



(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 I857095 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：109122710 (22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 07 月 06 日
(51)Int. Cl. : **B23K26/53 (2014.01)** **B23K26/08 (2014.01)**
B28D5/00 (2006.01) **H01L21/304 (2006.01)**
(30)優先權：2019/07/18 日本 2019-133106
(71)申請人：日商東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本
(72)發明人：森弘明 MORI, HIROTOSHI (JP)；山下陽平 YAMASHITA, YOHEI (JP)；田之上隼
斗 TANOUE, HAYATO (JP)
(74)代理人：周良吉；周良謀
(56)參考文獻：
TW 201900317A CN 106825940A
JP 2018-43340A
審查人員：蔣國珍
申請專利範圍項數：9 項 圖式數：29 共 72 頁

(54)名稱

處理裝置及處理方法

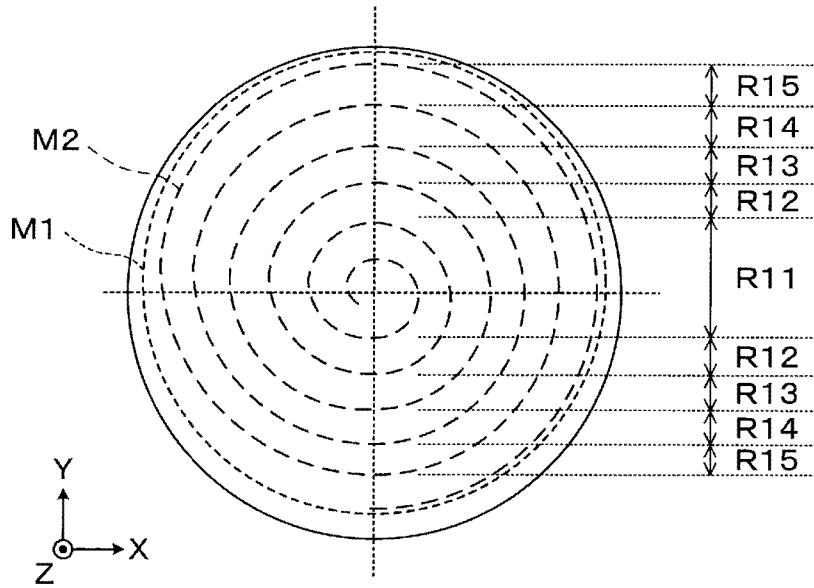
(57)摘要

本發明提供之處理裝置及處理方法，適當地施行處理對象體之周緣去除處理及分離處理。本發明之處理裝置，將處理對象體予以處理，包含：固持部，固持該處理對象體；改質部，對該處理對象體的內部照射雷射光，沿著面方向形成複數內部面改質層；以及控制部，控制對於該處理對象體的該內部面改質層之形成運作；而該控制部，控制該內部面改質層之形成運作，俾將該內部面改質層從該處理對象體的徑向外側朝向內側形成為螺旋狀，使該處理對象體在朝徑向內側的該內部面改質層之形成時的該固持部與由該固持部所固持之處理對象體的偏心率，較在朝徑向外側的該內部面改質層之形成時的該偏心率為更小。

An object of the invention is to appropriately perform edge removal processing and separation processing of a processing target object.

A processing device of the invention processes a processing target object, and comprises: a holding section which holds the processing target object, a reforming section which forms a plurality of internal surface reformed layers along the surface direction by irradiating laser light into the interior of the processing target object, and a control section which controls the operation of forming the internal surface reformed layers within the processing target object, wherein the control section controls the operation of forming the internal surface reformed layers such that the internal surface reformed layers are formed in a spiral shape from the outside to the inside of the processing target object in the radial direction, and the amount of eccentricity between the holding section and the processing target object held by the holding section when forming the internal surface reformed layers toward the inside of the processing target object in the radial direction is smaller than the amount of eccentricity when forming the internal surface reformed layers toward the outside in the radial direction.

指定代表圖：



符號簡單說明：

M1:周緣改質層

M2:內部面改質層

R11:中心區域

R12~R15:環狀區域

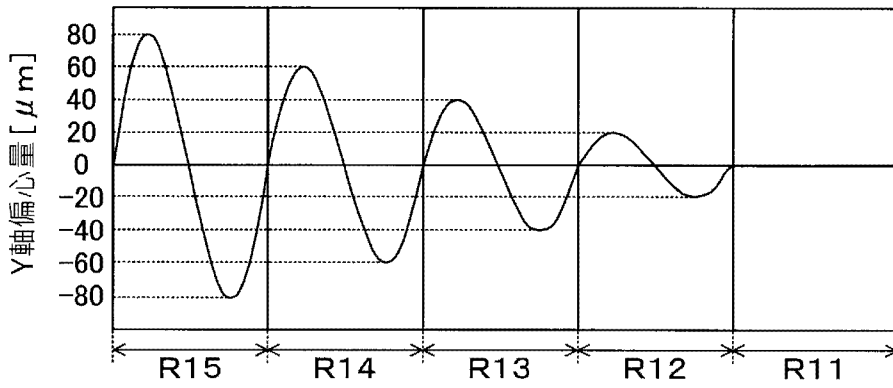


圖 20



I857095

【發明摘要】

【中文發明名稱】 處理裝置及處理方法

【英文發明名稱】 PROCESSING DEVICE AND PROCESSING METHOD

【中文】

本發明提供之處理裝置及處理方法，適當地施行處理對象體之周緣去除處理及分離處理。本發明之處理裝置，將處理對象體予以處理，包含：固持部，固持該處理對象體；改質部，對該處理對象體的內部照射雷射光，沿著面方向形成複數內部面改質層；以及控制部，控制對於該處理對象體的該內部面改質層之形成運作；而該控制部，控制該內部面改質層之形成運作，俾將該內部面改質層從該處理對象體的徑向外側朝向內側形成為螺旋狀，使該處理對象體在朝徑向內側的該內部面改質層之形成時的該固持部與由該固持部所固持之處理對象體的偏心率，較在朝徑向外側的該內部面改質層之形成時的該偏心率為更小。

【英文】

An object of the invention is to appropriately perform edge removal processing and separation processing of a processing target object.

A processing device of the invention processes a processing target object, and comprises: a holding section which holds the processing target object, a reforming section which forms a plurality of internal surface reformed layers along the surface direction by irradiating laser light into the interior of the processing target object, and a control section which controls the operation of forming the internal surface reformed

layers within the processing target object, wherein the control section controls the operation of forming the internal surface reformed layers such that the internal surface reformed layers are formed in a spiral shape from the outside to the inside of the processing target object in the radial direction, and the amount of eccentricity between the holding section and the processing target object held by the holding section when forming the internal surface reformed layers toward the inside of the processing target object in the radial direction is smaller than the amount of eccentricity when forming the internal surface reformed layers toward the outside in the radial direction.

【指定代表圖】 圖20

【代表圖之符號簡單說明】

M1:周緣改質層

M2:內部面改質層

R11:中心區域

R12~R15:環狀區域

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 處理裝置及處理方法

【英文發明名稱】 PROCESSING DEVICE AND PROCESSING METHOD

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種處理裝置及處理方法。

【先前技術】

【0002】

於專利文獻1，揭露一種在單結晶基板形成內部改質層，以該內部改質層作為基點而將基板切斷之方法。依專利文獻1，藉由對基板的內部照射雷射光而使單結晶構造改變為多結晶構造，藉以形成該內部改質層。另，於內部改質層中，鄰接的加工痕跡連結。

[習知技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]：日本特開平第2013-161820號公報

【發明內容】

[本發明所欲解決的問題]

【0004】

本發明所揭露之技術，適當地施行處理對象體之周緣去除處理及分離處理。

[解決問題之技術手段]

【0005】

本發明之一態樣為一種處理裝置，將處理對象體予以處理，其包含：固持部，固持該處理對象體；改質部，對該處理對象體的內部照射雷射光，沿著面方向形成複數內部面改質層；以及控制部，控制對於該處理對象體的該內部面改質層之形成運作；而該控制部，控制該內部面改質層之形成運作，俾將該內部面改質層從該處理對象體的徑向外側朝向內側形成為螺旋狀，使該處理對象體在朝徑向內側的該內部面改質層之形成時的該固持部與由該固持部所固持之處理對象體的偏心量，較在朝徑向外側的該內部面改質層之形成時的該偏心量為更小。

[本發明之效果]

【0006】

依本發明，則可適當地施行處理對象體之周緣去除處理及分離處理。

【圖式簡單說明】

【0007】

圖1係示意晶圓處理系統的構成例之概要的俯視圖。

圖2係顯示重合晶圓的構成例之概要的側視圖。

圖3係顯示重合晶圓之一部分的構成例之概要的側視圖。

圖4係顯示改質裝置的構成例之概要的俯視圖。

圖5係顯示改質裝置的構成例之概要的側視圖。

圖6係顯示晶圓處理的主要步驟之一例的流程圖。

圖7 (a) ~ (f) 係顯示晶圓處理的主要步驟之一例的說明圖。

圖8係顯示於處理晶圓形成周緣改質層的樣子之說明圖。

圖9係顯示於處理晶圓形成周緣改質層的樣子之說明圖。

圖10係顯示於處理晶圓形成內部面改質層的樣子之說明圖。

圖11係顯示於處理晶圓形成內部面改質層的樣子之說明圖。

圖12係顯示處理晶圓之周緣去除的樣子之說明圖。

圖13 (a) 、 (b) 係顯示於處理晶圓形成中心改質層的樣子之說明圖。

圖14 (a) 、 (b) 係顯示將處理晶圓分離的樣子之說明圖。

圖15 (a) 、 (b) 係顯示將處理晶圓分離的另一方法之說明圖。

圖16係所形成的內部面改質層之說明圖。

圖17係顯示第1偏心修正方法之說明圖。

圖18係顯示第2偏心修正方法之說明圖。

圖19係顯示第2偏心修正方法中之內部面改質層的形成方法之說明圖。

圖20係顯示第3偏心修正方法之說明圖。

圖21係顯示於處理晶圓形成中心改質層的樣子之說明圖。

圖22係顯示中心改質層的另一形成例之說明圖。

圖23 (a) 、 (b) 係顯示第2實施形態中之內部面改質層的形成方法之說明圖。

圖24 (a) 、 (b) 係顯示於第2實施形態中形成的內部面改質層之說明圖。

圖25係顯示第2實施形態中的晶圓處理之步驟的一例之流程圖。

圖26 (a) ~ (e) 係顯示第2實施形態中的晶圓處理之步驟的一例之說明圖。

圖27 (a)、(b) 係顯示處理晶圓的表面粗糙度之改善的樣子之說明圖。

圖28 (a)、(b) 係顯示第2實施形態中之內部面改質層的另一形成例之說明圖。

圖29 (a)、(b) 係顯示第2實施形態中之內部面改質層的另一形成例之說明圖。

【實施方式】

【0008】

於半導體元件的製程中，例如如同專利文獻1所揭露之方法，對表面形成有複數電子電路等元件之圓形基板等半導體晶圓（下稱晶圓）的內部照射雷射光，形成改質層，以該改質層為基點而將晶圓分離，藉以施行晶圓的薄化。

【0009】

在此等晶圓的分離中，於晶圓的內部形成該改質層後，在固持正面側與背面側之狀態下給予往剝離方向的拉伸力。藉此，以所形成之改質層、及從該改質層發展之龜裂（下稱「裂縫」）為界，將晶圓分離而使其薄化。另，以下說明中，有將分離之晶圓中的形成有元件之正面側晶圓稱作「第1分離晶圓」，將背面側稱作「第2分離晶圓」的情況。

【0010】

此外，於晶圓的分離中，施行用於防止晶圓的周緣部因該分離而成為尖銳之形狀（所謂刃口形狀）的周緣修整處理。周緣修整處理，例如係藉由下述方式施行：沿著作為去除對象的周緣部對晶圓的內部照射雷射光，形成改質層，以該改質層為基點而將周緣部剝離。

【0011】

然而，如此地施行晶圓之分離及周緣部之去除的情況，若形成在晶圓的內部之該改質層對晶圓偏心地形成，則有無法適當地施行該晶圓之分離及周緣部之去除的情況。具體而言，若用於剝離之該改質層往晶圓的周緣部側偏心則無法確保周緣去除之品質，若往晶圓的中心部側偏心則有無法適當地施行分離的情況。關於此等改質層之偏心，專利文獻1亦無記載，尚有改善的空間。

【0012】

本發明所揭露之技術，針對適當地施行處理對象體之周緣去除處理及分離處理的具備本實施形態之處理裝置的晶圓處理系統、及作為處理方法之晶圓處理方法，參考圖式並予以說明。另，本說明書及圖式中，在實質上具有同一功能構成之要素中，給予同一符號，藉以省略重複的說明。

【0013】

首先，茲就晶圓處理系統的構成予以說明。圖1為，示意晶圓處理系統1的構成之概要的俯視圖。

【0014】

晶圓處理系統1，如圖2所示地對於重合晶圓T施行處理，重合晶圓T係將處理晶圓W與支持晶圓S接合之晶圓。而後，晶圓處理系統1，將處理晶圓W分離而使其薄化。以下，於處理晶圓W中，將與支持晶圓S接合的面稱作正面Wa，將與正面Wa為相反側的面稱作背面Wb。同樣地，於支持晶圓S中，將與處理晶圓W接合的面稱作正面Sa，將與正面Sa為相反側的面稱作背面Sb。另，在本實施形態，處理晶圓W相當於本發明之處理對象體。

【0015】

處理晶圓W，例如為具有圓板形狀之矽晶圓等半導體晶圓，於正面Wa形成包含複數電子電路等元件的元件層D。此外，於元件層D，進一步形成氧化膜Fw，例如SiO₂膜（TEOS膜）。另，本實施形態中，處理晶圓W構成作為前述分離對象之晶圓。

【0016】

支持晶圓S，為支持處理晶圓W之晶圓。於支持晶圓S的正面Sa，形成氧化膜Fs，例如SiO₂膜（TEOS膜）。另，於支持晶圓S的正面Sa形成複數元件之情況，與處理晶圓W同樣地於正面Sa形成元件層（未圖示）。

【0017】

另，下述說明中，為了避免圖示之繁複，而有將元件層D及氧化膜Fw、Fs的圖示省略之情況。

【0018】

另，對於處理晶圓W，除了施行既述薄化處理以外，亦如同上述地施行用於防止處理晶圓W的周緣部We因薄化處理而成為刃口形狀之周緣修整處理。周緣修整處理，例如如圖3所示，係藉由下述方式施行：對作為去除對象的周緣部We與中央部Wc之邊界照射雷射光，形成周緣改質層M1，以該周緣改質層M1為基點而將周緣部We剝離。另，藉由周緣修整而去掉的周緣部We，例如為處理晶圓W的從外端部算起沿著徑向1mm～5mm之範圍。關於周緣修整處理之方法，將於後述內容說明。

【0019】

此處，若處理晶圓W與支持晶圓S，於處理晶圓W的周緣部We中接合，則有無法將周緣部We適當地去除之疑慮。因而，在相當於周緣修整中之作為去除對

象的周緣部We之部分中的處理晶圓W與支持晶圓S的界面，形成用於適當地施行周緣修整之未接合區Ae。具體而言，如圖3所示，於處理晶圓W與支持晶圓S的界面，形成使處理晶圓W與支持晶圓S接合之接合區Ac、及使處理晶圓W與支持晶圓S的接合強度降低之未接合區Ae。另，宜使接合區Ac的外側端部，位於較去除之周緣部We的內側端部略朝徑向外側。

【0020】

未接合區Ae，例如亦可於接合前形成。具體而言，對接合前之處理晶圓W的接合界面，藉由研磨或濕蝕刻等所進行之去除、照射雷射光所進行之改質、塗布疏水材所進行之疏水化等，使接合強度降低，而可形成未接合區Ae。另，形成未接合區Ae的該「接合界面」，係指處理晶圓W中之形成實際上與支持晶圓S接合的界面之部分。

【0021】

未接合區Ae，例如亦可於接合後形成。具體而言，藉由對接合後之處理晶圓W的相當於周緣部We之部分中的界面照射雷射光，而使對於支持晶圓S的正面Sa之接合強度降低，藉以形成未接合區Ae。另，未接合區Ae，若可適當地降低處理晶圓W的周緣部中之處理晶圓W與支持晶圓S間的接合力，則未接合區可形成在處理晶圓W與支持晶圓S的接合界面附近之任意位置。亦即，本實施形態之「接合界面附近」，包含處理晶圓W的內部、元件層D的內部、氧化膜Fw的內部等。

【0022】

如圖1所示，晶圓處理系統1，具有將搬出入站2與處理站3一體化地連接之構成。搬出入站2，例如在與外部之間將可收納複數片重合晶圓T的晶圓匣盒Ct搬出入。處理站3，具備對重合晶圓T施行處理之各種處理裝置。

【0023】

於搬出入站2，設置晶圓匣盒載置台10。圖示之例子中，於晶圓匣盒載置台10，將複數個，例如3個晶圓匣盒Ct，在Y軸方向呈一系列地任意載置。另，載置於晶圓匣盒載置台10之晶圓匣盒Ct的個數，並未限定於本實施形態，可任意地決定。

【0024】

於搬出入站2，在晶圓匣盒載置台10之X軸負方向側中，與該晶圓匣盒載置台10鄰接而設置晶圓搬運裝置20。晶圓搬運裝置20，構成為可在往Y軸方向延伸的搬運路21上任意移動。此外，晶圓搬運裝置20，具備將重合晶圓T固持而搬運之例如2條搬運臂22、22。各搬運臂22，構成為可沿水平方向、往鉛直方向、繞水平軸及繞鉛直軸地任意移動。另，搬運臂22的構成並未限定於本實施形態，可採用任意構成。而晶圓搬運裝置20，構成為可對晶圓匣盒載置台10之晶圓匣盒Ct、及後述傳送裝置30，搬運重合晶圓T。

【0025】

於搬出入站2，在晶圓搬運裝置20之X軸負方向側中，與該晶圓搬運裝置20鄰接，設置用於傳遞重合晶圓T的傳送裝置30。

【0026】

於處理站3，例如設置3個處理區塊G1~G3。第1處理區塊G1、第2處理區塊G2、及第3處理區塊G3，從X軸正方向側（搬出入站2側）起往負方向側依上述順序排列配置。

【0027】

於第1處理區塊G1，設置蝕刻裝置40、清洗裝置41、及晶圓搬運裝置50。蝕刻裝置40與清洗裝置41疊層而配置。另，蝕刻裝置40與清洗裝置41的數量、配置，並未限定於此一形態。例如，亦可將蝕刻裝置40與清洗裝置41分別在X軸方向排列載置。進一步，亦可將此等蝕刻裝置40與清洗裝置41，各自疊層。

【0028】

蝕刻裝置40，將藉由後述加工裝置80研磨過之處理晶圓W的分離面予以蝕刻處理。例如，對分離面供給藥液（蝕刻液），將該分離面予以濕蝕刻。藥液，例如使用HF、HNO₃、H₃PO₄、TMAH、Choline、KOH等。

【0029】

清洗裝置41，將藉由後述加工裝置80研磨過之處理晶圓W的分離面予以清洗。例如使刷具抵接於分離面，將該分離面刷擦清洗。另，分離面的清洗，亦可使用加壓之清洗液。此外，清洗裝置41，亦可具有將支持晶圓S的背面Sb與處理晶圓W的分離面一同清洗之構成。

【0030】

晶圓搬運裝置50，例如配置於蝕刻裝置40與清洗裝置41的Y軸負方向側。晶圓搬運裝置50，具備將重合晶圓T固持而搬運之例如2條搬運臂51、51。各搬運臂51，構成為可沿水平方向、往鉛直方向、繞水平軸及繞鉛直軸地任意移動。另，搬運臂51的構成並未限定於本實施形態，可採用任意構成。而晶圓搬運裝

置50，構成為可對傳送裝置30、蝕刻裝置40、清洗裝置41、及後述改質裝置60，搬運重合晶圓T。

【0031】

於第2處理區塊G2，設置作為處理裝置之改質裝置60及晶圓搬運裝置70。另，改質裝置60的數量、配置，並未限定於本實施形態，亦可將複數改質裝置60疊層配置。

【0032】

改質裝置60，對處理晶圓W的內部照射雷射光，形成未接合區Ae、周緣改質層M1、內部面改質層M2及中心改質層M3。改質裝置60的詳細構成，將於後述內容說明。

【0033】

晶圓搬運裝置70，例如配置於改質裝置60之Y軸正方向側。晶圓搬運裝置70，具備將重合晶圓T固持而搬運之例如2條搬運臂71、71。各搬運臂71，支持於多關節之臂構件72，構成為可沿水平方向、往鉛直方向、繞水平軸及繞鉛直軸地任意移動。另，搬運臂71的構成並未限定於本實施形態，可採用任意構成。而晶圓搬運裝置70，構成為可對清洗裝置41、改質裝置60、及後述加工裝置80，搬運重合晶圓T。

【0034】

於第3處理區塊G3，設置加工裝置80。另，加工裝置80的數量、配置，並未限定於本實施形態，亦可任意配置複數加工裝置80。

【0035】

加工裝置80，具備旋轉台81。旋轉台81，構成為可藉由旋轉機構（未圖示），以鉛直的旋轉中心線82為中心而任意旋轉。於旋轉台81上，設置2個將重合晶圓T吸附固持的吸盤83。吸盤83，與旋轉台81在同一圓周上均等地配置。藉由使旋轉台81旋轉，2個吸盤83成為可在傳遞位置A0及加工位置A0'移動。此外，2個吸盤83，各自構成為可藉由旋轉機構（未圖示）繞鉛直軸旋轉。

【0036】

在傳遞位置A0，施行重合晶圓T的傳遞。在加工位置A0'，配置研磨單元84，研磨處理晶圓W。研磨單元84具有研磨部85，研磨部85具備呈環狀形狀且可任意旋轉之研磨砂輪（未圖示）。此外，研磨部85，構成為可沿著支柱86往鉛直方向移動。而後，在使研磨砂輪抵接於由吸盤83所固持之處理晶圓W的狀態下，使吸盤83與研磨砂輪分別旋轉。

【0037】

於上述晶圓處理系統1，設置作為控制部之控制裝置90。控制裝置90，例如為具備CPU及記憶體等之電腦，具有程式收納部（未圖示）。於程式收納部，收納有控制晶圓處理系統1中之處理晶圓W的處理之程式。此外，於程式收納部，亦收納有控制上述各種處理裝置、搬運裝置等的驅動系統之運作，實現晶圓處理系統1的後述晶圓處理所用之程式。另，上述程式，記錄於電腦可讀取之記錄媒體H，亦可從該記錄媒體H安裝至控制裝置90。

【0038】

另，於上述各種處理裝置，亦可分別進一步設置用於獨立控制該各種處理裝置之控制裝置（未圖示）。

【0039】

接著，針對上述改質裝置60予以說明。圖4、圖5，分別為顯示改質裝置60的構成之概要的俯視圖及側視圖。

【0040】

改質裝置60，具備將重合晶圓T固持在頂面之作為固持部的吸盤100。吸盤100，以處理晶圓W為上側而支持晶圓S配置於下側的狀態，將支持晶圓S的背面Sb吸附固持。吸盤100，經由空氣軸承101，支持在滑動台102。於滑動台102的底面側，設置旋轉機構103。旋轉機構103，作為驅動源，例如內建有馬達。吸盤100，構成為可藉由旋轉機構103，經由空氣軸承101，而繞鉛直軸地任意旋轉。滑動台102，構成為可經由設置於其底面側之作為固持部移動機構的移動機構104，而沿著設置於基台106的往Y軸方向延伸之軌道105移動。另，移動機構104的驅動源並未特別限定，例如使用線性馬達。

【0041】

於吸盤100的上方，設置作為改質部之雷射頭110。雷射頭110，具備透鏡111。透鏡111，係設置於雷射頭110的底面之筒狀構件，對由吸盤100所固持之處理晶圓W照射雷射光。

【0042】

雷射頭110，將從雷射光振盪器（未圖示）振盪出之高頻率脈波狀的對處理晶圓W具有透射性之波長的雷射光，對處理晶圓W的內部之預先決定的位置聚光照射。藉此，於處理晶圓W中將雷射光所聚光之部分改質，形成未接合區Ae、周緣改質層M1、內部面改質層M2及中心改質層M3。

【0043】

另，本實施形態，為了避免圖示之繁複，而將未接合區Ae、周緣改質層M1、內部面改質層M2及中心改質層M3藉由共通的雷射頭110形成，但其等亦可各自藉由不同的雷射頭形成。此外，亦可依照射的雷射光之種類而將雷射頭區分使用。

【0044】

雷射頭110，支持在支持構件112。雷射頭110，構成為沿著往鉛直方向延伸之軌道113，可藉由升降機構114而任意升降。此外，雷射頭110，構成為可藉由作為改質部移動機構的移動機構115而往Y軸方向任意移動。另，升降機構114及移動機構115，分別支持在支持柱116。

【0045】

於吸盤100的上方，在雷射頭110之Y軸正方向側，設置微距相機120與超微距相機121。例如，微距相機120與超微距相機121一體化地構成，微距相機120配置於超微距相機121之Y軸正方向側。微距相機120與超微距相機121，構成為可藉由升降機構122而任意升降，進一步構成為可藉由移動機構123而往Y軸方向任意移動。

【0046】

微距相機120，拍攝處理晶圓W（重合晶圓T）的外側端部。微距相機120，例如具備同軸透鏡，照射可見光，例如紅色光，進一步接收來自對象物的反射光。另，例如，微距相機120之拍攝倍率為2倍。

【0047】

將以微距相機120拍攝到之影像，輸出至控制裝置90。控制裝置90，從以微距相機120拍攝到之影像，算出吸盤100的中心與處理晶圓W的中心之第1偏心率。

【0048】

超微距相機121，拍攝處理晶圓W的周緣部，拍攝接合區Ac與未接合區Ae的邊界。超微距相機121，例如具備同軸透鏡，照射紅外光（IR光），進一步接收來自對象物的反射光。另，例如，超微距相機121之拍攝倍率為10倍，視野相對於微距相機120為約 $1/5$ ，像素大小相對於微距相機120為約 $1/5$ 。

【0049】

將以超微距相機121拍攝到之影像，輸出至控制裝置90。控制裝置90，從以超微距相機121拍攝到之影像，算出吸盤100的中心與接合區Ac的中心之第2偏心率。進一步，控制裝置90，依據第2偏心率，使吸盤100或雷射頭110移動，俾使吸盤100的中心與接合區Ac的中心一致。另，下述說明中，有將此等使吸盤100或雷射頭110移動之控制稱作偏率修正的情況。

【0050】

接著，針對利用如同上述地構成的晶圓處理系統1施行之晶圓處理予以說明。圖6為，顯示晶圓處理的主要步驟之流程圖。圖7為，晶圓處理的主要步驟之說明圖。另，本實施形態，於晶圓處理系統1的外部之接合裝置（未圖示）中，將處理晶圓W與支持晶圓S接合，預先形成重合晶圓T。此外，雖亦可於搬入至晶圓處理系統1之重合晶圓T預先形成前述未接合區Ae，但下述說明中，係以在改質裝置60中形成未接合區Ae的情況為例而進行說明。

【0051】

首先，將收納有複數片圖7（a）所示之重合晶圓T的晶圓匣盒Ct，載置於搬出入站2之晶圓匣盒載置台10。

【0052】

接著，藉由晶圓搬運裝置20，將晶圓匣盒Ct內之重合晶圓T取出，搬運至傳送裝置30。而後，藉由晶圓搬運裝置50，將傳送裝置30之重合晶圓T取出，搬運至改質裝置60。在改質裝置60，首先，如圖7（b）所示地形成未接合區Ae（圖6之步驟A1）。而後，如圖7（c）所示地於處理晶圓W的內部形成周緣改質層M1（圖6之步驟A2），如圖7（d）所示地形成內部面改質層M2（圖6之步驟A3），進一步形成中心改質層M3（圖6之步驟A4）。周緣改質層M1，在周緣修整中成為將周緣部We去除時的基點。內部面改質層M2，成為用於將處理晶圓W分離的基點。中心改質層M3，控制處理晶圓W的中心部中之裂縫的發展，此外成為處理晶圓W的中心部中之分離的基點。

【0053】

於改質裝置60中，首先，藉由晶圓搬運裝置50將重合晶圓T搬入至改質裝置60，固持於吸盤100。接著，使吸盤100往未接合區Ae之形成位置移動。未接合區Ae之形成位置，係雷射頭110可對處理晶圓W的周緣部We照射雷射光之位置。

【0054】

接著，使吸盤100於周向旋轉並從雷射頭110照射雷射光L（例如CO₂雷射），形成未接合區Ae（圖6之步驟A1）。另，如同上述，未接合區Ae，若可降低處理晶圓W與支持晶圓S的接合強度，則可形成於接合界面附近之任意位置。

【0055】

接著，使吸盤100移動至微距調準位置。微距調準位置，係微距相機120可拍攝處理晶圓W的外側端部之位置。

【0056】

接著，藉由微距相機120，拍攝處理晶圓W之周向360度的外側端部之影像。將拍攝到之影像，從微距相機120輸出至控制裝置90。

【0057】

控制裝置90，從微距相機120之影像，算出吸盤100的中心與處理晶圓W的中心之第1偏心率。進一步，控制裝置90，依據第1偏心率，算出吸盤100之移動量，俾修正該第1偏心率的Y軸分量。吸盤100，依據該算出之移動量而往Y軸方向移動，使吸盤100移動至超微距調準位置。超微距調準位置，係超微距相機121可拍攝處理晶圓W的周緣部之位置。此處，如同上述，超微距相機121之視野相對於微距相機120為約 $1/5$ 的小範圍，故若未修正第1偏心率的Y軸分量，則有處理晶圓W的周緣部未進入至超微距相機121之視野角，無法藉由超微距相機121拍攝之情況。因此，依據第1偏心率的Y軸分量之修正，亦可說是為了使吸盤100移動至超微距調準位置。

【0058】

接著，藉由超微距相機121，拍攝處理晶圓W的周向360度之接合區Ac與未接合區Ae的邊界。將拍攝到之影像，從超微距相機121輸出至控制裝置90。

【0059】

控制裝置90，從超微距相機121之影像，算出吸盤100的中心與接合區Ac的中心之第2偏心率。進一步，控制裝置90，依據第2偏心率，決定吸盤100的相對於周緣改質層M1之位置，俾使接合區Ac的中心與吸盤100的中心一致。

【0060】

接著，使吸盤100移動至改質位置。改質位置，係雷射頭110對處理晶圓W照射雷射光而形成周緣改質層M1之位置。另，在本實施形態，改質位置與超微距調準位置相同。

【0061】

接著，如圖8及圖9所示，從雷射頭110照射雷射光L（例如YAG雷射），於處理晶圓W的周緣部We與中央部Wc之邊界形成周緣改質層M1（圖6之步驟A2）。另，於處理晶圓W的內部，裂縫C1從周緣改質層M1往處理晶圓W的厚度方向發展。裂縫C1僅發展至正面Wa，並未到達背面Wb。

【0062】

另，藉由上述雷射光L形成之周緣改質層M1的下端，位於較分離後之處理晶圓W的最終精加工處理後之表面更為上方。亦即，調節形成位置，俾使周緣改質層M1不殘留在分離後（更具體而言，後述研磨處理後）之第1分離晶圓W1。

【0063】

在步驟A2，藉由旋轉機構103使吸盤100旋轉，同時藉由移動機構104使吸盤100往Y軸方向移動（偏心修正），俾對準以控制裝置90決定的吸盤100之位置，使接合區Ac的中心與吸盤100的中心一致。此時，使吸盤100之旋轉與Y軸方向之移動同步。

【0064】

而後，如此地施行吸盤100（處理晶圓W）之偏心修正，並從雷射頭110對處理晶圓W的內部照射雷射光L。亦即，修正第2偏心量，並形成周緣改質層M1。

如此一來，則周緣改質層M1，形成為與接合區Ac呈同心圓狀的環狀。因此，其後，能夠以周緣改質層M1（裂縫C1）為基點，將周緣部We適當地去除。

【0065】

另，於本例中，在第2偏心量具有X軸分量之情況，使吸盤100往Y軸方向移動，並使吸盤100旋轉，修正該X軸分量。另一方面，在第2偏心量並未具有X軸分量之情況，不使吸盤100旋轉，僅使其往Y軸方向移動即可。

【0066】

接著，如圖10及圖11所示，從雷射頭110照射雷射光L（例如YAG雷射），沿著面方向形成內部面改質層M2（圖6之步驟A3）。另，分別使圖11所示的黑箭頭表示吸盤100之旋轉方向，白箭頭表示因吸盤100或雷射頭110之移動而造成的加工點之移動方向。另，於處理晶圓W的內部，裂縫C2從內部面改質層M2往面方向發展。裂縫C2，僅往周緣改質層M1的徑向內側發展。

【0067】

另，內部面改質層M2形成於較周緣改質層M1更為徑向外側的情況，如圖12所示，周緣部We去除後之周緣修整的品質降低。亦即，有並未以周緣改質層M1（裂縫C1）為基點而適當地去除周緣部We，周緣部We之一部分殘存在支持晶圓S上的疑慮。從此一觀點來看，調節形成位置，俾將內部面改質層M2形成於較周緣改質層M1更為徑向內側。

【0068】

另，藉由上述雷射光L形成之內部面改質層M2的下端，位於較分離後之處理晶圓W的最終精加工處理後之表面更為上方。亦即，調節形成位置，俾使內部面改質層M2不殘留在分離後（更具體而言，後述研磨處理後）之第1分離晶圓。

【0069】

在步驟A3，藉由使吸盤100（處理晶圓W）旋轉，同時使雷射頭110從處理晶圓W的徑向外側朝向內側往Y軸方向移動，並從雷射頭110對處理晶圓W的內部周期性地照射雷射光L，而在面方向形成螺旋狀的內部面改質層M2。另，內部面改質層M2之形成方法的細節，將於後述內容說明。

【0070】

另，本實施形態，在形成內部面改質層M2時，使吸盤100或雷射頭110往Y軸方向移動，但亦可使吸盤100或雷射頭110中之與在偏心修正中移動者相同的構件移動。亦即，在內部面改質層M2之形成時，如同後述，同時控制偏心修正與內部面改質層M2之形成。此外，在形成內部面改質層M2時，使吸盤100旋轉，但亦可使雷射頭110移動，使雷射頭110對於吸盤100相對旋轉。

【0071】

另，在如同後述地以內部面改質層M2為基點而將處理晶圓W分離時，為了將該分離在晶圓面內均一地施行，宜使該內部面改質層M2之間隔（間距）相同。因而，在步驟A3，控制吸盤100之旋轉速度及雷射光L之頻率，調整內部面改質層M2之間隔。亦即，在雷射頭110之徑向位置（雷射光L之照射位置）位於處理晶圓W之外周部的情況使旋轉速度減緩，在雷射頭110之徑向位置位於中心部的情況使旋轉速度加快。此外，在雷射頭110之徑向位置（雷射光L之照射位置）位於處理晶圓W之外周部的情況將頻率增大，在雷射頭110之徑向位置位於中心部的情況將頻率減小。

【0072】

若於處理晶圓W形成內部面改質層M2，則接著如圖13所示，從雷射頭110照射雷射光L(例如YAG雷射)，沿著面方向形成中心改質層M3(圖6之步驟A4)。另，於處理晶圓W的內部，裂縫C3從中心改質層M3往面方向發展。中心改質層M3，以使此等裂縫C3彼此不連結，此外，不與裂縫C2連結的方式，彼此分隔(例如10 μm 以上)而形成。

【0073】

在步驟A4，停止吸盤100(處理晶圓W)之旋轉，使雷射頭110於處理晶圓W的上方沿水平方向(X軸方向、Y軸方向)移動，並從雷射頭110對處理晶圓W的內部照射雷射光L，藉以在面方向形成直線狀的中心改質層M3。針對該步驟A4中的中心改質層M3之形成方法的細節，將於後述內容說明。

【0074】

另，在此等中心改質層M3之形成時，亦可取代使雷射頭110沿水平方向移動，而使吸盤100沿水平方向移動。

【0075】

若於處理晶圓W形成中心改質層M3，則接著藉由晶圓搬運裝置70，將重合晶圓T從改質裝置60搬出。

【0076】

接著，藉由晶圓搬運裝置70，將重合晶圓T搬運至加工裝置80。在加工裝置80，首先，從搬運臂71將重合晶圓T傳遞至吸盤83時，如圖7(e)所示，以周緣改質層M1與內部面改質層M2為基點，將處理晶圓W分離為第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2(圖6之步驟A5)。此時，亦將周緣部We從處理晶圓W去除。此

時，於處理晶圓W與支持晶圓S的接合界面附近形成未接合區Ae，故可將周緣部We簡單地剝離，因而可適當地施行處理晶圓W之分離。

【0077】

在步驟A5，如圖14(a)所示，以搬運臂71所具備的吸附面71a將處理晶圓W吸附固持，並以吸盤83將支持晶圓S吸附固持。其後，如圖14(b)所示，在將處理晶圓W的背面Wb吸附固持在吸附面71a之狀態下，使搬運臂71上升，分離為第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2。如同上述，在步驟A5，將第2分離晶圓W2與周緣部We一體化地分離，亦即同時施行周緣部We之去除與處理晶圓W之分離（薄化）。

【0078】

另，將分離出之第2分離晶圓W2，例如回收至晶圓處理系統1的外部。此外，例如，亦可於搬運臂71之可動範圍內設置回收部（未圖示），於該回收部中解除第2分離晶圓W2的吸附，藉以將分離出之第2分離晶圓W2回收。

【0079】

此外，本實施形態，雖於加工裝置80中利用晶圓搬運裝置70將處理晶圓W分離，但亦可於晶圓處理系統1設置用於施行處理晶圓W之分離的分離裝置（未圖示）。分離裝置，例如可與改質裝置60疊層而配置。

【0080】

而後，使吸盤83移動至加工位置A0'。之後，藉由研磨單元84，如圖7(f)所示，將由吸盤83所固持之第1分離晶圓W1的分離面亦即背面W1b予以研磨，將殘留在該背面W1b之周緣改質層M1、內部面改質層M2及中心改質層M3去除（圖6之步驟A6）。在步驟A6，以將研磨砂輪抵接於背面W1b之狀態，使第1分離晶

圓W1與研磨砂輪分別旋轉，將背面W1b研磨。另，其後，亦可利用清洗液噴嘴（未圖示），將第1分離晶圓W1的背面W1b藉由清洗液予以清洗。

【0081】

接著，藉由晶圓搬運裝置70，將重合晶圓T搬運至清洗裝置41。清洗裝置41，將第1分離晶圓W1的分離面亦即背面W1b予以刷擦清洗（圖6之步驟A7）。另，清洗裝置41，亦可將支持晶圓S的背面Sb與第1分離晶圓W1的背面W1b一同清洗。

【0082】

接著，藉由晶圓搬運裝置50，將重合晶圓T搬運至蝕刻裝置40。蝕刻裝置40，將分離面亦即第1分離晶圓W1的背面W1b藉由藥液予以濕蝕刻（圖6之步驟A8）。於藉由上述加工裝置80研磨過的背面W1b，有形成研磨痕之情況。在步驟A8，可藉由濕蝕刻而將該研磨痕去除，使背面W1b平滑化。

【0083】

其後，將施行過全部處理之重合晶圓T，藉由晶圓搬運裝置50搬運至傳送裝置30，進一步藉由晶圓搬運裝置20搬運至晶圓匣盒載置台10之晶圓匣盒Ct。如此地，結束晶圓處理系統1的一連串之晶圓處理。

【0084】

另，上述實施形態，可適當變更步驟A1～A8的處理順序。

作為變形例1，亦可替換步驟A2的周緣改質層M1之形成與步驟A3的內部面改質層M2之形成的順序。此一情況，晶圓處理，係以步驟A1、步驟A3、步驟A2、步驟A4～A8的順序施行。

作為變形例2，亦可將步驟A4的中心改質層M3之形成，於步驟A2的周緣改質層M1之形成前施行。此一情況，晶圓處理，係以步驟A1、步驟A4、步驟A2、步驟A3、步驟A5～A8的順序施行。

作為變形例3，亦可將步驟A4的中心改質層M3之形成，於步驟A3的內部面改質層M2之形成前施行。此一情況，晶圓處理，係以步驟A1、步驟A2、步驟A4、步驟A3、步驟A5～A8的順序施行。

作為變形例4，亦可將步驟A1的未接合區Ae之形成，於步驟A2的周緣改質層M1之形成後施行。此一情況，晶圓處理，係以步驟A2、步驟A1、步驟A3～A8的順序施行。

作為變形例5，亦可將步驟A1的未接合區Ae之形成，於步驟A3的內部面改質層M2之形成後施行。此一情況，晶圓處理，係以步驟A2、步驟A3、步驟A1、步驟A4～A8的順序施行。

【0085】

此外，上述實施形態，可適當省略步驟A1～A8的處理。

作為省略例1，亦可將步驟A6的周緣改質層M1、內部面改質層M2及中心改質層M3之去除，藉由步驟A8之濕蝕刻而施行。此一情況，可省略步驟A6之研磨處理。

作為省略例2，於步驟A6的研磨處理中將周緣改質層M1、內部面改質層M2及中心改質層M3適當地去除，此外並未形成研磨痕之情況，可省略步驟A8之濕蝕刻。

作為省略例3，將形成有未接合區Ae之重合晶圓T對晶圓處理系統1搬入的情況，可省略步驟A1的未接合區Ae之形成。

【0086】

另，如上述變形例4、5地，將未接合區Ae之形成，在改質裝置60中的處理晶圓W之調準後施行的情況，亦可省略前述超微距調準（藉由拍攝未接合區Ae之邊界而進行之吸盤100的中心與接合區Ac之第2偏心量的算出）。此一情況，步驟A2的周緣改質層M1之形成，亦可依據微距調準的結果而施行。

【0087】

另，在上述實施形態中之步驟A5，雖將第2分離晶圓W2與周緣部We一體化地分離，亦即同時施行周緣部We之去除與處理晶圓W之薄化，但亦可不將第2分離晶圓W2與周緣部We同時分離。例如，亦可在藉由周緣修整處理將周緣部We剝離後，將第2分離晶圓W2分離。此一情況，藉由使步驟A2中形成之從周緣改質層M1發展的裂縫C1，如圖15（a）所示地到達正面Wa及背面Wb，而可如圖15（b）所示，適當地施行周緣修整處理、薄化處理。此外，亦考慮不將周緣部We剝離之情況，而此一情況，處理晶圓W之調準，亦可取代接合區Ac與未接合區Ae的邊界，而由該處理晶圓W的外端部施行。

【0088】

另，於上述實施形態中，將形成內部面改質層M2時的水平方向（Y軸方向）移動及施行偏心修正時的水平方向（Y軸方向）移動，藉由單軸一同在吸盤100或雷射頭110之任一者中施行，但亦可藉由雙軸施行此等水平移動。亦即，例如亦可分別使雷射頭110施行內部面改質層M2之形成的水平移動，使吸盤100施行偏心追蹤的水平移動。此外，亦可分別使吸盤100施行內部面改質層M2之形成的水平移動，使雷射頭110施行偏心追蹤的水平移動。

【0089】

接著，針對步驟A3的內部面改質層M2之形成方法予以說明。在步驟A3，如同上述地形成螺旋狀的內部面改質層M2，而如圖16所示，將在周向鄰接的內部面改質層M2之間隔稱作周向間隔P（脈波間距），將在徑向鄰接的內部面改質層M2之間隔稱作徑向間隔Q（分度間距）。

【0090】

如同上述，為了抑制周緣修整的品質降低，須將內部面改質層M2，形成於較周緣改質層M1更為徑向內側。然而，吸盤100與處理晶圓W的中心不一致之情況，亦即，並未適當地施行前述控制裝置90所進行的第1偏心率及第2偏心率之修正的情況，改質層對處理晶圓W偏心地形成。而在施行改質層之形成但未考慮此等偏心的情況，有內部面改質層M2形成於較周緣改質層M1更為徑向外側之疑慮。

【0091】

因而，於改質裝置60中，為了防止內部面改質層M2形成於周緣改質層M1的徑向外側之情形，而在改質層之形成時施行偏心修正。此等偏心修正，例如係藉由使吸盤100、雷射頭110沿水平方向（X軸方向、Y軸方向）移動而施行。

【0092】

圖17為，顯示藉由第1偏心率修正方法形成在處理晶圓W的內部之改質層的樣子之說明圖。

【0093】

吸盤100與處理晶圓W的中心不一致之情況，未接合區Ae，於步驟A1中對處理晶圓W偏心地形成。而後，如同上述，周緣改質層M1，於步驟A2中形成為與接合區Ac（未接合區Ae）呈同心圓狀的環狀。因而，於步驟A3中，內部面改質

層M2，係沿著周緣改質層M1形成，亦即，形成為與接合區Ac及周緣改質層M1同心的螺旋狀。換而言之，於第1偏心修正方法中，周緣改質層M1及內部面改質層M2皆為施行偏心修正並形成。

【0094】

如此地，依第1偏心修正方法，則藉由將內部面改質層M2，與追蹤接合區Ac之偏心而形成的周緣改質層M1呈同心圓狀地形成，而可抑制內部面改質層M2形成於周緣改質層M1的徑向外側之情形。

【0095】

如第1偏心修正方法所示，內部面改質層M2宜追蹤偏心而形成。然而，於處理晶圓W的中心部中追蹤此等偏心而形成內部面改質層M2之情況，必須使吸盤100或雷射頭110以高速在水平方向往復運作，而擔憂偏心修正運作變得無法追蹤內部面改質層M2之形成運作的情形、共振、或導件使用壽命的降低。因而，在下述第2偏心修正方法，至少於處理晶圓W的中心部中不施行偏心修正運作。

【0096】

圖18為，顯示藉由第2偏心修正方法形成在處理晶圓W的內部之改質層的樣子之說明圖。

【0097】

吸盤100與處理晶圓W的中心不一致之情況，未接合區Ae，於步驟A1中對處理晶圓W偏心地形成。而後，如同上述，周緣改質層M1，於步驟A2中形成為與接合區Ac（未接合區Ae）呈同心圓狀的環狀。

【0098】

而後，於第2偏心修正方法中，沿著周緣改質層M1，在徑向內側，施行吸盤100（處理晶圓W）之偏心修正，並形成用於吸收接合區Ac之偏心的緩衝層B。具體而言，如圖19所示，吸盤100之旋轉開始後，於限制旋轉速度（成為等速）後，至少使吸盤100（處理晶圓W）旋轉1圈（360度），並從雷射頭110對處理晶圓W的內部周期性地照射雷射光L，形成環狀的內部面改質層M2。其後，使雷射頭110往處理晶圓W的徑向內側（Y軸方向）相對移動。重複施行此等環狀的內部面改質層M2之形成、及雷射頭110的朝徑向內側之移動，以加工寬度在面方向形成內部面改質層M2，藉以形成如圖18、圖19所示的與接合區Ac及周緣改質層M1呈同心圓狀之作為緩衝層B的內部面改質層M2。另，緩衝層B，例如係以接合區Ac之偏心量以上的加工寬度（例如500 μm ）形成。

【0099】

另，可任意設定緩衝層B中的內部面改質層M2之徑向間隔Q。

【0100】

而若形成緩衝層B，則其後，例如從緩衝層B的加工寬度之間，將內部面改質層M2形成為螺旋狀。另，在該螺旋狀的內部面改質層M2之形成時，並未施行前述偏心修正。換而言之，於第2偏心修正方法中，周緣改質層M1及構成緩衝層B之同心圓狀的內部面改質層M2係施行偏心修正並形成，而於形成在緩衝層B的徑向內側之螺旋狀的內部面改質層M2之形成中，並未施行偏心修正。

【0101】

如此地，依第2偏心修正方法，則藉由將以接合區Ac之偏心量以上的加工寬度形成之緩衝層B形成於周緣改質層M1的徑向內側，而不必在螺旋狀的內部面改質層M2之形成中施行偏心修正。亦即，即便內部面改質層M2偏心地形成，仍

於緩衝層B的加工寬度中吸收偏心量，故內部面改質層M2並未到達至周緣改質層M1的徑向外側。此外，在內部面改質層M2之形成時，不必施行偏心修正，故可更簡單地形成內部面改質層M2。

【0102】

此外，由於在處理晶圓W的中心部中不必施行偏心修正，而可抑制如同前述地無法適當地施行偏心修正之情形。此外，可減少共振的產生、導件使用壽命的降低之擔憂。此外，進一步，如此地，於中心部中並未施行偏心修正，故可維持吸盤100的高速之旋轉速度，此一結果，可將內部面改質層M2之周向間隔P控制為一定。

【0103】

圖20為，顯示藉由第3偏心修正方法形成在處理晶圓W的內部之改質層的樣子之說明圖。

【0104】

吸盤100與處理晶圓W的中心不一致之情況，未接合區Ae，於步驟A1中對處理晶圓W偏心地形成。而後，如同上述，周緣改質層M1，於步驟A2中形成為與接合區Ac（未接合區Ae）呈同心圓狀的環狀。

【0105】

而後，第3偏心修正方法中，於在步驟A2中形成為與接合區Ac（未接合區Ae）呈同心圓狀的環狀之周緣改質層M1的徑向內側，在雷射頭110位於處理晶圓W的外周部之範圍，施行偏心修正。亦即，藉由旋轉機構103使吸盤100旋轉，同時藉由移動機構104使吸盤100往Y軸方向移動，俾使雷射頭110從徑向外側往內側移動，並使吸盤100的中心與接合區Ac的中心一致。

【0106】

具體而言，將處理晶圓W中的內部面改質層M2之形成範圍，沿著徑向分割為複數區域，因應此等區域而將偏心行程緩緩地縮小。另，於圖20中，例示下述情況：將內部面改質層M2之形成範圍，分割為作為非修正區域的中心區域R11、及4個作為偏心修正區域的環狀區域R12~R15，將100 μm 之偏心量，於各環狀區域R12~R15中每次20 μm 地修正，亦即使偏心行程每次20 μm 地衰減。

【0107】

如此地，依第3偏心修正方法，則藉由在位於處理晶圓W的外周部之範圍(圖20的環狀區域R12~R15)施行偏心修正，而不必在中心部附近中施行偏心修正。亦即，於處理晶圓W的外周部中，前述偏心修正(偏心行程之衰減)結束而偏心量成為0 μm ；於中心部(圖20的中心區域R11)中，吸盤100的中心與接合區Ac的中心一致。如此地形成內部面改質層M2時，在雷射頭110位於外周部時吸盤100之旋轉速度緩慢，故可適當地施行偏心修正。而此一結果，可吸收偏心量，於周緣改質層M1的內側形成內部面改質層M2。此時，於中心部中並未施行偏心修正，故可維持吸盤100的高速之旋轉速度，此一結果，可使內部面改質層M2之周向間隔P為一定。

【0108】

此外，由於在處理晶圓W的中心區域R11中不必施行偏心修正，而可抑制如同前述地無法適當地施行偏心修正之情形。此外，可減少共振的產生、導件使用壽命的降低之擔憂。

【0109】

另，用於施行偏心修正的環狀區域之數量並未限定於本例，可任意設定。此外，不必非得如同本例地於每一環狀區域階段式地修正偏心，亦可從處理晶圓W的外周朝向中心連續地施行偏心修正。此外，例如，亦可僅在使雷射頭110從外側將雷射光L照射數圈分之間施行偏心修正。

【0110】

另，藉由第3偏心修正方法，於處理晶圓W的外周部中修正偏心量之情況，該偏心修正，宜在至處理晶圓W的半徑之半（ $r/2$ ）為止前結束。換而言之，圖20所示之中心區域R11的半徑，宜為 $r/2$ 以上。

【0111】

步驟A3中的內部面改質層M2，如同上述地形成。如此地，藉由在內部面改質層M2之形成時施行偏心修正，而可簡單地施行周緣修整處理、薄化處理。此外，因此，可使周緣修整處理、薄化處理之品質維持變得簡單，且使此等處理之控制簡易化。

【0112】

接著，針對步驟A4中的中心改質層M3之形成方法予以說明。

【0113】

如同上述，為了將處理晶圓W之分離在面內均一地施行，宜使內部面改質層M2之形成間隔成為均一。而為了將此等形成間隔控制為一定，在步驟A3中的內部面改質層M2之形成中，控制吸盤100之旋轉速度及雷射光L之頻率。

【0114】

然而，在分別使該吸盤100之旋轉速度到達上限值，雷射光L之頻率到達下限值的情況，內部面改質層M2之周向間隔P，到達無法更進一步將間隔擴大之

臨界值。而後，若在此一狀態下進一步使雷射光L之照射位置朝徑向內側移動，則周向間隔P逐漸變小，而有於處理晶圓W的中心部中，內部面改質層M2在同一加工線上重疊之情況。因此，有無法將處理晶圓W的中心部適當地分離之情況。

【0115】

針對無法將處理晶圓W的中心部分離之原因，進一步詳細地說明。例如，內部面改質層M2重疊形成的情況，亦即對於第1次的內部面改質層M2，重疊下一次（第2次）的雷射光L之照射的情況，裂縫C2變得不易沿著徑向發展。此外，例如，即便為內部面改質層M2未重疊的情況，在周向間隔P較某閾值更小的情況，對於從第1次的內部面改質層M2發展之裂縫C2，照射下一次（第2次）的雷射光L。此一情況，對已釋放應力之裂縫C2照射雷射光L，故最終裂縫C2變得不易沿著徑向發展。如此地，在處理晶圓W的中心部無法使裂縫C2適當地發展，故有無法將該中心部分離之情況。

【0116】

此外，進一步，如同上述地內部面改質層M2重疊形成之情況，產生下一次（第2次）的雷射光L之漏光，雷射光之一部分往下方透射，有對元件層D造成影響的疑慮。

【0117】

因而，作為用於使處理晶圓W的中心部適當地分離之方法，本案發明人等，思及形成中心改質層M3之方法。亦即，在周向間隔P到達臨界值之處理晶圓W的中心部附近，結束內部面改質層M2之形成，如圖21所示，於內部面改質層M2的徑向內側，形成中心改質層M3。另，圖21所示的中心改質層M3之形成範圍

R3，例如，可從雷射光L之頻率的最低值及吸盤100之旋轉速度的最高值求出（例如為從處理晶圓W的中心算起1~2mm程度之範圍）。

【0118】

如此地，藉由在從吸盤100之旋轉速度及雷射光之頻率求出的期望位置中結束內部面改質層M2之形成，而可抑制內部面改質層M2之重複形成，適當地施行處理晶圓W之分離，同時可抑制雷射光L之漏光的產生。此外，藉由在此等內部面改質層M2的徑向內側形成中心改質層M3，而可抑制從內部面改質層M2自行進展之裂縫C2彼此於處理晶圓W的中心部中連結而形成凸部之情形。

【0119】

另，中心改質層M3，可於內部面改質層M2的徑向內側以任意形狀形成。例如，於圖21中，以複數條，依圖示之例子為以7條直線形成中心改質層M3，但中心改質層M3之形狀，並未限定於此一形態。例如，若可適當地施行處理晶圓W的中心部之分離，則中心改質層M3亦可為未滿7條，例如如圖22所示，僅由1條直線形成。如此地，藉由減少中心改質層M3之形成條數，而可減少中心改質層M3之形成所耗費的產能。此外，中心改質層M3，亦未限定於直線形狀，例如亦可僅以曲線形狀形成，亦可將曲線形狀與直線形狀組合。

【0120】

此處，中心改質層M3之加工線彼此交叉形成的情況，有複數中心改質層M3彼此重疊形成、於該交叉部中產生雷射光之漏光等疑慮。此外，中心改質層M3彼此接近形成的情況，有從中心改質層M3發展的裂縫C3彼此連結，因此於處理晶圓W的中心部形成凸部，致使處理晶圓W的分離面之平坦度惡化的疑慮。

【0121】

因而，宜將中心改質層M3之加工線，如圖21所示，以彼此不交叉、接近的方式獨立地形成，使從鄰接的中心改質層M3往面方向發展之裂縫C3彼此不連結。此一情況，中心改質層M3之形成間隔，例如宜為10 μ m以上。

【0122】

步驟A4中的中心改質層M3，如同上述地形成。

【0123】

依本實施形態之第3偏心修正方法，則於處理晶圓W的外周部中沿著周緣改質層M1之偏心形成內部面改質層M2，故可適當地抑制內部面改質層M2形成於周緣改質層M1的徑向外側之情形。而藉由此一方式，可維持周緣修整處理之品質。

【0124】

另一方面，於處理晶圓W的中心部中，已結束偏心量之修正，不必施行偏心修正，故可維持吸盤100之旋轉速度，此一結果，可將周向間隔P控制為一定。而藉由此一方式，可在面內均一地施行處理晶圓W之分離。

【0125】

此外，如此地，不必於處理晶圓W的中心部中施行偏心修正，故可抑制處理晶圓W的中心部中之吸盤100或雷射頭110的往復運作，抑制機械性共振的產生、導件使用壽命的降低。亦即，可使裝置使用壽命增長。

【0126】

此外，進一步，依第3偏心修正方法，則於處理晶圓W的外周部中緩緩地修正偏心量，故不使處理晶圓W之面內中的內部面改質層M2之徑向間隔Q急遽地

改變。換而言之，可將內部面改質層M2之徑向間隔Q控制為略一定。藉此，可更適當地在面內均一地施行處理晶圓W之分離。

【0127】

此外，尤其是如同本實施形態之第3偏心修正方法地以即時方式改變偏心修正量並形成內部面改質層M2，在習知方法中並未施行，可改善對於處理晶圓W的改質層之形成的處理量。

【0128】

此外，依本實施形態，則在處理晶圓W的面內中，將內部面改質層M2以一筆畫不中斷的方式形成為螺旋狀，故可改善內部面改質層M2之形成所耗費的產能。

【0129】

另，依上述實施形態，則內部面改質層M2，於處理晶圓W的面內中，以周向間隔P及徑向間隔Q各自在處理晶圓W的面內中成為均一之方式形成，但內部面改質層M2之形成間隔，亦未限定於此一形態。

【0130】

圖23為，顯示第2實施形態的內部面改質層M2之形成方法的說明圖。於第2實施形態的形成有內部面改質層M2之處理晶圓W的面內，如圖23所示，形成內部面改質層M2之徑向間隔Q不同的範圍。具體而言，形成：寬間隔區域R1，於處理晶圓W的徑向外側中，將內部面改質層M2之徑向間隔Q寬大地形成，作為第1改質層形成區域；以及窄間隔區域R2，於寬間隔區域R1的徑向內側，將內部面改質層M2之徑向間隔Q狹窄地形成，作為第2改質層形成區域。另，內部面改質層M2之周向間隔P，於寬間隔區域R1及窄間隔區域R2皆涵蓋全周而呈一定。

【0131】

另，下述說明中，有將形成於寬間隔區域R1的內部面改質層M2稱作外周側改質層M2e，將形成於窄間隔區域R2的內部面改質層M2稱作內周側改質層M2c之情況。

【0132】

此處，於寬間隔區域R1中，如圖23（b）所示，設定外周側改質層M2e之形成間隔Q1，俾使在鄰接的外周側改質層M2e之形成時往面方向發展的裂縫C2彼此不連結。此外，於窄間隔區域R2中，如圖23（b）所示，設定內周側改質層M2c之形成間隔Q2，俾使在鄰接的內周側改質層M2c之形成時往面方向發展的裂縫C2彼此連結。另，作為一例，可使外周側改質層M2e之形成間隔Q1為60 μm ，使內周側改質層M2c之形成間隔Q2為10 μm 。

【0133】

另，內部面改質層M2，係藉由對處理晶圓W的內部照射雷射光，使該雷射光之照射部分非晶質化（多結晶化）藉以形成。此時，於內部面改質層M2中，如圖24（a）所示，產生壓縮應力。此處，在寬間隔區域R1中鄰接的外周側改質層M2e之裂縫C1並未連結，故產生的壓縮應力蓄積在外周側改質層M2e。此外，藉此，於在徑向鄰接的外周側改質層M2e彼此之間，如圖24（a）所示，蓄積起因於壓縮應力的拉伸應力。該拉伸應力所作用之區域（下稱「拉伸區域U」），如圖24（b）所示，涵蓋處理晶圓W的全周，呈環狀地形成。

【0134】

而後，針對如同以上的寬間隔區域R1及窄間隔區域R2之形成方法、及處理晶圓W之分離方法予以說明。圖25為，顯示步驟A3中的內部面改質層M2之形成

方法、及處理晶圓W之分離方法的主要步驟之流程圖。圖26為，示意步驟A3中的內部面改質層M2之形成方法、及處理晶圓W之分離方法的主要步驟之說明圖。另，於圖26中，顯示處理晶圓W的徑向一半之厚度方向的剖面視圖。此外，於圖26中，為了避免圖示之繁複，而將支持晶圓S的圖示省略。

【0135】

另，於處理晶圓W，在內部面改質層M2之形成前，形成周緣改質層M1及裂縫C1（圖6及圖25之步驟A2）。

【0136】

如圖26（a）所示，在內部面改質層M2之形成時，首先，形成寬間隔區域R1（圖25之步驟A3-1）。寬間隔區域R1，係藉由使吸盤100（處理晶圓W）旋轉，同時使雷射頭110從處理晶圓W的徑向外側朝向內側往Y軸方向移動，而從處理晶圓W的徑向外側朝徑向內側依序形成。外周側改質層M2e之形成間隔Q1，例如為60 μm 。此處，從在寬間隔區域R1中鄰接的外周側改質層M2e發展之裂縫C2，彼此並未連結。

【0137】

另，本實施形態中，在內部面改質層M2之形成時必須修正處理晶圓W的偏心之情況，亦於處理晶圓W的外周部中施行偏心修正（偏心行程之衰減）。亦即，例如在寬間隔區域R1之形成中，使偏心修正（偏心行程之衰減）結束。

【0138】

此處，裂縫C2彼此並未連結，故如同上述，壓縮應力蓄積於內部面改質層M2，同時在鄰接的內部面改質層M2之間形成拉伸區域U。

【0139】

若寬間隔區域R1形成，則接著如圖26 (b) 所示，形成窄間隔區域R2 (圖25之步驟A3-2)。窄間隔區域R2，係藉由使吸盤100 (處理晶圓W) 旋轉，同時使雷射頭110從處理晶圓W的徑向內側朝向外側往Y軸方向移動，而從處理晶圓W的徑向內側朝向外側依序形成。內周側改質層M2c之形成間隔Q2，例如為10 μ m。此處，從在窄間隔區域R2中鄰接的內周側改質層M2c發展之裂縫C2，依序連結。

【0140】

另，如圖26 (b) 所示，於步驟A3-2中的窄間隔區域R2之形成中，位於該窄間隔區域R2之最外周側的內周側改質層M2c之裂縫C2，與位於寬間隔區域R1之最內周側的外周側改質層M2e之裂縫C2，並未連結。

【0141】

此外，如同上述，在寬間隔區域R1之形成中使偏心修正 (偏心行程之衰減) 結束，亦即使吸盤100的中心與接合區Ac的中心一致，故不必在窄間隔區域R2之形成中施行偏心修正。

【0142】

若窄間隔區域R2形成，則如圖26 (c) 所示，形成成為處理晶圓W之分離開始的起點之起點改質層M2s。具體而言，於寬間隔區域R1與窄間隔區域R2之間，形成作為起點改質層M2s的內部面改質層M2。藉此，將位於窄間隔區域R2之最外周側的內周側改質層M2c之裂縫C2，與位於寬間隔區域R1之最內周側的一外周側改質層M2e之裂縫C2連結。

【0143】

若起點改質層M2s形成，則寬間隔區域R1之裂縫C2與窄間隔區域R2之裂縫C2連結，藉此，使蓄積在寬間隔區域R1之一外周側改質層M2e的壓縮應力釋放。而後，藉由該應力的釋放，一外周側改質層M2e，如圖26（d）所示，成為往第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2剝離之方向膨脹的狀態。亦即，於該一外周側改質層M2e之形成位置中，成為第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2以裂縫C2為界而剝離的狀態（圖25之步驟A3-4）。

【0144】

如此地，若於一外周側改質層M2e之形成位置中，第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2剝離，則因由於該剝離而作用在處理晶圓W之厚度方向（剝離方向）的力之影響，而如圖26（d）所示，使裂縫C2朝徑向外側發展。而後，藉由此一方式，與從鄰接的下一個外周側改質層M2e發展之裂縫C2連結（圖25之步驟A3-5）。

【0145】

若一外周側改質層M2e與下一個外周側改質層M2e之裂縫C2連結，則蓄積在下一個外周側改質層M2e的壓縮應力釋放。而後，由於該應力的釋放，而在下一個外周側改質層M2e之形成位置中，成為第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2以裂縫C2為界而剝離的狀態（圖25之步驟A3-5）。

【0146】

而若如此地於下一個外周側改質層M2e之形成位置中，第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2剝離，則因由於該剝離而作用在處理晶圓W之厚度方向（剝離方向）的力之影響，使裂縫C2朝徑向外側進一步發展。

【0147】

而後，如此地，藉由連鎖地重複裂縫C2之發展、壓縮應力之釋放、第2分離晶圓W2之剝離，而如圖26 (e) 所示，使裂縫C2到達周緣改質層M1 (圖25之步驟A3-6)。

【0148】

而後，如此地，若在處理晶圓W的全表面中形成內部面改質層M2，此外使裂縫C2發展，則步驟A3中的內部面改質層M2之形成處理結束，接著，於內周側改質層M2c的徑向內側形成中心改質層M3 (圖6及圖25之步驟A4)，其後，去除周緣部We及第2分離晶圓W2 (圖6及圖25之步驟A5)。

【0149】

依上述第2實施形態，則於處理晶圓W形成內部面改質層M2，該內部面改質層M2，具有寬間隔區域R1及窄間隔區域R2。而後，於寬間隔區域R1中，如同上述連鎖地進行第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2之剝離。

【0150】

而後，如此地，依上述實施形態，則藉由第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2之剝離，而於處理晶圓W的內部，在厚度方向產生間隙。亦即，如圖26 (e) 所示，於處理晶圓W的面內中，形成第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2並未連結的區域，故在之後的第2分離晶圓W2之剝離處理中所需的力減少。

【0151】

此外，依上述實施形態，則於寬間隔區域R1中，藉由將內部面改質層M2之徑向間隔Q擴大，而可減少內部面改質層M2之形成數，故可減少內部面改質層M2之形成所耗費的時間，可改善處理量。

【0152】

此外，進一步，依上述實施形態，則寬間隔區域R1中之第1分離晶圓W1與第2分離晶圓W2，係以藉由蓄積的應力之釋放而自然發生地發展之裂縫C2為基點而分離。因此，尤其在寬間隔區域R1中，可獲得具有周期構造之平滑的分離面。

【0153】

圖27 (a) 為拍攝使處理晶圓W之徑向間隔Q在處理晶圓W的面內為一定之情況的處理晶圓W之分離面的照片，圖27 (b) 為拍攝形成有寬間隔區域R1及窄間隔區域R2之情況的處理晶圓W之分離面的照片。如圖27所示，形成寬間隔區域R1及窄間隔區域R2，藉由蓄積的應力之釋放而使裂縫C2自然發生地發展，藉而可改善分離後的表面粗糙度，獲得平滑的分離面。

【0154】

此外，於上述第2實施形態中，亦在寬間隔區域R1中追蹤偏心而形成內部面改質層M2，故可適當地抑制內部面改質層M2形成於周緣改質層M1的徑向外側之情形。而後，使偏心修正（偏心行程之衰減）在寬間隔區域R1之形成中結束，在窄間隔區域R2中不必施行偏心修正，故在處理晶圓W的中心部中亦可將周向間隔P控制為一定，可在面內均一地施行處理晶圓W之分離。

【0155】

另，依上述第2實施形態，雖將寬間隔區域R1形成於徑向外側，將窄間隔區域R2形成於徑向內側，但亦可如圖28 (a) 所示，於俯視時之處理晶圓W的徑向外側中形成窄間隔區域R2，於該窄間隔區域R2的內側形成寬間隔區域R1。此外，例如亦可如圖28 (b) 所示，於處理晶圓W的徑向外側中，將寬間隔區域R1與窄間隔區域R2交互地形成。

【0156】

此外，於上述第2實施形態中，對處理晶圓W的徑向，形成寬間隔區域R1及窄間隔區域R2，亦即，變更內部面改質層M2之徑向間隔Q，但亦可取代此一形態，變更周向間隔P（脈波間距）。此外，亦可變更徑向間隔Q及周向間隔P雙方。此一情況，由於進一步減少形成在處理晶圓W之面內的內部面改質層M2之數量，故可進一步改善處理量。

【0157】

此外，於上述第2實施形態中，藉由在寬間隔區域R1與窄間隔區域R2之間形成起點改質層M2s而開始處理晶圓W之分離，但處理晶圓W之分離開始的方法，亦未限定於此一形態。例如，亦可如圖29（a）所示，將寬間隔區域R1從處理晶圓W的徑向外側朝向內側形成至預先決定之任意位置後，如圖29（b）所示，從處理晶圓W的中心朝徑向外側形成窄間隔區域R2，使其與寬間隔區域R1的內部面改質層M2合流，藉以開始分離。

【0158】

應理解本次揭露之實施形態全部的點僅為例示，而非限制本發明。上述實施形態，亦可不脫離添附之發明申請專利範圍及其主旨，而以各式各樣的形態省略、置換、變更。

【符號說明】**【0159】**

1:晶圓處理系統

2:搬出入站

- 3:處理站
- 10:晶圓匣盒載置台
- 20:晶圓搬運裝置
- 21:搬運路
- 22:搬運臂
- 30:傳送裝置
- 40:蝕刻裝置
- 41:清洗裝置
- 50:晶圓搬運裝置
- 51:搬運臂
- 60:改質裝置
- 70:晶圓搬運裝置
- 71:搬運臂
- 71a:吸附面
- 72:臂構件
- 80:加工裝置
- 81:旋轉台
- 82:旋轉中心線
- 83:吸盤
- 84:研磨單元
- 85:研磨部
- 86:支柱

90:控制裝置

100:吸盤

101:空氣軸承

102:滑動台

103:旋轉機構

104:移動機構

105:軌道

106:基台

110:雷射頭

111:透鏡

112:支持構件

113:軌道

114:升降機構

115:移動機構

116:支持柱

120:微距相機

121:超微距相機

122:升降機構

123:移動機構

A0:傳遞位置

A0':加工位置

Ac:接合區

Ae:未接合區

B:緩衝層

C1,C2,C3:裂縫

Ct:晶圓匣盒

D:元件層

Fs,Fw:氧化膜

G1:第1處理區塊

G2:第2處理區塊

G3:第3處理區塊

H:記錄媒體

L:雷射光

M1:周緣改質層

M2:內部面改質層

M2c:內周側改質層

M2e:外周側改質層

M2s:起點改質層

M3:中心改質層

P:周向間隔

Q:徑向間隔

Q1,Q2:形成間隔

R1:寬間隔區域

R2:窄間隔區域

R3:形成範圍

R11:中心區域

R12~R15:環狀區域

S:支持晶圓

Sa:正面

Sb:背面

T:重合晶圓

U:拉伸區域

W:處理晶圓

W1:第1分離晶圓

W2:第2分離晶圓

W1b:背面

Wa:正面

Wb:背面

Wc:中央部

We:周緣部

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種處理裝置，將處理對象體予以處理，包含：

固持部，固持該處理對象體；

改質部，對該處理對象體的內部照射雷射光，沿著面方向形成複數內部面改質層；以及

控制部，控制對於該處理對象體的該內部面改質層之形成運作；

該處理對象體，包含：

偏心修正區域，在該內部面改質層之形成時，施行該固持部與由該固持部所固持之處理對象體的偏心量之修正；以及

非修正區域，於該偏心修正區域的徑向內側，在該內部面改質層之形成時並未施行該偏心量之修正；

該控制部，將該內部面改質層從該處理對象體的徑向外側朝向內側形成為螺旋狀，並施行以下控制：

該內部面改質層朝施行該偏心量之修正之該偏心修正區域之形成運作；以及

該內部面改質層朝不施行該偏心量之修正之該非修正區域之形成運作。

【請求項2】

如請求項第1項之處理裝置，其中，

該非修正區域，形成於該處理對象體的中心部；

該控制部，控制該偏心量之修正運作，

俾於該非修正區域中，使該固持部的中心與由該固持部所固持之處理對象體的中心一致。

【請求項3】

如請求項第1或2項之處理裝置，其中，

該非修正區域，係形成為圓形；

形成該非修正區域之圓形的半徑，至少為該處理對象體的半徑之 $1/2$ 以上。

【請求項4】

如請求項第1或2項之處理裝置，其中，

該偏心修正區域，係分割為複數環狀區域；

該控制部，控制該偏心量之修正運作，

俾從該處理對象體的徑向外側朝向內側，依序形成該內部面改質層；

於複數該環狀區域中，分別使該偏心量緩緩地衰減。

【請求項5】

一種處理方法，將處理對象體予以處理；

該處理對象體，包含：

偏心修正區域，在內部面改質層之形成時，施行該處理對象體與固持該處理對象體的固持部的偏心量之修正；以及

非修正區域，於該偏心修正區域的徑向內側，在該內部面改質層之形成時，並未施行該偏心量之修正；

藉由改質部，對由固持部所固持之該處理對象體的內部照射雷射光，將該內部面改質層形成為螺旋狀；

該處理方法具有以下步驟：

施行該偏心量之修正並對該偏心修正區域形成該內部面改質層的步驟；以及

不施行該偏心量之修正，即對該非修正區域形成該內部面改質層的步驟。

【請求項6】

如請求項第5項之處理方法，其中，

於形成在該處理對象體的中心部之該非修正區域中，使該固持部的中心與由該固持部所固持之處理對象體的中心一致。

【請求項7】

如請求項第5或6項之處理方法，其中，

該非修正區域，係以至少具有該處理對象體的半徑之 $1/2$ 以上的半徑之圓形形成。

【請求項8】

如請求項第5或6項之處理方法，其中，

該偏心修正區域，分割為複數環狀區域；

從該處理對象體的徑向外側朝向內側，依序形成該內部面改質層；

於複數該環狀區域中，分別使該偏心量緩緩地衰減。

【請求項9】

如請求項第5或6項中任一項之處理方法，其中，

在該內部面改質層之形成時，

使由固持部所固持之該處理對象體相對旋轉，同時從該改質部對處理對象體的內部周期性地照射該雷射光，進一步使該改質部對於該固持部沿著徑向相對移動，而在面方向形成螺旋狀的該內部面改質層。

【發明圖式】

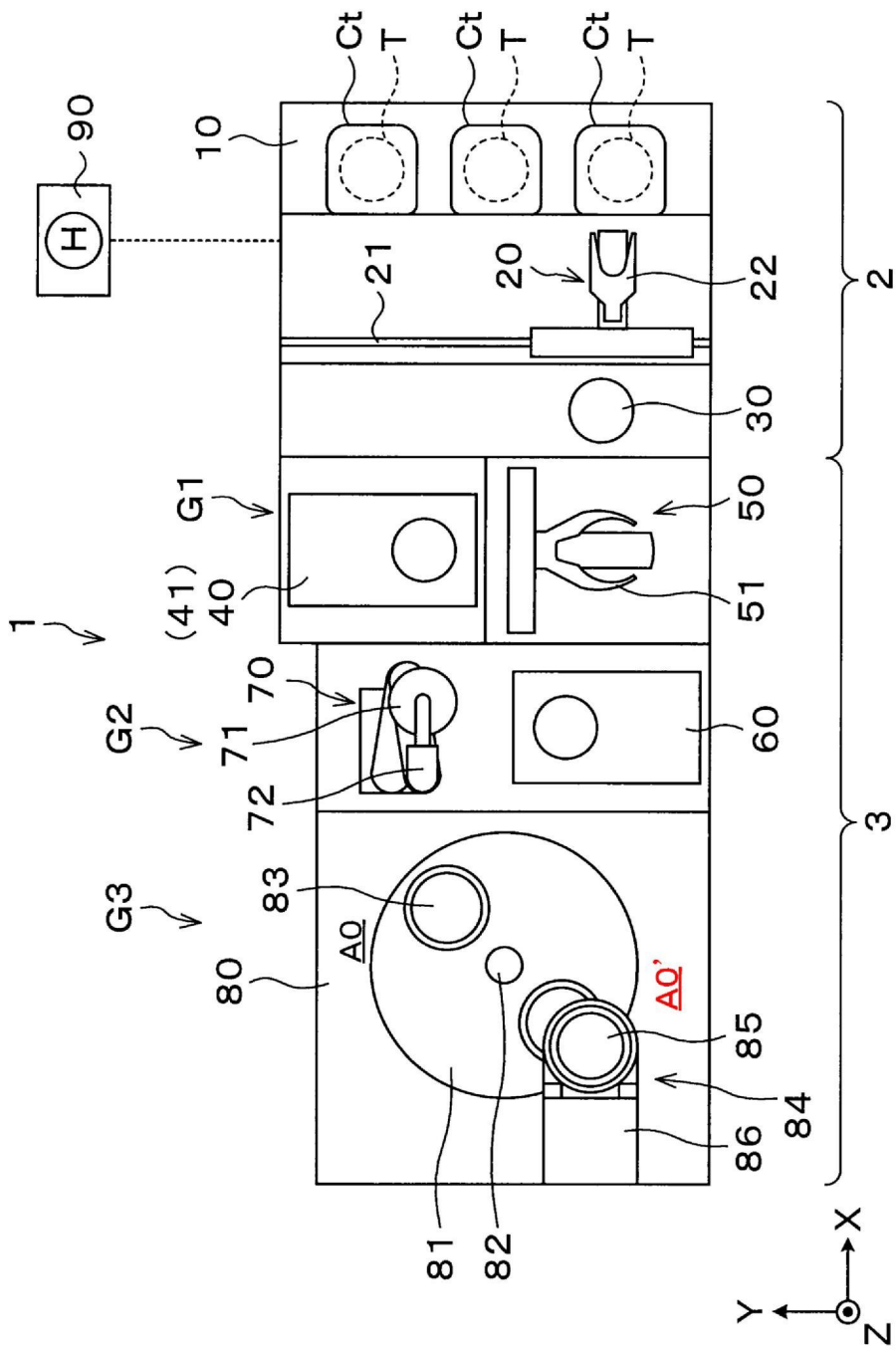


圖 1

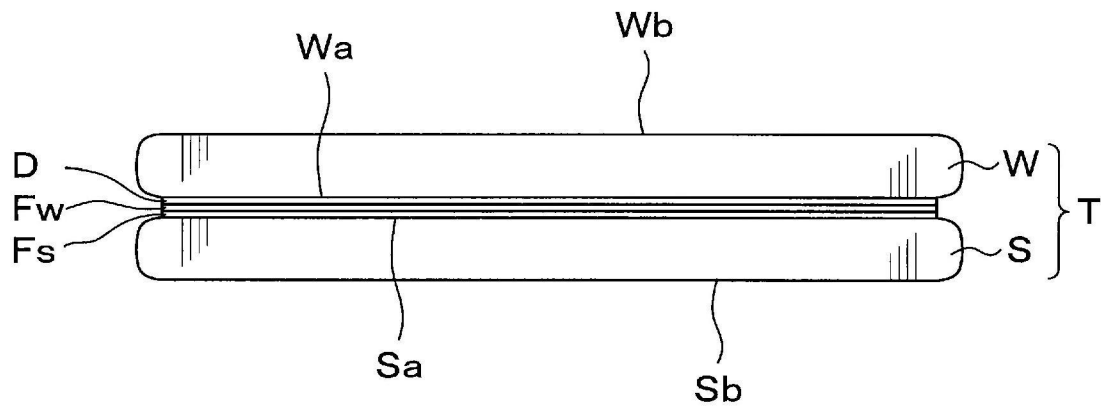


圖 2

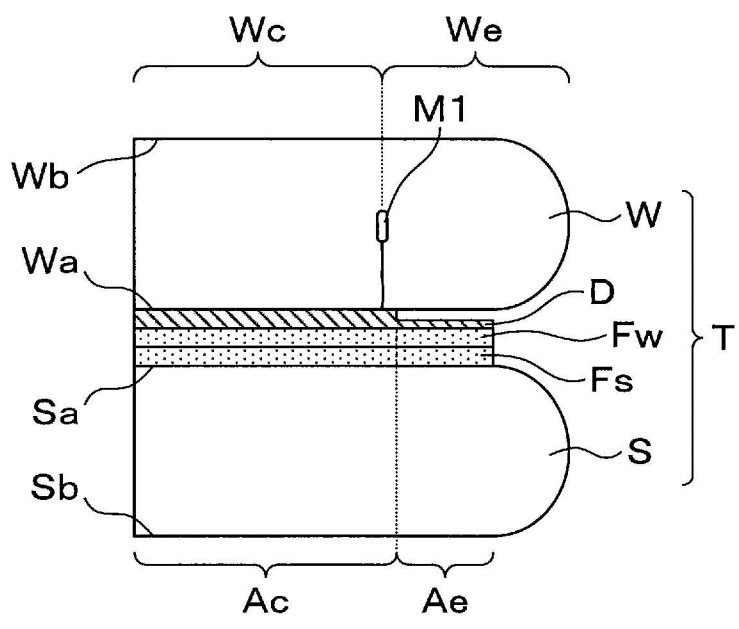


圖 3

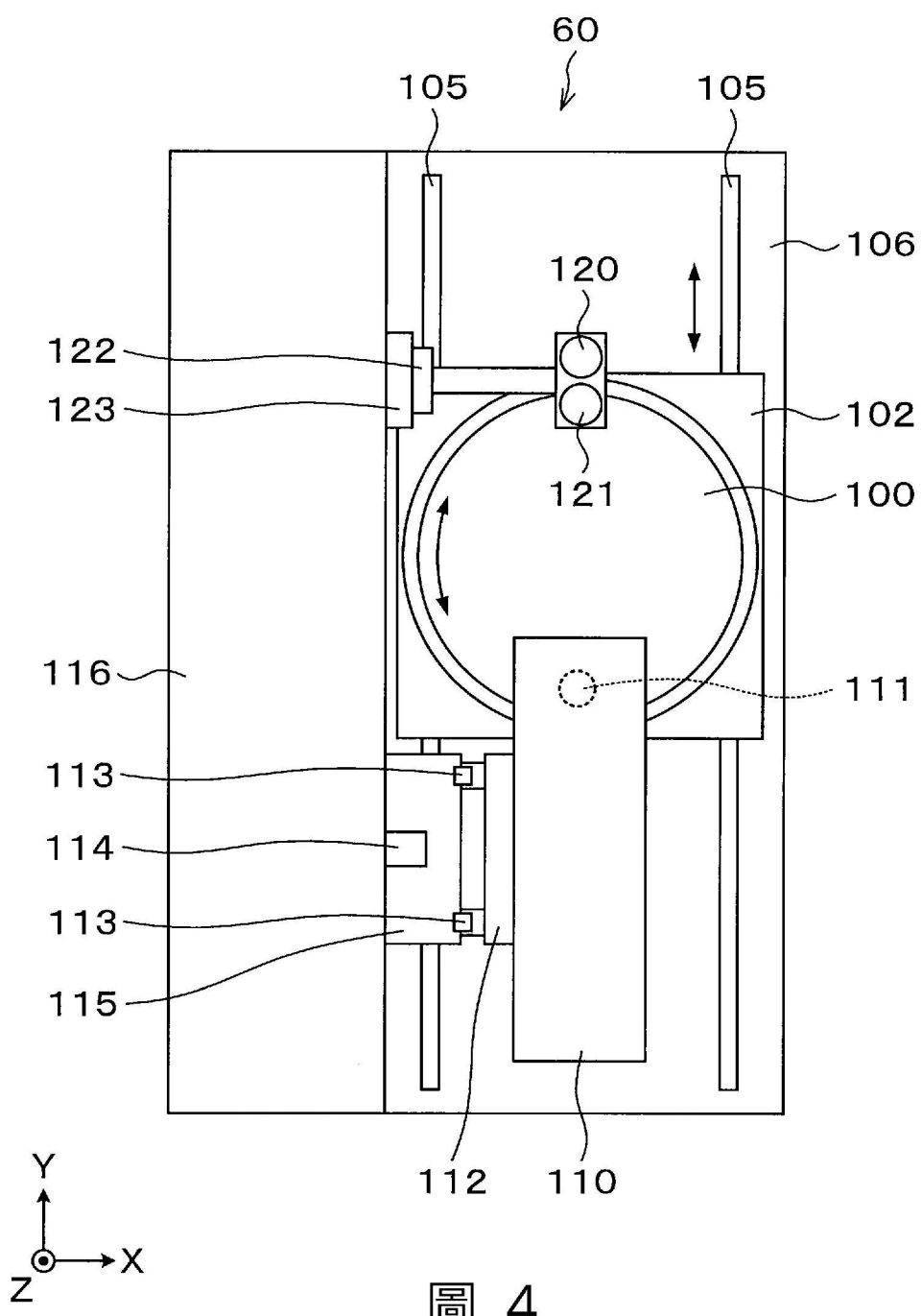


圖 4

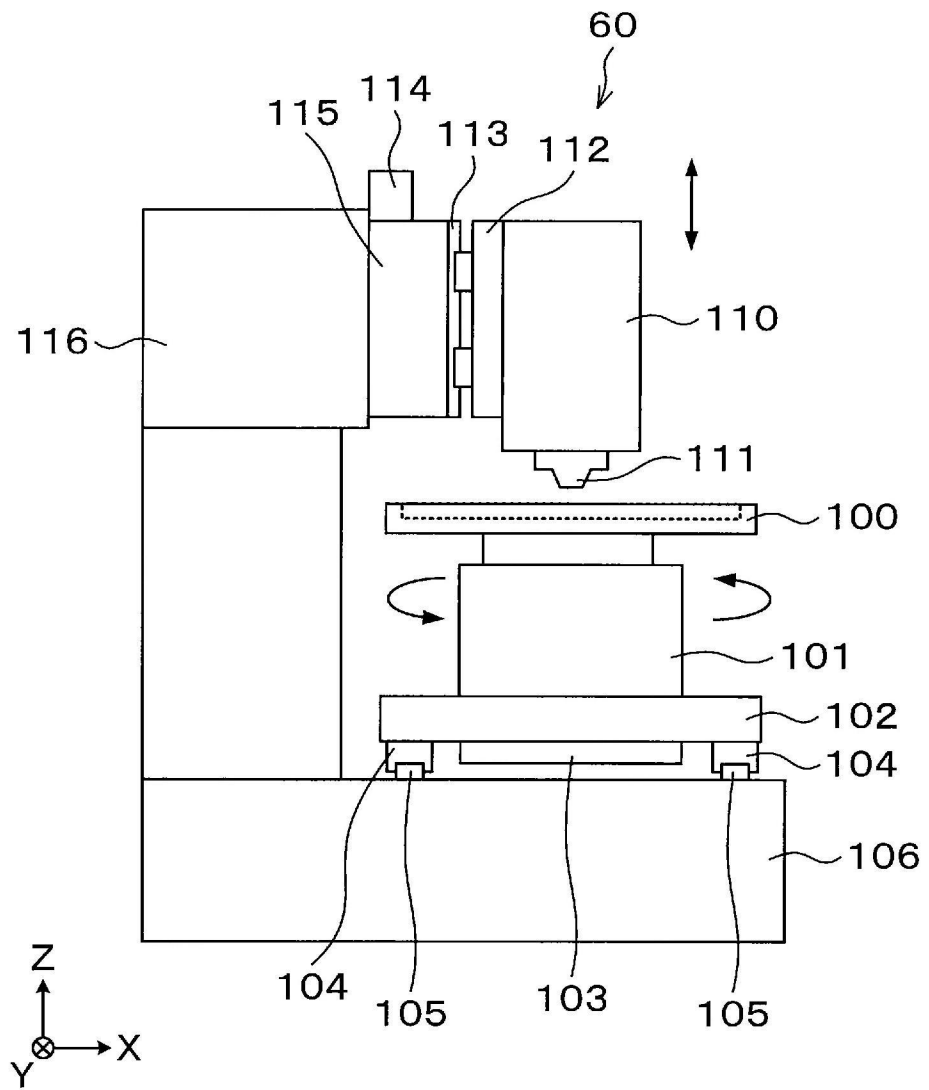


圖 5

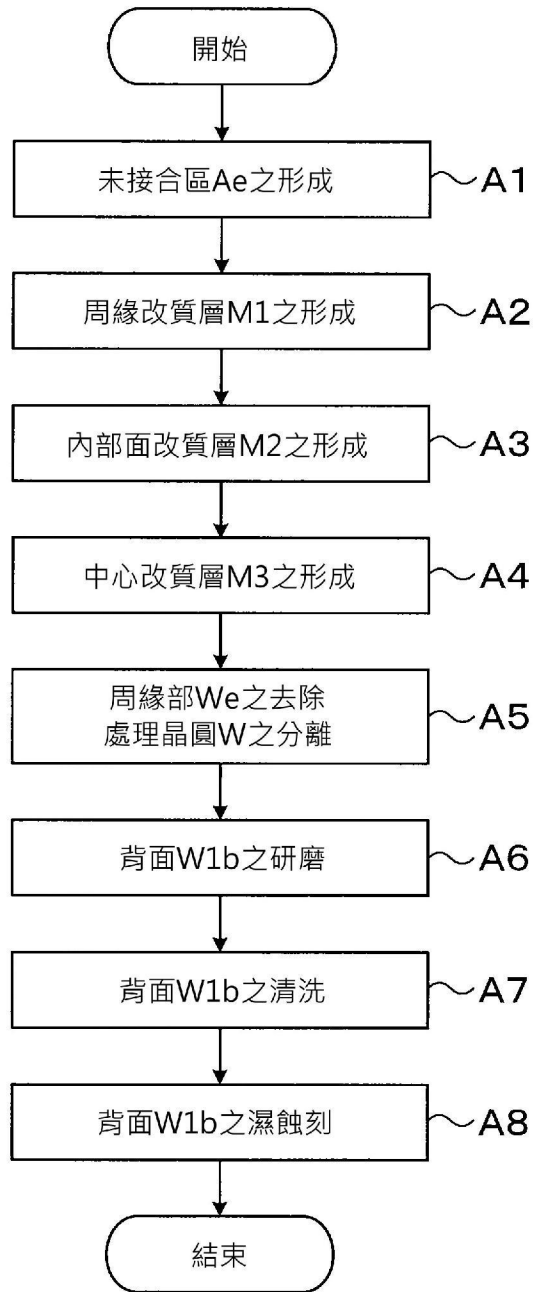


圖 6

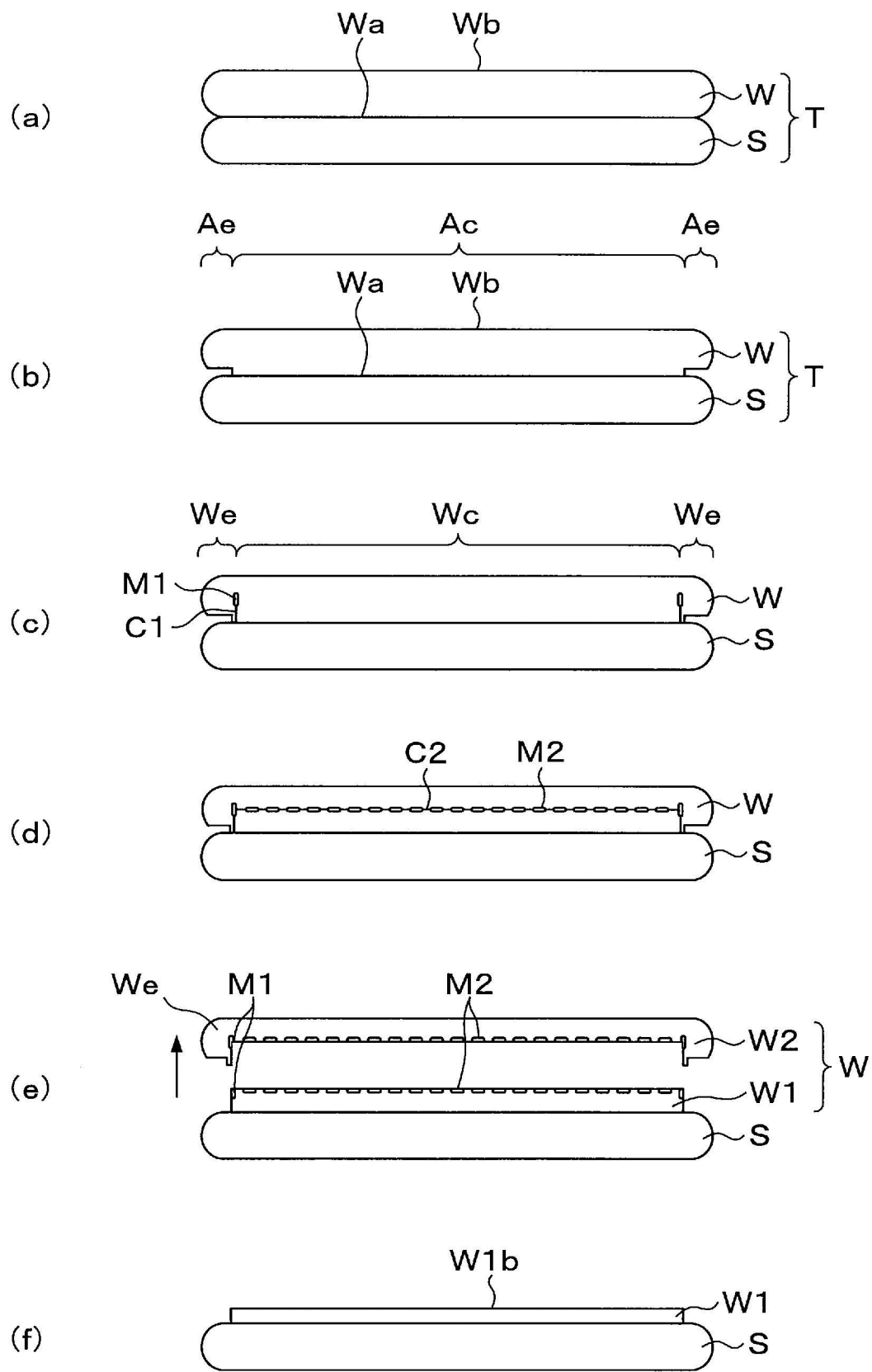


圖 7

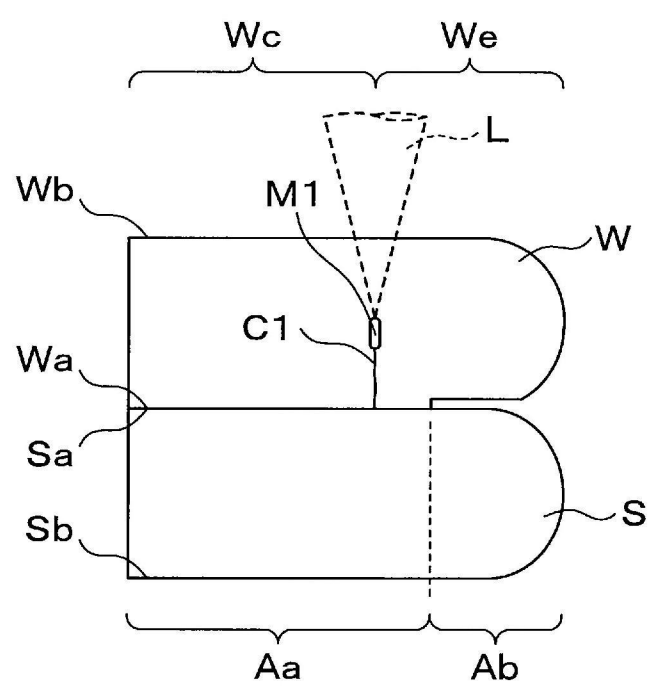


圖 8

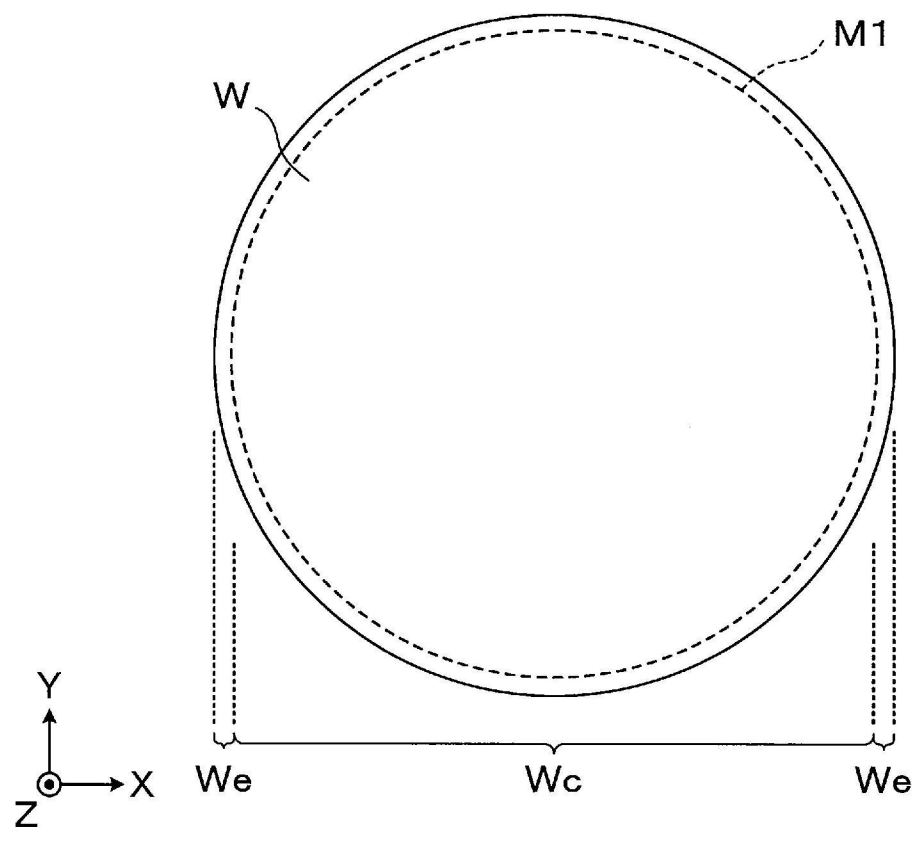


圖 9

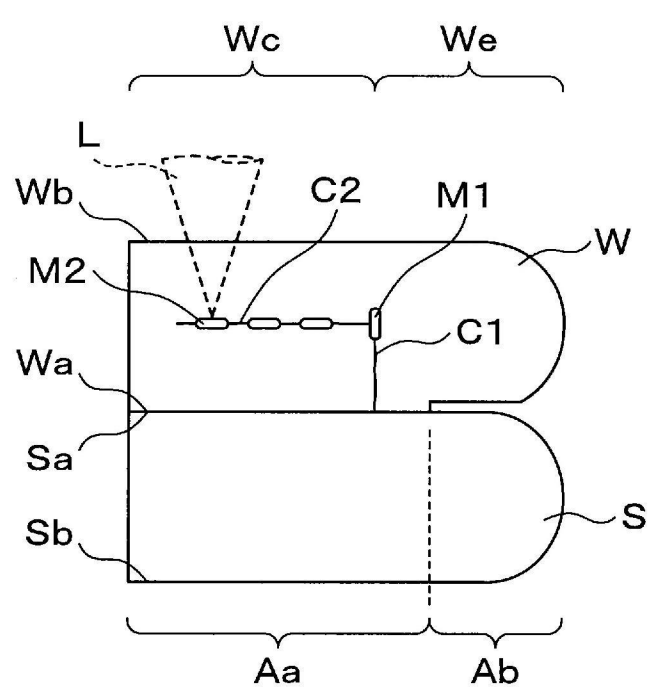


圖 10

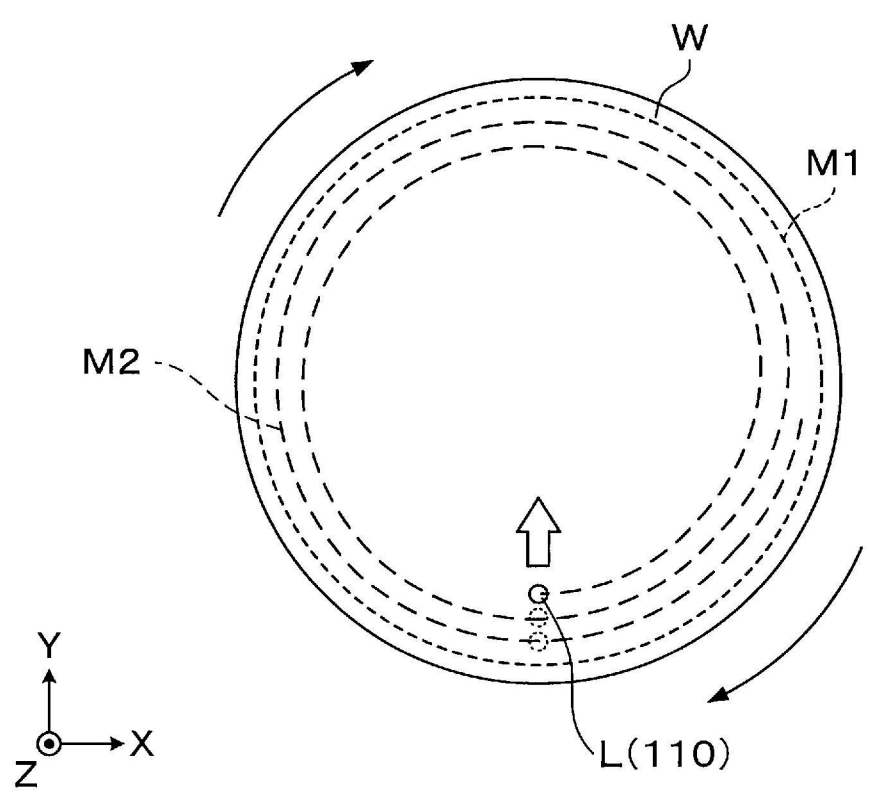


圖 11

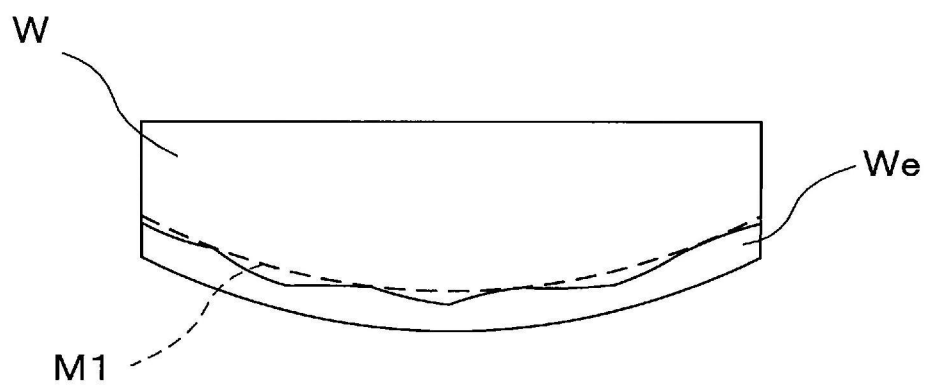


圖 12

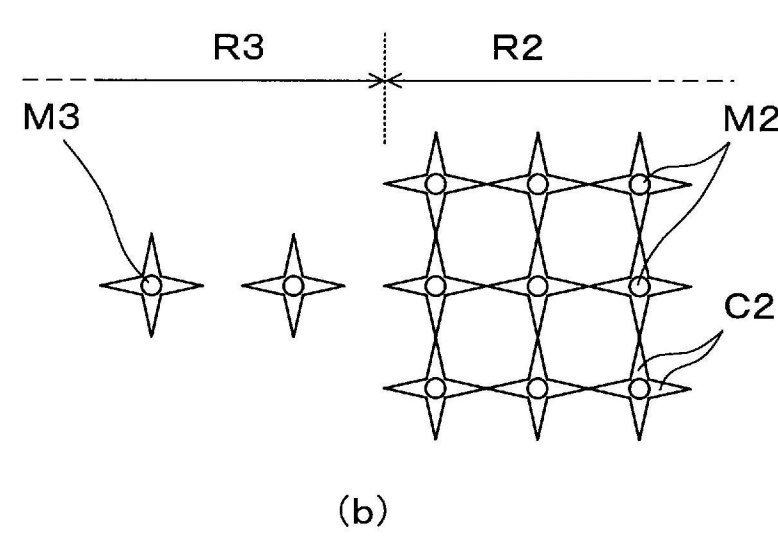
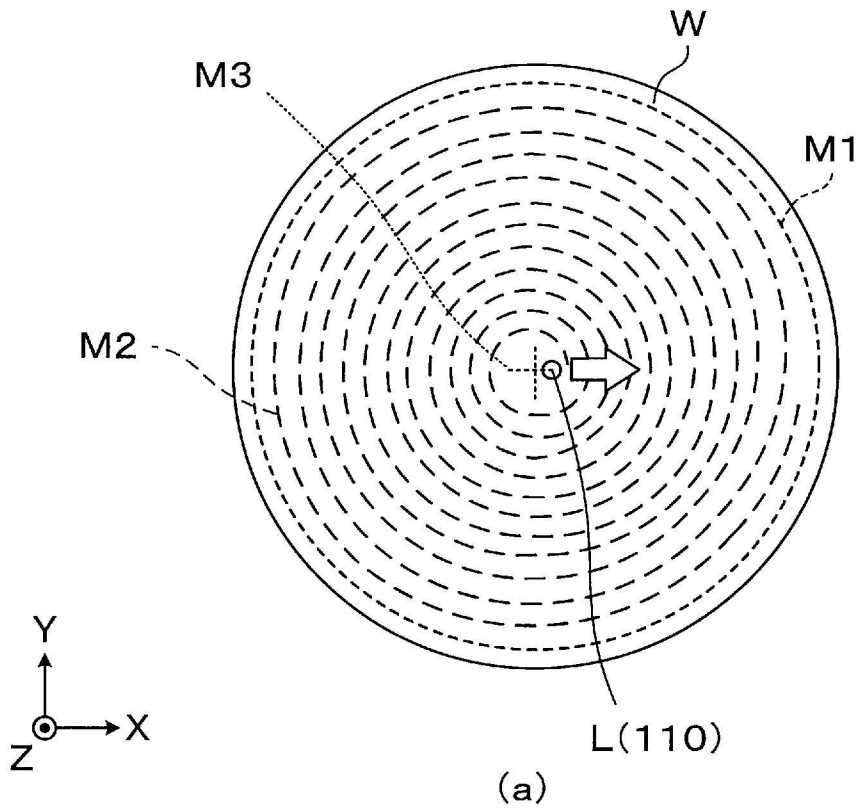


圖 13

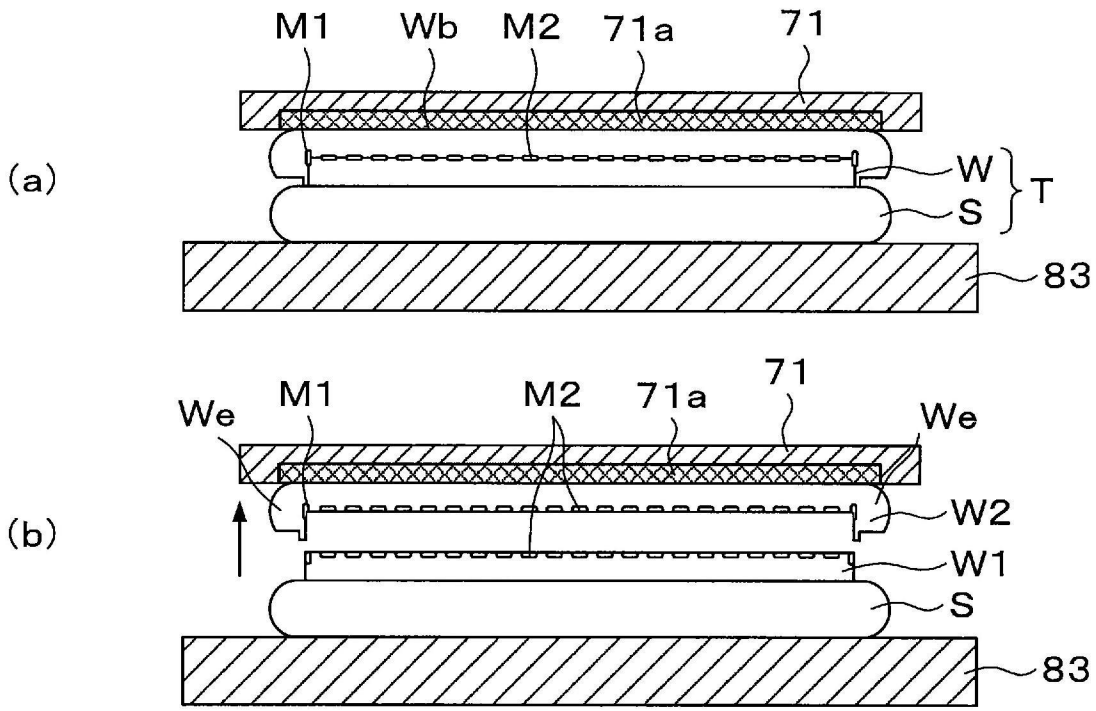


圖 14

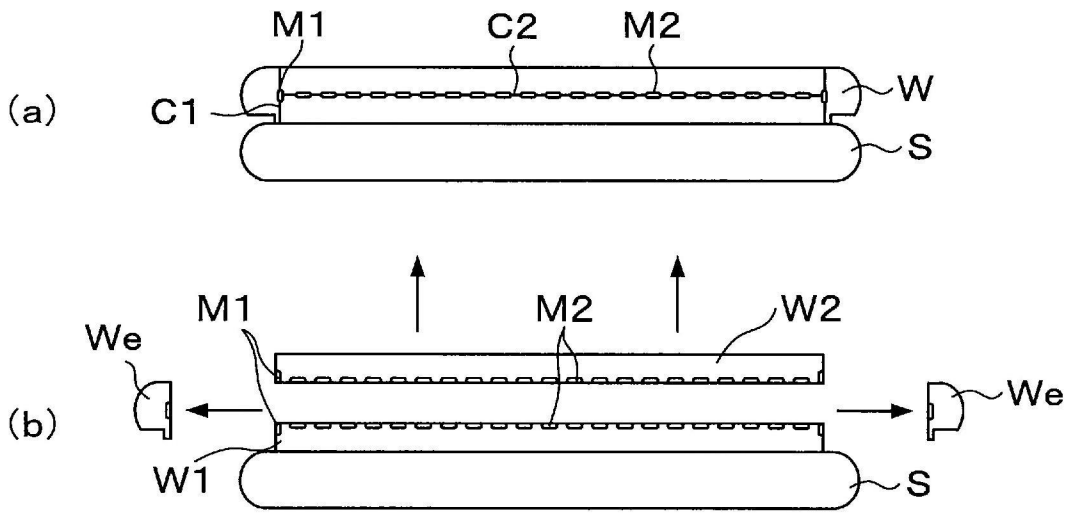


圖 15

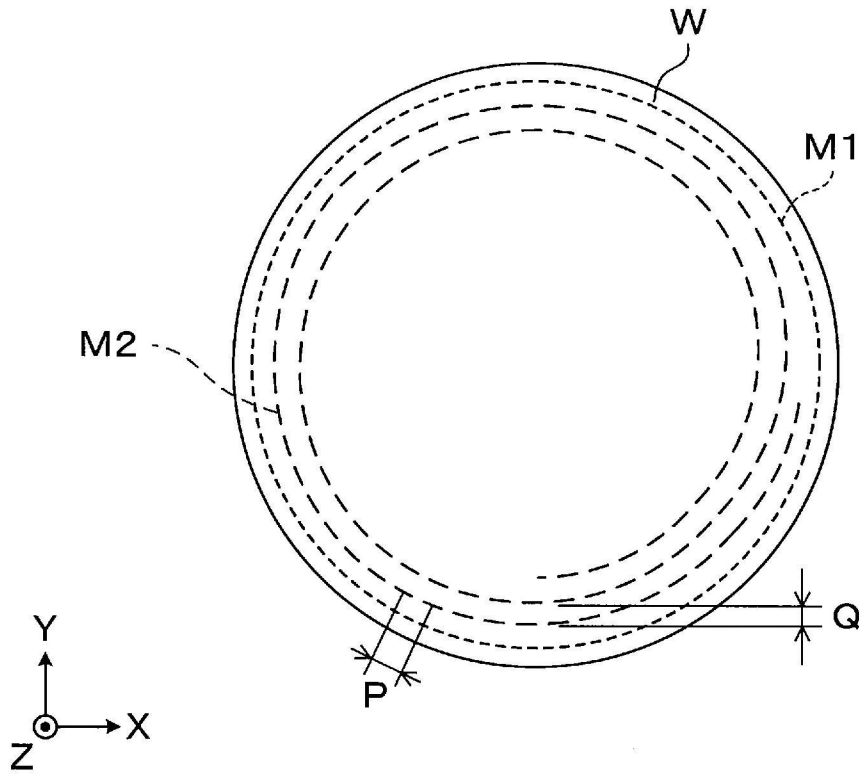


圖 16

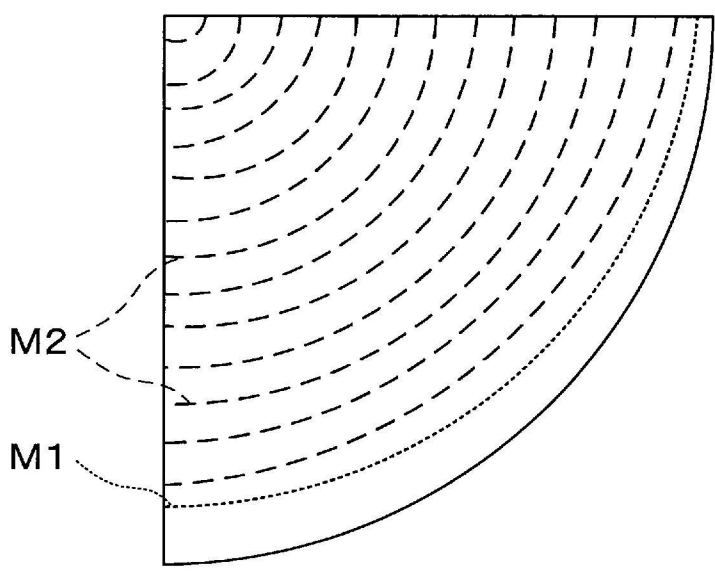


圖 17

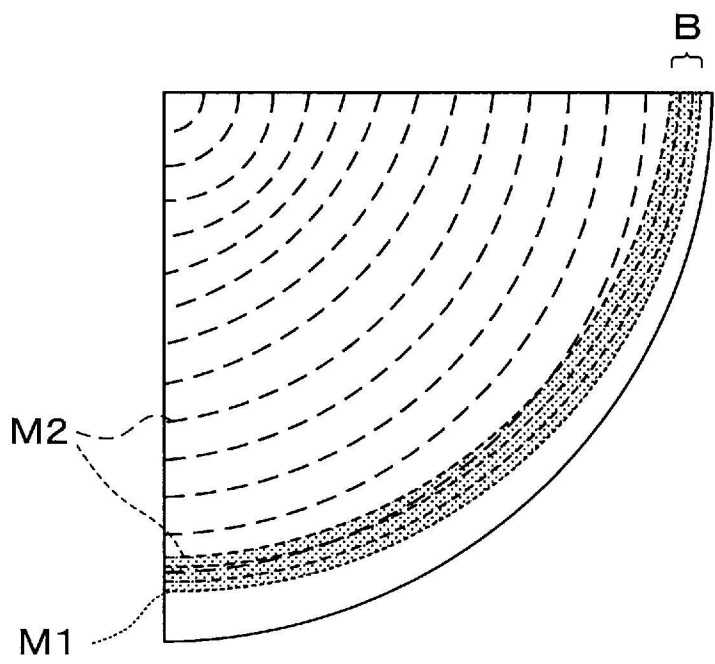


圖 18

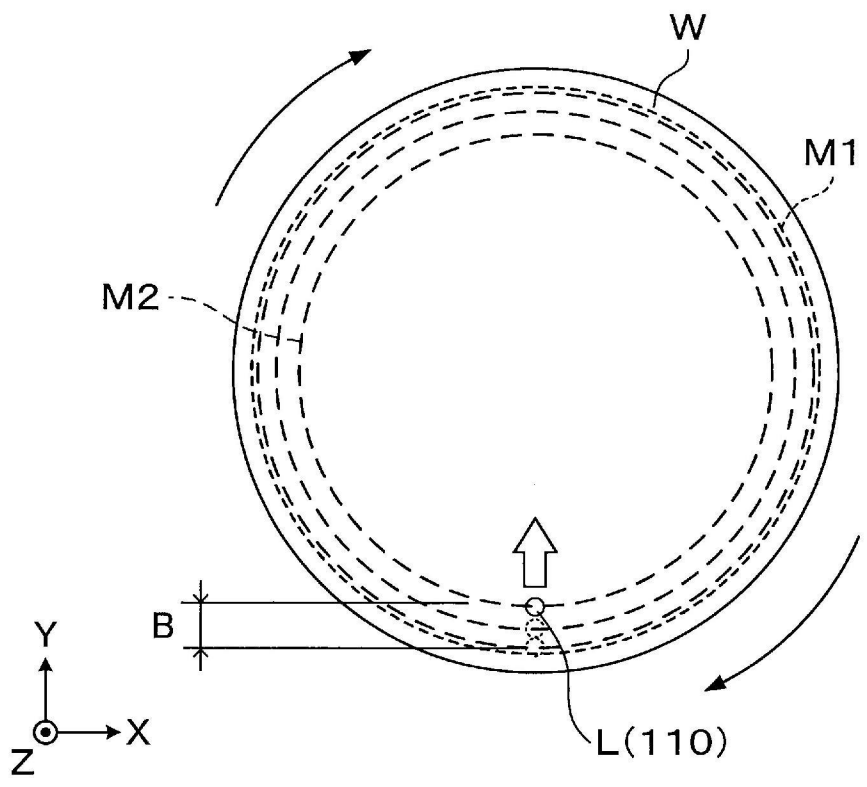


圖 19

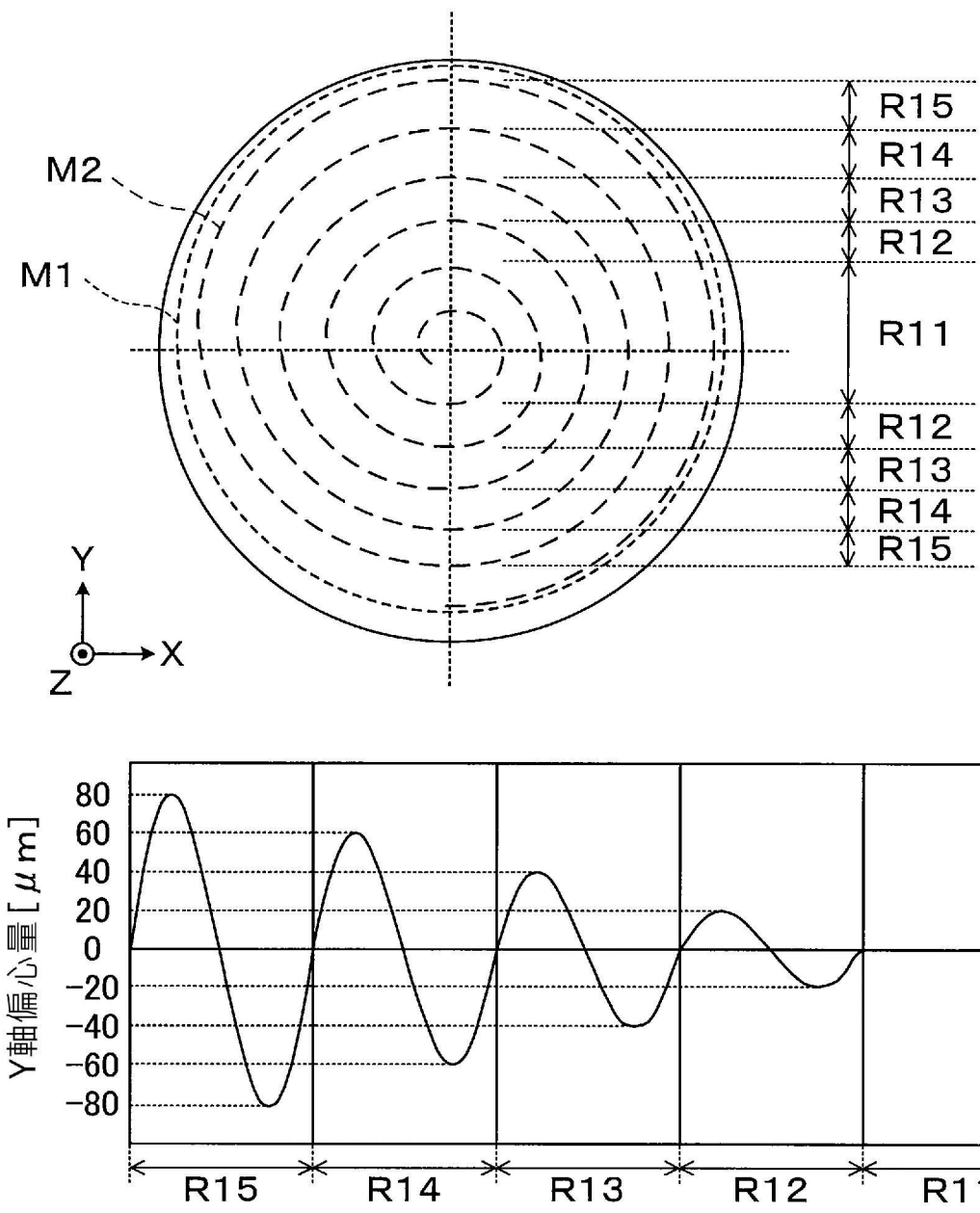


圖 20

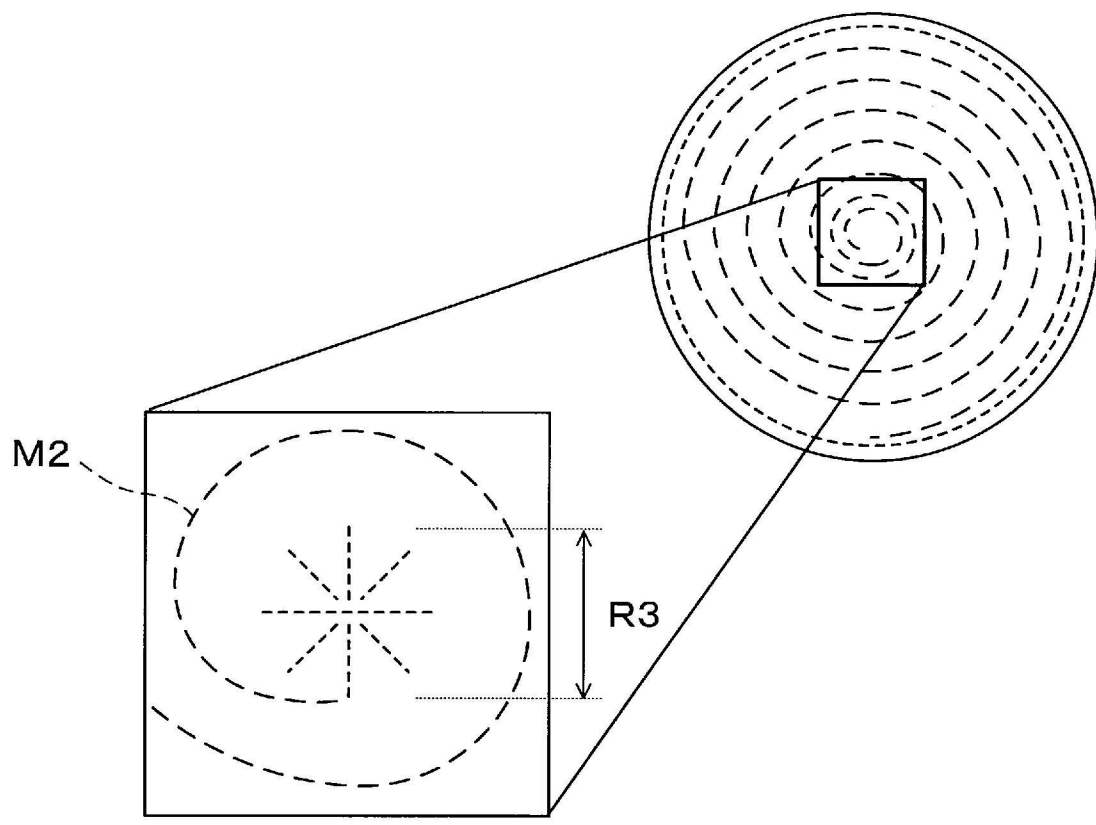


圖 21

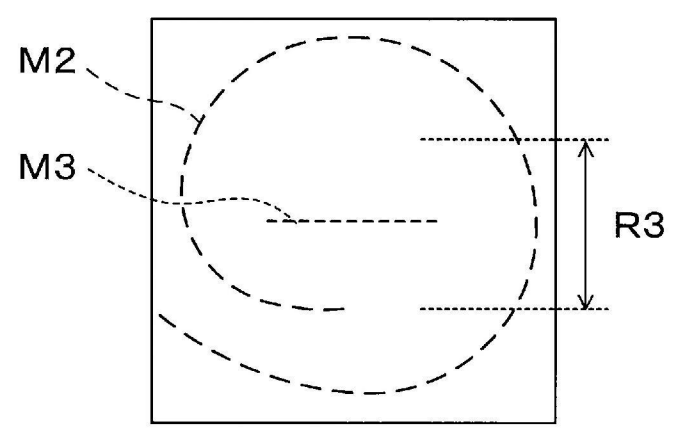


圖 22

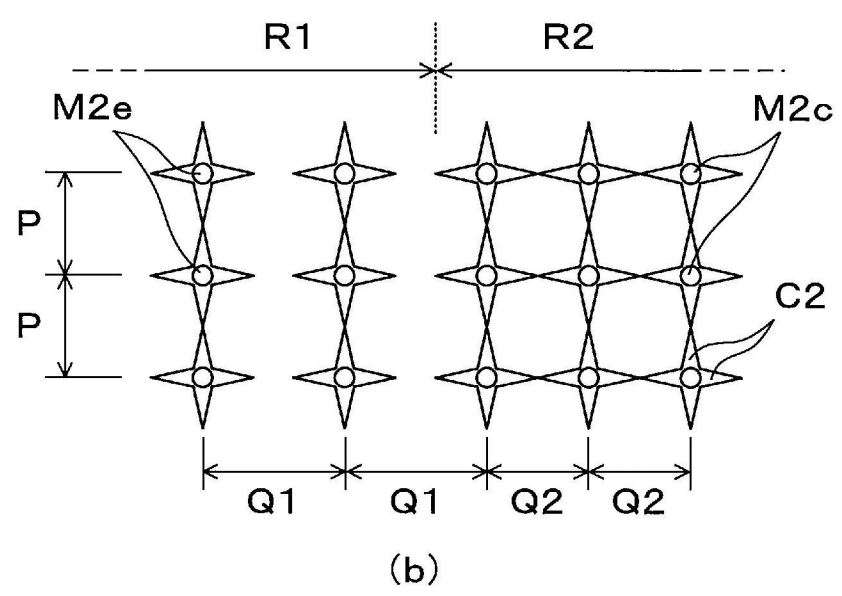
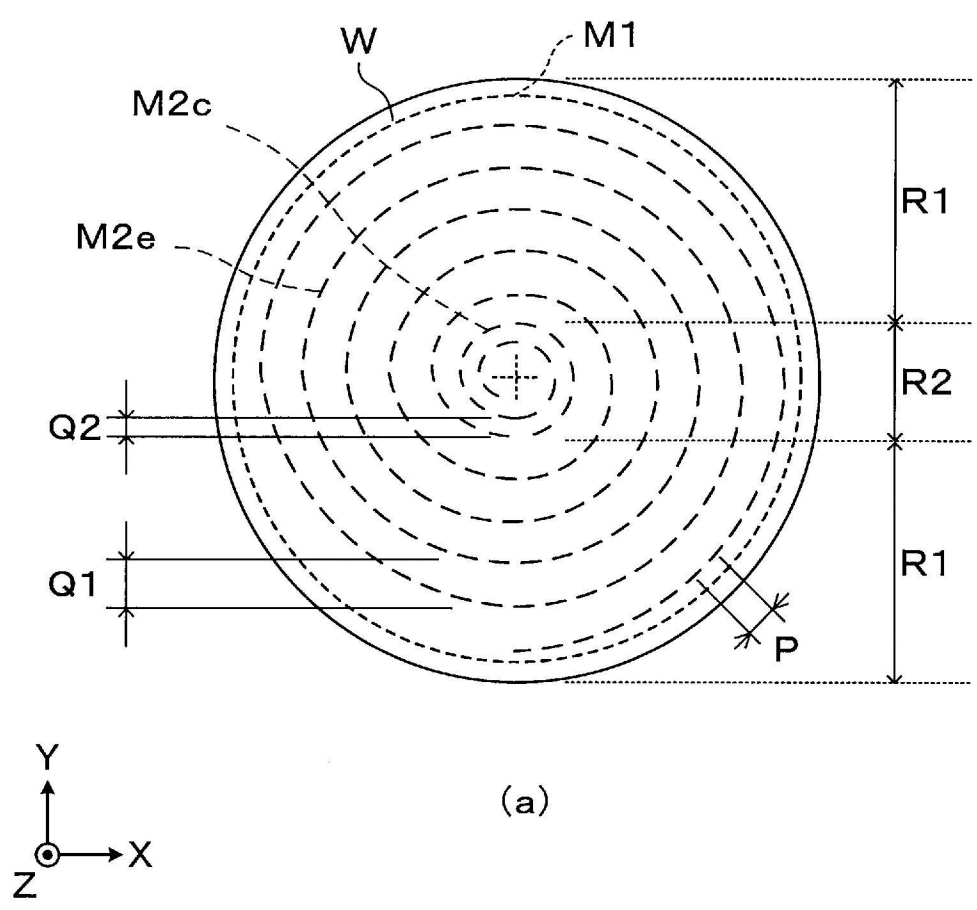


圖 23

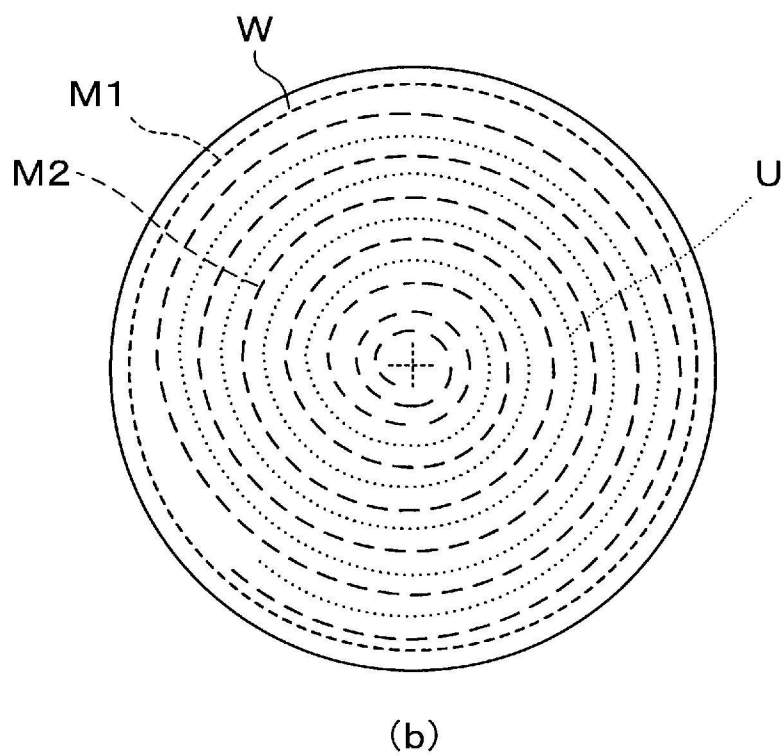
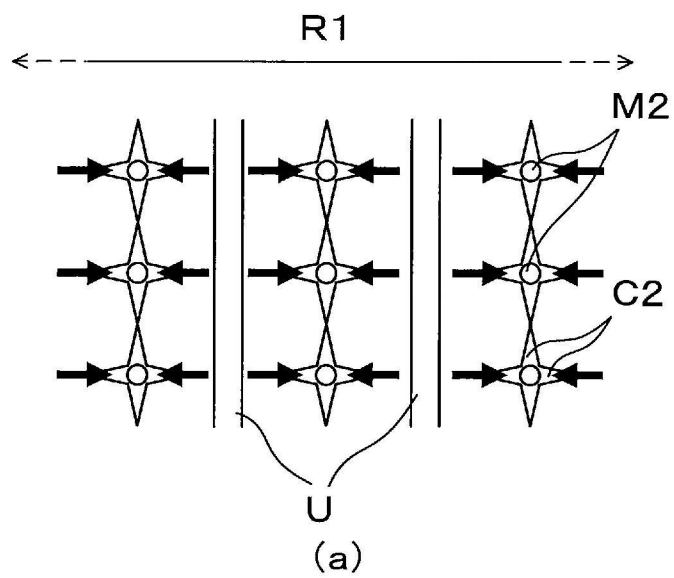


圖 24

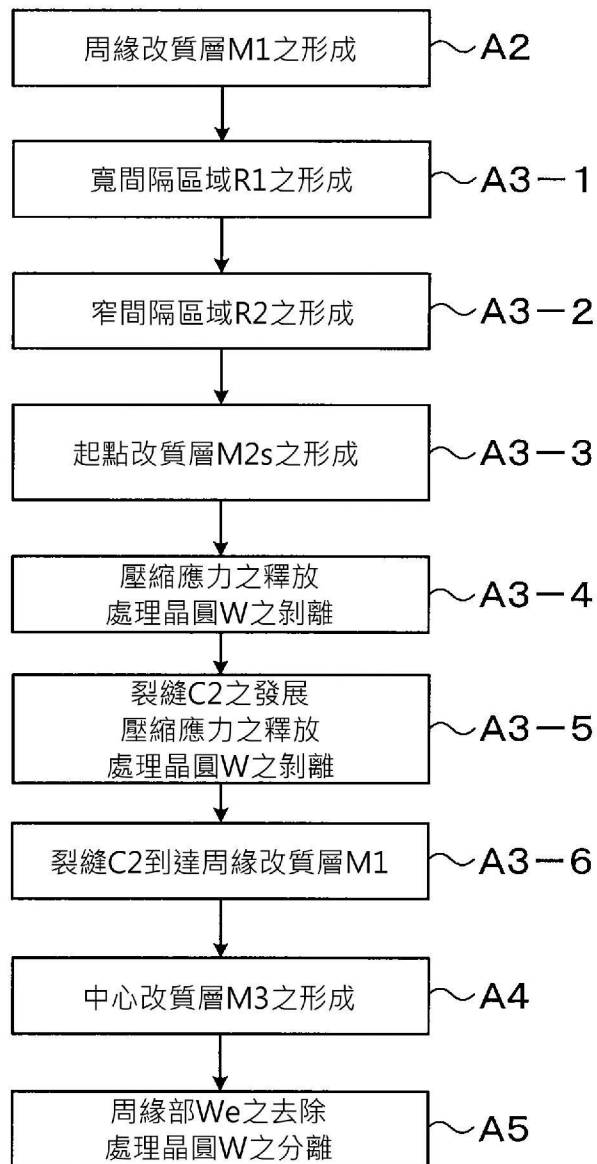


圖 25

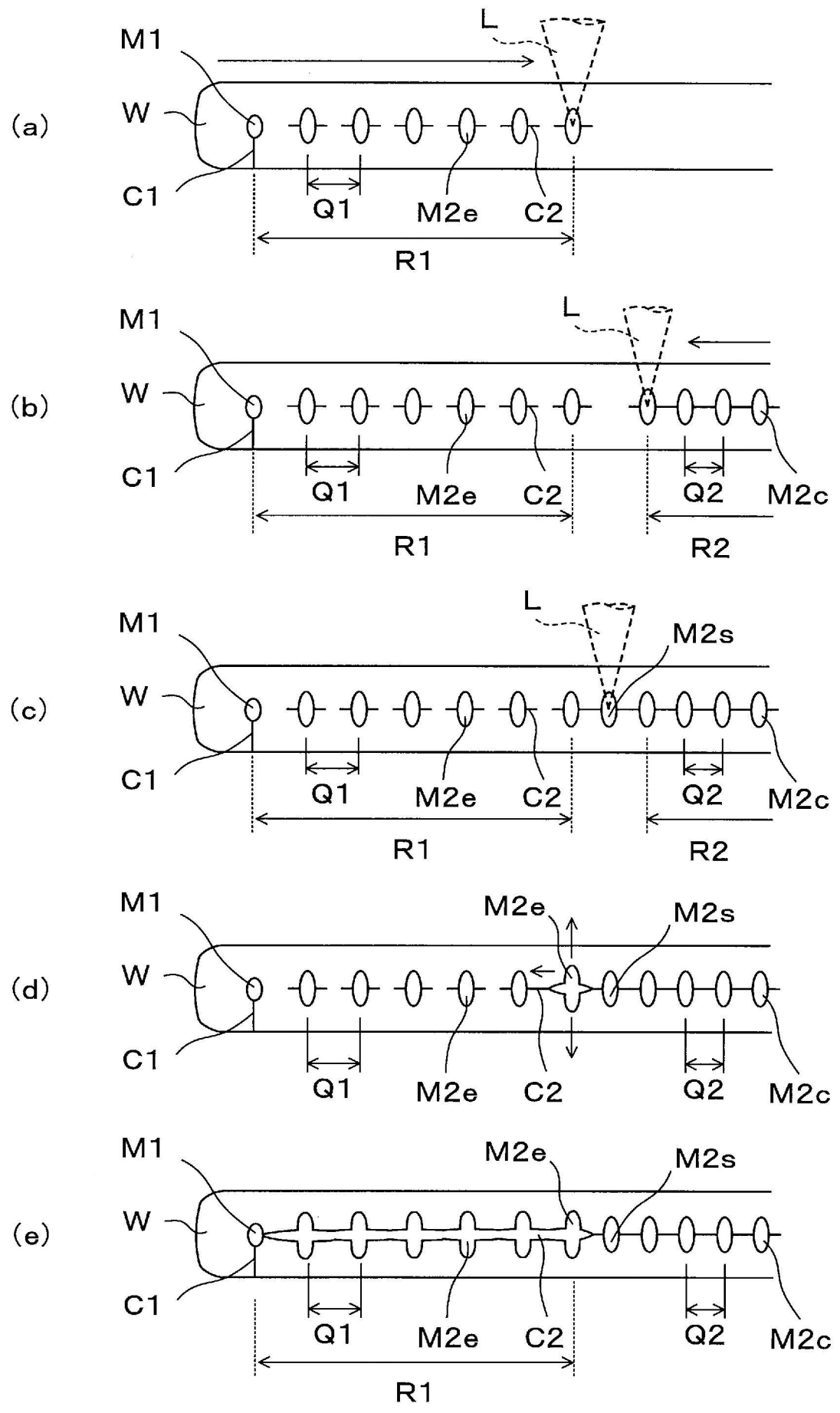
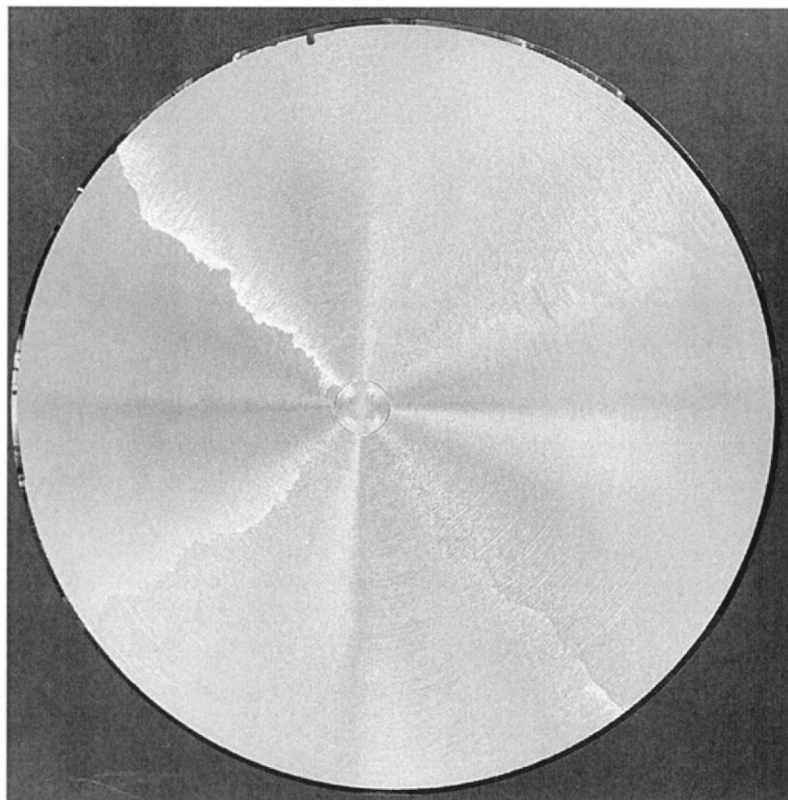
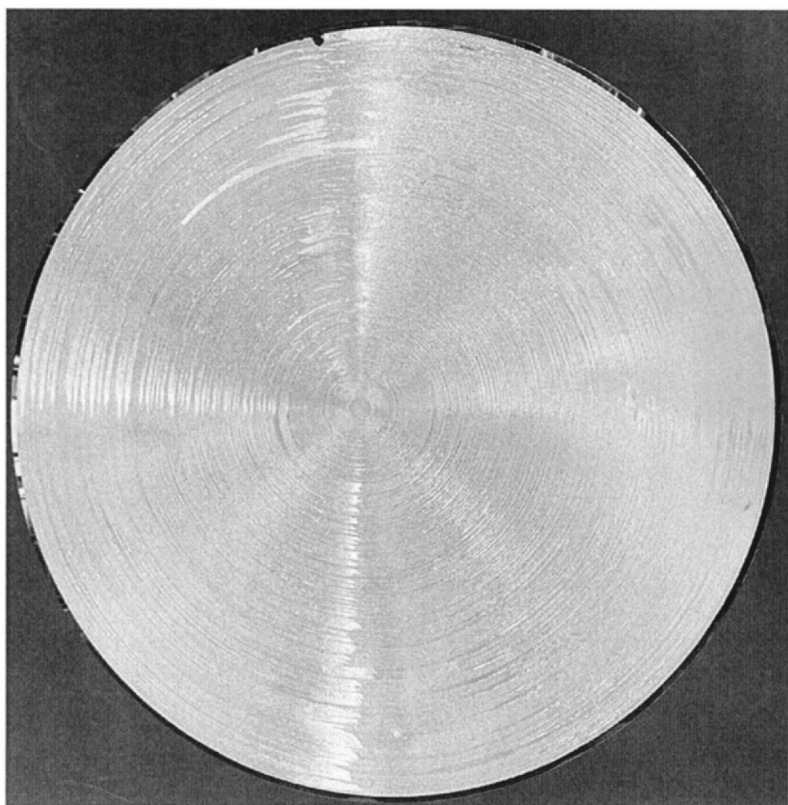


圖 26

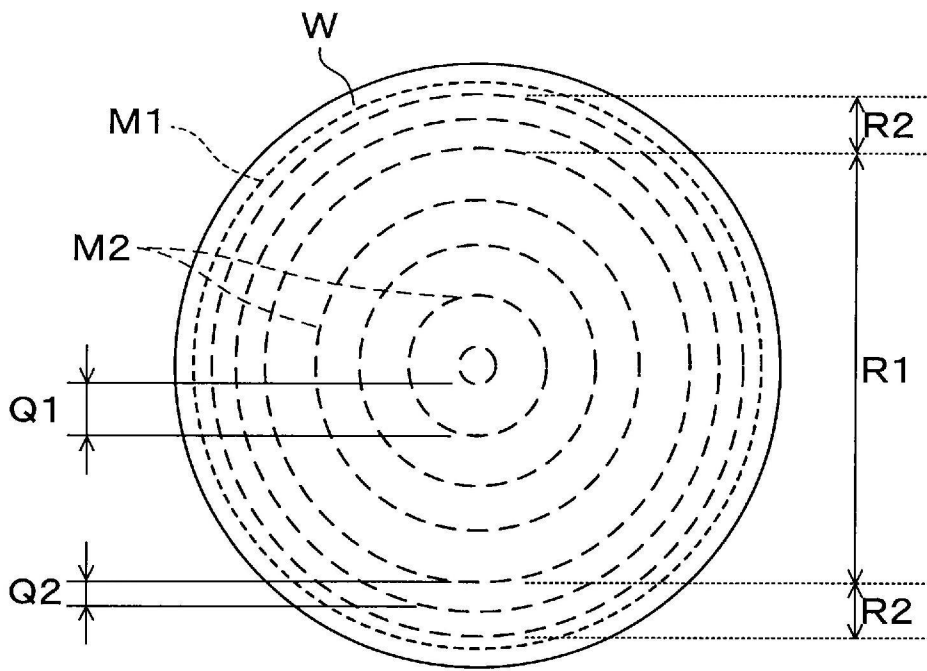


(b)

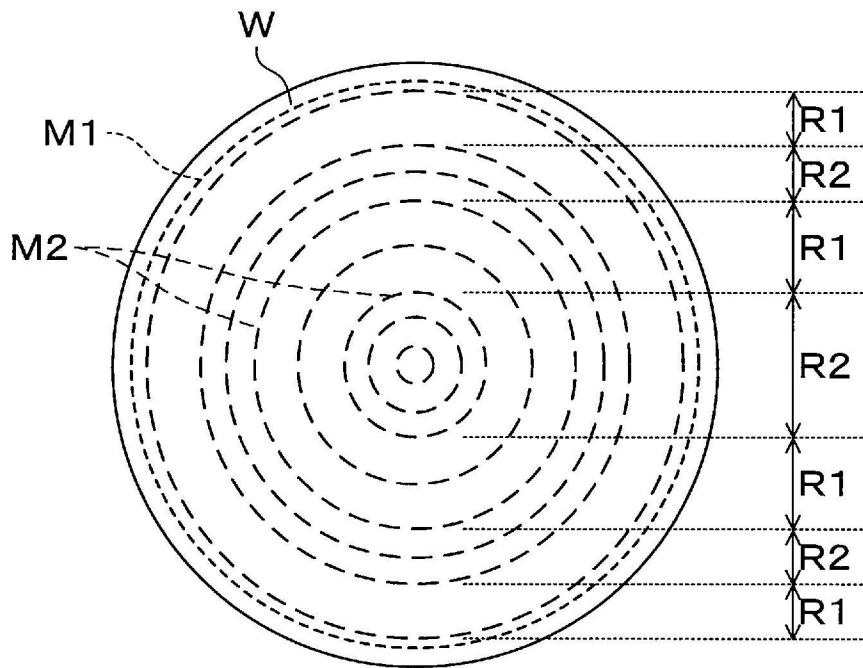


(a)

圖 27



(a)



(b)

圖 28

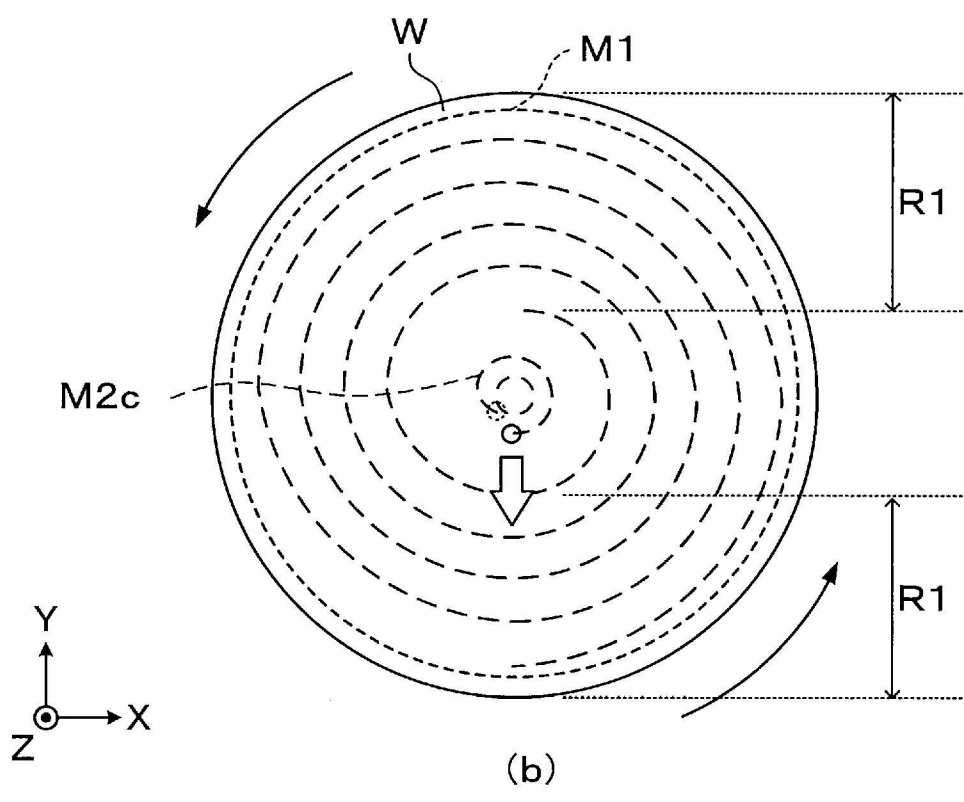
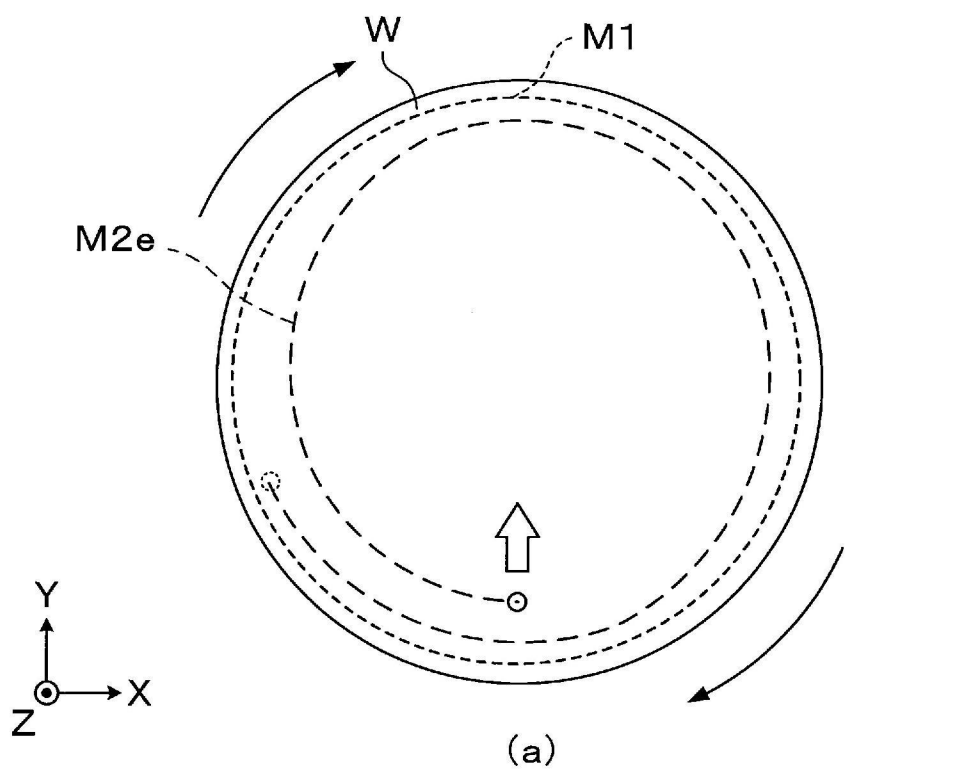


圖 29