



(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 I609732 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：102101797

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 17 日

(51)Int. Cl. : B23K26/03 (2006.01)

G01N21/73 (2006.01)

H01L21/67 (2006.01)

(30)優先權：2012/02/09 日本

2012-026265

(71)申請人：迪思科股份有限公司 (日本) DISCO CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：森數洋司 MORIKAZU, HIROSHI (JP)

(74)代理人：惲軼群；陳文郎

(56)參考文獻：

TW I408023

審查人員：楊季璋

申請專利範圍項數：2 項 圖式數：11 共 42 頁

(54)名稱

雷射加工裝置

(57)摘要

本發明係提供一種雷射加工裝置，其係可在連接第 1 材料形成之第 1 構件及第 2 材料形成之第 2 構件所構成的被加工物上，不熔融第 2 構件而形成由第 1 構件到達第 2 構件之雷射加工孔。一種雷射加工裝置，包含有：被加工物保持機構，係用以保持被加工物者；雷射光線照射機構，係用以對保持於該被加工物保持機構之被加工物照射脈衝雷射光線者；電漿檢測機構，係用以檢測藉由將脈衝雷射光線從該雷射光線照射機構照射至被加工物所產生之電漿之波長者；及控制機構，係根據來自該電漿檢測機構之檢測訊號控制該雷射光線照射機構者，且，該電漿檢測機構係包含有：光束分離器，係將電漿光分支為第 1 路徑及第 2 路徑；第 1 帶通濾波器，係配設於該第 1 路徑而僅使第 1 材料所發出之電漿之波長通過；第 1 光偵測器，係接收通過該第 1 帶通濾波器之光並將光強度訊號輸出至該控制機構；第 2 帶通濾波器，係配設於該第 2 路徑而僅使第 2 材料所發出之電漿之波長通過；及第 2 光偵測器，係接收通過該第 2 帶通濾波器之光並將光強度訊號輸出至該控制機構，而該控制機構，係當作動該雷射光線照射機構於被加工物照射脈衝雷射光線，而實施由被加工物之第 1 構件到達第 2 構件之雷射加工時，根據由該第 1 光偵測器及該第 2 光偵測器所輸出之光強度訊號，進行控制，俾於由該第 1 光偵測器輸出之光強度下降且由該第 2 光偵測器所輸出之光強度上升超過峰值的時候，停止雷射光線之照射。

指定代表圖：

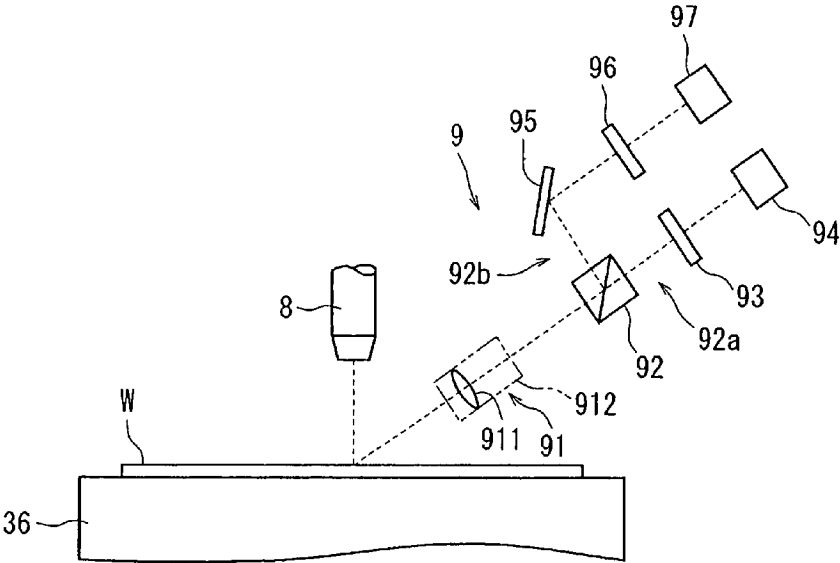


圖3

符號簡單說明：

- 8 . . . 聚光器
- 9 . . . 電漿檢測機構
- 36 . . . 夾頭台
- 91 . . . 電漿接收機構
- 92 . . . 光束分離器
- 92a . . . 第 1 光路
- 92b . . . 第 2 光路
- 93 . . . 第 1 帶通濾波器
- 94 . . . 第 1 光偵測器
- 95 . . . 方向轉換鏡
- 96 . . . 第 2 帶通濾波器
- 97 . . . 第 2 光偵測器
- 911 . . . 聚光透鏡
- 912 . . . 透鏡外殼
- W . . . 被加工物

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

雷射加工裝置

【技術領域】

發明領域

[0001] 本發明係關於一種雷射加工裝置，其係可應用於在連接第1材料形成之第1構件與第2材料形成之第2構件所構成之被加工物上，形成由第1構件到達第2構件之雷射加工孔。

【先前技術】

發明背景

[0002] 半導體元件之製造程序中，在大致呈圓板形狀之半導體晶圓之表面藉由佈局成格子狀之稱為街線之分割預定線劃分成複數領域，並於該經劃分之領域形成IC、LSI等元件。並且，將半導體晶圓沿著街線切斷藉此將形成有元件之領域分割以製造各個半導體晶圓。

[0003] 爲了達到裝置之小型化及高功能化，具體實現積層複數之元件，並連接設於所積層之元件的焊盤之模組構造。該模組構造係構成爲於半導體晶圓之設有焊盤之處形成貫通孔(通孔)，並於該貫通孔(通孔)埋入與焊盤連接之鋁等導電性材料(例如參考專利文獻1)。

[0004] 上述設於半導體晶圓之貫通孔(通孔)，係以鑽頭形成。但，設於半導體晶圓之貫通孔(通孔)其直徑爲90～300

μm 這麼小，鑽頭所造成之穿孔有生產效率不佳之問題。

[0005] 爲了解決上述問題，提案有於基板之表面形成有複數元件且於該元件形成有焊盤之晶圓，由基板之背面側照射脈衝雷射光而有效率地形成到達焊盤之通孔的晶圓之穿孔方法(例如參考專利文獻2)。

[0006] 惟，雖然脈衝雷射光線細選擇對形成焊盤之金屬吸收率較低，而對形成基板之矽或鉍酸鋰等基板材料吸收率高之波長，但由基板之背面側照射脈衝雷射光線到達焊盤形成通孔時，難在形成於基板之通孔到達焊盤之時刻停止脈衝雷射光線之照射，而會產生焊盤熔融而開有凹穴之問題。

[0007] 下述爲了解決揭示於專利文獻2之晶圓之穿孔方法之問題，提案有一種雷射加工裝置，係藉雷射光線之照射將物質電漿化，並藉由檢測該電漿所發出之物質特有之頻譜來判定雷射光線已經到達金屬所形成之焊盤(例如參考專利文獻3)。

【先行技術文獻】

【專利文獻】

[0008]

【專利文獻1】特開2003-163323號公報

【專利文獻2】特開2007-67082號公報

【專利文獻3】特開2009-125756號公報

【發明內容】

發明概要

可使以脈衝雷射光線之照射形成於第1構件之細小孔洞到達第2構件而使第2構件完全露出且不會熔融。

【圖式簡單說明】

[0013] 圖1係依本發明之所構成之雷射加工裝置之透視圖。

圖2係圖1所示之雷射加工裝置所裝備之雷射光線照射機構之構成方塊圖。

圖3係圖1所示之雷射加工裝置所裝備之電漿檢測機構之構成方塊圖。

圖4係圖1所示之雷射加工裝置所裝備之控制機構之構成方塊圖。

圖5係做為被加工物之半導體晶圓之平面圖。

圖6係擴大顯示圖5所示之半導體晶圓之一部分之平面圖。

圖7係顯示圖5所示之半導體晶圓貼附於安裝在環狀框架之保護膠帶之表面之狀態之透視圖。

圖8係顯示與圖5所示之半導體晶圓保持於圖1所示之雷射加工裝置之夾頭台之預定位置之狀態之座標之關係的說明圖。

圖9(a)、(b)係以圖1所示之雷射加工裝置所實施之穿孔程序之說明圖。

圖10(a)、(b)係以圖1所示之雷射加工裝置所實施之穿孔程序之說明圖。

圖11(a)、(b)係顯示檢測於鉭酸鋰基板照射脈衝雷射光

線時產生之電漿之光強度的第1光偵測器之輸出電壓、及檢測於銅所形成之焊盤照射脈衝雷射光線時產生之電漿之光強度的第2光偵測器之輸出電壓的圖。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

[0014] 以下，就本發明之雷射加工裝置之較佳實施形態參考附圖加以進一步詳細說明。

[0015] 圖1係顯示依本發明所構成之雷射加工裝置之透視圖。圖1所示之雷射加工裝置係包含：靜止基台2；夾頭台機構3，係配設於該靜止基台2可朝以箭頭X所表示之加工輸送方向(X軸方向)移動而保持被加工物者；雷射光線照射單元支持機構4，係配設於靜止基台2可朝以與X軸方向正交之箭頭Y所示之分度輸送方向(Y軸方向)移動；及雷射光線照射單元5，係配設為可於該雷射光線照射單元支持機構4朝以箭頭Z所示之聚光點位置調整方向(Z軸方向)移動者。

[0016] 前述夾頭台機構3係包含有沿X軸方向平行設置於靜止基台2之一對引導軌道31、31、配設於該引導軌道31、31上可朝X軸方向移動之第1滑動塊32、配設於該第1滑動塊32上可朝Y軸方向移動之第2滑動塊33、以圓筒構件34支持於該第2滑動塊33上之桌蓋35、及作為被加工物保持機構之夾頭台36。該夾頭台36係具有由多孔材料形成之吸附夾頭361，且形成為藉由未圖示之吸引機構將被加工物即例如圓盤狀之半導體晶圓保持於吸附夾頭361上。如此構成之夾頭台36係藉由配設於圓筒構件34內之未圖示之脈衝馬

達旋轉。然而，於夾頭台36配設有用以固定後述之環狀框架之夾鉗362。

[0017] 前述第1滑動塊32於其下面設有與前述一對引導軌道31、31嵌合之一對被導引溝321、321，並且於其上面設有沿Y軸方向平行形成之一對導引軌道322、322。如此構成之第1滑動塊32係藉由使被引導溝321、321嵌合於一對引導軌道31、31，而構成爲可沿著一對引導軌道31、31朝X軸方向移動。圖示之實施形態之夾頭台機構3係具有用以使第1滑動塊32沿著一對引導軌道31、31朝X軸方向移動之X軸方向移動機構(加工輸送機構37)。該加工輸送機構37係包含有平行配設於前述一對之引導軌道31與31之間之公螺紋桿371、與用以旋轉趨動該公螺紋桿371之脈衝馬達372等之驅動源。公螺紋桿371其一端係可自由旋轉地支持於固定在前述靜止基台2之軸承塊373，而另一端係傳動連結於前述脈衝馬達372之輸出軸。而公螺紋桿371係與形成於由第1滑動塊32之中央部下面突出設置之未圖示之母螺紋塊的貫通母螺紋孔螺合。因此，藉由以脈衝馬達372將公螺紋桿371正轉或反轉驅動，可使第1滑動塊32沿著引導軌道31、31於X軸方向移動。

[0018] 雷射加工裝置係具有用以檢測前述夾頭台36之加工輸送量即X軸方向位置之X軸方向位置檢測機構374。該X軸方向位置檢測機構374係由沿著引導軌道31配設之線性標度374a、及配設於第1滑動塊32而與第1滑動塊32一起沿著線性標度374a移動之讀取頭374b所形成。該X軸方向位

置檢測機構374之讀取頭374b，於圖示之實施形態中係於每 $1\mu\text{m}$ 將1脈衝之脈衝訊號輸送至後述之控制機構。又後述之控制機構，係藉由計算已輸入之脈衝訊號來檢測出夾頭台36之加工輸送量即X軸方向之位置。而當使用脈衝馬達372來作為前述加工輸送機構37之驅動源時，亦可藉由計算對脈衝馬達372輸出驅動訊號之後述控制機構之驅動脈衝，來檢測出夾頭台36之加工輸送量即X軸方向之位置。又，當使用伺服馬達來作為前述加工輸送機構37之驅動源時，將用以檢測伺服馬達之旋轉數之旋轉編碼器所輸出之脈衝訊號輸送至後述控制機構，並藉由計算控制機構所輸入之脈衝訊號來檢測出夾頭台36之加工輸送量即X軸方向之位置亦可。

[0019] 前述第2滑動塊33，於其下面係設有與設於前述第1滑動塊32上面之一對引導軌道322、322嵌合之一對被引導溝331、331，且構成爲藉由將該被引導溝331、331嵌合於一對引導軌道322、322可於Y軸方向移動。圖示之實施形態中夾頭台機構3係具有用以使第2滑動塊33沿著設於第1滑動塊32之一對引導軌道322、322於Y軸方向移動之第1Y軸方向移動機構(第1分度輸送機構38)。該第1分度輸送機構38係包含有平行配設於前述一對引導軌道322、322之間之公螺紋桿381、及用以旋轉驅動該公螺紋桿381之脈衝馬達382等驅動源。公螺紋桿381，其一端係可自由旋轉地支持於固定在前述第1滑動塊32上面之軸承塊383，而另一端係傳動連結前述脈衝馬達382之輸出軸。而，公螺紋桿381係與形

成於由第2滑動塊33之中央部下面突出設置之未圖示之母螺紋塊的貫通母螺紋孔螺合。因此，藉由以脈衝馬達382將公螺紋桿381正轉或反轉驅動，可使第2滑動塊33沿著引導軌道322、322於Y軸方向移動。

[0020] 雷射加工裝置係具有用以檢測前述第2滑動塊33之分度加工輸送量即Y軸方向位置之Y軸方向位置檢測機構384。該Y軸方向位置檢測機構384係由沿著引導軌道322配設之線性標度384a、及配設於第2滑動塊33而與第2滑動塊33一起沿著線性標度384a移動之讀取頭384b所形成。該Y軸方向位置檢測機構384之讀取頭384b，於圖示之實施形態中係於每1 μ m將1脈衝之脈衝訊號輸送至後述之控制機構。又後述之控制機構，係藉由計算已輸入之脈衝訊號來檢測出夾頭台36之分度加工輸送量即Y軸方向之位置。而當使用脈衝馬達382來作為前述第1分度輸送機構38之驅動源時，亦可藉由計算對脈衝馬達382輸出驅動訊號之後述控制機構之驅動脈衝，來檢測出夾頭台36之分度加工輸送量即Y軸方向之位置。又，當使用伺服馬達來作為前述第1分度輸送機構38之驅動源時，將用以檢測伺服馬達之旋轉數之旋轉編碼器所輸出之脈衝訊號輸送至後述控制機構，並藉由計算控制機構所輸入之脈衝訊號來檢測出夾頭台36之分度加工輸送量即Y軸方向之位置亦可。

[0021] 前述雷射光線照射單元支持機構4係具有沿Y軸方向平行配設於靜止基台2之一對引導軌道41、41、及於該引導軌道41、41上配設為可於以箭頭Y所示之方向移動之可

動支持基台42。該可動支持基台42係由配設於引導軌道41、41上而可移動之移動支持部421、及安裝於該移動支持部421之安裝部422所形成。安裝部422係於一側面平行設有朝Z軸方向延伸之一對引導軌道423、423。圖示之實施形態中雷射光線照射單元支持機構4係具有用以使可動支持基台42沿一對引導軌道41、41於Y軸方向移動之第2Y軸方向移動機構(第2分度輸送機構43)。該第2分度輸送機構43係包含有平行配設於前述一對引導軌道41、41之間之公螺紋桿431、及用以旋轉驅動該公螺紋桿431之脈衝馬達432等之驅動源。公螺紋桿431，其一端係可旋轉地支持於固定在靜止基台2之未圖示之軸承塊，而另一端係傳動連結前述脈衝馬達432之輸出軸。而公螺紋桿431，係與形成於由構成可動支持基台42之移動支持部421之中央部下面突出設置之未圖示之母螺紋塊的貫通母螺紋孔螺合。因此，藉由以脈衝馬達432將公螺紋桿431正轉或反轉驅動，可使可動支持基台42沿著引導軌道41、41於Y軸方向移動。

[0022] 雷射光線照射單元5係具有單元保持器51、及安裝於該單元保持器51之雷射光線照射機構52。單元保持器51係設有可滑動地嵌合於設在前述安裝部422之一對引導軌道423、423之一對被引導溝511、511，並且藉由將該被引導溝511、511嵌合於前述引導軌道423、423支持為可朝Z軸方向移動。

[0023] 雷射光線照射單元5係具有用以使單元保持器51沿著一對引導軌道423、423於Z軸方向移動之Z軸方向移動

機構(聚光點位置調整機構53)。聚光點位置調整機構53係包含有配設於一對引導軌道423、423之間之公螺紋桿(未圖示)、及用以旋轉驅動該公螺紋桿之脈衝馬達532等之驅動源，並且藉由以脈衝馬達532正轉及逆轉驅動未圖示之公螺紋桿，來使單元保持器51及雷射光線照射機構52沿著引導軌道423、423於Z軸方向移動。而圖示之實施形態中係成為藉由使脈衝馬達532正轉驅動來將雷射光線照射機構52朝上方移動，藉由使脈衝馬達532逆轉移動來將雷射光線照射機構52朝下方移動。

[0024] 前述雷射光線照射機構52係包含有實際上水平配置之圓筒形狀之殼體521、如圖2所示配設於殼體521內之脈衝雷射光線振盪機構6、作為將脈衝雷射光線振盪機構6所振盪之雷射光線之光路偏向至加工輸送方向(X軸方向)之光偏向機構的聲光偏向機構7、以及將通過該聲光偏向機構7之脈衝雷射光線照射至保持於前述夾頭台36之被加工物W的聚光器8。

[0025] 前述脈衝雷射光線振盪機構6係由已YAG雷射振盪器或YVO4雷射振盪器所形成之脈衝雷射光線振盪器61、以及其附設之反覆頻率設定機構62所構成。脈衝雷射光線振盪器61係振盪出經反覆頻率設定機構62設定預定頻率之脈衝雷射光線(LB)。反覆頻率設定機構62係設定脈衝雷射光線振盪器61所振盪之脈衝雷射光線之反覆頻率。該等脈衝雷射光線振盪機構6之脈衝雷射光線振盪器61及反覆頻率設定機構62係由未圖示之後述控制機構加以控制。

[0026] 前述聲光偏向機構7係包含有：聲光元件71，係使雷射光線振盪機構6所振盪之雷射光線(LB)之光路朝家工輸送方向(X軸方向)偏向者；RF振盪器72，係生成施加於該聲光偏向機構7之RF(radio frequency；射頻)者；RF放大器73，係將以該RF振盪器72生成之RF之功率放大並施加於聲光偏向機構7者；偏向角度調整機構74，調整由RF振盪器72所生成之RF之頻率；及輸出調整機構75，係調整由RF振盪器72所生成之RF之振幅。

[0027] 雷射光線照射機構52包含有雷射光線吸收機構76，該雷射光線吸收機構76係在於前述聲光元件71施加了預定頻率之RF時，如圖2之虛線所示用以吸收藉由聲光元件71所偏向之雷射光線。

[0028] 前述聚光器8係包含有方向轉換鏡81及聚光透鏡82，該方向轉換鏡81係安裝於殼體521之前端，而可使經前述聲光偏向機構7偏向之雷射光線朝向下方向轉換方向者，而該聚光透鏡82係由將經該方向轉換鏡81轉換方向之雷射光線聚光的遠心透鏡所形成者。

[0029] 雷射光線照射機構52係如同以上所構成，而已下針對其作用參考圖2加以說明。當由後述之控制機構將例如5V之電壓施加於聲光偏向機構7之偏向角度調整機構74，而將與5V對應之頻率之RF施加於聲光元件71時，由雷射光線振盪機構6振盪之雷射光線，其光路會如的2圖中之1點虛線所示偏向而聚光於聚光點Pa。又，當由後述之控制機構將例如10V之電壓施加於偏向角度調整機構74，而將與10V對

係配設於第1光路92a而僅使第1之設定波長(形成後述之被加工物之第1構件之第1材料所發出之波長)之光通過者；第1光偵測器94，係接收已通過該第1帶通濾波器93之光並輸出光強度訊號者；方向轉換鏡95，係配設於第2光路92b；第2帶通濾波器96，係使經該方向轉換鏡95轉換方向之電漿光之波長僅通過第2設定波長(形成後述之被加工物之第2構件之第2材料所發出之波長)之光者；及第2光偵測器97，係接收已通過該第2帶通濾波器96之光並輸出光強度訊號者。前述電漿接收機構91係由聚光透鏡911及收容該聚光透鏡911之透鏡外殼912所形成，透鏡外殼912如圖1所示安裝於雷射光線照射機構52之殼體512。又，如圖1所示於透鏡外殼912配設有角度調整用旋鈕913，而可調整聚光透鏡911之設置角度。然而，前述第1帶通濾波器93係成為使波長為660~680nm之範圍之光通過來僅使鉍酸鋰之電漿光之波長(670nm)通過。又，前述第2帶通濾波器96於本實施形態中係成為使波長為500~540nm之範圍之光通過來僅使銅之電漿光之波長(515nm)通過。電漿檢測機構9係如同以上所構成，而已接收通過了第1帶通濾波器93之光之第1光偵測器94、及已接收通過了第2帶通濾波器96之光之第2光偵測器97，會分別將對應所接收之光之強度之電壓訊號輸出至控制機構。

[0031] 返回圖1繼續說明，雷射加工裝置係包含有拍攝機構11，該拍攝機構11係配設於殼體521之前端部而可拍攝應該以雷射光線照射機構52雷射加工之加工區域者。該拍

攝機構11，除了藉可見光進行拍攝之一般拍攝元件(CCD)外，係以對被加工物照射紅外線之紅外線照明機構、捕捉以該紅外線照明機構所照射之紅外線之光學系統、及輸出與以該光學系統捕捉之紅外線對應之電性訊號之拍攝元件(紅外線CCD)等所構成，並將經拍攝之圖像訊號傳送至後述之控制機構。

[0032] 雷射加工裝置係包含有圖4所示之控制機構20。控制機構20包含有：中央處理裝置(CPU)201，係以電腦構成而依控制程式來進行演算處理；唯讀記憶體(ROM)202，係儲存控制程式等；隨機存取記憶體(RAM)203，係儲存後述之控制圖、被加工物之設計值之資料或演算結果等且可進行讀取寫入；計數器204；輸入介面205；及輸出介面206。控制機構20之輸入介面205係輸入來自前述X軸方向位置檢測機構374、Y軸方向位置檢測機構384、電漿檢測機構9之第1光偵測器94及第2光偵測器97、及拍攝機構11等之檢測訊號。而且，由控制機構20之輸出介面206係對於前述脈衝馬達372、脈衝馬達382、脈衝馬達432、脈衝馬達532、構成雷射光線照射機構52之脈衝雷射光線振盪機構6之脈衝雷射光線振盪器61、反覆頻率設定機構62、聲光偏向機構7之偏向角度調整機構74、及輸出調整機構75等輸出控制訊號。而，前述隨機存取記憶體(RAM)203係包含有記憶形成被加工物之物質與電漿之波長之關係的第1記憶領域203a、記憶後述之晶圓之設計值之資料的第2記憶領域203b或其他記憶領域。

[0033] 雷射加工裝置係如同上述所構成，而以下針對其作用加以說明。圖5係顯示作為被雷射加工之被加工物的晶圓30之平面圖。圖5所示之晶圓30係藉由呈格子狀排列於例如厚度為 $300\ \mu\text{m}$ 之鉬酸鋰基板300(第1構件)之表面300a的複數分割預定線301來劃分為複數領域，並於該經劃分之領域分別形成元件302。該各個元件302係全部形成相同之構成。於元件302之表面分別如圖6所示形成有複數之焊盤303(303a~303j)(第2構件)。作為該第2構件之焊盤303(303a~303j)於本實施形態中係以銅所形成。而本實施形態中，303a與303f、303b與303g、303c與303h、303d與303i、303e與303j之X方向位置相同。於該複數焊盤303(303a~303j)形成有分別從背面300b到達焊盤303之加工孔(通孔)。於各元件302之焊盤303(303a~303j)之X方向(圖6中之左右方向)之間隔A、及形成於各裝置302之焊盤303之隔著分割預定線301而於X方向(圖5中之左右方向)鄰接之焊盤亦即焊盤303e與焊盤303a之間隔B與本實施形態中係設定為統一之間隔。又，各元件302之焊盤303(303a~303j)之Y方向(圖6中之上下方向)之間隔C、及形成於各元件302之焊盤303之隔著分割預定線301且於Y方向(圖6中之上下方向)鄰接之焊盤亦即焊盤303f與焊盤303a及焊盤303j與焊盤303e之間隔D於本實施形態中係設定為統一之間隔。針對如此構成之晶圓30，圖5所示之排列於各行E1...En及各列F1...Fn之元件302之個數與前述各間隔A、B、C、D及XY、座標值，其設計值之資料係儲存於前述隨機存取記憶體(RAM)203之第2

記憶領域203b。

[0034] 就使用前述之雷射加工裝置於形成於晶圓30之各元件302之焊盤303(303a~303j)部形成雷射加工孔(通孔)的雷射加工之實施形態於以下進行說明。晶圓30係如圖7所示於安裝在環狀框40之聚烯烴等之合成樹脂片所形成之保護帶50黏貼表面300a。因此，晶圓30之背面300b變成上側。如此透過保護帶50支持於環狀框40之晶圓30，係於於如圖1所示之雷射加工裝置之夾頭台36上載置保護帶50側。而且，晶圓30係藉由作動未圖示之吸引機構來透過保護帶50吸引保持於夾頭台36上。因此，晶圓30係保持為使背面300b於上側。又，環狀框40係以夾鉗362固定。

[0035] 如上所述吸引保持晶圓30之夾頭台36係藉由加工輸送機構37定位於拍攝機構11之正下方。當夾頭台36定位於拍攝機構之正下方時，則夾頭台36上之晶圓30會成為定位於圖8所示之座標位置之狀態。於該狀態下，實施形成於保持在夾頭台36之晶圓30之格子狀之分割預定線301是否平行X軸方向與Y方向配設之校準作業。亦即，藉由拍攝機構11拍攝保持於夾頭台36之晶圓30，並實行圖案匹配等圖像處理以進行校準作業。此時，雖然晶圓30之形成有分割預定線301之表面300a位於下側，但由於形成晶圓30之鉭酸鋰基板300為透明體，因此可透過晶圓30之背面300b拍攝分割預定線301。

[0036] 接著，移動夾頭台36，而使於形成在晶圓30之元件302之頂端之行E1之圖8中最左端之元件302定位於拍攝

機構11之正下方。並且，進一步將形成於元件302之電極303(303a~303j)之圖8中左上之電極303a定位於夾頭台36之正下方。若在此狀態下拍攝機構11檢測出了電極303a則將其座標值(a1)做為第1之加工輸送開始座標位置傳送至控制機構20。且，控制機構20係將該座標值(a1)做為第1加工輸送開始座標位置儲存於隨機存取記憶體(RAM)203(加工輸送開始位置檢測程序)。此時，由於拍攝機構11與雷射光線照射機構52之聚光器8係於X軸方向隔著預定間隔配設，因此，X座標值係儲存加上前述拍攝機構11與聚光器8之間隔的值。

[0037] 如此若於圖8檢測出最上位之行E1之元件302之第1之加工輸送開始位置座標值(a1)，則將夾頭台36朝Y軸方向分度輸送約分割預定線301之間隔並且朝X軸方向移動，而於圖8中將由最上位算來第2行之E2之最左端之元件302定位於拍攝機構11之正下方。且，進一步將形成於元件302之電極303(303a~303j)中圖6左上之電極303a定位於拍攝機構11之正下方。於該狀態下若拍攝機構11檢測出電極303a則將其座標值(a2)座為第2加工輸送開始座標值輸送至控制機構20。而控制機構20係將該座標值(a2)座為第2加工輸送開始座標值儲存於隨機存取記憶體(RAM)203。此時，由於拍攝機構11與雷射光線照射機構52之聚光器8如上所述於X軸方向隔著預定間隔配設，因此X座標值係加上前述拍攝機構11與聚光器8間之間隔的值。之後，控制機構20反覆實施前述分度輸送與加工輸送開始位置檢測程序至圖8

中之最下位之行 E_n 爲止，檢測出形成於各行之元件302之加工輸送開始座標值($a_3 \sim a_n$)，並將其儲存於隨機存取記憶體(RAM)203。又，本實施形態中，設定形成於晶圓30之複數元件302中圖8之最下位之行 E_n 之最左端之元件302作爲計量元件，該計量元件之加工輸送開始座標值(a_n)係座爲計量位置座標值(a_n)儲存於隨機存取記憶體302。

[0038] 若已實施前述加工輸送開始位置檢測程序，則可實施在形成於晶圓30之各元件302之各電極303(303a $\sim$ 303j)之背面穿孔雷射加工孔(通孔)之穿孔程序。穿孔程序首先作動加工輸送機構37移動夾頭台36，而將儲存於前述隨機存取記憶體(RAM)203之第1加工輸送開始座標值(a_1)定位於雷射光線照射機構52之聚光器8之正下方。如此將第1加工輸送開始座標值(a_1)定位於聚光器8之正下方之狀態係顯示於圖9(a)之狀態。由顯示於圖9(a)之狀態開始控制機構20係控制前述加工輸送機構37使夾頭台36朝圖9(a)中箭頭X1所示之方向以預定之移動速度加工輸送，且同時作動雷射光線照射機構52由聚光器8照射雷射光線。而由聚光器8照射之雷射光線之聚光點P係合對於晶圓30之上面附近。此時，控制機構20根據來自X軸方向位置檢測機構374之讀取頭374b之檢測訊號輸出用以控制聲光偏向機構7之偏向角度調整機構74及輸出調整機構75的控制訊號。

[0039] 另一方面，RF振盪器72係輸出對應於來自偏向角度調整機構74及輸出調整機構75之控制訊號的RF。由RF振盪器72輸出之RF之功率係以RF擴大器73放大而施加於

聲光元件71。結果，聲光元件71係使由脈衝雷射光線振盪機構6振盪之脈衝雷射光線之光路在由1點虛線所示之位置到2點虛線所示之位置為止的範圍偏向且同步於移動速度。結果，可於第1加工輸送開始座標值(a1)照設預定輸出之脈衝雷射光線。

[0040] 前述穿孔程序之加工條件如下來設定。

光源：LD激發Q開關Nd：YVO4

波長：532nm

平均輸出：2W

反覆頻率：50kHz

脈衝寬度：10ps

聚光點徑： $\phi 15 \mu\text{m}$

[0041] 當實施前述穿孔程序時，控制機構20會將雷射光線振盪機構6所振盪之脈衝雷射光線之射擊數以計數器204計算，並且由電漿檢測機構9之第1光偵測器94輸入光強度訊號。在此，針對由第1光偵測器94輸出之光強度訊號加以說明。當於構成品圓30之鋁酸鋰基板300照射脈衝雷射光線時，會產生波長為670nm之電漿。該波長為670nm之電漿係如圖3所示藉由構成電漿檢測機構9之電漿接收機構91之聚光透鏡911聚光，並通過第1帶通濾波器93達到第1光偵測器94。

[0042] 圖11(a)係顯示可檢測於鋁酸鋰基板300照射了前述脈衝雷射光時所產生之電漿之光強度的第1光偵測器94之輸出電壓。圖11(a)中橫軸顯示脈衝光線之射擊數而

照射機構52實施穿孔程序。而，如圖9(b)所示，若已在形成於半導體晶圓30之E1行最右端之元件302之焊盤303中圖9(b)最右端之電極303e之位置實施了前述穿孔工程，則停止前述加工輸送機構37之作動而停止夾頭台36之移動。結果，於半導體晶圓30之矽基板300如圖9(b)所示形成到達焊盤303之加工孔304。

[0045] 接著，控制機構20係控制分度輸送機構38以將雷射光線照射機構52之聚光器8朝圖9(b)中垂直紙面之方向分度輸送。另一方面，控制機構20輸入來自Y軸方向位置檢測機構384之讀取頭384b之檢測訊號，並將該檢測訊號藉由計數器204計數。而，若計數器204之計數值達到相當於焊盤303之圖6中Y軸方向之間隔C的值，則停止第1分度輸送機構38之作動，而停止雷射光線照射機構52之聚光器8之分度輸送。結果，聚光器8會定位於與前述焊盤303e對向之焊盤303j(參考圖6)之正上方。該狀態為圖10(a)顯示之狀態。圖10(a)顯示之狀態中控制機構20係控制前述加工輸送機構37以將夾頭台36朝圖10(a)中以箭頭X2標示之方向以預定移動速度加工輸送，並同時作動雷射光線照射機構52實施前述穿孔程序。而且，控制機構20係如前所述將來自X軸方向位置檢測機構374之讀取頭374b之檢測訊號藉由計數器204計數，而每當該計數值到達焊盤303，則控制機構20會作動雷射光線照射機構52實施了前述穿孔程序。而且，若已於形成在如圖10(b)所示半導體晶圓30之E1行之最右端之元件302之焊盤303f之位置實施前述穿孔程序，則停止前述加

件302之焊盤303f之位置實施前述穿孔程序，則停止前述加工輸送機構37之作動而停止夾頭台36之移動。結果，於半導體晶圓30之矽基板300，如圖10(b)所示於焊盤303之背面側形成雷射加工孔304。

[0046] 如上述爲之，若已在形成於半導體晶圓30之E1行之元件302之焊盤303之背面側形成了雷射加工孔304，則控制機構20會作動加工輸送機構37及第1分度輸送機構38，將形成於半導體晶圓30之E2行之元件302的焊盤303中儲存於前述隨機存取記憶體(RAM)203之第2加工輸送開始座標值(a2)定位於雷射光線照射機構52之聚光器8之正下方。而且，控制機構20係控制雷射光線照射機構52與加工輸送機構37及的1分度輸送機構38，在形成於半導體晶圓30之E2行之元件302的焊盤303之背面側實施前述穿孔程序。之後，對形成於半導體晶圓30之E3～En行之元件302的焊盤303之背面側亦實施前述之穿孔程序。結果，於半導體晶圓30之矽基板300，於形成在各元件302之焊盤303的背面側形成雷射加工孔304。

[0047] 然而，前述穿孔程序中，在圖6之X軸方向之間隔A領域與間隔B領域、以及圖6之Y軸方向之間隔C領域與間隔D領域不對半導體晶圓30照射脈衝雷射光線。如此，爲了不對半導體晶圓30照射脈衝雷射光線，前述控制機構20係對聲光偏向機構7施加0V電壓。結果於聲光元件71施加對應於0V之頻率之RF，而由於由脈衝雷射光線振盪機構6振盪脈衝雷射光線(LB)會如圖2之虛線所示被導向雷射光線

吸收機構76，因此不會照射半導體晶圓30。

[0048] 以上，基於圖示之實施形態說明本發明，但本發明之實施形態不限定於此，而可於本發明之旨趣之範圍內進行各種變形。例如，前述之實施形態中，係針對於形成在基板(第1構件)之表面的複數之元件個別配設有焊盤(第2構件)之晶圓，形成由基板(第1構件)之背面側到達焊盤(第2構件)之雷射加工孔之例子加以說明，但亦可廣泛應用於在接合了以第1材料形成之第1構件與以第2材料形成之第2構件的被加工物形成由第1構件到達第2構件之雷射加工孔之情況。

【符號說明】

[0049]2...靜止基台	33...第2滑動塊
3...夾頭台機構	34...圓筒構件
4...雷射光線照射單元支持機構	35...桌蓋
5...雷射光線照射單元	36...夾頭台
6...脈衝雷射光線振盪機構	37...加工輸送機構
7...聲光偏向機構	38...第1分度輸送機構
8...聚光器	40...環狀框
9...電漿檢測機構	41...引導軌道
11...拍攝機構	42...可動支持基台
20...控制機構	43...第2分度輸送機構
30...晶圓	50...保護帶
31...引導軌道	51...單元保持器
32...第1滑動塊	52...雷射光線照射機構

53...聚光點位置調整機構	205...輸入介面
61...脈衝雷射光線振盪器	206...輸出介面
62...反覆頻率設定機構	300...鉬酸鋰基板
71...聲光元件	300a...(鉬酸鋰基板300之)表面
72...RF振盪器	300b...(鉬酸鋰基板300之)背面
73...RF擴大器	301...分割預定線
74...偏向角度調整機構	302...元件
75...輸出調整機構	303、303a~j...焊盤
76...雷射光線吸收機構	304...雷射加工孔
81...方向轉換鏡	321...被導引溝
82...聚光透鏡	322...導引軌道
91...電漿接收機構	331...被導引溝
92...光束分離器	361...吸附夾頭
92a...第1光路	362...夾鉗
92b...第2光路	371...公螺紋桿
93...第1帶通濾波器	372...脈衝馬達
94...第1光偵測器	373...軸承塊
95...方向轉換鏡	374...X軸方向位置檢測機構
96...第2帶通濾波器	374a...線性標度
97...第2光偵測器	374b...讀取頭
201...中央處理裝置(CPU)	381...公螺紋桿
202...唯讀記憶體(ROM)	382...脈衝馬達
203...隨機存取記憶體(RAM)	384...Y軸方向位置檢測機構
204...計數器	384a...線性標度

384b...讀取頭	912...透鏡外殼
421...移動支持部	913...角度調整用旋鈕
422...安裝部	E1～En...行
423...引導軌道	F1～Fn...列
431...公螺紋桿	LB...(脈衝)雷射光線
432...脈衝馬達	P、Pa～Pc...聚光點
511...被引導溝	W...被加工物
521...殼體	
532...脈衝馬達	
911...聚光透鏡	

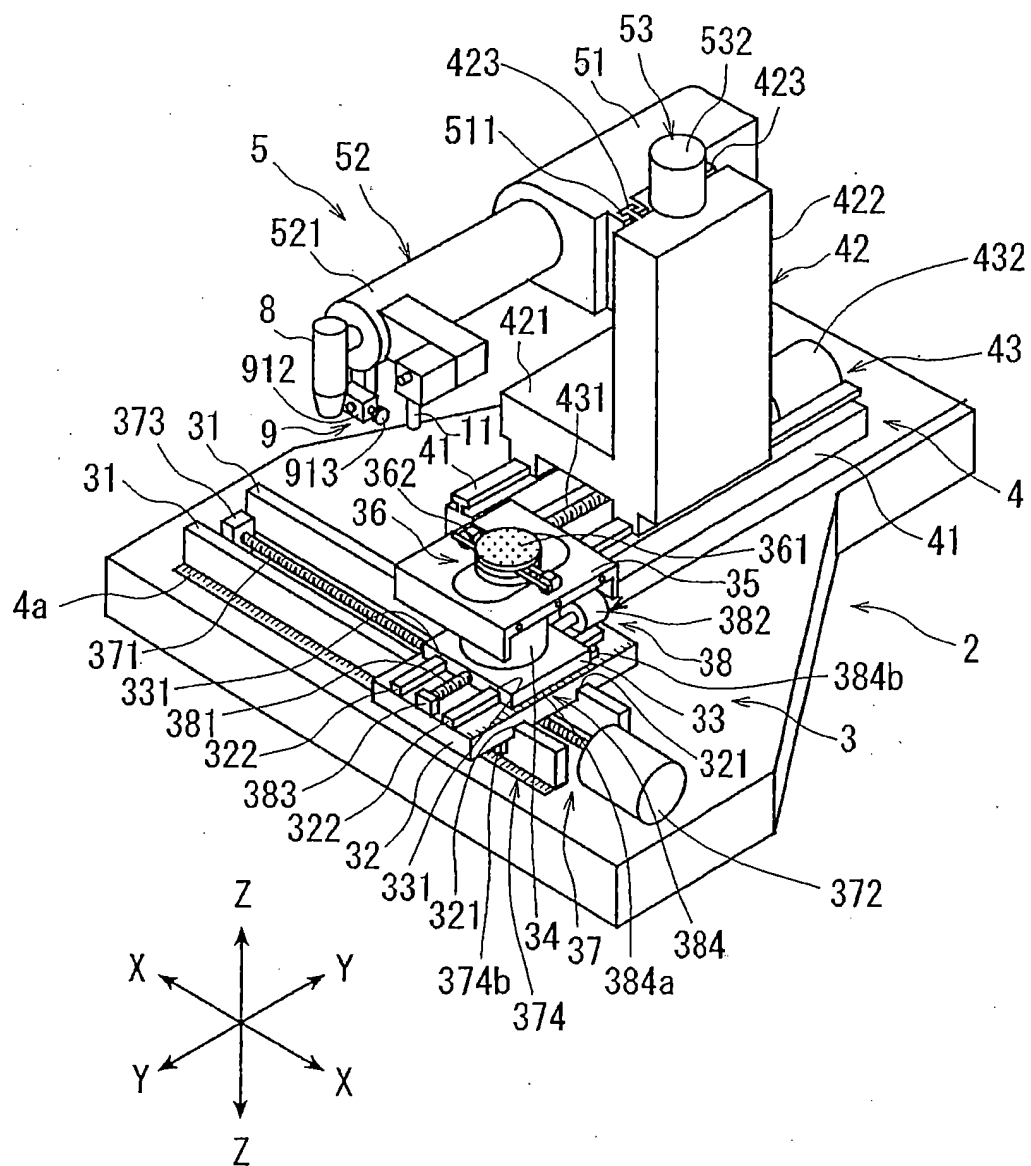


圖1

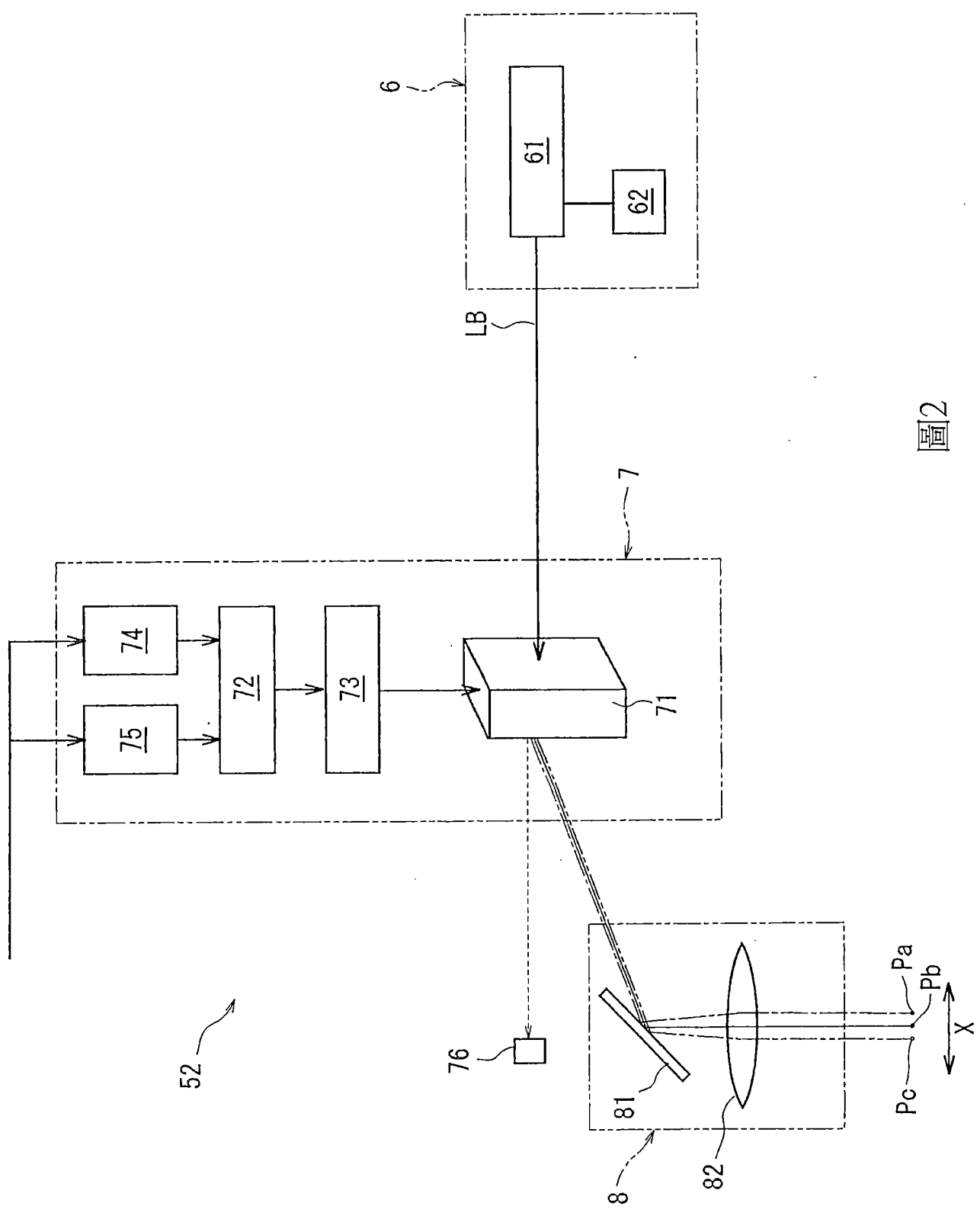


圖2

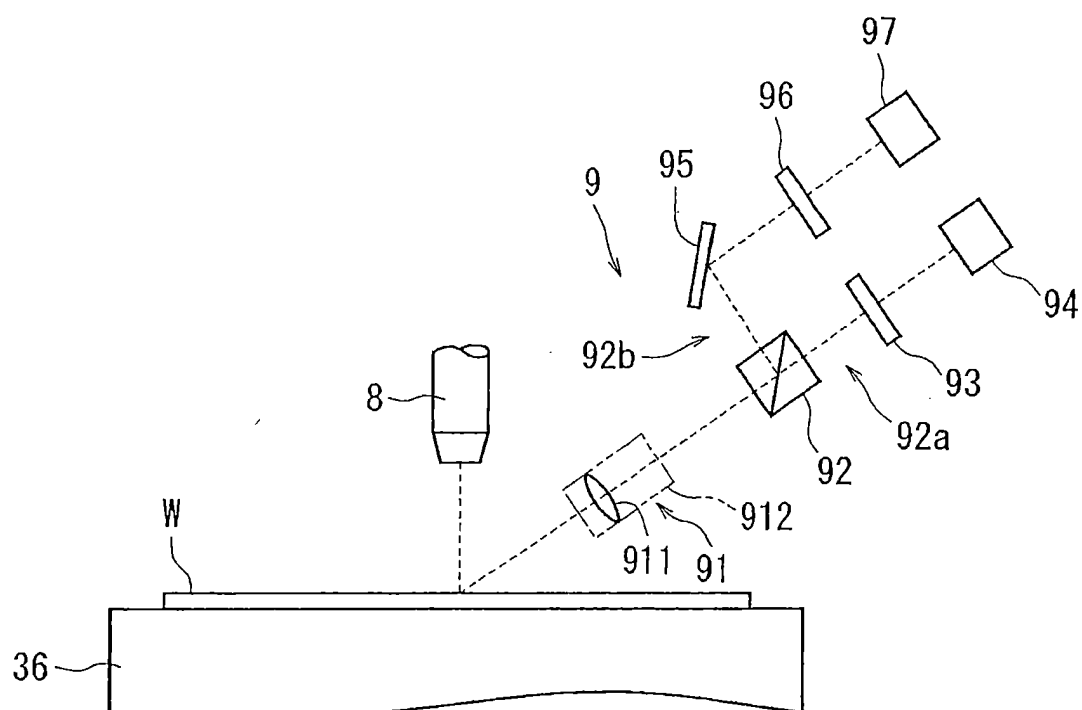


圖3

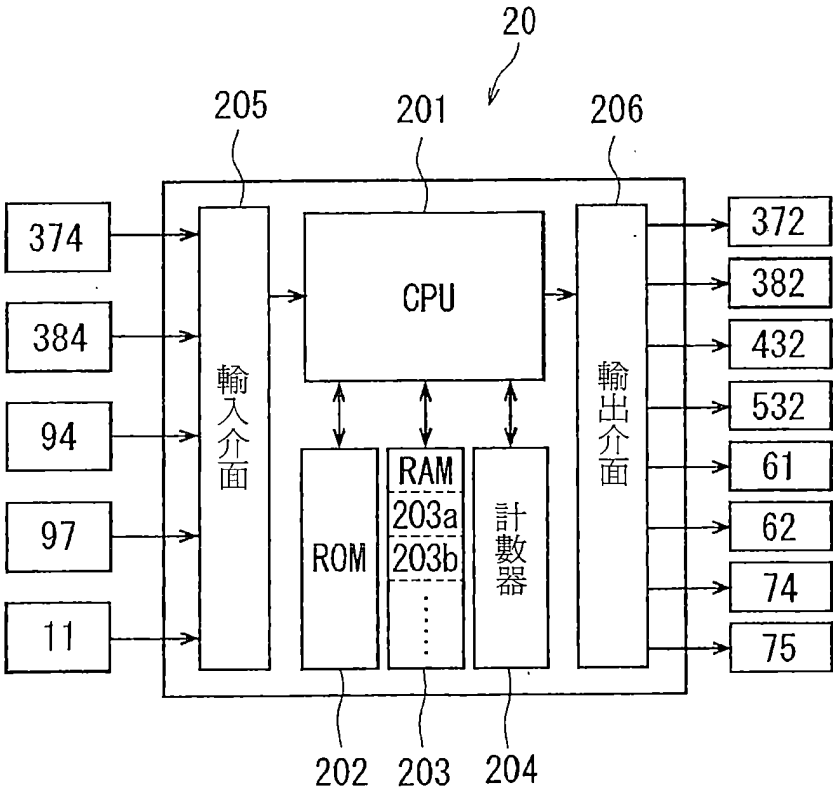


圖4

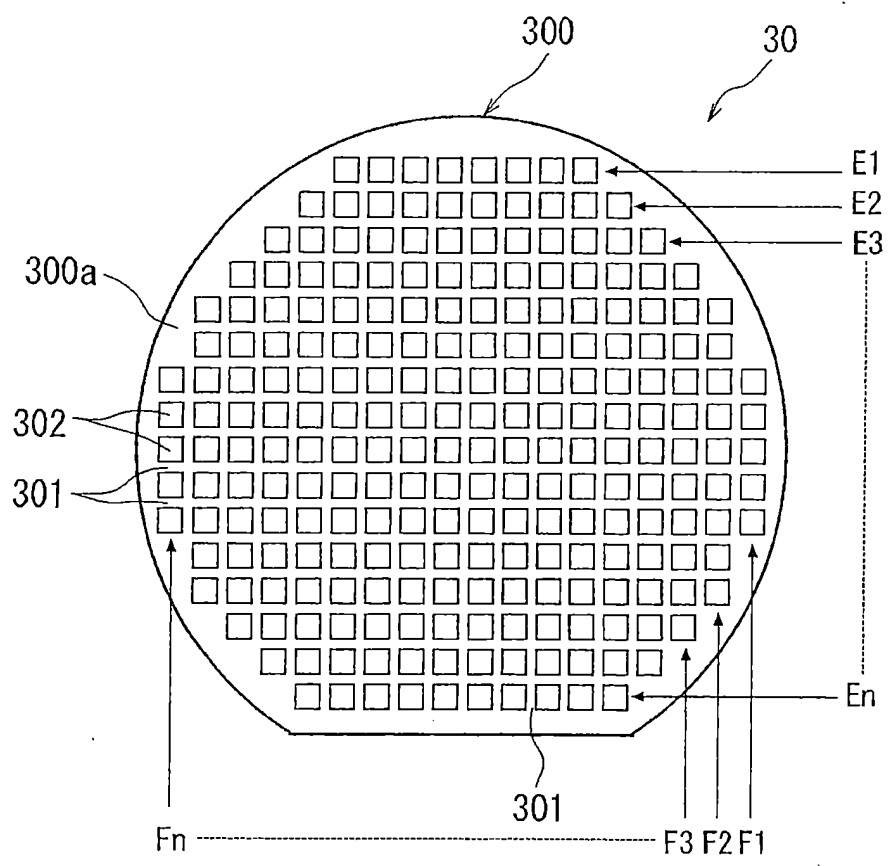


圖5

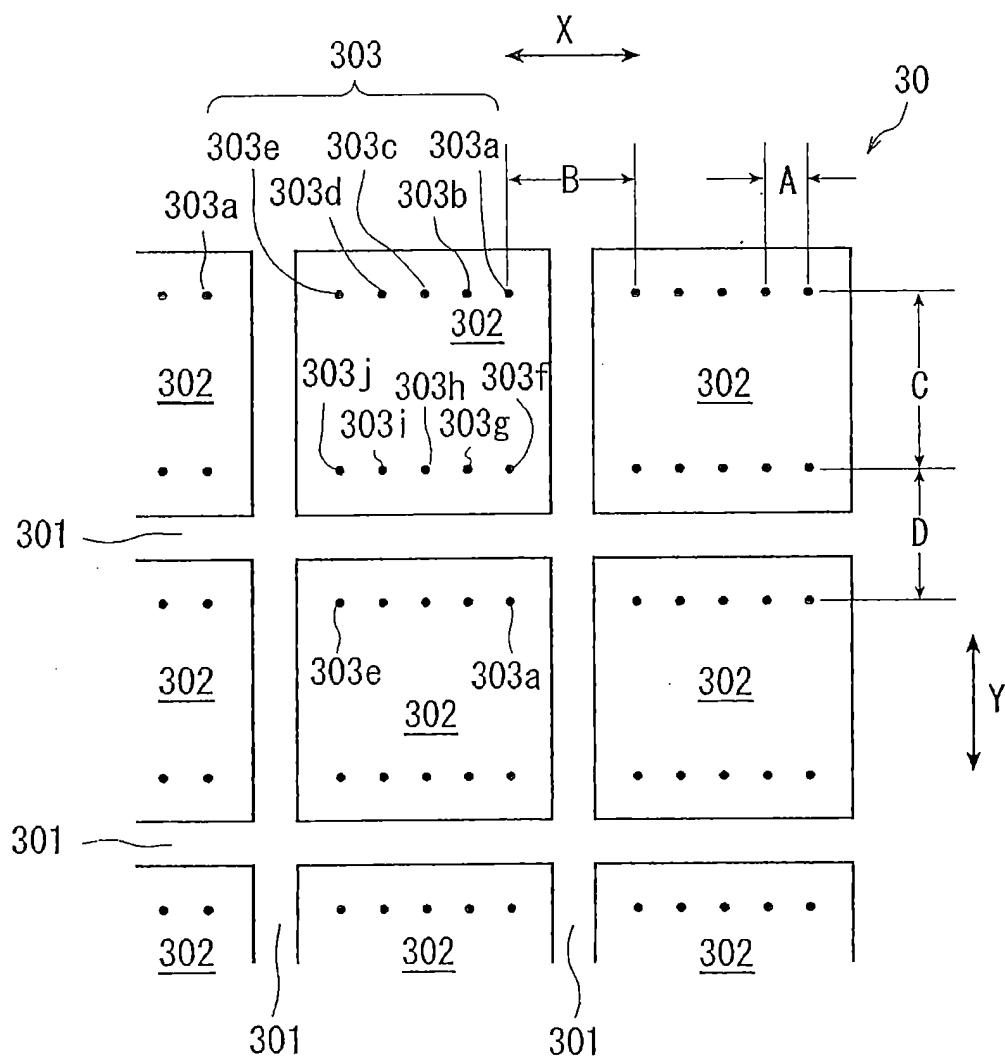


圖6

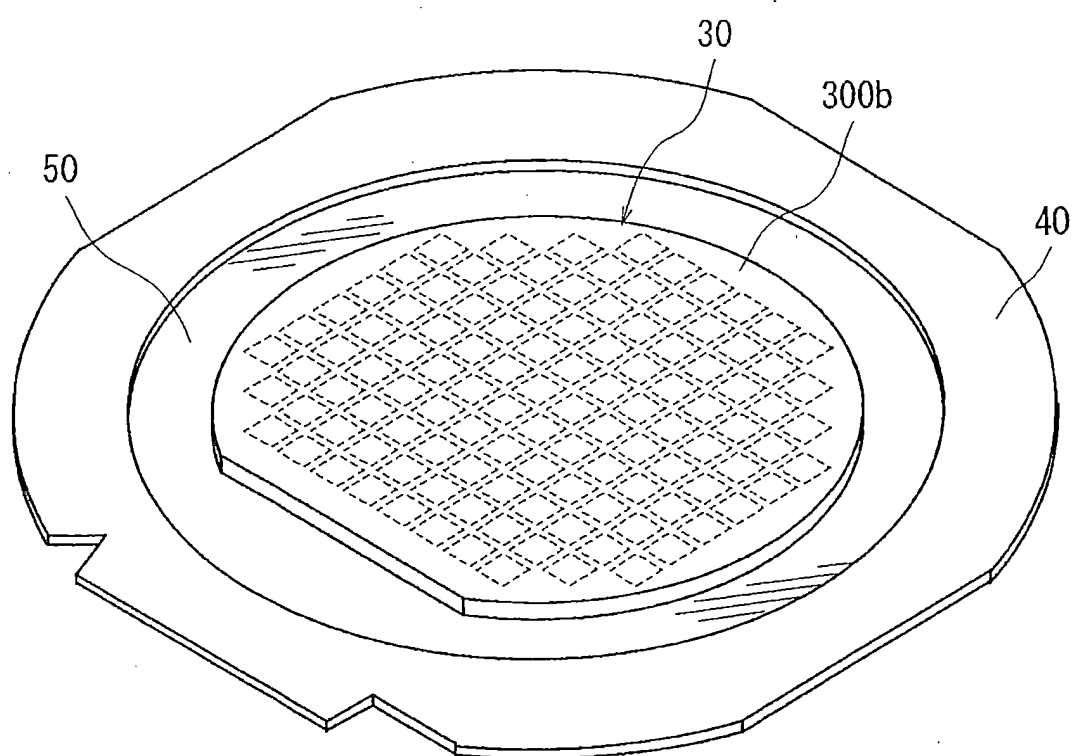


圖7

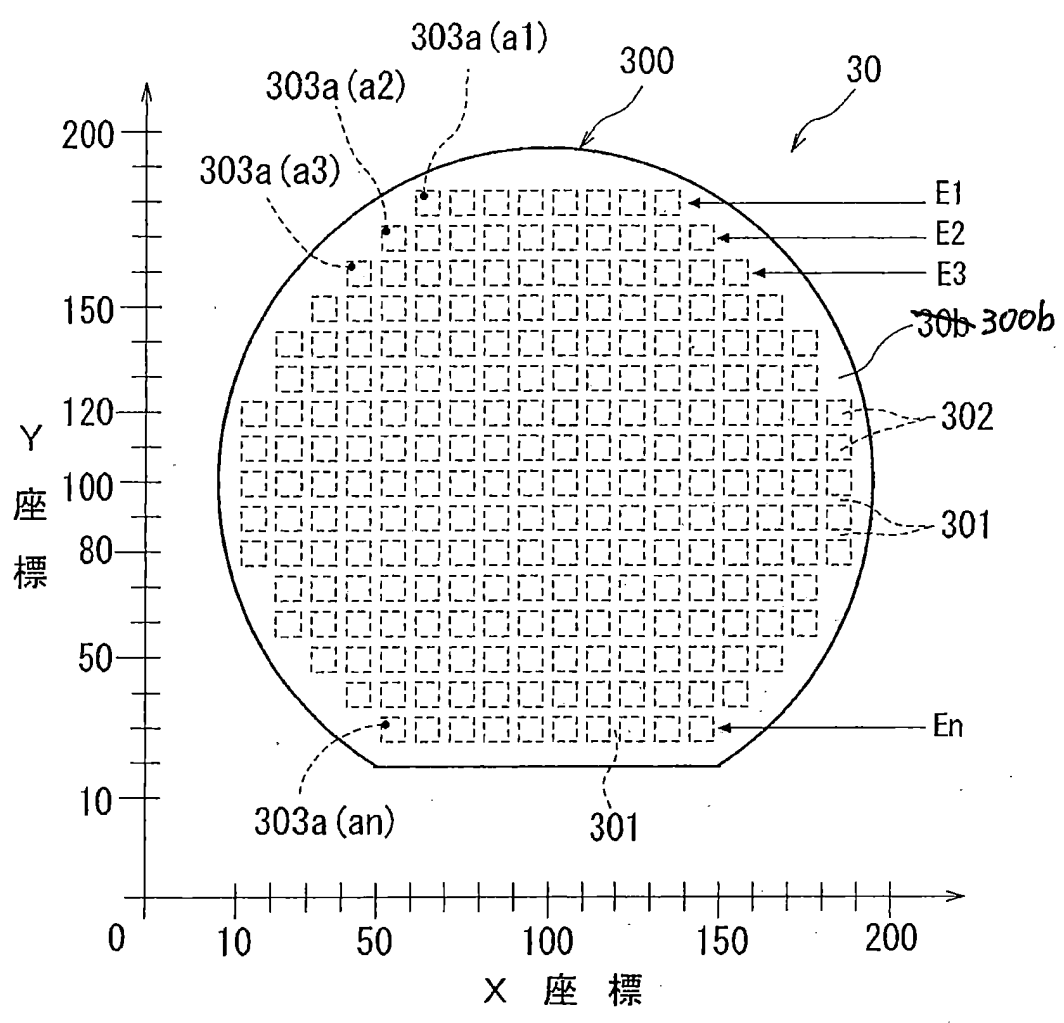
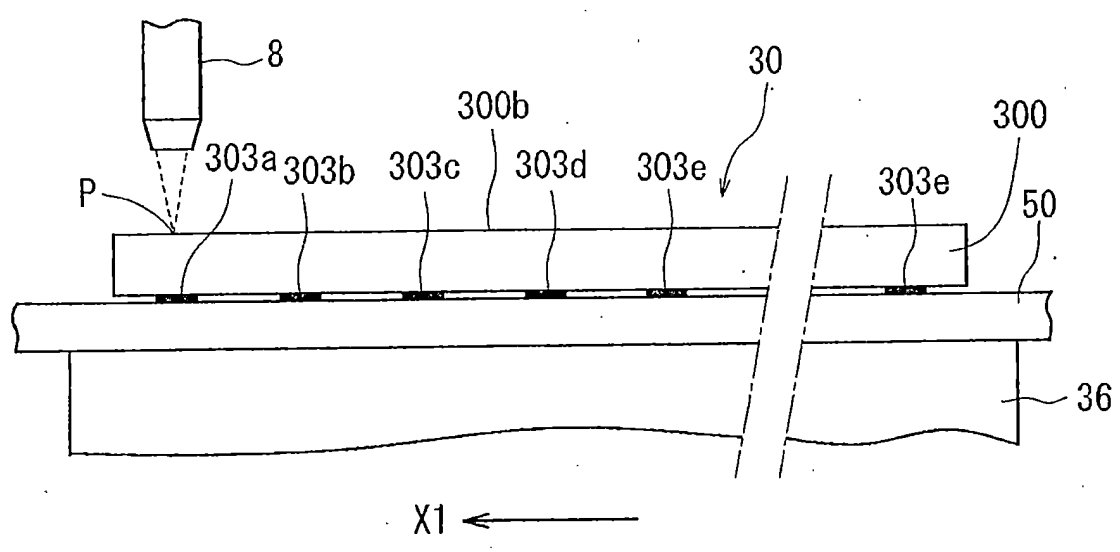


圖8

(a)



(b)

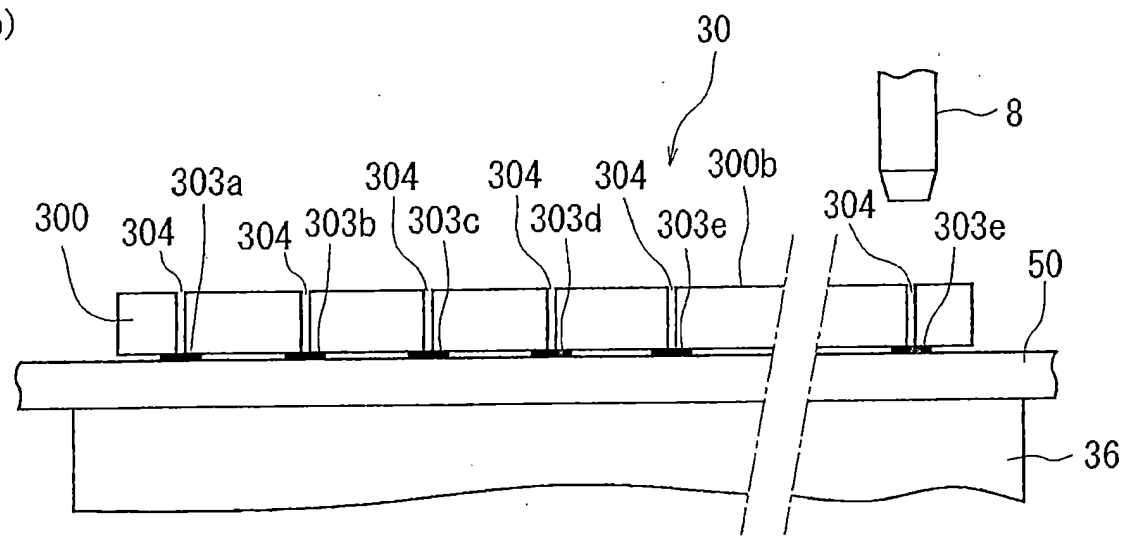
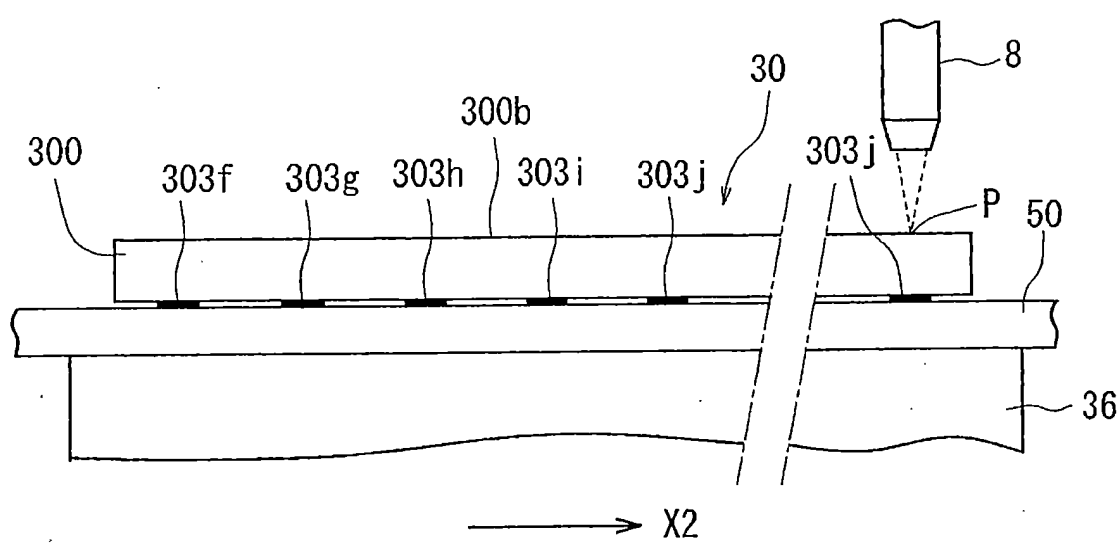


圖9

(a)



(b)

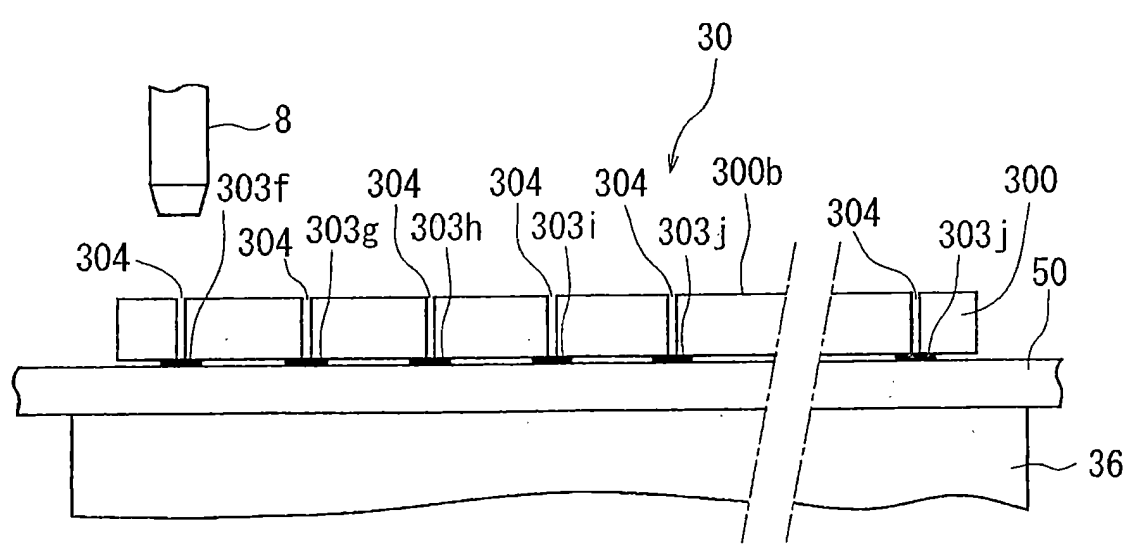


圖10

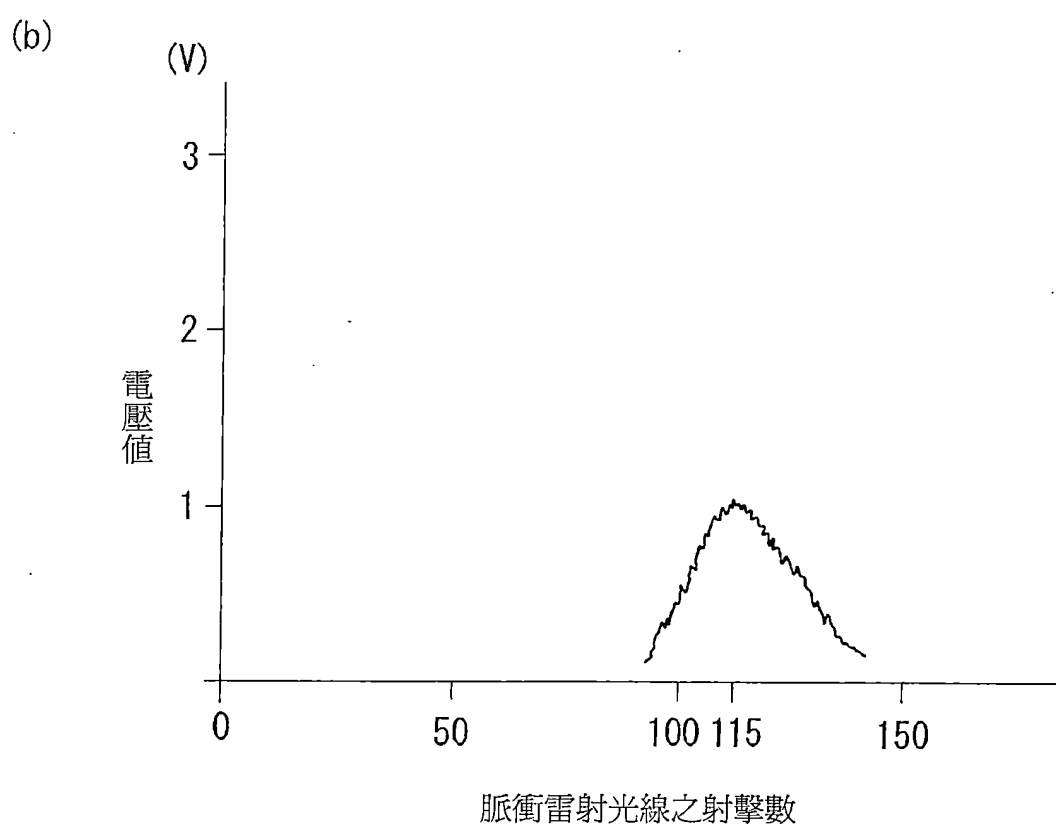
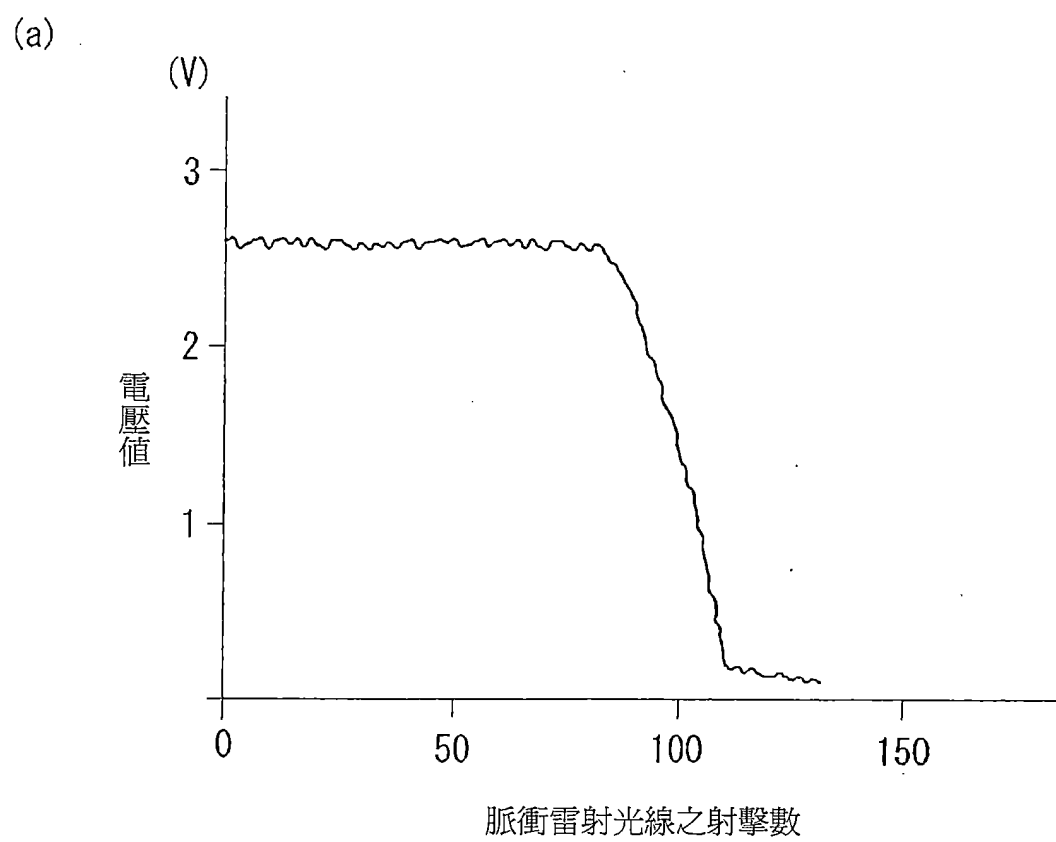


圖11

發明所欲解決之課題

[0009] 然而，將雷射光線照射於位在以雷射光線之照射所形成之細小孔洞之底之由金屬形成之焊盤，並捕捉形成焊盤之金屬之適當之電漿發生之瞬間而停止雷射光線之照射是非常困難的，而會產生焊盤熔融開有凹穴之問題。

[0010] 本發明有鑑於前述事實，其主要之技術課題係提供一種雷射加工裝置，其可於由連接第1材料形成之第1構件與第2材料形成之第2構件所構成之被加工物，不使第2構件熔融而形成由第1構件到達第2構件之雷射加工孔。

用以解決課題之手段

[0011] 爲了解決上述主要之技術課題，根據本發明提供一種雷射加工裝置，係雷射加工裝置，其具有：被加工物保持機構，係用以保持被加工物者；雷射光線照射機構，係用以對保持於該被加工物保持機構之被加工物照射脈衝雷射光線者；電漿檢測機構，係用以檢測藉由將脈衝雷射光線從該雷射光線照射機構照射至被加工物所產生之電漿之波長者；及控制機構，係根據來自該電漿檢測機構之檢測訊號控制該雷射光線照射機構者，且，該電漿檢測機構係包含有：光束分離器，係將電漿光分支爲第1路徑及第2路徑；第1帶通濾波器，係配設於該第1路徑而僅使第1材料所發出之電漿之波長通過；第1光偵測器，係接收通過該第1帶通濾波器之光並將光強度訊號輸出至該控制機構；第2帶通濾波器，係配設於該第2路徑而僅使第2材料所發出之電漿之波長通過；及第2光偵測器，係接收通過該第2帶通

濾波器之光並將光強度訊號輸出至該控制機構，而該控制機構，係當作動該雷射光線照射機構於被加工物照射脈衝雷射光線，而實施由被加工物之第1構件到達第2構件之雷射加工時，根據由該第1光偵測器及該第2光偵測器所輸出之光強度訊號，進行控制，俾於由該第1光偵測器輸出之光強度下降且由該第2光偵測器所輸出之光強度上升超過峰值的時候，停止雷射光線之照射。

發明效果

[0012] 本發明之雷射加工裝置中，用以檢測藉由從雷射光線照射機構對被加工物照射雷射光線而產生之電漿之波長之電漿檢測機構係具有：光束分離器，係將電漿光分支為第1路徑及第2路徑；第1帶通濾波器，係配設於該第1路徑而僅使第1材料所發出之電漿之波長通過；第1光偵測器，係接收通過該第1帶通濾波器之光並將光強度訊號輸出至該控制機構；第2帶通濾波器，係配設於該第2路徑而僅使第2材料所發出之電漿之波長通過；及第2光偵測器，係接收通過該第2帶通濾波器之光並將光強度訊號輸出至該控制機構，並且，根據來自該電漿檢測機構之檢測訊號控制雷射光線照射機構之控制機構，係當作動該雷射光線照射機構於被加工物照射脈衝雷射光線，而形成由被加工物之第1構件到達第2構件之雷射加工孔時，根據由第1光偵測器及第2光偵測器所輸出之光強度訊號，進行控制，俾於由第1光偵測器輸出之光強度下降且由第2光偵測器所輸出之光強度上升超過峰值的時候，停止雷射光線之照射，因此，

應之頻率之RF施加於聲光元件71時，由雷射光線振盪機構6振盪之雷射光線，其光路會如圖2以實線所示偏向，而由前述聚光點Pa朝加工輸送方向(X軸方向)中於圖2左邊之經預定量位移之聚光點Pb聚光。另一方面，當由後述之控制機構將例如15V之電壓施加於偏向角度調整機構74，而將與15V對應之頻率之RF施加於聲光元件71時，由脈衝雷射光線振盪機構6所振盪之脈衝雷射光線，其光路係於如圖2中2點虛線所示偏向，而由前述聚光點Pb朝加工輸送方向(X軸方向)於圖2之左邊經預定量位移之聚光點Pc聚光。又，當由後述之控制機構將例如0V之電壓施加於聲光偏向機構7之偏向角度調整機構74，而將與0V對應之頻率之RF施加於聲光元件71時，由脈衝雷射光線振盪機構6所振盪之脈衝雷射光線係如圖2虛線所示導向雷射光線吸收機構76。如此，以聲光元件71偏向之雷射光線會因應施加於偏向角度調整機構74之電壓朝加工輸送方向(X軸方向)偏向。

[0030] 回到圖1繼續說明，雷射加工裝置係具有電漿檢測機構9，該電漿檢測機構9係該安裝於構成雷射光線照射單元5之雷射光線照射機構52之殼體521，而檢測藉從雷射光線照射機構52將雷射光線照測於被加工物而產生之電漿者。該電漿檢測機構9係包含有：電漿接收機構91，係接收藉由將如圖3所示之雷射光線照射機構52之聚光器8所照射之雷射光線發射至保持於夾頭台36之被加工物W而產生之電漿者；光束分離器92，係將以電漿接收機構91接收之電漿光分支為第1光路92a及第2光路92b；第1帶通濾波器93，

縱軸是顯示電壓值(V)。圖11(a)所示之實施形態中，脈衝雷射光線之射擊數在80~85發左右為止電壓值為2.5V左右，而脈衝雷射光線之射擊數超過85發穿孔程序到結束附近則電壓值會急遽降低而在到達130發時電壓值為零。所謂該第1光偵測器94所輸出之電壓值為零，係意味已於鉭酸鋰基板300形成貫通孔且雷射光線已到達焊盤303。

[0043] 圖11(b)顯示可檢測於由銅形成之焊盤303照射脈衝雷射光線時產生之電漿之光強度之第2光偵測器97的輸出電壓。圖11(b)中橫軸係脈衝雷射光線之射擊數，縱軸係顯示電壓值(V)。圖11(b)所示之實施形態中，由脈衝雷射光線之射擊數為80~85發開始電壓值會上升，而於115發到達頂峰(1.1V)，之後電壓值會下降且於140發電壓值成為零。所謂該第2光偵測器97輸出之電壓成為零，意味已於焊盤303形成了貫通孔。因此，在由第1光偵測器94輸出之電壓值下降，且由第2光偵測器97輸出之電壓值上升並超過峰值(圖示之實施形態中為1.1V)的時機(例如1.09V~1.08V)停止脈衝雷射光線之照射，藉此可於鉭酸鋰基板300形成貫通孔，並使焊盤303在不熔融開孔之情況下完全露出。

[0044] 另一方面，控制機構20係輸入來自X軸方向位置檢測機構374之讀取頭374b的檢測訊號，並將該檢測訊號以計數器204計數。而若計數器204之計數值達到下個焊盤303之座標值，則控制機構20會控制雷射光線照射機構52實施前述穿孔程序。之後亦然控制機構20係每當計數器204之計數值到達焊盤303之座標值時，控制機構20會作動雷射光線

發明摘要

第 102101797 號專利申請案
修正替換 2016-09-23

※ 申請案號：102101797

※ 申請日：102.1.17

【發明名稱】(中文/英文)

雷射加工裝置

※IPC 分類：

B23K 26/03 (2006.01)
G01N 21/73 (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)

公告本

【中文】

課題：本發明係提供一種雷射加工裝置，其係可在連接第1材料形成之第1構件及第2材料形成之第2構件所構成的被加工物上，不熔融第2構件而形成由第1構件到達第2構件之雷射加工孔。

解決手段：一種雷射加工裝置，包含有：被加工物保持機構，係用以保持被加工物者；雷射光線照射機構，係用以對保持於該被加工物保持機構之被加工物照射脈衝雷射光線者；電漿檢測機構，係用以檢測藉由將脈衝雷射光線從該雷射光線照射機構照射至被加工物所產生之電漿之波長者；及控制機構，係根據來自該電漿檢測機構之檢測訊號控制該雷射光線照射機構者，且，該電漿檢測機構係包含有：光束分離器，係將電漿光分支為第1路徑及第2路徑；第1帶通濾波器，係配設於該第1路徑而僅使第1材料所發出之電漿之波長通過；第1光偵測器，係接收通過該第1帶通濾波器之光並將光強度訊號輸出至該控制機構；第2帶通濾波器，係配設於該第2路徑而僅使第2材料所發出之電漿之波長通過；及第2光偵測器，係接收通過該第2帶通濾波器之光並將光強度訊號輸出至該控制機構，而該控制機構，係當作動該雷射光線照射機構於被加工物照射脈衝雷射光線，而實施由被加工物之第1構件到達第2構件之雷射加工時，根據由該第1光偵測器及該第2光偵測器所輸出之光強度訊號，進行控制，俾於由該第1光偵測器輸出之光強度下降且由該第2光偵測器所輸出之光強度上升超過峰值的時候，停止雷射光線之照射。

【英文】

105年9月3日修(更)正替換頁

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|------------|------------|
| 8…聚光器 | 95…方向轉換鏡 |
| 9…電漿檢測機構 | 96…第2帶通濾波器 |
| 36…夾頭台 | 97…第2光偵測器 |
| 91…電漿接收機構 | 911…聚光透鏡 |
| 92…光束分離器 | 912…透鏡外殼 |
| 92a…第1光路 | W…被加工物 |
| 92b…第2光路 | |
| 93…第1帶通濾波器 | |
| 94…第1光偵測器 | |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

申請專利範圍

1. 一種雷射加工裝置，包含有：

被加工物保持機構，係用以保持被加工物；

雷射光線照射機構，係用以對保持於該被加工物保持機構之被加工物照射脈衝雷射光線；

前述雷射加工裝置之特徵在於：包含有：電漿檢測機構，係檢測藉由將脈衝雷射光線從該雷射光線照射機構照射至被加工物所產生之電漿之波長；及

控制機構，係根據來自該電漿檢測機構之檢測訊號控制該雷射光線照射機構，

且，該電漿檢測機構係包含有：

光束分離器，係將電漿光分支為第1路徑及第2路徑；

第1帶通濾波器，係配設於該第1路徑而僅使第1材料所發出之電漿之第1設定波長通過；

第1光偵測器，係接收通過該第1帶通濾波器之光並將與所接收之光的強度對應之光強度訊號輸出至該控制機構；

第2帶通濾波器，係配設於該第2路徑而僅使第2材料所發出之電漿之第2設定波長通過；及

第2光偵測器，係接收通過該第2帶通濾波器之光並將與所接收之光的強度對應之光強度訊號輸出至該控制機構，

而該控制機構係當作動該雷射光線照射機構於被加工物照射脈衝雷射光線，而實施由被加工物之第1構件到達第2構件之雷射加工時，根據由該第1光偵測器及該第2光偵測器所輸出之光強度訊號，控制該雷射光線照射機構，以在由該第1光偵測器輸出之第1設定波長的光強度下降且由該第2光偵測器所輸出之第2設定波長的光強度上升超過峰值的時刻，停止雷射光線之照射。

2. 一種雷射加工方法，是在由第1材料形成之第1構件與由第2材料形成之第2構件連接而成之被加工物，形成由第1構件到達第2構件之雷射加工孔，前述雷射加工方法之特徵在於：

對被加工物照射脈衝雷射光線並且實施由被加工物之第1構件到達第2構件之雷射加工時，使藉由脈衝雷射光線照射於被加工物而產生之電漿分支成第1路徑與第2路徑，

第1路徑中僅檢測第1材料發出之電漿的第1設定波長，

第2路徑中僅檢測第2材料發出之電漿的第2設定波長，

在第1設定波長之光強度降低且該第2設定波長之光強度上升超過峰值的時刻，停止雷射光線的照射。

【英文】

105年9月3日修(更)正替換頁

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|------------|------------|
| 8…聚光器 | 95…方向轉換鏡 |
| 9…電漿檢測機構 | 96…第2帶通濾波器 |
| 36…夾頭台 | 97…第2光偵測器 |
| 91…電漿接收機構 | 911…聚光透鏡 |
| 92…光束分離器 | 912…透鏡外殼 |
| 92a…第1光路 | W…被加工物 |
| 92b…第2光路 | |
| 93…第1帶通濾波器 | |
| 94…第1光偵測器 | |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：