

Tokyo (JP). 寺川 良也(TERAKAWA Ryoya);
〒1058634 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株
式会社SUMCO内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 鷲頭 光宏, 外(WASHIZU Mitsuhiro et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目5番
1号第三太陽ビル7F 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, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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))

a grounding type retainer ring 14 provided at an outer side of the membrane head 16. The membrane head 16 has a center section pressure chamber R1 of a single chamber structure that controls the center section control pressure P_c , and an outer circumferential section pressure chamber R2 that is provided above the center section pressure chamber R1, and that controls the outer circumferential section control pressure P_e . The position of a lower end of the outer ring 17 reaches at least a position of an inside bottom surface S1 of the center section pressure chamber R1, and the position of an upper end of the outer ring 17 reaches at least a position of an inside upper surface S2 of the center section pressure chamber R1.

(57) 要約: 【課題】ウェーハの外周部における研磨圧力のうねりを抑えて高平坦化を図る。【解決手段】ウェーハ研磨装置の研磨ヘッド10は、ウェーハWの中心部を押圧する中心部制御圧力 P_c とウェーハWの外周部を押圧する外周部制御圧力 P_e とを独立に制御可能なメンブレンヘッド16と、メンブレンヘッド16の外周部を構成するように当該メンブレンヘッド16と一体化された外リング17と、メンブレンヘッド16の外側に設けられた接地型リテーナリング14とを備え、メンブレンヘッド16は、中心部制御圧力 P_c を制御する単室構造の中心部圧力室R1と、中心部圧力室R1の上方に設けられ、外周部制御圧力 P_e を制御する外周部圧力室R2とを有し、外リング17の下端の位置は、少なくとも中心部圧力室R1の内側底面S1の位置に達しており、外リング17の上端の位置は、少なくとも中心部圧力室R1の内側上面S2の位置に達している。

明 細 書

発明の名称：

研磨ヘッド及びこれを用いたウェーハ研磨装置及び研磨方法

技術分野

[0001] 本発明は、研磨ヘッド及びこれを用いたウェーハ研磨装置及び研磨方法に関し、特に、ウェーハの仕上げ研磨に好適な研磨ヘッド及びこれを用いたウェーハ研磨装置及び研磨方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの基板材料としてシリコンウェーハが広く用いられている。シリコンウェーハは、シリコン単結晶インゴットに外周研削、スライス、ラッピング、エッチング、両面研磨、片面研磨、洗浄等の工程を順次行うことにより製造される。このうち、片面研磨工程は、ウェーハ表面の凹凸やうねりを除去して平坦度を高めるために必要な工程であり、CMP（Chemical Mechanical Polishing：化学的機械研磨）法による鏡面加工が行われる。

[0003] 通常、シリコンウェーハの片面研磨工程では枚葉式のウェーハ研磨装置（CMP装置）が用いられる。このウェーハ研磨装置は、研磨布が貼り付けられた回転定盤と、研磨布上のウェーハを押圧しながら保持する研磨ヘッドとを備えており、スラリーを供給しながら回転定盤及び研磨ヘッドをそれぞれ回転させることによりウェーハの片面を研磨する。

[0004] ウェーハ研磨装置に関し、例えば特許文献1には、ラバー膜の下面部にシリコンウェーハ等のワークの裏面を保持し、該ワークの表面を定盤上に貼り付けた研磨布に摺接させて研磨する研磨ヘッドが記載されている。この研磨ヘッドは、環状の剛性リングと、該剛性リングに均一の張力で接着されたラバー膜（メンブレン）と、ラバー膜の下面部の周辺部に前記剛性リングと同心に設けられ、剛性リングの内径よりも外径が大きい環状のテンプレート（リテーナリング）とを具備しており、テンプレートの内径は剛性リングの内径よりも小さく、剛性リングとテンプレートとの内径差と前記テンプレート

の内径と外径との差の比が26%以上45%以下であるので、テンプレートの内周部分が自由に変形でき、ラバー膜がワークの全面を均一に押圧することが可能である。

[0005] また特許文献2には、ウェーハの平坦度を高めるため、ウェーハの押圧面を複数の圧力ゾーンに分割し、各圧力ゾーンを独立に加圧制御可能なマルチゾーン加圧方式のキャリアヘッドを備えたウェーハ研磨装置が記載されている。このキャリアヘッドのフレキシブル膜（メンブレン）は、主要部分と、環状外側部分と、3つの環状フラップとを含み、同心円状に区画された第1～第3の圧力室を有している。またキャリアヘッドは、フレキシブル膜の環状外側部分の外壁面に沿って形成された凹部と、凹部内へ挿入された外部リングと、フレキシブル膜の環状内側部分の内壁面に沿って形成された内部リングとを備えており、フレキシブル膜の環状部分が補強された構造を有している

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-110407号公報

特許文献2：特表2015-536575号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] シリコンウェーハの片面研磨では、応力集中やスラリーの流入等によってウェーハ外周部の研磨量が中心部よりも大きくなる傾向がある。そのため、ウェーハの中心部の制御圧力と外周部の制御圧力とを別々に制御することが望ましい。

[0008] しかし、特許文献1に記載された従来の研磨ヘッドは、ラバー膜が単一の圧力ゾーンを構成しているため、ウェーハの中心部の制御圧力と外周部の制御圧力を別々に制御することができない。またテンプレートを接地する方式ではテンプレートが徐々に摩耗することによって研磨面圧力分布が変動する

ため、ウェーハ研磨面圧力分布を一定に制御することが難しく、ウェーハの外周部の研磨量を制御して高平坦なウェーハを得ることができないという問題がある。

[0009] 特許文献2に記載された従来のウェーハ研磨装置は、ウェーハの中心部の制御圧力と外周部の制御圧力を別々に制御することが可能である。しかしながら、フレキシブル膜の側面に設けられた外部リングが環状外側部分の上部だけに設けられているため、ウェーハの外周部に制御圧力を十分に伝達することができず、外周部制御圧力の制御幅が小さいという問題がある。さらに、外部リングや内部リングはフレキシブル膜に接着されることなく単に挿入されているだけであるため、外部リングや内部リングが動くことでフレキシブル膜の裏面圧力分布にうねりが生じやすく、ウェーハの平坦度を高めることが難しいという問題がある。

[0010] したがって、本発明の目的は、ウェーハの外周部における研磨圧力のうねりを抑えて高平坦化を図ることが可能な研磨ヘッド及びこれを用いたウェーハ研磨装置及び研磨方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するため、本発明によるウェーハ研磨装置の研磨ヘッドは、ウェーハの中心部を押圧する中心部制御圧力と前記ウェーハの外周部を押圧する外周部制御圧力とを独立に制御可能なメンブレンヘッドと、前記メンブレンヘッドの外周部を構成するように当該メンブレンヘッドと一体化された外リングと、前記メンブレンヘッドの外側に設けられた接地型リテーナリングとを備え、前記メンブレンヘッドは、前記中心部制御圧力を制御する単室構造の中心部圧力室と、前記中心部圧力室の上方に設けられ、前記外周部制御圧力を制御する外周部圧力室とを有し、前記外リングの下端の位置は、少なくとも前記中心部圧力室の内側底面の位置に達しており、前記外リングの上端の位置は、少なくとも前記中心部圧力室の内側上面の位置に達していることを特徴とする。

[0012] 本発明によれば、ウェーハの中心部と外周部の研磨圧力を別々に制御する

ことができ、特に、磨耗によるリテーナリングの厚さの変化に合わせて外周部制御圧力を調整することができる。またリテーナリングが接地されているため、ウェーハの外周部の過研磨や研磨面圧力分布の勾配を抑制することができる。さらに、外リングがメンブレンヘッドの中心部圧力室の内側底面から内側上面までの広い範囲に延在してメンブレンヘッドの外周部を支持しているため、外周部圧力室からの圧力をウェーハの外周部に確実に伝達することができる、外周部制御圧力の制御幅を大きくすることができる。したがって、ウェーハの外周部における研磨圧力のうねりや無圧領域の発生を抑えてウェーハの研磨面圧力分布を一定にすることができ、これによりウェーハの平坦度を高めることができる。

[0013] 本発明において、前記メンブレンヘッドは、前記ウェーハの押圧面を構成する円形の主面部と、前記主面部の外周端から上方へ延びる環状の側面部とを有し、前記外リングは、前記メンブレンヘッドの成型時に前記メンブレンヘッドと一体成形されて前記側面部の外周面に接着固定されていることが好ましい。これによれば、研磨時に外リングが動いて研磨圧力分布が変化することを防止することができる。したがって、ウェーハの研磨面圧力分布を一定にすることができ、ウェーハの平坦度を高めることができる。また、外リングがメンブレンヘッドの側面部の下端から上端までの広い範囲を支持しているので、加圧時のメンブレンヘッドの側面部の変形を抑制してウェーハの裏面圧力分布のうねりを低減することができる。さらに、メンブレンヘッドは前記外リングと一体的に成形されたものであるため、所定の形状に加工されたメンブレンヘッドに外リングを嵌め込む作業が不要であり、メンブレンヘッドのよじれや組み立て誤差の問題も生じない。そのため、メンブレンヘッドを外リングに嵌め合わせる際の引っ張りにより生じる意図しない歪みを抑制して外周部制御圧力を確実に伝達することができる。

[0014] 本発明において、前記メンブレンヘッドは、前記側面部の上端部から径方向の内方に延びる上側環状フラップと、前記上端部よりも下方の前記側面部の中間部から前記径方向の内方に延びる下側環状フラップとをさらに含み、

前記中心部圧力室は、前記主面部、前記側面部及び前記下側環状フラップに囲まれた閉空間であり、前記外周部圧力室は、前記下側環状フラップ、前記側壁部及び前記上側環状フラップに囲まれた閉空間であり、前記主面部の上面は、前記中心部圧力室の内側底面を構成しており、前記下側環状フラップの底面は、前記中心部圧力室の内側上面を構成していることが好ましい。この構成によれば、ウェーハの中心部と外周部の研磨圧力を別々に制御することができ、これによりウェーハの研磨面圧力分布を一定にすることができる。また、上側環状フラップ及び下側環状フラップがメンブレンヘッドの径方向の内方に延びているので、外周部制御圧力がリテーナ接地圧力に与える影響を防止することができる。

[0015] 本発明において、前記メンブレンヘッドに接触する前記外リングのコーナ一部は面取りされていることが好ましく、前記メンブレンヘッドに接触しない前記外リングの外周面には凹部が形成されていることが好ましい。外リングのコーナ一部を面取りすることにより、メンブレンヘッドと外リングとの接着性を高めることができる。また外リングの外周面に凹部を設けることにより、メンブレンヘッド及び外リングを一体成形する際に外リングを金型に取り付けやすくすることができ、外リングのハンドリング性を高めることができる。

[0016] 本発明による研磨ヘッドは、前記メンブレンヘッドの成型時に前記メンブレンヘッドと一体成形されて前記側面部の内周面に接着固定された内リングをさらに備えていてもよい。この構成によれば、メンブレンヘッドの側面部の強度をさらに高めることができ、外周部圧力室からの圧力をウェーハの外周部に確実に伝達することができる。

[0017] 本発明において、前記メンブレンヘッドに接触する前記内リングのコーナ一部は面取りされていることが好ましく、前記メンブレンヘッドに接触しない前記内リングの内周面には凹部が形成されていることが好ましい。内リングのコーナ一部を面取りすることにより、メンブレンヘッドと内リングとの接着性を高めることができる。また内リングの外周面に凹部を設けることに

より、メンブレンヘッド及び内リングを一体成形する際に内リングを金型に取り付けやすくすることができ、内リングのハンドリング性を高めることができる。

[0018] 本発明において、前記中心部制御圧力の付与領域は、前記ウェーハの中心から半径が少なくとも $0.85R$ （ R はウェーハの半径）までの円形領域であり、前記外周部制御圧力の付与領域は、前記中心部制御圧力の付与領域の外側の環状領域であることが好ましい。

[0019] 本発明による研磨ヘッドは、前記メンブレンヘッド及び前記リテーナリングが取り付けられる剛体ヘッドをさらに備え、前記剛体ヘッドは、前記メンブレンヘッドの前記側面部及び前記外リングと前記剛体ヘッドとの間の隙間に接続された貫通孔を有し、前記メンブレンヘッドを洗浄するための洗浄液は前記貫通孔から前記隙間内に供給されることが好ましい。この構成によれば、研磨工程後のリテーナリングに付着しているスラリーを除去することができ、隙間内に入り込んだ砥粒が固着、凝集した後に剥がれて形成された粗大粒子によるウェーハ面内のスクラッチ等を抑制することができる。

[0020] また、本発明は、上述した本発明の特徴を有する研磨ヘッドを用いたウェーハ研磨装置であって、研磨布が貼り付けられた回転定盤と、前記回転定盤上にスラリーを供給するスラリー供給部と、前記研磨布上のウェーハを押圧しながら保持する研磨ヘッドとを備えることを特徴とする。本発明によれば、ウェーハを均一に研磨することが可能なウェーハ研磨装置を提供することができる。

[0021] さらにまた、本発明は、上述した本発明の特徴を有するウェーハ研磨装置を用いてウェーハの片面を研磨する方法であって、前記ウェーハの研磨面圧力分布が一定となるように前記中心部制御圧力と前記外周部制御圧力を独立に制御すると共に、前記リテーナリングの消耗に合わせて前記外周部制御圧力を小さくすることを特徴とする。本発明によれば、ウェーハを均一に研磨することが可能な研磨方法を提供することができる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、ウェーハの外周部における研磨圧力のうねりを抑えて高平坦化を図ることが可能な研磨ヘッド及びこれを用いたウェーハ研磨装置及び研磨方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、本発明の実施の形態によるウェーハ研磨装置の構成を概略的に示す側面図である。

[図2]図2は、第1の実施の形態による研磨ヘッドの構造を示す略側面断面図である。

[図3]図3は、図2のメンブレンヘッドの構造を詳細に示す部分断面図である。

[図4]図4は、第2の実施の形態による研磨ヘッドのメンブレンヘッドの構造を詳細に示す部分断面図である。

[図5]図5（a）及び（b）は、ウェーハの研磨面圧力分布を示すグラフである。

[図6]図6（a）及び（b）は、リテーナリングの厚さとウェーハの最外周部の研磨面圧力との関係を示すグラフである。

[図7]図7は、リテーナリングの厚さとウェーハの研磨面圧力分布との関係を示すグラフである。

[図8]図8（a）及び（b）は、ウェーハの裏面圧力分布を示すグラフである。

[図9]図9（a）及び（b）は、外リング一体型ヘッド形状（図4参照）の研磨ヘッドを用いたときのウェーハ裏面圧力分布を示すグラフであって、特に（a）は外リングの縦長さが長い場合、（b）は外リングの縦長さが短い場合をそれぞれ示している。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

[0025] 図1は、本発明の実施の形態によるウェーハ研磨装置の構成を概略的に示

す側面図である。

[0026] 図1に示すように、ウェーハ研磨装置1は、研磨布22が貼り付けられた回転定盤21と、回転定盤21上にスラリーを供給するスラリー供給部23と、研磨布22上に載置されたウェーハWを押圧しながら保持する研磨ヘッド10とを備えている。回転定盤21の主面は研磨ヘッド10よりも十分に大きな平面サイズを有し、研磨ヘッド10の下面（押圧面）は回転定盤21の主面と対向している。本実施形態では回転定盤21上に1つの研磨ヘッド10が設けられているが、複数枚のウェーハWを同時に研磨するため複数の研磨ヘッド10が設けられていてもよい。研磨布22上にスラリーを供給しながら回転定盤21及び研磨ヘッド10をそれぞれ回転させることにより、研磨布22と接するウェーハWの片面を研磨することができる。

[0027] 図2は、第1の実施の形態による研磨ヘッド10の構造を示す略側面断面図である。

[0028] 図2に示すように、研磨ヘッド10は、回転軸11と、回転軸11の下端に設けられた剛体ヘッド12と、剛体ヘッド12の底面に設けられた接地型リテーナリング14及びメンブレンヘッド16とを備えており、メンブレンヘッド16を介してウェーハWを加圧するウェーハ加圧機構を構成している。

[0029] 剛体ヘッド12は、回転軸11に接続されたヘッド上部12aと、ドライブリング12dを介してヘッド上部12aに接続されたヘッド下部12b及びヘッド外周部12cとを備えている。ヘッド上部12aはスピンドル機構によって回転駆動されると共に、電動シリンダーによって昇降駆動される。ドライブリング12dは金属の板ばねからなり、ヘッド上部12aの回転力をヘッド下部12b及びヘッド外周部12cに伝えるための部品である。メンブレンヘッド16はヘッド下部12bに取り付けられ、リテーナリング14はヘッド外周部12cに取り付けられる。

[0030] リテーナリング14は剛体ヘッド12の底面の外周部に設けられたガイド部材である。リテーナリング14は研磨布22の上面を押圧可能に構成され

ており、リテーナリング１４の底面は研磨布２２に接触（接地）している。リテーナリング１４の底面を研磨布２２に押し付けて接触させることでウェーハＷの水平方向の動きを規制することができ、研磨ヘッド１０の外側へのウェーハの飛び出しを防止することができる。また、リテーナを研磨布に接地することにより、研磨ヘッド１０の傾きによる研磨量分布の勾配及び研磨布の撓みによるウェーハ外周部の過研磨を抑制することができる。

[0031] メンブレンヘッド１６の底面はウェーハの裏面（上面）の全面と接触している。メンブレンヘッド１６は不図示のメンブレン加圧ラインに接続されており、メンブレンヘッド１６の内部には空気圧が送り込まれる。メンブレン加圧ラインからメンブレンヘッド１６内に空気圧が供給されてメンブレンヘッド１６が膨張することによりウェーハＷが下方に押圧される。メンブレンヘッド１６内には、中心部圧力室Ｒ１と外周部圧力室Ｒ２からなる２つの圧力室が形成されており、別々のメンブレン加圧ラインから供給される空気圧によって各圧力室内の圧力が個別に制御される。各圧力室に供給される空気圧を個別に設定することにより、ウェーハＷの中心部及び外周部に適切な押圧力が付与される。

[0032] 本実施形態による研磨ヘッド１０はリテーナ接地方式を採用しており、リテーナリング１４を研磨布２２に押し付けているため、リテーナ接地方式を採用していない従来の研磨ヘッド１０に比べて研磨ヘッド１０の傾きを防止することができる。そのため、ウェーハの研磨量分布の勾配を抑制することができる。また、リテーナリング１４を接地しない場合、ウェーハＷを研磨布２２上で摺動させたときにウェーハＷの外側の研磨布２２が撓んで上方に盛り上がり、これによりウェーハＷのコーナー部の研磨量が増加する。しかし、リテーナリング１４を接地する場合にはウェーハＷの外周部への応力集中を防止してウェーハＷのコーナー部の過研磨を防止することができる。

[0033] 図３は、図２のメンブレンヘッド１６の構造を詳細に示す部分断面図である。

[0034] 図３に示すように、メンブレンヘッド１６は薄いゴム材からなり、ウェー

ハWの押圧面を構成する円形の主面部16aと、主面部16aの外周端から上方へ延びる環状の側面部16bと、側面部16bの上端部から径方向の内方に延びる上側環状フラップ16cと、側面部16bの上端部よりも下方の中間部から径方向の内方に延びる下側環状フラップ16dとを有している。

[0035] メンブレンヘッド16の主面部16aの大きさはウェーハWとほぼ等しい。したがって、例えばウェーハWの直径が300mmであるとき、主面部16aの直径も300mmかそれよりも僅かに大きい程度である。側面部16bの高さ h_1 は10~15mmであり、下側環状フラップ16dが接続された中間部の高さ h_2 は $0.5h_1 \sim 0.7h_1$ (mm) とすることができる。下側環状フラップ16dの長さは上側環状フラップ16cよりも長く、下側環状フラップ16dの先端は上側環状フラップ16cよりも径方向の内方に突出している。

[0036] 上記のように、メンブレンヘッド16は、ウェーハWの中心部の圧力を制御する単室構造の中心部圧力室R1と、中心部圧力室R1の上方に設けられ、ウェーハWの外周部の圧力を制御する外周部圧力室R2とを有している。中心部圧力室R1は、メンブレンヘッド16の主面部16a、側面部16bの下部、下側環状フラップ16d及び剛体ヘッド12に囲まれた閉空間である。外周部圧力室R2は、メンブレンヘッド16の上側環状フラップ16c、側面部16bの上部、下側環状フラップ16d及び剛体ヘッド12に囲まれた閉空間である。

[0037] メンブレンヘッド16の側面部16bの外周面及び内周面には外リング17及び内リング18がそれぞれ取り付けられている。外リング17は、メンブレンヘッド16の側面部16bの外側表面（外周面）に接着された剛体リングであり、メンブレンヘッド16をその外側から支持している。また内リング18は、メンブレンヘッド16の側面部16bの内側表面（内周面）に接着された剛体リングであり、メンブレンヘッド16をその内側から支持している。外リング17及び内リング18の材料には例えばSUSを用いることができる。外リング17及び内リング18は同じ材料であることが好まし

い。

[0038] 外リング１７が設けられていない場合、メンブレンヘッド１６の側面部１６ｂは外側又は内側に撓むことができるため、側面部１６ｂを介して外周部制御圧力 P_e をウェーハ外周部に伝達することが難しい。しかし、外リング１７を設けた場合には、外リング１７が側面部１６ｂの撓みを抑える壁となり、側面部１６ｂの変形が抑制されるので、外周部制御圧力 P_e を確実に伝達することができる。さらに内リング１８を設けた場合は、側面部１６ｂの変形を確実に抑制することができる。

[0039] 本実施形態において、メンブレンヘッド１６は、外リング１７及び内リング１８と一体的に形成されたものである。メンブレンヘッド１６の側面部１６ｂのうち外リング１７と接する部分（側面部１６ｂの下部）の外径寸法は外リング１７の内径寸法と一致しており、メンブレンヘッド１６の側面部１６ｂのうち内リング１８と接する部分（側面部１６ｂの下部）の内径寸法は内リング１８の外径寸法と一致している。そのため、メンブレンヘッド１６には外リング１７や内リング１８との寸法差に起因する引っ張り応力（歪み）は存在しない。また外リング１７及び内リング１８をメンブレンヘッド１６に取り付ける作業は必要としない。

[0040] メンブレンヘッド１６に外リング１７及び内リング１８を嵌め込んで一体化する従来の構造では、密着性を高めるためメンブレンヘッド１６の側面部１６ｂの外形寸法は外リング１７の内径よりも少し大きく設計され、またメンブレンヘッド１６の側面部１６ｂの内径寸法は内リング１８の外径よりも少し小さく設計される。そのため、外リング１７及び内リング１８をメンブレンヘッド１６に嵌め込む作業が非常に難しく、メンブレンがよじれることなくきれいに嵌め込むことが困難であり、組み立て誤差も発生しやすい。さらに、外リング１７及び内リング１８はメンブレンヘッド１６に接着されていないため、使用中にメンブレンヘッド１６と外リング１７及び内リング１８との位置関係がずれることで研磨圧力分布のばらつきが発生しやすいという問題もある。

[0041] しかし、本実施形態によるメンブレンヘッド16は、成型加工によってそれが完成した時点で外リング17及び内リング18と一体化しているので、従来のような嵌め込み作業が不要であり、メンブレンヘッド16のよじれや組み立て誤差の問題も生じない。また、外リング17及び内リング18はメンブレンヘッド16に接着固定されているので、研磨時に外リング17及び内リング18が動いて研磨圧力分布が変化するという問題を解決することができる。

[0042] さらに、本実施形態によるメンブレンヘッド16はその形成時に外リング17と接着された状態で冷却されるため、外部から圧力を加えない限りメンブレンヘッド16には張力がかかっていない。そのため、研磨時に圧力を加えても、メンブレンヘッド16の意図しない歪み（すなわち、メンブレンヘッド16が外リング17と一体成型されていない場合に、メンブレンヘッド16を外リング17に嵌め合わせる際の引っ張りにより生じる歪み）を抑制して外周部制御圧力を確実に伝達することができる。

[0043] 本実施形態において、外リング17の下端の高さ方向の位置は、中心部圧力室R1の内側底面S1の高さと略等しく、外リング17の上端の高さ方向の位置は、中心部圧力室R1の内側上面S2の高さ以上である。すなわち、外リング17は側面部16bの高さ方向の全体を覆っている。そのため、加圧時にメンブレンヘッド16の側面部16bの撓みを抑制して外周部制御圧力 P_e をウェーハWの外周部に確実に伝達することができる。したがって、ウェーハ裏面圧力分布のうねりを低減することができる。外リング17の下端は、中心部圧力室R1の内側底面S1の位置に達していればよく、内側底面S1よりもわずかに下方まで延在していることを妨げるものではない。また、外リング17の上端は、中心部圧力室R1の内側上面S2の位置に達していればよく、外リング17の上端の高さ位置が外周部圧力室R2の外側上面よりも下方であれば、内側上面S2よりも上方まで延在していても外周部制御圧力 P_e を伝達することができる。

[0044] メンブレンヘッド16と接触する外リング17及び内リング18のコーナ

一部は面取りされていることが好ましい。また、外リング１７の外周面及び内リング１８の内周面には凹部が形成されていることが好ましい。外リング１７及び内リング１８のコーナー部を面取りすることにより、メンブレンヘッド１６と外リング１７及び内リング１８との接着性を高めることができる。また外リング１７の外周面及び内リング１８の内周面に凹部を設けることにより、外リング１７及び内リング１８を金型に取り付けやすくすることができ、外リング１７及び内リング１８のハンドリング性を高めることができる。

[0045] 本実施形態において、ウェーハＷの外周部の研磨圧力は、ウェーハＷの中心部の研磨圧力から独立に制御される。ウェーハＷの外周部の厚さのばらつき及びウェーハＷの側面を保持するリテーナリング１４の摩耗による厚さの変化に合わせて外周部制御圧力 P_e を変更することにより、ウェーハＷの外周部の研磨圧力を調整することができる。

[0046] 中心部制御圧力 P_c の付与領域 D_c は、少なくともウェーハＷの中心から半径が $0.85R$ （ R はウェーハＷの半径）までの円形領域であり、ウェーハＷの中心から半径が $0.93R$ までの領域であることが特に好ましい。一方、外周部制御圧力の付与領域 D_e は、中心部制御圧力の付与領域 D_c の外側の環状領域であり、 $0.85R \sim 1R$ までの領域であることが好ましく、 $0.93R \sim 1R$ までの領域であることが特に好ましい。このように、ウェーハＷの大部分の領域を中心部制御圧力 P_c によって制御し、ウェーハＷの外周部を外周部制御圧力 P_e によって制御することにより、ウェーハ面内を均一に研磨することが可能となる。

[0047] リテーナ接地方式ではリテーナリング１４の消耗と共にリテーナリング１４の下面に対するメンブレンヘッド１６の主面部１６ａの下方への突出量が大きくなるので、ウェーハＷの押圧力が大きくなり、ウェーハＷの研磨量、特にウェーハの外周部の研磨量が期待の研磨量よりも大きくなってしまう。しかし、リテーナリング１４の消耗に合わせて外周部制御圧力 P_e を減少させることで研磨量分布を一定に調整することができる。

[0048] 本実施形態において、下側環状フラップ16d及び上側環状フラップ16cは径方向の内方に延在していることが好ましい。下側環状フラップ16d及び上側環状フラップ16cが径方向の外側に延在させることも可能であるが、その場合には、リテーナリング14を研磨ヘッド10の上部から加圧する際に外周部制御圧力 P_e の影響を受けてリテーナ接地圧力 P_r が変動し、またリテーナ接地圧力 P_r の影響を受けて外周部制御圧力 P_e が変動する。しかし、下側環状フラップ16d及び上側環状フラップ16cが径方向の内方に延在している場合には、外周部制御圧力 P_e 及びリテーナ接地圧力 P_r の一方が他方に与える影響を防止することができる。

[0049] さらに、下側環状フラップ16d及び上側環状フラップ16cが径方向の内方に延在している場合には、メンブレンヘッド16の側面部16bとリテーナリング14の上方の剛体ヘッド12の一部との間の隙間Dをできるだけ広く確保することができる。この場合において、剛体ヘッド12は、メンブレンヘッド16の側面部16b及び外リング17と剛体ヘッド12との間の隙間Dに接続された貫通孔12eを有し、メンブレンヘッド16を洗浄するための洗浄液が貫通孔12eから隙間D内に供給されることが好ましい。研磨を続けているとリテーナリング14の表面にスラリーが固着するため、これを除去するための洗浄が必要である。本実施形態においては、メンブレンヘッド16の側面部16bと剛体ヘッド12との間の隙間D内に洗浄水を注入してリテーナリングを洗浄することでスラリーを除去することができる。したがって、隙間D内に入り込んだ砥粒が固着、凝集した後に剥がれて形成された粗大粒子によるウェーハ面内のスクラッチ等を抑制することができる。

[0050] 以上説明したように、本実施形態によるウェーハ研磨装置1は、ウェーハWの中心部と外周部とを独立に加圧制御可能なリテーナ接地型2ゾーンメンブレンヘッドを備え、メンブレンヘッド16の側面部16bを保持する外リング17が側面部16bの下端から上端までの広い範囲を支持しているので、加圧時のメンブレンヘッド16の側面部16bの変形を抑制して外周部制

御圧力の制御幅を大きくすることができる。したがって、ウェーハの外周部における研磨圧力のうねりを低減してウェーハの研磨面の平坦度を高めることができる。さらに、外リング１７及び内リング１８はメンブレンヘッド１６の成型時に一体成形されたものであるため、メンブレンヘッド１６への外リング１７及び内リング１８の嵌め込みが不要であり、組み立て誤差の問題や研磨時に外リング１７及び内リング１８が動くことによる裏面圧力分布の変動の問題を解決することができる。

[0051] 図４は、第２の実施の形態による研磨ヘッド１０のメンブレンヘッド１６の構造を詳細に示す部分断面図である。

[0052] 図４に示すように、この研磨ヘッド１０の特徴は、内リング１８（図３参照）が省略されている点にある。その他の構成は第１の実施の形態による研磨ヘッド１０と同様である。メンブレンヘッド１６の側面部１６ｂを保持する部材が外リング１７だけである場合、メンブレンヘッド１６の側面部１６ｂの保持力が低下するが、メンブレンヘッド１６の側面部１６ｂの変形を矯正することによって生じるメンブレンヘッド１６の外周部の歪みを低減することができる。したがって、ウェーハ外周部の裏面圧力分布の変動を抑制することができる。

[0053] 以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

[0054] 例えば、上記実施形態においては、メンブレンヘッド１６の側面部１６ｂに外リング及び内リングが貼り付けられた構造であるが、メンブレンヘッドの側面部１６ｂ自体を省略することも可能である。この場合、中心部制御圧力を付与するメンブレンヘッドの主面部と、外周部制御圧力を付与するメンブレンヘッドの上側環状フラップ及び下側環状フラップとが別々のメンブレン部材で構成され、中心部制御圧力を発生させるメンブレン部材と外周部制御圧力を発生させるメンブレン部材とが剛体リングを介して連結された構造

となる。

実施例

[0055] <外周部制御圧力が研磨面圧力分布に与える影響についての考察>

本発明による研磨ヘッドの研磨面圧力分布をシミュレーションにより評価した。ここで、研磨対象は直径300mmのシリコンウェーハとし、リテーナリングの厚さは5mm、中心部制御圧力 P_c は15kPaとし、外周部制御圧力 P_e の変更範囲を0kPa～40kPaとした。その結果を図5(a)及び(b)に示す。

[0056] 図5(a)及び(b)は、ウェーハの研磨面圧力分布を示すグラフであり、特に(a)は内外リング一体型ヘッド形状(図3参照)の場合、(b)は外リング一体型ヘッド形状の場合(図4参照)をそれぞれ示している。図5(a)及び(b)のグラフの横軸はウェーハ中心からの距離(mm)、縦軸はウェーハ研磨面圧力(kPa)をそれぞれ示している。

[0057] 図5(a)及び(b)から明らかなように、ウェーハの中心から120mm以下(0～120mm)の中心部におけるウェーハ研磨面圧力は、中心部制御圧力 P_c と同じ約15kPaを示した。一方、ウェーハの中心から120mm以上(120～150mm)の外周部における研磨圧力は、外周部制御圧力 P_e の増加に伴って増加し、 15 ± 10 kPaの広い範囲内で変化した。この結果から、外周部制御圧力 P_e を約25kPaに設定すればウェーハ研磨面圧力分布をほぼ一定にできることが分かった。以上の結果から、本発明のリテーナ接地型2ゾーンメンブレンによれば、ウェーハの中心部の研磨面圧力と外周部の研磨面圧力を別々に制御でき、外周部制御圧力 P_e を制御することによりウェーハの研磨面の形状を制御することができ分かった。

[0058] <リテーナリングの厚さが研磨面圧力に与える影響についての考察>

次に、本発明による研磨ヘッドを用いてウェーハを研磨した時のウェーハ中心から149mmの最外周部における研磨面圧力をシミュレーションにより評価した。その結果を図6(a)及び(b)に示す。

[0059] 図6 (a) 及び (b) は、リテーナリングの厚さとウェーハの最外周部の研磨面圧力との関係を示すグラフであり、特に (a) は内外リングー体型ヘッド形状 (図3 参照) の場合、(b) は外リングー体型ヘッド形状の場合 (図4 参照) をそれぞれ示している。図6 (a) 及び (b) のグラフの横軸はリテーナリングの厚さ (mm)、縦軸はウェーハ最外周部の研磨面圧力 (kPa) をそれぞれ示している。

[0060] 図6 (a) 及び (b) から明らかなように、ウェーハ最外周部の研磨面圧力は、リテーナリングの厚さの減少により増加し、外周部制御圧力 P_e が大きいほどウェーハ最外周部の研磨面圧力の増加率も大きくなることが分かった。リテーナリングの厚さは摩耗により徐々に減少し、これによりウェーハ最外周部の研磨面圧力は徐々に増加するが、外周部制御圧力 P_e を徐々に小さくすることでウェーハ最外周部の研磨面圧力の増加を抑制することができ、ウェーハ最外周部の研磨面圧力を一定に維持できると考えられる。

[0061] そこで、リテーナリングの厚さが5.6 mmから5.0 mmに変化したときに、ウェーハ研磨面全体の圧力を均一 (15 kPa) に保つように外周部制御圧力 P_e を調整した場合と調整しなかった場合のウェーハ研磨面圧力分布を以下に示す。またリテーナリングが擦り減る前のウェーハ研磨面圧力分布も示す。

[0062] 図7 は、リテーナリングの厚さとウェーハの研磨面圧力分布との関係を示すグラフであり、横軸はウェーハ中心からの距離 (mm)、縦軸はウェーハ研磨面圧力 (kPa) をそれぞれ示している。

[0063] 図7 に示すように、リテーナリングの厚さが5.6 mm、外周部制御圧力 P_e が32 kPa のとき、ウェーハ研磨面圧力の面内分布はほぼ一定 (約15 kPa) であった。その後、リテーナリングの厚さが摩耗により減少して5.0 mm となり、外周部制御圧力 P_e が変更されることなく32 kPa に維持した場合には、ウェーハ外周部の研磨面圧力は約19 kPa まで増加した。しかし、外周部制御圧力 P_e を25.5 kPa まで小さくした場合には、ウェーハ外周部の研磨面圧力は増加せず、研磨面圧力面内分布がほぼ一定

に維持された。以上の結果から、外周部制御圧力 P_e を変更することにより、ウェーハ研磨面圧力を調整できることが確認された。

[0064] <ウェーハ裏面圧力分布の評価>

[0065] 次に、中心部制御圧力 P_c を 15 kPa とし、外周部制御圧力 P_e を $0 \sim 40\text{ kPa}$ の範囲内で変化させたときの、実施例及び比較例によるメンブレンヘッドのウェーハ裏面圧力分布の変化をシミュレーションにより評価した。実施例のメンブレンヘッドは、図2及び図3に示したリテーナ接地型2ゾーンメンブレンヘッドであって、リテーナリングの厚さは 5.0 mm とした。一方、比較例によるメンブレンヘッドは、リテーナ非接地型の2ゾーンメンブレンヘッドであって、外リングがメンブレンの側面部の上側半分だけを保持する構造のものをを用いた。

[0066] 図8(a)及び(b)は、ウェーハ裏面圧力分布を示すグラフであり、特に(a)は内外リングー体型ヘッド形状(図3参照)の場合、(b)は外リングー体型ヘッド形状(図4参照)の場合をそれぞれ示している。図8(a)及び(b)のグラフの横軸はウェーハ中心からの距離(mm)、縦軸はウェーハ裏面圧力(kPa)をそれぞれ示している。

[0067] 図8(a)及び(b)に示すように、比較例による従来のメンブレンヘッドは、中心から 142 mm までの範囲内は圧力一定であるが、ウェーハ中心から $148 \sim 149\text{ mm}$ の最外周部で圧力が極端に大きくなった。一方、実施例によるメンブレンヘッドでは、そのような極端な圧力の増加はなかった。また外周部制御圧力 P_e が 10 kPa 以下ではウェーハ中心から $141 \sim 149\text{ mm}$ の範囲内に無圧領域が発生したが、 P_e が 20 kPa 以上では無圧領域が発生しなかった。このように、外周部制御圧力 P_e の変更により、ウェーハの外周部において無圧領域を無くし、ウェーハの外周部に発生する裏面圧力分布のうねりの大きさを制御することができることが分かった。

[0068] さらに図8(a)と図8(b)とを比較すると、図8(b)の外リングー体型ヘッド形状(図3参照)よりも図8(a)の内外リングー体型ヘッド形状(図3参照)のほうが、裏面圧力のうねりのピークがウェーハ中心寄りに

発生する傾向があることが分かった。

[0069] 図9 (a) 及び (b) は、外リング一体型ヘッド形状 (図4 参照) の研磨ヘッドを用いたときのウェーハ裏面圧力分布を示すグラフであって、特に (a) は図4 のように外リングの縦長さが長くメンブレンヘッドの側面部の全面をカバーしている場合、(b) は外リングの縦長さが短くメンブレンヘッドの側面部の上半分のみをカバーしている場合をそれぞれ示している。図9 (a) 及び (b) のグラフの横軸はウェーハ中心からの距離 (mm)、縦軸はウェーハ裏面圧力 (kPa) をそれぞれ示している。

[0070] 図9 (b) に示すように、外リングの縦長さが短い場合、ウェーハ裏面圧力の極値・変曲点とうねりのピークの高さが高くなった。一方、図9 (a) に示すように、外リングの縦長さが長い場合、ウェーハ裏面圧力の極値・変曲点とうねりのピーク高さが低減された。この結果から、外リングによるメンブレンヘッドの側面部の保持範囲が広いほうがメンブレンヘッドの胴体及び底面の変形が抑制されることが確認できた。

符号の説明

- [0071] 1 ウェーハ研磨装置
- 1 0 研磨ヘッド
 - 1 1 回転軸
 - 1 2 剛体ヘッド
 - 1 2 a ヘッド上部
 - 1 2 b ヘッド下部
 - 1 2 c ヘッド外周部
 - 1 2 d ドライブリング
 - 1 2 e 貫通孔 (洗浄穴)
 - 1 4 リテーナリング
 - 1 6 メンブレンヘッド
 - 1 6 a メンブレンヘッドの主面部
 - 1 6 b メンブレンヘッドの側面部

- 1 6 c メンブレンヘッドの上側環状フラップ
- 1 6 d メンブレンヘッドの下側環状フラップ
- 1 7 外リング
- 1 8 内リング
- 2 1 回転定盤
- 2 2 研磨布
- 2 3 スラリー供給部
- D 隙間
- D c 中心部制御圧力の付与領域
- D e 外周部制御圧力の付与領域
- P c 中心部制御圧力
- P e 外周部制御圧力
- P r リテーナ接地圧力
- R 1 中心部圧力室
- R 2 外周部圧力室
- S 1 中心部圧力室の内側底面
- S 2 中心部圧力室の内側上面
- W ウェーハ

請求の範囲

- [請求項1] ウェーハの片面を研磨するウェーハ研磨装置の研磨ヘッドであって、
- 、
- 前記ウェーハの中心部を押圧する中心部制御圧力と前記ウェーハの外周部を押圧する外周部制御圧力とを独立に制御可能なメンブレンヘッドと、
- 前記メンブレンヘッドの外周部を構成するように当該メンブレンヘッドと一体化された外リングと、
- 前記メンブレンヘッドの外側に設けられた接地型リテーナリングとを備え、
- 前記メンブレンヘッドは、
- 前記中心部制御圧力を制御する単室構造の中心部圧力室と、
- 前記中心部圧力室の上方に設けられ、前記外周部制御圧力を制御する外周部圧力室とを有し、
- 前記外リングの下端の位置は、少なくとも前記中心部圧力室の内側底面の位置に達しており、
- 前記外リングの上端の位置は、少なくとも前記中心部圧力室の内側上面の位置に達していることを特徴とする研磨ヘッド。
- [請求項2] 前記メンブレンヘッドは、
- 前記ウェーハの押圧面を構成する円形の主面部と、
- 前記主面部の外周端から上方へ延びる環状の側面部とを有し、
- 前記外リングは、前記メンブレンヘッドの成型時に前記メンブレンヘッドと一体成形されて前記側面部の外周面に接着固定されている、請求項1に記載の研磨ヘッド。
- [請求項3] 前記メンブレンヘッドは、
- 前記側面部の上端部から径方向の内方に延びる上側環状フラップと、
- 、
- 前記上端部よりも下方の前記側面部の中間部から前記径方向の内方

に延びる下側環状フラップとをさらに含み、

前記中心部圧力室は、前記主面部、前記側面部及び前記下側環状フラップに囲まれた閉空間であり、

前記外周部圧力室は、前記下側環状フラップ、前記側壁部及び前記上側環状フラップに囲まれた閉空間であり、

前記主面部の上面は、前記中心部圧力室の内側底面を構成しており、

前記下側環状フラップの底面は、前記中心部圧力室の内側上面を構成している、請求項 2 に記載の研磨ヘッド。

[請求項4] 前記メンブレンヘッドに接触する前記外リングのコーナー部が面取りされており、

前記メンブレンヘッドに接触しない前記外リングの外周面に凹部が形成されている、請求項 2 又は 3 に記載の研磨ヘッド。

[請求項5] 前記メンブレンヘッドの成型時に前記メンブレンヘッドと一体成形されて前記側面部の内周面に接着固定された内リングをさらに備える、請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の研磨ヘッド。

[請求項6] 前記メンブレンヘッドに接触する前記内リングのコーナー部が面取りされており、

前記メンブレンヘッドに接触しない前記内リングの内周面に凹部が形成されている、請求項 5 に記載の研磨ヘッド。

[請求項7] 前記中心部制御圧力の付与領域は、前記ウェーハの中心から半径が少なくとも $0.85R$ (R はウェーハの半径) までの円形領域であり、前記外周部制御圧力の付与領域は、前記中心部制御圧力の付与領域の外側の環状領域である、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の研磨ヘッド。

[請求項8] 前記メンブレンヘッド及び前記リテーナリングが取り付けられる剛体ヘッドをさらに備え、前記剛体ヘッドは、前記メンブレンヘッドの前記側面部及び前記外リングと前記剛体ヘッドとの間の隙間に接続さ

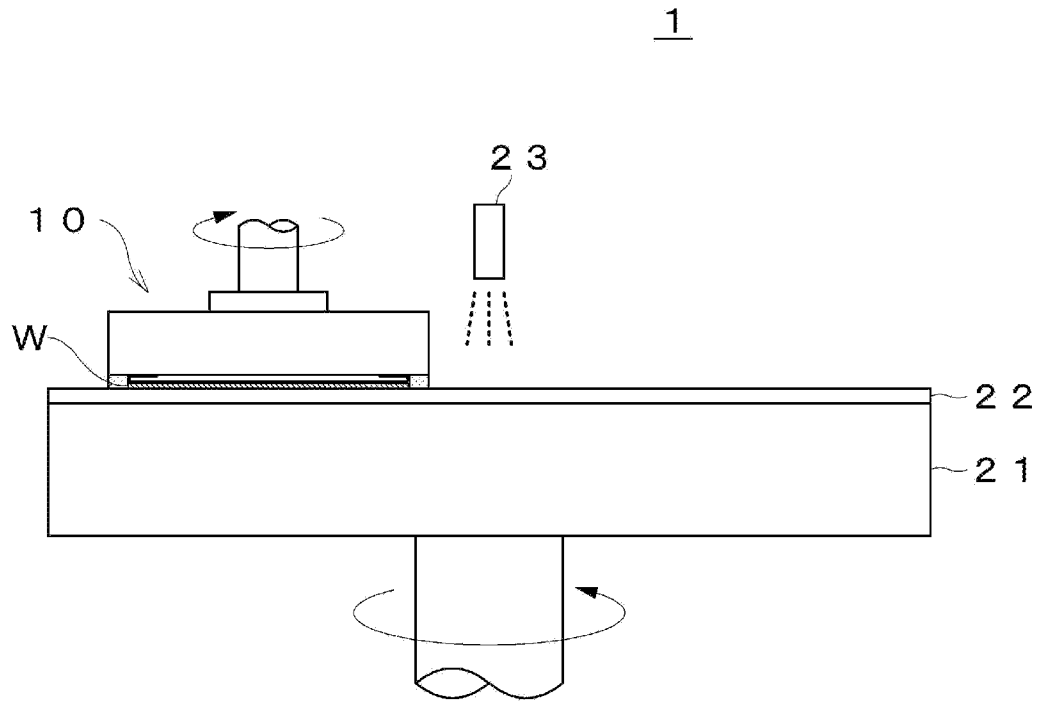
れた貫通孔を有し、前記メンブレンヘッドを洗浄するための洗浄液が前記貫通孔から前記隙間内に供給される、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の研磨ヘッド。

[請求項9] 研磨布が貼り付けられた回転定盤と、前記回転定盤上にスラリーを供給するスラリー供給部と、前記研磨布上のウェーハを押圧しながら保持する請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の研磨ヘッドとを備えることを特徴とするウェーハ研磨装置。

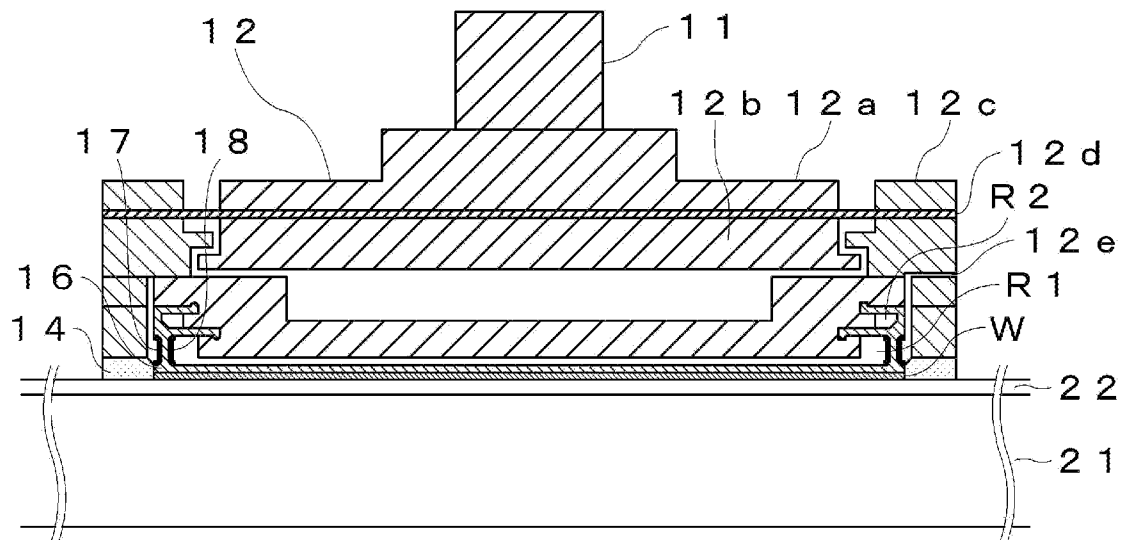
[請求項10] 請求項 9 に記載のウェーハ研磨装置を用いてウェーハの片面を研磨する方法であって、

前記ウェーハの研磨面圧力分布が一定となるように前記中心部制御圧力と前記外周部制御圧力を独立に制御すると共に、前記リテーナリングの消耗に合わせて前記外周部制御圧力を小さくすることを特徴とするウェーハ研磨方法。

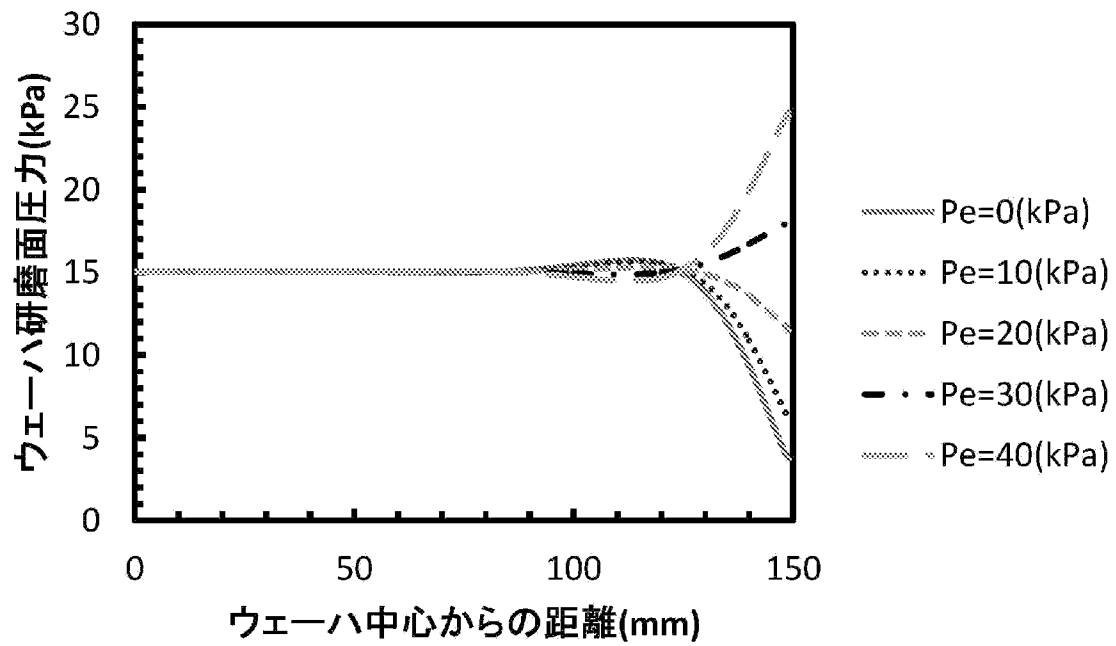
[図1]



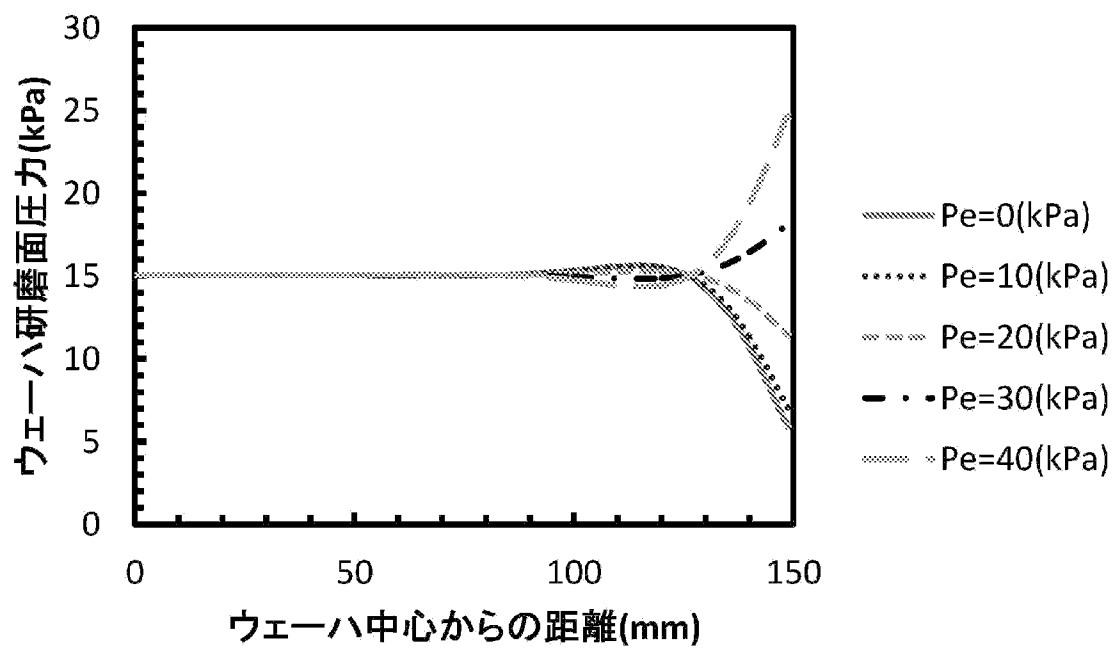
[図2]



[図5]

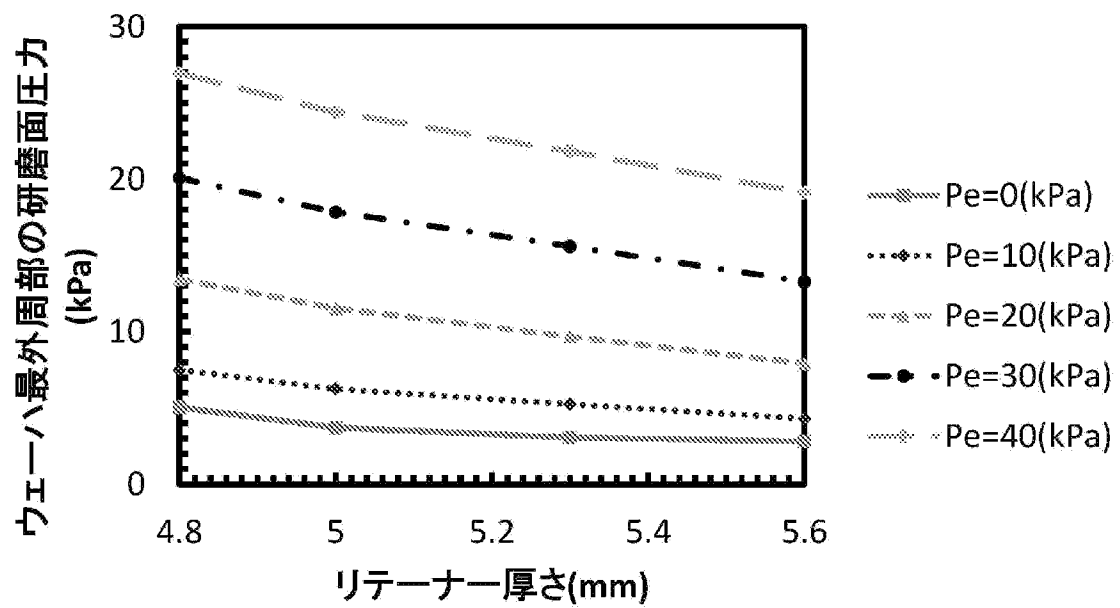


(a)

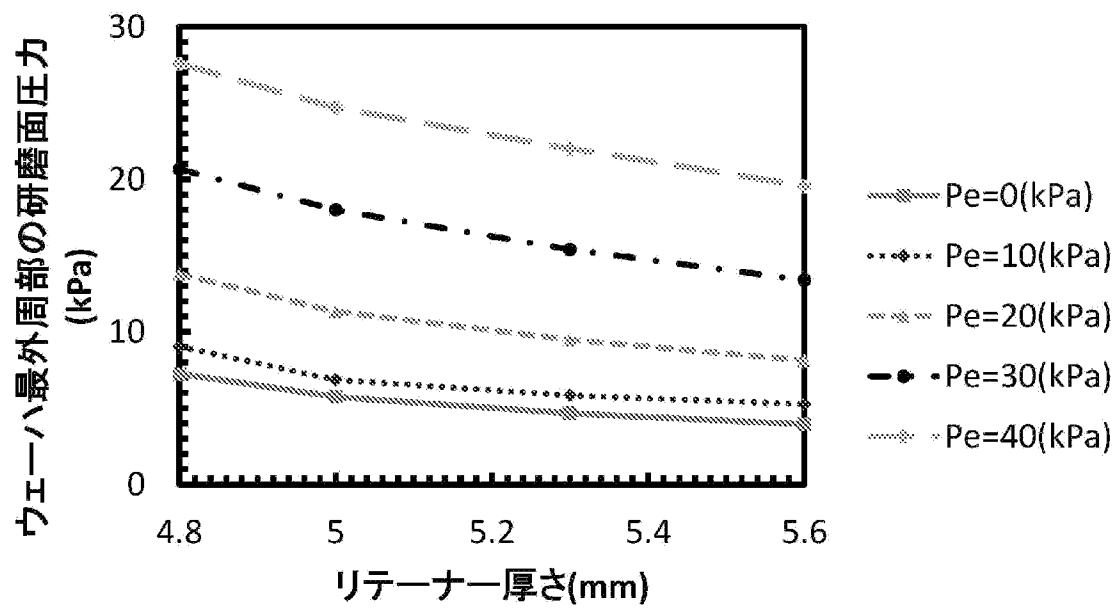


(b)

[図6]

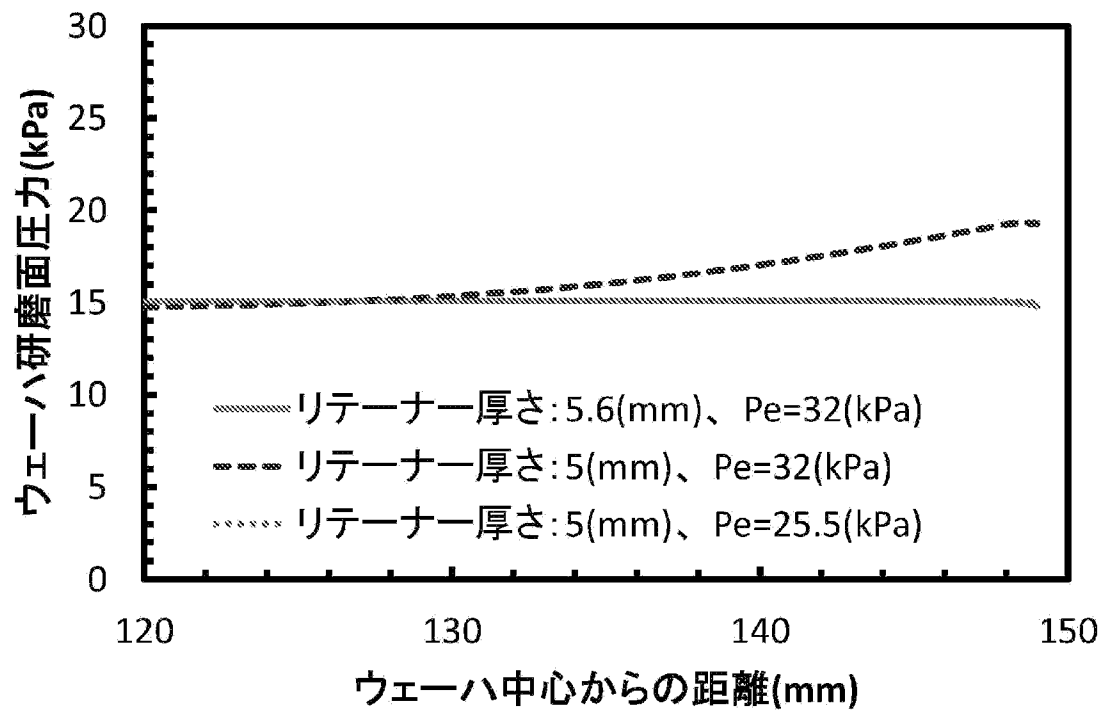


(a)

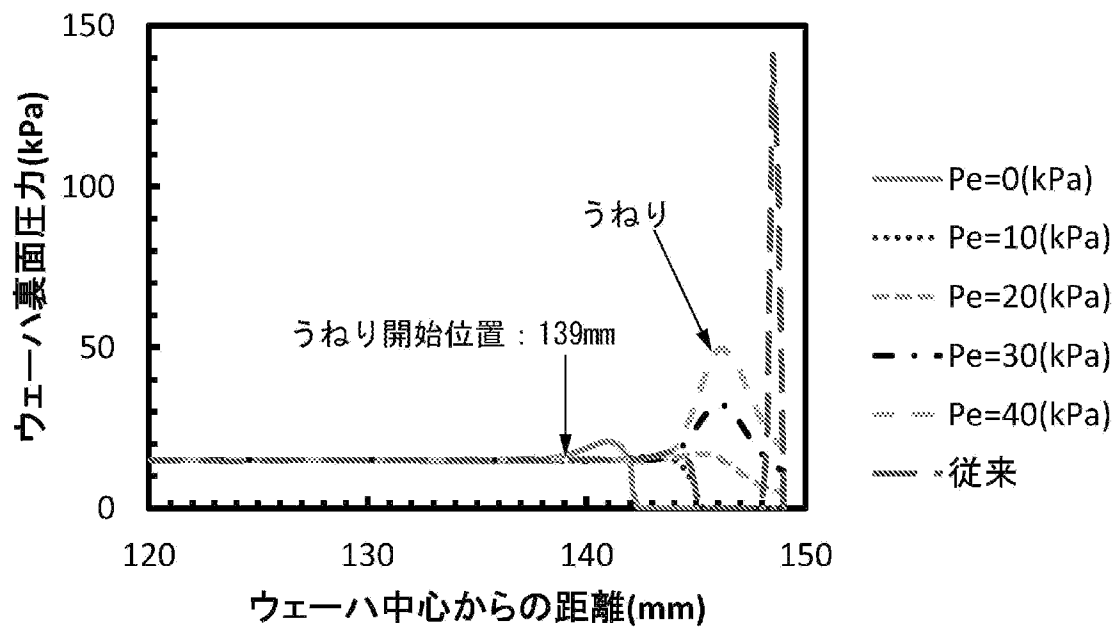


(b)

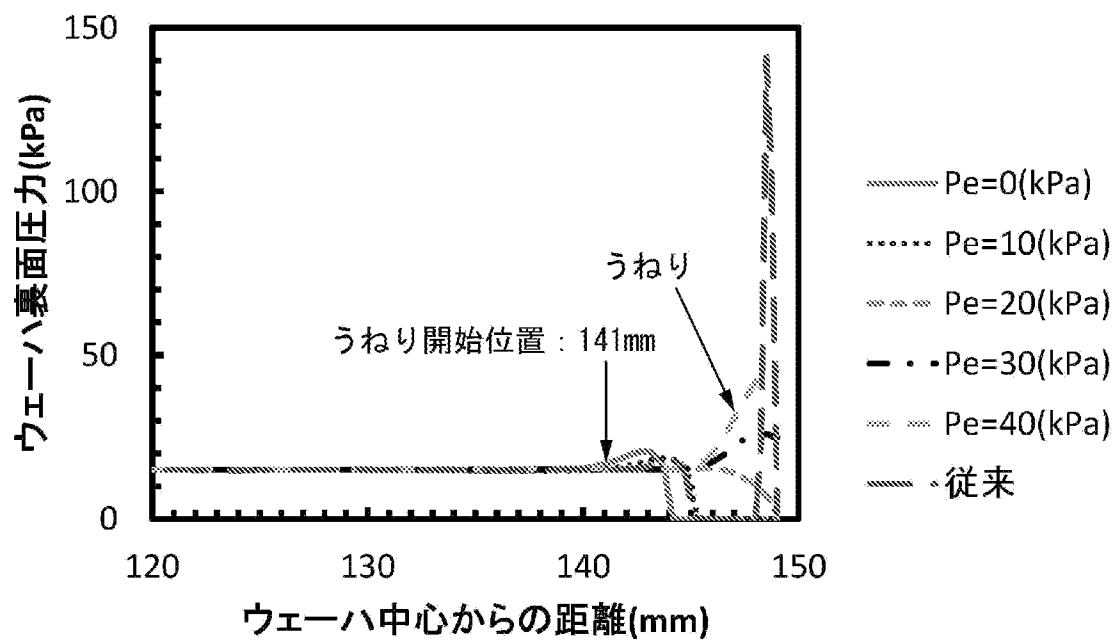
[図7]



[図8]

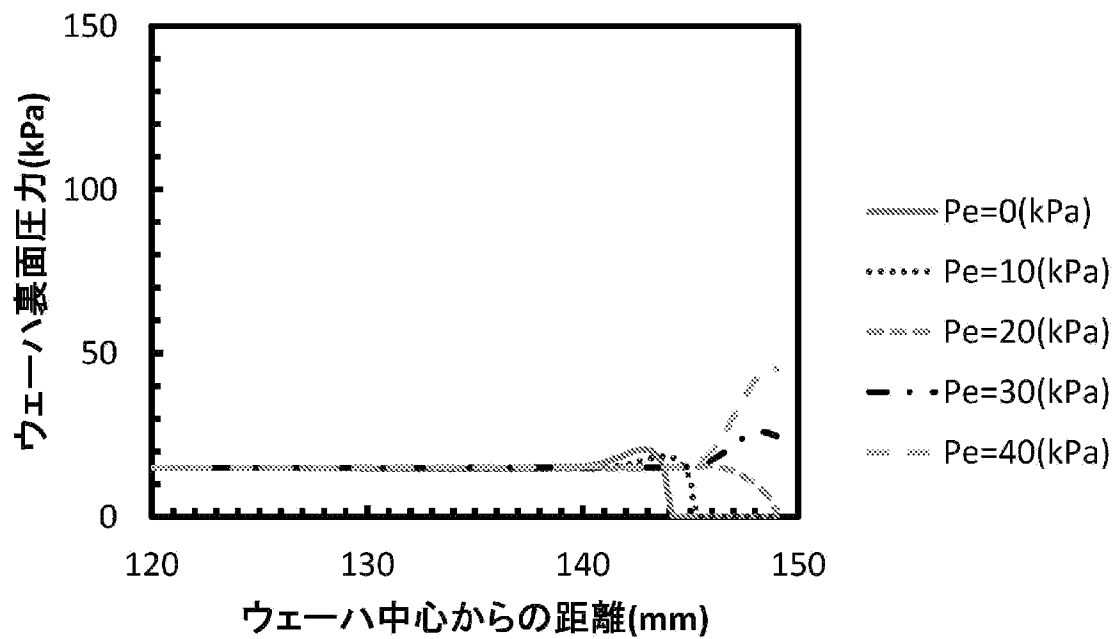


(a)

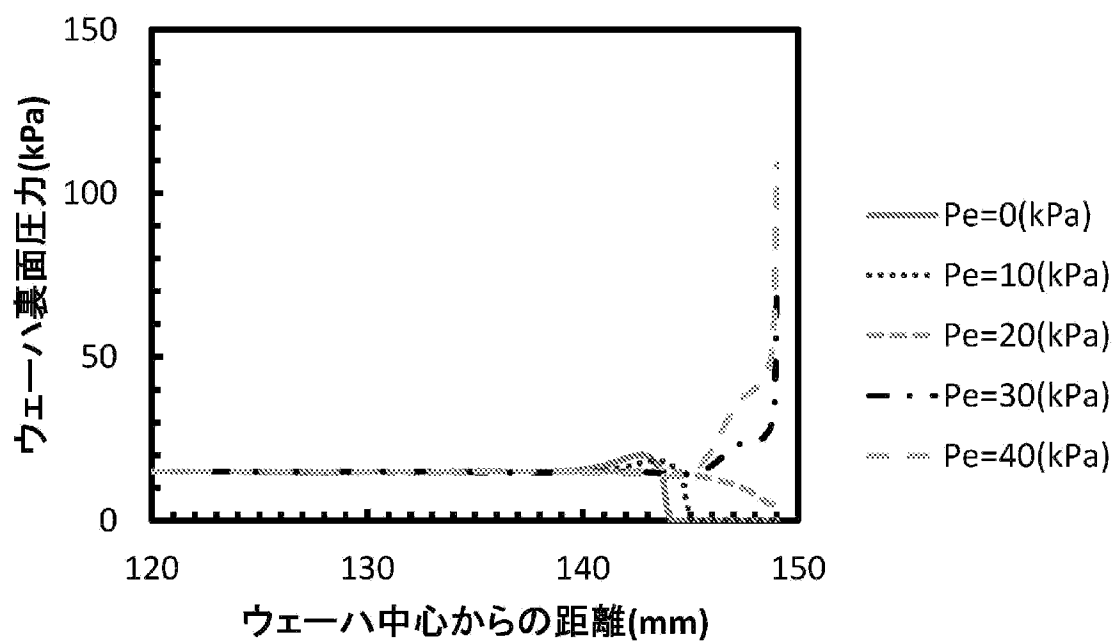


(b)

[図9]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/004972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/304 (2006.01) i, B24B37/30 (2012.01) i, B24B37/32 (2012.01) i

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)

Int.Cl. H01L21/304, B24B37/30, B24B37/32

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y A	US 2004/0005842 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 08 January 2004, paragraphs [0027]-[0044], fig. 1-4 & JP 2004-516644 A & WO 2002/007931 A2 & EP 1303379 A2 & TW 235689 B & KR 10-0844607 B1	1-3, 5, 7-10 4, 6
Y A	US 2017/0106496 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 20 April 2017, fig. 1 & JP 2018-531804 A & WO 2017/065861 A1 & EP 3363041 A1 & CN 106965077 A & TW 201714705 A & KR 10-2018-0058838 A	1-3, 5, 7-10 4, 6

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

* Special categories of cited documents:	"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
"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 10.04.2019	Date of mailing of the international search report 23.04.2019
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/JP2019/004972

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	KR 10-1293485 B1 (K. C. TECH CO., LTD.) 06 August 2013, paragraph [0032], fig. 4-8 (Family: none)	1-3, 5, 7-10 4, 6
Y A	JP 2003-175455 A (EBARA CORPORATION) 24 June 2003, paragraphs [0026], [0037], fig. 2 & US 2005/0107015 A1, paragraphs [0077], [0084], fig. 2 & EP 1453081 A1 & TW 200300721 A & CN 101096077 A & KR 10-2009-0045425 A	1-3, 5, 7-10 4, 6
A	US 9321144 B2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 26 April 2016, entire text, all drawings & KR 10-1410358 B1	1-10
A	US 2009/0023368 A1 (UNITED MICROELECTRONICS CORP.) 22 January 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	US 2013/0316628 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 28 November 2013, entire text, all drawings & KR 10-2013-0131120 A	1-10
A	JP 2015-536575 A (APPLIED MATERIALS INC.) 21 December 2015, entire text, all drawings & US 2014/0150974 A1, entire text, all drawings & WO 2014/085203 A1 & EP 2926365 A1 & TW 201429624 A & CN 104854680 A & KR 10-2015-0090199 A	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/304(2006.01)i, B24B37/30(2012.01)i, B24B37/32(2012.01)i

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））

Int.Cl. H01L21/304, B24B37/30, B24B37/32

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y A	US 2004/0005842 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 2004.01.08, 段落 [0027] - [0044], 図1-4 & JP 2004-516644 A & WO 2002/007931 A2 & EP 1303379 A2 & TW 235689 B & KR 10-0844607 B1	1-3, 5, 7-10 4, 6
Y A	US 2017/0106496 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 2017.04.20, 図1 & JP 2018-531804 A & WO 2017/065861 A1 & EP 3363041 A1 & CN 106965077 A & TW 201714705 A & KR 10-2018-0058838 A	1-3, 5, 7-10 4, 6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

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矛盾するものではなく、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

10.04.2019

国際調査報告の発送日

23.04.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

李 哲次

50

3952

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 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 A	KR 10-1293485 B1 (K. C. TECH CO., LTD) 2013.08.06, 段落 [0032], 図4-8 (ファミリーなし)	1-3, 5, 7-10 4, 6
Y A	JP 2003-175455 A (株式会社荏原製作所) 2003.06.24, 段落 [0026], [0037], 図2 & US 2005/0107015 A1, 段落 [0077], [0084], 図2 & EP 1453081 A1 & TW 200300721 A & CN 101096077 A & KR 10-2009-0045425 A	1-3, 5, 7-10 4, 6
A	US 9321144 B2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2016.04.26, 全文, 全図 & KR 10-1410358 B1	1-10
A	US 2009/0023368 A1 (UNITED MICROELECTRONICS CO RP.) 2009.01.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	US 2013/0316628 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LT D.) 2013.11.28, 全文, 全図 & KR 10-2013-0131120 A	1-10
A	JP 2015-536575 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 2015.12.21, 全文, 全図 & US 2014/0150974 A1, 全文, 全図 & WO 2014/085203 A1 & EP 2926365 A1 & TW 201429624 A & CN 104854680 A & KR 10-2015-0090199 A	1-10