

(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9月30日(30.09.2021)

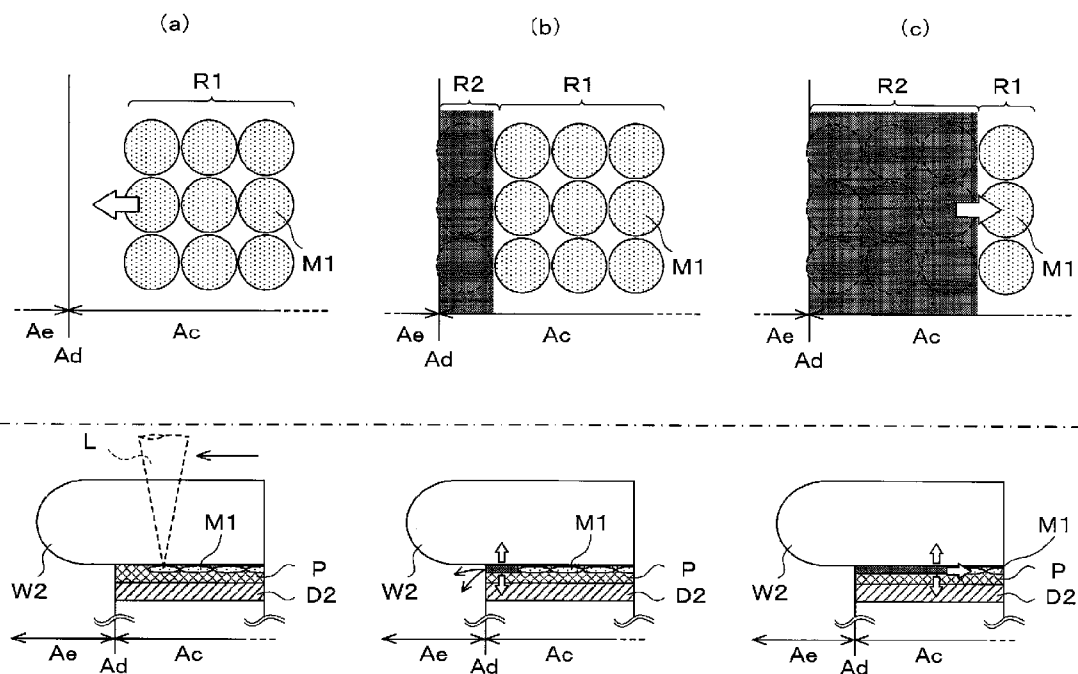


(10) 国際公開番号  
**WO 2021/192854 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H01L 21/301* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/007940
- (22) 国際出願日: 2021年3月2日(02.03.2021)
- (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 2020-053183 2020年3月24日(24.03.2020) 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).
- (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, 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,

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

(54) 発明の名称: 基板処理方法及び基板処理装置



(57) Abstract: Provided is a processing method of a polymerized substrate in which a first substrate is connected to a second substrate, wherein the second substrate has a laser absorption layer formed thereon, the method comprising irradiating the laser absorption layer with laser light in pulses to form a peeling modification layer to accumulate stress inside the laser absorption layer, and successively releasing the accumulated stress to peel the second substrate.

WO 2021/192854 A1

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 : 第 1 の基板と第 2 の基板が接合された重合基板の処理方法であって、前記第 2 の基板にはレーザー吸収層が形成され、前記レーザー吸収層に対して、レーザー光をパルス状に照射して剥離改質層を形成し、前記レーザー吸収層の内部に応力を蓄積することと、蓄積された前記応力を連鎖的に解放し、前記第 2 の基板を剥離することと、を含む。

## 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、半導体装置の製造方法が開示されている。かかる半導体装置の製造方法は、半導体基板の裏面よりCO<sub>2</sub>レーザを照射して剥離酸化膜を局所的に加熱する加熱工程と、剥離酸化膜中、及び／又は剥離酸化膜と半導体基板との界面において剥離を生じさせて、半導体素子を転写先基板に転写させる転写工程と、を含む。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：日本国 特開2007-220749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、第2の基板を第1の基板から適切に剥離する。

#### 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の処理方法であって、前記第2の基板にはレーザ吸収層が形成され、前記レーザ吸収層に対して、レーザ光をパルス状に照射して剥離改質層を形成し、前記レーザ吸収層の内部に応力を蓄積することと、蓄積された前記応力を連鎖的に解放し、前記第2の基板を剥離することと、を含む。

### 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、第2の基板を第1の基板から適切に剥離することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0007] [図1] ウェハ処理システムで処理される重合ウェハの一例を示す側面図である。
- [図2] ウェハ処理システムの構成の概略を模式的に示す平面図である。
- [図3] 界面用レーザー照射装置の構成の概略を示す側面図である。
- [図4] 界面用レーザー照射装置の構成の概略を示す平面図である。
- [図5] 本実施形態にかかる剥離改質層を形成する様子を示す説明図である。
- [図6] 本実施形態にかかる剥離改質層の形成例を示す平面図である。
- [図7] 本実施形態にかかるウェハ処理の流れを示す説明図である。
- [図8] 本実施形態にかかる剥離改質層の他の形成例を示す平面図である。
- [図9] 本実施形態にかかる第2のウェハの剥離の様子を示す説明図である。
- [図10] 本実施形態にかかる剥離改質層の他の形成例を示す平面図である。
- [図11] 他の実施形態にかかるレーザー照射部の構成の概略を模式的に示す説明図である。
- [図12] 他の実施形態において音響光学変調器でレーザー光の周波数を変更する様子を示す説明図である。
- [図13] 他の実施形態において音響光学変調器でレーザー光の周波数を変更する様子を示す説明図である。
- [図14] 他の実施形態にかかるレーザー照射部の構成の概略を模式的に示す説明図である。
- [図15] 他の実施形態にかかるレーザー照射部の構成の概略を模式的に示す説明図である。
- [図16] 本実施形態において形成された剥離改質層の様子を示す説明図である。
- [図17] 本実施形態にかかる剥離改質層の他の形成例を示す平面図である。
- [図18] 本実施形態にかかる第2のウェハの他の剥離例を示す説明図である。
- [図19] 第2のウェハの押圧の様子を示す説明図である。
- [図20] 第2のウェハの押圧の様子を示す説明図である。

[図21]他の実施形態における重合ウェハの構成の概略を示す側面図である。

[図22]本実施形態にかかるエッジトリム処理の流れを示す説明図である。

### 発明を実施するための形態

- [0008] 近年、LEDの製造プロセスにおいては、レーザ光を用いてサファイア基板からGaN（窒化ガリウム）系化合物結晶層（材料層）を剥離する、いわゆるレーザリフトオフが行われている。このようにレーザリフトオフが行われる背景には、サファイア基板が短波長のレーザ光（例えばUV光）に対して透過性を有するため、吸収層に対して吸収率の高い短波長のレーザ光を使用することができ、レーザ光についても選択の幅が広いことが挙げられる。
- [0009] 一方、半導体デバイスの製造プロセスにおいては、一の基板（半導体などのシリコン基板）の表面に形成されたデバイス層を他の基板に転写することが行われる。シリコン基板は、一般的にNIR（近赤外線）の領域のレーザ光に対しては透過性を有するが、吸収層もNIRのレーザ光に対して透過性を有するため、デバイス層が損傷を被るおそれがある。そこで、半導体デバイスの製造プロセスにおいてレーザリフトオフを行うためには、FIR（遠赤外線）の領域のレーザ光を使用する。
- [0010] 一般的には、例えばCO<sub>2</sub>レーザにより、FIRの波長のレーザ光を使用することができる。上述した特許文献1に記載の方法では、吸収層としての剥離酸化膜にCO<sub>2</sub>レーザを照射することで、剥離酸化膜と基板の界面において剥離を生じさせている。
- [0011] ここで、発明者らが鋭意検討したところ、単に吸収層に対してレーザ光（CO<sub>2</sub>レーザ）を照射しただけでは、基板と剥離酸化膜（デバイス層）の剥離が生じない、すなわち適切に転写を行えない場合があることが分かった。すなわち、剥離の発生要因が、レーザ光のエネルギー量ではなく、ピークパワー（照射されるレーザ光の最大強度）であることを見出した。ピークパワーは、例えばレーザ光の周波数を低下させることにより高くすることができる。
- [0012] 以上のように、特許文献1に記載される方法のようにレーザ光の照射によ

り基板と吸収層（デバイス層）の剥離を発生させるためには、例えば当該吸収層に照射するレーザ光の周波数を低下させることにより、ピークパワーを高くする必要がある。しかしながら、例えばこのようにレーザ光の周波数を低下させた場合、基板と吸収層の全面を剥離するために要する時間が増加し、デバイス層の転写にかかるスループットが低下する。そして、特許文献1の方法では、レーザ光の周波数については全く考慮されておらず、その示唆もない。したがって、従来のデバイス層の転写方法には改善の余地がある。

[0013] 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、第2の基板を第1の基板から適切に剥離する。以下、本実施形態にかかる基板処理装置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。

[0014] 図1に示すように、本実施形態にかかるウェハ処理において処理される重合基板としての重合ウェハTは、第1の基板としての第1のウェハW1と第2の基板としての第2のウェハW2とが接合されて形成されている。以下、第1のウェハW1において、第2のウェハW2に接合される側の面を表面W1aといい、表面W1aと反対側の面を裏面W1bという。同様に、第2のウェハW2において、第1のウェハW1に接合される側の面を表面W2aといい、表面W2aと反対側の面を裏面W2bという。

[0015] 第1のウェハW1は、例えばシリコン基板等の半導体ウェハである。第1のウェハW1の表面W1aには、複数のデバイスを含むデバイス層D1が形成されている。デバイス層D1にはさらに表面膜F1が形成され、当該表面膜F1を介して第2のウェハW2と接合されている。表面膜F2としては、例えば酸化膜（SiO<sub>2</sub>膜、TEOS膜）、SiC膜、SiCN膜又は接着剤などが挙げられる。なお、表面W1aには、デバイス層D1と表面膜F1が形成されていない場合もある。

[0016] 第2のウェハW2も、例えばシリコン基板等の半導体ウェハである。第2

のウェハW2の表面W2aには、レーザ吸収層P、デバイス層D2、及び表面膜F2が表面W2a側からこの順で積層して形成されており、表面膜F2を介して第1のウェハW1と接合されている。デバイス層D2、表面膜F2はそれぞれ、第1のウェハW1のデバイス層D1、表面膜F1と同様である。レーザ吸収層Pとしては、後述するようにレーザ光（例えばCO<sub>2</sub>レーザ）を吸収することができるもの、例えば酸化膜（SiO<sub>2</sub>膜、TEOS膜）などが挙げられる。また、表面W2aには、レーザ吸収層P、デバイス層D2及び表面膜F2が形成されていない場合もある。この場合、レーザ吸収層Pはデバイス層D1及び表面膜F1が形成された第1のウェハW1の表面W1aに形成され、当該デバイス層D1が第2のウェハW2側に転写される。

[0017] 第2のウェハW2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。半導体デバイスの製造プロセスにおいては、このように形成された第2のウェハW2の裏面を除去して薄化する場合があり、この薄化処理においては周縁部Weに鋭く尖った形状（いわゆるナイフエッジ形状）になるおそれがある。そうすると、第2のウェハW2の周縁部Weでチッピングが発生し、第2のウェハW2が損傷を被るおそれがある。そこで、この薄化処理前に予め第2のウェハW2の周縁部Weを除去する、後述のエッジトリムが行われる場合がある。周縁部Weはこ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2のウェハW2の外端部から径方向に0.5mm～3mmの範囲である。

[0018] 本実施形態にかかる後述のウェハ処理システム1では、ウェハ処理としての前述のレーザリフトオフ処理、すなわちデバイス層D2の第1のウェハW1側への転写処理、又は、ウェハ処理としての前述のエッジトリム処理、すなわち第2のウェハW2の周縁部Weの除去処理が行われる。

[0019] 図2に示すようにウェハ処理システム1は、搬入出ブロックG1、搬送ブロックG2、及び処理ブロックG3を一体に接続した構成を有している。搬入出ブロックG1、搬送ブロックG2及び処理ブロックG3は、X軸負方向側からこの順に並べて配置されている。

[0020] 搬入出ブロックG1は、例えば外部との間で複数の重合ウェハT、複数の第1のウェハW1、複数の第2のウェハW2をそれぞれ収容可能なカセットCt、Cw1、Cw2がそれぞれ搬入出される。搬入出ブロックG1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、Cw1、Cw2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、Cw1、Cw2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。

[0021] 搬送ブロックG2には、カセット載置台10のX軸正方向側において、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、第1のウェハW1及び第2のウェハW2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回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、Cw1、Cw2、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、第1のウェハW1及び第2のウェハW2を搬送可能に構成されている。

[0022] 搬送ブロックG2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、第1のウェハW1及び第2のウェハW2の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。

[0023] 処理ブロックG3は、ウェハ搬送装置40、周縁除去装置50、洗浄装置60、内部用レーザ照射装置70、及び界面用レーザ照射装置80を有している。

[0024] 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ている。また、ウェハ搬送装置40は、重合ウェハT、第1のウェハ

W1及び第2のウェハW2を保持して搬送する、例えば2つの搬送アーム42、42を有している。各搬送アーム42は、水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸回りに移動自在に構成されている。なお、搬送アーム42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40は、トランジション装置30、周縁除去装置50、洗浄装置60、内部用レーザ照射装置70、及び界面用レーザ照射装置80に対して、重合ウェハT、第1のウェハW1及び第2のウェハW2を搬送可能に構成されている。

[0025] 周縁除去装置50は、ウェハ搬送装置40のY軸正方向側に設けられ、第2のウェハW2の周縁部Weの除去、すなわちエッジトリム処理を行う。洗浄装置60は、ウェハ搬送装置40のY軸負方向側に設けられ、剥離後、または周縁部Weの除去後の重合ウェハTの洗浄を行う。第2のレーザ照射部としての内部用レーザ照射装置70は、ウェハ搬送装置40のY軸正方向側に設けられ、第2のウェハW2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、周縁部Weの剥離の基点となる後述の周縁改質層M2を形成する。界面用レーザ照射装置80は、ウェハ搬送装置40のY軸負方向側に設けられ、第2のウェハW2の表面W2aに形成されたレーザ吸収層Pにレーザ光（界面用レーザ光、例えばCO<sub>2</sub>レーザ）を照射する。なお、界面用レーザ照射装置80の構成は後述する。

[0026] 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。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。

- [0027] ウェハ処理システム1は以上のように構成されており、ウェハ処理システム1においては、上述の重合ウェハTのレーザリフトオフ処理、すなわち第1のウェハW1に対するデバイス層D2の転写処理と、上述の第2のウェハW2のエッジトリム処理をそれぞれ行うことができる。なお、例えばウェハ処理システム1において第2のウェハW2のエッジトリム処理を行わない場合には、周縁除去装置50及び内部用レーザ照射装置70を省略できる。
- [0028] 次に、上述した界面用レーザ照射装置80について説明する。
- [0029] 図3及び図4に示すように界面用レーザ照射装置80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W1の裏面W1bの一部、又は全面を吸着保持する。チャック100には、搬送アーム42との間で重合ウェハTの受け渡しを行うための昇降ピン（図示せず）が設けられている。昇降ピンは、チャック100を貫通して形成された貫通孔（図示せず）を挿通して昇降自在に構成されており、重合ウェハTを下方から支持して昇降させる。
- [0030] 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、 $\theta$ 軸（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によって、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。
- [0031] チャック100の上方には、レーザ照射部110が設けられている。レーザ照射部110は、レーザヘッド111、光学系112、及びレンズ113を有している。レーザヘッド111は、レーザ光をパルス状に発振する。光学系112は、レーザ光の強度や位置を制御し、あるいはレーザ光を減衰させて出力を調整する。レンズ113は筒状の部材であり、チャック100に

保持された重合ウェハTにレーザ光を照射する。本実施形態ではレーザ光はパルス状のCO<sub>2</sub>レーザ光であり、レーザ照射部110から発せられたレーザ光は第2のウェハW2を透過し、レーザ吸収層Pに照射される。なお、CO<sub>2</sub>レーザ光の波長は、例えば8.9μm~11μmである。また、レンズ113は、昇降機構（図示せず）によって昇降自在に構成されている。

[0032] また、チャック100の上方には、下面に第2のウェハW2の裏面W2bを吸着保持するための吸着面を有する搬送パッド120が設けられている。搬送パッド120は、昇降機構（図示せず）によって昇降自在に構成されている。搬送パッド120は、チャック100と搬送アーム42との間で第2のウェハW2を搬送する。具体的には、チャック100を搬送パッド120の下方（搬送アーム42との受渡位置）まで移動させた後、搬送パッド120を下降させて第2のウェハW2の裏面W2bを吸着保持し、その後、搬送パッド120を再度上昇させて第1のウェハW1から剥離する。剥離された第2のウェハW2は、搬送パッド120から搬送アーム42に受け渡され、界面用レーザ照射装置80から搬出される。なお、搬送パッド120は、反転機構（図示せず）により、ウェハの表裏面を反転させるように構成されていてもよい。

[0033] 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。なお、以下の説明では、ウェハ処理システム1においてレーザリフトオフ処理を行う場合、すなわち第2のウェハW2のデバイス層D2を第1のウェハW1に転写する場合を説明する。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、第1のウェハW1と第2のウェハW2が接合され、予め重合ウェハTが形成されている。

[0034] 先ず、複数の重合ウェハTを収納したカセットCtが、搬入出ブロックG1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が取り出される。カセットCtから取り出された重合ウェハTは、トランジション装置30を介してウェハ搬送装置40に

受け渡された後、界面用レーザ照射装置 80 に搬送される。界面用レーザ照射装置 80 では、第 2 のウェハ W2 が第 1 のウェハ W1 から剥離（レーザトリムオフ処理）される。

[0035] 具体的には、搬送アーム 42 から昇降ピンを介してチャック 100 に吸着保持された重合ウェハ T は、先ず、移動機構 104 によって処理位置に移動される。この処理位置は、レーザ照射部 110 から重合ウェハ T（レーザ吸収層 P）にレーザ光を照射できる位置である。

[0036] 次に、図 5 及び図 6 に示すようにレーザ照射部 110 から第 2 のウェハ W2 の裏面 W2b に向けてレーザ光 L（CO<sub>2</sub>レーザ光）をパルス状に照射する。この際、レーザ光 L は、第 2 のウェハ W2 の裏面 W2b 側から当該第 2 のウェハ W2 を透過し、レーザ吸収層 P において吸収される。そして、このレーザ光 L を吸収したレーザ吸収層 P の内部には応力が発生する。以下、このようにレーザ光の照射により形成された、第 2 のウェハ W2 の剥離の基点（デバイス層 D2 の転写の基点）となる応力の蓄積層を「剥離改質層 M1」という場合がある。なお、レーザ吸収層 P に照射されたレーザ光 L は剥離改質層 M1 の形成によりほぼすべてのエネルギーが吸収され、デバイス層 D2 に到達することがない。このため、デバイス層 D2 がダメージを被るのを抑制することができる。

[0037] ここで、レーザ吸収層 P に照射されるレーザ光 L は、当該レーザ光 L の照射により第 2 のウェハ W2 とレーザ吸収層 P とを剥離させない出力に制御される。換言すれば、例えばレーザ光 L の周波数を上げることによりピークパワーを低下させ、当該レーザ光 L の照射によっては第 2 のウェハ W2 とレーザ吸収層 P の剥離が発生しないように、剥離改質層 M1 を形成する。

[0038] このようにレーザ光 L の照射により第 2 のウェハ W2 とレーザ吸収層 P の剥離が発生させず、発生した応力の逃げ場をなくすことで、レーザ吸収層 P の内部には発生した応力が蓄積され、これにより剥離改質層 M1 が形成される。より具体的には、例えばレーザ光の照射によりレーザ吸収層 P をガス化し、上述のように発生したガスの逃げ場をなくすことにより、剥離改質層 M

1として圧縮応力が蓄積される。また例えば、レーザ光の吸収によりレーザ吸収層Pに熱が発生し、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2、またはデバイス層D2との熱膨張係数の差により、剥離改質層M1としてせん断応力が蓄積される。なお、このように第2のウェハW2とレーザ吸収層Pの剥離を発生させずに、レーザ光の照射により発生した応力を蓄積することで、剥離改質層M1の形成位置においてはレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の接合強度が低下する。

[0039] また、レーザ吸収層Pにレーザ光Lを照射する際、回転機構103によってチャック100（重合ウェハT）を回転させるとともに、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。そうすると、レーザ光Lは、レーザ吸収層Pに対して径方向内側から外側に向けて照射され、その結果、内側から外側に螺旋状に照射される。なお、図6に示す黒塗り矢印はチャック100の回転方向を示している。

[0040] ここで、隣接する剥離改質層M1の形成間隔、換言すればレーザ光Lのパルス間隔（周波数）は、当該剥離改質層M1の形成に際して生じる衝撃により、隣接する剥離改質層M1において剥離が発生しない間隔に制御する。具体的には、例えば図7（a）に示すように、隣接する剥離改質層M1が、平面視において相互に重ならないように形成されることが好ましい。またこの時、隣接する剥離改質層M1は相互に近接して形成されることが好ましい。

[0041] なお、図8に示すようにレーザ吸収層Pにおいて、レーザ光Lは同心円状に環状に照射してもよい。但し、この場合、チャック100の回転とチャック100のY方向が交互に行われるため、上述したようにレーザ光Lを螺旋状に照射した方が、照射時間を短時間にしてスループットを向上させることができる。

[0042] また、本実施形態ではレーザ吸収層Pにレーザ光Lを照射するにあたり、チャック100を回転させたが、レンズ113を移動させて、チャック100に対してレンズ113を相対的に回転させてもよい。また、チャック100をY軸方向に移動させたが、レンズ113をY軸方向に移動させてもよい

。また更に、剥離改質層M1の形成方向は、レーザ吸収層Pの径方向内側から外側に限られず、径方向外側から内側に向けて形成してもよい。

[0043] このようにして複数の剥離改質層M1を連続的に形成すると、図7(a)に示したように、第2のウェハW2とレーザ吸収層Pの剥離が発生せずに剥離改質層M1が形成された領域(以下、「未剥離領域R1」という。)が、レーザ吸収層Pの径方向内側から外側に向けて順次形成される。未剥離領域R1においては、上述のようにそれぞれの剥離改質層M1の形成において発生した応力が蓄積されている。

[0044] 未剥離領域R1の形成を継続していくと、図7(b)に示すように、剥離改質層M1の形成位置が第2のウェハW2の端部近傍、換言すれば、第1のウェハW1と第2のウェハW2とが接合された接合領域Acと、当該接合領域Acの径方向外側の未接合領域Aeとの境界Adに到達する。なお、ここで境界Adとは、例えば第1のウェハW1と第2のウェハW2との接合により形成された接合端部であってもよいし、例えば第1のウェハW1と第2のウェハW2の接合界面の除去等により意図的に形成されたものであってもよい。すなわち未接合領域Aeとは、境界Adの径方向外側の領域であって、例えば接合界面の除去等により意図的に第1のウェハW1と第2のウェハW2の接合強度がなくなされた領域であってもよいし、例えば単に第1のウェハW1と第2のウェハW2とが実際に接合された接合領域Acの径方向外側の領域であってもよい。

[0045] 剥離改質層M1の形成位置が境界Adに到達すると、当該剥離改質層M1として蓄積された応力が、未接合領域Aeの形成空間、すなわち重合ウェハTの外部へと解放される。蓄積された応力が解放されると、図7(b)に示したように、境界Adの近傍に形成された剥離改質層M1の形成位置においてはレーザ吸収層Pの厚み方向、すなわちレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離方向に力が作用し、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離が発生する。

[0046] 続いて、境界Adの近傍においてレーザ吸収層Pと第2のウェハW2が剥

離されると、かかる剥離によりレーザ吸収層Pの厚み方向に作用する力の影響で、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離がレーザ吸収層Pの径方向内側へと進行する。そして、径方向内側に進行した剥離は、隣接する剥離改質層M1へと到達する。すなわち、隣接する剥離改質層M1の形成位置においてレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離が発生する。

[0047] 隣接する剥離改質層M1の形成位置において剥離が発生すると、当該剥離改質層M1として蓄積された応力が解放される。これにより当該剥離改質層M1の形成位置においてレーザ吸収層Pの厚み方向に力が作用し、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離が、更に径方向内側へと進行する。

[0048] そして、このように連鎖的にレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離、応力の解放、径方向内側への剥離の進展、が繰り返されることにより、図7(c)に示すように、剥離領域R2がレーザ吸収層Pの径方向外側から内側に向けて順次形成される。そして、第2のウェハW2の全面が、レーザ吸収層P(第1のウェハW1)から剥離されることで、第2のウェハW2のデバイス層D2が第1のウェハW1側へと転写される。

[0049] 本実施形態によれば、未剥離領域R1の形成、すなわち剥離改質層M1の連続的な形成においては、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離を発生させないようにレーザ光Lのピークパワー(周波数)が制御される。そして、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2は、境界Adの近傍に剥離の起点となる剥離改質層M1(以下、「起点改質層M1s」という。)が形成されることにより、未剥離領域R1の剥離改質層M1を基点として剥離が自然進行する。これにより、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離においてレーザ光Lの周波数を低下させる必要がないため、デバイス層D2の転写処理にかかる時間を短縮され、すなわちスループットの低下が抑制される。また、このようにレーザ光Lのピークパワーを上昇させる必要がないため、デバイス層D2の転写処理にかかるエネルギー効率を向上させることができる。

[0050] 第2のウェハW2の全面がレーザ吸収層Pから剥離されると、次に、移動機構104によってチャック100を受渡位置に移動させる。受渡位置にお

いては、図9（a）に示すように搬送パッド120で第2のウェハW2の裏面W2bを吸着保持し、その後、図9（b）に示すように搬送パッド120を上昇させることで、レーザ吸収層P（第1のウェハW1）から第2のウェハW2を剥離する。この際、上述したようにレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の界面には剥離が生じているので、大きな荷重をかけることなく、レーザ吸収層Pから第2のウェハW2を剥離することができる。

[0051] 剥離された第2のウェハW2は、搬送パッド120からウェハ搬送装置40の搬送アーム42に受け渡され、カセット載置台10のカセットCw2に搬送される。なお、界面用レーザ照射装置80から搬出された第2のウェハW2は、カセットCw2に搬送される前に洗浄装置60において表面W2aが洗浄されてもよい。

[0052] 一方、チャック100に保持されている第1のウェハW1は、昇降ピンを介してウェハ搬送装置40の搬送アーム42に受け渡され、洗浄装置60に搬送される。洗浄装置60では、剥離面であるレーザ吸収層Pの表面がスクラブ洗浄される。なお、洗浄装置60では、レーザ吸収層Pの表面と共に、第1のウェハW1の裏面W1bが洗浄されてもよい。

[0053] その後、デバイス層D2の第1のウェハW1への転写にかかるすべての処理が施された第1のウェハW1は、トランジション装置30を介してウェハ搬送装置20によりカセット載置台10のカセットCw1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。

[0054] 以上の実施形態によれば、界面用レーザ照射装置80において照射されるレーザ光Lの出力が、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離を発生させないピークパワーに制御される。すなわち、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離に際してレーザ光Lの周波数を低下させる必要がないため、デバイス層D2の第1のウェハW1への転写にかかるスループットの低下が抑制される。また、このようにレーザ光Lのピークパワーを低下させた場合であっても、剥離改質層M1の形成により蓄積された応力を解放することで、適切にレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離を発生させることができる。

- [0055] なお、以上の実施形態においては、起点改質層M1sとして境界Adの近傍に剥離改質層M1を形成することにより応力を開放し、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の連鎖的な剥離を開始したが、剥離の開始方法はこれに限定されるものではない。
- [0056] 具体的には、例えばレーザ吸収層Pに形成された未剥離領域R1の外側において、剥離の基点となる起点改質層M1sを形成することにより、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の連鎖的な剥離を開始してもよい。この時、起点改質層M1sは、レーザ光Lの照射によりレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離が発生する高ピークパワー（低周波数）で形成する。このようにレーザ光Lの照射により剥離を発生させることで圧縮応力が解放され、その後、連鎖的にレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離が進行する。そして、このように起点改質層M1sの形成にかかるピークパワーを上昇させるために周波数を低下させた場合であっても、未剥離領域R1は上記実施形態と同様の方法により形成することができるため、デバイス層D2の第1のウェハW1への転写にかかるスループットの低下を抑制することができる。
- [0057] なおこの場合、未剥離領域R1の形成に先立って起点改質層M1sを形成することができる。すなわち、起点改質層M1sの形成によりレーザ吸収層Pと第2のウェハW2を予め剥離させることにより、その後、未剥離領域R1としての剥離改質層M1の形成位置が起点改質層M1sの形成位置に到達することで、当該起点改質層M1sにおいて圧縮応力が解放され、連鎖的な剥離の進行を開始することができる。
- [0058] ここで、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離を面内で均一にするためには、レーザ光Lを照射する間隔、すなわちパルスの間隔を一定にするのが好ましい。しかしながら、上述のようにレーザ光Lの照射に際してチャック100（重合ウェハT）を回転させた場合、チャック100のレーザ照射部110（レンズ113）に対する相対的な回転速度は、径方向外側よりも径方向内側の方が大きくなる。すなわち、チャック100の回転速度が一定である場合であっても、レーザ光Lの照射位置が径方向内側である場合には

、レーザ光Lの間隔が小さくなり、レーザ吸収層Pの中心部ではレーザ光Lが重なる場合があり得る。そして、このようにレーザ光Lが重なると、中心部においてレーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離を適切にできなくなったり、レーザ光Lの抜け光が発生してデバイス層D2に影響を与えたりするおそれがある。

[0059] そこで本実施形態では、第2のウェハW2とレーザ吸収層Pの剥離に際して、図10に示すように、レーザ吸収層Pの中心部Pcにおいては、応力の解放により剥離領域R2が自然に伸展して形成される範囲で剥離改質層M1の形成を省略してもよい。このようにレーザ吸収層Pの中心部に剥離改質層M1を形成しない場合であっても、径方向外側から進行する剥離（応力解放）の作用により剥離が伸展し、当該中心部においてもレーザ吸収層Pと第2のウェハW2を剥離することができる。

[0060] また本実施形態では、チャック100のレーザ照射部110（レンズ113）に対する相対的な回転速度が大きくなる径方向内側においてはレーザ光Lの周波数を小さくし、径方向外側においてはレーザ光Lの周波数を大きくすることで、レーザ吸収層Pへのレーザ光Lの相対的な照射間隔を略一定に制御してもよい。ただし、このように周波数を変化させる場合において、レーザヘッド111のレーザ発振器においてレーザ光Lの周波数を変更すると、当該レーザ光Lのパルス波形も変わる。したがって、レーザ光Lの出力やパルス波形を考慮した複雑な調整が必要となり、レーザ処理のプロセス制御が難しい。

[0061] そこで本実施形態においては、音響光学変調器を用いてレーザ光Lの周波数を制御する。上述したようにレーザ照射部110は、レーザヘッド111、光学系112、及びレンズ113を有している。

[0062] 図11に示すようにレーザヘッド111は、レーザ光をパルス状に発振するレーザ発振器130を有している。レーザ発振器130から発振されるレーザ光の周波数は、後述する音響光学変調器131が制御できる最高周波数である。なお、レーザヘッド111は、レーザ発振器130の他の機器、例

えば増幅器などを有していてもよい。

[0063] 光学系 112 は、レーザ発振器 130 からのレーザ光を異なる方向に変向させる光学素子としての音響光学変調器 (AOM) 131 と、レーザ発振器 130 からのレーザ光を減衰させ、レーザ光の出力を調整する減衰器としてのアッテネータ 132 とを有している。音響光学変調器 131 とアッテネータ 132 は、レーザ発振器 130 側からこの順で設けられている。

[0064] 音響光学変調器 131 は、レーザ光の強度や位置を電氣的に高速で制御する光学変調器である。図 12 に示すように音響光学変調器 131 は、レーザ発振器 130 からのレーザ光 L1 が入射した際、電圧を印加してレーザ光 L1 の屈折率を変化させることで、当該レーザ光 L1 を異なる方向に変向させる。具体的には電圧を調整することで、レーザ光 L1 の変更角度を制御することができる。本実施形態では、例えばレーザ光 L1 を 2 つの異なる方向に変向させ、一方向のレーザ光 L2 はレーザ吸収層 P に照射され、他方向のレーザ光 L3 はレーザ吸収層 P に照射されない。このレーザ光 L2、L3 の変向を制御することで、レーザ吸収層 P に照射されるレーザ光 L2 の周波数を調整することができる。

[0065] かかる場合、音響光学変調器 131 を用いてレーザ光 L1 のパルスを間引くことによって、レーザ吸収層 P に照射されるレーザ光 L2 の周波数を調整することができる。例えば、あるタイミングにおいて、レーザ光 L1 に対するレーザ光 L2 とレーザ光 L3 の変向率を 100 : 0 にすれば、レーザ光 L1 がそのままレーザ光 L2 となってレーザ吸収層 P に照射される。一方、別のタイミングにおいて、レーザ光 L1 に対するレーザ光 L2 とレーザ光 L3 の変向率を 0 : 100 にすれば、レーザ光 L2 は 0 (ゼロ) となり、レーザ吸収層 P にレーザ光 L2 は照射されない。かかる場合、図 13 (a) に示すレーザ発振器 130 からのレーザ光 L1 の周波数に対して、図 13 (b) に示す音響光学変調器 131 で変向したレーザ光 L2 の周波数を調整することができる。また、上述したようにレーザ光 L1 の周波数は、音響光学変調器 131 が制御できる最高周波数であるため、レーザ光 L2 の周波数を任意に

調整することができる。なお、図13の横軸は時間を示し、縦軸はレーザ光L2の強度を示す。すなわち、図13のグラフ中の密度がレーザ光L2の周波数を示す。

[0066] しかもこの場合、レーザ発振器130から発振されるレーザ光L1の周波数を変更しないので、レーザ光L1のパルス波形は変わらず、レーザ光L2のパルス波形もレーザ光L1のパルス波形と同じにできる。したがって、レーザ光L2の周波数を容易に調整することができ、上述したような従来の複雑な調整は不要となり、レーザ処理のプロセス制御が容易となる。

[0067] なお、本実施形態では光学素子として音響光学変調器131を用いたが、これに限定されない。例えば光学素子として、電気光学変調器(EOM)を用いてもよい。また、音響光学偏向器(AOD)や電気光学偏向器(EOD)などの光学偏向器を用いてもよい。

[0068] 次に、レーザ照射部210からレーザ吸収層Pにレーザ光L2を照射する際の、当該レーザ光L2の制御方法について説明する。上述したように、レーザ光L2の照射位置がレーザ吸収層Pの径方向外側にある場合には周波数を大きくし、レーザ光L2の照射位置が内側にある場合に周波数を小さくする。

[0069] 以下、具体例を用いて説明する。なお、この具体例における数値は一例であって、本開示がこの数値に限定されるものではない。例えば、レーザ吸収層Pの径方向外側と内側のそれぞれにおいて、剥離に必要なエネルギーを $400\mu\text{J}$ とする。レーザ吸収層Pの径方向外側におけるレーザ光L2の必要周波数を $100\text{kHz}$ とし、内側におけるレーザ光の必要周波数を $50\text{kHz}$ とする。レーザ発振器130からのレーザ光L1の周波数は $100\text{kHz}$ 、出力は $40\text{W}$ とする。

[0070] かかる場合、レーザ吸収層Pの径方向外側に対しては、音響光学変調器131においてレーザ発振器130からのレーザ光L1のパルスを間引かない。そうすると、レーザ吸収層Pに照射されるレーザ光L2の周波数は、レーザ光L1の周波数と同じ $100\text{kHz}$ にすることができる。また、レーザ光

L 2 の出力もレーザ光 L 1 の出力と同じ 40 W になる。そして、レーザ光 L 2 のエネルギーは  $400 \mu\text{J}$  ( $=40\text{W}/100\text{kHz}$ ) となり、剥離を適切に行うことができる。

[0071] 一方、レーザ吸収層 P の径方向内側に対しては、音響光学変調器 131 においてレーザ発振器 130 からのレーザ光 L 1 のパルスを半分間引く。そうすると、レーザ吸収層 P に照射されるレーザ光 L 2 の周波数は、レーザ光 L 1 の周波数の半分である 50 kHz にすることができる。また、このレーザ光 L 1 の間引きにより、レーザ光 L 2 の出力もレーザ光 L 1 の出力の半分である 20 W になる。そして、レーザ光 L 2 のエネルギーは  $400 \mu\text{J}$  ( $=20\text{W}/50\text{kHz}$ ) となり、剥離を適切に行うことができる。

[0072] このようにレーザ光 L 2 の周波数と照射位置に応じて、パルスの間隔が一定になるように、チャック 100 の回転速度を制御する。そして、レーザ吸収層 P の中心部では、チャック 100 の最高回転速度を維持し、音響光学変調器 131 が当該最高回転速度にかわせて、レーザ光 L 2 の周波数を調整する。これにより、チャック 100 の高回転速度、レーザ光 L 2 の高周波数を最大限維持したレーザ処理を行うことができ、高スループットのレーザ処理を実現することができる。

[0073] しかもこの場合、レーザ発振器 130 からのレーザ光 L 1 の周波数を変更しないので、レーザ光 L 1 のパルス波形は変わらず、レーザ光 L 2 のパルス波形もレーザ光 L 1 のパルス波形と同じにできる。したがって、レーザ光 L 2 の周波数を容易に調整することができ、連続したシームレスな加工が可能となる。その結果、レーザ処理のプロセス制御が容易となり、安定したプロセスを実現することができる。

[0074] なお、本実施形態では、レーザ発振器 130 からのレーザ光 L 1 の出力が 40 W であったため、剥離に必要なエネルギー  $400 \mu\text{J}$  に対して出力の調整は不要であった。この点、例えばレーザ光 L 1 の出力が 50 W であった場合には、アッテネータ 132 においてレーザ光 L 1 の出力を 20% 減衰させて出力を調整すればよい。

[0075] 以上の実施形態のレーザ照射部 210 では、音響光学変調器 131 は光学系 112 の内部においてアッテネータ 132 の上流側に設けられていたが、設置場所はこれに限定されない。例えば、図 14 に示すように音響光学変調器 131 は光学系 112 の内部においてアッテネータ 132 の下流側に設けられていてもよい。あるいは例えば、図 15 に示すように音響光学変調器 131 はレーザヘッド 111 の内部においてレーザ発振器 130 の下流側に設けられていてもよい。さらに、音響光学変調器 131 は上記設置位置に 2 箇所以上に設けられていてもよい。

[0076] なお、レーザ照射部 110 では、音響光学変調器 131 でレーザ光 L2 の周波数と出力を調整した後、アッテネータ 132 で出力を微調整することが可能である。ここで、レーザ発振器 130 から発振されるレーザ光 L1 の出力は、レーザ発振器 130 の個体差によってばらつく場合がある。アッテネータ 132 では、このような出力のばらつきを調整することができる。また、レーザ発振器 130 からのレーザ光 L1 の出力を経時的にモニターする場合、アッテネータ 132 をフィードバック制御して出力を調整することができる。そして、このようにアッテネータ 132 でレーザ光 L2 の出力を微調整するという観点からは、音響光学変調器 131 は、図 11 に示したようにアッテネータ 132 の上流側に設けられるのが好ましい。

[0077] 以上の実施形態のレーザ照射部 110 において、アッテネータ 132 を省略してもよい。例えばレーザ光 L2 の出力調整は、アッテネータ 132 に代えて、音響光学変調器 131 で調整することができる。例えばレーザ光 L1 の出力が 50W であって、剥離に必要なレーザ光 L2 の出力が 40W である場合、音響光学変調器 131 において、レーザ光 L1 に対するレーザ光 L2 とレーザ光 L3 の変向率を 80 : 20 にすれば、レーザ光 L2 の出力を 40W にすることができる。

[0078] なお、以上の実施形態においてはレーザ吸収層 P に第 2 のウェハ W2 とレーザ吸収層 P の接合強度が低下された剥離改質層 M1 を形成し、当該剥離改質層 M1 を基点として第 2 のウェハ W2 とレーザ吸収層 P の剥離を行った。

しかしながら、例えば図16(a)に示すようにレーザ吸収層Pの面内においてレーザ光が照射されず、接合強度が低下されていない領域（以下、「未形成領域R3」という。）が形成されてしまった場合、第2のウェハW2とレーザ吸収層Pの剥離を適切に行えない場合がある。具体的には、例えば図16(b)に示すように接合強度が低下されていない未形成領域R3において、剥離後のレーザ吸収層Pの表面に第2のウェハW2の一部（シリコン片）が残ってしまうおそれがある。

[0079] そこで本実施形態では、レーザ吸収層Pの面内において未形成領域R3の形成面積を減少させるように、剥離改質層M1（未剥離領域R1）を形成することが望ましい。具体的には、例えば図17(a)に示すように剥離改質層M1の形成位置を制御し、1つの剥離改質層M1に隣接する他の剥離改質層M1の数を増やすことにより、未形成領域R3を減少できる。また例えば、図17(b)に示すようにレーザ吸収層Pに対するレーザ照射形を制御して、未形成領域R3を減少してもよい。すなわち、レーザ照射形は例えば四角形であってもよい。そして、このように未形成領域R3の面積を減少させることにより、レーザ吸収層Pの面内における第2のウェハW2との接合強度が低下された領域が増加し、その結果、レーザ吸収層Pと第2のウェハW2の剥離を適切に行うことができる。

[0080] なお、以上の実施形態において第2のウェハW2の表面W2aにはレーザ吸収層P、デバイス層D2、及び表面膜F2がこの順に積層されていたが、第2のウェハW2とレーザ吸収層Pの間には、図18(a)に示すように剥離促進層P2が更に形成されていてもよい。剥離促進層P2としては、レーザ光（CO<sub>2</sub>レーザ）に対して透過性を有し、第2のウェハW2（シリコン）との密着性が、少なくともレーザ吸収層P（SiO<sub>2</sub>）との密着性よりも小さいもの、例えば窒化ケイ素（SiN）が選択される。

[0081] 図18(b)に示すように、剥離促進層P2が形成された重合ウェハTにおけるデバイス層D2の転写に際しては、先ず、第2のウェハW2の裏面W2bに向けてレーザ光L（CO<sub>2</sub>レーザ光）をパルス状に照射する。この際、

レーザ光Lは、第2のウェハW2の裏面W2b側から当該第2のウェハW2、及び剥離促進層P2を透過し、レーザ吸収層Pにおいて吸収される。そして、このレーザ光Lを吸収したレーザ吸収層Pの内部に剥離改質層M1が形成される。

[0082] ここで、レーザ光Lの照射により発生した応力は、通常、上記実施形態に示したようにレーザ光Lの照射位置（レーザ吸収層の内部）に留まり、剥離改質層M1を形成する。しかしながら、本実施形態のように剥離促進層P2が形成されている場合、剥離促進層P2と第2のウェハW2との密着性が剥離促進層P2とレーザ吸収層Pとの密着性よりも小さいため、図18(c)に示すように、発生した応力が剥離促進層P2を透過して剥離促進層P2と第2のウェハW2の界面に蓄積される。換言すれば、レーザ光Lを照射することで発生した応力は、より安定して滞留することができる剥離促進層P2と第2のウェハW2の界面に移動して蓄積され、これにより剥離促進層P2と第2のウェハW2接合強度が低下する。

[0083] そして、このように剥離促進層P2と第2のウェハW2の接合強度が低下するため、その後、剥離促進層P2と第2のウェハW2の剥離を適切に行うことができる。またこの時、剥離促進層P2と第2のウェハW2の密着性が低いため、図16に示したように剥離後の剥離促進層P2の表面に第2のウェハW2の一部が残ることが、適切に抑制される。また更に、本実施形態においてはレーザ光Lが吸収されるのはレーザ吸収層Pであるため、剥離後の露出表面、すなわち第2のウェハW2の表面W2aや剥離促進層P2の表面にダメージが残ることがより適切に抑制される。

[0084] なお、このように剥離促進層P2と第2のウェハW2の界面で適切に剥離を行う場合、レーザ光の照射により発生したガスが剥離促進層P2を透過する必要がある。しかしながら、剥離促進層P2の膜厚が大きい場合、発生したガスが適切に剥離促進層P2を透過せず、剥離促進層P2とレーザ吸収層Pの界面で剥離が発生する場合がある。そこで、剥離促進層P2と第2のウェハW2の界面で適切に剥離を行うため、剥離促進層P2の膜厚はレーザ吸

収層Pに対して薄く、具体的には、例えばレーザ吸収層Pの膜厚の10分の1程度であることが好ましい。このように剥離促進層P2の膜厚を小さくすることにより、発生したガスが適切に剥離促進層P2を透過し、第2のウェハW2を剥離促進層P2から剥離することができる。

[0085] ただし、剥離促進層P2の膜厚が大きく、剥離促進層P2とレーザ吸収層Pの界面で剥離が発生する場合であっても、第2のウェハW2は剥離促進層P2を介してレーザ吸収層Pから剥離されるため、図16に示したように第2のウェハW2の一部が、剥離後のレーザ吸収層Pの表面に残ることはない。すなわち、これにより第2のウェハW2の表面W2aを保護し、剥離面の荒れを抑制することができる。

[0086] なお、上記例においては剥離促進層P2として第2のウェハW2（シリコン）との密着性が低いものを使用したが、剥離促進層P2に使用されるものはこれに限定されず、例えば第2のウェハW2（シリコン）と熱膨張係数の異なるものを使用してもよい。かかる場合、レーザ吸収層Pに対するレーザ光Lの照射で生じる熱による変形量が、第2のウェハW2と剥離促進層P2で異なり、これにより、第2のウェハW2と剥離促進層P2の界面にせん断力が生じ、第2のウェハW2と剥離促進層P2を剥離することができる。

[0087] なお、以上の実施形態においては、レーザ光の照射により発生し、剥離改質層M1として蓄積された圧縮応力の解放により第2のウェハW2と剥離促進層P2の剥離を進行させたが、このように発生した応力により、重合ウェハTに反りが生じるおそれがある。このように重合ウェハTに反りが生じた場合、ウェハ処理を適切に行うことができなくなる場合がある。そこで、この重合ウェハTの反りを抑制するため、レーザ吸収層Pに対するレーザ光Lの照射が行われる際に、重合ウェハTを上方から押圧するようにしてもよい。

[0088] 例えば、重合ウェハTが上凸形状に変形するように反りが生じる場合、図19に示すように、重合ウェハTの中心部を押圧部材200により押圧するようにしてもよい。具体的には、第2のウェハW2の剥離に際しては、先ず

、押圧部材200による押圧範囲であるレーザ吸収層Pの中心部に、予めレーザ照射加工、すなわち未剥離領域R1を形成する。未剥離領域R1を形成すると、次に、当該未剥離領域R1を押圧部材200により押圧する。そしてその後、押圧部材200により未剥離領域R1が押圧された状態で、当該未剥離領域R1の形成位置がレーザ吸収層Pの外周側端部に到達すると、これにより第2のウェハW2の連鎖的な剥離が開始される。この時、重合ウェハTの中心部が押圧部材200により抑えられているため、重合ウェハTに反りが生じるのが抑制される。

[0089] なお、未剥離領域R1は径方向外側から内側に向けて形成されてもよい。すなわち、先ず、レーザ吸収層Pの外周部から中心部に向けて未剥離領域R1を形成する。この時、未剥離領域R1の形成開始位置である外周側端部はレーザ吸収層Pの外周側端部から若干径方向内側に決定し、応力の解放は行わない。未剥離領域R1を形成すると、次に、当該未剥離領域R1を押圧部材200により押圧する。そしてその後、押圧部材200により未剥離領域R1が押圧された状態で、未剥離領域R1の形成位置がレーザ吸収層Pの外周側端部に到達する。その後、第2のウェハW2の径方向外側に起点改質層M1sを形成することで連鎖的な剥離が開始される。この時、重合ウェハTの中心部が押圧部材200により抑えられているため、重合ウェハTに反りが生じるのが抑制される。

[0090] なお、レーザ光Lの照射に際しては重合ウェハTを回転させるため、押圧部材200の端部は重合ウェハTと共に回転可能に構成されることが望ましい。

[0091] また例えば、重合ウェハTが下凸形状に変形するように反りが生じる場合、図20に示すように、重合ウェハTの周縁部Weを押圧部材200により押圧するようにしてもよい。具体的には、第2のウェハW2の剥離に際しては、先ず、押圧部材200による押圧範囲であるレーザ吸収層Pの外周部に、予めレーザ照射加工、すなわち剥離領域R2を形成する。剥離領域R2を形成すると、次に、当該剥離領域R2を押圧部材200により押圧する。そ

してその後、押圧部材200により剥離領域R2が押圧された状態で、レーザ吸収層Pの中心部において未剥離領域R1を径方向内側から外側に向けて開始する。そして、未剥離領域R1の形成領域が剥離領域R2に到達すると、これにより第2のウェハW2の連鎖的な剥離が開始される。この時、重合ウェハTの外周部分が押圧部材200により抑えられているため、重合ウェハTに反りが生じるのが抑制される。

[0092] なお、以上の実施形態で処理される重合ウェハTにおいて、図21に示すようにレーザ吸収層Pとデバイス層D2の間には、反射膜Rが設けられていてもよい。すなわち反射膜Rは、レーザ吸収層Pにおいて、レーザ光Lの入射面と反対側の面に形成されている。反射膜Rには、レーザ光Lに対する反射率が高く、融点が高い材料、例えば金属膜が用いられる。なお、デバイス層D2は機能を有する層であり、反射膜Rとは異なるものである。

[0093] かかる場合、レーザ照射部110から発せられたレーザ光Lは、第2のウェハW2を透過し、レーザ吸収層Pにおいてほぼすべて吸収されるが、吸収しきれなかったレーザ光Lが存在したとしても、反射膜Rで反射される。その結果、レーザ光Lがデバイス層D2に到達することがなく、デバイス層D2がダメージを被るのを確実に抑制することができる。

[0094] また、反射膜Rで反射したレーザ光Lは、レーザ吸収層Pに吸収される。したがって、第2のウェハW2の剥離効率を向上させることができる。

[0095] なお、以上の実施形態においてはウェハ処理システム1において重合ウェハTのレーザリフトオフ処理、すなわち第1のウェハW1に対するデバイス層D2の転写処理を行う場合について説明したが、上述のように、ウェハ処理システム1においては第2のウェハW2のエッジトリム処理を行うことができる。以下、ウェハ処理システム1において第2のウェハW2のエッジトリムを行う場合について説明する。

[0096] 先ず、搬入出ブロックG1のカセット載置台10に載置されたカセットCtから重合ウェハTがウェハ搬送装置20により取り出され、トランジション装置30を介してウェハ搬送装置40に受け渡された後、内部用レーザ照

射装置 70 に搬送される。

- [0097] 内部用レーザ照射装置 70 では、図 22 (a) に示すように第 2 のウェハ W2 の内部にレーザ光 L2 (YAGレーザ光) を照射し、後述のエッジトリムにおいて周縁部 We を除去する際の基点となる周縁改質層 M2 を形成する。周縁改質層 M2 からは、第 2 のウェハ W2 の厚み方向にクラック C2 が伸展する。クラック C2 の上端部、及び下端部は、それぞれ例えば第 2 のウェハ W2 の裏面 W2b、及び表面 W2a に到達させる。第 2 のウェハ W2 の内部に周縁改質層 M2 が形成された重合ウェハ T は、次に、ウェハ搬送装置 40 により界面用レーザ照射装置 80 に搬送される。
- [0098] 界面用レーザ照射装置 80 において重合ウェハ T は、第 2 のウェハ W2 の除去対象としての周縁部 We におけるレーザ吸収層 P と第 2 のウェハ W2 の接合強度が低下される。具体的には、図 22 (b) に示すようにレーザ吸収層 P にレーザ光 L (CO<sub>2</sub>レーザ) を照射し、内部用レーザ照射装置 70 で形成された周縁改質層 M2 よりも径方向外側において剥離改質層 M1 (未剥離領域 R1) を形成する。
- [0099] なお、剥離改質層 M1 (未剥離領域 R1) の形成に際しては、回転機構 103 によってチャック 100 (重合ウェハ T) を回転させるとともに、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。そうすると、レーザ光 L は、レーザ吸収層 P に対して径方向内側から外側に向けて照射され、その結果、内側から外側に螺旋状に照射される。
- [0100] 剥離改質層 M1 の形成を継続し、当該剥離改質層 M1 の形成位置が第 2 のウェハ W2 の端部近傍、すなわち境界 Ad に到達すると、図 22 (c) に示すように、レーザ吸収層 P の径方向外側から内側に向けての連鎖的な剥離が開始する。ここで、本実施形態においては剥離改質層 M1 が周縁改質層 M2 (クラック C2) よりも径方向外側のみに形成されているため、レーザ吸収層 P と第 2 のウェハ W2 の剥離は周縁部 We のみにおいて、すなわち、周縁改質層 M2 よりも径方向外側のみに進行する。
- [0101] 周縁部 We におけるレーザ吸収層 P と第 2 のウェハ W2 の剥離が完了した

重合ウェハTは、次に、ウェハ搬送装置40によって周縁除去装置50に搬送される。

[0102] 周縁除去装置50において重合ウェハTは、図22(d)に示すように、周縁改質層M2、及びクラックC2を基点に、第2のウェハW2の周縁部Weが除去される(エッジトリム)。なお、周縁除去装置50におけるエッジトリム方法は任意に選択することができる。この時、周縁部Weの除去に際しては剥離改質層M1の形成により第2のウェハW2とレーザ吸収層Pの接合強度が低下しているため、周縁部Weの除去を容易に行うことができる。

[0103] 第2のウェハW2の周縁部Weが除去された重合ウェハTは、次に、ウェハ搬送装置40により洗浄装置60に搬送される。洗浄装置60では、重合ウェハTのスクラブ洗浄が行われる。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40により洗浄装置60から搬出され、トランジション装置30を介してウェハ搬送装置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。

[0104] 以上のように、本開示にかかる技術によれば、界面用レーザ照射装置80において周縁部Weにおける第2のウェハW2とレーザ吸収層Pの接合強度を低下させることができ、これにより、周縁除去装置50において適切に周縁部Weの除去、すなわちエッジトリムを行うことができる。

[0105] なお、内部用レーザ照射装置70、及び界面用レーザ照射装置80による重合ウェハTの処理順序は上記実施形態に限定されるものではなく、界面用レーザ照射装置80において周縁部Weの剥離が行われた後、内部用レーザ照射装置70において周縁改質層M2が形成されてもよい。

[0106] 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

[0107] D2 デバイス層

L	レーザ光
M 1	剥離改質層
M 1 s	起点改質層
P	レーザ吸収層
T	重合ウエハ
W 1	第 1 のウエハ
W 2	第 2 のウエハ
W 2 a	表面
W 2 b	裏面

## 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の処理方法であって、前記第2の基板にはレーザ吸収層が形成され、前記レーザ吸収層に対して、レーザ光をパルス状に照射して剥離改質層を形成し、前記レーザ吸収層の内部に応力を蓄積することと、蓄積された前記応力を連鎖的に解放し、前記第2の基板を剥離することと、を含む、基板処理方法。
- [請求項2] 前記剥離改質層の形成時においては前記レーザ吸収層と前記第2の基板の剥離を発生させない、請求項1に記載の基板処理方法。
- [請求項3] 前記応力の連鎖的な解放の起点となる起点改質層を形成することを含む、請求項1または2に記載の基板処理方法。
- [請求項4] 前記起点改質層は、前記第1の基板と前記第2の基板が接合された接合領域の端部において前記レーザ吸収層の内部に形成され、前記起点改質層の形成時においては、当該起点改質層の形成により生じる応力を、前記接合領域の径方向側の領域である未接合領域に解放することで、前記レーザ吸収層と前記第2の基板に剥離を発生させ、前記連鎖的な応力の解放は、前記剥離改質層の形成により蓄積された前記応力を、前記起点改質層の形成による剥離領域に解放することで開始する、請求項3に記載の基板処理方法。
- [請求項5] 起点改質層の形成時においては、レーザ光の照射により前記レーザ吸収層と前記第2の基板の剥離を発生させ、前記連鎖的な応力の解放は、前記剥離改質層の形成により蓄積された前記応力を、前記起点改質層の形成による剥離領域に解放することで開始する、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6] 前記起点改質層を、前記剥離改質層よりも径方向外側に形成する、請求項4または5に記載の基板処理方法。
- [請求項7] 前記第2の基板の除去対象の周縁部と、前記第2の基板の中央部の境界に沿って周縁改質層を形成することを含み、

前記剥離改質層を、前記周縁改質層よりも径方向外側に形成する、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8] 前記剥離改質層を前記レーザ吸収層の中心部においては形成しない、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項9] 前記剥離改質層の形成位置、及び／又は、前記剥離改質層の形成時における前記レーザ光の照射形を制御することにより、前記レーザ吸収層に対する前記剥離改質層の形成面積を増加させる、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] 前記第 2 の基板と前記レーザ吸収層の間には前記第 2 の基板の剥離を促進する剥離促進層が更に形成されている、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項11] 前記レーザ吸収層に前記レーザ光を照射する際、レーザ発振器から光学素子に向けてパルス状のレーザ光を発振し、前記光学素子においてレーザ光の周波数を調整する、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の基板処理方法。

[請求項12] 前記レーザ発振器からのレーザ光の周波数は、前記光学素子が制御できる最高周波数である、請求項 11 に記載の基板処理方法。

[請求項13] 前記レーザ吸収層に前記レーザ光を照射する際、減衰器において前記レーザ発振器からのレーザ光を減衰させる、請求項 11 又は 12 に記載の基板処理方法。

[請求項14] 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装置であって、  
前記第 2 の基板にはレーザ吸収層が形成され、  
前記第 2 の基板の前記レーザ吸収層に対してレーザ光をパルス状に照射するレーザ照射部と、  
前記レーザ照射部の動作を制御する制御部と、を有し、  
前記制御部は、  
前記レーザ光の照射により剥離改質層を形成して前記レーザ吸収層の

内部に応力を蓄積した後、

蓄積された前記応力の連鎖的な解放により前記第2の基板を剥離するように、前記レーザー照射部の動作を制御する、基板処理装置。

[請求項15] 前記制御部は、前記剥離改質層の形成時においては前記レーザー吸収層と前記第2の基板の剥離を発生させないように、前記レーザー光の出力を制御する、請求項14に記載の基板処理装置。

[請求項16] 前記制御部は、前記応力の連鎖的な解放の起点となる起点改質層を形成するように、前記レーザー照射部の動作を制御する、請求項14または15に記載の基板処理装置。

[請求項17] 前記制御部は、  
前記起点改質層を、前記第1の基板と前記第2の基板が接合された接合領域の端部において前記レーザー吸収層の内部に形成し、  
当該起点改質層の形成時においては、当該起点改質層の形成により生じる応力を、前記接合領域の径方向側の領域である未接合領域に解放することで、前記レーザー吸収層と前記第2の基板に剥離を発生させ、前記連鎖的な応力の解放を、前記剥離改質層の形成により蓄積された前記応力を、前記起点改質層の形成による剥離領域に解放することで開始するように、前記レーザー照射部の動作を制御する、請求項16に記載の基板処理装置。

[請求項18] 前記制御部は、  
前記起点改質層の形成時においては、レーザー光の照射により前記レーザー吸収層と前記第2の基板の剥離が発生するように、前記レーザー光の出力を制御するとともに、  
前記連鎖的な応力の解放を、前記剥離改質層の形成により蓄積された前記応力を、前記起点改質層の形成による剥離領域に解放することで開始するように、前記レーザー照射部の動作を制御する、請求項16に記載の基板処理装置。

[請求項19] 前記制御部は、

前記起点改質層を、前記剥離改質層よりも径方向外側に形成するように、前記レーザー照射部の動作を制御する請求項 17 または 18 に記載の基板処理装置。

[請求項20] 前記第2の基板の除去対象の周縁部と、前記第2の基板の中央部の境界に沿って周縁改質層を形成する第2のレーザー照射部を有し、前記制御部は、前記剥離改質層を、前記周縁改質層よりも径方向外側に形成するように、前記レーザー照射部の動作を制御する請求項 14 ~ 19 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項21] 前記制御部は、前記剥離改質層を前記レーザー吸収層の中心部においては形成しないように、前記レーザー照射部の動作を制御する、請求項 14 ~ 20 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項22] 前記制御部は、前記レーザー吸収層に対する前記剥離改質層の形成面積を増加させるように、前記剥離改質層の形成位置、及び／又は、前記剥離改質層の形成時における前記レーザー光の照射形を制御する、請求項 14 ~ 21 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

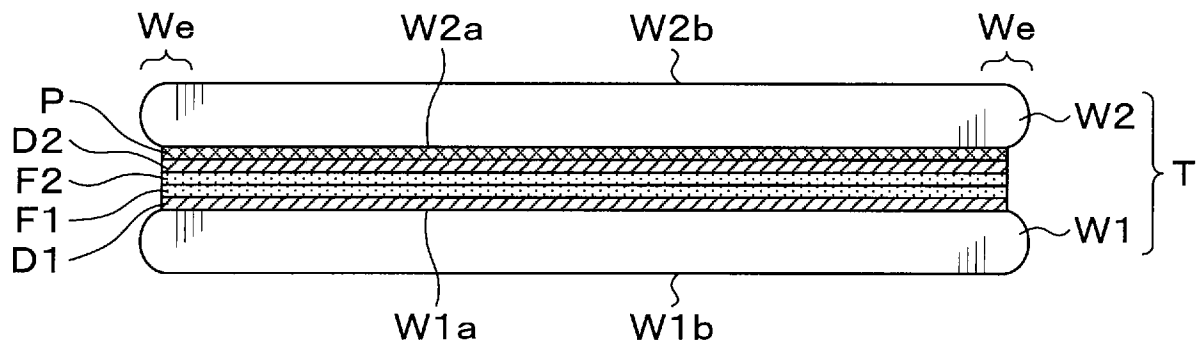
[請求項23] 前記第2の基板と前記レーザー吸収層の間には前記第2の基板の剥離を促進する剥離促進層が更に形成されている、請求項 14 ~ 22 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項24] 前記レーザー照射部を制御する制御部を有し、前記レーザー照射部は、レーザー光をパルス状に発振するレーザー発振器と、前記レーザー発振器からのレーザー光を異なる方向に変向させる光学素子と、を有し、前記制御部は、前記光学素子を制御して、前記レーザー吸収層に照射されるレーザー光の周波数を調整する、請求項 14 ~ 23 のいずれか一項に記載の基板処理装置。

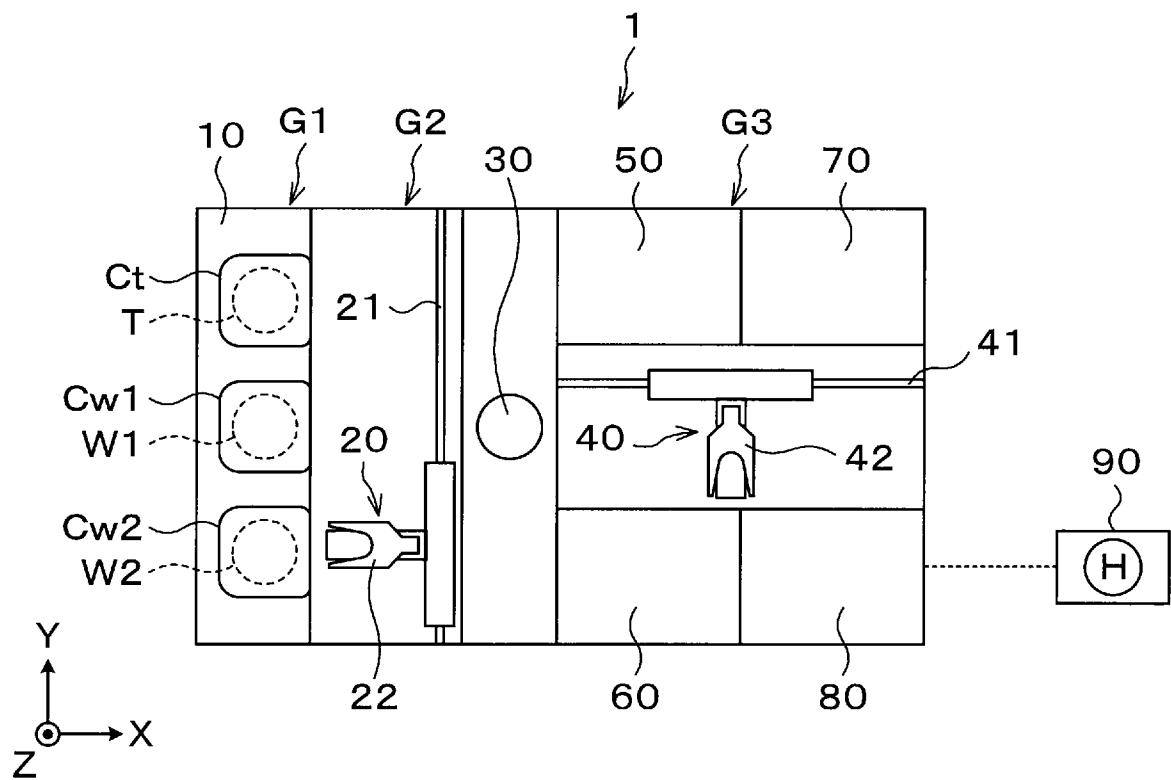
[請求項25] 前記レーザー発振器からのレーザー光の周波数は、前記変向が制御できる最高周波数である、請求項 24 に記載の基板処理装置。

[請求項26] 前記レーザ照射部は、前記レーザ発振器からのレーザ光を減衰させる減衰器を有する、請求項24又は25に記載の基板処理装置。

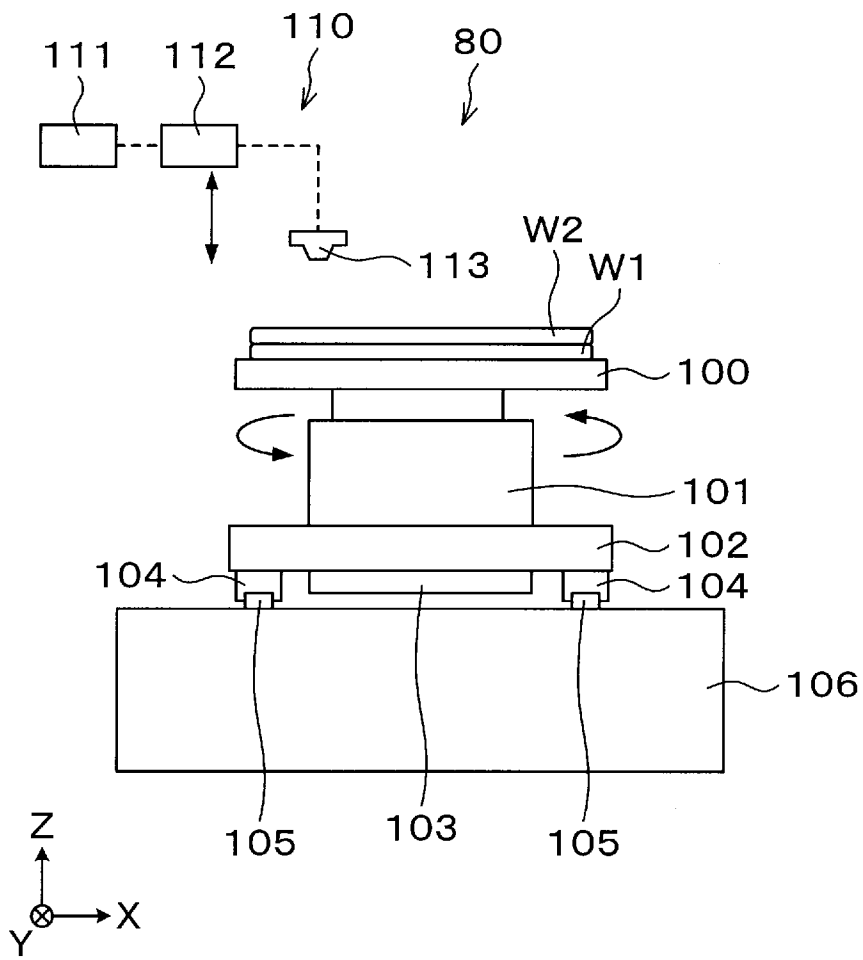
[図1]



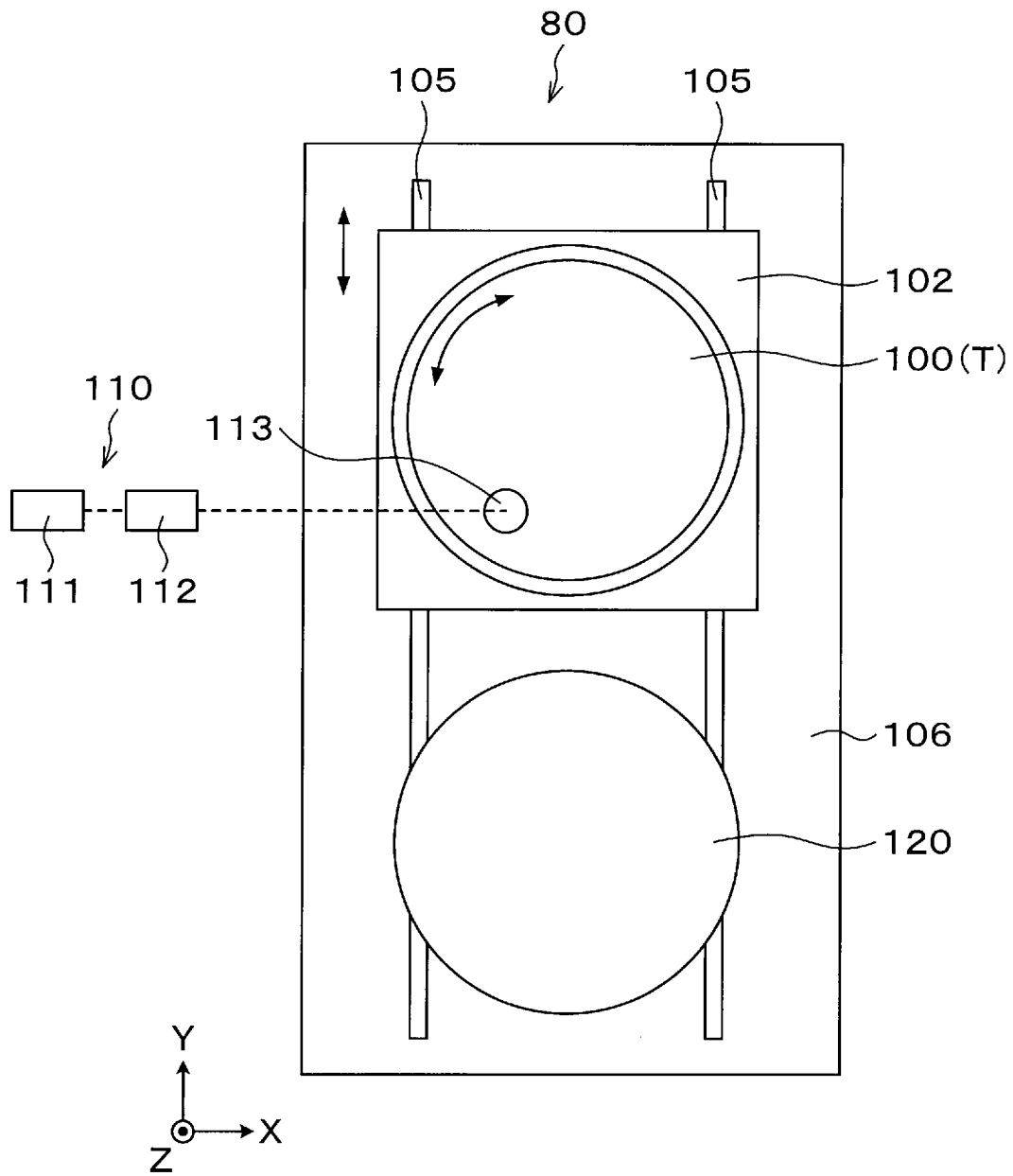
[図2]



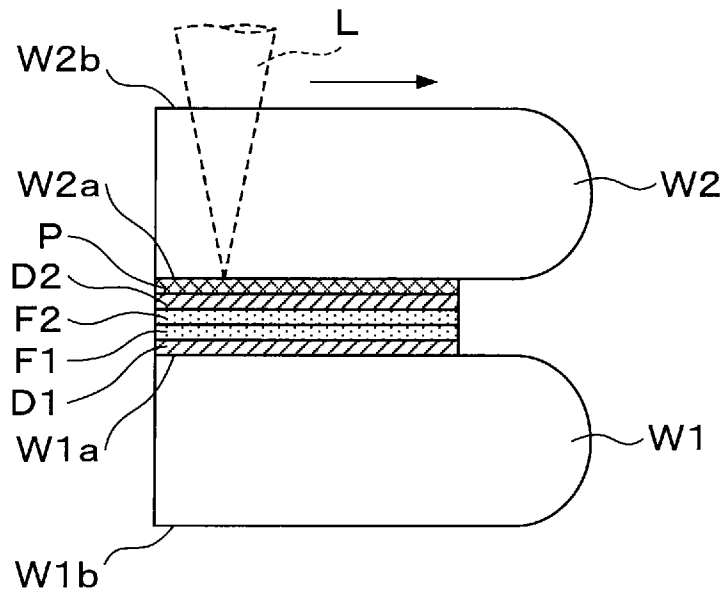
[図3]



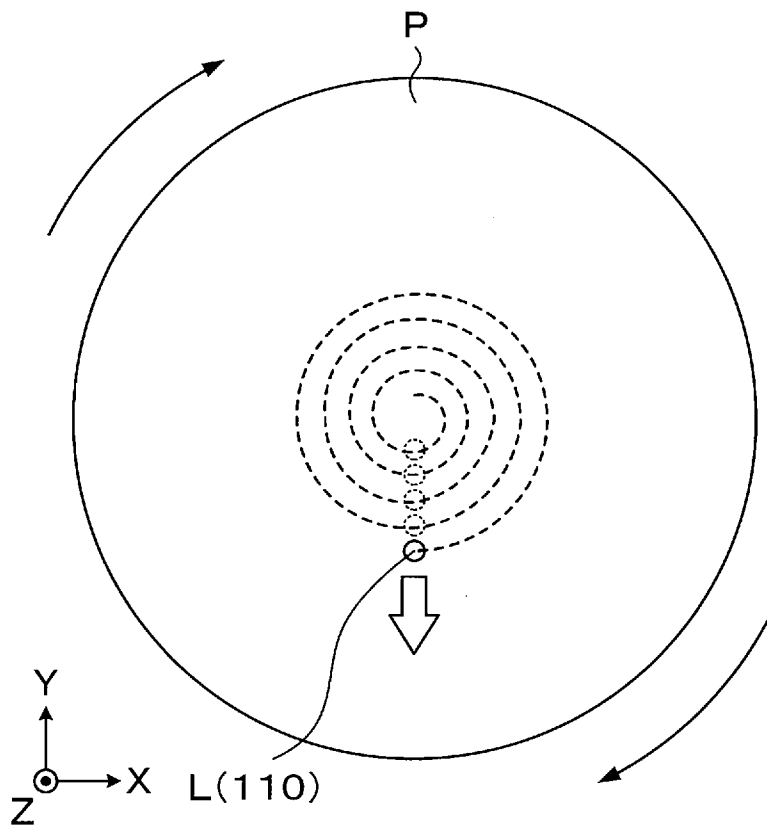
[図4]



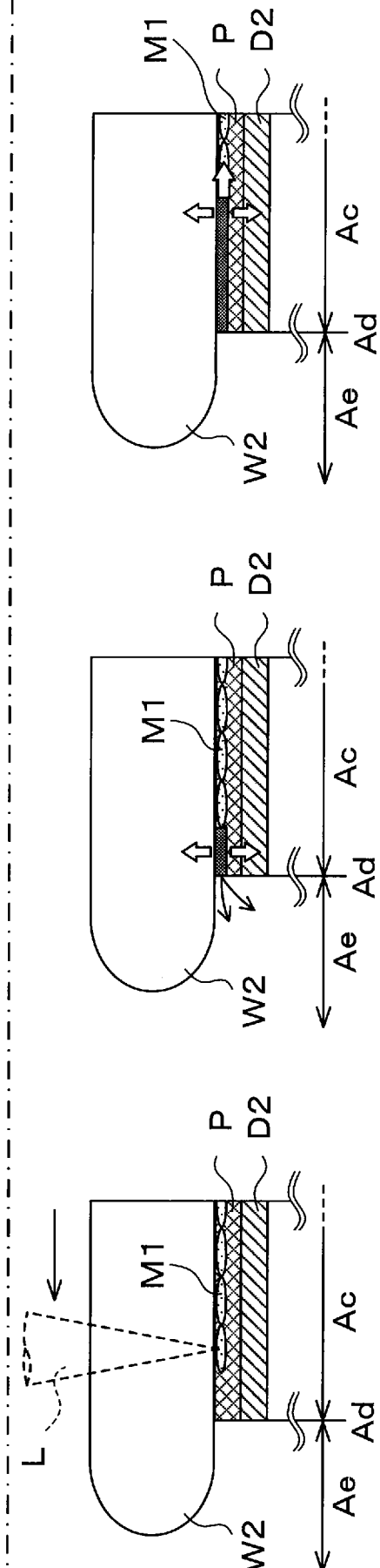
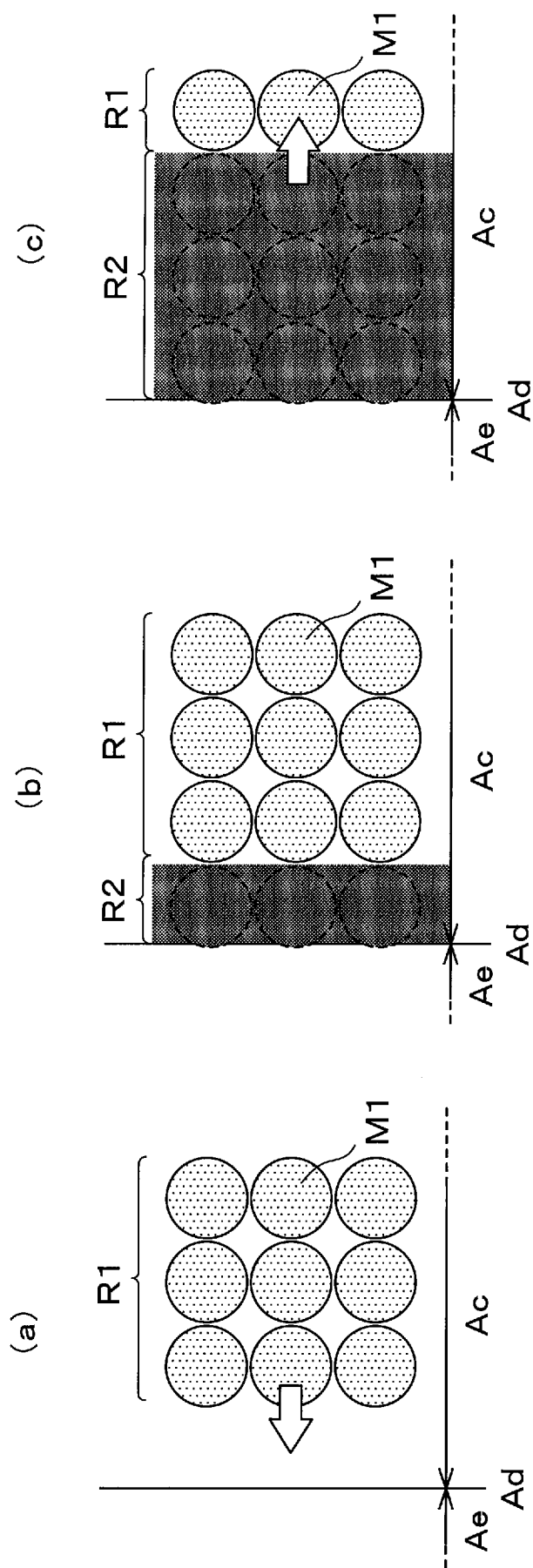
[図5]



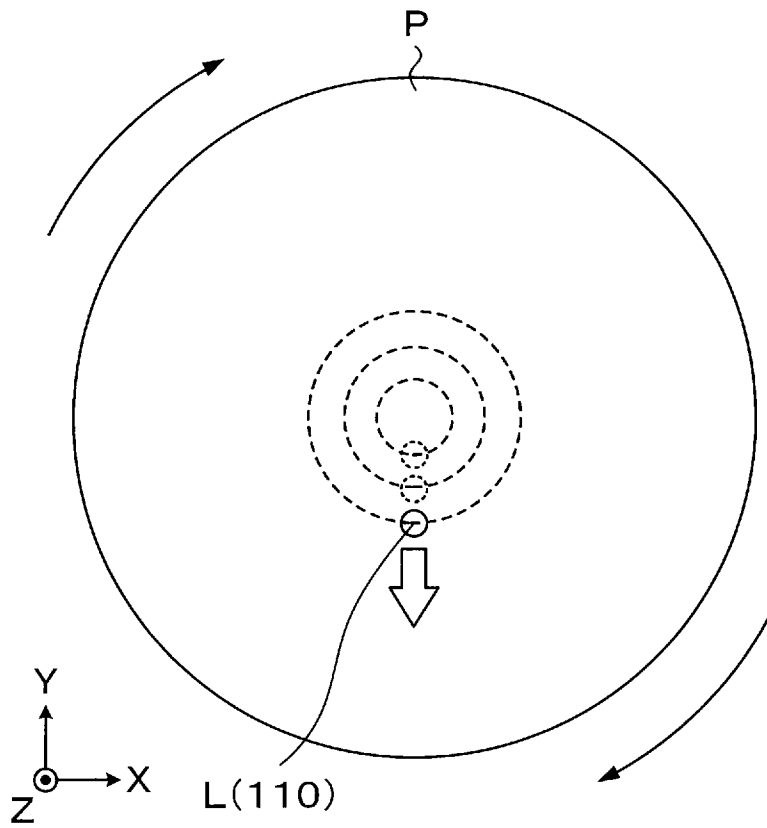
[図6]



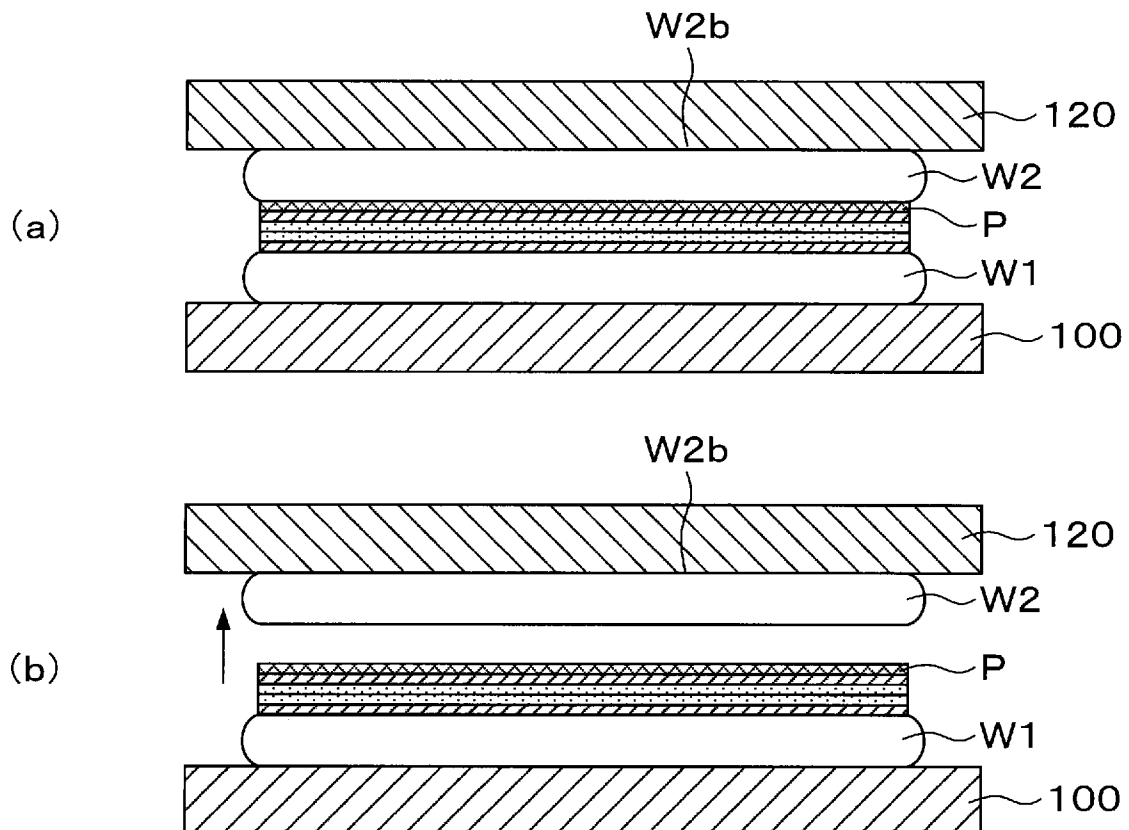
[7]



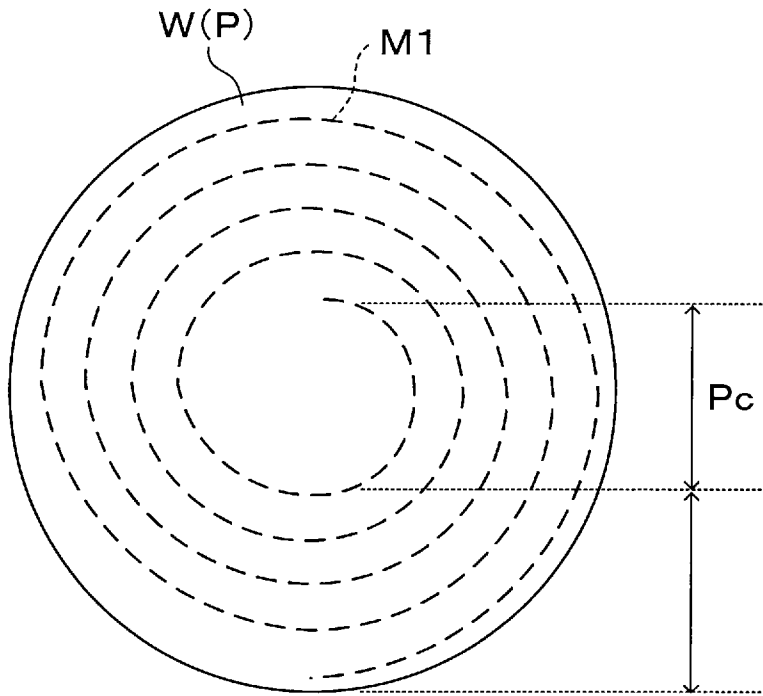
[図8]



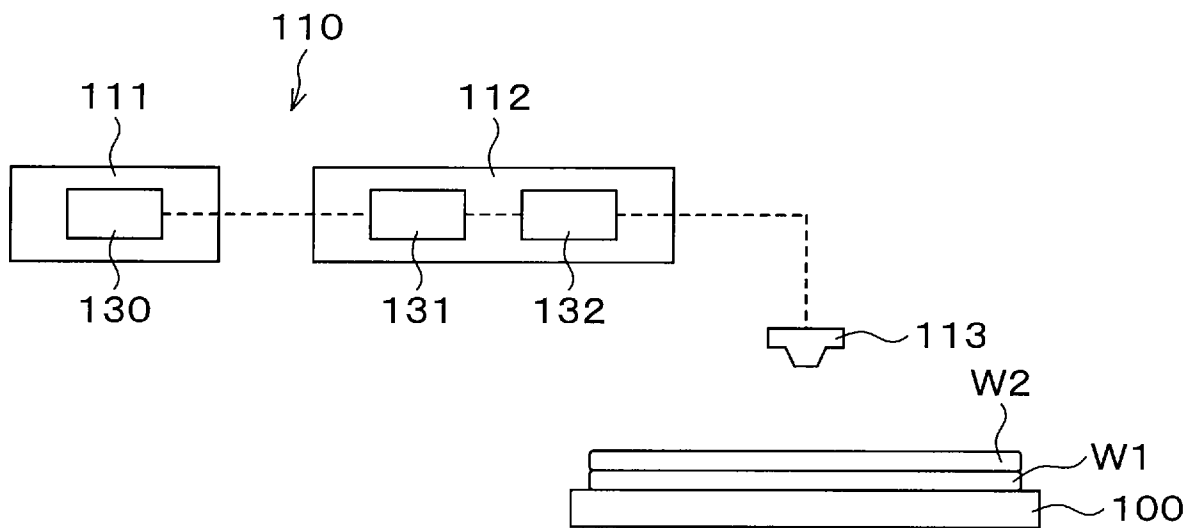
[図9]



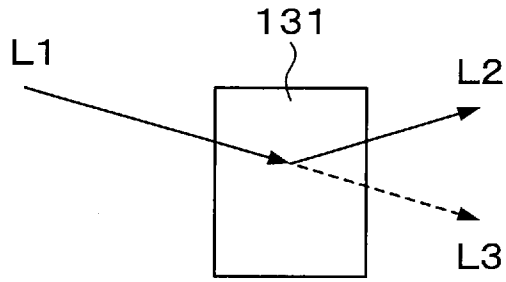
[図10]



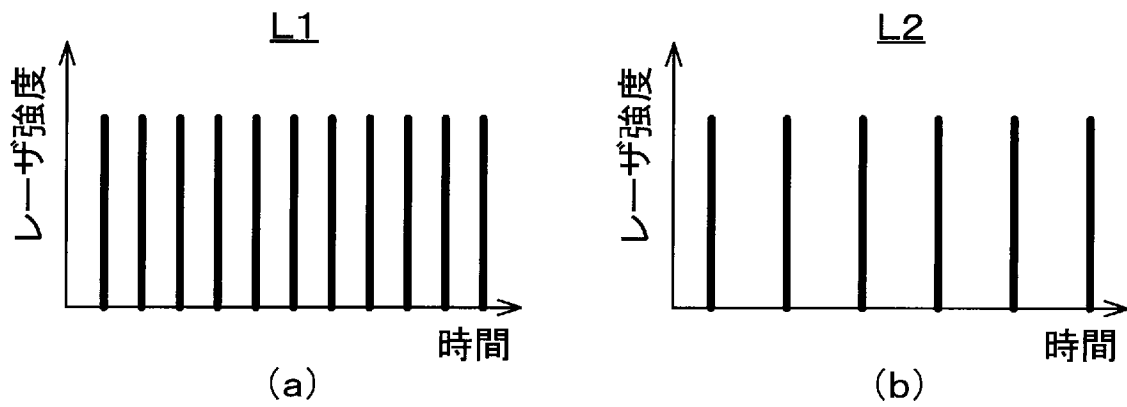
[図11]



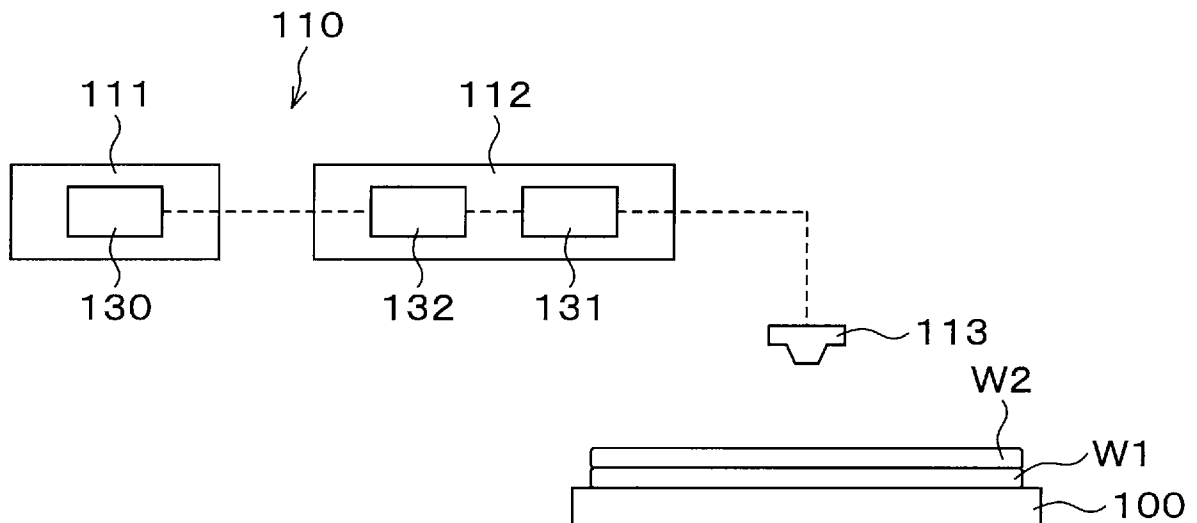
[図12]



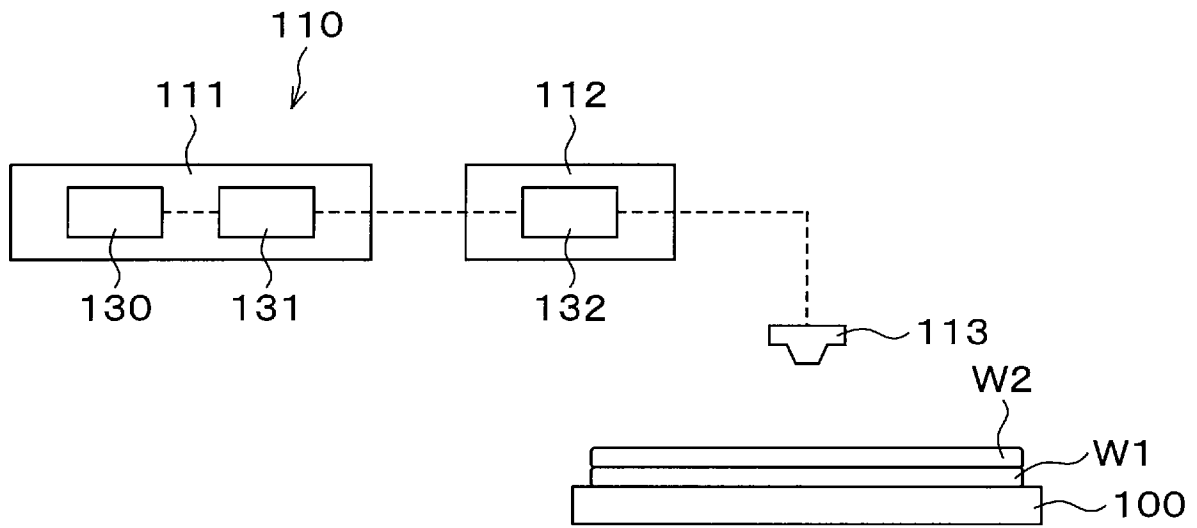
[図13]



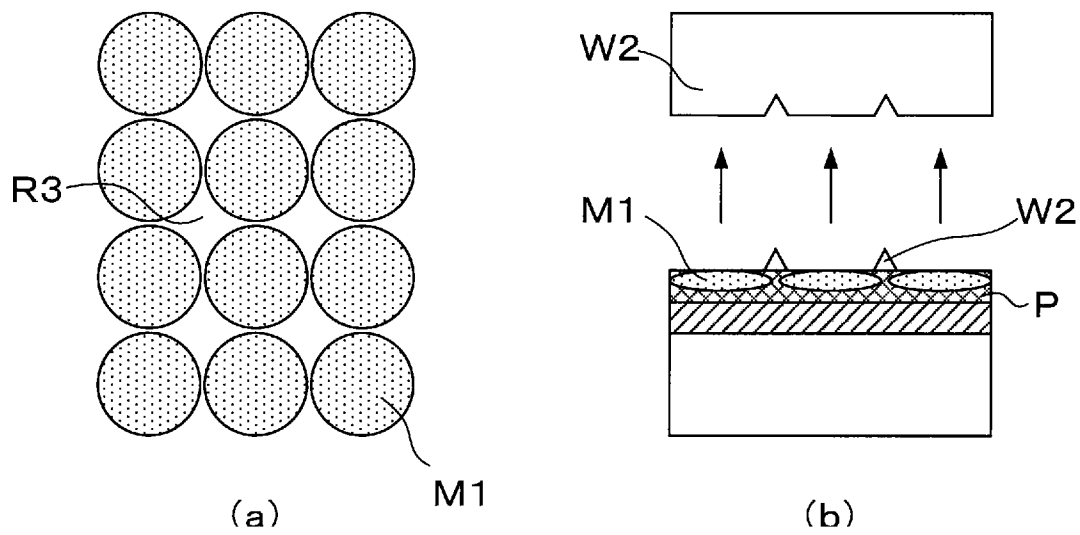
[図14]



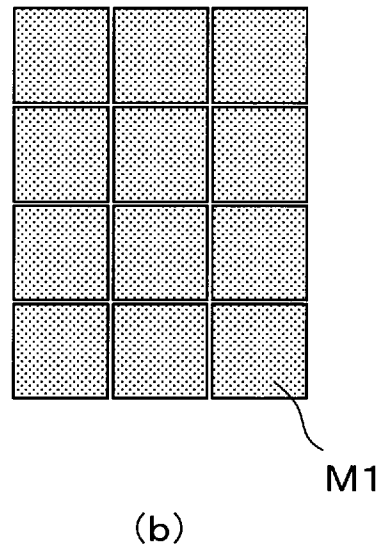
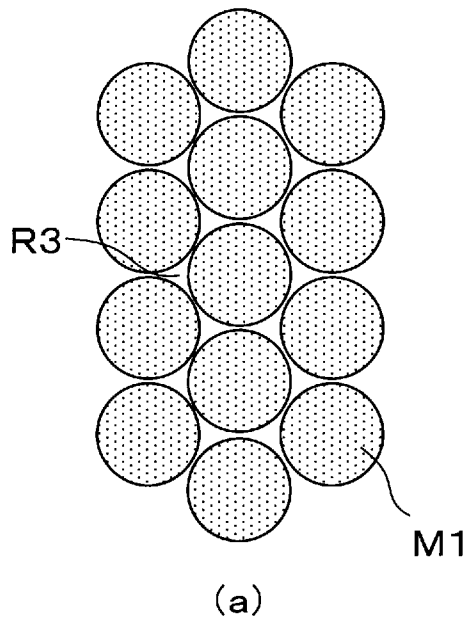
[図15]



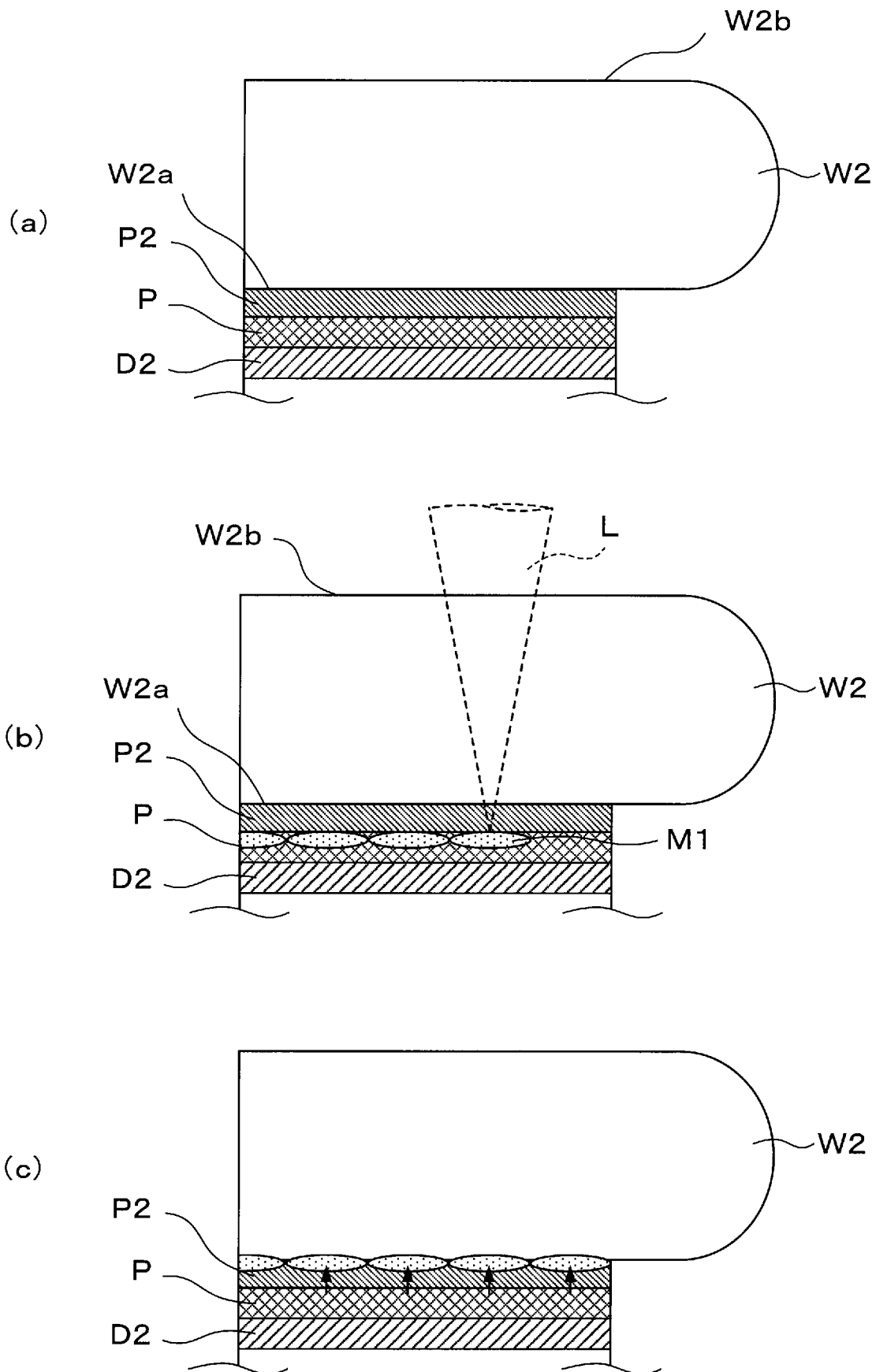
[図16]



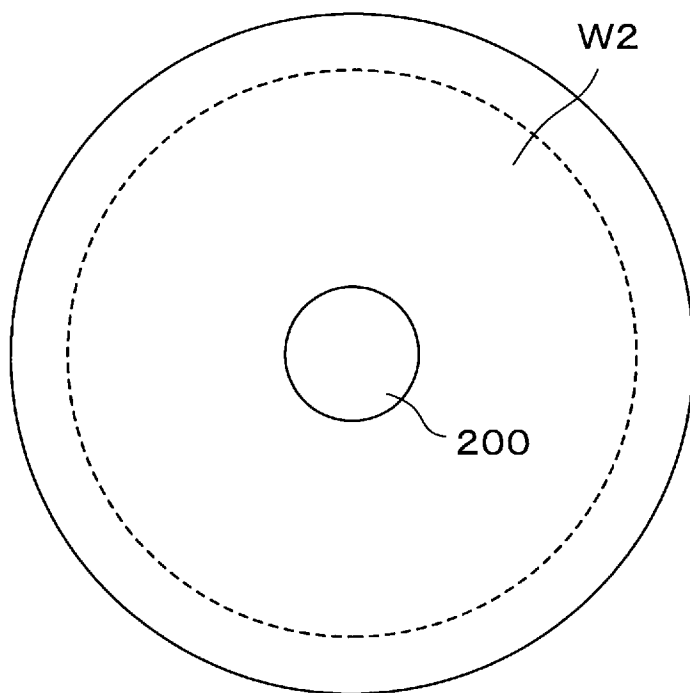
[図17]



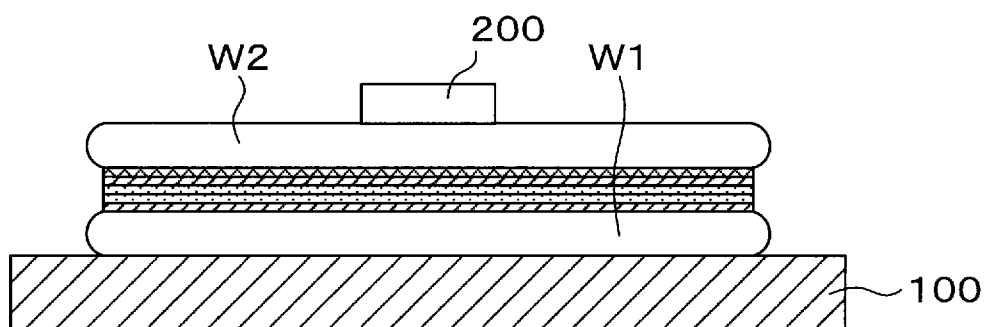
[図18]



[図19]

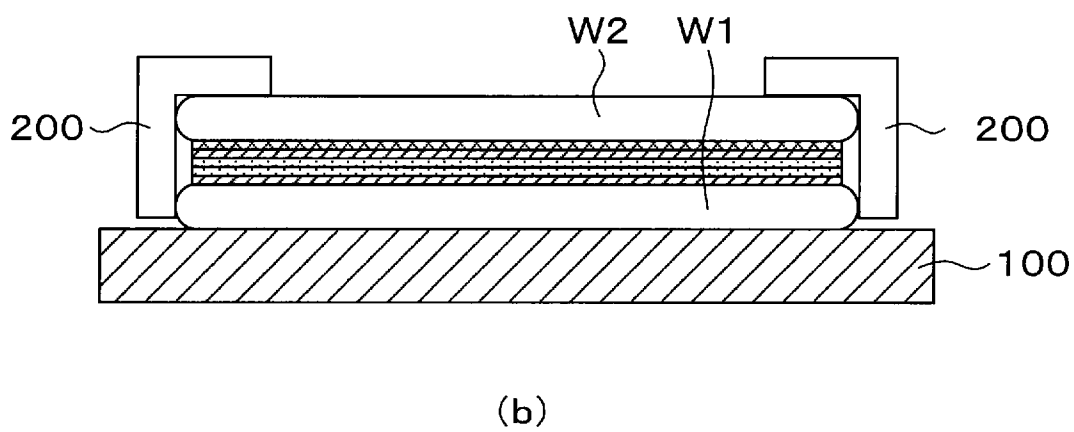
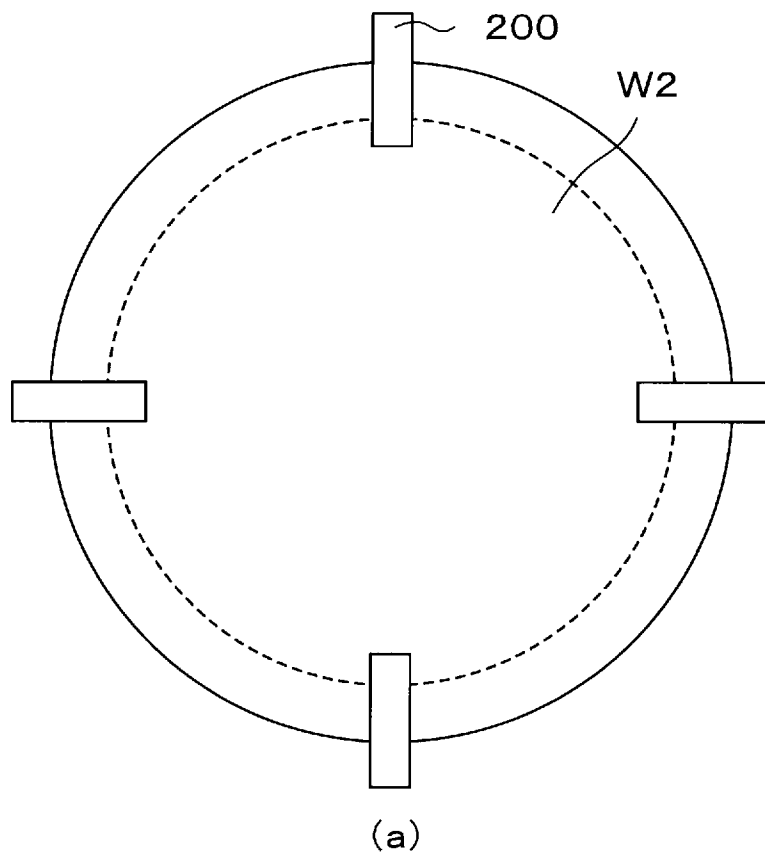


(a)

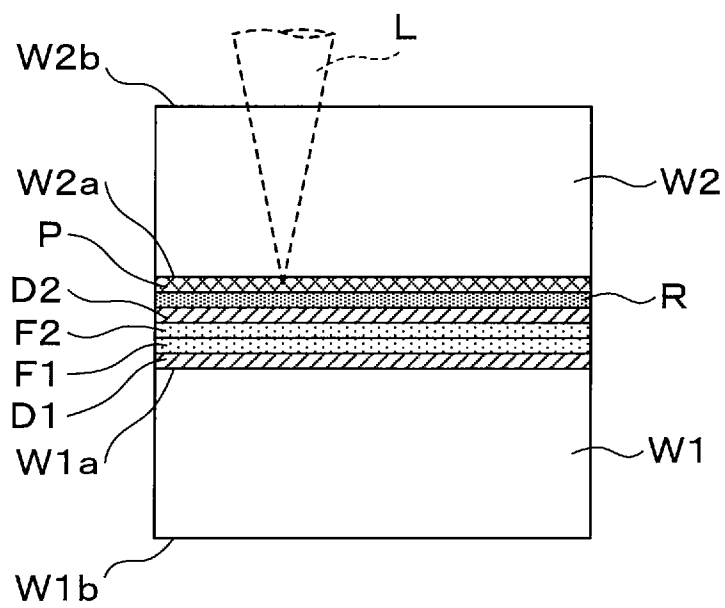


(b)

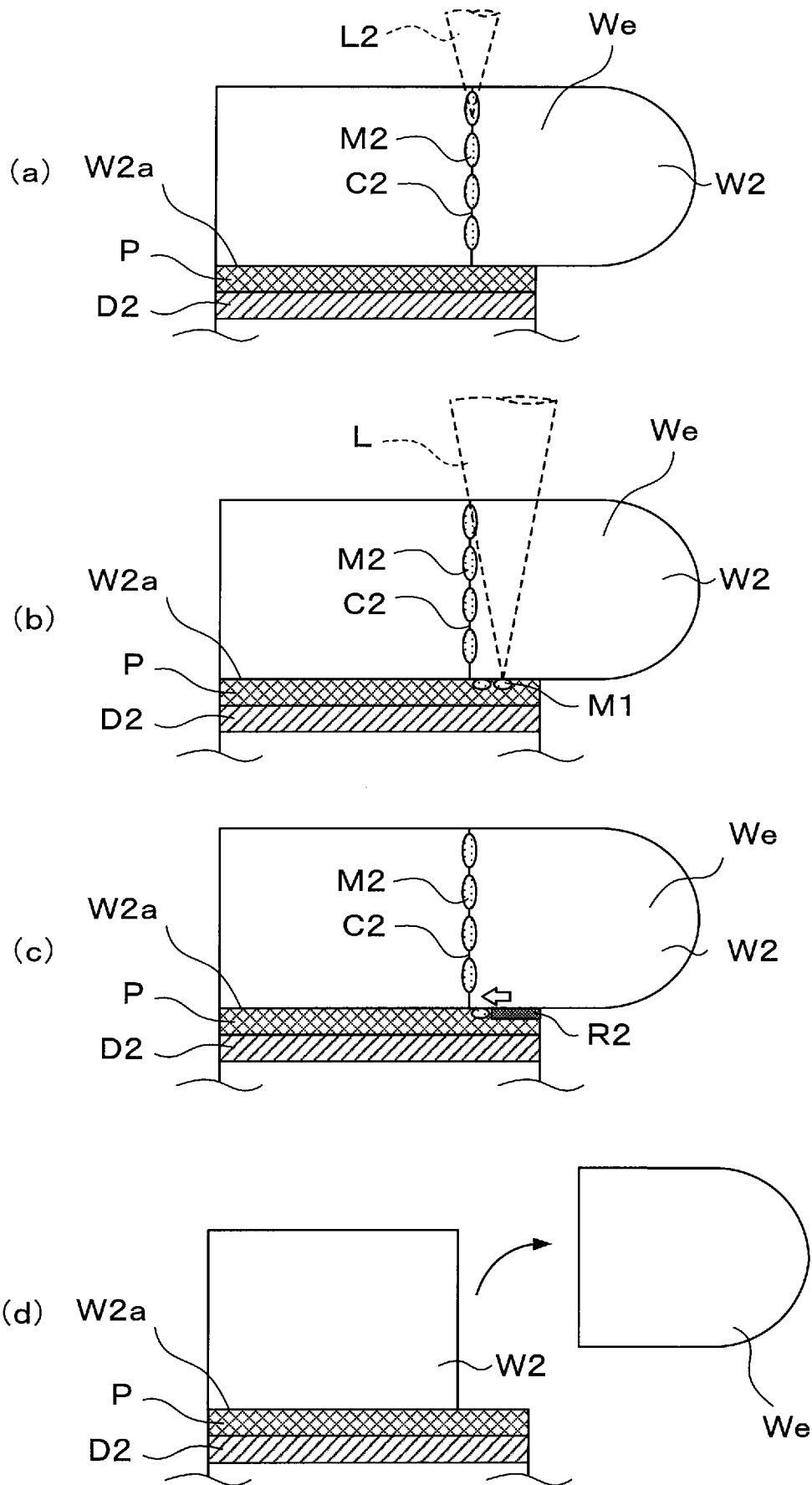
[図20]



[図21]



[図22]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2021/007940

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H01L 21/301 (2006.01) i  
FI: H01L21/78 B

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)  
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 10-125929 A (SEIKO EPSON CORP.) 15 May 1998 (1998-05-15) paragraphs [0038]-[0141]	1-3, 14-16
Y	paragraphs [0038]-[0141]	4-13, 17-26
Y	WO 2019/208298 A1 (TOKYO ELECTRON LTD.) 31 October 2019 (2019-10-31) paragraphs [0050]-[0053]	4-13, 17-26
A	entire text, all drawings	1-3, 14-16
Y	WO 2020/017599 A1 (TOKYO ELECTRON LTD.) 23 January 2020 (2020-01-23) paragraphs [0036]-[0043]	4-13, 17-26
A	entire text, all drawings	1-3, 14-16
Y	JP 2007-165848 A (DENSO CORP.) 28 June 2007 (2007- 06-28) paragraphs [0043], [0044]	8-13, 21-26
A	entire text, all drawings	1-7, 14-20
Y	JP 2018-117060 A (V TECHNOLOGY CO., LTD.) 26 July 2018 (2018-07-26) paragraphs [0001], [0002], [0012]-[0036], fig. 4-7	10-13, 23-26
A	entire text, all drawings	1-9, 14-22

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 17 May 2021 (17.05.2021)	Date of mailing of the international search report 01 June 2021 (01.06.2021)
---------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

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**

International application No.

PCT/JP2021/007940

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

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-207009 A (DISCO CORPORATION) 27 December 2018 (2018-12-27) paragraphs [0016]-[0022], fig. 3, 4	11-13, 24-26
A	entire text, all drawings	1-10, 14-23
Y	JP 2008-503877 A (ELECTRO SCIENTIFIC INDUSTRIES, INC.) 07 February 2008 (2008-02-07) paragraphs [0093], [0101]	11-13, 24-26
A	entire text, all drawings	1-10, 14-23

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/007940

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 10-125929 A	15 May 1998	US 2003/0224582 A1 paragraphs [0097]- [0163] EP 858110 A1 WO 1998/009333 A1 CN 1199507 A CN 1495523 A KR 10-0500520 B1 KR 10-0481994 B1	
WO 2019/208298 A1	31 Oct. 2019	(Family: none)	
WO 2020/017599 A1	23 Jan. 2020	(Family: none)	
JP 2007-165848 A	28 Jun. 2007	US 2007/0111478 A1 paragraphs [0244]- [0246] KR 10-2007-0052201 A KR 10-2008-0074820 A KR 10-2008-0074821 A	
JP 2018-117060 A	26 Jul. 2018	(Family: none)	
JP 2018-207009 A	27 Dec. 2018	(Family: none)	
JP 2008-503877 A	07 Feb. 2008	US 2005/0279736 A1 paragraphs [0108], [0117] WO 2008/019252 A1 CN 101023510 A KR 10-2007-0036747 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/301(2006.01)i FI: H01L21/78 B		
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）） H01L21/301 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 1971-2021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		
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	JP 10-125929 A (セイコーエプソン株式会社) 15.05.1998 (1998-05-15) [0038]-[0141]	1-3, 14-16
Y	[0038]-[0141]	4-13, 17-26
Y	WO 2019/208298 A1 (東京エレクトロン株式会社) 31.10.2019 (2019-10-31) [0050]-[0053]	4-13, 17-26
A	全文, 全図	1-3, 14-16
Y	WO 2020/017599 A1 (東京エレクトロン株式会社) 23.01.2020 (2020-01-23) [0036]-[0043]	4-13, 17-26
A	全文, 全図	1-3, 14-16
Y	JP 2007-165848 A (株式会社デンソー) 28.06.2007 (2007-06-28) [0043], [0044]	8-13, 21-26
A	全文, 全図	1-7, 14-20
Y	JP 2018-117060 A (株式会社ブイ・テクノロジー) 26.07.2018 (2018-07-26) [0001], [0002], [0012]-[0036], 図4-7	10-13, 23-26
A	全文, 全図	1-9, 14-22
<input checked="" 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 “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 17.05.2021		国際調査報告の発送日 01.06.2021
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

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
Y	JP 2018-207009 A (株式会社ディスコ) 27.12.2018 (2018 - 12 - 27) [0016]-[0022], 図3, 4	11-13, 24-26
A	全文, 全図	1-10, 14-23
Y	JP 2008-503877 A (エレクトロ サイエンティフィック インダストリーズ インコー ポレーテッド) 07.02.2008 (2008 - 02 - 07) [0093], [0101]	11-13, 24-26
A	全文, 全図	1-10, 14-23

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/JP2021/007940

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	10-125929	A	15.05.1998	US 2003/0224582 A1 [0097]-[0163]	
				EP 858110 A1	
				WO 1998/009333 A1	
				CN 1199507 A	
				CN 1495523 A	
				KR 10-0500520 B1	
				KR 10-0481994 B1	
WO	2019/208298	A1	31.10.2019	(ファミリーなし)	
WO	2020/017599	A1	23.01.2020	(ファミリーなし)	
JP	2007-165848	A	28.06.2007	US 2007/0111478 A1 [0244]-[0246]	
				KR 10-2007-0052201 A	
				KR 10-2008-0074820 A	
				KR 10-2008-0074821 A	
JP	2018-117060	A	26.07.2018	(ファミリーなし)	
JP	2018-207009	A	27.12.2018	(ファミリーなし)	
JP	2008-503877	A	07.02.2008	US 2005/0279736 A1 [0108], [0117]	
				WO 2008/019252 A1	
				CN 101023510 A	
				KR 10-2007-0036747 A	