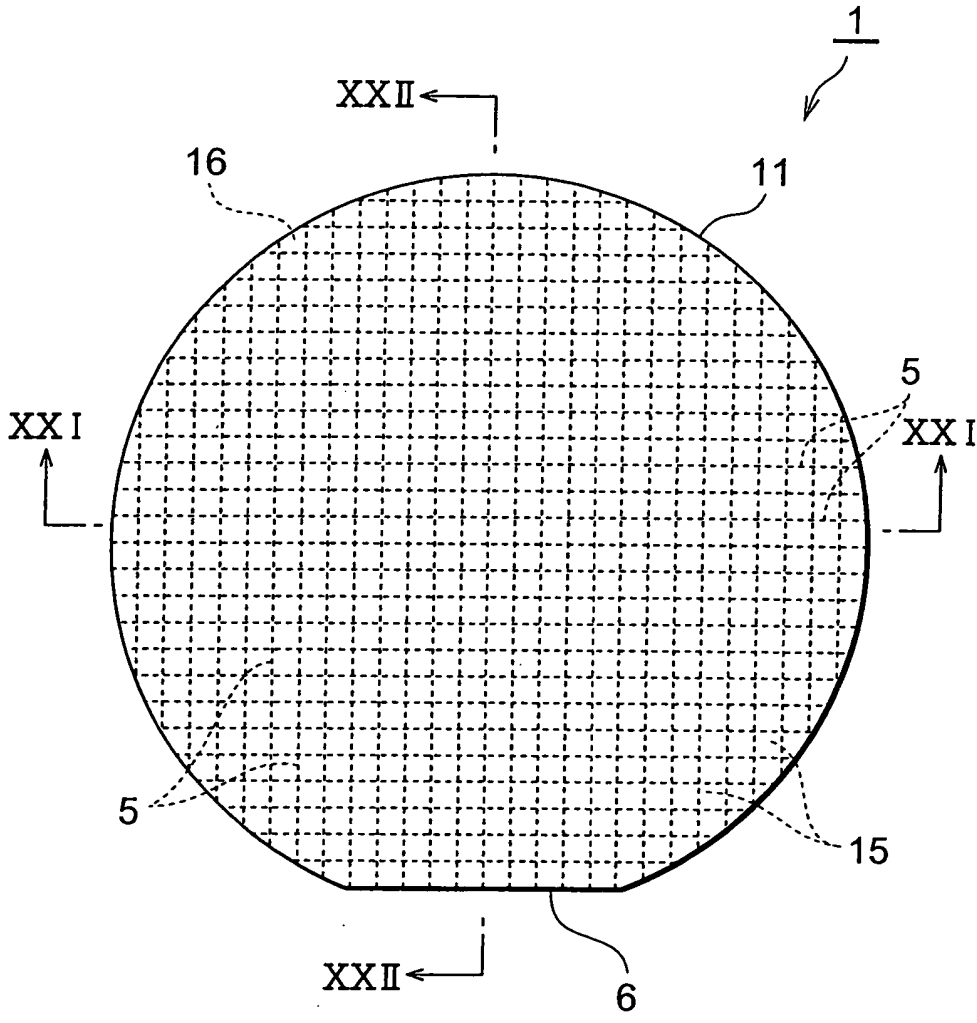


圖21

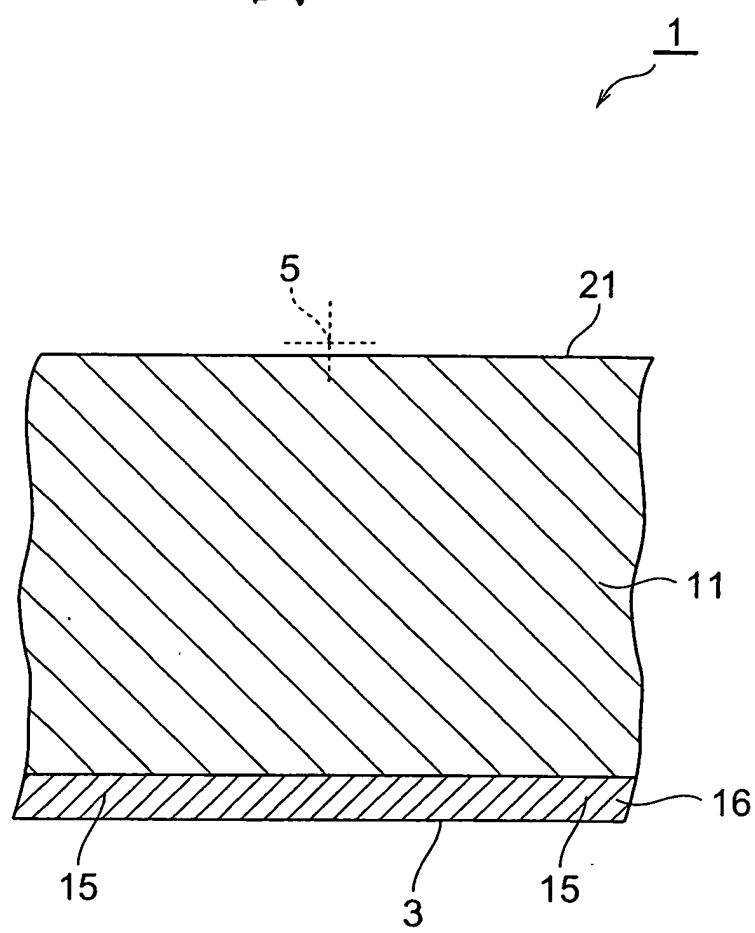


圖22

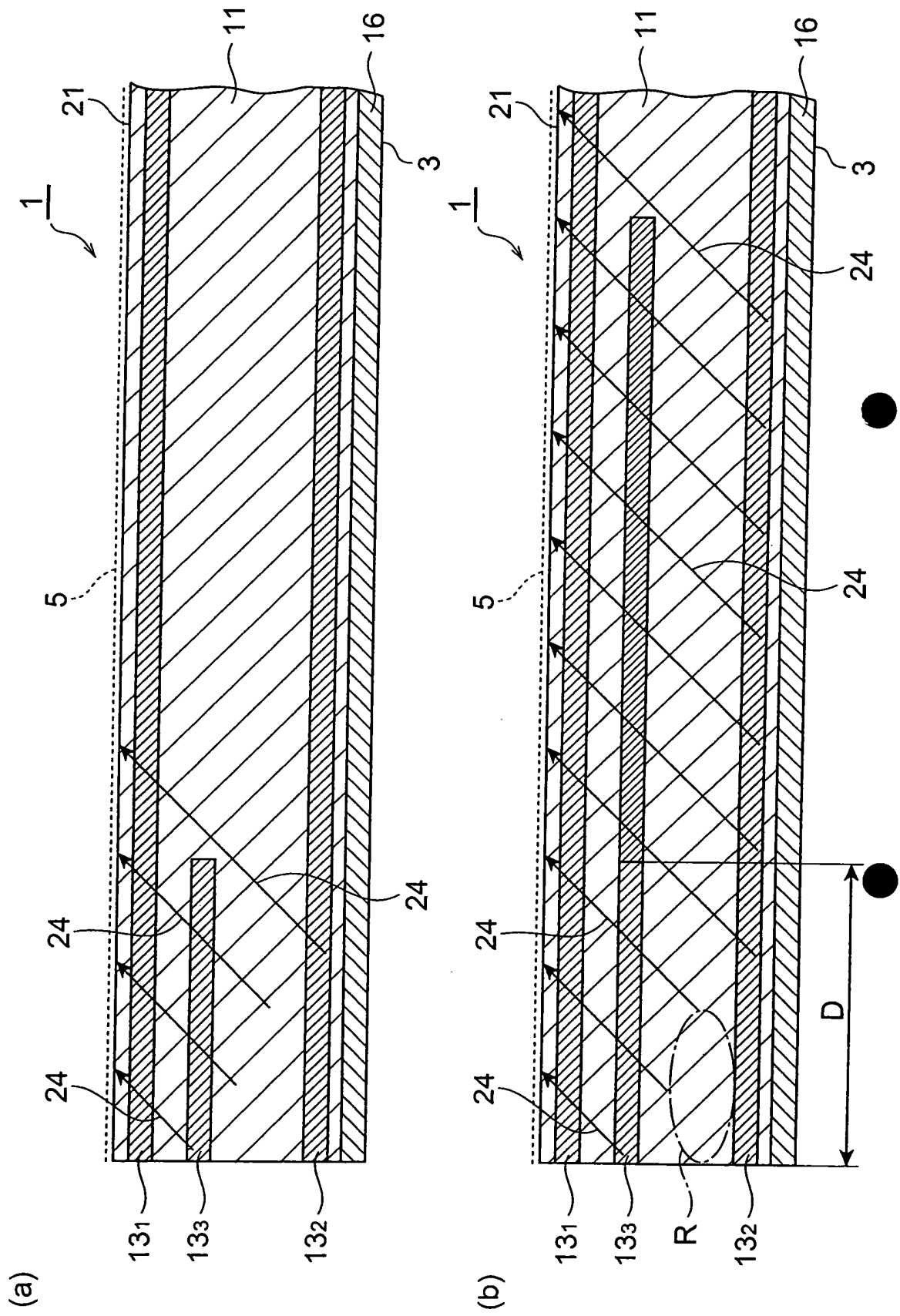


圖 23

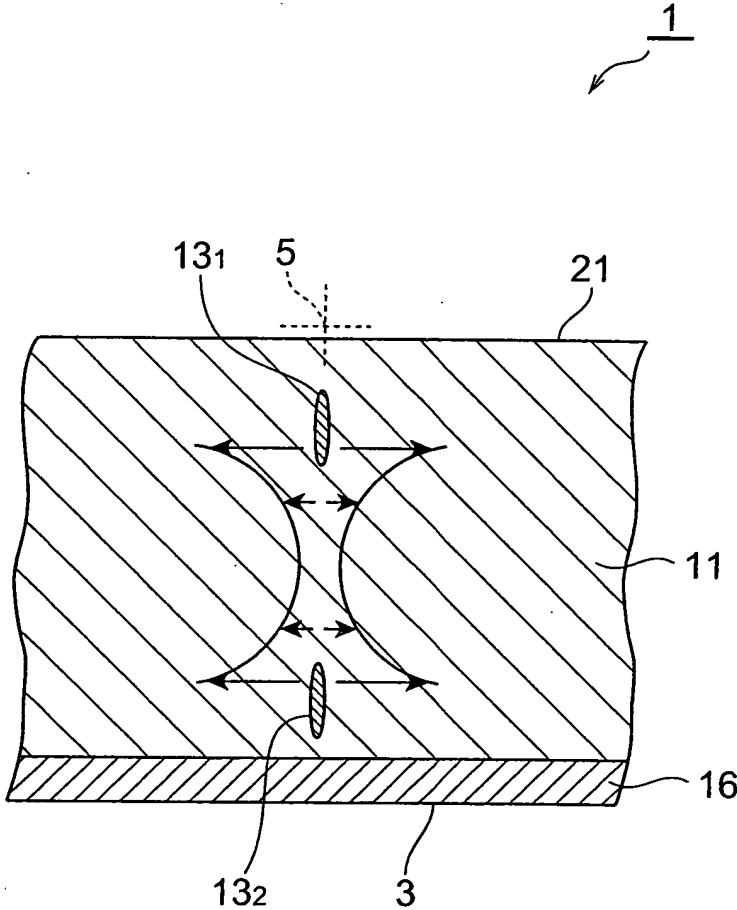


圖 25

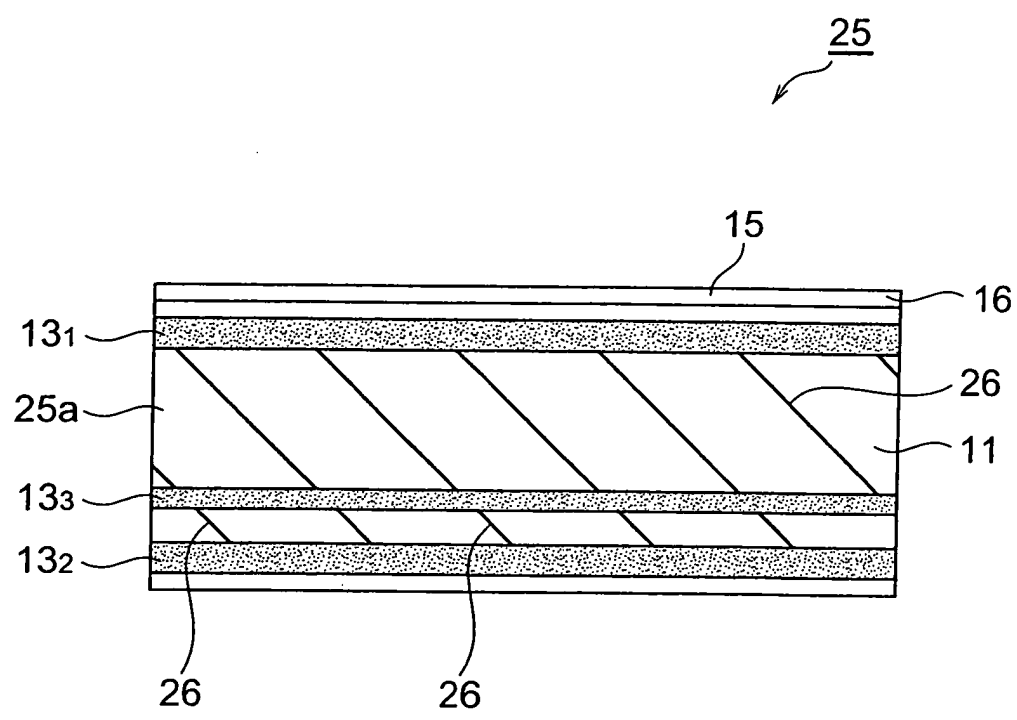
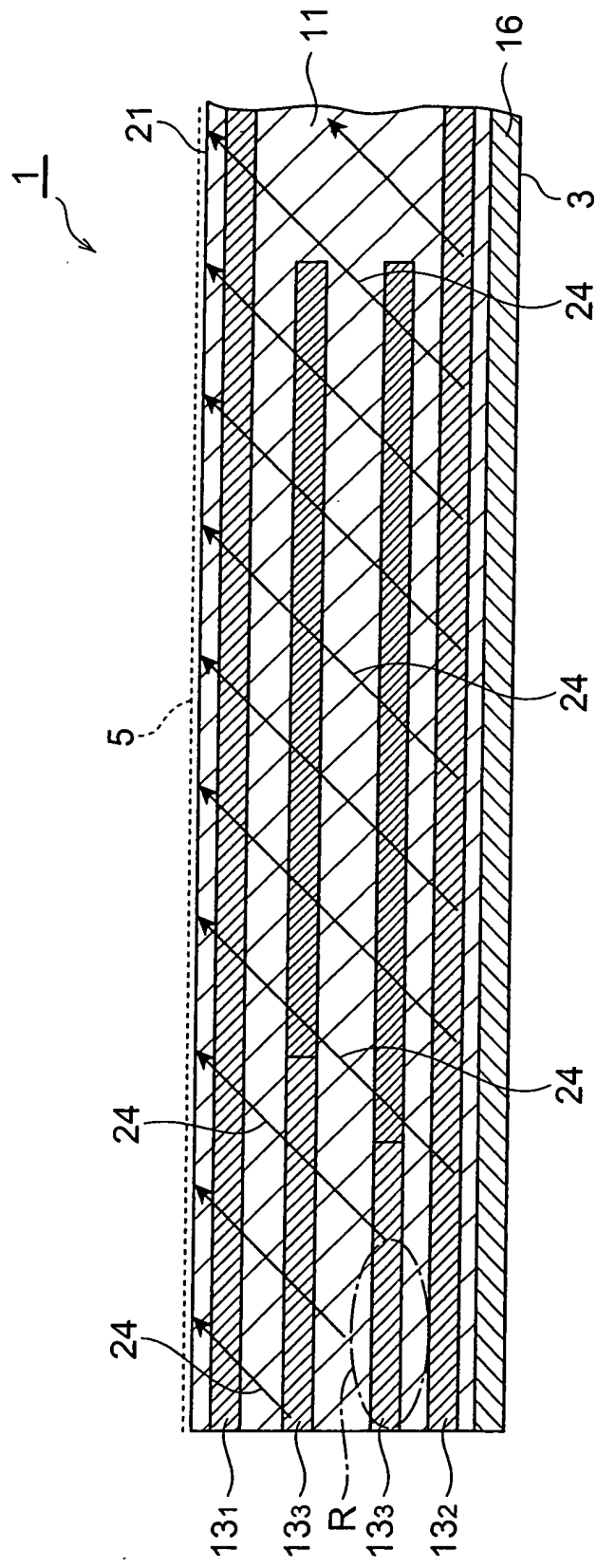


圖26



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(16)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：加工對象物

5：切斷預定線

11：矽晶圓

11a：表面

16：功能元件層

21：背面

M1：改質區域

M2：改質區域

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無