



(21)申請案號：101125650

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 17 日

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

(30)優先權：2011/07/27 日本 2011-164042

2012/03/28 日本 2012-074937

(71)申請人：東芝機械股份有限公司 (日本) TOSHIBA KIKAI KABUSHIKI KAISHA (JP)  
日本

(72)發明人：佐藤庄一 SATO, SHOICHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 2009-182019A

JP 2010-228007A

JP 2011-91322A

WO 2010/098186A1

審查人員：傅仲陽

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：21 共 67 頁

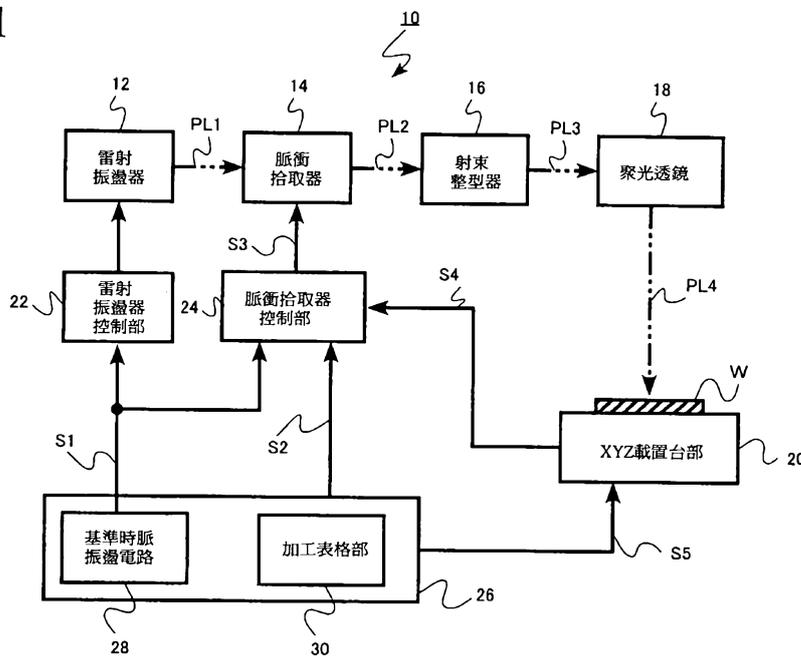
(54)名稱

雷射切割方法

(57)摘要

雷射切割方法，係將被加工基板載置於載置台；產生時脈信號；射出和時脈信號同步之脈衝雷射束；使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上進行脈衝雷射束之第 1 照射；於第 1 照射之後，於和第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上進行上述脈衝雷射束之第 2 照射；藉由第 1 照射及第 2 照射，於被加工基板形成到達被加工基板表面的裂痕。

圖 1



10 . . . 脈衝雷射加工裝置

12 . . . 雷射振盪器

14 . . . 脈衝拾取器

16 . . . 射束整形器

18 . . . 聚光透鏡

20 . . . XYZ 載置台

22 . . . 雷射振盪器控制部

24 . . . 脈衝拾取器控制部

26 . . . 加工控制部

28 . . . 基準時脈振盪電路

30 . . . 加工表格部

S1 . . . 時脈信號

S2 . . . 加工圖案信號

S3 . . . 脈衝拾取器  
驅動信號

S4 . . . 移動位置檢  
測信號

S5 . . . 載置台移動  
信號

PL1 . . . 脈衝雷射  
束

PL2 . . . 調變脈衝  
雷射束

PL3 . . . 脈衝雷射  
束

PL4 . . . 脈衝雷射  
束

W . . . 被加工基板

## 六、發明說明：

本發明係主張 JP2011-164042 (申請日：2011年7月27日) 及 JP2012-074937 (申請日：2012年3月28日) 之優先權，內容亦引用該 JP2011-164042 及 JP2012-074937 之全部內容。

### 【發明所屬之技術領域】

本發明關於使用脈衝雷射束之雷射切割方法。

### 【先前技術】

半導體基板之切割使用脈衝雷射束之方法係被揭示於日本專利第 3867107 號公報。該專利文獻 1 之方法係藉由脈衝雷射束產生之光學損傷而於加工對象物內部形成裂痕區域。之後，以該裂痕區域為起點來切斷加工對象物。

### 【發明內容】

#### [發明所欲解決的課題]

於習知技術，係以脈衝雷射束之能量，光點直徑，脈衝雷射束與加工對象物之相對移動速度等作為參數，來控制裂痕區域之形成。

#### [解決課題之手段]

本發明之一態樣之雷射切割方法，其特徵為：將被加工基板載置於載置台；產生時脈信號；射出和上述時脈信

號同步之脈衝雷射束；使上述被加工基板與上述脈衝雷射束相對移動；使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上進行上述脈衝雷射束之第 1 照射；於上述第 1 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上進行上述脈衝雷射束之第 2 照射；藉由上述第 1 照射及上述第 2 照射，於上述被加工基板形成到達上述被加工基板表面的裂痕；藉由對上述脈衝雷射束之照射能量、上述脈衝雷射束之加工點深度以及上述脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制，而使上述裂痕於上述被加工基板表面呈連續而被形成。

於上述態樣之方法中，上述第 2 照射，係藉由和上述第 1 照射同一之加工點深度來進行。

於上述態樣之方法中，在上述裂痕形成後係以切斷上述被加工基板所要的外力成爲大致最小的方式，針對上述第 1 及第 2 直線之間隔、上述脈衝雷射束之照射能量、上述脈衝雷射束之加工點深度、以及上述脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制而較好。

於上述態樣之方法中較好是，上述第 2 照射中之上述脈衝雷射束之照射與非照射之圖案，和上述第 1 照射中之

上述脈衝雷射束之照射與非照射之圖案，係於上述第 1 直線之垂直方向具有平行移動之關係。

於上述態樣之方法中較好是，上述第 1 直線與上述第 2 直線間之間隔設為  $S$ ，上述脈衝雷射束之於焦點位置的理論上之射束直徑設為  $d$  時， $3.2 \leq S/d \leq 4.8$ 。

於上述態樣之方法中較好是，上述被加工基板為藍寶石基板。

於上述態樣之方法中較好是，於上述被加工基板之主面之一方之面形成發光元件，由另一方之面側進行上述脈衝雷射束之照射。

於上述態樣之方法中較好是，於上述另一方之面上形成金屬膜，藉由上述第 1 照射及第 2 照射除去上述金屬膜。

本發明之一態樣之雷射切割方法，其特徵為：將被加工基板載置於載置台；產生時脈信號；射出和上述時脈信號同步之脈衝雷射束；使上述被加工基板與上述脈衝雷射束相對移動；使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上進行上述脈衝雷射束之第 1 照射；於上述第 1 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上藉由和上述

第 1 照射同一之加工點深度進行上述脈衝雷射束之第 2 照射；於上述第 2 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 1 直線同一或略平行的第 3 直線上藉由和上述第 1 照射不同之加工點深度進行上述脈衝雷射束之第 3 照射；於上述第 3 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 3 直線略平行而鄰接的第 4 直線上藉由和上述第 3 照射同一之加工點深度進行上述脈衝雷射束之第 4 照射；藉由上述第 1 照射、上述第 2 照射、上述第 3 照射及上述第 4 照射，於上述被加工基板形成到達上述被加工基板表面的裂痕；藉由對上述脈衝雷射束之照射能量、上述脈衝雷射束之加工點深度以及上述脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制，而使上述裂痕於上述被加工基板表面呈連續而被形成。

本發明之一態樣之雷射切割方法，其特徵為：將表面具有金屬膜的被加工基板載置於載置台；產生時脈信號；射出和上述時脈信號同步之脈衝雷射束；使上述被加工基板與上述脈衝雷射束相對移動；使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上由上述金屬膜側進行上述

脈衝雷射束之第 1 照射；於上述第 1 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上由上述金屬膜側進行上述脈衝雷射束之第 2 照射；藉由上述第 1 照射及上述第 2 照射，除去上述金屬膜之同時於上述被加工基板形成到達上述被加工基板表面的裂痕；藉由對上述脈衝雷射束之照射能量、上述脈衝雷射束之加工點深度以及上述脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制，而除去上述金屬膜之同時使上述裂痕於上述被加工基板表面呈連續而被形成。

於上述態樣之方法中較好是，上述第 2 照射，係藉由和上述第 1 照射同一之加工點深度而進行。

於上述態樣之方法中較好是，於上述被加工基板之和上述金屬膜呈相反側之面，形成有 LED。

#### 【實施方式】

以下參照圖面說明本發明之實施形態。又，本說明書中，加工點係指脈衝雷射束之於被加工基板內之聚光位置（焦點位置）附近之點，意味著被加工基板之改質程度於深度方向成爲最大之點。因此，加工點深度係意味著脈衝雷射束之加工點由被加工基板表面起之深度。

（第 1 實施形態）

本實施形態之雷射切割方法，係將被加工基板載置於載置台，產生時脈信號，射出和時脈信號同步之脈衝雷射束，使被加工基板與脈衝雷射束相對移動，使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上進行脈衝雷射束之第 1 照射。於第 1 照射之後，使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上，藉由和第 1 照射同一之加工點深度進行脈衝雷射束之第 2 照射。藉由第 1 照射及第 2 照射，於被加工基板形成到達被加工基板表面的裂痕之雷射切割方法。藉由對脈衝雷射束之照射能量、脈衝雷射束之加工點深度以及脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制，而使裂痕於被加工基板表面呈連續而被形成。

依據本實施形態，藉由上述構成可提供能實現極佳割斷特性的雷射切割方法。於此，極佳割斷特性例如有（1）割斷部被直線性良好地割斷，（2）可以在切割元件之良品率提升之較小割斷力進行割斷，（3）裂痕形成時不會因為照射雷射之影響而導致基板上設置的元件，例如基板上之磊晶層所形成的 LED 元件之劣化等。

藉由在被加工基板表面形成連續裂痕，則特別是藍寶石基板之硬質基板之切割變為容易。另外，可實現窄切割

幅之切割。另外，依據本實施形態，以同一之加工點深度照射平行之複數列之脈衝雷射束，則可以將被加工基板內之加工點深度保持較淺之狀態下減輕切割反彈力。因此，即使於被加工基板之相反面形成 LED 或 LD 等之發光元件時，亦可抑制雷射束照射引起的元件之劣化。

實現上述雷射切割方法之本實施形態之雷射切割裝置，係具備：載置台，可以載置被加工基板；基準時脈振盪電路，用於產生時脈信號；雷射振盪器，用於射出脈衝雷射束；雷射振盪器控制部，用於使脈衝雷射束同步於時脈信號；脈衝拾取器，設於雷射振盪器與載置台之間之光路，用於切換脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射；脈衝拾取器控制部，係同步於時脈信號，依據光脈衝單位來控制脈衝雷射束於脈衝拾取器之通過與遮斷。

圖 1 表示本實施形態之雷射切割裝置之一例之概略構成圖。如圖 1 所示，本實施形態之雷射切割裝置 10，其主要構成爲具備：雷射振盪器 12，脈衝拾取器 14，射束整型器 16，聚光透鏡 18，XYZ 載置台部 20，雷射振盪器控制部 22，脈衝拾取器控制部 24，及加工控制部 26。加工控制部 26，係具備用於產生所要之時脈信號 S1 的基準時脈振盪電路 28 及加工表格部 30。

雷射振盪器 12，係構成爲可射出和基準時脈振盪電路 28 產生之時脈信號 S1 同步之週期  $T_c$  之脈衝雷射束 PL1。照射脈衝光之強度係表示高斯 (Gaussian) 分布。時脈信號 S1，雷射切割加工之控制所使用的加工控制用

時脈信號。

由雷射振盪器 12 射出之雷射波長係使用對被加工基板具有透過性之波長。雷射可以使用 Nd:YAG 雷射、Nd:YVO<sub>4</sub> 雷射、Nd:YLF 雷射等。例如被加工基板為藍寶石基板時較好是使用波長 532nm 之 Nd:YVO<sub>4</sub> 雷射。

脈衝拾取器 14 係設於雷射振盪器 12 與聚光透鏡 18 之間之光路。構成爲和時脈信號 S1 同步進行脈衝雷射束 PL1 之通過與遮斷 (ON/OFF)，如此而可以光脈衝數單位進行脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射之切換。如此則，藉由脈衝拾取器 14 之動作，脈衝雷射束 PL1 將成爲，爲加工被加工基板而被控制 ON/OFF、被調變之調變脈衝雷射束 PL2。

脈衝拾取器 14 較好是由例如音響光學元件 (AOM) 構成。另外，亦可使用例如拉曼 (Raman) 繞射型光電元件 (EOM)。

射束整型器 16，係將射入之脈衝雷射束 PL2 整型成爲所要形狀之脈衝雷射束 PL3。例如射束直徑以一定倍率予以擴大之射束擴大器。另外，例如具備使射束斷面之光強度分布成爲均勻之均化器等之光學元件亦可。另外，例如具備使射束斷面成爲圓形之元件或使射束成爲圓偏光之光學元件亦可。

聚光透鏡 18，係將射束整型器 16 整型後之脈衝雷射束 PL3 予以聚光，而對載置於 XYZ 載置台部 20 上之被加工基板 W，例如在下面形成有 LED 的藍寶石基板照射脈

衝雷射束 PL4 而構成。

XYZ 載置台部 20，係可以載置被加工基板 W，具備：可於 XYZ 方向自由移動之 XYZ 載置台（以下亦有簡單稱為載置台），其之驅動機構部，具有測定載置台之位置的例如雷射干涉計之位置感測器等。XYZ 載置台係構成爲其之定位精確度及移動誤差成爲次微米（sub-micro）範圍之高精確度。藉由 Z 方向之移動可使脈衝雷射束之焦點位置對被加工基板 W 進行調整，可控制加工點深度。

加工控制部 26 係控制雷射切割裝置 10 之加工全體。基準時脈振盪電路 28 係產生所要之時脈信號 S1。另外，於加工表格部 30 記憶著以脈衝雷射束之光脈衝數記述切割加工資料而成的之加工表格。

以下依據圖 1-7 說明使用上述雷射切割裝置 10 之雷射切割方法。

首先，將被加工基板 W 之例如藍寶石基板載置於 XYZ 載置台部 20。該藍寶石基板，係於例如主面之一方之面（下面）具有磊晶成長之 GaN 層，於該 GaN 層將複數個 LED 予以圖案形成之晶圓。以形成於晶圓之溝槽或定位平面爲基準而對 XYZ 載置台進行晶圓之定位。

圖 2 表示本實施形態之雷射切割方法之時序控制說明圖。於加工控制部 26 內之基準時脈振盪電路 28 產生週期  $T_c$  之時脈信號 S1。雷射振盪器控制部 22，係以雷射振盪器 12 射出同步於時脈信號 S1 之週期  $T_c$  之脈衝雷射束 PL1 的方式進行控制。此時，於時脈信號 S1 之上升與脈

衝雷射束之上升產生延遲時間  $t_1$ 。

雷射光係使用對被加工基板具有透過性之波長者。於此，較好是使用相較於被加工基板材料之吸收之能隙  $E_g$ ，照射之雷射光之光子之能量  $h\nu$  為較大之雷射光。能量  $h\nu$  相較於能隙  $E_g$  為極大時，會產生雷射光之吸收。此稱為多光子吸收，將雷射光之脈寬設為極短，於被加工基板內部產生多光子吸收時，多光子吸收之能量不會轉化為熱能，而激發出離子價數變化、結晶化、非晶質化、極化配向或微小裂痕形成等之永續之構造變化，而形成色中心（color center）。

該雷射光（脈衝雷射束）之照射能量（照射電力），係以在被加工基板表面可形成呈連續的裂痕的方式來選擇最佳條件。

對被加工基板材料使用具有透過性之波長時，可於基板內部之焦點附近導引、聚集雷射光。因此，可局部性作成色中心。之後稱該色中心為改質區域。

脈衝拾取器控制部 24，係參照加工控制部 26 所輸出之加工圖案信號 S2，產生同步於時脈信號 S1 之脈衝拾取器驅動信號 S3。加工圖案信號 S2，係參照被記憶於加工表格部 30，針對照射圖案之資訊藉由光脈衝單位以光脈衝數予以記述之加工表格而產生。脈衝拾取器 14，係依據脈衝拾取器驅動信號 S3，同步於時脈信號 S1 進行脈衝雷射束 PL1 之通過與遮斷（ON/OFF）之切換動作。

藉由該脈衝拾取器 14 之動作而產生調變脈衝雷射束

PL2。另外，於時脈信號 S1 之上升與脈衝雷射束之上升、下降會產生延遲時間  $t_2$ 、 $t_3$ 。另外，於脈衝雷射束之上升、下降與脈衝拾取器動作會產生延遲時間  $t_4$ 、 $t_5$ 。

於被加工基板之加工時，考慮延遲時間  $t_1 \sim t_5$ ，來決定脈衝拾取器驅動信號 S3 等之產生時序或被加工基板與脈衝雷射束間之相對移動時序。

圖 3 表示本實施形態之雷射切割方法之脈衝拾取器動作及調變脈衝雷射束 PL2 之時序圖。脈衝拾取器動作，係同步於時脈信號 S1 而以光脈衝單位進行切換。如上述說明，使脈衝雷射束之振盪及脈衝拾取器之動作，同步於時脈信號 S1 而可以實現光脈衝單位之照射圖案。

具體言之為，脈衝雷射束之照射與非照射係依據由光脈衝數界定之特定條件來進行。亦即，依據照射光脈衝數 (P1) 及非照射光脈衝數 (P2) 來執行脈衝拾取器動作，而切換對被加工基板之照射與非照射。用於界定脈衝雷射束之照射圖案的 P1 值及 P2 值，例如係於加工表格作為照射區域暫存器設定、非照射區域暫存器設定而被界定。P1 值或 P2 值，係依據被加工基板之材質、雷射束之條件等，而設為使切割時之裂痕形成成為最佳化之特定條件。

調變脈衝雷射束 PL2，係藉由射束整型器 16 被整型成為所要形狀之脈衝雷射束 PL3。另外，整型後之脈衝雷射束 PL3，係藉由聚光透鏡 18 被聚光而成為具有所要射束直徑之脈衝雷射束 PL4，而照射至被加工基板之晶圓上。

使晶圓於 X 軸方向及 Y 軸方向進行切割時，首先，例如使 XYZ 載置台以一定速度於 X 軸方向移動，掃描脈衝雷射束 PL4。當所要之 X 軸方向之切割結束後，使 XYZ 載置台以一定速度於 Y 軸方向移動，掃描脈衝雷射束 PL4。如此而進行 Y 軸方向之切割。

藉由上述之照射光脈衝數 ( P1 )、非照射光脈衝數 ( P2 ) 及載置台之速度，來控制脈衝雷射束之照射非照射之間隔。

又，本說明書中，「照射區域之長度」，係指於被加工基板表面上被照射有照射光點的區域之掃描方向之長度，「非照射區域之長度」係指於被加工基板表面上未被照射照射光點的區域之掃描方向之長度。

關於 Z 軸方向 ( 高度方向 )，係以使聚光透鏡之聚光位置 ( 焦點位置 ) 位於晶圓內之特定深度的方式進行調整。該特定深度，係以切割時裂痕以所要之形狀被形成於被加工基板表面的方式予以設定。

此時，設定如下：

被加工基板之折射率： $n$

被加工基板表面起之加工位置： $L$

Z 軸移動距離： $Lz$

則  $Lz = L/n$ 。亦即，聚光透鏡之聚光位置，當以被加工基板之表面為 Z 軸初期位置時，欲加工至基板表面起深度「 $L$ 」之位置時，使 Z 軸移動「 $Lz$ 」即可。

圖 4 表示本實施形態之雷射切割方法之照射圖案說明

圖。如圖所示，同步於時脈信號 S1 而產生脈衝雷射束 PL1。同步於時脈信號 S1 而控制脈衝雷射束之通過與遮斷，如此而產生調變脈衝雷射束 PL2。

藉由載置台之橫向（X 軸方向或 Y 軸方向）之移動，使調變脈衝雷射束 PL2 之照射光脈衝於晶圓上形成照射光點。如上述說明，藉由產生調變脈衝雷射束 PL2，照射光點可以光脈衝單位被控制而以斷續方式照射至晶圓上。圖 4 之情況下，設定照射光脈衝數（P1）= 2，非照射光脈衝數（P2）= 1，則被設定之條件為照射光脈衝（高斯光）以光點直徑之間距重複進行照射與非照射。本實施形態中，該脈衝雷射束之照射，可藉由近接且平行進行雷射束之掃描來實現。

於此，設定以下條件進行加工，

射束光點直徑：D（ $\mu\text{m}$ ）

重複頻率：F（KHz）

則被照射光脈衝以光點直徑之間距重複進行照射與非照射時之載置台移動速度 V（m/sec）成爲

$$V = D \times 10^{-6} \times F \times 10^3$$

例如設定以下之加工條件進行時，

射束光點直徑：D = 2  $\mu\text{m}$

重複頻率：F = 50 KHz

則載置台移動速度：V = 100 mm/sec。

另外，照射光之功率設爲 P（瓦特）時，脈衝單位之照射脈衝能量 P/F 之光脈衝將被照射至晶圓。

脈衝雷射束之照射能量（照射光之功率）、脈衝雷射束之加工點深度、以及脈衝雷射束之照射非照射之間隔之參數，係以裂痕於被加工基板表面呈連續形成的方式予以決定。

圖 5 表示照射至藍寶石基板上之照射圖案之上面圖。本實施形態中，係使脈衝雷射束對藍寶石基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線 L1 上進行脈衝雷射束之第 1 照射。接著，於第 1 照射之後，和第 1 照射同樣，使脈衝雷射束對藍寶石基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和第 1 直線 L1 略平行而鄰接的第 2 直線 L2 上，藉由和第 1 照射同一之加工點深度進行脈衝雷射束之第 2 照射。

又，於此同一之加工點深度，係指加工控制上之誤差等引起的深度之變動維可容許之概念。

圖 5 之例為，由照射面上看時，第 1 照射、第 2 照射均為照射光脈衝數（ $P1$ ）= 2，非照射光脈衝數（ $P2$ ）= 1，照射光點係以照射光點直徑之間距被形成。第 2 照射中之脈衝雷射束之照射與非照射之圖案，和第 1 照射中之脈衝雷射束之照射與非照射之圖案，係於第 1 直線之垂直方向具有平行移動之關係，此就裂痕直線性之良好形成，裂痕形成後割斷藍寶石基板所要的外力（割斷力）之減輕觀點乃較好者。亦即，第 1 照射與第 2 照射光點對於掃描方

進行照射。圖 8B 之方法係以不同深度進行 2 次照射，而減低藍寶石基板 50 割斷時之割斷力。

於本實施形態，藉由以同一之深度照射近接的脈衝雷射束，可以較小割斷力割斷藍寶石基板 50。因此，割斷時割斷部之直線性可以提升之同時，可以防止割斷時之被加工基板之缺陷或破片之產生，切割良品率可以提升。

另外，於藍寶石基板 50 之一方之面，亦即照射面之相反側之面之磊晶層 52 設置 LED 等之元件時，和藉由不同深度進行 2 次照射之方法比較，本實施形態中，藉由照射所形成的改質區域 54 起至磊晶層為止之距離更為分離。因此，雷射切割時之雷射束之影響所導致元件之特性劣化可以被抑制。基於此一觀點而可以提升切割良品率。

圖 9 係表示本實施形態之雷射切割方法中之照射列間隔  $S$ ，脈衝雷射束之射束直徑  $d$  與割斷力之關係圖。於此，照射列間隔係指圖 5 中之第 1 直線  $L1$  與第 2 直線  $L2$  之間之間隔，亦即第 1 直線  $L1$  與第 2 直線  $L2$  之間之距離。又，射束直徑  $d$  係指脈衝雷射束之焦點位置之理論上之射束直徑，藉由雷射之照射條件之決定而可以由計算求出之值。

割斷力，係藉由脈衝雷射束之照射而於裂痕形成之後，割斷被加工基板所要的外力之值。又，圖 9 係表示被加工基板設為藍寶石基板時之測定結果。

如圖 9 所示，基於  $S/d$  之關係而存在有割斷力極小值之區域。如上述說明，在割斷力為極小值之  $S/d$  之條件下

進行雷射切割乃較好者。因此，由圖 9 可知，第 1 直線與第 2 直線之間隔設為  $S$ ，脈衝雷射束之焦點位置之理論上之射束直徑設為  $d$  時，較好是  $3.2 \leq S/d \leq 4.8$ ，更好是  $3.5 \leq S/d \leq 4.5$ 。

本實施形態之所以可以較小割斷力進行基板之割斷可以推測為，藉由第 1 照射與第 2 照射，藉由平行並列之 2 列之改質區域，使產生於改質區域間之基板的應力相互作用，而可於基板表面有效形成直線性裂痕。如上述說明，對應於  $S/d$  之關係而之所以能獲取割斷力之極小值乃基於以下之考量，亦即相對於射束直徑  $d$ ，當照射列間隔  $S$  變為太大時因為距離之關係使得應力之相互作用降低，當照射列間隔  $S$  變為太小時改質區域間之距離會變短或者重疊而導致應力之相互作用降低。

又，被加工基板為藍寶石以外之材料，例如石英玻璃，水晶，矽，碳化矽（ $\text{SiC}$ ）等時，亦具有和藍寶石基板同樣之關係。

又，本實施形態中說明第 1 照射與第 2 照射之加工點深度同一時之例。但是例如切割時藉由對被加工基板表面形成的裂痕之位置或形狀進行微調整，可以積極地將第 1 照射與第 2 照射之加工點深度設為不同。

進行厚基板之加工時，進行第 1 照射及第 2 照射之後，更進一步藉由不同加工點深度之脈衝雷射束，重複進行掃描而形成裂痕，而提升割斷特性之方法亦可以被考慮。

亦即，將被加工基板載置於載置台；產生時脈信號；

射出和時脈信號同步之脈衝雷射束；使被加工基板與脈衝雷射束相對移動；使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上進行脈衝雷射束之第 1 照射；於第 1 照射之後，使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上藉由和第 1 照射同一之加工點深度進行脈衝雷射束之第 2 照射；於第 2 照射之後，使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和第 1 直線同一或略平行的第 3 直線上藉由和第 1 照射不同之加工點深度進行脈衝雷射束之第 3 照射；於第 3 照射之後，使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和第 3 直線略平行而鄰接的第 4 直線上藉由和第 3 照射同一之加工點深度進行脈衝雷射束之第 4 照射；藉由第 1 照射、第 2 照射、第 3 照射及第 4 照射，於被加工基板形成到達被加工基板表面的裂痕的雷射切割方法。對脈衝雷射束之照射能量，脈衝雷射束之加工點深度以及脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制。

如此則，針對複數層，藉由略平行之同一加工點深度

之脈衝雷射束之照射之進行，即使厚的基板其割斷力亦可減輕，藉由脈衝雷射束之照射條件之最佳化條件來控制裂痕之產生，可以提供能實現極佳割斷特性的雷射切割方法。

此種複數層之加工時，藉由載置台位置與脈衝拾取器之動作開始位置之同步，則於不同深度之掃描，可以良好精確度針對脈衝照射位置之關係進行任意控制，切割條件之最佳化成爲可能。

又，例如將第 1 照射與第 3 照射或第 4 照射設爲同一直線上（同一掃描線上），將第 2 照射與第 4 照射或第 3 照射設爲同一直線上（同一掃描線上），則例如切割幅不會大於必要以上而爲較好。

#### （第 2 實施形態）

本實施形態之雷射切割方法，除了於被加工基板之主面之一方之面形成 LED（Light Emitting Diode），於主面之另一方之面形成金屬膜，藉由脈衝雷射束之第 1 照射及第 2 照射除去金屬膜除去以外，均和第 1 實施形態同樣。因此，省略和第 1 實施形態重複內容之記述。

本實施形態之雷射切割方法，係將表面具有金屬膜的被加工基板載置於載置台；產生時脈信號；射出和時脈信號同步之脈衝雷射束；使被加工基板與脈衝雷射束相對移動；使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷

，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上由金屬膜側進行脈衝雷射束之第 1 照射；於第 1 照射之後，使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上由金屬膜側進行脈衝雷射束之第 2 照射；藉由第 1 照射及第 2 照射，除去金屬膜之同時於被加工基板形成到達被加工基板表面的裂痕。藉由對脈衝雷射束之照射能量、脈衝雷射束之加工點深度以及脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制，而除去金屬膜之同時使裂痕於被加工基板表面呈連續而被形成。

在設於藍寶石基板之主面之一方之面上的磊晶層形成 LED，於藍寶石基板之另一方之面，設置使 LED 發出之光反射的金屬膜之發光裝置存在。金屬膜亦稱為反射層。

使用雷射進行該發光裝置之切割時，於雷射切割前藉由蝕刻處理等之其他工程將切割區間上之金屬膜予以剝離之方法存在。於該方法存在著切割工程增加之問題。

圖 10 及圖 11 係表示本實施形態之雷射切割方法之說明圖。圖 10 為上面圖，圖 11 為圖 10 之 BB 斷面圖。

如圖 11 所示，例如於被加工基板之藍寶石基板 50 之主面之一方之面（背面）形成磊晶層 52。之後於該磊晶層 52 形成例如 LED。又，於主面之另一方之面（照射面）形成成為反射層的金屬膜 60。金屬膜 60 係為例如金（Au）或鋁（Al）。

如圖 10 所示，例如沿著平行的第 1 直線 L1、第 2 直線 L2、第 3 直線 L3，以同一之加工點深度進行脈衝雷射束之照射。沿著個別直線之照射係為第 1 照射，第 2 照射，第 3 照射。此時，圖中虛線所示照射面，亦即反射層表面中之雷射束之照射區域（照射光點），不論於第 1～第 3 直線方向，或和第 1～第 3 直線呈垂直的方向均互為重疊。

又，於圖 10，關於第 1～第 3 之各照射，其之照射圖案雖設為照射光脈衝數（P1）= 3，非照射光脈衝數（P2）= 3，亦即進行 3 脈衝數分之照射，3 脈衝數分之非照射，但本實施形態不限定於該照射圖案。

依據本實施形態，於照射面，設為將鄰接的脈衝雷射束之照射區域予以重疊的照射圖案，可有效剝離金屬膜 60。同時，於藍寶石基板 50 內被形成同一深度並列的 3 列之改質區域 54，形成到達基板表面之裂痕。藉由該裂痕之形成，可以小的割斷力割斷被加工基板。

依據本實施形態，藉由脈衝雷射束之照射，可同時進行金屬膜 60 之除去與對於被加工基板之裂痕之形成。因此，無須為了金屬膜除去而設置追加之工程，可於短時間、低成本實現設有金屬膜的發光裝置之切割。

以上係參照具體例說明本發明之實施形態。但是，本發明不限定於彼等具體例。於實施形態中，於雷射切割方法、雷射切割裝置等雖省略與本發明之說明無直接必要部分之記載，針對必要的雷射切割方法、雷射切割裝置等相

關的要素可以適宜選擇予以使用。

此外，具備本發明之要素，而業者經由適宜設計變更之全部雷射切割方法，亦包含於本發明之範圍。本發明之範圍，可藉由申請專利範圍及其之均等物之範圍予以定義。

例如實施形態中，被加工基板之例雖說明形成有 LED 的藍寶石基板。本發明雖使用於藍寶石基板等硬質、缺乏劈開性之割斷困難的基板，但是除上述以外，被加工基板亦可為石英玻璃等之玻璃基板，水晶等之絕緣物基板，SiC（碳化矽）基板等之半導體材料基板，壓電材料基板等。

又，實施形態中說明藉由移動載置台，而使被加工基板與脈衝雷射束相對移動之例，但是例如使用雷射束掃描器等進行脈衝雷射束之掃描，而使被加工基板與脈衝雷射束相對移動之方法或裝置亦可。

又，實施形態中說明照射光脈衝數（ $P1$ ）= 2，非照射光脈衝數（ $P2$ ）= 1，照射光脈衝數（ $P1$ ）= 3，非照射光脈衝數（ $P2$ ）= 3 之例，但  $P1$  與  $P2$  之值可取任意之值據以設為最佳條件。另外，實施形態中說明照射光脈衝以光點直徑之間距重複進行照射與非照射之例，但是藉由變化脈衝頻率或載置台移動速度，而變化照射與非照射之間距，找出最佳條件亦可以。例如照射與非照射之間距可以設為光點直徑之  $1/n$  或  $n$  倍。

另外，關於切割加工之圖案，例如藉由設置複數個照

射區域暫存器及非照射區域暫存器，以即時方式於所要時序將照射區域暫存器及非照射區域暫存器值變更爲所要之值，如此則，可以對應於各種切割加工圖案。

另外，雷射切割裝置，係說明具備加工表格部之裝置之例，該加工表格部係記憶著：將切割加工資料以脈衝雷射束之光脈衝數予以記述而成的加工表格。但是，未必一定需要該加工表格部，只要是裝置之爲構成具有可以光脈衝單位進行脈衝雷射束之脈衝拾取器中之通過與遮斷之控制即可。

又，爲了更進一步提升割斷特性，於基板表面形成呈連續之裂痕後，另外藉由例如雷射照射而對表面追加進行溶融加工或消融加工之構成亦可能。

又，本實施形態中，藉由重複照射複數層之略平行的2列之脈衝雷射束，而減輕割斷力亦可。圖12A，12B係表示使不同加工點深度之脈衝雷射束，於基板之同一掃描線上進行複數次掃描而形成裂痕時之說明圖。係基板斷面中之照射圖案之模式圖。ON（著色）爲照射，OFF（白色）爲非照射區域。圖12A爲照射之掃描之第1層與第2層爲同相時，亦即，於第1層與第2層之照射脈衝位置之上下關係被整合之情況。圖12B係表示照射之掃描之第1層與第2層爲異相時，亦即，第1層與第2層之照射脈衝位置之上下關係偏移之情況。

又，於此說明針對照射／非照射之脈衝數，於第1層與第2層設爲同一之例，但於第1層與第2層設爲不同的

照射 / 非照射之脈衝數亦可求出最佳條件。

又，例如載置台之移動係同步於時脈信號，但較好是更進一步提高照射光點位置之精確度。此可藉由例如使由加工控制部 26 傳送至 XYZ 載置台部 20 的載置台移動信號 S5 (圖 1) 同步於時脈信號 S1 而實現。

又，同一之切割區間內以直線狀照射的脈衝雷射束之列數，只要是 2 列以上即可，亦可為 3 列以上。

#### [實施例]

以下，說明本發明之實施例。

#### (實施例 1)

藉由第 1 實施形態記載之方法，於下記條件進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板，基板厚度  $150 \mu\text{m}$ ，無磊晶層，無金屬膜

雷射光源：Nd : YVO<sub>4</sub> 雷射

波長：532nm

照射能量：2.5  $\mu\text{J}$ /脈衝

雷射頻率：100kHz

照射光脈衝數 (P1)：3

非照射光脈衝數 (P2)：3

照射列數：2 列

照射列間隔 (S)：4  $\mu\text{m}$

相位：列方向同相

脈衝間隔： $1.25 \mu\text{m}$

載置台速度： $5\text{mm/sec}$

焦點位置：被加工基板表面起  $16 \mu\text{m}$

圖 13 表示實施例 1 之照射圖案之圖。如圖所示，照射 3 次光脈衝之後，依光脈衝單位設定 3 脈衝分之非照射。以下將該條件以照射 / 非照射 = 3 / 3 之形式予以記述。又，該照射圖案之照射係於平行近接之 2 條直線上進行。亦即，脈衝雷射束設為平行之 2 列而進行照射。

雷射切割之結果如圖 14。圖 14A 為基板表面之光學照片，圖 14B 為改質區域之光學照片。圖 14A 之光學照片係對焦於基板表面之裂痕進行攝影。圖 14B 之光學照片係對焦於基板內部之改質區域而攝影。又，圖 15 為和裂痕之方向平行的基板之斷面光學照片。

被加工基板為寬約  $5\text{mm}$  之短冊狀，於短冊之伸長方向以垂直方式照射脈衝雷射束，形成裂痕。裂痕形成後，評估使用切斷器 (bleaker) 進行割斷所要的割斷力。又，由圖 15 之斷面光學照片測定改質區域之下端與藍寶石基板下面間之距離 (改質區域 - 下面距離)。結果如圖 16 所示。白色之圖形為割斷力，斜線之圖形為改質區域 - 下面距離。

( 實施例 2 )

除了焦點位置設為被加工基板表面起  $20\ \mu\text{m}$  以外，藉由和實施例 1 同樣之方法進行雷射切割。雷射切割之結果圖示於圖 16。

( 實施例 3 )

除焦點位置設為被加工基板表面起  $25\ \mu\text{m}$  以外，藉由和實施例 1 同樣之方法進行雷射切割。雷射切割之結果圖示於圖 16。

( 實施例 4 )

除焦點位置設為被加工基板表面起  $30\ \mu\text{m}$  以外，藉由和實施例 1 同樣之方法進行雷射切割。雷射切割之結果圖示於圖 16。

( 比較例 1 )

實施例 1~4，係如圖 8 ( a ) 所示，相對於照射列數為 2 列，而將照射列數設為 1 列，如圖 8 ( b ) 所示，於同一直線上以不同的 2 個深度進行脈衝雷射束之照射以外，藉由和實施例 1 同樣之方法進行雷射切割。焦點位置設為自被加工基板表面起  $14\ \mu\text{m}$ 、 $39\ \mu\text{m}$  之 2 層。相位係於深度方向設為同相。雷射切割之結果圖示於圖 16。

於實施例 1~4、比較例 1 之任一，均可於被加工基板表面形成呈連續之裂痕。

相對於比較例 1，於實施例 1~4 之條件下，可將改

質區域之下端與藍寶石基板下面之距離（改質區域－下面距離）保持於較長，即使於藍寶石基板形成 LED 等時，雷射切割引起之 LED 等之元件特性劣化可以被抑制。又，特別是和比較例 1 比較，實施例 2~4 之割斷力可以減輕約 30%。

（實施例 5）

藉由第 1 實施形態記載之方法，於下記條件下進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板，基板厚度  $200\ \mu\text{m}$ ，無磊晶層，無金屬膜

雷射光源：Nd：YVO<sub>4</sub>雷射

波長：532nm

照射能量：2.5  $\mu\text{J}$ /脈衝

雷射頻率：100kHz

照射光脈衝數（P1）：3

非照射光脈衝數（P2）：3

照射列數：2列

照射列間隔（S）： $4\ \mu\text{m}$

相位：列方向同相

脈衝間隔： $1.25\ \mu\text{m}$

載置台速度：5mm/sec

焦點位置：被加工基板表面起  $25\ \mu\text{m}$

和實施例 1~4 不同，藍寶石基板之厚度設為  $200\ \mu\text{m}$ 。和實施例 1~實施例 4、比較例 1 進行同樣之評估。雷射切割之結果圖示於圖 17。白色之圖形為割斷力，斜線之圖形為改質區域 - 下面距離。

(實施例 6)

如圖 18 所示，相對於實施例 5，除於 2 列之間之位置，於深度方向除追加之 1 層照射圖案以外，藉由和實施例 5 同樣之方法進行雷射切割。追加之 1 層之焦點位置係設為被加工基板表面起  $65\ \mu\text{m}$ 。追加之 1 層係和上層於深度方向為同相。雷射切割之結果如圖 17 所示。

(實施例 7)

除追加之 1 層之焦點位置設為自被加工基板表面起  $70\ \mu\text{m}$  以外，藉由和實施例 6 同樣之方法進行雷射切割。雷射切割之結果係圖示於圖 17。

(實施例 8)

除追加之 1 層之焦點位置設為自被加工基板表面起  $75\ \mu\text{m}$  以外，藉由和實施例 6 同樣之方法進行雷射切割。雷射切割之結果係圖示於圖 17。

(比較例 2)

除了於同一直線上以不同的 3 個深度照射 1 列之脈衝

雷射束以外，藉由和實施例 5 同樣之方法進行雷射切割。焦點位置係設為自被加工基板表面起  $14\ \mu\text{m}$ 、 $49\ \mu\text{m}$ 、 $74\ \mu\text{m}$  之 3 層。相位係於深度方向為同相。雷射切割之結果係圖示於圖 17。

於實施例 5~8、比較例 2 之任一，均可於被加工基板表面形成呈連續之裂痕。

比起比較例 2，於實施例 5~7 之條件下可保持較長的改質區域之下端與藍寶石基板下面間之距離（改質區域—下面距離），即使形成有 LED 等時，亦可抑制雷射切割所導致之特性劣化。又，比起比較例 2，實施例 7、8 之割斷力可以減輕。特別是比起比較例 2，實施例 7 之改質區域—下面距離可以保持較長，而且割斷力可以減輕。

（實施例 9）

藉由第 1 實施形態記載之方法，於下記條件下進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板，基板厚度  $300\ \mu\text{m}$ ，無磊晶層，無金屬膜

雷射光源：Nd：YVO<sub>4</sub> 雷射

波長：532nm

照射能量：2.5  $\mu\text{J}$ /脈衝

雷射頻率：100kHz

照射光脈衝數（P1）：3

非照射光脈衝數（P2）：3

照射列數：2 列

照射列間隔 ( S ) :  $4 \mu\text{m}$

深度方向層數：3 層

相位：列方向，深度方向均為同相

脈衝間隔： $1.25 \mu\text{m}$

載置台速度： $5\text{mm/sec}$

焦點位置：被加工基板表面起  $25 \mu\text{m}$ ， $70 \mu\text{m}$ ，

$125 \mu\text{m}$

和實施例 1~4、5~8 不同，藍寶石基板之厚度設為  $300 \mu\text{m}$ 。又，深度方向之層數設為 3 層。進行和實施例 1~實施例 4，比較例 1 同樣之評估。雷射切割之結果係圖示於圖 19。白色之圖形表示割斷力，斜線之圖形表示改質區域—下面距離。

( 比較例 3 )

除了於同一直線上以不同之 4 個深度進行 1 列脈衝雷射束之照射以外，藉由和實施例 9 同樣之方法進行雷射切割。焦點位置係設為自被加工基板表面起  $14 \mu\text{m}$ ， $49 \mu\text{m}$ ， $84 \mu\text{m}$ ， $119 \mu\text{m}$  之 4 層。相位係於深度方向設為同相。雷射切割之結果係圖示於圖 19。

( 比較例 4 )

除了於同一直線上以不同之 5 個深度進行 1 列脈衝雷

射束之照射以外，藉由和實施例 9 同樣之方法進行雷射切割。焦點位置係設為自被加工基板表面起  $14\ \mu\text{m}$ ， $44\ \mu\text{m}$ ， $74\ \mu\text{m}$ ， $104\ \mu\text{m}$ ， $134\ \mu\text{m}$  之 5 層。相位係於深度方向設為同相。雷射切割之結果係圖示於圖 19。

於實施例 9、比較例 3、4 之任一，均可於被加工基板表面形成呈連續之裂痕。

比起比較例 3，於實施例 9 之條件下，改質區域之下端與藍寶石基板下面間之距離（改質區域－下面距離）可以保持較長，即使形成有 LED 等時，亦可抑制雷射切割引起之特性劣化。又，和比較例 3、4 比較，實施例 9 之割斷力可以減輕。因此，比起比較例 4，可以保持較長的改質區域－下面距離，而且，可以減輕割斷力。

（實施例 10）

藉由第 2 實施形態記載之方法，於下記條件下進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板，基板厚度  $150\ \mu\text{m}$ ，有磊晶層，有金屬膜

雷射光源：Nd：YVO<sub>4</sub> 雷射

波長：532nm

照射能量：3.0  $\mu\text{J}$ /脈衝

雷射頻率：100kHz

照射光脈衝數（P1）：3

非照射光脈衝數（P2）：3

照射列數：2 列

照射列間隔 ( S )：4  $\mu$  m

相位：列方向為同相

脈衝間隔：1.25  $\mu$  m

載置台速度：5 mm/sec

焦點位置：被加工基板表面起 18  $\mu$  m

● 以具有金屬膜之藍寶石基板設為被加工基板而進行切割。

被加工基板為寬約 5mm 之短冊狀，於短冊之伸長方向以垂直方式進行脈衝雷射束之照射，形成裂痕。裂痕形成之後，評估使用切斷器所要的割斷力。又，由斷面光學照片針對改質區域之下端與藍寶石基板下面之距離（改質區域—下面距離）進行測長。結果如圖 20 所示。白色之圖形為割斷力，斜線之圖形為改質區域—下面距離。

● 圖 21A~21E 係表示藉由雷射切割之金屬膜除去結果之光學照片。圖 21A 係相當於實施例 10。

（實施例 11）

除焦點位置設為被加工基板表面起 20  $\mu$  m 以外，藉由實施例 1 同樣之方法進行雷射切割。雷射切割之結果係圖示於圖 20，圖 21B。

（實施例 12）

除照射列數設為 3 列以外，藉由和實施例 11 同樣之方法進行雷射切割。雷射切割之結果係圖示於圖 20，圖 21C。

( 實施例 13 )

除了將 2 列重疊、亦即藉由列間隔 0 而進行 2 列照射，對該列隔開  $4\ \mu\text{m}$  之間隔進行另一列之照射以外，藉由和實施例 12 同樣之方法進行雷射切割。雷射切割之結果係圖示於圖 20，圖 21D。

( 實施例 14 )

列間隔  $2\ \mu\text{m}$  以外，實施例 12 同樣之方法雷射切割。雷射切割之結果係圖示於圖 20，圖 21E。

於實施例 10~14 之任一，均可於被加工基板表面形成呈連續之裂痕。又，如圖 21A~21E 所示，於實施例 10~14 之任一，均可同時實現金屬膜之除去與裂痕之形成。特別是於實施例 12~14 之條件下殘留較少，金屬膜之除去效果更為良好。

特別是，於實施例 12 之條件下割斷力最小。

**【圖式簡單說明】**

圖 1 係表示第 1 實施形態之雷射切割方法使用的雷射切割裝置之一例之概略構成圖。

圖 2 係表示第 1 實施形態之雷射切割方法之時序控制

說明圖。

圖 3 係表示第 1 實施形態之雷射切割方法之脈衝拾取器動作與調變脈衝雷射束之時序圖。

圖 4 係表示第 1 實施形態之雷射切割方法之照射圖案之說明圖。

圖 5 係表示第 1 實施形態之藍寶石基板上被照射的照射圖案之上面圖。

圖 6 係表示圖 5 之 AA 斷面圖。

圖 7 係表示第 1 實施形態之載置台移動與切割加工之關係說明圖。

圖 8A，8B 係表示第 1 實施形態之雷射切割方法之作用說明圖。

圖 9 係表示第 1 實施形態之雷射切割方法中之照射列間隔  $S$ 、脈衝雷射束之射束直徑  $d$  與割斷力之關係圖。

圖 10 係表示第 1 實施形態之雷射切割方法之說明圖。

圖 11 係表示第 1 實施形態之雷射切割方法之說明圖。

圖 12A，12B 係表示將不同加工點深度之脈衝雷射束，進行複數次基板之同一掃描線上之掃描而形成裂痕時之說明圖。

圖 13 係表示實施例 1 之照射圖案之圖。

圖 14A，14B 係表示實施例 1 之雷射切割之結果圖。

圖 15 係表示實施例 1 之雷射切割之結果圖。

圖 16 係表示實施例 1~4，比較例 1 之雷射切割之結果圖。

圖 17 係表示實施例 5~8，比較例 2 之雷射切割之結果圖。

圖 18 係表示實施例 6 之照射圖案圖。

圖 19 係表示實施例 9，比較例 3、4 之雷射切割之結果圖。

圖 20 係表示實施例 10~14 之雷射切割之結果圖。

圖 21A~21E 係表示實施例 10~14 之雷射切割之結果圖。

**【主要元件之符號說明】**

10：脈衝雷射加工裝置

12：雷射振盪器

14：脈衝拾取器

16：射束整型器

18：聚光透鏡

20：XYZ 載置台部

22：雷射振盪器控制部

24：脈衝拾取器控制部

26：加工控制部

28：基準時脈振盪電路

30：加工表格部

50：藍寶石基板

- S2 : 磊晶層
- S4 : 改質區域
- 60 : 金屬膜
- L1 : 第 1 直線
- L2 : 第 2 直線
- L3 : 第 3 直線
- S1 : 時脈信號
- S2 : 加工圖案信號
- S3 : 脈衝拾取器驅動信號
- S4 : 移動位置檢測信號
- S5 : 載置台移動信號
- PL1 : 脈衝雷射束
- PL2 : 調變脈衝雷射束
- PL3 : 脈衝雷射束
- PL4 : 脈衝雷射束
- W : 被加工基板

公告本
-----

# 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：101125650

※申請日：101年07月17日

※IPC分類：B23K 26/38 (2014.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

雷射切割方法

二、中文發明摘要：

雷射切割方法，係將被加工基板載置於載置台；產生時脈信號；射出和時脈信號同步之脈衝雷射束；使脈衝雷射束對被加工基板之照射與非照射同步於時脈信號，使用脈衝拾取器來控制脈衝雷射束，依據光脈衝單位進行切換，於第1直線上進行脈衝雷射束之第1照射；於第1照射之後，於和第1直線略平行而鄰接的第2直線上進行上述脈衝雷射束之第2照射；藉由第1照射及第2照射，於被加工基板形成到達被加工基板表面的裂痕。

三、英文發明摘要：

圖1

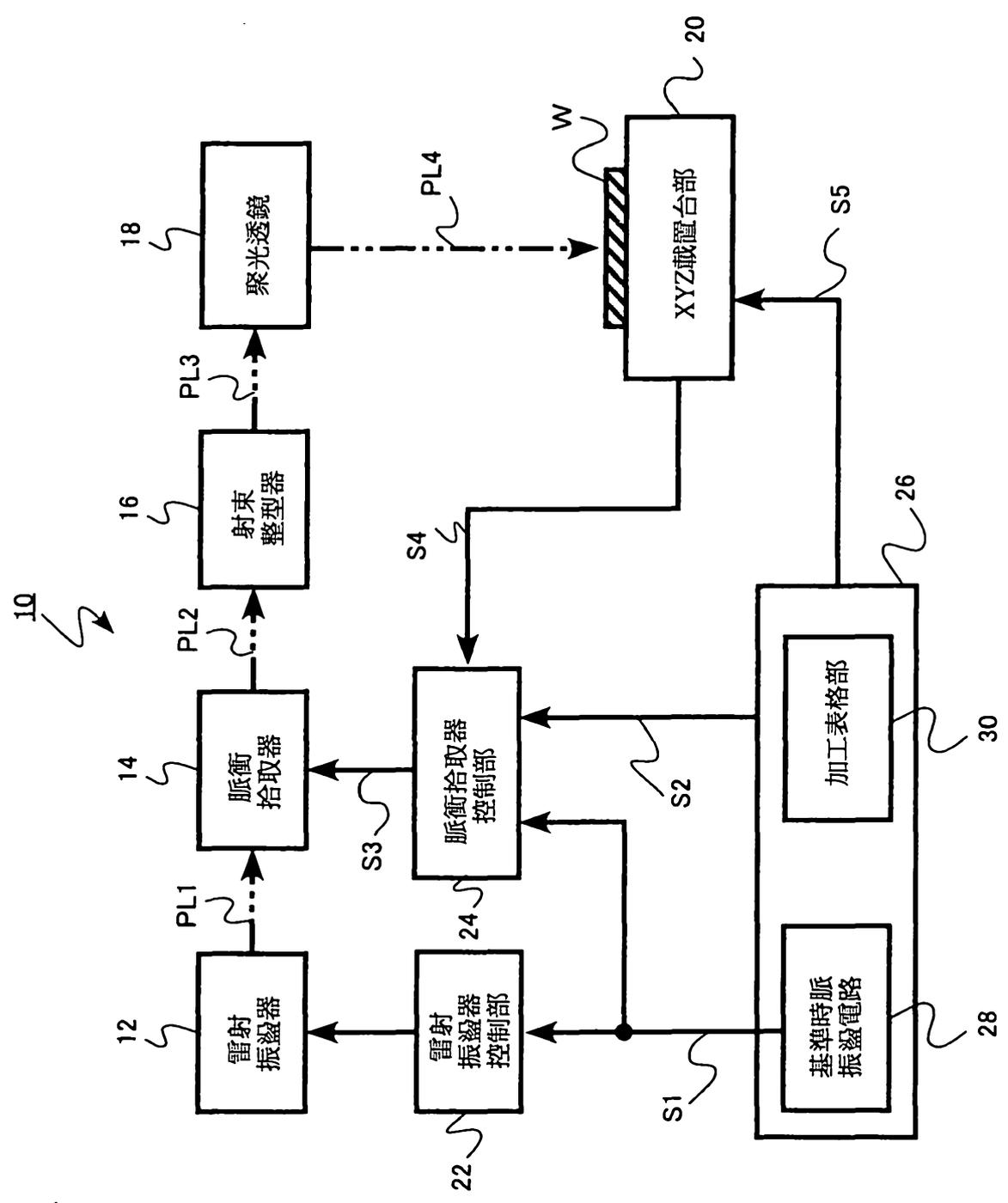


圖2

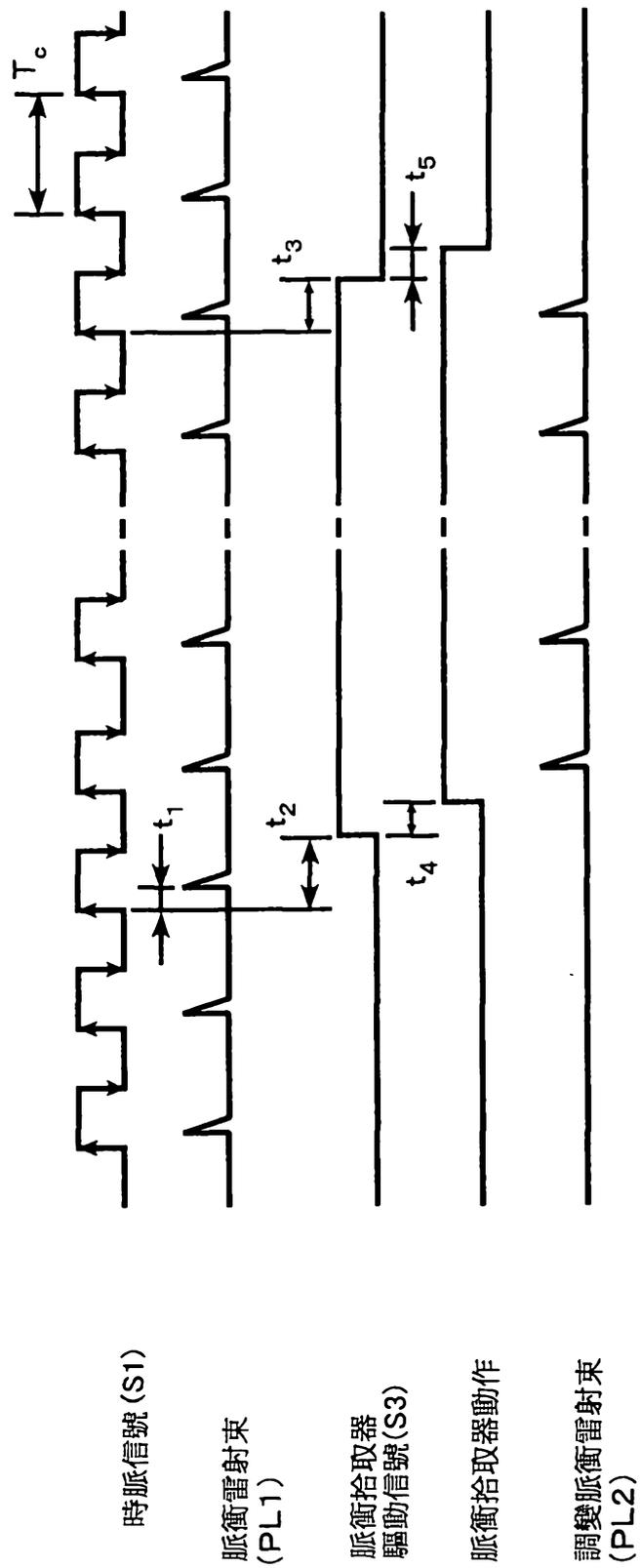


圖3

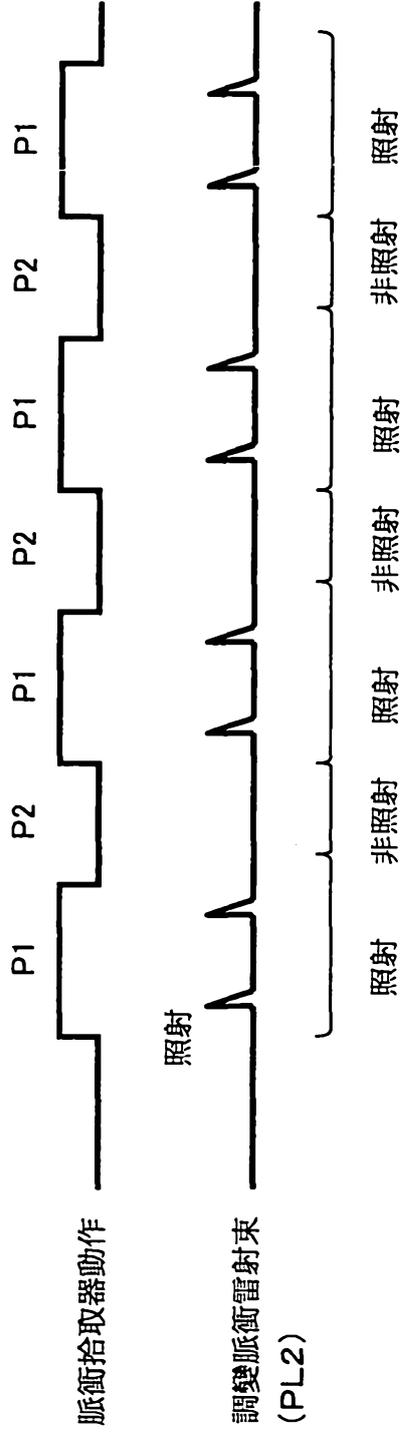


圖4

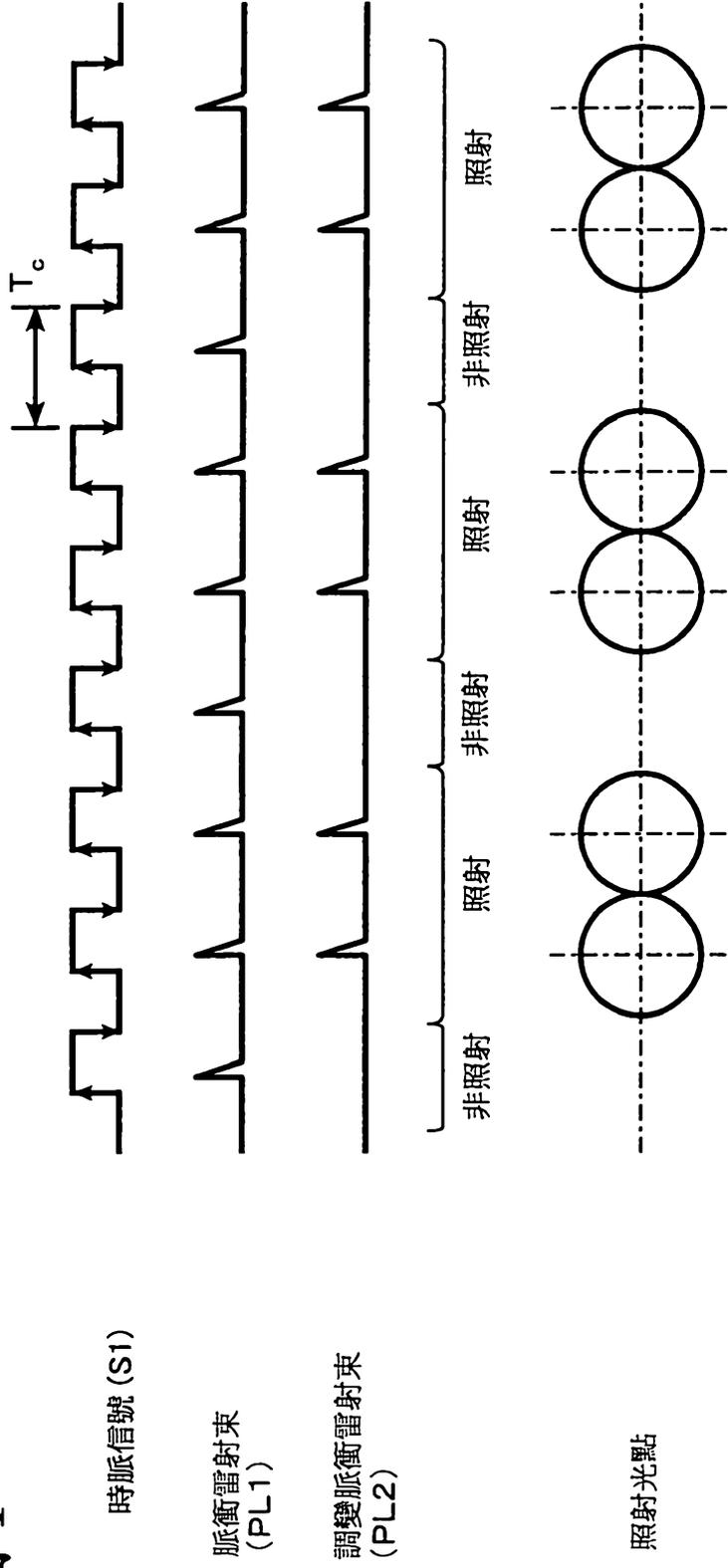


圖5

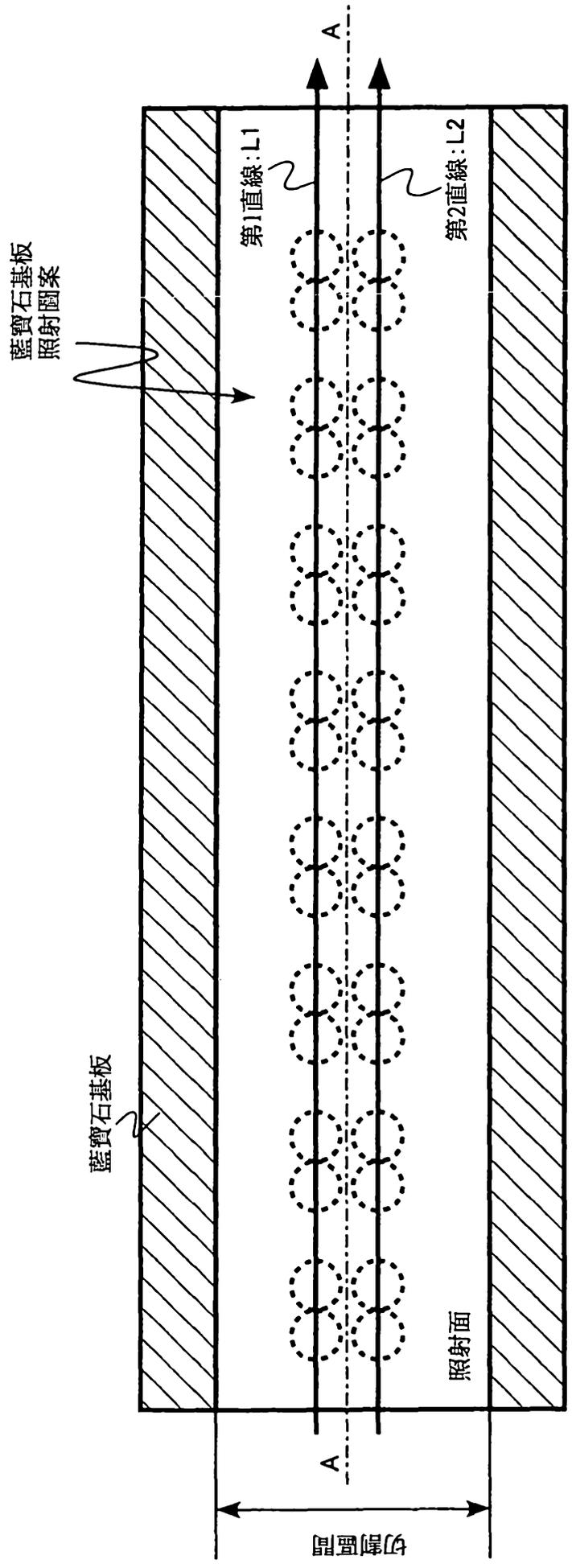


圖6

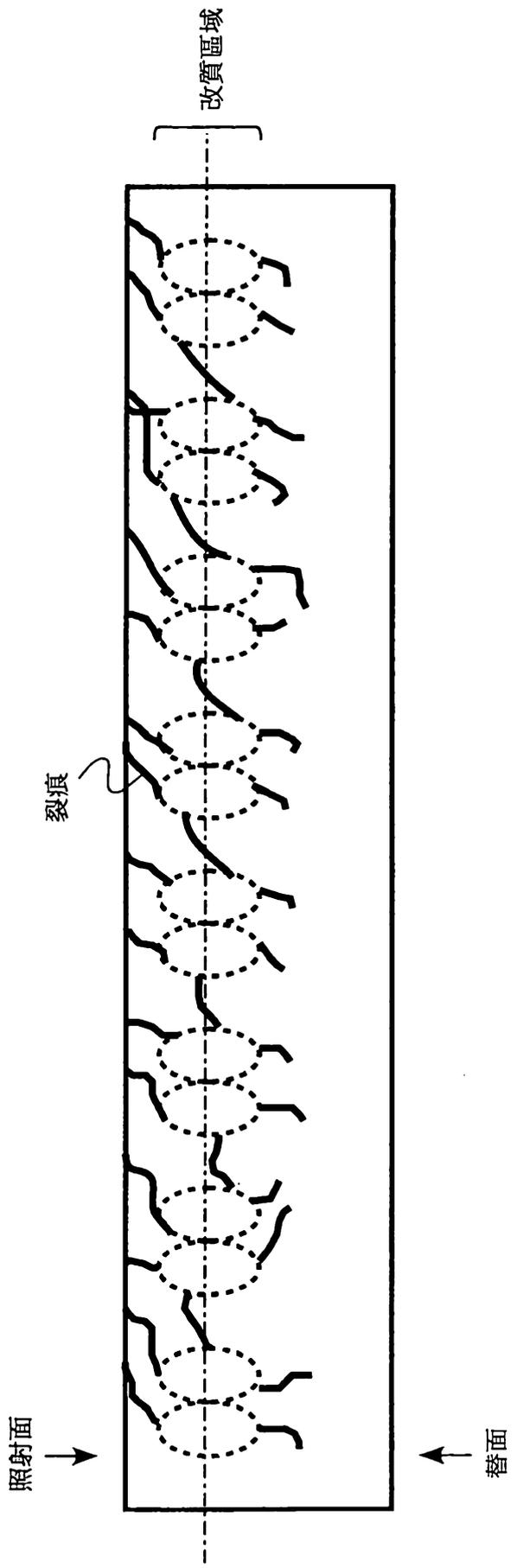
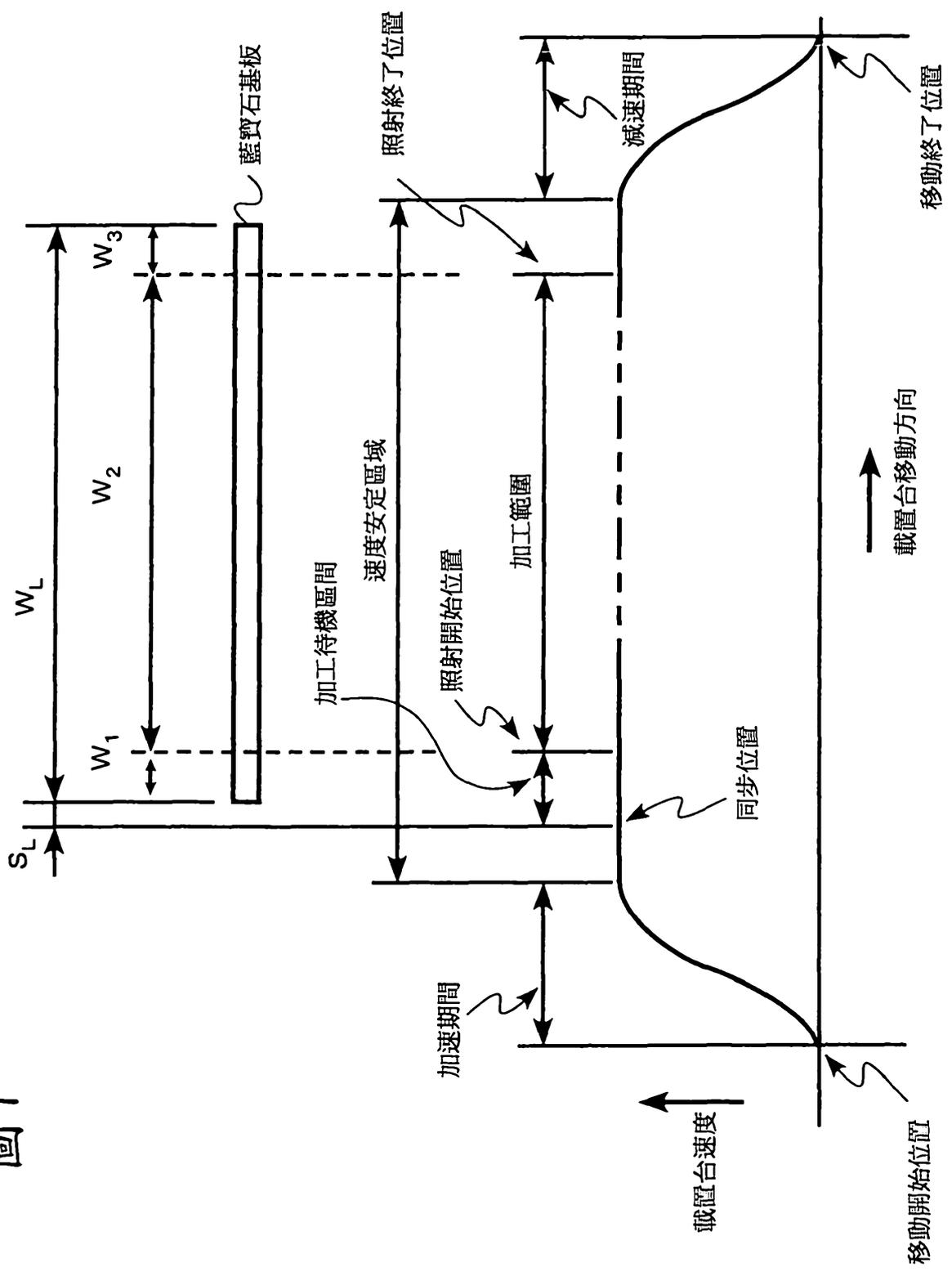


圖7



載置台速度

載置台移動方向

移動開始位置

移動終了位置

同步位置

減速期間

加速期間

加工待機區間

速度安定區域

加工範圍

照射開始位置

照射終了位置

藍寶石基板

$S_L$

$W_L$

$W_1$

$W_2$

$W_3$

圖8A

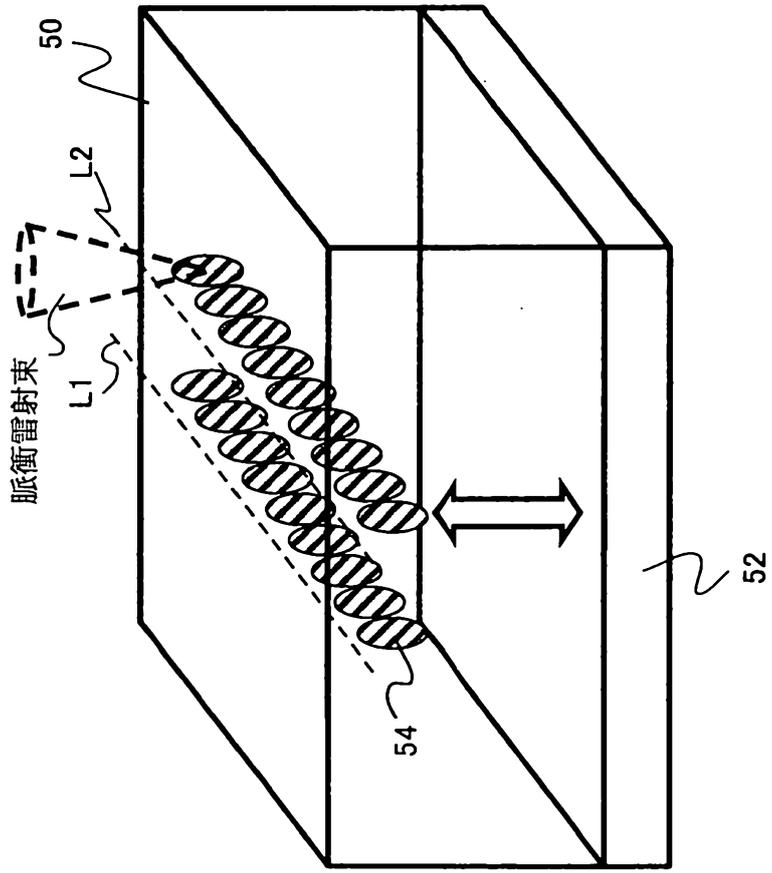
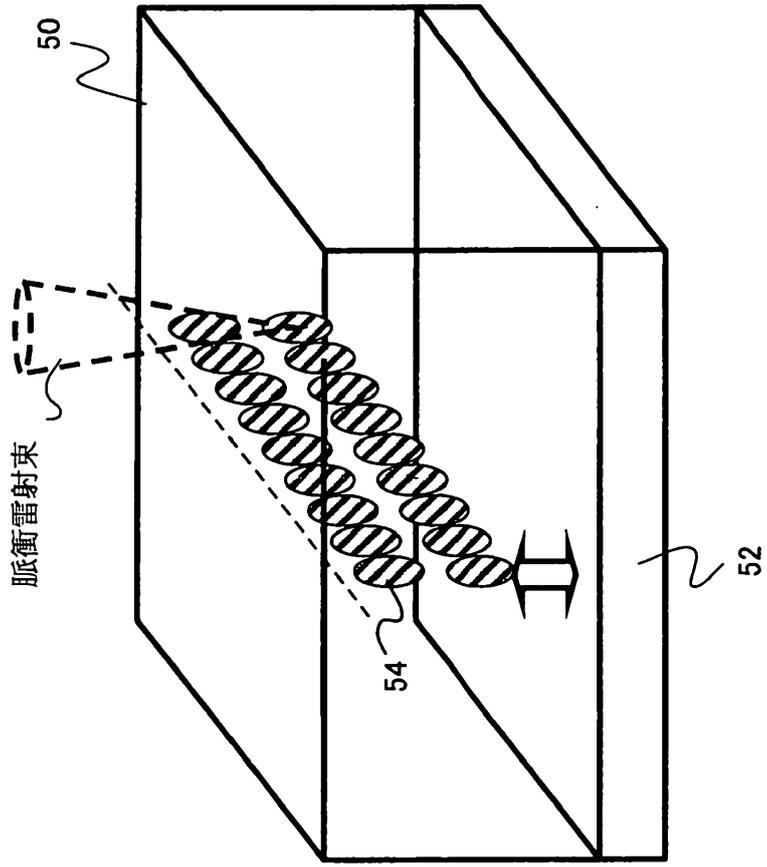


圖8B



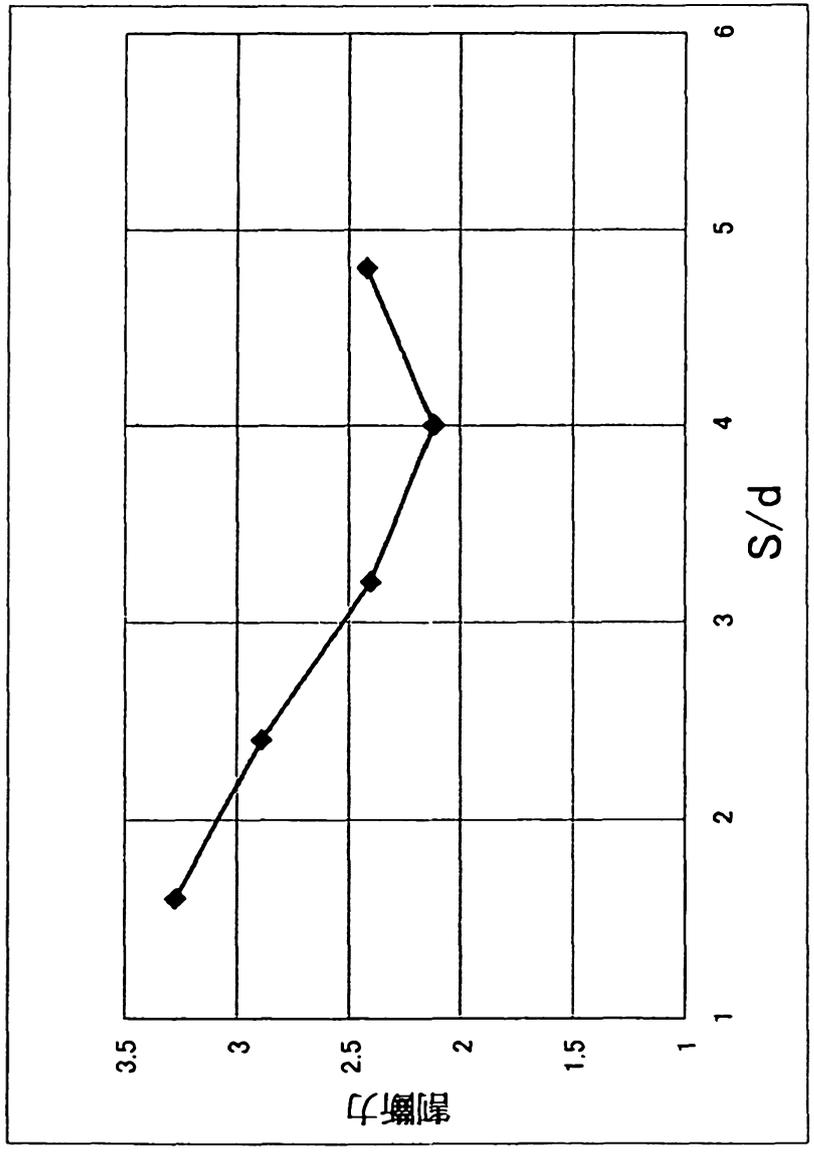
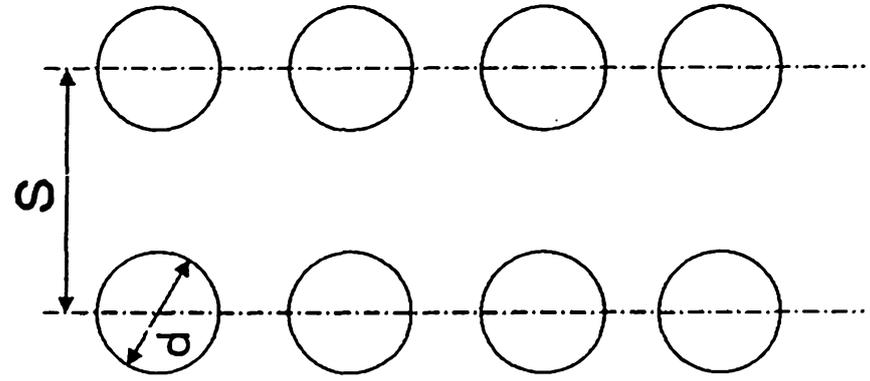


圖9

圖10

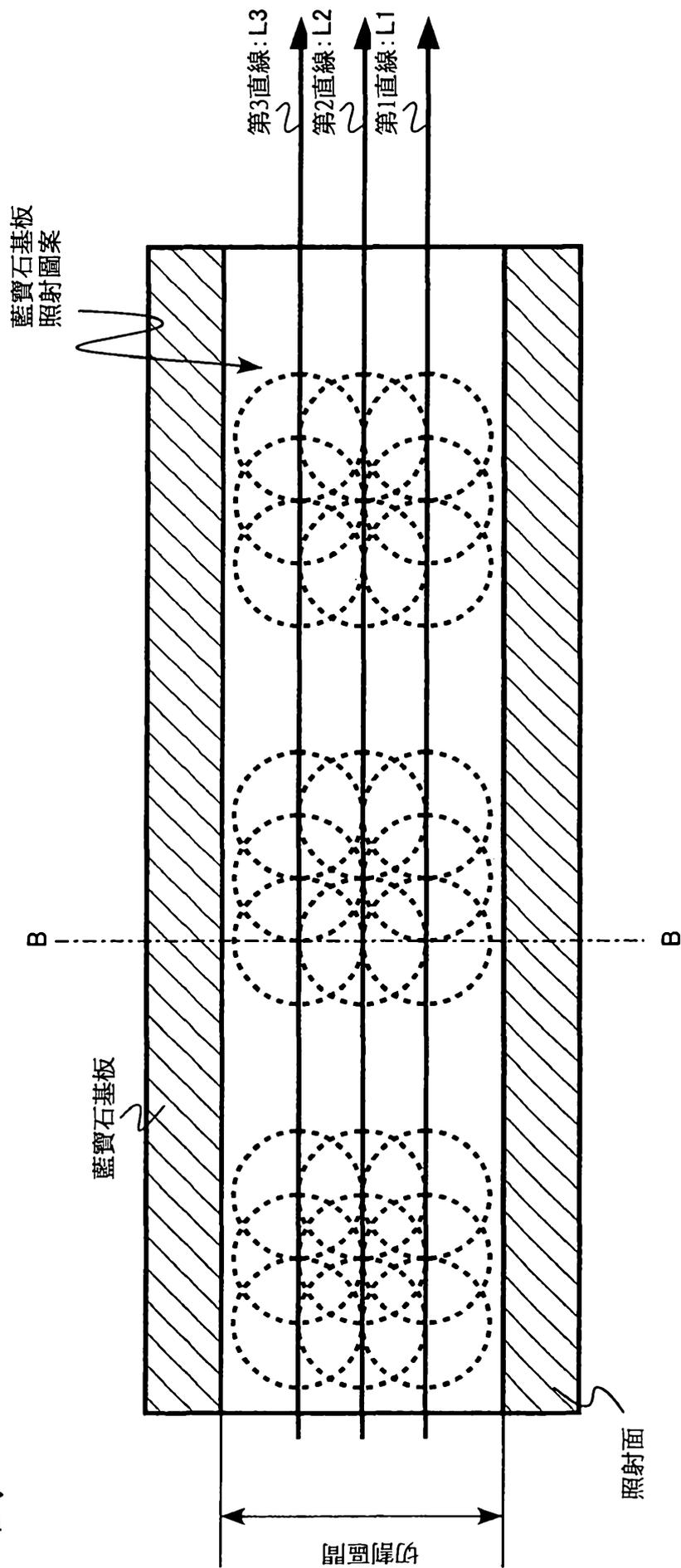


圖11

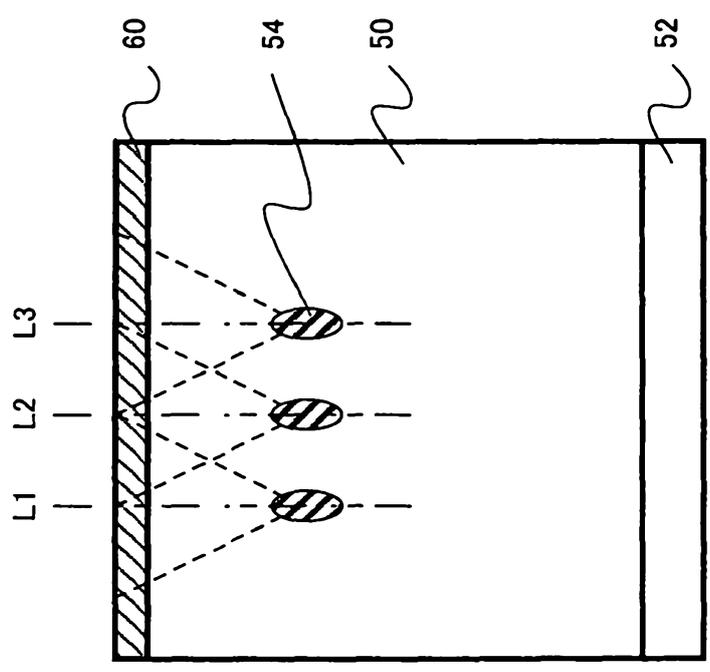


圖12A

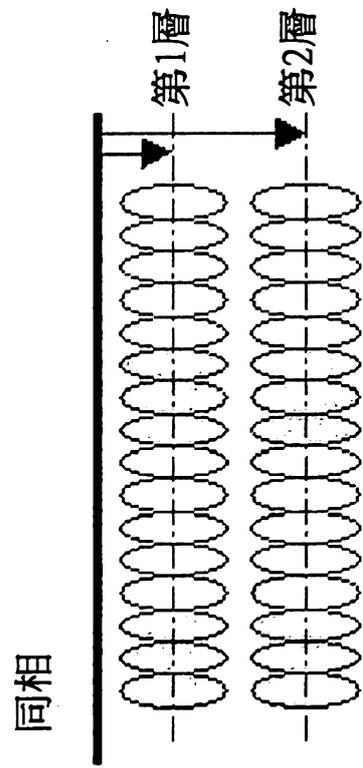


圖12B

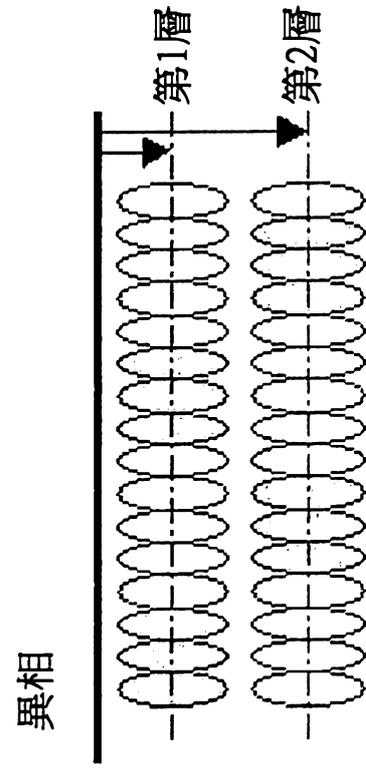


圖13

照射 / 非照射 = 3 / 3

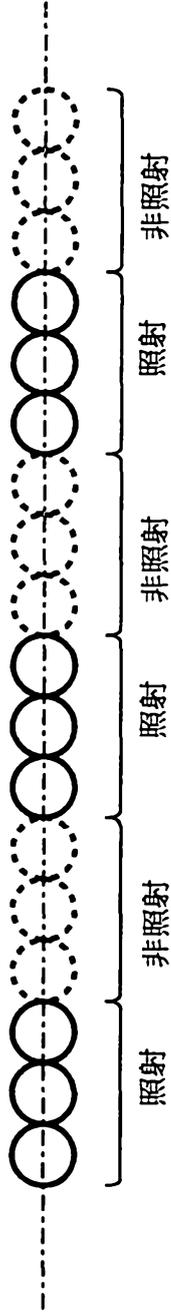






圖16

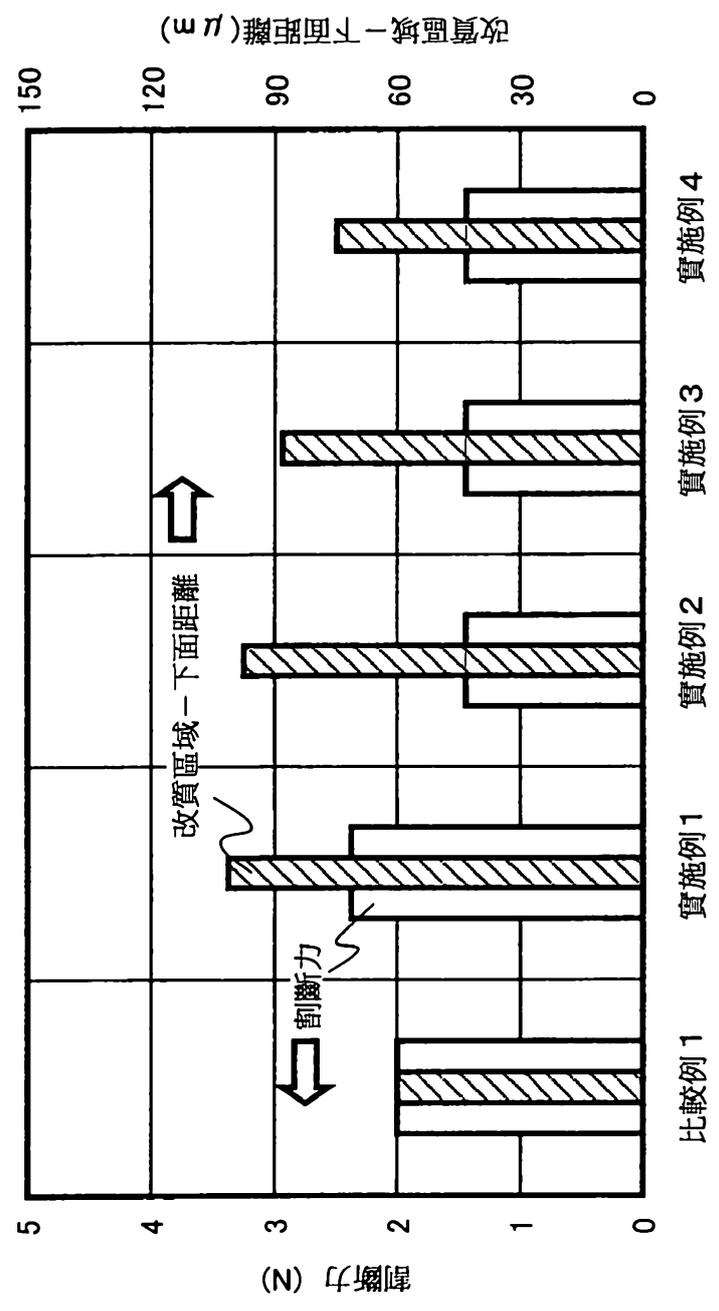


圖17

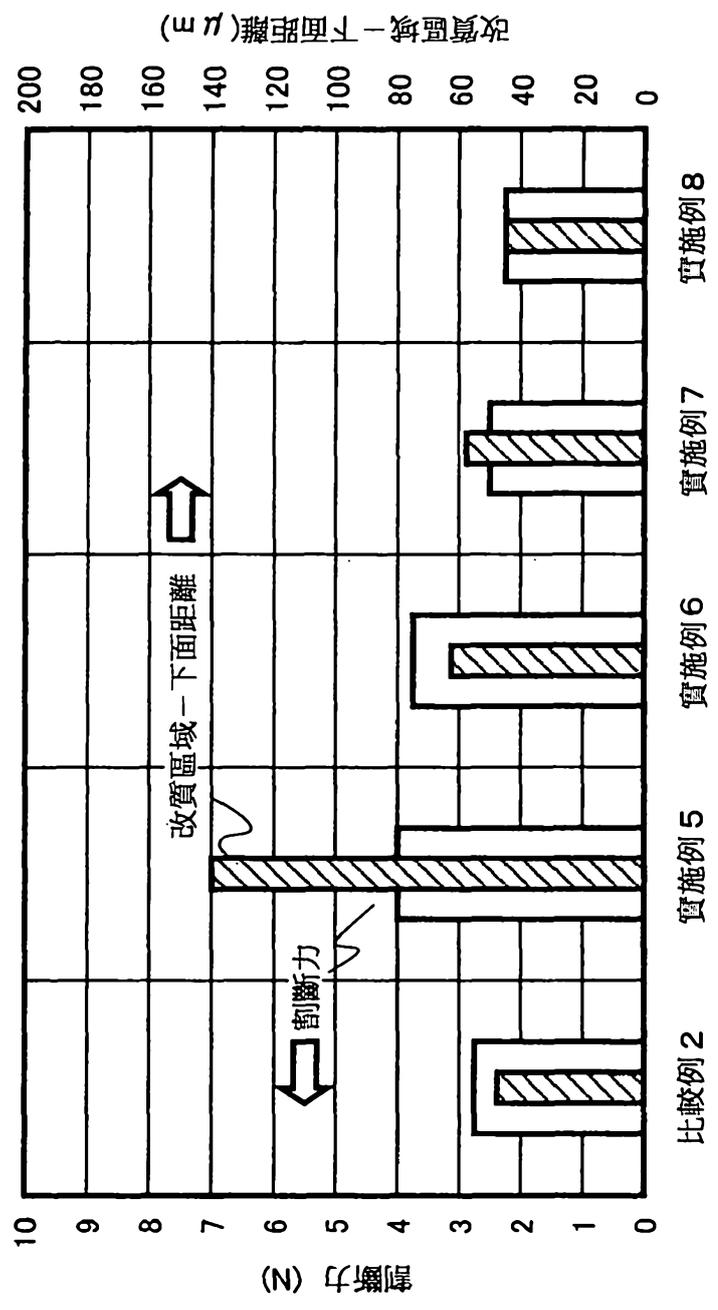


圖18

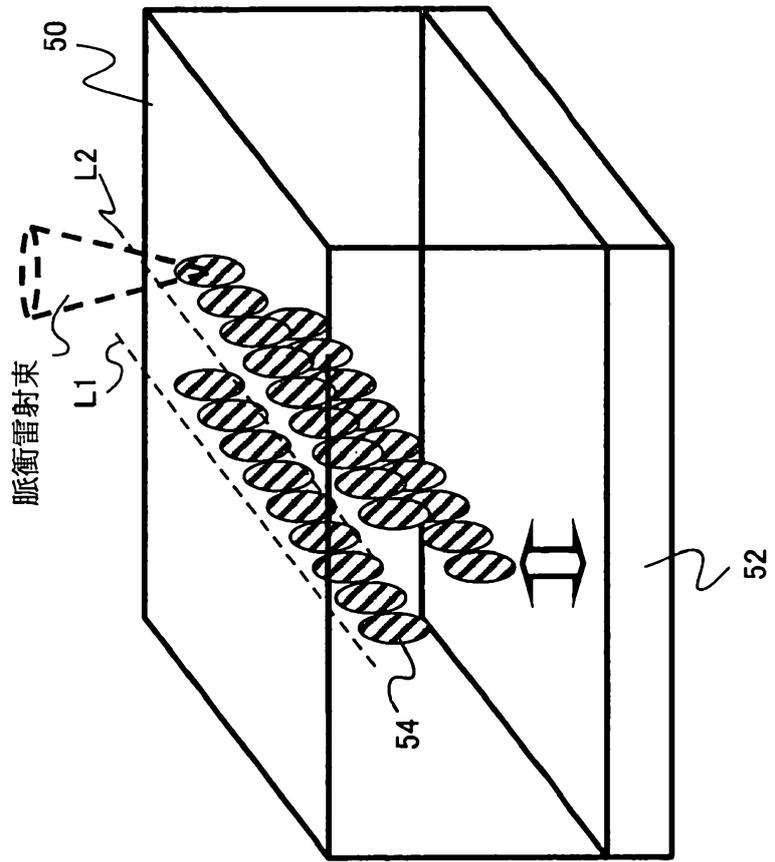


圖19

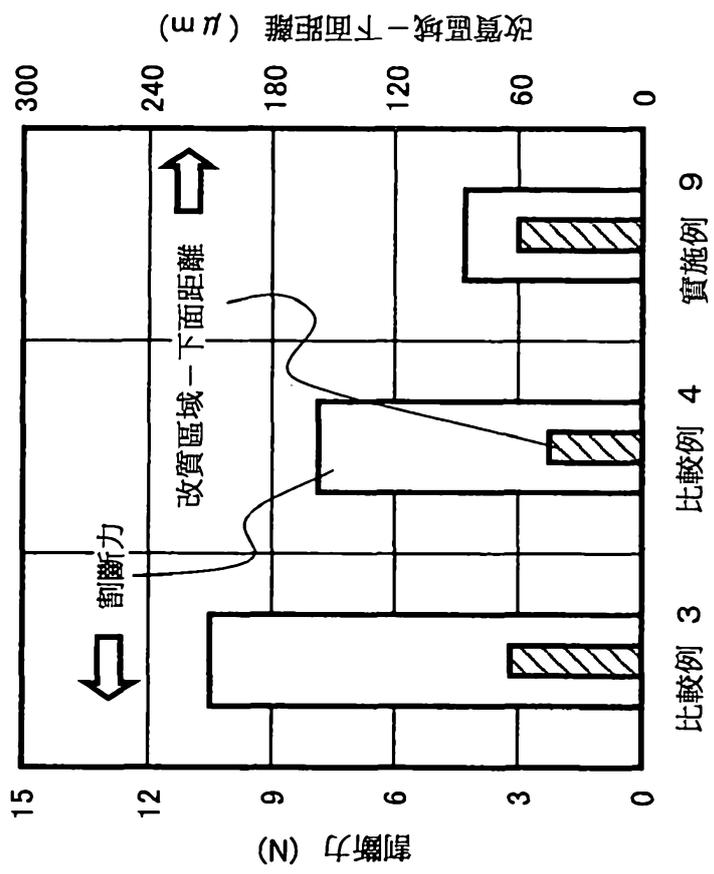
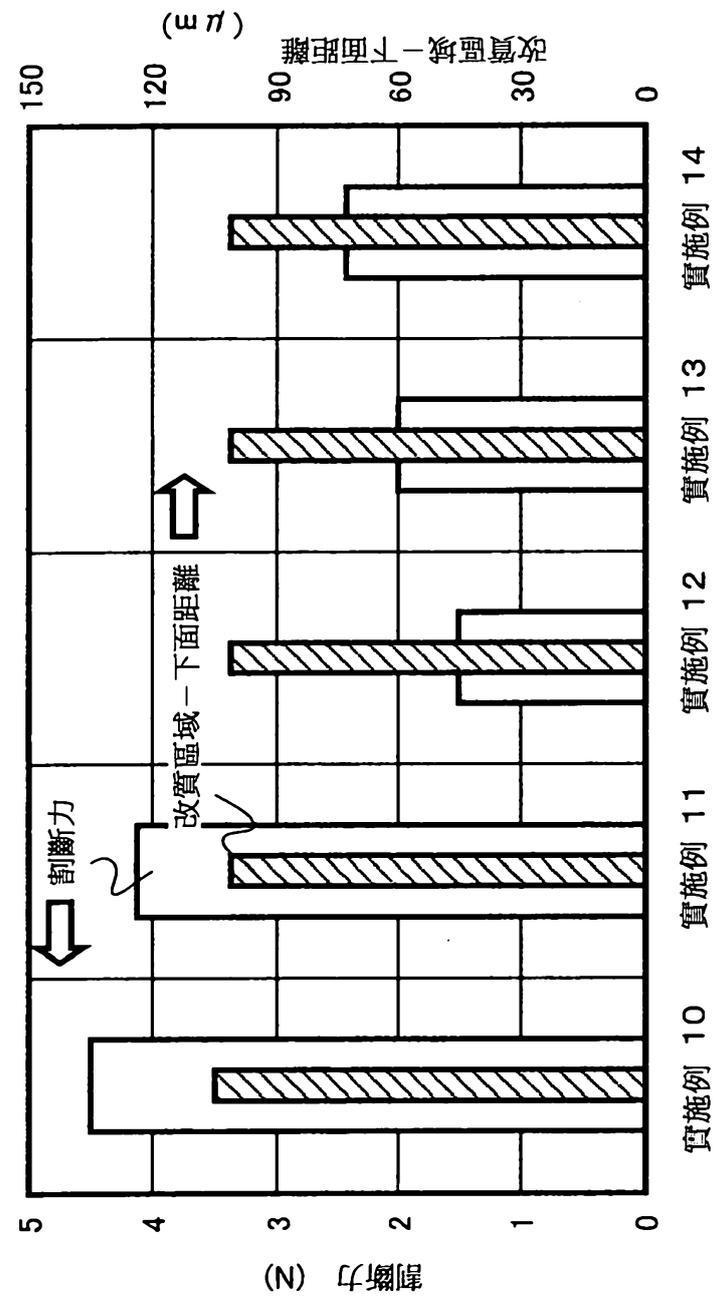


圖20





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：

10：脈衝雷射加工裝置

12：雷射振盪器

14：脈衝拾取器

16：射束整型器

18：聚光透鏡

20：XYZ 載置台部

22：雷射振盪器控制部

24：脈衝拾取器控制部

26：加工控制部

28：基準時脈振盪電路

30：加工表格部

S1：時脈信號

S2：加工圖案信號

S3：脈衝拾取器驅動信號

S4：移動位置檢測信號

S5：載置台移動信號

PL1：脈衝雷射束

PL2：調變脈衝雷射束

PL3：脈衝雷射束

PL4：脈衝雷射束

W：被加工基板

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

向設為真正橫向並列之照射圖案乃較好者。該關係被稱為列方向之照射圖案為同相。

第 1 直線及第 2 直線，係如圖 5 所示，為同一切割區間（dicing street）上之直線。切割區間，例如為形成於藍寶石基板之相反面的複數 LED 元件間之境界區域，係具有餘裕度而被設定的區域，該餘裕度乃將元件切斷為各個時為使切割之影響不對 LED 元件帶來任何影響而設者。切割區間亦有稱為切割線。

圖 6 為圖 5 之 AA 斷面圖。如圖所示，於藍寶石基板內部形成改質區域。由該改質區域起沿著光脈衝之掃描線上被形成到達基板表面之裂痕（或溝）。另外，該裂痕係於被加工基板表面呈連續而形成。又，本實施形態中，裂痕係僅露出基板表面側而被形成，而未到達基板背面側。

裂痕形成後，例如藉由切斷器（breaker）施加外力而割斷藍寶石基板。此時之外力以大致成為最小的方式，針對第 1 及第 2 直線之間隔、脈衝雷射束之照射能量、脈衝雷射束之加工點深度、以及脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制乃較好者。又，藍寶石基板於裂痕形成後未被施加外力，而自然割斷亦可。

圖 7 表示載置台移動與切割加工間之關係說明圖。於 XYZ 載置台設有位置感測器用於檢測 X 軸、Y 軸方向之移動位置。例如載置台對 X 軸、Y 軸方向之移動開始後，事先將載置台速度進入速度穩定區域之位置設為同步位置

。於位置感測器檢測出同步位置時，例如使移動位置檢測信號 S4（圖 1）被傳送至脈衝拾取器控制部 24，而使脈衝拾取器動作被許可，藉由脈衝拾取器驅動信號 S3 使脈衝拾取器進行動作。同步位置，例如係設為被加工基板之端面，藉由位置感測器來檢測該端面之構成亦可。

如上述說明，以下被管理，

$S_L$ ：同步位置起至基板間之距離

$W_L$ ：加工長度

$W_1$ ：基板端起至照射開始位置之間之距離

$W_2$ ：加工範圍

$W_3$ ：照射終了位置起至基板端之間之距離

如上述說明，載置台位置及其所載置的被加工基板之位置，與脈衝拾取器之動作開始位置呈同步。亦即，脈衝雷射束之照射與非照射可以取得和載置台位置間之同步。因此，脈衝雷射束之照射與非照射時，可以擔保載置台以一定速度移動（處於速度穩定區域）。因此，照射光點位置之規則性可以確保，可實現穩定之裂痕之形成。

圖 8A、8B 係表示本實施形態之雷射切割方法之作用說明圖。圖 8A 係表示本實施形態時，圖 8B 係表示藉由不同加工點深度之脈衝雷射束，對基板之同一掃描線上進行 2 次掃描而形成裂痕時之圖。

如圖 8A 所示，本實施形態中，係使近接的脈衝雷射束以同一深度對藍寶石基板 50 進行平行照射。圖 8B 係於同一之直線上使脈衝雷射束以不同深度對藍寶石基板 50

**七、申請專利範圍：**

1. 一種雷射切割方法，其特徵為：

將被加工基板載置於載置台；

產生時脈信號；

射出和上述時脈信號同步之脈衝雷射束；

使上述被加工基板與上述脈衝雷射束相對移動；

使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上進行上述脈衝雷射束之第 1 照射；

於上述第 1 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上以和上述第 1 照射同一之加工點深度進行上述脈衝雷射束之第 2 照射；

藉由上述第 1 照射及上述第 2 照射，於上述被加工基板形成到達上述被加工基板表面的裂痕；

藉由對上述脈衝雷射束之照射能量、上述脈衝雷射束之加工點深度以及上述脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制，而使上述裂痕於上述被加工基板表面呈連續而被形成。

2. 如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中

在上述裂痕形成後以切斷上述被加工基板所要的外力

成爲最小的方式，針對上述第 1 及第 2 直線之間隔、上述脈衝雷射束之照射能量、上述脈衝雷射束之加工點深度、以及上述脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制。

3. 如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中上述第 2 照射中之上述脈衝雷射束之照射與非照射之圖案，和上述第 1 照射中之上述脈衝雷射束之照射與非照射之圖案，係於上述第 1 直線之垂直方向具有平行移動之關係。

4. 如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中上述第 1 直線與上述第 2 直線間之間隔設爲  $S$ ，上述脈衝雷射束之於焦點位置的理論上之射束直徑設爲  $d$  時， $3.2 \leq S/d \leq 4.8$ 。

5. 如申請專利範圍第 1~4 項中任一項之雷射切割方法，其中

上述被加工基板爲藍寶石基板。

6. 如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中於上述被加工基板之主面之一方之面形成發光元件，由另一方之面側進行上述脈衝雷射束之照射。

7. 如申請專利範圍第 6 項之雷射切割方法，其中於上述另一方之面上形成金屬膜，藉由上述第 1 照射及第 2 照射除去上述金屬膜。

8. 一種雷射切割方法，其特徵爲：

將被加工基板載置於載置台；

產生時脈信號；

射出和上述時脈信號同步之脈衝雷射束；

使上述被加工基板與上述脈衝雷射束相對移動；

使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上進行上述脈衝雷射束之第 1 照射；

於上述第 1 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上藉由和上述第 1 照射同一之加工點深度進行上述脈衝雷射束之第 2 照射；

於上述第 2 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和第 1 直線同一或略平行的第 3 直線上藉由和上述第 1 照射不同之加工點深度進行上述脈衝雷射束之第 3 照射；

於上述第 3 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 3 直線略平行而鄰接的第 4 直線上藉由和上述第 3 照射同一之加工點深度進行上述脈衝雷

射束之第 4 照射；

藉由上述第 1 照射、上述第 2 照射、上述第 3 照射及上述第 4 照射，於上述被加工基板形成到達上述被加工基板表面的裂痕；

藉由對上述脈衝雷射束之照射能量、上述脈衝雷射束之加工點深度以及上述脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制，而使上述裂痕於上述被加工基板表面呈連續而被形成。

9. 一種雷射切割方法，其特徵為：

將表面具有金屬膜的被加工基板載置於載置台；

產生時脈信號；

射出和上述時脈信號同步之脈衝雷射束；

使上述被加工基板與上述脈衝雷射束相對移動；

使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於第 1 直線上由上述金屬膜側進行上述脈衝雷射束之第 1 照射；

於上述第 1 照射之後，使上述脈衝雷射束對上述被加工基板之照射與非照射同步於上述時脈信號，使用脈衝拾取器來控制上述脈衝雷射束之通過與遮斷，依據光脈衝單位進行切換，於和上述第 1 直線略平行而鄰接的第 2 直線上以和上述第 1 照射同一之加工點深度由上述金屬膜側進行上述脈衝雷射束之第 2 照射；

藉由上述第 1 照射及上述第 2 照射，除去上述金屬膜

之同時於上述被加工基板形成到達上述被加工基板表面的裂痕；

藉由對上述脈衝雷射束之照射能量、上述脈衝雷射束之加工點深度以及上述脈衝雷射束之照射區域及非照射區域之長度進行控制，而除去上述金屬膜之同時使上述裂痕於上述被加工基板表面呈連續而被形成。

10. 如申請專利範圍第 9 項之雷射切割方法，其中於上述被加工基板之和上述金屬膜呈相反側之面，形成有 LED。