



(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 I409121B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：099101876

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 01 月 25 日

(51) Int. Cl. : **B23K26/067 (2006.01)****B23K26/36 (2006.01)**

(71) 申請人：西進商事股份有限公司 (日本) SEISHIN TRADING CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：梶川敏和 KAJIKAWA, TOSHIKAZU (JP)

(74) 代理人：桂齊恆；閻啟泰

(56) 參考文獻：

TW I250910

JP 49-126694U

JP 2004-87917A

JP 2005-14059A

JP 2006-888A

JP 2007-931A

JP 2008-137028A

審查人員：呂茂昌

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：9 共 0 頁

(54) 名稱

雷射劃線方法及裝置

(57) 摘要

可在不使裝置構成複雜化下，以少量的能量形成更深的劃線溝槽，或提升劃線速度。

本發明，係關於一種將排列於劃線方向之複數之光束光點以互相分離之狀態形成於工件，且使複數之光束光點移動於劃線方向，而在工件形成線狀劃線溝槽之雷射劃線方法。複數之光束光點係從單束雷射光而得。

| |
|-----|
| 公告本 |
|-----|

發明專利說明書

(本說明書格式，順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99101876

※申請日：99.1.25

※IPC 分類：B23K26/07 (2006.01)

B23K26/36 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

雷射劃線方法及裝置

二、中文發明摘要：

可在不使裝置構成複雜化下，以少量的能量形成更深的劃線溝槽，或提升劃線速度。

本發明，係關於一種將排列於劃線方向之複數之光束光點以互相分離之狀態形成於工件，且使複數之光束光點移動於劃線方向，而在工件形成線狀劃線溝槽之雷射劃線方法。複數之光束光點係從單束雷射光而得。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(無)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



六、發明說明：

【發明所屬之技術區域】

本發明，係關於一種用以在工件上形成線狀之劃線溝槽之方法及裝置。

【先前技術】

用以在工件上形成分割用之劃線溝槽、孔之方法，一般係一面從雷射光源將雷射光聚光照射於工件上，一面移動工件上之雷射光的照射位置。於陶瓷等之雷射劃線中，通常是使用調 Q 雷射來作為雷射光源。

劃線溝槽、孔，由於該溝槽、孔之深度越深，越容易且確實地將工件加以切斷，故較佳。然而，為了加深溝槽、孔之深度，必須提高於雷射工件位置之聚光雷射的功率密度或能量密度。因此，在雷射之輸出功率受到限制的情形時，雖然可藉由拉長雷射光之照射時間(降低雷射光之掃描速度)以實現更深的劃線溝槽，但是會使得生產性下降。因此，為了高速劃線具有特定深度之劃線溝槽，必須要提高雷射光之輸出，但是將會使得雷射變昂貴，故並不佳。

於雷射劃線中，為了容易且確實地切斷工件，亦有進行其他各種的改良。

其一例，例如有將複數之脈衝雷射光束照射於工件，且移動複數之脈衝雷射光束之照射位置的方法。複數之脈衝雷射光束的照射位置，係以使脈衝雷射光束照射剛剛由複數之脈衝雷射光束所形成之孔的方式來移動(例如參照

WO2006/006850 號小冊子)。

於此種方法中，由於必須進行控制將雷射光照射於剛剛形成有孔的部分，因此將會使得裝置複雜化，在成本上亦不利。

【發明內容】

本發明之目的在於，可在不使裝置構成複雜化下，以少量的能量形成更深的劃線溝槽，或提升劃線速度。

於本發明之第 1 形態，係提供一種雷射劃線方法，其係將排列於劃線方向之複數之光束光點以互相分離之狀態形成於工件，且使複數之光束光點移動於劃線方向，而在工件形成線狀劃線溝槽，其特徵在於，上述複數之光束光點係從單束雷射光而得。

上述複數之光束光點，較佳為將上述單束雷射光加以分離成複數束雷射光，且將上述複數束雷射光分別加以聚焦而得。

上述單束雷射光，例如係藉由雙折射元件分離成上述複數束雷射光。上述雙折射元件，例如為附楔(wedge)水晶板、或渥拉斯頓稜鏡(Wollaston prism)等之多像稜鏡。以此方式使用上述雙折射元件時，上述單束雷射光，例如會被上述水晶板分離成偏振方向互相正交之正常光成分與異常光成分。

上述單束雷射光之分離方向，較佳為與上述複數雷射光點之移動方向一致。

上述複數之雷射光點之分離方向，例如可藉由旋轉上述雙折射元件來選擇。

上述複數之光束光點的直徑，例如為 $1\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$ 。

上述複數之光束光點之互相鄰接的光束光點彼此的中心間距離，例如為光點直徑的 2 倍 \sim 10 倍。

上述工件，例如為硬脆性材料，較佳為以陶瓷、矽、或藍寶石作為母材。

於本發明之第 2 形態，係提供一種雷射劃線裝置，用以將線狀劃線溝槽形成於工件，其特徵在於，具備有：

用以射出單束雷射光之雷射光源、

用以將上述單束雷射光沿著劃線方向分離成複數束雷射光之分離手段、

用以將上述複數束雷射光個別加以聚光之聚光手段、
以及

使上述複數束雷射光與工件相對移動之光掃描手段。

上述分離手段，例如為附有楔子之雙折射元件。上述雙折射元件，例如為水晶板、渥拉斯頓稜鏡等多像稜鏡。

本發明之雷射劃線裝置，亦可進一步具備有用以使上述分離手段繞光軸旋轉之機構。

上述雷射光源，例如為可射出直線偏振之雷射光者。此時，本發明之雷射劃線裝置，較佳為進一步具備有用以使上述雷射光之偏振方向相對光軸旋轉之 $1/2$ 波長板。

本發明之雷射劃線裝置，亦可進一步具備有用以將上述複數束雷射光個別從直線偏振改變為圓偏振之 $1/4$ 波長

板。此時，本發明之雷射劃線裝置，較佳為進一步具備有用以使上述 $1/4$ 波長板繞光軸旋轉之機構。

上述雷射光源，亦可為可射出圓偏振或隨機偏振之雷射光者。

上述聚光手段，較佳為具有選定之焦點距離以使上述複數束雷射光之個別的光束光點在互相分離的狀態下形成於上述工件。

根據本發明，由於從單束雷射光形成複數束光束光點而將雷射光照射於工件，因此可有效利用雷射光之能量而可高效率地形成線狀劃線溝槽。例如，將單束雷射光分離成複數束雷射光，然後將雷射光照射於工件的情形，相較於不分離單束雷射光而照射於工件的情形，可形成更深的劃線溝槽，或在形成所欲之劃線溝槽時，可較高地設定掃瞄速度。以此方式，將單束雷射光分離成複數束雷射光然後將雷射光照射於工件時的上述效果(形成更深的劃線溝槽或可較高地設定掃瞄速度)，不管是利用具有同一雷射功率之單束雷射光，或是雷射光(光束光點)的掃瞄速度相同，皆可達成。

又，為了將單束雷射光分離成複數束光束光點，由於例如可僅設置雙折射元件，因此亦不會使裝置構成複雜化。並且，由於無須將光束光點對位於剛剛所形成之孔來進行照射，因此控制光束光點之移動亦為容易。

【實施方式】

以下，一面參照圖 1 至圖 8，一面說明本發明之實施形態。

在說明本發明時，首先一面參照圖 1，一面說明形成有線狀劃線溝槽 SL 之工件 W。

工件 W，例如是用以製造半導體元件、晶片電阻器等之電子零件的集合基板或晶圓。此工件 W，例如係以陶瓷、矽或藍寶石等之硬脆材料作為主材料。此種工件 W，以線狀劃線溝槽 SL 所劃分之各個區域係構成個別半導體元件或晶片電阻器等之電子零件。可藉由沿著此劃線溝槽 SL 將工件 W 加以切斷，來得到複數個電子零件。劃線溝槽 SL 之形成，可根據電子零件的種類來選擇時機，例如可在製造電子元件前、製造電子元件後、或者是製造電子元件之一部分後再加以形成。

圖 2 所示之劃線裝置 1，係具備有雷射光源 2、擴束器 3、 $1/2$ 波長板 4、雙折射元件 5、反射板 6、 $1/4$ 波長板 7、聚光透鏡 8 及載台 9。

雷射光源 2，一般而言，係可射出工件 W 之光吸收大的波長的雷射光 LB。於本實施形態中，雷射光源 2，在空間上係被加以固定。雷射光源 2，為了進行利用多光子吸收之加工，故可使用對工件 W 為透明之具有振盪波長的雷射。所使用之雷射光 LB，偏振一般為直線偏振，但是亦可為圓偏振或隨機偏振。雷射光 LB 之波長，可視工件 W 之光學特性及所需之劃線溝槽寬度，而從紅外、可視、紫外區域中來加以選擇。此種雷射光源 2，可使用 YAG 雷射(例

如 Nd:YAG 雷射)、光纖雷射等之固體雷射及其諧波。

另，雷射光 LB 之振盪光譜寬度較寬時，由於無法藉由雙折射元件 5 分離成明確之光點，因此以光譜寬度較窄之雷射為佳。

擴束器 3，係用以擴張雷射光源 2 所射出之單束雷射光 LB 的光束直徑。自雷射光源 2 所射出之雷射光 LB，通常係藉由此擴束器 3，以其直徑適合所使用之聚光透鏡之入射光瞳直徑的方式，被擴張為 2 倍~10 倍。當雷射光 LB 之射出光束直徑相對於聚光透鏡之入射光瞳直徑為充分大時，則不需要擴束器 3。

1/2 波長板 4，在雷射光 LB 為直線偏振時，係用以使其偏振方向繞光軸旋轉，改變雙折射元件 5 之結晶軸與偏振方向所夾的角度。雷射光 LB 之偏振方向與雙折射元件 5 之結晶軸所夾的角度，通常係設定在 45 度，藉此所分離之雷射光 LB1、LB2 的強度比為 1:1。又，如圖示之例在使用附楔水晶板來作為雙折射元件 5 時，可藉由控制雙折射元件 5 之結晶軸及楔角方向與雷射光 LB 之偏振方向所夾的角度，來控制 LB1 與 LB2 的強度比。當雷射光 LB 為圓偏振或隨機偏振時，由於無法進行此種控制，因此不需要 1/2 波長板。

雙折射元件 5，係用以將所入射之單束雷射光 LB 分離成行進方向不同之複數束雷射光 LB1、LB2。此雙折射元件 5，係將雷射光 LB 之光電場向量分離成正常光成分與異常光成分。此正常光成分與異常光成分之強度比，係由所入

射之雷射光之偏振方向(光電場向量方向)與雙折射元件 5 之結晶軸所夾的角度來決定。並且由於雙折射元件 5 附有楔角，因此對於正常光之折射率與對於異常光之折射率並不相同，故可作為稜鏡。以此方式穿過雙折射元件 5 之雷射光 LB，被分離成偏振方向互相正交之正常光與異常光，而被分離為在楔角方向具有不同之射出角度所行進之兩雷射光 LB1、LB2。為了使雷射光 LB1、LB2 之分離方向與劃線方向一致，而具有用以使雙折射元件 5 繞光軸旋轉之機構，但是於圖 3 中係省略之。

又，由於藉由此種雙折射元件 5 之楔角，使穿過雙折射元件 5 之雷射光的行進方向與入射雷射光軸不同，因此亦可在光路中插入用以補正其的楔形稜鏡。

如圖示之例在使用附楔水晶板來作為雙折射元件 5 時，此水晶板，可根據楔角(水晶板之光入射面 50 與光射出面 51 的交角) θ 、雷射光 LB 之波長及聚光透鏡 8 之焦點距離來規定形成於工件 W 之光束光點 BS1、BS2 的間距(中心間距離)IN。例如使雷射光 LB 之波長為 $1.064 \mu\text{m}$ ，聚光透鏡 8 之焦點距離為 100mm 時，為了將間距 IN 設定在 $60 \mu\text{m}$ ，楔角 θ 係被設定在約 2 度。

雙折射元件 5，除了圖示之附楔水晶板以外，亦可使用多像稜鏡。多像稜鏡，係指可在不遮斷經分離之正常光與異常光之一方下，分為不同的方向射出之稜鏡。此種多像稜鏡，例如可舉渥拉斯頓稜鏡。

圖 2 所示之反射板 6，係用以改變雙折射元件 5 所射出

之複數束雷射光 LB1、LB2 之光路而將其導引至聚光透鏡 8。反射板 6，可使用全反射鏡等公知者。

1/4 波長板 7，係用以將複數束雷射光 LB1、LB2 個別從直線偏振改變為圓偏振。另，此 1/4 波長板 7，係視需要而被設置在雙折射元件 5 與聚光透鏡 8 之間。藉由以 1/4 波長板 7 之結晶軸相對雷射光 LB1、LB2 之偏振方向共同夾 45 度之角度的方式插入於光路中，可使雷射光 LB1、LB2 個別成為圓偏振。一般而言，由於劃線特性會隨著偏振方向與劃線方向所夾之角度而變化，因此可將直線偏振變換為圓偏振，來實現不易受到偏振影響的劃線加工。於圖 3 中雖未加以圖示，但是在進行曲線狀劃線之情形等必須要連續改變雷射光 LB1、LB2 之分離方向(偏振方向)時，必須要具有用以旋轉 1/4 波長板 7 之機構。

圖 2 之聚光透鏡 8，例如如圖 4、圖 5 所示，係用以將複數束雷射光 LB1、LB2 個別加以聚光，而在工件 W 上形成複數之光束光點 BS1、BS2。聚光透鏡 8 之種類，只要是可將雷射光 LB1、LB2 聚焦成所欲之光點直徑 SD1、SD2 者即可。形成在工件 W 上的光束光點 BS1、BS2 的直徑 SD1、SD2，例如為 $1\ \mu\text{m}\sim 200\ \mu\text{m}$ 。在將此種光點直徑 SD1、SD2 之光束光點 BS1、BS2 形成在工件 W 上時，聚光透鏡 8，例如係使用焦點距離被設定在 $2\text{mm}\sim 500\text{mm}$ 者。另，上述光點直徑 SD1、SD2，與入射於聚光透鏡 8 之雷射光 LB1、LB2 的光束直徑及其波長有關。

載台 9，係用以支持工件 W，例如可移動於 X 方向、Y

方向及 Z 方向 3 個方向。於本實施形態中，由於雷射光源 2(雷射光 LB1、LB2)在空間上係被加以固定，因此藉由載台 9 之移動，來相對地移動工件 W，其結果，可使得雷射光 LB1、LB2 移動。另，可使用將工件 W 在空間上固定，然後相對移動雷射光 LB1、LB2 之擺動鏡掃描器 (galvanometer scanner) 等手段。藉由控制此載台 9 的移動方向，可控制光束光點 BS1、BS2 的移動軌跡。又，藉由控制載台 9 的移動速度，可控制光束光點 BS1、BS2 的移動速度(劃線速度)SP。

於圖 2 中，由於必須要與劃線方向平行地分離光束光點 BS1、BS2，因此將會配合載台 9 的移動方向，使雙折射元件 5 繞光軸旋轉。具體而言，例如於 X 方向進行劃線時，由於必須將光束光點 BS1、BS2 分離於 X 方向，因此以雙折射元件 5 之楔角方向包含於 XZ 平面內的方式旋轉雙折射元件 5 來進行調整。另一方面，於 Y 方向進行劃線時，由於必須將光束光點 BS1、BS2 分離於 Y 方向，因此進一步使雙折射元件 5 繞光軸旋轉 90 度，調整成雙折射元件 5 之楔角方向包含於 XY 平面內。

藉由此種楔角之旋轉方向之調整，而可選擇更加適合加工對象物之劃線方法。

接著，說明使用劃線裝置 1 之劃線溝槽 SL 的形成方法。

在使用劃線裝置 1 來形成劃線溝槽 SL 的情形時，係一面從雷射光源 2 射出雷射光 LB，一面相對工件 W 使光束光點 BM1、BM2 相對地移動於劃線方向(X 方向或 Y 方向)。

從雷射光源 2 所射出之雷射光 LB 為直線偏振，其波長

為基本波、SHG(第二諧波)、THG(第三諧波)或 FHG(第四諧波)。此種雷射光 LB，係以於工件 W 之表面的平均輸出例如為 0.1W~200W 的方式，以 CW(連續振盪)光或頻率為 100Hz~1GHz 之脈衝的形式射出。為調 Q 雷射時，係選定其脈衝寬度具有適合工件 W 之材料特性之值的雷射。

光束光點 BS1、BS2 相對於工件 W 之相對移動，可藉由移動工件 W 之方法、移動聚光透鏡 8 之方法、或使用擺動鏡掃描器等手段來移動雷射光 LB1、LB2 之方法來進行。另，此種 BS1、BS2 之相對移動，通常係藉由移動載台 9 來進行。光束光點 BS1、BS2 相對於工件 W 之相對移動速度(劃線速度)SP，例如係設定在 $1\text{mm}/\text{sec} \sim 1000\text{mm}/\text{sec}$ 。

從雷射光源 2 所射出之單束雷射光 LB，在藉由擴束器 3 擴大成適合聚光透鏡之光束直徑後，會穿過 $1/2$ 波長板 4。

穿過 $1/2$ 波長板 4 後之單束雷射光 LB，為直線偏振的情形時，雷射光 LB 之偏振方向將會旋轉於特定角度，穿過雙折射元件 5。雷射光 LB 在穿過雙折射元件 5 時，將會被分離成行進方向不同之複數束雷射光 LB1、LB2。另，使用附楔水晶板來作為雙折射元件 5 時，複數束雷射光 LB1、LB2 之分離角度，可藉由楔角與雷射波長來加以規定。又，可藉由調整複數束雷射光 LB1、LB2 之分離角度與聚光透鏡 8 之焦點距離，來規定工件 W 上所形成之光束光點 BS1、BS2 的間距 IN。

穿過雙折射元件 5 後之複數束雷射光 LB1、LB2，於反

射板 6 被改變光路後，將會穿過 $1/4$ 波長板 7。穿過 $1/4$ 波長板 7 後之複數束雷射光 LB1、LB2，在從直線偏振變換為圓偏振後，將會入射於聚光透鏡 8。另， $1/4$ 波長板 7，係在將直線偏振照射於工件 W 時，用以改變雷射加工之特性者，亦可省略之。

入射於聚光透鏡 8 之複數束雷射光 LB1、LB2 個別被聚焦，而在工件 W 上形成光束光點 BS1、BS2。光束光點 BS1、BS2 之光點直徑 SD1、SD2，係由入射於聚光透鏡 8 之雷射光 LB1、LB2 的光束直徑、聚光透鏡 8 的焦點距離來決定。可藉由將焦點位置或光束腰 (beam waist) 位置形成於工件 W 之表面或是形成於工件 W 之內部，來控制工件 W 表面上之光點直徑 SD1、SD2。

於圖 6(a) 及圖 7(a)，係顯示射出 1 發雷射光 LB 時之工件 W 的狀態。於工件 W，由於一次照射兩雷射光 LB1、LB2，因此會同時形成兩個孔 H1、H2。

如圖 6(b) 及圖 7(b) 所示，在以特定之劃線速度 SP (例如 $1\text{mm}/\text{sec} \sim 1000\text{mm}/\text{sec}$) 來移動工件 W，一面從雷射光源 2 射出第 2 發雷射光 LB 時，各雷射光 LB1、LB2 會以連續於剛剛所形成之孔 H1、H2 的方式形成新的孔 H1、H2。藉由一面重複進行此種雷射光 LB 之脈衝振盪，一面移動光束光點 BS1、BS2，使圖 6(c) 所示之光束光點 BS1、BS2 的軌跡排列於劃線方向。其結果，如圖 8 所示，會沿著劃線方向形成溝槽 L 於工件 W。具體而言，會以使光束光點 BS1、BS2 沿著所欲之軌跡的方式將載台 9 移動於 X 方向或 Y 方

向，當在 X 方向與 Y 方向之間轉換劃線方向時，旋轉雙折射元件 5、 $1/4$ 波長板 7，藉此可如圖 1 所示，在工件 W 上形成所欲之劃線溝槽 SL。

以此方式，於劃線裝置 1 中，並無須將光束光點 BS1、BS2 對位於剛剛所形成之孔照射雷射光 LB1、LB2。亦即，根據此劃線裝置 1，可在無須複雜的控制下，輕易進行光束光點 BS1、BS2 之移動的控制。又，為了將單束雷射光 LB 分離成複數束光束光點 LB1、LB2，由於例如可僅設置附楔水晶板來作為雙折射元件 5，因此即使在採用分離雷射光 LB 之構成時，雷射劃線裝置 1 之構成亦並不是那麼複雜化。

劃線裝置 1，係用以將單束雷射光 LB 所形成之複數之光束光點 BS1、BS2 照射在工件 W，而在工件 W 上形成劃線溝槽 SL 者。藉由此種手法，從後述實施例之結果可知，由於是從單束雷射光 LB 形成複數束之光束光點 BS1、BS2，將雷射光 LB1、LB2 照射在工件 W 上，因此能夠有效利用雷射光 LB 之能量，高效率地形成線狀劃線溝槽 SL。例如，將單束雷射光 LB 分離成複數束雷射光 LB1、LB2 照射於工件 W 的情形，相較於不分離單束雷射光 LB 而照射於工件 W 的情形，可形成更深之劃線溝槽 SL，或是在形成所欲之劃線溝槽 SL 時，可較高地設定劃線速度 SP。以此方式，將單束雷射光 LB 分離成複數束雷射光 LB1、LB2 來照射於工件 W 的情形，相較於具有同一雷射功率之不分離單束雷射光 LB 來利用的情形，可形成更深的劃線溝槽 SL，並且，亦可將掃描速度 SP 設定為較大。

99年1月29日修(夏)正替換頁

可得到此種效果，雖然其他要因亦被考量，但是主要是因以下之理由，可有效利用雷射光 LB 之能量而高效率地形成劃線溝槽 SL 之故。

第 1 理由，係起因於電漿之能量(光子)的吸收。亦即，若以雷射光 LB1、LB2 的形式將脈衝狀雷射光照射於工件 W，則在各照射脈衝的初期段階，工件 W 之材料會發生熔融、氣化而生成電漿，隨後之脈衝雷射光會被電漿吸收。因此，藉由此電漿，到達劃線溝槽內部之雷射的光量將會減少，其結果，將難以形成深的劃線溝槽。

另一方面，在將複數之光束光點 BS1、BS2 分離形成於劃線方向的情形，於形成劃線溝槽 SL 時，光束光點 BS1 係緊跟著先行於劃線方向之光束光點 BS2。因此，在光束光點 BS2 所生成之電漿消滅之後，可將光束光點 BS1 照射於之前雷射光 LB2 之照射位置(光束光點 BS2)的附近。亦即，在照射雷射光 LB1 之時點，可將雷射光 LB1 照射於電漿已經減少的區域附近。其結果，由於可避免電漿之吸收(能量損失)，有效利用照射能量，因此可大幅加深劃線溝槽 SL 之深度。

第 2 理由，係起因於雷射光 LB1 之劃線溝槽內的多重反射與吸收。如上述，若減輕加工區域所發生之電漿吸收雷射光，則後續之雷射光束可行進至初期所形成之劃線加工溝槽的底部。行進至劃線溝槽之後續之雷射光，會一邊在溝槽側面反覆反射，一邊行進至溝槽內部，其間將會逐漸被工件 W 所吸收。相較於將雷射光 LB1 照射於平面狀之

99年(月)日修(更)正替換頁

工件面的情形，將雷射光照射於事先形成有孔 H2 之位置，較容易受到溝槽側面之多重反射與吸收的好處，可有效利用雷射光 LB1 之能量。其結果，由於在雷射光 LB1 之照射位置(光束光點 BS1)可有效利用照射能量，因此可大幅加深劃線溝槽 SL 之深度。又，藉由雷射光 LB2 之照射，於照射後續之 LB1 的時點，可使工件 W 之照射部位的溫度保持高溫的狀態。一般而言，材料之反射率由於在高溫下會下降，因此可更加有效率地吸收雷射光 LB1。

[實施例]

於使用將雷射光源所射出之雷射光加以分離而可形成複數之光束光點的雷射劃線裝置在工件上形成劃線溝槽的情形時，對失焦位置與溝槽之深度的關係進行了研究。

雷射劃線裝置，係使用圖 2 所示之雷射劃線裝置中省略 $1/4$ 波長板之構成者。

雷射光源，係使用 Nd:YAG 雷射(波長 1064nm，輸出 10W)。將雷射光之輸出特性設定成表 1 所示。

雙折射元件，係使用楔角為 2° 之水晶板。

聚光透鏡，係使用焦點距離 f 為 50mm 之透鏡。

工件，則是使用厚度為 0.28mm 之氧化鋁陶瓷(alumina ceramic)。

劃線速度(光束光點之移動速度)SP 係設定在 50mm/sec。

劃線溝槽之深度，係於焦點位置、與自此焦點位置之偏移量(失焦距離)不同的各處(10 μ m 間距)來進行測定。於

| |
|------------------|
| 99年1月29日修(更)正替換頁 |
|------------------|

同一失焦距離之深度的測定，基本上係對 3 處來進行。劃線深度，係藉由使用具有附刻度之載台的測定顯微鏡(Nikon 製)對劃線溝槽之剖面進行觀察，且讀取刻度來進行測定。

將同一失焦距離之深度的測定結果的平均值，以失焦距離(相對位置)與劃線深度之關係的形式顯示於圖 9。於圖 9 之圖形，係以實線來顯示實施例之使用雷射劃線裝置時的測定結果(圓點)與其等之近似曲線。

[比較例]

另一方面，比較例，則是對不將雷射光源所射出之雷射光加以分離而藉由單一光束光點形成劃線溝槽之以往方式的情形進行測定。如表 1 所示，於比較例，係使用實施例之雷射劃線裝置中省略雙折射元件及 1/2 波長板之劃線裝置在工件上形成劃線溝槽。於圖 9 係以虛線來顯示同一失焦距離之測定平均值與其等之近似曲線。

[表 1]

| | 雷射 波長 | 雷射 功率 | 脈衝 頻率 | 雙折射元件 | 1/2 波長板 | 劃線 速度 |
|-----|----------|----------|----------|-------|------------|----------|
| 實施例 | 1064nm | 8.0W | 45kHz | 楔角=2° | 有 | 50mm/sec |
| 比較例 | 1064nm | 8.0W | 45kHz | 無 | 無 | 50mm/sec |

雷射功率係加工面上之值

由圖 9，當比較藉由實施例之雷射劃線裝置來形成劃線溝槽之情形、與藉由比較例之雷射劃線裝置來形成劃線溝

99年1月29日修(更)正替換頁

槽之情形時，個別於焦點位置及失焦位置，實施例之劃線溝槽的深度較深。

因此，可確認使用實施例之雷射劃線裝置將單束雷射光加以分離而將複數之光束光點照射於工件形成劃線溝槽的情形，相較於從同一雷射功率之單束雷射光形成單一光束光點而將劃線溝槽形成於工件的情形，即使光束光點之掃瞄速度(劃線速度)相同，亦可形成較深之劃線溝槽。

【圖式簡單說明】

圖 1，係形成有劃線溝槽之工件的立體圖。

圖 2，係顯示本發明之雷射劃線裝置一例的概略構成圖。

圖 3，係將圖 2 所示之雷射劃線裝置之主要部分加以放大表示之概略圖。

圖 4，係顯示從聚光透鏡所射出之雷射光束之狀態的立體圖。

圖 5，係顯示照射於工件之光束光點之狀態的平面圖。

圖 6(a)~圖 6(c)，係用以說明光束光點之掃瞄狀態的平面圖。

圖 7(a)，係將雷射光束照射於工件時的剖面圖。圖 7(b)，則是從圖 7(a)之狀態移動雷射光束時的剖面圖。

圖 8，係顯示移動雷射光束照射於工件後之工件的主要部分的立體圖。

圖 9，係顯示實施例之劃線深度之測定結果與失焦位置

的關係之圖。

【主要元件符號說明】

| | |
|---------|------------|
| 1 | 雷射劃線裝置 |
| 2 | 雷射光源 |
| 3 | 擴束器 |
| 4 | 1/2 波長板 |
| 5 | 雙折射元件 |
| 6 | 反射板 |
| 7 | 1/4 波長板 |
| 8 | 聚光透鏡 |
| 9 | 載台 |
| 50 | 光入射面 |
| 51 | 光出射面 |
| BM1,BM2 | 光束光點 |
| f | 焦點距離 |
| H1,H2 | 孔 |
| IN | 間距 |
| LB | 雷射光 |
| LB1,LB2 | 雷射光 |
| SD1,SD2 | 光點直徑 |
| SL | 劃線溝槽 |
| SP | 劃線速度(掃描速度) |
| W | 工件 |

99年1月27日修(夏)正替換頁

θ

楔角

七、申請專利範圍：

1.一種雷射劃線方法，係將排列於劃線方向之複數之光束光點以互相分離之狀態形成於工件，且使該複數之光束光點移動於該劃線方向，而在該工件形成線狀劃線溝槽，其特徵在於：

該複數之光束光點係藉由雙折射元件將單束雷射光沿著該劃線方向分離成複數束雷射光，再將此分離之複數束雷射光分別加以聚焦而得，含有第 1 光束光點及第 2 光束光點，

以使該第 1 光束光點緊跟著該第 2 光束光點之後並藉由下次脈衝產生之該第 1 光束光點來形成與藉由先前脈衝產生之該第 1 光束光點所形成之孔連續之新孔的方式，一面使雷射光脈衝振盪，一面進行該光束光點之劃線方向的移動，

該光束光點的直徑為 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下，該複數之光束光點之互相鄰接的光束光點彼此的中心間距離，為該光束光點直徑的 2 倍以上 10 倍以下，該脈衝振盪之頻率為 100Hz 以上 1GHz 以下，該光束光點之移動速度在 $1\text{mm}/\text{sec}$ 以上 $1000\text{mm}/\text{sec}$ 以下。

2.如申請專利範圍第 1 項之雷射劃線方法，其中，該雙折射元件為附楔水晶板。

3.如申請專利範圍第 1 項之雷射劃線方法，其中，該雙折射元件為多像稜鏡。

4.如申請專利範圍第 1 項之雷射劃線方法，其中，該單

束雷射光係被該雙折射元件分離成偏振方向互相正交之正常光成分與異常光成分。

5.如申請專利範圍第1項之雷射劃線方法，其中，該複數之雷射光點之分離方向，係藉由旋轉該雙折射元件來選擇。

6.一種雷射劃線裝置，係用以將線狀劃線溝槽形成於工件，其特徵在於，具備有：

用以射出單束雷射光之雷射光源、

用以將該單束雷射光沿著劃線方向分離成複數束雷射光之雙折射元件、

用以將該複數束雷射光個別加以聚光藉此形成含有第1光束光點及第2光束光點的複數光束光點之聚光手段、以及

以使該第1光束光點緊跟著該第2光束光點之後的方式使該複數束雷射光與工件相對移動之光掃瞄手段，

藉由該雙折射元件及聚光手段，使該光束光點的直徑為 $1\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下，且該複數之光束光點之互相鄰接的光束光點彼此的中心間距離，為該光束光點直徑的2倍以上10倍以下，

藉由該雷射光源及該光掃瞄手段，以藉由下次脈衝產生之該第1光束光點來形成與藉由先前脈衝產生之該第1光束光點所形成之孔連續之新孔的方式，一面以 100Hz 以上 1GHz 以下之頻率使雷射光脈衝振盪，一面以 $1\text{mm}/\text{sec}$ 以上 $1000\text{mm}/\text{sec}$ 以下之速度使雷射光與工件相對移動。

7.如申請專利範圍第6項之雷射劃線裝置，其中，該雙折射元件為附楔水晶板。

8.如申請專利範圍第6項之雷射劃線裝置，其中，該雙折射元件為多像稜鏡。

9.如申請專利範圍第6項之雷射劃線裝置，其進一步具備有用以使該分離手段繞光軸旋轉之機構。

10.如申請專利範圍第6項之雷射劃線裝置，其中，該雷射光源可射出直線偏振之雷射光，且進一步具備有用以使該雷射光之偏振方向相對光軸旋轉之 $1/2$ 波長板。

11.如申請專利範圍第10項之雷射劃線裝置，其進一步具備有用以將該複數束雷射光個別從直線偏振改變為圓偏振之 $1/4$ 波長板。

12.如申請專利範圍第11項之雷射劃線裝置，其進一步具備有用以使該 $1/4$ 波長板繞光軸旋轉之機構。

13.如申請專利範圍第6項之雷射劃線裝置，其中，該雷射光源為可射出圓偏振或隨機偏振之雷射光者。

14.如申請專利範圍第6項之雷射劃線裝置，其中，該聚光手段具有選定之焦點距離以使該複數束雷射光之個別的光束光點在互相分離的狀態下形成於該工件。

八、圖式：

(如次頁)

圖1

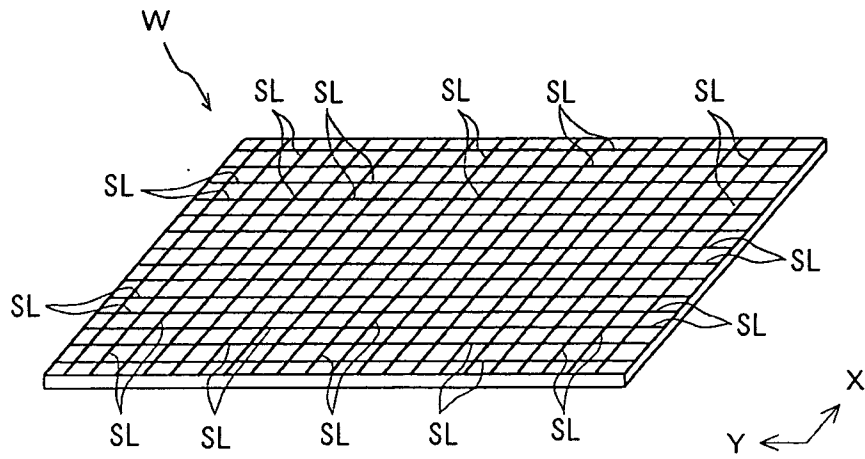


圖2

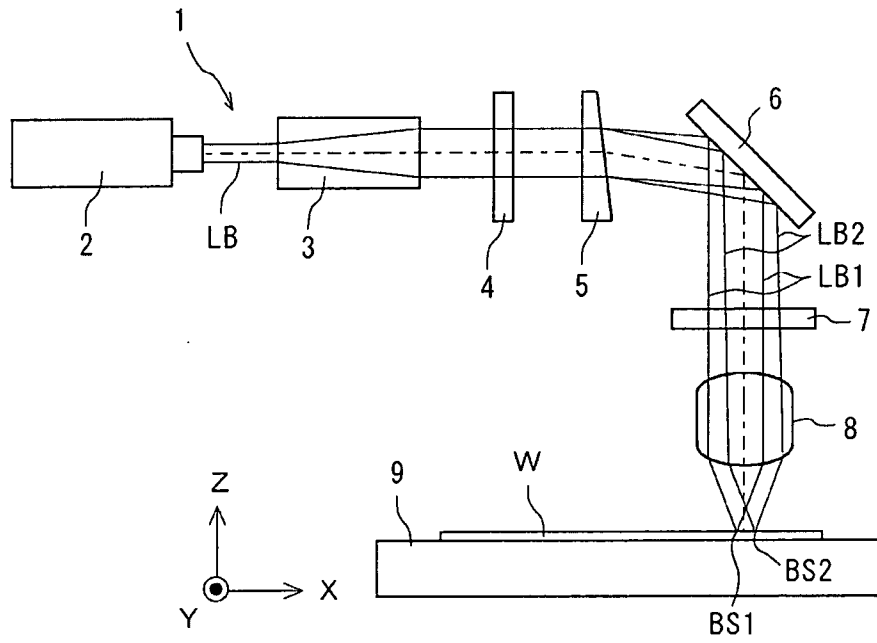


圖3

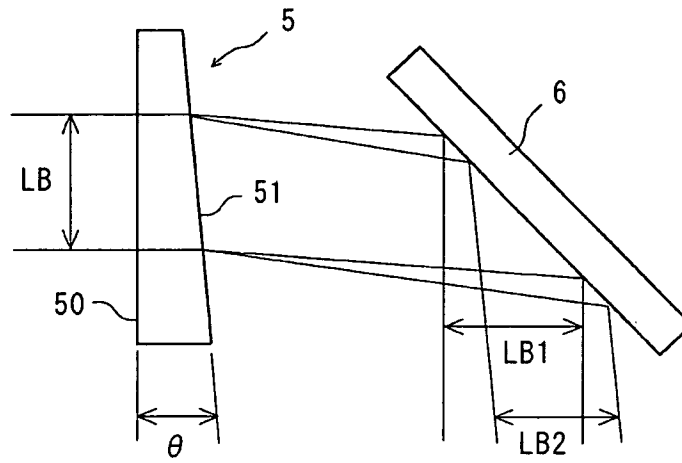


圖4

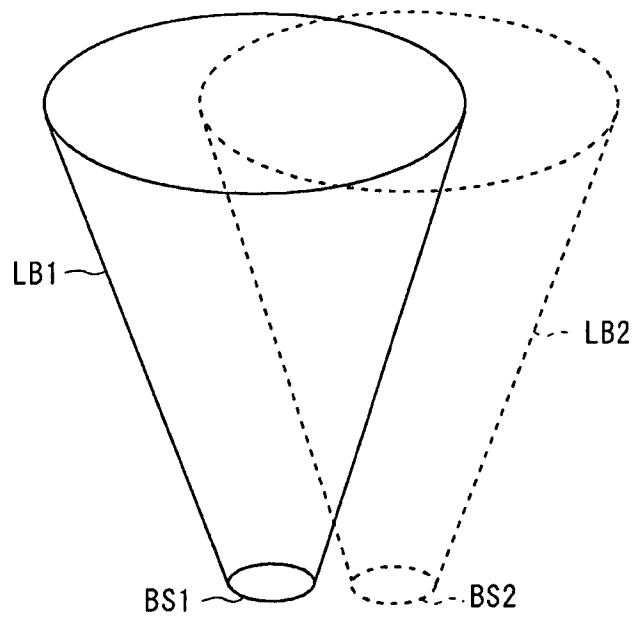


圖5

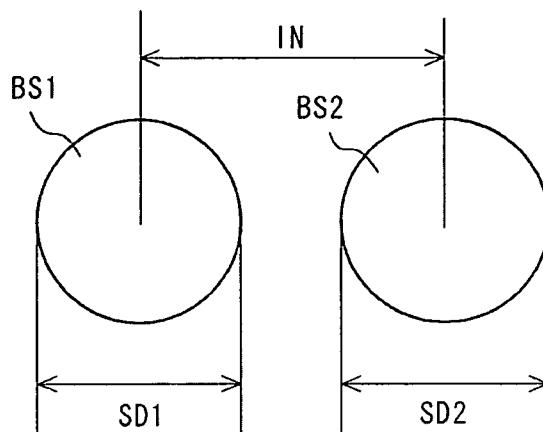


圖6

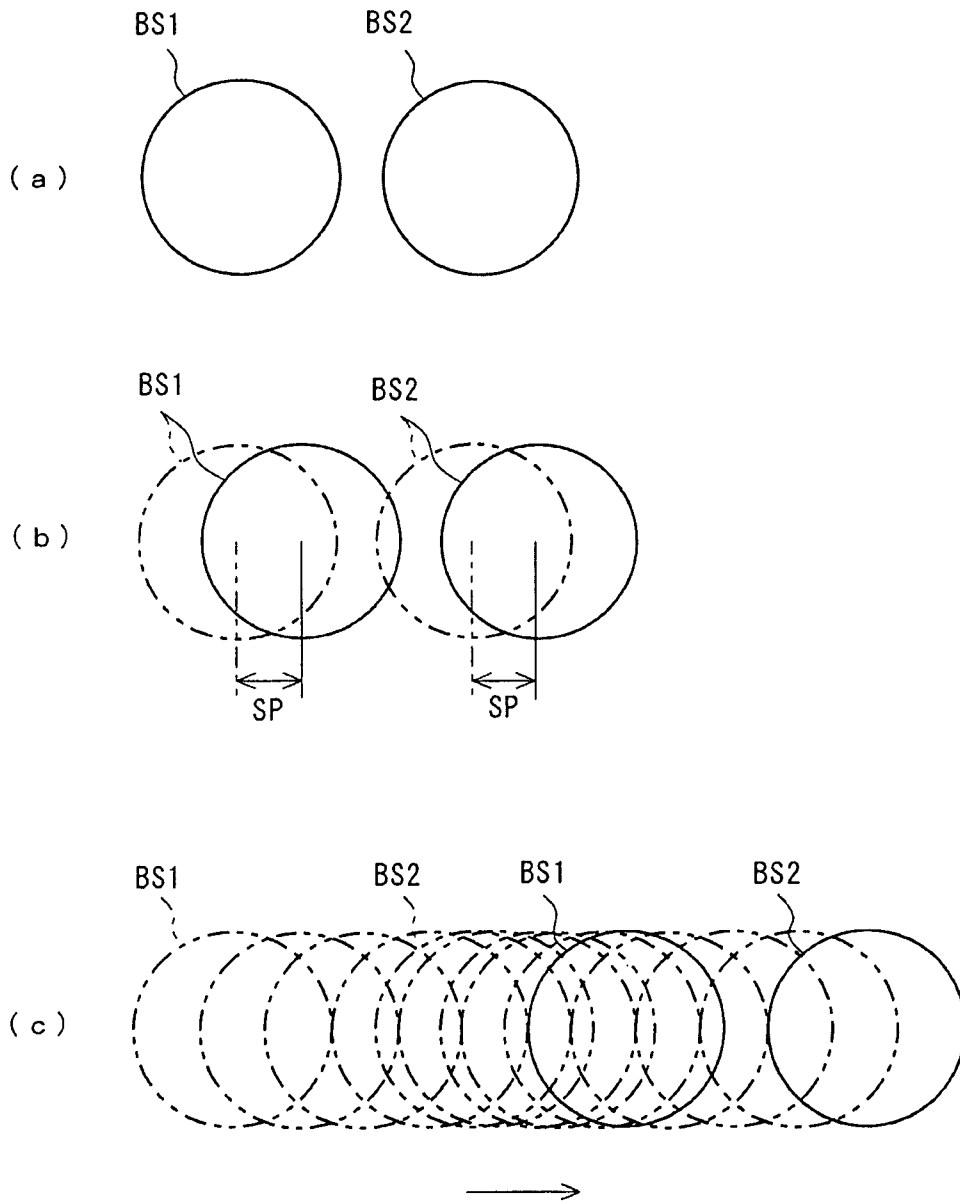
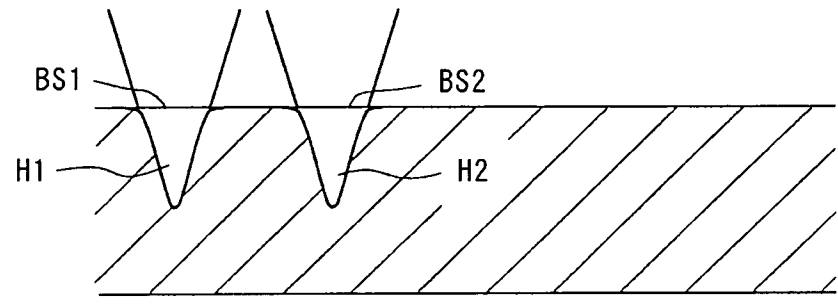


圖7

(a)



(b)

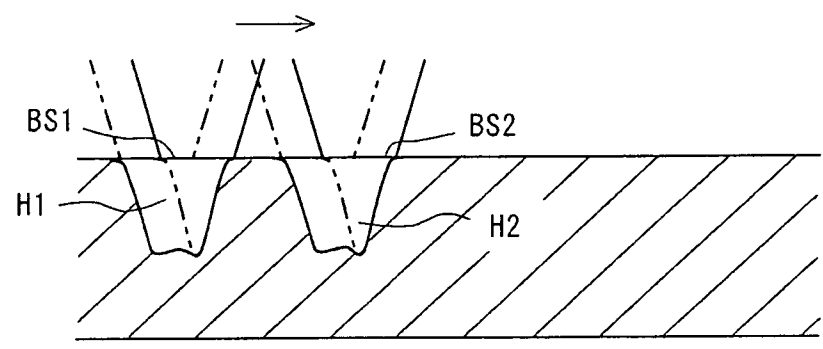


圖8

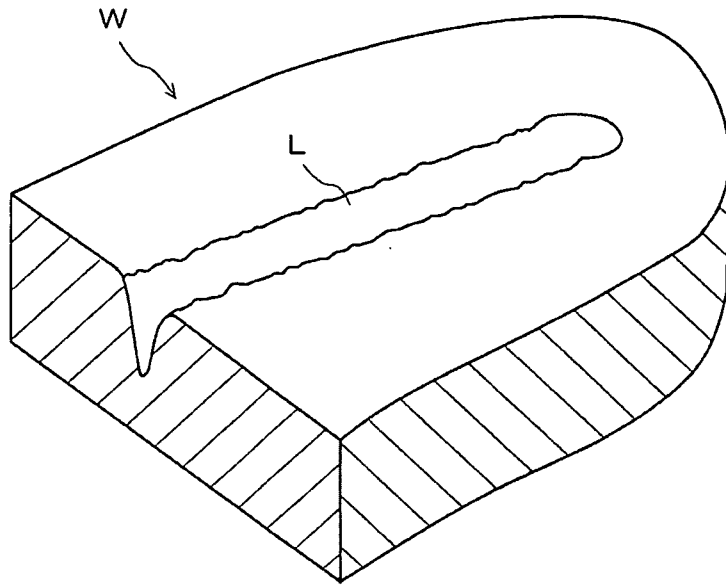


圖9

