

(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  
2024年11月28日(28.11.2024)

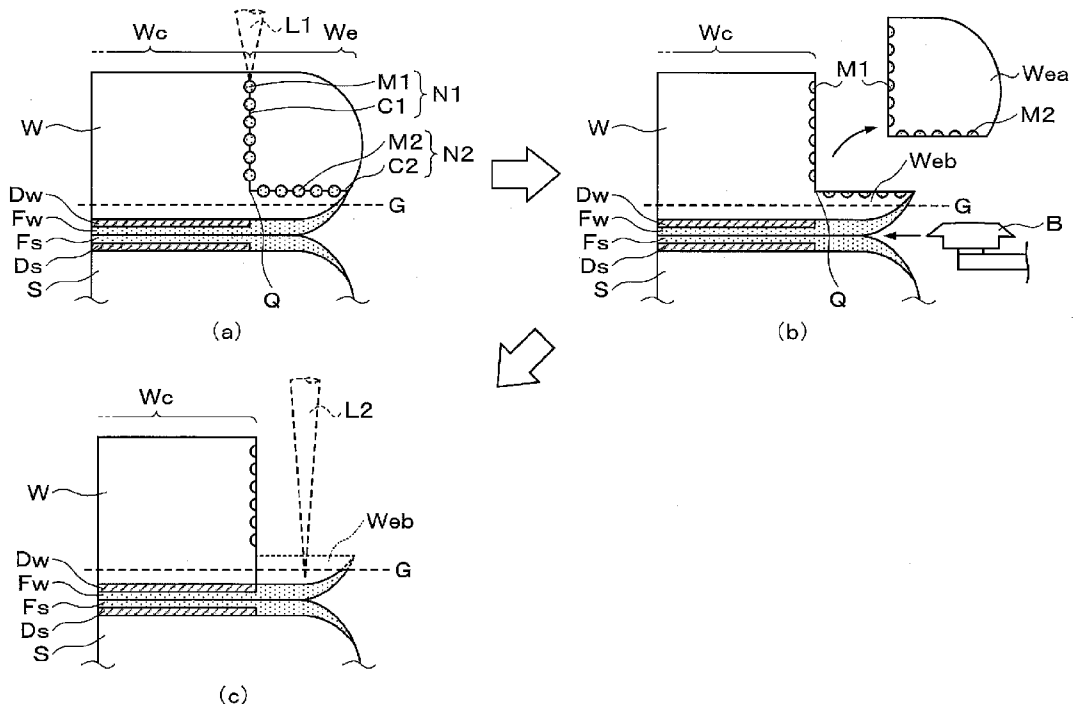


(10) 国際公開番号  
**WO 2024/241699 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H01L 21/304* (2006.01) *B23K 26/53* (2014.01)  
*B23K 26/36* (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/012409
- (22) 国際出願日: 2024年3月27日(27.03.2024)
- (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 2023-084865 2023年5月23日(23.05.2023) 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: 山下 陽平 (YAMASHITA, Yohei); 〒8691232 熊本県菊池郡大津町高尾野272-4 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 溝本 康隆 (MIZOMOTO, Yasutaka); 〒8691232 熊本県菊池郡大津町高尾野272-4 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 中尾 淳一 (NAKAO, Junichi); 〒8691232 熊本県菊池郡大津町高尾野272-4 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).

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING METHOD AND SUBSTRATE PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 基板処理方法及び基板処理システム



(57) Abstract: Provided is a substrate processing method for processing a multilayer substrate in which a first substrate and a second substrate are joined together, said method comprising: forming a first periphery modification region inside a first substrate, along the boundary between a center part and a peripheral part to be removed in the first substrate; forming a second periphery modification region in the radial direction inside first substrate, at least at the radially outer side from the first periphery modification region; and removing, from the first substrate, an upper part of the peripheral part, starting

WO 2024/241699 A1



(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

at the first periphery modification region and the second periphery modification region, wherein, during the formation of the second periphery modification region, the first periphery modification region and the second periphery modification region intersect at a position at which the regions will not remain inside the first substrate after thinning of the first substrate from which the upper part of the peripheral part has been removed.

(57) 要約: 第1の基板と第2の基板が接合された重合基板を処理する基板処理方法であって、前記第1の基板における除去対象の周縁部と中央部との境界に沿って、前記第1の基板の内部に第1の周縁改質領域を形成することと、少なくとも前記第1の周縁改質領域から径方向外側において、前記第1の基板の内部で径方向に第2の周縁改質領域を形成することと、前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域を基点に、前記周縁部の上部を前記第1の基板から除去することと、前記第2の周縁改質領域を形成することにおいて、前記周縁部の上部が除去された前記第1の基板を薄化後に、前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域が前記第1の基板の内部に残らない位置で交差する。

## 明 細 書

**発明の名称**：基板処理方法及び基板処理システム

### 技術分野

[0001] 本開示は、基板処理方法及び基板処理システムに関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1～3のそれぞれには、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板を処理する基板処理システムが開示されている。基板処理システムは、第1の基板の内部に改質層を形成する改質層形成装置と、第1の基板と第2の基板とが接合される界面を改質する界面処理装置と、第1の基板の周縁部を除去する周縁除去装置と、を有する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開2019/176589号公報  
特許文献2：国際公開2019/208298号公報  
特許文献3：国際公開2019/208359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、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板において、除去対象の第1の基板の周縁部を適切に除去する。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板を処理する基板処理方法であって、前記第1の基板における除去対象の周縁部と中央部との境界に沿って、前記第1の基板の内部に第1の周縁改質領域を形成することと、少なくとも前記第1の周縁改質領域から径方向外側において、前記第1の基板の内部で径方向に第2の周縁改質領域を形成することと、前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域を基点に、前記周縁部の上部を前記第1の基板から除去することと、前記第2の周縁改質領域を形成す

ることにおいて、前記周縁部の上部が除去された前記第1の基板を薄化後に、前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域が前記第1の基板の内部に残らない位置で交差する。

### 発明の効果

[0006] 本開示によれば、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板において、除去対象の第1の基板の周縁部を適切に除去することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0007] [図1]処理対象の重合ウェハの説明図である。  
[図2]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3]レーザ照射装置の構成の概略を示す平面図である。  
[図4]レーザ照射装置の構成の概略を示す側面図である。  
[図5]第1の実施形態にかかるウェハ処理の主な工程を示す説明図である。  
[図6]第2の実施形態にかかるウェハ処理の主な工程を示す説明図である。  
[図7]他の実施形態における第2の周縁改質領域の説明図である。  
[図8]他の実施形態における第1の周縁改質領域の説明図である。  
[図9]他の実施形態における第2の周縁改質領域の説明図である。  
[図10]他の実施形態における第3の周縁改質領域の説明図である。  
[図11]他の実施形態にかかる周縁上部の除去方法の説明図である。  
[図12]他の実施形態にかかる周縁上部の除去方法の説明図である。  
[図13]他の実施形態において第1の周縁改質領域と第2の周縁改質領域を形成する様子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、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、「ウェハ」という。）である第1のウェハと、第2のウェハとが接合された重合ウェハにおいて、第1のウェハを薄化することが行われる。また、第1のウェハの薄化処理前には、当該第1のウェハの周縁部を除去する、いわゆるエッジトリムが行われる。

[0009] 第1のウェハのエッジトリムは、例えば特許文献1～3に開示された基板

処理システムで行われる。基板処理システムでは、第1のウェハにおける除去対象の周縁部と中央部との境界に沿ってレーザ光を照射して、当該第1のウェハの内部に改質層を形成する。また、周縁部において、第1のウェハと第2のウェハとが接合される界面にレーザ光を照射して、改質面を形成する。その後、周縁除去装置において、改質層を基点に第1のウェハの周縁部を除去する。この際、周縁部には改質面が形成されているので、第1のウェハと第2のウェハの接合力を低下させて周縁部の除去を適切に行うことができる。

[0010] ここで、本発明者らが鋭意検討した結果、後述するように改質面は、第1のウェハを薄化する際の薄化面より上方に形成するのが好ましいことを見出した。しかしながら、特許文献1～3に開示されたエッジトリムでは改質面の形成位置までは考慮されておらず、従来のエッジトリムには改善の余地がある。

[0011] 本開示にかかる技術は、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板において、除去対象の第1の基板の周縁部を適切に除去する。以下、本実施形態にかかる基板処理システムとしてのウェハ処理システム及び基板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。

[0012] 本実施形態にかかる後述のウェハ処理システム1では、図1に示すように第1の基板としての第1のウェハWと、第2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。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。

[0013] 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側には少なくとも1つの膜が積層して形成されている。以下、この表面

Wa側に形成された膜を「積層膜」という。本実施形態において積層膜は、デバイス層Dwと接合用膜Fwを含む。デバイス層Dwは、複数のデバイスを含む。接合用膜Fwには、例えば酸化膜（THOX膜、SiO<sub>2</sub>膜、TEOS膜）、SiC膜、SiCN膜又は接着剤などが用いられる。そして第1のウェハWは、接合用膜Fwを介して、第2のウェハSと接合される。また、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。周縁部Weは後述のエッジトリム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。なお、以下の説明においては、第1のウェハWにおける除去対象の周縁部Weよりも径方向内側の領域を中央部Wcという場合がある。

[0014] 第2のウェハSは、例えば第1のウェハWと同様の構成を有している。すなわち、表面Sa側には積層膜としてのデバイス層Ds及び接合用膜Fsが形成され、周縁部は面取り加工がされている。なお、第2のウェハSはデバイス層Dsが形成されたデバイスウェハである必要はなく、例えば第1のウェハWを支持する支持ウェハであってもよい。かかる場合、第2のウェハSは第1のウェハWのデバイス層Dwを保護する保護材として機能する。

[0015] なお、図1では第1のウェハWと第2のウェハSの表面に、積層膜としてデバイス層と接合用膜が形成されている場合を例に図示を行った。しかしながら、積層膜の種類や積層数はこれに限定されるものではない。

[0016] 図2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では、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C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。

[0017] 搬入出ステーション2には、複数の重合ウェハTを収容可能なカセットCを載置するカセット載置台10が設けられている。また、カセット載置台10のX軸正方向側には、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上を移動し、カセット載置台10のカセットCと後述のトランジション装置30との間で重合ウェハTを搬送可能に構成されている。

[0018] 搬入出ステーション2には、ウェハ搬送装置20のX軸正方向側において、当該ウェハ搬送装置20に隣接して、重合ウェハTを処理ステーション3との間で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。

[0019] 処理ステーション3には、ウェハ搬送装置40、レーザ照射装置50、周縁上部除去装置60、周縁下部除去装置70及び洗浄装置80が配置されている。

[0020] ウェハ搬送装置40は、トランジション装置30のX軸正方向側に設けられている。ウェハ搬送装置40は、X軸方向に延伸する搬送路41上を移動自在に構成され、搬入出ステーション2のトランジション装置30、レーザ照射装置50、周縁上部除去装置60、周縁下部除去装置70及び洗浄装置80に対して重合ウェハTを搬送可能に構成されている。

[0021] レーザ照射装置50は、第1のウェハWの内部に改質用のレーザ光（例えばYAGレーザやファイバーレーザ）を照射し、周縁部Weの上部を剥離する際の基点となる周縁改質層を形成する。またレーザ照射装置50は、後述する制御装置51を有する。

[0022] 図3及び図4に示すように、レーザ照射装置50は、重合ウェハTを上面で保持するチャック100を有している。チャック100は、第1のウェハWが上側であって第2のウェハSが下側に配置された状態で、第2のウェハ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移動機構104を介して、基台105上においてY軸方向に延伸して設けられるレール

106上を移動自在に構成されている。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。

[0023] チャック100の上方には、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に保持された重合ウェハTの内部、より具体的には第1のウェハWの内部にレーザ光を照射する。

[0024] 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、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。

[0025] 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、撮像機構120が設けられている。撮像機構120は、少なくとも1つのカメラを備える。カメラにより撮像された画像は、後述の制御装置51又は制御装置90に出力される。そしてレーザ照射装置50では、撮像機構120により得られた画像に基づいて、チャック100上での重合ウェハTの位置を把握し、これに基づいて、重合ウェハTのアライメントやレーザ光の照射位置の決定を行う。なお、撮像機構120は昇降機構121によって昇降自在に構成され、さらに移動機構122によってY軸方向に移動自在に構成されている。移動機構122は、支持柱116に支持されている。

[0026] なお、図示の例においては回転機構103及び移動機構104によりチャック100をレーザヘッド110に対して相対的に回転、及び水平方向に移動可能に構成したが、レーザヘッド110をチャック100に対して相対的に回転、及び水平方向に移動可能に構成してもよい。また、チャック100及びレーザヘッド110の双方をそれぞれ相対的に回転、及び水平方向に移動可能に構成してもよい。

[0027] 図2に示す周縁上部除去装置60は、レーザ照射装置50で形成された周

縁改質層を基点として、第1のウェハWの周縁部Weの上部（以下、「周縁上部Wea」という。後述の図5参照。）の除去を行う。周縁上部Weaの除去方法は任意に選択できる。一例において周縁上部除去装置60では、例えばくさび形状からなるブレードを第1のウェハWと第2のウェハSの間に挿入してもよい。

[0028] 周縁下部除去装置70は、第1のウェハWにおいて周縁部Weの下部（以下、「周縁下部Web」という。後述の図5参照。）に除去用のレーザ光（例えばUVフェムト秒レーザ）を照射し、当該周縁下部Webをレーザアブレーションにより除去する。また周縁下部除去装置70は、後述する制御装置71を有する。

[0029] 周縁下部除去装置70は、例えばレーザ照射装置50と同様の構成を有する。すなわち周縁下部除去装置70は、重合ウェハTを保持するチャック、チャックの上方に設けられるレーザヘッド及び撮像機構を備えうる。チャックは、水平方向に移動自在に構成されるとともに、鉛直軸回りに回転自在に構成される。またレーザヘッドは、水平方向に移動自在に構成されるとともに、昇降自在に構成される。レーザヘッドからは、レーザ照射装置50における改質用のレーザ光に代えて、周縁下部Webに照射される上記した除去用のレーザ光が照射可能に構成される。

[0030] なお、本実施形態では、周縁上部除去装置60で周縁上部Weaを除去し、周縁下部除去装置70で周縁下部Webを除去することで、周縁部We全体を除去し、すなわちエッジトリムを行う。

[0031] 洗浄装置80は、周縁上部除去装置60及び周縁下部除去装置70でエッジトリムされた後の第1のウェハW及び第2のウェハSに洗浄処理を施し、これらウェハ上のパーティクルを除去する。洗浄の方法は任意に選択できる。

[0032] 以上のウェハ処理システム1には、制御装置51、制御装置71及び少なくとも1つの制御装置90が設けられている。制御装置51は、レーザ照射装置50の動作を個別に制御する。制御装置71は、周縁下部除去装置70

の動作を個別に制御する。制御装置 90 は、ウェハ処理システム 1 における一連のウェハ処理の制御を統括する。

[0033] 制御装置 51、制御装置 71 及び制御装置 90 はそれぞれ、本開示において述べられる種々の工程をレーザ照射装置 50、周縁下部除去装置 70 及びウェハ処理システム 1 に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御装置 51、制御装置 71 及び制御装置 90 はそれぞれ、ここで述べられる種々の工程を実行するようにレーザ照射装置 50、周縁下部除去装置 70 及びウェハ処理システム 1 の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御装置 51 の一部又は全てがレーザ照射装置 50 に含まれてもよく、制御装置 71 の一部又は全てが周縁下部除去装置 70 に含まれてもよく、制御装置 90 の一部又は全てがウェハ処理システム 1 に含まれてもよい。

[0034] 制御装置 51、制御装置 71 及び制御装置 90 はそれぞれ、処理部、記憶部及び通信インターフェースを含んでもよい。制御装置 51、制御装置 71 及び制御装置 90 はそれぞれ、例えばコンピュータにより実現される。処理部は、記憶部から種々の制御動作を行うことを可能にするロジック又はルーチンを提供するプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部に格納され、処理部によって記憶部から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェースに接続されている通信回線であってもよい。記憶媒体は、一時的なものであっても非一時的なものであってもよい。処理部は、CPU (Central Processing Unit) であってもよく、1つ又は複数の回路であってもよい。記憶部は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又はこれらの

組み合わせを含んでもよい。通信インターフェースは、LAN (Local Area Network) 等の通信回線を介してレーザ照射装置50、周縁下部除去装置70及びウェハ処理システム1との間で通信してもよい。

[0035] なお、本実施形態においては、制御装置51と制御装置71を、それぞれレーザ照射装置50と周縁下部除去装置70に対して個別に設置したが、これら制御装置51と制御装置71は制御装置90と一体に構成されてもよい。換言すれば、レーザ照射装置50と周縁下部除去装置70の動作は、制御装置90により制御されてもよい。

[0036] 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、2つの実施形態（第1の実施形態と第2の実施形態）を説明する。第1及び第2の実施形態では、ウェハ処理として、第1のウェハWの周縁部Weを除去するエッジトリムを行う。この際、周縁上部Weaと周縁下部Webに分けて段階的に周縁部Weを除去する。

[0037] なお、第1及び第2の実施形態では、ウェハ処理システム1で処理される前に、ウェハ処理システム1の外部において第1のウェハWと第2のウェハSが接合され、予め重合ウェハTが形成されている。

[0038] また、第1及び第2の実施形態では、ウェハ処理システム1で処理された後、ウェハ処理システム1の外部において第1のウェハWの中央部Wcを薄化する処理が行われる。第1のウェハWを薄化する処理は任意である。図5はウェハ処理の主な工程を示す説明図であり、当該説明図には第1のウェハWの中央部Wcを薄化する際の薄化面G（薄化予定面）が示されている。なお、第1のウェハWの中央部Wcを薄化する薄化装置、例えば研削装置（図示せず）は、本実施形態のようにウェハ処理システム1の外部に設けられていてもよいし、ウェハ処理システム1に備え付けられていてもよい。

[0039] 第1の実施形態にかかるウェハ処理について説明する。まず、複数の重合ウェハTを収納したカセットC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C内の重合ウェハTが取り出され、トランジション装置30及びウェハ搬送装置40を介

してレーザ照射装置50に搬送される。

[0040] レーザ照射装置50では、図5(a)に示すように第1のウェハWの内部に改質用のレーザ光L1を照射し、第1の周縁改質層M1と第2の周縁改質層M2を形成する。

[0041] 第1の周縁改質層M1を形成する際には、第1のウェハWの周縁部Weと中央部Wcの境界に沿って、第1のウェハWの内部にレーザ光L1を照射する。周縁部Weと中央部Wcの境界は、例えば第1のウェハWの厚み方向に延伸する境界である。このレーザ光L1によって第1の周縁改質層M1が形成されると、第1の周縁改質層M1から周縁部Weと中央部Wcの境界に沿って第1の亀裂C1が伸展する。そして、第1の周縁改質層M1と第1の亀裂C1を含む第1の周縁改質領域N1が形成される。第1の周縁改質領域N1は、第1のウェハWの裏面Wbと後述する第2の周縁改質領域N2との間に延在する。

[0042] 第2の周縁改質層M2を形成する際には、少なくとも第1の周縁改質領域N1(第1の周縁改質層M1及び第1の亀裂C1)から径方向外側であって、且つ、第1のウェハWの薄化面Gの上方において、第1のウェハWの内部に面方向(径方向)にレーザ光L1を照射する。このレーザ光L1によって薄化面Gの上方に第2の周縁改質層M2が形成されると、第2の周縁改質層M2から第1のウェハWの面方向に第2の亀裂C2が伸展する。そして、第2の周縁改質層M2と第2の亀裂C2を含む第2の周縁改質領域N2が形成される。なお、第2の周縁改質領域N2は、少なくとも第1の周縁改質領域N1と第2の周縁改質領域N2が交差する点Q(以下、「交差点Q」という。)が薄化面Gの上方に位置するように形成される。

[0043] これら第1の周縁改質領域N1と第2の周縁改質領域N2は、周縁上部Weaを除去する際の基点となる。なお、第1の周縁改質領域N1の形成と第2の周縁改質領域N2の形成の順序は任意であるが、第2の周縁改質領域N2を形成した後、第1の周縁改質領域N1を形成するのが好ましい。かかる場合、第1の周縁改質領域N1の第1の亀裂C1の伸展が第2の周縁改質領

域N 2に繋がり、当該第1の亀裂C 1がデバイス層D wまで伸展することを抑制し、その結果、デバイス層D wが損傷を被るのを抑制することができる。

[0044] 第1のウェハWの内部に第1の周縁改質領域N 1と第2の周縁改質領域N 2が形成された重合ウェハTは、次に、ウェハ搬送装置4 0により周縁上部除去装置6 0に搬送される。周縁上部除去装置6 0では、図5 (b)に示すように第1のウェハWと第2のウェハSの間にブレードBを挿入し、第1のウェハWから周縁上部W e aが除去される。この際、周縁上部W e aは、第1の周縁改質領域N 1と第2の周縁改質領域N 2を基点として第1のウェハWの中央部W cから剥離されて除去される。また、第1のウェハWの周縁部W eには、周縁下部W e bが残存する。

[0045] 第1のウェハWの周縁上部W e aが除去された重合ウェハTは、次に、ウェハ搬送装置4 0により周縁下部除去装置7 0に搬送される。周縁下部除去装置7 0では、図5 (c)に示すように周縁下部W e bに除去用のレーザ光L 2を照射する。このレーザ光L 2が照射された周縁下部W e bは、レーザアブレーションにより除去される。このように周縁上部W e aと周縁下部W e bが除去されることで、周縁部W e全体が除去され、エッジトリムが完了する。なお、周縁下部W e bを除去する際、当該周縁下部W e bの下方にある接合用膜F wも除去してもよい。

[0046] 第1のウェハWの周縁下部W e bが除去された重合ウェハTは、次に、ウェハ搬送装置4 0により洗浄装置8 0に搬送される。洗浄装置8 0では、周縁部W eが除去された後の第1のウェハW、及び／又は、第2のウェハSが洗浄される。

[0047] その後、全ての処理が施された重合ウェハTは、トランジション装置3 0を介して、ウェハ搬送装置2 0によりカセット載置台1 0のカセットC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。

[0048] 次に、第2の実施形態にかかるウェハ処理について説明する。第2の実施

形態と第1の実施形態では、主としてレーザ照射装置50における第1のウェハWの改質処理が異なる。

[0049] レーザ照射装置50では、図6(a)に示すように第1のウェハWの内部に改質用のレーザ光L1を照射し、第1の周縁改質層M1、第2の周縁改質層M2及び第3の周縁改質層M3を形成する。

[0050] 第1の周縁改質層M1と第2の周縁改質層M2の形成方法は、それぞれ第1の実施形態における第1の周縁改質層M1と第2の周縁改質層M2の形成方法と同様である。そして、第1の周縁改質層M1と第1の亀裂C1を含む第1の周縁改質領域N1と、第2の周縁改質層M2と第2の亀裂C2を含む第2の周縁改質領域N2とが形成される。

[0051] 第3の周縁改質層M3を形成する際には、第2の周縁改質領域N2(第2の周縁改質層M2及び第2の亀裂C2)の径方向外側から第2のウェハS側に向けて、例えば第1のウェハWの厚み方向にレーザ光L1を照射する。このレーザ光L1によって第3の周縁改質層M3が形成されると、第3の周縁改質層M3から第1のウェハWの厚み方向に第3の亀裂C3が伸展する。そして、第3の周縁改質層M3と第3の亀裂C3を含む第3の周縁改質領域N3が形成される。第3の周縁改質領域N3は、第2の周縁改質領域N2と、第1のウェハWの表面Waとの間に延在する。

[0052] これら第1の周縁改質領域N1、第2の周縁改質領域N2及び第3の周縁改質領域N3は、周縁上部Weaを除去する際の基点となる。なお、第1の周縁改質領域N1の形成、第2の周縁改質領域N2の形成及び第3の周縁改質領域N3の形成の順序は任意であるが、第1の実施形態と同様に、第2の周縁改質領域N2を形成した後、第1の周縁改質領域N1を形成するのが好ましい。

[0053] 周縁上部除去装置60では、図6(b)に示すように第1のウェハWと第2のウェハSの間にブレードBを挿入し、第1のウェハWから周縁上部Weaが除去される。この際、周縁上部Weaは、第1の周縁改質領域N1、第2の周縁改質領域N2及び第3の周縁改質領域N3を基点として第1のウェ

ハWの中央部W<sub>c</sub>から剥離されて除去される。

- [0054] 周縁下部除去装置70では、図6(c)に示すように周縁下部W<sub>e b</sub>に除去用のレーザ光L<sub>2</sub>を照射する。このレーザ光L<sub>2</sub>が照射された周縁下部W<sub>e b</sub>は、レーザアブレーションにより除去される。このように周縁上部W<sub>e a</sub>と周縁下部W<sub>e b</sub>が除去されることで、周縁部W<sub>e</sub>全体が除去され、エッジトリムが完了する。
- [0055] 以上の第1及び第2の実施形態によれば、少なくとも第1の周縁改質領域N<sub>1</sub>と第2の周縁改質領域N<sub>2</sub>を含む周縁改質領域を基点に周縁上部W<sub>e a</sub>を除去することができる。また、レーザアブレーションによって周縁下部W<sub>e b</sub>を除去することができる。したがって、第1のウェハWの周縁部W<sub>e</sub>を適切に除去して、エッジトリムを適切に行うことができる。
- [0056] またここで、仮に第2の周縁改質領域N<sub>2</sub>が第1の周縁改質領域N<sub>1</sub>より径方向内側まで形成された場合であって、第2の周縁改質領域N<sub>2</sub>が薄化面Gより下方に形成された場合、周縁部W<sub>e</sub>が除去され、さらに薄化された後の第1のウェハWの内部に、第2の周縁改質領域N<sub>2</sub>の一部が残存することになる。
- [0057] この点、第1及び第2の実施形態によれば、第1のウェハWの内部において少なくとも第1の周縁改質領域N<sub>1</sub>と第2の周縁改質領域N<sub>2</sub>の交差点Qが第1のウェハWの薄化面Gより上方に位置するように、第2の周縁改質領域N<sub>2</sub>を形成する。かかる場合、仮に第2の周縁改質領域N<sub>2</sub>が第1の周縁改質領域N<sub>1</sub>より径方向内側まで形成された場合であっても、第1のウェハWの中央部W<sub>c</sub>を薄化する際に第2の周縁改質領域N<sub>2</sub>を除去することができる。
- [0058] 以上の第1の実施形態において周縁上部W<sub>e a</sub>を除去後に残存する周縁下部W<sub>e b</sub>の厚みは、第2の実施形態における周縁下部W<sub>e b</sub>の厚みより小さい。かかる場合、第1の実施形態に比べて第2の実施形態の方が、周縁下部除去装置70で周縁下部W<sub>e b</sub>を除去する際のレーザ光L<sub>2</sub>の照射量を減少させることができる。

[0059] 以上の第1及び第2の実施形態において、第2の周縁改質領域N2を形成する際には、第2の周縁改質層M2を径方向外側から内側に形成するのが好ましい。例えば第1のウェハWの内部において径方向内側から外側にレーザー光L1を照射すると、レーザー光L1によって作用する応力が第1のウェハWの内部に溜まるため、第2の周縁改質層M2が想定外の方向に形成されるおそれがある。この点、径方向外側から内側にレーザー光L1を照射すると、レーザー光L1によって作用する応力を径方向内側から外側に逃がすことができ、第2の周縁改質層M2の形成位置を適切に制御しやすくなる。

[0060] 以上の第1及び第2の実施形態において、上述したように第2の周縁改質領域N2を形成した後、第1の周縁改質領域N1を形成することで、第1の周縁改質領域N1の第1の亀裂C1の伸展が第2の周縁改質領域N2に繋がる。その結果、第1の亀裂C1がデバイス層Dwまで伸展することを抑制することができる。

[0061] この点、図7に示すように第2の周縁改質領域N2は、第1の周縁改質領域N1の径方向内側に延在してもよい。以下の説明では、第2の周縁改質領域N2において第1の周縁改質領域N1の径方向内側に延在する部分を、オーバーストロークPという。オーバーストロークPを形成する際には、図7に示すように第1の周縁改質領域N1の径方向内側にレーザー光L1を照射して第2の周縁改質層M2を形成し、第2の周縁改質層M2から第1の周縁改質領域N1の径方向外側に第2の亀裂C2を伸展させてもよい。或いは、第1の周縁改質領域N1の径方向内側にレーザー光L1を照射すると共に、第1の周縁改質領域N1の径方向外側にもレーザー光L1を照射し、第2の周縁改質層M2から第1の周縁改質領域N1の径方向外側に第2の亀裂C2を伸展させて、第2の周縁改質層M2と第2の亀裂C2を含むオーバーストロークPを形成してもよい。また、本例においては、上述したように第2の周縁改質領域N2を形成した後、第1の周縁改質領域N1を形成する。

[0062] かかる場合、第2の周縁改質領域N2が第1の周縁改質領域N1の径方向内側に延在するので、第1の周縁改質領域N1の第1の亀裂C1の伸展を第

2の周縁改質領域N2で確実に繋げることができる。その結果、第1の亀裂C1がデバイス層Dwまで伸展することを確実に抑制し、デバイス層Dwが損傷を被るのを抑制することができる。

[0063] ここで、周縁上部除去装置60においてブレードBを挿入する際、第2の周縁改質領域N2の径方向内側先端部から、想定されていない亀裂が発生し、この亀裂が第1のウェハWの表面Waまで伸展して剥離するおそれがある。この点、図7に示す例では、周縁上部Weaを除去する際の支点となる第1の周縁改質領域N1と第2の周縁改質領域N2の交点と、剥離支点となる第2の周縁改質領域N2の径方向内側先端部をずらすことができる。そうすると、ブレードBの挿入時に第1の周縁改質領域N1と第2の周縁改質領域N2の交点に応力が作用しても当該応力を径方向内側に逃がすことができるので、上述した第2の周縁改質領域N2の径方向内側先端部における想定外の亀裂を抑制して、剥離を抑制することができる。なお、想定外の亀裂が発生しない位置を把握しておいて、当該位置まで、オーバーストロークPの範囲を設定するとなお良い。

[0064] なお、図7に示したように第2の周縁改質領域N2にオーバーストロークPが形成されたとしても、第1のウェハWの中央部Wcを薄化する際にオーバーストロークPを除去することができる。

[0065] 以上の第1及び第2の実施形態において、第1の周縁改質領域N1は第1のウェハWの厚み方向に形成したが、第1の周縁改質領域N1の形成方向はこれに限定されない。例えば図8に示すように、第1の周縁改質領域N1は、第1のウェハWのシリコンの結晶方位に沿って斜め方向に形成してもよい。例えばシリコンの111結晶方位は鉛直方向から約70度の方向にあるが、この111結晶方位に沿って第1の周縁改質領域N1を形成する。

[0066] ここで、周縁上部除去装置60においてブレードBを挿入する際、周縁上部Weaを適切に除去するためにブレードBの挿入力や挿入量を増加させると、上述したように第2の周縁改質領域N2の径方向内側先端部から想定外の亀裂が発生して、第1のウェハWと第2のウェハSの間が剥離するおそれ

がある。

- [0067] この点、本例のように第1の周縁改質領域N1を結晶方位に沿って形成すると、当該第1の周縁改質領域N1において周縁上部Weaを容易に除去することができる。その結果、周縁上部Weaを除去する際のブレードBの挿入力や挿入量を抑えて、上述した第2の周縁改質領域N2の径方向内側先端部における想定外の亀裂を抑制し、剥離を抑制することができる。
- [0068] 以上の第1及び第2の実施形態において、第2の周縁改質領域N2は第1のウェハWの面方向に形成したが、第2の周縁改質領域N2の形成方向はこれに限定されない。例えば図9に示すように、第2の周縁改質領域N2は、第1のウェハWの面方向から斜め方向に形成してもよい。この第2の周縁改質領域N2は、径方向外側から内側に向けて上昇するような斜め方向に形成するのが好ましい。かかる場合、第1のウェハWの中央部Wcにおいて第2の周縁改質領域N2が、第1のウェハWの薄化面Gより低い位置に延在しないようにできる。
- [0069] 以上の第2の実施形態において、第3の周縁改質領域N3は第1のウェハWの厚み方向に形成したが、第3の周縁改質領域N3の形成方向はこれに限定されない。例えば図10に示すように、第3の周縁改質領域N3は、第1のウェハWの厚み方向から斜め方向に形成してもよい。
- [0070] 以上の第1及び第2の実施形態において、周縁上部除去装置60では第1のウェハWと第2のウェハSの間に面方向にブレードBを挿入して周縁上部Weaを除去したが、周縁上部Weaの除去方法はこれに限定されない。
- [0071] ここで、周縁上部除去装置60においてブレードBを面方向に挿入して、第1のウェハWと第2のウェハSの接合を剥離する方向に応力を作用させると、上述したように第2の周縁改質領域N2の径方向内側先端部から想定外の亀裂が発生して、第1のウェハWと第2のウェハSの間が剥離するおそれがある。そこで、面方向と異なる方向、例えば第1の周縁改質領域N1の形成方向に応力を作用させてもよい。かかる応力を作用させる周縁上部除去装置60の構成は任意である。

[0072] 周縁上部除去装置60では、例えば図11に示すように加圧部200を用いて、周縁上部Weaを上方から加圧して、第1の周縁改質領域N1に沿って下方に応力を作用させてもよい。この際、加圧部200は周縁上部Weaに当接して物理的に周縁上部Weaを押圧してもよいし、加圧部200から周縁部Weに向けてエアブローやウォータジェットを噴射することで、当該周縁部Weに衝撃を加えてもよい。なお、図11の例においては、第1の周縁改質領域N1が斜め方向に形成されているが、かかる場合、周縁上部Weaをより容易に除去することができる。

[0073] また周縁上部除去装置60では、例えば図12に示すように挟持部210を用いて、周縁上部Weaを上方から挟持して、第1の周縁改質領域N1に沿って下方に応力を作用させてもよい。挟持部210は、上挟持部材211と下挟持部材212を有している。上挟持部材211が周縁上部Weaに当接し、下挟持部材212が第2のウェハSを保持するチャック213に当接した状態で、重合ウェハTを挟み込む。なお、図12の例においても、第1の周縁改質領域N1が斜め方向に形成されているが、かかる場合、周縁上部Weaをより容易に除去することができる。

[0074] また周縁上部除去装置60では、例えば図5(b)に示したブレードBを第1のウェハWと第2のウェハSの間に進入させた状態で、当該ブレードBを上方に移動させて、第1の周縁改質領域N1に沿って上方に応力を作用させてもよい。

[0075] 以上の第1の実施形態では、レーザ照射装置50において第1の周縁改質層M1（第1の周縁改質領域N1）と第2の周縁改質層M2（第2の周縁改質領域N2）を形成したが、これら周縁改質層M1、M2は別のレーザ照射装置で形成してもよい。また第2の実施形態では、第1の周縁改質層M1（第1の周縁改質領域N1）、第2の周縁改質層M2（第2の周縁改質領域N2）及び第3の周縁改質層M3（第3の周縁改質領域N3）を形成したが、これら周縁改質層M1、M2、M3は別のレーザ照射装置で形成してもよい。

- [0076] なお、以上の第1及び第2の実施形態では、第2の周縁改質領域N2は、交差点Qが第1のウェハWの薄化面Gより上方に位置するように形成されていた。この点、第2の周縁改質領域N2が第1の周縁改質領域N1より径方向内側に形成されない場合、第2の周縁改質領域N2は、交差点Qが薄化面Gより下方に位置するように形成されていてもよい。
- [0077] 第2の周縁改質領域N2が第1の周縁改質領域N1より径方向内側に形成されない方法（制御）として、例えば、先ず図13（a）に示すように、第1の周縁改質領域N1を薄化面Gより下方まで形成し、その後図13（b）に示すように第2の周縁改質領域N2を薄化面Gより下方に位置するように形成してもよい。かかる場合、第1の周縁改質領域N1の第1の周縁改質層M1に第2の周縁改質領域N2との間に発生する亀裂が接続される。詳細には、後に形成される第2の周縁改質層M2から伸展する第2の亀裂C2を、先に形成され、薄化面Gより下方に存在する第1の周縁改質層M1に接続させることにより、第2の亀裂C2が第1の周縁改質領域N1より径方向内側に形成されない。すなわち、第2の亀裂C2が薄化後の第1のウェハWの内部に残らない。
- [0078] なお、例えば、第2の周縁改質領域N2を形成した後、第1の周縁改質領域N1を形成してもよい。かかる場合、第2の周縁改質層M2の第2の周縁改質層M2に第1の周縁改質領域N1との間に発生する亀裂が接続される。詳細には、後に形成される第2の周縁改質層M2に対して、先に形成されている第1の周縁改質層M1から伸びる第1の亀裂C1を接続させることにより、第2の周縁改質領域N2が第1の周縁改質領域N1より径方向内側（デバイス層Dw側）に形成されないようにしてもよい。
- [0079] また、第1の周縁改質領域N1と第2の周縁改質領域N2を接続するタイミング、すなわち亀裂を接続するタイミングは、周縁上部Weaを除去する際に第1のウェハWと第2のウェハSの間にブレードBを挿入するタイミングであってもよい。
- [0080] このように第2の周縁改質領域N2を薄化面Gより下方に形成する場合、

周縁下部W e bの厚みを小さくできることにより、周縁下部W e bの除去量を減らすことができる。このため、周縁下部W e bを除去する際の時間を短くすることができる。また、周縁下部W e bを除去する際のレーザ光L 2の総エネルギー量を減少させることもできる。

[0081] 図13に示したように第1の周縁改質領域N 1は、第1のウェハWの裏面W b（上方）から表面W a（下方）に向けて第1のウェハWの径方向内側から外側に傾斜して延在するように形成してもよい。かかる場合、第1の周縁改質領域N 1と第2の周縁改質領域N 2で形成される周縁上部W e aの頂部W e pの角度は、鈍角（90度以上）になる。そうすると、第1のウェハWから周縁上部W e aを除去する際、周縁上部W e aの頂部W e pにおける負荷が、角度が直角の場合と比較して小さくなる。その結果、周縁上部W e aの一部が第1のウェハWに残存するのを抑制することができ、当該周縁上部W e aの一部が欠けてパーティクルが発生するのを抑制することができる。

[0082] 図13に示したように第1の周縁改質領域N 1は、側面視で下方に凸に湾曲した曲線形状を有するように形成してもよい。かかる場合、第1の周縁改質領域N 1と第2の周縁改質領域N 2で形成される周縁上部W e aの頂部W e pの角度を鈍角にしつつ、第1の周縁改質領域N 1が径方向内側に伸びて形成されるのを抑制することができる。その結果、第1の周縁改質領域N 1の径方向距離を小さくすることができる。

[0083] 図13に示したように第1の周縁改質領域N 1を傾斜又は湾曲して形成する場合、下方から上方に向けて形成するのが好ましい。かかる場合、第1の周縁改質領域N 1の下端の第1の周縁改質層M 1から上方に第1の亀裂C 1を伸展させることができ、換言すれば、予期せぬ方向、例えばデバイス層D wに向かう方向に第1の亀裂C 1が伸展するのを抑制することができる。その結果、デバイス層D wが損傷を被るのを抑制でき、製品の歩留まりを向上させることができる。

[0084] なお、以上の第1及び第2の実施形態において、レーザ照射装置50では、少なくとも第1の周縁改質領域N 1と第2の周縁改質領域N 2を形成した

が、さらに周縁上部We aを分割して小片化するための基点となる複数の分割改質領域を形成してもよい。各分割改質領域は、第1の周縁改質領域N 1の径方向外側において、第1のウェハWの厚み方向に延在する。具体的には、第1のウェハWの厚み方向にレーザ光L 1を照射して分割改質層を形成し、さらに分割改質層から第1のウェハWの厚み方向に亀裂を伸展させて、これら分割改質層と亀裂を含む分割改質領域が形成される。分割改質領域を径方向に複数形成することで、第1の周縁改質領域N 1から径方向外側に延在する1ラインの分割改質領域が形成され、さらに1ラインの分割改質領域を周方向に複数ライン形成する。かかる場合、周縁上部除去装置60において周縁上部We aをする際、複数ラインの分割改質領域を基点に、周縁上部We aが複数に分割されて小片化される。

[0085] 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。例えば、上記実施形態の構成要件は任意に組み合わせることができる。当該任意の組み合わせからは、組み合わせにかかるそれぞれの構成要件についての作用及び効果が当然に得られるとともに、本明細書の記載から当業者には明らかな他の作用及び他の効果が得られる。

[0086] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

## 符号の説明

[0087]

1	ウェハ処理システム
50	レーザ照射装置
60	周縁上部除去装置
90	制御装置
G	薄化面

N 1	第 1 の周縁改質領域
N 2	第 2 の周縁改質領域
Q	交差点
S	第 2 のウェハ
T	重合ウェハ
W	第 1 のウェハ
W c	中央部
W e	周縁部

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1の基板と第2の基板が接合された重合基板を処理する基板処理方法であって、  
前記第1の基板における除去対象の周縁部と中央部との境界に沿って、前記第1の基板の内部に第1の周縁改質領域を形成することと、  
少なくとも前記第1の周縁改質領域から径方向外側において、前記第1の基板の内部で径方向に第2の周縁改質領域を形成することと、  
前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域を基点に、前記周縁部の上部を前記第1の基板から除去することと、  
前記第2の周縁改質領域を形成することにおいて、前記周縁部の上部が除去された前記第1の基板を薄化後に、前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域が前記第1の基板の内部に残らない位置で交差する、基板処理方法。
- [請求項2] 少なくとも前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域の交差する点は、前記第1の基板の中央部を薄化する際の薄化面より上方に形成する、請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項3] 少なくとも前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域の交差する点は、前記第1の基板の中央部を薄化する際の薄化面より下方に形成する、請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記第2の周縁改質領域から前記第2の基板側において、前記第1の基板の内部に第3の周縁改質領域を形成する、請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理方法。
- [請求項5] 前記第1の周縁改質領域は、第1の周縁改質層と当該第1の周縁改質層から伸展する第1の亀裂とを含み、  
前記第2の周縁改質領域は、第2の周縁改質層と当該第2の周縁改質層から伸展する第2の亀裂とを含み、  
前記第2の周縁改質領域を形成した後、前記第1の周縁改質領域を形成し、

前記第2の周縁改質領域は、前記第1の周縁改質領域から径方向内側に延在する、請求項1又は2に記載の基板処理方法。

[請求項6] 前記第2の周縁改質領域は、前記第1の基板の径方向外側から内側に向けて形成する、請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項7] 前記周縁部の上部を除去した後、前記周縁部の下部にレーザ光を照射し、当該周縁部の下部を除去する、請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項8] 前記第1の周縁改質領域は、前記第1の基板の結晶方位に沿って形成する、請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項9] 前記周縁部の上部を除去する際、前記第1の周縁改質領域に沿う方向に応力を作用させる、請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項10] 前記第1の周縁改質領域は、前記第1の基板の上方から下方に向けて前記第1の基板の径方向内側から外側に傾斜するように延在する、請求項1～3のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項11] 第1の基板と第2の基板が接合された重合基板を処理する基板処理システムであって、

前記第1の基板における除去対象の周縁部と中央部との境界に沿って、前記第1の基板の内部に第1の周縁改質領域を形成すると共に、少なくとも前記第1の周縁改質領域から径方向外側において、前記第1の基板の内部で径方向に第2の周縁改質領域を形成するレーザ照射装置と、

前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域を基点に、前記周縁部の上部を前記第1の基板から除去する周縁上部除去装置と、制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記周縁部の上部が除去された前記第1の基板を薄化後に、前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域が前記第

1の基板の内部に残らない位置で交差するように前記第2の周縁改質領域を形成する制御を実行する、基板処理システム。

[請求項12] 前記制御装置は、少なくとも前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域の交差する点を、前記第1の基板の中央部を薄化する際の薄化面より上方に形成する制御を実行する、請求項11に記載の基板処理システム。

[請求項13] 前記制御装置は、少なくとも前記第1の周縁改質領域と前記第2の周縁改質領域の交差する点を、前記第1の基板の中央部を薄化する際の薄化面より下方に形成する制御を実行する、請求項11に記載の基板処理システム。

[請求項14] 前記レーザ照射装置は、前記第2の周縁改質領域から前記第2の基板側において、前記第1の基板の内部に第3の周縁改質領域を形成する、請求項11～13のいずれか一項に記載の基板処理システム。

[請求項15] 前記第1の周縁改質領域は、第1の周縁改質層と当該第1の周縁改質層から伸展する第1の亀裂とを含み、  
前記第2の周縁改質領域は、第2の周縁改質層と当該第2の周縁改質層から伸展する第2の亀裂とを含み、  
前記制御装置は、  
前記第2の周縁改質領域を形成した後、前記第1の周縁改質領域を形成する制御と、  
前記第2の周縁改質領域を、前記第1の周縁改質領域から径方向内側に延在するように形成する制御と、を実行する、請求項11又は12に記載の基板処理システム。

[請求項16] 前記制御装置は、前記第2の周縁改質領域を、前記第1の基板の径方向外側から内側に向けて形成する制御を実行する、請求項11～13のいずれか一項に記載の基板処理システム。

[請求項17] 前記周縁部の上部を除去した後、前記周縁部の下部にレーザ光を照射し、当該周縁部の下部を除去する周縁下部除去装置を備える、請求項

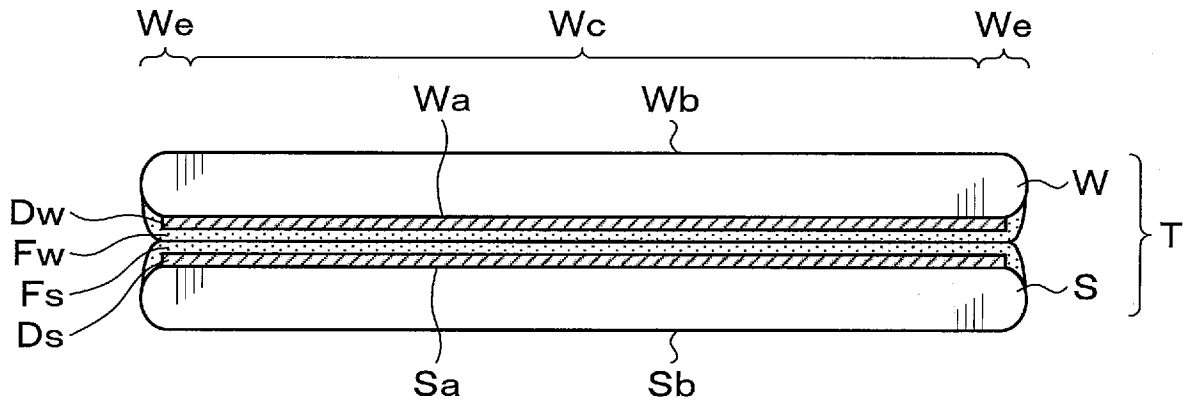
11～13のいずれか一項に記載の基板処理システム。

[請求項18] 前記制御装置は、前記第1の周縁改質領域を、前記第1の基板の結晶方位に沿って形成する制御を実行する、請求項11～13のいずれか一項に記載の基板処理システム。

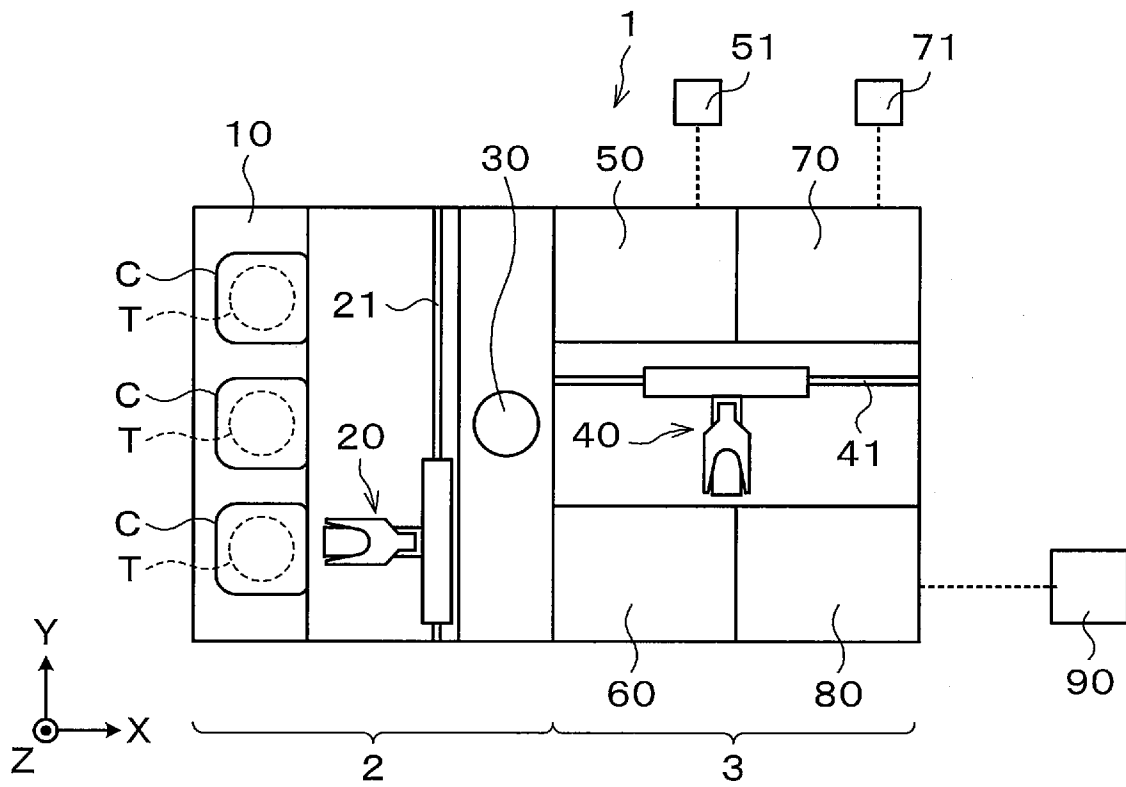
[請求項19] 前記周縁上部除去装置は、前記周縁部の上部を除去する際、前記第1の周縁改質領域に沿う方向に応力を作用させる、請求項11～13のいずれか一項に記載の基板処理システム。

[請求項20] 前記制御装置は、前記第1の周縁改質領域を、前記第1の基板の上方から下方に向けて前記第1の基板の径方向内側から外側に傾斜して延在するように形成する制御を実行する、請求項11～13のいずれか一項に記載の基板処理システム。

[図1]

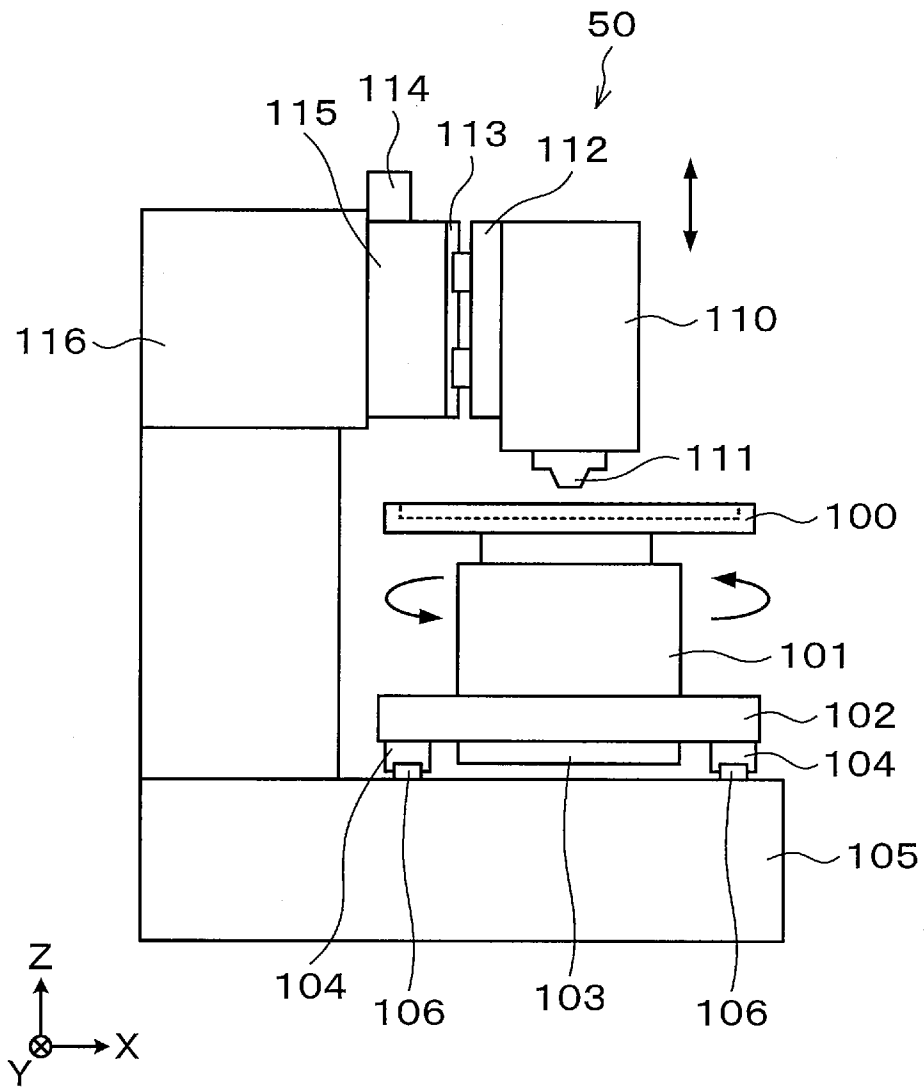


[図2]

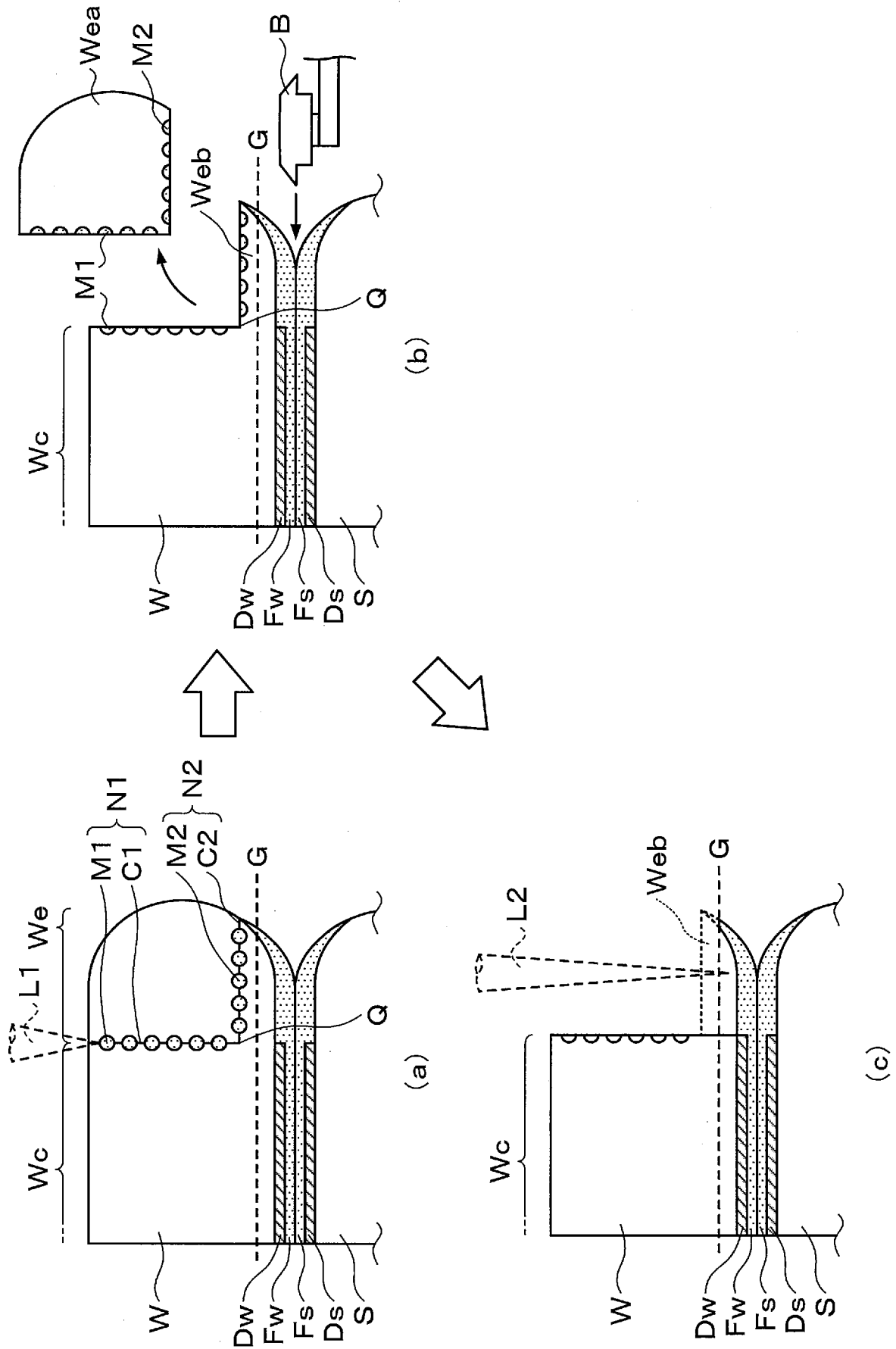




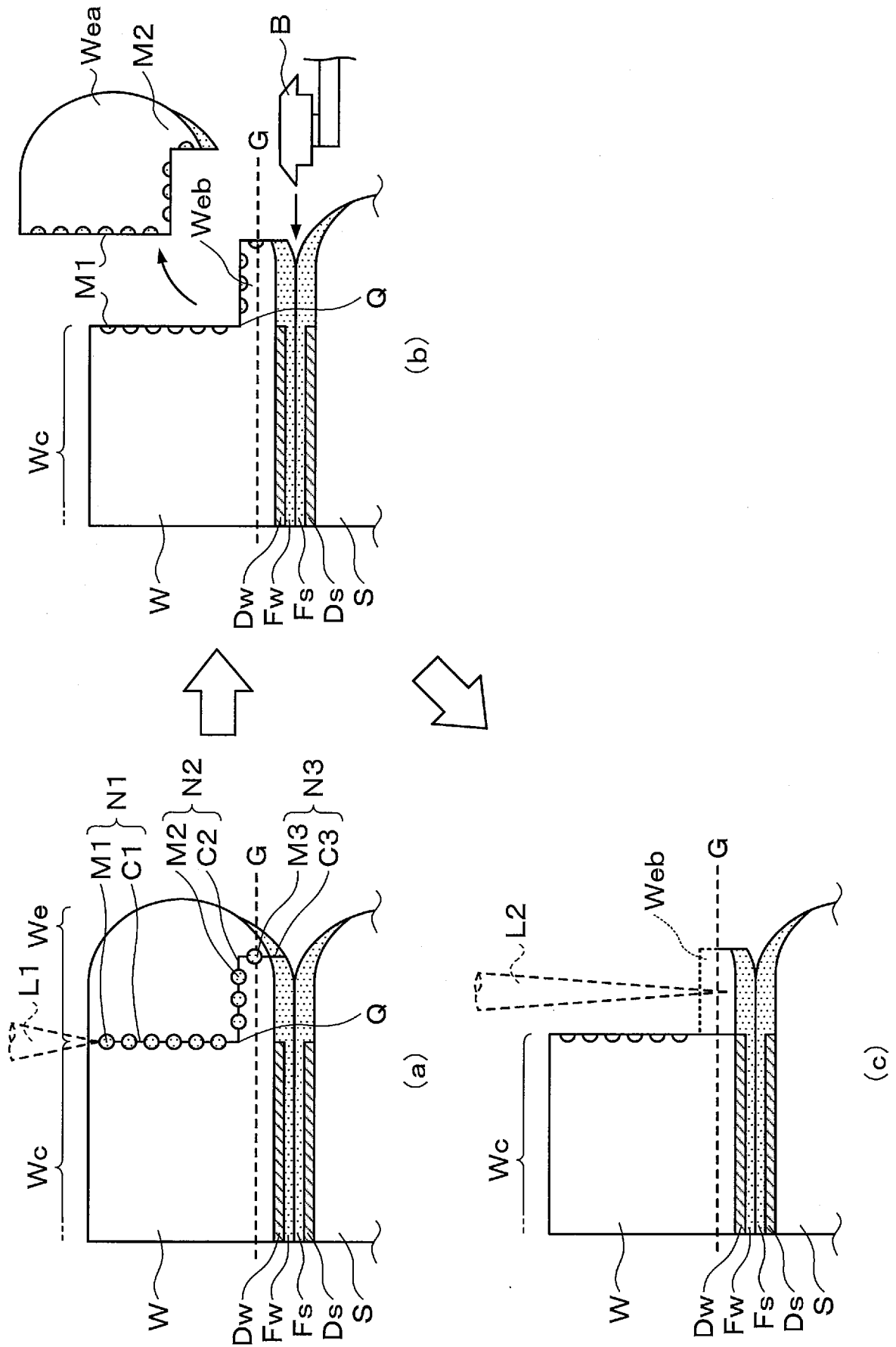
[図4]



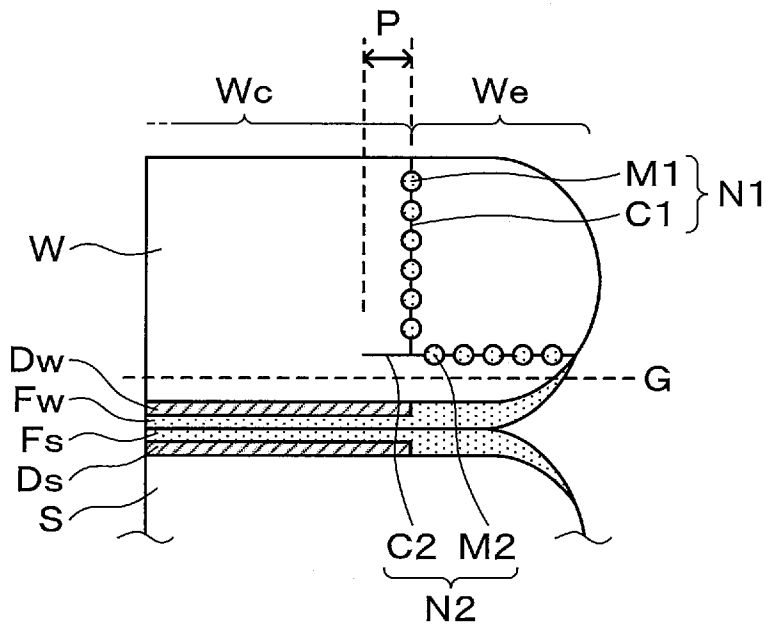
[図5]



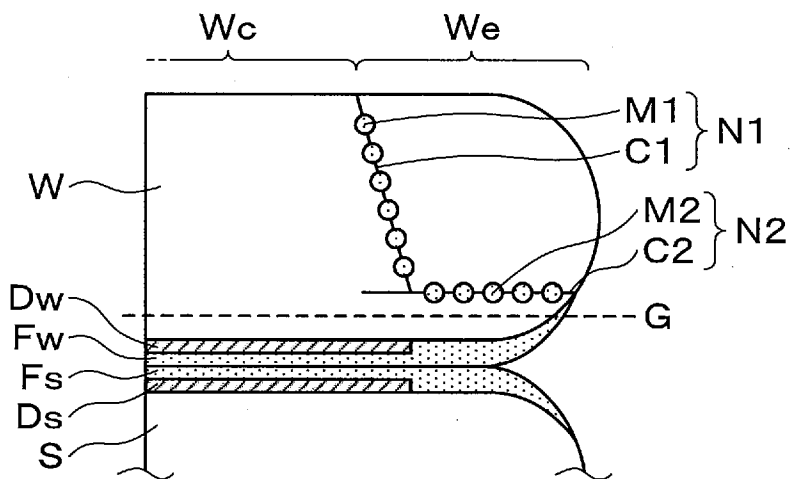
[図6]



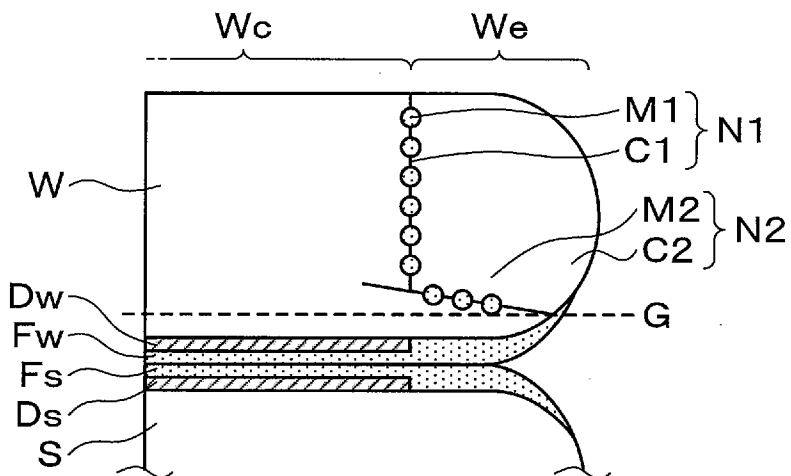
[図7]



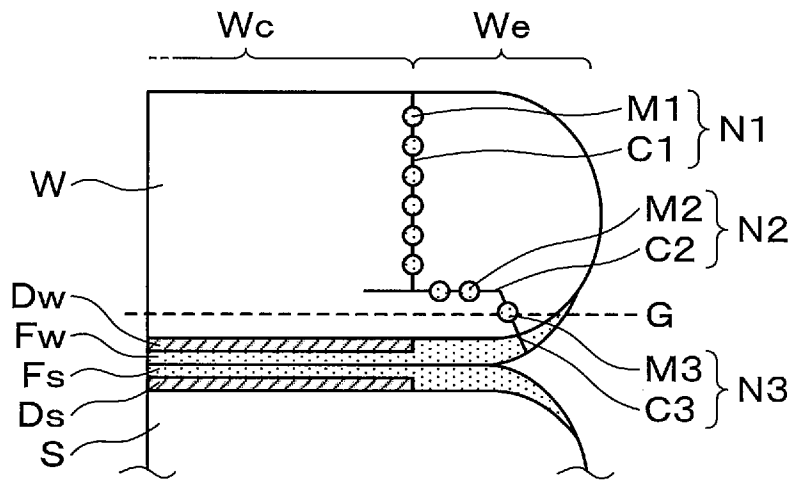
[図8]



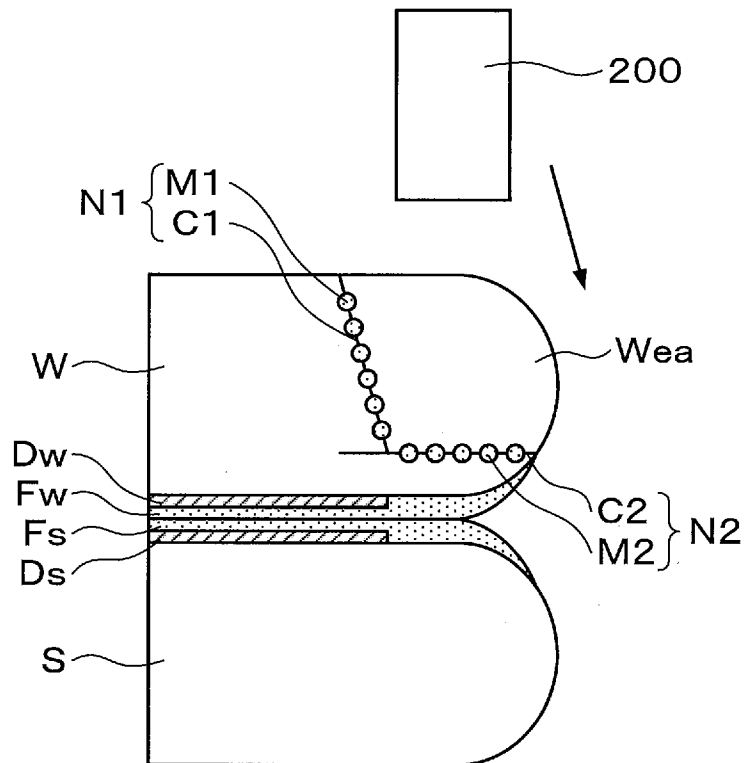
[図9]



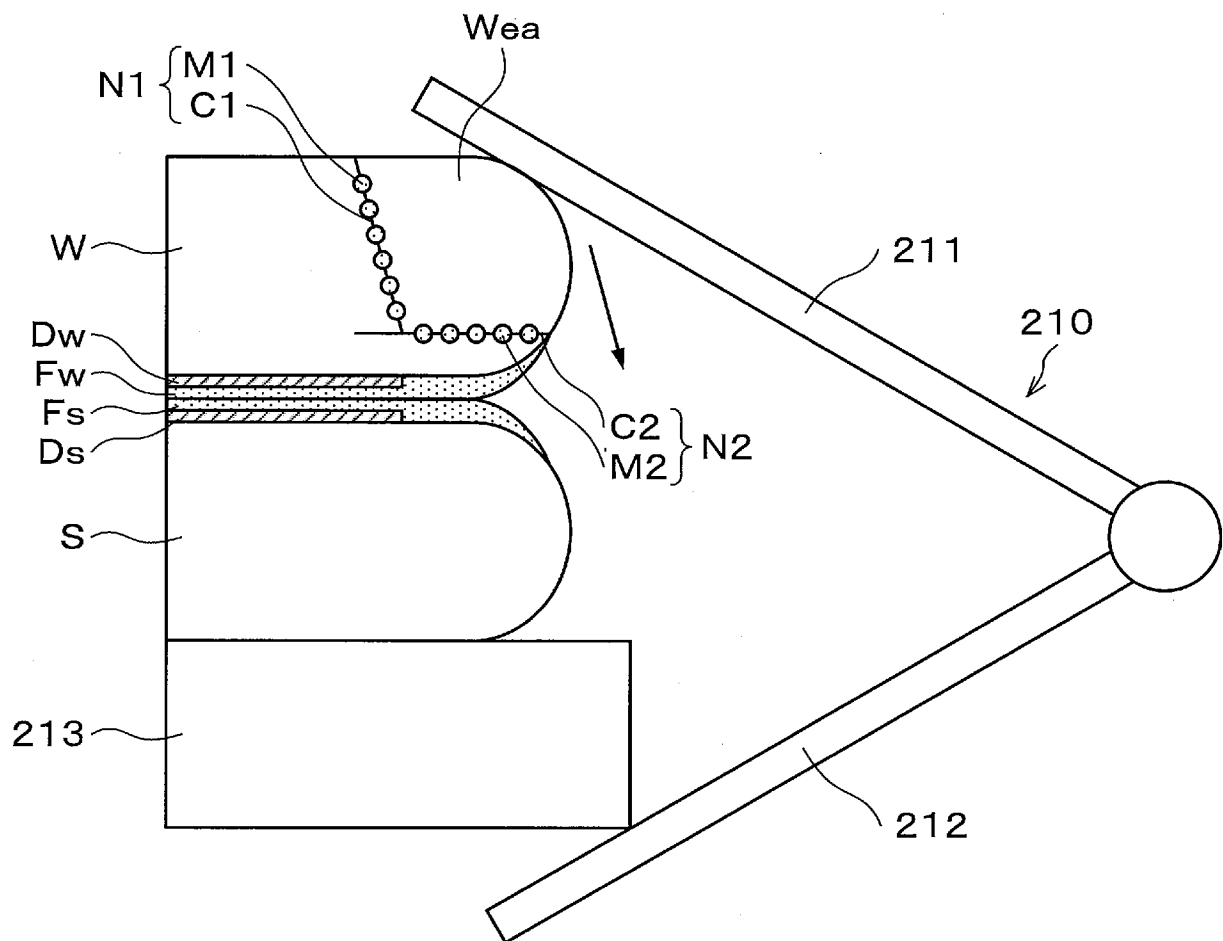
[図10]



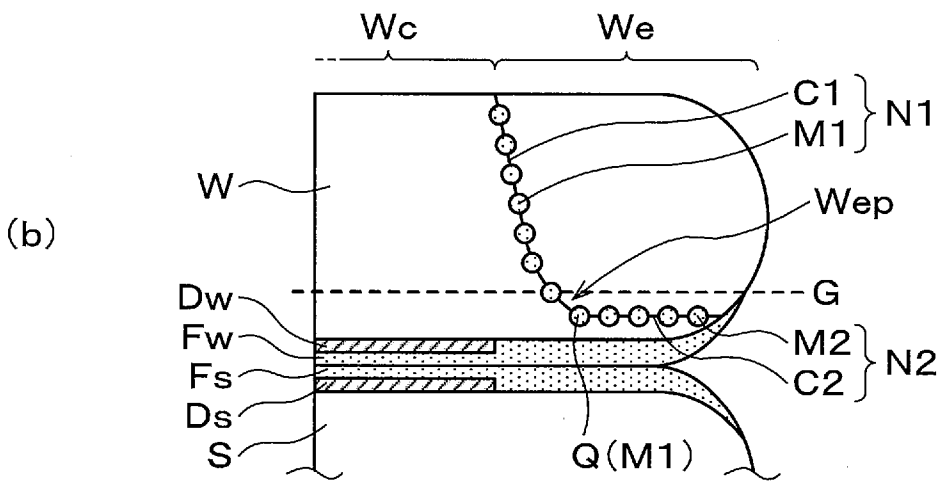
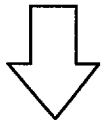
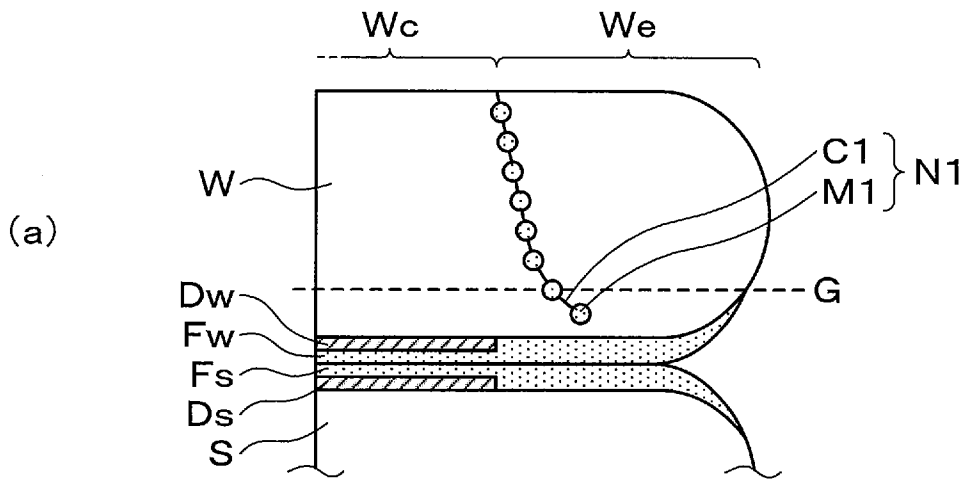
[図11]



[図12]



[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/012409

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01L 21/304</i> (2006.01)i; <i>B23K 26/36</i> (2014.01)i; <i>B23K 26/53</i> (2014.01)i FI: H01L21/304 601Z; B23K26/53; B23K26/36		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L21/304; B23K26/36; B23K26/53		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2019/208359 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 31 October 2019 (2019-10-31) paragraphs [0014]-[0146], fig. 1-26	1, 3, 11, 13
Y	paragraphs [0014]-[0146], fig. 1-26	9-10, 19-20
A	paragraphs [0014]-[0146], fig. 1-26	2, 4-8, 12, 14-18
Y	JP 2020-136442 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 31 August 2020 (2020-08-31) paragraphs [0001], [0009]-[0057], fig. 1-8	9,19
A	paragraphs [0001], [0009]-[0057], fig. 1-8	2, 4-8, 12, 14-18
Y	JP 2023-69018 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 18 May 2023 (2023-05-18) paragraphs [0022], [0025]-[0032], [0064]-[0108], fig. 1, 2, 17-27	10,20
A	paragraphs [0022], [0025]-[0032], [0064]-[0108], fig. 1, 2, 17-27	2, 4-8, 12-14-18
A	JP 2022-136755 A (KIOXIA CORP.) 21 September 2022 (2022-09-21) entire text, all drawings	2, 4-8, 12, 14-18
<input checked="" 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>06 June 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>18 June 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.



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

International application No.

**PCT/JP2024/012409**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/208359	A1	31 October 2019	US 2021/0242010 A1 paragraphs [0044]-[0180], fig. 1-26	
				CN 112005341 A	
				KR 10-2021-0005110 A	
				TW 201946131 A	
JP	2020-136442	A	31 August 2020	(Family: none)	
JP	2023-69018	A	18 May 2023	CN 116060781 A paragraphs [0027], [0095]-[0103], [0137]-[0182], fig. 1, 2, 17-27	
				KR 10-2023-0065160 A	
				TW 202330135 A	
JP	2022-136755	A	21 September 2022	US 2022/0285181 A1 entire text, all drawings	
				CN 115036234 A	
				TW 202249066 A	
WO	2021/215145	A1	28 October 2021	US 2023/0207344 A1 entire text, all drawings	
				CN 115398599 A	
				KR 10-2023-0004673 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/304(2006.01)i; B23K 26/36(2014.01)i; B23K 26/53(2014.01)i FI: H01L21/304 601Z; B23K26/53; B23K26/36		
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）） H01L21/304; B23K26/36; B23K26/53		
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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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
X	WO 2019/208359 A1（東京エレクトロン株式会社） 31.10.2019（2019-10-31） 段落[0014]-[0146], 図1-26	1, 3, 11, 13
Y	段落[0014]-[0146], 図1-26	9-10, 19-20
A	段落[0014]-[0146], 図1-26	2, 4-8, 12, 14-18
Y	JP 2020-136442 A（東京エレクトロン株式会社） 31.08.2020（2020-08-31） 段落[0001], [0009]-[0057], 図1-8	9, 19
A	段落[0001], [0009]-[0057], 図1-8	2, 4-8, 12, 14-18
Y	JP 2023-69018 A（浜松ホトニクス株式会社） 18.05.2023（2023-05-18） 段落[0022], [0025]-[0032], [0064]-[0108], 図1-2, 17-27	10, 20
A	段落[0022], [0025]-[0032], [0064]-[0108], 図1-2, 17-27	2, 4-8, 12-14-18
A	JP 2022-136755 A（キオクシア株式会社） 21.09.2022（2022-09-21） 全文, 全図	2, 4-8, 12, 14-18
A	WO 2021/215145 A1（東京エレクトロン株式会社） 28.10.2021（2021-10-28） 全文, 全図	2, 4-8, 12, 14-18
<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、一般的技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 06.06.2024	国際調査報告の発送日 18.06.2024	
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） 渡井 高広 50 1208 電話番号 03-3581-1101 内線 3514	

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/JP2024/012409

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/208359	A1	31.10.2019	US 2021/0242010 A1 段落[0044]-[0180], 図1-26 CN 112005341 A KR 10-2021-0005110 A TW 201946131 A	
-----					
JP	2020-136442	A	31.08.2020	(ファミリーなし)	
-----					
JP	2023-69018	A	18.05.2023	CN 116060781 A 段落[0027], [0095]-[0103], [0137]-[0182], 図1-2, 17-27 KR 10-2023-0065160 A TW 202330135 A	
-----					
JP	2022-136755	A	21.09.2022	US 2022/0285181 A1 全文, 全図 CN 115036234 A TW 202249066 A	
-----					
WO	2021/215145	A1	28.10.2021	US 2023/0207344 A1 全文, 全図 CN 115398599 A KR 10-2023-0004673 A	
-----					