



(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 I471187 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：101125794

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 07 月 18 日

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

(30) 優先權：2011/07/27 日本

2011-164041

(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：井出光廣 IDE, MITSUHIRO (JP) ; 林誠 HAYASHI, MAKOTO (JP) ; 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：11 項 圖式數：20 共 62 頁

(54) 名稱

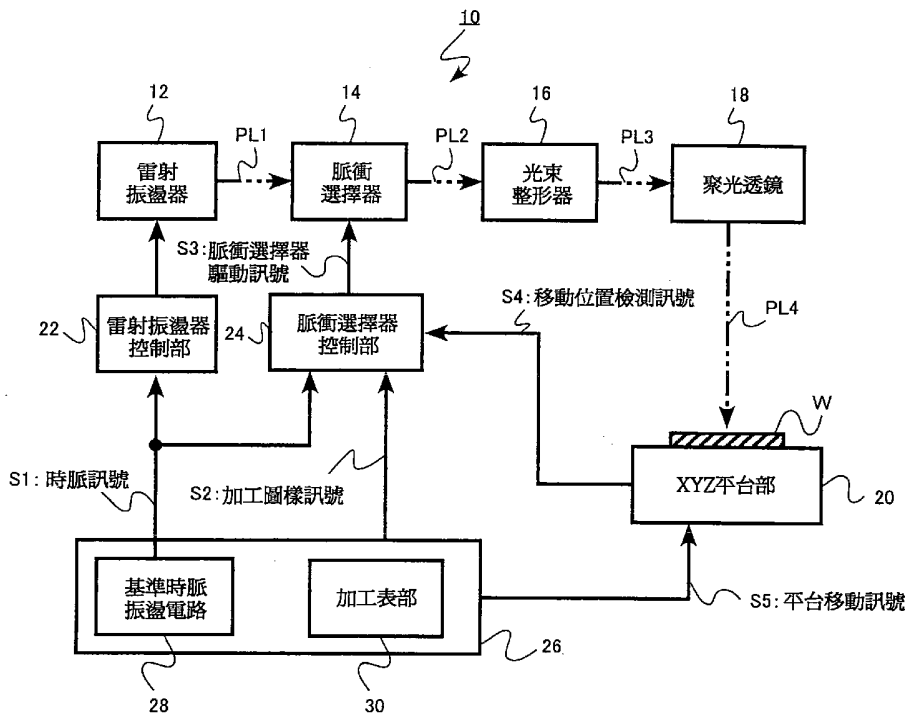
雷射切割方法

LASER DICING METHODS

(57) 摘要

一種雷射切割方法，屬於表面具備金屬膜之被加工基板的雷射切割方法，其特徵為，具有：金屬膜剝離步驟，係將被加工基板載置於平台，對金屬膜照射散焦之脈衝雷射光束，以剝離金屬膜；及裂痕形成步驟，係針對被加工基板的金屬膜被剝離之區域照射脈衝雷射光束，於被加工基板形成裂痕。

圖 1



- 10 . . . 雷射切割裝置
- 12 . . . 雷射振盪器
- 14 . . . 脈衝選擇器
- 16 . . . 光束整形器
- 18 . . . 聚光透鏡
- 20 . . . XYZ 平台部
- 22 . . . 雷射振盪器控制部
- 24 . . . 脈衝選擇器控制部
- 26 . . . 加工控制部
- 28 . . . 基準時脈振盪電路
- 30 . . . 加工表部
- PL1 . . . 脈衝雷射光束
- PL2 . . . 調變脈衝雷射光束
- PL3 . . . 整形後之脈衝雷射光束
- PL4 . . . 具有所需光束徑之脈衝雷射光束
- S1 . . . 時脈訊號
- S2 . . . 加工圖樣訊號
- S3 . . . 脈衝選擇器驅動訊號
- S4 . . . 移動位置檢測訊號
- S5 . . . 平台移動訊號
- W . . . 被加工基板

## 六、發明說明：

### 關連申請案參照

本申請案以 2011 年 7 月 27 日申請之日本專利申請案案號 2011-164041 作為優先權主張之基礎。該申請案案號 2011-164041 所記載之所有內容均納入本申請案中。

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關使用脈衝雷射光束之雷射切割方法。

### 【先前技術】

使用脈衝雷射光束來進行半導體基板切割之方法，係如日本專利第 3867107 號公報所揭示。專利文獻 1 之方法，係藉由脈衝雷射光束所生之光學性損傷，在加工對象物內部形成裂痕區域。而以該裂痕區域為起點，裁斷加工對象物。

習知技術中，係以脈衝雷射光束的能量、點徑、脈衝雷射光束與加工對象物之相對移動速度等作為參數，以控制裂痕區域的形成。

而舉例來說，如具備反射膜之 LED(Light Emitting Diode)般，有時會有在被加工基板表面形成銅等金屬膜之情形。使用雷射來切割此類被加工基板時，例如有將金屬膜與其基底之半導體或絕緣體基板予以同時燒蝕加工之方法。然而，燒蝕加工會產生飛散物，在切割後的切斷面，LED 的亮度損失會變大，造成問題。

另一種方法是，當被加工基板具備金屬膜時，僅僅爲了除去該金屬膜，而以蝕刻等其他工程將之剝離，其後在加工對象物內部形成裂痕區域而切斷加工對象物之方法。在此情形下，會增加切割的前置工程，造成問題。

### 【發明內容】

本發明其中一種態樣之雷射切割方法，屬於表面具備金屬膜之被加工基板的雷射切割方法，其特徵爲：具有：金屬膜剝離步驟，係將前述被加工基板載置於平台，對前述金屬膜照射散焦(defocused)之脈衝雷射光束，以剝離前述金屬膜；及裂痕形成步驟，係針對前述被加工基板的前述金屬膜被剝離之區域照射脈衝雷射光束，於前述被加工基板形成裂痕；在前述裂痕形成步驟中，係將被加工基板載置於平台，產生時脈訊號，射出與前述時脈訊號同步之脈衝雷射光束，令前述被加工基板與前述脈衝雷射光束相對地移動，令前述脈衝雷射光束對前述被加工基板之照射與非照射，與前述時脈訊號同步，使用脈衝選擇器來控制前述脈衝雷射光束的通過與屏蔽，藉此以光脈衝單位切換，對於前述被加工基板上到達基板表面之裂痕，控制前述脈衝雷射光束的照射能量、前述脈衝雷射光束的加工點深度、以及前述脈衝雷射光束的照射區域及非照射區域的長度，藉此，前述裂痕在前述被加工基板表面連續性形成。

在上述態樣之方法中，於前述金屬膜剝離步驟，係將被加工基板載置於平台、產生時脈訊號、射出與前述時脈

訊號同步之脈衝雷射光束、使前述被加工基板與前述脈衝雷射光束相對地移動、將前述脈衝雷射光束對前述被加工基板的照射與非照射與前述時脈訊號同步，使用脈衝選擇器來控制前述脈衝雷射光束的通過與屏蔽，藉此以光脈衝單位來切換，而剝離前述金屬膜較為理想。

上述態樣之方法中，前述裂痕在前述被加工基板表面形成為略直線較為理想。

上述態樣之方法中，前述被加工基板的位置與前述脈衝選擇器的動作開始位置係同步較為理想。

上述態樣之方法中，前述被加工基板為藍寶石基板、水晶基板、或玻璃基板較為理想。

上述態樣之方法中，令前述平台與前述時脈訊號同步而移動，藉此，令前述被加工基板與前述脈衝雷射光束相對地移動較為理想。

上述態樣之方法中，前述金屬膜剝離步驟與前述裂痕形成步驟，係在同一雷射切割裝置中載置於同一平台之狀態下連續執行較為理想。

按照本發明，藉由將脈衝雷射光束的照射條件最佳化，針對表面形成有金屬膜之被加工基板，可提供一種實現優良切斷特性之雷射切割方法。

### 【實施方式】

以下參照圖面，說明本發明之實施形態。另，本說明書中所謂加工點，係指脈衝雷射光束在被加工基板內的聚

光位置(焦點位置)附近的點，為被加工基板的改質程度於深度方向成爲最大的點。而所謂加工點深度，係指脈衝雷射光束的加工點從被加工基板表面起算之深度。

本實施形態之雷射切割方法，係爲表面具備銅等金屬膜的被加工基板之雷射切割方法。具備：金屬膜剝離步驟，係將被加工基板載置於平台，對金屬膜照射散焦之脈衝雷射光束，以剝離金屬膜。又具備：裂痕形成步驟，係針對被加工基板的金屬膜被剝離之區域照射脈衝雷射光束，於被加工基板形成裂痕。而在裂痕形成步驟中，係將被加工基板載置於平台、產生時脈訊號、射出與時脈訊號同步之脈衝雷射光束、使被加工基板與前述脈衝雷射光束相對地移動、將脈衝雷射光束對被加工基板的照射與非照射與時脈訊號同步，使用脈衝選擇器來控制脈衝雷射光束的通過與屏蔽，藉此以光脈衝單位來切換，而於被加工基板形成到達基板表面之裂痕。此處，藉由控制脈衝雷射光束的照射能量、脈衝雷射光束的加工點深度、以及脈衝雷射光束的照射區域及非照射區域的長度，裂痕會在被加工基板表面連續地形成。

藉由上述構成，針對表面形成有金屬膜之被加工基板，能提供一種可實現優良切斷特性之雷射切割方法。此處所謂優良切斷特性，例如爲(1)在包括金屬膜剝離之切割時，飛散物較少；(2)工程簡單；(3)切斷部以良好的直線性被切斷；(4)能以較小的切斷力切斷，以提升所切割元件之良率；(5)在金屬膜剝離或裂痕形成時，設於基板上

的元件，例如以基板上的磊晶層所形成之 LED 元件，不會受所照射之雷射影響而發生劣化等。

而在被加工基板表面形成連續性的裂痕，藉此，尤其是如藍寶石基板般的硬質基板，會變得容易切割。此外，也可實現以狹小的切割寬度進行切割。

另，在上述金屬膜剝離步驟中，係將被加工基板載置於平台、產生時脈訊號、射出與時脈訊號同步之脈衝雷射光束、使被加工基板與脈衝雷射光束相對地移動、將脈衝雷射光束對被加工基板的照射與非照射與時脈訊號同步，使用脈衝選擇器來控制脈衝雷射光束的通過與屏蔽，藉此以光脈衝單位來切換，而剝離金屬膜較為理想。如此一來，金屬膜剝離便可均一而穩定地以高精度進行。

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：平台，可載置被加工基板；基準時脈振盪電路，產生時脈訊號；雷射振盪器，射出脈衝雷射光束；雷射振盪器控制部，使脈衝雷射光束與時脈訊號同步；脈衝選擇器，設置於雷射振盪器與平台之間的光路，切換脈衝雷射光束對被加工基板照射與非照射；及脈衝選擇器控制部，與時脈訊號同步，以光脈衝單位來控制脈衝雷射光束在脈衝選擇器的通過與屏蔽。

圖 1 為本實施形態之雷射切割裝置的一例示意概略構成圖。如圖 1 所示，本實施形態之雷射切割裝置 10，作為其主要構成，係具備：雷射振盪器 12、脈衝選擇器 14、光束整形器 16、聚光透鏡 18、XYZ 平台部 20、雷射振

盪器控制部 22、脈衝選擇器控制部 24 以及加工控制部 26。加工控制部 26 上具備：產生所需的時脈訊號 S1 之基準時脈振盪電路 28，以及加工表部 30。

雷射振盪器 12 係構成爲，射出與基準時脈振盪電路 28 所產生之時脈訊號 S1 同步之，周期  $T_c$  的脈衝雷射光束 PL1。照射脈衝光的強度服從高斯分配。時脈訊號 S1 係爲雷射切割加工控制所使用之加工控制用時脈訊號。

此處，從雷射振盪器 12 射出之雷射波長，係使用對於被加工基板有穿透性之波長。作爲雷射，可使用 Nd：YAG 雷射、Nd：YVO<sub>4</sub> 雷射、Nd：YLF 雷射等。舉例來說，若被加工基板爲附金屬膜之藍寶石基板時，使用波長 532nm 之 Nd：YVO<sub>4</sub> 雷射較爲理想。

脈衝選擇器 14 設置於雷射振盪器 12 與聚光透鏡 18 之間的光路。其構成爲，切換與時脈訊號 S1 同步之脈衝雷射光束 PL1 的通過與屏蔽(開/關)，藉此以光脈衝數單位來切換脈衝雷射光束 PL1 對被加工基板的照射與非照射。像這樣，藉由脈衝選擇器 14 的動作，脈衝雷射光束 PL1 會因被加工基板之加工而受到開/關控制，成爲調變後之調變脈衝雷射光束 PL2。

脈衝選擇器 14 例如以聲光調變元件(AOM)來構成較爲理想。此外，例如亦可使用拉曼繞射型的電光調變元件(EOM)。

光束整形器 16 係將射入之脈衝雷射光束 PL2 做成整形爲所需形狀之脈衝雷射光束 PL3。舉例來說，係爲將光



束徑以一定倍率予以擴大之光束擴展器。此外，舉例來說，亦可具備如光束均勻器(homogenizer)般使光束截面的光強度分布均一之光學元件。此外，例如具備使光束截面成爲圓形之元件、或使光束圓偏光之光學元件亦無妨。

聚光透鏡 18 係構成爲，將由光束整形器 16 整形之脈衝雷射光束 PL3 予以聚光，並對載置於 XYZ 平台部 20 上之被加工基板 W，例如下面形成有 LED 之藍寶石基板，照射脈衝雷射光束 PL4。

XYZ 平台部 20 具備：XYZ 平台(以下亦僅稱爲平台)，其可載置被加工基板 W，可於 XYZ 方向自由移動；及位置感測器等，其例如具有雷射干涉計，計測該平台之驅動機構部、平台位置。此處，XYZ 平台係構成爲，其定位精度及移動誤差在超微米(submicron)範圍的高精度。而藉由令其在 Z 方向移動，可對於被加工基板 W 調整脈衝雷射光束的焦點位置，控制加工點深度。

加工控制部 26 係控制雷射切割裝置 10 之整體加工。基準時脈振盪電路 28 係產生所需之時脈訊號 S1。此外，加工表部 30 上，係記憶有將切割加工資料以脈衝雷射光束的光脈衝數做記述之加工表。

接著，利用圖 1~圖 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，例如附銅膜之藍寶石基板，載置於 XYZ 平台部 20。該藍寶石基板例如爲，下面具有磊晶成長之 GaN 層，而於該 GaN 層有複數 LED 圖樣形成之

晶圓。以形成於晶圓之切口或定向平面做為基準，對XYZ平台進行晶圓的對位。

圖 2 為本實施形態之雷射切割方法的時序控制說明圖。在加工控制部 26 內的基準時脈振盪電路 28，生成周期  $T_c$  的時脈訊號 S1。雷射振盪器控制部 22，係控制雷射振盪器 12 射出與時脈訊號 S1 同步之，周期  $T_c$  的脈衝雷射光束 PL1。此時，時脈訊號 S1 的上升 (rise) 與脈衝雷射光束的上升之間，會產生延遲時間  $t_1$ 。

雷射光係使用對於被加工基板具有穿透性的波長者。在裂痕形成步驟中，使用照射之雷射光的光子能量  $h\nu$  比被加工基板材料的吸收能隙  $E_g$  還來得大之雷射光較佳。若能量  $h\nu$  比能隙  $E_g$  大非常多，則會發生雷射光吸收。這稱為多光子吸收，當極度縮短雷射光的脈衝寬度，使被加工基板內部產生多光子吸收，則多光子吸收的能量不會轉化為熱能量，而會激發離子價數變化、結晶化、非晶質化、分極配向或微小裂痕形成等永續性的構造變化，形成色中心 (color center)。

該雷射光 (脈衝雷射光束) 的照射能量 (照射功率)，在金屬膜剝離步驟中係選擇剝離金屬膜之最適合條件，在裂痕形成步驟中係選擇在被加工基板表面形成連續性裂痕之最適合條件，較為理想。

而在裂痕形成步驟中，若對於被加工基板材料使用具有穿透性之波長，則可在基板內部的焦點附近將雷射光導光、聚光。因此，可局部地做出色中心。該色中心以下稱

為改質區域。

脈衝選擇器控制部 24 係參照從加工控制部 26 輸出之加工圖樣訊號 S2，生成與時脈訊號 S1 同步之脈衝選擇器驅動訊號 S3。加工圖樣訊號 S2 會記憶在加工表部 30，並參照將照射圖樣資訊以光脈衝單位以光脈衝數記述之加工表來生成。脈衝選擇器 14 依據脈衝選擇器驅動訊號 S3，與時脈訊號 S1 同步，進行脈衝雷射光束 PL1 的通過與屏蔽(開/關)之切換動作。

藉由該脈衝選擇器 14 之動作，會生成調變脈衝雷射光束 PL2。另，時脈訊號 S1 的上升(rise)與脈衝雷射光束的上升、下降(fall)之間，會產生延遲時間  $t_2$ 、 $t_3$ 。此外，脈衝雷射光束的上升、下降與脈衝選擇器動作之間，會產生延遲時間  $t_4$ 、 $t_5$ 。

對被加工基板加工時，係考量延遲時間  $t_1 \sim t_5$ ，來決定脈衝選擇器驅動訊號 S3 等的生成時序、或被加工基板與脈衝雷射光束之間的相對移動時序。

圖 3 為本實施形態之雷射切割方法的脈衝選擇器動作與調變脈衝雷射光束 PL2 的時序示意圖。脈衝選擇器動作係與時脈訊號 S1 同步，以光脈衝單位做切換。像這樣，令脈衝雷射光束的振盪與脈衝選擇器的動作與同一時脈訊號 S1 同步，藉此能實現光脈衝單位的照射圖樣。

具體而言，脈衝雷射光束的照射與非照射，係依據以光脈衝數規定之既定條件來進行。換言之，係基於照射光脈衝數(P1)與非照射光脈衝數(P2)來實行脈衝選擇器動作

，以切換對被加工基板的照射與非照射。將脈衝雷射光束的照射圖樣予以規定之 P1 值或 P2 值，其規定方式是例如在加工表做照射區域登錄設定、非照射區域登錄設定。P1 值或 P2 值會依照金屬膜或被加工基板的材質、雷射光束的條件等，來將金屬膜剝離步驟的金屬膜剝離、裂痕形成步驟的裂痕形成，設定成最佳化之規定條件。

調變脈衝雷射光束 PL2 係藉由光束整形器 16，而做成整形所需形狀之脈衝雷射光束 PL3。又，整形後之脈衝雷射光束 PL3，係藉由聚光透鏡 18 而聚光，成為具有所需光束徑之脈衝雷射光束 PL4，照射至被加工基板亦即晶圓上。

將晶圓於 X 軸方向及 Y 軸方向切割時，首先，例如令 XYZ 平台於 X 軸方向以一定速度移動，掃描過脈衝雷射光束 PL4。接著，所需之 X 軸方向切割完成後，令 XYZ 平台於 Y 軸方向以一定速度移動，掃描過脈衝雷射光束 PL4。藉此，進行 Y 軸方向之切割。

藉由上述照射光脈衝數 (P1)、非照射光脈衝數 (P2) 以及平台速度，來控制脈衝雷射光束的照射非照射之間隔。

於 Z 軸方向 (高度方向)，係調整聚光透鏡的聚光位置 (焦點位置) 使位於晶圓內外的規定深度。該規定深度在金屬膜剝離步驟、裂痕形成步驟時，係分別設定成金屬膜會以所需狀態被剝離、裂痕會在被加工基板表面形成所需形狀。

此時，若

被加工基板之折射率： $n$

距被加工基板表面之加工位置： $L$

Z 軸移動距離： $L_z$

則

$$L_z = L/n$$

亦即，使聚光透鏡之聚光位置以被加工基板表面作為 Z 軸初始位置時，當在距離基板表面深度「 $L$ 」的位置加工的情形下，只要令 Z 軸移動「 $L_z$ 」即可。

圖 4 為本實施形態之雷射切割方法的照射圖樣說明圖。如圖所示，與時脈訊號 S1 同步，生成脈衝雷射光束 PL1。接著，與時脈訊號 S1 同步來控制脈衝雷射光束的通過與屏蔽，藉此生成調變脈衝雷射光束 PL2。

接著，藉由平台的橫方向(X 軸方向或 Y 軸方向)移動，調變脈衝雷射光束 PL2 的照射光脈衝會在晶圓上形成為照射點。像這樣，藉由生成調變脈衝雷射光束 PL2，照射點會以光脈衝單位受到控制，斷續性地照射至晶圓上。圖 4 的情形中，設定條件為照射光脈衝數(P1)=2、非照射光脈衝數(P2)=1，照射光脈衝(高斯光)以點徑的節距來反覆進行照射與非照射。

此處，若依

光束點徑： $D(\mu\text{m})$

反覆頻率： $F(\text{KHz})$

之條件來進行加工，則為了使照射光脈衝以點徑的節

距來反覆進行照射與非照射，平台移動速度  $V(\text{m/sec})$  為

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

舉例來說，若依

光束點徑： $D = 2 \mu\text{m}$

反覆頻率： $F = 50 \text{KHz}$

之加工條件來進行，則

平台移動速度： $V = 100 \text{mm/sec}$

此外，假設照射光的功率為  $P$ (瓦特)，則每一脈衝會有照射脈衝能量  $P/F$  之光脈衝照射至晶圓。

脈衝雷射光束的照射能量(照射光的功率)、脈衝雷射光束的加工點深度、以及脈衝雷射光束的照射非照射間隔參數，係被決定成使在金屬膜剝離步驟中金屬膜會被剝離、在裂痕形成步驟中裂痕會在被加工基板表面連續性形成。

如上所述，本實施形態之雷射切割方法，係以金屬膜剝離步驟、裂痕形成步驟等 2 個步驟，在附金屬膜之被加工基板形成裂痕，切斷被加工基板。此時，從簡化切割工程的觀點看來，金屬膜剝離步驟與裂痕形成步驟在同一雷射切割裝置中載置於同一平台之狀態下連續執行較為理想。

在金屬膜剝離步驟中，使用上述雷射切割裝置，將被加工基板載置於平台，對例如銅或金等金屬膜照射散焦之脈衝雷射光束，以剝離金屬膜。

圖 20A-圖 20C 為本實施形態之雷射切割方法的金屬膜剝離步驟效果示意圖。圖 20A 為雷射照射後之被加工基板上面的光學相片、圖 20B 為脈衝雷射光束的焦點位置與金屬膜的剝離寬度示意表、圖 20C 為將圖 20B 予以圖表化之圖。

圖 20 所示之金屬膜剝離，係以以下雷射加工條件進行。

被加工基板：附金屬膜(銅)之藍寶石基板

雷射光源：Nd：YVO<sub>4</sub>雷射

波長：532nm

照射能量：100mW

雷射頻率：100KHz

照射光脈衝數(P1)：1

非照射光脈衝數(P2)：1

平台速度：5mm/sec

焦點位置：-5 $\mu$ m~55 $\mu$ m(每隔5 $\mu$ m)

另，焦點位置係以金屬膜與基底之藍寶石的交界面為0，負值為被加工基板內部方向、正值為遠離被加工基板之方向。

由圖 20A-圖 20C 可知，特別是將脈衝雷射光束對金屬膜散焦而照射，藉此金屬膜會被剝離。圖 20 中可知，從金屬膜與藍寶石的交界面起算，將焦點位置設定在與藍寶石相反方向 25 $\mu$ m 的位置，藉此，金屬膜被剝離的寬度

最寬。

本實施形態中，利用金屬膜與藍寶石等基底基板之間的能量吸收率的差，可將對基底基板的損傷抑制在最小限度，而僅剝離金屬膜。

從防止脈衝雷射光束的焦點位置來到基底基板而導致基底基板損傷的觀點看來，使焦點位置來到被加工基板外而散焦較為理想。

剝離金屬膜後，係進行裂痕形成步驟：針對被加工基板的金屬膜被剝離之區域照射脈衝雷射光束，於被加工基板形成裂痕。

圖 5 為裂痕形成步驟中，照射至藍寶石基板上之照射圖樣示意俯視圖。從照射面上觀察，照射光脈衝數  $(P1)=2$ 、非照射光脈衝數  $(P2)=1$ ，以照射點徑的節距來形成照射點。圖 6 為圖 5 之 AA 截面圖。如圖所示，藍寶石基板內部會形成改質區域。而從該改質區域，會沿著光脈衝的掃描線上，形成到達基板表面之裂痕(或溝)。而該裂痕會在被加工基板表面連續性形成。另，本實施形態中，裂痕係形成為僅於基板表面側露出，而未到達基板背面側。

圖 17A-圖 17D 為本實施形態之作用說明圖。舉例來說，以可設定之最大脈衝雷射光束的雷射頻率，且以可設定之最快平台速度，來照射脈衝雷射時，脈衝照射可能位置如圖 17A 虛線圓所示。圖 17B 為照射/非照射=1/2 時之照射圖樣。實線圓為照射位置，虛線圓為非照射位置。

此處假設，照射點的間隔(非照射區域的長度)愈短，



則切斷性愈好。在此情形下，如圖 17C 所示，不變更平台速度，而使照射/非照射=1/1 便可因應。若如本實施形態般，未使用脈衝選擇器，則爲了使同樣條件出現，必須使平台速度降低，會產生切割加工產能降低之問題。

在此假設，使照射點連續而照射區域的長度愈長，則切斷性愈好。在此情形下，如圖 17D 所示，不變更平台速度，而使照射/非照射=2/1 便可因應。若如本實施形態般，未使用脈衝選擇器，則爲了使同樣條件出現，必須使平台速度降低，且須使平台速度變動，不但會導致切割加工產能降低，還會產生極難控制之問題。

或者是，未使用脈衝選擇器的情形下，也可考慮依圖 17B 的照射圖樣而提升照射能量，來得到與圖 17D 相近的條件，但在該情形下，集中於 1 點的雷射功率會變大，恐有裂痕寬度增大或裂痕的直線性劣化之虞。此外，對在藍寶石基板上形成 LED 元件這類的被加工基板加工的情形下，裂痕、以及到達相反側 LED 區域之雷射量會增大，同樣有 LED 元件發生劣化之虞。

像這樣，按照本實施形態，例如可不改變脈衝雷射光束的條件或平台速度條件，而實現多樣的切斷條件，能夠不使生產性或元件特性劣化，而找出最佳的切斷條件。

另，本說明書中，「照射區域長度」「非照射區域長度」係指圖 17D 所圖示之長度。

圖 7 爲平台移動與切割加工之間的關係說明圖。在 XYZ 平台上，於 X 軸、Y 軸方向設有檢測移動位置之位

置感測器。舉例來說，平台朝 X 軸或 Y 軸方向開始移動後，將平台速度進入速度穩定區間之位置，事先設定成同步位置。接著，當在位置感測器檢測到同步位置時，例如移動位置檢測訊號 S4(圖 1)會被送至脈衝選擇器控制部 24，藉此允許脈衝選擇器動作，而可藉由脈衝選擇器驅動訊號 S3 來使脈衝選擇器動作。同步位置例如亦可構成爲被加工基板的端面，而以位置感測器檢測該端面。

像這樣，

$S_L$ ：從同步位置至基板爲止之距離

$W_L$ ：加工長

$W_1$ ：從基板端至照射開始位置爲止之距離

$W_2$ ：加工範圍

$W_3$ ：從照射完成位置至基板邊緣爲止之距離

受到管理。

如此一來，平台的位置、及載置於其上之被加工基板的位置，會與脈衝選擇器的動作開始位置同步。也就是說，脈衝雷射光束的照射與非照射，會與平台的位置取得同步。因此，在脈衝雷射光束的照射與非照射時，會確保平台以一定速度移動(在速度穩定區間)。是故，會確保照射點位置的規則性，實現穩定的裂痕形成。

此處，在加工較厚基板時，可考慮將加工點深度不同的脈衝雷射光束在基板的同一掃描線上掃描複數次(複數層)來形成裂痕，藉此提升切斷特性。在此種情形下，平台位置與脈衝選擇器的動作開始位置同步，藉此，不同深

度的掃描中，可任意以高精度控制脈衝照射位置的關係，能夠使切割條件最佳化。

圖 14A、圖 14B 為將加工點深度不同的脈衝雷射光束於基板的同一掃描線上掃描複數次以形成裂痕之情形說明圖。其為基板截面之照射圖樣的模型圖。ON(塗色)為照射區域、OFF(白色)為非照射區域。圖 14A 為照射掃描的第 1 層與第 2 層為同相之情形，亦即在第 1 層與第 2 層，照射脈衝位置的上下關係一致之情形。圖 14B 為照射掃描的第 1 層與第 2 層為異相之情形，亦即在第 1 層與第 2 層，照射脈衝位置的上下關係錯開之情形。

圖 15A、圖 15B 為依圖 14A、圖 14B 條件切斷時之切斷面光學相片。圖 15A 為同相、圖 15B 為異相之情形。上側相片為低倍率、下側相片為高倍率。像這樣，平台位置與脈衝選擇器的動作開始位置同步，藉此，可高精度地控制照射掃描的第 1 層與第 2 層之關係。

另，圖 15A、圖 15B 所示之被加工基板，係為厚度  $150\mu\text{m}$  之藍寶石基板。在此情形下，切斷所需之切斷力在同相時為  $0.31\text{N}$ 、異相時為  $0.38\text{N}$ ，以同相的切斷特性較為優良。

另，此處係示例使照射/非照射之脈衝數在第 1 層與第 2 層為相同之情形，但在第 1 層與第 2 層使其為相異之照射/非照射之脈衝數，同樣可找出最佳條件。

此外，例如令平台移動與時脈訊號同步，可使照射點位置的精度進一步提升，較為理想。這可藉由，例如令從

加工控制部 26 送至 XYZ 平台部 20 之平台移動訊號 S5(圖 1)與時脈訊號 S1 同步，而實現。

如本實施形態之雷射切割方法般，藉由形成到達至基板表面且在加工基板表面連續之裂痕，會使後續基板切斷變得容易。舉例來說，即使是如藍寶石基板般的硬質基板，以到達至基板表面之裂痕來作為切斷或裁斷起點，而人為地施加力，便可容易切斷，實現優良的切斷特性。因此，會提升切割生產性。

在裂痕形成步驟中，若依習知般將脈衝雷射光束連續照射至基板之方法，那麼即使將平台移動速度、聚光透鏡的數值孔徑、照射光功率等最佳化，也難以將在基板表面連續形成之裂痕控制成所需形狀。而如本實施形態般，以光脈衝單位斷續地切換脈衝雷射光束的照射與非照射，將照射圖樣最佳化，藉此，到達至基板表面之裂痕產生會得到控制，而實現具備優良切斷特性之雷射切割方法。

也就是說，例如可在基板表面沿著雷射的掃描線，形成略直線而連續之寬度狹窄的裂痕。藉由形成這樣略直線而連續之裂痕，在切割時，能讓對形成於基板之 LED 等元件的裂痕影響最小化。此外，例如，由於可形成直線性的裂痕，故能使在基板表面形成裂痕的區域寬度較狹窄。因此，可使設計上的切割寬度變狹窄。是故，可增加同一基板或晶圓上所形成之元件的晶片數，亦能對降低元件製造成本有所貢獻。

以上，已參照具體例說明了本發明之實施形態。然而

，本發明並非限定於該些具體例。實施形態中，在雷射切割方法、雷射切割裝置等，針對本發明說明無直接必要之部分雖省略記載，可適當選擇使用與必要之雷射切割方法、雷射切割裝置等相關之要素。

其餘具備本發明之要素，所屬技術領域者可適當改變設計之所有雷射切割方法，均包含在本發明範圍中。本發明之範圍，係由申請專利範圍及其均等物之範圍而定義。

舉例來說，實施形態中，作為被加工基板，係以形成有 LED 之藍寶石基板為例做說明。針對如藍寶石基板般硬質且劈開性 (cleavage) 差而難以切斷之基板，本發明相當有用，但被加工基板亦可為其餘如 SiC (碳化矽) 基板等半導體材料基板、壓電材料基板、水晶基板、石英玻璃等玻璃基板。

此外，實施形態中，係以藉由使平台移動，而使被加工基板與脈衝雷射光束相對移動之情形為例做說明。然而，例如亦可為下述方法：藉由使用雷射光束掃描儀等來掃描脈衝雷射光束，而使被加工基板與脈衝雷射光束相對地移動。

此外，實施形態中，係以照射光脈衝數 (P1)=2、非照射光脈衝數 (P2)=1 之情形為例做說明，但為得到最佳條件，P1 與 P2 的值可取任意值。此外，實施形態中，照射光脈衝係以點徑的節距來反覆進行照射與非照射之情形為例做說明，但亦可藉由改變脈衝頻率或平台移動速度，來改變照射與非照射的節距，找出最佳條件。舉例來說，亦可

將照射與非照射的節距設為點徑的  $1/n$  或  $n$  倍。

特別是在被加工基板為藍寶石基板時，將照射能量設為  $30\text{mW}$  以上  $150\text{mW}$  以下，脈衝雷射光束的通過設為  $1\sim 4$  光脈衝單位、屏蔽設為  $1\sim 4$  光脈衝單位，藉此將照射間隔設成  $1\sim 6\mu\text{m}$ ，如此一來可在被加工基板表面形成連續性及直線性良好的裂痕。

此外，針對切割加工圖樣，例如設置複數個照射區域登錄、非照射區域登錄，並即時地將照射區域登錄、非照射區域登錄值以所需時序變更成所需值，藉此，能夠因應各式各樣的切割加工圖樣。

此外，作為雷射切割裝置，係以具備加工表部之裝置為例做說明，該加工表部將切割加工資料以脈衝雷射光束的光脈衝數來記述，並記憶至加工表。然而，未必一定要具備這樣的加工表部，只要是具有下述構成之裝置即可：以光脈衝單位來控制脈衝雷射光束的脈衝選擇器之通過與屏蔽。

此外，為了進一步提升切斷特性，亦可構成為：在基板表面形成連續性裂痕後，例如再照射雷射，對表面追加熔融加工或燒蝕加工。

#### [實施例]

以下說明本發明之裂痕形成步驟之相關實施例。

#### (實施例 1)

藉由實施形態所記載之方法，以下述條件進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板、基板厚  $100\mu\text{m}$

雷射光源：Nd:YVO<sub>4</sub>雷射

波長：532nm

照射能量：50mW

雷射頻率：20KHz

照射光脈衝數(P1)：1

非照射光脈衝數(P2)：2

平台速度：25mm/sec

加工點深度：從被加工基板表面起算約  $25.2\mu\text{m}$

圖 8 為實施例 1 之照射圖樣示意圖。如圖所示，照射光脈衝 1 次後，以光脈衝單位將 2 脈衝分設為非照射。以下將此條件記述為照射/非照射=1/2 之形式。另，此處之照射/非照射的節距，與點徑相等。

實施例 1 之情形中，點徑約為  $1.2\mu\text{m}$ 。因此，照射間隔成為約  $3.6\mu\text{m}$ 。

雷射切割結果揭示於圖 9A。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。上側之光學相片，係對焦於基板內部的改質區域而拍攝。下側之光學相片，係對焦於基板表面的裂痕而拍攝。此外，圖 10 為與裂痕方向垂直之基板截面 SEM 相片。

被加工基板為寬度約 5mm 之長方形狀，在垂直於長

方形的伸長方向照射脈衝雷射光束，形成裂痕。形成裂痕後，評估使用切割機切斷時所需之切斷力。

(實施例 2)

除照射/非照射=1/1 以外，其餘與實施例 1 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 9B。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。

(實施例 3)

除照射/非照射=2/2 以外，其餘與實施例 1 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 9C。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。

(實施例 4)

除照射/非照射=2/3 以外，其餘與實施例 1 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 9E。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。

(比較例 1)

除照射/非照射=1/3 以外，其餘與實施例 1 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 9D。上側為基



板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。

實施例 1~4 中，將脈衝雷射光束的照射能量、加工點深度、以及照射非照射的間隔如上述般設定，藉此，如圖 9A-圖 9C、圖 9E 及圖 10 所示，成功地在被加工基板表面形成連續性裂痕。

特別是在實施例 1 之條件中，在被加工基板表面形成了極為直線性之裂痕。因此切斷後，切斷部的直線性亦優良。而實施例 1 之條件，可用最小的切斷力將基板切斷。是故，當被加工基板為藍寶石基板時，考量各條件的控制性，將照射能量設為  $50\pm 5\text{mW}$ 、加工點深度設為  $25.0\pm 2.5\mu\text{m}$ 、脈衝雷射光束的通過設為 1 光脈衝單位、屏蔽設為 2 光脈衝單位，藉此將照射間隔設為  $3.6\pm 0.4\mu\text{m}$ ，較為理想。

另一方面，若如實施例 3 般，改質區域彼此接近，而在改質區域之間的基板內部形成裂痕，則表面的裂痕會蛇行，裂痕產生區域的寬度有變寬的傾向。這推測是集中於狹窄區域的雷射光功率太大的緣故。

比較例 1 中，條件未最佳化，在基板表面未形成連續性裂痕。是故，亦無法評估切斷力。

#### (實施例 5)

藉由實施形態所記載之方法，以下述條件進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板、基板厚  $100\mu\text{m}$

雷射光源：Nd:YVO<sub>4</sub> 雷射

波長：532nm

照射能量：90mW

雷射頻率：20KHz

照射光脈衝數(P1)：1

非照射光脈衝數(P2)：1

平台速度：25mm/sec

雷射切割結果揭示於圖 11A。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。上側之光學相片，係對焦於基板內部的改質區域而拍攝。下側之光學相片，係對焦於基板表面的裂痕而拍攝。

#### (實施例 6)

除照射/非照射=1/2 以外，其餘與實施例 5 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 11B。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。

#### (實施例 7)

除照射/非照射=2/2 以外，其餘與實施例 5 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 11C。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光

學相片。

(實施例 8)

除照射/非照射 = 1/3 以外，其餘與實施例 5 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 11D。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。

(實施例 9)

除照射/非照射 = 2/3 以外，其餘與實施例 5 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 11E。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。

(實施例 10)

除照射/非照射 = 2/3 以外，其餘與實施例 5 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 11F。上側為基板上面之光學相片、下側為比上側低倍率的基板上面之光學相片。

實施例 5~10 中，將脈衝雷射光束的照射能量、加工點深度、以及照射非照射的間隔如上述般設定，藉此，如圖 11A-圖 11E 所示，成功地在被加工基板表面形成連續性裂痕。

特別是在實施例 8 之條件中，在被加工基板表面形成

了較為直線性之裂痕。此外，實施例 8 之條件，其切斷力亦較小。不過，與實施例 1~4 之照射能量為 50mW 之情形相比，表面的裂痕蛇行，裂痕產生區域的寬度有變寬的傾向。因此，切斷部的直線性也是以 50mW 時較優良。這推測是在 90mW 的情形下，相較於 50mW，集中於狹窄區域的雷射光功率太大的緣故。

(實施例 11)

藉由實施形態所記載之方法，以下述條件進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板、基板厚 100 $\mu$ m

雷射光源：Nd：YVO<sub>4</sub>雷射

波長：532nm

照射能量：50mW

雷射頻率：20KHz

照射光脈衝數(P1)：1

非照射光脈衝數(P2)：2

平台速度：25mm/sec

加工點深度：從被加工基板表面起算約 15.2 $\mu$ m

採用加工點深度較實施例 1 淺 10 $\mu$ m 之條件，換言之，採用脈衝雷射光束的聚光位置較實施例 1 更接近被加工基板表面之條件，來進行切割加工。

雷射切割結果揭示於圖 12A。其對焦於基板內部的改

質區域而拍攝。相片中，右側的線(+10 $\mu\text{m}$ )為實施例 11 之條件。為了比較，僅加工點深度不同之實施例 1 的條件(0)揭示於左側。

(實施例 12)

除照射/非照射=1/1 以外，其餘與實施例 11 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 12B。

(實施例 13)

除照射/非照射=2/2 以外，其餘與實施例 11 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 12C。

(實施例 14)

除照射/非照射=1/3 以外，其餘與實施例 11 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 12D。

(實施例 15)

除照射/非照射=2/3 以外，其餘與實施例 11 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 12E。

實施例 11~15 中，將脈衝雷射光束的照射能量、加工點深度、以及照射非照射的間隔如上述般設定，藉此，如圖 12A-圖 12E 所示，成功地在被加工基板表面形成連續性裂痕。

不過，與實施例 1~4 之情形相比，改質區域有很大

的龜裂露出至表面。而表面的裂痕蛇行，裂痕產生區域的寬度有變寬的傾向。

(實施例 16)

藉由實施形態所記載之方法，以下述條件進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板

雷射光源：Nd：YVO<sub>4</sub>雷射

波長：532nm

照射能量：90mW

雷射頻率：20KHz

照射光脈衝數(P1)：1

非照射光脈衝數(P2)：1

平台速度：25mm/sec

採用加工點深度較實施例 5 淺 10 $\mu$ m 之條件，換言之，採用脈衝雷射光束的聚光位置較實施例 5 更接近被加工基板表面之條件，來進行切割加工。

雷射切割結果揭示於圖 13A。其對焦於基板內部的改質區域而拍攝。相片中，右側的線(+10 $\mu$ m)為實施例 16 之條件。為了比較，僅加工點深度不同之實施例 5 的條件(0)揭示於左側。

(實施例 17)

除照射/非照射 = 1/2 以外，其餘與實施例 16 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 13B。

(實施例 18)

除照射/非照射 = 2/2 以外，其餘與實施例 16 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 13C。

(實施例 19)

除照射/非照射 = 1/3 以外，其餘與實施例 16 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 13D。

(實施例 20)

除照射/非照射 = 2/3 以外，其餘與實施例 16 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 13E。

(實施例 21)

除照射/非照射 = 1/4 以外，其餘與實施例 16 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 13F。

實施例 16~21 中，將脈衝雷射光束的照射能量、加工點深度、以及照射非照射的間隔如上述般設定，藉此，如圖 13A-圖 13F 所示，成功地在被加工基板表面形成連續性裂痕。

不過，與實施例 5~10 之情形相比，改質區域有很大的龜裂露出至表面。而表面的裂痕蛇行，裂痕產生區域的

寬度有變寬的傾向。是故切斷後，切斷部亦可見到蛇行。

以上，透過以上實施例 1~21、比較例 1 之評估，在被加工基板厚度為  $100\mu\text{m}$  的情形下，可知實施例 1 的條件為最佳，其裂痕的直線性優良，故切斷部的直線性亦優良、切斷力亦較小。

#### (實施例 22)

藉由實施形態所記載之方法，依下述條件進行雷射切割。

被加工基板：藍寶石基板、基板厚  $150\mu\text{m}$

雷射光源：Nd:YVO<sub>4</sub> 雷射

波長：532nm

照射能量：200mW

雷射頻率：200KHz

照射光脈衝數(P1)：1

非照射光脈衝數(P2)：2

平台速度：5mm/sec

加工點深度：從被加工基板表面起算約  $23.4\mu\text{m}$

實施例 1~21 為加工基板厚度  $100\mu\text{m}$  之藍寶石基板，相對於此，本實施例為被加工基板厚度  $150\mu\text{m}$  之藍寶石基板。雷射切割結果揭示於圖 16A。上側為基板切斷面之光學相片、下側為基板截面之照射圖樣模型圖。ON(塗色)為照射區域、OFF(白色)為非照射區域。



被加工基板為寬度約 5mm 之長方形狀，在垂直於長方形的伸長方向照射脈衝雷射光束，形成裂痕。形成裂痕後，評估使用切割機切斷時所需之切斷力。

(實施例 23)

除照射/非照射=2/4 以外，其餘與實施例 22 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 16B。

(實施例 24)

除了照射/非照射=3/5 以外，其餘與實施例 22 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 16C。

裂痕的直線性，在實施例 22~23 均為相同程度，切斷後的切斷部直線性亦為相同程度。此外，實施例 22 中切斷所需之切斷力為 2.39N~2.51N、實施例 23 為 2.13N~2.80N、實施例 24 為 1.09N~1.51N。結果可知，切斷所需之切斷力，係以照射/非照射=3/5 之實施例 24 的條件為最少。是故，在被加工基板厚度為 150 $\mu$ m 的情形下，可知實施例 24 的條件為最佳。

以上，透過實施例，可知即使被加工基板厚度改變時，除了脈衝雷射光束的照射能量、脈衝雷射光束的加工點深度等之外，還令脈衝雷射光束的照射與非照射，與和脈衝雷射光束同步之同一個加工控制用時脈訊號同步並加以控制，以光脈衝單位切換，藉此，能夠實現最佳的切斷特性。

另，實施例中係示例被加工基板為  $100\mu\text{m}$  與  $150\mu\text{m}$  之情形，但在更厚的  $200\mu\text{m}$ 、 $250\mu\text{m}$  之被加工基板，亦能實現最佳的切斷特性。

(實施例 25)

藉由實施形態所記載之方法，依下述條件進行雷射切割。

被加工基板：水晶基板、基板厚  $100\mu\text{m}$

雷射光源：Nd：YVO<sub>4</sub> 雷射

波長： $532\text{nm}$

照射能量： $250\text{mW}$

雷射頻率： $100\text{KHz}$

照射光脈衝數(P1)：3

非照射光脈衝數(P2)：3

平台速度： $5\text{mm/sec}$

加工點深度：從被加工基板表面起算約  $10\mu\text{m}$

被加工基板為寬度約  $5\text{mm}$  之長方形狀，在垂直於長方形的伸長方向照射脈衝雷射光束，形成裂痕。形成裂痕後，使用切割機切斷。

雷射切割結果揭示於圖 18A、圖 18B。圖 18A 為基板上面之光學相片、圖 18B 為基板截面之光學相片。如圖 18A、圖 18B 所示，即使在被加工基板為水晶基板的情形下，仍然成功地在內部形成改質層，於被加工基板表面形

成連續性裂痕。因此，可藉由切割機直線地切斷。

(實施例 26)

藉由實施形態所記載之方法，依下述條件進行雷射切割。

被加工基板：石英玻璃基板、基板厚  $500\mu\text{m}$

雷射光源：Nd:YVO<sub>4</sub> 雷射

波長：532nm

照射能量：150mW

雷射頻率：100KHz

照射光脈衝數(P1)：3

非照射光脈衝數(P2)：3

平台速度：5mm/sec

加工點深度：從被加工基板表面起算約  $12\mu\text{m}$

被加工基板為寬度約 5mm 之長方形狀，在垂直於長方形的伸長方向照射脈衝雷射光束，形成裂痕。形成裂痕後，使用切割機切斷。

雷射切割結果揭示於圖 19。圖 19 為基板上面之光學相片。

(實施例 27)

除了將加工點深度設為距離被加工基板表面約  $14\mu\text{m}$  以外，其餘與實施例 26 相同之方法進行雷射切割。雷射

切割結果揭示於圖 19。

(實施例 28)

除了將加工點深度設為距離被加工基板表面約  $16\mu\text{m}$  以外，其餘與實施例 26 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 19。

(比較例 2)

除了將加工點深度設為距離被加工基板表面約  $18\mu\text{m}$  以外，其餘與實施例 26 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 19。

(比較例 3)

除了將加工點深度設為距離被加工基板表面約  $20\mu\text{m}$  以外，其餘與實施例 26 相同之方法進行雷射切割。雷射切割結果揭示於圖 19。

如圖 19 所示，即使被加工基板為石英玻璃基板的情形下，依照實施例 26~實施例 28 的條件，仍然成功地在被加工基板表面形成連續性裂痕。因此，可藉由切割機直線地切斷。特別是在實施例 27 中，能夠形成最高直線性的裂痕，可高直線性地切斷。比較例 2、3 中，條件未最佳化，在基板表面未形成連續性裂痕。

以上，透過實施例 25~28，可知即使將被加工基板從藍寶石基板換成水晶基板或石英玻璃基板，除了脈衝雷

射光束的照射能量、脈衝雷射光束的加工點深度等之外，還令脈衝雷射光束的照射與非照射，與和脈衝雷射光束同步之同一個加工控制用時脈訊號同步並加以控制，以光脈衝單位切換，藉此，能夠實現最佳的切斷特性。

### 【圖式簡單說明】

圖 1 為實施形態之雷射切割方法中所使用之雷射切割裝置一例示意概略構成圖。

圖 2 為實施形態之雷射切割方法的時序控制說明圖。

圖 3 為實施形態之雷射切割方法的脈衝選擇器動作與調變脈衝雷射光束的時序示意圖。

圖 4 為實施形態之雷射切割方法的照射圖樣說明圖。

圖 5 為照射至藍寶石基板上之照射圖樣示意俯視圖。

圖 6 為圖 5 之 AA 截面圖。

圖 7 為平台移動與切割加工之間的關係說明圖。

圖 8 為實施例 1 之照射圖樣示意圖。

圖 9A-圖 9E 為實施例 1~4、比較例 1 之雷射切割結果示意圖。

圖 10 為實施例 1 之雷射切割結果示意截面圖。

圖 11A-圖 11F 為實施例 5~10 之雷射切割結果示意圖。

圖 12A-圖 12E 為實施例 11~15 之雷射切割結果示意圖。

圖 13A-圖 13F 為實施例 16~21 之雷射切割結果示意

圖。

圖 14A、圖 14B 為將加工點深度不同的脈衝雷射光束於基板的同一掃描線上掃描複數次以形成裂痕之情形說明圖。

圖 15A、圖 15B 為依圖 14A、圖 14B 條件切斷時之切斷面光學相片。

圖 16A-圖 16C 為實施例 22~24 之雷射切割結果示意圖。

圖 17A-圖 17D 為實施形態之作用說明圖。

圖 18A、圖 18B 為實施例 25 之雷射切割結果示意圖。

圖 19 為實施例 26~28、比較例 2、3 之雷射切割結果示意圖。

圖 20A-圖 20C 為實施形態之雷射切割方法的金屬膜剝離步驟效果示意圖。



## 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：101125794

※申請日：101年07月18日

※IPC分類：B23K 26/38 (2014.01)

### 一、發明名稱：(中文/英文)

雷射切割方法

Laser dicing methods

### 二、中文發明摘要：

一種雷射切割方法，屬於表面具備金屬膜之被加工基板的雷射切割方法，其特徵為，具有：金屬膜剝離步驟，係將被加工基板載置於平台，對金屬膜照射散焦之脈衝雷射光束，以剝離金屬膜；及裂痕形成步驟，係針對被加工基板的金屬膜被剝離之區域照射脈衝雷射光束，於被加工基板形成裂痕。

三、英文發明摘要：



圖1

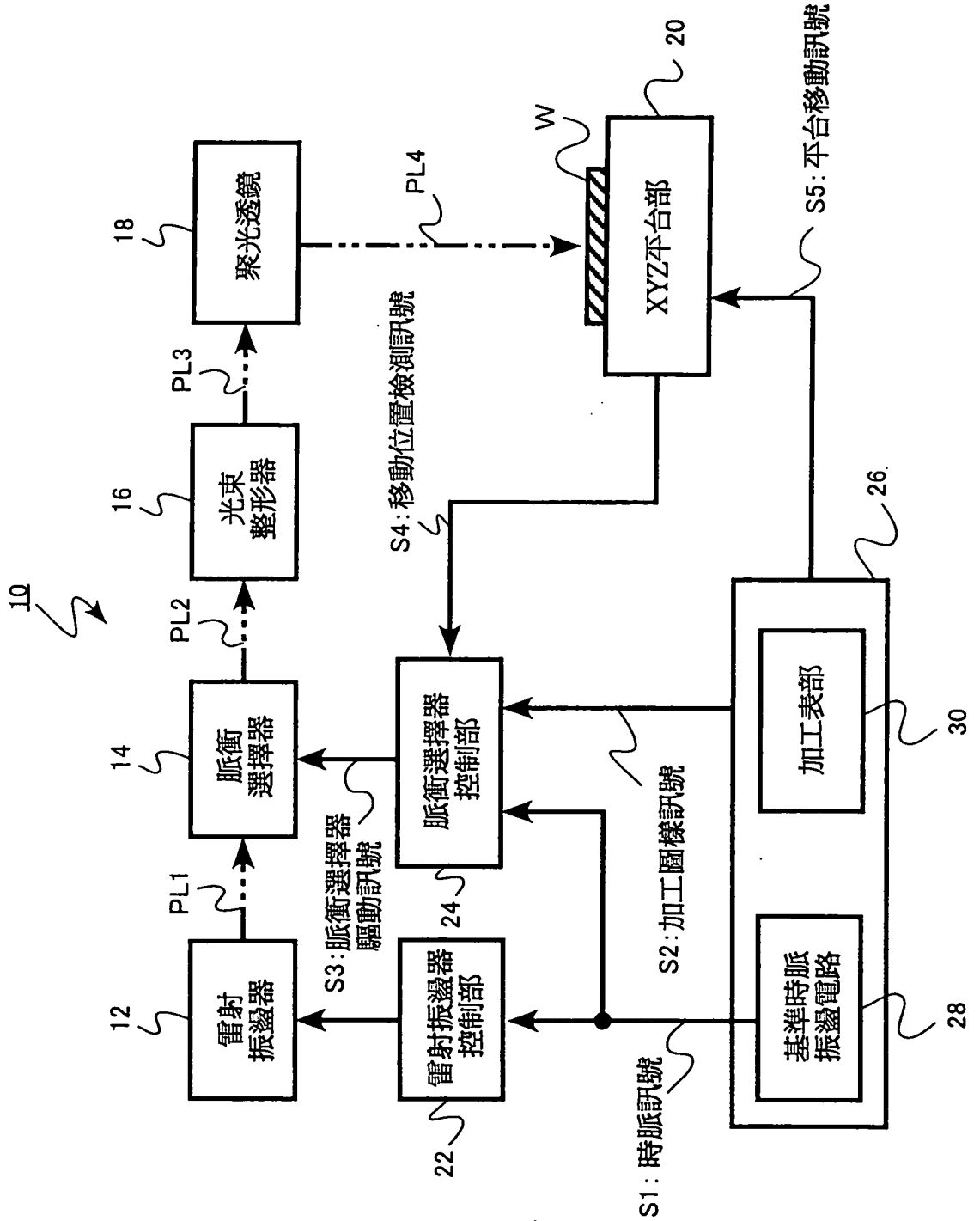


圖2

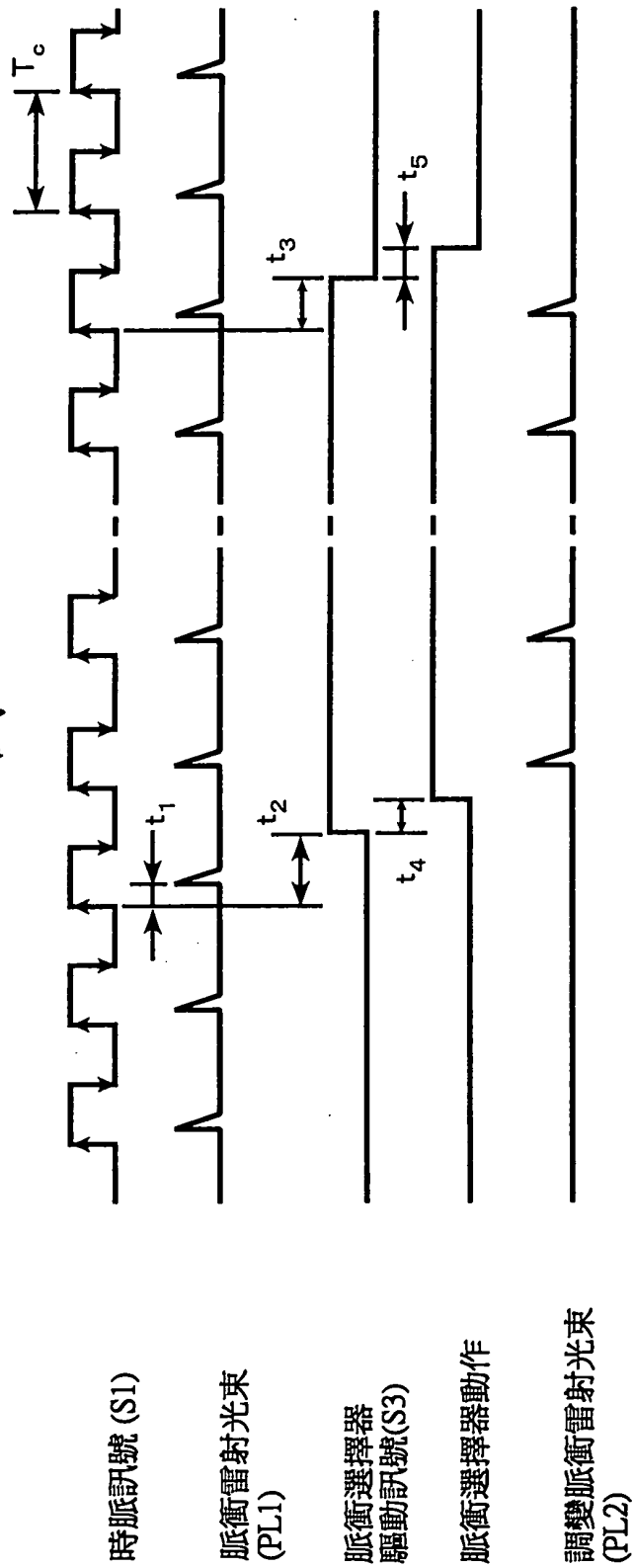


圖3

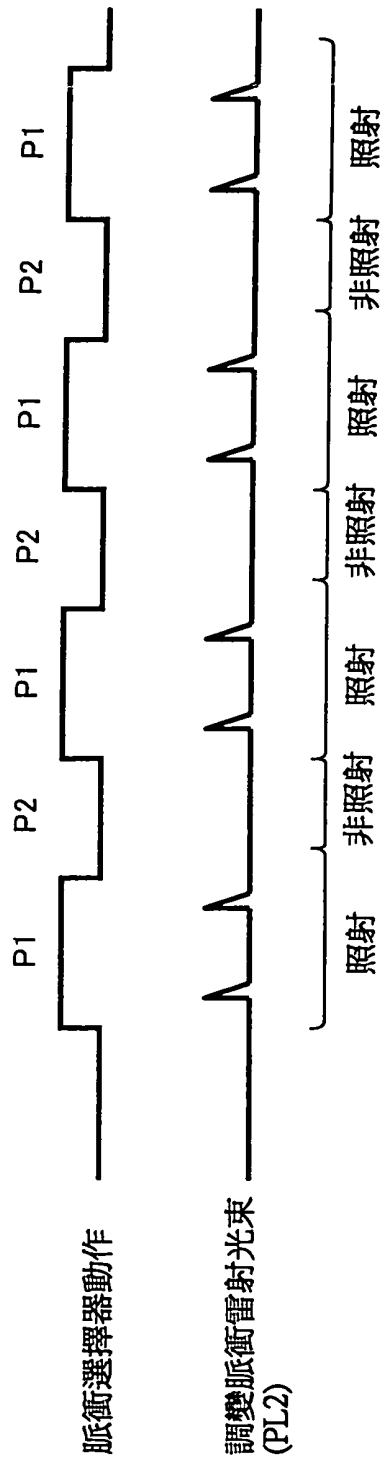
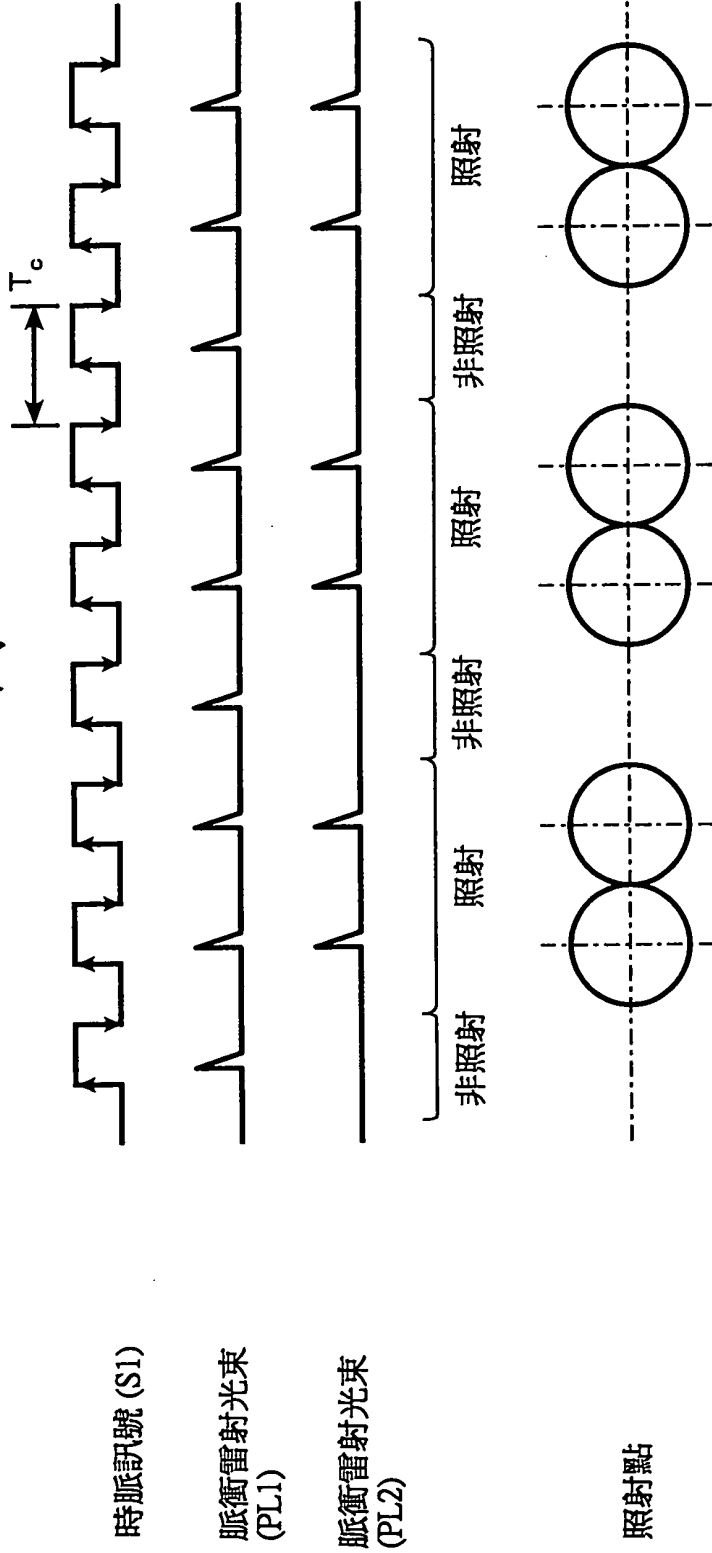


圖4



藍寶石基板  
照射圖樣

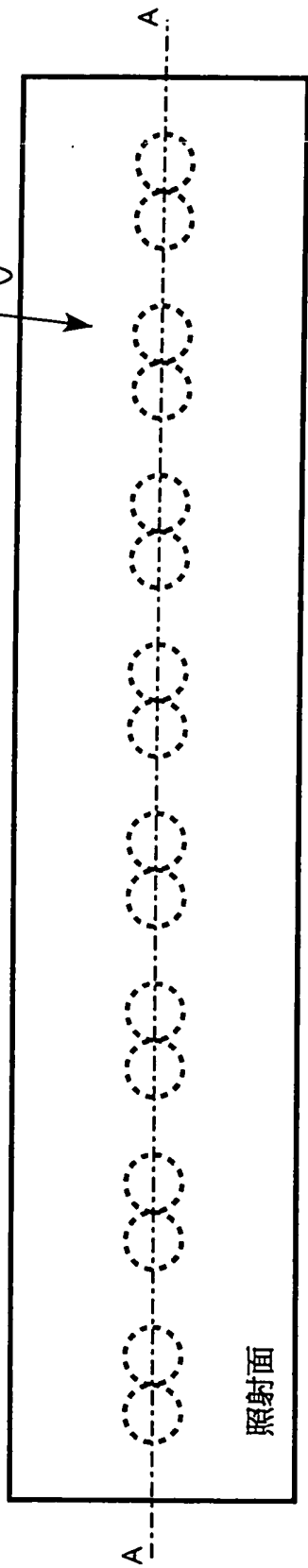


圖5

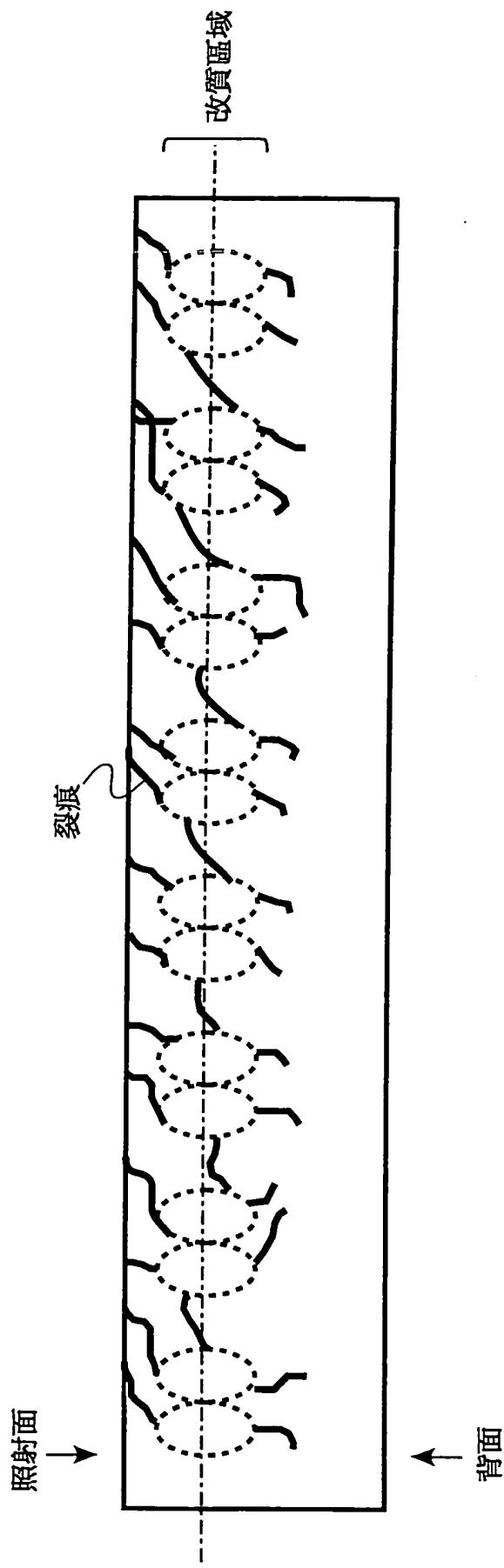


圖6

圖7

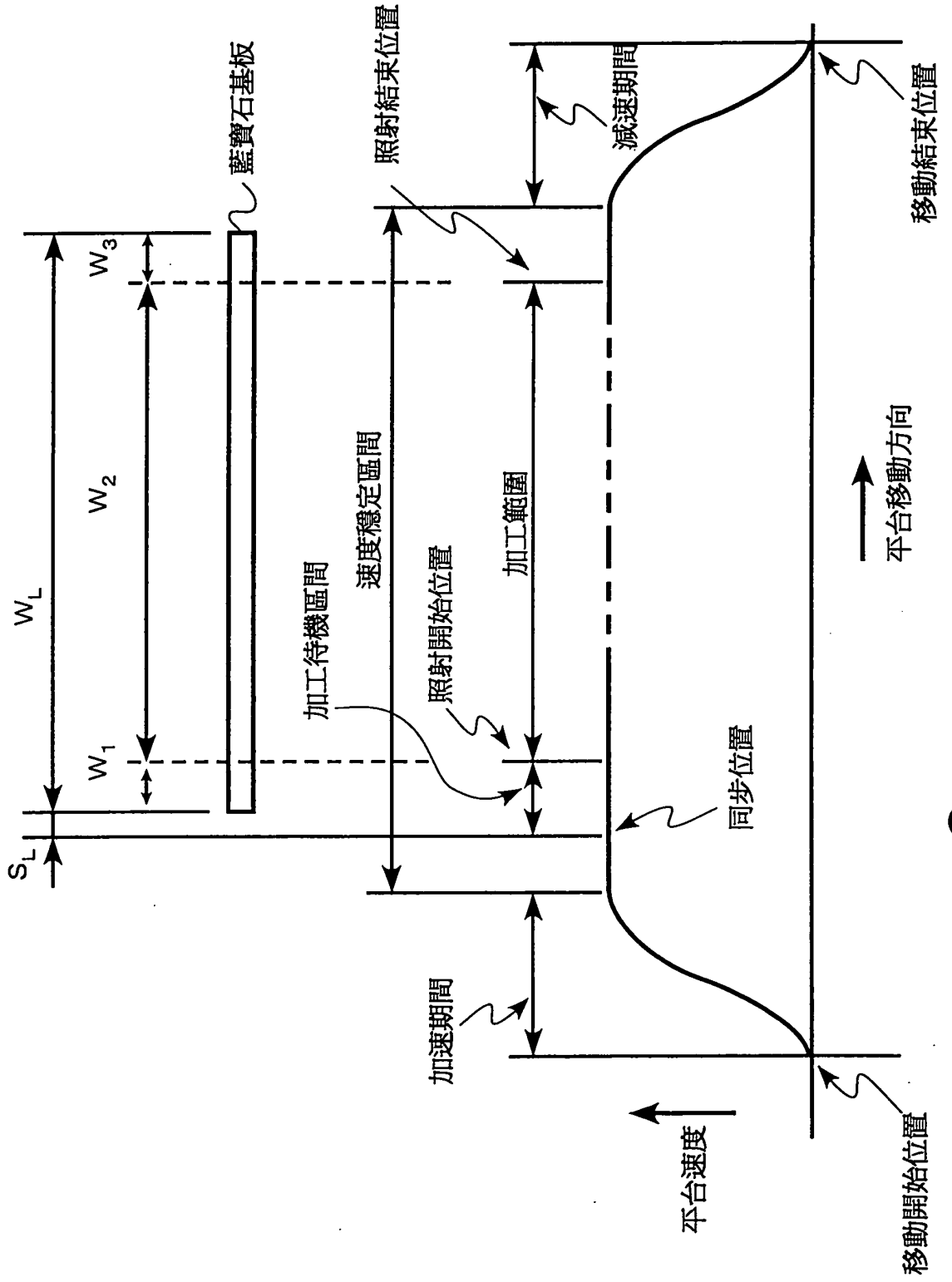
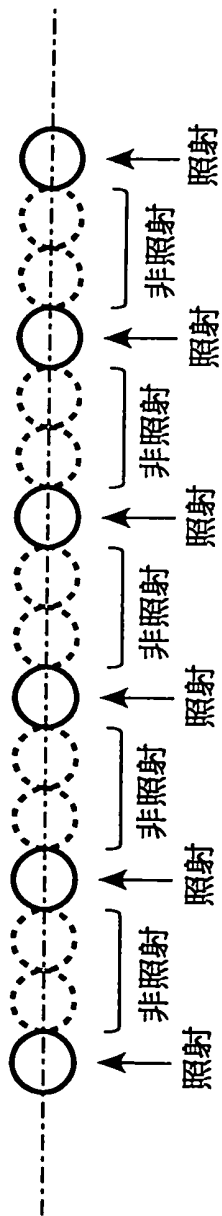


圖8

照射/非照射=1/2































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：雷射切割裝置
- 12：雷射振盪器
- 14：脈衝選擇器
- 16：光束整形器
- 18：聚光透鏡
- 20：XYZ平台部
- 22：雷射振盪器控制部
- 24：脈衝選擇器控制部
- 26：加工控制部
- 28：基準時脈振盪電路
- 30：加工表部
- PL1：脈衝雷射光束
- PL2：調變脈衝雷射光束
- PL3：整形後之脈衝雷射光束
- PL4：具有所需光束徑之脈衝雷射光束
- S1：時脈訊號
- S2：加工圖樣訊號
- S3：脈衝選擇器驅動訊號
- S4...移動位置檢測訊號
- S5：平台移動訊號
- 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

**七、申請專利範圍：**

1. 一種雷射切割方法，屬於表面僅具備金屬膜之被加工基板的雷射切割方法，其特徵為：

具有：金屬膜剝離步驟，係將前述被加工基板載置於平台，對前述金屬膜照射散焦(defocused)之脈衝雷射光束，以剝離前述金屬膜；及

裂痕形成步驟，係針對前述被加工基板的前述金屬膜被剝離之區域照射脈衝雷射光束，於前述被加工基板形成裂痕；

在前述裂痕形成步驟中，係將被加工基板載置於平台，產生時脈訊號，射出與前述時脈訊號同步之脈衝雷射光束，令前述被加工基板與前述脈衝雷射光束相對地移動，令前述脈衝雷射光束對前述被加工基板之照射與非照射，與前述時脈訊號同步，使用脈衝選擇器來控制前述脈衝雷射光束的通過與屏蔽，藉此以光脈衝單位切換，

對於前述被加工基板上到達基板表面之裂痕，控制前述脈衝雷射光束的照射能量、前述脈衝雷射光束的加工點深度、以及前述脈衝雷射光束的照射區域及非照射區域的長度，藉此，前述裂痕在前述被加工基板表面連續性形成。

2. 如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中，在前述金屬膜剝離步驟中，係

將被加工基板載置於平台，  
產生時脈訊號，  
射出與前述時脈訊號同步之脈衝雷射光束，  
令前述被加工基板與前述脈衝雷射光束相對地移動，  
令前述脈衝雷射光束對前述被加工基板之照射與非照射，與前述時脈訊號同步，使用脈衝選擇器來控制前述脈衝雷射光束的通過與屏蔽，藉此以光脈衝單位切換，  
剝離前述金屬膜。

3.如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中，前述裂痕在前述被加工基板表面形成為略直線。

4.如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中，前述被加工基板的位置與前述脈衝選擇器的動作開始位置係同步。

5.如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中，前述被加工基板為藍寶石基板、水晶基板、或玻璃基板。

6.如申請專利範圍第 4 項之雷射切割方法，其中，令前述平台與前述時脈訊號同步而移動，藉此，令前述被加工基板與前述脈衝雷射光束相對地移動。

7.如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中，前述金屬膜剝離步驟與前述裂痕形成步驟，係在同一雷射切割裝置中載置於同一平台之狀態下連續執行。

8.如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中，前述金屬膜為銅或金。

9.如申請專利範圍第 1 項之雷射切割方法，其中，前

述散焦，係藉由將前述脈衝雷射光束的焦點位置，設定在從前述金屬膜與前述被加工基板的交界面遠離前述被加工基板之方向，來執行。

10.如申請專利範圍第 9 項之雷射切割方法，其中，前述焦點位置，在前述金屬膜與前述被加工基板的交界面位置設為 0 的情形下，係從前述交界面遠離  $20\mu\text{m}$  以上。

11.如申請專利範圍第 9 項之雷射切割方法，其中，在前述被加工基板的背面側形成 LED，前述金屬膜係為反射膜。