



(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 I840841 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：111122836

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 20 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/08 (2014.01)****B23K26/50 (2014.01)****H01L21/302 (2006.01)**

(30)優先權：2022/04/18

世界智慧財產權組織

PCT/JP2022/018063

(71)申請人：日商山葉發動機股份有限公司(日本)YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA
(JP)

日本

(72)發明人：鈴木芳邦 SUZUKI, YOSHIKUNI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201420245A

TW 201828349A

TW 202030781A

TW 202209458A

CN 114074217A

審查人員：黃繪禎

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：26 共 136 頁

(54)名稱

雷射加工裝置、雷射加工方法、雷射加工程式、記錄媒體、半導體晶片製造方法及半導體晶片

(57)摘要

本發明係於 X 方向上，根據分割預定線 S 之長度來設定等速度區間 SC 之長度(等速度距離 Lsc)，根據等速度區間 SC 之長度(等速度距離 Lsc)來調整照射位置掃描時之加工速度 Vxd(速度調整處理，步驟 S1202)。因此，可抑制加速期間 Ta、等速度期間 Tsc 及減速期間 Td 之合計期間(掃描時間 t)。如此一來，於藉由使雷射光 B 沿著半導體基板 W 之分割預定線 S 移動而對分割預定線 S 進行加工之雷射加工技術中，可有效率地執行分割預定線 S 之加工。

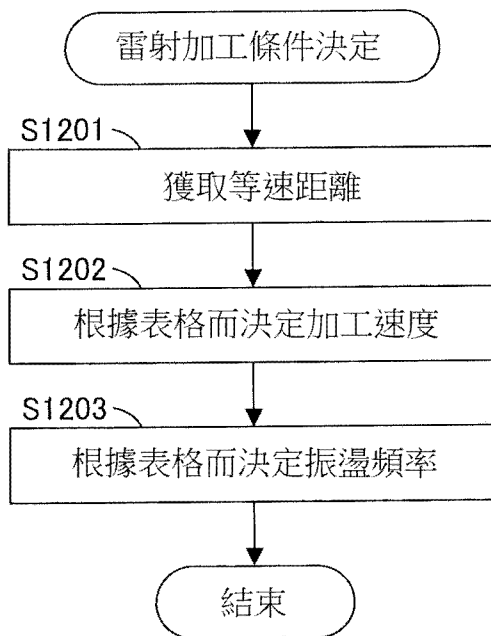
指定代表圖：

符號簡單說明：

S1201:步驟 S1201

S1202:步驟 S1202

S1203:步驟 S1203



【圖21】



I840841

【發明摘要】

【中文發明名稱】

雷射加工裝置、雷射加工方法、雷射加工程式、記錄媒體、半導體晶片製造方法及半導體晶片

【中文】

本發明係於X方向上，根據分割預定線S之長度來設定等速度區間SC之長度(等速度距離Lsc)，根據等速度區間SC之長度(等速度距離Lsc)來調整照射位置掃描時之加工速度Vxd(速度調整處理，步驟S1202)。因此，可抑制加速期間Ta、等速度期間Tsc及減速期間Td之合計期間(掃描時間t)。如此一來，於藉由使雷射光B沿著半導體基板W之分割預定線S移動而對分割預定線S進行加工之雷射加工技術中，可有效率地執行分割預定線S之加工。

【指定代表圖】

圖21

【代表圖之符號簡單說明】

S1201:步驟S1201

S1202:步驟S1202

S1203:步驟S1203

【發明說明書】

【中文發明名稱】

雷射加工裝置、雷射加工方法、雷射加工程式、記錄媒體、半導體晶片製造方法及半導體晶片

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種藉由對設置於加工對象物之加工線照射雷射光而對加工線進行加工之技術。

【先前技術】

【0002】

專利文獻1～3中記載有一種雷射加工技術，其藉由一面對設置於半導體基板之分割預定線照射雷射光，一面使雷射光相對於半導體基板相對移動，而對分割預定線進行加工。例如如專利文獻1所示，該雷射加工技術藉由一面於去路與返路中變更照射雷射光之分割預定線，一面使雷射光往復，而對複數條分割預定線依序執行加工。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本專利第5804716號公報

[專利文獻2]日本專利特開第5554593號公報

[專利文獻3]日本專利特開第5037082號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】

於如上所述之雷射加工技術中，藉由一面使對規定之雷射照射位置照射雷射光之加工頭之該雷射照射位置相對於加工對象物(半導體基板)相對移動，一面對雷射照射位置照射雷射光，而對加工線進行加工。即，一面使雷射光自加工對象物之一側移動至另一側，一面對沿著加工對象物之加工線(分割預定線)移動之雷射照射位置照射雷射光。此時，要求使雷射光相對於加工線以固定之加工速度移動。因此，於自加工對象物之一側朝向加工對象物開始移動之雷射照射位置到達加工對象物之前，雷射照射位置之速度自零加速至加工速度。又，朝另一側通過加工對象物之雷射照射位置之速度自加工速度減速至零。

【0005】

另外，加工速度較高會有利於在短時間內完成使雷射光沿著加工線移動之加工。然而，當加工速度較高時，使雷射照射位置自零加速至加工速度所需之時間、或使雷射照射位置自加工速度減速至零所需之時間變長。因此，由於加工速度不合適，故加工線之加工有時需花費時間。

【0006】

本發明係鑒於上述問題而完成，其目的在於提供一種技術，即，於藉由使雷射光沿著加工對象物之加工線移動而對加工線進行加工之雷射加工技術中，可有效率地執行加工線之加工。

[解決問題之技術手段]

【0007】

本發明之雷射加工裝置具備：支持構件，其將具有相互平行之複數條加工線之加工對象物，以加工線與規定之加工方向平行之方式支持；加

工頭，其具有發出雷射光之雷射光源，自雷射光源對雷射照射位置照射雷射光；加工軸驅動部，其藉由沿加工方向驅動支持構件及加工頭之至少一者，而使雷射照射位置相對於加工對象物沿加工方向相對移動；及控制部，其執行照射位置掃描，即，一面利用加工軸驅動部使雷射照射位置相對於加工對象物自加工方向上之加工對象物之一側之開始地點移動至加工對象物之與一側相反之另一側之結束地點，一面藉由自加工頭對沿著複數條加工線中之一對象線移動之雷射照射位置照射雷射光，而對一對象線進行加工；且於照射位置掃描中，在加工方向上，在開始地點與結束地點之間設定包含對象線之等速度區間，於雷射照射位置自開始地點移動至等速度區間之一側之邊緣之第1期間，雷射照射位置相對於加工對象物之朝加工方向之速度自零上升至加工速度，在雷射照射位置自等速度區間之一側之邊緣移動至另一側之邊緣之第2期間內，雷射照射位置相對於加工對象物朝加工方向以加工速度等速移動，在雷射照射位置到達等速度區間之另一側之邊緣後至到達結束地點之前之第3期間，雷射照射位置相對於加工對象物之朝加工方向之速度自加工速度降低至零，控制部執行速度調整處理，即，於加工方向上根據對象線之長度來設定等速度區間之長度，並且根據等速度區間之長度來調整照射位置掃描時之加工速度。

【0008】

本發明之雷射加工方法包括如下工序：以加工線與規定之加工方向平行之方式，藉由支持構件來支持具有相互平行之複數條加工線之加工對象物；及執行照射位置掃描，即，一面利用加工軸驅動部使雷射照射位置相對於加工對象物在加工方向上自加工對象物之一側之開始地點移動至加工對象物之與一側相反之另一側之結束地點，一面藉由自加工頭對沿著複

數條加工線中之一對象線移動之雷射照射位置照射雷射光，而對一對象線進行加工，上述加工軸驅動部具有發出雷射光之雷射光源，沿加工方向驅動自雷射光源對雷射照射位置照射雷射光之加工頭及支持構件之至少一者，藉此使雷射照射位置相對於加工對象物沿加工方向相對移動；且於照射位置掃描中，在加工方向上，在開始地點與結束地點之間設定包含對象線之等速度區間，於雷射照射位置自開始地點移動至等速度區間之一側之邊緣之第1期間，雷射照射位置相對於加工對象物之朝加工方向之速度自零上升至加工速度，在雷射照射位置自等速度區間之一側之邊緣移動至另一側之邊緣之第2期間內，雷射照射位置相對於加工對象物朝加工方向以加工速度等速移動，在雷射照射位置到達等速度區間之另一側之邊緣後至到達結束地點之前之第3期間，雷射照射位置相對於加工對象物之朝加工方向之速度自加工速度降低至零，於加工方向上根據對象線之長度來設定等速度區間之長度，並且根據等速度區間之長度來調整照射位置掃描時之加工速度。

【0009】

如此構成之本發明(雷射加工裝置及雷射加工方法)係藉由一面使雷射照射位置相對於加工對象物在加工方向上自加工對象物之一側之開始地點移動至另一側之結束地點，一面自加工頭對沿著複數條加工線中之一對象線移動之雷射照射位置照射雷射光，而對一對象線進行加工(照射位置掃描)。於該照射位置掃描中，在加工方向上，在開始地點與結束地點之間設定包含對象線之等速度區間。繼而，於雷射照射位置自開始地點移動至等速度區間之一側之邊緣之第1期間，雷射照射位置相對於加工對象物之朝加工方向之速度自零上升至加工速度。又，於雷射照射位置自等速度區

間之一側之邊緣移動至另一側之邊緣之第2期間，雷射照射位置相對於加工對象物朝加工方向以加工速度等速移動。進而，於雷射照射位置到達等速度區間之另一側之邊緣後至到達結束地點之前之第3期間，雷射照射位置相對於加工對象物之朝加工方向之速度自加工速度降低至零。此時，於加工方向上，根據對象線之長度來設定等速度區間之長度，根據等速度區間之長度來調整照射位置掃描時之加工速度(速度調整處理)。因此，可抑制第1期間、第2期間及第3期間之合計期間。如此一來，於藉由使雷射光沿著加工對象物之加工線移動而對加工線進行加工之雷射加工技術中，可有效率地執行加工線之加工。

【0010】

又，亦可以如下方式構成雷射加工裝置，即，控制部藉由一面於複數條加工線之間變更對象線，一面反覆進行照射位置掃描而執行複數次照射位置掃描，並對複數次照射位置掃描之各者執行速度調整處理。於該構成中，可有效率地執行複數條加工線各自之加工，可快速地完成對加工對象物之加工。

【0011】

又，亦可以如下方式構成雷射加工裝置，即，控制部執行頻率調整處理，該頻率調整處理係根據照射位置掃描時之加工速度，來調整於照射位置掃描時對沿著對象線移動之雷射照射位置照射之雷射光之頻率。於該構成中，可對加工線照射與調整後之加工速度相應之適當之頻率之雷射光，而確實地進行加工線之加工。

【0012】

又，亦可以如下方式構成雷射加工裝置，即，控制部藉由一面於複

數條加工線之間變更對象線，一面反覆進行照射位置掃描而執行複數次照射位置掃描，並對複數次照射位置掃描之各者執行頻率調整處理。於該構成中，可確實地進行複數條加工線各自之加工。

【0013】

又，亦可以如下方式構成雷射加工裝置，即，控制部對複數次照射位置掃描設定共通之加工速度即共通加工速度，並以該共通加工速度作為加工速度來執行複數次照射位置掃描之各者，上述複數次照射位置掃描係藉由一面於複數條加工線之間變更對象線，一面反覆進行照射位置掃描而執行，於速度調整處理中，根據複數次照射位置掃描各自之等速度區間之長度，而調整共通加工速度。或者，亦可以如下方式構成雷射加工方法，即，進而設置有如下工序：設定複數次照射位置掃描之共通之加工速度即共通加工速度，上述複數次照射位置掃描係藉由一面於複數條加工線之間變更對象線，一面反覆進行照射位置掃描而執行，複數次照射位置掃描之各者係將共通加工速度設為加工速度而執行，根據複數次照射位置掃描各自之等速度區間之長度來調整共通加工速度。於該構成中，可不於複數條加工線之間切換加工速度，而有效率地執行對該複數條加工線之加工，可快速地完成對加工對象物之加工。

【0014】

又，亦可以如下方式構成雷射加工裝置，即，控制部根據共通加工速度對複數次照射位置掃描求出共通之共通頻率，於執行複數次照射位置掃描之各者時對雷射照射位置照射共通頻率之雷射光。於該構成中，無需於複數條加工線之間切換雷射光之頻率，可排除頻率切換所需之時間對加工對象物之加工完成帶來的影響。

【0015】

又，亦可以如下方式構成雷射加工裝置，即，進而具備記憶部，該記憶部關於加工對象物之複數個尺寸之各者，記憶表示尺寸、共通加工速度及共通頻率之對應關係之對應關係資訊，控制部係基於作為照射位置掃描之對象之加工對象物之尺寸與對應關係資訊，來調整共通加工速度與共通頻率。於該構成中，藉由參照對應關係資訊，可簡單地調整共通加工速度及共通頻率。

【0016】

具體而言，亦可以如下方式構成雷射加工裝置，即，對應關係資訊係將加工對象物之直徑示為尺寸，關於200 mm之直徑及300 mm之直徑之各者，示出尺寸、共通加工速度及共通頻率之對應關係。

【0017】

又，假定了各種針對對象線之等速度區間之設定形態。總而言之，只要等速度區間於加工方向上包含對象線即可。因此，於加工方向上，等速度區間之兩端亦可與對象線之兩端一致。

【0018】

本發明之雷射加工程式係使電腦執行上述雷射加工方法。

【0019】

本發明之記錄媒體係以電腦可讀取之方式記錄上述雷射加工程式。

【0020】

本發明之半導體晶片製造方法包含如下工序：利用上述雷射加工方法，對排列有經加工線劃分之複數個半導體晶片之半導體基板進行加工；及藉由將以黏著力保持利用雷射加工方法加工所得之半導體基板之膠帶延

展，而將複數個半導體晶片之各者分離。

【0021】

本發明之半導體晶片係藉由以下工序而製造：利用上述雷射加工方法，對排列有經加工線劃分之複數個半導體晶片之半導體基板進行加工；及藉由將以黏著力保持利用雷射加工方法加工所得之半導體基板之膠帶延展，而將複數個半導體晶片之各者分離。

[發明之效果]

【0022】

根據本發明，於藉由使雷射光沿著加工對象物之加工線移動而對加工線進行加工之雷射加工技術中，可有效率地執行加工線之加工。

【圖式簡單說明】

【0023】

圖1係模式性地表示本發明之雷射加工裝置之一例之前視圖。

圖2係模式性地表示圖1之雷射加工裝置之俯視圖。

圖3係表示圖1之雷射加工裝置具備之電氣構成之方塊圖。

圖4係表示生產已執行過雷射加工之雷射加工基板之方法之一例的流程圖。

圖5係表示環狀框之取出之一例之流程圖。

圖6係表示環狀框之移載之一例之流程圖。

圖7A係模式性地表示按照圖5及圖6之流程圖而執行之動作之一例的俯視圖。

圖7B係模式性地表示按照圖5及圖6之流程圖而執行之動作之一例的俯視圖。

圖7C係模式性地表示按照圖5及圖6之流程圖而執行之動作之一例的俯視圖。

圖7D係模式性地表示按照圖5及圖6之流程圖而執行之動作之一例的俯視圖。

圖7E係模式性地表示按照圖5及圖6之流程圖而執行之動作之一例的俯視圖。

圖8係表示環狀框之收納之一例之流程圖。

圖9係表示環狀框對準之一例之流程圖。

圖10係模式性地表示環狀框對準中執行之動作之一例的俯視圖。

圖11係表示基板加工之一例之流程圖。

圖12係模式性地表示按照圖11之流程圖執行之動作之一例的俯視圖。

圖13A係表示校準之一例之流程圖。

圖13B係表示圖13A之校準中執行之載台平面特定之一例的流程圖。

圖13C係表示圖13A之校準中執行之基板平面特定之一例的流程圖。

圖14係表示對各分割預定線之線加工處理之基本工序之流程圖。

圖15A係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第1例的圖。

圖15B係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第2例的圖。

圖15C係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第3例的圖。

圖15D係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第4例的圖。

圖15E係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第5例的圖。

圖15F係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第6例的圖。

圖15G係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第7例的圖。

圖16係表示對各分割預定線之線加工處理之第1應用例之流程圖。

圖17係模式性地表示按照圖16之流程圖執行之動作之一例的圖。

圖18係表示對各分割預定線之線加工處理之第2應用例之流程圖。

圖19A係模式性地表示按照圖18之流程圖執行之動作之第1例的圖。

圖19B係模式性地表示按照圖18之流程圖執行之動作之第2例的圖。

圖20係模式性地表示於圖16之步驟S1008或圖18之步驟S1104中獲取的半導體基板之圖像之一例之圖。

圖21係表示線加工處理中之雷射加工條件之決定方法之一例的流程圖。

圖22A係表示與雷射加工條件之決定相關之參數之圖。

圖22B係表示雷射加工條件受時間之影響之圖。

圖22C係表示圖21之雷射加工條件之決定所參照之表格之一例的圖。

圖23係表示以半導體基板為單位之雷射加工條件之決定方法之一例的流程圖。

圖24係表示圖23之雷射加工條件之決定所參照之表格之一例的圖。

圖25係表示根據基板尺寸，設定藉由圖23之雷射加工條件方法而預先求出之加工條件的雷射加工條件設定之一例之流程圖。

圖26係模式性地表示圖25之流程圖中使用之對應關係表格之圖。

【實施方式】

【0024】

圖1係模式性地表示本發明之雷射加工裝置之一例之前視圖，圖2係模式性地表示圖1之雷射加工裝置之俯視圖。於上述兩圖及以下圖中，適當示出作為水平方向之X方向、作為與X方向正交之水平方向之Y方向、

及作為鉛直方向之Z方向。進而，適當示出X方向之(+X)側(圖2紙面之右側)、與X方向之(+X)側相反之(-X)側(圖2紙面之左側)，並且適當示出Y方向之(+Y)側(圖2紙面之上側)、及與Y方向之(+Y)側相反之(-Y)側(圖2紙面之下側)。

【0025】

雷射加工裝置1藉由對半導體基板W(加工對象物)照射雷射光，而加工半導體基板W。該半導體基板W經由膠帶E被環狀框Fr保持。膠帶E係切晶膠帶或黏晶膠帶，膠帶E之表面(上表面)具有黏著性。環狀框Fr具有將正八邊形之一部分切出切口而設置有狹縫Fs之外形，於環狀框Fr之中央設置有圓形之開口Fo。膠帶E之表面以與開口Fo之整體重疊之方式自下側與環狀框Fr對向，膠帶E之表面之周緣藉由黏著力而貼附於環狀框Fr之底面。又，半導體基板W藉由黏著力而貼附於膠帶E之表面。如此一來，半導體基板W於經由膠帶E被環狀框Fr保持之狀態下，在雷射加工裝置1內搬運。再者，半導體基板W具有正面及與該正面相反之背面，於半導體基板W之正面形成有電子線路，另一方面，半導體基板W之背面平坦。而且，半導體基板W之正面朝向下側而貼附於膠帶E之表面。即，半導體基板W以半導體基板W之背面朝向上側之狀態被保持。

【0026】

雷射加工裝置1具備：基板收容部2，其收容半導體基板W；及吸盤台3(支持構件)，其保持自基板收容部2取出之半導體基板W。雷射加工裝置1具備平板形狀之底座11，基板收容部2及吸盤台3由底座11支持。於X方向上，吸盤台3配置於基板收容部2之(+X)側，於Y方向上，吸盤台3配置於基板收容部2之(-Y)側。而且，於X方向上處於吸盤台3之(-X)側且於

Y方向上處於基板收容部2之(-Y)側之空間成為基板交接區域Aw。

【0027】

基板收容部2具有基板收容匣21。基板收容匣21具有設置於X方向之兩側之一對側壁22、及設置於側壁22之間之開口23，開口23朝向(-Y)側(即，基板交接區域Aw側)。一對側壁22係與X方向垂直地設置之平板，於X方向上彼此對向。又，於一對側壁22各自之內側設置有支持突起24。如此一來，於X方向上對向之一對支持突起24彼此設置於同一高度。而且，可經由開口23自(-Y)側將保持半導體基板W之環狀框Fr插入至一對支持突起24之上側。如此插入之環狀框Fr之X方向之兩端由一對支持突起24自下側支持。即，一對支持突起24之上側作為收容環狀框Fr之狹槽25發揮功能，經由開口23自(-Y)側插入至狹槽25之環狀框Fr由與該狹槽25對應之一對支持突起24支持。因此，藉由將環狀框Fr插入至基板收容匣21之狹槽25，可將受環狀框Fr支持之半導體基板W收容於基板收容匣21，藉由將環狀框Fr自基板收容匣21之狹槽25抽出，可自基板收容匣21取出半導體基板W。

【0028】

又，基板收容部2具有支持基板收容匣21之Z軸滑塊26、及沿Z方向驅動Z軸滑塊26之Z軸驅動機構27。Z軸驅動機構27係安裝於底座11之單軸機器人，具有：Z軸驅動傳遞部271，其將Z軸滑塊26以可沿Z方向移動之方式支持；及Z軸匣馬達272，其沿Z方向驅動受Z軸驅動傳遞部271支持之Z軸滑塊26。Z軸驅動傳遞部271具有由Z軸匣馬達272驅動之滾珠螺桿，於該滾珠螺桿之螺帽安裝有Z軸滑塊26。但是，Z軸驅動機構27之具體構成不限於該例，例如亦可為線性馬達。該Z軸驅動機構27藉由利用Z

軸匣馬達272驅動受Z軸驅動傳遞部271支持之Z軸滑塊26，而使受Z軸滑塊26支持之基板收容匣21沿Z方向移動。

【0029】

對基板收容匣21設定了基板插入高度211，可對位於基板插入高度211之狹槽25執行半導體基板W之插入及抽出。因此，藉由Z軸驅動機構27使基板收容匣21沿Z方向移動，而變更複數個狹槽25中位於基板插入高度211之狹槽25，藉此，可變更執行半導體基板W之插入及抽出之狹槽25。

【0030】

與之對應，雷射加工裝置1具備Y軸搬運機構4，該Y軸搬運機構4係於基板插入高度211之狹槽25與基板交接區域Aw之間沿Y方向搬運環狀框Fr。Y軸搬運機構4具有升降機械手41、支持升降機械手41之Y軸滑塊43、及將Y軸滑塊43沿Y方向驅動之Y軸驅動機構45。Y軸驅動機構45係藉由附圖示之框架而安裝於底座11之單軸機器人，具有：Y軸驅動傳遞部451，其將Y軸滑塊43以可沿Y方向移動之方式支持；及Y軸升降機械手馬達452，其沿Y方向驅動受Y軸驅動傳遞部451支持之Y軸滑塊43。Y軸驅動傳遞部451具有由Y軸升降機械手馬達452驅動之滾珠螺桿，於該滾珠螺桿之螺帽安裝有Y軸滑塊43。但是，Y軸驅動機構45之具體構成不限於該例，例如亦可為線性馬達。該Y軸驅動機構45係藉由Y軸升降機械手馬達452而驅動受Y軸驅動傳遞部451支持之Y軸滑塊43，使受Y軸滑塊43支持之升降機械手41沿Y方向移動。

【0031】

升降機械手41具有受Y軸滑塊43支持之基座部411、及自基座部411

朝(+Y)側突出之叉架412。叉架412位於基板插入高度211，可自下側保持環狀框Fr。Y軸搬運機構4如下所述，藉由利用Y軸驅動機構45沿Y方向驅動升降機械手41，而使升降機械手41之叉架412所保持之環狀框Fr於基板收容匣21與基板交接區域Aw之間移動。

【0032】

又，雷射加工裝置1具備：升降機械手41，其位於基板交接區域Aw；及XZ軸搬運機構5，其將環狀框Fr沿X方向在其與吸盤台3之間搬運。XZ軸搬運機構5具有吸附機械手51、支持吸附機械手51之X軸滑塊53、及沿X方向驅動X軸滑塊53之X軸驅動部55。X軸驅動部55係藉由附圖示之框架而安裝於底座11之單軸機器人，具有：X軸驅動傳遞部551，其將X軸滑塊53以可沿X方向移動之方式支持；及X軸吸附機械手馬達552，其沿X方向驅動受X軸驅動傳遞部551支持之X軸滑塊53。X軸驅動傳遞部551具有由X軸吸附機械手馬達552驅動之滾珠螺桿，於該滾珠螺桿之螺帽安裝有X軸滑塊53。但是，X軸驅動部55之具體構成不限於該例，例如亦可為線性馬達。該X軸驅動部55藉由利用X軸吸附機械手馬達552驅動受X軸驅動傳遞部551支持之X軸滑塊53，而使受X軸滑塊53支持之吸附機械手51沿X方向移動。

【0033】

又，XZ軸搬運機構5具有安裝於吸附機械手51之Z軸滑塊56、及將Z軸滑塊56相對於X軸滑塊53沿Z方向驅動之Z軸驅動部58。即，吸附機械手51經由Z軸滑塊56及Z軸驅動部58被X軸滑塊53支持。Z軸驅動部58係安裝於X軸滑塊53之單軸機器人，具有：Z軸驅動傳遞部581，其將Z軸滑塊56以可沿Z方向移動之方式支持；及Z軸吸附機械手馬達582，其沿Z方向

驅動受Z軸驅動傳遞部581支持之Z軸滑塊56。Z軸驅動傳遞部581具有由Z軸吸附機械手馬達582驅動之滾珠螺桿，於該滾珠螺桿之螺帽安裝有Z軸滑塊56。但是，Z軸驅動部58之具體構成不限於該例，例如亦可為線性馬達。Z軸滑塊56自Z軸驅動部58延伸設置至X軸驅動傳遞部551之下側，於Z軸滑塊56之下端安裝有吸附機械手51。該Z軸驅動部58藉由利用Z軸吸附機械手馬達582驅動受Z軸驅動傳遞部581支持之Z軸滑塊56，而使受Z軸滑塊56支持之吸附機械手51沿Z方向移動。

【0034】

吸附機械手51具有受Z軸滑塊56支持之基座部511、及自基座部511朝(+Y)側突出之環狀吸附構件512。環狀吸附構件512具有圓環形狀，於環狀吸附構件512之底面513，開設有複數個吸附孔。藉由如下方法，可利用吸附機械手51自上側保持環狀框Fr，上述方法係指一面使該環狀吸附構件512之底面513自上側抵接於環狀框Fr，一面利用該底面513之各吸附孔產生之負壓來吸引環狀框Fr。XZ軸搬運機構5如下所述，藉由利用X軸驅動部55沿X方向驅動吸附機械手51，並且利用Z軸驅動部58沿Z方向驅動吸附機械手51，而使吸附機械手51之環狀吸附構件512所保持之環狀框Fr於基板交接區域Aw與吸盤台3之間移動。

【0035】

吸盤台3具有吸附板31，該吸附板31載置經由膠帶E而支持半導體基板W之環狀框Fr。吸附板31具有圓形形狀，在吸附板31之上表面311開設有複數個吸附孔。而且，藉由利用吸附板31之上表面311之各吸附孔產生之負壓吸引與該上表面311接觸之膠帶E，可將膠帶E固定於吸附板31。進而，吸盤台3具有設置於吸附板31之周緣之複數個定位件32。該吸盤台3

係藉由使定位件32自上側與載置於吸附板31之環狀框Fr對向，將環狀框Fr夾於定位件32與吸附板31之間，而將環狀框Fr固定於吸附板31。又，吸盤台3係藉由使定位件32自環狀框Fr退避至側方，而解除環狀框Fr之向吸附板31之固定。

【0036】

如此，吸盤台3藉由吸附板31對膠帶E之吸引、及定位件32對環狀框Fr之固定，而保持經由膠帶E被環狀框Fr支持之半導體基板W。藉由如此併用定位件32，與僅藉由吸附板31對膠帶E之吸引來保持半導體基板W之情形相比，能以較弱之吸引力來執行膠帶E對吸附板31之吸引，可緩和膠帶E之吸引對半導體基板W造成之影響。

【0037】

又，雷射加工裝置1具備支持吸盤台3之XY θ 驅動平台6。XY θ 驅動平台6配置於底座11上，將吸盤台3相對於底座11沿X方向、Y方向及 θ 方向驅動。此處， θ 方向係以與Z方向平行之旋轉軸為中心之旋轉方向。即，XY θ 驅動平台6具有：Y軸導軌61，其與Y方向平行地安裝於底座11；Y軸滑塊62，其由Y軸導軌61以可沿Y方向移動之方式支持；及Y軸驅動部63，其沿Y方向驅動Y軸滑塊62。Y軸驅動部63係安裝於底座11之單軸機器人，具有：將Y軸滑塊62以可沿Y方向移動之方式支持之Y軸驅動傳遞部631；及Y軸平台馬達632，其沿Y方向驅動受Y軸驅動傳遞部631支持之Y軸滑塊62。Y軸驅動傳遞部631具有由Y軸平台馬達632驅動之滾珠螺桿，於該滾珠螺桿之螺帽安裝有Y軸滑塊62。但是，Y軸驅動部63之具體構成不限於該例，例如亦可為線性馬達。

【0038】

又，XY θ 驅動平台6具有X軸滑塊64、及將X軸滑塊64相對於Y軸滑塊62沿X方向驅動之X軸驅動部65。X軸驅動部65係安裝於Y軸滑塊62之單軸機器人，具有：X軸驅動傳遞部651，其將X軸滑塊64以可沿X方向移動之方式支持；及X軸平台馬達652，其沿X方向驅動受X軸驅動傳遞部651支持之X軸滑塊64。X軸驅動傳遞部651具有由X軸平台馬達652驅動之滾珠螺桿，於該滾珠螺桿之螺帽安裝有X軸滑塊64。但是，X軸驅動部65之具體構成不限於該例，例如亦可為線性馬達。

【0039】

進而，XY θ 驅動平台6具有安裝於X軸滑塊64之 θ 軸平台馬達66。該 θ 軸平台馬達66將吸盤台3相對於X軸滑塊64沿 θ 方向驅動。

【0040】

此種XY θ 驅動平台6可利用Y軸平台馬達632沿Y方向驅動吸盤台3，利用X軸平台馬達652沿X方向驅動吸盤台3，利用 θ 軸平台馬達66沿 θ 方向驅動吸盤台3。

【0041】

又，雷射加工裝置1具備對吸盤台3所保持之半導體基板W執行雷射加工之雷射加工部7。雷射加工部7具有自上側與吸盤台3所保持之半導體基板W對向之加工頭71。加工頭71具有產生規定之振動數之雷射光B之雷射光源72、及將自雷射光源72出射之雷射光B照射至半導體基板W之光學系統73(透鏡及光圈等)。該加工頭71有規定之雷射照射位置Lb，自Z方向之上側與該雷射照射位置Lb對向。而且，加工頭71藉由利用光學系統73使自雷射光源72出射之雷射光B聚光於雷射照射位置Lb，而於半導體基板W中與雷射照射位置Lb重疊之部分形成改質層。

【0042】

又，雷射加工部7具有支持加工頭71之Z軸滑塊78、及沿Z方向驅動Z軸滑塊78之Z軸驅動部79。Z軸驅動部79係安裝於底座之單軸機器人，具有：Z軸驅動傳遞部791，其將Z軸滑塊78以可沿Z方向移動之方式支持；及Z軸頭馬達792，其沿Z方向驅動受Z軸驅動傳遞部791支持之Z軸滑塊78。Z軸驅動傳遞部791具有由Z軸頭馬達792驅動之滾珠螺桿，於該滾珠螺桿之螺帽安裝有Z軸滑塊78。但是，Z軸驅動部79之具體構成不限於該例，例如亦可為線性馬達。該Z軸驅動部79係藉由利用Z軸頭馬達792驅動受Z軸驅動傳遞部791支持之Z軸滑塊78，而使受Z軸滑塊78支持之加工頭71沿Z方向移動，使紅外線相機81之雷射照射位置Lb沿Z方向移動。

【0043】

又，雷射加工裝置1具備對吸盤台3所保持之半導體基板W進行拍攝之攝像部8。尤其是，於X方向上設置有以隔著雷射加工部7之方式配置之2台攝像部8。於要區分該等2台攝像部8時，將雷射加工部7之(+X)側之攝像部8稱為攝像部8A，將雷射加工部7之(-X)側之攝像部8稱為攝像部8B。如此，攝像部8A、雷射加工部7及攝像部8B沿X方向排列。再者，攝像部8A及攝像部8B各自之基本構成共通。因此，將對攝像部8A、8B中共通之構成進行說明而不區分其等。

【0044】

攝像部8具有自上側與吸盤台3所保持之半導體基板W對向之紅外線相機81。該紅外線相機81有規定之拍攝範圍Ri(換言之為視野)，自Z方向之上側與該拍攝範圍Ri對向。而且，紅外線相機81藉由檢測自拍攝範圍Ri出射之紅外線，而對拍攝範圍Ri進行拍攝，獲取拍攝範圍Ri之圖像。

【0045】

又，攝像部8具有支持紅外線相機81之Z軸滑塊88、及沿Z方向驅動Z軸滑塊88之Z軸驅動部89。Z軸驅動部89係安裝於底座之單軸機器人，具有：Z軸驅動傳遞部891，其將Z軸滑塊88以可沿Z方向移動之方式支持；及Z軸相機馬達892，其沿Z方向驅動受Z軸驅動傳遞部891支持之Z軸滑塊88。Z軸驅動傳遞部891具有由Z軸相機馬達892驅動之滾珠螺桿，於該滾珠螺桿之螺帽安裝有Z軸滑塊88。但是，Z軸驅動部89之具體構成不限於該例，例如亦可為線性馬達。該Z軸驅動部89係藉由利用Z軸相機馬達892驅動受Z軸驅動傳遞部891支持之Z軸滑塊88，而使受Z軸滑塊88支持之紅外線相機81沿Z方向移動，從而使紅外線相機81之拍攝範圍Ri沿Z方向移動。

【0046】

再者，攝像部8A之紅外線相機81與攝像部8B之紅外線相機81具有互不相同之解像度。具體而言，攝像部8A之紅外線相機81具有較攝像部8B之紅外線相機81更高之解像度，換言之具有狹窄之視野。但是，攝像部8A與攝像部8B中之紅外線相機81之解像度無需不同，該等紅外線相機81亦可具有相同之解像度。又，於此處之例中，攝像部8A之拍攝範圍Ri、加工頭71之雷射照射位置Lb及攝像部8B之拍攝範圍Ri各自之中心平行於X方向而排列。但是，該等中心亦可無需平行於X方向，只要相對於加工頭71之雷射照射位置Lb而言，攝像部8A之拍攝範圍Ri位於(+X)側，攝像部8B之拍攝範圍Ri位於(-X)側即可。

【0047】

圖3係表示圖1之雷射加工裝置具備之電氣構成之方塊圖。如圖3所

示，雷射加工裝置1具備控制圖1及圖2所示之構成之控制部100。控制部100具有：搬運控制運算部110，其於雷射加工裝置1內，負責與半導體基板W之搬運相關之基板搬運系統(基板收容部2、Y軸搬運機構4及XZ軸搬運機構5)之控制；及雷射加工控制運算部120，其負責與對半導體基板W之雷射加工相關之雷射加工系統(吸盤台3、XY θ 驅動平台6、雷射加工部7及攝像部8)之控制。

【0048】

又，控制部100具有匣控制部111，該匣控制部111根據來自搬運控制運算部110之指令，控制半導體基板W相對於基板收容匣21之插卸動作。該匣控制部111藉由控制Z軸匣馬達272而調整基板收容匣21之Z方向之位置，藉由控制Y軸升降機械手馬達452而調整升降機械手41之Y方向之位置。

【0049】

進而，控制部100具有機械手控制部112，該機械手控制部112根據來自搬運控制運算部110之指令，控制由吸附機械手51進行之半導體基板W之搬運動作。機械手控制部112藉由控制X軸吸附機械手馬達552而調整吸附機械手51之X方向之位置，機械手控制部112藉由控制Z軸吸附機械手馬達582而調整吸附機械手51之Z方向之位置。進而，機械手控制部112具有抽吸泵591，該抽吸泵591對在吸附機械手51之環狀吸附構件512之底面513開口的吸附孔進行抽吸。即，機械手控制部112藉由利用抽吸泵591對吸附孔供給負壓而用吸附機械手51來吸附環狀框Fr，且藉由停止利用抽吸泵591對吸附孔供給負壓而使環狀框Fr與吸附機械手51分離。

【0050】

又，控制部100具有載台控制部121，該載台控制部121根據來自雷射加工控制運算部120之指令，而控制利用吸盤台3進行之基板固定動作或吸盤台3之驅動。載台控制部121係藉由分別控制X軸平台馬達652、Y軸平台馬達632及 θ 軸平台馬達66，而調整吸盤台3之X方向、Y方向及 θ 方向上之位置。進而，載台控制部121係藉由控制驅動定位件32之定位件驅動部691，而執行利用定位件驅動部691進行之環狀框Fr向吸附板31之固定、及該固定之解除。進而，載台控制部121控制抽吸泵692，該抽吸泵692對在吸附板31之上表面311開口之吸附孔進行抽吸。即，載台控制部121係藉由利用抽吸泵692對吸附孔供給負壓而用吸附板31來吸附膠帶E，且藉由停止利用抽吸泵692對吸附孔供給負壓而解除吸附板31對膠帶E之吸附。

【0051】

又，控制部100具有控制攝像部8A之相機控制部122A、及控制攝像部8B之相機控制部122B。該等機械手控制部112A、112B對作為各自之對象之攝像部8A、8B之紅外線相機81及Z軸相機馬達892執行以下控制。即，相機控制部122A、122B之各者令紅外線相機81拍攝半導體基板W而獲取半導體基板W之圖像，藉由利用Z軸相機馬達892沿Z方向驅動紅外線相機81而於Z方向上調整紅外線相機81距半導體基板W之距離。

【0052】

進而，控制部100具有控制雷射加工部7之加工頭控制部123。加工頭控制部123驅動雷射光源72，使雷射光源72出射雷射光B，且藉由利用Z軸頭馬達792沿Z方向驅動加工頭71而於Z方向上調整加工頭71距半導體基板W之距離。又，加工頭71具有檢測距半導體基板W之高度(Z方向上之距

離)之高度檢測部74。該高度檢測部74係所謂之距離感測器。進而，加工頭71之光學系統73具有焦距調整機構75。焦距調整機構75藉由使光學系統73之焦點沿Z方向移位，而調整將雷射光B聚光之位置。尤其是，加工頭控制部123藉由基於高度檢測部74所檢測出之自半導體基板W至加工頭71之高度來控制焦距調整機構75，而使雷射光B聚光於半導體基板W內部之規定位置。

【0053】

再者，上述控制部100之各功能可藉由CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)等處理器或FPGA(Field Programable Gate Array，場可程式閘陣列)等而實現。

【0054】

進而，控制部100具有HDD(Hard Disk Drive，硬式磁碟機)或SDD(Solid State Drive，固態磁碟機)等記憶裝置即記憶部190。該記憶部190保存有雷射加工程式191，該雷射加工程式191規定了為了實施半導體基板W之雷射加工而由雷射加工裝置1執行之後述動作。即，控制部100藉由執行雷射加工程式191，而執行下文使用圖4～圖22C敘述之各控制。再者，雷射加工程式191係由雷射加工裝置1外部之記錄媒體192提供，控制部100(電腦)讀出記錄媒體192中記錄之雷射加工程式191並保存於記憶部190。作為該記錄媒體192，例如可例舉USB(Universal Serial Bus，通用序列匯流排)記憶體、外部之電腦之記憶裝置等。

【0055】

圖4係表示生產已執行過雷射加工之雷射加工基板之方法之一例的流程圖。圖4之流程圖係按照基於雷射加工程式191之控制部100之控制而執

行。步驟S101中，升降機械手41將環狀框Fr自基板收容匣21取出至基板交接區域Aw，步驟S102中，基板交接區域Aw之吸附機械手51將環狀框Fr自升降機械手41移載至吸盤台3。藉此，將環狀框Fr所保持之半導體基板W自基板收容匣21取出至基板交接區域Aw後，再自基板交接區域Aw移載至吸盤台3。具體而言，於步驟S101中執行圖5之環狀框之取出，於步驟S102中執行圖6之環狀框之移載。

【0056】

圖5係表示環狀框之取出之一例之流程圖，圖6係表示環狀框之移載之一例之流程圖，圖7A～圖7E係模式性地表示按照圖5及圖6之流程圖而執行之動作之一例的俯視圖。

【0057】

圖5之步驟S201中，控制部100確認升降機械手41是否空閒，即，升降機械手41是否未載置有環狀框Fr。升降機械手41是否空閒之確認例如可基於升降機械手41所執行之動作之歷程等而執行。於升降機械手41不空閒之情形時(步驟S201中為「否(NO否)」之情形時)，結束圖5之流程圖，另一方面，於升降機械手41空閒之情形時(步驟S201中為「是(YES)」之情形時)，進入步驟S202。

【0058】

步驟S202中，控制部100確認升降機械手41之至少一部分是否位於基板收容匣21內，換言之，確認其是否位於較基板收容匣21之開口23更靠基板收容匣21之內側(即(+Y)側)。升降機械手41之一部分是否位於基板收容匣21內之確認例如可基於沿Y方向驅動升降機械手41之Y軸升降機械手馬達452之編碼器之輸出所示的升降機械手41之位置而執行。於升降機械

手41自基板收容匣21退避至(-Y)側之情形時(步驟S202中為「否」之情形時)，不執行步驟S203而進入步驟S204，另一方面，於升降機械手41之一部分位於基板收容匣21內之情形時(步驟S202中為「是」之情形時)，進入步驟S203。步驟S203中，控制部100藉由利用Y軸升降機械手馬達452朝(-Y)側驅動升降機械手41，而將升降機械手41自基板收容匣21朝(-Y)側抽出，退避至基板收容匣21之(-Y)側。

【0059】

步驟S204中，控制部100藉由利用Z軸馬達272沿Z方向驅動基板收容匣21，而將收容作為取出對象之環狀框Fr之狹槽25定位於自基板插入高度211高出規定高度之位置。該規定高度較Z方向上鄰接之狹槽25之間隔小。藉此，作為取出對象之環狀框Fr之底面被調整至自升降機械手41高出規定高度之位置。

【0060】

於步驟S205中，如圖7A所示，控制部100藉由利用Y軸升降機械手馬達452朝(+Y)側驅動升降機械手41，而將升降機械手41插入基板收容匣21之內側。藉此，升降機械手41自下側隔開間隙地與作為取出對象之環狀框Fr對向。

【0061】

步驟S206中，控制部100利用Z軸馬達272使基板收容匣21沿Z方向下降。藉此，作為取出對象之環狀框Fr被載置於升降機械手41之上，並且相對於狹槽25(即，規定狹槽25之一對支持突起24)上升。

【0062】

步驟S207中，控制部100藉由利用Y軸升降機械手馬達452朝(-Y)側

驅動升降機械手41，而將升降機械手41抽出至設置於基板收容匣21之外側之基板交接區域Aw。藉此，如圖7B所示，使升降機械手41上所載置之環狀框Fr位於基板交接區域Aw。

【0063】

圖6之步驟S301中，如圖7C所示，控制部100藉由利用X軸吸附機械手馬達552調整吸附機械手51之X方向之位置，而使吸附機械手51自上側與基板交接區域Aw中受升降機械手41支持之環狀框Fr對向。此時，控制部100藉由利用Z軸吸附機械手馬達582調整吸附機械手51之高度，而將吸附機械手51調整至較環狀框Fr高之位置。因此，吸附機械手51隔開間隔地與環狀框Fr對向。

【0064】

步驟S302中，控制部100利用Z軸驅動傳遞部581使與環狀框Fr對向之吸附機械手51下降，使吸附機械手51之底面513抵接於環狀框Fr之上表面。步驟S303中，控制部100利用抽吸泵591使設置於吸附機械手51之底面513之吸附孔產生負壓，吸附機械手51藉由該負壓而吸附環狀框Fr。如此，藉由吸附機械手51而保持環狀框Fr。步驟S304中，控制部100利用Z軸吸附機械手馬達582使吸附機械手51上升。藉此，吸附機械手51將環狀框Fr自升降機械手41提起。

【0065】

步驟S305中，如圖7D所示，控制部100藉由利用X軸吸附機械手馬達552朝(+X)側驅動吸附機械手51，而使吸附機械手51自上側與作為環狀框Fr之移載目的地之吸盤台3對向。此時，控制部100藉由利用Z軸吸附機械手馬達582調整吸附機械手51之高度，而將吸附機械手51所保持之環狀框

Fr調整至較吸盤台3高之位置。因此，吸附機械手51所保持之環狀框Fr隔開間隔地與吸盤台3對向。

【0066】

步驟S306中，控制部100藉由利用Z軸吸附機械手馬達582使吸附機械手51下降，而將吸附機械手51所保持之環狀框Fr(及膠帶E)載置於吸盤台3之吸附板31上。步驟S307中，控制部100使抽吸泵591停止，解除吸附機械手51對環狀框Fr之吸附。

【0067】

步驟S308中，控制部100確認環狀框Fr之移載目的地是否為吸盤台3。例如當如後述步驟S104，環狀框Fr之移載目的地為升降機械手41之情形時，步驟S308中判斷為「否」，圖6之流程圖結束。此處，環狀框Fr之移載目的地為吸盤台3，因此步驟S308中判斷為「是」，進入步驟S309。

【0068】

步驟S309中，控制部100藉由利用定位件驅動部691驅動定位件32，而將吸盤台3之吸附板31上所載置之環狀框Fr夾於定位件32與吸附板31之間，從而夾持環狀框Fr。又，步驟S310中，控制部100利用抽吸泵692使設置於吸附板31之上表面311之吸附孔產生負壓，吸附板31藉由該負壓而吸附環狀框Fr上所黏貼之膠帶E。如此，藉由吸盤台3而保持環狀框Fr。步驟S311中，控制部100利用Z軸吸附機械手馬達582使吸附機械手51上升。藉此，吸附機械手51自吸盤台3所保持之環狀框Fr退避至上方。如此一來，如圖7E所示，環狀框Fr之自基板收容匣21向吸盤台3之移載完成(圖4之步驟S101、S102)。

【0069】

於圖4之步驟S103中，執行利用雷射光B對吸盤台3所保持之半導體基板W進行加工之基板加工，對半導體基板W上設置之複數條分割預定線照射雷射光B。該基板加工之詳細情況將於下文進行敘述。

【0070】

基板加工完成後，執行步驟S104、S105。步驟S104中，吸附機械手51將環狀框Fr自吸盤台3移載至基板交接區域Aw之升降機械手41，步驟S105中，升降機械手41將環狀框Fr自基板交接區域Aw收納至基板收容匣21。藉此，將環狀框Fr所保持之半導體基板W自吸盤台3移載至基板交接區域Aw後，自基板交接區域Aw收納至基板收容匣21。具體而言，於步驟S104中執行圖6之環狀框之移載，於步驟S105中執行圖8之環狀框之收納，執行與上述圖7A～圖7E顛倒之動作。此處，圖8係表示環狀框之收納之一例之流程圖。

【0071】

步驟S104中執行之圖6之動作與步驟S102中執行之圖6之上述動作相同，故此處以與上述動作之不同點為中心進行說明，對於共通之動作適當省略說明。圖6之步驟S301中，控制部100藉由利用X軸吸附機械手馬達552調整吸附機械手51之X方向之位置，而使吸附機械手51自上側與吸盤台3上所載置之環狀框Fr對向。繼而，控制部100使吸附機械手51下降至環狀框Fr(步驟S302)，令吸附機械手51吸附環狀框Fr(步驟S303)。隨後，控制部100使吸附機械手51上升(步驟S304)。藉此，吸附機械手51將環狀框Fr自吸盤台3提起。

【0072】

步驟S305中，控制部100利用X軸吸附機械手馬達552朝(-X)側驅動

吸附機械手51。此時，升降機械手41於基板交接區域Aw待機，藉此，吸附機械手51自上側與作為環狀框Fr之移載目的地之基板交接區域Aw之升降機械手41對向。繼而，控制部100藉由利用Z軸吸附機械手馬達582使吸附機械手51下降，而將吸附機械手51所保持之環狀框Fr載置於升降機械手41(步驟S306)。繼而，控制部100使抽吸泵591停止，解除吸附機械手51對環狀框Fr之吸附(步驟S307)。步驟S308中，控制部100確認環狀框Fr之移載目的地是否為吸盤台3。此處，環狀框Fr之移載目的地為升降機械手41而非吸盤台3，故步驟S308中判斷為「否」，圖6之流程圖結束。

【0073】

圖8之步驟401中，控制部100確認環狀框Fr是否載置於升降機械手41。環狀框Fr之向升降機械手41之載置之確認例如可基於執行環狀框Fr之載置之吸附機械手51之動作歷程而執行。當確認到環狀框Fr之向升降機械手41之載置時(步驟S401中為「是」)，控制部100以與上述步驟S202相同之方式，確認升降機械手41之至少一部分是否位於基板收容匣21內(步驟S402)。於升降機械手41自基板收容匣21退避至(-Y)側之情形時(步驟S402中為「否」之情形時)，不執行步驟S403而進入步驟S404，另一方面，於升降機械手41之一部分位於基板收容匣21內之情形時(步驟S402中為「是」之情形時)，進入步驟S403。步驟S403中，控制部100藉由利用Y軸升降機械手馬達452朝(-Y)側驅動升降機械手41，而將升降機械手41自基板收容匣21抽出至(-Y)側，使其退避至基板收容匣21之(-Y)側。

【0074】

步驟S404中，控制部100藉由利用Z軸馬達272沿Z方向驅動基板收容匣21，而將作為環狀框Fr之收納對象之狹槽25(換言之，規定狹槽25之

一對支持突起24)定位於自基板插入高度211低規定高度之位置。藉此，將作為收納對象之狹槽25調整至較受升降機械手41支持之環狀框Fr之底面低規定高度之位置。

【0075】

步驟S405中，控制部100藉由利用Y軸升降機械手馬達452朝(+Y)側驅動升降機械手41，而將升降機械手41插入至基板收容匣21之內側。藉此，規定作為收納對象之狹槽25之一對支持突起24自下側隔開間隙地與受升降機械手41支持之環狀框Fr對向。

【0076】

步驟S406中，控制部100利用Z軸匣馬達272使基板收容匣21沿Z方向上升。藉此，將環狀框Fr載置於規定作為收納對象之狹槽25之一對支持突起24之上，並且使其相對於升降機械手41上升。步驟S407中，控制部100藉由利用Y軸升降機械手馬達452朝(-Y)側驅動升降機械手41，而將升降機械手41抽出至基板收容匣21之外側。

【0077】

再者，於執行環狀框Fr相對於基板收容匣21之取出或收納時，可適當執行令環狀框Fr與升降機械手41對位之環狀框對準。圖9係表示環狀框對準之一例之流程圖，圖10係模式性地表示環狀框對準中執行之動作之一例的俯視圖。再者，圖9之流程圖係於控制部100之控制下執行。

【0078】

圖10中，透過吸附機械手51示出吸附機械手51之下側之構件(對準突起413等)。即，此處之例中，升降機械手41具有自基座部411朝上方突出之複數個對準突起413。該等複數個對準突起413對應於環狀框Fr之複數

個狹縫Fs。而且，使用對準突起413及狹縫Fs執行環狀框對準。

【0079】

於該環狀框對準中，吸附機械手51吸附升降機械手41上之環狀框Fr(步驟S501)。繼而，保持環狀框Fr之吸附機械手51上升，使環狀框Fr自升降機械手41朝上側離開(步驟S502)。此時，以環狀框Fr在Z方向上位於對準突起413之下端與上端之間之高度的方式，調整環狀框Fr自升降機械手41離開之高度。

【0080】

步驟S503中，Z軸滑塊56中內置之XY θ 浮動機構561啟動。該XY θ 浮動機構561選擇性地採用浮動支持吸附機械手51之浮動狀態、及固定支持吸附機械手51之鎖定狀態。此處，所謂浮動支持，意指以吸附機械手51可相對於XY θ 浮動機構561沿X方向、Y方向及 θ 方向移動之狀態支持吸附機械手51，所謂固定支持，意指以吸附機械手51相對於XY θ 浮動機構561固定之狀態支持吸附機械手51。當於步驟S503中XY θ 浮動機構561啟動時，XY θ 浮動機構561浮動支持吸附機械手51，吸附機械手51可相對於XY θ 浮動機構561沿X方向、Y方向及 θ 方向移動。

【0081】

步驟S504中，升降機械手41沿Y方向移動，使升降機械手41之對準突起413抵接於吸附機械手51所保持之環狀框Fr之周緣。此時，吸附機械手51以對準突起413追隨於環狀框Fr之周緣之方式相對於XY θ 浮動機構561移動。其結果，如圖10之步驟S504一欄所示，升降機械手41之各對準突起413卡合於環狀框Fr之各狹縫Fs，將環狀框Fr相對於升降機械手41定位。

【0082】

於步驟S505中，將XY θ 浮動機構561鎖定。藉此，吸附機械手51由XY θ 浮動機構561固定支持。繼而，於步驟S506中，解除吸附機械手51對環狀框Fr之吸附，將環狀框Fr載置於升降機械手41上。步驟S507中，XY θ 浮動機構561關閉，吸附機械手51以固定於Z軸滑塊56之狀態，由Z軸滑塊56支持。如此一來，可將環狀框Fr相對於升降機械手41定位(環狀框對準)。

【0083】

隨後，說明基板加工之詳細情況。圖11係表示基板加工之一例之流程圖，圖12係模式性地表示按照圖11之流程圖執行之動作之一例的俯視圖。圖11之流程圖係於控制部100之控制下執行。

【0084】

於圖11之基板加工之步驟S601中，執行求出作為加工對象之半導體基板W之上表面(背面)具有之平面的校準。圖13A係表示校準之一例之流程圖，圖13B係表示於圖13A之校準中執行之載台平面特定之一例的流程圖，圖13C係表示於圖13A之校準中執行之基板平面特定之一例的流程圖。再者，於圖13A之校準中，適當進行吸附板31或半導體基板W之拍攝。此處之說明中，由攝像部8B執行攝像。但是，即便由攝像部8A進行攝像，亦可同樣地執行以下動作。

【0085】

於圖13A之校準之步驟S701中，執行載台平面特定(圖13B)。如圖13B所示，於載台平面特定中，將用以識別吸盤台3之吸附板31之上表面311所設置之複數個(3個)拍攝點Ps(I)的計數值I重設為零(步驟S801)，使

計數值I以1遞增(步驟S802)。拍攝點Ps(I)係例如具有規定圖案之標記。

【0086】

步驟S803中，控制部100藉由利用XY θ 驅動平台6調整吸盤台3之位置，而使拍攝點Ps(I)自下側與紅外線相機81對向。藉此，將拍攝點Ps(I)收入紅外線相機81之視野。於步驟S803中，紅外線相機81對該拍攝點Ps(I)進行拍攝，獲取表示拍攝點Ps(I)之圖像。步驟S804中，控制部100藉由圖案匹配等圖像處理而確認是否可自該圖像偵測到拍攝點Ps(I)所具有之規定圖案。

【0087】

於紅外線相機81之焦點(focus)自拍攝點Ps(I)偏移，無法自圖像偵測到規定圖案之情形時(步驟S804中為「否」之情形時)，控制部100藉由利用Z軸相機馬達892沿Z方向驅動紅外線相機81，而變更紅外線相機81相對於拍攝點Ps(I)之Z方向上之距離(步驟S805)。藉此，沿Z方向變更紅外線相機81之焦點。反覆執行步驟S803~S805，直至紅外線相機81之焦點與拍攝點Ps(I)對齊，而偵測到規定圖案為止(步驟S804中為「是」)。

【0088】

步驟S806中，控制部100基於自藉由對拍攝點Ps(I)進行拍攝而獲取之圖像偵測到之規定圖案，算出拍攝點Ps(I)之位置(X, Y, Z)。拍攝點Ps(I)之X座標及Y座標係基於圖像中包含之規定圖案之位置而算出。拍攝點Ps(I)之Z座標係基於拍攝可偵測到規定圖案之圖像時之紅外線相機81的Z方向上之位置而算出。

【0089】

步驟S807中，確認計數值I是否達到2，即是否獲取了2個拍攝點

Ps(1)、Ps(2)之位置(X, Y, Z)。於計數值I未達2之情形時(步驟S807中為「否」之情形時)，返回至步驟S802，執行步驟S802~S806。於計數值I為2之情形時(步驟S807中為「是」之情形時)，進入步驟S808。

【0090】

步驟S808中，算出用於使吸盤台3朝 θ 方向旋轉，以使通過2處拍攝點Ps(1)、Ps(2)之直線變得水平之旋轉角 θ_a ，繼而，於與當前之吸附板31之旋轉角(實際旋轉角與旋轉角 θ_a)之差並非零之情形時(步驟S809中為「否」之情形時)，吸盤台3以旋轉角 θ_a 旋轉(步驟S810)，並返回至步驟S801。如此一來，執行步驟S801~S809。

【0091】

於與當前之吸附板31之旋轉角(實際旋轉角與旋轉角 θ_a)之差為零之情形時(步驟S809中為「是」之情形時)，進入步驟S811。步驟S811中，控制部100以與步驟S803相同之方法，利用紅外線相機81對拍攝點Ps(3)進行拍攝，獲取表示拍攝點Ps(3)之圖像。繼而，步驟S812中，控制部100藉由圖案匹配等圖像處理，確認是否可自該圖像偵測到拍攝點Ps(3)所具有之規定圖案。

【0092】

於無法自圖像偵測到規定圖案之情形時(步驟S812中為「否」之情形時)，控制部100藉由利用Z軸相機馬達892沿Z方向驅動紅外線相機81，而變更紅外線相機81相對於拍攝點Ps(3)之Z方向上之距離(步驟S813)。繼而，反覆執行步驟S811~S813，直至偵測到規定圖案為止(步驟S812中為「是」)。

【0093】

當步驟S812中可偵測到規定圖案時(是)，控制部100基於自藉由對拍攝點Ps(3)進行拍攝而獲取之圖像偵測到之規定圖案，算出拍攝點Ps(3)之位置(X, Y, Z)(步驟S814)。藉此，3個拍攝點Ps(1)、Ps(2)、Ps(3)各自之位置(X, Y, Z)。步驟S815中，通過該等3個位置(X, Y, Z)之平面被特定為吸盤台3之平面、具體而言為表示吸附板31之上表面311之平面。

【0094】

於圖13A之校準之步驟S702中，執行基板平面特定(圖13C)。如圖13C所示，於基板平面特定中，將用以識別半導體基板W所具有之複數個(3個)拍攝點Pw(I)之計數值I重設為零(步驟S901)，使計數值I以1遞增(步驟S902)。拍攝點Pw(I)係例如具有規定圖案之區域。

【0095】

具體而言，如圖12所示，半導體基板W由相互正交之分割預定線S(Sa、Sb)劃分為格子狀。即，於半導體基板W，設置有相互平行之複數條分割預定線Sa、及相互平行之複數條分割預定線Sb，分割預定線Sa與分割預定線Sb相互正交。如此一來，複數個半導體晶片C隔著分割預定線Sa、Sb呈格子狀排列。對此，將包含分割預定線Sa與分割預定線Sb之交叉點(換言之，由配置於四角之半導體晶片C包圍之點)之區域設定為拍攝點Pw(I)。再者，如上所述，半導體基板W之背面朝向上側，故紅外線相機81藉由紅外線，透過半導體基板W之背面對形成於半導體基板W之正面之分割預定線Sa、Sb或半導體晶片C進行拍攝。

【0096】

步驟S903中，控制部100藉由利用XYθ驅動平台6調整吸盤台3之位置，而使拍攝點Pw(I)自下側與紅外線相機81對向。藉此，將拍攝點Pw(I)

收入紅外線相機81之視野。步驟S903中，紅外線相機81對該拍攝點 $P_w(I)$ 進行拍攝，獲取表示拍攝點 $P_w(I)$ 之圖像。步驟S904中，控制部100藉由圖案匹配等圖像處理而確認是否可自該圖像偵測到拍攝點 $P_w(I)$ 所具有之規定圖案(例如分割預定線 S_a 與分割預定線 S_b 相交之圖案)。

【0097】

於紅外線相機81之焦點自拍攝點 $P_w(I)$ 偏移，無法自圖像偵測到規定圖案之情形時(步驟S904中為「否」之情形時)，控制部100藉由利用Z軸相機馬達892沿Z方向驅動紅外線相機81，而變更紅外線相機81相對於拍攝點 $P_w(I)$ 之Z方向上之距離(步驟S905)。藉此，沿Z方向變更紅外線相機81之焦點。反覆執行步驟S903～S905，直至紅外線相機81之焦點與拍攝點 $P_w(I)$ 對齊，偵測到規定圖案為止(步驟S904中為「是」)。

【0098】

再者，藉由之前執行之載台平面特定(圖13B)，特定出表示吸附板31之上表面311之平面(載台平面)。因此，可基於該載台平面而推測出吸附板31上載置之半導體基板W所具有之拍攝點 $P_w(I)$ 的存在高度範圍。因此，步驟S805中，以紅外線相機81之焦點收斂於根據載台平面推測出之拍攝點 $P_w(I)$ 之存在範圍的方式，變更紅外線相機81之高度。

【0099】

步驟S906中，控制部100基於從藉由對拍攝點 $P_w(I)$ 進行拍攝而獲取之圖像偵測到之規定圖案，算出拍攝點 $P_w(I)$ 之位置(X, Y, Z)。拍攝點 $P_w(I)$ 之X座標及Y座標係基於圖像中包含之規定圖案之位置而算出。拍攝點 $P_w(I)$ 之Z座標係基於對可偵測到規定圖案之圖像進行拍攝時之紅外線相機81之Z方向上之位置而算出。

【0100】

步驟S907中，確認計數值I是否達到2，即是否獲取了2個拍攝點Pw(1)、Pw(2)之位置(X, Y, Z)。於計數值I未達2之情形時(步驟S907中為「否」之情形時)，返回至步驟S902，執行步驟S902~S906。於計數值I為2之情形時(步驟S907中為「是」之情形時)，進入步驟S908。

【0101】

步驟S908中，基於2處拍攝點Pw(1)、Pw(2)算出用於使吸盤台3朝 θ 方向旋轉，以使分割預定線Sa與X方向(加工方向)平行之旋轉角 θ_b 。繼而，於與當前之吸附板31之旋轉角(實際旋轉角與旋轉角 θ_b)之差並非零之情形時(步驟S909中為「否」之情形時)，使吸盤台3以旋轉角 θ_b 旋轉(步驟S910)，並返回至步驟S901。如此執行步驟S901~S909。

【0102】

於與當前之吸附板31之旋轉角(實際旋轉角與旋轉角 θ_b)之差為零之情形時(步驟S909中為「是」之情形時)，進入步驟S911。步驟S911中，控制部100藉由與步驟S903相同之方法，利用紅外線相機81對拍攝點Pw(3)進行拍攝，獲取表示拍攝點Pw(3)之圖像。繼而，步驟S912中，控制部100藉由圖案匹配等圖像處理而確認是否可自該圖像偵測到拍攝點Pw(3)所具有之規定圖案。

【0103】

於無法自圖像偵測到規定圖案之情形時(步驟S912中為「否」之情形時)，控制部100藉由利用Z軸相機馬達892沿Z方向驅動紅外線相機81，而變更紅外線相機81相對於拍攝點Pw(3)之Z方向上之距離(步驟S913)。繼而，反覆執行步驟S911~S913直至偵測到規定圖案為止(步驟S912中為

「是」)。此時，以與上述相同之方式，基於載台平面而設定將紅外線相機81之高度加以變更之範圍。

【0104】

當步驟S912中可偵測到規定圖案時(是)，控制部100基於自藉由對拍攝點Pw(3)進行拍攝而獲取之圖像偵測到之規定圖案，算出拍攝點Pw(3)之位置(X, Y, Z)(步驟S914)。藉此，獲取3個拍攝點Pw(1)、Pw(2)、Pw(3)各自之位置(X, Y, Z)。步驟S915中，通過該等3個位置(X, Y, Z)之平面被特定為表示半導體基板W之平面。

【0105】

返回至圖11繼續說明。藉由執行上述校準，以分割預定線Sa與X方向平行之方式將半導體基板W定位，並特定出表示半導體基板W之平面後(步驟S601)，執行對各分割預定線Sa之線加工處理(步驟S602)。即，一面於複數條分割預定線Sa中變更作為對象之分割預定線Sa，一面執行線加工處理，藉此對複數條分割預定線Sa之各者執行利用雷射光B之加工，上述線加工處理係一面使雷射照射位置Lb沿著作為對象之分割預定線Sa在X方向上移動，一面對雷射照射位置Lb照射雷射光B。尤其是，如圖12之步驟S602一欄所示，交替地執行使雷射照射位置Lb移動至X方向之(+X)側之線加工處理、及使雷射照射位置Lb移動至X方向之(-X)側之線加工處理。

【0106】

此時，雷射光B相對於分割預定線Sa之朝(+X)側之移動係藉由利用X軸驅動部65將保持半導體基板W之吸盤台3朝(-X)側驅動而執行，雷射光B相對於分割預定線Sa之朝(-X)側之移動係藉由利用X軸驅動部65將保持半

導體基板W之吸盤台3朝(+X)側驅動而執行。又，作為線加工處理之對象之分割預定線Sa之變更係藉由利用Y軸驅動部63將保持半導體基板W之吸盤台3沿Y方向驅動而執行。又，藉由控制部100執行如下控制，即，基於在步驟S601之校準中特定出之表示半導體基板W之平面，利用Z軸頭馬達792調整加工頭71之Z方向之位置。藉此，將雷射光B之聚光位置調整至半導體基板W之內部，沿著分割預定線Sa於半導體基板W之內部形成改質層。

【0107】

如此完成對複數條分割預定線Sa之各者之線加工處理後(步驟S602)，利用 θ 軸平台馬達66使保持半導體基板W之吸盤台3朝 θ 方向旋轉90度。藉此，自被執行過雷射加工之複數條分割預定線Sa平行於X方向而定位之狀態(圖12之「S602_e」一欄)，切換為複數條分割預定線Sb平行於X方向而定位之狀態(圖12之「S603」一欄)。

【0108】

步驟S604中，以與上述步驟S601相同之方式執行校準。又，步驟S605中，以與上述步驟S602相同之方式，對複數條分割預定線Sb之各者執行線加工處理。

【0109】

圖14係表示對各分割預定線之線加工處理之基本工序之流程圖，圖15A係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第1例的圖。圖15A中，以虛線表示相對於半導體基板W相對移動之雷射照射位置Lb之軌跡，以一點鏈線表示沿著分割預定線S1、S2、S3在分割預定線S1、S2、S3之兩外側之間平行於X方向而延伸設置之假想直線Sv1、Sv2、Sv3。再者，

於雷射照射位置Lb之軌跡與假想直線Sv1、Sv2、Sv3重疊之部分，優先示出表示雷射照射位置Lb之軌跡之虛線。

【0110】

圖15A所示之例中，自雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(-X)側之位置Pb1的狀態，開始圖14之流程圖。該位置Pb1係設置於沿著分割預定線S1之假想直線Sv1上，換言之，自X方向與分割預定線S1對向之位置。但是，開始圖14之流程圖時之雷射照射位置Lb之位置不限於此處之例，可適當變更。

【0111】

步驟S1001中，停止於位置Pb1之雷射照射位置Lb朝向X方向之(+X)側開始加速，平行於X方向而移動。藉此，雷射照射位置Lb沿著假想直線Sv1朝(+X)側移動。繼而，於雷射照射位置Lb到達(-X)側之半導體基板W之邊緣之前，當雷射照射位置Lb之速度Vx增加至加工速度Vxd時，雷射照射位置Lb以加工速度Vxd朝X方向之(+X)側等速移動(步驟S1002)。

【0112】

進而，相應於雷射照射位置Lb到達(-X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72點亮，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射開始(步驟S1003)。又，相應於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72熄滅，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射結束(步驟S1004)。如此一來，於步驟S1003至S1004之期間，一面使雷射照射位置Lb沿著分割預定線S1朝(+X)側移動，一面對雷射照射位置Lb照射雷射光B，對分割預定線S1執行雷射加工(線加工處理)。

【0113】

雷射照射位置Lb朝(+X)側通過分割預定線S1後，雷射照射位置Lb朝向X方向之(+X)側開始減速(步驟S1005)，雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(+X)側之位置Pb2(步驟S1006)。該位置Pb2設置於Y方向上與假想直線Sv1鄰接之假想直線Sv2上，換言之為自X方向與分割預定線S2對向之位置。即，步驟S1005~S1006中，雷射照射位置Lb朝X方向減速之同時，自假想直線Sv1朝Y方向移動至假想直線Sv2。

【0114】

另外，攝像部8A、8B之拍攝範圍Ri(圖1)與加工頭71之雷射照射位置Lb之位置關係固定。因此，步驟S1001~S1006中，隨著雷射照射位置Lb相對於半導體基板W相對移動，拍攝範圍Ri亦相對於半導體基板W相對移動。而且，於雷射照射位置Lb停止在位置Pb2之狀態下，攝像部8B之拍攝範圍Ri停止在至少包含拍攝點Pw(S2)之位置。該拍攝點Pw(S2)係半導體基板W上分割預定線S2和與其正交之分割預定線S相交之交叉點。因此，步驟S1006中，控制部100令攝像部8B對拍攝範圍Ri進行拍攝，獲取包含拍攝點Pw(S2)之圖像。藉此，控制部100可獲取表示未加工之分割預定線S2之位置之圖像。

【0115】

於步驟S1007中，確認是否已對平行於X方向之複數條分割預定線S完成雷射加工。於該等分割預定線S中存在未加工之分割預定線S之情形時(步驟S1007中為「否」之情形時)，返回至步驟S1001。

【0116】

圖15A之例中，於步驟S1001中，停止在位置Pb2之雷射照射位置Lb

朝向X方向之(-X)側開始加速，平行於X方向而移動。藉此，雷射照射位置Lb沿著假想直線Sv2朝(-X)側移動。繼而，於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之前，雷射照射位置Lb之速度Vx增加至加工速度Vxd時，雷射照射位置Lb以加工速度Vxd朝X方向之(-X)側等速移動(步驟S1002)。

【0117】

此處，於X方向上，朝(+X)側通過分割預定線S1後之雷射照射位置Lb開始減速之位置(換言之，結束朝(+X)側之等速移動之X座標)與朝向分割預定線S朝(-X)側加速之雷射照射位置Lb結束加速之位置(換言之，開始朝(-X)側之等速移動之X座標)一致。即，通過第n個執行線加工處理之分割預定線Sn後之雷射照射位置Lb結束等速移動並且開始減速之X座標、與前往第n+1個執行線加工處理之分割預定線Sn+1之雷射照射位置Lb結束加速後開始等速移動之X方向一致。

【0118】

進而，相應於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72點亮，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射開始(步驟S1003)。又，相應於雷射照射位置Lb到達(-X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72熄滅，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射結束(步驟S1004)。如此一來，於步驟S1003至S1004之期間，一面使雷射照射位置Lb沿著分割預定線S2朝(-X)側移動，一面對雷射照射位置Lb照射雷射光B，而對分割預定線S2執行雷射加工(線加工處理)。

【0119】

雷射照射位置Lb朝(-X)側通過分割預定線S2後，雷射照射位置Lb朝向X方向之(-X)側開始減速(步驟S1005)，雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(-X)側之位置Pb3(步驟S1006)。該位置Pb3設置於Y方向上與假想直線Sv2鄰接之假想直線Sv3上，換言之為自X方向與分割預定線S3對向之位置。即，步驟S1005~S1006中，雷射照射位置Lb朝X方向減速之同時，自假想直線Sv2朝Y方向移動至假想直線Sv3。

【0120】

又，於雷射照射位置Lb停止在位置Pb3之狀態下，攝像部8A之拍攝範圍Ri停止在至少包含拍攝點Pw(S3)之位置。該拍攝點Pw(S3)係半導體基板W上分割預定線S3和與其正交之分割預定線S相交之交叉點。因此，步驟S1006中，控制部100令攝像部8A對拍攝範圍Ri進行拍攝，而獲取包含拍攝點Pw(S3)之圖像。藉此，控制部100可獲取表示未加工之分割預定線S3之位置之圖像。

【0121】

繼而，反覆執行步驟S1001~S1007，直至確認已對平行於X方向之複數條分割預定線S(S1、S2、S3、…)完成了雷射加工為止(步驟S1007中為「是」)。

【0122】

隨後，參照圖15A之「X方向上之速度變化」及「Y方向上之速度變化」來說明雷射照射位置Lb之速度變化。此處，速度Vx表示雷射照射位置Lb相對於半導體基板W沿X方向移動之速度，速度Vy表示雷射照射位置Lb相對於半導體基板W沿Y方向移動之速度。又，加工速度Vxd表示雷射照射位置Lb沿著分割預定線S在X方向上等速移動之速度(即，速度Vx)，

無關於朝(+X)側之移動或朝(-X)側之移動，均以絕對值表示。

【0123】

於執行使雷射光B沿著分割預定線S1朝(+X)側移動之線加工處理之線加工期間Ts1(步驟S1002~S1004)，雷射照射位置Lb以固定之加工速度Vxd沿X方向移動，並且不沿Y方向移動。又，於執行使雷射光B沿著分割預定線S2朝(-X)側移動之線加工處理之線加工期間Ts2(步驟S1002~S1004)，雷射照射位置Lb以固定之加工速度Vxd沿X方向移動，並且不沿Y方向移動。

【0124】

又，於自線加工期間Ts1切換為線加工期間Ts2之切換期間Tc(步驟S1005、S1006、S1001)，執行以下動作。即，X軸驅動部65(加工軸驅動部)執行反向驅動，該反向驅動係於X方向(加工方向)上，使朝(+X)側(第1側)通過分割預定線S1(第1加工線)後之雷射照射位置Lb朝向(+X)側減速並停止後(步驟S1005)，朝向(-X)側加速(步驟S1001)，藉此使雷射照射位置Lb到達分割預定線S2(第2加工線)。該反向驅動之同時，Y軸驅動部63(進給軸驅動部)使雷射照射位置Lb朝Y方向(進給方向)自沿著分割預定線S1在X方向上延伸設置至分割預定線S1之外側之假想直線Sv1(第1假想直線)，移動至沿著分割預定線S2(第2加工線)在X方向上延伸設置至分割預定線S2之外側之假想直線Sv2(第2假想直線)。

【0125】

尤其是，切換期間Tc包含使雷射照射位置Lb在X方向上減速之減速期間Td(步驟S1005)、及使雷射照射位置Lb在X方向上加速之加速期間Ta(步驟S1001)，雷射照射位置Lb之朝Y方向之移動係於減速期間Td及加

速期間 T_a 中之減速期間 T_d 時執行。具體而言，於減速期間 T_d 開始後，雷射照射位置 L_b 之朝Y方向之移動開始，於減速期間 T_d 結束前，雷射照射位置 L_b 之朝Y方向之移動結束。進而言之，於加速期間 T_a ，雷射照射位置 L_b 不沿Y方向移動。

【0126】

此處，減速期間 T_d 之開始時間點表示X方向上之雷射照射位置 L_b 之減速(換言之，速度 V_x 之絕對值自加工速度 V_{xd} 起之減少)開始之時間點，減速期間 T_d 之結束時間點表示X方向上之雷射照射位置 L_b 之速度(換言之，速度 V_x)成為零之時間點。加速期間 T_a 之開始時間點表示X方向上之雷射照射位置 L_b 之加速(換言之，速度 V_x 之絕對值自零起之增加)開始之時間點，加速期間 T_a 之結束時間點表示X方向上之雷射照射位置 L_b 之加速結束之時間點(換言之，速度 V_x 之絕對值成為加工速度 V_{xd} 之時間點)。

【0127】

又，於自加速期間 T_a 移行至減速期間 T_d 之中途所設之停止期間 T_t ，雷射照射位置 L_b 之X方向上之速度 V_x 及Y方向上之速度 V_y 兩者成為零，雷射照射位置 L_b 在位置 P_{b2} 相對於半導體基板 W 停止。於該停止期間 T_t ，攝像部8A、8B之拍攝範圍 R_i 亦相對於半導體基板 W 停止，尤其是，攝像部8B之拍攝範圍 R_i 位於處於半導體基板 W 之(+X)側之雷射照射位置 L_b 之(-X)側，與半導體基板 W 重疊。因此，於停止期間 T_t ，攝像部8B之紅外線相機81對半導體基板 W 中與拍攝範圍 R_i 重疊之部分進行拍攝(步驟S1006)。

【0128】

圖15B係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第2例的圖。

圖15B中之記載與圖15A中之記載相同。圖15B中，亦與圖15A同樣地按照圖14之流程圖，對分割預定線S1、S2、S3依序執行雷射加工處理。但是，圖15B與圖15A中，變更作為雷射加工處理之對象之分割預定線S之切換期間Tc中之動作不同。因此，以與圖15A之不同點為中心進行說明，對共通之動作附上合適的符號而適當省略說明。

【0129】

當隨著對分割預定線S1之雷射加工結束，雷射照射位置Lb朝(+X)側通過分割預定線S1時，雷射照射位置Lb朝向X方向之(+X)側開始減速(步驟S1005)，雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(+X)側之位置Pb2(步驟S1006)。該位置Pb2設置於假想直線Sv1上。又，於雷射照射位置Lb停止在位置Pb2之狀態下，攝像部8B之拍攝範圍Ri停止在至少包含拍攝點Pw(S2)之位置。因此，步驟S1006中，控制部100令攝像部8B對拍攝範圍Ri進行拍攝，獲取包含拍攝點Pw(S2)之圖像。藉此，控制部100可獲取表示未加工之分割預定線S2之位置之圖像。

【0130】

隨後，停止在位置Pb2之雷射照射位置Lb朝向X方向之(-X)側開始加速(步驟S1001)。繼而，於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之前，雷射照射位置Lb之速度Vx增加至加工速度Vxd時，雷射照射位置Lb以加工速度Vxd朝X方向之(-X)側等速移動(步驟S1002)。又，於雷射照射位置Lb開始加速後至開始以加工速度Vxd等速移動為止之期間，雷射照射位置Lb自假想直線Sv1沿Y方向移動至假想直線Sv2。即，步驟S1001~S1002中，雷射照射位置Lb朝X方向加速之同時，自假想直線Sv1朝Y方向移動至假想直線Sv2。藉此，可使雷射照射位置Lb到達分割預定

線S2，而開始對分割預定線S2之線加工。

【0131】

當隨著對分割預定線S2之雷射加工之結束，雷射照射位置Lb朝(-X)側通過分割預定線S2後，雷射照射位置Lb朝向X方向之(-X)側開始減速(步驟S1005)，雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(-X)側之位置Pb3(步驟S1006)。該位置Pb3設置在假想直線Sv2上。又，於雷射照射位置Lb停止在位置Pb3之狀態下，攝像部8A之拍攝範圍Ri停止在至少包含拍攝點Pw(S3)之位置。因此，步驟S1006中，控制部100令攝像部8A對拍攝範圍Ri進行拍攝，而獲取包含拍攝點Pw(S3)之圖像。藉此，控制部100可獲取表示未加工之分割預定線S3之位置之圖像。

【0132】

隨後，參照圖15B之「X方向上之速度變化」及「Y方向上之速度變化」來說明雷射照射位置Lb之速度變化。於執行使雷射光B沿著分割預定線S1朝(+X)側移動之線加工處理之線加工期間Ts1(步驟S1002~S1004)，雷射照射位置Lb以固定之加工速度Vxd沿X方向移動，並且不沿Y方向移動。又，於執行使雷射光B沿著分割預定線S2朝(-X)側移動之線加工處理之線加工期間Ts2(步驟S1002~S1004)，雷射照射位置Lb以固定之加工速度Vxd沿X方向移動，並且不沿Y方向移動。

【0133】

又，於自線加工期間Ts1切換為線加工期間Ts2之切換期間Tc(步驟S1005、S1006、S1001)，與上述同樣地在X方向上進行反向驅動之同時，使雷射照射位置Lb自假想直線Sv1朝Y方向(進給方向)移動至假想直線Sv2。尤其是，切換期間Tc所包含之減速期間Td及加速期間Ta中雷射照

射位置Lb之朝Y方向之移動係於加速期間Ta時執行。具體而言，於加速期間Ta開始後，雷射照射位置Lb之朝Y方向之移動開始，於加速期間Ta結束前，雷射照射位置Lb之朝Y方向之移動結束。進而言之，於減速期間Td，雷射照射位置Lb不沿Y方向移動。

【0134】

又，於自加速期間Ta移行至減速期間Td之中途所設之停止期間Tt，雷射照射位置Lb之X方向上之速度Vx及Y方向上之速度Vy兩者成為零，雷射照射位置Lb在位置Pb2相對於半導體基板W停止。於該停止期間Tt，攝像部8A、8B之拍攝範圍Ri亦相對於半導體基板W停止，尤其是，攝像部8B之拍攝範圍Ri位於處於半導體基板W之(+X)側之雷射照射位置Lb之(-X)側，與半導體基板W重疊。因此，於停止期間Tt，攝像部8B之紅外線相機81對半導體基板W中與拍攝範圍Ri重疊之部分進行拍攝(步驟S1006)。

【0135】

圖15C係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第3例的圖。圖15C中之記載與圖15A中之記載相同。圖15C中，亦與圖15A同樣地按照圖14之流程圖，對分割預定線S1、S2、S3依序執行雷射加工處理。但是，圖15C與圖15A中，變更作為雷射加工處理之對象之分割預定線S之切換期間Tc中之動作不同。因此，以與圖15A之不同點為中心進行說明，對共通之動作附上合適的符號而適當省略說明。

【0136】

當隨著對分割預定線S1之雷射加工結束，雷射照射位置Lb朝(+X)側通過分割預定線S1時，雷射照射位置Lb朝向X方向之(+X)側開始減速(步

驟S1005)，雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(+X)側之位置Pb2(步驟S1006)。該位置Pb2於Y方向上設置在假想直線Sv1與假想直線Sv2之間。即，步驟S1005～S1006中，雷射照射位置Lb朝X方向減速之同時，自假想直線Sv1朝Y方向移動至位置Pb2。又，於雷射照射位置Lb停止在位置Pb2之狀態下，攝像部8B之拍攝範圍Ri停止在至少包含拍攝點Pw(S2)之位置。因此，步驟S1006中，控制部100令攝像部8B對拍攝範圍Ri進行拍攝，獲取包含拍攝點Pw(S2)之圖像。藉此，控制部100可獲取表示未加工之分割預定線S2之位置之圖像。

【0137】

隨後，停止在位置Pb2之雷射照射位置Lb朝向X方向之(-X)側開始加速(步驟S1001)。繼而，於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之前，雷射照射位置Lb之速度Vx增加至加工速度Vxd時，雷射照射位置Lb以加工速度Vxd朝X方向之(-X)側等速移動(步驟S1002)。又，於雷射照射位置Lb開始加速後至開始以加工速度Vxd等速移動為止之期間，雷射照射位置Lb自位置Pb2沿Y方向移動至假想直線Sv2。即，步驟S1001～S1002中，雷射照射位置Lb朝X方向加速之同時，自位置Pb2朝Y方向移動至假想直線Sv2。藉此，可使雷射照射位置Lb到達分割預定線S2，而開始對分割預定線S2之線加工。

【0138】

當隨著對分割預定線S2之雷射加工之結束，雷射照射位置Lb朝(-X)側通過分割預定線S2後，雷射照射位置Lb朝向X方向之(-X)側開始減速(步驟S1005)，雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(-X)側之位置Pb3(步驟S1006)。該位置Pb3於Y方向上設置在假想直線Sv2與假

想直線 $Sv3$ 之間。即，步驟 $S1005 \sim S1006$ 中，雷射照射位置 Lb 朝 X 方向減速之同時，自假想直線 $Sv2$ 朝 Y 方向移動至位置 $Pb3$ 。又，於雷射照射位置 Lb 停止在位置 $Pb3$ 之狀態下，攝像部 $8A$ 之拍攝範圍 Ri 停止在至少包含拍攝點 $Pw(S3)$ 之位置。因此，步驟 $S1006$ 中，控制部 100 令攝像部 $8A$ 對拍攝範圍 Ri 進行拍攝，而獲取包含拍攝點 $Pw(S3)$ 之圖像。藉此，控制部 100 可獲取表示未加工之分割預定線 $S3$ 之位置之圖像。

【0139】

隨後，參照圖 $15C$ 之「 X 方向上之速度變化」及「 Y 方向上之速度變化」來說明雷射照射位置 Lb 之速度變化。於執行使雷射光 B 沿著分割預定線 $S1$ 朝(+ X)側移動之線加工處理之線加工期間 $Ts1$ (步驟 $S1002 \sim S1004$)，雷射照射位置 Lb 以固定之加工速度 Vxd 沿 X 方向移動，並且不沿 Y 方向移動。又，於執行使雷射光 B 沿著分割預定線 $S2$ 朝(- X)側移動之線加工處理之線加工期間 $Ts2$ (步驟 $S1002 \sim S1004$)，雷射照射位置 Lb 以固定之加工速度 Vxd 沿 X 方向移動，並且不沿 Y 方向移動。

【0140】

又，於自線加工期間 $Ts1$ 切換為線加工期間 $Ts2$ 之切換期間 Tc (步驟 $S1005$ 、 $S1006$ 、 $S1001$)，與上述同樣地在 X 方向上進行反向驅動之同時，使雷射照射位置 Lb 自假想直線 $Sv1$ 朝 Y 方向(進給方向)移動至假想直線 $Sv2$ 。尤其是，該雷射照射位置 Lb 之移動係經過位置 $Pb2$ 而執行。即，於切換期間 Tc 所包含之減速期間 Td 及加速期間 Ta 中之減速期間 Td ，雷射照射位置 Lb 自假想直線 $Sv1$ 沿 Y 方向移動至位置 $Pb2$ ，於加速期間 Ta ，雷射照射位置 Lb 自位置 $Pb2$ 沿 Y 方向移動至假想直線 $Sv2$ 。具體而言，減速期間 Td 開始之同時，雷射照射位置 Lb 開始自假想直線 $Sv1$ 向位置 $Pb2$ 之移

動，減速期間 T_d 結束之同時，雷射照射位置 L_b 到達位置 P_{b2} 。又，加速期間 T_a 開始之同時，雷射照射位置 L_b 開始自位置 P_{b2} 向假想直線 S_{v2} 之移動，加速期間 T_a 結束之同時，雷射照射位置 L_b 到達假想直線 S_{v2} 。

【0141】

又，於自加速期間 T_a 移行至減速期間 T_d 之中途所設之停止期間 T_t ，雷射照射位置 L_b 之 X 方向上之速度 V_x 及 Y 方向上之速度 V_y 兩者成為零，雷射照射位置 L_b 在位置 P_{b2} 相對於半導體基板 W 停止。於該停止期間 T_t ，攝像部 $8A$ 、 $8B$ 之拍攝範圍 R_i 亦相對於半導體基板 W 停止，尤其是，攝像部 $8B$ 之拍攝範圍 R_i 位於處於半導體基板 W 之 $(+X)$ 側之雷射照射位置 L_b 之 $(-X)$ 側，與半導體基板 W 重疊。因此，於停止期間 T_t ，攝像部 $8B$ 之紅外線相機 81 對半導體基板 W 中與拍攝範圍 R_i 重疊之部分進行拍攝(步驟 $S1006$)。

【0142】

再者，於切換期間 T_c ，自假想直線 S_{v1} 沿 Y 方向移動至位置 P_{b2} 後，自位置 P_{b2} 沿 Y 方向移動至假想直線 S_{v2} 之具體形態不限於圖 $15C$ 之例，例如亦可以圖 $15D$ 、圖 $15E$ 及圖 $15F$ 所示之形態執行該移動。

【0143】

圖 $15D$ 係模式性地表示按照圖 14 之流程圖執行之動作之第 4 例的圖，圖 $15E$ 係模式性地表示按照圖 14 之流程圖執行之動作之第 5 例的圖，圖 $15F$ 係模式性地表示按照圖 14 之流程圖執行之動作之第 6 例的圖。圖 $15D$ ～圖 $15F$ 中之記載與圖 $15C$ 中之記載相同。圖 $15D$ ～圖 $15F$ 與圖 $15C$ 之不同點在於切換期間 T_c 之雷射照射位置 L_b 之移動形態。因此，以與圖 $15C$ 之不同點為中心進行說明，對共通之動作附上合適的符號而適當省略說明。

【0144】

圖15D所示之第4例中，減速期間 T_d 開始之同時，雷射照射位置 L_b 開始自假想直線 S_{v1} 朝位置 P_{b2} 之Y方向上之移動，減速期間 T_d 結束之前，雷射照射位置 L_b 於Y方向上到達位置 P_{b2} 並停止在該位置 P_{b2} (即，速度 V_y 為零)。但是，雷射照射位置 L_b 於Y方向上到達位置 P_{b2} 後，減速期間 T_d 持續，雷射照射位置 L_b 持續進行X方向上之移動。又，加速期間 T_a 開始後，雷射照射位置 L_b 自位置 P_{b2} 朝假想直線 S_{v2} 之Y方向上之移動開始，加速期間 T_a 結束之同時，雷射照射位置 L_b 到達假想直線 S_{v2} 。即，於自減速期間 T_d 之中途至加速期間 T_a 之中途之期間 ΔT_y ，雷射照射位置 L_b 於Y方向上停止(即，速度 V_y 為零)。

【0145】

圖15E所示之第5例中，減速期間 T_d 開始之同時，雷射照射位置 L_b 開始自假想直線 S_{v1} 朝位置 P_{b2} 之Y方向上之移動，減速期間 T_d 結束之前，雷射照射位置 L_b 於Y方向上到達位置 P_{b2} 並停止在該位置 P_{b2} (即，速度 V_y 為零)。但是，雷射照射位置 L_b 於Y方向上到達位置 P_{b2} 後，減速期間 T_d 持續，雷射照射位置 L_b 持續進行X方向上之移動。又，加速期間 T_a 開始之同時，雷射照射位置 L_b 自位置 P_{b2} 朝假想直線 S_{v2} 之Y方向上之移動開始，加速期間 T_a 結束之同時，雷射照射位置 L_b 到達假想直線 S_{v2} 。即，於自減速期間 T_d 之中途至加速期間 T_a 開始為止之期間 ΔT_y ，雷射照射位置 L_b 於Y方向上停止(即，速度 V_y 為零)。

【0146】

圖15F所示之第5例中，減速期間 T_d 開始之同時，雷射照射位置 L_b 開始自假想直線 S_{v1} 朝位置 P_{b2} 之Y方向上之移動。但是，於減速期間 T_d 之

結束時間點，雷射照射位置Lb在Y方向上未到達位置Pb2。再者，於減速期間Td之結束時間點，X方向上之雷射照射位置Lb之位置(即，X座標)與位置Pb2之位置(即，X座標)一致。因此，雷射照射位置Lb於減速期間Td結束後亦朝向位置Pb2朝Y方向持續移動。又，於自減速期間Td結束後雷射照射位置Lb朝向位置Pb2沿Y方向移動期間，雷射照射位置Lb於X方向上停止(即，速度Vx為零)。而且，雷射照射位置Lb到達位置Pb2之同時，加速期間Ta開始，並且雷射照射位置Lb開始自位置Pb2朝假想直線Sv2之Y方向上之移動。又，加速期間Ta結束之同時，雷射照射位置Lb到達假想直線Sv2。

【0147】

圖15G係模式性地表示按照圖14之流程圖執行之動作之第7例的圖。圖15G中之記載與圖15A中之記載相同。圖15G中，亦與圖15A同樣地按照圖14之流程圖，對分割預定線S1、S2、S3依序執行雷射加工處理。但是，圖15G與圖15A中，變更作為雷射加工處理之對象之分割預定線S之切換期間Tc中之動作不同。因此，以與圖15A之不同點為中心進行說明，對共通之動作附上合適的符號而適當省略說明。

【0148】

當隨著對分割預定線S1之雷射加工結束，雷射照射位置Lb朝(+X)側通過分割預定線S1時，雷射照射位置Lb朝向X方向之(+X)側開始減速(步驟S1005)，雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(+X)側之位置Pb2(步驟S1006)。該位置Pb2於Y方向上，設置在假想直線Sv1與假想直線Sv2之間的區間之外側(相對於假想直線Sv2而言之假想直線Sv1之相反側)。即，步驟S1005~S1006中，雷射照射位置Lb朝X方向減速之同

時，自假想直線 $Sv1$ 超過假想直線 $Sv2$ 朝 Y 方向移動至位置 $Pb2$ 。又，於雷射照射位置 Lb 停止在位置 $Pb2$ 之狀態下，攝像部 $8B$ 之拍攝範圍 Ri 停止在至少包含拍攝點 $Pw(S3)$ 之位置。因此，步驟 $S1006$ 中，控制部 100 令攝像部 $8B$ 對拍攝範圍 Ri 進行拍攝，獲取包含拍攝點 $Pw(S3)$ 之圖像。藉此，控制部 100 可獲取表示未加工之分割預定線 $S3$ 之位置之圖像。

【0149】

隨後，停止在位置 $Pb2$ 之雷射照射位置 Lb 朝向 X 方向之 $(-X)$ 側開始加速(步驟 $S1001$)。繼而，於雷射照射位置 Lb 到達 $(+X)$ 側之半導體基板 W 之邊緣之前，雷射照射位置 Lb 之速度 Vx 增加至加工速度 Vxd 時，雷射照射位置 Lb 以加工速度 Vxd 朝 X 方向之 $(-X)$ 側等速移動(步驟 $S1002$)。又，於雷射照射位置 Lb 開始加速後至開始以加工速度 Vxd 等速移動為止之期間，雷射照射位置 Lb 沿 Y 方向自位置 $Pb2$ 移動至假想直線 $Sv2$ 。即，步驟 $S1001$ ~ $S1002$ 中，雷射照射位置 Lb 朝 X 方向加速之同時，自位置 $Pb2$ 朝 Y 方向移動至假想直線 $Sv2$ 。藉此，可使雷射照射位置 Lb 到達分割預定線 $S2$ ，而開始對分割預定線 $S2$ 之線加工。

【0150】

當隨著對分割預定線 $S2$ 之雷射加工之結束，雷射照射位置 Lb 朝 $(-X)$ 側通過分割預定線 $S2$ 後，雷射照射位置 Lb 朝向 X 方向之 $(-X)$ 側開始減速(步驟 $S1005$)，雷射照射位置 Lb 於 X 方向上停止在半導體基板 W 之 $(-X)$ 側之位置 $Pb3$ (步驟 $S1006$)。該位置 $Pb3$ 於 Y 方向上，設置在假想直線 $Sv2$ 與假想直線 $Sv3$ 之間的區間之外側(相對於假想直線 $Sv3$ 而言之假想直線 $Sv2$ 之相反側)。即，步驟 $S1005$ ~ $S1006$ 中，雷射照射位置 Lb 朝 X 方向減速之同時，自假想直線 $Sv2$ 超過假想直線 $Sv3$ 朝 Y 方向移動至位置 $Pb2$ 。又，於

雷射照射位置Lb停止在位置Pb3之狀態下，攝像部8A之拍攝範圍Ri停止在至少包含拍攝點Pw(S4)之位置。因此，步驟S1006中，控制部100令攝像部8A對拍攝範圍Ri進行拍攝，獲取包含拍攝點Pw(S4)之圖像。藉此，控制部100可獲取表示未加工之分割預定線S4之位置之圖像。

【0151】

隨後，參照圖15G之「X方向上之速度變化」及「Y方向上之速度變化」來說明雷射照射位置Lb之速度變化。於執行使雷射光B沿著分割預定線S1朝(+X)側移動之線加工處理之線加工期間Ts1(步驟S1002~S1004)，雷射照射位置Lb以固定之加工速度Vxd沿X方向移動，並且不沿Y方向移動。又，於執行使雷射光B沿著分割預定線S2朝(-X)側移動之線加工處理之線加工期間Ts2(步驟S1002~S1004)，雷射照射位置Lb以固定之加工速度Vxd沿X方向移動，並且不沿Y方向移動。

【0152】

又，於自線加工期間Ts1切換為線加工期間Ts2之切換期間Tc(步驟S1005、S1006、S1001)，與上述同樣地在X方向上進行反向驅動之同時，使雷射照射位置Lb自假想直線Sv1朝Y方向(進給方向)移動至假想直線Sv2。尤其是，該雷射照射位置Lb之移動係經過Y方向上設置在假想直線Sv1與假想直線Sv2之間的區間之外側之位置Pb2而執行。即，於切換期間Tc所包含之減速期間Td及加速期間Ta中之減速期間Td，雷射照射位置Lb自假想直線Sv1超過假想直線Sv2沿Y方向移動至位置Pb2，於加速期間Ta，雷射照射位置Lb自位置Pb2沿Y方向移動至假想直線Sv2。具體而言，減速期間Td開始之同時，雷射照射位置Lb開始自假想直線Sv1向位置Pb2之移動，減速期間Td結束之同時，雷射照射位置Lb到達位置Pb2。

又，加速期間 T_a 開始之同時，雷射照射位置 L_b 開始自位置 P_b2 向假想直線 S_v2 之移動，加速期間 T_a 結束之同時，雷射照射位置 L_b 到達假想直線 S_v2 。

【0153】

又，於自加速期間 T_a 移行至減速期間 T_d 之中途所設之停止期間 T_t ，雷射照射位置 L_b 之 X 方向上之速度 V_x 及 Y 方向上之速度 V_y 兩者成為零，雷射照射位置 L_b 在位置 P_b2 相對於半導體基板 W 停止。於該停止期間 T_t ，攝像部 $8A$ 、 $8B$ 之拍攝範圍 R_i 亦相對於半導體基板 W 停止，尤其是，攝像部 $8B$ 之拍攝範圍 R_i 位於處於半導體基板 W 之 $(+X)$ 側之雷射照射位置 L_b 之 $(-X)$ 側，與半導體基板 W 重疊。因此，於停止期間 T_t ，攝像部 $8B$ 之紅外線相機 81 對半導體基板 W 中與拍攝範圍 R_i 重疊之部分進行拍攝(步驟 $S1006$)。

【0154】

另外，上述例中，位置 P_b2 於 Y 方向上設置在相對於假想直線 S_v2 而言之假想直線 S_v1 之相反側。然而，亦可於 Y 方向上將位置 P_b2 設置在相對於假想直線 S_v1 而言之假想直線 S_v2 之相反側。該情形時，於減速期間 T_d ，雷射照射位置 L_b 自假想直線 S_v1 朝 Y 方向移動至位置 P_b2 ，於加速期間 T_a ，雷射照射位置 L_b 自位置 P_b2 超過假想直線 S_v1 朝 Y 方向移動至假想直線 S_v2 。對位置 P_b3 亦可實施同樣之變更。

【0155】

圖16係表示對各分割預定線之線加工處理之第1應用例之流程圖，圖17係模式性地表示按照圖16之流程圖執行之動作之一例的圖。圖17中之記載與圖15A～圖15G之記載相同。圖16之例與圖14之例根據線加工處理

之執行中有無拍攝半導體基板W之步驟S1008不同，其他步驟S1001～S1007共通。因此，於圖16之例中，執行圖15A～圖15G所示之各動作(第1例～第7例)之任一者。再者，圖17中，未示出切換期間Tc中之雷射照射位置Lb之軌跡，但雷射照射位置Lb可沿圖15A～圖15G之任一者所示之軌跡移動。

【0156】

圖16之步驟S1008係以如下方式執行。即，於沿著分割預定線S1之雷射照射位置Lb之移動中拍攝半導體基板W(步驟S1008)。具體而言，拍攝位於較朝(+X)側移動之雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側(即，(+X)側)之拍攝範圍Ri(即，攝像部8A之拍攝範圍Ri)。藉此，獲取包含較雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側之拍攝點Pw(S11)之圖像。如此一來，可獲取表示線加工處理執行中之分割預定線S1中未加工部分之位置之圖像。

【0157】

即，於步驟S1003、S1108、S1104之執行期間，在對分割預定線S1執行線加工處理之同時，拍攝該線加工處理之對象即分割預定線S1中之未加工部分之圖像。

【0158】

又，於沿著分割預定線S2之雷射照射位置Lb之移動中拍攝半導體基板W(步驟S1008)。具體而言，拍攝位於較朝(-X)側移動之雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側(即，(-X)側)之拍攝範圍Ri(即，攝像部8B之拍攝範圍Ri)。藉此，獲取包含較雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側之拍攝點Pw(S21)的圖像。如此一來，可獲取表示線加工

處理執行中之分割預定線S2中未加工部分之位置之圖像。

【0159】

即，於步驟S1003、S1108、S1104之執行期間，在對分割預定線S2執行線加工處理之同時，拍攝該線加工處理之對象即分割預定線S2中之未加工部分之圖像。

【0160】

進而，於沿著分割預定線S3之雷射照射位置Lb之移動中拍攝半導體基板W(步驟S1008)。具體而言，拍攝位於較朝(+X)側移動之雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側(即，(+X)側)之拍攝範圍Ri(即，攝像部8A之拍攝範圍Ri)。藉此，獲取包含較雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側之拍攝點Pw(S31)之圖像。如此一來，可獲取表示線加工處理執行中之分割預定線S3中未加工部分之位置之圖像。

【0161】

即，於步驟S1003、S1108、S1104之執行期間，在對分割預定線S3執行線加工處理之同時，拍攝該線加工處理之對象即分割預定線S3中之未加工部分之圖像。

【0162】

繼而，反覆執行步驟S1001~S1007，直至確認已對平行於X方向之複數條分割預定線S(S1、S2、S3、…)完成了雷射加工為止(步驟S1007中為「是」)。

【0163】

圖18係表示對各分割預定線之線加工處理之第2應用例之流程圖，圖19A係模式性地表示按照圖18之流程圖執行之動作之第1例的圖。圖19A

中，以虛線表示相對於半導體基板W相對移動之雷射照射位置Lb之軌跡，並且以一點鏈線表示沿著分割預定線S1、S2、S3在分割預定線S1、S2、S3之兩外側之間平行於X方向而延伸設置的假想直線Sv1、Sv2、Sv3。再者，於雷射照射位置Lb之軌跡與假想直線Sv1、Sv2、Sv3重疊之部分，優先示出表示雷射照射位置Lb之軌跡之虛線。

【0164】

圖19A所示之例中，自雷射照射位置Lb於X方向上停止在半導體基板W之(-X)側之位置Pb1之狀態，開始執行圖18之流程圖。該位置Pb1係設置於沿著分割預定線S1之假想直線Sv1上，換言之，自X方向與分割預定線S1對向之位置。但是，開始執行圖18之流程圖時之雷射照射位置Lb之位置不限於此處之例，可適當變更。

【0165】

步驟S1101中，停止位置Pb1之雷射照射位置Lb朝向X方向之(+X)側開始加速，平行於X方向而移動。藉此，雷射照射位置Lb沿著假想直線Sv1朝(+X)側移動。繼而，於雷射照射位置Lb到達(-X)側之半導體基板W之邊緣之前，雷射照射位置Lb之速度Vx增加至加工速度Vxd時，雷射照射位置Lb以加工速度Vxd朝X方向之(+X)側等速移動(步驟S1102)。

【0166】

進而，相應於雷射照射位置Lb到達(-X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72點亮，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射開始(步驟S1103)。藉此，對沿著分割預定線S1朝X方向之(+X)側移動之雷射照射位置Lb照射雷射光B，將分割預定線S1進行加工(線加工處理)。

【0167】

又，該例中，於沿著分割預定線S1之雷射照射位置Lb之移動中拍攝半導體基板W(步驟S1104)。具體而言，拍攝位於較朝(+X)側移動之雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側(即，(+X)側)之拍攝範圍Ri(即，攝像部8A之拍攝範圍Ri)。藉此，獲取包含較雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側之拍攝點Pw(S11)的圖像。如此一來，可獲取表示線加工處理執行中之分割預定線S1中未加工部分之位置之圖像。

【0168】

繼而，相應於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72熄滅，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射結束(步驟S1105)。如此一來，於步驟S1103至S1105之期間，在對分割預定線S1執行線加工處理之同時，拍攝該線加工處理之對象即分割預定線S1中之未加工部分之圖像。

【0169】

雷射照射位置Lb朝(+X)側通過分割預定線S1後，雷射照射位置Lb朝X方向之(+X)側開始減速(步驟S1106)。步驟S1107中，確認是否已對平行於X方向之複數條分割預定線S完成了雷射加工。繼而，於該等分割預定線S中存在未加工之分割預定線S之情形時(步驟S1107中為「否」之情形時)，返回至步驟S1101。

【0170】

其結果，朝X方向之(+X)側減速之雷射照射位置Lb之X方向上之速度Vx成為零，隨後雷射照射位置Lb朝X方向之(-X)側加速(步驟S1101)。繼而，於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之前，雷射照射位置Lb之速度Vx增加至加工速度Vxd時，雷射照射位置Lb以加工速度

V_{xd} 朝X方向之(-X)側等速移動(步驟S1102)。

【0171】

如此，於圖18及圖19A之例中，亦與上述同樣地沿X方向執行反向驅動。又，該反向驅動之同時，雷射照射位置Lb自假想直線Sv1沿Y方向移動至假想直線Sv2。藉此，於X方向上雷射照射位置Lb之速度 V_x 增加至加工速度 V_{xd} 之前，雷射照射位置Lb於Y方向上移動至假想直線Sv2，雷射照射位置Lb到達分割預定線S2。

【0172】

但是，此處之例中，雷射照射位置Lb之Y方向上之移動形態與上述不同。即，於雷射照射位置Lb在X方向上進行減速、停止及加速之反向驅動之同時，雷射照射位置Lb持續地執行自分割預定線Sb1至分割預定線Sb2之Y方向上之移動(持續進給驅動)。尤其是，於藉由反向驅動使X方向上之雷射照射位置Lb之速度 V_x 成為零之時間點之前後，執行雷射照射位置Lb之Y方向上之持續進給驅動。因此，該例中不存在雷射照射位置Lb之X方向上之速度 V_x 及Y方向上之速度 V_y 兩者成為零的時點。

【0173】

相應於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72點亮，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射開始(步驟S1103)。藉此，對沿著分割預定線S2朝X方向之(-X)側移動之雷射照射位置Lb照射雷射光B，而將分割預定線S2進行加工(線加工處理)。

【0174】

又，該例中，於沿著分割預定線S2之雷射照射位置Lb之移動中拍攝半導體基板W(步驟S1104)。具體而言，拍攝位於較朝(-X)側移動之雷射

照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側(即，(-X)側)之拍攝範圍Ri(即，攝像部8B之拍攝範圍Ri)。藉此，獲取包含較雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側之拍攝點Pw(S21)的圖像。如此一來，可獲取表示線加工處理執行中之分割預定線S2中未加工部分之位置之圖像。

【0175】

繼而，相應於雷射照射位置Lb到達(-X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72熄滅，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射結束(步驟S1105)。如此一來，於步驟S1103至S1105之期間，在對分割預定線S2執行線加工處理之同時，拍攝該線加工處理之對象即分割預定線S2中之未加工部分之圖像。

【0176】

雷射照射位置Lb朝(-X)側通過分割預定線S2後，雷射照射位置Lb朝X方向之(-X)側開始減速(步驟S1106)。步驟S1107中，確認是否已對平行於X方向之複數條分割預定線S完成了雷射加工。繼而，於該等分割預定線S中存在未加工之分割預定線S之情形時(步驟S1107中為「否」之情形時)，返回至步驟S1101。

【0177】

其結果，朝X方向之(-X)側減速之雷射照射位置Lb的X方向上之速度Vx成為零，隨後雷射照射位置Lb朝X方向之(+X)側加速(步驟S1101)。繼而，於雷射照射位置Lb到達(-X)側之半導體基板W之邊緣之前，雷射照射位置Lb之速度Vx增加至加工速度Vxd時，雷射照射位置Lb以加工速度Vxd朝X方向之(+X)側等速移動(步驟S1102)。

【0178】

此時，以與上述相同之方式，在對雷射照射位置Lb執行X方向上之反向驅動之同時，執行Y方向之持續進給驅動。藉此，於在X方向上雷射照射位置Lb之速度Vx增加至加工速度Vxd之前，雷射照射位置Lb在Y方向上移動至假想直線Sv3，雷射照射位置Lb到達分割預定線S3。

【0179】

相應於雷射照射位置Lb到達(-X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72點亮，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射開始(步驟S1103)。藉此，對沿著分割預定線S3朝X方向之(+X)側移動之雷射照射位置Lb照射雷射光B，將分割預定線S3進行加工(線加工處理)。

【0180】

又，該例中，於沿著分割預定線S3之雷射照射位置Lb之移動中拍攝半導體基板W(步驟S1104)。具體而言，拍攝位於較朝(+X)側移動之雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側(即，(+X)側)之拍攝範圍Ri(即，攝像部8A之拍攝範圍Ri)。藉此，獲取包含較雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側之拍攝點Pw(S31)之圖像。如此一來，可獲取表示線加工處理執行中之分割預定線S3中未加工部分之位置之圖像。

【0181】

繼而，相應於雷射照射位置Lb到達(+X)側之半導體基板W之邊緣之時點，雷射光源72熄滅，自加工頭71向雷射照射位置Lb之雷射光B之照射結束(步驟S1105)。如此一來，於步驟S1103至S1105之期間，在對分割預定線S3執行線加工處理之同時，拍攝該線加工處理之對象即分割預定線S3中之未加工部分之圖像。

【0182】

隨後，參照圖19A之「X方向上之速度變化」及「Y方向上之速度變化」來說明雷射照射位置Lb之速度變化。於執行使雷射光B沿著分割預定線S1朝(+X)側移動之線加工處理之線加工期間Ts1(步驟S1103~S1105)，雷射照射位置Lb以固定之加工速度Vxd沿X方向移動，並且不沿Y方向移動。又，於執行使雷射光B沿著分割預定線S2朝(-X)側移動之線加工處理之線加工期間Ts2(步驟S1103~S1105)，雷射照射位置Lb以固定之加工速度Vxd沿X方向移動，並且不沿Y方向移動。

【0183】

又，於自線加工期間Ts1切換為線加工期間Ts2之切換期間Tc(步驟S1106、S1101)，執行以下動作。即，X軸驅動部65(加工軸驅動部)執行反向驅動，該反向驅動係指於X方向(加工方向)上，使朝(+X)側(第1側)通過分割預定線S1(第1加工線)後之雷射照射位置Lb朝向(+X)側減速並停止後(步驟S1106)，朝向(-X)側加速(步驟S1101)，藉此使雷射照射位置Lb到達分割預定線S2(第2加工線)。該反向驅動之同時，Y軸驅動部63(進給軸驅動部)執行持續進給驅動，該持續進給驅動係指使雷射照射位置Lb朝Y方向(進給方向)自沿著分割預定線S1在X方向上延伸設置至分割預定線S1之外側之假想直線Sv1(第1假想直線)上持續地移動至沿著分割預定線S2在X方向上延伸設置至分割預定線S2之外側之假想直線Sv2(第2假想直線)上。

【0184】

尤其是，控制部100控制X軸驅動部65及Y軸驅動部63，以於X軸驅動部65利用反向驅動使雷射照射位置Lb在X方向上停止之前令Y軸驅動部63開始持續進給驅動，於X軸驅動部65利用反向驅動使雷射照射位置Lb在

X方向上停止之後令Y軸驅動部63結束持續進給驅動。如此，於X軸驅動部65利用反向驅動使雷射照射位置Lb在X方向上停止之期間，Y軸驅動部63使雷射照射位置Lb沿Y方向移動。

【0185】

換言之，切換期間Tc包含使雷射照射位置Lb於X方向上減速之減速期間Td(步驟S1006)、及使雷射照射位置Lb於X方向上加速之加速期間Ta(步驟S1001)。與之對應，Y軸驅動部63於自減速期間Td移行至加速期間Ta之移行期間Tx之前後，持續地執行雷射照射位置Lb之Y方向上之移動(即，不使雷射照射位置Lb於Y方向上停止地執行)。再者，於移行期間Tx中，雷射照射位置Lb在X方向上停止(即，速度Vx為零)。

【0186】

圖19B係模式性地表示按照圖18之流程圖執行之動作之第2例的圖。圖19B與圖19A之不同點在於，在線加工處理之同時對半導體基板W進行拍攝之次數。即，圖19B之例中，為了執行對分割預定線S1之線加工處理，執行複數次(此處之例中為2次)位於較朝(+X)側移動之雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側(即，(+X)側)之拍攝範圍Ri(即，攝像部8A之拍攝範圍Ri)之拍攝(步驟S1104)。藉此，獲取分別包含較雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb之移動側之2個拍攝點Pw(S11)、Pw(S12)的2張圖像。如此一來，可獲取表示線加工處理執行中之分割預定線S1中未加工部分之位置之圖像。

【0187】

同樣，為了執行對分割預定線S2之線加工處理，執行複數次(此處之例中為2次)位於較朝(-X)側移動之雷射照射位置Lb更靠該雷射照射位置Lb

之移動側(即，(-X)側)之拍攝範圍 R_i (即，攝像部8B之拍攝範圍 R_i)之拍攝(步驟S1104)。藉此，獲取分別包含較雷射照射位置 L_b 更靠該雷射照射位置 L_b 之移動側之2個拍攝點 $P_w(S21)$ 、 $P_w(S22)$ 之2張圖像。如此一來，可獲取表示線加工處理執行中之分割預定線S2中未加工部分之位置之圖像。又，於對分割預定線S3之線加工處理中，亦同樣地執行複數次攝像(步驟S1104)。

【0188】

圖20係模式性地表示於圖16之步驟S1008或圖18之步驟S1104中獲取的半導體基板之圖像之一例之圖。於上述例中，拍攝包含相互正交之2條分割預定線S之交叉點之區域而獲取圖像IM。此時，一面使拍攝範圍 R_i 相對於半導體基板W沿X方向移動，一面獲取圖像IM，故於圖像IM中，將亮度沿X方向加以平均後示出。其結果，呈現出與分割預定線S對應地平行於X方向延伸之高亮度之高亮度區域、及與半導體晶片C對應地平行於X方向延伸之亮度較高亮度區域低之低亮度區域。尤其是，於Y方向上，高亮度區域夾在2個低亮度區域之間。因此，控制部100可基於與分割預定線S對應之高亮度區域，確認分割預定線S之Y方向上之位置。

【0189】

圖21係表示線加工處理中之雷射加工條件之決定方法之一例的流程圖，圖22A係表示與雷射加工條件之決定相關之參數之圖，圖22B係表示雷射加工條件受時間之影響之圖，圖22C係表示圖21之雷射加工條件之決定所參照之表格之一例的圖。該表格被預先記憶於記憶部190中。

【0190】

於圖22A中，示出表示在線加工處理中，雷射照射位置 L_b 沿X方向移

動之速度 V_x 與時間之關係的上方曲線圖、及表示雷射照射位置 L_b 沿 X 方向移動之速度 V_x 與雷射照射位置 L_b 之 X 方向上之位置(即， X 座標)之關係的下方曲線圖。

【0191】

如下方曲線圖所示，為了對分割預定線 S 執行線加工處理，而執行照射位置掃描，該照射位置掃描係一面使雷射照射位置 L_b 沿 X 方向自分割預定線 S 之一側之開始地點 X_s 移動至另一側(一側之相反側)之結束地點 X_e ，一面對與分割預定線 S 重疊之雷射照射位置 L_b 照射雷射光 B 。即，照射位置掃描係一面利用 X 軸驅動部65使雷射照射位置 L_b 沿 X 方向自開始地點 X_s 移動至結束地點 X_e ，一面自加工頭71對與分割預定線 S 重疊之雷射照射位置 L_b 照射雷射光 B 。如此一來，上述線加工處理係伴隨照射位置掃描而執行。

【0192】

於該照射位置掃描中，對分割預定線 S 設定等速度區間 SC 。該等速度區間 SC 被設定為於 X 方向上位於開始地點 X_s 與結束地點 X_e 之間，且包含分割預定線 S 。此處之例中，於 X 方向上，等速度區間 SC 之兩端與分割預定線 S 之兩端一致，換言之，等速度區間 SC 與分割預定線 S 一致。但是，等速度區間 SC 之設定形態不限於該例，亦可自分割預定線 S 之兩端朝外側施加偏移地設定等速度區間 SC 。該情形時，等速度區間 SC 較分割預定線 S 長。偏移之長度可為規定之固定值，亦可為分割預定線 S 之長度乘以規定之倍率(例如1%)所得之值。該等速度區間 SC 之長度係根據分割預定線 S 之長度而設定，具體而言，分割預定線 S 越長，則等速度區間 SC 越長(換言之，分割預定線 S 越短，則等速度區間 SC 越短)。

【0193】

該照射位置掃描中，於X方向上，雷射照射位置Lb自設置於等速度區間SC之一側之開始地點Xs移動至設置於等速度區間SC之另一側之結束地點Xe。又，於X方向上，在雷射照射位置Lb自開始地點Xs移動至等速度區間SC之一側之邊緣Xss之加速期間Ta，雷射照射位置Lb於X方向上以加速度A加速，雷射照射位置Lb之X方向之速度Vx自零增加至加工速度Vxd。又，於X方向上，在雷射照射位置Lb自等速度區間SC之一側之邊緣Xss移動至另一側之邊緣Xse之等速度期間Tsc(此處之例中，與線加工期間Ts一致)，雷射照射位置Lb沿X方向以固定之加工速度Vxd移動。進而，於X方向上，在雷射照射位置Lb自等速度區間SC之另一側之邊緣Xse移動至結束地點Xe之減速期間Td，雷射照射位置Lb沿X方向以加速度A減速，雷射照射位置Lb之X方向之速度Vx自加工速度Vxd減少至零。

【0194】

此時，加速期間Ta成為速度Vx以加速度A自零增加至加工速度Vxd所需之期間(V_{xd}/A)，等速度期間Tsc成為以加工速度Vxd移動等速度區間SC之長度即等速度距離Lsc所需之期間(L_{sc}/V_{xd})，減速期間Td成為速度Vx以加速度A自加工速度Vxd減少至零所需之期間(V_{xd}/A)。因此，照射位置掃描所需之掃描時間t成為

$$t=2\times V_{xd}/A+L_{sc}/V_{xd}。$$

因此，加工速度Vxd與掃描時間t之間，圖22B所示之關係成立。即，於加工速度Vxd為 $V_{xd_min}(=(L_{sc}\times A/2)^{1/2})$ 時，掃描時間t為最小值。因此，藉由根據等速度區間SC之長度(等速度距離Lsc)來設定加工速度Vxd，可有效率地執行線加工處理。

【0195】

但是，於要變更加工速度 V_{xd} 之情形時，必須變更自雷射光源72射出之雷射光B之頻率。具體而言，加工速度 V_{xd} 越快，則雷射光B之頻率必須越高。與此相對，雷射光B之頻率僅可階段性地改變，而無法連續地改變。因此，使用圖22C之表格。該表格規定了等速度距離 L_{sc} (此處之例中為分割預定線S之長度)、加工速度 V_{xd} 、與雷射光B之頻率 f_c 之關係。具體而言，表格中規定了諸如以下之雷射加工條件：於等速度距離 L_{sc} 為 $L_{sc}(1)$ 以下之情形時，將加工速度 V_{xd} 設定為 $V_{xd}(1)$ ，將雷射光B之頻率設定為 $f_c(1)$ ，於等速度距離 L_{sc} 大於 $L_{sc}(1)$ 且為 $L_{sc}(2)$ 以下之情形時，將加工速度 V_{xd} 設定為 $V_{xd}(2)$ ，將雷射光B之頻率設定為 $f_c(2)$ 。

【0196】

即，於圖21之雷射加工條件決定中，獲取對作為線加工處理之對象之分割預定線S設定的等速度區間SC之長度(等速度距離 L_{sc})(步驟S1201)。繼而，基於步驟S1201中獲取之等速度距離 L_{sc} 與圖22C之表格，決定加工速度 V_{xd} (步驟S1202)，並且決定雷射光B之頻率 f_c (步驟S1203)。按照如此根據圖21決定之雷射加工條件(加工速度 V_{xd} 及頻率 f_c)來執行照射位置掃描。

【0197】

另外，照射位置掃描係對平行於X方向之複數條分割預定線S依序執行。換言之，執行將互不相同之分割預定線S作為對象之複數次照射位置掃描。對此，圖21之雷射加工條件決定係針對複數次照射位置掃描之各者而執行，各照射位置掃描係按照以其等各自為對象而決定之雷射加工條件來執行雷射照射位置 L_b 之移動與雷射光B之照射。

【0198】

尤其是，於如上述例般形成有平行於X方向之複數條分割預定線S之半導體基板W為圓形之情形時，在Y方向上距圓之中心越遠則分割預定線S越短，對該分割預定線S設定之等速度距離Lsc亦越短。即，照射位置掃描中設定之等速度距離Lsc根據作為該照射位置掃描之對象之分割預定線S之Y方向之位置而異。因此，關於對複數條分割預定線S依序執行之照射位置掃描之各者，適宜執行雷射加工條件決定。

【0199】

再者，雷射加工條件決定可於作為該雷射加工條件決定之對象之照射位置掃描開始前之任意時點執行。例如，可於開始進行與平行於X方向之複數條分割預定線S分別對應之複數次照射位置掃描之前，對該複數次照射位置掃描全部執行雷射加工條件決定。抑或於繼進行一次照射位置掃描之後進行下一次照射位置掃描之情形時，在一次照射位置掃描之執行中決定針對下一次照射位置掃描之雷射加工條件決定。

【0200】

於以上所說明之實施方式中，藉由如下方法對分割預定線S進行加工(照射位置掃描)，上述方法係指一面使雷射照射位置Lb相對於半導體基板W在X方向(加工方向)上自半導體基板W(加工對象物)之一側之開始地點Xs移動至另一側之結束地點Xe，一面自加工頭71對沿著複數條分割預定線S(加工線)中之作為對象之分割預定線S(一對象線)移動之雷射照射位置Lb照射雷射光B。於該照射位置掃描中，於X方向上在開始地點Xs與結束地點Xe之間設定包含分割預定線S(對象線)之等速度區間SC。而且，於雷射照射位置Lb自開始地點Xs移動至等速度區間SC之一側之邊緣Xss之加

速期間 T_a (第1期間)，雷射照射位置 L_b 相對於半導體基板 W 之 X 方向上之速度自零上升至加工速度 V_{xd} 。又，於雷射照射位置 L_b 自等速度區間 SC 之一側之邊緣 X_{ss} 移動至另一側之邊緣 X_{se} 之等速度期間 T_{sc} (第2期間)內，雷射照射位置 L_b 相對於半導體基板 W 以加工速度 V_{xd} 朝 X 方向等速移動。進而，於雷射照射位置 L_b 到達等速度區間 SC 之另一側之邊緣 X_{se} 後至到達結束地點 X_e 之前之減速期間 T_d (第3期間)，雷射照射位置 L_b 相對於半導體基板 W 之 X 方向上之速度自加工速度 V_{xd} 降低至零。此時，於 X 方向上，根據分割預定線 S 之長度來設定等速度區間 SC 之長度(等速度距離 L_{sc})，根據等速度區間 SC 之長度(等速度距離 L_{sc})來調整照射位置掃描時之加工速度 V_{xd} (速度調整處理、步驟S1202)。因此，可抑制加速期間 T_a 、等速度期間 T_{sc} 及減速期間 T_d 之合計期間(掃描時間 t)。如此一來，於藉由使雷射光 B 沿著半導體基板 W 之分割預定線 S 移動而對分割預定線 S 進行加工之雷射加工技術中，可有效率地執行分割預定線 S 之加工。

【0201】

又，控制部100藉由一面於複數條分割預定線 S 之間變更作為對象之分割預定線 S (對象線)，一面反覆進行照射位置掃描而執行複數次照射位置掃描。而且，控制部100對複數次照射位置掃描之各者執行速度調整處理(步驟S1202)。於該構成中，可有效率地執行複數條分割預定線 S 各自之加工，可快速地完成對半導體基板 W 之加工。

【0202】

又，控制部100執行頻率調整處理(步驟S1203)，該頻率調整處理係根據照射位置掃描時之加工速度 V_{xd} 來調整於照射位置掃描中對沿著作為對象之分割預定線 S (對象線)移動之雷射照射位置 L_b 照射之雷射光 B 之頻

率。於該構成中，可對分割預定線S照射與調整後之加工速度Vxd相應之適當之頻率之雷射光B，可確實地進行分割預定線S之加工。

【0203】

又，控制部100藉由一面於複數條分割預定線S之間變更作為對象之分割預定線S(對象線)，一面反覆進行照射位置掃描而執行複數次照射位置掃描。而且，控制部100對複數次照射位置掃描之各者執行頻率調整處理(步驟S1203)。於該構成中，可確實地進行複數條分割預定線S各自之加工。

【0204】

再者，如圖22C所示，加工速度Vxd之調整係藉由自複數個離散之加工速度Vxd(1)、Vxd(2)、Vxd(3)、Vxd(4)中選擇1個而執行，發送頻率fc之調整係藉由自複數個離散之發送頻率fc(1)、Vxd(2)、Vxd(3)、Vxd(4)中選擇1個而執行。即，於雷射加工條件決定中，根據等速度距離Lsc屬於圖22C所示之複數個(4個)範圍之哪一個，來選擇加工速度Vxd及發送頻率fc。此時，於對複數次照射位置掃描之各者執行雷射加工條件決定而調整加工速度Vxd及發送頻率fc時，在連續執行之2次雷射照射位置掃描期間，等速度距離Lsc所屬之範圍相同之情形時，得以維持加工速度Vxd及發送頻率fc。另一方面，於連續執行之2次雷射照射位置掃描期間，等速度距離Lsc所屬之範圍不同之情形時，加工速度Vxd及發送頻率fc變更(換言之，切換)。即，加工速度Vxd之調整包含加工速度Vxd之維持、及加工速度Vxd之變更(切換)，發送頻率fc之調整包含發送頻率fc之維持、及發送頻率fc之變更(切換)。

【0205】

另外，上述例中，於對1條分割預定線S執行之每一次照射位置掃描時，執行圖21之雷射加工條件決定。然而，決定雷射加工條件(加工速度V_{xd}及雷射光B之頻率f_c)之單位無需為1次照射位置掃描，亦可為1片半導體基板W。即，控制部100亦可代替圖21之流程圖，而執行以下圖23之流程圖。

【0206】

圖23係表示以半導體基板為單位之雷射加工條件之決定方法之一例的流程圖，圖24係表示圖23之雷射加工條件之決定所參照之表格之一例的圖。該表格被預先記憶於記憶部190中。此處之例中，標註對由吸盤台3保持之半導體基板W所具有之與X方向平行之複數條分割預定線S進行計數之計數值n。例如，於半導體基板W具有與X方向平行之20條分割預定線S之情形時，計數值n取1~20之值。

【0207】

步驟S1301中，將計數值n重設為零，步驟S1302中，使計數值n遞增。步驟S1303中，獲取對第n條分割預定線S設定之等速度區間SC之長度即等速度距離L_{sc}(n)。繼而，基於下式算出對第n條分割預定線S之照射位置掃描所需之掃描時間t(n)(步驟S1304)，即，

$$t(n)=2\times V_{xd}/A+L_{sc}(n)/V_{xd}。$$

【0208】

步驟S1305中，判斷計數值n是否達到其最大值n_x(相當於半導體基板W所具有之與X方向平行之分割預定線S之條數)。於計數值n未達到最大值n_x之情形時(步驟S1305中為「否」之情形時)，反覆執行步驟S1302~S1304。如此一來，藉由於計數值n達到最大值n_x之前反覆執行步驟S1302

～S1304，可關於半導體基板W所具有之與X方向平行之複數條分割預定線S之全部，算出掃描時間 $t(n)$ 。

【0209】

當計數值 n 達到最大值 n_x 時(步驟S1305中為「是」)，基於下式算出掃描總時間 T_t (步驟S1306)，即，

$$\begin{aligned} T_t &= t(1) + t(2) + \cdots + t(n_x - 1) + t(n_x) \\ &= \sum t(n) \end{aligned}$$

【0210】

該掃描總時間 T_t 成為加工速度 V_{xd} 之函數。對此，於步驟SS1307中，算出掃描總時間 T_t 最小時之加工速度 V_{xd} 作為最佳加工速度 V_{xg} 。步驟S1308中，使用如此算出之最佳加工速度 V_{xg} 與圖24之表格，決定加工條件(加工速度 V_{xd} 及雷射光B之頻率 f_c)。

【0211】

圖24之表格規定最佳加工速度 V_{xg} 、加工速度 V_{xd} 、與雷射光B之頻率 f_c 之關係。具體而言，表格中規定有下述等雷射加工條件，即，於最佳加工速度 V_{xg} 為 $V_{xg}(1)$ 以下之情形時，將加工速度 V_{xd} 設定為 $V_{xd}(11)$ ，將雷射光B之頻率設定為 $f_c(11)$ ，於最佳加工速度 V_{xg} 大於 $V_{xg}(1)$ 且為 $V_{xg}(2)$ 以下之情形時，將加工速度 V_{xd} 設定為 $V_{xd}(12)$ ，將雷射光B之頻率設定為 $f_c(12)$ 。與圖22C之表格同樣地，藉由按照圖24之表格，加工速度 V_{xd} 越快，則雷射光B之頻率越高。

【0212】

即，此處之例中，在對由吸盤台3保持之1片半導體基板W所具有之與X方向平行之複數條分割預定線S執行照射位置掃描之期間內，不變更

加工速度 V_{xd} 及雷射光 B 之頻率 f_c 。藉此，可排除雷射光 B 之頻率 f_c 之變更所需之時間對半導體基板 W 之加工完成帶來之影響。

【0213】

再者，最佳加工速度 V_{xd} 與對 n 條分割預定線 S 分別設定之等速度距離 L_{sc} 具有關聯。基於此種最佳加工速度 V_{xd} 來決定加工速度 V_{xd} 之上述控制相當於根據對 n 條分割預定線 S 分別設定之等速度區間 SC 之長度(等速度距離 L_{sc})來調整照射位置掃描時之加工速度 V_{xd} 的處理。又，基於此種最佳加工速度 V_{xd} 來決定雷射光 B 之頻率 f_c 之上述控制相當於根據照射位置掃描時之加工速度 V_{xd} 來調整對雷射照射位置 L_b 照射之雷射光 B 之頻率 f_c 的處理。

【0214】

如此，控制部100對複數次照射位置掃描設定共通之加工速度 V_{xd} (共通加工速度)(步驟S1308)，該等複數次照射位置掃描係藉由一面於複數條分割預定線 S 之間變更成為對象之分割預定線 S (對象線)，一面反覆進行照射位置掃描而執行。而且，複數次照射位置掃描之各者係基於步驟S1308中設定之加工速度 V_{xd} 而執行。尤其是，於步驟S1308(速度調整處理)中，根據反映出複數次照射位置掃描各自之等速度區間 SC 之長度即等速度距離 $L_{sc}(n)$ 的掃描總時間 T_{tl} 來調整加工速度 V_{xd} 。於該構成中，不於複數條分割預定線 S 之間切換加工速度 V_{xd} ，可有效率地執行對該複數條分割預定線 S 之加工，可快速地完成對半導體基板 W 之加工。

【0215】

又，控制部100係根據對複數條分割預定線 S 共通地設定之加工速度 V_{xd} ，對複數次照射位置掃描求出共通之頻率 f_c (步驟S1308)。繼而，於

執行複數次照射位置掃描之各者時，對雷射照射位置 L_b 照射共通之頻率 f_c 之雷射光 B 。於該構成中，無需於複數條分割預定線 S 之間切換雷射光 B 之頻率 f_c ，可排除頻率 f_c 之切換所需之時間對半導體基板 W 之加工完成帶來之影響。

【0216】

再者，如圖24所示，加工速度 V_{xd} 之調整係藉由自複數個離散之加工速度 $V_{xd}(1)$ 、 $V_{xd}(2)$ 、 $V_{xd}(3)$ 、 $V_{xd}(4)$ 中選擇1個而執行，發送頻率 f_c 之調整係藉由自複數個離散之發送頻率 $f_c(1)$ 、 $V_{xd}(2)$ 、 $V_{xd}(3)$ 、 $V_{xd}(4)$ 中選擇1個而執行。即，於雷射加工條件決定時，根據最佳加工速度 V_{xd} 屬於圖24所示之複數個(4個)範圍之哪一個，而選擇加工速度 V_{xd} 及發送頻率 f_c 。此時，於對複數個半導體基板 W 之各者執行雷射加工條件決定而調整加工速度 V_{xd} 及發送頻率 f_c 時，當連續加工之2片半導體基板 W 之間最佳加工速度 V_{xd} 所屬之範圍相同時，可維持加工速度 V_{xd} 及發送頻率 f_c 。另一方面，當連續加工之2片半導體基板 W 之間最佳加工速度 V_{xd} 所屬之範圍不同時，要變更(換言之要切換)加工速度 V_{xd} 及發送頻率 f_c 。即，加工速度 V_{xd} 之調整包含加工速度 V_{xd} 之維持、及加工速度 V_{xd} 之變更(切換)，發送頻率 f_c 之調整包含發送頻率 f_c 之維持、及發送頻率 f_c 之變更(切換)。

【0217】

另外，於以上說明之例中，在對由吸盤台3保持之1片半導體基板 W 所具有之與 X 方向平行之複數條分割預定線 S 執行照射位置掃描之期間內，不變更加工速度 V_{xd} 及雷射光 B 之頻率 f_c 。換言之，以半導體基板 W 為單位而非以分割預定線 S 為單位，來調整雷射加工條件(加工速度 V_{xd} 及

雷射光B之頻率)。此時，有時會假定雷射加工裝置1所使用之半導體基板W之直徑。此種情形時，關於該等半導體基板W之直徑，亦可藉由預先執行圖23之雷射加工條件決定方法，而求出與各直徑對應之加工條件(加工速度V_{xd}與雷射光B之頻率f_c)並保存於記憶部190。

【0218】

圖25係表示根據基板之直徑來設定藉由圖23之雷射加工條件方法預先求出之加工條件的雷射加工條件設定之一例之流程圖，圖26係模式性地表示圖25之流程圖中使用之對應關係表格之圖。此處之例中，對雷射加工裝置1中使用之直徑200 mm之半導體基板W及直徑300 mm之半導體基板W分別預先執行圖23之雷射加工條件決定，求出加工速度V_{xd}及雷射光B之頻率f_c。如此關於半導體基板W之各直徑求出之加工速度V_{xd}及雷射光B之頻率f_c係以對應關係表格Tsvf之形式保存於記憶部190中。

【0219】

即，於圖26之對應關係表格Tsvf中，將加工速度V_{xd}(=V₂₀₀)及雷射光B之頻率f_c(=f_{c200})與直徑200 mm之半導體基板W建立對應，將加工速度V_{xd}(=V₃₀₀)及雷射光B之頻率f_c(=f_{c300})與直徑300 mm之半導體基板W建立對應。

【0220】

於步驟S1401中，雷射加工控制運算部120獲取作為照射位置掃描之對象之半導體基板W之尺寸(直徑)。繼而，雷射加工控制運算部120自對應關係表格Tsvf中讀出與步驟S1401中獲取之半導體基板W之尺寸建立對應之加工速度V_{xd}，並將讀出之加工速度V_{xd}設定為執行照射位置掃描時之加工速度V_{xd}(步驟S1402)。又，雷射加工控制運算部120自對應關係表

格Tsvf讀出與步驟S1401中獲取之半導體基板W之尺寸建立對應之雷射光B之頻率 f_c ，並將讀出之頻率 f_c 設定為執行照射位置掃描時之頻率 f_c (步驟S1403)。

【0221】

於該構成中，例如在對200 mm之半導體基板W執行照射位置掃描之情形時，以加工速度 V_{xd} 為加工速度 V_{200} ，雷射光B之頻率 f_c 為 f_{c_200} 之雷射加工條件，執行針對由吸盤台3保持之該半導體基板W所具有之與X方向平行之複數條分割預定線S之各者的照射位置掃描。

【0222】

上述例中，關於半導體基板W之複數個直徑(尺寸)之各者，將表示直徑、加工速度 V_{xd} (共通加工速度)及頻率 f_c (共通頻率)之對應關係之對應關係表格Tsvf(對應關係資訊)記憶於記憶部190。而且，雷射加工控制運算部120(控制部)係基於作為照射位置掃描之對象之半導體基板W之直徑與對應關係表格Tsvf，而調整加工速度 V_{xd} 及雷射光B之頻率 f_c (步驟S1402、S1403)。於該構成中，雷射加工控制運算部120可藉由參照對應關係表格Tsvf，而簡單地調整加工速度 V_{xd} 及雷射光B之頻率 f_c 。

【0223】

如此，於上述實施方式中，雷射加工裝置1相當於本發明之「雷射加工裝置」之一例，吸盤台3相當於本發明之「支持構件」之一例，X軸驅動部65相當於本發明之「加工軸驅動部」之一例，加工頭71相當於本發明之「加工頭」之一例，雷射光源72相當於本發明之「雷射光源」之一例，控制部100相當於本發明之「控制部」之一例，控制部100相當於本發明之「電腦」之一例，雷射加工程式191相當於本發明之「雷射加工程」

式」之一例，記錄媒體192相當於本發明之「記錄媒體」之一例，雷射光B相當於本發明之「雷射光」之一例，雷射照射位置Lb相當於本發明之「雷射照射位置」之一例，分割預定線S相當於本發明之「加工線」之一例，等速度區間SC相當於本發明之「等速度區間」之一例，加速期間Ta相當於本發明之「第1期間」之一例，減速期間Td相當於本發明之「第3期間」之一例，等速度期間Tsc相當於本發明之「第2期間」之一例，加工速度Vxd相當於本發明之「加工速度」之一例，半導體基板W相當於本發明之「加工對象物」之一例，X方向相當於本發明之「加工方向」之一例，結束地點Xe相當於本發明之「結束地點」之一例，開始地點Xs相當於本發明之「開始地點」之一例，端Xss相當於本發明之「一側之邊緣」之一例，端Xse相當於本發明之「另一側之邊緣」之一例，步驟S1202相當於本發明之「速度調整處理」之一例，步驟S1203相當於本發明之「頻率調整處理」之一例。

【0224】

再者，本發明不限於上述實施方式，可於不脫離其主旨之範圍內對上述實施方式追加各種變更。例如，上述實施例中，未特別說明所拍攝之圖像之用途。但是，該圖像可用於各種用途。例如有伴隨對分割預定線S之雷射加工，未加工之分割預定線S沿Y方向移位之情形。因此，控制部100可基於拍攝有半導體基板W之圖像，算出未加工之分割預定線S之Y方向上之移位量，基於該移位量而進行作為線加工處理之對象之分割預定線S與雷射照射位置Lb之對位。

【0225】

又，上述例中，攝像部8拍攝相互正交之2條分割預定線S之交叉點，

但攝像部8之拍攝對象不限於此，例如亦可為半導體晶片C所附帶之對準標記等。

【0226】

又，使雷射照射位置Lb相對於半導體基板W相對移動之具體構成不限於上述XYθ驅動平台6，例如亦可為沿X方向及沿Y方向驅動加工頭71之驅動機構。

【0227】

又，攝像部8之台數不限於2台，例如亦可為1台。

【0228】

又，亦可藉由上述所示之雷射加工方法(圖11之基板加工等)，製造單獨分離之半導體晶片C(半導體晶片製造方法)。於該半導體晶片製造方法中，利用上述雷射加工方法對半導體基板W之分割預定線S執行線加工處理，形成改質層(雷射加工工序)。隨後，將保持半導體基板W之膠帶E拉長，使該膠帶E延展，藉此使複數個半導體晶片C之各者分離(延伸工序)。

【符號說明】**【0229】**

- 1:雷射加工裝置
- 2:基板收容部
- 3:吸盤台(支持構件)
- 4:Y軸搬運機構
- 5:XZ軸搬運機構
- 7:雷射加工部
- 8:攝像部

8A:攝像部
8B:攝像部
11:底座
21:基板收容匣
22:側壁
23:開口
24:支持突起
25:狹槽
26:Z軸滑塊
27:Z軸驅動機構
31:吸附板
32:定位件
41:升降機械手
43:Y軸滑塊
45:Y軸驅動機構
51:吸附機械手
53:X軸滑塊
53:X軸滑塊
55:X軸驅動部
56:Z軸滑塊
58:Z軸驅動部
61:Y軸導軌
62:Y軸滑塊

63:Y軸驅動部(進給軸驅動部)

64:X軸滑塊

65:X軸驅動部(加工軸驅動部)

66: θ 軸平台馬達

71:加工頭

72:雷射光源

73:光學系統

74:高度檢測部

75:焦距調整機構

78:Z軸滑塊

79:Z軸驅動部

81:紅外線相機

88:Z軸滑塊

89:Z軸驅動部

100:控制部(電腦)

110:搬運控制運算部

111:匣控制部

112:機械手控制部

120:雷射加工控制運算部

121:載台控制部

122A:相機控制部

122B:相機控制部

123:加工頭控制部

190:記憶部
191:雷射加工程式
192:記錄媒體
211:基板插入高度
271:Z軸驅動傳遞部
272:Z軸匣馬達
311:上表面
411:基座部
411:基座部
412:叉架
413:對準突起
451:Y軸驅動傳遞部
452:Y軸升降機械手馬達
511:基座部
512:環狀吸附構件
513:底面
551:X軸驅動傳遞部
552:X軸吸附機械手馬達
561:XY θ 浮動機構
581:Z軸驅動傳遞部
582:Z軸吸附機械手馬達
591:抽吸泵
632:Y軸平台馬達

651:X軸驅動傳遞部

652:X軸平台馬達

691:定位件驅動部

692:抽吸泵

791:Z軸驅動傳遞部

792:Z軸頭馬達

891:Z軸驅動傳遞部

892:Z軸相機馬達

Aw:基板交接區域

B:雷射光

C:半導體晶片

E:膠帶

fc:頻率

Fo:開口

Fr:環狀框

Fs:狹縫

IM:圖像

Lb:雷射照射位置

Lb:雷射照射位置

Lsc:等速度距離

Pb1:位置

Pb2:位置

Pb3:位置

Ps(1),Ps(2):拍攝點

Pw(1),Pw(2),Pw(3):拍攝點

Pw(S1):拍攝點

Pw(S11):拍攝點

Pw(S12):拍攝點

Pw(S2):拍攝點

Pw(S21):拍攝點

Pw(S22):拍攝點

Pw(S3):拍攝點

Pw(S31):拍攝點

Pw(S32):拍攝點

Pw(S4):拍攝點

Ri:拍攝範圍

S:分割預定線

S1:分割預定線

S2:分割預定線

S3:分割預定線

S4:分割預定線

S101:步驟S101

S102:步驟S102

S103:步驟S103

S104:步驟S104

S105:步驟S105

S201:步驟S201

S202:步驟S202

S203:步驟S203

S204:步驟S204

S205:步驟S205

S206:步驟S206

S207:步驟S207

S301:步驟S301

S302:步驟S302

S303:步驟S303

S304:步驟S304

S305:步驟S305

S306:步驟S306

S307:步驟S307

S308:步驟S308

S309:步驟S309

S310:步驟S310

S311:步驟S311

S401:步驟S401

S402:步驟S402

S403:步驟S403

S404:步驟S404

S405:步驟S405

S406:步驟S406

S407:步驟S407

S501:步驟S501

S502:步驟S502

S503:步驟S503

S504:步驟S504

S505:步驟S505

S506:步驟S506

S507:步驟S507

S601:步驟S601

S602:步驟S602

S603:步驟S603

S604:步驟S604

S605:步驟S605

S701:步驟S701

S702:步驟S702

S801:步驟S801

S802:步驟S802

S803:步驟S803

S804:步驟S804

S805:步驟S805

S806:步驟S806

S807:步驟S807

S808:步驟S808

S809:步驟S809

S810:步驟S810

S811:步驟S811

S812:步驟S812

S813:步驟S813

S814:步驟S814

S815:步驟S815

S901:步驟S901

S902:步驟S902

S903:步驟S903

S904:步驟S904

S905:步驟S905

S906:步驟S906

S907:步驟S907

S908:步驟S908

S909:步驟S909

S910:步驟S910

S911:步驟S911

S912:步驟S912

S913:步驟S913

S914:步驟S914

S915:步驟S915

S1001:步驟S1001

S1002:步驟S1002

S1003:步驟S1003

S1004:步驟S1004

S1005:步驟S1005

S1006:步驟S1006

S1007:步驟S1007

S1101:步驟S1101

S1102:步驟S1102

S1103:步驟S1103

S1104:步驟S1104

S1105:步驟S1105

S1106:步驟S1106

S1107:步驟S1107

S1201:步驟S1201

S1202:步驟S1202

S1203:步驟S1203

S1301:步驟S1301

S1302:步驟S1302

S1303:步驟S1303

S1304:步驟S1304

S1305:步驟S1305

S1306:步驟S1306

S1307:步驟S1307

S1308:步驟S1308

S1401:步驟S1401

S1402:步驟S1402

S1403:步驟S1403

Sa,Sb:分割預定線

SC:等速度區間

Sv1:假想直線

Sv2:假想直線

Sv3:假想直線

Ta:加速期間

Tc:切換期間

Td:減速期間

Ts1:線加工期間

Ts2:線加工期間

Tsc:等速度期間

Tsvf:對應關係表格

Tt:停止期間

Vx:X方向上之速度

Vxd:加工速度

Vxg:最佳加工速度

Vy:Y方向上之速度

W:半導體基板

X:X方向

Xe:結束地點

Xs:開始地點

Xse:等速度區間之另一側之邊緣

Xss:等速度區間之一側之邊緣

Y:Y方向

Z:Z方向

ΔT_y :自減速期間之中途至加速期間開始為止之期間

(+X):(+X)側

(+Y):(+Y)側

(-X):(-X)側

(-Y):(-Y)側

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種雷射加工裝置，其具備：

支持構件，其將具有相互平行之複數條加工線之加工對象物，以上述加工線與規定之加工方向平行之方式支持；

加工頭，其具有發出雷射光之雷射光源，自上述雷射光源對雷射照射位置照射雷射光；

加工軸驅動部，其藉由沿上述加工方向驅動上述支持構件及上述加工頭之至少一者，而使上述雷射照射位置相對於上述加工對象物沿上述加工方向相對移動；及

控制部，其執行照射位置掃描，即，一面利用上述加工軸驅動部使上述雷射照射位置相對於上述加工對象物自上述加工方向上之上述加工對象物之一側之開始地點移動至上述加工對象物之與上述一側相反之另一側之結束地點，一面藉由自上述加工頭對沿著上述複數條加工線中之一對象線移動之上述雷射照射位置照射雷射光，而對上述一對象線進行加工；且

於上述照射位置掃描中，在上述加工方向上，在上述開始地點與上述結束地點之間設定包含上述對象線之等速度區間，於上述雷射照射位置自上述開始地點移動至上述等速度區間之上述一側之邊緣之第1期間，上述雷射照射位置相對於上述加工對象物朝上述加工方向之速度自零上升至加工速度，在上述雷射照射位置自上述等速度區間之上述一側之邊緣移動至上述另一側之邊緣之第2期間內，上述雷射照射位置相對於上述加工對象物朝上述加工方向以該加工速度等速移動，在上述雷射照射位置到達上述等速度區間之上述另一側之邊緣後至到達上述結束地點之前之第3期

間，上述雷射照射位置相對於上述加工對象物朝上述加工方向之速度自上述加工速度降低至零，

上述控制部執行速度調整處理，即，於上述加工方向上根據上述對象線之長度來設定上述等速度區間之長度，並且根據上述等速度區間之長度來調整上述照射位置掃描時之上述加工速度。

【請求項2】

如請求項1之雷射加工裝置，其中上述控制部藉由一面於上述複數條加工線之間變更上述對象線，一面反覆進行上述照射位置掃描，而執行複數次照射位置掃描，並對上述複數次照射位置掃描之各者執行上述速度調整處理。

【請求項3】

如請求項1或2之雷射加工裝置，其中上述控制部執行頻率調整處理，該頻率調整處理係根據上述照射位置掃描時之上述加工速度，調整於上述照射位置掃描中照射至沿著上述對象線移動之上述雷射照射位置的上述雷射光之頻率。

【請求項4】

如請求項3之雷射加工裝置，其中上述控制部藉由一面於上述複數條加工線之間變更上述對象線，一面反覆進行上述照射位置掃描，而執行複數次照射位置掃描，並對上述複數次照射位置掃描之各者執行上述頻率調整處理。

【請求項5】

如請求項1之雷射加工裝置，其中上述控制部對複數次照射位置掃描設定共通之上述加工速度即共通加工速度，並以該共通加工速度作為上述

加工速度而執行上述複數次照射位置掃描之各者，上述複數次照射位置掃描係藉由一面於上述複數條加工線之間變更上述對象線，一面反覆進行上述照射位置掃描而執行，

於上述速度調整處理中，根據上述複數次照射位置掃描各自之上述等速度區間之長度來調整上述共通加工速度。

【請求項6】

如請求項5之雷射加工裝置，其中上述控制部根據上述共通加工速度而對上述複數次照射位置掃描求出共通之共通頻率，於執行上述複數次照射位置掃描之各者時對上述雷射照射位置照射上述共通頻率之上述雷射光。

【請求項7】

如請求項6之雷射加工裝置，其進而具備記憶部，該記憶部關於上述加工對象物之複數個尺寸之各者，記憶表示上述尺寸、上述共通加工速度及上述共通頻率之對應關係之對應關係資訊，

上述控制部係基於作為上述照射位置掃描之對象之上述加工對象物之上述尺寸與上述對應關係資訊，來調整上述共通加工速度與上述共通頻率。

【請求項8】

如請求項7之雷射加工裝置，其中上述對應關係資訊係將上述加工對象物之直徑示為上述尺寸，關於200 mm之直徑及300 mm之直徑之各者，示出上述尺寸、上述共通加工速度及上述共通頻率之對應關係。

【請求項9】

如請求項1之雷射加工裝置，其中於上述加工方向上，上述等速度區

間之兩端與上述對象線之兩端一致。

【請求項10】

一種雷射加工方法，其包括如下工序：

藉由支持構件將具有相互平行之複數條加工線之加工對象物，以上述加工線與規定之加工方向平行之方式支持；及

執行照射位置掃描，即，一面利用加工軸驅動部使雷射照射位置相對於上述加工對象物在上述加工方向上自上述加工對象物之一側之開始地點移動至上述加工對象物之與上述一側相反之另一側之結束地點，一面藉由自加工頭對沿著上述複數條加工線中之一對象線移動之上述雷射照射位置照射雷射光，而對上述一對象線進行加工，上述加工軸驅動部具有發出雷射光之雷射光源，將自上述雷射光源對上述雷射照射位置照射雷射光之上述加工頭及上述支持構件之至少一者沿上述加工方向驅動，藉此使上述雷射照射位置相對於上述加工對象物沿上述加工方向相對移動；且

於上述照射位置掃描中，在上述加工方向上，在上述開始地點與上述結束地點之間設定包含上述對象線之等速度區間，於上述雷射照射位置自上述開始地點移動至上述等速度區間之上述一側之邊緣之第1期間，上述雷射照射位置相對於上述加工對象物朝上述加工方向之速度自零上升至加工速度，在上述雷射照射位置自上述等速度區間之上述一側之邊緣移動至上述另一側之邊緣之第2期間內，上述雷射照射位置相對於上述加工對象物朝上述加工方向以該加工速度等速移動，在上述雷射照射位置到達上述等速度區間之上述另一側之邊緣後至到達上述結束地點之前之第3期間，上述雷射照射位置相對於上述加工對象物朝上述加工方向之速度自上述加工速度降低至零，

於上述加工方向上根據上述對象線之長度來設定上述等速度區間之長度，並且

根據上述等速度區間之長度來調整上述照射位置掃描時之上述加工速度。

【請求項11】

如請求項10之雷射加工方法，其進而設置有如下工序：對複數次照射位置掃描設定共通之上述加工速度即共通加工速度，上述複數次照射位置掃描係藉由一面於上述複數條加工線之間變更上述對象線，一面反覆進行上述照射位置掃描而執行，

上述複數次照射位置掃描之各者係以上述共通加工速度作為上述加工速度而執行，

根據上述複數次照射位置掃描各自之上述等速度區間之長度來調整上述共通加工速度。

【請求項12】

一種雷射加工程式，其使電腦執行請求項10或11之雷射加工方法。

【請求項13】

一種記錄媒體，其以電腦可讀之方式記錄請求項12之雷射加工程式。

【請求項14】

一種半導體晶片製造方法，其包括如下工序：利用請求項10或11之雷射加工方法，對排列有經加工線劃分之複數個半導體晶片之半導體基板進行加工；及

藉由將以黏著力保持利用上述雷射加工方法加工所得之半導體基板

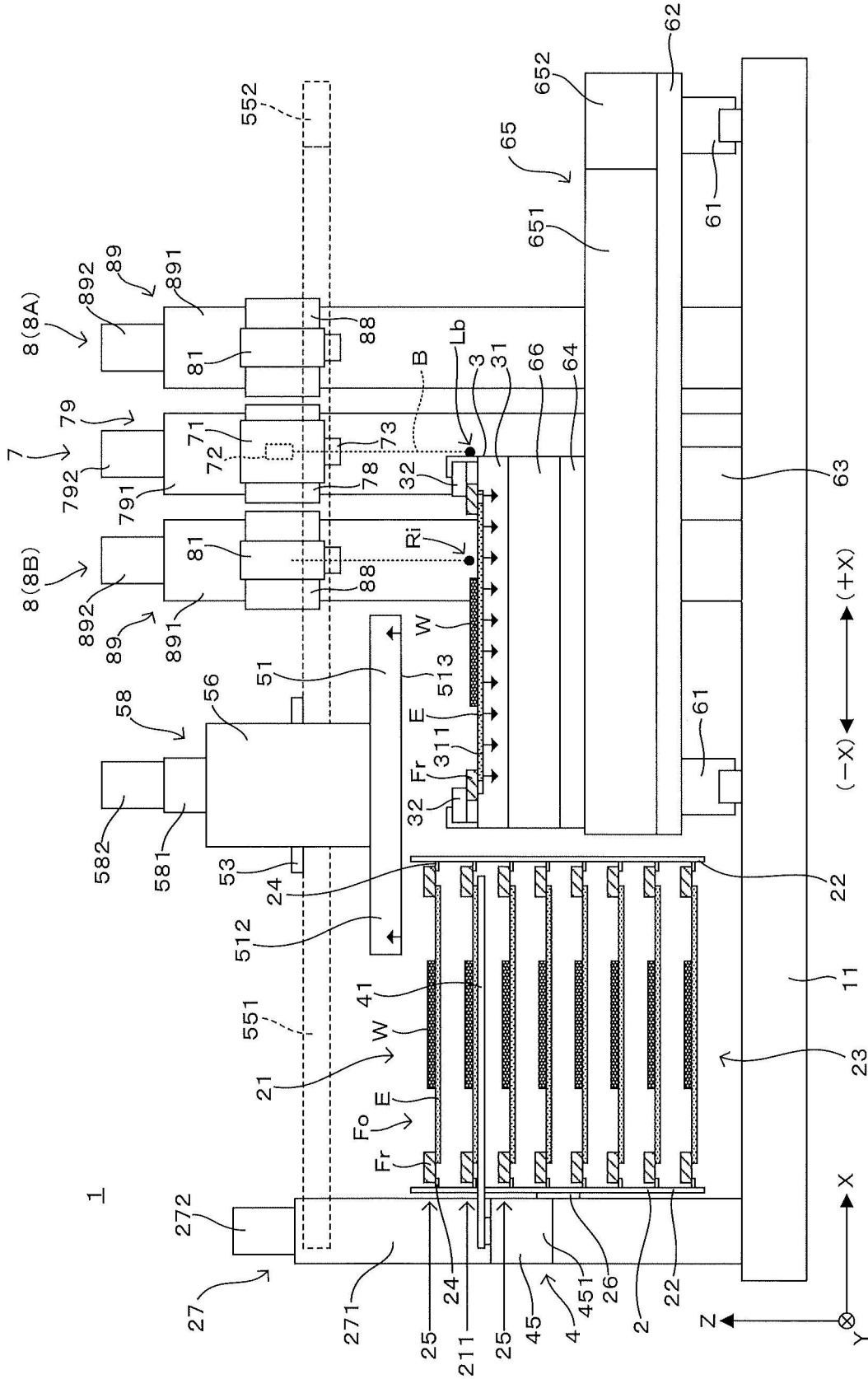
之膠帶延展，而將上述複數個半導體晶片之各者分離。

【請求項15】

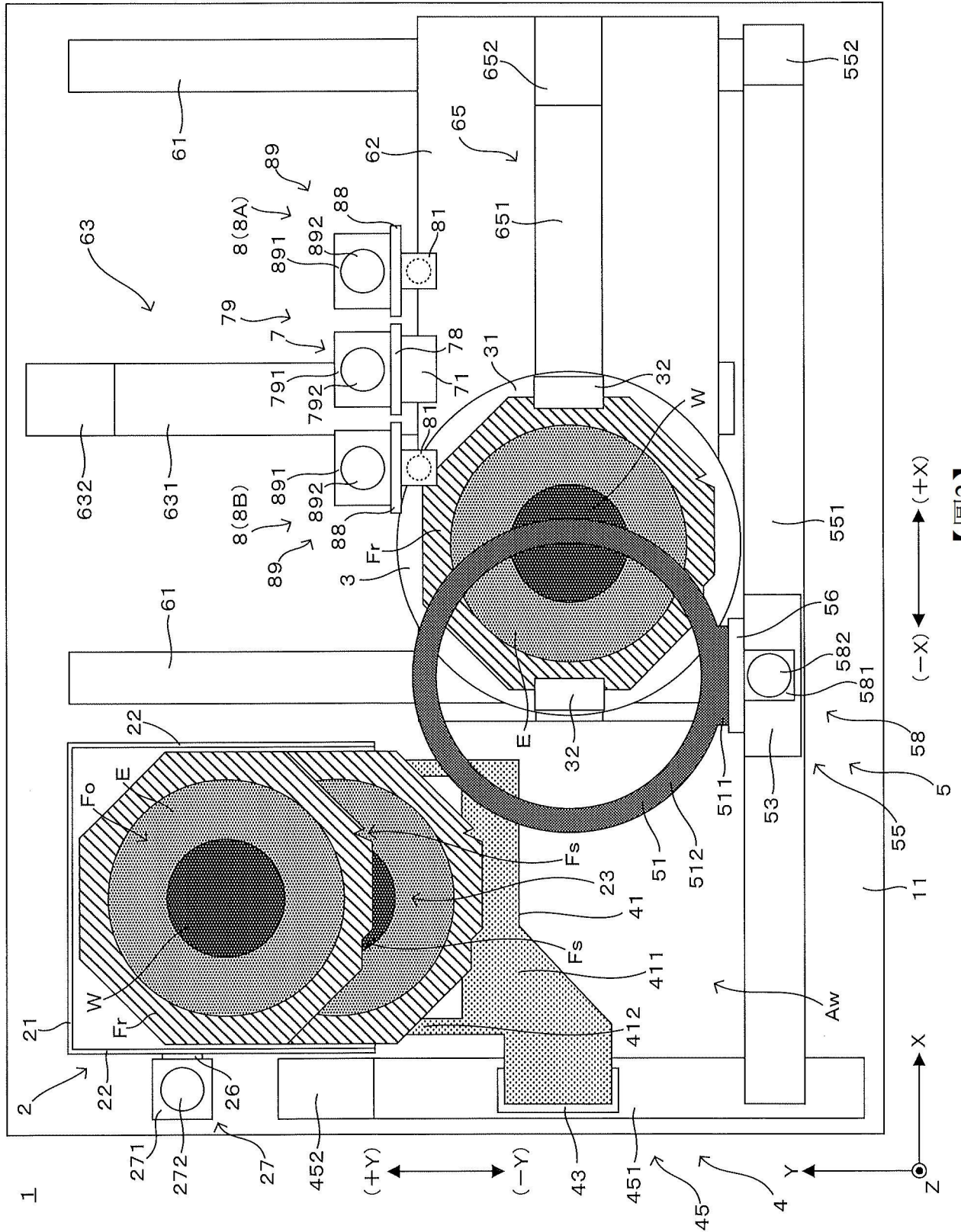
一種半導體晶片，其係藉由如下工序而製造：利用請求項10或11之雷射加工方法，對排列有經加工線劃分之複數個半導體晶片之半導體基板進行加工；及

藉由將以黏著力保持利用上述雷射加工方法加工所得之半導體基板之膠帶延展，而將上述複數個半導體晶片之各者分離。

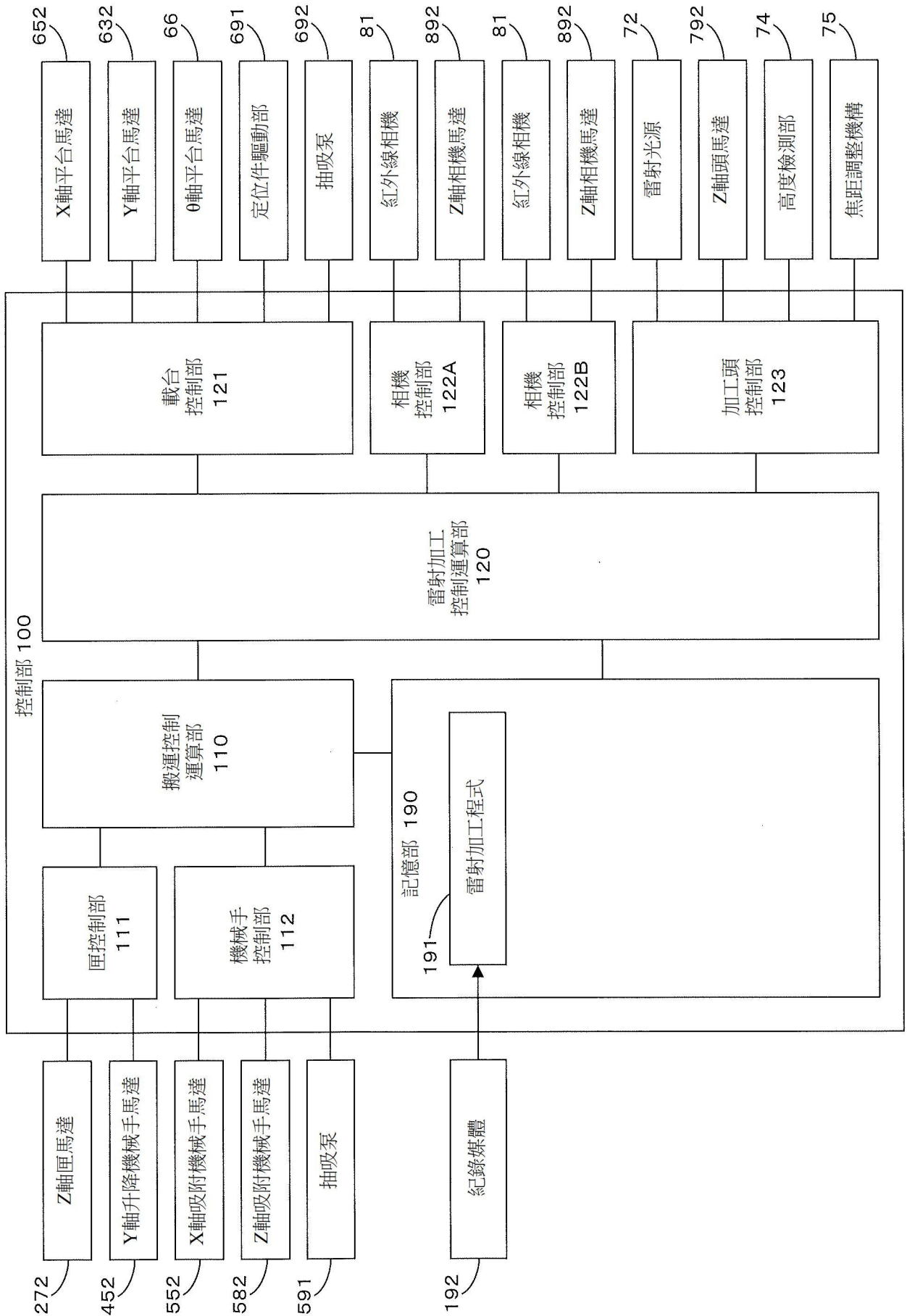
【發明圖式】



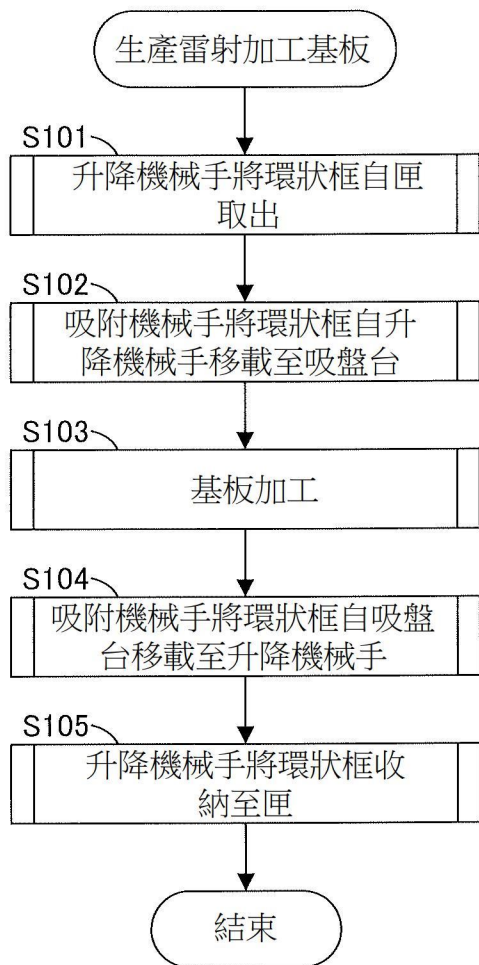
【圖1】



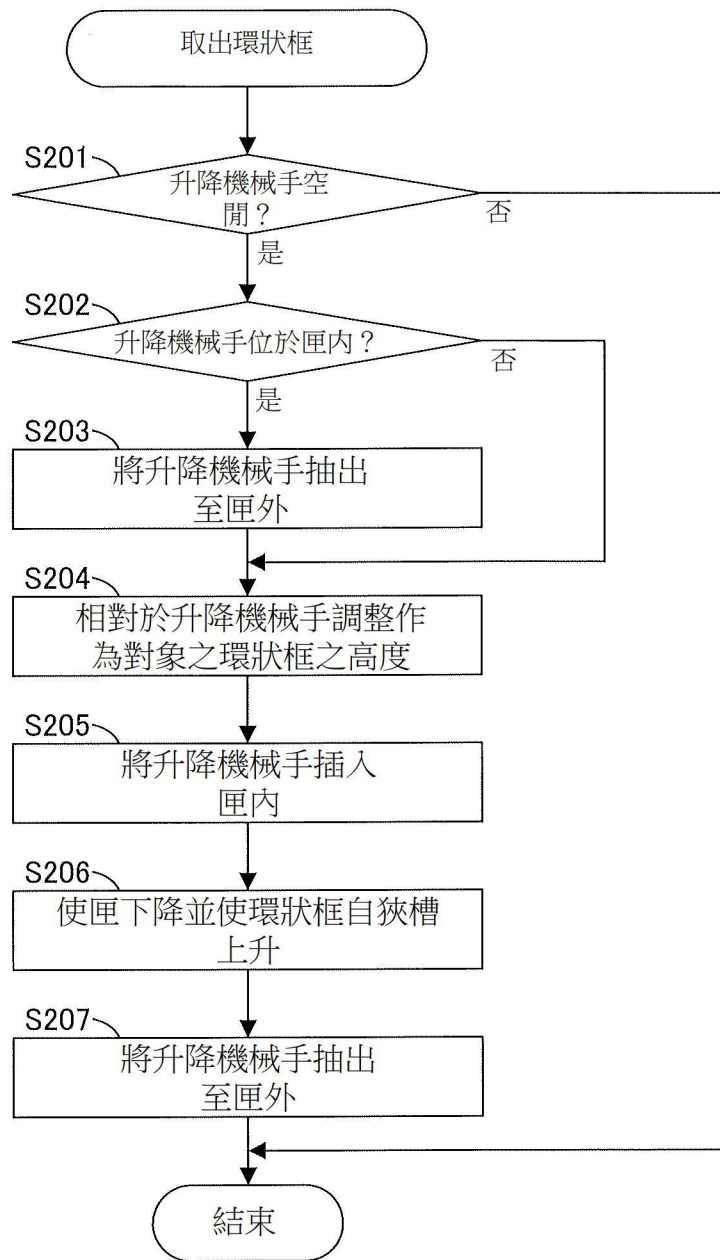
【圖2】



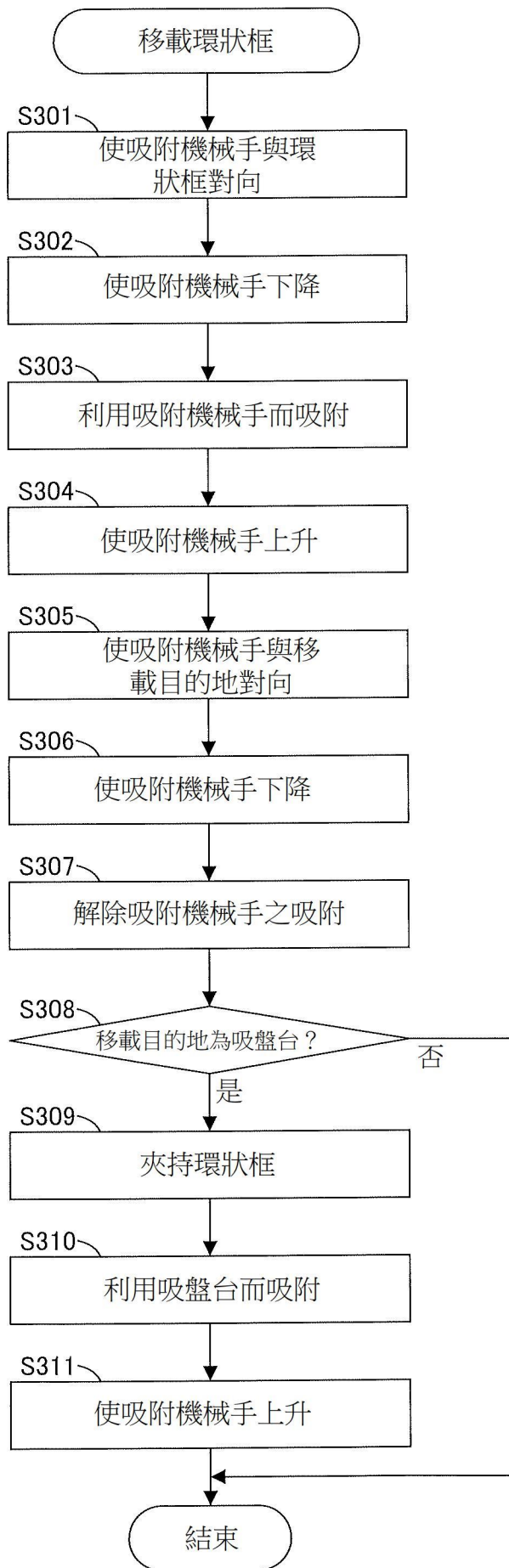
【圖3】



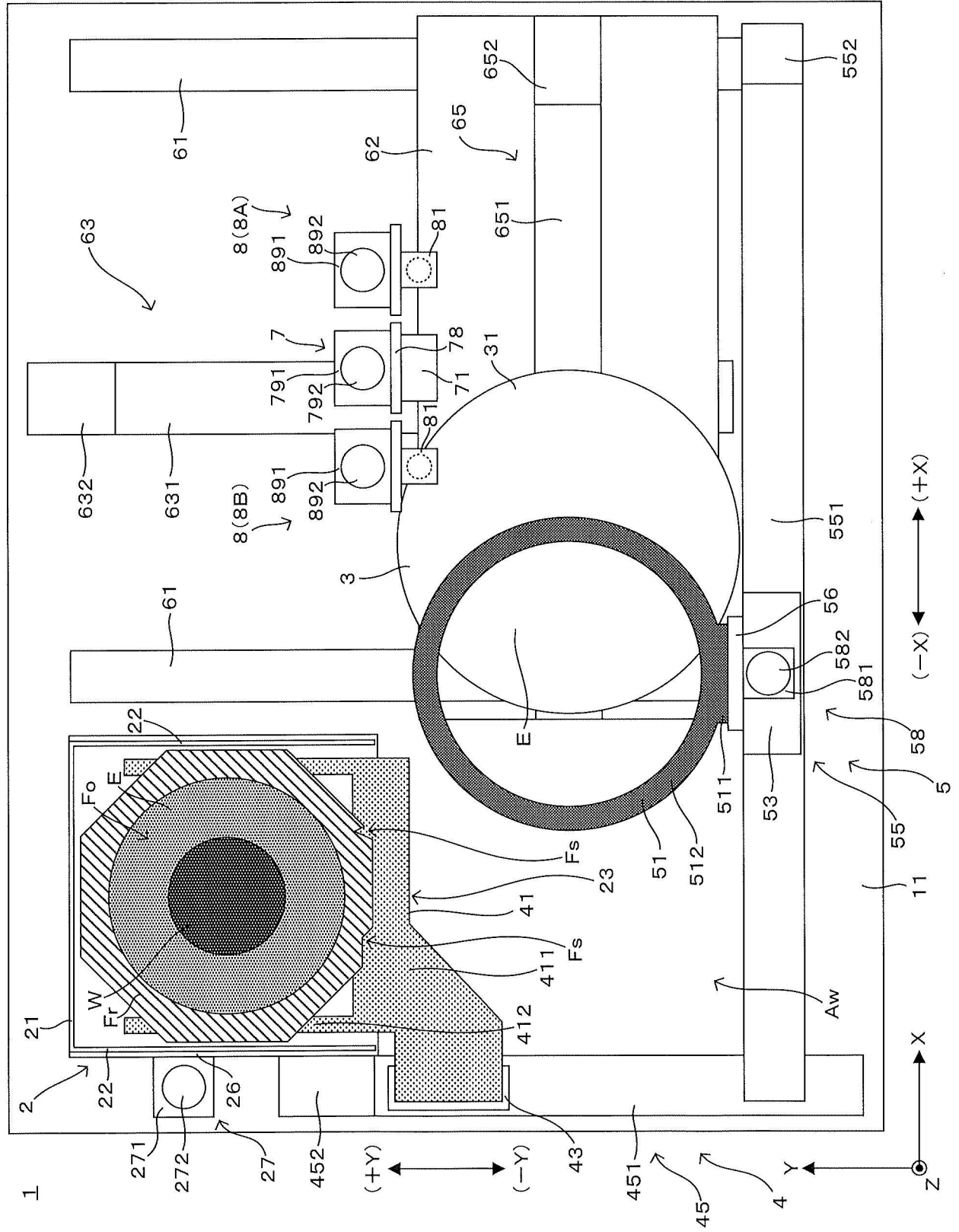
【圖4】



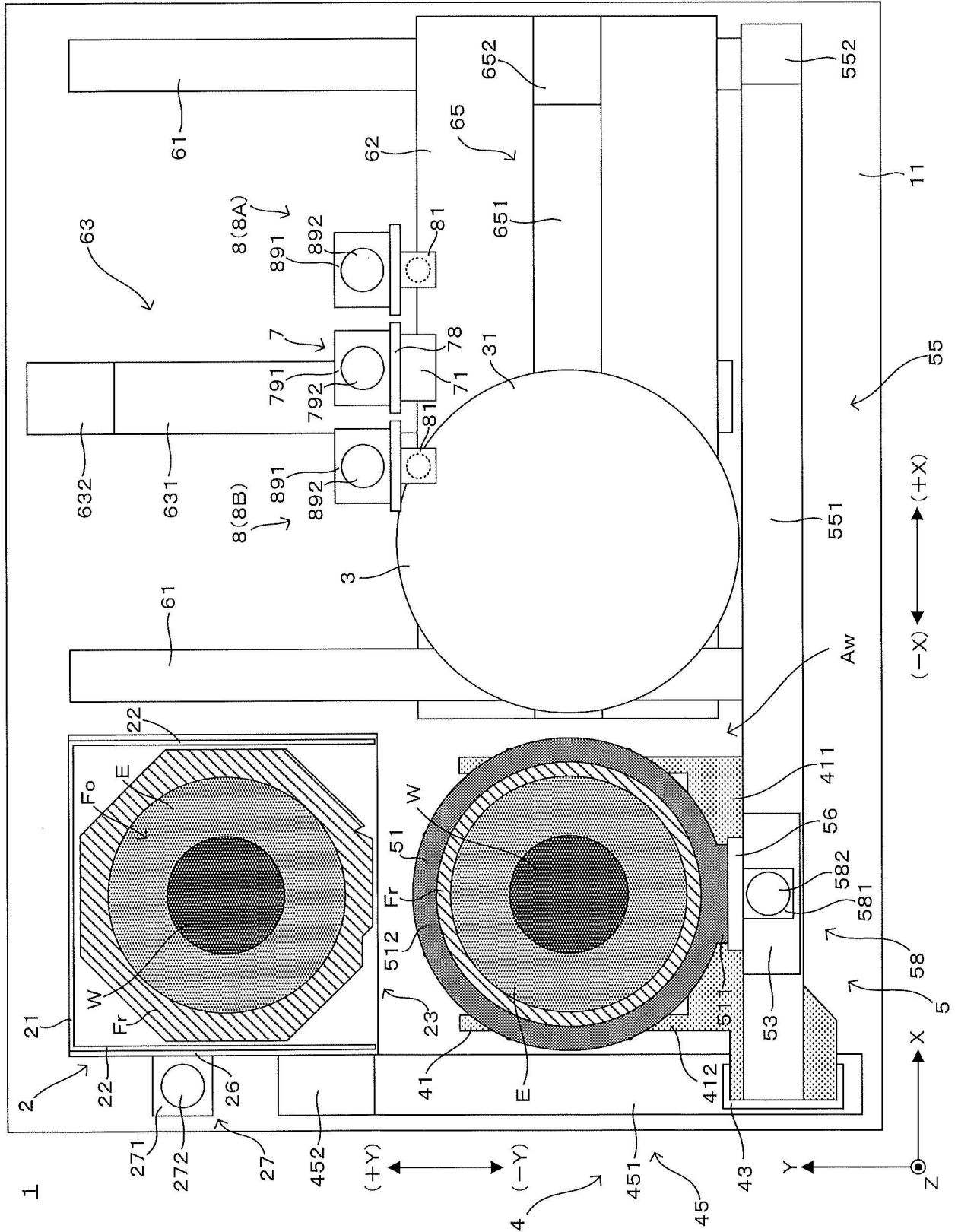
【圖5】



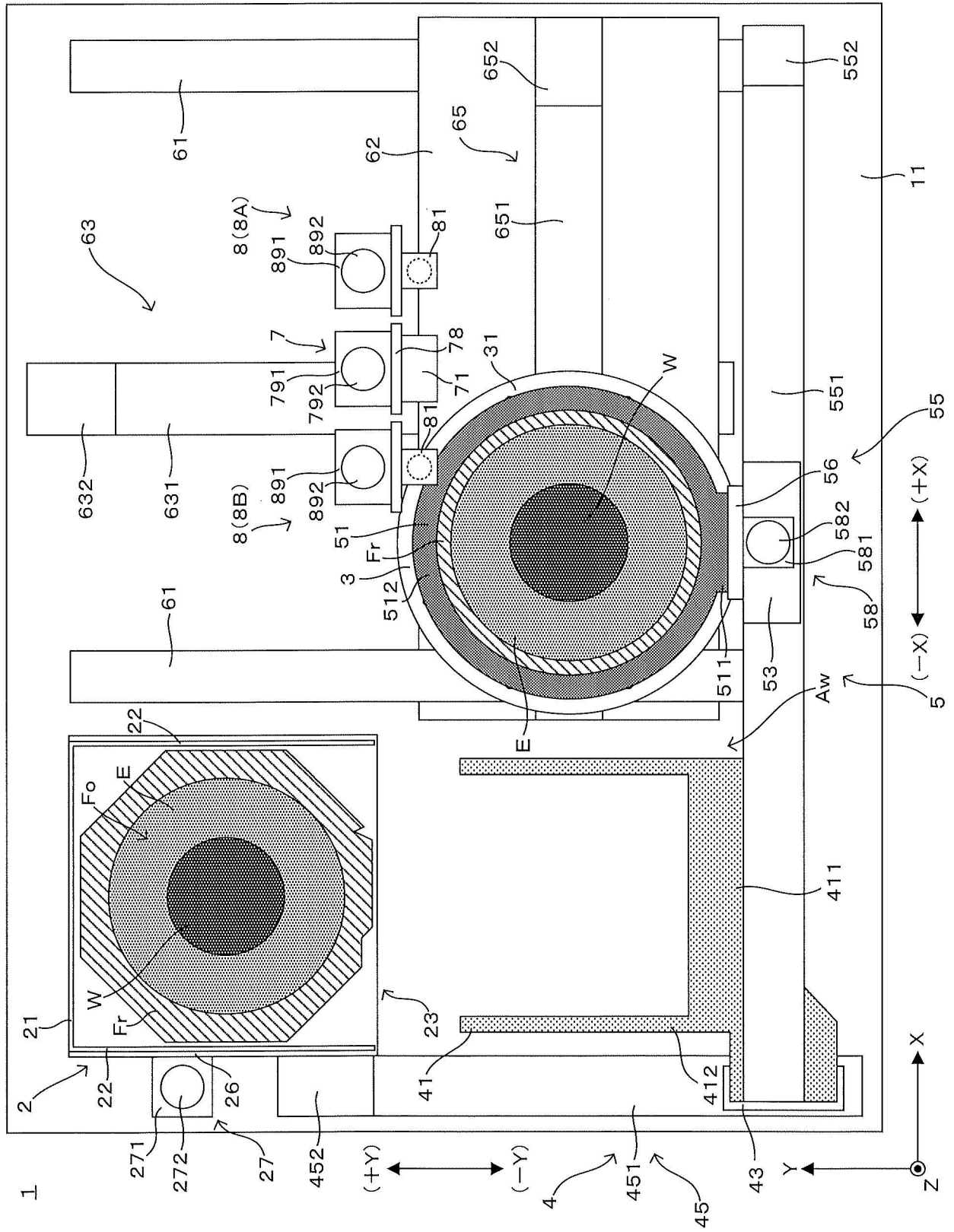
【圖6】



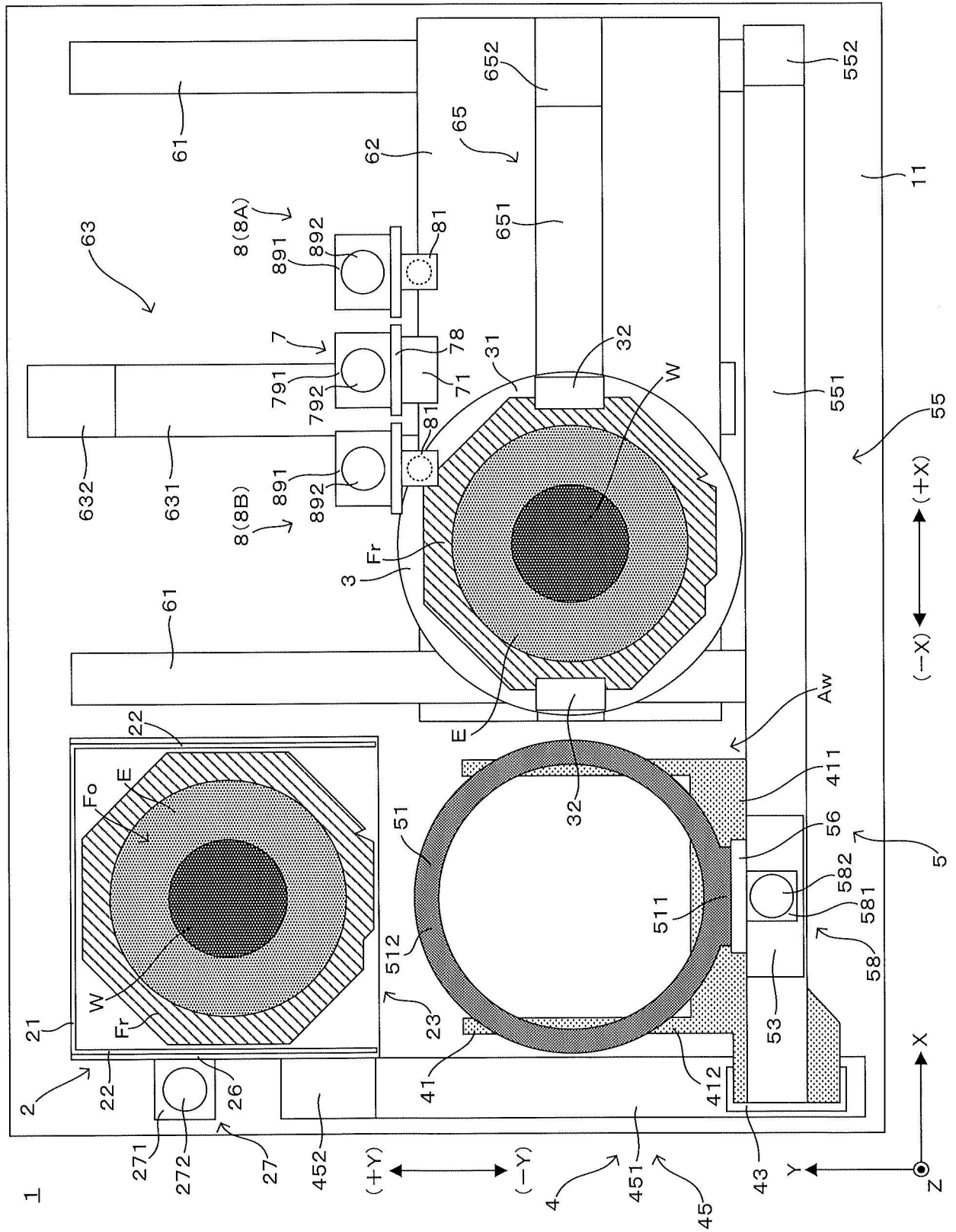
【圖7A】



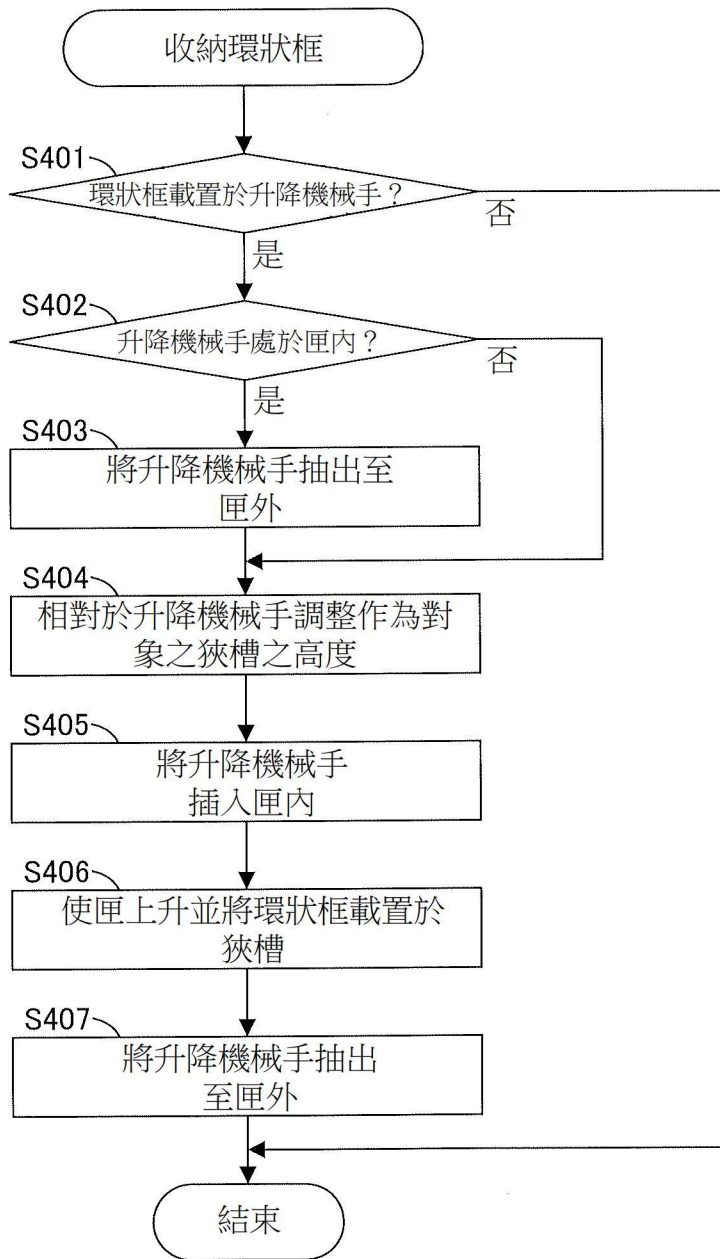
【圖7C】



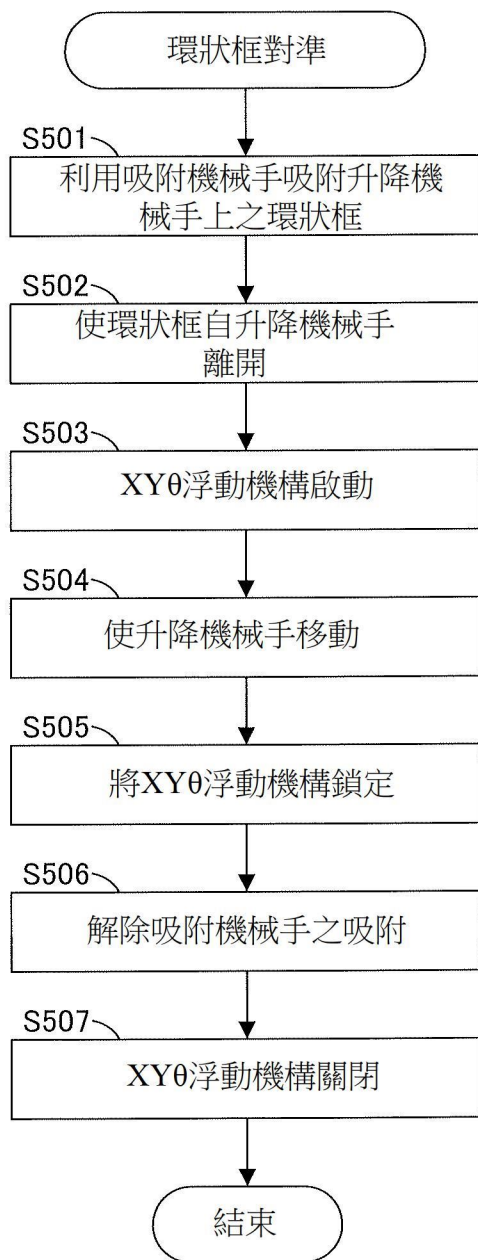
【圖7D】



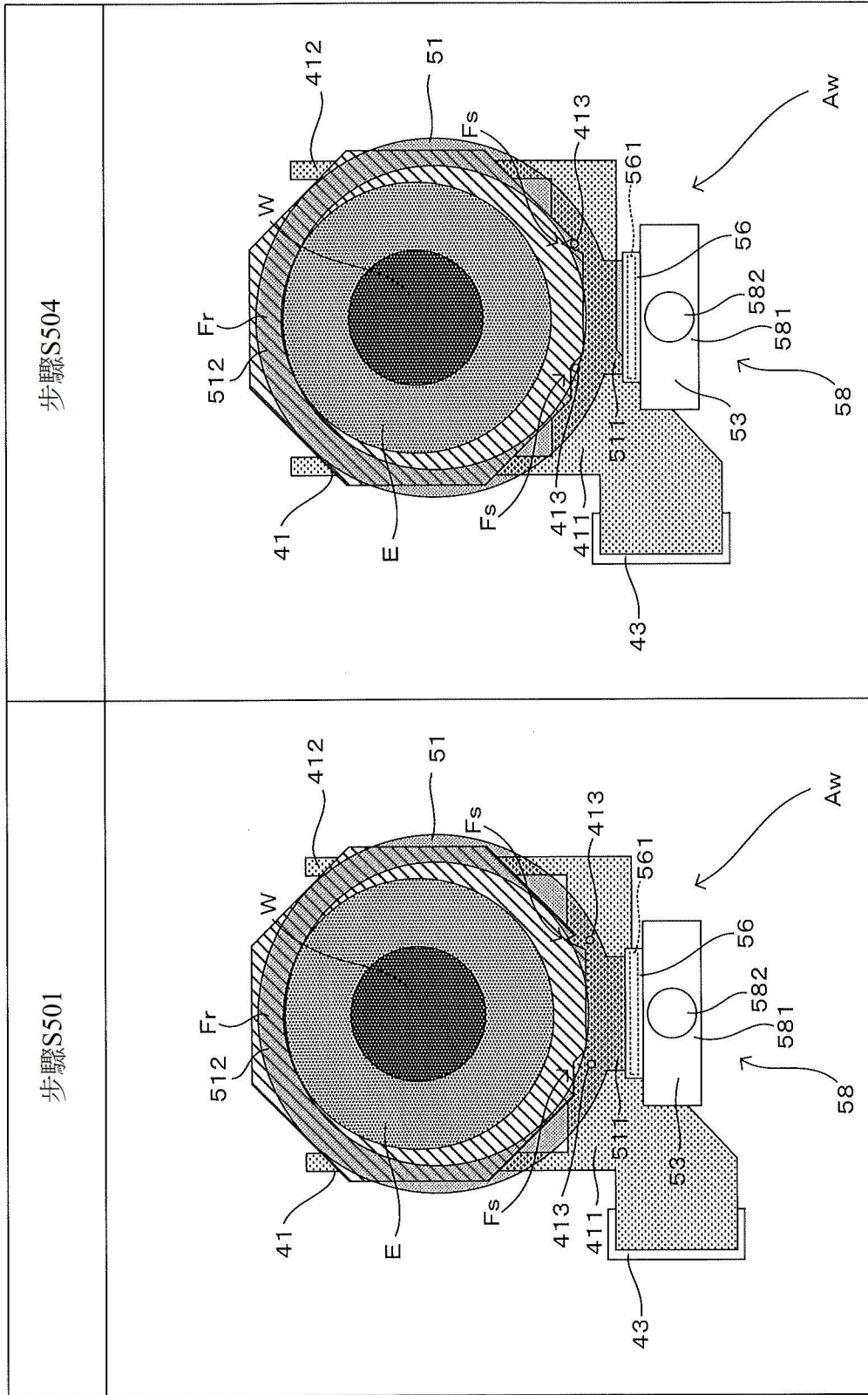
【圖7E】



【圖8】



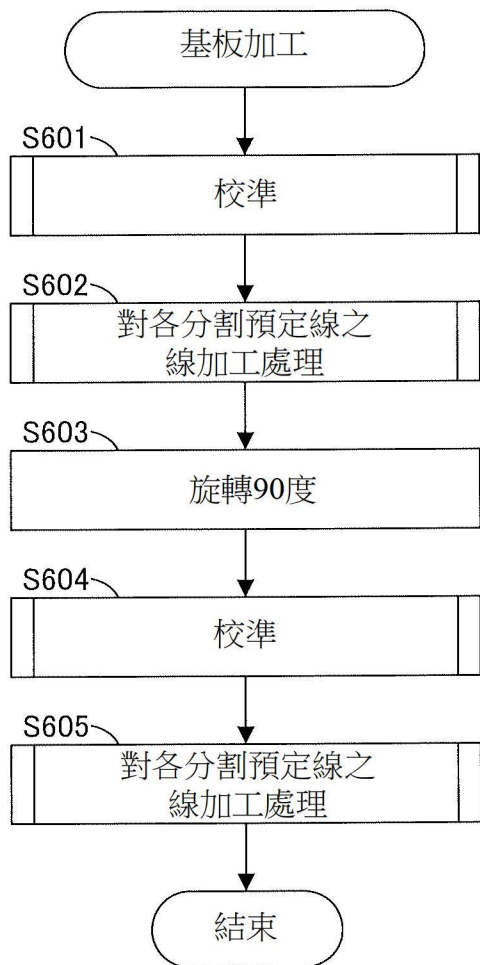
【圖9】



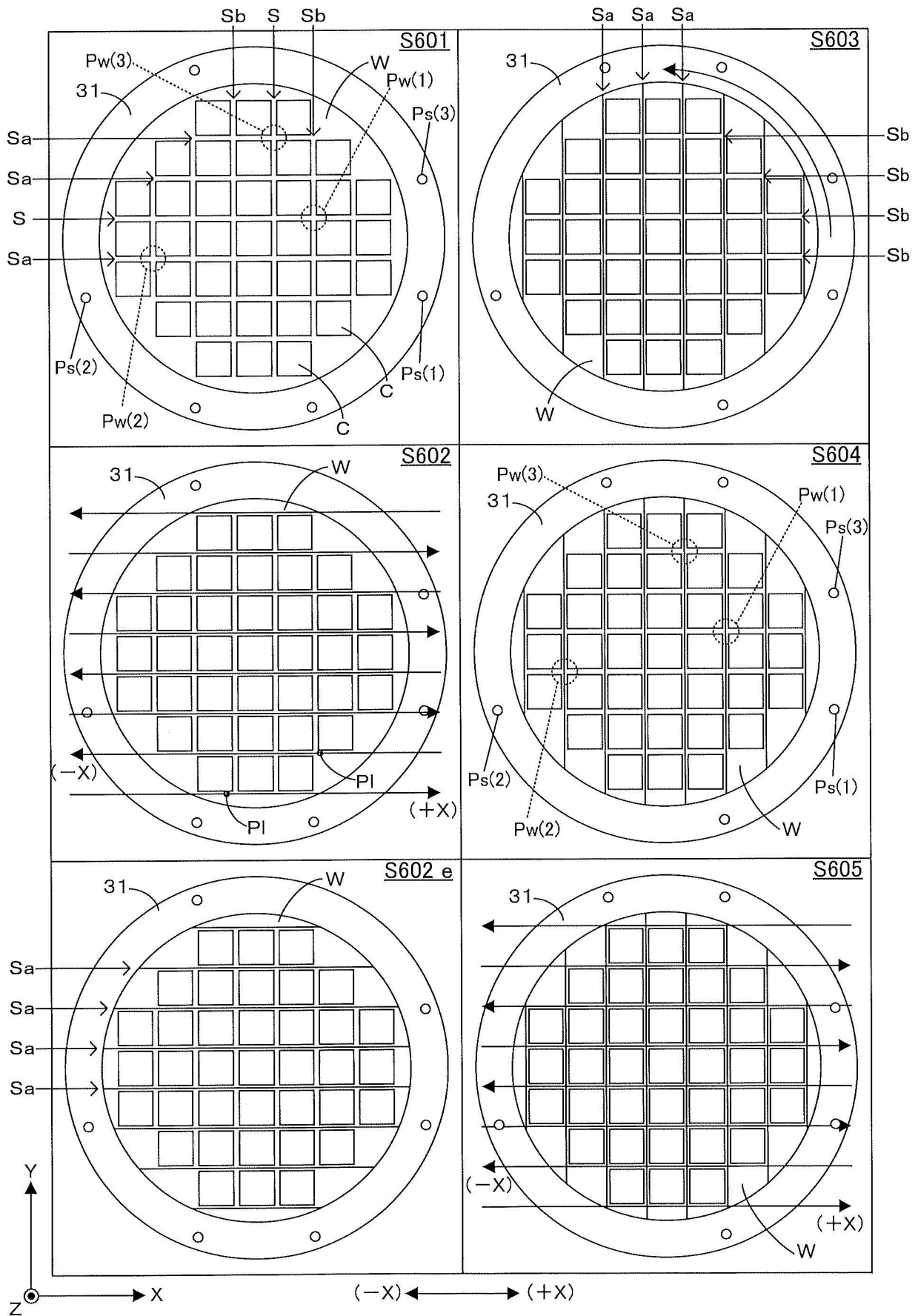
步驟S504

步驟S501

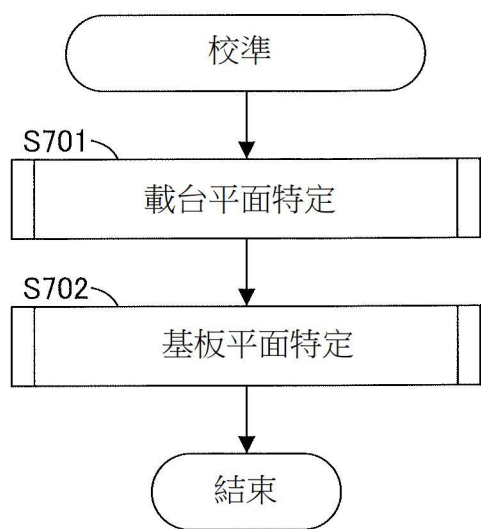
【圖10】



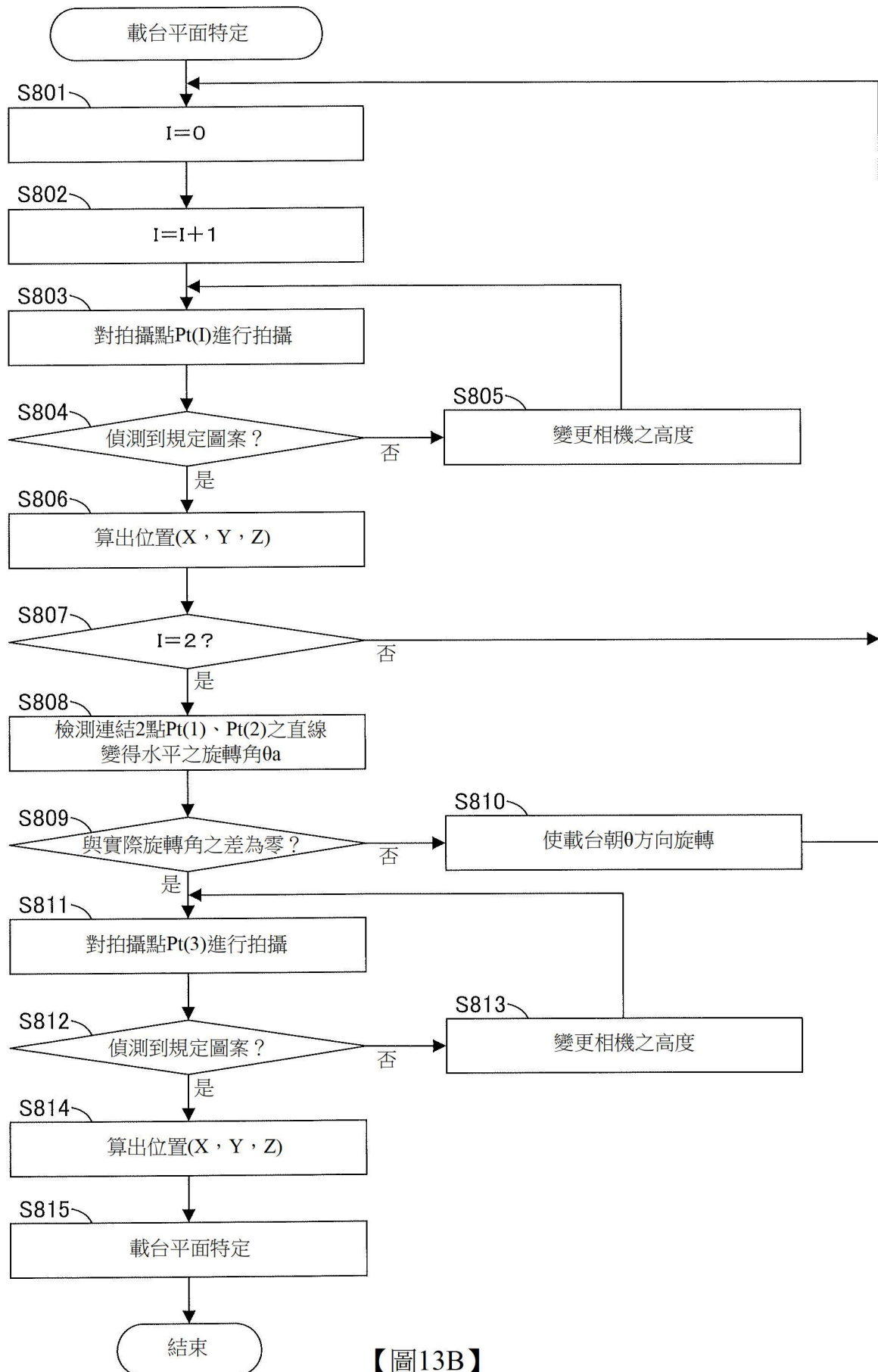
【圖11】



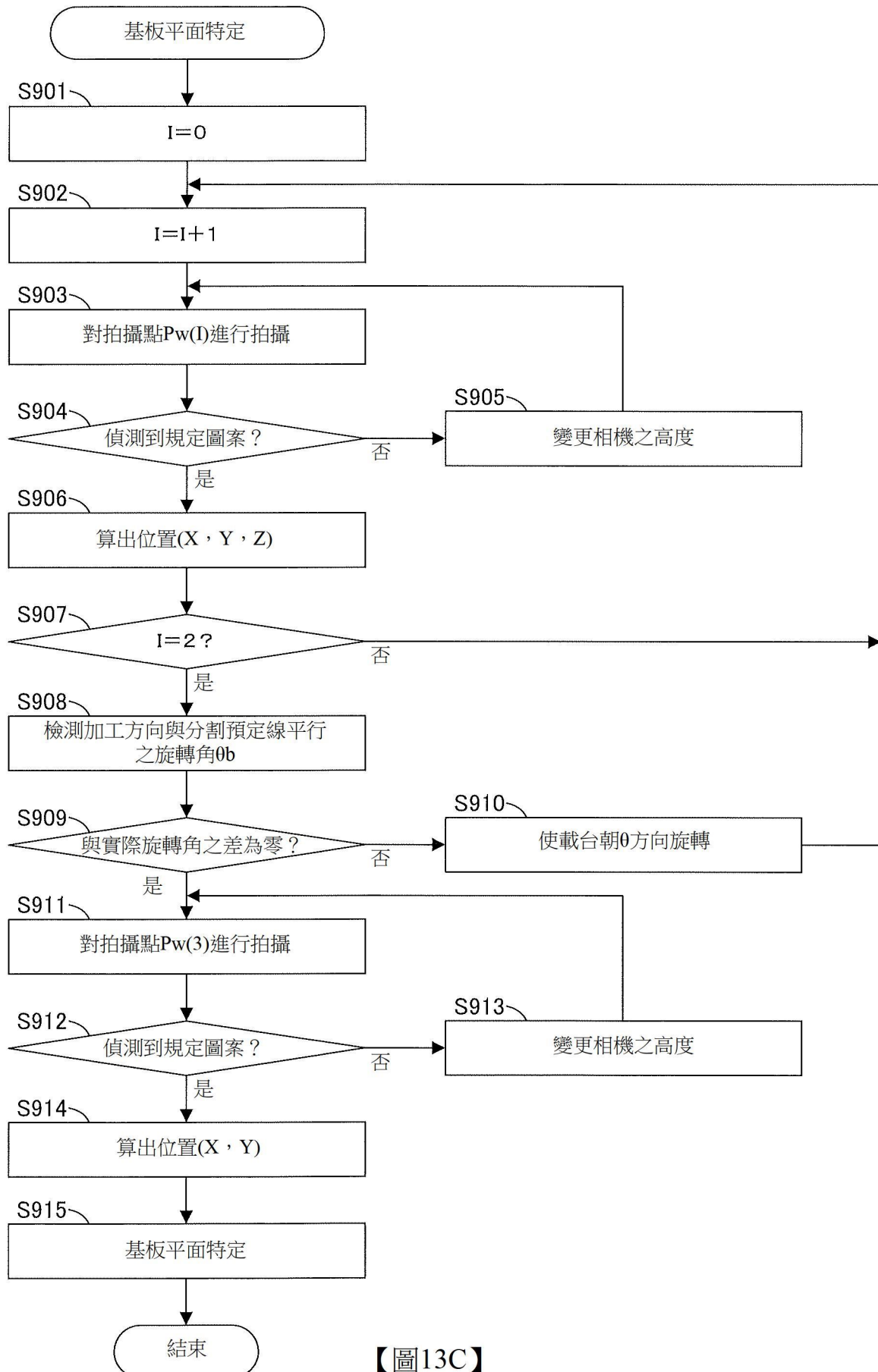
【圖12】



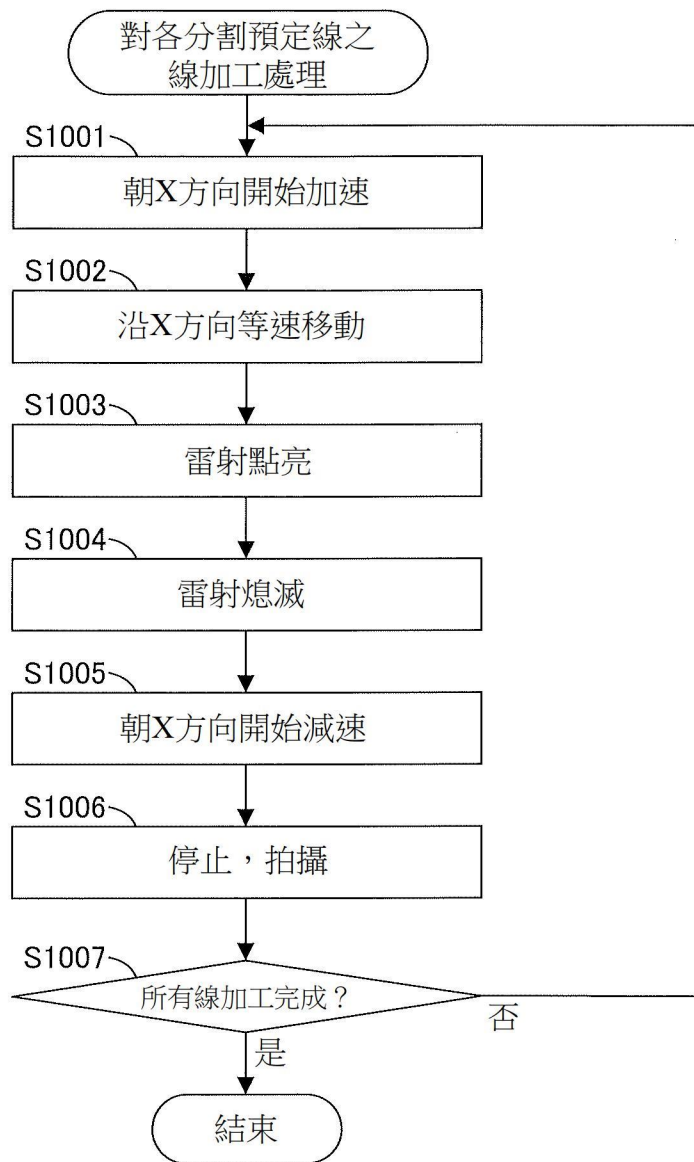
【圖13A】



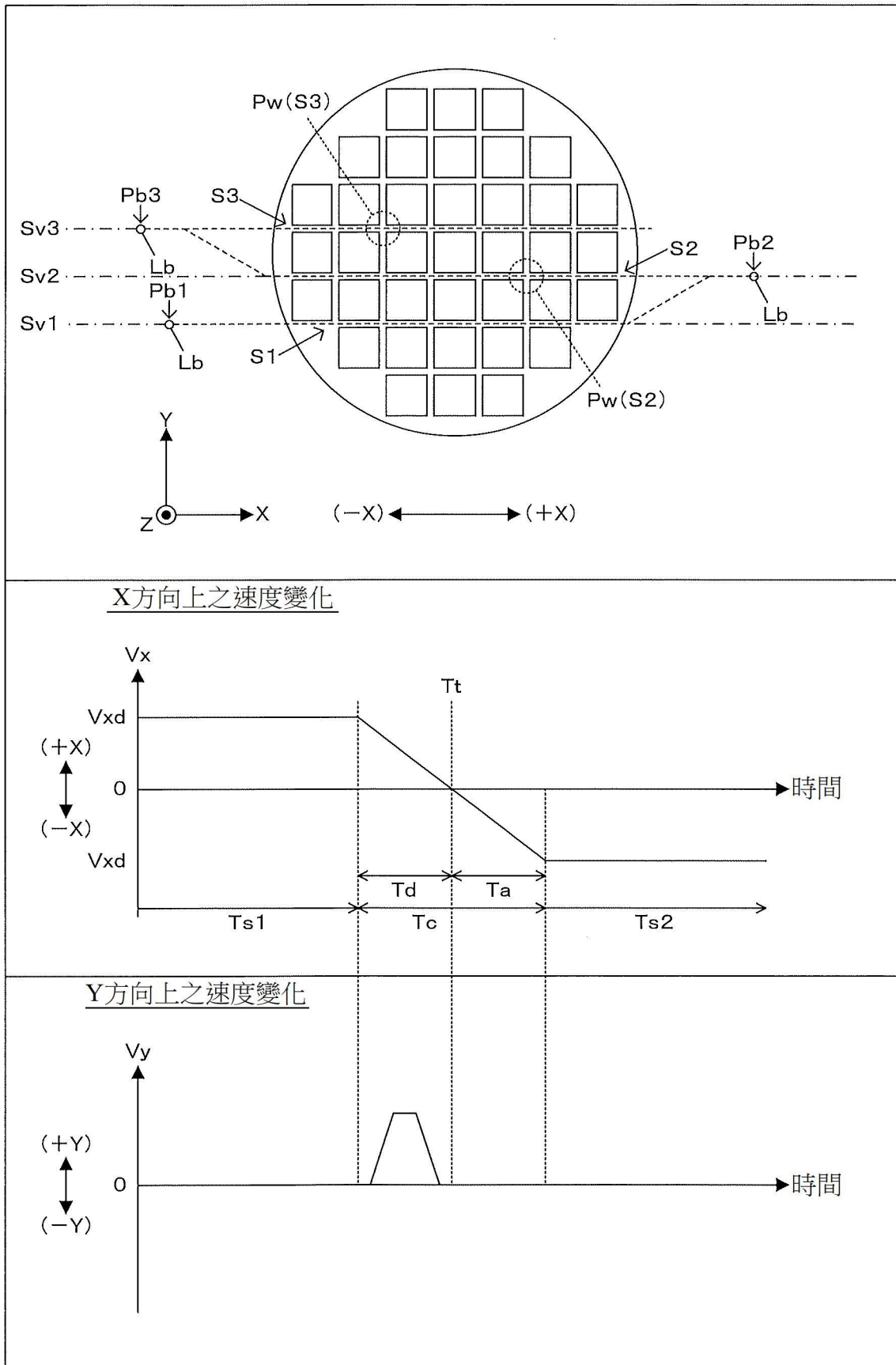
【圖13B】



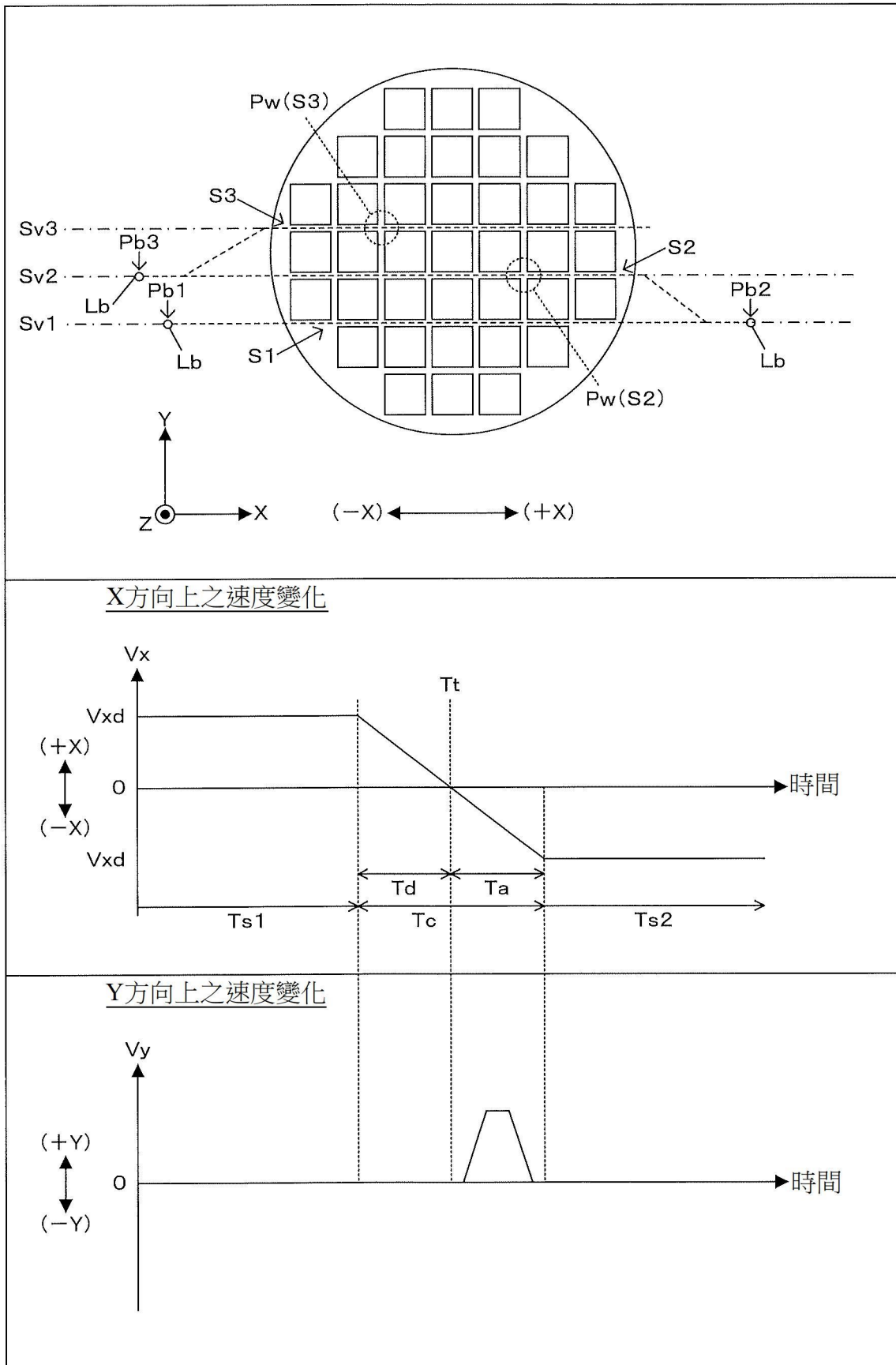
【圖13C】



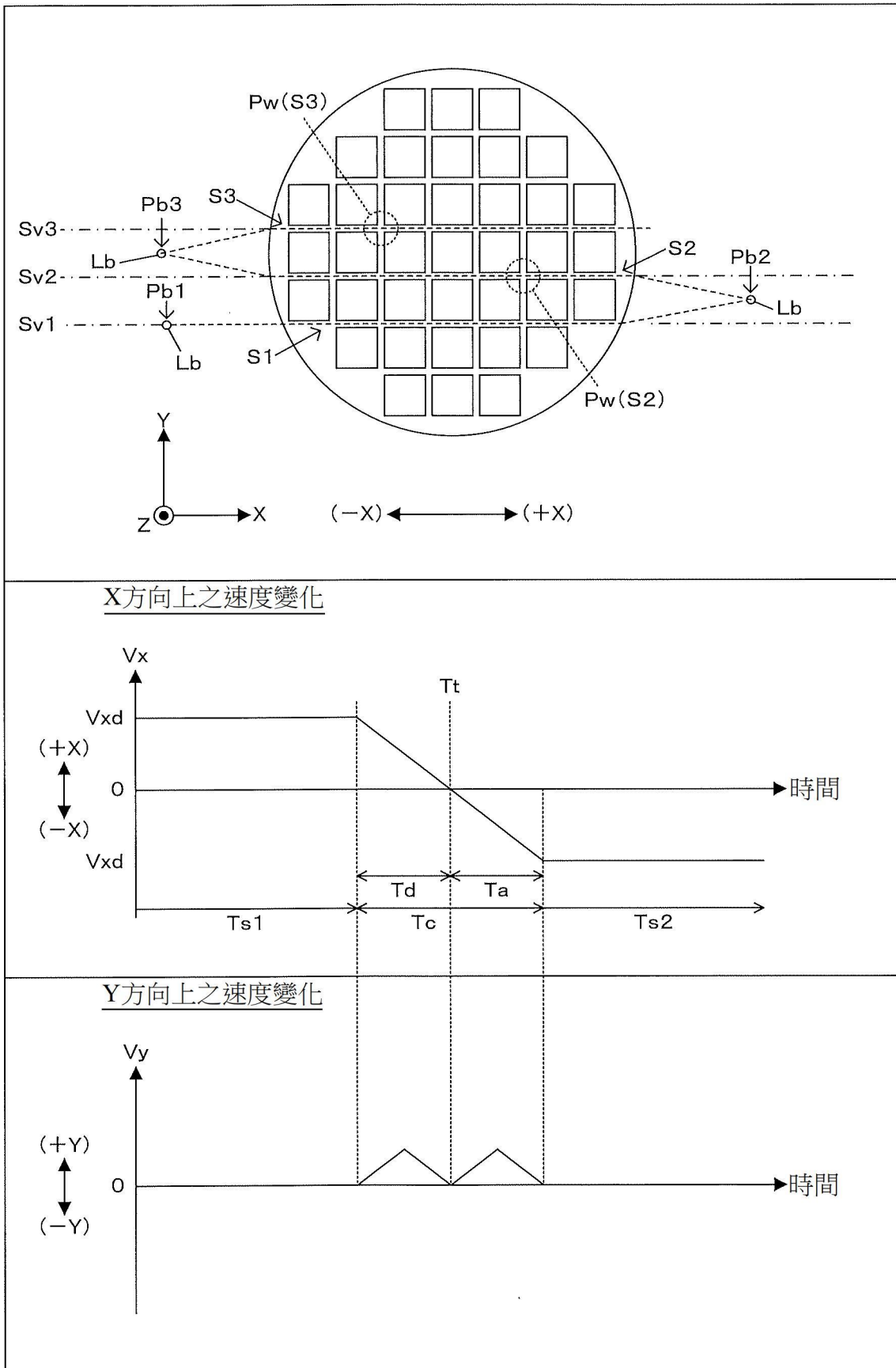
【圖14】



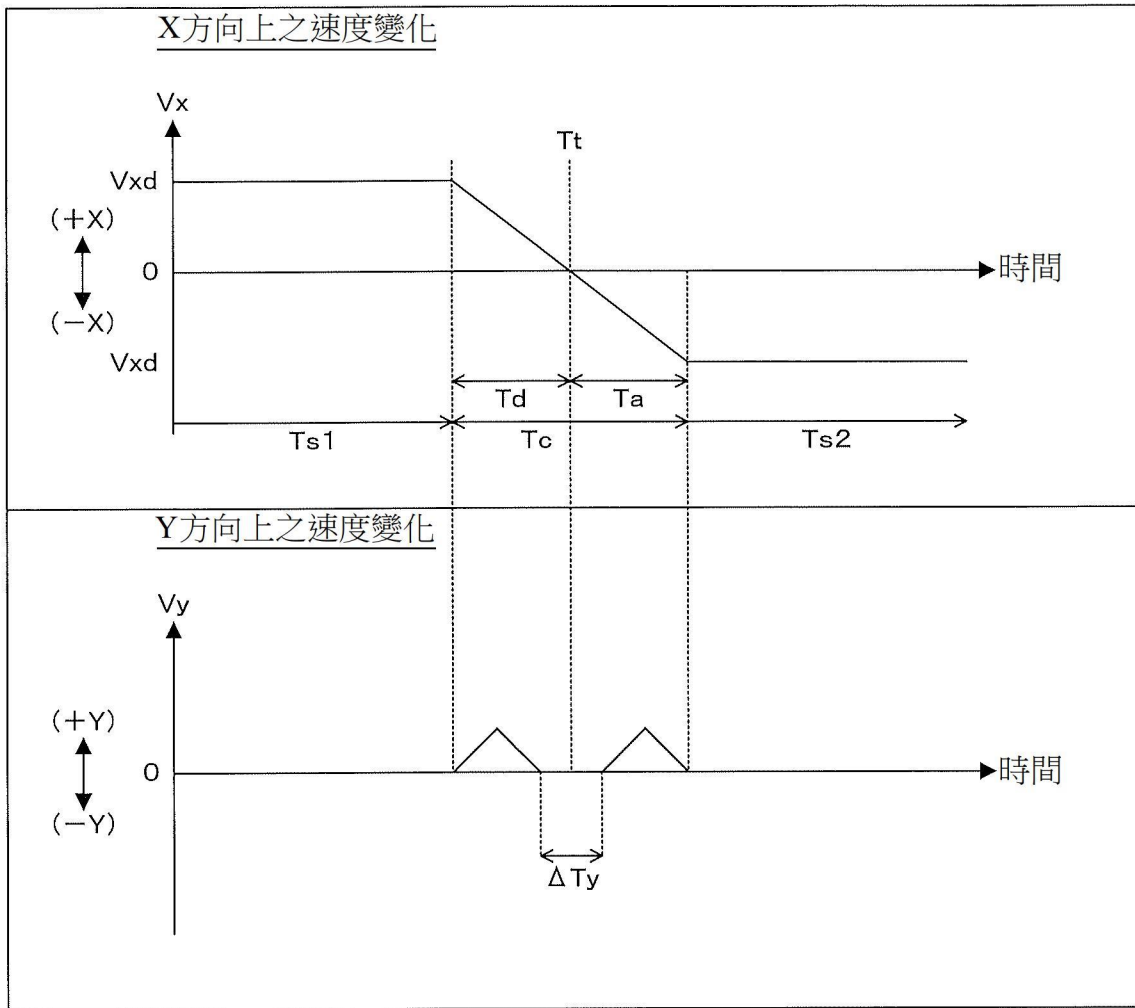
【圖15A】



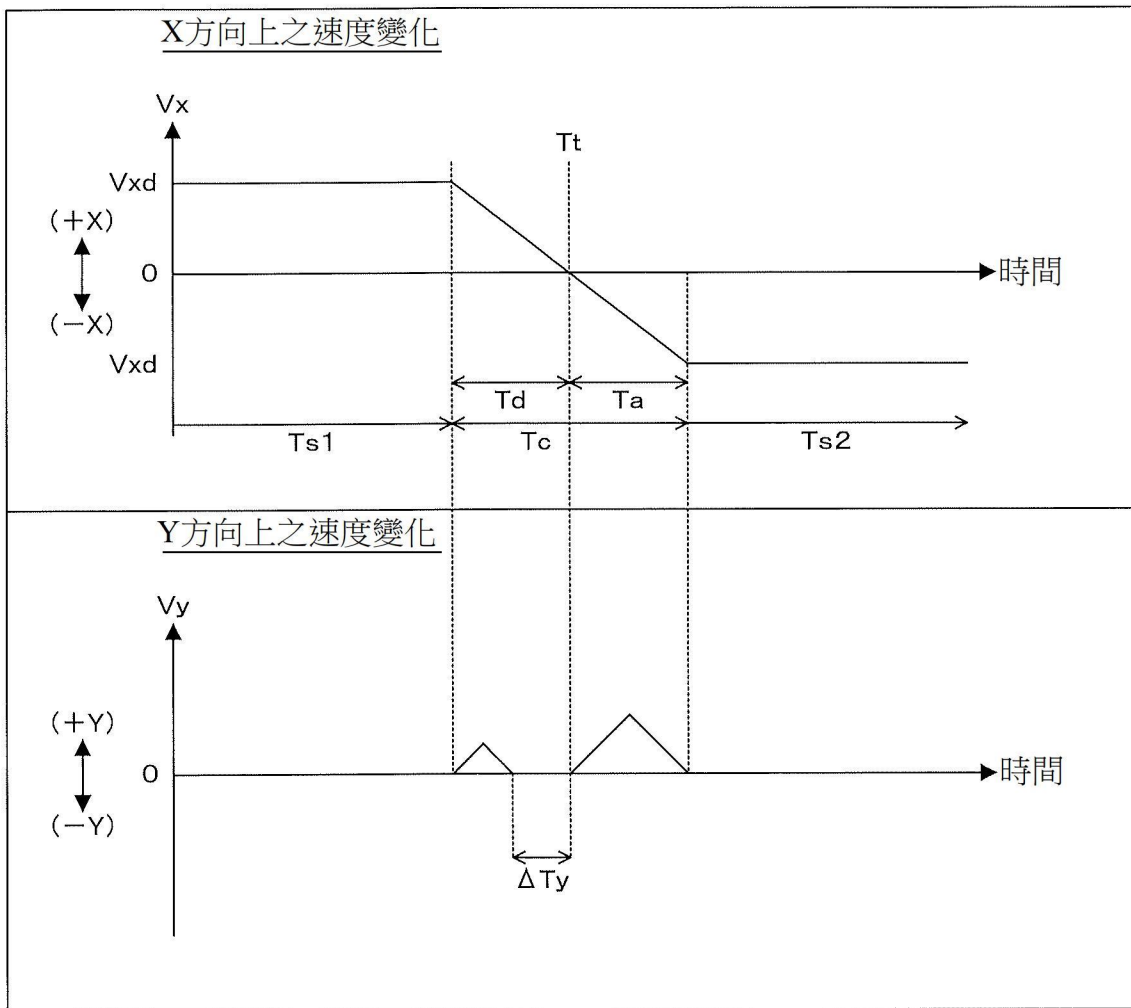
【圖15B】



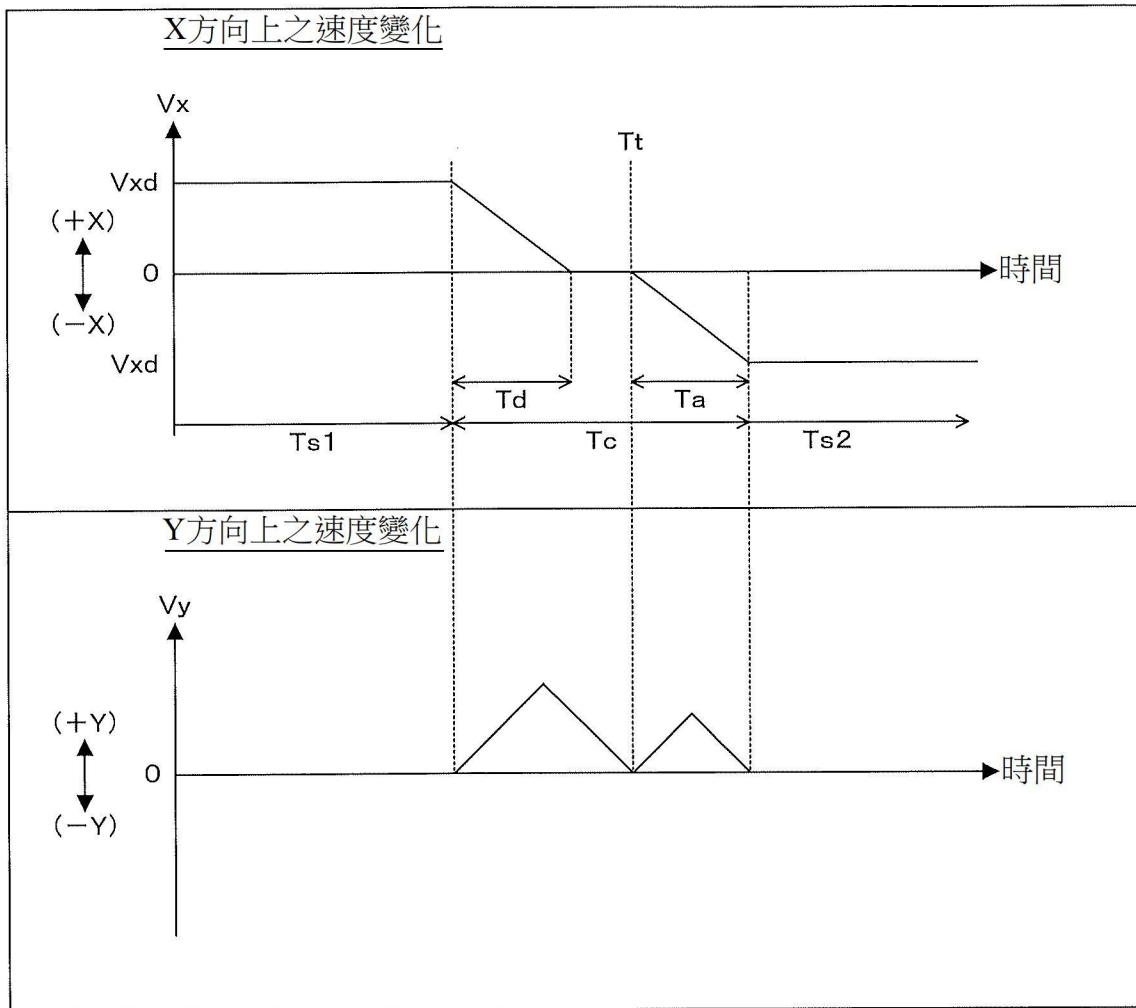
【圖15C】



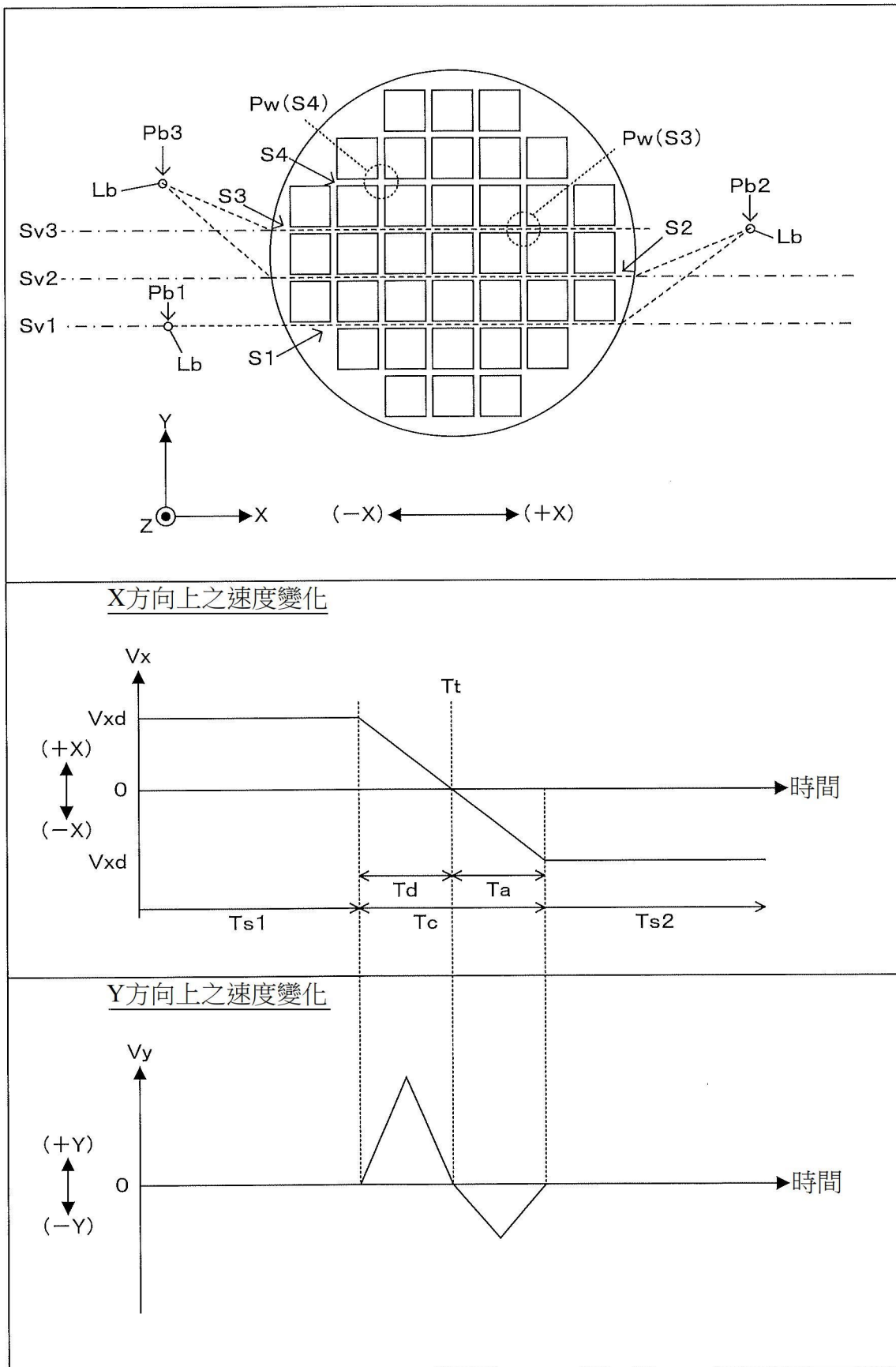
【圖15D】



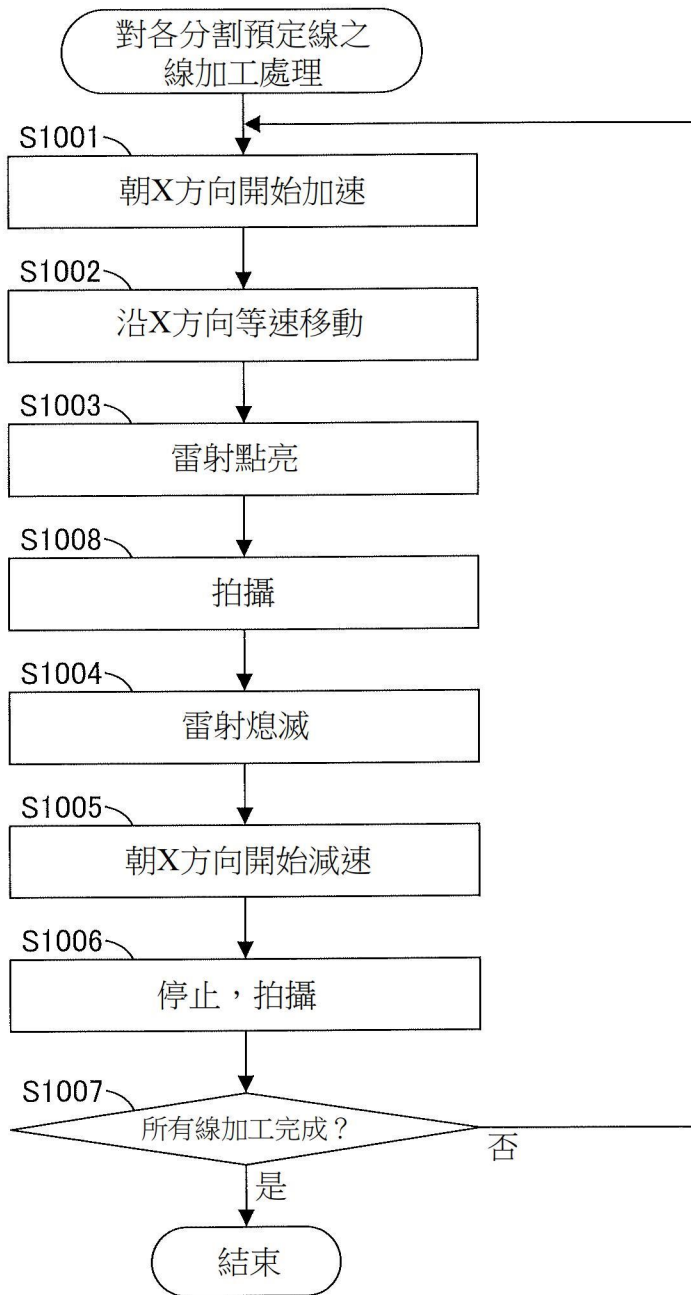
【圖15E】



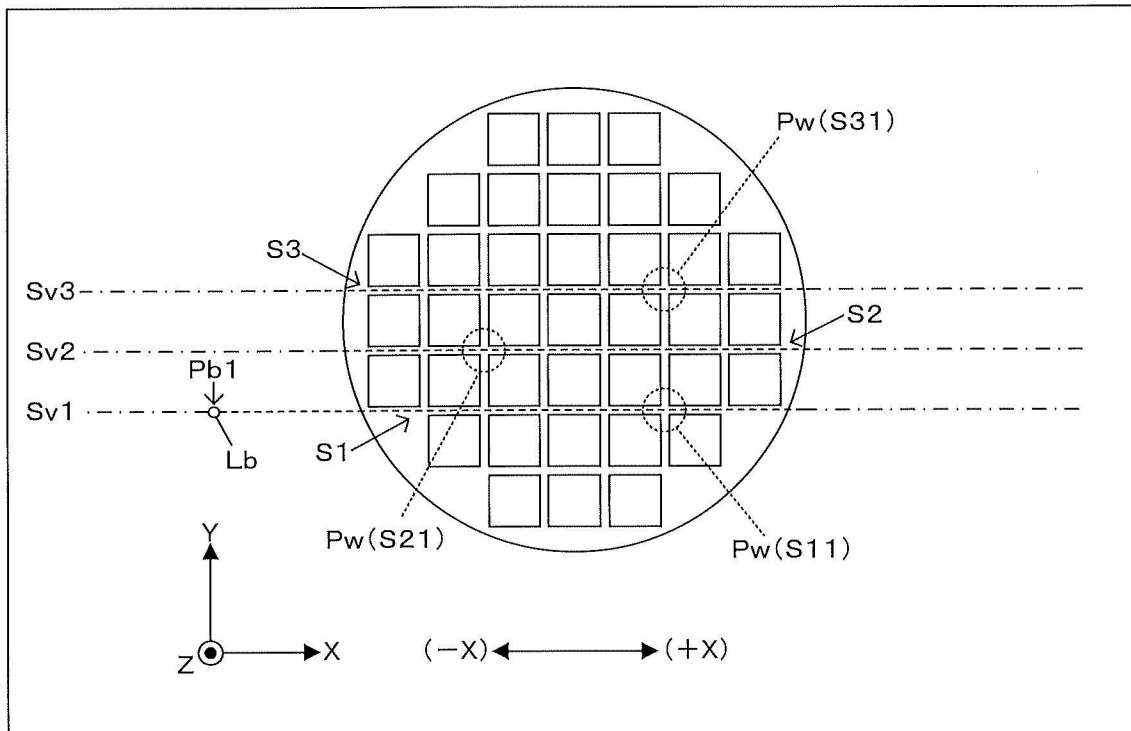
【圖15F】



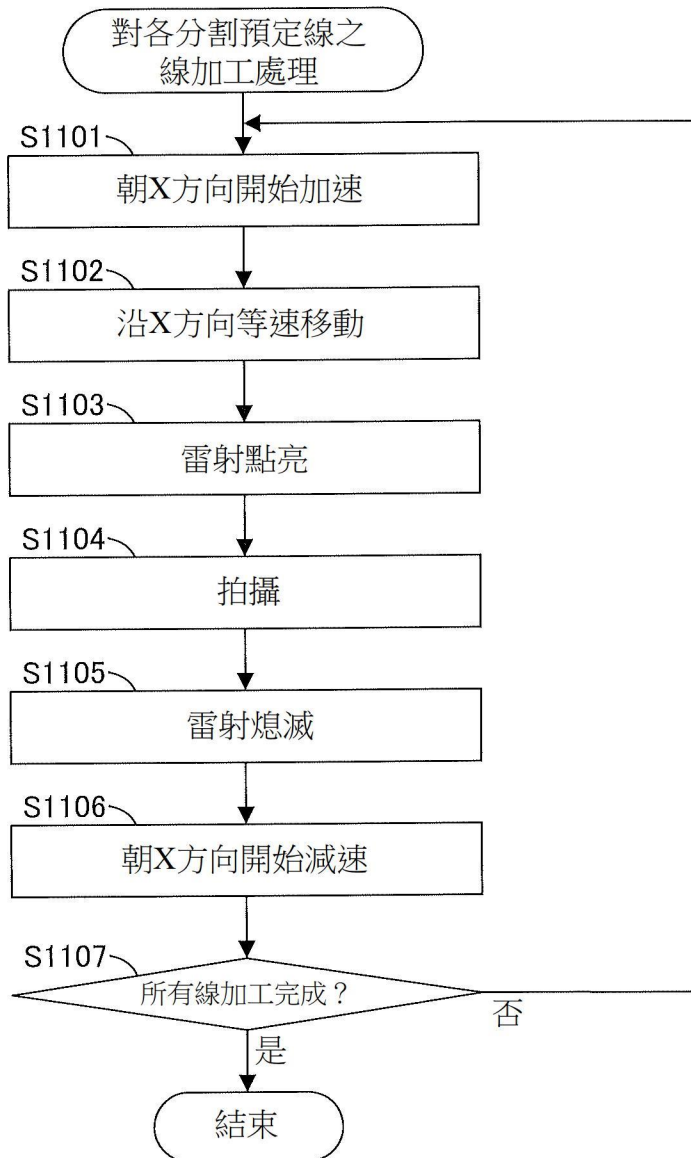
【圖15G】



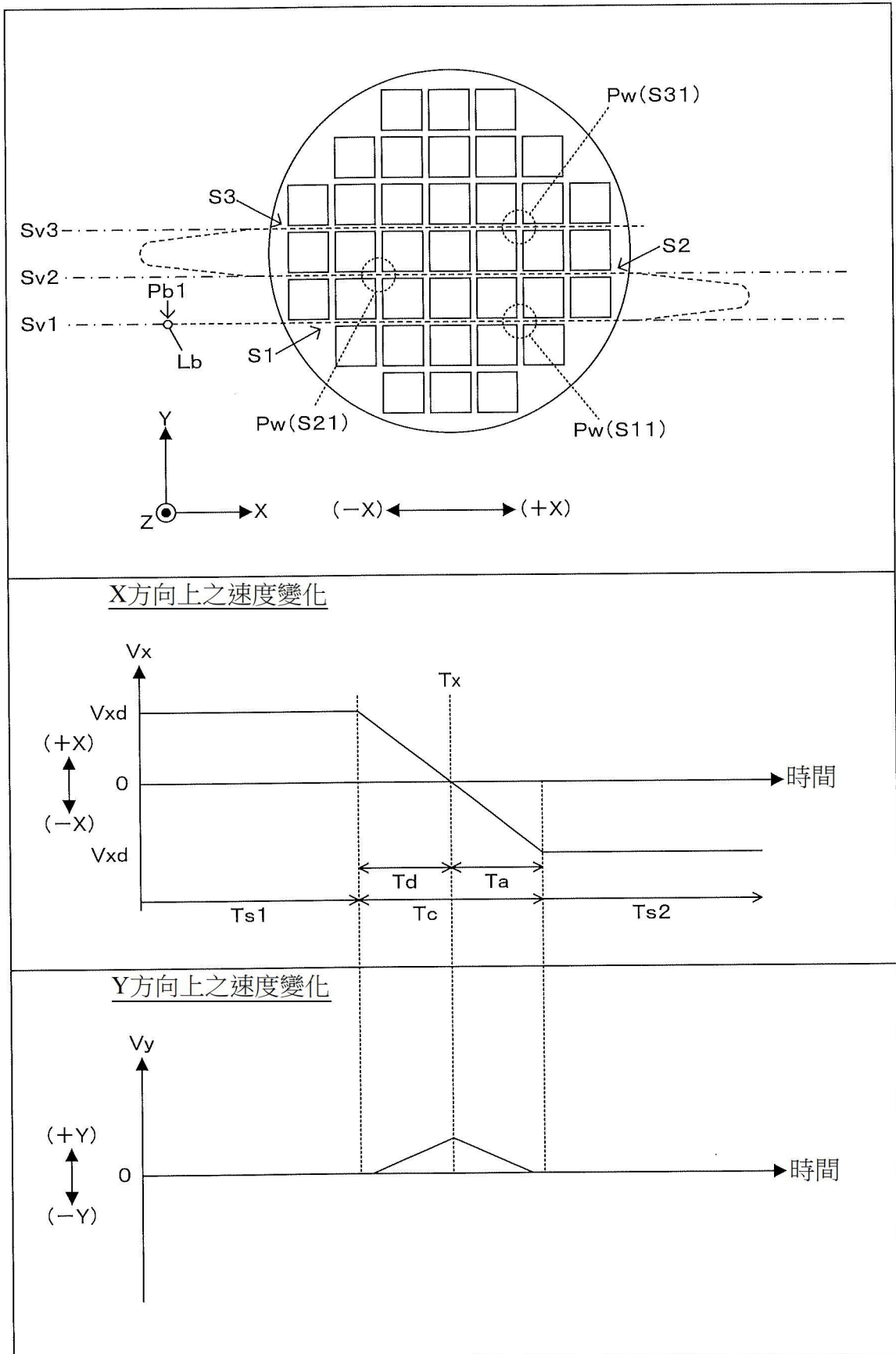
【圖16】



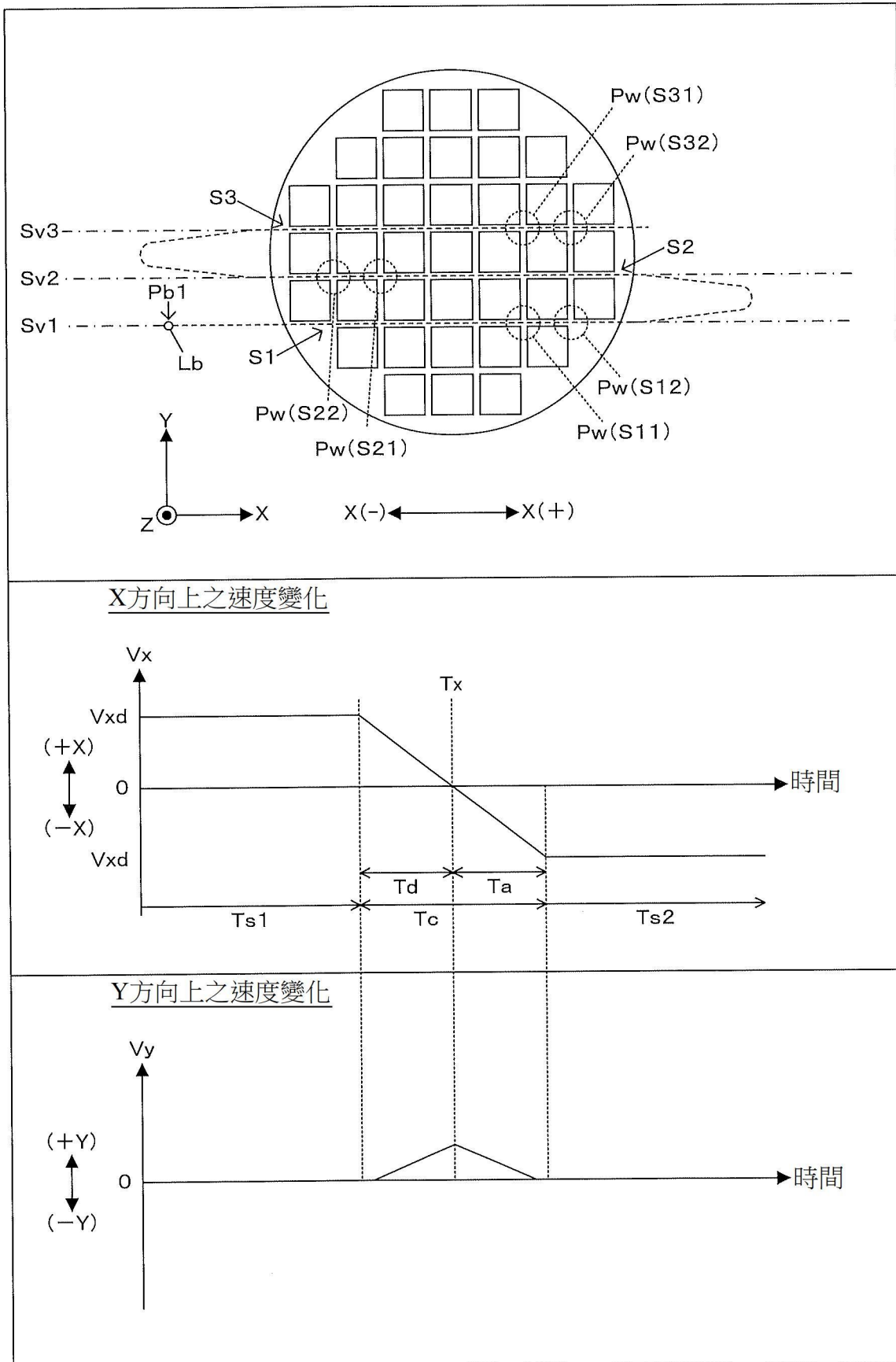
【圖17】



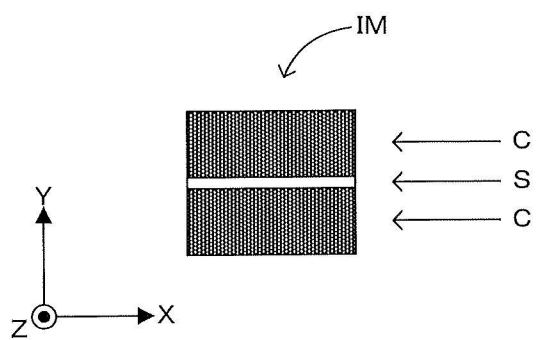
【圖18】



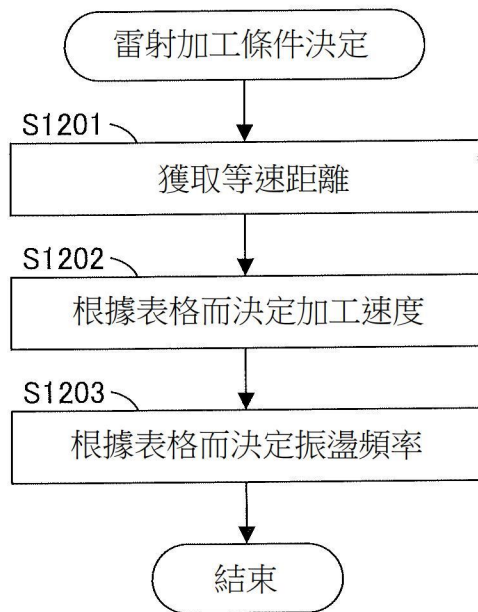
【圖19A】



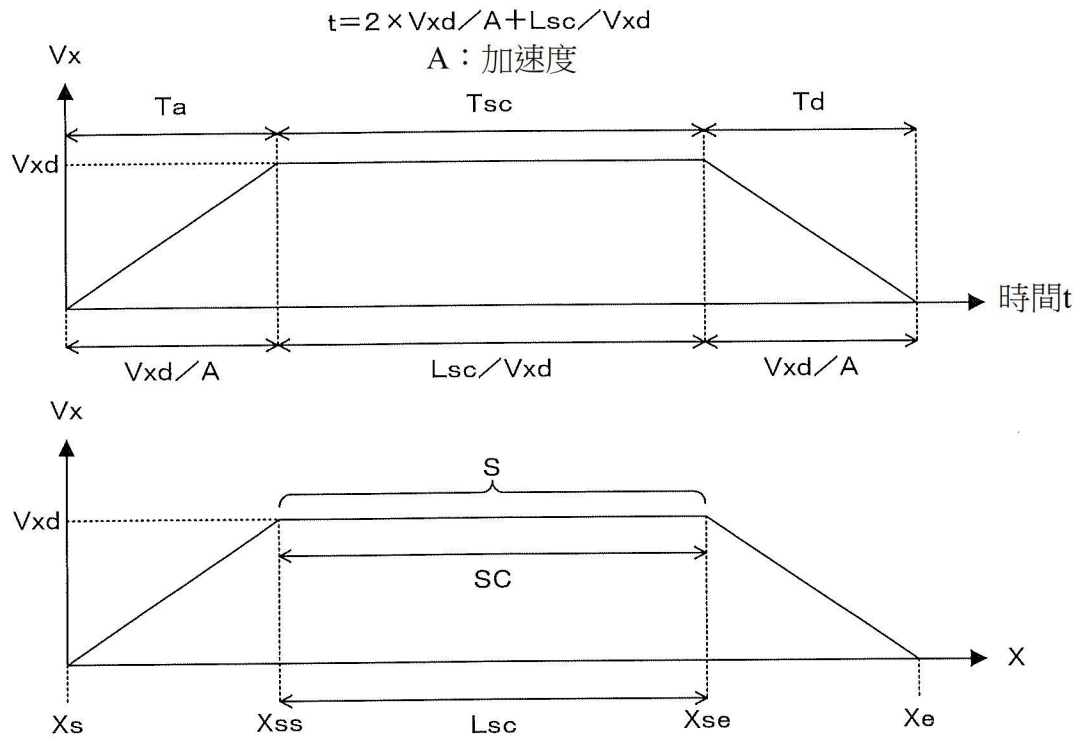
【圖19B】



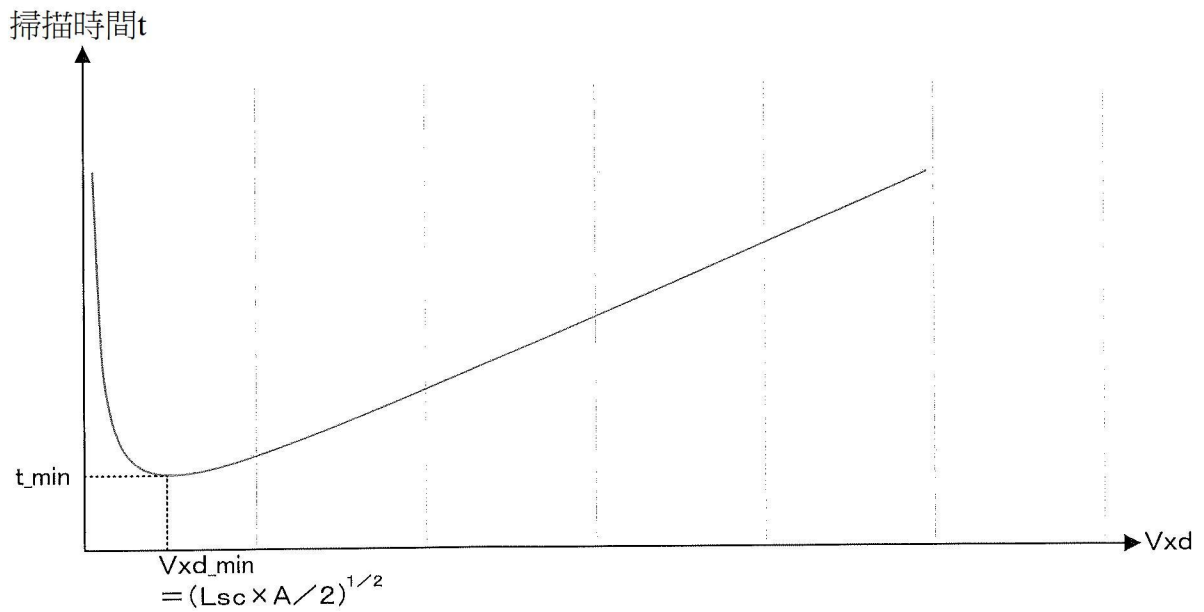
【圖20】



【圖21】



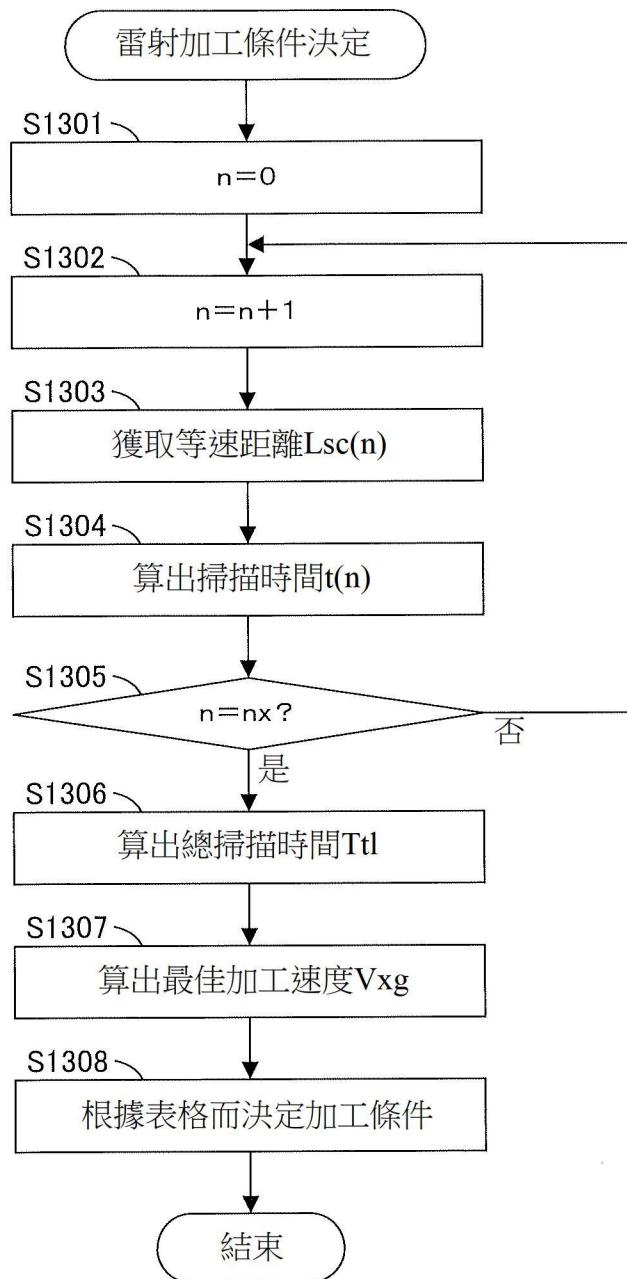
【圖22A】



【圖22B】

等速度距離 L_{sc} [m]	加工速度 V_{xd} [m/s]	振盪頻率 f_c [kHz]
$L_{sc} \leq L_{sc}(1)$	$V_{xd}(1)$	$f_c(1)$
$L_{sc}(1) < L_{sc} \leq L_{sc}(2)$	$V_{xd}(2)$	$f_c(2)$
$L_{sc}(2) < L_{sc} \leq L_{sc}(3)$	$V_{xd}(3)$	$f_c(3)$
$L_{sc}(3) < L_{sc}$	$V_{xd}(4)$	$f_c(4)$

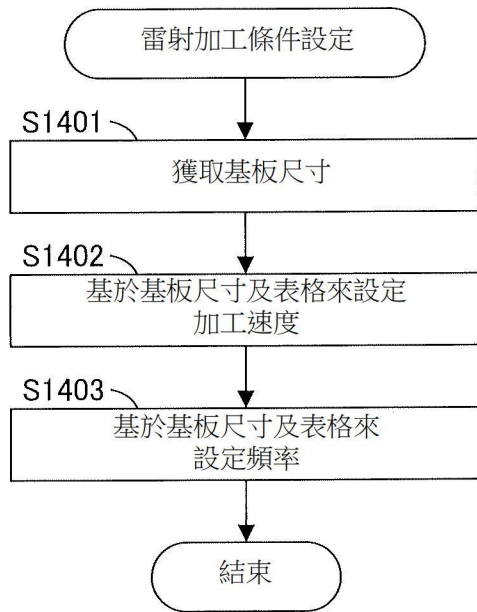
【圖22C】



【圖23】

最佳加工速度 V_{xg}	加工速度 $V_{xd}[m/s]$	振盪頻率 $f_c[kHz]$
$V_{xg} \leq V_{xg}(1)$	$V_{xd}(11)$	$f_c(11)$
$V_{xg}(1) < V_{xg} \leq V_{xg}(2)$	$V_{xd}(12)$	$f_c(12)$
$V_{xg}(2) < V_{xg} \leq V_{xg}(3)$	$V_{xd}(13)$	$f_c(13)$
$V_{xg}(3) < V_{xg}$	$V_{xd}(14)$	$f_c(14)$

【圖24】



【圖25】

Tsvf

尺寸(基板直徑)	加工速度	頻率fc
200mm	V_200	fc_200
300mm	V_300	fc_300

【圖26】