

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))

(57) 要約 : 基板を処理する基板処理方法であって、前記基板の裏面側からレーザー光を照射して、前記基板の除去対象の周縁部と前記基板の中央部の境界に沿って、複数の第1の周縁改質層を形成することを含み、複数の前記第1の周縁改質層は、前記基板の径方向外側から内側に向けて、前記基板の内部における表面側から裏面側へと向かうように、それぞれ異なる高さ位置に形成される。

明 細 書

発明の名称：基板処理方法及び基板処理装置

技術分野

[0001] 本開示は、基板処理方法及び基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板の処理装置であって、第1の基板の内部に、除去対象の周縁部と中央部との境界に沿って厚み方向に延伸する周縁改質層と、第1の基板の面方向に沿って中心部から周縁部に向けて延伸する内部面改質層と、を形成することが開示されている。特許文献1に記載の処理装置によれば、第1の基板の内部に形成された周縁改質層、及び内部面改質層に沿って、当該第1の基板の周縁部の除去、及び当該第1の基板の裏面側の分離（第1の基板の薄化）を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2020/017599号

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、基板の内部に形成された改質層に沿って、当該基板の周縁部の除去、及び当該基板の薄化を適切に行う。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、基板を処理する基板処理方法であって、前記基板の裏面側からレーザ光を照射して、前記基板の除去対象の周縁部と前記基板の中央部の境界に沿って、複数の第1の周縁改質層を形成することを含み、複数の前記第1の周縁改質層は、前記基板の径方向外側から内側に向けて、前記基板の内部における表面側から裏面側へと向かうように、それぞれ異なる高さ位置に形成される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板の内部に形成された改質層に沿って、当該基板の周縁部の除去、及び当該基板の薄化を適切に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1のウェハの分離における課題の説明図である。

[図2]重合ウェハの構成例を示す側面図である。

[図3]本実施形態に係るウェハ処理システムの構成の概略を示す平面図である。

[図4]半導体ウェハ製造工程における主な工程の一例を示す説明図である。

[図5]半導体ウェハ製造工程における主な工程の一例を示すフロー図である。

[図6]第1のウェハの内部における改質層の形成例を示す説明図である。

[図7]第1のウェハへの改質層の形成例を示す平面図である。

[図8]第1のウェハの内部における改質層の他の形成例を示す説明図である。

[図9]第1のウェハの内部における改質層の他の形成例を示す説明図である。

[図10]重合ウェハの構成例を示す拡大図である。

[図11]第1のウェハの他の分離例を示す説明図である。

[図12]第1のウェハへの改質層の他の形成例を示す平面図である。

[図13]第1のウェハの内部における改質層の他の形成例を示す説明図である。

。

[図14]第1のウェハの内部における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] 近年、半導体デバイスの製造工程においては、表面に複数の電子回路等のデバイスが形成された半導体基板（以下、単に「ウェハ」という。）に対し、当該ウェハの周縁部を除去（いわゆるエッジトリム）するとともに、当該ウェハを表面側のデバイスウェハと裏面側の分離ウェハとに分離して薄化することが行われている。

[0009] ウェハのエッジトリム及び薄化は、例えば特許文献1に開示された基板処

理装置を用いて行われる。すなわち、ウェハの内部にレーザ光を照射することで、周縁部の除去の基点となる周縁改質層、及びウェハの分離の基点となる内部面改質層を形成し、当該周縁改質層を基点に周縁部を除去するとともに、当該内部面改質層を基点にウェハを分離（薄化）する。

[0010] また特許文献1には、ウェハの内部において周縁改質層と内部面改質層を同じ高さに形成することにより、ウェハの周縁部の除去と裏面側の分離を一体に行うことが開示されている。特許文献1の記載によれば、除去された分離ウェハを回収する。そして、回収する分離ウェハの径が、分離前のウェハの径と変わらないため、当該分離ウェハを例えばサポートウェハ等として再利用することが可能である。

[0011] しかしながら、このようにウェハの周縁部と分離ウェハとを一体に除去する場合、図1に示すように、周縁部 $W'e$ の除去の基点となる周縁改質層 M' の形成に際して、当該周縁改質層 M' から伸展する亀裂 C' がウェハ W' の裏面 $W'b$ まで伸展するおそれがあった。このように亀裂 C' が裏面 $W'b$ に到達した場合、当該亀裂 C' を基点に分離ウェハから周縁部 $W'e$ が除去され、除去された当該周縁部 $W'e$ を適切に回収できなくなることや、分離ウェハを所望の形状で回収できずに再利用できなくなることがある。

[0012] 本開示に係る技術は上記事情に鑑みてなされたものであり、基板の内部に形成された改質層に沿って、当該基板の周縁部の除去、及び当該基板の薄化を適切に行う。以下、本実施形態にかかる基板処理装置および基板処理方法について、図面を参照して説明する。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] 本実施形態に係る基板処理装置としてのウェハ処理システム1では、図2に示すように基板としての第1のウェハ W と、他の基板としての第2のウェハ S とが接合された重合基板としての重合ウェハ 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、第1のウェハ W の周縁部 $W'e$ を除去しつつ、当該第1のウェハ W を薄化する。以下、第1のウェハ W において、第2の

ウェハSと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、第2のウェハSにおいて、第1のウェハWと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。また第1のウェハWにおいて、除去対象としての周縁部Weの径方向内側を中央部Wcという。

[0014] 第1のウェハWは、例えばシリコン基板等の半導体ウェハであって、表面Waに複数のデバイスを含むデバイス層Dが形成されている。デバイス層Dにはさらに、表面膜Fwが形成され、当該表面膜Fwを介して第2のウェハSの表面膜Fsと接合されている。表面膜Fwとしては、例えば酸化膜(SiO₂膜、TEOS膜)、SiC膜、SiCN膜又は接着剤などが挙げられる。なお、第1のウェハWの周縁部Weは面取り加工がされており、周縁部Weの断面はその先端に向かって厚みが小さくなっている。また、周縁部Weは後述の第1のウェハWの分離時において除去される部分であり、例えば第1のウェハWの外端部から径方向に0.5mm~3mmの範囲である。

[0015] 第2のウェハSは、例えば第1のウェハWを支持するウェハである。第2のウェハSの表面Saには表面膜Fsが形成され、周縁部は面取り加工がされている。表面膜Fsとしては、例えば酸化膜(SiO₂膜、TEOS膜)、SiC膜、SiCN膜又は接着剤などが挙げられる。また、第2のウェハSは、第1のウェハWのデバイス層Dを保護する保護材(サポートウェハ)として機能する。なお、第2のウェハSはサポートウェハである必要はなく、第1のウェハWと同様にデバイス層が形成されたデバイスウェハであってもよい。かかる場合、第2のウェハSの表面Saには、デバイス層を介して表面膜Fsが形成される。

[0016] なお以下の説明においては、分離された表面Wa側の第1のウェハWをデバイスウェハWd1といい、分離された裏面Wb側の第1のウェハWを分離ウェハWd2という。デバイスウェハWd1は第2のウェハSと接合された状態の第1のウェハWを指し、第2のウェハSを含めてデバイスウェハWd1という場合がある。また、デバイスウェハWd1及び分離ウェハWd2に

において分離された面をそれぞれ分離面という場合がある。

[0017] 図3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、デバイスウェハWd1、分離ウェハWd2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に対して所望の処理を施す各種処理装置を備えている。

[0018] 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。

[0019] 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。

[0020] 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。

[0021] 処理ステーション3には、例えば3つの処理ブロックB1～B3が設けられている。第1の処理ブロックB1、第2の処理ブロックB2、及び第3の処理ブロックB3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。

- [0022] 第1の処理ブロックB1には、後述の加工装置80で研削された第1のウェハWの研削面をエッチングするエッチング装置40と、第1のウェハWの研削面を洗浄する洗浄装置41と、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。
- [0023] 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、後述する界面改質装置60、及び後述する内部改質装置61に対して、重合ウェハTを搬送可能に構成されている。
- [0024] 第2の処理ブロックB2には、第2の改質部としての界面改質装置60、改質部としての内部改質装置61、及びウェハ搬送装置70が設けられている。界面改質装置60及び内部改質装置61は、積層して配置されている。なお、界面改質装置60及び内部改質装置61の数や配置はこれに限定されない。
- [0025] 第2の改質部としての界面改質装置60は、例えば第1のウェハWのデバイス層Dの外周部にレーザ光（界面用レーザ光、例えばCO₂レーザ）を照射し、除去対象としての第1のウェハWの周縁部Weにおける第1のウェハWとデバイス層Dの界面を改質する。これにより、第1のウェハWの周縁部Weには、第1のウェハWと第2のウェハSとの接合強度が低下された未接合領域Aeが形成される。
- [0026] 改質部としての内部改質装置61は、第1のウェハWの内部にレーザ光（内部用レーザ光、例えばYAGレーザ）を照射し、周縁改質層M1、及び内部面改質層M2を形成する。周縁改質層M1は、周縁部Weを除去する際の

基点となるものである。内部面改質層M2は、第1のウェハWをデバイスウェハWd1と分離ウェハWd2に分離する際の基点となるものである。

[0027] ウェハ搬送装置70は、例えば界面改質装置60と内部改質装置61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を図示しない吸着保持面により吸着保持して搬送する、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、多関節のアーム部材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、エッチング装置40、洗浄装置41、界面改質装置60、内部改質装置61、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。

[0028] 第3の処理ブロックB3には、加工装置80が設けられている。

[0029] 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A0及び加工位置A1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。

[0030] 受渡位置A0では、重合ウェハTの受け渡しが行われる。加工位置A1には、研削ユニット84が配置され、第1のウェハ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。

[0031] 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における重合ウェハTの処理を制御するプログラムが格納されている。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。

[0032] 次に、ウェハ処理システム1を用いて行われる基板処理方法としてのウェハ処理について説明する。なお本実施形態では、予めウェハ処理システム1の外部の接合装置（図示せず）において重合ウェハTが形成されている。また、以下の説明においては第1のウェハWの厚み方向を「上下方向」という場合があり、第1のウェハWの裏面Wb側を「上方」、表面Wa側を「下方」とする。

[0033] 先ず、図4（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。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。トランジション装置30に搬送された重合ウェハTは、続いて、ウェハ搬送装置50により界面改質装置60に搬送される。界面改質装置60では、図4（b）に示すように第1のウェハWとデバイス層Dの界面にレーザ光を照射し、当該界面を改質する（図5のステップP1）。

[0034] ステップP1において第1のウェハWとデバイス層Dの界面を改質すると第1のウェハWと第2のウェハSの接合強度が低下する。これにより第1のウェハWとデバイス層Dの界面には、第1のウェハWと第2のウェハSとが接合された接合領域Acと、接合領域Acの径方向外側で接合強度が低下した領域である未接合領域Aeとが形成される。

[0035] なお、未接合領域Aeの形成における界面の「改質」とは、第1のウェハWと第2のウェハSとの接合強度を低下させる、または接合強度をなくす処理のことをいい、例えばレーザ光の照射による当該界面の剥離、除去、アモルファス化等を含むものとする。

[0036] 未接合領域Aeが形成された重合ウェハTは、続いて、ウェハ搬送装置5

0により内部改質装置61に搬送される。内部改質装置61では、図4(c)、図4(d)に示すように、第1のウェハWの内部に、周縁改質層M1と内部面改質層M2を順次形成する(図5のステップP2及びステップP3)。

[0037] 周縁改質層M1の形成にあたっては、重合ウェハT(第1のウェハW)を回転させながらレーザヘッド(図示せず)からレーザ光を周期的に照射するとともに、レーザ光の照射位置を第1のウェハWの径方向内側、かつ第1のウェハWの裏面Wb側に移動させる。換言すれば、第1のウェハWの内部に形成される複数の周縁改質層M1は、図6に示すように、断面視において第1のウェハWの径方向内側に向かうにつれて形成位置が高くなるように、それぞれ異なる高さ位置で形成される。また周縁改質層M1は、図7に示すように、接合領域Ac(未接合領域Ae)と同心円状の環状に形成される。なお、第1のウェハWへの周縁改質層M1の形成数は図示の例には限定されず、任意に決定できる。

[0038] なお、第1のウェハWの内部には、周縁改質層M1の形成方向に沿って、すなわち第1のウェハWの径方向外側から内側にかけて、当該第1のウェハWの表面Wa側から裏面Wb側に向けてクラックC1(亀裂)が伸展する。クラックC1は、図6に示したように下端部を第1のウェハWの表面Waまで到達させ、上端部は裏面Wbに到達させない。換言すれば、クラックC1の伸展長さは周縁改質層M1の形成間隔やレーザ光の出力等により決定されるため、このようにクラックC1が表面Waに到達し、裏面Wbに到達しないように、周縁改質層M1の形成動作が制御される。

[0039] また、後の第1のウェハWの分離に際しては、かかる周縁改質層M1及びクラックC1を基点として周縁部WeがデバイスウェハWd1から除去される。かかる周縁部Weの除去を適切に行うため、周縁改質層M1は、例えば、隣接する周縁改質層M1からそれぞれ伸展するクラックC1が相互に連結させる形成間隔でそれぞれ形成されることが望ましい。また例えば、隣接する周縁改質層M1の一部が互いに重なるように形成間隔が制御されてもよい。

- 。
- [0040] ここで、第1のウェハWの内部に伸展するクラックC1は、一般的に第1のウェハWの結晶方位に沿って伸展しやすい傾向にある。そして通常、第1のウェハWの結晶方位は、成形や加工の観点から当該第1のウェハWの面方向、厚み方向に広がりを持たせることが多いため、図1に示したように周縁改質層M'を厚み方向に並べて配置した場合、クラックC1が厚み方向に伸展しやすくなり、すなわち裏面Wbへ到達しやすくなる。
- [0041] この点、本実施形態においては、隣接する周縁改質層M1をそれぞれ厚み方向、径方向にずらして形成、換言すれば、斜め方向に並べて形成する。これにより、従来のように厚み方向に周縁改質層M'を並べて形成する場合と比較してクラックC1の伸展が抑制され、裏面WbへのクラックC1の到達が抑制される。またこの時、本実施形態においては周縁改質層M1の形成間隔を、クラックC1が相互に連結させる形成間隔、または、周縁改質層M1の一部が互いに重なるように形成間隔、に制御するため、更に適切にクラックC1が裏面Wbまで到達することが抑制できる。
- [0042] またここで、図6に示したように、第1のウェハWの内部において最も径方向外側に形成される周縁改質層M1(1)の形成位置は、界面改質装置60で形成された未接合領域Aeの内周側端部、すなわち接合領域Acと未接合領域Aeとの境界Adよりも若干径方向内側に決定される。境界Adは、例えば界面改質装置60における未接合領域Aeの形成結果や、ウェハ処理システム1の任意の位置に設けられるアライメント装置(図示せず)においてIRカメラ等を用いて検知される。
- [0043] 周縁改質層M1は、境界Adと重なる位置に形成されることが理想であるが、例えば加工誤差などにより径方向にずれて形成される場合がある。そしてこれにより、周縁改質層M1が境界Adよりも径方向外側、すなわち未接合領域Aeに形成されると、周縁部Weが除去された後に第2のウェハSに対して第1のウェハWが浮いた状態になってしまう場合がある。この点、周縁改質層M1を境界Adよりも径方向内側に形成するように制御することに

より、例えば加工誤差により形成位置がずれたとしても、境界A dと重なる位置、または境界A dよりも径方向外側であっても当該境界A dに近接した位置に周縁改質層M 1を形成することができ、第1のウェハWが浮いた状態になることが抑制される。

[0044] 周縁改質層M 1が形成されると、レーザヘッド（図示せず）を移動させて、周縁改質層M 1の径方向内側に、第1のウェハWの面方向に延伸する内部面改質層M 2を形成する。内部面改質層M 2の形成にあたっては、重合ウェハT（第1のウェハW）を回転させながらレーザヘッドからレーザ光を周期的に照射するとともに、レーザ光の照射位置を第1のウェハWの径方向内側に移動させる。これにより、第1のウェハWの内部には、面方向に沿って全面に内部面改質層M 2が形成される。内部面改質層M 2の径方向の形成間隔は任意に決定することができる。

[0045] なお、第1のウェハWの内部には、内部面改質層M 2の形成方向に沿って、すなわち第1のウェハWの面方向に沿ってクラックC 2が伸展する。後の第1のウェハWの分離に際しては、かかる内部面改質層M 2及びクラックC 2を基点として分離ウェハW d 2をデバイスウェハW d 1から剥離する。かかる剥離を適切に行うため、図6に示したように、クラックC 2の径方向外側端部はクラックC 1の上端部と連結させ、隣接する内部面改質層M 2からそれぞれ伸展するクラックC 2は相互に連結させることが望ましい。

[0046] ここで、本実施形態において周縁改質層M 1は、上述のように重合ウェハTを回転させながらレーザ光の照射位置を第1のウェハWの径方向内側、かつ第1のウェハWの裏面W b側に移動させることにより形成される。また内部面改質層M 2は、上述のように重合ウェハTを回転させながらレーザ光の照射位置を第1のウェハWの径方向内側に移動させることにより形成される。

[0047] すなわち本実施形態においては、周縁改質層M 1の形成時におけるレーザ光の照射位置の厚み方向への移動を止めることにより、内部面改質層M 2の形成を周縁改質層M 1の形成に続けて連続的に行うことが可能である。換言

すれば、周縁改質層M1の形成から内部面改質層M2の形成への移行に際してレーザ光の照射を停止する必要がない。そして、このようにレーザ光の照射を停止することなく周縁改質層M1と内部面改質層M2を径方向外側から連続的に形成することにより、内部改質装置61における改質層の形成動作に係るスループットを大きく向上させることができる。

[0048] 内部面改質層M2が形成された重合ウェハTは、次に、ウェハ搬送装置50により加工装置80へと搬送される。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4(e)に示すように、周縁改質層M1、クラックC1、内部面改質層M2及びクラックC2を基点に、第1のウェハWをデバイスウェハWd1と分離ウェハWd2とに分離する(図5のステップP4)。この際、第1のウェハWの周縁部Weも、分離ウェハWd2と一体となって第1のウェハWから除去される。

[0049] ステップP4の第1のウェハWの分離では、搬送アーム71が備える吸着面71aで第1のウェハWを吸着保持しつつ、チャック83で第2のウェハSを吸着保持する。その後、吸着面71aが第1のウェハWの裏面Wbを吸着保持した状態で搬送アーム71を上昇させることで、第1のウェハWをデバイスウェハWd1と分離ウェハWd2に分離する。そして上述のように、ステップP4では分離ウェハWd2と周縁部Weは一体となって分離される。すなわち、周縁部Weの除去と第1のウェハWの分離(薄化)が同時に行われる。

[0050] ここで、周縁改質層M1を第1のウェハWの厚み方向に並べて配置した場合、搬送アーム71により分離ウェハWd2を上方に持ち上げる際に、当該分離ウェハWd2が、図1に示したようなデバイスウェハWd1の角部Kに干渉するおそれがある。そして、このように分離ウェハWd2がデバイスウェハWd1と干渉した場合、当該角部Kが欠けるおそれがある。この点、本実施形態においては、隣接する周縁改質層M1をそれぞれ厚み方向、径方向にずらして形成、換言すれば、斜め方向に並べて形成している。これにより、デバイスウェハWd1には角部Kが形成されず、分離ウェハWd2の上昇

に際して、デバイスウェハW d 1と分離ウェハW d 2とが干渉することが抑制される。そして、このように角部Kの欠けが抑制されることから、製品としてのデバイスウェハの品質低下が抑制されるとともに、欠けにより発生するパーティクルによるウェハ処理システム1の内部汚染が抑制される。

[0051] なお、分離ウェハW d 2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分離ウェハW d 2を回収してもよい。

[0052] また、本実施形態では加工装置80において搬送アーム71を利用して第1のウェハWの分離を行ったが、ウェハ処理システム1には第1のウェハ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、例えば界面改質装置60、内部改質装置61と積層して配置することができる。また、第1のウェハWの分離方法も任意に決定することができる。

[0053] 第1のウェハWの分離が行われると、続いて、チャック83を加工位置A1に移動させ、研削ユニット84によって図4（f）に示すようにデバイスウェハW d 1の分離面を研削する（図5のステップP5）。かかる研削処理により、デバイスウェハW d 1の分離面に残る周縁改質層M1、内部面改質層M2を除去するとともに、デバイスウェハW d 1を所望の仕上厚みまで減少させる。

[0054] 加工装置80において第1のウェハWが所望の厚みまで薄化された重合ウェハTは、ウェハ搬送装置70により洗浄装置41に搬送され、デバイスウェハW d 1の研削面が洗浄される（図5のステップP6）。

[0055] 続いて重合ウェハ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、デバイスウェハW d 1の研削面が薬液によりウェットエッチングされる（図5のステップP7）。

[0056] 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C t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。

- [0057] なお、上記実施形態においては、未接合領域 A e をウェハ処理システム 1 の内部に設けられた界面改質装置 6 0 において形成したが、未接合領域 A e は、重合ウェハ T がウェハ処理システム 1 に搬入されるよりも前に予め形成されてもよい。かかる場合、ウェハ処理システム 1 の構成において界面改質装置 6 0 を省略してもよい。
- [0058] 以上の実施形態によれば、隣接する周縁改質層 M 1 をそれぞれ厚み方向、径方向にずらして斜め方向に並べて形成することにより、当該周縁改質層 M 1 から伸展するクラック C 1 が第 1 のウェハ W の裏面 W b に到達することが抑制される。これにより、周縁部 W e が意図せずに分離ウェハ W d 2 から剥離されることが抑制され、当該分離ウェハ W d 2 を適切に再利用することができる。
- [0059] また以上の実施形態によれば、周縁改質層 M 1 と内部面改質層 M 2 とを、レーザ光の照射を停止することなく、第 1 のウェハ W の径方向外側から連続的に形成することができる。これにより、内部改質装置 6 1 における改質層の形成動作にかかるスループットを適切に向上できる。
- [0060] また以上の本実施形態によれば、隣接する周縁改質層 M 1 を斜め方向に並べて形成することによりデバイスウェハ W d 1 の端部に角部 K が形成されず、第 1 のウェハ W の分離時においてデバイスウェハ W d 1 の端部に応力が集中することが抑制される。これにより、第 1 のウェハ W の分離に際してデバイスウェハ W d 1 の端部に欠けが生じることが抑制され、ウェハ処理システム 1 内部へのパーティクルの発生が抑制されるとともに、製品としてのデバイスウェハ W d 1 に欠陥が生じることが抑制される。
- [0061] なお、このように隣接する周縁改質層 M 1 を斜め方向に並べて形成した場合、図 4 (f) にも示したように、最終仕上厚みまで減少されたデバイスウェハ W d 1 の端部が傾斜を有し、特にこの端部においてデバイスウェハ W d 1 を適切に製品化できないおそれがある。そこでウェハ処理システム 1 において形成される周縁改質層は、少なくともデバイスウェハ W d 1 の最終仕上

げ厚みよりも表面W a 側においては、第 1 のウェハWの面方向に対して垂直方向に並べて形成されることが好ましい。

[0062] 具体的には、図 8 に示すように、第 1 のウェハWの内部に形成される周縁改質層は、上記実施形態に示したように斜め方向に並べて形成される第 1 の周縁改質層M 1 と、第 1 のウェハWの厚み方向に並べて形成される第 2 の周縁改質層M 3 と、を有することが好ましい。

[0063] 第 1 の周縁改質層M 1 は、上述のように第 1 のウェハWの内部において斜め方向に並べて形成され、クラックC 1 の上端部が内部面改質層M 2 から伸展するクラックC 2 の外周側端部と接続する。また、クラックC 1 の下端部は第 1 のウェハWの表面W a には到達させず、少なくともデバイスウェハW d 1 の最終仕上げ厚み高さGよりも上方に位置させる。

[0064] 第 2 の周縁改質層M 3 は、第 1 のウェハWの内部において厚み方向に並べて形成される。また第 2 の周縁改質層M 3 は、未接合領域A e と接合領域A c の境界A d の若干径方向内側、かつデバイスウェハW d 1 の最終仕上げ厚み高さGよりも上方に形成されるのが好ましい。また、第 2 の周縁改質層M 3 から第 1 のウェハWの厚み方向に伸展するクラックC 3 は、下端部を第 1 のウェハWの表面W a に到達させ、上端部をクラックC 1 の下端部と接続する。

[0065] このように、第 2 の周縁改質層M 3 を第 1 のウェハWの厚み方向に並べて形成し、かかる第 2 の周縁改質層M 3 をデバイスウェハW d 1 の最終仕上げ厚み高さGよりも上方に位置させることにより、製品としてのデバイスウェハW d 1 の端部に傾斜が形成されることが適切に抑制されるとともに、仕上研削処理後のデバイスウェハW d 1 に周縁改質層M 1、M 3 が残ることが適切に抑制される。また、最終仕上げ厚み高さGより上方においては周縁改質層M 1 を斜め方向に並べて形成することにより、第 1 のウェハWの分離に際してデバイスウェハW d 1 に角部Kが形成されることが適切に抑制される。また更に、第 2 の周縁改質層M 3 を第 1 のウェハWの厚み方向に並べて形成することにより、クラックC 3 が第 1 のウェハWの厚み方向に伸展しやすく

、すなわち適切に第1のウェハWの表面WaまでクラックC3を伸展させることができる。

[0066] なお、以上の実施形態においては、例えば周縁改質層M1の形成にあたりレーザ光の照射位置を第1のウェハWの径方向、及び厚み方向に一定の速度で移動させ、図6に示したように、周縁改質層M1を断面視において略線形状に配置したが、周縁改質層M1の配置はこれに限定されるものではない。例えば周縁改質層M1の形成におけるレーザ光の照射位置の移動を制御することで、図9に示すように周縁改質層M1を断面視において略ラウンド形状に配置してもよい。かかる場合であっても、デバイスウェハWd1に角部Kが形成されないため、第1のウェハWの分離にあたってデバイスウェハWd1が欠けることが適切に抑制される。また、周縁改質層M1が厚み方向に並べて形成されないため、クラックC1が第1のウェハWの厚み方向へ伸展し第1のウェハWの裏面Wbに到達することが抑制される。

[0067] なお、以上の実施形態においては、ウェハ処理システム1の内部、もしくは外部に設けられた界面改質装置60において第1のウェハWとデバイス層Dとの界面に未接合領域Aeを形成したが、未接合領域Aeは必ずしも形成される必要はない。具体的には、図2に示したように第1のウェハW及び第2のウェハSの周縁部には面取り加工がされており、これにより、端部に向けて厚みが小さく形成された面取り部が形成されている。換言すれば、このように面取り部が形成された第1のウェハWと第2のウェハSが接合された重合ウェハTにおいては、当該面取り部においては第1のウェハWと第2のウェハSが接合されていないものとみなすことができる。

[0068] そこで図10に示すように、重合ウェハTにおいて第1のウェハWと第2のウェハSの面取り部Rの形成範囲を未接合領域Aeと、換言すれば、面取り部Rを除去対象としての前記第1のウェハWの周縁部Weとみなしてもよい。すなわち、当該面取り部Rの内周側端部を上記実施形態における境界Adとみなし、当該境界Adの若干径方向内側に周縁改質層M1を形成することができる。そして、かかる場合、周縁改質層M1から伸展するクラックC

1 の下端部を、第 1 のウェハ W の表面 W a 側における面取り部 R の径方向内側端部に到達させる。これにより、レーザ光の照射により第 1 のウェハ W の界面に未接合領域 A e を形成する必要がなくなるため、ウェハ処理に係る時間を短縮できるとともに、界面改質装置 6 0 を構成することが不要になり、システム構成を簡略化できる。また、クラック C 1 の下端部を面取り部 R の径方向内側端部に到達させることにより、より適切に周縁部 W e 除去することができる。

[0069] また、第 1 のウェハ W の内部に、図 1 1 (a) に示すようにクラック C 1 が第 1 のウェハ W の表面 W a 、裏面 W b にそれぞれ到達するように周縁改質層 M 1 を形成してもよい。すなわち図 1 1 (b) に示すように、周縁改質層 M 1 、及びクラック C 1 を基点として周縁部 W e のみを第 1 のウェハ W から除去してもよい。除去された周縁部 W e は、例えば回収部（図示せず）に回収される。このように周縁改質層 M 1 を斜め方向に並べて形成して周縁部 W e の除去を行う場合、上記実施形態でも示したように、周縁部 W e の除去後の第 1 のウェハ W への角部 K の形成が抑制され、すなわち、第 1 のウェハ W の角部 K に欠けが生じることが抑制される。そして、これによりウェハ処理システム 1 の内部におけるパーティクルの発生が抑制されるとともに、製品としての第 1 のウェハ W（デバイスウェハ W d 1）の品質低下が抑制される。

[0070] また、周縁改質層 M 1 、及びクラック C 1 を基点として周縁部 W e のみを第 1 のウェハ W から除去する場合、その後、例えば加工装置 8 0 において第 1 のウェハ W の裏面 W b を研削し、当該第 1 のウェハ W を薄化する。かかる場合、図 1 1 に示したようにクラック C 1 が第 1 のウェハ W の表面 W a に対して斜め方向に形成されることにより、研削後における第 1 のウェハ W の外縁部に欠けが生じることが抑制される。そして、これにより、研削後におけるウェハ処理システム 1 の内部におけるパーティクルの発生が抑制されるとともに、製品としての第 1 のウェハ W（デバイスウェハ W d 1）の品質低下が抑制される。

- [0071] 研削後における第1のウェハWの外縁部に欠けが生じることの抑制に、本開示の技術を利用する場合、クラックC1は第1のウェハWの表面Waに対して斜め方向に形成される。そして、このクラックC1が斜め方向に形成される途中において、クラックC1の方向を第1のウェハWの表面Waに対して垂直方向に向けてもよい。すなわち、クラックC1の下端部は表面Waに対して斜め方向に形成され、クラックC1の上端部は裏面Wbに対して垂直方向に形成されてもよい。但し、クラックC1の伸展方向を第1のウェハWの表面Waに対して垂直方向に向けて形成される範囲は、その後の研削により除去されるように形成する。
- [0072] クラックC1が第1のウェハWの表面Waに対して斜め方向に向かう位置（すなわち、クラックC1の伸展方向が垂直方向から斜め方向に変わる位置）は、第1のウェハWと第2のウェハSの未接合領域Aeの内周側端部に決定される。あるいは、上記位置は、未接合領域Aeの内周側端部よりも若干径方向内側に決定されてもよい。なお、この未接合領域Aeは、図6に示したように改質されて接合強度が低下された未接合領域Aeであってもよいし、図10示したように面取り部Rであってもよい。
- [0073] また、周縁改質層M1、及びクラックC1を基点として周縁部Weのみを第1のウェハWから除去する場合、周縁部Weを周方向に小片化するのが好ましい。周縁部Weを小片化する方法としては、例えば周縁部Weの内部に複数の分割改質層M4を形成し、当該複数の分割改質層M4を基点として周縁部Weを小片化する。
- [0074] 具体的には、例えば内部改質装置61において、第1のウェハW（周縁部We）の内部にレーザ光を照射して、図12及び図13に示すように、第1のウェハWの面方向に対して垂直方向であって、かつ当該第1のウェハWの径方向に沿って、複数の分割改質層M4を形成する。なお、図示の例においては、径方向に延伸するラインの分割改質層M4は8箇所形成されているが、少なくとも、分割改質層M4のラインが2箇所に形成されていれば、周縁部Weを小片化して除去できる。

- [0075] 複数の分割改質層M4は、クラックC1の上端部（裏面Wbに到達する部分）より径方向外側に形成される。また、複数の分割改質層M4は、第1のウェハWの厚み方向に周縁改質層M1及びクラックC1の上方において、後述する分割改質層M4から伸展するクラックC4の下端部が周縁改質層M1またはクラックC1に到達するように形成される。例えば、第1のウェハWの厚み位置に対応し、レーザ光を照射する径方向距離を制御することで、本実施形態の複数の分割改質層M4が形成される。この場合、クラックC4の下端部は、周縁改質層M1またはクラックC1を通過しないのが好ましい。
- [0076] また複数の分割改質層M4は周縁部Weとして除去されるため、最下段の分割改質層M4の位置は特に限定されるものではない。本実施形態では、最下段の分割改質層M4を、最終仕上げ厚み高さGよりも上方に形成している。
- [0077] また、分割改質層M4からはクラックC4が伸展する。未接合領域Aeと接合領域Acとの境界Adより径方向外側においては、クラックC4の上端部は裏面Wbに到達し、下端部は表面Waに到達する。一方、境界Adより径方向内側においては、クラックC4の上端部は裏面Wbに到達し、下端部は周縁改質層M1またはクラックC1に到達する。なお、クラックC4の形成タイミングは、本実施形態に限定されない。例えば、クラックC4の裏面Wbへの到達は、レーザ光の照射による分割改質層M4の形成時ではなく、周縁部Weの除去時に行われるようにしてもよい。この周縁部Weの除去方法は、特に限定されない。例えば、周縁部Weを吸着保持して除去してもよいし、あるいは周縁部Weに対して衝撃を付与して当該周縁部Weを除去してもよい。またこの際、重合ウェハTの側方より、周縁部Weとデバイス層Dの界面に対して、先端が尖った形状を有する挿入部材（例えばくさびローラやブレード等）を挿入してもよい。
- [0078] 本実施形態によれば、周縁部Weを除去する際、当該周縁部Weは、環状の周縁改質層M1を基点に分離しつつ、分割改質層M4によって複数に分割される。そうすると、除去される周縁部Weが小片化され、より容易に除去

することができる。

- [0079] しかも、本実施形態では、分割改質層M4は、周縁改質層M1及びクラックC1の上方において、クラックC4の下端部が周縁改質層M1またはクラックC1に到達するように形成される。換言すれば、分割改質層M4は、クラックC1の上端部の径方向外側において広範囲に形成される。したがって、分割改質層M4によって周縁部Weを確実に小片化することができる。
- [0080] なお、周縁改質層M1及びクラックC1より径方向外側において、分割改質層M4が形成される位置は上記実施形態に限定されない。
- [0081] 例えば、図14に示すように、複数の分割改質層M4は、第1のウェハWの径方向において、周縁改質層M1の最外側より更に外側に形成されてもよい。すなわち、複数の分割改質層M4は、未接合領域Aeと接合領域Acとの境界Adより径方向外側に形成されてもよい。また最下段の分割改質層M4の位置は特に限定されるものではないが、本実施形態では、最終仕上げ厚み高さGよりも上方としている。分割改質層M4から伸展するクラックC4は、表面Waと裏面Wbに到達する。
- [0082] かかる場合、上記実施形態と同様に、分割改質層M4によって周縁部Weを小片化して容易に除去することができる。また、本実施形態では、第1のウェハWの厚み方向に、レーザ光を照射する径方向距離は同一でよいため、レーザ加工を容易に行うことができる。特に、クラックC1の上端部と境界Adまでの径方向距離が十分に小さい場合、周縁改質層M1と分割改質層M4との間に改質層が存在しなくても、周縁部Weを適切に分割することができる。
- [0083] なお、以上の図13及び図14に示した例では、クラックC1は第1のウェハWの表面Waに対して斜め方向に形成されたが、このクラックC1が斜め方向に形成される途中において、クラックC1の方向を第1のウェハWの表面Waに対して垂直方向に向けてもよい。
- [0084] なお、以上の実施形態においては、重合ウェハTはデバイス層Dを含んだが、デバイス層Dを含まない重合ウェハであってもよい。

[0085] なお、以上の実施形態においてはウェハ処理システム1において第1のウェハWと第2のウェハSとが接合された重合ウェハTにおいて、第1のウェハWの周縁部の除去、薄化を行う場合を例に説明を行ったが、第1のウェハWは第2のウェハSと接合されていなくてもよい。

[0086] 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。

符号の説明

- [0087]
- 1 ウェハ処理システム
 - 61 内部改質装置
 - 90 制御装置
 - W 第1のウェハ
 - Wa 表面
 - Wb 裏面
 - Wc 中央部
 - Wd 境界
 - We 周縁部
 - M1 (第1の) 周縁改質層
 - M3 第2の周縁改質層

請求の範囲

- [請求項1] 基板を処理する基板処理方法であって、
前記基板の裏面側からレーザ光を照射して、前記基板の除去対象の周縁部と前記基板の中央部の境界に沿って、複数の第1の周縁改質層を形成することを含み、
複数の前記第1の周縁改質層は、前記基板の径方向外側から内側に向けて、前記基板の内部における表面側から裏面側へと向かうように、それぞれ異なる高さ位置に形成される、基板処理方法。
- [請求項2] 前記第1の周縁改質層の形成時において、隣接する前記第1の周縁改質層から伸展する第1の亀裂が連結される、請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項3] 前記基板の内部にレーザ光を照射して、前記基板の除去対象の周縁部と前記基板の中央部の境界に沿って、複数の第2の周縁改質層を形成することを含み、
複数の前記第2の周縁改質層は、前記基板の面方向に対して垂直方向に並べて形成され、
前記第2の周縁改質層から伸展する第2の亀裂は、下端部が前記基板の表面に到達され、上端部が前記第1の亀裂の下端部と連結される、請求項2に記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記第2の亀裂の上端部は、前記基板の最終仕上げ厚み高さよりも裏面側に位置する、請求項3に記載の基板処理方法。
- [請求項5] 前記基板の内部にレーザ光を照射して、前記基板の面方向に沿って複数の内部面改質層を形成することを含み、
前記内部面改質層から面方向に伸展する第3の亀裂は、径方向外側端部が前記第1の亀裂の上端部と連結される、請求項2～4のいずれか一項に記載の基板処理方法。
- [請求項6] 前記第1の周縁改質層及び前記内部面改質層は、前記基板の径方向外側から内側に向けて連続的に形成される、請求項5に記載の基板処理

方法。

[請求項7] 前記基板は表面側が他の基板と接合されることにより重合基板を形成し、
前記周縁部における前記基板と前記他の基板の接合強度を弱める未接合領域を形成することを含み、請求項1～6のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項8] 前記基板には、断面視において端部の厚みが小さく形成された面取り部が形成され、
前記基板は表面側が他の基板と接合されることにより重合基板を形成し、
前記第1の周縁改質層の形成時において、前記第1の周縁改質層から伸展する第1の亀裂の下端部を、前記基板の表面における前記面取り部の径方向内側端部に到達させる、請求項1～6のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項9] 前記基板の内部にレーザ光を照射して、前記基板の面方向に対して垂直方向であって、かつ当該基板の径方向に沿って、複数の分割改質層を形成することを含み、
複数の前記分割改質層は、前記第1の周縁改質層から伸展する第1の亀裂の上端部より径方向外側に形成され、かつ、前記基板の厚み方向に前記第1の周縁改質層及び前記第1の亀裂の上方において、分割改質層から伸展する第4の亀裂の下端部が前記第1の周縁改質層または前記第1の亀裂に到達するように形成される、請求項1～8のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項10] 前記基板の内部にレーザ光を照射して、前記基板の面方向に対して垂直方向であって、かつ当該基板の径方向に沿って、複数の分割改質層を形成することを含み、
複数の前記分割改質層は、前記基板の径方向において、複数の前記第1の周縁改質層の最外側より更に外側に形成される、請求項1～8の

いずれか一項に記載の基板処理方法。

- [請求項11] 基板を処理する基板処理装置であって、
前記基板の裏面側からレーザ光を照射して、前記基板の除去対象の周縁部と前記基板の中央部の境界に沿って、複数の第1の周縁改質層を形成する改質部と、
前記基板に対する改質層の形成動作を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、
複数の前記第1の周縁改質層を、前記基板の径方向外側から内側に向けて、前記基板の内部における表面側から裏面側へと向かうように、それぞれ異なる高さ位置に形成するように、前記改質部の動作を制御する、基板処理装置。
- [請求項12] 前記制御部は、
前記第1の周縁改質層の形成時において、隣接する前記第1の周縁改質層から伸展する第1の亀裂が連結されるように、前記第1の周縁改質層の形成間隔を制御する、請求項11に記載の基板処理装置。
- [請求項13] 前記制御部は、
前記基板の内部にレーザ光を照射して、前記基板の除去対象の周縁部と前記基板の中央部の境界に沿って、前記基板の面方向に対して垂直方向に並べて複数の第2の周縁改質層を形成し、
前記第2の周縁改質層から伸展する第2の亀裂の下端部が前記基板の表面に到達し、上端部が前記第1の亀裂の下端部と連結されるように、前記改質部の動作を制御する、請求項12に記載の基板処理装置。
- [請求項14] 前記制御部は、
前記第2の亀裂の上端部が、前記基板の最終仕上げ厚み高さよりも裏面側に位置するように、前記第2の周縁改質層の形成動作を制御する、請求項13に記載の基板処理装置。
- [請求項15] 前記制御部は、
前記基板の内部にレーザ光を照射して、前記基板の面方向に沿って複

数の内部面改質層を形成し、

前記内部面改質層から面方向に伸展する第3の亀裂の径方向外側端部が、前記第1の亀裂の上端部と連結されるように、前記改質部の動作を制御する、請求項12～14のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項16] 前記制御部は、

前記第1の周縁改質層及び前記内部面改質層が、前記基板の径方向外側から内側に向けて連続的に形成されるように、前記改質部の動作を制御する、請求項15に記載の基板処理装置。

[請求項17] 前記基板は表面側が他の基板と接合されることにより重合基板を形成しており、

前記周縁部における前記基板と前記他の基板の接合強度を弱める未接合領域を形成する第2の改質部を備える、請求項11～16のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項18] 前記基板には、断面視において端部の厚みが小さく形成された面取り部が形成され、

前記基板は表面側が他の基板と接合されることにより重合基板を形成しており、

前記制御部は、

前記第1の周縁改質層の形成時において、前記第1の周縁改質層から伸展する第1の亀裂の下端部を、前記基板の表面における前記面取り部の径方向内側端部に到達させるように前記第1の周縁改質層の形成動作を制御する、請求項11～16のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項19] 前記制御部は、

前記基板の内部にレーザ光を照射して、前記基板の面方向に対して垂直方向であって、かつ当該基板の径方向に沿って、複数の分割改質層を形成し、

複数の前記分割改質層が、前記第1の周縁改質層から伸展する第1の亀裂の上端部より径方向外側に形成され、かつ、前記基板の厚み方向に前記第1の周縁改質層及び前記第1の亀裂の上方において、分割改質層から伸展する第4の亀裂の下端部が前記第1の周縁改質層または前記第1の亀裂に到達するように形成されるように、前記改質部の動作を制御する、請求項11～18のいずれか一項に記載の基板処理装置。

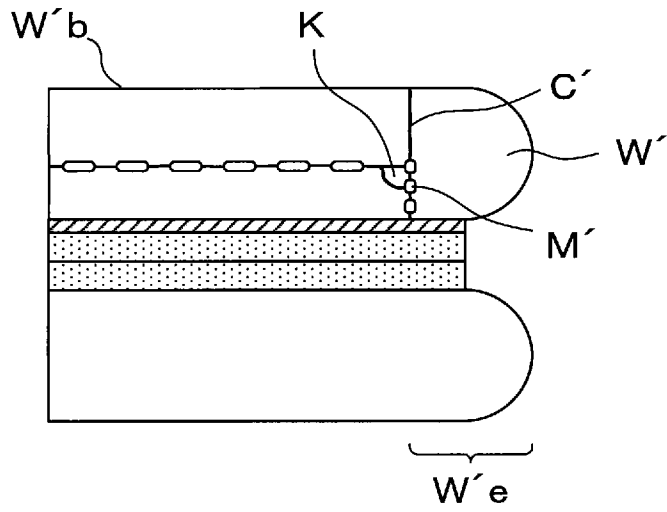
[請求項20]

前記制御部は、

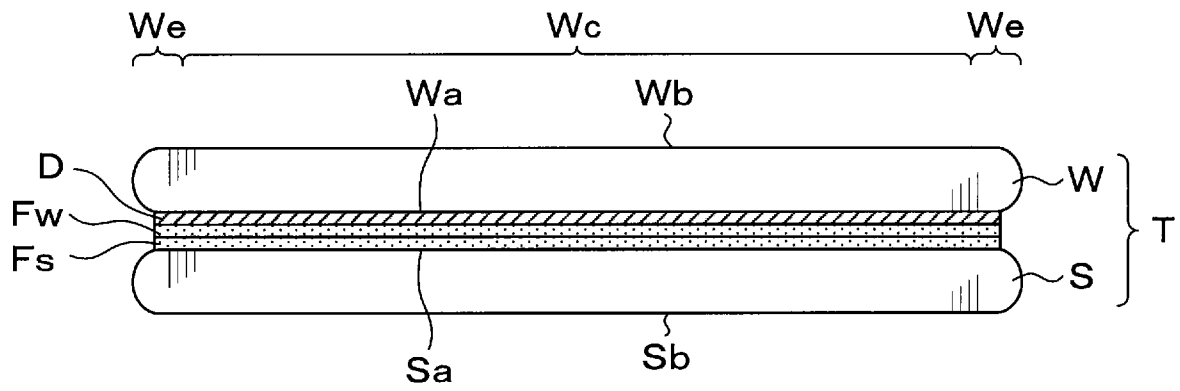
前記基板の内部にレーザ光を照射して、前記基板の面方向に対して垂直方向であって、かつ当該基板の径方向に沿って、複数の分割改質層を形成し、

複数の前記分割改質層が、前記基板の径方向において、複数の前記第1の周縁改質層の最外側より更に外側に形成される、前記改質部の動作を制御する、請求項11～18のいずれか一項に記載の基板処理装置。

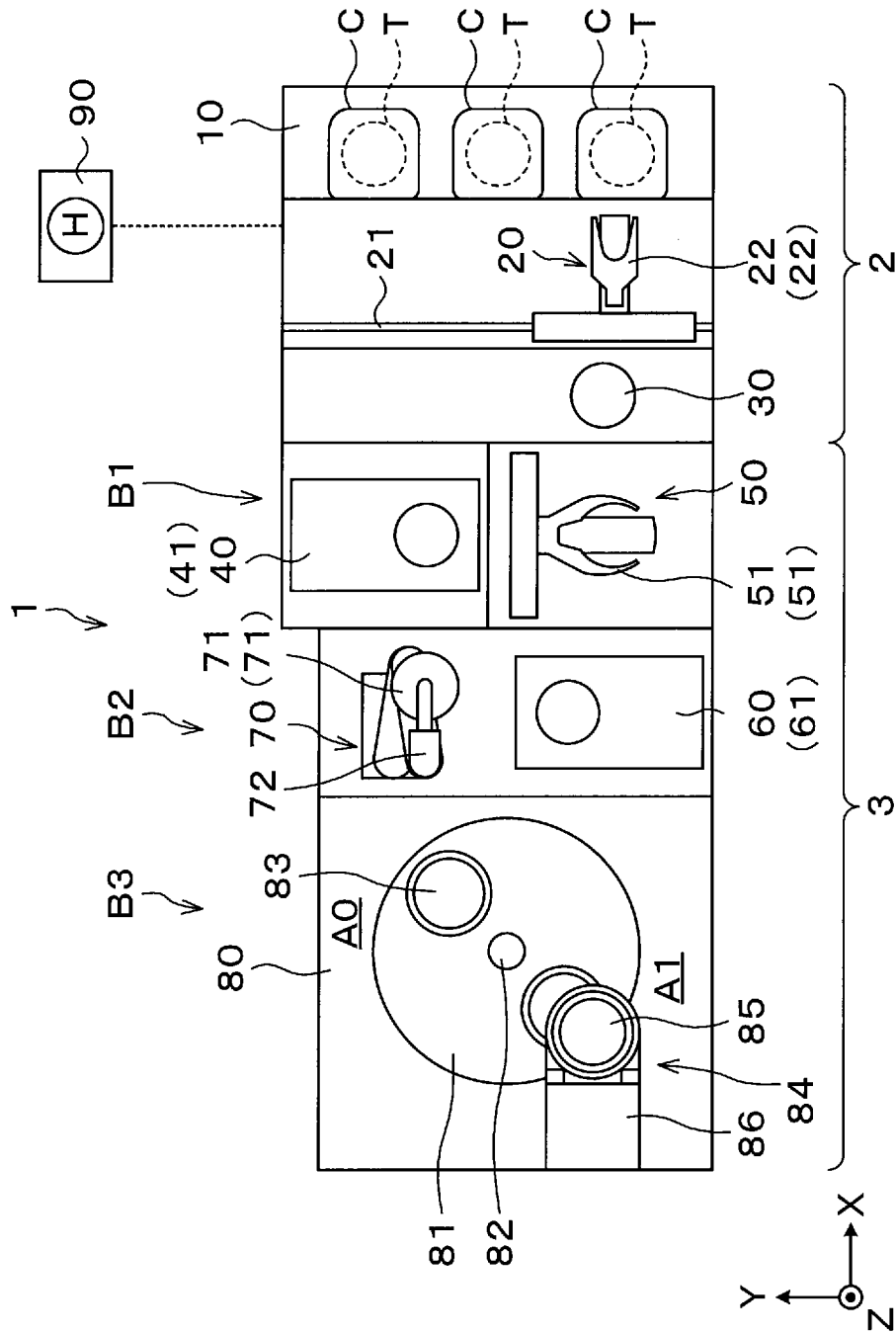
[図1]



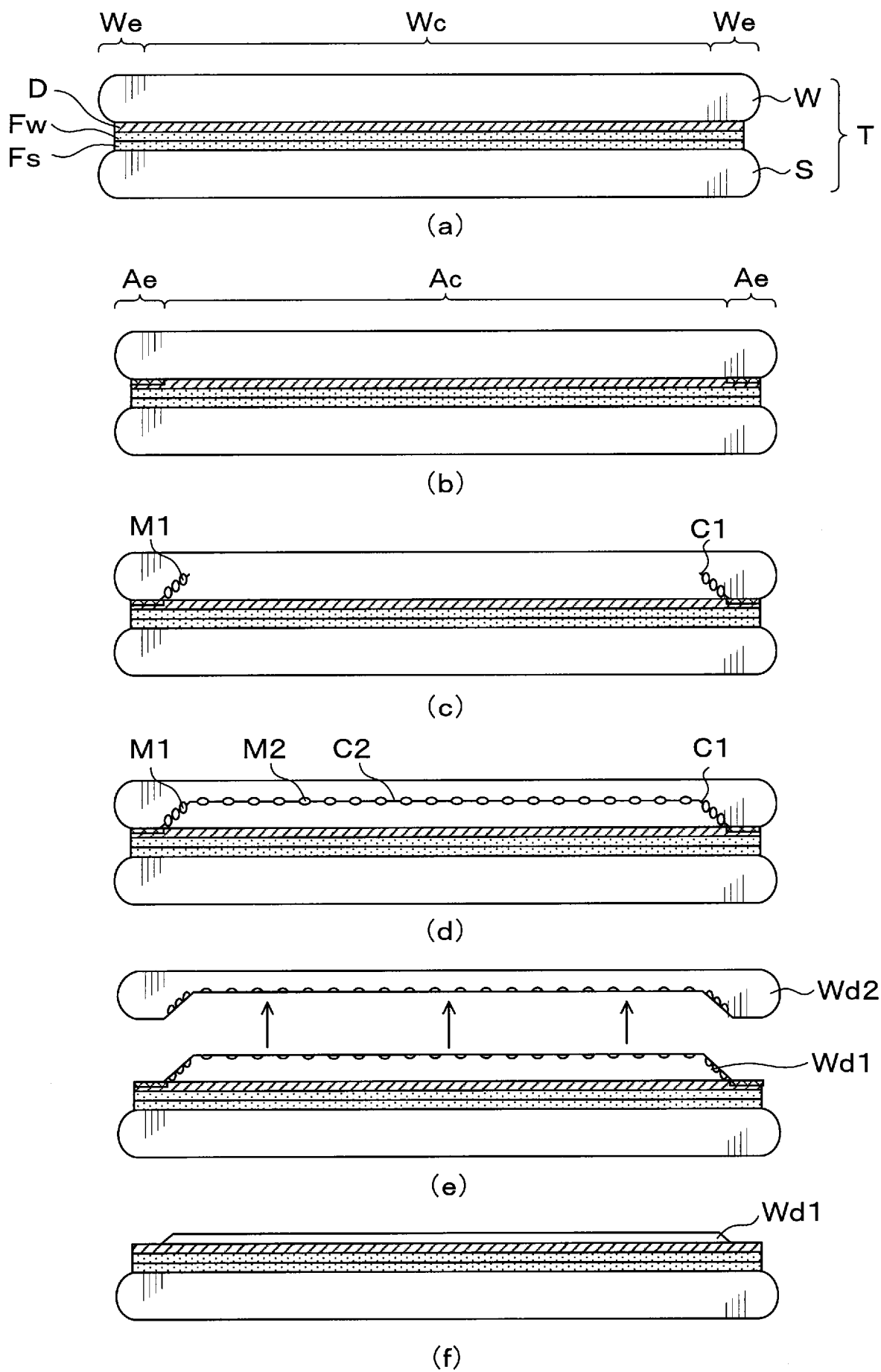
[図2]



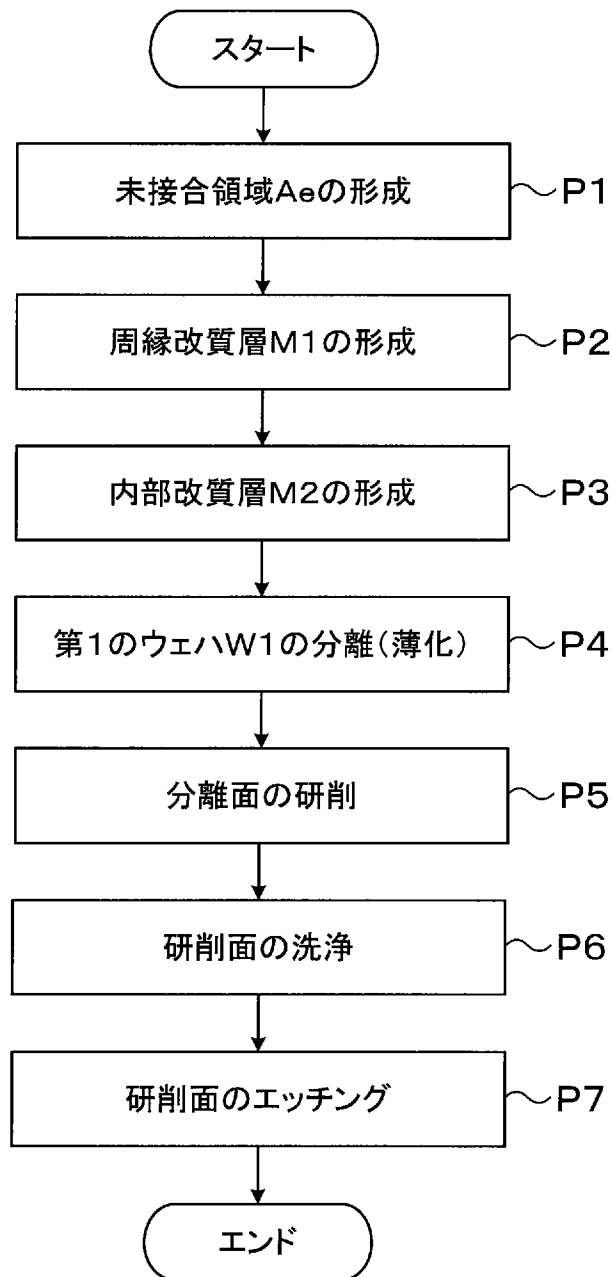
[図3]



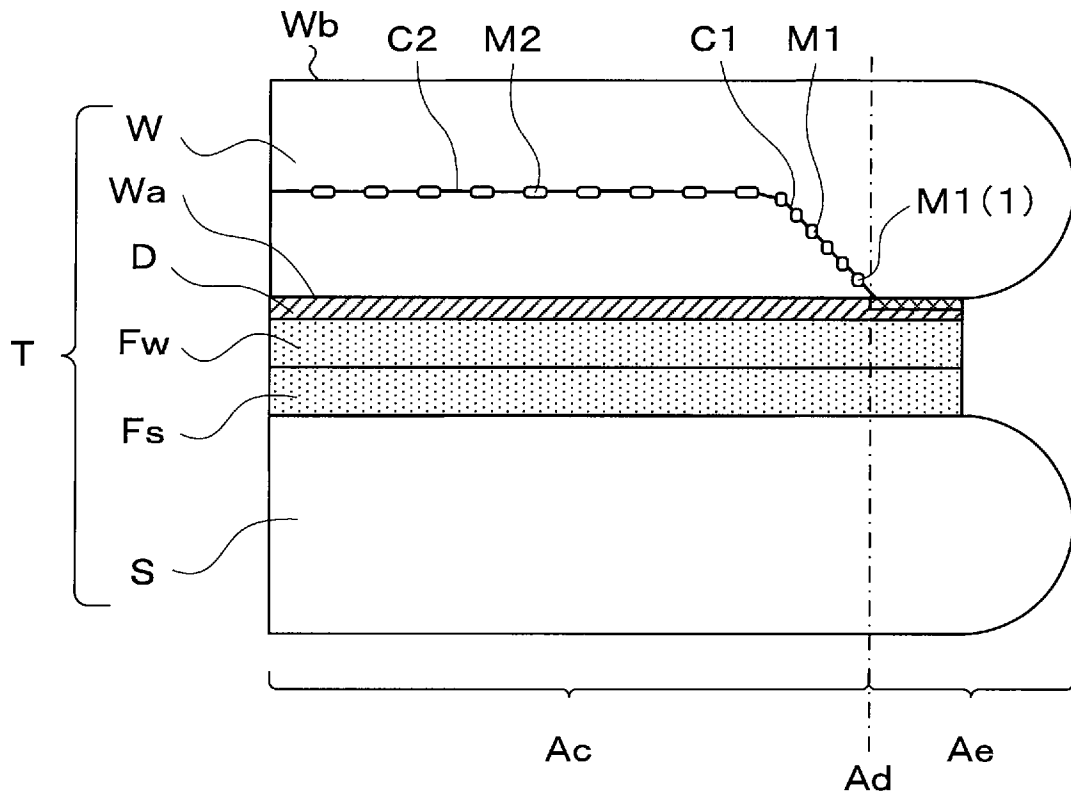
[図4]



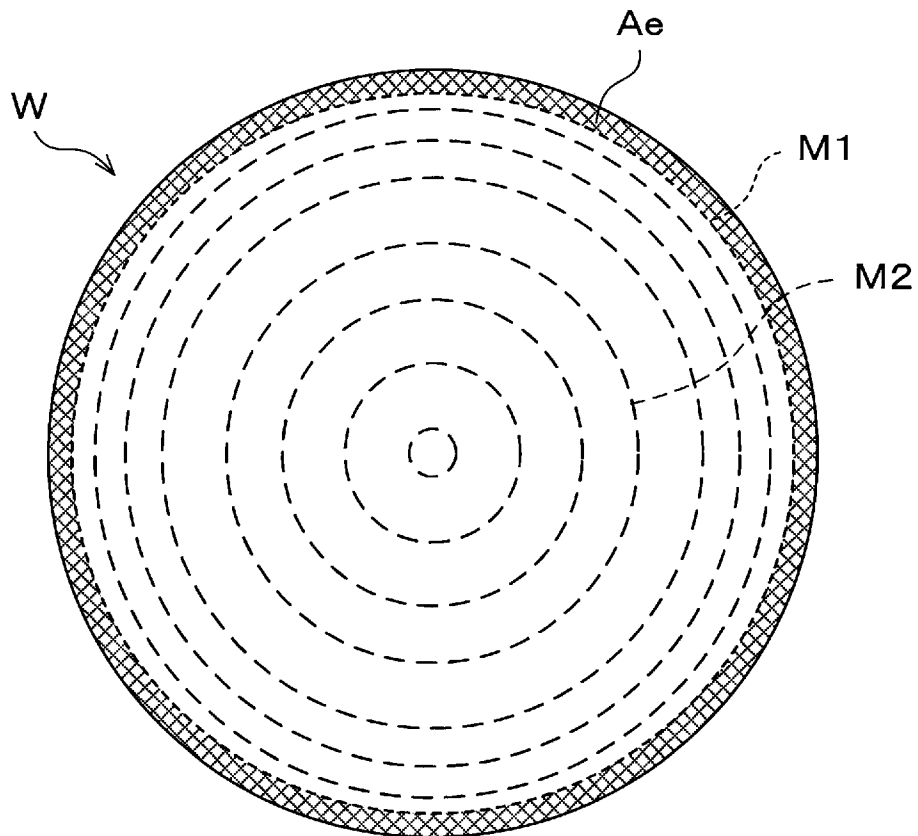
[図5]



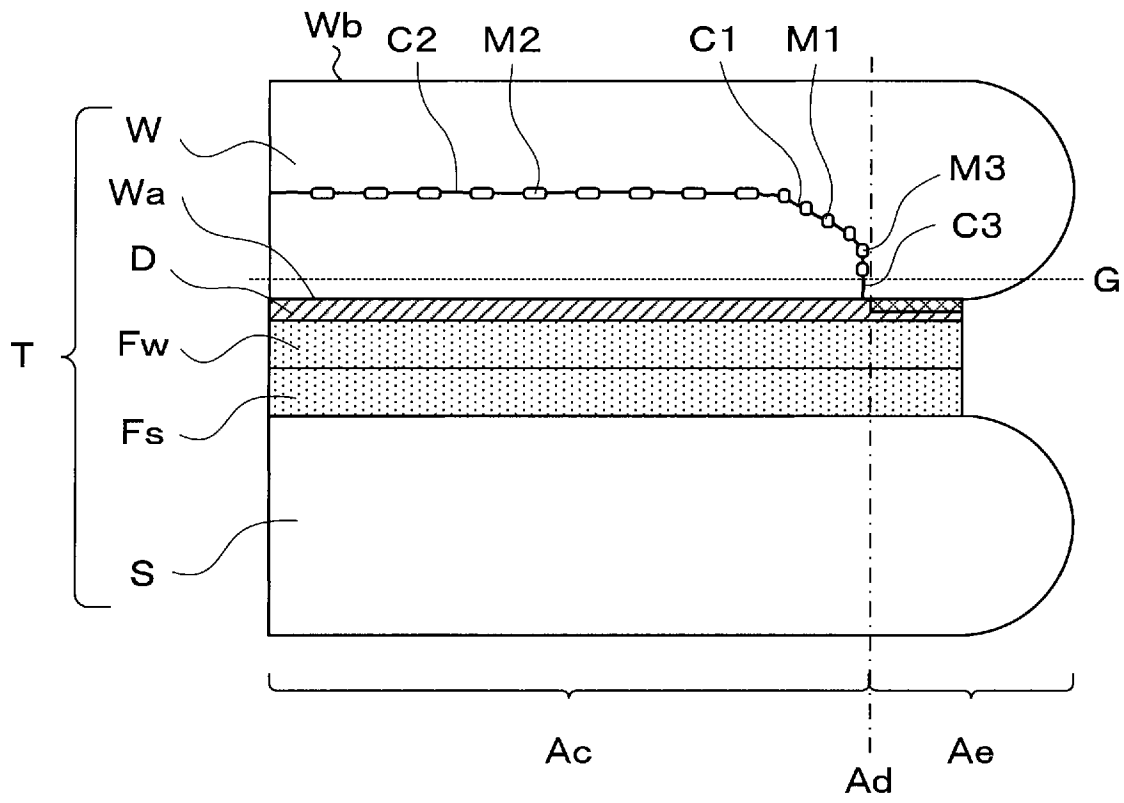
[図6]



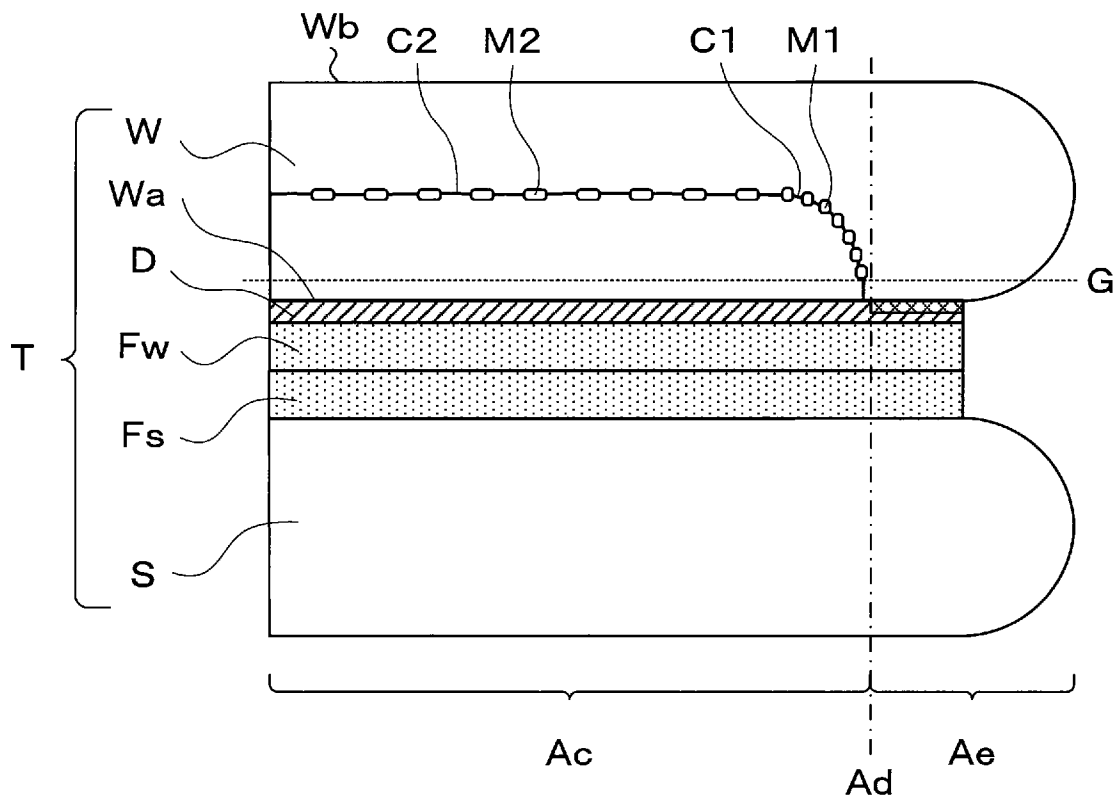
[図7]



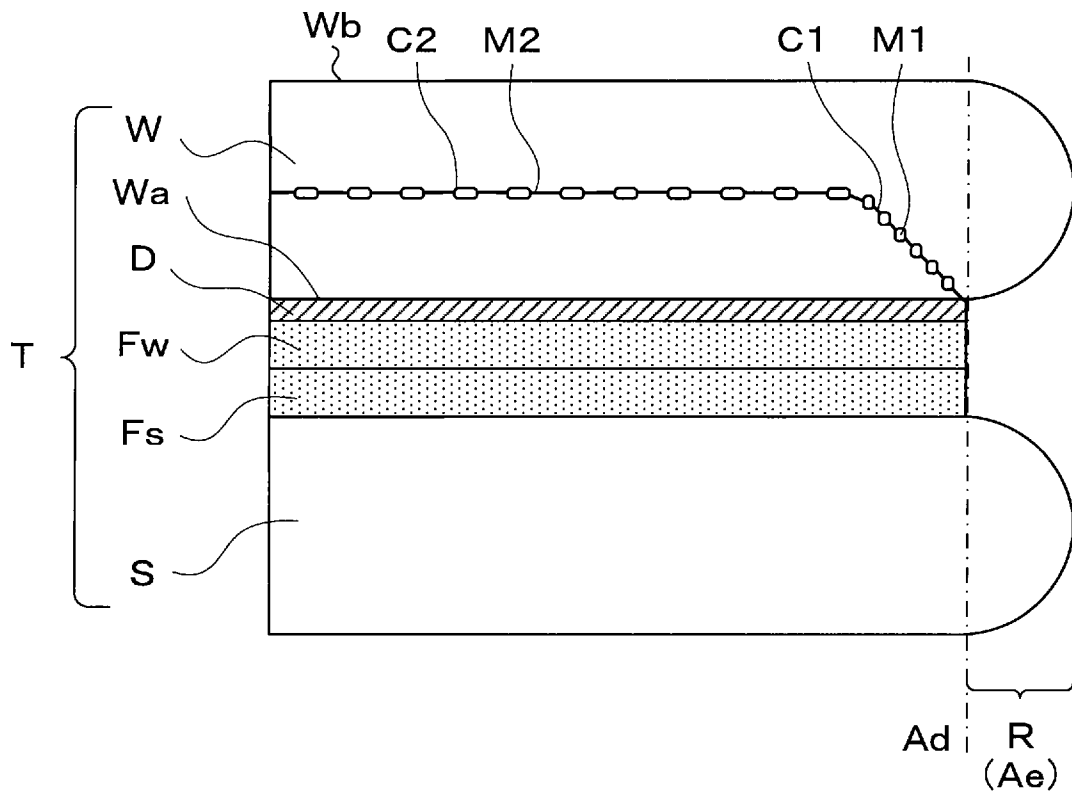
[図8]



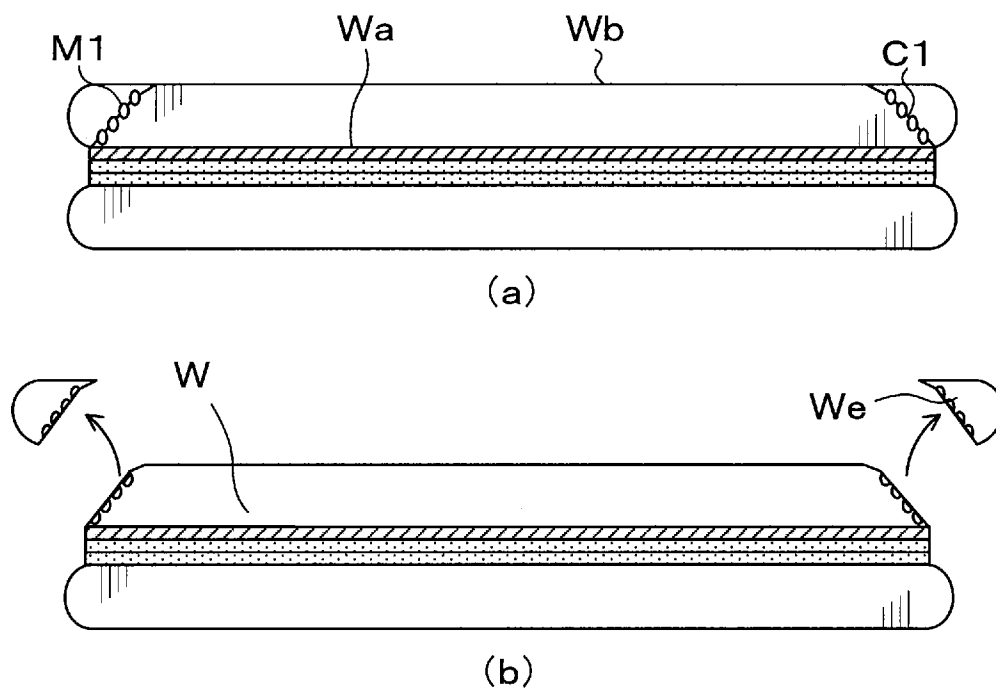
[図9]



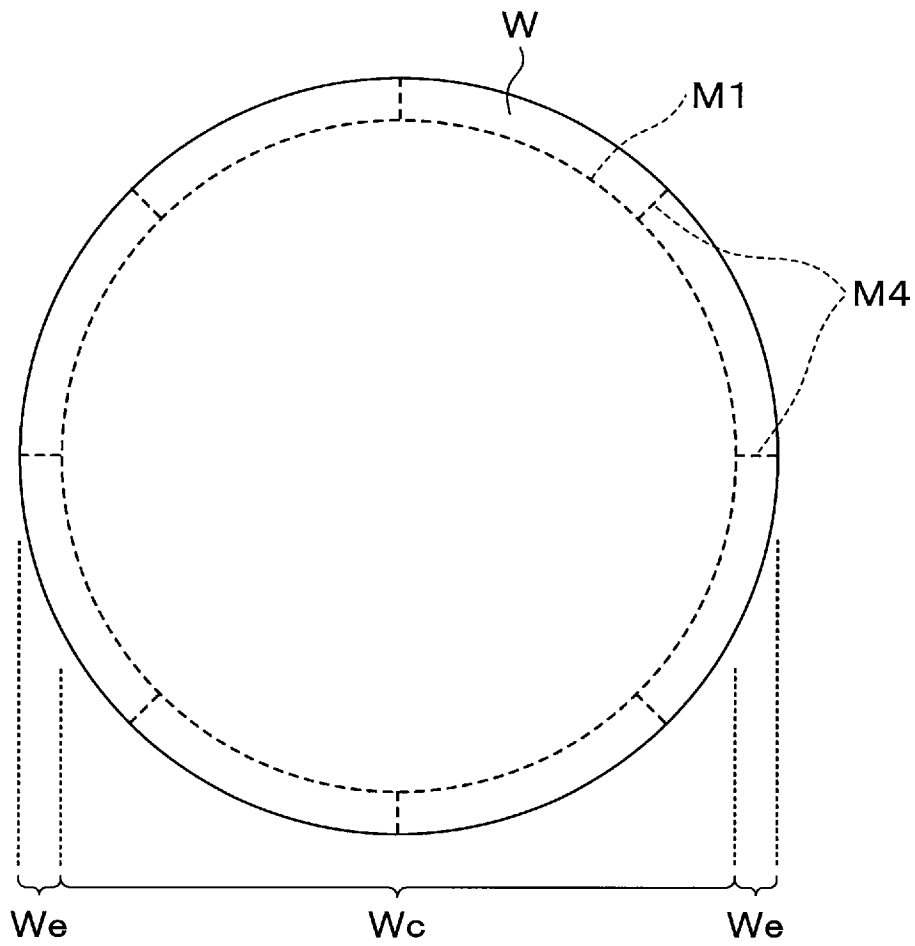
[図10]



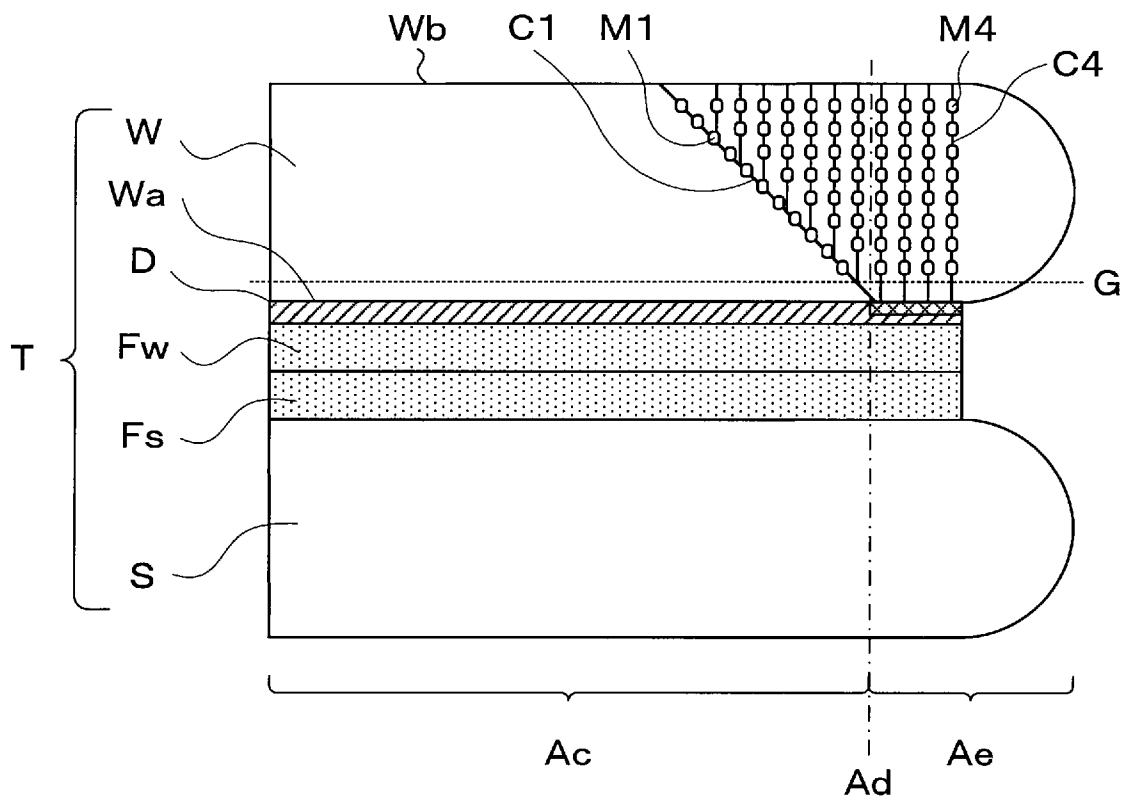
[図11]



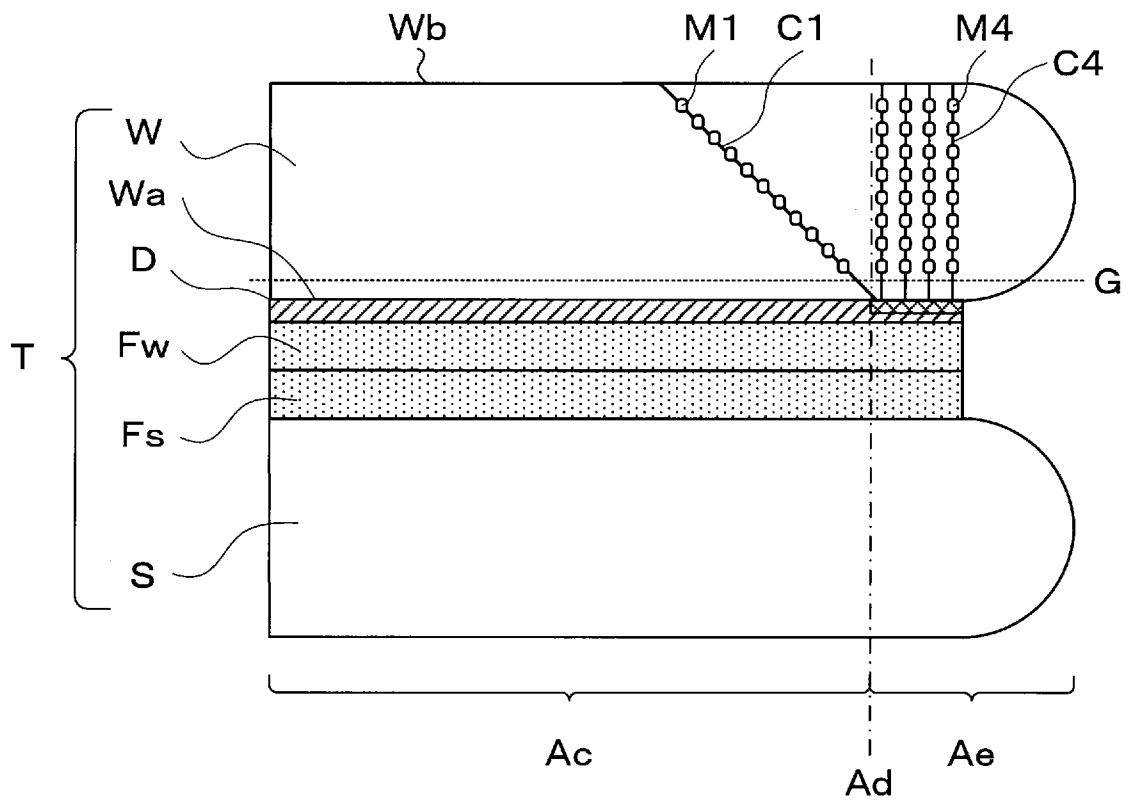
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/005609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B23K 26/00(2014.01)i; B23K 26/53(2014.01)i; H01L 21/02(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i; H01L 21/301(2006.01)i FI: H01L21/78 B; H01L21/02 C; H01L21/68 N; B23K26/53; H01L21/304 621E; H01L21/02 B; B23K26/00 M According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K26/00; B23K26/53; H01L21/02; H01L21/304; H01L21/683; H01L21/301 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-71074 A (SAITAMA UNIVERSITY) 13 April 2017 (2017-04-13) paragraphs [0015], [0016], [0023], [0046], fig. 5	1, 2
Y	paragraphs [0015], [0016], [0023], [0046], fig. 5	1-20
Y	WO 2020/017599 A1 (TOKYO ELECTRON LTD.) 23 January 2020 (2020-01-23) paragraphs [0033], [0037], [0042], [0043], [0083]-[0085], [0087]-[0089], fig. 1-3, 7, 8, 22, 23	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* 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 26 April 2021 (26.04.2021)	Date of mailing of the international search report 18 May 2021 (18.05.2021)	
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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/005609

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-71074 A	13 Apr. 2017	(Family: none)	
WO 2020/017599 A1	23 Jan. 2020	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 26/00(2014.01)i; B23K 26/53(2014.01)i; H01L 21/02(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i; H01L 21/301(2006.01)i FI: H01L21/78 B; H01L21/02 C; H01L21/68 N; B23K26/53; H01L21/304 621E; H01L21/02 B; B23K26/00 M</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K26/00; B23K26/53; H01L21/02; H01L21/304; H01L21/683; H01L21/301</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
<p>国際調査で利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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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								
X	JP 2017-71074 A（国立大学法人埼玉大学）13.04.2017（2017-04-13） [0015], [0016], [0023], [0046], 図5	1, 2								
Y	[0015], [0016], [0023], [0046], 図5	1-20								
Y	WO 2020/017599 A1（東京エレクトロン株式会社）23.01.2020（2020-01-23） [0033], [0037], [0042], [0043], [0083]-[0085], [0087]-[0089], 図1-3, 7, 8, 22, 23	1-20								
<p><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。</p>										
<p>* 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</p>										
国際調査を完了した日	26.04.2021	国際調査報告の発送日 18.05.2021								
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） 湯川 洋介 50 1788 電話番号 03-3581-1101 内線 3516									

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/JP2021/005609

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-71074 A	13.04.2017	(ファミリーなし)	
WO 2020/017599 A1	23.01.2020	(ファミリーなし)	