



(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 I542431 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：099103325

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 02 月 04 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/38 (2014.01)**

(30)優先權：2009/02/09 日本

2009-027263

(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：坂本剛志 SAKAMOTO, TAKESHI (JP)；中川愛湖 NAKAGAWA, AIKO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW I250060

TW I264579

JP 2006-135355A

JP 2006-167804A

JP 2007-245173A

JP 2009-10105A

審查人員：周永泰

申請專利範圍項數：32 項 圖式數：29 共 94 頁

(54)名稱

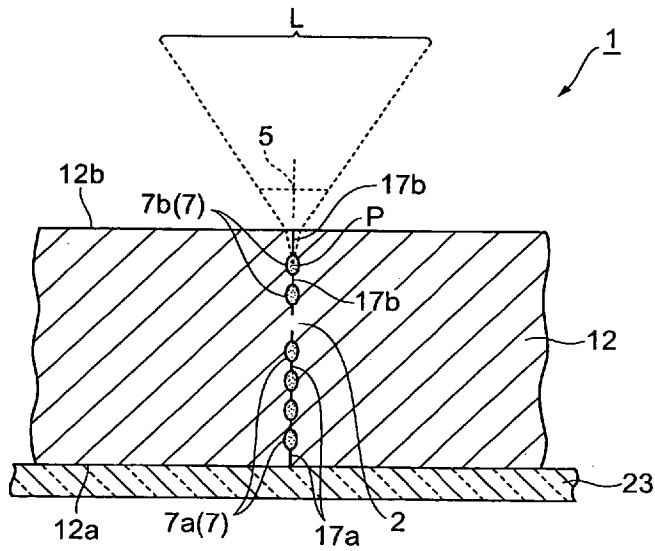
加工對象物切斷方法

(57)摘要

本發明之加工對象物切斷方法，係在夾介存在有非改質區域(2)的狀態下，使龜裂(17a)從改質區域(7a)朝加工對象物(1)之表面(12a)產生，且使龜裂(17b)從改質區域(7b)朝加工對象物(1)之背面(12b)產生。藉此，當形成複數排的改質區域(7)時，可防止龜裂在矽基板(12)之厚度方向連續地進行。然後，在加工對象物(1)使應力產生，藉此於非改質區域(2)中使龜裂(17a)與龜裂(17b)連繫而切斷加工對象物(1)。藉此，防止龜裂在加工對象物(1)之背面(12b)蛇行等，而可沿著切斷預定線(5)精度佳地切斷加工對象物(1)。

指定代表圖：

第12圖



符號簡單說明：

- 1 . . . 加工對象物
- 2 . . . 非改質區域
- 5 . . . 切斷預定線
- 7、7a、7b . . . 改質區域
- 12 . . . 矽基板
- 12a . . . 表面
- 12b . . . 背面
- 17a、17b . . . 龜裂
- 23 . . . 發脹膠帶
- L . . . 雷射光
- P . . . 聚光點

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)

公告本

※申請案號：99103325

※申請日：99年02月04日

※IPC分類：B23K²⁶/₃₈ (2014.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

加工對象物切斷方法

二、中文發明摘要：

本發明之加工對象物切斷方法，係在夾介存在有非改質區域(2)的狀態下，使龜裂(17a)從改質區域(7a)朝加工對象物(1)之表面(12a)產生，且使龜裂(17b)從改質區域(7b)朝加工對象物(1)之背面(12b)產生。藉此，當形成複數排的改質區域(7)時，可防止龜裂在矽基板(12)之厚度方向連續地進行。然後，在加工對象物(1)使應力產生，藉此於非改質區域(2)中使龜裂(17a)與龜裂(17b)連繫而切斷加工對象物(1)。藉此，防止龜裂在加工對象物(1)之背面(12b)蛇行等，而可沿著切斷預定線(5)精度佳地切斷加工對象物(1)。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (12) 圖。

(二)、本代表圖之元件符號簡單說明：

1：加工對象物

2：非改質區域

5：切斷預定線

7、7a、7b：改質區域

12：矽基板

12a：表面

12b：背面

17a、17b：龜裂

23：發脹膠帶

L：雷射光

P：聚光點

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

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種沿著切斷預定線切斷具備矽基板的板狀之加工對象物用的加工對象物切斷方法。

【先前技術】

作為習知的上述技術領域之加工對象物切斷方法，為人週知者有藉由對具備矽基板的板狀之加工對象物，照射例如波長 1300nm 的雷射光，並沿著加工對象物之切斷預定線，將成為切斷之起點的改質區域形成於矽基板者（例如，參照專利文獻 1）。

[專利文獻]

（專利文獻 1）日本特開 2006-108459 號公報

【發明內容】

（發明所欲解決之問題）

波長 1300nm 之雷射光，由於在矽基板的穿透率比起例如波長 1064nm 之雷射光還高，所以當使用波長 1300nm 之雷射光時，即使位於距離矽基板之雷射光入射面還深的位置，仍可形成較大的改質區域。因此，在沿著切斷預定線而在矽基板之厚度方向形成複數排改質區域以切斷加工對象物時，可減少該改質區域的排數，而可謀求作業時間（tact time）的縮短化。

但是，當使用波長 1300nm 之雷射光時，會形成較大的改質區域，另一方面，當在矽基板之厚度方向形成複數排改質區域時，會有龜裂在矽基板之厚度方向連續地進行，且因龜裂在加工對象物之主面上蛇行等而降低加工對象物之切斷精度之虞。

本發明係有鑑於此種情事而開發完成者，其目的在於提供一種可減少沿著切斷預定線而形成於矽基板之厚度方向的改質區域之排數，並且可沿著切斷預定線精度佳地切斷具備矽基板的板狀之加工對象物的加工對象物切斷方法。

（解決問題之手段）

爲了達成上述目的，本發明的加工對象物切斷方法，係一種藉由對具備矽基板的板狀之加工對象物照射雷射光，而沿著加工對象物之切斷預定線在矽基板形成改質區域，且以改質區域爲切斷起點而沿著切斷預定線切斷加工對象物的加工對象物切斷方法，其特徵在於，包含：藉由形成第 1 改質區域作爲改質區域，使第 1 龜裂沿著切斷預定線從第 1 改質區域朝加工對象物之一方的主面產生，且相對於第 1 改質區域而在加工對象物之另一方的主面側，爲了使非改質區域夾介存在於與第 1 改質區域之間，而藉由形成第 2 改質區域作爲改質區域，以不與非改質區域中之第 1 龜裂連繫的方式，使第 2 龜裂沿著切斷預定線從第 2 改質區域朝另一方之主面產生的步驟；以及在加工對象物

使應力產生，藉此連繫第 1 龜裂與第 2 龜裂，以沿著切斷預定線切斷加工對象物的步驟。

在該加工對象物切斷方法中，係在使非改質區域夾介存在於第 1 改質區域與第 2 改質區域之間的狀態下，使第 1 龜裂從第 1 改質區域朝加工對象物之一方的主面產生，且使第 2 龜裂從第 2 改質區域朝加工對象物之另一方的主面產生。藉此，在矽基板之厚度方向形成複數排改質區域時，即使爲了減少該改質區域之排數而使用波長比 1064nm 還長的雷射光，也可防止龜裂在矽基板之厚度方向連續地進行。然後，在該加工對象物切斷方法中，係藉由在加工對象物使應力產生，而連繫第 1 龜裂與第 2 龜裂以切斷加工對象物。藉此，防止加工對象物之主面的龜裂蛇行等，而可沿著切斷預定線精度佳地切斷加工對象物。如以上所述，依據該加工對象物切斷方法，可減少沿著切斷預定線而形成於矽基板之厚度方向的改質區域之排數，並且可沿著切斷預定線精度佳地切斷具備矽基板的板狀之加工對象物。

又，較佳爲，以在沿著切斷預定線經切斷的加工對象物之一對切斷面中之其中一方切斷面的非改質區域，形成有朝向與矽基板之厚度方向正交的方向延伸之凸部，且在另一方切斷面之非改質區域，形成有對應於凸部的凹部之方式，形成第 1 改質區域及第 2 改質區域。當如此地形成第 1 改質區域及第 2 改質區域時，可更確實地防止龜裂在矽基板之厚度方向連續地進行，並且可連繫第 1 龜裂與第

2 龜裂，而沿著切斷預定線精度佳地切斷加工對象物。

此時，較佳為，將矽基板之主面當作 (100) 面，並以切斷面成爲 (110) 面，且形成凸部及凹部的面成爲 (111) 面的方式，形成第 1 改質區域及第 2 改質區域。當藉由如此地形成第 1 改質區域及第 2 改質區域，而沿著切斷預定線切斷加工對象物時，可抑制凸部的高度及凹部的深度，而獲得更平滑的切斷面。

更且，較佳為，以凸部之高度成爲 $2\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ ，且矽基板之厚度方向中的凸部之寬度成爲 $6\mu\text{m}$ 至 $17\mu\text{m}$ 的方式，形成第 1 改質區域及第 2 改質區域。當藉由如此地形成第 1 改質區域及第 2 改質區域，而沿著切斷預定線切斷加工對象物時，不僅可防止加工對象物之主面的龜裂蛇行等，還可防止破裂殘留。

又，較佳為，沿著切斷預定線而在矽基板之厚度方向形成複數排的第 1 改質區域，或沿著切斷預定線而在矽基板之厚度方向形成複數排的第 2 改質區域。藉此，可按照矽基板之厚度而調整矽基板之厚度方向的第 1 龜裂、第 2 龜裂及非改質區域之寬度。

又，有時改質區域係包含熔融處理區域，該熔融處理區域為從單晶結構經變化至非晶質結構的區域、從單晶結構經變化至多晶結構的區域、或從單晶結構經變化至包含非晶質結構及多晶結構之結構的區域，而非改質區域為單晶結構之區域。

又，較佳為，雷射光之波長為 1080nm 以上。此情況

下，由於矽基板的穿透率變高，所以可加大因雷射光之照射所形成的第 1 改質區域或第 2 改質區域，而更確實地減少形成於矽基板之厚度方向的改質區域之排數。

又，較佳為，以矽基板之厚度方向中的非改質區域之寬度成為矽基板之厚度的 10% 至 30% 的方式，形成第 1 改質區域及第 2 改質區域。當如此地形成第 1 改質區域及第 2 改質區域，而沿著切斷預定線切斷加工對象物時，可防止加工對象物之主面的龜裂蛇行或破裂殘留，而可沿著切斷預定線精度佳且確實地切斷加工對象物。

又，較佳為，在形成第 1 改質區域之後且形成第 2 改質區域之前，在夾介存在於第 1 改質區域與第 2 改質區域之間的非改質區域，形成第 3 改質區域作為改質區域時，根據包含品質圖案的調變圖案以空間光線調變器來調變雷射光，該品質圖案具有：朝向與切斷預定線交叉之方向延伸的第 1 亮度區域；以及在切斷預定線之延伸方向而與第 1 亮度區域之兩側鄰接的第 2 亮度區域。藉由如此地形成第 3 改質區域，即使為了減少改質區域之排數而使用波長比 1064nm 還長的雷射光，也可防止在加工對象物之厚度方向形成複數排改質區域時龜裂在加工對象物之厚度方向連續地進行。而且，當在加工對象物使應力產生時，比起並未形成有第 3 改質區域的情況，由於以改質區域為起點而產生的龜裂容易在加工對象物之厚度方向伸展，所以可沿著切斷預定線精度佳地切斷加工對象物。

又，較佳為，在形成第 3 改質區域時，調變圖案係包

含：品質圖案；及個體差校正圖案，其係用以校正在雷射加工裝置產生的個體差；以及球面像差校正圖案，其係用以校正按照從加工對象物之材料及加工對象物之雷射光入射面至雷射光之聚光點為止的距離而產生的球面像差，在形成第 1 改質區域及第 2 改質區域時，根據包含個體差校正圖案及球面像差校正圖案的調變圖案，以空間光線調變器來調變雷射光。此情況下，由於第 1 改質區域、第 2 改質區域及第 3 改質區域之各個區域容易產生龜裂，所以可更確實地減少沿著切斷預定線而形成於加工對象物之厚度方向的改質區域之排數。

（發明效果）

依據本發明，可減少沿著切斷預定線而形成於加工對象物之厚度方向的改質區域之排數，並且可沿著切斷預定線精度佳地切斷具備矽基板的板狀之加工對象物。

【實施方式】

以下，針對本發明之較佳實施形態，參照圖式加以詳細說明。另外，各圖中係在相同或相當部分附記相同元件符號，且省略重複說明。

在本實施形態之加工對象物切斷方法中，係藉由將聚光點合而為一照射雷射光至板狀之加工對象物，而沿著切斷預定線在加工對象物形成改質區域。因此，首先針對本實施形態之加工對象物切斷方法中的改質區域之形成，參

照第 1 圖至第 9 圖加以說明。

如第 1 圖所示，雷射加工裝置 100，係具備：雷射光源 101，其係對雷射光（加工用雷射光）L 進行脈波振盪；及二向分光鏡（dichroic mirror）103，其係以改變 90 度之方式配置雷射光 L 之光軸方向；以及聚光用透鏡 105，其係用以對雷射光 L 進行聚光。又，雷射加工裝置 100，係具備：支撐台 107，其係用以支撐照射有經聚光用透鏡 105 所聚光之雷射光 L 的加工對象物 1；及載物台（stage）111，其係用以使支撐台 107 朝 X、Y、Z 軸方向移動；及雷射光源控制部 102，其係爲了調節雷射光 L 之輸出或脈寬等而控制雷射光源 101；以及載物台控制部 115，其係控制載物台 111 之移動。

在該雷射加工裝置 100 中，從雷射光源 101 射出的雷射光 L，係藉由二向分光鏡 103 將其光軸的方向改變 90 度，且藉由聚光透鏡 105 聚光至被載置於支撐台 107 上的加工對象物 1 之內部。與此同時，載物台 111 會移動，且加工對象物 1 會對雷射光 L 沿著切斷預定線 5 相對移動。藉此，成爲切斷起點的改質區域會沿著切斷預定線 5 而形成於加工對象物 1。以下，針對該改質區域加以詳細說明。

如第 2 圖所示，在板狀之加工對象物 1，係設定有用以切斷加工對象物 1 的切斷預定線 5。切斷預定線 5 爲延伸成直線狀的假想線。在加工對象物 1 之內部形成改質區域時，如第 3 圖所示，在將聚光點 P 合而爲一於加工對象

物 1 之內部的狀態下，使雷射光 L 沿著切斷預定線 5（亦即，第 2 圖之箭頭 A 方向）相對地移動。藉此，如第 4 圖至第 6 圖所示，改質區域 7 會沿著切斷預定線 5 而形成於加工對象物 1 之內部，且沿著切斷預定線 5 而形成的改質區域 7 會成爲切斷起點區域 8。

另外，所謂聚光點 P，係指雷射光 L 聚光之處。又，切斷預定線 5，並不限於直線狀也可爲曲線狀，且不限於假想線也可爲實際上拉在加工對象物 1 之表面 3 的線。又，改質區域 7，有連續形成的情況，也有斷斷續續形成的情況。又，改質區域 7 係只要至少形成於加工對象物 1 之內部即可。又，有將改質區域 7 當作起點而形成龜裂的情況，而龜裂及改質區域 7 也可露出於加工對象物 1 之外表面（表面、背面、或是外周面）。

在此，雷射光 L 在穿透加工對象物 1 的同時會在加工對象物 1 之內部的聚光點附近特別被吸收，藉此可在加工對象物 1 形成改質區域 7（內部吸收型雷射加工）。因而，由於雷射光 L 在加工對象物 1 之表面 3 幾乎不被吸收，所以加工對象物 1 之表面 3 不會熔融。一般而言，在從表面 3 被熔融且被去除而形成孔或溝槽等的去除部時，加工區域係從表面 3 側慢慢地朝背面側進行（表面吸收型雷射加工）。

然而，以本實施形態之加工對象物切斷方法所形成的改質區域，係指密度、折射率、機械強度或其他的物理特性成爲與周圍不同之狀態的區域。例如，有（1）熔融處

理區域、(2) 裂痕 (crack) 區域、絕緣破壞區域、(3) 折射率變化區域等，且也有混合此等區域而成的區域。

本實施形態之加工對象物切斷方法的改質區域，係藉由雷射光之局部的吸收或多光子吸收之現象而形成。所謂多光子吸收，係指由於當光子能量 $h\nu$ 比材料吸收帶隙 E_G 還小時在光學上會變成透明，所以在材料上發生吸收的條件為 $h\nu > E_G$ ，但是在光學上即使是透明，當將雷射光 L 之強度增加非常大時也會因為 $nh\nu > E_G$ 之條件 ($n=2、3、4、\dots$) 而在材料上發生吸收的現象。依多光子吸收而進行熔融處理區域之形成，例如已記載於日本熔接學會全國大會演講概要第 66 集 (2000 年 4 月) 之第 72 頁至第 73 頁的「依漢秒 (picosecond) 脈波雷射對矽進行之加工特性評估」。

又，如 D. Du, X. Liu, G. Korn, J. Squier, and G. Mourou, 於 Appl Phys Lett 64 (23), Jun. 6, 1994 中所記載「雷射以脈寬 7 奈秒至 150 飛秒衝擊離子化於二氧化矽來誘發破壞」般，也可利用藉由利用脈寬從數漢秒至飛秒 (femtosecond) 之超短脈波雷射光而形成的改質區域。

(1) 改質區域包含熔融處理區域的情況

將聚光點合而為一於加工對象物 (例如如矽的半導體材料) 之內部，並以聚光點中的電場強度為 1×10^8 (W/cm^2) 以上且脈寬為 $1 \mu s$ 以下之條件照射雷射光 L 。藉此，在聚光點附近吸收雷射光 L 並局部加熱加工對象物之

內部，且藉由該加熱在加工對象物之內部形成有熔融處理區域。

所謂熔融處理區域，係指一旦熔融後再固化的區域、剛呈熔融狀態的區域、或從熔融狀態再固化的狀態之區域，也可指經相變化的區域或結晶結構經變化的區域。又，所謂熔融處理區域也可指在單晶結構、非晶質結構、多晶結構中，某一結構經變化至其他結構的區域。換句話說，例如係指從單晶結構經變化至非晶質結構的區域、從單晶結構經變化至多晶結構的區域、從單晶結構經變化至包含非晶質結構及多晶結構之結構的區域。在加工對象物為單晶矽結構的情況，熔融處理區域就是例如非晶矽結構。

第 7 圖係顯示照射有雷射光之矽晶圓（半導體基板）之一部分的剖面照片之示意圖。如第 7 圖所示，在半導體基板 11 之內部形成有熔融處理區域 13。

針對在對所入射的雷射光之波長具有穿透性之材料內部形成有熔融處理區域 13 之情況加以說明。第 8 圖係顯示雷射光之波長與矽基板之內部穿透率的關係之曲線圖。但是，去除矽基板之表面側與背面側各自的反射成分，而只顯示內部的穿透率。針對矽基板之厚度為 $50\ \mu\text{m}$ 、 $100\ \mu\text{m}$ 、 $200\ \mu\text{m}$ 、 $500\ \mu\text{m}$ 、 $1000\ \mu\text{m}$ 的各個而顯示上述關係。

例如，在 Nd:YAG 雷射之波長 1064nm 中，當矽基板之厚度為 $500\ \mu\text{m}$ 以下時，可明白在矽基板之內部雷射光 L 穿透 80% 以上。由於第 7 圖所示的半導體基板 11 之

厚度為 $350\ \mu\text{m}$ ，所以熔融處理區域 13 係形成於半導體基板 11 之中心附近，即形成於離表面距離 $175\ \mu\text{m}$ 的部分。當以厚度 $200\ \mu\text{m}$ 之矽晶圓為參考時，由於此情況的穿透率為 90% 以上，所以雷射光 L 在半導體基板 11 之內部只有些微被吸收，而大部分則會穿透。但是，藉由以 $1 \times 10^8\ (\text{W}/\text{cm}^2)$ 以上且脈寬為 $1\ \mu\text{s}$ 以下的條件將雷射光 L 聚光在矽晶圓內部而在聚光點與其附近局部的雷射光被吸收且熔融處理區域 13 形成於半導體基板 11 之內部。

另外，在矽晶圓，有以熔融處理區域為起點而發生龜裂的情況。又，有內含於熔融處理區域並在此形成龜裂的情況，在此情況下，該龜裂係形成及於熔融處理區域之全面上，或只有形成於一部分或形成於複數個部分。更且，也有自然成長的情況，也有藉由在矽晶圓施力而成長的情況。在龜裂從熔融處理區域自然成長的情況時，也有從熔融處理區域經熔融的狀態開始成長的情況、以及從熔融處理區域經熔融的狀態再固化時才成長的情況中之一種情況。但是，無論是哪一種情況熔融處理區域皆會形成於矽晶圓之內部，且在切斷面中，如第 7 圖所示，在內部形成有熔融處理區域。

(2) 改質區域包含裂痕區域的情況

將聚光點合而為一於加工對象物（例如由玻璃或 LiTaO_3 所構成的壓電材料）之內部，以聚光點之電場強度為 $1 \times 10^8\ (\text{W}/\text{cm}^2)$ 以上且脈寬為 $1\ \mu\text{s}$ 以下的條件照射

雷射光 L。該脈寬的大小，係在加工對象物之內部吸收有雷射光 L 並形成裂痕區域的條件。藉此，在加工對象物之內部發生所謂光學損傷的現象。因該光學損傷而會在加工對象物之內部引發熱畸變，且因此而在加工對象物之內部，形成有包含 1 個或複數個裂痕的裂痕區域。裂痕區域也可稱為絕緣破壞區域。

第 9 圖係電場強度與裂痕之大小的關係之實驗結果的曲線圖。橫軸為峰值功率密度，由於雷射光 L 為脈波雷射光所以電場強度可以峰值功率密度來表示。縱軸係顯示依 1 脈波之雷射光 L 而形成於加工對象物之內部的裂痕部分（裂痕點）之大小。裂痕點集中而成為裂痕區域。裂痕點之大小，係裂痕點之形狀中成為最大長度的部分之大小。以曲線圖中之黑圈所示的數據係聚光用透鏡（C）之倍率為 100 倍、開口數（NA）為 0.80 的情況。另一方面，以曲線圖中之白圈所示的數據係聚光用透鏡（C）之倍率為 50 倍、開口數（NA）為 0.55 的情況。可明白從峰值功率密度為 10^{11} (W/cm^2) 左右開始會在加工對象物之內部發生裂痕點，且隨著峰值功率密度變大裂痕點也會變大。

（3）改質區域包含折射率變化區域的情況

將聚光點合而為一於加工對象物（例如玻璃）之內部，以聚光點之電場強度為 1×10^8 (W/cm^2) 以上且脈寬為 1 ns 以下的條件照射雷射光 L。如此，當在脈寬極短的狀態下在加工對象物之內部吸收有雷射光 L 時，該能量就不

會轉化成熱能量，而會在加工對象物之內部引發離子價數變化、結晶化或分極配向等之永續的結構變化，且形成折射率變化區域。

另外，所謂改質區域，係指包含熔融處理區域、絕緣破壞區域、折射率變化區域或此等所混合而成的區域，並在該材料中改質區域之密度與非改質區域之密度相較而經變化的區域，或形成有晶格缺陷的區域。也可歸納此等而稱為高密度轉移區域。

又，熔融處理區域或折射率變化區域、改質區域之密度與非改質區域之密度相較而經變化的區域、形成有晶格缺陷的區域，更有在此等區域之內部或改質區域與非改質區域之界面內含龜裂（破裂、微裂痕）的情況。內含的龜裂有遍及於改質區域之內部的情況或只形成於一部分或形成於複數個部分的情況。

順便一提，考慮加工對象物之結晶結構或其劈開性等，且只要將改質區域形成如下，就可精度佳地切斷加工對象物。

又，只要沿著與上述之應形成改質區域的方向（例如，沿著單晶矽基板之（111）面的方向）、或是應形成改質區域的方向之方向正交的方向而在基板形成定向平面（orientation flat），藉由以該定向平面為基準，即可將改質區域既容易又正確地形成於基板。

其次，針對本實施形態之加工對象物切斷方法加以說明。

[第 1 實施形態]

第 10 圖係可供第 1 實施形態之加工對象物切斷方法適用的加工對象物之俯視圖；第 11 圖係沿著第 10 圖之加工對象物之切斷預定線的局部剖視圖。如第 10 圖及第 11 圖所示，板狀之加工對象物 1 係具備矽基板 12。在加工對象物 1 之表面（即矽基板 12 之表面）12a，係包含複數個功能元件而形成有功能元件層（未圖示）。

矽基板 12 係採用單晶結構，且以表面 12a 當作（100）面，而與定向平面 6 平行的面則成爲（110）面。功能元件，例如爲依結晶成長而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、或是形成作爲電路的電路元件等，且在與矽基板 12 之定向平面 6 平行的方向及垂直的方向形成多數個爲矩陣狀。

對以上所構成的加工對象物 1，可適用第 1 實施形態之加工對象物切斷方法。

首先，如第 11 圖所示，在加工對象物 1 之表面 12a 貼附發脹膠帶（expanded tape）23。接著，將加工對象物 1 之背面（即矽基板 12 之背面）12b 當作上側而將加工對象物 1 固定於雷射加工裝置之支撐台（未圖示）上。然後，如第 10 圖所示，將通過相鄰的功能元件間之切斷預定線 5，以格子狀設定於與定向平面 6 垂直的方向及平行的方向。

接著，如第 12 圖所示，將加工對象物 1 之背面 12b

當作雷射光入射面並將聚光點 P 合而為一於矽基板 12 之內部而照射雷射光 L，且藉由支撐台之移動，沿著以格子狀設定於與定向平面 6 垂直的方向及平行的方向之各切斷預定線 5 使聚光點 P 相對地移動。雖然將沿著該各切斷預定線 5 的聚光點 P 之相對的移動對 1 條切斷預定線 5 進行複數次，但是藉由每次改變離將聚光點 P 合而為一的位置之背面 12b 的距離，以從表面 12a 側依序對 1 條切斷預定線 5 將複數排的改質區域 7 逐排形成於矽基板 12 之內部。

另外，雷射光 L 之波長較佳為 1080nm 以上。當使用波長 1080nm 以上的雷射光 L 時，由於矽基板 12 之穿透率變高，所以會增大依雷射光 L 之照射而形成的改質區域 7，而可減少形成於矽基板 12 之厚度方向的改質區域 7 之排數，且可謀求作業時間之縮短化。

較佳為，雷射光 L 之波長，係相對於矽基板 12 之厚度已去除矽基板 12 之表面 12a 及背面 12b 之各個反射成分後的內部之穿透率成為 90% 以上的波長為宜。在切割裝置中，搭載複數台相應於晶圓之厚度的雷射光源非為現實，且未存在如本發明可進行精密加工且按照晶圓之厚度而可改變波長的雷射光源。又，在切割裝置中，被要求可切斷從較薄的晶圓至較厚的晶圓之所有厚度的晶圓。因而，較佳為以較厚的晶圓為基準且穿透率成為 90% 以上的波長之雷射光源。作為假定之較厚的晶圓由於可考慮 300 μm 以上的厚度，所以較佳為將 300 μm 厚度之矽晶圓的

穿透率約為 90% 且波長為 1080nm 以上的雷射光、進而晶圓之厚度若為 $500\ \mu\text{m}$ 則波長為 1100nm 以上的雷射應用於切割裝置。

在此，針對沿著與定向平面 6 平行的切斷預定線 5 之改質區域 7 的形成，作更詳細說明。如第 12 圖所示，首先，依從表面 12a 側之順序，對 1 條切斷預定線 5 將複數排（在此為 4 排）之改質區域（第 1 改質區域）7a 逐排形成於矽基板 12 之內部，藉此，使龜裂（第 1 龜裂）17a 沿著切斷預定線 5 從改質區域 7a 朝加工對象物 1 之表面 12a 產生。接著，相對於改質區域 7a 而在加工對象物 1 之背面 12b 側，以非改質區域 2 夾介存在於與改質區域 7a 之間的方式，對 1 條切斷預定線 5 將複數排（在此為 2 排）之改質區域（第 2 改質區域）7b 逐排形成於矽基板 12 之內部，藉此，以不與非改質區域 2 中之龜裂 17a 連繫的方式，使龜裂（第 2 龜裂）17b 沿著切斷預定線 5 從改質區域 7b 朝加工對象物 1 之背面 12b 產生。此時，龜裂 17a 與龜裂 17b，係在非改質區域 2 中不連繫。亦即，切斷並未完成，加工對象物 1 並未沿著切斷預定線 5 而被完全切斷。

另外，非改質區域 2 為單晶結構之區域。相對於此，改質區域 7a、7b，係包含從單晶結構經變化至非晶質結構的區域、從單晶結構經變化至多晶結構的區域、或從單晶結構經變化至包含非晶質結構及多晶結構的結構之區域的熔融處理區域。

接續於改質區域 7 之形成，如第 13 圖所示，使發脹膠帶 23 擴展。隨著發脹膠帶之擴展，使力朝擴展方向作用於加工對象物 1，且以改質區域 7 為起點將加工對象物 1 切斷成晶片狀，而可獲得多數個具有 1 個功能元件的半導體晶片 25。此時，由於發脹膠帶 23 處於被擴展後的狀態，所以各半導體晶片 25 會彼此間離。

在此，在與定向平面 6 平行的切斷預定線 5 中，如第 13 圖所示，藉由使發脹膠帶 23 擴展以在加工對象物 1 使應力產生，而連繫非改質區域 22 中的龜裂 17a 與龜裂 17b，並沿著切斷預定線 5 將加工對象物 1 切斷成半導體晶片 25。此時，在沿著切斷預定線 5 而被切斷的加工對象物 1 之一對切斷面 12c、12c 中之一方切斷面 12c 的非改質區域 2，係形成有朝向與矽基板 12 之厚度方向大致正交的方向延伸之凸部 18，而在另一方切斷面 12c 之非改質區域 2，係形成有與凸部 18 具有互補關係的凹部 19。

另外，如上所述，由於矽基板 12 之表面 12a 為 (100) 面，而與定向平面 6 平行的面為 (110) 面，所以在與定向平面 6 平行的切斷預定線 5 中，切斷面 12c 係成為 (110) 面。此時，凸部 18 及凹部 19 係分別形成剖面 V 字狀，而形成凸部 18 及凹部 19 的斜面係成為 (111) 面。另外，形成於改質區域 7 與表面 12a (或是背面 12b) 之間的龜裂係形成於與結晶面不同的方向，且在改質區域 7 與改質區域 7 之間的非改質區域 2 之一部分晶圓可藉由在

沿著結晶面的方向發生破裂（劈開）而切斷。

如以上說明般，在第 1 實施形態之加工對象物切斷方法中，在使非改質區域 2 夾介存在於改質區域 7a 與改質區域 7b 之間的狀態下，使龜裂 17a 從改質區域 7a 朝加工對象物 1 之表面 12a 產生，且使龜裂 17b 從改質區域 7b 朝加工對象物 1 之背面 12b 產生。藉此，當在矽基板 12 之厚度方向形成複數排改質區域 7 時，即使爲了減少該改質區域 7 之排數而使用波長 1064nm 以上的雷射光 L，也可防止龜裂在矽基板 12 之厚度方向連續地進行。然後，在第 1 實施形態之加工對象物切斷方法中，藉由在加工對象物 1 使應力產生，於非改質區域 2 中使龜裂 17a 與龜裂 17b 連繫而切斷加工對象物 1。藉此，可防止加工對象物 1 之背面 12b 的龜裂蛇行等，並可沿著切斷預定線 5 精度佳地切斷加工對象物 1。如以上所述，依據第 1 實施形態之加工對象物切斷方法，可減少沿著切斷預定線 5 而形成於矽基板 12 之厚度方向的改質區域 7 之排數，並且可沿著切斷預定線 5 精度佳地切斷具備矽基板 12 的板狀之加工對象物 1。

又，在第 1 實施形態之加工對象物切斷方法中，係以在沿著切斷預定線 5 而經切斷的加工對象物 1 之一對切斷面 12c、12c 中之一方切斷面 12c 的非改質區域 2，形成有朝向與矽基板 12 之厚度方向大致正交的方向延伸之凸部 18，且在另一方切斷面 12c 之非改質區域 2，形成有對應於凸部 18 的凹部 19 之方式，形成改質區域 7a、7b。

同時，在第 1 實施形態之加工對象物切斷方法中，係將矽基板 12 之表面 12a 當作 (100) 面，並以切斷面 12c 成爲 (110) 面，且形成凸部 18 及凹部 19 的面成爲 (111) 面之方式，形成改質區域 7a、7b。藉由如此地形成改質區域 7a、7b，不僅可沿著切斷預定線 5 精度佳地切斷加工對象物 1，還可在沿著切斷預定線 5 切斷加工對象物 1 時，抑制凸部 18 之高度及凹部 19 之深度，獲得平滑的切斷面 12b。

另外，凸部 18 及凹部 19，較佳爲只形成於夾介存在於切斷面 12c 中之改質區域 7a 與改質區域 7b 之間的非改質區域 2。例如，在矽基板 12 之厚度方向相鄰的改質區域 7a、7a 之間或相鄰的改質區域 7b、7b 之間形成有凸部 18 或凹部 19，係在切斷精度降低之點爲不佳。又，在加工對象物 1 之表面 12a 與改質區域 7a 之間或加工對象物 1 之背面 12b 與改質區域 7b 之間形成有凸部 18 或凹部 19，係以發生碎屑 (chipping) 或裂開 (cracking) 之點不佳。

其次，針對本發明之加工對象物切斷方法的實施例加以說明。

第 14 圖係顯示以 6 排的改質區域爲起點經切斷厚度 $625\ \mu\text{m}$ 之矽基板時的矽基板之切斷面照片的示意圖。如第 14 圖所示，在矽基板 12 之切斷面 12c，係以沿著切斷預定線而並排於矽基板 12 之厚度方向的方式，形成有使龜裂在矽基板 12 之表面 12a 產生的改質區域 $7a_1\sim 7a_4$ 、以

及使龜裂在矽基板 12 之背面 12b 產生的改質區域 7b₅、7b₆。又，在切斷面 12c 中的改質區域 7a₄ 與改質區域 7b₅ 之間的非改質區域 2，係形成凸部 18。另外，表面 12a 為 (100) 面，且切斷面 12c 為 (110) 面，此時，形成凸部 18 的面便成為 (111) 面。

在形成各改質區域 7a₁~7a₄、7b₅、7b₆ 時，係將矽基板 12 之背面 12b 當作雷射入射面，使波長 1342nm 之雷射光 L 以脈寬 90ns、頻率 90kHz 進行脈波振盪，且對矽基板 12 使雷射光 L 之聚光點 P 沿著切斷預定線以加工速度 340mm/s 相對地移動。藉此，依 1 脈波之雷射光 L 的照射而形成的改質點間之距離（加工間距）係成為 3.78 μm。其他條件如表 1 所示。另外，表 1 中，聚光點位置，係從作為雷射光入射面的矽基板 12 之背面 12b，至雷射光 L 之聚光點 P 合而為一之位置為止的距離；而改質區域之寬度係矽基板 12 之厚度方向的改質區域之寬度的平均值（即使在後述的表 3 及 4 也是相同）。

[表 1]

	聚光點位置 (μm)	改質區域寬度 (μm)	雷射光能量 (μJ)
改質區域 7a ₁	593	56	15
改質區域 7a ₂	523	56	15
改質區域 7a ₃	422	53	15
改質區域 7a ₄	306	50	15
改質區域 7b ₅	162	36	8
改質區域 7b ₆	92	33	8

依據此實施例，如第 15 圖所示，在相對向的一對切斷面 12c、12c 產生的蛇行在背面 12b 中收納於最大 $3\mu\text{m}$ 左右，可維持矽基板 12 之切斷精度。又，藉由在切斷面 12c 之非改質區域 2 形成有凸部 18（或是凹部 19），可提高藉由切斷矽基板 12 而得的晶片之抗折強度。

相對於此，如第 16 圖（a）所示，當沿著切斷預定線在矽基板 12 之厚度方向形成 7 排的改質區域 7 時，如第 16 圖（b）所示，在相對向的一對切斷面 12c、12c 產生的蛇行在背面 12b 成爲最大 $20\mu\text{m}$ 左右，且矽基板 12 之切斷精度降低。

此係因藉由波長 1342nm 之雷射光 L 的使用，改質區域 7 會變大，另一方面，在矽基板 12 之厚度方向形成 7 排的改質區域 7 時，龜裂會從矽基板 12 之表面 12a 朝背面 12b 連續地進行之故（亦即，如上述的實施例般，因在非改質區域 2 中之龜裂 17a 與龜裂 17b 之連繫未被切斷之故）。然後，當龜裂從矽基板 12 之表面 12a 朝背面 12b 連續地進行時，如第 16 圖（a）所示，在形成最接近背面 12b 之最後的改質區域 7 時，會發生難以控制方向性的破裂之扭曲背斜頂部（twist huckle）TH，且該扭曲背斜頂部 TH 到達背面 12b，使切斷面 12c 之蛇行在背面 12b 變大。另外，當切斷面 12c 之蛇行在背面 12b 變大時，也會發生來自切斷面 12c 之微粒子產生量變多的問題。

第 17 圖係與第 14 圖之切斷面大致正交的切斷面之形成於非改質區域的凸部及凹部之照片的示意圖。如第 17

圖所示，在矽基板 12 之一對切斷面 12c、12c 中之一方切斷面 12c 的非改質區域 2，係形成有朝向與矽基板 12 之厚度方向大致正交的方向延伸之剖面 V 字狀的凸部 18，而在另一方切斷面 12c 之非改質區域，係形成有與凸部 18 具有互補關係之剖面 V 字狀的凹部 19。

第 18 圖係顯示第 17 圖之凸部的示意圖。如第 18 圖所示，當將凸部 18 之高度設為 X，將矽基板 12 之厚度方向的凸部 18 之寬度設為 Y 時，可獲得表 2 所示的結果。另外，形成凸部 18 的斜面（（111）面）相對於切斷面 12c（（110）面）而成的角度為 35.3 度。

[表 2]

	X(μ m)	Y(μ m)	切斷精度	破裂殘留
#1	0	0	不良	無
#2	2	6	良好	無
#3	4	11	良好	無
#4	6	17	良好	無
#5	8	23	不良	無
#6	10	28	不良	有

如表 2 所示，在 #1 的情況時，在切斷面 12c 產生的蛇行在背面 12b 成爲最大 20 μ m 左右，就切斷精度而言獲得不良的結果。又，在 #5 及 #6 的情況時，由於切斷面 12c 的凹凸超過 8 μ m，所以就切斷精度而言獲得不良的結果。更且，在 #6 的情況時，發生了破裂殘留（矽基板 12 沿著被設定成格子狀之所有的切斷預定線未被完全切

斷的現象)。

相對於此等，在 #2~#4 的情況時，就切斷精度而言可獲得良好的結果，並且也沒有發生破裂殘留。因而，較佳為，以凸部 18 之高度成爲 $2\mu\text{m}\sim 6\mu\text{m}$ ，矽基板 12 之厚度方向的凸部 18 之寬度成爲 $6\mu\text{m}\sim 17\mu\text{m}$ 的方式，形成改質區域 7a、7b。藉由如此地形成改質區域 7a、7b，當沿著切斷預定線切斷矽基板 12 時，不僅可防止矽基板 12 之背面 12b 的龜裂蛇行等，還可防止破裂殘留。

第 19 圖係顯示以 3 排的改質區域爲起點而經切斷厚度 $300\mu\text{m}$ 之矽基板時的矽基板之切斷面照片的示意圖。如第 19 圖所示，在矽基板 12 之切斷面 12c，以沿著切斷預定線並排於矽基板 12 之厚度方向的方式，形成有使龜裂在矽基板 12 之表面 12a 產生的改質區域 $7a_1$ 、以及使龜裂在矽基板 12 之背面 12b 產生的改質區域 $7b_2$ 、 $7b_3$ 。又，在切斷面 12c 中之改質區域 $7a_1$ 與改質區域 $7b_2$ 之間的非改質區域 2，係形成有凸部 18。另外，表面 12a 爲 (100) 面，切斷面 12c 爲 (110) 面，此時，形成凸部 18 的面成爲 (111) 面。

在形成各改質區域 $7a_1$ 、 $7b_2$ 、 $7b_3$ 時，將矽基板 12 之背面 12b 當作雷射光入射面，使波長 1342nm 之雷射光 L 以脈寬 90ns 、頻率 90kHz 進行脈波振盪，且對矽基板 12 使雷射光 L 之聚光點 P 沿著切斷預定線以加工速度 340mm/s 相對地移動。藉此，依 1 脈波之雷射光 L 的照射而形成的改質點間之距離 (加工間距) 係成爲 $3.78\mu\text{m}$ 。

其他條件如表 3 所示。

[表 3]

	聚光點位置 (μm)	改質區域寬度 (μm)	雷射光能量 (μJ)
改質區域 7a ₁	253	43	12
改質區域 7b ₂	163	36	8
改質區域 7b ₃	92	30	8

又，第 20 圖係顯示以 3 排的改質區域為起點而經切斷厚度 $200\ \mu\text{m}$ 之矽基板時的矽基板之切斷面照片的示意圖。如第 20 圖所示，在矽基板 12 之切斷面 12c，以沿著切斷預定線並排於矽基板 12 之厚度方向的方式，形成有使龜裂在矽基板 12 之表面 12a 產生的改質區域 7a₁、以及使龜裂在矽基板 12 之背面 12b 產生的改質區域 7b₂、7b₃。又，在切斷面 12c 中之改質區域 7a₁ 與改質區域 7b₂ 之間的非改質區域 2，係形成有凸部 18。另外，表面 12a 為 (100) 面，切斷面 12c 為 (110) 面，此時，形成凸部 18 的面成為 (111) 面。

在形成各改質區域 7a₁、7b₂、7b₃ 時，將矽基板 12 之背面 12b 當作雷射光入射面，使波長 1342nm 之雷射光 L 以脈寬 90ns 、頻率 90kHz 進行脈波振盪，且對矽基板 12 使雷射光 L 之聚光點 P 沿著切斷預定線以加工速度 340mm/s 相對地移動。藉此，依 1 脈波之雷射光 L 的照射而形成的改質點間之距離（加工間距）係成為 $3.78\ \mu\text{m}$ 。其他條件如表 4 所示。

[表 4]

	聚光點位置 (μm)	改質區域寬度 (μm)	雷射光能量 (μJ)
改質區域 7a ₁	178	29	6
改質區域 7b ₂	103	22	4
改質區域 7b ₃	60	20	4

依據此等的實施例，切斷非改質區域中之龜裂 17a 與龜裂 17b 之連繫，就可沿著切斷預定線切斷性佳地切斷矽基板 12。

如在以上之實施例中所說明般，爲了減少形成於矽基板 12 之厚度方向的改質區域 7 之排數而使用波長 1064nm 以上的雷射光 L 時，爲了沿著切斷預定線切斷性佳地切斷矽基板 12，重要的是切斷非改質區域 2 中之龜裂 17a 與龜裂 17b 之連繫。將用以形成如此的非改質區域 2 之條件顯示於表 5。另外，表 5 中，非改質區域之寬度，係矽基板 12 之厚度方向中的非改質區域 2 之寬度（即使龜裂在矽基板 12 之表面 12a 產生的改質區域 7a 中之最位於背面 12b 側的改質區域 7a（但是，在改質區域 7a 爲 1 排的情況之該改質區域 7a）中的背面 12b 側之端部、與使龜裂在矽基板 12 之背面 12b 產生的改質區域 7b 中之最位於表面 12a 側的改質區域 7b（但是，在改質區域 7b 爲 1 排的情況之該改質區域 7b）中的表面 12a 側之端部之距離）之平均值。

[表 5]

矽基板厚度 (μm)	改質區域 7a 之排數	改質區域 7b 之排數	非改質區域之寬度 (μm)
625	4~5	12~20	70~110
300	1~2	8~13	34~64
200	1~2	5~8	32~54

如表 5 所示，較佳為，以矽基板 12 之厚度方向的非改質區域 2 之寬度成為矽基板 12 之厚度的 10%~30% 之方式，形成改質區域 7a、7b。當如此地形成改質區域 7a、7b，且沿著切斷預定線切斷矽基板 12 時，可防止矽基板 12 之背面 12b 的龜裂蛇行或破裂殘留，而可沿著切斷預定線既精度佳且確實地切斷矽基板 12。

本發明並非為被限定於上述第 1 實施形態。例如，上述第 1 實施形態中，雖然將加工對象物 1 之背面 12b 當作雷射光入射面，但是也可將加工對象物 1 之表面 12a 當作雷射光入射面。

[第 2 實施形態]

第 21 圖係可供第 2 實施形態之加工對象物切斷方法適用的加工對象物之俯視圖。如第 21 圖所示，板狀之加工對象物 1 係具備：矽基板 11；以及形成於矽基板 11 之表面 11a 上的功能元件層 16。

功能元件層 16，係包含在與矽基板 11 之定向平面 6 平行的方向及垂直的方向形成複數個矩陣狀的功能元件 15。功能元件 15，例如為依結晶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是形成作為電路的電路元件等。

在加工對象物 1，係以通過相鄰的功能元件 15、15 間的方式設定有格子狀的切斷預定線 5。加工對象物 1，係沿著切斷預定線 5 而被切斷，而經切斷的各個晶片，係成為具有 1 個功能元件 15 的半導體裝置。

第 22 圖係用於實施第 2 實施形態之加工對象物切斷方法的雷射加工裝置之構成圖。如第 22 圖所示，雷射加工裝置 300，係具備：雷射光源 202、反射型空間光線調變器 203、4f 光學系 241 以及聚光光學系 204。反射型空間光線調變器 203、4f 光學系 241 以及聚光光學系 204 係收容於框體 234 內，而雷射光源 202 係收容於包含框體 234 的框體 231 內。

雷射光源 202，係射出雷射光 L 者，該雷射光例如為波長 1080nm 以上之脈波雷射光，例如可使用光纖雷射。在此的雷射光源 202，係為了朝水平方向射出雷射光 L，而以螺絲等固定於框體 234 之頂板 236。

反射型空間光線調變器 203，係用以調變從雷射光源 202 射出的雷射光 L 者，例如可使用反射型液晶（LCOS：Liquid Crystal on Silicon）之空間光線調變器（SLM：Spatial Light Modulator）。在此的反射型空間光線調變器 203，係將從水平方向入射的雷射光 L 朝相對於水平方向的斜上方一邊反射一邊調變。

第 23 圖係第 22 圖之反射型空間光線調變器的局部剖

視圖。如第 23 圖所示，反射型空間光線調變器 203，係具備：矽基板 213、驅動電路層 914、複數個像素電極 214、介質多層膜鏡片等之反射膜 215、配向膜 999a、液晶層 216、配向膜 999b、透明導電膜 217 及玻璃基板等的透明基板 218，且此等依此順序層疊。

透明基板 218，係具有沿著 XY 平面的表面 218a，該表面 218a 係構成反射型空間光線調變器 203 的表面。透明基板 218，係主要包含例如玻璃等的透光性材料，且將從反射型空間光線調變器 203 之表面 218a 入射的預定波長之雷射光 L，穿透至反射型空間光線調變器 203 之內部。透明導電膜 217，係形成於透明基板 218 之背面 218b 上，且主要包含穿透雷射光 L 的導電性材料（例如 ITO）而構成。

複數個像素電極 214，係按照複數個像素之排列而排列成二次元狀，且沿著透明導電膜 217 而排列於矽基板 213 上。各像素電極 214，係由例如鋁等的金屬材料所構成，且此等的表面 214a，係加工成既平坦又光滑。複數個像素電極 214，係藉由設置於驅動電路層 914 的主動矩陣電路而驅動。

主動矩陣電路，係設置於複數個像素電極 214 與矽基板 213 之間，且按照欲從反射型空間光線調變器 203 輸出的光學影像（以下本文中簡稱為光像）來控制對各像素電極 214 之施加電壓。此種主動矩陣電路，係具有例如未圖示之：並排於 X 軸向之控制各像素列之施加電壓的第 1

驅動電路；以及並排於 Y 軸向之控制各像素列之施加電壓的第 2 驅動電路，且以藉由控制部 250 施加預定電壓至由雙方之驅動電路所指定的像素之像素電極 214 的方式而構成。

另外，配向膜 999a、999b，係配置於液晶層 216 之兩端面，且使液晶分子群排列於固定方向。配向膜 999a、999b，係由例如聚醯亞胺之高分子材料所構成，且可應用對與液晶層 216 之接觸面施予摩擦處理等者。

液晶層 216，係配置於複數個像素電極 214 與透明導電膜 217 之間，且按照藉由各像素電極 214 與透明導電膜 217 而形成的電場來調變雷射光 L。亦即，當藉由主動矩陣電路對某一像素電極 214 施加電壓時，在透明導電膜 217 與該像素電極 214 之間形成有電場。

該電場，係對反射膜 215 及液晶層 216 之各個，以相應於各自厚度的比例來施加。然後，按照施加至液晶層 216 的電場之大小來改變液晶分子 216a 之排列方向。當雷射光 L 穿透透明基板 218 及透明導電膜 217 而入射至液晶層 216 時，該雷射光 L 係在通過液晶層 216 之期間藉由液晶分子 216a 而調變，且在反射膜 215 經反射後，再次藉由液晶層 216 調變之後取出。

藉此，在入射穿透於調變圖案（調變用影像）的雷射光 L 方面，其波面受到調整，而在構成該雷射光 L 的各光線中與行進方向正交的預定方向之成分的相位發生偏移。

回到第 22 圖，4f 光學系 241，係用以調整經反射型空間光線調變器 203 調變過的雷射光 L 之波面形狀者。該 4f 光學系 241，係具有第 1 透鏡 241a 及第 2 透鏡 241b。

透鏡 241a、241b，係以反射型空間光線調變器 203 與第 1 透鏡 241a 之距離（光路長度）成爲第 1 透鏡 241a 之焦距 f_1 、聚光光學系 204 與透鏡 241b 之距離（光路長度）成爲透鏡 241b 之焦距 f_2 、第 1 透鏡 241a 與第 2 透鏡 241b 之距離（光路長度）成爲 f_1+f_2 、且第 1 透鏡 241a 與第 2 透鏡 241b 成爲兩側遠心光學系（telecentric optical system）的方式，配置於反射型空間光線調變器 203 與聚光光學系 204 之間。依據該 4f 光學系 241，可抑制經反射型空間光線調變器 203 調變過的雷射光 L 之波面形狀依空間傳播而變化且使像差增大。

聚光光學系 204，係將藉由 4f 光學系 241 而經調變的雷射光 L 聚光於加工對象物 1 之內部者。該聚光光學系 204，係包含複數個透鏡而構成，且夾介包含壓電元件等而構成的驅動單元 232 而設置於框體 234 之底板 233。

又，雷射加工裝置 300，係於框體 231 內具備：用以觀察加工對象物 1 之表面 3 的表面觀察單元 211；以及用以微調聚光光學系 204 與加工對象物 1 之距離的 AF（AutoFocus：自動聚焦）單元 212。

表面觀察單元 211，係具有：觀察用光源 211a，其係射出可視光 VL1；以及檢測器 211b，其係受光並檢測在加工對象物 1 之表面 3 反射的可視光 VL1 之反射光 VL2

。在表面觀察單元 211，從觀察用光源 211a 射出的可視光 VL1，係在鏡片 208 及二向分光鏡 209、210、238 反射穿透，且利用聚光光學系 204 朝向加工對象物聚光。然後，在加工對象物 1 之表面 3 反射的反射光 VL2，係在利用聚光光學系 204 聚光並利用二向分光鏡 238、210 穿透反射之後，穿透二向分光鏡 209 而利用檢測器 211b 來受光。

● AF 單元 212，係射出 AF 用雷射光 LB1，且受光並檢測在加工對象物 1 之表面 3 反射的 AF 用雷射光 LB1 之反射光 LB2，藉此取得沿著切斷預定線 5 之表面 3 的位移資料（加工對象物 1 之厚度方向中的表面 3 之位置（高度）資料）。然後，AF 單元 212，係在形成改質區域 7 時，根據所取得的位移資料使驅動單元 232 驅動，且以沿著加工對象物 1 之表面 3 的起伏使聚光光學系 204 朝其光軸方向往復移動。

● 更且，雷射加工裝置 300，係具備由 CPU、ROM、RAM 等所構成的控制部 250，作為用以控制該雷射加工裝置 300 者。該控制部 250，係控制雷射光源 202，且調節從雷射光源 202 射出的雷射光 L 之輸出或脈寬等。又，控制部 250，係在形成改質區域 7 時，以雷射光 L 之同時聚光位置位於離加工對象物 1 之表面 3 預定距離且沿著切斷預定線 5 相對移動的方式，控制框體 231 或載物台 111 之位置、及驅動單元 232 之驅動。

又，控制部 250，係在形成改質區域 7 時，在反射型

空間光線調變器 203 中的各像素電極 214 與透明導電膜 217 之間施加預定電壓，使預定的調變圖案顯示於液晶層 216。藉此，可利用反射型空間光線調變器 203 將雷射光 L 依期望而調變。

在此，針對使用雷射加工裝置 300 對加工對象物 1 進行加工的情況加以說明。作為一例，係針對使聚光點 P 合而為一而將雷射光 L 照射於板狀之加工對象物 1 之內部，藉此沿著切斷預定線 5，將成為切斷起點的改質區域 7 形成於加工對象物 1 之內部的情况加以說明。

首先，在加工對象物 1 之背面 21 貼附發脹膠帶，且將該加工對象物 1 載置於載物台 111 上。接著，將加工對象物 1 之表面 3 當作雷射光照射面一邊對加工對象物 1 進行脈波照射，一邊使加工對象物 1 與雷射光 L 沿著切斷預定線 5 相對移動（掃描），而形成改質區域 7。

亦即，在雷射加工裝置 300 中，從雷射光源 202 射出的雷射光 L，係在框體 231 內朝水平方向行進之後，藉由鏡片 205a 朝下方反射，且藉由衰減器（attenuator）207 來調整光強度。該雷射光 L，係藉由鏡片 205b 朝水平方向反射，且藉由光束均勻器（beam homogenizer）260 使強度分佈均勻化而入射至反射型空間光線調變器 203。

經入射至反射型空間光線調變器 203 的雷射光 L，係在穿透顯示於液晶層 216 的調變圖案且按照該調變圖案經調變之後，相對於水平方向朝斜上方射出。接著，雷射光 L，係在藉由鏡片 206a 朝上方反射之後，藉由 $\lambda/2$ 波長

板 228 變更偏光方向成爲沿著切斷預定方向 5 的方向，且藉由鏡片 206b 朝水平方向反射而入射至 4f 光學系 241。

接著，以入射至聚光光學系 204 的雷射光 L 成爲平行光的方式調整波面形狀。具體而言，雷射光 L，係穿透第 1 透鏡 241a 而收斂，且藉由鏡片 219 朝下方反射，並經由共焦點 O 而漫射。經漫射的雷射光 L，係穿透第 2 透鏡 241b，且以成爲平行光的方式再次收斂。

接著，雷射光 L，係依次穿透二向分光鏡 210、218 而入射至聚光光學系 204，且藉由聚光光學系 204 聚光於載物台 111 上所載置的加工對象物 1 之內部。結果，在加工對象物 1 內之厚度方向的預定深度，形成有改質點。

然後，使雷射光 L 之聚光點 P 沿著切斷預定線 5 相對移動，且藉由複數個改質點形成改質區域 7。之後，藉由擴展發脹膠帶，將改質區域 7 當作切斷起點而沿著切斷預定線 5 切斷加工對象物 1，以獲得經切斷的複數個晶片作爲半導體裝置（例如記憶體、IC、發光元件、受光元件等）。

其次，針對具備上述之雷射加工裝置 300 的雷射加工系統 400 加以說明。如第 24 圖所示，雷射加工系統 400，係具備個人電腦（以下稱爲「PC」）401、402、控制器 403 及雷射加工裝置 300。雷射加工裝置 300，係如上所述，藉由將利用反射型空間光線調變器 203 調變過的雷射光 L 照射在加工對象物 1，而在加工對象物 1 形成改質區域 7。

在 PC401 之記憶部（記憶體或硬碟等）401a，係儲存有改質區域 7 對加工對象物 1 之形成條件作為資料庫。當使用者操作 PC401 而輸入所期望的形成條件時，該形成條件係經由 LAN（Local Area Network：區域網路）輸入至控制器 403。

控制器（圖案指定手段）403，係在輸入改質區域 7 對加工對象物 1 之形成條件時，按照該形成條件，對改質區域 7 選定一種或複數種的要素圖案，且經由 LAN 指定該要素圖案給 PC402。在此，所謂要素圖案，係指在雷射加工裝置 300 之反射型空間光線調變器 203 中用以對雷射光 L 施予預定調變的調變圖案之要素的圖案，而複數種的要素圖案係在 PC402 之記憶部（記憶體或硬碟等）402a 被儲存作為資料庫。

記憶部（圖案記憶手段）402a，係儲存用以校正在雷射加工裝置 300 產生的個體差（例如，在反射型空間光線調變器 203 之液晶層 216 產生的畸變）之個體差校正圖案（D-01）作為要素圖案。又，記憶部 402a，係儲存用以校正在雷射光 L 之聚光點 P 產生的球面像差之球面像差校正圖案（S-0001~S-1000）作為要素圖案。在雷射光 L 之聚光點 P 產生的球面像差，由於是按照從加工對象物 1 之雷射光入射面至雷射光 L 之聚光點 P 的距離而變化，所以球面像差校正圖案，被設定該材料或該距離作為參數，且儲存於記憶部 402a。

更且，記憶部 402a，係儲存品質圖案（J-01~J-10）

作為要素圖案。如第 25 圖所示，品質圖案，係具有：朝向與切斷預定線 5 大致正交的方向延伸之第 1 亮度區域 R1；以及在切斷預定線 5 之延伸方向位於第 1 亮度區域 R1 的第 2 亮度區域 R2。

品質圖案，係在加工對象物 1 之背面 21 側的位置、加工對象物 1 之表面 3 側的位置、及背面 21 側的位置與表面 3 側的位置之中間位置，以背面 21 側之位置、中間位置、表面 3 側之位置的順序（或是，以表面 3 側之位置、中間位置、背面 21 側之位置的順序）形成改質區域 7 的情況，當在中間位置形成改質區域 7 時被採用。換句話說，品質圖案，係在背面 21 側之位置形成改質區域 7 之後且在表面 3 側之位置形成改質區域 7 之前（或是在表面 3 側之位置形成改質區域 7 之後且背面 21 側之位置形成改質區域 7 之前），當在中間位置形成改質區域 7 時被採用。

另外，所謂在背面 21 側之位置形成改質區域 7，係指在加工對象物 1 之厚度方向，以改質區域 7 之中心位置從加工對象物 1 之中心位置偏倚至加工對象物 1 之背面 21 側的方式，形成改質區域 7 之意；而所謂在表面 3 側之位置形成改質區域 7，係指在加工對象物 1 之厚度方向，以改質區域 7 之中心位置從加工對象物 1 之中心位置偏倚至加工對象物 1 之表面 3 側的方式，形成改質區域 7 之意。然後，所謂在背面 21 側之位置與表面 3 側之位置之間的中間位置形成改質區域 7，係指在形成於背面 21 側

之位置的改質區域 7 與形成於表面 3 側之位置的改質區域 7 之間形成改質區域之意（亦即，並非在加工對象物 1 之厚度方向，以改質區域 7 之中心位置與加工對象物 1 之中心位置一致的方式，形成改質區域 7 之意）。

回到第 24 圖，PC（圖案製作手段）402，係根據控制器 403 之要素圖案的指定，對改質區域 7 從記憶部 402a 讀出一種或複數種的要素圖案。換句話說，PC402，係按照改質區域 7 對加工對象物 1 之形成條件，對改質區域 7 從記憶部 402a 讀出一種或複數種的要素圖案。

然後，PC402，係在取得一種的要素圖案時，為了形成所對應的改質區域 7 而將該一種的要素圖案當作調變圖案。又，PC402，係在取得複數種的要素圖案時，為了形成所對應的改質區域 7 而將經合成該複數種的要素圖案後之合成圖案當作調變圖案。PC402，係在如此地製作調變圖案之後，夾介 DVI（Digital Visual Interface：互動式數位視訊介面）將該調變圖案對應於改質區域 7 而輸出至雷射加工區域 300。

另外，在加工對象物 1 形成複數種的改質區域 7 時（例如，對 1 條切斷預定線 5，以並排於加工對象物 1 之厚度方向的方式形成複數排之改質區域時），PC402，係在全部種類之改質區域 7 針對每一改質區域 7 製作調變圖案之後，將該調變圖案對應於每一改質區域 7 而輸出至雷射加工裝置 300。

在此，針對上述的品質圖案，作更詳細的說明。如第

25 圖所示，在切斷預定線 5 之延伸方向，第 1 亮度區域 R1 之寬度，係相對於調變圖案之中用以調變雷射光 L 的有效區域 R 之寬度成爲 20%~50% 的比例。但是，在切斷預定線 5 之延伸方向，第 1 亮度區域 R1 之寬度，也可爲比第 2 亮度區域 R2 之各自的寬度還窄（例如，參照第 24 圖之 J-01），或是也可爲比第 2 亮度區域 R2 之各自的寬度還寬（例如，參照第 24 圖之 J-10）。另外，品質圖案之有效區域 R，係相當於雷射光 L 之中入射至聚光光學系 204 之部分（入射至聚光光學系 204 之入射光瞳（entrance pupil）的部分）的區域。

然後，第 1 亮度區域 R1 之平均亮度與第 2 亮度區域 R2 之平均亮度，若彼此不同，則哪個較亮均可。但是，從加大第 1 亮度區域 R1 與第 2 亮度區域 R2 之亮度差的觀點來看，在以 256 灰階表示構成品質圖案的各像素之亮度時，較佳爲，第 1 亮度區域 R1 之平均亮度與第 2 亮度區域 R2 之平均亮度偏移 128 灰階。

其次，針對在上述的雷射加工系統 400 所實施的雷射加工方法之一例，一邊參照第 26 圖一邊加以說明。首先，使用者操作 PC401，並輸入改質區域 7 對加工對象物 1 之形成條件（步驟 S11）。在此，加工對象物 1 之厚度被設定爲 300 μ m，而加工對象物 1 之材料被設定爲矽。又，對 1 條切斷預定線 5，設定有 3 排的改質區域 SD1、SD2、SD3，作爲以並排於加工對象物 1 之厚度方向的方式所形成的複數排之改質區域 7。然後，針對改質區域

SD1 之形成，從加工對象物 1 之雷射光入射面至雷射光 L 之聚光點 P 的距離（深度）被設定為 $260\ \mu\text{m}$ ，而雷射光 L 之輸出被設定為 0.6W 。又，針對改質區域 SD2 之形成，該距離被設定為 $180\ \mu\text{m}$ ，而該輸出被設定為 0.6W 。更且，針對改質區域 SD3 之形成，該距離被設定為 $70\ \mu\text{m}$ ，而該輸出被設定為 0.6W 。另外，針對改質區域 SD2 之形成，品質圖案被設定為「有」。

在此，改質區域 SD1，係相當於在形成改質區域之時間點使龜裂 17b 從該改質區域朝加工對象物 1 之背面 21 產生的改質區域 7b；而改質區域 SD3，係相當於在形成改質區域之時間點使龜裂 17a 從該改質區域朝加工對象物 1 之表面 3 產生的改質區域 7a。因而，第 2 實施形態之本具體例，係在夾介存在於改質區域 SD1 與改質區域 SD3 之間的非改質區域 2，形成有改質區域 SD2 之點，與上述的第 2 實施形態不同。

接著，當改質區域 7 對加工對象物 1 之形成條件輸入至控制器 403 時，控制器 403，係按照該形成條件針對每一改質區域 SD1、SD2、SD3 選定一種或複數種的要素圖案，且對應於每一改質區域 SD1、SD2、SD3 將該要素圖案指定給 PC402（步驟 S12）。藉此，使 PC402，既容易又確實地取得適當的要素圖案。

接著，當針對每一改質區域 SD1、SD2、SD3 指定要素圖案時，PC402，就會對應於每一改質區域 SD1、SD2、SD3 從記憶部 402a 選擇該要素圖案（步驟 S13）。在

此，對應於改質區域 SD3 選擇個體差校正圖案 D-01 及球面像差校正圖案 S-0025 作為要素圖案。又，對應於改質區域 SD2 選擇個體差校正圖案 D-01、球面像差校正圖案 S-0060 及品質圖案 J-03 作為要素圖案。更且，對應於改質區域 SD1 選擇個體差校正圖案 D-01 及球面像差校正圖案 S-0100 作為要素圖案。

接著，PC402，係為了形成改質區域 SD1、SD2、SD3，而合成對應於每一改質區域 SD1、SD2、SD3 的複數種之要素圖案，且將該合成圖案當作調變圖案（步驟 S14）。在此，為了形成改質區域 SD3，而將個體差校正圖案 D-01 與球面像差校正圖案 S-0025 進行合成，以製作調變圖案 SD-003。又，為了形成改質區域 SD2，而將個體差校正圖案 D-01 與球面像差校正圖案 S-0060 與品質圖案 J-03 進行合成，以製作調變圖案 SD-002。更且，為了形成改質區域 SD1，而將個體差校正圖案 D-01 與球面像差校正圖案 S-0100 進行合成，以製作調變圖案 SD-001。

接著，PC402，係將對應於經製作成的調變圖案 SD-001、SD-002、SD-003 對應於每一改質區域 SD1、SD2、SD3 並輸出至雷射加工裝置 300（步驟 S15）。然後，當對應於每一改質區域 SD1、SD2、SD3 輸入調變圖案 SD-001、SD-002、SD-003 時，雷射加工裝置 300 會實施雷射加工（步驟 S16）。

更具體而言，在雷射加工裝置 300 中，當形成改質區域 SD1 時，經由控制部 250 使調變圖案 SD-001 顯示於反

射型空間光線調變器 203 之液晶層 216，且藉由調變圖案 SD-001 來調變雷射光 L。接著，當形成改質區域 SD2 時，經由控制部 250 使調變圖案 SD-002 顯示於反射型空間光線調變器 203 之液晶層 216，且藉由調變圖案 SD-002 來調變雷射光 L。接著，當形成改質區域 SD3 時，經由控制部 250 使調變圖案 SD-003 顯示於反射型空間光線調變器 203 之液晶層 216，且藉由調變圖案 SD-003 來調變雷射光 L。

如此，當形成改質區域 SD1、SD2、SD3 時，由於調變圖案包含有個體差校正圖案及球面像差校正圖案，所以可抑制因在雷射加工裝置 300 所產生的個體差或在雷射光 L 之聚光點 P 所產生的球面像差而引起的改質區域之形成狀態的不均。另外，較佳為依次形成離加工對象物 1 之雷射光入射面較遠位置的改質區域 SD1、位於中間的改質區域 SD2、離加工對象物 1 之雷射光入射面較近位置的改質區域 SD3。

又，在以改質區域 SD1、改質區域 SD2、改質區域 SD3 之順序形成改質區域的情況中，當在中間位置形成改質區域 SD2 時，調變圖案除了個體差校正圖案及球面像差校正圖案以外，還包含品質圖案。如此，使用品質圖案來調變雷射光 L，且在中間位置形成改質區域 SD2，藉此可防止在加工對象物 1 之厚度方向形成改質區域 SD1、SD2、SD3 時龜裂在加工對象物 1 之厚度方向連續地進行。然後，當在加工對象物 1 使應力產生時，與在中間位置

沒有形成改質區域 SD2 的情況相較，由於以改質區域為起點而發生的龜裂較容易在加工對象物 1 之厚度方向伸展，所以可沿著切斷預定線 5 精度佳地切斷加工對象物 1。另外，也可依次形成離加工對象物 1 之雷射光入射面較近位置的改質區域 SD3、位於中間的改質區域 SD2、離加工對象物 1 之雷射光入射面較遠位置的改質區域 SD1。

其次，針對調變圖案（個體差校正圖案、球面像差校正圖案及品質圖案）加以說明。第 27 圖係顯示以改質區域為起點而經切斷加工對象物時的切斷面之第 1 圖。在此，將由矽所構成之厚度 $400\ \mu\text{m}$ 的加工對象物 1 之表面 3 當作雷射光入射面，並以離表面 3 較遠的順序，形成改質區域 SD1~SD5。在形成背面 21 側之位置的各改質區域 SD1、SD2、及形成表面 3 側之位置的各改質區域 SD4、SD5 時，分別使用可在雷射光 L 之聚光點 P 校正球面像差的球面像差校正圖案 S，且以除了個體差校正圖案 D 以外，還包含該球面像差校正圖案 S 的調變圖案來調變雷射光 L。更且，在形成背面 21 側之位置與表面 3 側之位置之間的中間位置之改質區域 SD3 時，以除了個體差校正圖案 D 及球面像差校正圖案 S 以外還包含品質圖案 J 的調變圖案來調變雷射光 L。

在此，改質區域 SD1、SD2，係相當於在形成改質區域的時間點使龜裂 17b 從該改質區域朝加工對象物 1 之背面 21 產生的改質區域 7b；而改質區域 SD4、SD5，係相當於在形成改質區域的時間點使龜裂 17a 從該改質區域朝

加工對象物 1 之表面 3 產生的改質區域 7a。因而，第 2 實施形態之本具體例，係在夾介存在於改質區域 SD1、SD2 與改質區域 SD4、SD5 之間的非改質區域 2，形成有改質區域 SD3 之點，與上述的第 2 實施形態不同。

結果，在形成改質區域 SD1、SD2 之時間點所產生的龜裂，在到達加工對象物 1 之背面 21 的另一方面，並未與在形成改質區域 SD3 之時間點產生的龜裂連繫。又，在形成改質區域 SD4、SD5 之時間點所產生的龜裂，在到達加工對象物 1 之表面 3 的另一方面，並未與在形成改質區域 SD3 之時間點產生的龜裂連繫。藉此，可一邊防止加工對象物 1 之切斷精度的降低，一邊可減少沿著切斷預定線 5 而形成於加工對象物 1 之厚度方向的改質區域 7 之排數。

第 28 圖係形成改質區域用的雷射光之聚光點的示意圖。當以包含個體差校正圖案及球面像差校正圖案的調變圖案來調變雷射光 L 時，如第 28 圖 (a) 所示，雷射光 L 之聚光點 CS1，係變成圓形狀的區域。另一方面，以除了個體差校正圖案及球面像差校正圖案以外，還包含品質圖案的調變圖案來調變雷射光 L 時，如第 28 圖 (b) 所示，雷射光 L 之聚光點 CS2，係變成複數個點狀之區域沿著切斷預定線 5 之延伸方向（即雷射光 L 之相對移動方向）A 而並設的形狀。例外，相鄰的點狀之區域，係有一部分重疊的情況，以及以間隙離開的情況。

此可認為是藉由品質圖案使雷射光 L 在反射型空間光

線調變器 203 繞射之故，該品質圖案係具有：朝向與切斷預定線 5 大致正交的方向延伸的第 1 亮度區域 R1；以及在切斷預定線 5 之延伸方向中位於第 1 亮度區域 R1 之兩側的第 2 亮度區域 R2。若照射具有此種聚光點 CS2 的雷射光 L，則可將能防止在加工對象物 1 之厚度方向形成複數排的改質區域 7 時龜裂在加工對象物 1 之厚度方向連續地進行的改質區域 7 形成於加工對象物 1。

如以上說明般，在利用雷射加工系統 400 而實施的加工對象物切斷方法中，係在用以相對於加工對象物 1 而在背面 21 側之位置與表面 3 側之位置之間的中間位置形成改質區域 7 的雷射光 L 之調變中，使用品質圖案，該品質圖案係具有：朝與切斷預定線 5 大致正交的方向延伸的第 1 亮度區域 R1；以及在切斷預定線 5 之延伸方向中位於第 1 亮度區域 R1 之兩側的第 2 亮度區域 R2。亦即，在將表面 3 當作雷射光入射面，並在背面 21 側之位置形成改質區域 7 之後且在表面 3 側之位置形成改質區域 7 之前（或是，在將背面 21 當作雷射光入射面，並在表面 3 側之位置形成改質區域 7 之後且在背面 21 側之位置形成改質區域 7 之前），根據包含品質圖案的調變圖案，照射利用反射型空間光線調變器 203 所調變的雷射光 L，藉此在中間位置形成改質區域 7。藉由如此地在中間位置形成改質區域 7，即使爲了減少改質區域 7 之排數而使用波長比 1064nm 還長的雷射光 L，也可防止在加工對象物 1 之厚度方向形成複數排的改質區域 7 時使龜裂在加工對象物 1

之厚度方向連續地進行。而且，當在加工對象物 1 使應力產生時，與未在中間位置形成有改質區域 7 的情況相較，由於以改質區域 7 為起點而產生的龜裂較容易在加工對象物 1 之厚度方向伸展，所以可沿著切斷預定線 5 精度佳地切斷加工對象物 1。因而，依據該加工對象物切斷方法，可一邊防止加工對象物 1 之切斷精度的降低，一邊減少沿著切斷預定線 5 而形成於加工對象物 1 之厚度方向的改質區域 7 之排數，而可謀求作業時間之縮短化。

在此，在品質圖案方面，較佳為，在切斷預定線 5 之延伸方向，第 1 亮度區域 R1 之寬度，相對於調變圖案之中用以調變雷射光 L 的有效區域 R 之寬度成為 20%~50% 之比例。該情況，可將能確實地防止在加工對象物 1 之厚度方向形成複數排的改質區域 7 時使龜裂在加工對象物 1 之厚度方向連續地進行的改質區域 7 形成於中間位置。另外，在切斷預定線 5 之延伸方向中，第 1 亮度區域 R1 之寬度，可為比第 2 亮度區域 R2 之各個寬度還窄，或是也可為比第 2 亮度區域 R2 之各個寬度還寬。

又，較佳為，當在中間位置形成改質區域 7 時，係根據包含品質圖案、個體差校正圖案及球面像差校正圖案的調變圖案，以反射型空間光線調變器 203 來調變雷射光 L，而當在背面 21 側之位置及表面 3 側之位置形成改質區域 7 時，係根據包含個體差校正圖案及球面像差校正圖案的調變圖案，以反射型空間光線調變器 203 來調變雷射光 L。該情況，由於形成於中間位置、背面 21 側之位置及表

面 3 側之位置的改質區域 7 容易產生龜裂，所以可更確實地減少沿著切斷預定線 5 而形成於加工對象物 1 之厚度方向的改質區域 7 之排數。

又，雷射光 L 之波長較佳為 1080nm 以上。該情況，由於雷射光 L 對加工對象物 1 之穿透率變高，且形成於中間位置、背面 21 側之位置及表面 3 側之位置的改質區域 7 容易產生龜裂，所以可更確實地減少沿著切斷預定線 5 而形成於加工對象物 1 之厚度方向的改質區域 7 之排數。

更且，藉由以上述的改質區域 7 為起點而沿著切斷預定線 5 切斷加工對象物 1，故可沿著切斷預定線 5 精度佳地切斷加工對象物 1。然後，藉由切斷加工對象物 1 來製造半導體裝置，藉此可獲得可靠度較高的半導體裝置。

以上，雖已針對本發明之第 2 實施形態加以說明，但是本發明並非被限定於以上的第 2 實施形態。

例如，如第 29 圖所示，在加工對象物 1 中，形成於背面 21 側之位置的改質區域 7（相當於第 1 實施形態之改質區域 7b）之排數、形成於表面 3 側之位置的改質區域 7（相當於第 1 實施形態之改質區域 7a）之排數、及形成於中間位置的改質區域 7（形成於第 1 實施形態之非改質區域 2 的改質區域）之排數，係可按照加工對象物 1 之厚度或材料而改變。形成於背面 21 側之位置的改質區域 7 之排數，係可以龜裂從該改質區域 7 朝背面 21 產生的方式來決定；形成於表面 3 側之位置的改質區域 7 之排數，係可以龜裂從該改質區域 7 朝表面 3 產生的方式來決定

。又，形成於中間位置的改質區域 7 之排數，係可以防止當在加工對象物 1 之厚度方向形成複數排的改質區域 7 時使龜裂在加工對象物 1 之厚度方向連續地進行的方式來決定。

又，作為成為調變圖案之要素的要素圖案，除了品質圖案、個體差校正圖案及球面像差校正圖案以外，還可使用用以校正雷射光 L 之聚光點 P 的像散 (astigmatism) 之像散校正圖案等。

又，空間光線調變器，並未被限定於 LCOS-SLM，也可為 MEMS (微機電系統) -SLM 或 DMD (可變形鏡面裝置) 等。更且，空間光線調變器，並未被限定於反射型，也可為穿透型。作為空間光線調變器，可列舉液晶單元型或 LCD 型等。又，在反射型空間光線調變器 203 中，也可利用矽基板之像素電極的反射，來取代介質多層膜鏡片。

(產業上之可利用性)

本發明可減少沿著切斷預定線而形成於矽基板之厚度方向的改質區域之排數，並且可沿著切斷預定線精度佳地切斷具備矽基板的板狀之加工對象物。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係用於改質區域之形成的雷射加工裝置之概略構成圖。

第 2 圖係成爲改質區域之形成對象的加工對象物之俯視圖。

第 3 圖係沿著第 2 圖之加工對象物之 III-III 線的剖視圖。

第 4 圖係雷射加工後的加工對象物之俯視圖。

第 5 圖係沿著第 4 圖之加工對象物之 V-V 線的剖視圖。

第 6 圖係沿著第 4 圖之加工對象物之 VI-VI 線的剖視圖。

第 7 圖係顯示雷射加工後的矽晶圓之切斷面照片的示意圖。

第 8 圖係顯示雷射光之波長與矽基板之內部穿透率的關係之曲線圖。

第 9 圖係顯示雷射光之峰值功率密度與裂痕點之大小的關係之曲線圖。

第 10 圖係可供第 1 實施形態之加工對象物切斷方法適用的加工對象物之俯視圖。

第 11 圖係沿著第 10 圖之加工對象物之切斷預定線的局部剖視圖。

第 12 圖係說明第 1 實施形態之加工對象物切斷方法用的加工對象物之局部剖視圖。

第 13 圖係說明第 1 實施形態之加工對象物切斷方法用的加工對象物之局部剖視圖。

第 14 圖係顯示以 6 排的改質區域爲起點經切斷厚度

625 μm 之矽基板時的矽基板之切斷面照片的示意圖。

第 15 圖係顯示從背面側看到第 14 圖之矽基板之切斷面時的照片之示意圖。

第 16 圖係顯示依比較例而經切斷的矽基板之切斷面照片的示意圖。

第 17 圖係顯示與第 14 圖之切斷面大致正交的切斷面之形成於非改質區域的凸部及凹部之照片的示意圖。

第 18 圖係顯示第 17 圖之凸部的示意圖。

第 19 圖係顯示以 3 排的改質區域為起點而經切斷厚度 300 μm 之矽基板時的矽基板之切斷面照片的示意圖。

第 20 圖係顯示以 3 排的改質區域為起點而經切斷厚度 200 μm 之矽基板時的矽基板之切斷面照片的示意圖。

第 21 圖係可供第 2 實施形態之加工對象物切斷方法適用的加工對象物之俯視圖。

第 22 圖係用於實施第 2 實施形態之加工對象物切斷方法的雷射加工裝置之構成圖。

第 23 圖係第 22 圖之反射型空間光線調變器的部分剖視圖。

第 24 圖係具備第 22 圖之雷射加工裝置的雷射加工系統之構成圖。

第 25 圖係顯示在第 24 圖之雷射加工系統中所用的品質圖案之示意圖。

第 26 圖係顯示在第 24 圖之雷射加工系統中所實施的雷射加工方法之一例的流程圖。

第 27 圖係顯示以改質區域為起點而經切斷加工對象物時的切斷面之第 1 圖。

第 28 圖 (a) 及 (b) 係形成改質區域用的雷射光之聚光點的示意圖。

第 29 圖 (a) 至 (c) 係顯示以改質區域為起點而經切斷加工對象物時的切斷面之第 2 圖。

【主要元件符號說明】

1：加工對象物

2：非改質區域

3：表面

5：切斷預定線

6：定向平面

7、7a、7b、SD1~SD5：改質區域

8：切斷起點區域

11：半導體基板

11a：表面

12：矽基板

12a：表面

12b：背面

12c：切斷面

13：熔融處理區域

15：功能元件

16：功能元件層

- 17a、17b：龜裂
- 18：凸部
- 19：凹部
- 21：背面
- 23：發脹膠帶
- 25：半導體晶片
- 100：雷射加工裝置
- 101：雷射光源
- 102：雷射光源控制部
- 103：二向分光鏡
- 105：聚光用透鏡
- 107：支撐台
- 111：載物台
- 115：載物台控制部
- 202：雷射光源
- 203：反射型空間光線調變器
- 204：聚光光學系
- 205a、205b、206a、206b：鏡片
- 207：衰減器
- 208、219：鏡片
- 209、210、238：二向分光鏡
- 211：表面觀察單元
- 211a：觀察用光源
- 211b：檢測器

- 212 : AF 單元
- 213 : 矽基板
- 214 : 像素電極
- 215 : 反射膜
- 216 : 液晶層
- 216a : 液晶分子
- 217 : 透明導電膜
- 218 : 透明基板
- 218a : 表面
- 218b : 背面
- 228 : $\lambda / 2$ 波長板
- 231、234 : 框體
- 232 : 驅動單元
- 236 : 頂板
- 241 : 4f 光學系
- 241a : 第 1 透鏡
- 241b : 第 2 透鏡
- 250 : 控制部
- 260 : 光束均勻器
- 300 : 雷射加工裝置
- 400 : 雷射加工系統
- 401、402 : PC
- 401a、402a : 記憶部
- 403 : 控制器

914 : 驅動電路層

999a、999b : 配向膜

A : 延伸方向

CS1、CS2 : 聚光點

L : 雷射光

P : 聚光點

R : 有效區域

R1 : 第 1 亮度區域

R2 : 第 2 亮度區域

七、申請專利範圍：

1. 一種加工對象物切斷方法，係藉由對具備矽基板的板狀之加工對象物照射雷射光，而沿著前述加工對象物之切斷預定線在前述矽基板形成改質區域，且以前述改質區域為切斷起點而沿著前述切斷預定線切斷前述加工對象物的加工對象物切斷方法，其特徵在於，包含：

藉由形成第 1 改質區域作為前述改質區域，使第 1 龜裂沿著前述切斷預定線從前述第 1 改質區域朝前述加工對象物之一方的主面產生，且相對於前述第 1 改質區域而在前述加工對象物之另一方的主面側，為了使非改質區域夾介存在於與前述第 1 改質區域之間，而藉由形成第 2 改質區域作為前述改質區域，以不與前述非改質區域中之前述第 1 龜裂連繫的方式，使第 2 龜裂沿著前述切斷預定線從前述第 2 改質區域朝前述另一方之主面產生的步驟；以及

在前述加工對象物使應力產生，藉此連繫前述第 1 龜裂與前述第 2 龜裂，以沿著前述切斷預定線切斷前述加工對象物的步驟，

並且，以在沿著前述切斷預定線經切斷的前述加工對象物之一對切斷面中之其中一方切斷面的前述非改質區域，形成有朝向與前述矽基板之厚度方向正交的方向延伸之凸部，且在另一方切斷面之前述非改質區域，形成有對應於前述凸部的凹部之方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域，

並且，以前述凸部之高度成為 $2\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ ，且前述

矽基板之厚度方向中的前述凸部之寬度成爲 $6\ \mu\text{m}$ 至 $17\ \mu\text{m}$ 的方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，將前述矽基板之主面當作 (100) 面，並以前述切斷面成爲 (110) 面，且形成前述凸部及前述凹部的面成爲 (111) 面的方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，沿著前述切斷預定線而在前述矽基板之厚度方向形成複數排的前述第 1 改質區域。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，沿著前述切斷預定線而在前述矽基板之厚度方向形成複數排的前述第 2 改質區域。

5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，前述改質區域係包含熔融處理區域，該熔融處理區域爲從單晶結構經變化至非晶質結構的區域、從單晶結構經變化至多晶結構的區域、或從單晶結構經變化至包含非晶質結構及多晶結構之結構的區域，而前述非改質區域爲單晶結構之區域。

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，前述雷射光之波長爲 1080nm 以上。

7. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，以前述矽基板之厚度方向中的前述非改

質區域之寬度成爲前述矽基板之厚度的 10% 至 30% 的方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域。

8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，在形成前述第 1 改質區域之後且形成前述第 2 改質區域之前，在夾介存在於前述第 1 改質區域與前述第 2 改質區域之間的前述非改質區域，形成第 3 改質區域作爲前述改質區域時，根據包含品質圖案的調變圖案以空間光線調變器來調變前述雷射光，該品質圖案具有：朝向與前述切斷預定線交叉之方向延伸的第 1 亮度區域；以及在前述切斷預定線之延伸方向而與前述第 1 亮度區域之兩側鄰接的第 2 亮度區域。

9. 如申請專利範圍第 8 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，在形成前述第 3 改質區域時，前述調變圖案係包含：前述品質圖案；及個體差校正圖案，其係用以校正在雷射加工裝置產生的個體差；以及球面像差校正圖案，其係用以校正按照從前述加工對象物之材料及前述加工對象物之雷射光入射面至前述雷射光之聚光點爲止的距離而產生的球面像差，

在形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域時，根據包含前述個體差校正圖案及前述球面像差校正圖案的調變圖案，以空間光線調變器來調變前述雷射光。

10. 如申請專利範圍第 8 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，形成前述第 3 改質區域時的前述雷射光之聚光點，係成爲複數個點狀之區域沿著前述切斷預定線之延

伸方向並排設置的形狀。

11. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，藉由切斷前述加工對象物來製造半導體裝置。

12. 一種加工對象物切斷方法，係藉由對具備矽基板的板狀之加工對象物照射雷射光，而沿著前述加工對象物之切斷預定線在前述矽基板形成改質區域，且以前述改質區域為切斷起點而沿著前述切斷預定線切斷前述加工對象物的加工對象物切斷方法，其特徵在於，包含：

藉由形成第 1 改質區域作為前述改質區域，使第 1 龜裂沿著前述切斷預定線從前述第 1 改質區域朝前述加工對象物之一方的主面產生，且相對於前述第 1 改質區域而在前述加工對象物之另一方的主面側，為了使非改質區域夾介存在於與前述第 1 改質區域之間，而藉由形成第 2 改質區域作為前述改質區域，以不與前述非改質區域中之前述第 1 龜裂連繫的方式，使第 2 龜裂沿著前述切斷預定線從前述第 2 改質區域朝前述另一方之主面產生的步驟；以及

在前述加工對象物使應力產生，藉此連繫前述第 1 龜裂與前述第 2 龜裂，以沿著前述切斷預定線切斷前述加工對象物的步驟，

並以前述矽基板之厚度方向中的前述非改質區域之寬度成為前述矽基板之厚度的 10% 至 30% 的方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域。

13. 如申請專利範圍第 12 項所記載的加工對象物切

斷方法，其中，以在沿著前述切斷預定線經切斷的前述加工對象物之一對切斷面中之其中一方切斷面的前述非改質區域，形成有朝向與前述矽基板之厚度方向正交的方向延伸之凸部，且在另一方切斷面之前述非改質區域，形成有對應於前述凸部的凹部之方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域。

14. 如申請專利範圍第 13 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，將前述矽基板之主面當作 (100) 面，並以前述切斷面成爲 (110) 面，且形成前述凸部及前述凹部的面成爲 (111) 面的方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域。

15. 如申請專利範圍第 12 至 14 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，沿著前述切斷預定線而在前述矽基板之厚度方向形成複數排的前述第 1 改質區域。

16. 如申請專利範圍第 12 至 14 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，沿著前述切斷預定線而在前述矽基板之厚度方向形成複數排的前述第 2 改質區域。

17. 如申請專利範圍第 12 至 14 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，前述改質區域係包含熔融處理區域，該熔融處理區域爲從單晶結構經變化至非晶質結構的區域、從單晶結構經變化至多晶結構的區域、或從單晶結構經變化至包含非晶質結構及多晶結構之結構的區域，而前述非改質區域爲單晶結構之區域。

18. 如申請專利範圍第 12 至 14 項中任一項所記載的

加工對象物切斷方法，其中，前述雷射光之波長為 1080nm 以上。

19. 如申請專利範圍第 12 至 14 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，在形成前述第 1 改質區域之後且形成前述第 2 改質區域之前，在夾介存在於前述第 1 改質區域與前述第 2 改質區域之間的前述非改質區域，形成第 3 改質區域作為前述改質區域時，根據包含品質圖案的調變圖案以空間光線調變器來調變前述雷射光，該品質圖案具有：朝向與前述切斷預定線交叉之方向延伸的第 1 亮度區域；以及在前述切斷預定線之延伸方向而與前述第 1 亮度區域之兩側鄰接的第 2 亮度區域。

20. 如申請專利範圍第 19 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，在形成前述第 3 改質區域時，前述調變圖案係包含：前述品質圖案；及個體差校正圖案，其係用以校正在雷射加工裝置產生的個體差；以及球面像差校正圖案，其係用以校正按照從前述加工對象物之材料及前述加工對象物之雷射光入射面至前述雷射光之聚光點為止的距離而產生的球面像差，

在形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域時，根據包含前述個體差校正圖案及前述球面像差校正圖案的調變圖案，以空間光線調變器來調變前述雷射光。

21. 如申請專利範圍第 19 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，形成前述第 3 改質區域時的前述雷射光之聚光點，係成為複數個點狀之區域沿著前述切斷預定線之

延伸方向並排設置的形狀。

22. 如申請專利範圍第 12 至 14 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，藉由切斷前述加工對象物來製造半導體裝置。

23. 一種加工對象物切斷方法，係藉由對具備矽基板的板狀之加工對象物照射雷射光，而沿著前述加工對象物之切斷預定線在前述矽基板形成改質區域，且以前述改質區域為切斷起點而沿著前述切斷預定線切斷前述加工對象物的加工對象物切斷方法，其特徵在於，包含：

藉由形成第 1 改質區域作為前述改質區域，使第 1 龜裂沿著前述切斷預定線從前述第 1 改質區域朝前述加工對象物之一方的主面產生，且相對於前述第 1 改質區域而在前述加工對象物之另一方的主面側，為了使非改質區域夾介存在於與前述第 1 改質區域之間，而藉由形成第 2 改質區域作為前述改質區域，以不與前述非改質區域中之前述第 1 龜裂連繫的方式，使第 2 龜裂沿著前述切斷預定線從前述第 2 改質區域朝前述另一方之主面產生的步驟；以及

在前述加工對象物使應力產生，藉此連繫前述第 1 龜裂與前述第 2 龜裂，以沿著前述切斷預定線切斷前述加工對象物的步驟，

並在形成前述第 1 改質區域之後且形成前述第 2 改質區域之前，在夾介存在於前述第 1 改質區域與前述第 2 改質區域之間的前述非改質區域，形成第 3 改質區域作為前述改質區域時，根據包含品質圖案的調變圖案以空間光線

調變器來調變前述雷射光，該品質圖案具有：朝向與前述切斷預定線交叉之方向延伸的第 1 亮度區域；以及在前述切斷預定線之延伸方向而與前述第 1 亮度區域之兩側鄰接的第 2 亮度區域。

24. 如申請專利範圍第 23 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，以在沿著前述切斷預定線經切斷的前述加工對象物之一對切斷面中之其中一方切斷面的前述非改質區域，形成有朝向與前述矽基板之厚度方向正交的方向延伸之凸部，且在另一方切斷面之前述非改質區域，形成有對應於前述凸部的凹部之方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域。

25. 如申請專利範圍第 24 項所記載的加工對象物切斷方法，其中，將前述矽基板之主面當作 (100) 面，並以前述切斷面成爲 (110) 面，且形成前述凸部及前述凹部的面成爲 (111) 面的方式，形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域。

26. 如申請專利範圍第 23 至 25 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，沿著前述切斷預定線而在前述矽基板之厚度方向形成複數排的前述第 1 改質區域。

27. 如申請專利範圍第 23 至 25 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，沿著前述切斷預定線而在前述矽基板之厚度方向形成複數排的前述第 2 改質區域。

28. 如申請專利範圍第 23 至 25 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，前述改質區域係包含熔融處

理區域，該熔融處理區域為從單晶結構經變化至非晶質結構的區域、從單晶結構經變化至多晶結構的區域、或從單晶結構經變化至包含非晶質結構及多晶結構之結構的區域，而前述非改質區域為單晶結構之區域。

29. 如申請專利範圍第 23 至 25 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，前述雷射光之波長為 1080nm 以上。

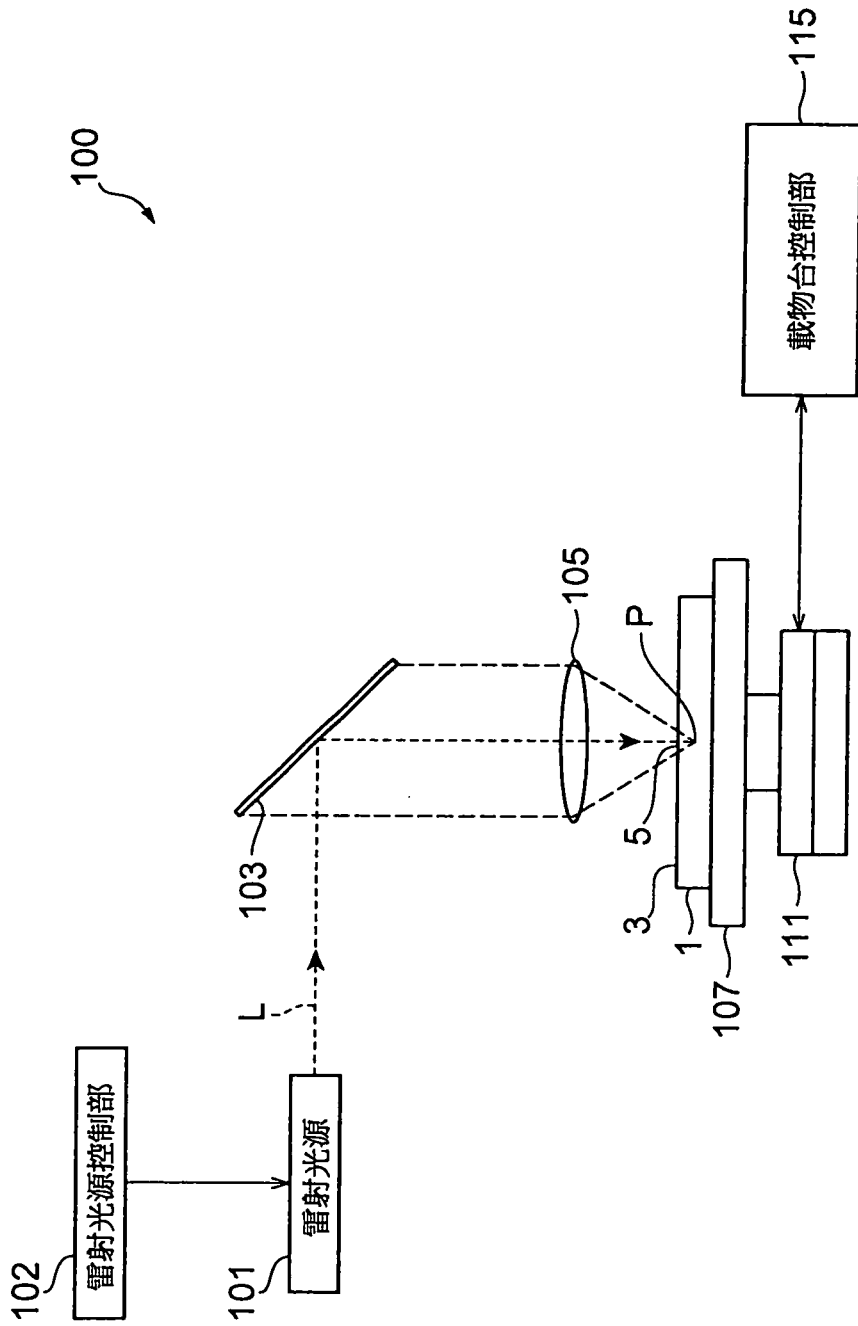
30. 如申請專利範圍第 23 至 25 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，在形成前述第 3 改質區域時，前述調變圖案係包含：前述品質圖案；及個體差校正圖案，其係用以校正在雷射加工裝置產生的個體差；以及球面像差校正圖案，其係用以校正按照從前述加工對象物之材料及前述加工對象物之雷射光入射面至前述雷射光之聚光點為止的距離而產生的球面像差，

在形成前述第 1 改質區域及前述第 2 改質區域時，根據包含前述個體差校正圖案及前述球面像差校正圖案的調變圖案，以空間光線調變器來調變前述雷射光。

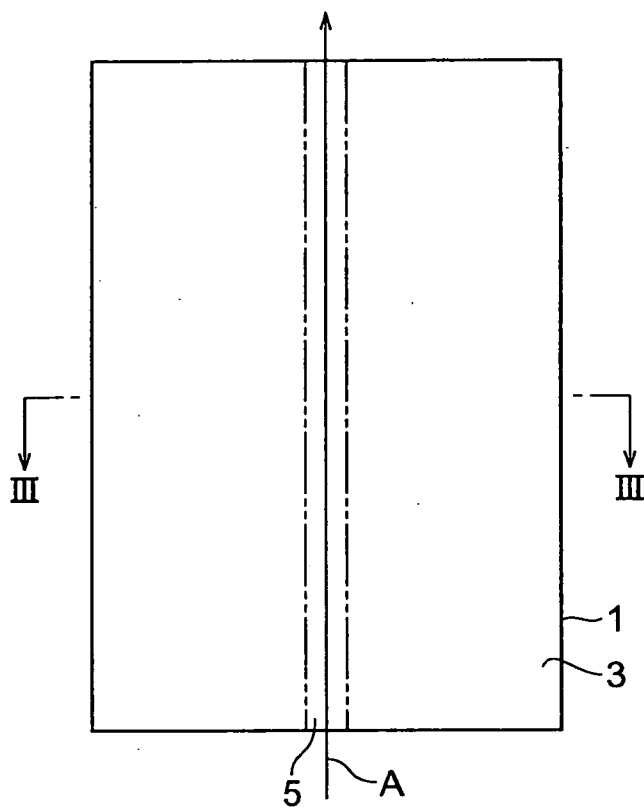
31. 如申請專利範圍第 23 至 25 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，形成前述第 3 改質區域時的前述雷射光之聚光點，係成為複數個點狀之區域沿著前述切斷預定線之延伸方向並排設置的形狀。

32. 如申請專利範圍第 23 至 25 項中任一項所記載的加工對象物切斷方法，其中，藉由切斷前述加工對象物來製造半導體裝置。

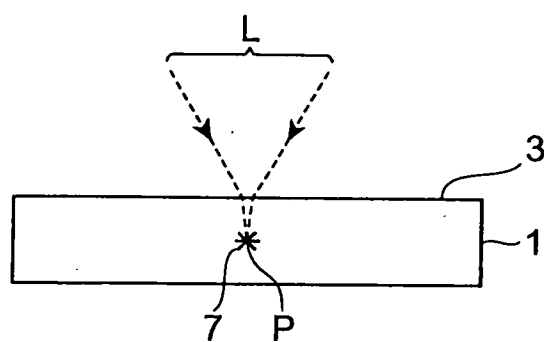
第1圖



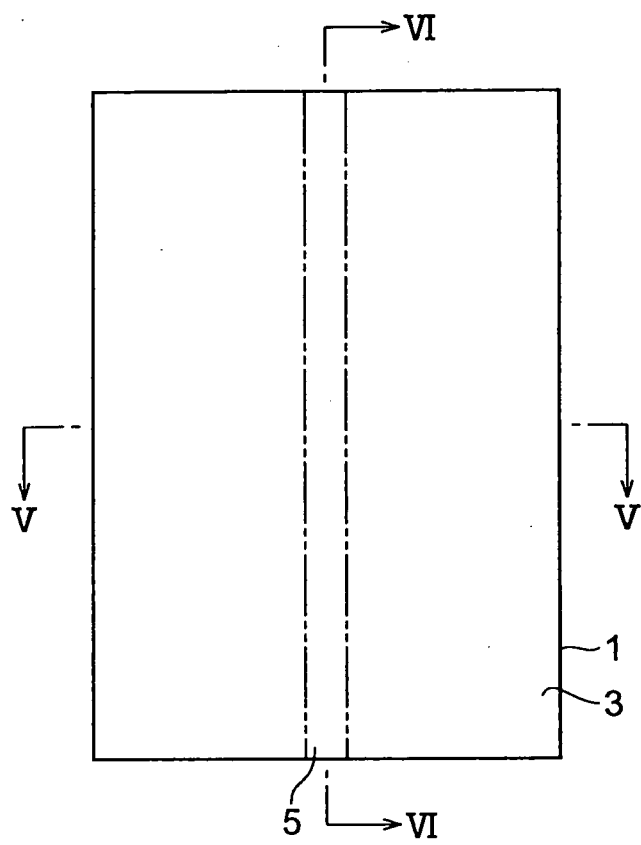
第2圖



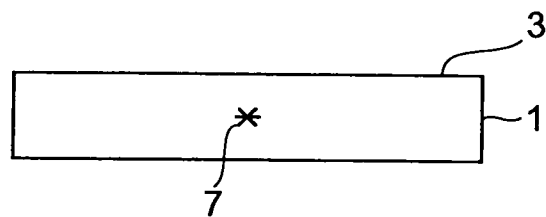
第3圖



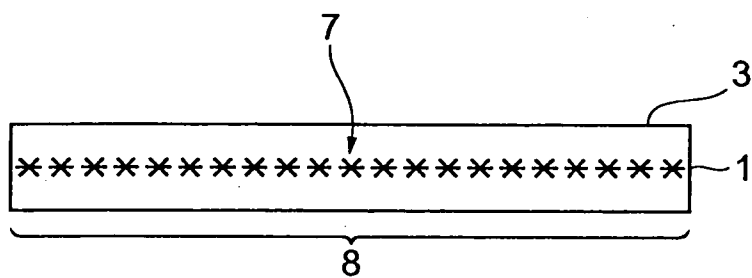
第4圖



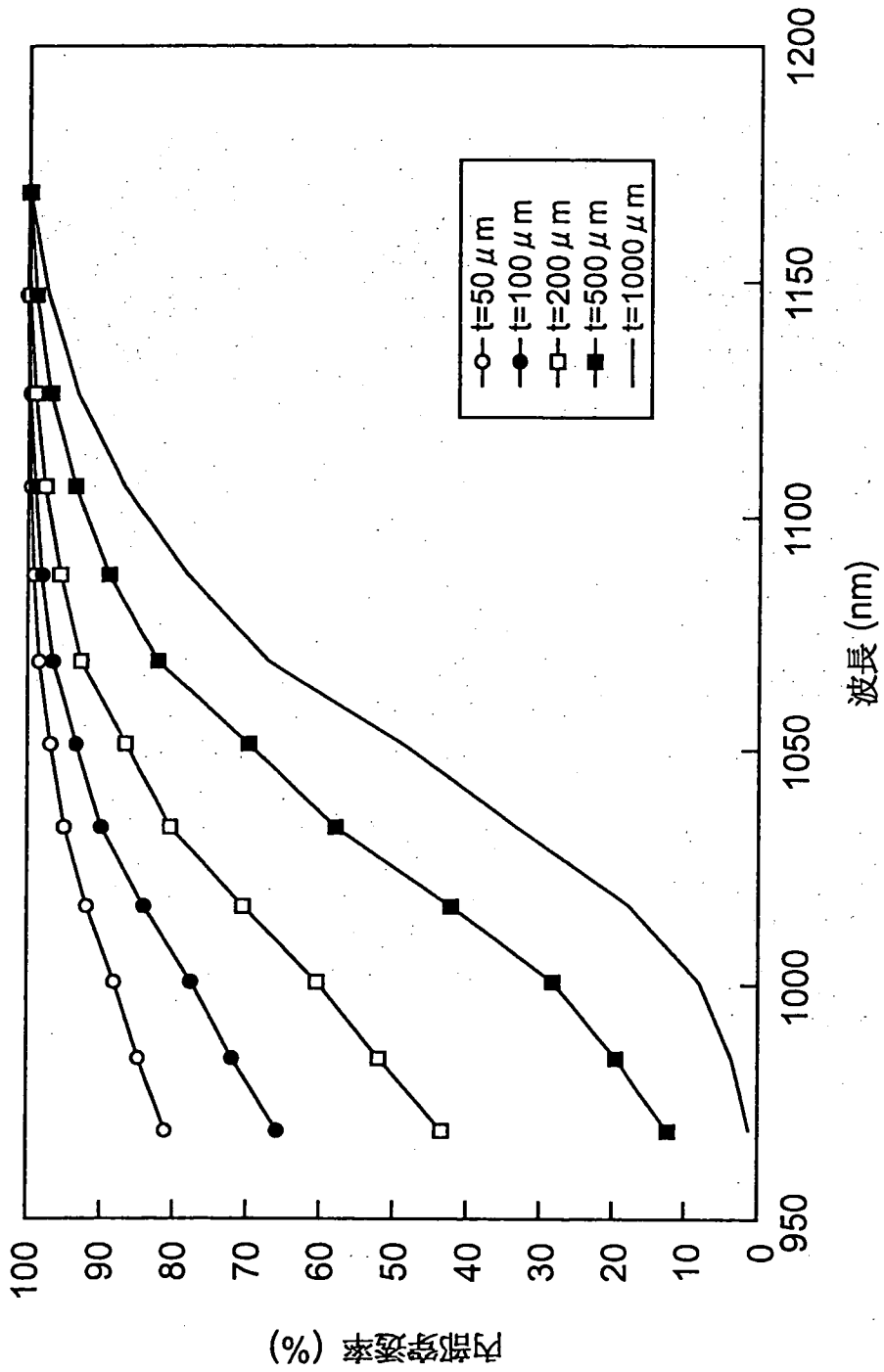
第5圖



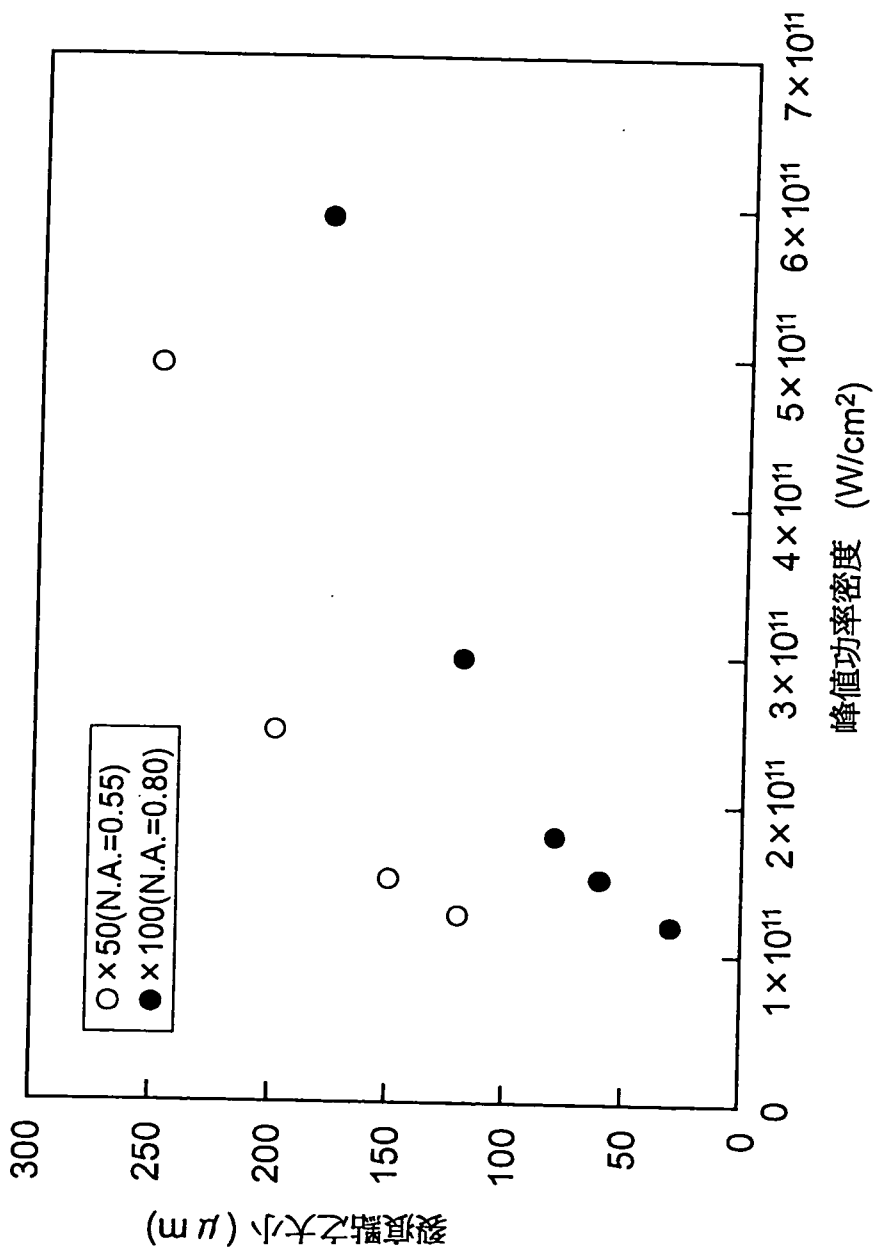
第6圖



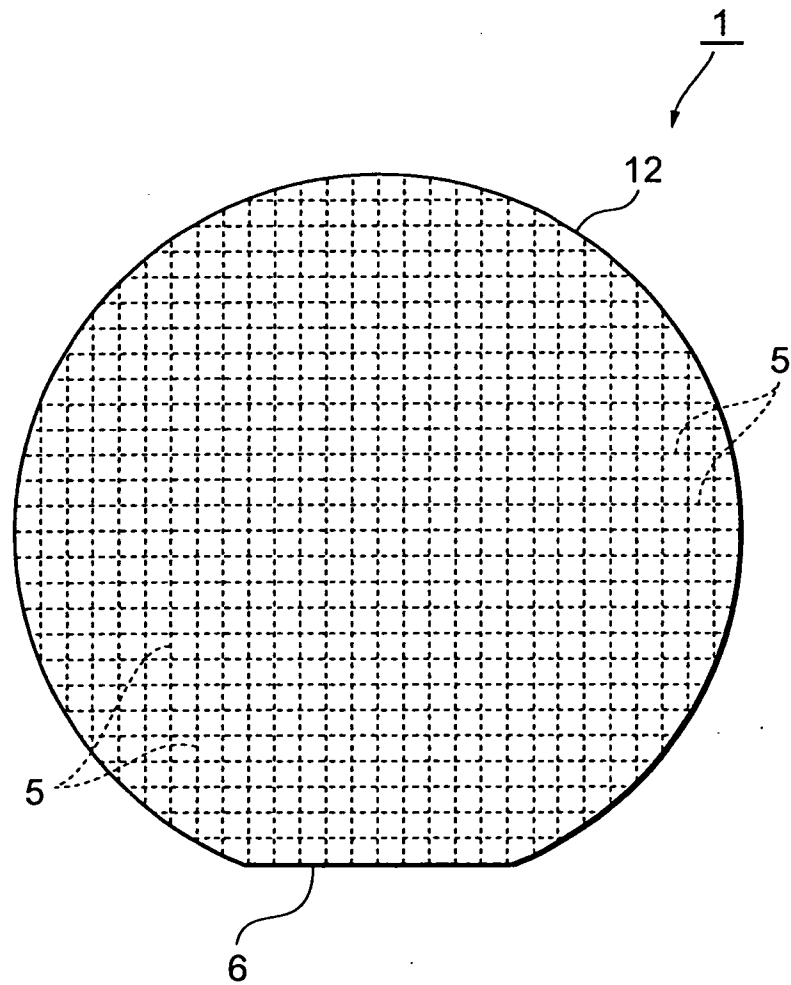
第8圖



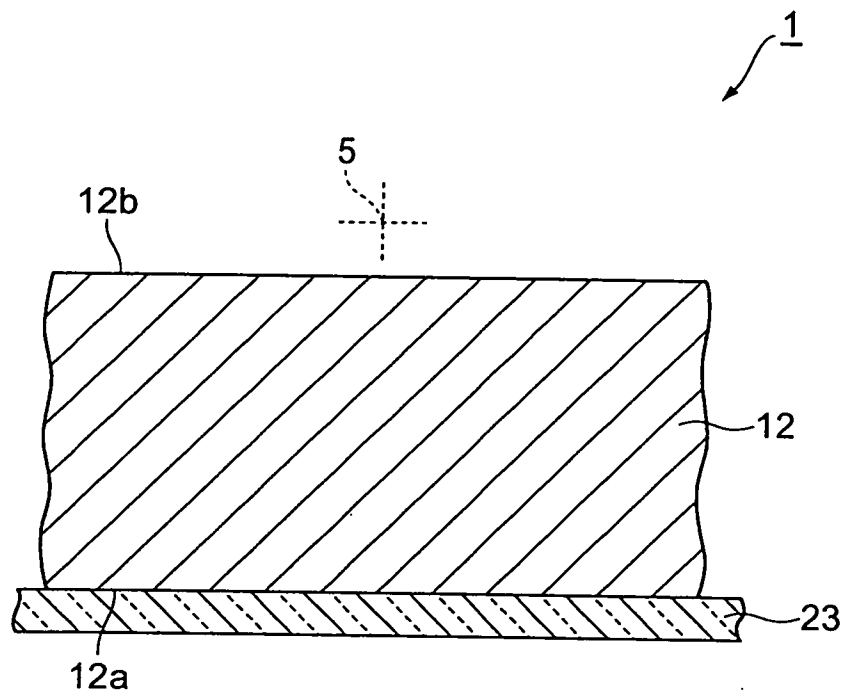
第9圖



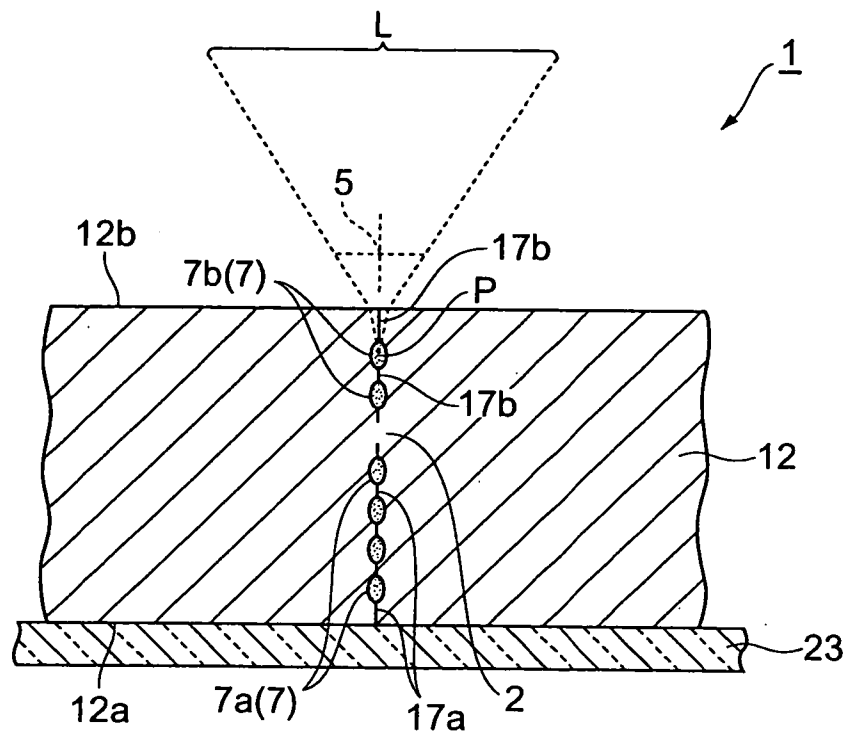
第10圖



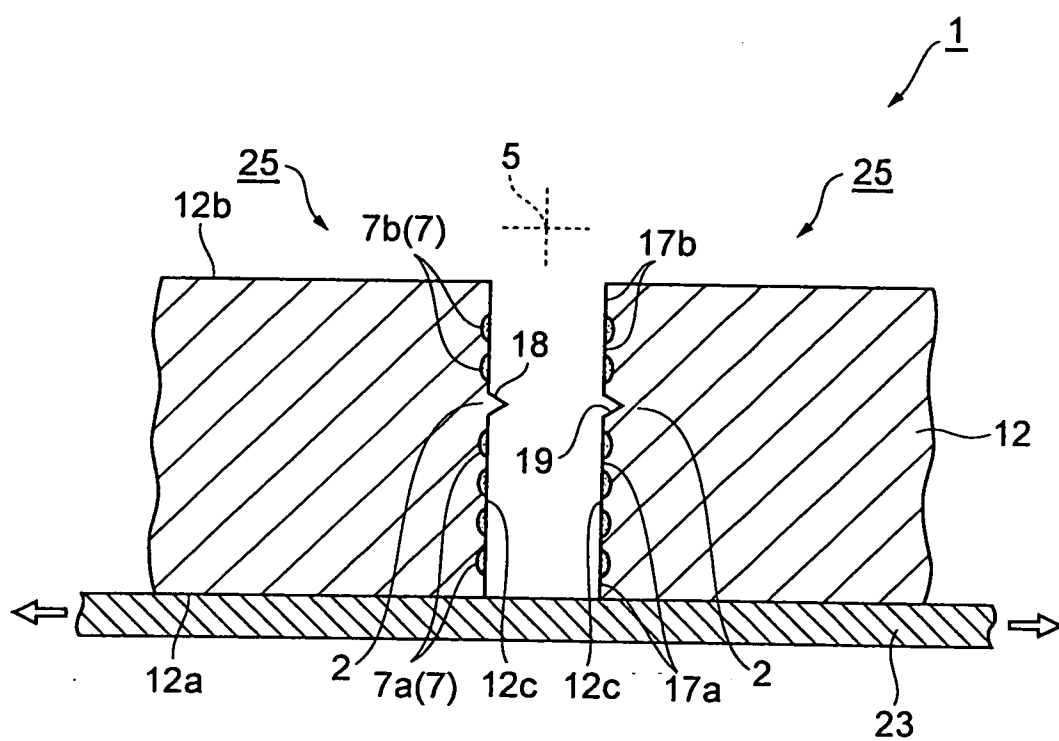
第11圖



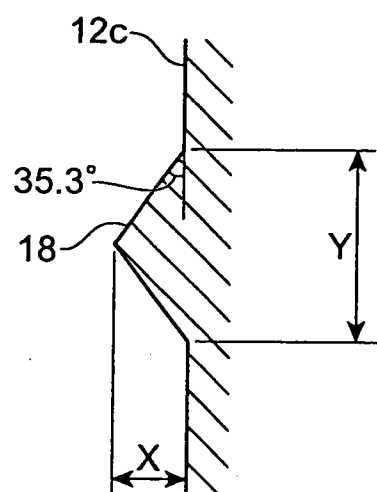
第12圖



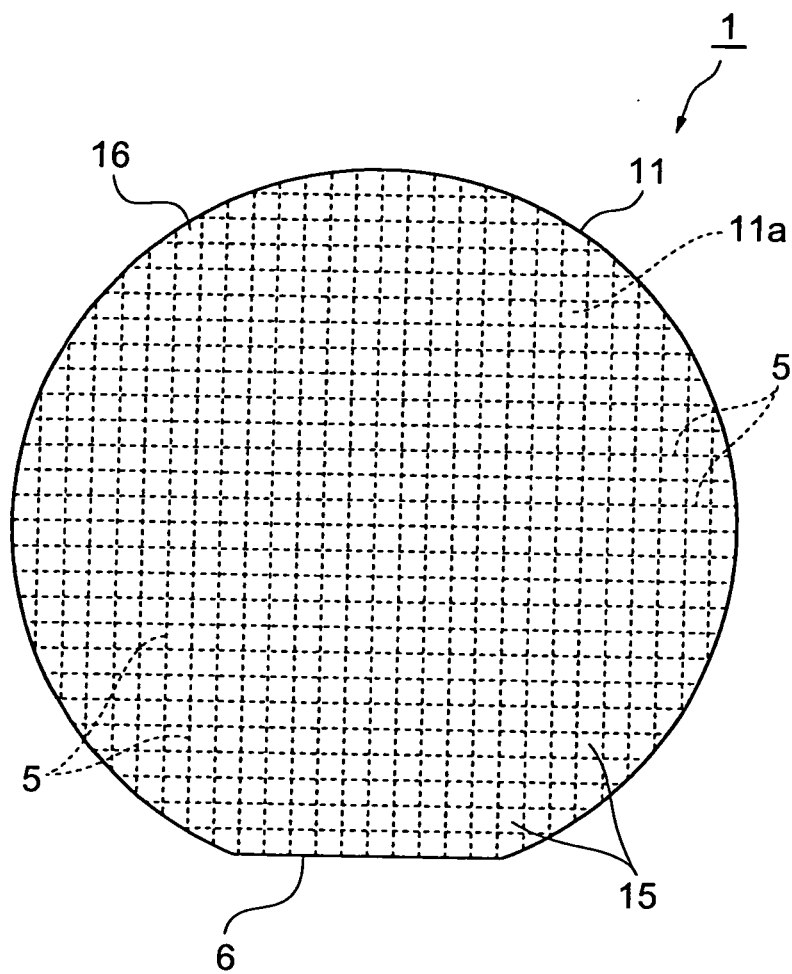
第13圖



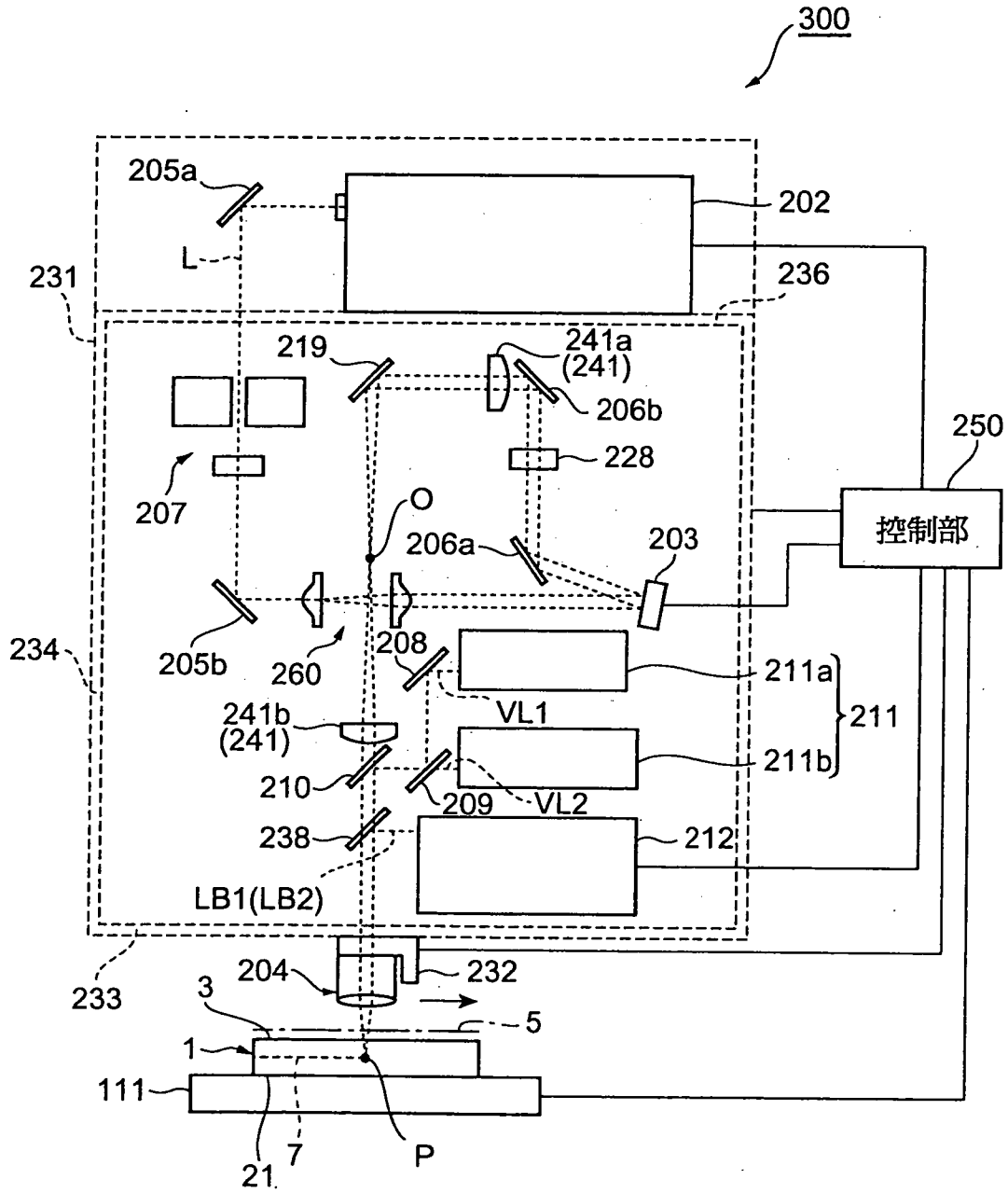
第18圖



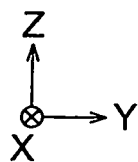
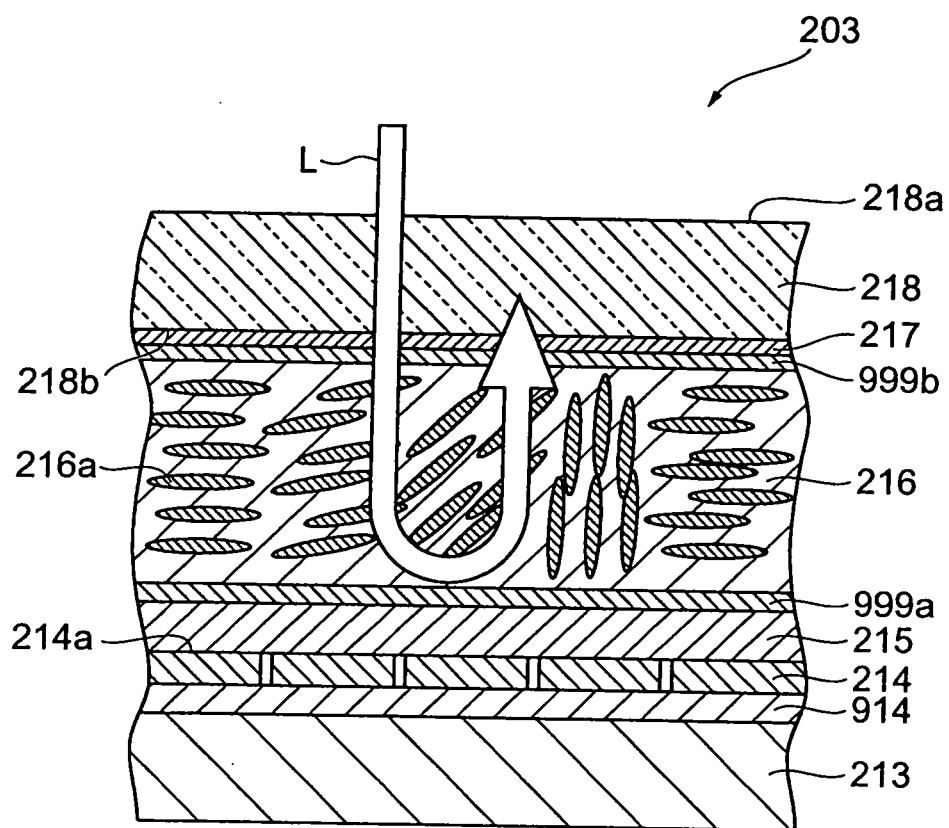
第21圖



第22圖



第23圖



第28圖

