

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-4988
(P2020-4988A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/683 (2006.01)	HO 1 L 21/68 N	5 F 1 3 1
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 21/02 B	
HO 1 L 21/677 (2006.01)	HO 1 L 21/68 A	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2019-152892 (P2019-152892)
 (22) 出願日 令和1年8月23日 (2019.8.23)
 (62) 分割の表示 特願2015-255070 (P2015-255070) の分割
 原出願日 平成27年12月25日 (2015.12.25)

(71) 出願人 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 永田 篤史
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i
 zタワー 東京エレクトロン株式会社内
 Fターム(参考) 5F131 AA02 BA37 BA60 BB03 CA07
 CA18 DA32 DA33 DA36 DA42
 DA62 DA67 DB13 DB15 DB52
 DB72 DB76 EA05 EB01 EB52
 EB53 FA12 FA35 GA03 KA14
 KA32 KA47 KA54 KB04

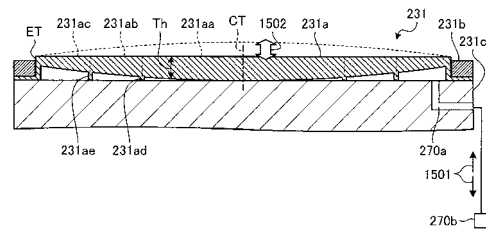
(54) 【発明の名称】 基板保持ステージ

(57) 【要約】

【課題】 基板を偏りなく変形させること。

【解決手段】 実施形態に係る基板保持ステージは、基板を吸着保持する基板保持ステージであって、基板の保持面と、ベース部と、固定部材と、流体供給管とを備える。固定部材は、上記保持面の裏面側とベース部との間に内部空間を確保しつつ、上記保持面をベース部に対し固定する。流体供給管は、上記内部空間に対し、流体を給排可能に設けられる。また、上記保持面は、裏面側が略球面状となるように形成されるとともに、表面側は流体供給管から給排される流体により変化する上記内部空間の内圧に応じて凸変形が可能に設けられる。

【選択図】 図15A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を吸着保持する基板保持ステージであって、
 前記基板の保持面と、
 ベース部と、
 前記保持面の裏面側と前記ベース部との間に内部空間を確保しつつ、前記保持面を前記ベース部に対し固定する固定部材と、
 前記内部空間に対し、流体を給排可能に設けられた流体供給管と
 を備え、
 前記保持面は、
 裏面側が略球面状となるように形成されるとともに、表面側は前記流体供給管から給排される流体により変化する前記内部空間の内圧に応じて凸変形が可能に設けられることを特徴とする基板保持ステージ。

10

【請求項 2】

前記保持面は、
 平面視で略円状を有し、かつ、非変形状態においては前記基板を保持する表面側が平板状となるように形成されるとともに、中心部の肉厚より周縁部の肉厚の方が小さい形状に形成されること
 を特徴とする請求項 1 に記載の基板保持ステージ。

20

【請求項 3】

前記保持面は、
 凸変形させたときの当該保持面の径方向の変位が線形に近くなるように、前記肉厚が徐々に変化する形状に形成されること
 を特徴とする請求項 2 に記載の基板保持ステージ。

【請求項 4】

前記保持面は、
 該保持面の中心部を中心に同心円状に配置される環状突起を有すること
 を特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の基板保持ステージ。

【請求項 5】

前記流体供給管は、
 流体の供給口が、最も外側の前記環状突起よりも外側に開口されること
 を特徴とする請求項 4 に記載の基板保持ステージ。

30

【請求項 6】

前記保持面の素材は少なくとも、アルミ材、炭化ケイ素 (S I C) またはジルコニア (Z r O 2) のいずれかであること
 を特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の基板保持ステージ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

開示の実施形態は、基板保持ステージに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、半導体デバイスの高集積化の要請に応えるため、半導体デバイスを 3 次元に積層する 3 次元集積技術を用いることが提案されている。この 3 次元集積技術を用いた装置としては、たとえば半導体ウェハ (以下、「ウェハ」と言う) 等の基板同士を接合する接合装置が知られている。

【0003】

たとえば、特許文献 1 には、上下方向で対向配置させた 2 枚のウェハのうち、上側ウェハの中心部を押動ピンで押圧してこの中心部を下側ウェハに当接させ、その後、上側ウェハを支持しているスペーサを退避させて、上側ウェハの全面を下側ウェハの全面に当接さ

50

せ、基板同士を接合する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-207436号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した従来技術には、基板の接合品質を向上させるうえで更なる改善の余地がある。

【0006】

具体的には、上述した従来技術を用いた場合、上側ウェハのみを押動ピンで押圧することによって上側ウェハの方が下側ウェハよりも伸びてしまい、基板同士の接合に位置ずれが生じるおそれがあった。

【0007】

この点、たとえば下側ウェハを事前に温めて熱膨張させ、上側ウェハの伸び分を打ち消すといった手法があるが、かかる手法を用いた場合、ウェハ面内のわずかな温度分布差により歪みが生じやすいという問題がある。

【0008】

実施形態の一態様は、基板を偏りなく変形させることができる基板保持ステージを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

実施形態の一態様に係る基板保持ステージは、基板を吸着保持する基板保持ステージであって、基板の保持面と、ベース部と、固定部材と、流体供給管とを備える。固定部材は、上記保持面の裏面側とベース部との間に内部空間を確保しつつ、上記保持面をベース部に対し固定する。流体供給管は、上記内部空間に対し、流体を給排可能に設けられる。また、上記保持面は、裏面側が略球面状となるように形成されるとともに、表面側は流体供給管から給排される流体により変化する上記内部空間の内圧に応じて凸変形が可能に設けられる。

【発明の効果】

【0010】

実施形態の一態様によれば、基板を偏りなく変形させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、実施形態に係る接合システムの構成を示す模式平面図である。

【図2】図2は、実施形態に係る接合システムの構成を示す模式側面図である。

【図3】図3は、上ウェハおよび下ウェハの模式側面図である。

【図4】図4は、接合装置の構成を示す模式平面図である。

【図5】図5は、接合装置の構成を示す模式側面図である。

【図6】図6は、位置調節機構の構成を示す模式側面図である。

【図7】図7は、反転機構の構成を示す模式平面図である。

【図8】図8は、反転機構の構成を示す模式側面図（その1）である。

【図9】図9は、反転機構の構成を示す模式側面図（その2）である。

【図10】図10は、保持アームおよび保持部材の構成を示す模式側面図である。

【図11】図11は、接合装置の内部構成を示す模式側面図である。

【図12A】図12Aは、下チャックの構成を示す斜視図である。

【図12B】図12Bは、下チャックの変形説明図である。

【図12C】図12Cは、上チャックおよび下チャックの構成を示す模式断面図である。

【図12D】図12Dは、下チャックを上方から視た場合の模式平面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 3 は、接合システムが実行する処理の処理手順の一部を示すフローチャートである。

【図 1 4 A】図 1 4 A は、接合装置の動作説明図（その 1）である。

【図 1 4 B】図 1 4 B は、接合装置の動作説明図（その 2）である。

【図 1 4 C】図 1 4 C は、接合装置の動作説明図（その 3）である。

【図 1 4 D】図 1 4 D は、接合装置の動作説明図（その 4）である。

【図 1 4 E】図 1 4 E は、接合装置の動作説明図（その 5）である。

【図 1 4 F】図 1 4 F は、接合装置の動作説明図（その 6）である。

【図 1 4 G】図 1 4 G は、接合装置の動作説明図（その 7）である。

【図 1 4 H】図 1 4 H は、接合装置の動作説明図（その 8）である。

【図 1 4 I】図 1 4 I は、接合装置の動作説明図（その 9）である。

【図 1 5 A】図 1 5 A は、変形ステージの変形構造を示す模式断面図である。

【図 1 5 B】図 1 5 B は、変形ステージの変形構造を示す模式平面図である。

【図 1 5 C】図 1 5 C は、変形ステージの Z 変位および X 変位の説明図（その 1）である。

【図 1 5 D】図 1 5 D は、変形ステージの Z 変位および X 変位の説明図（その 2）である。

【図 1 6 A】図 1 6 A は、変形ステージのその他の変形構造を示す模式断面図である。

【図 1 6 B】図 1 6 B は、変形ステージのその他の変形構造を示す模式平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付図面を参照して、本願の開示する基板保持ステージの実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0013】

なお、以下参照する各図面では、説明を分かりやすくするために、鉛直上向きを Z 軸の正方向とする直交座標系を示す場合がある。

【0014】

< 1. 接合システムの構成 >

まず、本実施形態に係る接合システムの構成について、図 1 ~ 図 3 を参照して説明する。図 1 は、本実施形態に係る接合システムの構成を示す模式平面図であり、図 2 は、同模式側面図である。また、図 3 は、上ウェハおよび下ウェハの模式側面図である。

【0015】

図 1 に示す本実施形態に係る接合システム 1 は、第 1 基板 W 1 と第 2 基板 W 2 とを接合することによって重合ウェハ T を形成する（図 3 参照）。

【0016】

第 1 基板 W 1 は、たとえばシリコンウェハや化合物半導体ウェハなどの半導体基板に複数の電子回路が形成された基板である。また、第 2 基板 W 2 は、たとえば電子回路が形成されていないベアウェハである。第 1 基板 W 1 と第 2 基板 W 2 とは、略同径を有する。なお、第 2 基板 W 2 に電子回路が形成されていてもよい。

【0017】

以下では、第 1 基板 W 1 を「上ウェハ W 1」と記載し、第 2 基板 W 2 を「下ウェハ W 2」と記載する。

【0018】

また、以下では、図 3 に示すように、上ウェハ W 1 の板面のうち、下ウェハ W 2 と接合される側の板面を「接合面 W 1 j」と記載し、接合面 W 1 j とは反対側の板面を「非接合面 W 1 n」と記載する。また、下ウェハ W 2 の板面のうち、上ウェハ W 1 と接合される側の板面を「接合面 W 2 j」と記載し、接合面 W 2 j とは反対側の板面を「非接合面 W 2 n」と記載する。

【0019】

また、図 1 に示すように、接合システム 1 は、搬入出ステーション 2 と、処理ステーシ

10

20

30

40

50

ョン3とを備える。搬入出ステーション2および処理ステーション3は、X軸正方向に沿って、搬入出ステーション2および処理ステーション3の順番で並べて配置される。また、搬入出ステーション2および処理ステーション3は、一体的に接続される。

【0020】

搬入出ステーション2は、載置台10と、搬送領域20とを備える。載置台10は、複数の載置板11を備える。各載置板11には、複数枚(たとえば、25枚)の基板を水平状態で収容するカセットC1, C2, C3がそれぞれ載置される。たとえば、カセットC1は上ウェハW1を収容するカセットであり、カセットC2は下ウェハW2を収容するカセットであり、カセットC3は重合ウェハTを収容するカセットである。

【0021】

搬送領域20は、載置台10のX軸正方向側に隣接して配置される。かかる搬送領域20には、Y軸方向に延在する搬送路21と、この搬送路21に沿って移動可能な搬送装置22とが設けられる。搬送装置22は、Y軸方向だけでなく、X軸方向にも移動可能かつZ軸周りに旋回可能であり、載置板11に載置されたカセットC1~C3と、後述する処理ステーション3の第3処理ブロックG3との間で、上ウェハW1、下ウェハW2および重合ウェハTの搬送を行う。

【0022】

なお、載置板11に載置されるカセットC1~C3の個数は、図示のものに限定されない。また、載置板11には、カセットC1, C2, C3以外に、不具合が生じた基板を回収するためのカセット等が載置されてもよい。

【0023】

処理ステーション3には、各種装置を備えた複数の処理ブロック、たとえば3つの処理ブロックG1, G2, G3が設けられる。たとえば処理ステーション3の正面側(図1のY軸負方向側)には、第1処理ブロックG1が設けられ、処理ステーション3の背面側(図1のY軸正方向側)には、第2処理ブロックG2が設けられる。また、処理ステーション3の搬入出ステーション2側(図1のX軸負方向側)には、第3処理ブロックG3が設けられる。

【0024】

第1処理ブロックG1には、上ウェハW1および下ウェハW2の接合面W1j, W2jを改質する表面改質装置30が配置される。表面改質装置30は、上ウェハW1および下ウェハW2の接合面W1j, W2jにおけるSiO₂の結合を切断して単結合のSiOとすることで、その後親水化されやすくするように当該接合面W1j, W2jを改質する。

【0025】

なお、表面改質装置30では、たとえば減圧雰囲気下において処理ガスである酸素ガスが励起されてプラズマ化され、イオン化される。そして、かかる酸素イオンが、上ウェハW1および下ウェハW2の接合面W1j, W2jに照射されることにより、接合面W1j, W2jがプラズマ処理されて改質される。

【0026】

第2処理ブロックG2には、表面親水化装置40と、接合装置41とが配置される。表面親水化装置40は、たとえば純水によって上ウェハW1および下ウェハW2の接合面W1j, W2jを親水化するとともに、接合面W1j, W2jを洗浄する。表面親水化装置40では、たとえばスピンチャックに保持された上ウェハW1または下ウェハW2を回転させながら、当該上ウェハW1または下ウェハW2上に純水を供給する。これにより、上ウェハW1または下ウェハW2上に供給された純水が上ウェハW1または下ウェハW2の接合面W1j, W2j上を拡散し、接合面W1j, W2jが親水化される。接合装置41は、上ウェハW1および下ウェハW2を接合する。接合装置41の構成については、後述する。

【0027】

第3処理ブロックG3には、図2に示すように、上ウェハW1、下ウェハW2および重合ウェハTのトランジション(TRS)装置50, 51が下から順に2段に設けられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

また、図 1 に示すように、第 1 処理ブロック G 1、第 2 処理ブロック G 2 および第 3 処理ブロック G 3 に囲まれた領域には、搬送領域 6 0 が形成される。搬送領域 6 0 には、搬送装置 6 1 が配置される。搬送装置 6 1 は、たとえば鉛直方向、水平方向および鉛直軸周りに移動自在な搬送アームを有する。かかる搬送装置 6 1 は、搬送領域 6 0 内を移動し、搬送領域 6 0 に隣接する第 1 処理ブロック G 1、第 2 処理ブロック G 2 および第 3 処理ブロック G 3 内の所定の装置に上ウェハ W 1、下ウェハ W 2 および重合ウェハ T を搬送する。

【 0 0 2 9 】

また、図 1 に示すように、接合システム 1 は、制御装置 7 0 を備える。制御装置 7 0 は、接合システム 1 の動作を制御する。かかる制御装置 7 0 は、たとえばコンピュータであり、図示しない制御部および記憶部を備える。記憶部には、接合処理等の各種処理を制御するプログラムが格納される。制御部は記憶部に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって接合システム 1 の動作を制御する。

【 0 0 3 0 】

なお、かかるプログラムは、コンピュータによって読み取り可能な記録媒体に記録されていたものであって、その記録媒体から制御装置 7 0 の記憶部にインストールされたものであってもよい。コンピュータによって読み取り可能な記録媒体としては、たとえばハードディスク (H D)、フレキシブルディスク (F D)、コンパクトディスク (C D)、マグネットオプティカルディスク (M O)、メモリカードなどがある。

【 0 0 3 1 】

< 2 . 接合装置の構成 >

次に、接合装置 4 1 の構成について図 4 ~ 図 1 1 を参照して説明する。図 4 は、接合装置 4 1 の構成を示す模式平面図であり、図 5 は、同模式側面図である。また、図 6 は、位置調節機構 2 1 0 の構成を示す模式側面図である。また、図 7 は、反転機構 2 2 0 の構成を示す模式平面図であり、図 8 および図 9 は、同模式側面図 (その 1) および (その 2) である。また、図 1 0 は、保持アーム 2 2 1 および保持部材 2 2 2 の構成を示す模式側面図であり、図 1 1 は、接合装置 4 1 の内部構成を示す模式側面図である。

【 0 0 3 2 】

図 4 に示すように、接合装置 4 1 は、内部を密閉可能な処理容器 1 9 0 を有する。処理容器 1 9 0 の搬送領域 6 0 側の側面には、上ウェハ W 1、下ウェハ W 2 および重合ウェハ T の搬入出口 1 9 1 が形成され、当該搬入出口 1 9 1 には開閉シャッタ 1 9 2 が設けられる。

【 0 0 3 3 】

処理容器 1 9 0 の内部は、内壁 1 9 3 によって搬送領域 T 1 と処理領域 T 2 に区画される。上述した搬入出口 1 9 1 は、搬送領域 T 1 における処理容器 1 9 0 の側面に形成される。また、内壁 1 9 3 にも、上ウェハ W 1、下ウェハ W 2 および重合ウェハ T の搬入出口 1 9 4 が形成される。

【 0 0 3 4 】

搬送領域 T 1 の Y 軸負方向側には、上ウェハ W 1、下ウェハ W 2 および重合ウェハ T を一時的に載置するためのトランジション 2 0 0 が設けられる。トランジション 2 0 0 は、たとえば 2 段に形成され、上ウェハ W 1、下ウェハ W 2 および重合ウェハ T のいずれか 2 つを同時に載置することができる。

【 0 0 3 5 】

搬送領域 T 1 には、搬送機構 2 0 1 が設けられる。搬送機構 2 0 1 は、たとえば鉛直方向、水平方向および鉛直軸周りに移動自在な搬送アームを有する。そして、搬送機構 2 0 1 は、搬送領域 T 1 内、または搬送領域 T 1 と処理領域 T 2 との間で上ウェハ W 1、下ウェハ W 2 および重合ウェハ T を搬送する。

【 0 0 3 6 】

搬送領域 T 1 の Y 軸正方向側には、上ウェハ W 1 および下ウェハ W 2 の水平方向の向き

10

20

30

40

50

を調節する位置調節機構 210 が設けられる。位置調節機構 210 は、図 6 に示すように基台 211 と、上ウェハ W1 および下ウェハ W2 を吸着保持して回転させる保持部 212 と、上ウェハ W1 および下ウェハ W2 のノッチ部の位置を検出する検出部 213 とを有する。

【0037】

かかる位置調節機構 210 では、保持部 212 に吸着保持された上ウェハ W1 および下ウェハ W2 を回転させながら検出部 213 で上ウェハ W1 および下ウェハ W2 のノッチ部の位置を検出することで、当該ノッチ部の位置を調節して上ウェハ W1 および下ウェハ W2 の水平方向の向きを調節する。

【0038】

また、搬送領域 T1 には、上ウェハ W1 の表裏面を反転させる反転機構 220 が設けられる。反転機構 220 は、図 7 ~ 図 10 に示すように上ウェハ W1 を保持する保持アーム 221 を有する。

【0039】

保持アーム 221 は、水平方向に延在する。また保持アーム 221 には、上ウェハ W1 を保持する保持部材 222 がたとえば 4 箇所設けられる。保持部材 222 は、図 10 に示すように保持アーム 221 に対して水平方向に移動可能に構成されている。また保持部材 222 の側面には、上ウェハ W1 の外周部を保持するための切り欠き 223 が形成される。これら保持部材 222 は、上ウェハ W1 を挟み込んで保持することができる。

【0040】

保持アーム 221 は、図 7 ~ 図 9 に示すように、たとえばモータなどを備えた第 1 駆動部 224 に支持される。保持アーム 221 は、この第 1 駆動部 224 によって、水平軸周りに回動自在である。また保持アーム 221 は、第 1 駆動部 224 を中心に回動自在であると共に、水平方向に移動自在である。

【0041】

第 1 駆動部 224 の下方には、たとえばモータなどを備えた第 2 駆動部 225 が設けられる。第 1 駆動部 224 は、この第 2 駆動部 225 によって、鉛直方向に延在する支持柱 226 に沿って鉛直方向に移動可能である。

【0042】

このように、保持部材 222 に保持された上ウェハ W1 は、第 1 駆動部 224 と第 2 駆動部 225 によって、水平軸周りに回動することができるとともに鉛直方向および水平方向に移動することができる。また、保持部材 222 に保持された上ウェハ W1 は、第 1 駆動部 224 を中心に回動して、位置調節機構 210 から後述する上チャック 230 との間を移動することができる。

【0043】

また、図 5 に示すように、処理領域 T2 には、上チャック 230 と下チャック 231 とが設けられる。上チャック 230 は、上ウェハ W1 を上方から吸着保持する。また、下チャック 231 は、上チャック 230 の下方に設けられ、下ウェハ W2 を下方から吸着保持する。

【0044】

また、上チャック 230 および下チャック 231 は、破線で示すように、それぞれ上ウェハ W1 および下ウェハ W2 を吸着保持した状態で、保持面を凸変形させることができる。すなわち、上ウェハ W1 および下ウェハ W2 も保持面上で、保持面の凸変形に応じて変形することとなる。以下、かかる保持面を「変形ステージ」と記載する。変形ステージの具体的な構成については、図 12 A 以降を参照して後述する。

【0045】

上チャック 230 は、図 5 に示すように、処理容器 190 の天井面に設けられた支持部材 280 に支持される。支持部材 280 には、下チャック 231 に保持された下ウェハ W2 の接合面 W2j を撮像する上部撮像部 281 (図 11 参照) が設けられる。上部撮像部 281 は、上チャック 230 に隣接して設けられる。

10

20

30

40

50

【0046】

また、図4、図5および図11に示すように、下チャック231は、当該下チャック231の下方に設けられた第1下チャック移動部290に支持される。第1下チャック移動部290は、後述するように下チャック231を水平方向（Y軸方向）に移動させる。また、第1下チャック移動部290は、下チャック231を鉛直方向に移動自在、且つ鉛直軸回りに回転可能に構成される。

【0047】

第1下チャック移動部290には、上チャック230に保持された上ウェハW1の接合面W1jを撮像する下部撮像部291が設けられている。下部撮像部291は、下チャック231に隣接して設けられる。

10

【0048】

また、図4、図5および図11に示すように、第1下チャック移動部290は、当該第1下チャック移動部290の下面側に設けられ、水平方向（Y軸方向）に延伸する一対のレール295に取り付けられる。第1下チャック移動部290は、レール295に沿って移動自在に構成される。

【0049】

一対のレール295は、第2下チャック移動部296に設けられる。第2下チャック移動部296は、当該第2下チャック移動部296の下面側に設けられ、水平方向（X軸方向）に延伸する一対のレール297に取り付けられる。そして、第2下チャック移動部296は、レール297に沿って移動自在に、すなわち下チャック231を水平方向（X軸方向）に移動させるように構成される。なお、一対のレール297は、処理容器190の底面に設けられた載置台298上に設けられる。

20

【0050】

次に、上チャック230と下チャック231の構成について図12A～図12Dを参照して説明する。なお、既に述べたように、本実施形態では、上チャック230および下チャック231はともに、凸変形が可能な保持面である変形ステージを有する。かかる凸変形においては、上チャック230および下チャック231は互いに同じ挙動を示すことが好ましいため、本実施形態では、上チャック230および下チャック231を、配置される向きが天地逆である点を除いて同様の構成としている。

【0051】

このため、図12A～図12Dでは、主に下チャック231側の各構成要素を例示した。ただし、図12A～図12Dには、対応する上チャック230側の各構成要素の符号も括弧付きで示している。

30

【0052】

図12Aは、下チャック231の構成を示す斜視図である。また、図12Bは、下チャック231の変形説明図である。また、図12Cは、上チャック230および下チャック231の構成を示す模式断面図である。図12Dは、下チャック231を上方から見た場合の模式平面図である。

【0053】

図12Aおよび図12Bに示すように、下チャック231は、変形ステージ231aと、固定リング231bと、ベース部231cとを備える。変形ステージ231aは、平面視において略円状を有するように、かつ、変形していない非変形状態においては下ウェハW2を保持する表面側が平板状となるように形成される。

40

【0054】

変形ステージ231aの周縁部は、略環状に形成された固定リング231bによって、ベース部231cに対し固定される。ベース部231cは、上述の第1下チャック移動部290（図4等参照）に対し固定される。

【0055】

また、変形ステージ231aは、凸変形が可能に設けられている（図12Bの矢印1201参照）。なお、ここに言う「凸変形」とは、変形ステージ231aの中央部が周縁部

50

よりも高い位置へ変位するように変形することを指し、図 1 2 B に示すように、変形ステージ 2 3 1 a の周縁部から中央部にかけて膨らんで、変形ステージ 2 3 1 a が略球面状の一部となる場合を含むものとする。

【 0 0 5 6 】

なお、変形ステージ 2 3 1 a を凸変形させる構造については限定されるものではなく、たとえばエア圧を利用するものであってもよいし、 piezoアクチュエータ等を利用するものであってもよい。ここでは、変形ステージ 2 3 1 a は、制御装置 7 0 による制御に基づいて凸変形するまでに説明を留め、より具体的な構造については、図 1 5 A ~ 図 1 6 B を用いて後述する。

【 0 0 5 7 】

また、図 1 2 C に示すように、下チャック 2 3 1 の変形ステージ 2 3 1 a は、複数、たとえば 3 つの領域 2 3 1 a a , 2 3 1 a b , 2 3 1 a c に区画される。これら領域 2 3 1 a a , 2 3 1 a b , 2 3 1 a c は、図 1 2 D に示すように、下チャック 2 3 1 の中央部から周縁部（外周部）に向けてこの順で設けられる。領域 2 3 1 a a は平面視において円形状を有し、領域 2 3 1 a b , 2 3 1 a c は平面視において環状形状を有する。

【 0 0 5 8 】

各領域 2 3 1 a a , 2 3 1 a b , 2 3 1 a c には、図 1 2 C に示すように下ウェハ W 2 を吸着保持するための吸引管 2 6 0 a , 2 6 0 b , 2 6 0 c がそれぞれ独立して設けられる。各吸引管 2 6 0 a , 2 6 0 b , 2 6 0 c には、異なる真空ポンプ 2 6 1 a , 2 6 1 b , 2 6 1 c がそれぞれ接続される。このように、下チャック 2 3 1 は、各領域 2 3 1 a a , 2 3 1 a b , 2 3 1 a c ごとに上ウェハ W 1 の真空引きを設定可能に構成されている。

【 0 0 5 9 】

なお、図 1 2 D には、領域 2 3 1 a a に吸引管 2 6 0 a の吸引口が、領域 2 3 1 a b に吸引管 2 6 0 b の吸引口が、領域 2 3 1 a c に吸引管 2 6 0 c の吸引口が、それぞれ 2 個ずつ 1 直線に並べて配置されている例を示しているが、各吸引口の個数や配置位置等を限定するものではない。

【 0 0 6 0 】

また、上チャック 2 3 0 側の領域 2 3 0 a a , 2 3 0 a b , 2 3 0 a c 、吸引管 2 4 0 a , 2 4 0 b , 2 4 0 c 、真空ポンプ 2 4 1 a , 2 4 1 b , 2 4 1 c はそれぞれ、下チャック 2 3 1 側の領域 2 3 1 a a , 2 3 1 a b , 2 3 1 a c 、吸引管 2 6 0 a , 2 6 0 b , 2 6 0 c 、真空ポンプ 2 6 1 a , 2 6 1 b , 2 6 1 c に対応する。

【 0 0 6 1 】

< 3 . 接合システムの表面改質装置、表面親水化装置、接合装置の具体的な動作 >

次に、以上のように構成された表面改質装置 3 0 、表面親水化装置 4 0 、接合装置 4 1 の具体的な動作について、図 1 3 ~ 図 1 4 I を参照して説明する。

【 0 0 6 2 】

図 1 3 は、接合システム 1 が実行する処理の処理手順の一部を示すフローチャートである。また、図 1 4 A ~ 図 1 4 I は、接合装置 4 1 の動作説明図（その 1）~（その 9）である。なお、図 1 3 に示す各種の処理は、制御装置 7 0 による制御に基づいて実行される。

【 0 0 6 3 】

まず、複数枚の上ウェハ W 1 を収容したカセット C 1 、複数枚の下ウェハ W 2 を収容したカセット C 2 、および空のカセット C 3 が、搬入出ステーション 2 の所定の載置板 1 1 に載置される。その後、搬送装置 2 2 によりカセット C 1 内の上ウェハ W 1 が取り出され、処理ステーション 3 の第 3 処理ブロック G 3 のトランジション装置 5 0 に搬送される。

【 0 0 6 4 】

次に、上ウェハ W 1 は、搬送装置 6 1 によって第 1 処理ブロック G 1 の表面改質装置 3 0 に搬送される。表面改質装置 3 0 では、所定の減圧雰囲気下において、処理ガスである酸素ガスが励起されてプラズマ化され、イオン化される。この酸素イオンが上ウェハ W 1 の接合面 W 1 j に照射されて、当該接合面 W 1 j がプラズマ処理される。これにより、上

10

20

30

40

50

ウェハW1の接合面W1jが改質される(ステップS101)。

【0065】

次に、上ウェハW1は、搬送装置61によって第2処理ブロックG2の表面親水化装置40に搬送される。表面親水化装置40では、スピンチャックに保持された上ウェハW1を回転させながら、当該上ウェハW1上に純水を供給する。そうすると、供給された純水は上ウェハW1の接合面W1j上を拡散し、表面改質装置30において改質された上ウェハW1の接合面W1jに水酸基(シラノール基)が付着して当該接合面W1jが親水化される。また、当該純水によって、上ウェハW1の接合面W1jが洗浄される(ステップS102)。

【0066】

次に、上ウェハW1は、搬送装置61によって第2処理ブロックG2の接合装置41に搬送される。接合装置41に搬入された上ウェハW1は、トランジション200を介して搬送機構201により位置調節機構210に搬送される。そして位置調節機構210によって、上ウェハW1の水平方向の向きが調節される(ステップS103)。

【0067】

その後、位置調節機構210から反転機構220の保持アーム221に上ウェハW1が受け渡される。続いて搬送領域T1において、保持アーム221を反転させることにより、上ウェハW1の表裏面が反転される(ステップS104)。すなわち、上ウェハW1の接合面W1jが下方に向けられる。

【0068】

その後、反転機構220の保持アーム221が、第1駆動部224を中心に回転して上チャック230の下方に移動する。そして、反転機構220から上チャック230に上ウェハW1が受け渡される。上ウェハW1は、上チャック230にその非接合面W1nが吸着保持される(ステップS105)。

【0069】

このとき、すべての真空ポンプ241a, 241b, 241cを作動させ、上チャック230のすべての領域230aa, 230ab, 230acにおいて、上ウェハW1を真空引きしている。上ウェハW1は、後述する下ウェハW2が接合装置41に搬送されるまで上チャック230で待機する。

【0070】

上ウェハW1に上述したステップS101~S105の処理が行われている間、下ウェハW2の処理が行われる。まず、搬送装置22によりカセットC2内の下ウェハW2が取り出され、処理ステーション3のトランジション装置50に搬送される。

【0071】

次に、下ウェハW2は、搬送装置61によって表面改質装置30に搬送され、下ウェハW2の接合面W2jが改質される(ステップS106)。なお、ステップS106における下ウェハW2の接合面W2jの改質は、上述したステップS101と同様である。

【0072】

その後、下ウェハW2は、搬送装置61によって表面親水化装置40に搬送され、下ウェハW2の接合面W2jが親水化されるとともに当該接合面W2jが洗浄される(ステップS107)。なお、ステップS107における下ウェハW2の接合面W2jの親水化および洗浄は、上述したステップS102と同様である。

【0073】

その後、下ウェハW2は、搬送装置61によって接合装置41に搬送される。接合装置41に搬入された下ウェハW2は、トランジション200を介して搬送機構201により位置調節機構210に搬送される。そして位置調節機構210によって、下ウェハW2の水平方向の向きが調節される(ステップS108)。

【0074】

その後、下ウェハW2は、搬送機構201によって下チャック231に搬送され、下チャック231に吸着保持される(ステップS109)。このとき、すべての真空ポンプ2

10

20

30

40

50

6 1 a , 2 6 1 b , 2 6 1 c を作動させ、下チャック 2 3 1 のすべての領域 2 3 1 a a , 2 3 1 a b , 2 3 1 a c において、下ウェハ W 2 を真空引きしている。そして、下ウェハ W 2 の接合面 W 2 j が上方を向くように、当該下ウェハ W 2 の非接合面 W 2 n が下チャック 2 3 1 に吸着保持される。

【 0 0 7 5 】

次に、上チャック 2 3 0 に保持された上ウェハ W 1 と下チャック 2 3 1 に保持された下ウェハ W 2 との水平方向の位置調節が行われる（ステップ S 1 1 0 ）。

【 0 0 7 6 】

なお、位置調節に先立っては、図 1 4 A に示すように、上ウェハ W 1 の接合面 W 1 j には予め定められた複数、たとえば 3 点の基準点 A 1 ~ A 3 が設定され、同様に下ウェハ W 2 の接合面 W 2 j には予め定められた複数、たとえば 3 点の基準点 B 1 ~ B 3 が設定される。これら基準点 A 1 ~ A 3 , B 1 ~ B 3 としては、たとえば上ウェハ W 1 および下ウェハ W 2 上に形成された所定のパターンがそれぞれ用いられる。なお、基準点の数は任意に設定可能である。

【 0 0 7 7 】

まず、図 1 4 A に示すように、上部撮像部 2 8 1 および下部撮像部 2 9 1 の水平方向位置の調節を行う。具体的には、下部撮像部 2 9 1 が上部撮像部 2 8 1 の略下方に位置するように、第 1 下チャック移動部 2 9 0 と第 2 下チャック移動部 2 9 6 によって下チャック 2 3 1 を水平方向に移動させる。そして、上部撮像部 2 8 1 と下部撮像部 2 9 1 とで共通のターゲット X を確認し、上部撮像部 2 8 1 と下部撮像部 2 9 1 の水平方向位置が一致するように、下部撮像部 2 9 1 の水平方向位置が微調節される。

【 0 0 7 8 】

次に、図 1 4 B に示すように、第 1 下チャック移動部 2 9 0 によって下チャック 2 3 1 を鉛直上向きに移動させた後、上チャック 2 3 0 と下チャック 2 3 1 の水平方向位置の調節を行う。

【 0 0 7 9 】

具体的には、第 1 下チャック移動部 2 9 0 と第 2 下チャック移動部 2 9 6 によって下チャック 2 3 1 を水平方向に移動させながら、上部撮像部 2 8 1 を用いて下ウェハ W 2 の接合面 W 2 j の基準点 B 1 ~ B 3 を順次撮像する。同時に、下チャック 2 3 1 を水平方向に移動させながら、下部撮像部 2 9 1 を用いて上ウェハ W 1 の接合面 W 1 j の基準点 A 1 ~ A 3 を順次撮像する。なお、図 1 4 B は上部撮像部 2 8 1 によって下ウェハ W 2 の基準点 B 1 を撮像するとともに、下部撮像部 2 9 1 によって上ウェハ W 1 の基準点 A 1 を撮像する様子を示している。

【 0 0 8 0 】

撮像された画像データは、制御装置 7 0 に出力される。制御装置 7 0 では、上部撮像部 2 8 1 で撮像された画像データと下部撮像部 2 9 1 で撮像された画像データとに基づいて、上ウェハ W 1 の基準点 A 1 ~ A 3 と下ウェハ W 2 の基準点 B 1 ~ B 3 とがそれぞれ合致するように、第 1 下チャック移動部 2 9 0 と第 2 下チャック移動部 2 9 6 によって下チャック 2 3 1 の水平方向位置を調節させる。こうして上チャック 2 3 0 と下チャック 2 3 1 の水平方向位置が調節され、上ウェハ W 1 と下ウェハ W 2 の水平方向位置が調節される。

【 0 0 8 1 】

図 1 4 C は、上述したステップ S 1 1 0 までの処理が終わった後の上チャック 2 3 0 、上ウェハ W 1 、下チャック 2 3 1 および下ウェハ W 2 の様子を示している。図 1 4 C に示すように、上ウェハ W 1 は、上チャック 2 3 0 のすべての領域 2 3 0 a a , 2 3 0 a b , 2 3 0 a c において真空引きされて保持され、下ウェハ W 2 も下チャック 2 3 1 のすべての領域 2 3 1 a a , 2 3 1 a b , 2 3 1 a c において真空引きされて保持されている。

【 0 0 8 2 】

次に、図 1 4 D に示すように、上ウェハ W 1 および下ウェハ W 2 がともに真空引きされて保持された状態で、上チャック 2 3 0 および下チャック 2 3 1 それぞれの変形ステージ 2 3 0 a , 2 3 1 a を凸変形させる（図中の矢印 1 4 0 1 参照，ステップ S 1 1 1 ）。こ

れにより、上ウェハW1および下ウェハW2は互いに反り、中心部Cが最も近づき、周縁部Eが最も離れた状態で対向することとなる。

【0083】

次に、図14Eに示すように、第1下チャック移動部290によって下チャック231を鉛直上向きに移動させて、上チャック230と下チャック231の鉛直方向位置の調節を行い、当該上チャック230に保持された上ウェハW1と下チャック231に保持された下ウェハW2との鉛直方向位置の調節を行う(ステップS112)。なお、かかる調節は以降、上ウェハW1と下ウェハW2を接合させる過程で適宜行われる。

【0084】

次に、上ウェハW1と下ウェハW2の接合処理が行われる。具体的には、図14Fに示すように、互いに変形ステージ230a, 231aを凸変形させて反らせた上ウェハW1と下ウェハW2を接近させるべく第1下チャック移動部290により下チャック231を鉛直上向きに移動させる(図中の矢印1402参照)。そして、上ウェハW1と下ウェハW2の中心部C同士を接触させる(ステップS113)。

10

【0085】

そして、上ウェハW1と下ウェハW2の中心部C同士が接触したならば、図14Gに示すように、変形ステージ230a, 231aの凸形状が徐々に平板状へ戻るように、変形ステージ230a, 231aの凸変形を徐々に解除する(図中の矢印1403参照, ステップS114)。また、このとき、上ウェハW1と下ウェハW2の接触部分が中心部Cから周縁部Eの方へ徐々に拡がるように、第1下チャック移動部290により下チャック231を鉛直上向きに移動させる(図中の矢印1404参照, ステップS114)。

20

【0086】

これにより、上ウェハW1と下ウェハW2とが徐々に接合されてゆく。すなわち、上ウェハW1の接合面W1jと下ウェハW2の接合面W2jはそれぞれステップS101, S106において改質されているため、まず、接合面W1j, W2j間にファンデルワールス力(分子間力)が生じ、当該接合面W1j, W2j同士が接合される。

【0087】

さらに、上ウェハW1の接合面W1jと下ウェハW2の接合面W2jはそれぞれステップS102, S107において親水化されているため、接合面W1j, W2j間の親水基が水素結合し、接合面W1j, W2j同士が強固に接合される。かかる接合面W1j, W2j間のファンデルワールス力と水素結合による接合は、下チャック231が上チャック230へ接近するに連れて、中心部Cから周縁部Eに向けて順次拡がることとなる。

30

【0088】

なお、ステップS114における変形ステージ230a, 231aの凸変形の解除、および、下チャック231の鉛直上向きへの移動は、一定速で行われるだけでなく、たとえば下チャック231が上チャック230へ近づき、上ウェハW1と下ウェハW2の接触部分が拡がるに連れて、低速となるように行われてもよい。これにより、接合後の上ウェハW1と下ウェハW2の周縁部E付近に気泡が生じるのを抑制することができる。

【0089】

そして、図14Hに示すように、変形ステージ230a, 231aが平板状へ戻るとともに、上ウェハW1の接合面W1jと下ウェハW2の接合面W2jが全面で当接し、上ウェハW1と下ウェハW2が接合される(ステップS115)。そして、上チャック230側の真空ポンプ241a, 241b, 241cの作動を停止して、吸引管240a, 240b, 240cからの上ウェハW1の真空引きを停止する。

40

【0090】

その後、図14Iに示すように、第1下チャック移動部290により下チャック231を鉛直下向きに移動させる(図中の矢印1405参照)。そして、下チャック231側の真空ポンプ261a, 261b, 261cの作動を停止して、吸引管260a, 260b, 260cからの下ウェハW2の真空引きを停止し、下チャック231による下ウェハW2の吸着保持を解除する。これにより、接合装置41での接合処理が終了する。

50

【 0 0 9 1 】

< 4 . 上チャックおよび下チャックの変形構造の具体例 >

次に、上チャック 2 3 0 および下チャック 2 3 1 の変形構造の具体例について、図 1 5 A ~ 図 1 6 B を参照して説明する。なお、図 1 5 A ~ 図 1 6 B においても、主に下チャック 2 3 1 側を例示するが、上チャック 2 3 0 側についても配置される向きが天地逆であるのみで同様の構成であるものとする。

【 0 0 9 2 】

まず、一例として、変形構造がエア圧を利用したものである場合について、図 1 5 A ~ 図 1 5 D を参照して説明する。図 1 5 A は、変形ステージ 2 3 1 a の変形構造を示す模式断面図である。また、図 1 5 B は、変形ステージ 2 3 1 a の変形構造を示す模式平面図である。また、図 1 5 C および図 1 5 D は、変形ステージ 2 3 1 a の Z 方向の変位 (Z 変位) および X 方向の変位 (X 変位) の説明図 (その 1) および (その 2) である。

10

【 0 0 9 3 】

図 1 5 A および図 1 5 B に示すように、エア圧を利用する場合、ベース部 2 3 1 c には、ベース部 2 3 1 c の上面に供給口を開口させて、エア供給管 2 7 0 a が設けられる。エア供給管 2 7 0 a は、真空ポンプ 2 7 0 b に接続されて、真空ポンプ 2 7 0 b の作動により、ベース部 2 3 1 c の上面および変形ステージ 2 3 1 a の裏面に囲まれた内部空間へエアを給排する (図 1 5 A の矢印 1 5 0 1 参照) 。

【 0 0 9 4 】

変形ステージ 2 3 1 a は、かかるエア供給管 2 7 0 a からのエアの給排による内圧の変化に応じて変形する。すなわち、変形ステージ 2 3 1 a は、エア供給管 2 7 0 a からエアが供給されて前述の内部空間の内圧が上がることにより凸変形し、エア供給管 2 7 0 a からエアが排出されて内部空間の内圧が下がることにより表面が平板状に戻る (図 1 5 A の矢印 1 5 0 2 参照) 。なお、図 1 5 A および図 1 5 B では、エア供給管 2 7 0 a を 1 つとしているが、複数個設けられていてもよい。

20

【 0 0 9 5 】

また、変形ステージ 2 3 1 a の素材としては、アルミ材や炭化ケイ素 (S I C) 、ジルコニア (Z r O 2) 等、種々の素材を用いることができる。

【 0 0 9 6 】

また、図 1 5 A に示すように、変形ステージ 2 3 1 a は、裏面側が略球面状となるように、すなわち、裏面側の断面視での輪郭が中心部 C T から周縁部 E T へかけて弧を描き、肉厚 T h が徐々に小さくなる形状に形成される。

30

【 0 0 9 7 】

これは、図 1 5 C に示すように、鉛直方向を Z 方向および変形ステージ 2 3 1 a の径方向を X 方向として、変形ステージ 2 3 1 a を凸変形させたときの Z 変位および X 変位をみた場合、変形ステージ 2 3 1 a の裏面側を図 1 5 A に示した肉厚 T h が徐々に小さくなる形状とすることで、図 1 5 D に示すように X 変位を線形に近くすることができるからである。

【 0 0 9 8 】

これにより、変形ステージ 2 3 1 a を円周方向 (径方向の集まり) において均一に変位させることが可能となる。すなわち、変形ステージ 2 3 1 a の全面を円周方向において偏りなく凸変形させることができ、接合精度を向上させるのに資することができる。

40

【 0 0 9 9 】

また、図 1 5 A および図 1 5 B に示すように、変形ステージ 2 3 1 a は、その裏面側に中心部 C T を中心に同心円状に配置される環状突起 2 3 1 a d , 2 3 1 a e を有する。なお、ここでは 2 つであるが、その数を限定するものではない。

【 0 1 0 0 】

環状突起 2 3 1 a d , 2 3 1 a e は、たとえば領域 2 3 1 a a , 2 3 1 a b の境界に対応して環状突起 2 3 1 a d が、領域 2 3 1 a b , 2 3 1 a c の境界に対応して環状突起 2 3 1 a e が、それぞれ設けられ、変形ステージ 2 3 1 a の裏面側を領域 2 3 1 a a , 2 3

50

1 a b , 2 3 1 a c に対応させて区切っている。

【 0 1 0 1 】

これにより、変形させる変形ステージ 2 3 1 a が凸変形してゆく過程で、図 1 5 B に示すように、真空ポンプ 2 7 0 b からエア供給管 2 7 0 a を介して供給されたエアを、環状突起 2 3 1 a e , 2 3 1 a d を越えて径方向沿いに中心部 C T の方へ供給しつつ、各領域 2 3 1 a c , 2 3 1 a b , 2 3 1 a a ごとに周方向に沿っても行き渡らせやすくすることができる（図中の変形ステージ 2 3 1 a 上の各矢印参照）。

【 0 1 0 2 】

すなわち、変形ステージ 2 3 1 a の裏面側に均一にエアを供給することができ、変形ステージ 2 3 1 a を偏りなく凸変形させるのに資することができる。

10

【 0 1 0 3 】

次に、その他の例として、変形構造が piezo-actuator を利用したものである場合について、図 1 6 A および図 1 6 B を参照して説明する。

【 0 1 0 4 】

図 1 6 A は、変形ステージ 2 3 1 a のその他の変形構造を示す模式断面図である。また、図 1 6 B は、変形ステージ 2 3 1 a のその他の変形構造を示す模式平面図である。なお、図 1 6 A および図 1 6 B では、下チャックに符号「2 3 1 A」を付している。

【 0 1 0 5 】

図 1 6 A および図 1 6 B に示すように、piezo-actuator を利用する場合、ベース部 2 3 1 c の内部には、複数、たとえば 1 個の piezo-actuator P Z - C と 4 個の piezo-actuator P Z - E とが設けられる。

20

【 0 1 0 6 】

piezo-actuator P Z - C , P Z - E はそれぞれ、可動部であるトップピース T P が鉛直上向きとなるように配置され、たとえば piezo-actuator P Z - C は変形ステージ 2 3 1 a の中心部 C T に対応する位置に、piezo-actuator P Z - E は変形ステージ 2 3 1 a の周縁部 E T 付近の同一円上の等間隔位置に、それぞれ配置される。すなわち、piezo-actuator P Z - C , P Z - E は、それぞれの配置位置により全体で対称性を有するように配置されることが好ましい。これにより、変形ステージ 2 3 1 a に対し、均一に力を付与するのに資することができる。

【 0 1 0 7 】

また、piezo-actuator P Z - C の上方には、平面視でトップピース T P より径の大きい略円状に形成されたセンタ部材 2 3 1 c a が配置される。また、piezo-actuator P Z - E の上方には、平面視でトップピース T P の径より大きな幅で延在する略環状に形成されたリング部材 2 3 1 c b が配置される。

30

【 0 1 0 8 】

piezo-actuator P Z - C , P Z - E は、内部に積層された piezo-actuator を有しており、それぞれに接続された図示略の電圧発生器からの電圧の変化に応じて各トップピース T P を昇降させる。変形ステージ 2 3 1 a は、かかる各トップピース T P の動きに応じて変形する。

【 0 1 0 9 】

具体的には、piezo-actuator P Z - C は、そのトップピース T P に当接したセンタ部材 2 3 1 c a をトップピース T P により昇降させる（図 1 6 A 中の矢印 1 6 0 1 参照）。また、piezo-actuator P Z - E は、その各トップピース T P に当接したリング部材 2 3 1 c b をトップピース T P により昇降させる（図 1 6 A 中の矢印 1 6 0 2 参照）。

40

【 0 1 1 0 】

そして、かかるセンタ部材 2 3 1 c a およびリング部材 2 3 1 c b の動きに応じて、変形ステージ 2 3 1 a が、凸変形したり、表面が平板状に戻ったりすることとなる（図 1 6 A 中の矢印 1 6 0 3 参照）。なお、センタ部材 2 3 1 c a およびリング部材 2 3 1 c b は、荷重を分散させ、変形ステージ 2 3 1 a を均一に変形させる役割を担う「分散部材」の

50

一例である。

【0111】

このように、 piezoアクチュエータ PZ__C , PZ__E を用いることによっても、変形ステージ 231a の変形構造を構成することができる。なお、入力されたエネルギーを鉛直方向への物理運動に変換可能なアクチュエータであれば、 piezoアクチュエータ PZ__C , PZ__E に限定されないことは言うまでもない。

【0112】

以上のように構成された本実施形態に係る接合システム 1 では、接合装置 41 において、上チャック 230 および下チャック 231 を同じ拳動で凸変形させ、これらに保持された状態の上ウェハ W1 および下ウェハ W2 を略同一に反らせたうえで接合することとしたので、上ウェハ W1 および下ウェハ W2 のうちの一方が他方より伸びてしまう現象を防ぐことができる。したがって、本実施形態によれば、基板の接合品質を向上させることができる。

10

【0113】

また、本実施形態に係る接合システム 1 では、接合装置 41 において、上ウェハ W1 および下ウェハ W2 を事前に温めるという手法を用いる必要がない。したがって、温度分布差による歪みを生じさせない。すなわち、本実施形態によれば、基板の接合品質を向上させることができる。

【0114】

また、本実施形態に係る接合システム 1 では、接合装置 41 において、上チャック 230 および下チャック 231 を接近させるに際し、上ウェハ W1 と下ウェハ W2 の接触部分が拡がるに連れて、たとえば低速に接近させることとしたので、接合後の上ウェハ W1 と下ウェハ W2 の周縁部 E 付近に気泡が生じるのを抑制することができる。したがって、本実施形態によれば、基板の接合品質を向上させることができる。

20

【0115】

上述してきたように、本実施形態に係る接合装置 41 は、上チャック 230 (「第 1 保持部」の一例に相当) と、下チャック 231 (「第 2 保持部」の一例に相当) と、変形ステージ 230a , 231a と、制御装置 70 (「制御部」の一例に相当) とを備える。

【0116】

上チャック 230 は、下面側に上ウェハ W1 (「第 1 基板」の一例に相当) を保持する。下チャック 231 は、上チャック 230 の下方に設けられ、上面側に下ウェハ W2 (「第 2 基板」の一例に相当) を上ウェハ W1 に対向させて保持する。

30

【0117】

変形ステージ 230a , 231a は、上チャック 230 の下面および下チャック 231 の上面として配置され、上ウェハ W1 および下ウェハ W2 をそれぞれ保持した状態で凸変形が可能に設けられる。

【0118】

制御装置 70 は、変形ステージ 230a , 231a をそれぞれ凸変形させた状態で上チャック 230 および下チャック 231 を接近させることによって上ウェハ W1 および下ウェハ W2 の中心部 C 同士を接触させた後、変形ステージ 230a , 231a の凸変形を解除しつつさらに上チャック 230 および下チャック 231 を接近させることによって上ウェハ W1 および下ウェハ W2 を接合させる。

40

【0119】

したがって、本実施形態に係る接合装置 41 によれば、基板の接合品質を向上させることができる。

【0120】

なお、上述した実施形態では、上チャック 230 に対し、下チャック 231 を鉛直方向沿いに接近させる場合を例に挙げたが、下チャック 231 に対し、上チャック 230 を接近させる構成としてもよい。

【0121】

50

また、上述した実施形態では、真空ポンプ等を用いてエアを供給する場合を例に挙げたが、所定の圧力のエアを厳密に制御しつつ供給することが可能な電空レギュレータ等を用いてもよい。

【0122】

また、上述した実施形態では、変形ステージ230a, 231aの裏面側の内部空間にエアを給排する場合を例に挙げたが、内部空間の内圧を変化させられればよく、エアに限らず流体であればよい。

【0123】

さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

10

【符号の説明】

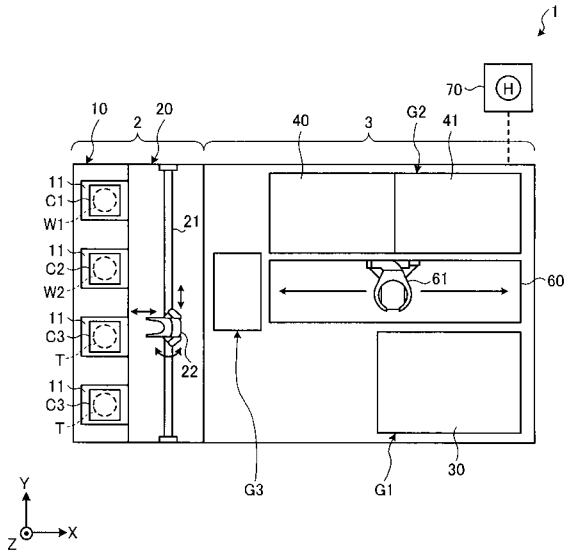
【0124】

- 1 接合システム
- 2 搬入出ステーション
- 3 処理ステーション
- 30 表面改質装置
- 40 表面親水化装置
- 41 接合装置
- 70 制御装置
- 230 上チャック
- 230a 変形ステージ
- 231, 231A 下チャック
- 231a 変形ステージ
- 231ad 環状突起
- 231ae 環状突起
- 231b 固定リング
- 231c ベース部
- 231ca センタ部材
- 231cb リング部材
- PZ-C ピエゾアクチュエータ
- PZ-E ピエゾアクチュエータ
- TP トップピース
- W1 上ウェハ
- W2 下ウェハ

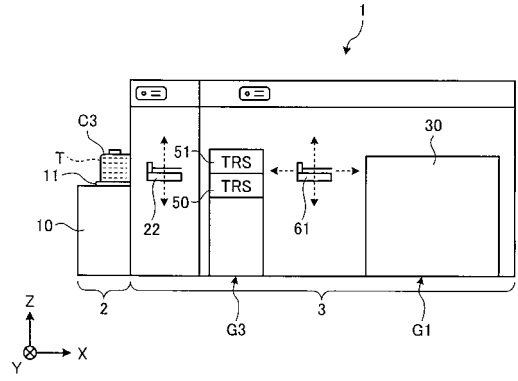
20

30

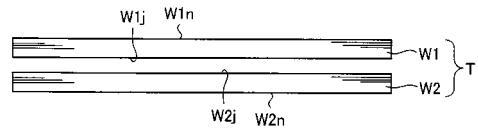
【 図 1 】



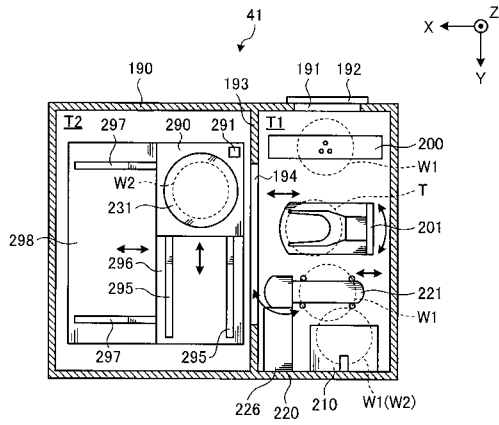
【 図 2 】



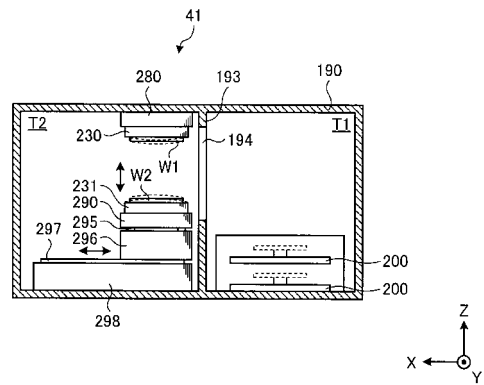
【 図 3 】



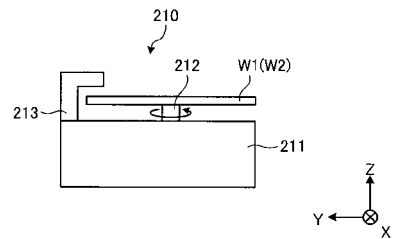
【 図 4 】



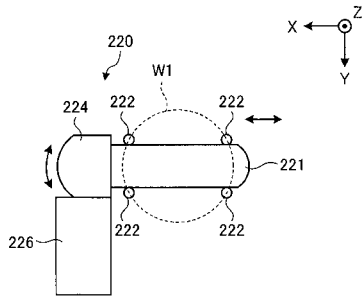
【 図 5 】



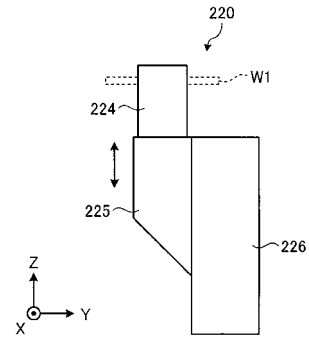
【 図 6 】



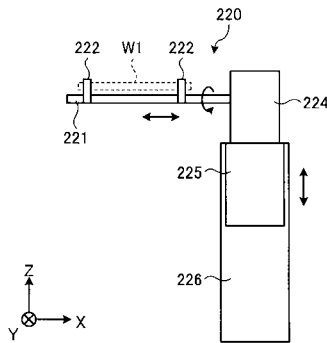
【 図 7 】



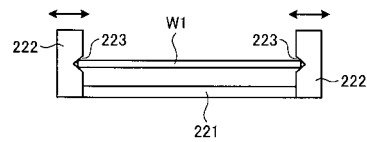
【 図 9 】



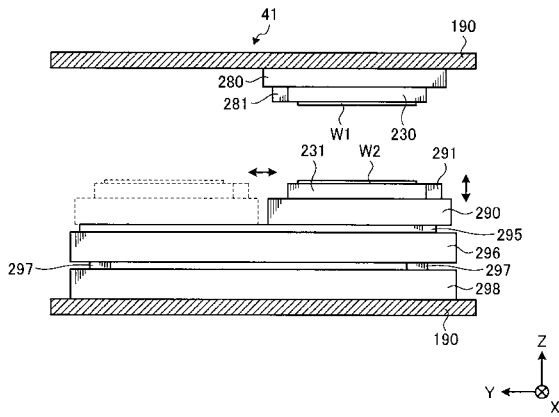
【 図 8 】



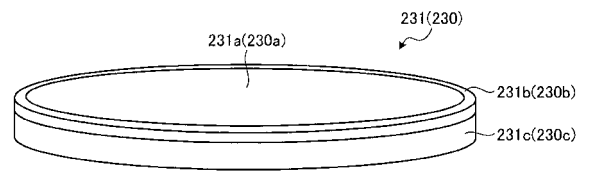
【 図 10 】



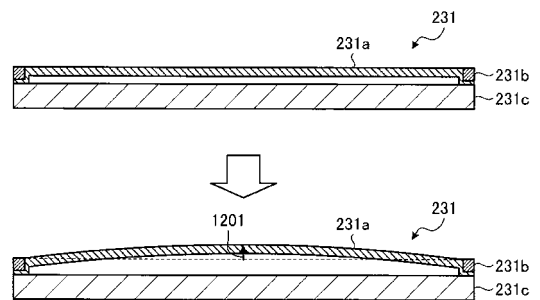
【 図 11 】



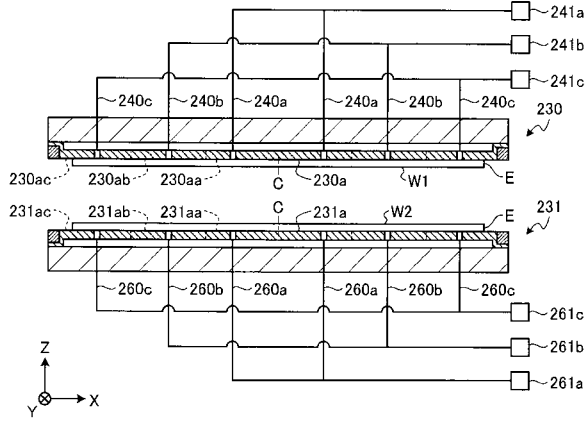
【 図 12 A 】



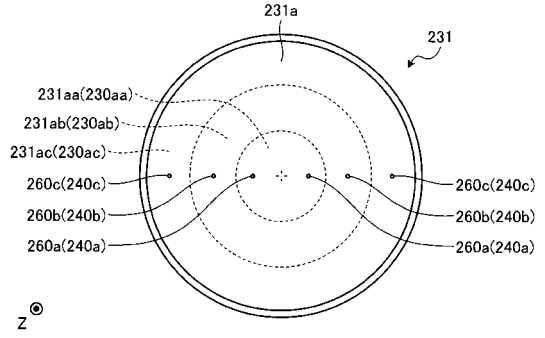
【 図 12 B 】



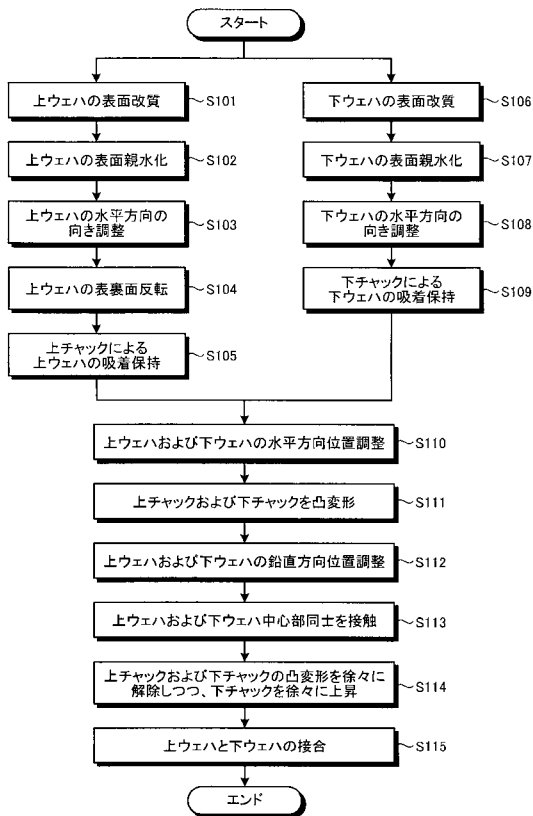
【図12C】



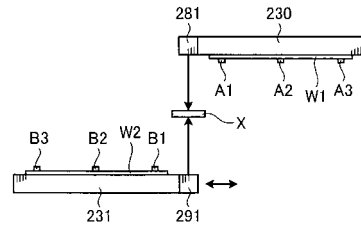
【図12D】



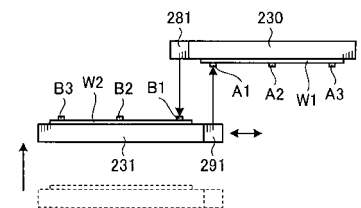
【図13】



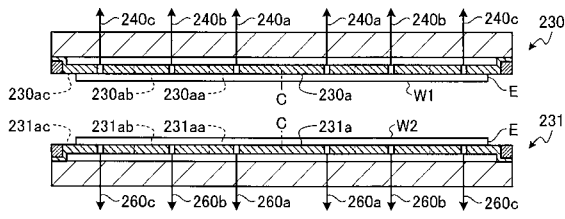
【図14A】



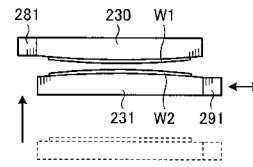
【図14B】



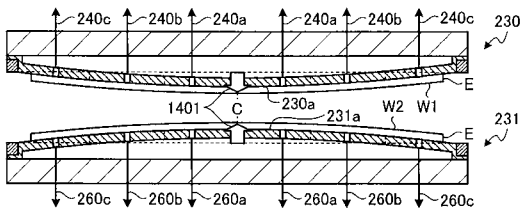
【 図 1 4 C 】



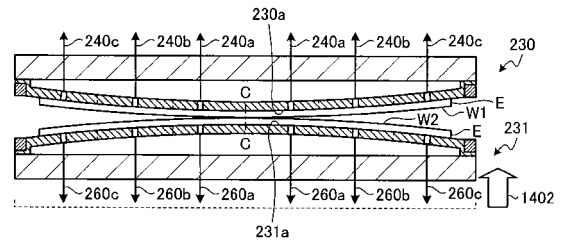
【 図 1 4 E 】



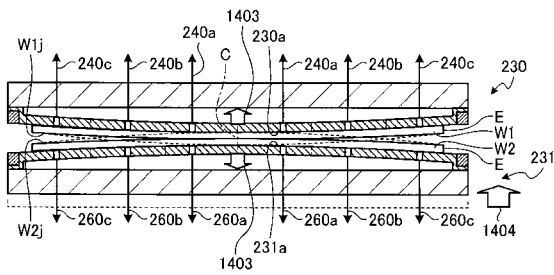
【 図 1 4 D 】



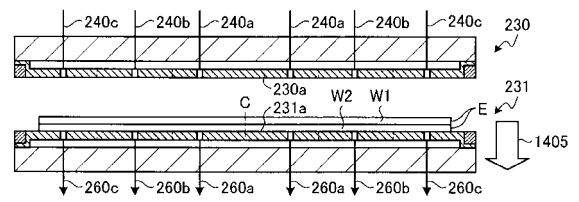
【 図 1 4 F 】



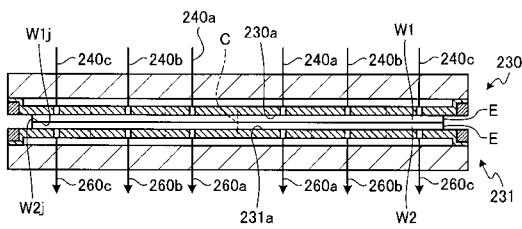
【 図 1 4 G 】



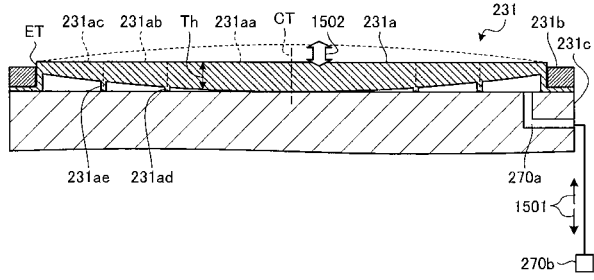
【 図 1 4 I 】



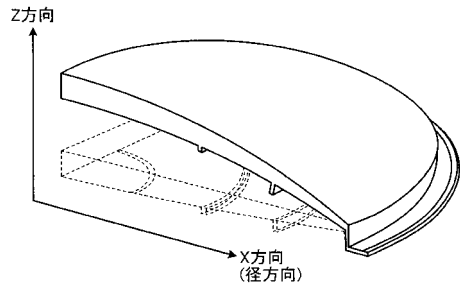
【 図 1 4 H 】



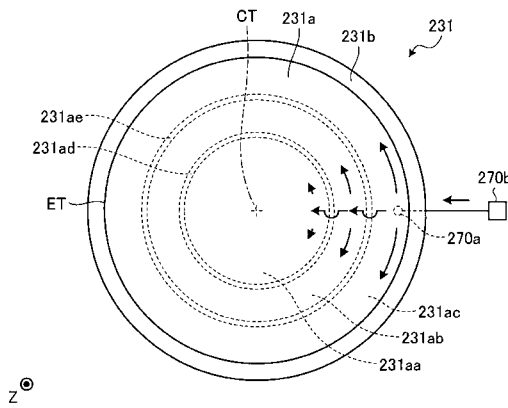
【図15A】



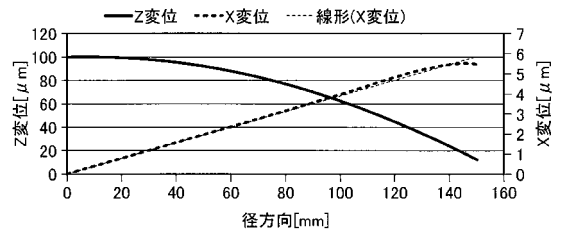
【図15C】



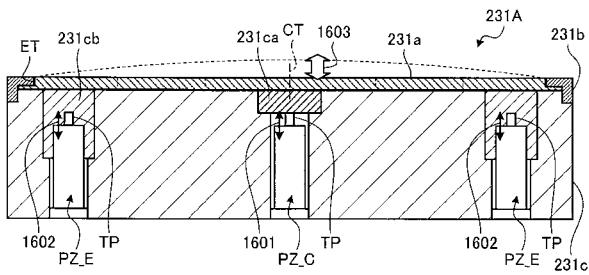
【図15B】



【図15D】



【図16A】



【図16B】

