



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 200948524 A1

(43)公開日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：098111342

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 04 月 06 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/38 (2006.01)**

(30)優先權：2008/04/15 日本 JP2008-106219

(71)申請人：三星鑽石工業股份有限公司 (日本) MITSUBOSHI DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：熊谷透 KUMAGAI, TORU (JP)；平內裕介 HIRAUCHI, YUSUKE (JP)；井上修一 INOUE, SHUICHI (JP)；山本幸司 YAMAMOTO, KOJI (JP)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

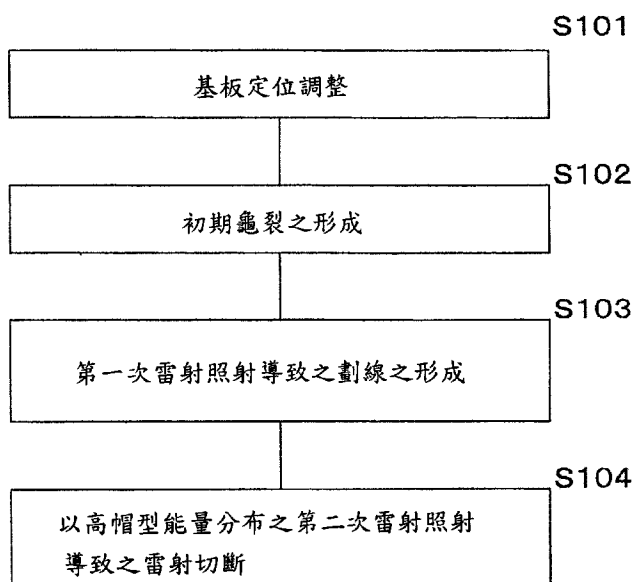
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：4 項 圖式數：16 共 46 頁

(54)名稱

脆性材料基板之加工方法

(57)摘要

提供可安定實行完全分斷基板或形成較深之劃線之加工之脆性材料基板之加工方法。由使第一次雷射照射產生之第一光束點相對移動加熱基板並冷卻第一光束點剛通過之部位以形成劃線之雷射劃線步驟、使第二次雷射照射產生之第二光束點沿前述劃線相對移動以使前述劃線更深入滲透或完全分斷之雷射切斷步驟構成，調整為雷射切斷步驟時射入多邊形鏡之雷射光束徑小於雷射劃線步驟時射入之雷射光束徑後，使第二光束點之能量分布比第一光束點之能量分布光束更高帽型後照射。





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 200948524 A1

(43)公開日：中華民國 98 (2009) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：098111342

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 04 月 06 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/38 (2006.01)**

(30)優先權：2008/04/15 日本 JP2008-106219

(71)申請人：三星鑽石工業股份有限公司 (日本) MITSUBOSHI DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：熊谷透 KUMAGAI, TORU (JP)；平內裕介 HIRAUCHI, YUSUKE (JP)；井上修一 INOUE, SHUICHI (JP)；山本幸司 YAMAMOTO, KOJI (JP)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

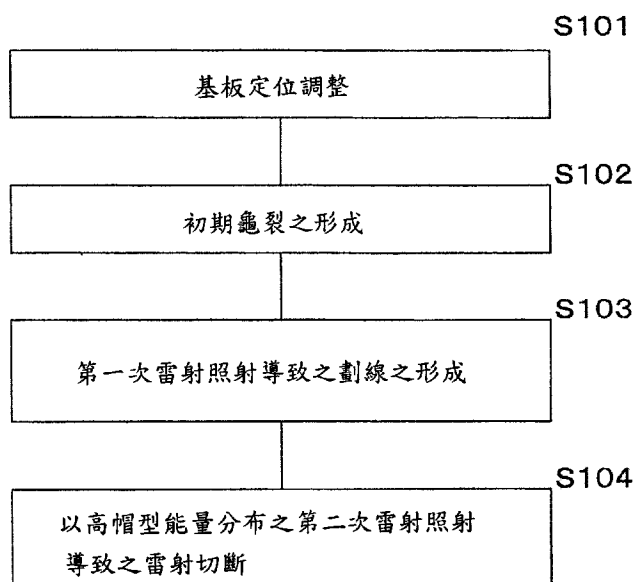
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：4 項 圖式數：16 共 46 頁

(54)名稱

脆性材料基板之加工方法

(57)摘要

提供可安定實行完全分斷基板或形成較深之劃線之加工之脆性材料基板之加工方法。由使第一次雷射照射產生之第一光束點相對移動加熱基板並冷卻第一光束點剛通過之部位以形成劃線之雷射劃線步驟、使第二次雷射照射產生之第二光束點沿前述劃線相對移動以使前述劃線更深入滲透或完全分斷之雷射切斷步驟構成，調整為雷射切斷步驟時射入多邊形鏡之雷射光束徑小於雷射劃線步驟時射入之雷射光束徑後，使第二光束點之能量分布比第一光束點之能量分布光束更高帽型後照射。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於以高速旋轉之多邊形鏡重複反射雷射光束以將實質具有長軸方向之光束點整形於脆性材料基板上，沿於前述基板上設定之劃線預定線掃描前述光束點，利用熱應力形成裂痕之脆性材料基板之加工方法。

詳言之，本發明係關於對脆性材料基板進行第一次光束點之掃描以形成由有限深度之裂痕構成之劃線，再進行第二次光束點之掃描以使此劃線之裂痕深入滲透(以下，裂痕於深度方向進行稱為滲透)或完全分斷之脆性材料基板之加工方法。

在此所謂脆性材料基板係指玻璃基板、燒結材料之陶瓷、單結晶矽、半導體晶圓、藍寶石基板、陶瓷基板等。

【先前技術】

在對高速旋轉之多邊形鏡照射雷射光束，將在多邊形鏡被反射之雷射光束導向基板上後，被多邊形鏡之 1 個鏡面反射之雷射光束之掃描軌跡之範圍以高速重複被掃描，於基板上被一個鏡面反射之雷射光束之掃描軌跡之範圍全體恰如 1 個光束點般被照射。因此，將被高速旋轉中之多邊形鏡之一個鏡面形成於基板上之掃描軌跡之範圍全體稱為「光束點」。

在使用多邊形鏡與 $f\theta$ 透鏡對脆性材料即半導體晶圓照射雷射光以整形橢圓形之光束點，在掃描此光束點以磨

耗基板後，形成對基板表面傾斜之加工面。利用此，使在半導體晶圓上欲形成槽之部分於斜方向(加工面之法線方向)氣化並以蒸氣形態排出之雷射加工裝置已被揭示(專利文獻 1)。利用磨耗之加工係將光束點通過之區域溶化，故加工面會損傷。

另一方面，對玻璃基板掃描已整形為橢圓狀之光束點並在溶化溫度(或軟化溫度)以下加熱基板，使應力梯度產生以形成裂痕之雷射劃線加工亦已被利用(參考專利文獻 2、專利文獻 3、專利文獻 4)。

一般而言，在雷射劃線加工係將即將分斷之假想線(稱為劃線預定線)設定於基板。且於為劃線預定線之始端之基板端以刀輪等形成初期龜裂(觸發)，從初期龜裂之位置沿劃線預定線掃描光束點及冷卻點(冷媒被噴射之區域)。此時，基於在劃線預定線附近發生之溫度分布產生應力梯度之結果形成裂痕。

以雷射劃線加工形成之裂痕加工端面美觀且具有優秀之端面強度。此外，比起使用刀輪等之機械式加工產生之裂痕，可使玻璃屑之發生減少。

因此，雷射劃線加工在以平面顯示器為首之必須分斷玻璃基板之各種製造過程等持續被採用。

另外，在溶化溫度以下掃描光束點形成之裂痕有裂痕之深度方向之前端未到達基板之背面之「有限深度裂痕」與獵痕到達基板之被面而將基板直接分斷之「貫通裂痕」(參考例如專利文獻 2)。

以下，將由前者之「有限深度裂痕」形成之切痕稱為劃線，由後者之「貫通裂痕」產生之分斷線稱為全切線。此等係由不同機制形成。

圖 14 為以示意方式顯示形成有限深度之裂痕之機制之基板之剖面圖。亦即先行之雷射加熱使如圖 14 (a)所示於基板 GA 有壓縮應力 HR 產生。之後，加熱後之冷卻使如圖 14 (b)所示於基板 GA 表面有拉伸應力 CR 產生。此時熱之移動使壓縮應力 HR 於基板內部移動，形成有內部應力場 H_{in} 。其結果，如圖 14 (c)所示，拉伸應力 CR 分布於基板表面側、壓縮應力 HR 分布於基板內部之深度方向之應力梯度發生，形成裂痕 Cr。

以上述機制形成裂痕 Cr 之條件係於基板內部存在之壓縮應力場 H_{in} 阻止裂痕 Cr 之往深度方向之進一步滲透，故裂痕 Cr 在基板內部之壓縮應力場 H_{in} 前停止，理論上裂痕 Cr 為有限深度。因此，欲將基板完全分斷，須在裂痕 Cr 導致之有限深度之劃線被形成後，再進行折斷處理。另一方面，裂痕 Cr 導致之劃線之加工端面非常美觀(表面凹凸甚小)且直進性優良，做為加工端面為理想之狀態。

圖 15 為以示意方式顯示形成全切線之機制之基板之立體圖(圖 15 (a))及平面圖(圖 15 (b))。亦即從初期龜裂 TR 之位置被掃描之雷射光束之光束點 BS 使壓縮應力 HR 於基板表面產生。同時，位於光束點 BS 之後方之冷卻點 CS 使拉伸應力 CR 於基板表面產生。其結果，於掃描線上(掃描預定線 L 上)形成前後方向之應力梯度，此應力梯度使沿掃描

線方向將基板裂開之力作用而形成貫通裂痕，基板被分斷。

形成此「貫通裂痕」時，有不必要進行折斷處理便可將基板分斷(全切)之便利點，隨加工用途不同亦可能有希望以此種機制分斷之狀況，但比起上述之劃線加工之加工端面，全切線之加工端面之直進性可能受損，且全切線之端面之美觀度(表面之凹凸)比起上述之劃線品質亦較差。

另外，以雷射劃線加工形成劃線或形成全切線係依存於加熱條件(雷射波長、照射時間、輸出能量、掃描速度、光束點形狀等)、冷卻條件(冷媒溫度、吹送量、吹送位置等)、基板之板厚等。

一般而言，在玻璃基板之板厚較薄時比較厚時容易成為全切線，可形成劃線加工之加工條件之處理範圍較小。

由上述，在欲對玻璃基板等進行端面品質優良之分斷加工時，不形成全切線，係選擇形成劃線之機制之加熱條件、冷卻條件進行雷射劃線加工，之後，進行折斷處理。

於雷射劃線加工後進行之折斷處理方法可利用將折斷桿等按壓於劃線施加彎曲力矩之機械式折斷處理。機械式折斷處理時，對基板施加大彎曲力矩可能會有玻璃屑產生。因此，在不希望有玻璃屑發生之製造過程中，必須盡可能形成較深之劃線，以使僅施加小彎曲力矩便可折斷處理。

針對此點，係進行沿以雷射劃線加工形成之劃線進行第2次之雷射照射，使有限深度之裂痕更深入滲透(此時再度進行折斷處理)或使裂痕滲透至背面而分斷之雷射切斷處

理(參考例如專利文獻 2~專利文獻 4)。

[專利文獻 1] 日本特開 2005-288541 號公報

[專利文獻 2] 日本特開 2001-130921 號公報

[專利文獻 3] 日本特開 2006-256944 號公報

[專利文獻 4] WO 2003/008352 號公報

【發明內容】

如上述，進行以第一次之雷射照射形成劃線之雷射劃線加工，再以第二次之雷射照射進行雷射劃線處理，可達成抑制玻璃屑之發生之分斷加工。

然而，若雷射劃線加工，亦即以第一次之雷射照射形成之劃線較淺，以後續之雷射切斷處理便難以使裂痕到達基板背面。因此，欲在雷射切斷處理將基板完全分斷，在雷射劃線加工時先形成較深之劃線較理想。

又，即使在雷射切斷處理不將基板完全分斷，在雷射劃線加工時形成越深之劃線，在後續之雷射切斷處理便可越簡單使劃線加深，故較理想。

但若欲以雷射劃線加工形成較以往深之劃線便必須變更至此形成劃線時之加熱條件與冷卻條件。具體而言，必須提高雷射輸出以增加加熱造成之入熱量，增大冷卻時之冷媒吹送量，作成比至此更容易產生深度方向之溫度差之激烈條件，以增加於基板發生之深度方向之應力梯度。

然而，若於以往之雷射劃線加工之加工流程直接改採增加應力梯度之加熱條件、冷卻條件，無法在第 1 次之雷

射照射形成較深之劃線，裂痕會直接貫通基板(變為形成貫通裂痕之機制)，形成全切線。亦即，適當選擇雷射劃線加工時之加熱條件與冷卻條件雖可較容易形成較淺之劃線，但即使欲形成較深之劃線而欲將加熱條件與冷卻條件變更為比至此使用之條件稍微激烈之條件，可設定之加熱條件或冷卻條件之範圍不存在或即使存在亦因可設定範圍狹窄而不安定，變為突然形成全切線之條件，難以形成預期之較深劃線。

此外，除變為全切線之問題外，還會產生「先行」現象容易發生之問題。所謂「先行」係如圖 16 所示，於劃線預定線 L 之始端附近，在形成於始端之初期龜裂 TR 被光束點 BS 加熱時，以根據光束點 BS 之加熱區域為起點往光束點之前方於無法控制之方向形成裂痕 K 之現象。若「先行」發生便無法形成沿劃線預定線 L 之劃線，劃線之直進性會顯著受損。

欲於進行第一次之雷射照射之雷射劃線加工形成較深之劃線而使加熱條件與冷卻條件改變為比至此使用之條件更激烈之條件時，此種「先行」之發生頻率會提高。

針對此點，本發明以提供可安定實行以雷射劃線加工於基板形成劃線，再進行雷射切斷處理以完全分斷基板或形成較深之劃線之加工之脆性材料基板之加工方法為目的。

又，以提供不使「先行」現象發生便可形成較深之劃線或完全分斷之脆性材料基板之加工方法為目的。

又，以提供可安定進行加工端面之端面品質優良之分斷加工之脆性材料基板之加工方法為目的。

此外，本發明以提供利用多邊形鏡形成光束點，在掃描此光束點以進行雷射切斷時可利用多邊形鏡調整光束點之能量分布，可藉由能量分布之調整安定雷射切斷之加工方法為目的。

為解決上述課題而為之本發明之脆性材料基板之加工方法係以高速旋轉之多邊形鏡重複反射從雷射光源射出之雷射光束以於脆性材料基板形成光束點，沿於前述基板設定之劃線預定線相對移動前述光束點以加工前述基板之脆性材料基板之加工方法，進行以下之步驟。

首先，進行由使第一次雷射照射產生之第一光束點沿劃線預定線相對移動加熱基板並立即對第一光束點通過後之部位吹送冷媒以冷卻，以產生於深度方向變化之應力梯度以形成有限深度之劃線之雷射劃線步驟。但若基板溶化便無法進行利用應力之加工，故使加熱溫度始終保持為未達軟化溫度以免基板溶化。

藉此，於劃線預定線有於深度方向變化之應力梯度發生。第一應力梯度為於基板表面側有拉伸應力，於基板內部側有壓縮應力分布之應力梯度。利用此第一應力梯度形成由有限深度之裂痕構成之劃線。

之後，使第二次雷射照射產生之第二光束點沿前述劃線(有限深度之裂痕)相對移動以進行雷射切斷步驟。此時，調整為射入多邊形鏡之雷射光束徑小於雷射劃線步驟時射

入之雷射光束徑。此調整具體而言可使雷射光束之光束徑本身縮小，亦可於光路上設置調整光束徑之機構。藉此調整，被照射至多邊形鏡之雷射光束僅被照射至多邊形鏡之 1 個鏡面時之比例增加，在被相鄰之 2 個鏡面分割之狀態下被照射時之比例減少，其結果，第二光束點之能量分布係能量增減之兩端之區域變短，第二光束點全體之長度短於第一光束點全體之長度，能量平均之中央部之區域成為長高帽型之能量分布(在圖 11 詳述)。另外，此處所謂「高帽型之能量分布」係指光束點之中央部之能量大致平均，而在光束點兩端之區域能量會變化之能量分布。

使第二光束點之能量分布如上述變化可增加每單位時間之入熱量，集中加熱基板之表層，於基板表層形成高溫區域。其結果，形成與雷射劃線加工時之於深度方向變化之應力梯度(第一應力梯度)為於深度方向反向變化之應力梯度(第二應力梯度)。亦即，於基板表面有壓縮應力發生，其反作用力於基板內部形成拉伸應力。於基板內部雖有形成劃線之裂痕之前端存在，但由於拉伸應力集中作用於此裂痕前端，故裂痕前端深入滲透，到達基板背面後被完全分斷。

利用本發明，不形成全切線，且不使「先行」現象發生，可擴大可實行以雷射劃線步驟於基板形成劃線(有限深度之裂痕)，再進行雷射切斷處理以完全分斷基板或形成較深之劃線之加工之處理範圍，實現安定之加工。

又，可安定進行加工端面之端面品質優良之分斷加

工。此外，利用本發明，利用多邊形鏡形成光束點，在掃描此光束點以進行雷射切斷時可利用多邊形鏡調整光束點之能量分布。利用此可安定雷射切斷。

(解決其他課題之手段及效果)

上述發明中，可變更設於雷射光源與多邊形鏡之間之雷射光束之光路上之聚光光學元件之位置以調整射入多邊形鏡之雷射光束徑。

在此，聚光光學元件可使用聚光透鏡(例如新月形透鏡)、聚光鏡。

藉此，僅於光路方向平行移動聚光光學元件便可調整雷射光束徑，簡單實現使能量分布為能量平均之中央部之區域為長高帽型之調整。

上述發明中，可調整為雷射切斷步驟時使多邊形鏡接近前述聚光光學元件之焦點位置附近。

藉此，由於越接近焦點位置附近雷射光束徑便越小，故可使多邊形鏡接近理想高帽型。

又，上述發明中，可同時調整聚光光學元件之位置與多邊形鏡與基板之間之距離。

藉此，可使能量分布為高帽型且亦可調整光束點之較長方向之長度等光束形狀，故每單位時間之入熱量與入熱區域皆可調整，可更擴大雷射切斷之處理範圍。

【實施方式】

(裝置構成)

以下，基於圖面說明本發明之實施形態。

首先說明實施本發明之加工方法時使用之基板加工裝置之一例。圖 1 為本發明之一實施形態之雷射分斷裝置 LC1 之概略構成圖。圖 2 為顯示圖 1 之雷射分斷裝置 LC1 之控制系統之構成之方塊圖。

首先基於圖 1 說明雷射分斷裝置 LC1 之全體構成。

沿平行配置於水平之架台 1 上之一對導軌 3、4 設有於圖 1 之紙面前後方向(以下稱 Y 方向)往復移動之滑動平台 2。於兩導軌 3、4 之間沿前後方向配置有導螺桿 5，於此導螺桿 5 螺合有固定於前述滑動平台 2 之支柱 6，以馬達(圖示外)正反轉導螺桿 5 使滑動平台 2 沿導軌 3、4 於 Y 方向往復移動。

於滑動平台 2 上沿導軌 8 配置有於圖 1 之左右方向(以下稱 X 方向)往復移動之水平台座 7。於固定於台座 7 之支柱 10 貫通螺合有藉由馬達 9 旋轉之導螺桿 10a，導螺桿 10a 正反轉會使滑動台座 7 沿導軌 8 於 X 方向往復移動。

於台座 7 上設有以旋轉機構 11 旋轉之旋轉平台 12，於此旋轉平台 12 以水平之狀態安裝切斷對象之脆性材料基板即玻璃基板 G。旋轉機構 11 係使旋轉平台 12 繞垂直之軸旋轉，可旋轉為對基準位置為任意旋轉角度。玻璃基板 G 係以例如吸引夾頭固定於旋轉平台 12。

於旋轉平台 12 之上方有雷射振盪器 13 與光路調整機構 14 受安裝架 15 保持。光路調整機構 14 係由調整從雷射振盪器 13 射出之雷射光之光路之光路調整元件群 14a (新

月形透鏡 31、反射鏡 32、多邊形鏡 33)、移動光路調整元件群 14a 之位置之馬達群 14b (馬達 34~36)、連結光路調整元件群 14a 與馬達群 14b 之臂群 14c (臂 37~39)構成。新月形透鏡 31 係透過臂 37 連接於升降馬達 34 且上下方向之位置可調整。又，反射鏡 32 係透過臂 38 連接於升降馬達 35 且上下方向之位置可調整。又，多邊形鏡 33 係透過臂 39 連接於升降馬達 36 且上下方向之位置可調整。

由雷射振盪器 13 射出之雷射光束通過此等光路調整元件群 14a 形成具有所欲之剖面形狀之光束，以光束點被照射至基板 G 之上。在本實施形態係射出圓形之雷射光束，以新月形透鏡 31 調整光束徑，以多邊形鏡掃描，於基板 G 上實質上形成橢圓形狀之雷射點 LS (圖 2)。且，以調整光路調整元件群 14a 切換第 1 次雷射照射(雷射劃線步驟)時使用之第 1 光束點、第 2 次雷射照射(雷射切斷步驟)時使用之第 2 光束點。

另外，於調整時，獨立調整反射鏡 32、多邊形鏡 33 雖可微調，但調整作業會變複雜。因此，可一體移動反射鏡 32、多邊形鏡 33 以使調整作業簡化。具體而言，可使反射鏡 32、多邊形鏡 33 連動移動以進行基板 G 與多邊形鏡 33 之間之距離調整，移動新月形透鏡 31 以進行新月形透鏡 31 與多邊形鏡 33 之距離調整。

於安裝架 15 接近光路調整機構 14 設有冷卻噴嘴 16。由此冷卻噴嘴 16 對玻璃基板噴射冷卻水、氮氣、二氧化碳氣體等冷卻媒體。冷卻媒體被吹送至被照射至玻璃基板 G

之橢圓形狀之雷射點 LS 之附近，於玻璃基板 G 之表面形成冷卻點 CS (圖 2)。

於安裝架 15 透過上下移動調節機構 17 安裝有刀輪 18。此刀輪 18 係以燒結鑽石或超硬合金為材料，於外周面具備以頂點為刀前緣之 V 字形之稜線部，且可藉由上下移動調節機構 17 微調對玻璃基板 G 之壓接力。刀輪 18 係專用於在玻璃基板 G 之端緣形成初期龜裂 TR (圖 2)時於 X 方向移動台座 7 並暫時下降。

又，於安裝架 15 之上方固定有一對攝影機 20、21，可映出刻於基板 G 之定位用標記。

其次，基於圖 2 說明控制系統。雷射分斷裝置 LC1 具備以記錄於記憶體之控制參數與程式(軟體)與 CPU 實行各種處理之控制部 50。此控制部 50 係控制驅動進行滑動平台 2、台座 7、旋轉平台 12 之定位或移動之馬達(馬達 9 等)之平台驅動部 51、進行雷射照射之雷射驅動部 52 (包含驅動雷射振盪器 13 之雷射光源驅動部 52a、驅動光路調整元件群 14a 用之馬達群 14b 之光路調整機構驅動部 52b)、驅動控制以冷卻噴嘴 16 之冷媒噴射之開閉閥(不圖示)之噴嘴驅動部 53、以刀輪 18 及上下移動調節機構 17 於玻璃基板 G 形成初期龜裂之刀驅動部 54、以攝影機 20、21 映出刻印於基板 G 之定位用標記之攝影機驅動部 55 之各驅動系統。又，控制部 50 連接有由鍵盤、滑鼠等構成之輸入部 56、於顯示畫面上進行各種顯示之顯示部 57，可將必要資訊顯示於顯示畫面且必要指示或設定可輸入。

又，控制部 50 具備總合驅動平台驅動部 51、雷射驅動部 52 (雷射光源驅動部 52a、光路調整機構驅動部 52b)、噴嘴驅動部 53、刀驅動部 54 以進行玻璃基板 G 之加工之加工控制部 58，以此加工控制部 58 實行依第 1 次雷射照射、冷卻、第 2 次雷射照射之順序之雷射加工。

具體而言，加工控制部 58 先控制刀驅動部 54 與平台驅動部 51 在降下刀輪 18 之狀態下移動基板 G，藉此進行形成初期龜裂 TR 之處理。之後控制平台驅動部 51、雷射驅動部 52 (雷射光源驅動部 52a、光路調整機構驅動部 52b)、噴嘴驅動部 53 在照射雷射光束(第 1 光束點)並噴射冷媒之狀態下移動基板 G，藉此進行第 1 次雷射照射及冷卻，進行於基板形成由有限深度之裂痕構成之劃線之處理。之後控制平台驅動部 51、雷射驅動部 52 (雷射光源驅動部 52a、光路調整機構驅動部 52b)在照射雷射光束(第 2 光束點)之狀態下移動基板 G。藉此進行第 2 次雷射照射，進行使裂痕滲透之處理(或使完全分斷之處理)。

(光路調整動作)

以下說明以加工控制部 58 控制光路調整機構 14 (光路調整元件群 14a、馬達群 14b、臂群 14c)進行之光路調整。

圖 3 為顯示光路調整機構 14 之動作例之圖，具體而言，係說明以新月形透鏡 31 之上下移動使照射至多邊形鏡 33 之光束徑變化，使被照射至基板 G 之光束點之能量分布變化之動作之圖。

從雷射光源 13 射出之圓形剖面之雷射光束 LB0 之行進

方向為朝向鉛直下方，雷射光束 LB0 係射入新月形透鏡 31。通過新月形透鏡 31 之雷射光束 LB1 被聚光並繼續於鉛直方向行進，射入反射鏡 32。此時反射鏡 32 之安裝角度係調整為於反射鏡 32 之反射面以 45 度之入射角度射入並以 45 度之反射角度射出，以反射鏡反射之雷射光束 LB2 係於水平方向行進。

於水平方向行進之雷射光束 LB2 射入旋轉中之多邊形鏡 33。此時，被照射至多邊形鏡 33 之鏡面之光束徑會隨新月形透鏡 31 與多邊形鏡 33 之間之距離變化。

圖 4~圖 6 為顯示被照射至多邊形鏡 33 之鏡面之光束徑較大時之多邊形鏡之旋轉角度與雷射光束之光路及光束點之關係之圖。

此狀態之光束徑係於將新月形透鏡 31 靠近反射鏡 32，調整為新月形透鏡 31 之焦點比多邊形鏡 33 之鏡面更接近基板 G 側時被實現。且此狀態之光束徑係於雷射劃線步驟時被使用。

於圖 4 (a) 中，注意順時針方向旋轉中之多邊形鏡 33 之 2 個鏡面 M0、M1。鏡面 M0 為至前一瞬間皆有雷射光束 LB2 照射之鏡面。在旋轉進行，到達雷射光束 LB2 對鏡面 M0 之照射即將結束之時間點後，雷射光束 LB2 被分割後同時被照射至鏡面 M0 之終端與次一鏡面 M1 之始端。圖 4 (c) 為顯示被照射至鏡面 M0 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。又，圖 4 (d) 為顯示被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。

被照射至鏡面 M0、M1 之雷射光束之能量隨被分割之雷射光束之剖面之面積比被分配。此時，在鏡面 M0 側被反射之雷射光束 LB3a 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之左端部分，對此部分給予能量。另外，在鏡面 M1 側被反射之雷射光束 LB3b 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之右端部分，對此部分給予能量。

圖 4 (b)為被照射至基板 G 之光束點 LS1 之位置之能量分布。亦即，由於被分割為雷射光束 LB3a、LB3b 後被照射，故被施予基板 G 之能量亦被分為 2 部分，光束點 LS1 之兩端以分別對應於分割比之能量被加熱。

圖 5 (a)為旋轉繼續進行，雷射光束 LB2 被照射至鏡面 M1 之中央部分之狀態。此時，圓形剖面之雷射光束 LB2 僅被照射至 1 個鏡面 M1。圖 5 (c)為顯示被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。雷射光束 LB2 具有之圓形剖面之光束直接被照射。此時，在鏡面 M1 被反射之雷射光束 LB3c 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之中央，對此部分給予全部能量。

圖 5 (b)為被照射至基板 G 之光束點 LS1 之位置之能量分布。亦即，能量被施予基板 G 之光束點 LS1 之位置之中央部分，集中加熱此部分。

圖 6 為旋轉再繼續進行，雷射光束 LB2 被分割後同時被照射至鏡面 M1 之終端與次一鏡面 M2 之始端之狀態。圖 6 (c)為顯示被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。又，圖 6 (d)為顯示被照射至鏡面 M2 之雷射光束 LB2

之剖面形狀之圖。

被照射至鏡面 M1、M2 之雷射光束之能量與圖 4 時同樣隨被分割之雷射光束之剖面之面積比被分配。此時，在鏡面 M1 側被反射之雷射光束 LB3d 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之左端部分，對此部分給予能量。另外，在鏡面 M2 側被反射之雷射光束 LB3e 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之右端部分，對此部分給予能量。

圖 6 (b)為被照射至基板 G 之光束點 LS1 之位置之能量分布。被照射至基板 G 之能量被分為 2 部分，光束點 LS1 之兩端以分別對應於分割比之能量被加熱。

之後，以高速旋轉之多邊形鏡 33 重複圖 4 至圖 6 之雷射照射，形成具有以圖 4 (b)、圖 5 (b)、圖 6 (b)顯示之能量分布疊加之能量分布之光束點 LS1。

圖 7 為顯示被照射至高速旋轉之鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀隨時間之變化與被鏡面 M1 照射至玻璃基板 G 之光束點 LS1 之能量分布之關係之圖。

如圖 7 (a)所示，被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀隨旋轉進行而變化。

亦即，於鏡面 M1 之始端(與鏡面 M0 之境界)通過雷射光束 LB2 之照射範圍之期間，被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀為圓形剖面之一部缺乏之形狀，在此期間剖面積逐漸增加。之後，被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀成為圓形，至鏡面 M1 之終端(與鏡面 M2 之境界)進入雷射光束 LB2 之照射範圍為止圓形剖面皆持

續。之後，於鏡面 M1 之終端通過雷射光束 LB2 之照射範圍之期間，被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀再度成為圓形剖面之一部缺乏之剖面形狀，剖面積逐漸減少。

以鏡面 M1 形成於基板 G 上之光束點 LS1 之能量分布會對應於此種剖面積之變化而變化。於圖 7 (b)顯示能量分布。光束點 LS1 之能量分布係中央部之能量為平均(高帽型)，其兩端和緩變化之能量分布。兩端之和緩部分之寬度係相當於在鏡面 M1 之始端或終端通過雷射光束 LB2 之照射範圍期間被鏡面 M1 反射之雷射光束被照射至基板 G 上之範圍。因此，光束點 LS1 之兩端之能量分布和緩變化之部分之寬度會隨雷射光束 LB2 之光束徑變大而變大。之後以多邊形鏡 33 之各鏡面重複具有圖 7 (b)之能量分布之照射。

其次說明被照射至鏡面之光束徑較小之狀況。圖 8~圖 10 為顯示被照射至多邊形鏡 33 之鏡面之雷射光束 LB2 之光束徑較小時之多邊形鏡之旋轉角度與雷射光束之光路及光束點之關係之圖。

此狀態之光束徑係於調整新月形透鏡 31 之位置以使新月形透鏡 31 之焦點來到多邊形鏡 33 之鏡面 M1 附近時被實現。且此狀態之光束徑係於雷射切斷步驟時被使用。

於圖 8 (a)中，與圖 4 (a)同樣注意順時針方向旋轉中之多邊形鏡 33 之 2 個鏡面 M0、M1。鏡面 M0 為至前一瞬間皆有雷射光束 LB2 照射之鏡面。在旋轉進行，到達雷射光

束 LB2 對鏡面 M0 之照射即將結束之時間點後，雷射光束 LB2 被分割後同時被照射至鏡面 M0 之終端與次一鏡面 M1 之始端。圖 8 (c)為顯示被照射至鏡面 M0 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。又，圖 8 (d)為顯示被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。由於光束徑較小，故 2 個鏡面 M0、M1 同時被照射之範圍(從始端、終端至光束徑之範圍)比圖 4 之狀況小。

被照射至鏡面 M0、M1 之雷射光束之能量與圖 4 同樣隨被分割之雷射光束之剖面之面積比被分配。此時，在鏡面 M0 側被反射之雷射光束 LB3a 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之左端部分，對此部分給予能量。另外，在鏡面 M1 側被反射之雷射光束 LB3b 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之右端部分，對此部分給予能量。

圖 8 (b)為被照射至基板 G 之光束點 LS1 之位置之能量分布。亦即，由於被分割為雷射光束 LB3a、LB3b 後被照射，故被照射至基板 G 之能量亦被分為 2 部分，光束點 LS1 之兩端以分別對應於分割比之能量被加熱。

圖 9 (a)為旋轉繼續進行，雷射光束 LB2 被照射至鏡面 M1 之中央部分之狀態。此時，圓形剖面之雷射光束 LB2 僅被照射至 1 個鏡面 M1。圖 9 (c)為顯示被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。雷射光束 LB2 具有之圓形剖面之光束直接被照射。此時，在鏡面 M1 被反射之雷射光束 LB3c 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之中央，對此部分給予全部能量。

圖 9 (b)為此時被照射至基板 G 之光束點 LS1 之位置之能量分布。亦即，能量被施予基板 G 之光束點 LS1 之位置之中央部分，集中加熱此部分。

圖 10 為旋轉再繼續進行，雷射光束 LB2 被分割後同時被照射至鏡面 M1 之終端與次一鏡面 M2 之始端之狀態。圖 10 (c)為顯示被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。又，圖 10 (d)為顯示被照射至鏡面 M2 之雷射光束 LB2 之剖面形狀之圖。

被照射至鏡面 M1、M2 之雷射光束之能量與圖 6 時同樣隨被分割之雷射光束之剖面之面積比被分配。此時，在鏡面 M1 側被反射之雷射光束 LB3d 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之左端部分，對此部分給予能量。另外，在鏡面 M2 側被反射之雷射光束 LB3e 係照射玻璃基板 G 之光束點 LS1 之位置之右端部分，對此部分給予能量。

圖 10 (b)為此時被照射至基板 G 之光束點 LS1 之位置之能量分布。被照射至基板 G 之能量被分為 2 部分，光束點 LS1 之兩端以分別對應於分割比之能量被加熱。

之後，以高速旋轉之多邊形鏡 33 重複圖 8 至圖 10 之雷射照射，形成具有以圖 8 (b)、圖 9 (b)、圖 10 (b)顯示之能量分布疊加之能量分布之光束點 LS1。

圖 11 為顯示被照射至高速旋轉之鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀隨時間之變化與被鏡面 M1 照射至玻璃基板 G 之光束點 LS1 之能量分布之關係之圖。

由於被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之光束徑小，

故如圖 11 (a)所示，被照射之剖面積比以圖 7 (a)顯示之光束徑較大之狀況全體性變小，但能量密度提高。此外，如圖 11 (a)所示，被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀隨旋轉進行而變化。亦即，與圖 7 (a)同樣於鏡面 M1 之始端(與鏡面 M0 之境界)通過雷射光束 LB2 之照射範圍之期間及鏡面 M1 之終端(與鏡面 M2 之境界)通過雷射光束 LB2 之照射範圍之期間被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀為圓形剖面之一部缺乏之形狀，在此範圍內剖面積增加或減少。其間之雷射光束 LB2 之照射範圍全體被照射至鏡面 M1 之期間被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面形狀成為圓形剖面。

由於被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之光束徑小，故在鏡面 M1 之始端附近或終端附近被照射至鏡面 M1 之雷射光束 LB2 之剖面積變化之範圍之大小比圖 7 (a)小，剖面積劇烈增減。以鏡面 M1 形成於基板 G 上之光束點 LS1 之能量分布會對應於此剖面積之變化而變化。於圖 11 (b)顯示此時之光束點 LS1 之能量分布。另外，為便於比較，以實線表示光束徑較小時之能量分布，以一點鏈線表示光束徑較大時之能量分布(圖 7 (b)之能量分布)。

被照射之雷射光束 LB2 之光束徑越小，光束點 LS1 之能量分布便係能量變化之兩端之區域越短，光束點 LS1 全體之長度變短，成為能量平均之中央部之區域較長之高帽型之能量分布。

之後藉由多邊形鏡 33 之各鏡面以具有與鏡面 M1 同樣

之能量分布之光束點 LS1 重複照射。

如上述，僅調整新月形透鏡 31 之高度即可進行光束點之能量分布之調整。

另外，改變 新月形透鏡 31 之高度雖可調整被照射至基板 G 之光束點之能量分布，但此時光束點全體之長度亦會變化。

因此，在不希望使光束點之長軸長度在各步驟變化時，或反之於雷射切斷步驟希望將長軸之長度調整為更短時，與調整新月形透鏡 31 與多邊形鏡 33 之距離同時一體移動多邊形鏡 33、反射鏡 32，調整與基板 G 之距離並調整長軸長度。

藉此，以所欲之光束點形狀與所欲之能量分布進行加熱。

於雷射劃線步驟時，藉由照射具有能量平均之中央部之區域較長之高帽型之能量分布之光束點以短時間給予更大入熱量。

圖 12 為以示意方式顯示以本發明之加工法於雷射切斷步驟時欲形成之應力梯度之剖面圖。使光束點為高帽型之能量分布，從基板表層於短時間集中加熱，形成加熱區域 H。之後，於基板表層形成大壓縮應力 HR，受其影響而於基板內部有相反之拉伸應力 CR 發生。若於基板內部有以不久前之雷射劃線步驟產生之裂痕 Cr 存在，拉伸應力會集中於裂痕 Cr 之前端，其結果，裂痕 Cr 更深入滲透。又，裂痕 Cr 到達背面會使完全分斷。

(加工順序)

以下說明使用加工裝置 LC1 分斷基板 G 時之加工順序。圖 13 為根據本發明之基板加工方法之加工順序之流程圖。

首先，將基板 G 載置於旋轉平台 12 之上，以吸引夾頭固定。將旋轉平台 12 移動至攝影機 20、21 之下，以攝影機 20、21 檢測刻印於玻璃基板 G 之對準標記(不圖示)。基於該檢測結果記錄劃線預定線與旋轉平台 12、滑動平台 2、台座 7 之位置關係。之後作動旋轉平台 12 及滑動平台 2，使刀輪 18 之刃前緣方向與劃線預定線之方向並列，使刃前緣來到形成初期龜裂之位置之附近(S101)。將此時之位置做為加工開始位置記錄。

之後，作動升降機構 17 以降下刀輪 18。

移動旋轉平台 12 (台座 7)以壓接基板端刀輪 18。藉此形成初期龜裂 TR。形成初期龜裂 TR 後作動升降機構 17 以上升刀輪 18。

之後，將基板返回加工開始位置，作動雷射裝置 13 照射第一次之雷射光束。此時調整新月形透鏡 31 之位置，於多邊形鏡 33 之鏡面以較大之光束徑(參考圖 4~圖 7)入射。藉此使形成於基板 G 之光束點之能量分布為和緩上升之狀態之能量分布。又，從冷卻噴嘴 16 噴射冷煤。在此狀態下移動旋轉平台 12 (台座 7)，藉由沿劃線預定線掃描光束點及冷卻點形成劃線(S103)。

之後，將基板返回加工開始位置，照射第二次之雷射

光束。此時使新月形透鏡 31 比第一次之照射時遠離反射鏡 32，縮小射入多邊形鏡 33 之鏡面之光束徑(參考圖 8~圖 11)。藉此，形成於基板 G 之光束點之能量分布急遽上升，使其為比第一次更高帽型之能量分布。冷卻噴嘴 16 雖可繼續噴射，但由於並非必要，故在此停止。在此狀態下移動旋轉平台 12 (台座 7)，沿以前次之掃描形成之劃線掃描具有高帽型之能量分布之光束點。藉此，形成有劃線之裂痕深入滲透，到達基板背面後被完全分斷(S104)。

以此方式形成之劃線為非常優良之加工剖面，端面強度亦變強。

本發明可利用於對玻璃基板等脆性材料基板形成較深劃線或完全分斷之加工。

【圖式簡單說明】

圖 1 為實施本發明之基板加工方法時被使用之基板加工裝置之一例之概略構成圖。

圖 2 為顯示圖 1 之基板加工裝置之控制系統之方塊圖。

圖 3 為顯示光路調整機構 14 之動作例之圖。

圖 4 為顯示光束徑較大時之多邊形鏡之旋轉角度與雷射光束之光路及光束點之關係之圖(被照射於一個鏡面之始端附近之狀況)。

圖 5 為顯示光束徑較大時之多邊形鏡之旋轉角度與雷射光束之光路及光束點之關係之圖(被照射於一個鏡面之中央之狀況)。

圖 6 為顯示光束徑較大時之多邊形鏡之旋轉角度與雷射光束之光路及光束點之關係之圖(被照射於一個鏡面之終端附近之狀況)。

圖 7 為顯示光束徑較大時，被照射至高速旋轉之鏡面之雷射光束之剖面形狀隨時間之變化與被鏡面照射至玻璃基板 G 之光束點之能量分布之關係之圖。

圖 8 為顯示光束徑較小時之多邊形鏡之旋轉角度與雷射光束之光路及光束點之關係之圖(被照射於一個鏡面之始端附近之狀況)。

圖 9 為顯示光束徑較小時之多邊形鏡之旋轉角度與雷射光束之光路及光束點之關係之圖(被照射於一個鏡面之始端附近之狀況)。

圖 10 為顯示光束徑較小時之多邊形鏡之旋轉角度與雷射光束之光路及光束點之關係之圖(被照射於一個鏡面之始端附近之狀況)。

圖 11 為顯示光束徑較小時，被照射至高速旋轉之鏡面之雷射光束之剖面形狀隨時間之變化與被鏡面照射至玻璃基板 G 之光束點之能量分布之關係之圖。

圖 12 為以示意方式顯示於雷射切斷步驟時欲形成之應力梯度之剖面圖。

圖 13 為根據本發明之基板加工方法之加工順序之流程圖。

圖 14 為以示意方式顯示形成有限深度之裂痕之機制之剖面圖。

圖 15 為以示意方式顯示形成全切線之機制之立體圖及平面圖。

圖 16 為顯示在基板端產生之先行現象之圖。

【主要元件符號說明】

2	滑動平台
7	台座
12	旋轉平台
13	雷射裝置
16	冷卻噴嘴
17	升降機構
18	刀輪
31	新月形透鏡
32	反射鏡
33	多邊形鏡
G	玻璃基板(脆性材料基板)
Cr	裂痕
Tr	初期龜裂

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：98111342

※申請日：98.4.6 ※IPC 分類：B23K 26/38 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

脆性材料基板之加工方法

二、中文發明摘要：

提供可安定實行完全分斷基板或形成較深之劃線之加工之脆性材料基板之加工方法。

由使第一次雷射照射產生之第一光束點相對移動加熱基板並冷卻第一光束點剛通過之部位以形成劃線之雷射劃線步驟、使第二次雷射照射產生之第二光束點沿前述劃線相對移動以使前述劃線更深入滲透或完全分斷之雷射切斷步驟構成，調整為雷射切斷步驟時射入多邊形鏡之雷射光束徑小於雷射劃線步驟時射入之雷射光束徑後，使第二光束點之能量分布比第一光束點之能量分布光束更高帽型後照射。

三、英文發明摘要：

(無)

七、申請專利範圍：

1、一種脆性材料基板之加工方法，係以高速旋轉之多邊形鏡重複反射從雷射光源射出之雷射光束以於脆性材料基板形成光束點，沿於前述基板設定之劃線預定線相對移動前述光束點以加工前述基板，其特徵在於：

此加工方法由下述步驟構成

使第一次雷射照射產生之第一光束點沿劃線預定線相對移動加熱基板，並立即冷卻第一光束點通過後之部位，據以產生於深度方向變化之應力梯度以形成有限深度之劃線之雷射劃線步驟；以及

使第二次雷射照射產生之第二光束點沿前述劃線相對移動，以使前述劃線更深入滲透、或完全分斷之雷射切斷步驟：

前述雷射切斷步驟時射入多邊形鏡之雷射光束徑，係調整為小於雷射劃線步驟時射入之雷射光束徑後進行照射。

2、如申請專利範圍第 1 項之脆性材料基板之加工方法，其中，變更設於雷射光源與多邊形鏡之間之雷射光束之光路上之聚光光學元件之位置，以調整射入多邊形鏡之雷射光束徑。

3、如申請專利範圍第 2 項之脆性材料基板之加工方法，其中，於雷射切斷步驟時將多邊形鏡調整為接近至前述聚光光學元件之焦點位置附近。

4、如申請專利範圍第 2 或 3 項之脆性材料基板之加工

方法，其中，同時調整聚光光學元件之位置、以及多邊形鏡與基板之間之距離。

八、圖式：

（如次頁）

方法，其中，同時調整聚光光學元件之位置、以及多邊形鏡與基板之間之距離。

八、圖式：

（如次頁）

圖1

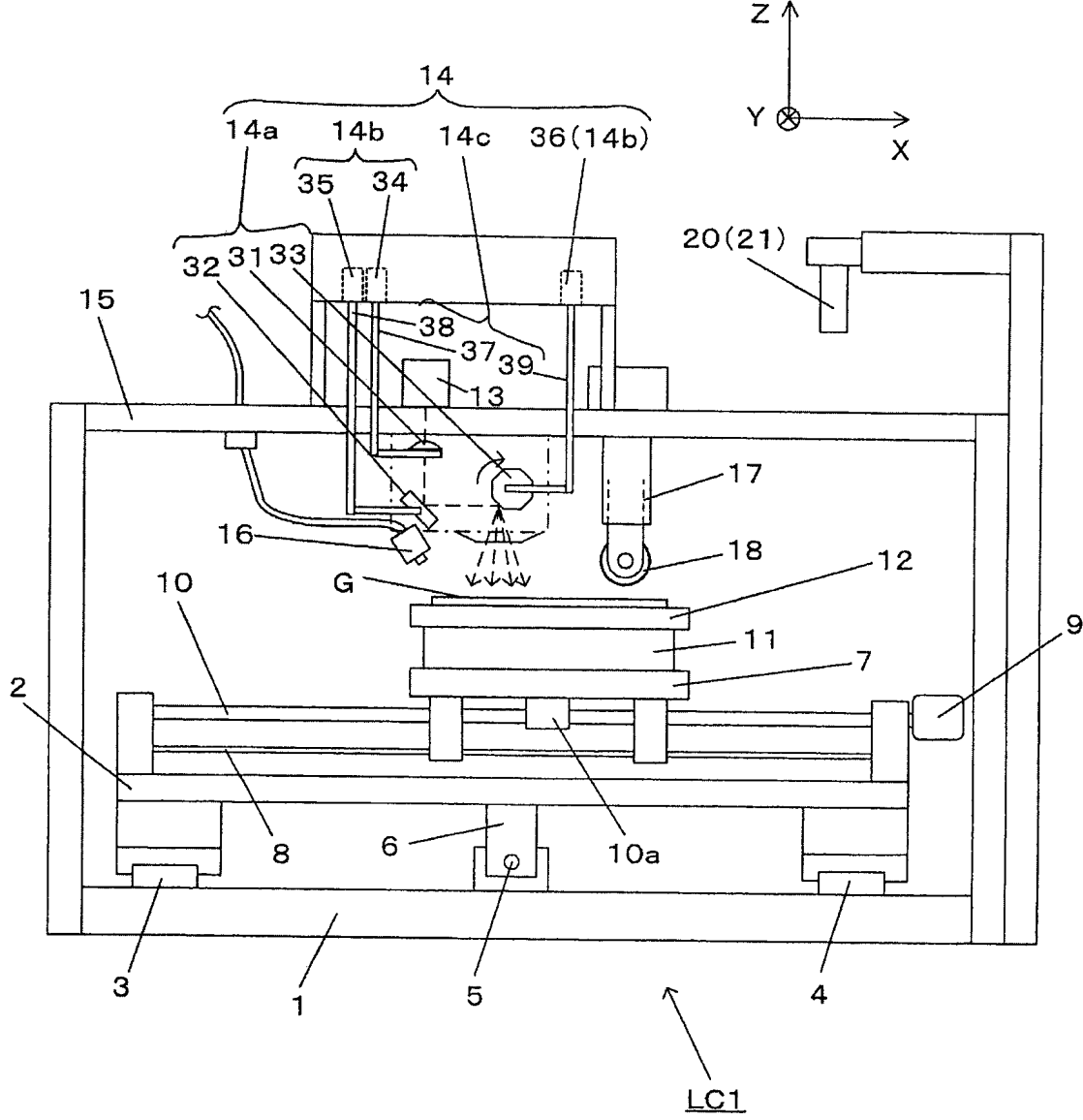


圖2

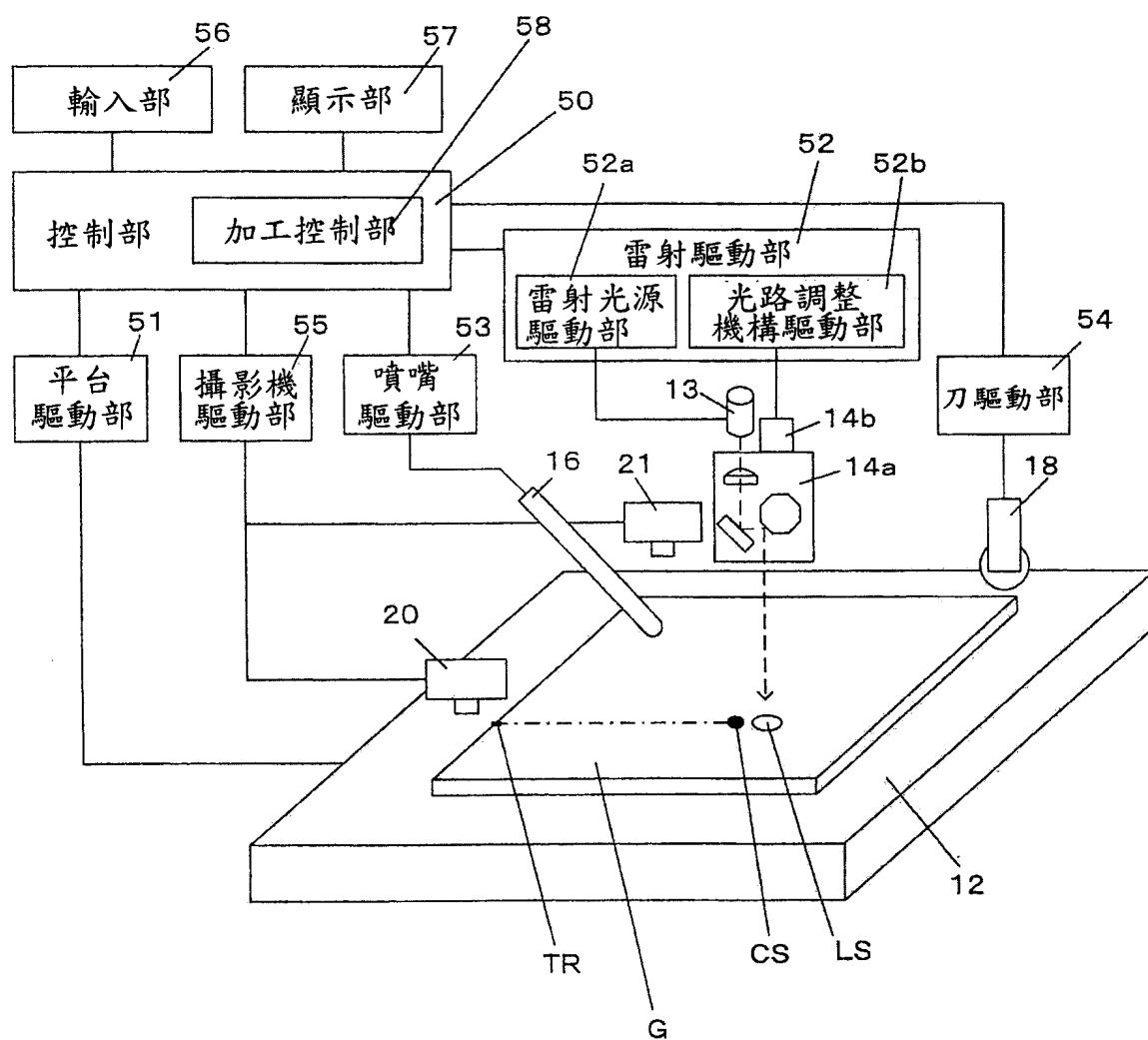


圖3

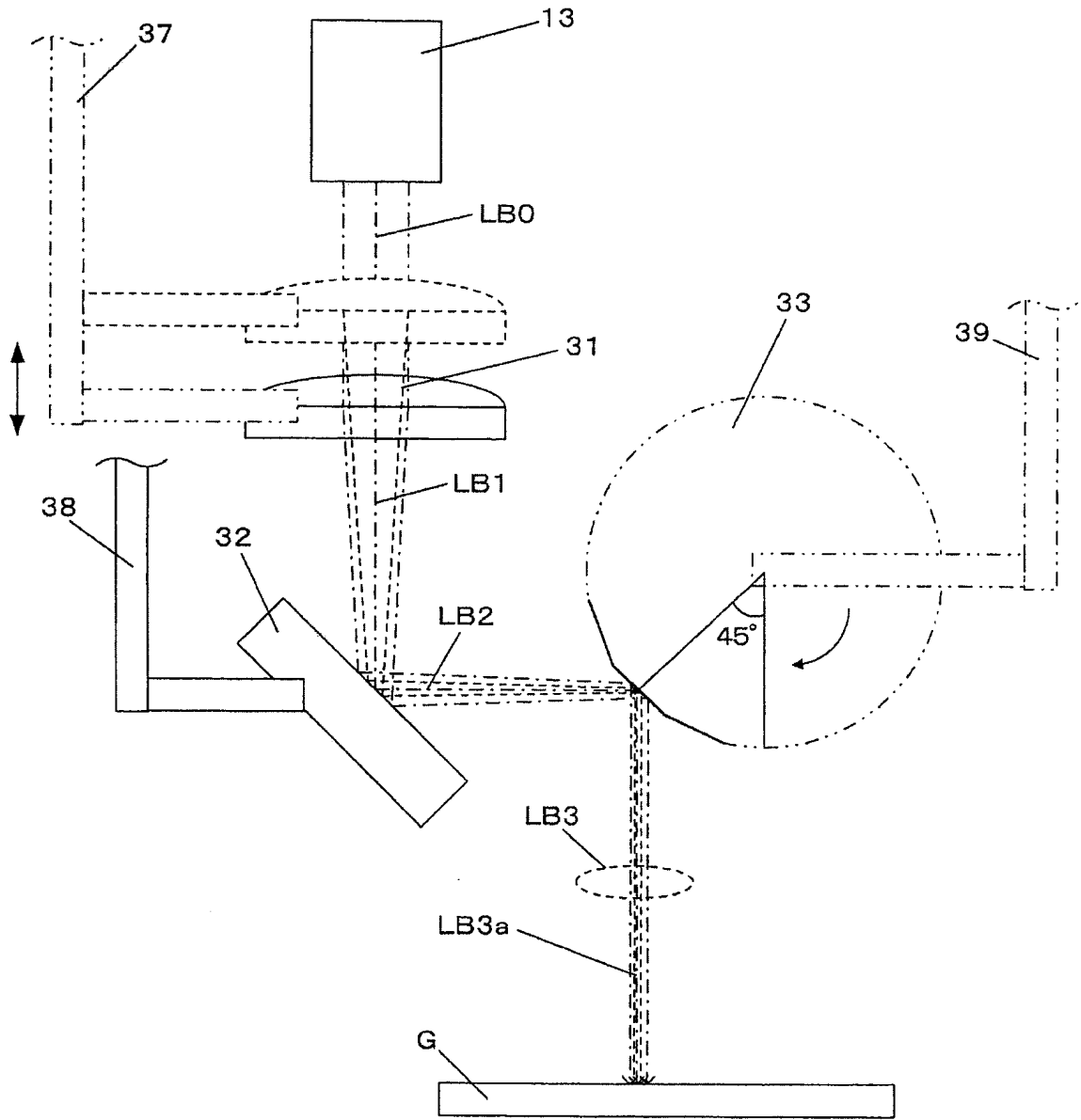


圖4

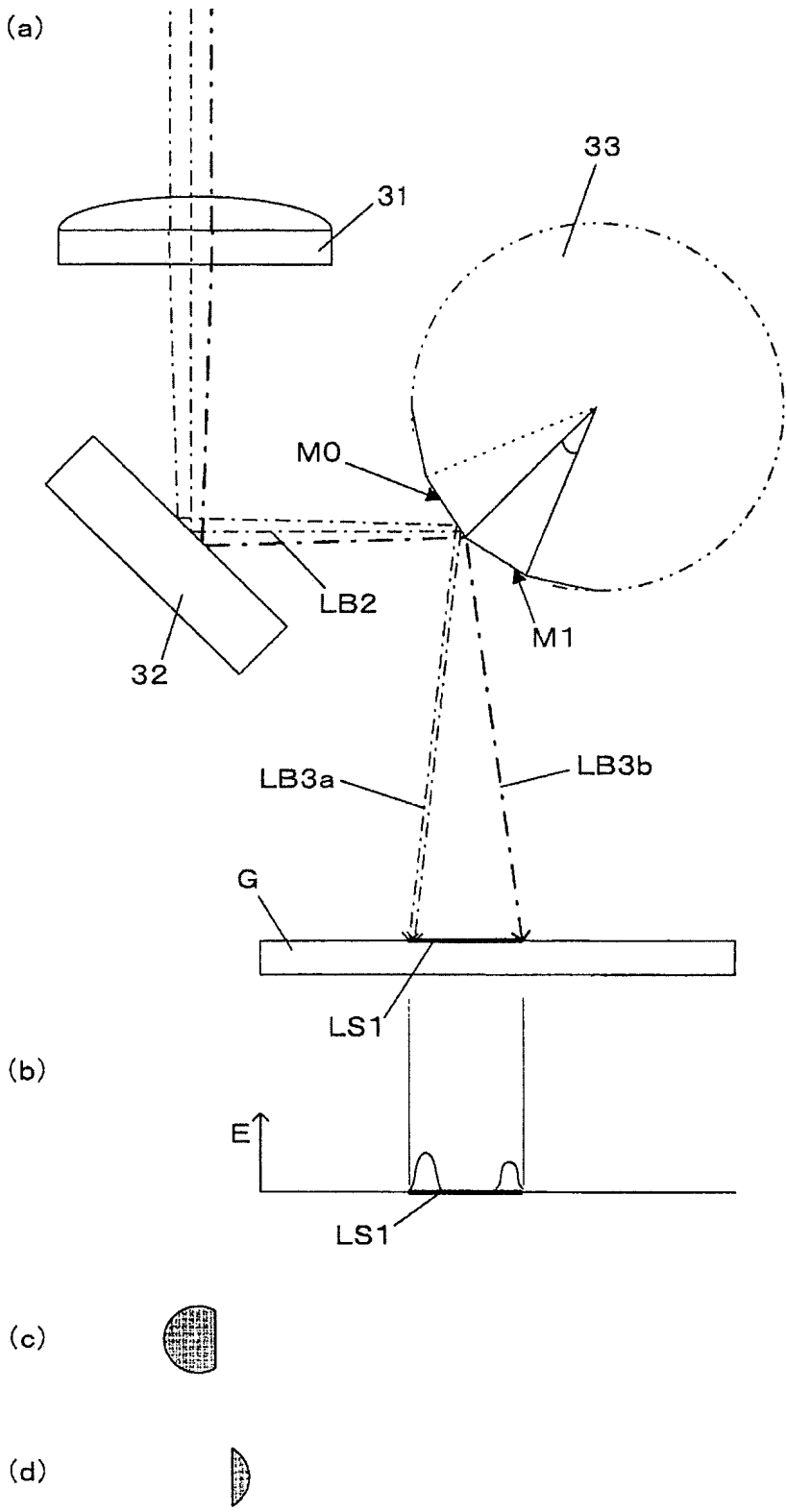


圖5

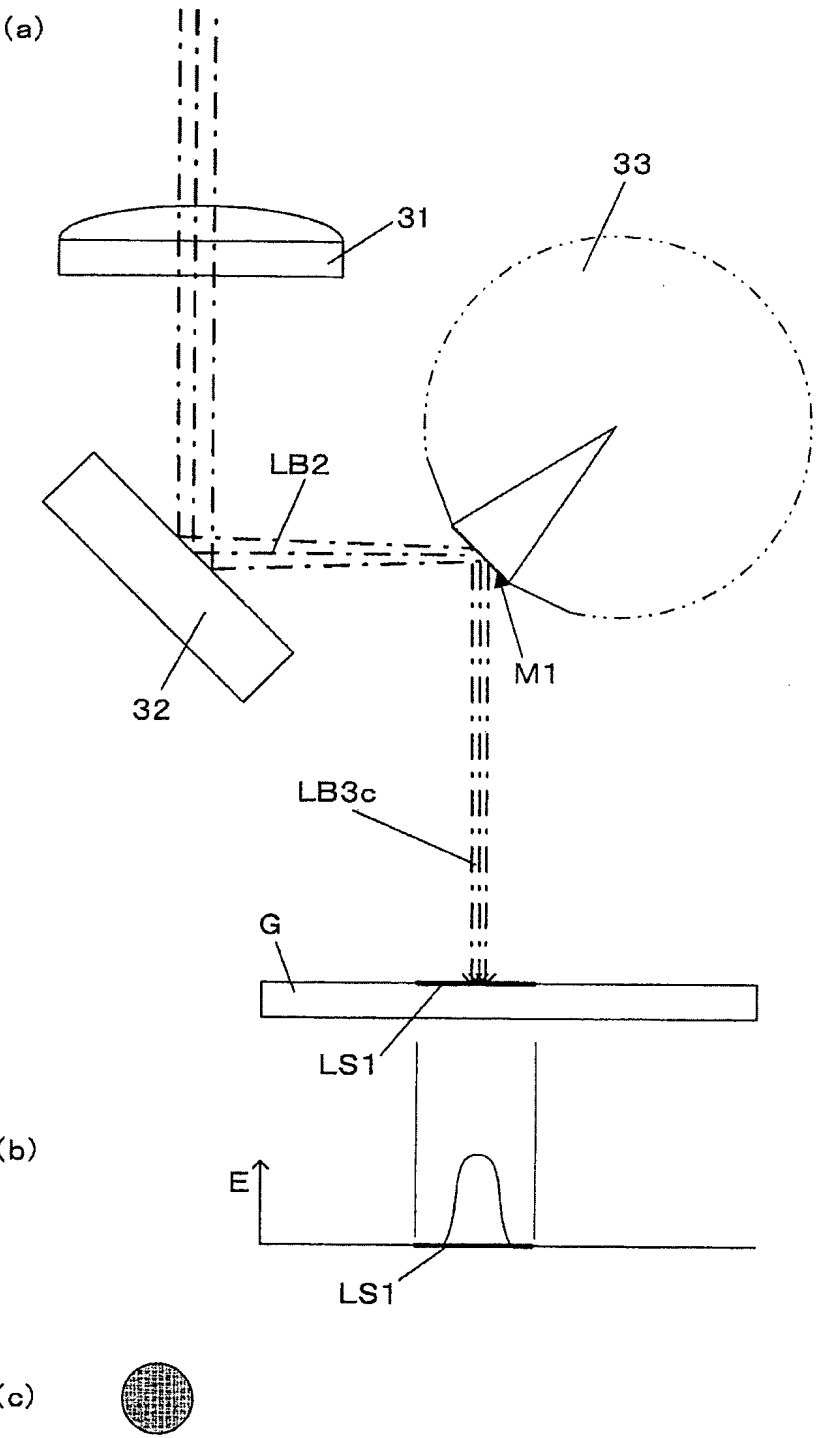
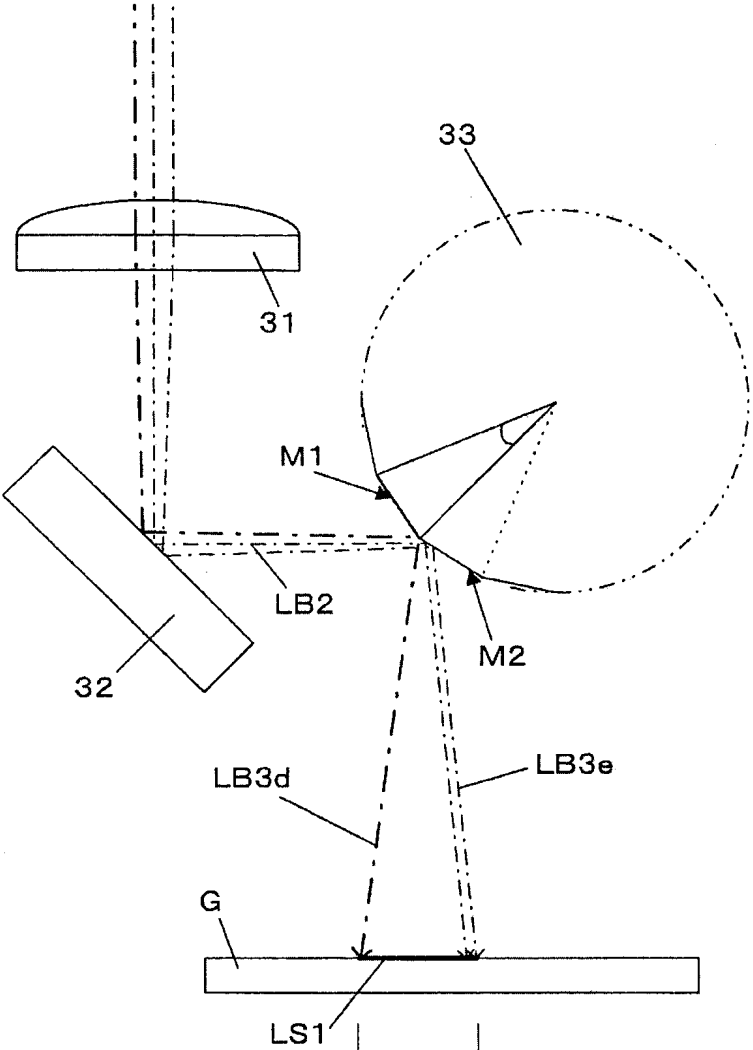
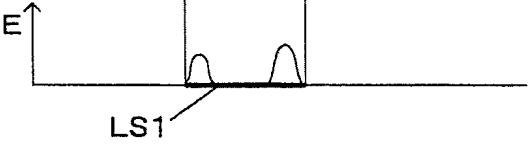


圖6

(a)



(b)



(c)



(d)



圖 7

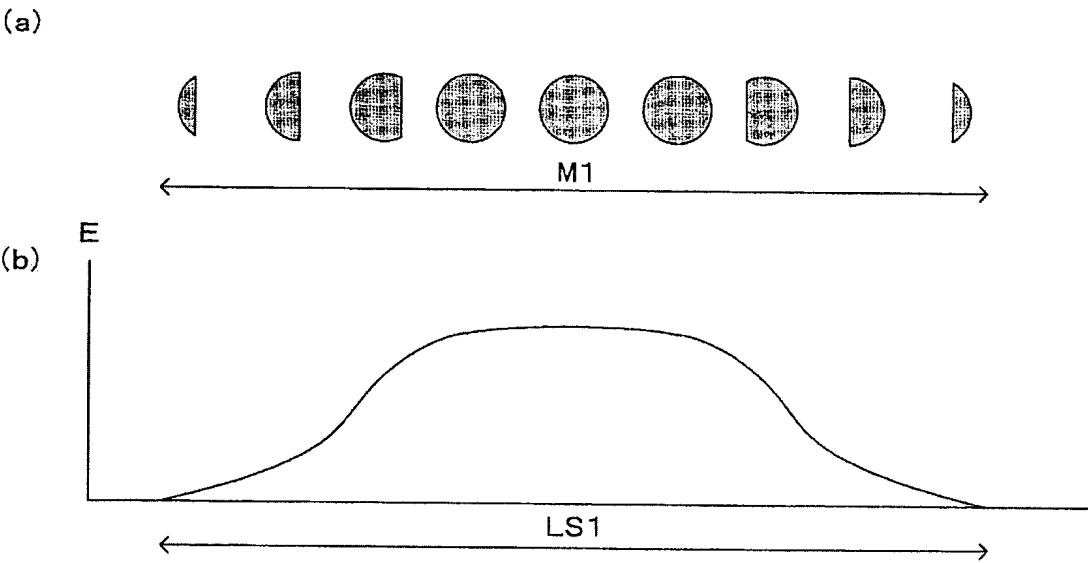


圖8

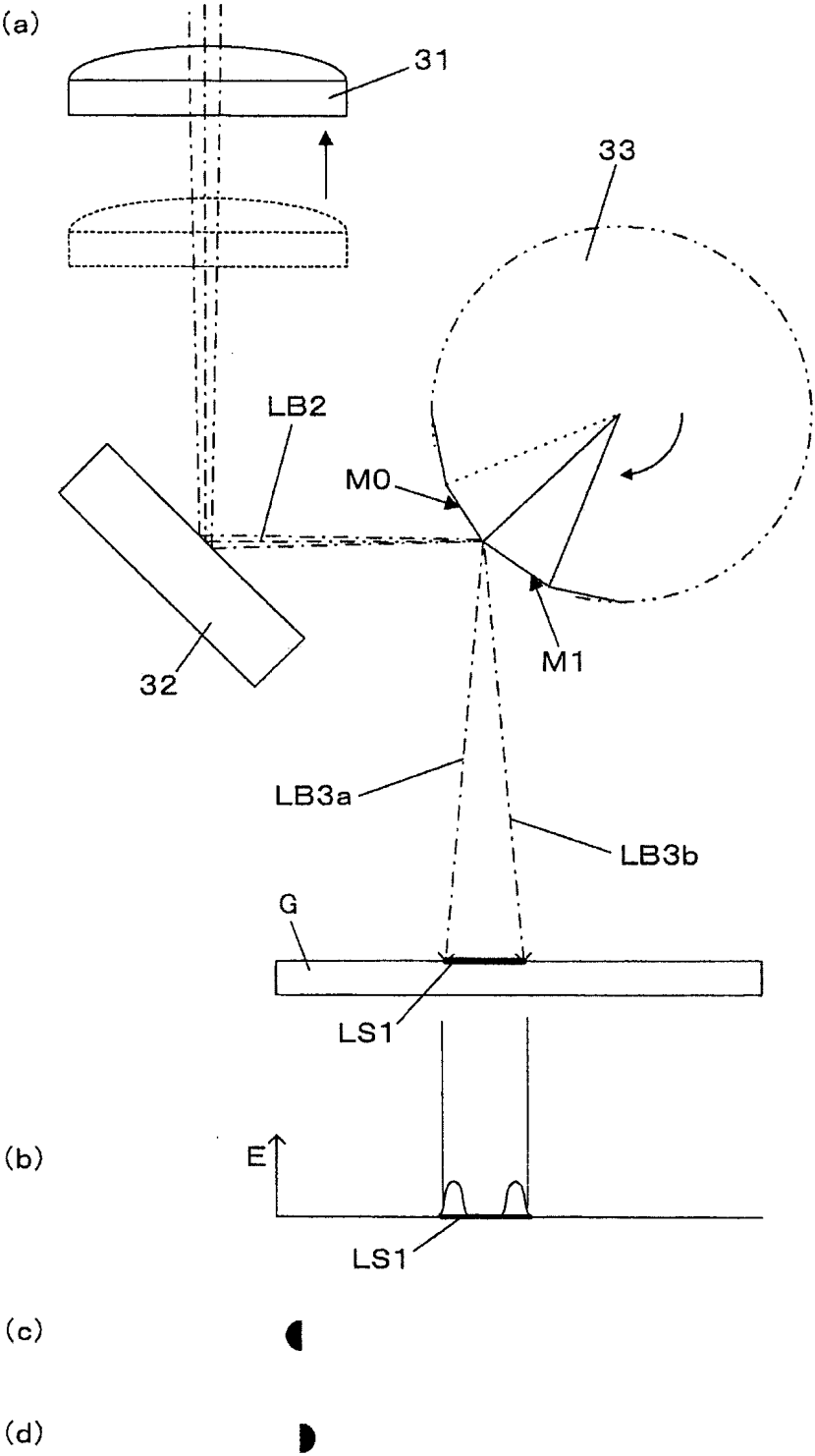


圖9

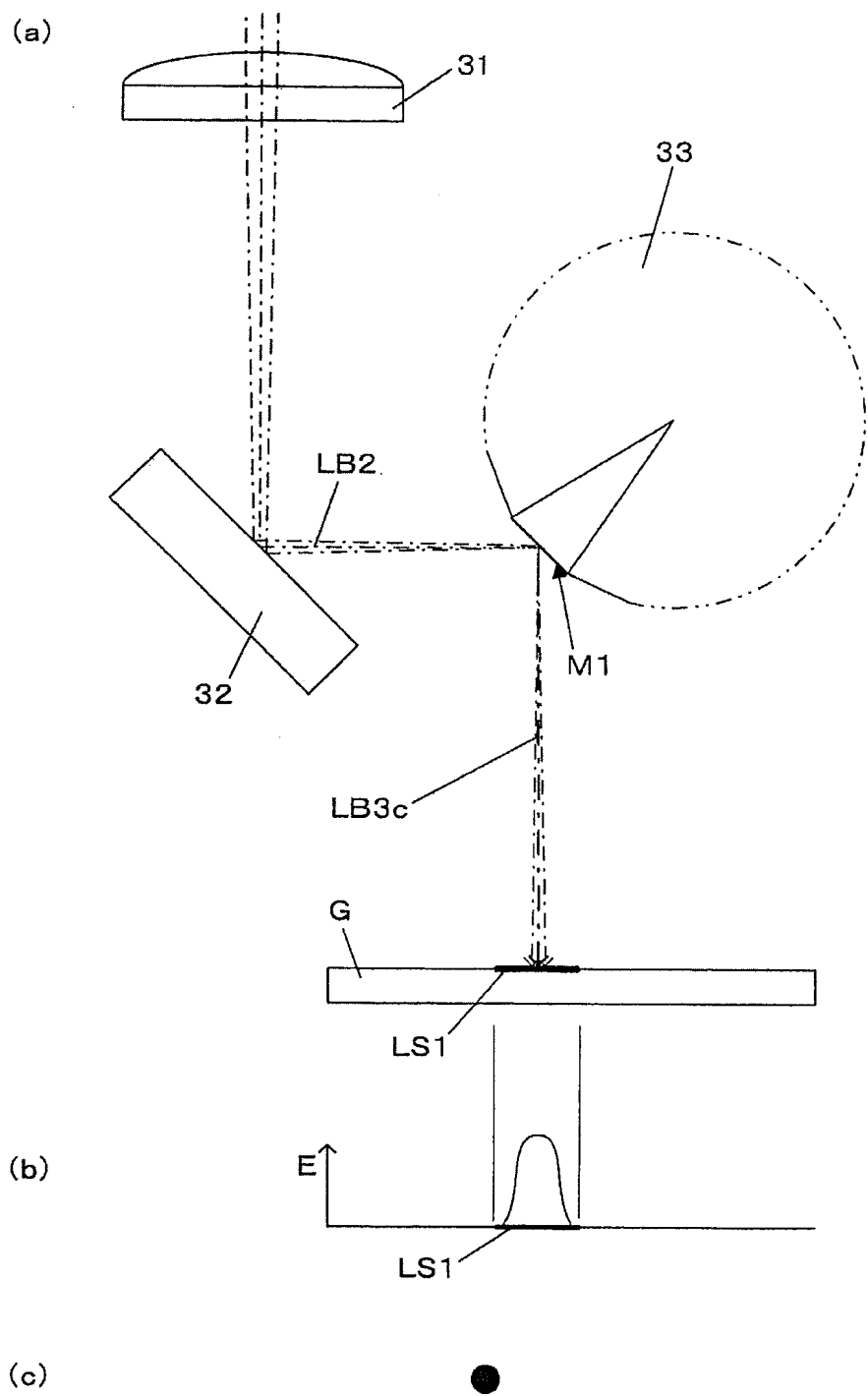


圖10

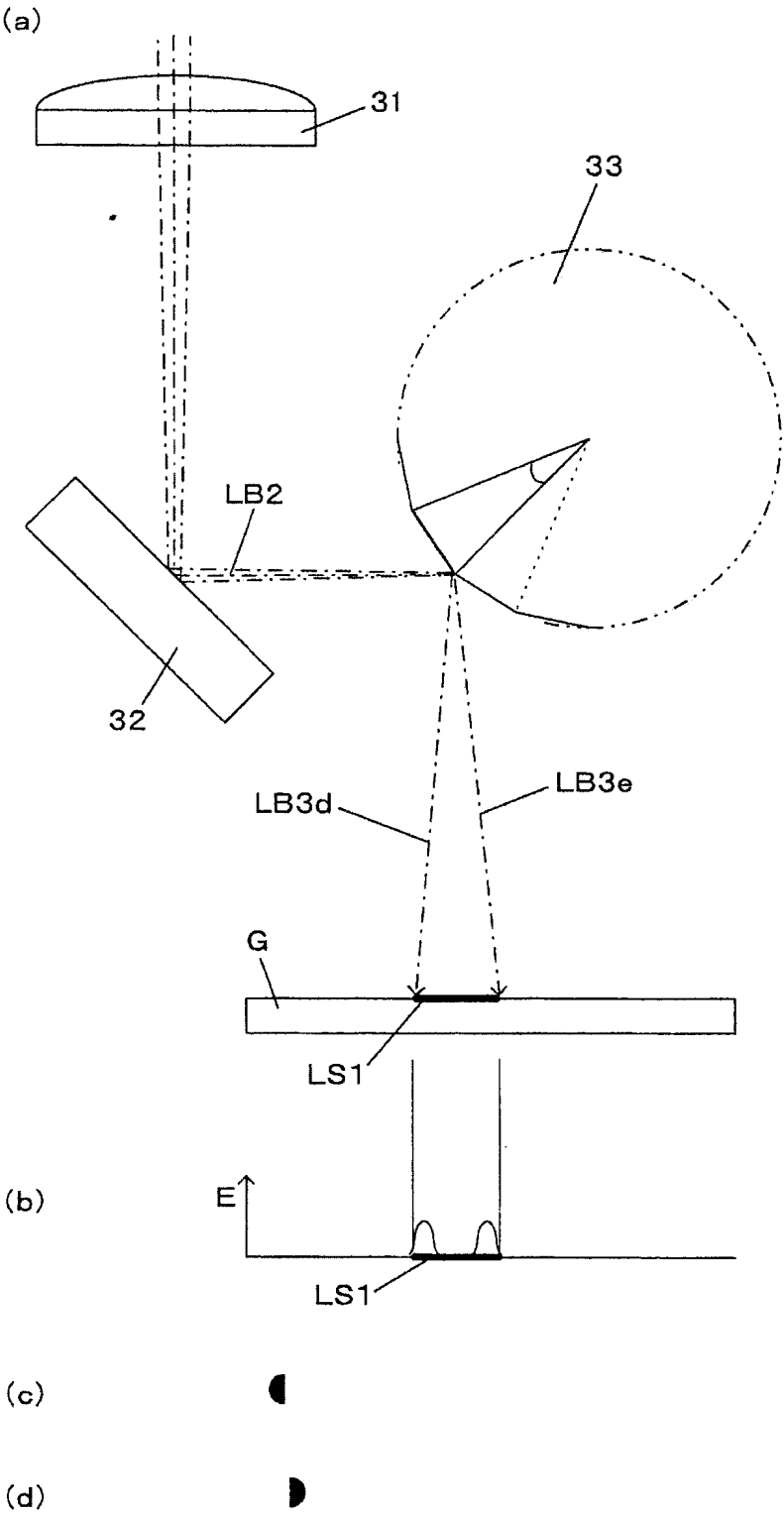


圖11

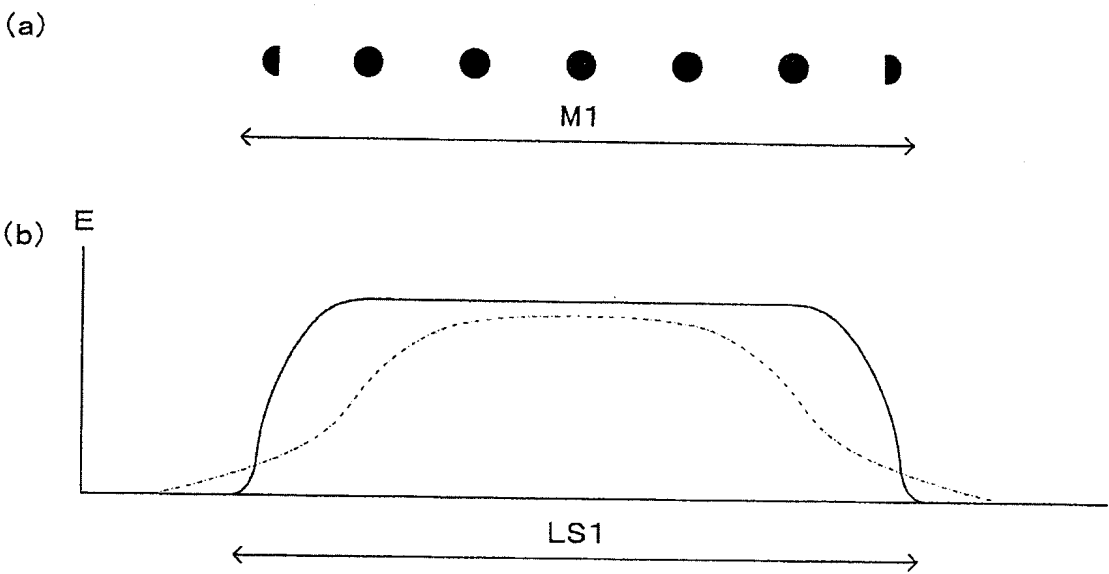


圖12

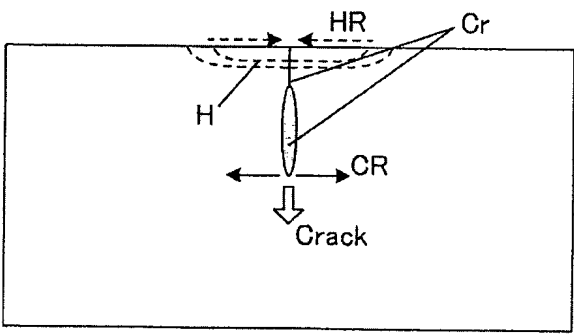


圖13

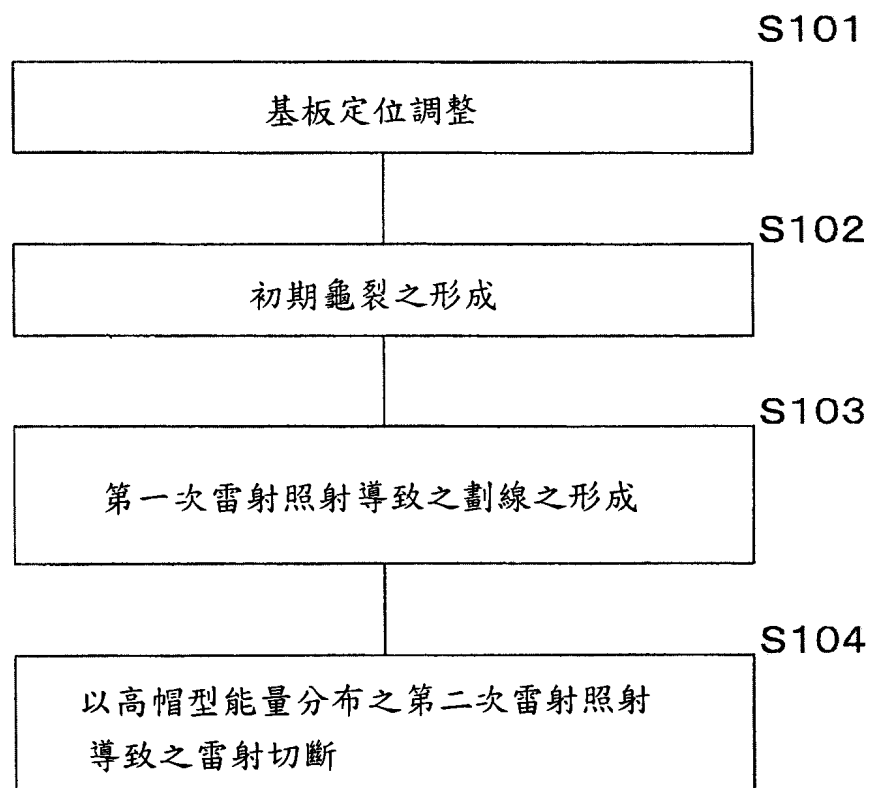
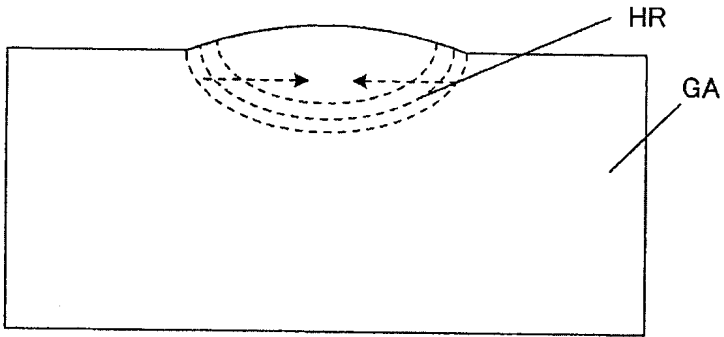
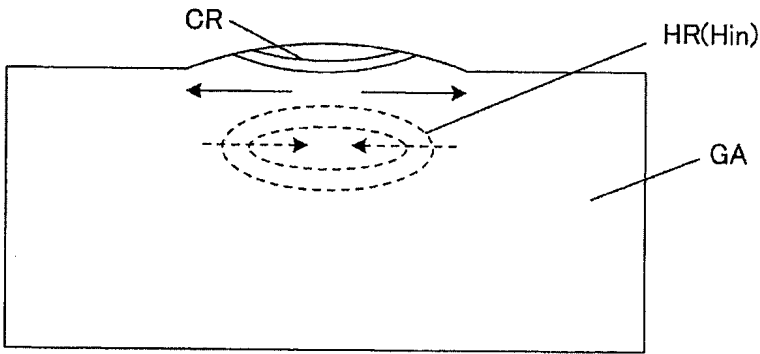


圖14

(a)



(b)



(c)

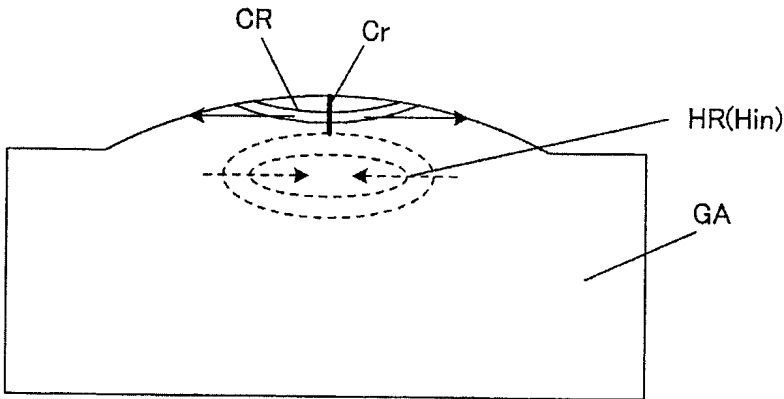


圖15

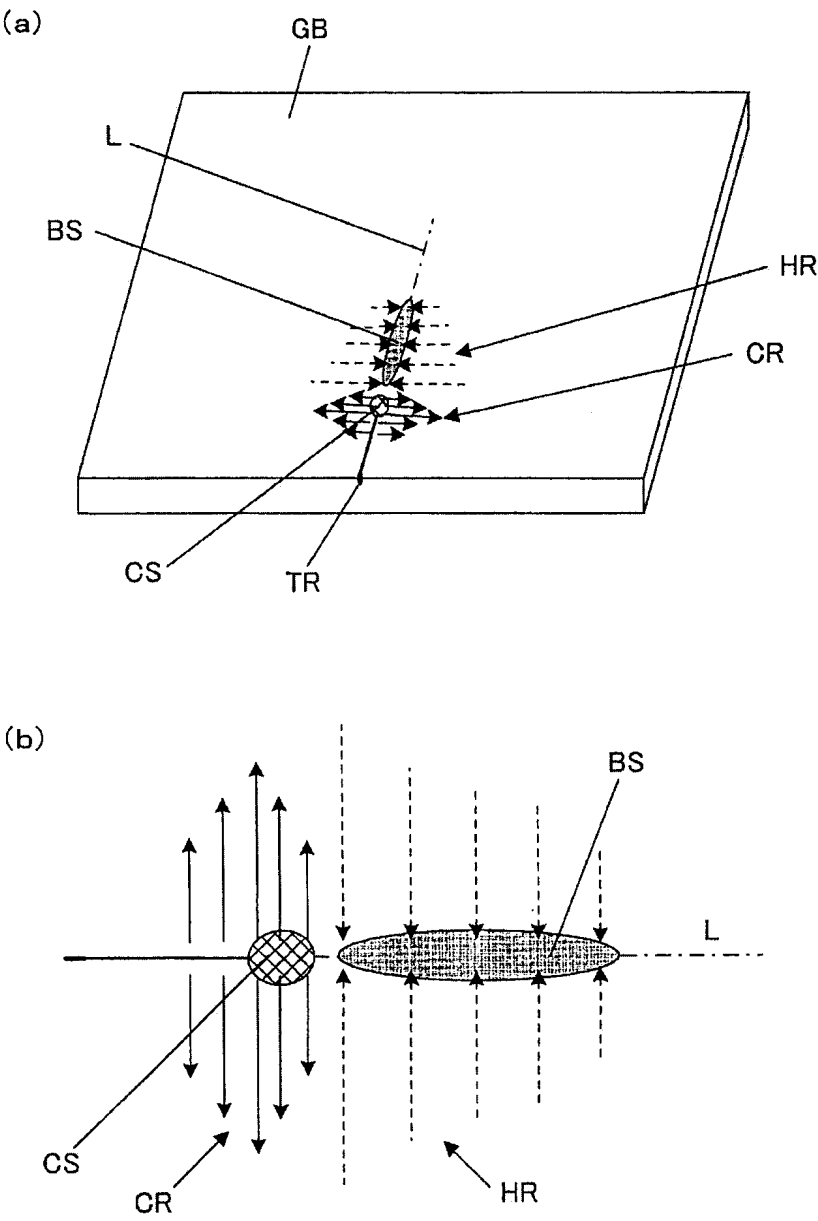
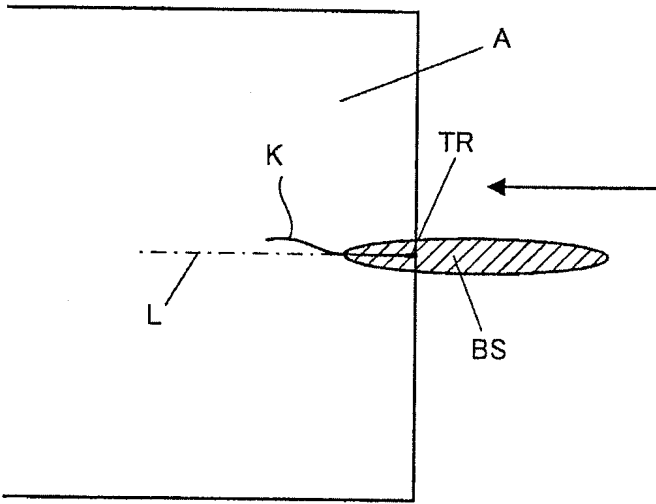


圖16



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 13 ）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：

（無）