

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年1月21日(21.01.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/010284 A1

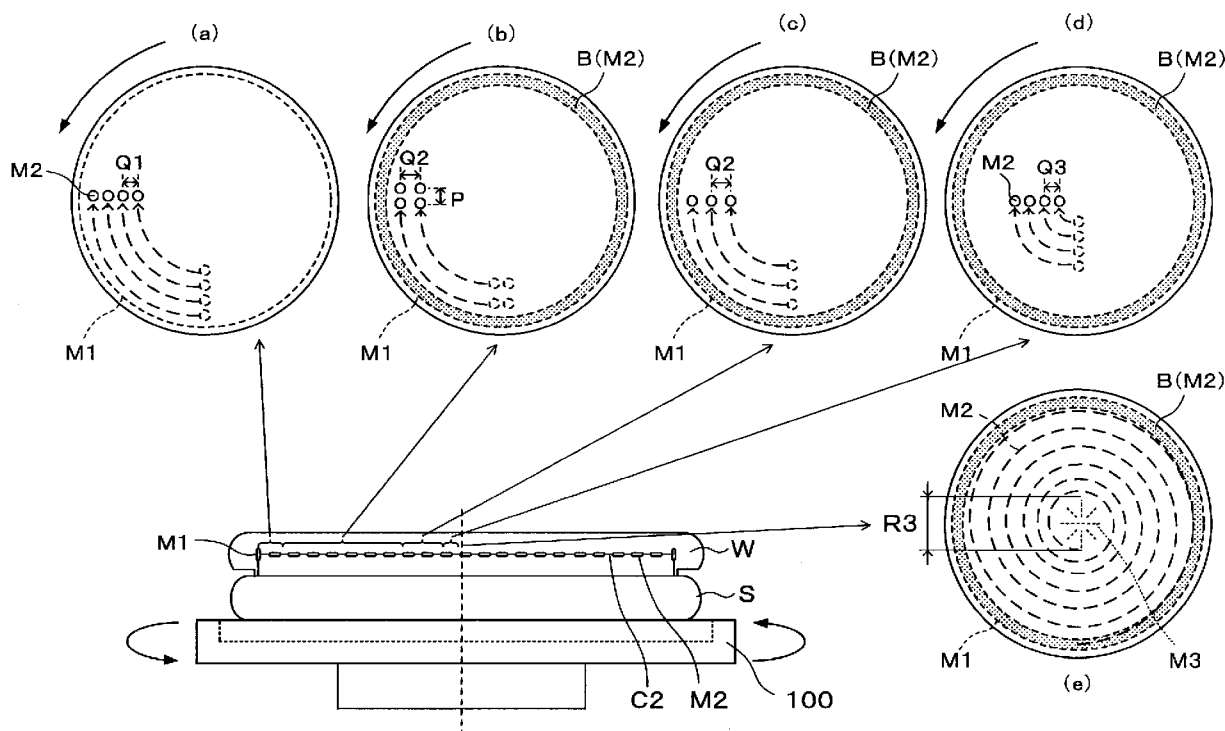
- (51) 国際特許分類:  
B23K 26/53 (2014.01) H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/026878
- (22) 国際出願日: 2020年7月9日(09.07.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2019-133087 2019年7月18日(18.07.2019) JP
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田之上 隼斗 (TANOUE, Hayato); 〒8691232 熊本県菊池郡大津町高尾野 2 7

2-4 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 山下 陽平(YAMASHITA, Yohei); 〒8691232 熊本県菊池郡大津町高尾野 2 7 2-4 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 森 弘明(MORI, Hirotoishi); 〒8691232 熊本県菊池郡大津町高尾野 2 7 2-4 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP).

- (74) 代理人: 金本 哲男, 外(KANEMOTO, Tetsuo et al.); 〒1620065 東京都新宿区住吉町 1-2 0 角張ビル 曙国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: PROCESSING DEVICE AND PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 処理装置及び処理方法



(57) Abstract: This processing device comprises: a holding part that holds an object to be processed; a modification part that irradiates the inside of the object to be processed with laser light to form a plurality of condensing points along the surface direction; a movement mechanism that moves the holding part and the modification part relative to each other in the horizontal direction; a rotation mechanism that rotates the holding part and the modification part relative to each other; and a control unit that controls an operation of forming the condensing points with respect to the object to be processed,

WO 2021/010284 A1

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

wherein the control unit periodically irradiates the inside of the object to be processed from the modification part with laser light while rotating the object to be processed held in the holding part relative to the modification part by means of the rotation mechanism, and, on the basis of the relative rotation number of the object to be processed and the irradiation pitch of the laser light, controls the number and arrangement of the condensing points that are simultaneously formed at positions at which the surface directions of the object to be processed are different, when the condensing points are formed by moving the modification part relative to the holding part in the radial direction by the movement mechanism.

(57) 要約: 処理対象体を保持する保持部と、処理対象体の内部にレーザ光を照射して面方向に沿って複数の集光点を形成する改質部と、保持部と改質部を相対的に水平方向に移動させる移動機構と、保持部と改質部を相対的に回転させる回転機構と、処理対象体に対する集光点の形成動作を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記回転機構により前記改質部に対して前記保持部に保持された前記処理対象体を相対的に回転させながら、前記改質部から前記処理対象体の内部にレーザ光を周期的に照射し、さらに前記移動機構により前記保持部に対して前記改質部を相対的に径方向に移動させて、前記集光点を形成するにあたり、前記処理対象体の相対的な回転数及び前記レーザ光の照射ピッチに基づいて、前記処理対象体の面方向の異なる位置において同時に形成する前記集光点の数及び配置を制御する処理装置。

## 明 細 書

**発明の名称**： 処理装置及び処理方法

### 技術分野

[0001] 本開示は、処理装置及び処理方法に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、積層ウェーハの加工方法が開示されている。特許文献1によれば、積層ウェーハの内部に改質面を形成する改質面形成ステップと、該改質面を境界に第一ウェーハの一部を該積層ウェーハから分離する分離ステップと、を備えている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平2015-32690号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示にかかる技術は、処理対象体の分離処理の効率を向上させる。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、処理対象体を処理する処理装置であって、前記処理対象体を保持する保持部と、前記処理対象体の内部にレーザ光を照射して面方向に沿って複数の集光点を形成する改質部と、前記保持部と前記改質部を相対的に水平方向に移動させる移動機構と、前記保持部と前記改質部を相対的に回転させる回転機構と、前記処理対象体に対する前記集光点の形成動作を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記回転機構により前記改質部に対して前記保持部に保持された前記処理対象体を相対的に回転させながら、前記改質部から前記処理対象体の内部にレーザ光を周期的に照射し、さらに前記移動機構により前記保持部に対して前記改質部を相対的に径方向に移動させて、前記集光点を形成するにあたり、前記処理対象体の相対的な回転数及び前記レーザ光の照射ピッチに基づいて、前記処理対象体の面方向の異

なる位置において同時に形成する前記集光点の数及び配置を制御する。

## 発明の効果

[0006] 本開示によれば、処理対象体の分離処理の効率を向上させる。

## 図面の簡単な説明

[0007] [図1]ウェハ処理システムの構成例の概略を模式的に示す平面図である。

[図2]重合ウェハの構成例の概略を示す側面図である。

[図3]重合ウェハの一部の構成例の概略を示す側面図である。

[図4]改質装置の構成例の概略を示す平面図である。

[図5]改質装置の構成例の概略を示す側面図である。

[図6]ウェハ処理の主な工程の一例を示すフロー図である。

[図7]ウェハ処理の主な工程の一例を示す説明図である。

[図8]処理ウェハに周縁改質層を形成する様子を示す説明図である。

[図9]処理ウェハに周縁改質層を形成する様子を示す説明図である。

[図10]処理ウェハに内部面改質層を形成する様子を示す説明図である。

[図11]処理ウェハの周縁除去の様子を示す説明図である。

[図12]形成された内部面改質層の説明図である。

[図13]処理ウェハに中心改質層を形成する様子を示す説明図である。

[図14]処理ウェハを分離する様子を示す説明図である。

[図15]処理ウェハを分離する別の方法を示す説明図である。

[図16]本実施形態にかかる内部面改質層の形成工程の一例を示すフロー図である。

[図17]本実施形態にかかる内部面改質層の形成工程の一例を示す説明図である。

[図18]処理ウェハの内部に形成される内部面改質層の様子を示す説明図である。

[図19]内部面改質層の他の形成例を示す説明図である。

## 発明を実施するための形態

[0008] 半導体デバイスの製造工程においては、例えば特許文献1に開示された方

法のように、表面に複数の電子回路等のデバイスが形成された円形基板などの半導体ウェハ（以下、ウェハという）の内部にレーザ光を照射して改質層を形成し、当該改質層を基点にウェハを分離することで、ウェハを薄化することが行われている。

[0009] かかるウェハの分離においては、ウェハの内部に前記改質層を形成した後、表面側と裏面側とを保持した状態で剥離方向への引張力を付与する。これにより、形成された改質層、及び、当該改質層から進展する亀裂（以下、「クラック」という）を境として、ウェハが分離して薄化される。なお、以下の説明において分離されるウェハのうち、デバイスが形成された表面側のウェハを「第1の分離ウェハ」、裏面側を「第2の分離ウェハ」という場合がある。

[0010] ここで、特許文献1に記載の改質面形成ステップにおいては、レーザービーム照射機構から照射されるレーザービームを第一ウェーハの内部の1点に集光し、当該集光点に改質面を形成する（単焦点加工）。

[0011] しかしながら、このようにウェハの全面において単焦点加工を行う場合、すなわち、ウェハの全面において改質層を1つずつ形成する場合、当該改質装置を形成する改質装置において生産性（タクト）が低下する。すなわち、改質層を1つずつ形成するため、当該改質層の形成に時間を要し、改質装置におけるスループットが低下するため、かかる改質層の形成には改善の余地があった。

[0012] 本開示に係る技術は、処理対象体の分離処理の効率を向上させる。以下、本実施形態にかかる処理装置を備えたウェハ処理システム、及び処理方法としてのウェハ処理方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0013] 先ず、ウェハ処理システムの構成について説明する。図1は、ウェハ処理システム1の構成の概略を模式的に示す平面図である。

[0014] ウェハ処理システム1では、図2に示すように処理ウェハWと支持ウェハ

Sとが接合された重合ウェハTに対して処理を行う。そしてウェハ処理システム1では、処理ウェハWを分離して薄化する。以下、処理ウェハWにおいて、支持ウェハSに接合される側の面を表面Waといい、表面Waと反対側の面を裏面Wbという。同様に、支持ウェハSにおいて、処理ウェハWに接合される側の面を表面Saといい、表面Saと反対側の面を裏面Sbという。なお、本実施形態では処理ウェハWが、本開示における処理対象体に相当する。

[0015] 処理ウェハWは、例えば円板形状を有するシリコンウェハなどの半導体ウェハであって、表面Waに複数の電子回路等のデバイスを含むデバイス層Dが形成されている。また、デバイス層Dにはさらに酸化膜Fw、例えばSiO<sub>2</sub>膜（TEOS膜）が形成されている。なお、本実施形態においては、処理ウェハWが前述の分離対象としてのウェハを構成する。

[0016] 支持ウェハSは、処理ウェハWを支持するウェハである。支持ウェハSの表面Saには、酸化膜Fs、例えばSiO<sub>2</sub>膜（TEOS膜）が形成されている。なお、支持ウェハSの表面Saに複数のデバイスが形成されている場合には、処理ウェハWと同様に表面Saにデバイス層（図示せず）が形成される。

[0017] なお、以下の説明においては、図示の煩雑さを回避するため、デバイス層Dおよび酸化膜Fw、Fsの図示を省略する場合がある。

[0018] なお、処理ウェハWに対しては既述の薄化処理の他に、当該薄化処理により処理ウェハWの周縁部が鋭く尖った形状（いわゆるナイフエッジ形状）になることを防止するためのエッジトリム処理が行われる。エッジトリム処理は、例えば図3に示すように、除去対象としての周縁部Weと中央部Wcとの境界にレーザ光を照射して周縁改質層M1を形成し、かかる周縁改質層M1を基点に周縁部Weを剥離することにより行われる。なお、エッジトリムにより除去される周縁部Weは、例えば処理ウェハWの外端部から径方向に1mm～5mmの範囲である。エッジトリム処理の方法については後述する。

- [0019] ここで、処理ウェハWの周縁部Weにおいて、処理ウェハWと支持ウェハSが接合されていると、周縁部Weを適切に除去できないおそれがある。そこで、エッジトリムにおける除去対象としての周縁部Weに相当する部分における処理ウェハWと支持ウェハSの界面には、エッジトリムを適切に行うための未接合領域Aeを形成する。具体的には、図3に示したように、処理ウェハWと支持ウェハSの界面には、処理ウェハWと支持ウェハSが接合された接合領域Acと、処理ウェハWと支持ウェハSの接合強度が低下された未接合領域Aeとを形成する。なお、接合領域Acの外側端部は、除去される周縁部Weの内側端部より若干径方向外側に位置させることが好ましい。
- [0020] 未接合領域Aeは、例えば接合前に形成されてもよい。具体的には、接合前の処理ウェハWの接合界面に対して、研磨やウェットエッチング等による除去、レーザ光の照射による改質、疎水材の塗布による疎水化、等により接合強度を低下させ、未接合領域Aeを形成することができる。なお、未接合領域Aeが形成される前記「接合界面」は、処理ウェハWにおける実際に支持ウェハSと接合される界面を形成する部分をいう。
- [0021] 未接合領域Aeは、例えば接合後に形成されてもよい。具体的には、接合後の処理ウェハWの周縁部Weに相当する部分における界面にレーザ光を照射することで、支持ウェハSの表面Saに対する接合強度を低下させることで形成される。なお、未接合領域Aeは、処理ウェハWの周縁部における処理ウェハWと支持ウェハS間の接合力を適切に低下させることができれば、未接合領域は処理ウェハWと支持ウェハSの接合界面近傍の任意の位置に形成され得る。すなわち、本実施形態にかかる「接合界面近傍」には、処理ウェハWの内部、デバイス層Dの内部、酸化膜Fwの内部、等が含まれるものとする。
- [0022] 図1に示すようにウェハ処理システム1は、搬入出ステーション2と処理ステーション3を一体に接続した構成を有している。搬入出ステーション2は、例えば外部との間で複数の重合ウェハTを収容可能なカセットCtが搬入出される。処理ステーション3は、重合ウェハTに対して処理を施す各種

処理装置を備えている。

[0023] 搬入出ステーション2には、カセット載置台10が設けられている。図示の例では、カセット載置台10には、複数、例えば3つのカセットCtをY軸方向に一直列に載置自在になっている。なお、カセット載置台10に載置されるカセットCtの個数は、本実施形態に限定されず、任意に決定することができる。

[0024] 搬入出ステーション2には、カセット載置台10のX軸負方向側において、当該カセット載置台10に隣接してウェハ搬送装置20が設けられている。ウェハ搬送装置20は、Y軸方向に延伸する搬送路21上を移動自在に構成されている。また、ウェハ搬送装置20は、重合ウェハTを保持して搬送する、例えば2つの搬送アーム22、22を有している。各搬送アーム22は、水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸周りに移動自在に構成されている。なお、搬送アーム22の構成は本実施形態に限定されず、任意の構成を取り得る。そして、ウェハ搬送装置20は、カセット載置台10のカセットCt、及び後述するトランジション装置30に対して、重合ウェハTを搬送可能に構成されている。

[0025] 搬入出ステーション2には、ウェハ搬送装置20のX軸負方向側において、当該ウェハ搬送装置20に隣接して、重合ウェハTを受け渡すためのトランジション装置30が設けられている。

[0026] 処理ステーション3には、例えば3つの処理ブロックG1～G3が設けられている。第1の処理ブロックG1、第2の処理ブロックG2、及び第3の処理ブロックG3は、X軸正方向側（搬入出ステーション2側）から負方向側にこの順で並べて配置されている。

[0027] 第1の処理ブロックG1には、エッチング装置40、洗浄装置41、及びウェハ搬送装置50が設けられている。エッチング装置40と洗浄装置41は、積層して配置されている。なお、エッチング装置40と洗浄装置41の数や配置はこれに限定されない。例えば、エッチング装置40と洗浄装置41はそれぞれX軸方向に並べて載置されていてもよい。さらに、これらエッ

チング装置40と洗浄装置41はそれぞれ、積層されていてもよい。

[0028] エッチング装置40は、後述する加工装置80で研削された処理ウェハWの分離面をエッチング処理する。例えば、分離面に対して薬液（エッチング液）を供給し、当該分離面をウェットエッチングする。薬液には、例えばHF、HNO<sub>3</sub>、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>、TMAH、Choline、KOHなどが用いられる。

[0029] 洗浄装置41は、後述する加工装置80で研削された処理ウェハWの分離面を洗浄する。例えば分離面にブラシを当接させて、当該分離面をスクラブ洗浄する。なお、分離面の洗浄には、加圧された洗浄液を用いてもよい。また、洗浄装置41は、処理ウェハWの分離面と共に、支持ウェハSの裏面Sbを洗浄する構成を有していてもよい。

[0030] ウェハ搬送装置50は、例えばエッチング装置40と洗浄装置41のY軸負方向側に配置されている。ウェハ搬送装置50は、重合ウェハTを保持して搬送する、例えば2つの搬送アーム51、51を有している。各搬送アーム51は、水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸周りに移動自在に構成されている。なお、搬送アーム51の構成は本実施形態に限定されず、任意の構成を取り得る。そして、ウェハ搬送装置50は、トランジション装置30、エッチング装置40、洗浄装置41、及び後述する改質装置60に対して、重合ウェハTを搬送可能に構成されている。

[0031] 第2の処理ブロックG2には、改質装置60及びウェハ搬送装置70が設けられている。なお、改質装置60の数や配置は本実施形態に限定されず、複数の改質装置60が積層して配置されていてもよい。

[0032] 改質装置60は、処理ウェハWの内部にレーザ光を照射し、未接合領域Ae、周縁改質層M1、内部面改質層M2及び中心改質層M3を形成する。改質装置60の詳細な構成は後述する。

[0033] ウェハ搬送装置70は、例えば改質装置60のY軸正方向側に配置されている。ウェハ搬送装置70は、重合ウェハTを保持して搬送する、例えば2つの搬送アーム71、71を有している。各搬送アーム71は、多関節のA

ーム部材72に支持され、水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸周りに移動自在に構成されている。なお、搬送アーム71の構成は本実施形態に限定されず、任意の構成を取り得る。そして、ウェハ搬送装置70は、洗浄装置41、改質装置60、及び後述する加工装置80に対して、重合ウェハTを搬送可能に構成されている。

[0034] 第3の処理ブロックG3には、加工装置80が設けられている。なお、加工装置80の数や配置は本実施形態に限定されず、複数の加工装置80が任意に配置されていてもよい。

[0035] 加工装置80は、回転テーブル81を有している。回転テーブル81は、回転機構（図示せず）によって、鉛直な回転中心線82を中心に回転自在に構成されている。回転テーブル81上には、重合ウェハTを吸着保持するチャック83が2つ設けられている。チャック83は、回転テーブル81と同一円周上に均等に配置されている。2つのチャック83は、回転テーブル81が回転することにより、受渡位置80a及び加工位置80bに移動可能になっている。また、2つのチャック83はそれぞれ、回転機構（図示せず）によって鉛直軸回りに回転可能に構成されている。

[0036] 受渡位置80aでは、重合ウェハTの受け渡しが行われる。加工位置80bには、研削ユニット84が配置され、処理ウェハWを研削する。研削ユニット84は、環状形状で回転自在な研削砥石（図示せず）を備えた研削部85を有している。また、研削部85は、支柱86に沿って鉛直方向に移動可能に構成されている。そして、チャック83に保持された処理ウェハWを研削砥石に当接させた状態で、チャック83と研削砥石をそれぞれ回転させる。

[0037] 以上のウェハ処理システム1には、制御部としての制御装置90が設けられている。制御装置90は、例えばCPUやメモリ等を備えたコンピュータであり、プログラム格納部（図示せず）を有している。プログラム格納部には、ウェハ処理システム1における処理ウェハWの処理を制御するプログラムが格納されている。また、プログラム格納部には、上述の各種処理装置や

搬送装置などの駆動系の動作を制御して、ウェハ処理システム1における後述のウェハ処理を実現させるためのプログラムも格納されている。なお、上記プログラムは、コンピュータに読み取り可能な記憶媒体Hに記録されていたものであって、当該記憶媒体Hから制御装置90にインストールされたものであってもよい。

[0038] なお、上述の各種処理装置には、当該各種処理装置を独立して制御するための制御装置（図示せず）がそれぞれ更に設けられていてもよい。

[0039] 次に、上述した改質装置60について説明する。図4、図5は、それぞれ改質装置60の構成の概略を示す平面図及び側面図である。

[0040] 改質装置60は、重合ウェハTを上面で保持する、保持部としてのチャック100を有している。チャック100は、処理ウェハWが上側であって支持ウェハSが下側に配置された状態で、支持ウェハSの裏面Sbを吸着保持する。チャック100は、エアベアリング101を介して、スライダテーブル102に支持されている。スライダテーブル102の下面側には、回転機構103が設けられている。回転機構103は、駆動源として例えばモータを内蔵している。チャック100は、回転機構103によってエアベアリング101を介して、鉛直軸回りに回転自在に構成されている。スライダテーブル102は、その下面側に設けられた保持部移動機構としての移動機構104を介して、基台106に設けられY軸方向に延伸するレール105に沿って移動可能に構成されている。なお、移動機構104の駆動源は特に限定されるものではないが、例えばリニアモータが用いられる。

[0041] チャック100の上方には、改質部としてのレーザヘッド110が設けられている。レーザヘッド110は、レンズ111を有している。レンズ111は、レーザヘッド110の下面に設けられた筒状の部材であり、チャック100に保持された処理ウェハWにレーザ光を照射する。

[0042] またレーザヘッド110は、図示しない空間光変調器をさらに有している。空間光変調器は、レーザ光を変調して出力する。具体的に空間光変調器は、レーザ光の焦点位置や位相を制御することができ、処理ウェハWに照射さ

れるレーザ光の形状や数（分岐数）を調整することができる。なお、空間光変調器としては例えばLCOS（Liquid Crystal on Silicon）が選択される。

[0043] 後述の内部面改質層M2の形成においては、かかる空間光変調器によってレーザヘッド110から照射されるレーザ光が切り替えられ、レンズ111の大きさにより定まるレーザ光Lの照射可能範囲内において、その形状と数が調節される。具体的には、処理ウェハWの内部における複数箇所と同時に集光点を形成し、複数の内部面改質層M2を同時に形成する（多焦点加工）。なお、同時に形成される集光点の数はレーザ光の出力、及び改質層の形成に必要なエネルギーに応じて任意に設定できる。

[0044] なお、レーザ光Lの「照射可能範囲」とは、処理ウェハWにおけるレーザ光Lが照射される面のうち、空間光変調器を介して一度にレーザ光Lを照射することができる範囲、換言すれば、レンズ111により屈曲してレーザ光Lを照射することができる限界範囲をいう。

[0045] なお、本実施形態においては、空間光変調器により同時に形成することができる集光点の数は最大で4つ、レーザ光Lの照射可能範囲は150 $\mu$ m四方の範囲である。

[0046] そしてレーザヘッド110は、レーザ光発振器（図示せず）から発振された高周波のパルス状のレーザ光であって、処理ウェハWに対して透過性を有する波長のレーザ光を、処理ウェハWの内部の予め決められた位置に集光して照射する。これによって、処理ウェハWにおいてレーザ光が集光した部分が改質し、未接合領域Ae、周縁改質層M1、内部面改質層M2及び中心改質層M3が形成される。

[0047] なお、本実施の形態では図示の煩雑さを回避するため、未接合領域Ae、周縁改質層M1、内部面改質層M2及び中心改質層M3は共通のレーザヘッド110により形成されるものとするが、それぞれ異なるレーザヘッドにより形成されてもよい。また、照射するレーザ光の種類によってレーザヘッドを使い分けてもよい。

- [0048] レーザヘッド110は、支持部材112に支持されている。レーザヘッド110は、鉛直方向に延伸するレール113に沿って、昇降機構114により昇降自在に構成されている。またレーザヘッド110は、改質部移動機構としての移動機構115によってY軸方向に移動自在に構成されている。なお、昇降機構114及び移動機構115はそれぞれ、支持柱116に支持されている。
- [0049] チャック100の上方であって、レーザヘッド110のY軸正方向側には、マクロカメラ120とマイクロカメラ121が設けられている。例えば、マクロカメラ120とマイクロカメラ121は一体に構成され、マクロカメラ120はマイクロカメラ121のY軸正方向側に配置されている。マクロカメラ120とマイクロカメラ121は、昇降機構122によって昇降自在に構成され、さらに移動機構123によってY軸方向に移動自在に構成されている。
- [0050] マクロカメラ120は、処理ウェハW（重合ウェハT）の外側端部を撮像する。マクロカメラ120は、例えば同軸レンズを備え、可視光、例えば赤色光を照射し、さらに対象物からの反射光を受光する。なお例えば、マクロカメラ120の撮像倍率は2倍である。
- [0051] マクロカメラ120で撮像された画像は、制御装置90に出力される。制御装置90では、マクロカメラ120で撮像された画像から、チャック100の中心と処理ウェハWの中心の第1の偏心量を算出する。
- [0052] マイクロカメラ121は、処理ウェハWの周縁部を撮像し、接合領域Acと未接合領域Aeの境界を撮像する。マイクロカメラ121は、例えば同軸レンズを備え、赤外光（IR光）を照射し、さらに対象物からの反射光を受光する。なお例えば、マイクロカメラ121の撮像倍率は10倍であり、視野はマクロカメラ120に対して約1/5であり、ピクセルサイズはマクロカメラ120に対して約1/5である。
- [0053] マイクロカメラ121で撮像された画像は、制御装置90に出力される。制御装置90では、マイクロカメラ121で撮像された画像から、チャック

100の中心と接合領域Acの中心の第2の偏心量を算出する。さらに、制御装置90は、第2の偏心量に基づいて、チャック100の中心と接合領域Acの中心が一致するように、チャック100又はレーザヘッド110を移動させる。なお、以下の説明においては、このチャック100又はレーザヘッド110を移動させる制御を偏心補正という場合がある。

[0054] 次に、以上のように構成されたウェハ処理システム1を用いて行われるウェハ処理について説明する。図6は、ウェハ処理の主な工程を示すフロー図である。図7は、ウェハ処理の主な工程の説明図である。なお、本実施形態では、ウェハ処理システム1の外部の接合装置（図示せず）において、処理ウェハWと支持ウェハSが接合され、予め重合ウェハTが形成されている。また、ウェハ処理システム1に搬入される重合ウェハTには前述の未接合領域Aeが予め形成されていてもよいが、以下の説明においては、未接合領域Aeを改質装置60において形成する場合を例に説明を行う。

[0055] 先ず、図7（a）に示す重合ウェハTを複数収納したカセットCtが、搬入出ステーション2のカセット載置台10に載置される。

[0056] 次に、ウェハ搬送装置20によりカセットCt内の重合ウェハTが取り出され、トランジション装置30に搬送される。続けて、ウェハ搬送装置50により、トランジション装置30の重合ウェハTが取り出され、改質装置60に搬送される。改質装置60では、先ず、図7（b）に示すように未接合領域Aeが形成される（図6のステップA1）。続いて、図7（c）に示すように処理ウェハWの内部に周縁改質層M1が形成され（図6のステップA2）、図7（d）に示すように内部面改質層M2が形成され（図6のステップA3）、さらに中心改質層M3が形成される（図6のステップA4）。周縁改質層M1は、エッジトリムにおいて周縁部Weを除去の際の基点となるものである。内部面改質層M2は、処理ウェハWを分離するための基点となるものである。中心改質層M3は処理ウェハWの中心部におけるクラックの進展を制御し、また処理ウェハWの中心部における分離の基点となるものである。

- [0057] 改質装置60においては先ず、ウェハ搬送装置50により重合ウェハTが改質装置60に搬入され、チャック100に保持される。次に、チャック100を未接合領域Aeの形成位置に移動させる。未接合領域Aeの形成位置は、レーザヘッド110が処理ウェハWの周縁部Weにレーザ光を照射できる位置である。
- [0058] 次に、チャック100を周方向に回転させつつレーザヘッド110からレーザ光L（例えばCO<sub>2</sub>レーザ）を照射して、未接合領域Aeを形成する（図6のステップA1）。なお上述のように、未接合領域Aeは、処理ウェハWと支持ウェハSの接合強度を低下することができれば、接合界面近傍の任意の位置に形成することができる。
- [0059] ここで、チャック100と、当該チャック100上に保持された処理ウェハWとの中心が一致していない場合、未接合領域Aeは処理ウェハWに対して偏心して形成される。すなわち、処理ウェハWと未接合領域Ae（接合領域Ac）の中心は一致しない。
- [0060] 次に、チャック100をマクロアライメント位置に移動させる。マクロアライメント位置は、マクロカメラ120が処理ウェハWの外側端部を撮像できる位置である。
- [0061] 次に、マクロカメラ120によって、処理ウェハWの周方向360度における外側端部の画像が撮像される。撮像された画像は、マクロカメラ120から制御装置90に出力される。
- [0062] 制御装置90では、マクロカメラ120の画像から、チャック100の中心と処理ウェハWの中心の第1の偏心量を算出する。さらに制御装置90では、第1の偏心量に基づいて、当該第1の偏心量のY軸成分を補正するように、チャック100の移動量を算出する。チャック100は、この算出された移動量に基づいてY軸方向に移動し、チャック100をマイクロアライメント位置に移動させる。マイクロアライメント位置は、マイクロカメラ121が処理ウェハWの周縁部を撮像できる位置である。ここで、上述したようにマイクロカメラ121の視野はマクロカメラ120に対して約1/5と小

さいため、第1の偏心量のY軸成分を補正しないと、処理ウェハWの周縁部がマイクロカメラ121の画角に入らず、マイクロカメラ121で撮像できない場合がある。このため、第1の偏心量に基づくY軸成分の補正は、チャック100をマイクロアライメント位置に移動させるためともいえる。

[0063] 次に、マイクロカメラ121によって、処理ウェハWの周方向360度における接合領域Acと未接合領域Aeの境界を撮像する。撮像された画像は、マイクロカメラ121から制御装置90に出力される。

[0064] 制御装置90では、マイクロカメラ121の画像から、チャック100の中心と接合領域Acの中心の第2の偏心量を算出する。さらに制御装置90では、第2の偏心量に基づいて、接合領域Acの中心とチャック100の中心が一致するように、周縁改質層M1に対するチャック100の位置を決定する。

[0065] 次に、チャック100を、改質位置に移動させる。改質位置は、レーザヘッド110が処理ウェハWにレーザ光を照射して、周縁改質層M1を形成する位置である。なお、本実施形態では、改質位置はマイクロアライメント位置と同じである。

[0066] 次に、図8及び図9に示すようにレーザヘッド110からレーザ光L（例えばYAGレーザ）を照射して、処理ウェハWの周縁部Weと中央部Wcの境界に周縁改質層M1を形成する（図6のステップA2）。なお、処理ウェハWの内部には、周縁改質層M1から処理ウェハWの厚み方向にクラックC1が進展する。クラックC1は表面Waまでのみ進展し、裏面Wbには到達しない。

[0067] なお、上記レーザ光Lによって形成される周縁改質層M1の下端は、分離後の処理ウェハWの最終仕上げ処理後の表面より上方に位置している。すなわち、分離後（より具体的には後述の研削処理後）の第1の分離ウェハW1に周縁改質層M1が残らないように形成位置が調節される。

[0068] ステップA2では、制御装置90で決定されたチャック100の位置に合わせて、接合領域Acの中心とチャック100の中心が一致するように、回

転機構103によってチャック100を回転させると共に、移動機構104によってチャック100をY軸方向に移動させる（偏心補正）。この際、チャック100の回転とY軸方向の移動を同期させる。

[0069] そして、このようにチャック100（処理ウェハW）の偏心補正を行いながら、レーザヘッド110から処理ウェハWの内部にレーザ光Lを照射する。すなわち、第2の偏心量を補正しながら、周縁改質層M1を形成する。そうすると周縁改質層M1は、接合領域Acと同心円状の環状に形成される。換言すれば、上述のように未接合領域Ae（接合領域Ac）が処理ウェハWに対して偏心して形成されている場合、周縁改質層M1も処理ウェハWに対して偏心して形成される。そして、このように周縁改質層M1が未接合領域Aeと同心円状に形成されるため、周縁改質層M1（クラックC1）を基点に周縁部Weを適切に除去することができる。

[0070] なお、本例においては、第2の偏心量がX軸成分を備える場合に、チャック100をY軸方向に移動させつつ、チャック100を回転させて、当該X軸成分を補正している。一方、第2の偏心量がX軸成分を備えない場合には、チャック100を回転させずに、Y軸方向に移動させるだけでよい。

[0071] 次に、図10に示すようにレーザヘッド110からレーザ光L（例えばYAGレーザ）を照射して、面方向に沿って内部面改質層M2を形成する（図6のステップA3）。この際、処理ウェハWに対するレーザヘッド110の相対的な水平位置に応じて、空間光変調器によってレーザヘッド110から照射されるレーザ光Lの形状と数が調節される。なお、内部面改質層M2の形成方法の詳細は後述する。

[0072] なお、処理ウェハWの内部には、内部面改質層M2から面方向にクラックC2が進展する。クラックC2は、周縁改質層M1の径方向内側のみに進展する。また、上記レーザ光Lによって形成される内部面改質層M2の下端は、分離後の処理ウェハWの最終仕上げ処理後の表面より上方に位置している。すなわち、分離後（より具体的には後述の研削処理後）の第1の分離ウェハに内部面改質層M2が残らないように形成位置が調節される。

[0073] ここで、内部面改質層M2が周縁改質層M1よりも径方向外側に形成された場合、図11に示すように、周縁部Weが除去された後のエッジトリムの品質が低下する。すなわち、周縁部Weが周縁改質層M1（クラックC1）を基点として適切に除去されず、周縁部Weの一部が支持ウェハS上に残存してしまう恐れがある。かかる観点から、内部面改質層M2は、周縁改質層M1よりも径方向内側に形成されるように形成位置が調節される。

[0074] なお、後述のように内部面改質層M2を基点に処理ウェハWを分離する際、この分離をウェハ面内で均一に行うためには、図12に示す内部面改質層M2の周方向間隔P（パルスピッチ）及び径方向間隔Q（インデックスピッチ）を制御することが好ましい。そこでステップA3では、チャック100の回転速度およびレーザ光Lの周波数を制御して、内部面改質層M2の間隔を調整している。具体的には、レーザヘッド110の径方向位置（レーザ光Lの照射位置）が処理ウェハWの外周部にある場合には回転速度を遅くし、レーザヘッド110の径方向位置が中心部にある場合には回転速度を速くしている。また、レーザヘッド110の径方向位置（レーザ光Lの照射位置）が処理ウェハWの外周部にある場合には周波数を大きくし、レーザヘッド110の径方向位置が中心部にある場合には周波数を小さくしている。

[0075] 処理ウェハWに内部面改質層M2が形成されると、次に、図13に示すようにレーザヘッド110からレーザ光L（例えばYAGレーザ）を照射して、面方向に沿って中心改質層M3を形成する（図6のステップA4）。なお、処理ウェハWの内部には、中心改質層M3から面方向にクラックC3が進展する。中心改質層M3は、かかるクラックC3が互いに連結されないように、また、クラックC2と連結されないように互いに離隔（例えば10 $\mu$ m以上）して形成される。

[0076] また、中心改質層M3の加工線は、処理ウェハWの面内において他の改質層（内部面改質層M2、中心改質層M3）と互いに交差しないように形成されることが好ましい。これにより、中心改質層M3が他の改質層と互いに重なって形成されることが抑制され、適切に処理ウェハWを分離することがで

きる。

- [0077] ステップA4では、チャック100（処理ウェハW）の回転を停止し、レーザヘッド110を処理ウェハWの上方で水平方向（X軸方向、Y軸方向）に移動させながら、レーザヘッド110から処理ウェハWの内部にレーザ光Lを照射することで、面方向に直線状の中心改質層M3を形成する。
- [0078] なお、かかる中心改質層M3の形成にあたっては、レーザヘッド110を水平方向に移動させることに代え、チャック100を水平方向に移動させてもよい。
- [0079] 処理ウェハWに中心改質層M3が形成されると、次に、ウェハ搬送装置70によって重合ウェハTが改質装置60から搬出される。
- [0080] 次に、重合ウェハTはウェハ搬送装置70により加工装置80に搬送される。加工装置80では、先ず、搬送アーム71からチャック83に重合ウェハTを受け渡す際、図7（e）に示すように周縁改質層M1と内部面改質層M2を基点に、処理ウェハWを第1の分離ウェハW1と第2の分離ウェハW2とに分離する（図6のステップA5）。この際、処理ウェハWから周縁部Weも除去される。かかる際、処理ウェハWと支持ウェハSの接合界面近傍には未接合領域Aeが形成されているので、周縁部Weを容易に剥離することができるため、適切に処理ウェハWの分離を行うことができる。
- [0081] ステップA5では、図14（a）に示すように搬送アーム71が備える吸着面71aで処理ウェハWを吸着保持しつつ、チャック83で支持ウェハSを吸着保持する。その後、図14（b）に示すように吸着面71aが処理ウェハWの裏面Wbを吸着保持した状態で、搬送アーム71を上昇させて、第1の分離ウェハW1と第2の分離ウェハW2に分離する。以上のようにステップA5では、第2の分離ウェハW2は周縁部Weと一体に分離され、すなわち周縁部Weの除去と処理ウェハWの分離（薄化）が同時に行われる。
- [0082] なお、分離された第2の分離ウェハW2は、例えばウェハ処理システム1の外部に回収される。また例えば、搬送アーム71の可動範囲内に回収部（図示せず）を設け、当該回収部において第2の分離ウェハW2の吸着を解除

することで、分離された第2の分離ウェハW2を回収してもよい。

[0083] また本実施形態では、加工装置80においてウェハ搬送装置70を利用して処理ウェハWを分離したが、ウェハ処理システム1には処理ウェハWの分離を行うための分離装置（図示せず）が設けられていてもよい。分離装置は、例えば改質装置60と積層して配置することができる。

[0084] 続いて、チャック83を加工位置80bに移動させる。そして、研削ユニット84によって、図7（f）に示すようにチャック83に保持された第1の分離ウェハW1の分離面である裏面W1bを研削し、当該裏面W1bに残る周縁改質層M1、内部面改質層M2及び中心改質層M3を除去する（図6のステップA6）。ステップA6では、裏面W1bに研削砥石を当接させた状態で、第1の分離ウェハW1と研削砥石をそれぞれ回転させ、裏面W1bを研削する。なおその後、洗浄液ノズル（図示せず）を用いて、第1の分離ウェハW1の裏面W1bが洗浄液によって洗浄されてもよい。

[0085] 次に、重合ウェハTはウェハ搬送装置70により洗浄装置41に搬送される。洗浄装置41では第1の分離ウェハW1の研削面である裏面W1bがスクラブ洗浄される（図6のステップA7）。なお、洗浄装置41では、第1の分離ウェハW1の裏面W1bと共に、支持ウェハSの裏面Sbが洗浄されてもよい。

[0086] 次に、重合ウェハTはウェハ搬送装置50によりエッチング装置40に搬送される。エッチング装置40では、分離面である第1の分離ウェハW1の裏面W1bが薬液によりウェットエッチングされる（図6のステップA8）。上述した加工装置80で研削された裏面W1bには、研削痕が形成される場合がある。ステップA8では、ウェットエッチングすることによって当該研削痕を除去し、裏面W1bを平滑化することができる。

[0087] その後、すべての処理が施された重合ウェハTは、ウェハ搬送装置50によりトランジション装置30に搬送され、さらにウェハ搬送装置20によりカセット載置台10のカセットCtに搬送される。こうして、ウェハ処理システム1における一連のウェハ処理が終了する。

[0088] なお、以上の実施形態では、ステップA 1～A 8の処理順序を適宜変更することが可能である。

変形例1として、ステップA 2の周縁改質層M 1の形成とステップA 3の内部面改質層M 2の形成の順序を入れ替えてもよい。かかる場合、ウェハ処理は、ステップA 1、ステップA 3、ステップA 2、ステップA 4～A 8の順で行われる。

変形例2として、ステップA 4の中心改質層M 3の形成は、ステップA 2の周縁改質層M 1の形成前に行われてもよい。かかる場合、ウェハ処理は、ステップA 1、ステップA 4、ステップA 2～A 3、ステップA 5～A 8の順で行われる。

変形例3として、ステップA 4の中心改質層M 3の形成は、ステップA 3の内部面改質層M 2の形成前に行われてもよい。かかる場合、ウェハ処理は、ステップA 1～A 2、ステップA 4、ステップA 3、ステップA 5～A 8の順で行われる。

変形例4として、ステップA 1の未接合領域A eの形成は、ステップA 2の周縁改質層M 1の形成後に行われてもよい。かかる場合、ウェハ処理は、ステップA 2、ステップA 1、ステップA 3～A 8の順で行われる。

変形例5として、ステップA 1の未接合領域A eの形成は、ステップA 3の内部面改質層M 2の形成後に行われてもよい。かかる場合、ウェハ処理は、ステップA 2～A 3、ステップA 1、ステップA 4～A 8の順で行われる。

[0089] また、以上の実施形態では、ステップA 1～A 8の処理を適宜省略することが可能である。

省略例1として、ステップA 6の周縁改質層M 1、内部面改質層M 2及び中心改質層M 3の除去は、ステップA 8におけるウェットエッチングにより行われてもよい。かかる場合、ステップA 6の研削処理を省略することができる。

省略例2として、ステップA 6の研削処理において周縁改質層M 1、内部

面改質層M2及び中心改質層M3が適切に除去され、また研削痕が形成されていない場合、ステップA8のウェットエッチングを省略することができる。

省略例3として、ウェハ処理システム1に対して、未接合領域Aeが形成された重合ウェハTが搬入される場合、ステップA1の未接合領域Aeの形成を省略することができる。

[0090] なお、上述の変形例4、5のように未接合領域Aeを改質装置60における処理ウェハWのアライメント後に行う場合、前述のマイクロアライメント（未接合領域Aeの境界を撮像することによるチャック100の中心と接合領域Acの第2の偏心量の算出）は省略されてもよい。かかる場合、ステップA2の周縁改質層M1の形成は、マクロアライメントの結果に基づいて行われてもよい。

[0091] なお、上記実施形態におけるステップA5では、第2の分離ウェハW2は周縁部Weと一体に分離、すなわち周縁部Weの除去と処理ウェハWの薄化が同時に行われたが、第2の分離ウェハW2と周縁部Weは同時に分離されなくてもよい。例えば、エッジトリム処理により周縁部Weを剥離した後に第2の分離ウェハW2を分離してもよい。かかる場合、ステップA2において形成される周縁改質層M1から進展するクラックC1を、図15(a)に示すように、表面Wa及び裏面Wbに到達させることで、図15(b)に示すように適切にエッジトリム処理、薄化処理を行うことができる。また、周縁部Weを剥離しない場合も考えられるが、かかる場合、処理ウェハWのアライメントは、接合領域Acと未接合領域Aeの境界に代えて、当該処理ウェハWの外端部により行われてもよい。

[0092] 次に、ステップA3における内部面改質層M2の形成方法について説明する。図16は、内部面改質層M2の形成の主な工程を示すフロー図、図17は内部面改質層M2の形成において空間光変調器により調節されるレーザ光の照射条件の説明図である。なお、処理ウェハWには、内部面改質層M2の形成に先だって、周縁改質層M1及びクラックC1が形成されている（図6

および図16のステップA2)。

[0093] 上述のように、内部面改質層M2は、エッジトリムの品質低下を抑制するため周縁改質層M1よりも径方向内側に形成されることが望ましい。ここで、前述のように周縁改質層M1が処理ウェハWに対して偏心して形成されている場合や、前述の第1の偏心量及び第2の偏心量の補正が適切に行われなかった場合、かかる偏心を考慮せずに内部面改質層M2を形成すると、内部面改質層M2適切に形成できないおそれがある。具体的には、上述のように周縁改質層M1の径方向外側に形成されることでエッジトリム精度が低下したり、内部面改質層M2が処理ウェハWの全面に形成されずに分離が適切にできなかつたりするおそれがある。

[0094] また、内部面改質層M2は処理ウェハWの面内において後述のように螺旋状に形成されることが好ましい。しかしながら、かかる螺旋形状を前記偏心の補正を行いながら形成する場合、すなわち偏心に追従させながら螺旋形状を形成する場合、処理ウェハWの中心部においてはチャック100やレーザヘッド110を高速で水平方向に往復動作させる必要がある。このように高速で往復動作をする場合、偏心補正動作が内部面改質層M2の形成動作に追従できなくなることや、共振やガイド寿命の低下が懸念される。

[0095] そこで本実施形態にかかる内部面改質層M2の形成においては、先ず、周縁改質層M1に沿って径方向内側に、チャック100(処理ウェハW)の偏心補正を行いながら、接合領域Acの偏心を吸収するための第1の内部面改質層としてのバッファ層Bを形成する(図16のステップA3-1)。バッファ層Bは、例えば未接合領域Ae及び周縁改質層M1の偏心量以上の加工幅(例えば200 $\mu$ m)で形成される。

[0096] バッファ層Bの形成にあたっては、前記空間光変調器によってレーザヘッド110から照射されるレーザ光Lが切り替えられ、その配置(間隔)と数が調節される。具体的には、図17(a)に示すように処理ウェハWの内部に、径方向に沿って複数、例えば4つの集光点を形成することで、4つの内部面改質層M2を同時に形成する。内部面改質層M2の第1の径方向間隔と

しての径方向間隔 $Q_1$ は例えば $10\mu\text{m}$ である。なお、以下の説明においてかかる径方向間隔を $10\mu\text{m}$ とし、4つの集光点を径方向に並べるレーザ光 $L$ の照射パターンを「第1の集光パターン」言う場合がある。

[0097] そして、チャック100の回転開始後、回転速度が律速した（等速になった）後に、少なくともチャック100（処理ウェハ $W$ ）を1周（360度）回転させながら、レーザヘッド110から処理ウェハ $W$ の内部にレーザ光 $L$ を周期的に照射して、環状の内部面改質層 $M_2$ を形成する。その後、レーザヘッド110を処理ウェハ $W$ の径方向内側（ $Y$ 軸方向）に相対的に移動させる。これら環状の内部面改質層 $M_2$ の形成と、レーザヘッド110の径方向内側への移動とを繰り返し行って、前記加工幅で面方向に内部面改質層 $M_2$ を形成することで、未接合領域 $A_e$ 及び周縁改質層 $M_1$ と同心円状のバッファ層 $B$ としての内部面改質層 $M_2$ が形成される。

[0098] なお、かかるバッファ層 $B$ の形成時におけるレーザ光 $L$ の周波数は例えば $80\text{kHz}$ である。なお、これら内部面改質層 $M_2$ の形成にかかる条件は一例であって、任意に変更することが可能である。

[0099] バッファ層 $B$ が形成されると、次に、例えばバッファ層 $B$ の加工幅の間から、第2の内部面改質層としての螺旋状の内部面改質層 $M_2$ を形成する。当該螺旋状の内部面改質層 $M_2$ の形成にあたっては、前述の偏心補正は行わない。すなわち、本実施の形態においては、周縁改質層 $M_1$ 及びバッファ層 $B$ を構成する内部面改質層 $M_2$ は偏心補正を行いながら形成し、バッファ層 $B$ の径方向内側に形成される螺旋状の内部面改質層 $M_2$ の形成においては偏心補正を行わない。

[0100] なお、螺旋状の内部面改質層 $M_2$ の形成にあたっては、処理ウェハ $W$ の分離を適切に行うため、図18に示すように、内部面改質層 $M_2$ の径方向間隔 $Q$ が異なるエリアが形成される。具体的には、処理ウェハ $W$ の径方向外側において内部面改質層 $M_2$ の径方向間隔 $Q$ が広く形成された第1の改質層形成領域としての広間隔領域 $R_1$ が形成され（図16のステップA3-2）、広間隔領域 $R_1$ の径方向内側において内部面改質層 $M_2$ の径方向間隔 $Q$ が狭く

形成された第2の改質層形成領域としての狭間隔領域R2が形成される（図16のステップA3-3）。なお、内部面改質層M2の周方向間隔Pは、広間隔領域R1と狭間隔領域R2とともに全周に亘って一定である。

[0101] ここで広間隔領域R1においては、図18(b)に示すように、隣接する内部面改質層M2の形成時に面方向に進展するクラックC2同士が繋がらないように、内部面改質層M2の第2の径方向間隔としての径方向間隔Q2が設定される。また狭間隔領域R2においては、図18(b)に示すように、隣接する内部面改質層M2の形成時に面方向に進展するクラックC2同士が繋がるように、内部面改質層M2の第3の径方向間隔としての径方向間隔Q3が設定される。なお一例として、広間隔領域R1における内部面改質層M2の径方向間隔Q2は60 $\mu$ m、狭間隔領域R2における内部面改質層M2の径方向間隔Q3は10 $\mu$ mとすることができる。

[0102] 広間隔領域R1の形成にあたっては、前記空間光変調器によってレーザヘッド110から照射されるレーザ光Lが切り替えられ、その配置（間隔）と数が調節される。ここで、広間隔領域R1の形成においてもバッファ層Bの形成と同様に径方向に4つの内部面改質層M2を形成することが好ましいが、上述のように、空間光変調器によりレーザ光Lを照射することができる範囲は150 $\mu$ m四方の範囲である。すなわち、広間隔領域R1における径方向間隔Q2（60 $\mu$ m）では、径方向に並べて4つの内部面改質層M2を同時に形成することができない。

[0103] そこで本実施形態においては、図17(b)に示すように処理ウェハWの内部に、径方向に沿って2つ、周方向に沿って2つ、の合計4つの内部面改質層M2を同時に形成する。内部面改質層M2の径方向間隔Q2は例えば60 $\mu$ m、周方向間隔Pは例えば10 $\mu$ mである。なお、以下の説明においてかかる径方向間隔を60 $\mu$ m、周方向間隔を10 $\mu$ mとし、4つの集光点を略四角形状に並べるレーザ光Lの照射パターンを「第2の集光パターン」言う場合がある。

[0104] そして、回転機構103によってチャック100をレーザヘッド110に

対して回転させながら、レーザヘッド110から処理ウェハWの内部にレーザ光Lを周期的に照射し、更に移動機構104によってチャック100をY軸方向に移動させて、面方向に内部面改質層M2を形成する。これにより、周縁改質層M1の径方向内側において、螺旋状の内部面改質層M2が形成される。

[0105] なお、かかる広間隔領域R1の形成時における処理ウェハWの回転数は例えば600rpm、レーザ光Lの周波数は例えば80kHzである。

[0106] ここで処理ウェハWの分離を面内で均一に行うためには、上述のように内部面改質層M2の形成間隔が均一となることが望ましい。しかしながら、内部面改質層M2の形成にあたり、チャック100の回転速度やレーザ光Lの周波数を一定に制御する場合、内部面改質層M2の周方向間隔Pを一定に制御できなくなる臨界点に達する。そして、かかる状態でさらにレーザ光Lの照射位置がさらに径方向内側に移動すると、周方向間隔Pが小さくなっていき、同一加工線上で内部面改質層M2が重なる場合がある。そして、このように内部面改質層M2が重なって形成される場合、処理ウェハWを適切に分離できなくなったり、レーザ光の抜け光が発生してデバイス層Dに損傷を与えたりする場合がある。

[0107] さらに、上述の第2の集光パターンにより内部面改質層M2を形成する場合、レーザ光Lの周波数は処理ウェハWの回転速度に対して実質的に2倍になり、前記臨界点に達する位置が、レーザ光Lの集光点を径方向に並べる場合と比べて径方向外側となる。

[0108] そこで、広間隔領域R1の形成にあたって第2の集光パターンにおける前記臨界点に達すると、前記空間光変調器によってレーザヘッド110から照射されるレーザ光Lが切り替えられ、その配置（間隔）と数が調節される。具体的には、図17(c)に示すように処理ウェハWの内部に、径方向に沿って複数、例えば3つの集光点を形成することで、3つの内部面改質層M2を同時に形成する。内部面改質層M2の径方向間隔Q1は例えば60μmである。なお、以下の説明においてかかる径方向間隔を60μmとし、3つの

集光点を径方向に並べるレーザ光Lの照射パターンを「第3の集光パターン」言う場合がある。

[0109] なお、広間隔領域R1と狭間隔領域R2の形成範囲は任意に決定することができ、上述の第2の集光パターンにおける前記臨界点が広間隔領域R1の形成範囲に存在しない場合には、第3の集光パターンによる内部面改質層M2の形成を省略することができる。

[0110] 広間隔領域R1が形成されると、次に、前記空間光変調器によってレーザヘッド110から照射されるレーザ光Lが切り替えられ、その配置（間隔）と数が調節されることで、狭間隔領域R2の形成が開始される。具体的には、図17（d）に示すように処理ウェハWの内部に、径方向に沿って複数、例えば4つの集光点を形成することで、4つの内部面改質層M2を同時に形成する。内部面改質層M2の径方向間隔Q3は例えば10 $\mu$ mである。すなわち、狭間隔領域R2は、バッファ層Bと同様に前記「第1の集光パターン」により形成される。

[0111] なお、かかる狭間隔領域R2の形成時におけるレーザ光Lの周波数は例えば70kHzである。狭間隔領域R2は上述のように広間隔領域R1の径方向内側に形成されるが、このようにレーザ光Lの周波数を小さくすることにより、形成される内部面改質層M2の周方向間隔Pを、処理ウェハWの面内で一定に制御することができる。なお、内部面改質層M2の周方向間隔Pは、レーザ光Lの周波数を小さくすることに代えて、又は小さくすることと共にチャック100の回転速度を上げることによっても制御することができる。

[0112] しかしながら、このチャック100の回転速度が上限値、レーザ光Lの周波数が下限値にそれぞれ達した場合、内部面改質層M2の周方向間隔Pは、それ以上間隔を広げることができない最終臨界点に達する。そして、かかる状態でさらにレーザ光Lの照射位置が径方向内側に移動すると、上述のように周方向間隔Pが小さくなっていき、処理ウェハWの中心部においては同一加工線上で内部面改質層M2が重なる場合がある。

- [0113] そこで、内部面改質層M2の周方向間隔Pが前記最終臨界点に達する処理ウェハWの中心部近傍で狭間隔領域R2の形成、すなわち内部面改質層M2の形成を終了し、図17(e)に示すように、内部面改質層M2の径方向内側に中心改質層M3を形成する(図6及び図16のステップA4)。なお、中心改質層M3の形成範囲R3は、例えば、レーザ光Lの周波数の最低値及びチャック100の回転速度の最高値から求めることができる(例えば処理ウェハWの中心から1~2mm程度の範囲)。
- [0114] なお、中心改質層M3の加工線は、上述のように互いに交差、近接して形成されなければ、任意の形状(直線形状や曲線形状、またはこれらの組み合わせ)で形成することができる。
- [0115] ステップA3における内部面改質層M2は以上のように形成される。
- [0116] 以上の本実施形態によれば、処理ウェハWに対する内部面改質層M2の形成にあたって複数の内部面改質層M2を同時に形成することにより、改質装置60におけるスループットを向上させ、これにより生産性(タクト)を向上することができる。
- [0117] またこの時、処理ウェハWに対するレーザヘッド110の径方向位置に応じて処理ウェハWに対するレーザ光Lの集光パターンを選択、制御することにより、更に適切にタクトを向上することができる。
- [0118] なお、前記レーザ光の集光パターンは、より具体的には、レーザ光の集光位置におけるチャック100(処理ウェハW)の相対的な回転数、レーザ光の周波数、レンズ111の大きさにより定まるレーザ光の径方向許容範囲及び周方向許容範囲としての照射可能範囲、及び、レーザ光の最大照射可能数、等の条件により任意に選択することができる。さらに換言すれば、前記レーザ光の集光パターンは、レーザ光の集光位置におけるチャック100(処理ウェハW)の相対的な回転数とレーザ光Lの照射ピッチ、すなわち内部面改質層M2が形成される周方向間隔Pに基づいて選択することができる。
- [0119] 例えば内部面改質層M2の形成にかかるスループットを向上させるため、チャック100の回転数が遅い外周部においては複数の集光点を周方向に並

べて配置する。かかる周方向に並べられる集光点の数は、チャック100の回転数に応じて決定される。そして、回転数の上昇によって内部面改質層M2が周方向で重なる可能性がある場合には、周方向に並べる集光点の数を減らし、径方向に並べる数を増やす。このように、チャック100の相対的な回転数とレーザ光の照射ピッチとに基づいて、一度に形成する内部面改質層M2の数を最大化することでスループットを向上できる。

[0120] なお、内部面改質層M2の形成にあたっては、レーザ光の同時集光数が多いほど、すなわち、同時に形成する内部面改質層M2の数が多いほど、高効率に内部面改質層M2の形成を行うことができ、スループットを向上させることができる。

[0121] また、レーザ光の集光パターンは上記実施形態には限定されず、例えば周方向のみに複数並べてもよい。複数のレーザ光を径方向に並べた場合には、レーザヘッド110の径方向位置によらずに処理ウェハWの回転数を一定に制御することができ、一方、複数のレーザ光を周方向に並べた場合には、処理ウェハWの回転数を上げて内部面改質層M2の形成を行うことができる。

[0122] また、上述のようにレーザ光の最大照射可能数はレーザ光の出力に応じて決定されるため、かかる最大照射可能数に応じてさらに任意のパターンで内部面改質層M2を形成することができる。

[0123] なお、上記実施の形態においては、レーザ光の周波数をバッファ層B及び広間隔領域R1の形成においては80kHz、狭間隔領域R2においては70kHzで制御したが、レーザ光の周波数もこれに限定されるものではない。例えば、レーザ光の周波数はレーザヘッド110の径方向位置、またはレーザ光の集光点における処理ウェハWの相対的な回転数に応じて、連続的に変化するように制御してもよい。また、上記実施例ではこのようにレーザ光Lの周波数を変化させたが、チャック100（処理ウェハW）の回転数を変化させてもよい。

[0124] なお、上述のように本実施形態においては、螺旋状の内部面改質層M2（広間隔領域R1、狭間隔領域R2）の形成にあたり、空間光変調器によって

レーザヘッド110から照射されるレーザ光Lが切り替えられ、その配置（間隔）と数が調節されている。具体的には、螺旋状の内部面改質層M2を形成にあたり、複数の集光パターンを切り替えながら処理ウェハWの全面に内部面改質層M2を形成する。

[0125] ここで、レーザ光の集光パターンの切り替え時においては、制御装置90が系統信号を発してから実際にレーザヘッド110からのレーザ光が切り替わるまでの遅れ時間が存在する。そして内部面改質層M2の形成にあたっては、上述のように処理ウェハWを回転させながら集光パターンの切り替えを行うため、当該集光パターンの切り替え位置と前記臨界点との位置合わせの制御にあたっては、先述の遅れ時間における処理ウェハWの回転を考慮する必要がある。すなわち、レーザヘッド110が所望のレーザ光の切り替え位置の上方に到達するよりも前に、系統信号を発する必要がある。

[0126] またここで、内部面改質層M2を螺旋状に形成する場合、形成される内部面改質層M2の周方向間隔P（パルスピッチ）を一定にするため、処理ウェハWに対するレーザヘッド110の位置に応じてチャック100の回転速度や、レーザ光の周波数を制御している。換言すれば、レーザ光の切り替え位置などの諸条件に応じて回転速度が異なるため、遅れ時間における処理ウェハWの回転に伴う移動量が異なる場合がある。

[0127] そこで、上述のように内部面改質層M2の形成にかかるレーザ光の集光パターンを制御する場合、レーザ光の集光位置における処理ウェハWの回転速度及び遅れ時間に応じて、レーザ光の切り替えのタイミングを制御することが好ましい。

[0128] なお、以上の実施形態によれば内部面改質層M2は、広間隔領域R1及び狭間隔領域R2が形成されるように、処理ウェハWの面方向に沿って形成されたが、処理ウェハWの全面において、径方向間隔Qが均一に形成されていてもよい。具体的には、例えばバッファ層Bにおける内部面改質層M2の径方向間隔Q1で、螺旋状の内部面改質層M2が形成されていてもよい。このように処理ウェハWの全面で径方向間隔Qが均一である場合、処理ウェハW

の分離を面内で均一に行うことができる。

- [0129] なお、以上の実施形態によれば内部面改質層M2は処理ウェハWの面内において螺旋状に形成されたが、内部面改質層M2の形成形状はこれに限定されず、未接合領域Ae及び周縁改質層M1と同心円状の環状に形成されてもよい。
- [0130] かかる場合内部面改質層M2は、環状の内部面改質層M2の形成と、レーザーヘッド110の径方向内側への移動とを繰り返し行うことで、面方向に内部面改質層M2を形成する。
- [0131] なお、以上の実施形態によれば広間隔領域R1を径方向外側、狭間隔領域R2を径方向内側に形成したが、図19(a)に示すように平面視における処理ウェハWの径方向外側において狭間隔領域R2を形成し、当該狭間隔領域R2の内側に広間隔領域R1を形成してもよい。また例えば、図19(b)に示すように処理ウェハWの径方向外側において広間隔領域R1と狭間隔領域R2が交互に形成されてもよい。
- [0132] また、以上の実施形態においては処理ウェハWの径方向に対して広間隔領域R1及び狭間隔領域R2を形成、すなわち、内部面改質層M2の径方向間隔Qを変更したが、これに代えて周方向間隔P（パルスピッチ）を変更してもよい。また、径方向間隔Q及び周方向間隔Pの両方を変更するようにしてもよい。かかる場合、処理ウェハWの面内に形成する内部面改質層M2の数が更に減るため、スループットを更に向上することができる。
- [0133] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。
- [0134] 例えば、上記の実施の形態においては、処理対象体としての処理ウェハWがシリコンウェハである場合を例に説明を行ったが、処理対象体の種類はこれに限定されるものではない。例えば処理対象体としては、シリコン基板に代えて、ガラス基板、単結晶基板、多結晶基板または非晶質基板などが選択されてもよい。また例えば処理対象体としては、円形基板に代えて、インゴ

ット、基台または薄板などが選択されてもよい。

[0135] 例えば、上記の実施形態では、周縁改質層M1と内部面改質層M2を基点に処理ウエハWを分離したが、処理ウエハWを分離する基点はこれに限定されない。例えば、酸化膜F<sub>w</sub>又は酸化膜F<sub>s</sub>の内部全面にレーザ光を照射して改質層を形成し、当該改質層を起点に処理ウエハWを分離してもよい。また例えば、ウエハ処理システム1での処理前の処理ウエハWにおいて、当該処理ウエハWとデバイス層Dとの間には酸化膜（図示せず）を形成し、この酸化膜の内部全面にレーザ光を照射して改質層を形成し、当該改質層を起点に処理ウエハWを分離してもよい。さらに例えば、処理ウエハWと支持ウエハSの界面にさらに接着層（図示せず）を形成し、この接着層の内部全面にレーザ光を照射して改質層を形成し、当該改質層を起点に処理ウエハWを分離してもよい。なお、かかる処理ウエハWを分離するための改質層には、レーザアブレーション等による昇華が含まれるものとする。

### 符号の説明

[0136]	60	改質装置
	90	制御装置
	100	チャック
	103	回転機構
	104	移動機構
	110	レーザヘッド
	115	移動機構
	L	レーザ光
	M1	周縁改質層
	M2	内部面改質層
	W	処理ウエハ

## 請求の範囲

- [請求項1] 処理対象体を処理する処理装置であって、  
前記処理対象体を保持する保持部と、  
前記処理対象体の内部にレーザ光を照射して面方向に沿って複数の集光点を形成する改質部と、  
前記保持部と前記改質部を相対的に水平方向に移動させる移動機構と、  
、  
前記保持部と前記改質部を相対的に回転させる回転機構と、  
前記処理対象体に対する前記集光点の形成動作を制御する制御部と、  
を備え、  
前記制御部は、  
前記回転機構により前記改質部に対して前記保持部に保持された前記処理対象体を相対的に回転させながら、前記改質部から前記処理対象体の内部にレーザ光を周期的に照射し、さらに前記移動機構により前記保持部に対して前記改質部を相対的に径方向に移動させて、前記集光点を形成するにあたり、  
前記処理対象体の相対的な回転数及び前記レーザ光の照射ピッチに基づいて、  
前記処理対象体の面方向の異なる位置において同時に形成する前記集光点の数及び配置を制御する、処理装置。
- [請求項2] 前記処理対象体の内部に形成された前記集光点は改質層を形成し、  
前記改質層は、  
前記処理対象体の除去対象の周縁部の剥離の基点となる周縁改質層と、  
、  
前記周縁改質層の径方向内側において、前記周縁改質層と同心円の環状に形成される第1の内部面改質層と、  
前記第1の内部面改質層の径方向内側において形成される第2の内部面改質層と、を含み、

前記制御部は、

前記第 1 の内部面改質層を形成するにあたり、前記処理対象体の径方向に沿って複数の前記第 1 の内部面改質層を同時に形成するように、前記改質層の形成動作を制御する、請求項 1 に記載の処理装置。

[請求項3]

前記制御部は、

複数の前記第 1 の内部面改質層を前記処理対象体の径方向に沿って第 1 の径方向間隔で同時に形成し、

前記第 2 の内部面改質層を形成するにあたり、前記処理対象体の径方向に沿って複数の前記第 2 の内部面改質層を、前記第 1 の径方向間隔より大きい第 2 の径方向間隔で同時に形成するように、前記改質層の形成動作を制御する、請求項 2 に記載の処理装置。

[請求項4]

前記制御部は、

複数の前記第 1 の内部面改質層を前記処理対象体の径方向に沿って第 1 の径方向間隔で同時に形成し、

前記第 2 の内部面改質層を形成するにあたり、前記処理対象体の径方向に沿って複数の前記第 2 の内部面改質層を、前記第 1 の径方向間隔で同時に形成するように、前記改質層の形成動作を制御する、請求項 2 に記載の処理装置。

[請求項5]

前記制御部は、複数の前記第 2 の内部面改質層を周方向に沿って同時に形成し、

同時に形成される当該第 2 の内部面改質層の周方向間隔が、前記処理対象体に形成された前記第 1 の内部面改質層の周方向間隔と同じになるように、前記改質層の形成動作を制御する、請求項 2～4 のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項6]

前記制御部は、

複数の前記第 1 の内部面改質層を前記処理対象体の径方向に沿って第 1 の径方向間隔で同時に形成し、

前記第 2 の内部面改質層の形成時において、

前記第1の径方向間隔よりも大きい第2の径方向間隔で、複数の第2の内部面改質層が同時に形成される第1の改質層形成領域と、前記第2の径方向間隔よりも小さい第3の径方向間隔で、複数の第2の内部面改質層が同時に形成される第2の改質層形成領域と、を形成するように前記改質層の形成動作を制御する、請求項2に記載の処理装置。

[請求項7] 前記第2の内部面改質層は、前記処理対象体の面方向に沿って螺旋状に形成される、請求項2～6のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項8] 前記第2の内部面改質層は、前記処理対象体の面方向に沿って前記周縁改質層と同心円の環状に形成される、請求項2～6のいずれか一項に記載の処理装置。

[請求項9] 処理対象体を処理する処理方法であって、  
回転機構により改質部に対して保持部に保持された前記処理対象体を相対的に回転させながら、前記改質部から前記処理対象体の内部にレーザ光を周期的に照射し、さらに移動機構により前記保持部に対して前記改質部を相対的に径方向に移動させて、集光点を形成するにあたり、  
前記処理対象体の相対的な回転数及び前記レーザ光の照射ピッチに基づいて、  
前記処理対象体の面方向の異なる位置において同時に形成する前記集光点の数及び配置を決定する、処理方法。

[請求項10] 前記処理対象体の内部に形成された前記集光点は改質層を形成し、前記処理対象体の除去対象の周縁部の剥離の基点となる周縁改質層を形成することと、  
前記周縁改質層の径方向内側において、前記周縁改質層と同心円の環状に形成される第1の内部面改質層を形成することと、  
前記第1の内部面改質層の径方向内側において形成される第2の内部面改質層を形成することと、を含み、

前記第 1 の内部面改質層を形成するにあたり、前記処理対象体の径方向に沿って複数の前記第 1 の内部面改質層を同時に形成する、請求項 9 に記載の処理方法。

[請求項11] 複数の前記第 1 の内部面改質層を前記処理対象体の径方向に沿って第 1 の径方向間隔で同時に形成し、  
前記第 2 の内部面改質層を形成するにあたり、前記処理対象体の径方向に沿って複数の前記第 2 の内部面改質層を、前記第 1 の径方向間隔より大きい第 2 の径方向間隔で同時に形成する、請求項 10 に記載の処理方法。

[請求項12] 複数の前記第 1 の内部面改質層を前記処理対象体の径方向に沿って第 1 の径方向間隔で同時に形成し、  
前記第 2 の内部面改質層を形成するにあたり、前記処理対象体の径方向に沿って複数の前記第 2 の内部面改質層を、前記第 1 の径方向間隔で同時に形成する、請求項 10 に記載の処理方法。

[請求項13] 前記処理対象体に形成された前記第 1 の内部面改質層の周方向間隔で、複数の前記第 2 の内部面改質層を周方向に沿って同時に形成する、請求項 10～12 のいずれか一項に記載の処理方法。

[請求項14] 複数の前記第 1 の内部面改質層を前記処理対象体の径方向に沿って第 1 の径方向間隔で同時に形成し、  
前記第 2 の内部面改質層の形成時において、  
前記第 1 の径方向間隔よりも大きい第 2 の径方向間隔で、複数の第 2 の内部面改質層が同時に形成される第 1 の改質層形成領域を形成することと、  
前記第 2 の径方向間隔よりも小さい第 3 の径方向間隔で、複数の第 2 の内部面改質層が同時に形成される第 2 の改質層形成領域を形成することと、含む、請求項 10 に記載の処理方法。

[請求項15] 前記第 2 の内部面改質層の形成にあたり、  
保持部に保持された前記処理対象体を相対的に回転させながら、前記

改質部から処理対象体の内部に前記レーザ光を周期的に照射し、さらに前記保持部に対して前記改質部を相対的に径方向に移動させて、前記処理対象体の面方向に沿って螺旋状に前記第2の内部面改質層を形成する、請求項10～14のいずれか一項に記載の処理方法。

[請求項16]

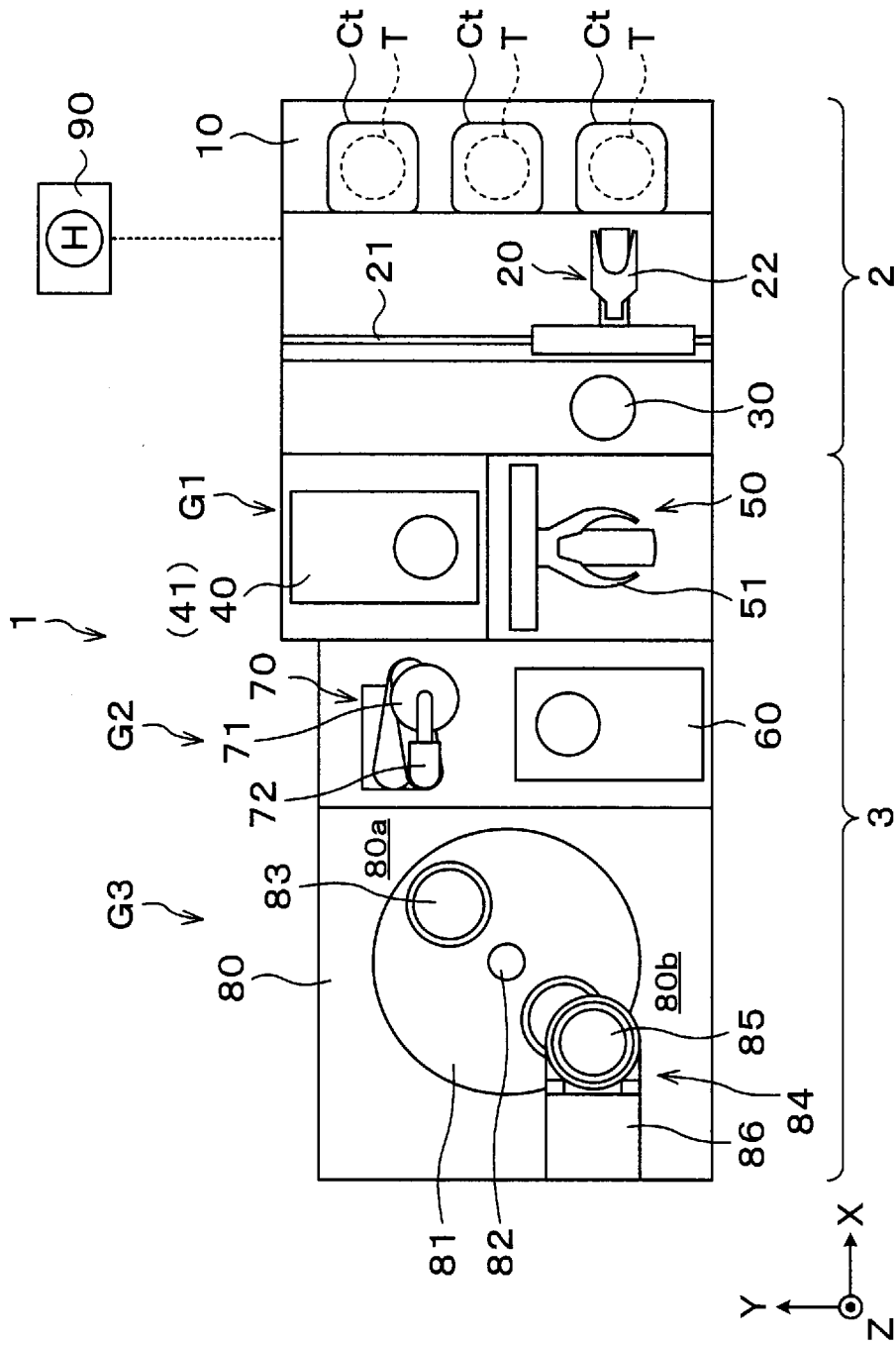
前記第2の内部面改質層の形成にあたり、

前記改質部に対して保持部に保持された前記処理対象体を相対的に回転させながら、前記改質部から処理対象体の内部に前記レーザ光を周期的に照射して、前記周縁改質層と同心円の環状に第2の内部面改質層を形成し、

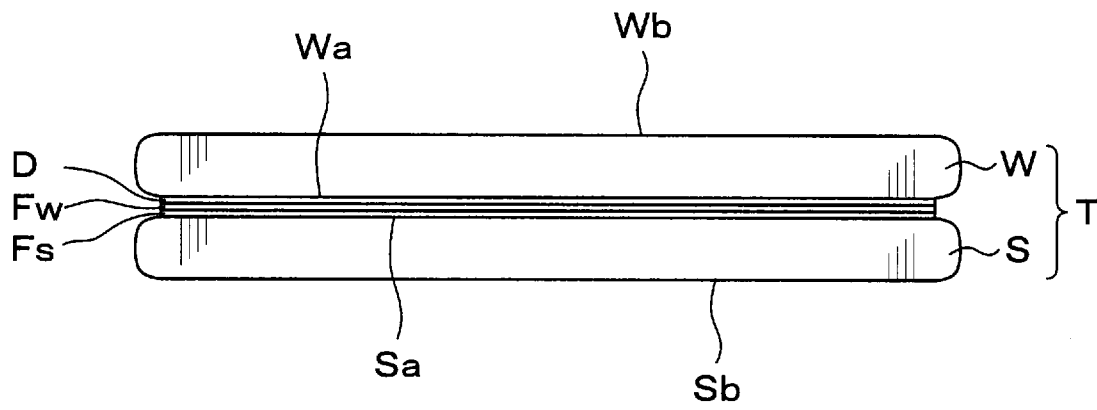
その後、前記保持部に対して前記改質部を相対的に径方向に移動させ、

環状の前記第2の内部面改質層の形成と前記改質部の径方向への移動とを繰り返し行って、前記処理対象体の面方向に前記周縁改質層と同心円の環状に前記第2の内部面改質層を形成する、請求項10～14のいずれか一項に記載の処理方法。

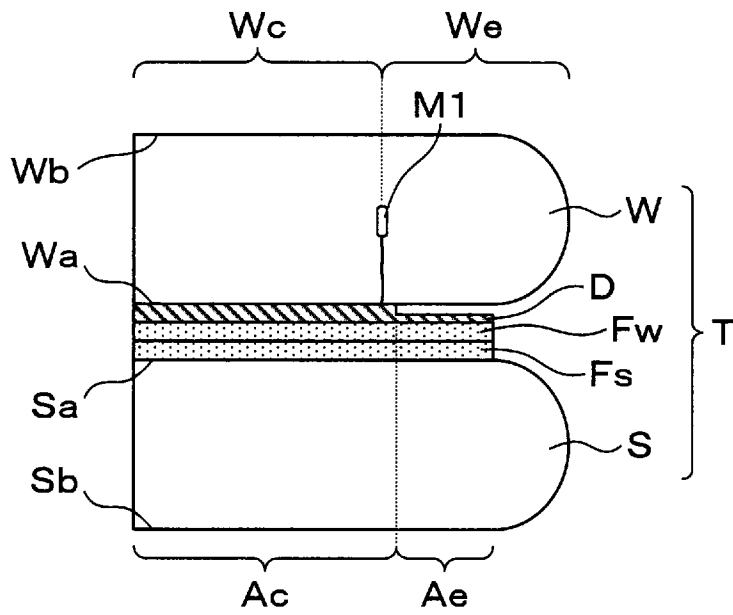
[図1]



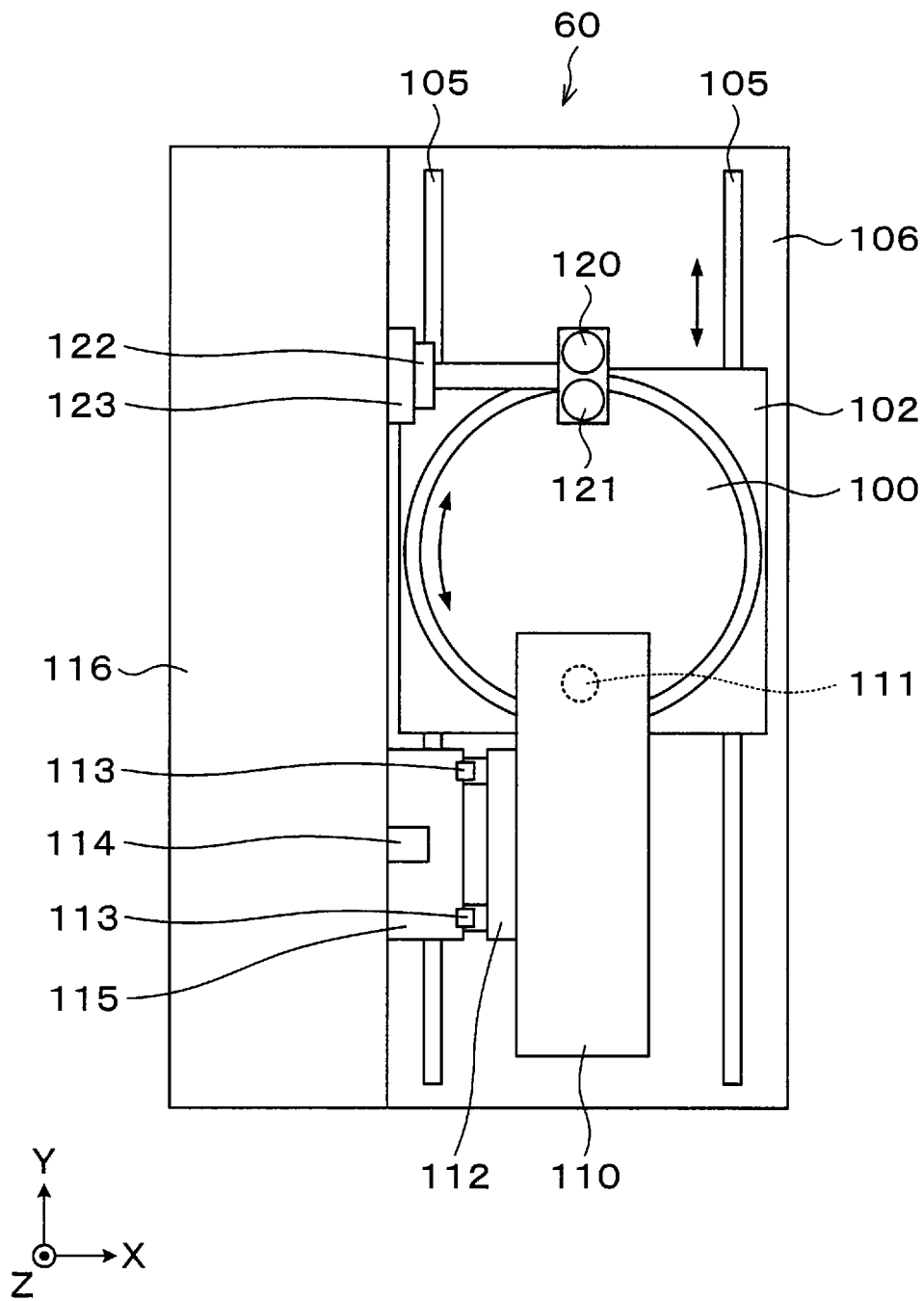
[図2]



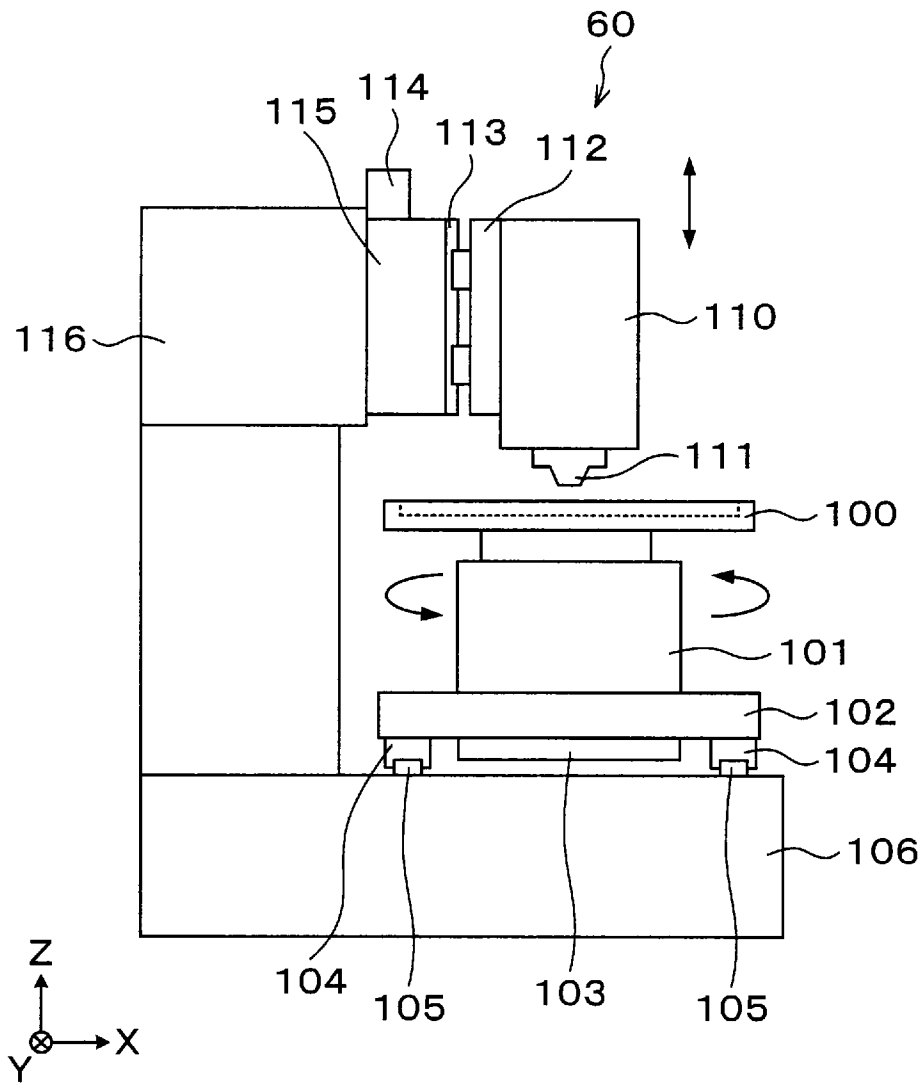
[図3]



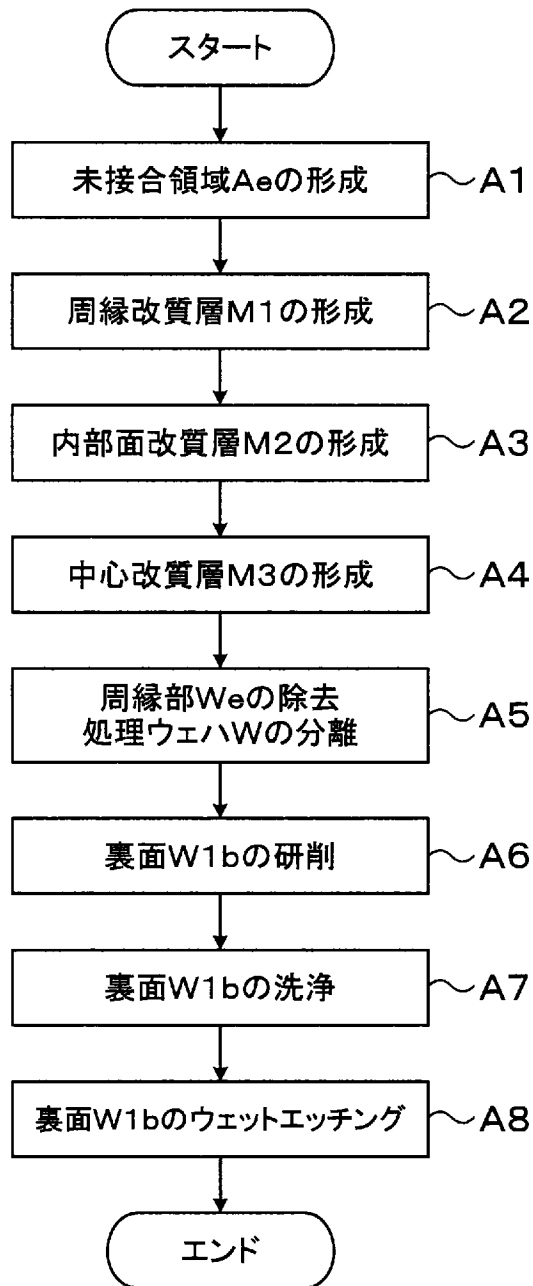
[図4]



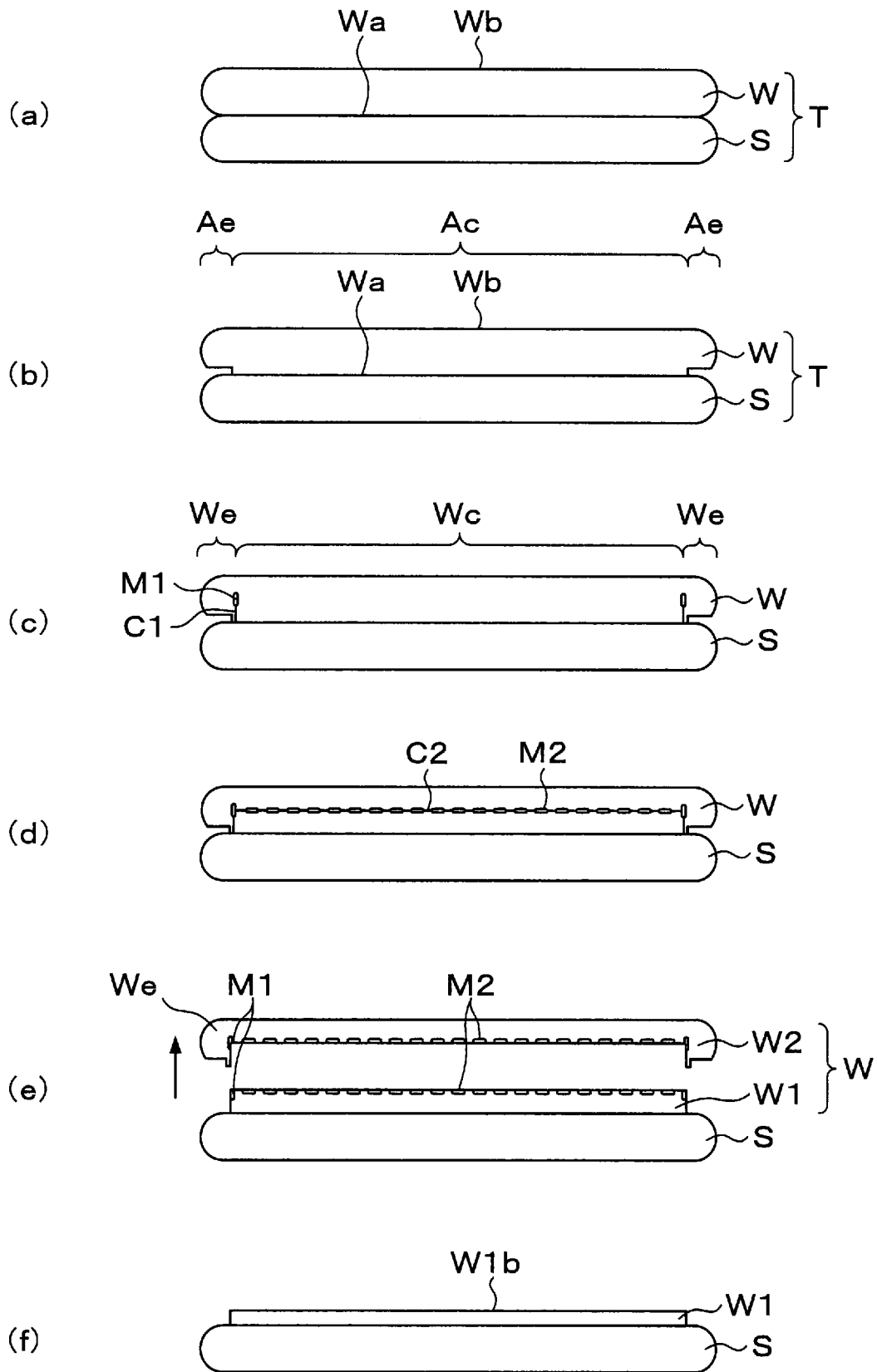
[図5]



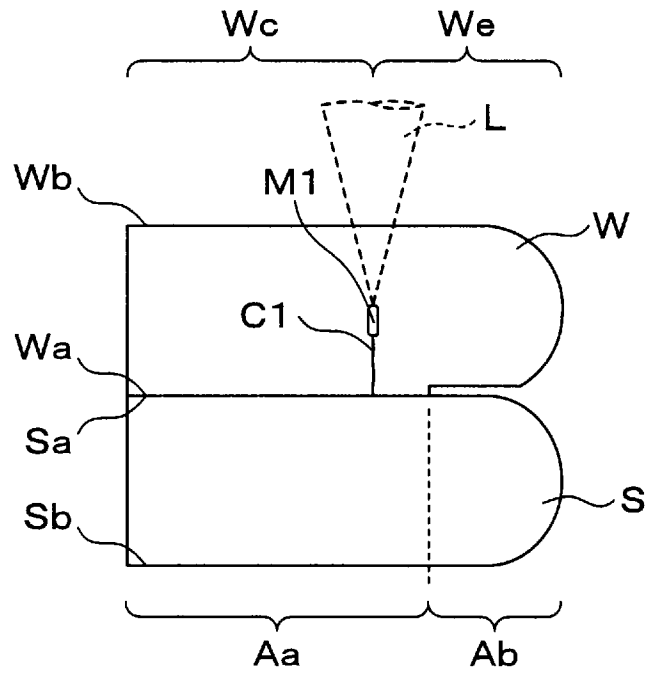
[図6]



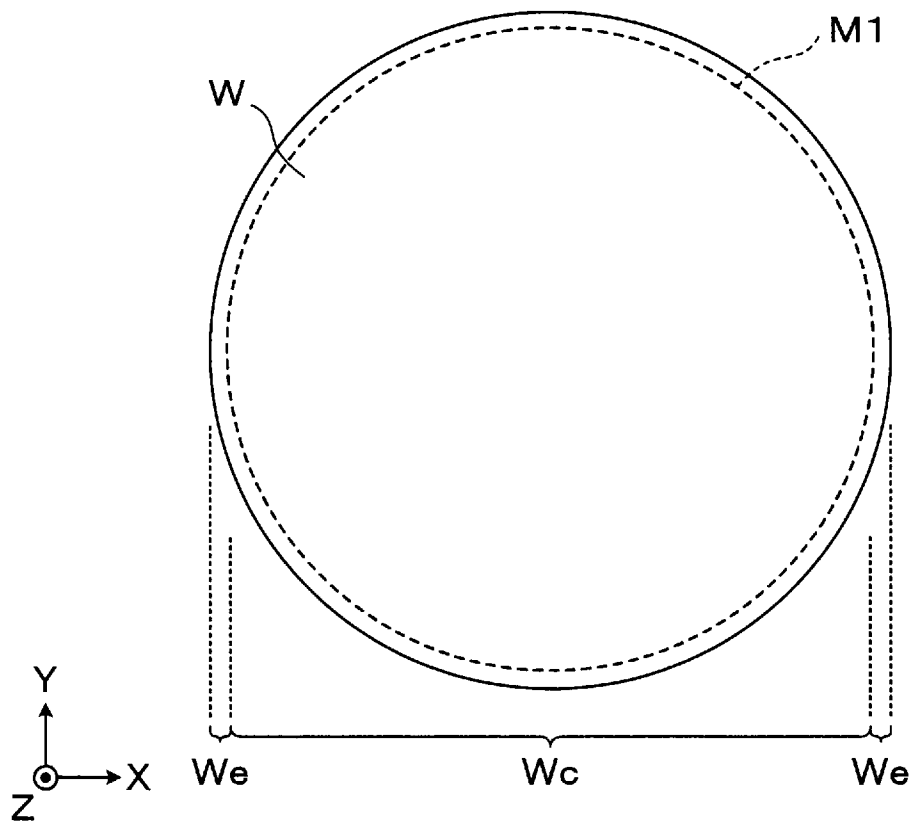
[図7]



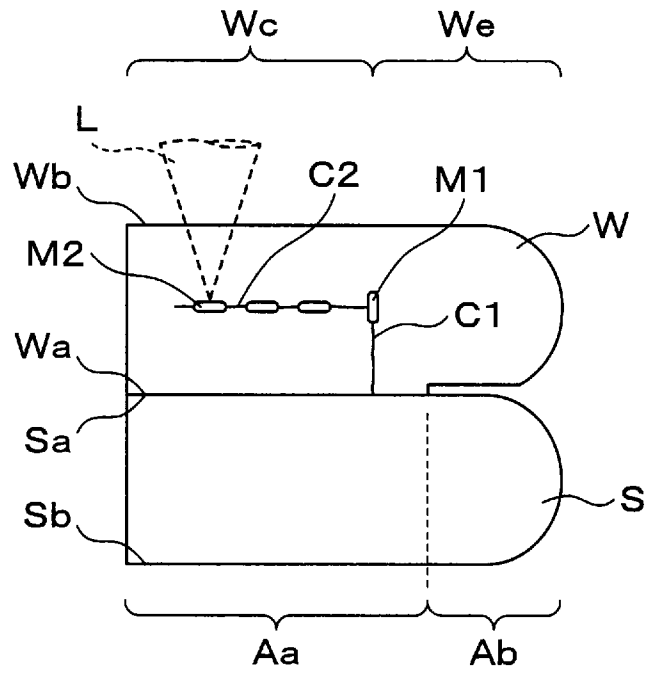
[図8]



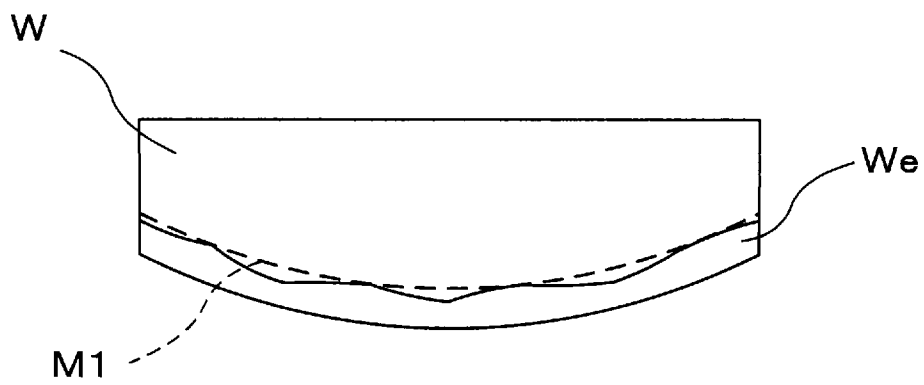
[図9]



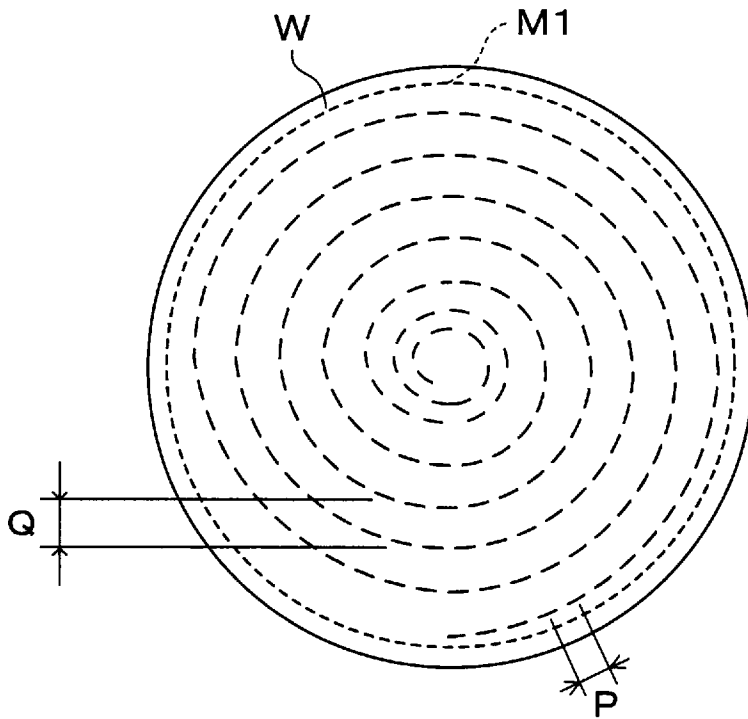
[図10]



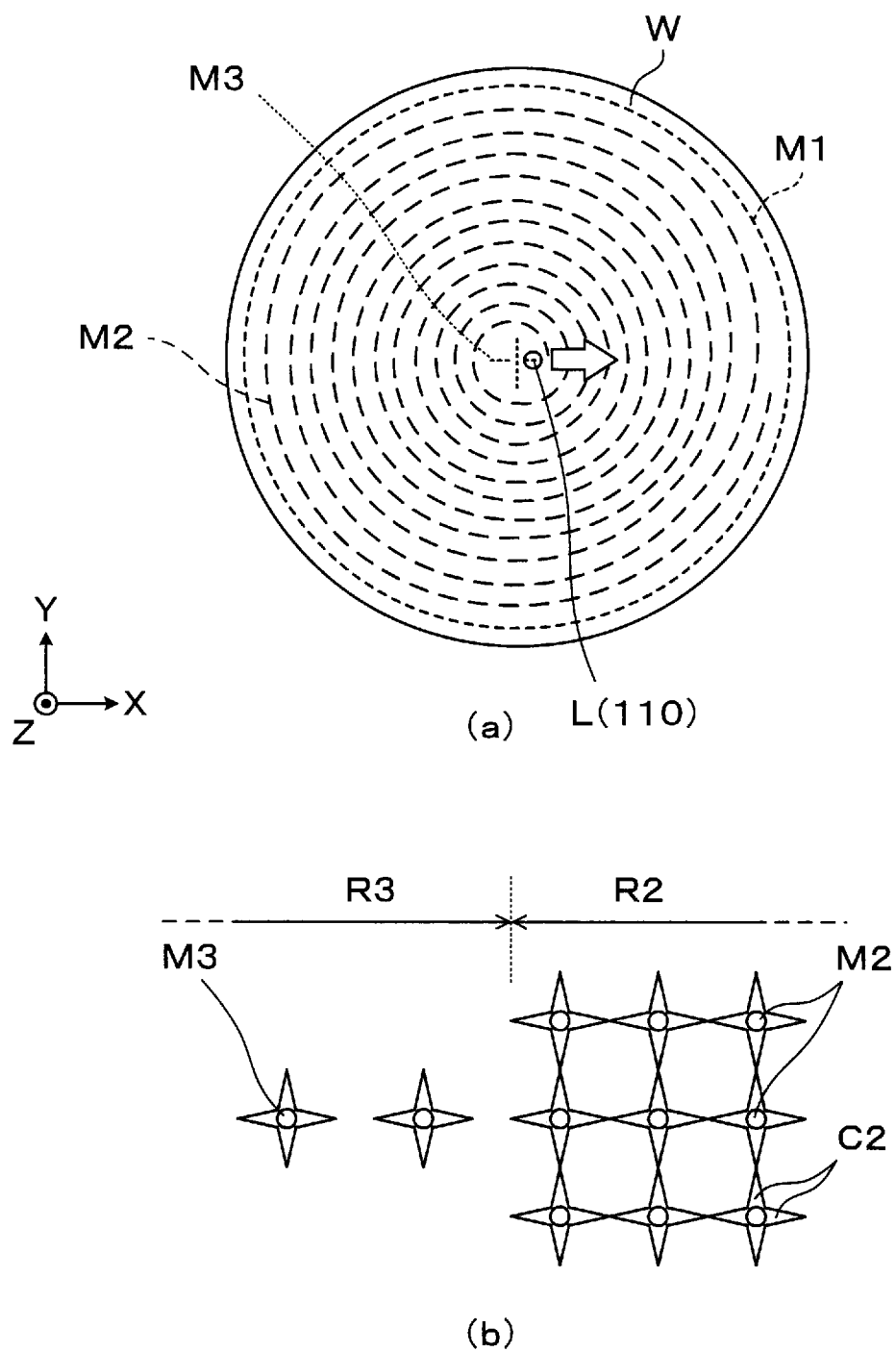
[図11]



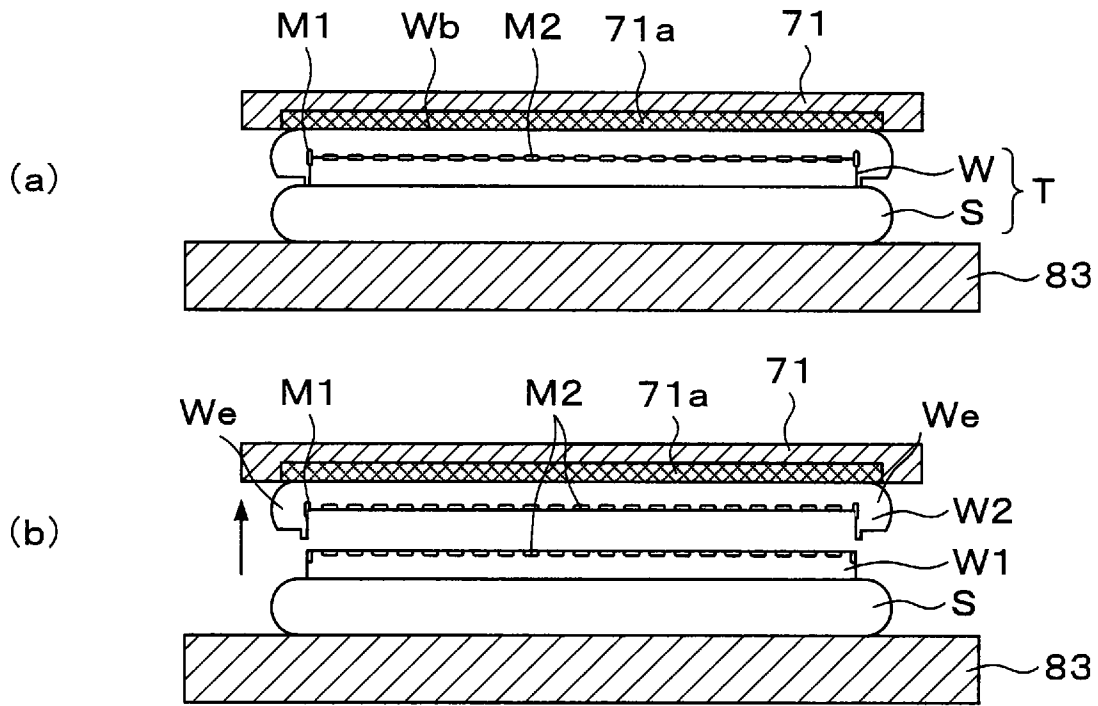
[図12]



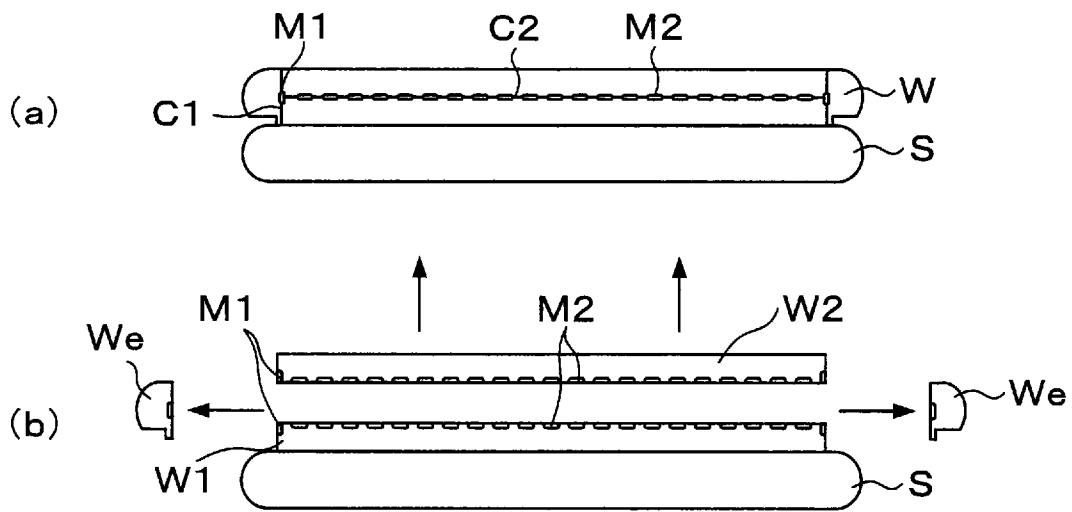
[図13]



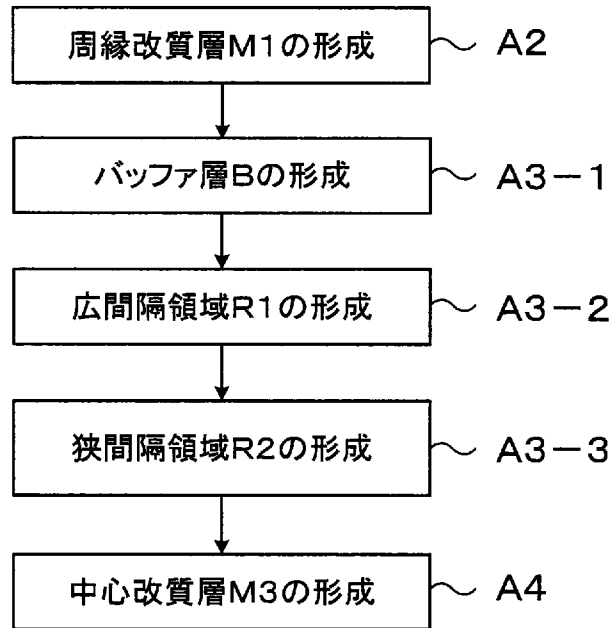
[図14]



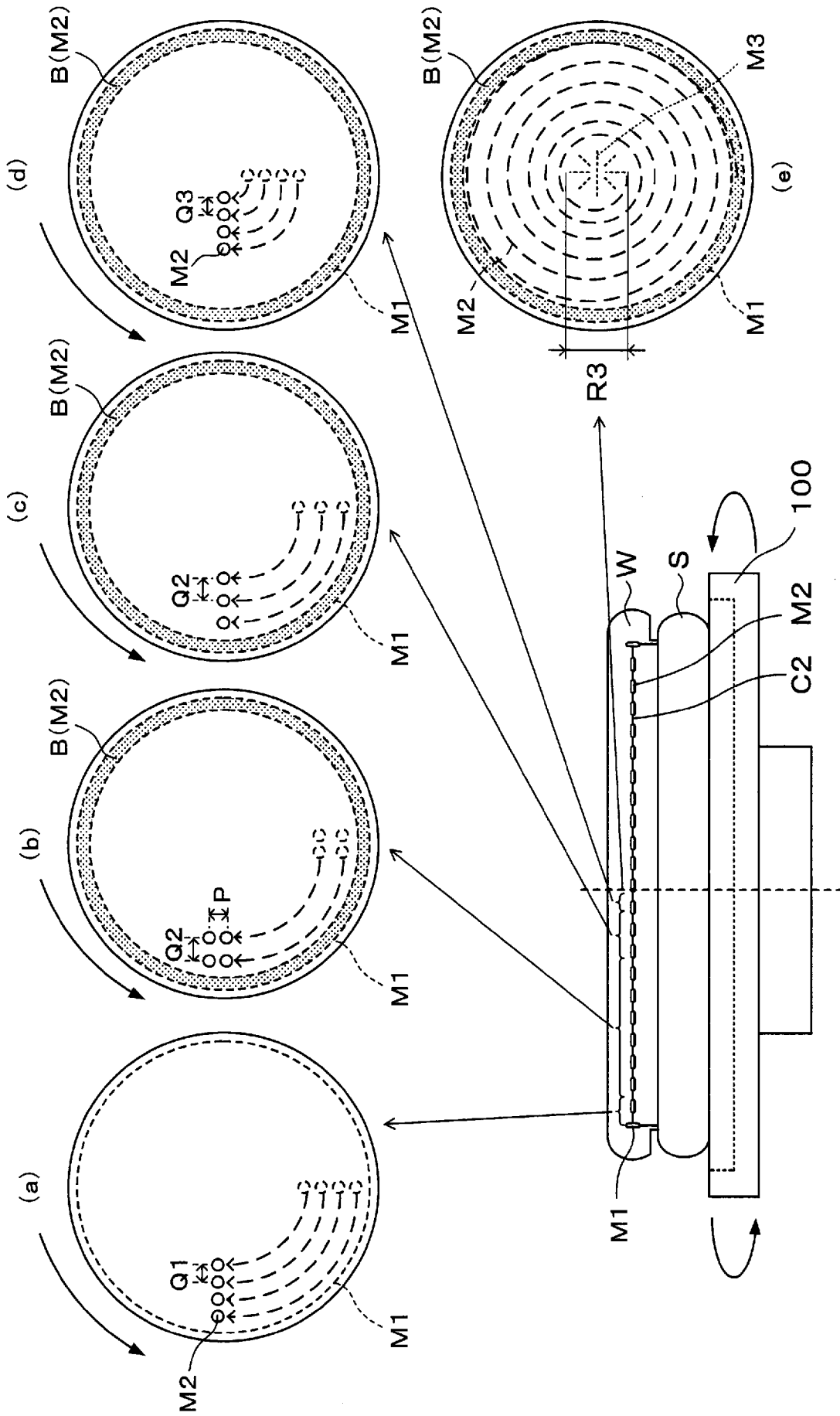
[図15]



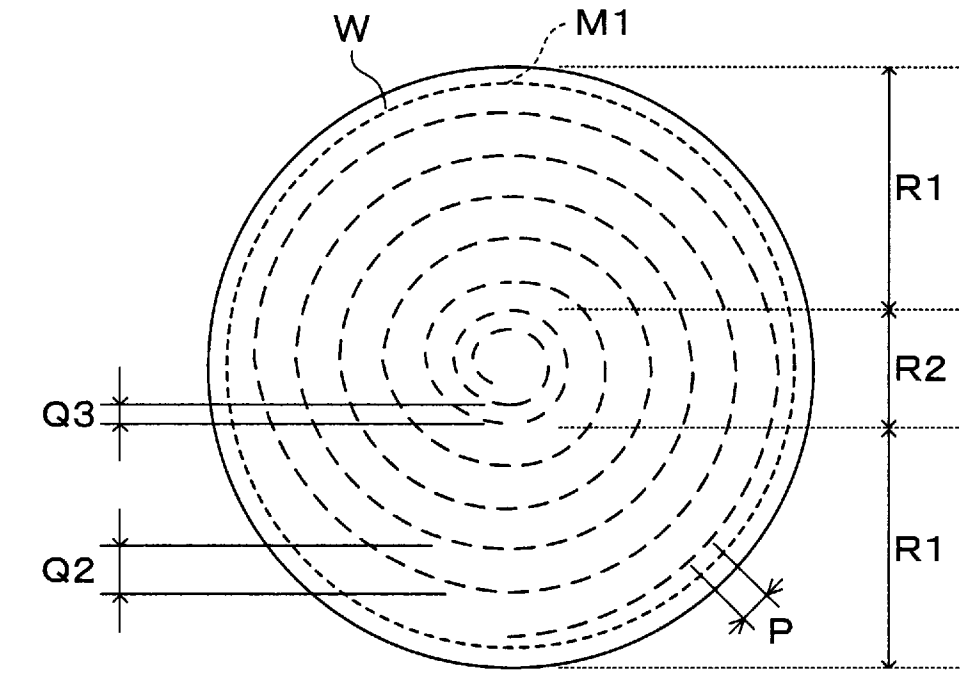
[図16]



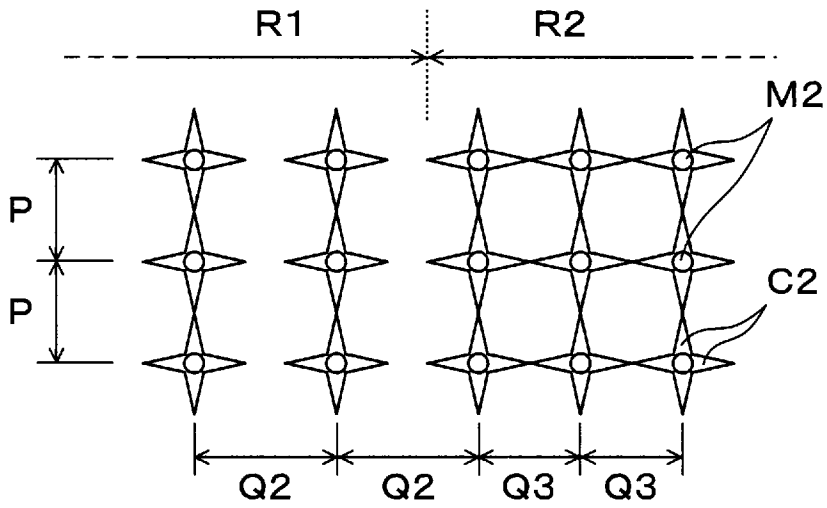
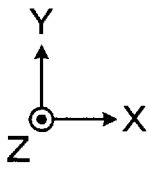
[17]



[図18]

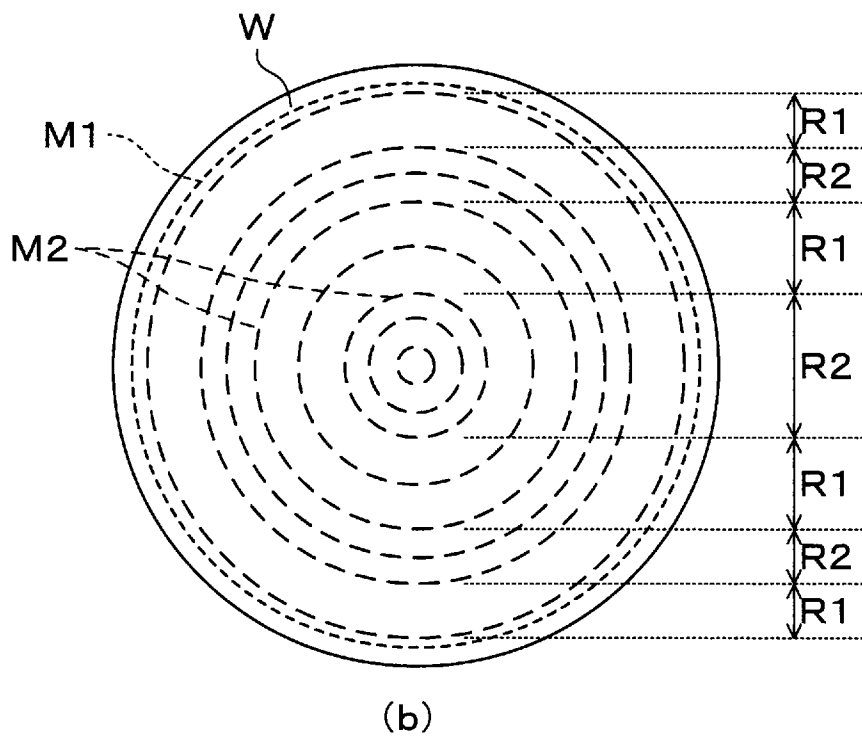
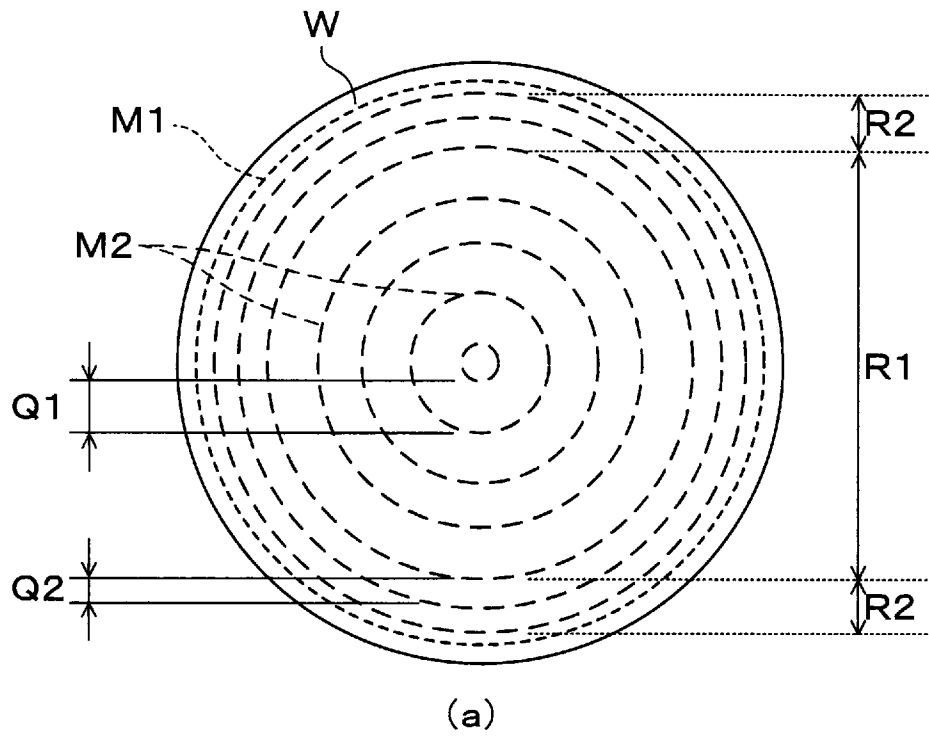


(a)



(b)

[図19]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/026878

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>                  B23K 26/53 (2014.01) i; H01L 21/304 (2006.01) i                  FI: H01L21/304 611Z; B23K26/53; H01L21/304 601Z</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																	
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b></p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)                  B23K26/53; H01L21/304</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:80%;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="width:20%;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td>1971-2020</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td>1996-2020</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td>1994-2020</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020	Registered utility model specifications of Japan	1996-2020	Published registered utility model applications of Japan	1994-2020							
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996																
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020																
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020																
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020																
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td>WO 2019/044588 A1 (LINTEC CORP.) 07.03.2019 (2019-03-07) paragraphs [0091], [0110], [0113], [0125]-[0128], fig. 1-16</td> <td align="center">1-16</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2013-049161 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 14.03.2013 (2013-03-14) paragraphs [0030]-[0035], [0075], fig. 9-10</td> <td align="center">1-16</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2016-043401 A (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD., SAITAMA UNIVERSITY) 04.04.2016 (2016-04-04) paragraphs [0051], [0054], [0061], fig. 1-10</td> <td align="center">1-16</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2015-032690 A (DISCO CORPORATION) 16.02.2015 (2015-02-16) paragraphs [0028]-[0034], [0051], fig. 3</td> <td align="center">1-16</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	WO 2019/044588 A1 (LINTEC CORP.) 07.03.2019 (2019-03-07) paragraphs [0091], [0110], [0113], [0125]-[0128], fig. 1-16	1-16	A	JP 2013-049161 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 14.03.2013 (2013-03-14) paragraphs [0030]-[0035], [0075], fig. 9-10	1-16	A	JP 2016-043401 A (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD., SAITAMA UNIVERSITY) 04.04.2016 (2016-04-04) paragraphs [0051], [0054], [0061], fig. 1-10	1-16	A	JP 2015-032690 A (DISCO CORPORATION) 16.02.2015 (2015-02-16) paragraphs [0028]-[0034], [0051], fig. 3	1-16
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
A	WO 2019/044588 A1 (LINTEC CORP.) 07.03.2019 (2019-03-07) paragraphs [0091], [0110], [0113], [0125]-[0128], fig. 1-16	1-16															
A	JP 2013-049161 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 14.03.2013 (2013-03-14) paragraphs [0030]-[0035], [0075], fig. 9-10	1-16															
A	JP 2016-043401 A (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD., SAITAMA UNIVERSITY) 04.04.2016 (2016-04-04) paragraphs [0051], [0054], [0061], fig. 1-10	1-16															
A	JP 2015-032690 A (DISCO CORPORATION) 16.02.2015 (2015-02-16) paragraphs [0028]-[0034], [0051], fig. 3	1-16															
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.</td> <td style="width:50%; border:none;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.													
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;">                     * Special categories of cited documents:                      "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                      "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                      "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)                      "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                      "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                 </td> <td style="width:50%; border:none;">                     "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                      "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                      "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art                      "&amp;" document member of the same patent family                 </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family													
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																
Date of the actual completion of the international search 18 September 2020 (18.09.2020)		Date of mailing of the international search report 06 October 2020 (06.10.2020)															
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.															

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/026878

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-108532 A (DISCO CORPORATION) 20.04.2006 (2006-04-20) paragraphs [0013], [0015], [0018], [0021], fig. 5-7	2-8, 10-16
A	JP 2016-215231 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 22.12.2016 (2016-12-22) paragraphs [0001], [0019], [0048]-[0057], [0071]-[0078], fig. 1, 3, 6-7	2, 7, 10, 15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/026878

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/044588 A1	07 Mar. 2019	CN 111095493 A paragraphs [0154]- [0155], [0191], [0194]-[0197], [0228]-[0233], fig. 1-16	
JP 2013-049161 A	14 Mar. 2013	KR 10-2020-0047554 A	
JP 2016-043401 A	04 Apr. 2016	TW 201921474 A	
JP 2015-032690 A	16 Feb. 2015	(Family: none)	
		US 2015/0037962 A1	
		paragraphs [0027]- [0030], [0043], fig. 3	
		DE 102014215187 A1	
		KR 10-2015-0016115 A	
		TW 201511104 A	
JP 2006-108532 A	20 Apr. 2006	US 2006/0079155 A1	
		paragraphs [0029], [0031]-[0032], [0041][0042], [0051]- [0052], fig. 5-7	
JP 2016-215231 A	22 Dec. 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/53(2014.01)i; H01L 21/304(2006.01)i FI: H01L21/304 611Z; B23K26/53; H01L21/304 601Z		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K26/53; H01L21/304 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2019/044588 A1 (リンテック株式会社) 07.03.2019 (2019-03-07) 段落 [0091], [0110], [0113], [0125] - [0128], 図1-16	1-16
A	JP 2013-049161 A (浜松ホトニクス株式会社) 14.03.2013 (2013-03-14) 段落 [0030] - [0035], [0075], 図9-10	1-16
A	JP 2016-043401 A (信越ポリマー株式会社, 国立大学法人埼玉大学) 04.04.2016 (2016-04-04) 段落 [0051], [0054], [0061], 図1-10	1-16
A	JP 2015-032690 A (株式会社ディスコ) 16.02.2015 (2015-02-16) 段落 [0028] - [0034], [0051], 図3	1-16
A	JP 2006-108532 A (株式会社ディスコ) 20.04.2006 (2006-04-20) 段落 [0013], [0015], [0018], [0021], 図5-7	2-8, 10-16
A	JP 2016-215231 A (パナソニックIPマネジメント株式会社) 22.12.2016 (2016-12-22) 段落 [0001], [0019], [0048] - [0057], [0071] - [0078], 図1, 3, 6-7	2, 7, 10, 15
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	18.09.2020	国際調査報告の発送日 06.10.2020
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  三浦 みちる 50 4442  電話番号 03-3581-1101 内線 3559	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/026878

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/044588	A1	07.03.2019	CN 111095493 A paragraphs [0154]-[0155], [0191], [0194]-[0197], [0228]-[0233], figures 1-16 KR 10-2020-0047554 A TW 201921474 A	
JP	2013-049161	A	14.03.2013	(ファミリーなし)	
JP	2016-043401	A	04.04.2016	(ファミリーなし)	
JP	2015-032690	A	16.02.2015	US 2015/0037962 A1 paragraphs [0027]-[0030], [0043], figure 3 DE 102014215187 A1 KR 10-2015-0016115 A TW 201511104 A	
JP	2006-108532	A	20.04.2006	US 2006/0079155 A1 paragraphs [0029], [0031]-[0032], [0041]- [0042], [0051]-[0052], figures 5-7	
JP	2016-215231	A	22.12.2016	(ファミリーなし)	