

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第5538613号
(P5538613)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/02 (2006.01) H O 1 L 21/02 B

請求項の数 9 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2013-234793 (P2013-234793)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成25年11月13日(2013.11.13)		東京エレクトロン株式会社
審査請求日	平成25年12月11日(2013.12.11)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
早期審査対象出願		(74) 代理人	100096389
			弁理士 金本 哲男
		(74) 代理人	100095957
			弁理士 亀谷 美明
		(74) 代理人	100101557
			弁理士 萩原 康司
		(74) 代理人	100167634
			弁理士 扇田 尚紀
		(72) 発明者	杉原 紳太郎
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接合装置及び接合システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板同士を接合する接合装置であって、

下面に第1の基板を真空引きして吸着保持する第1の保持部と、

前記第1の保持部の下方に設けられ、上面に第2の基板を真空引きして吸着保持する第2の保持部と、を有し、

前記第2の保持部は、

第2の基板の全面を真空引きする本体部と、

前記本体部上に設けられ、第2の基板の裏面に接触する複数のピンと、

前記本体部上であって前記複数のピンの外側に設けられ、前記第2の保持部が第2の基板の外周部を真空引きする際に当該第2の基板の裏面外周部を支持する支持部と、を有し、

前記支持部は、前記本体部上において前記複数のピンの外側に環状に設けられ、少なくとも第2の基板の裏面外縁部を支持し、

前記支持部は弾性を有することを特徴とする、接合装置。

【請求項2】

前記支持部に隣接する領域に設けられた前記複数のピンの間隔は、当該領域の内側に設けられた前記複数のピンの間隔よりも小さいことを特徴とする、請求項1に記載の接合装置

。

【請求項3】

基板同士を接合する接合装置であって、

10

20

下面に第 1 の基板を真空引きして吸着保持する第 1 の保持部と、
前記第 1 の保持部の下方に設けられ、上面に第 2 の基板を真空引きして吸着保持する第 2
の保持部と、を有し、
前記第 2 の保持部は、
第 2 の基板の全面を真空引きする本体部と、
前記本体部上に設けられ、第 2 の基板の裏面に接触する複数のピンと、
前記本体部上であって前記複数のピンの外側に設けられ、前記第 2 の保持部が第 2 の基板
の外周部を真空引きする際に当該第 2 の基板の裏面外周部を支持する支持部と、を有し、
前記本体部の中央部に設けられた前記複数のピンの間隔は、当該中央部の外側に設けられ
た前記複数のピンの間隔よりも小さいことを特徴とする、接合装置。

10

【請求項 4】

前記本体部の中央部は同心円状に複数の領域に区画され、
 当該本体部の中央部において、内側領域から外側領域に向けて、前記複数のピンの間隔は
 大きくなることを特徴とする、請求項 3 に記載の接合装置。

【請求項 5】

基板同士を接合する接合装置であって、
下面に第 1 の基板を真空引きして吸着保持する第 1 の保持部と、
前記第 1 の保持部の下方に設けられ、上面に第 2 の基板を真空引きして吸着保持する第 2
の保持部と、を有し、
前記第 2 の保持部は、
第 2 の基板の全面を真空引きする本体部と、
前記本体部上に設けられ、第 2 の基板の裏面に接触する複数のピンと、
前記本体部上であって前記複数のピンの外側に設けられ、前記第 2 の保持部が第 2 の基板
の外周部を真空引きする際に当該第 2 の基板の裏面外周部を支持する支持部と、を有し、
前記ピンの表面は荒し加工が施されていることを特徴とする、接合装置。

20

【請求項 6】

前記第 2 の保持部は、当該第 2 の保持部に保持された第 2 の基板の温度を調節する温度調
 節機構をさらに有することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の接合装置
 。

【請求項 7】

前記第 1 の保持部は、
 第 1 の基板の全面を真空引きする他の本体部と、
 前記他の本体部上に設けられ、第 1 の基板の裏面に接触する複数の他のピンと、
 前記他の本体部上において前記複数の他のピンの外側に環状に設けられ、少なくとも第 1
 の基板の裏面外縁部を支持する他の支持部と、を有することを特徴とする、請求項 1 ~ 6
 のいずれか一項に記載の接合装置。

30

【請求項 8】

前記支持部は、前記第 2 の保持部が第 2 の基板の外周部を真空引きする際に当該第 2 の基
板の裏面外周部を支持するように、第 2 の基板の外周部に対して小さい接触面積を備える
ことを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の接合装置。

40

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の接合装置を備えた接合システムであって、
 前記接合装置を備えた処理ステーションと、
 第 1 の基板、第 2 の基板又は第 1 の基板と第 2 の基板が接合された重合基板をそれぞれ複
 数保有可能で、且つ前記処理ステーションに対して第 1 の基板、第 2 の基板又は重合基板
 を搬入出する搬入出ステーションと、を備え、
 前記処理ステーションは、
 第 1 の基板又は第 2 の基板の接合される表面を改質する表面改質装置と、
 前記表面改質装置で改質された第 1 の基板又は第 2 の基板の表面を親水化する表面親水化
 装置と、

50

前記表面改質装置、前記表面親水化装置及び前記接合装置に対して、第1の基板、第2の基板又は重合基板を搬送するための搬送装置と、を有し、
前記接合装置では、前記表面親水化装置で表面が親水化された第1の基板と第2の基板を接合することを特徴とする、接合システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板同士を接合する接合装置、及び当該接合装置を備えた接合システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、半導体デバイスの高集積化が進んでいる。高集積化した複数の半導体デバイスを水平面内で配置し、これら半導体デバイスを配線で接続して製品化する場合、配線長が増大し、それにより配線の抵抗が大きくなること、また配線遅延が大きくなることが懸念される。

【0003】

そこで、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次元集積技術においては、例えば特許文献1に記載の接合システムを用いて、2枚の半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）の接合が行われる。例えば接合システムは、ウェハの接合される表面を改質する表面改質装置（表面活性化装置）と、当該表面改質装置で改質されたウェハの表面を親水化する表面親水化装置と、当該表面親水化装置で表面が親水化されたウェハ同士を接合する接合装置と、を有している。この接合システムでは、表面改質装置においてウェハの表面に対してプラズマ処理を行い当該表面を改質した後、表面親水化装置においてウェハの表面に純水を供給して当該表面を親水化する。その後、接合装置において、2枚のウェハを上下に対向配置し（以下、上側のウェハを「上ウェハ」といい、下側のウェハを「下ウェハ」という。）、上チャックに吸着保持された上ウェハと下チャックに吸着保持された下ウェハとを、ファンデルワールス力及び水素結合（分子間力）によって接合する。

20

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-175043号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述の特許文献1に記載された下チャックは例えば平板形状を有し、その上面全面で下ウェハを吸着保持する。しかしながら、例えば保持される下ウェハの裏面にパーティクルが付着し、或いは下チャックの表面にパーティクルが存在して、当該下チャックの表面が平坦でない（平面度が大きい）場合がある。かかる場合、下チャックの平面度が下ウェハに転写され、当該下ウェハと上ウェハを接合すると、接合された重合ウェハに鉛直方向の歪みが生じる虞がある。

40

【0006】

また、このように下チャックの表面が平坦でない場合、接合される上ウェハと下ウェハとの間の距離が小さい場所が存在することになる。この場所では、上ウェハと下ウェハが当接する際、これら上ウェハと下ウェハとの間の空気を外部に追い出しきれず、接合された重合ウェハにボイドが発生する虞がある。したがって、ウェハの接合処理に改善の余地があった。

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、基板同士を接合する際に基板を適切

50

に保持して、当該基板同士の接合処理を適切に行うことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記の目的を達成するため、本発明は、基板同士を接合する接合装置であって、下面に第1の基板を真空引きして吸着保持する第1の保持部と、前記第1の保持部の下方に設けられ、上面に第2の基板を真空引きして吸着保持する第2の保持部と、を有し、前記第2の保持部は、第2の基板の全面を真空引きする本体部と、前記本体部上に設けられ、第2の基板の裏面に接触する複数のピンと、前記本体部上であって前記複数のピンの外側に設けられ、前記第2の保持部が第2の基板の外周部を真空引きする際に当該第2の基板の裏面外周部を支持する支持部と、を有し、前記支持部は、前記本体部上において前記複数のピンの外側に環状に設けられ、少なくとも第2の基板の裏面外縁部を支持し、前記支持部は弾性を有することを特徴としている。なお、前記支持部は、前記第2の保持部が第2の基板の外周部を真空引きする際に当該第2の基板の裏面外周部を支持するように、第2の基板の外周部に対して小さい接触面積を備えていてもよい。

10

【0009】

発明者らが鋭意検討した結果、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板に鉛直方向の歪み（許容範囲以上の歪み）が生じる要因としては、第2の保持部の表面外周部上のパーティクルの存在が大きい要因であることが分かった。そこで、第2の基板の外周部に対する第2の保持部の接触面積を小さくすれば、かかる重合基板の鉛直方向の歪みを抑制

20

【0010】

本発明によれば、第2の保持部の支持部は、第2の保持部が第2の基板の外周部を真空引きする際に当該第2の基板の外周部を支持する限度において、第2の基板の外周部に対する接触面積をできるだけ小さくしている。したがって、第2の保持部の表面外周部上にパーティクルが存するのを抑制でき、重合基板の鉛直方向の歪みを抑制することができる。

【0011】

また、本発明によれば、第2の保持部において複数のピンの高さを揃えることで、第2の基板の表面の平面度を小さくすることができる。さらに、第2の保持部は第2の基板の全面を真空引きしており、すなわち、第2の保持部は支持部に支持された第2の基板の外周部も適切に真空引きするので、当該第2の基板の外周部まで平坦にすることができる。したがって、接合処理において基板同士を当接させる際には、第1の基板と第2の基板の間の空気を外部に流出させて、重合基板にポイドが発生するのを抑制することができる。

30

【0012】

以上のように本発明によれば、重合基板の鉛直方向の歪みを抑制しつつ、重合基板のポイドの発生を抑制して、基板同士の接合処理を適切に行うことができる。

【0014】

前記支持部に隣接する領域に設けられた前記複数のピンの間隔は、当該領域の内側に設けられた前記複数のピンの間隔よりも小さくてもよい。

40

【0015】

参考例として、前記支持部は、第2の基板の裏面外周部に接触する他のピンを複数有しているもよい。かかる場合、前記第2の保持部は、前記本体部上において第2の基板の外周部に対応する位置に環状に設けられ、前記ピンより低い高さの突出部を有し、前記複数の他のピンは、前記突出部上に設けられていてもよい。

【0016】

別な観点による本発明は、基板同士を接合する接合装置であって、下面に第1の基板を真空引きして吸着保持する第1の保持部と、前記第1の保持部の下方に設けられ、上面に

50

第2の基板を真空引きして吸着保持する第2の保持部と、を有し、前記第2の保持部は、第2の基板の全面を真空引きする本体部と、前記本体部上に設けられ、第2の基板の裏面に接触する複数のピンと、前記本体部上であって前記複数のピンの外側に設けられ、前記第2の保持部が第2の基板の外周部を真空引きする際に当該第2の基板の裏面外周部を支持する支持部と、を有し、前記本体部の中央部に設けられた前記複数のピンの間隔は、当該中央部の外側に設けられた前記複数のピンの間隔よりも小さいことを特徴としている。なお、前記支持部は、前記第2の保持部が第2の基板の外周部を真空引きする際に当該第2の基板の裏面外周部を支持するように、第2の基板の外周部に対して小さい接触面積を備えていてもよい。

10

【0017】

前記本体部の中央部は同心円状に複数の領域に区画され、当該本体部の中央部において、内側領域から外側領域に向けて、前記複数のピンの間隔は大きくなるようにしてもよい。

【0018】

別な観点による本発明は、基板同士を接合する接合装置であって、下面に第1の基板を真空引きして吸着保持する第1の保持部と、前記第1の保持部の下方に設けられ、上面に第2の基板を真空引きして吸着保持する第2の保持部と、を有し、前記第2の保持部は、第2の基板の全面を真空引きする本体部と、前記本体部上に設けられ、第2の基板の裏面に接触する複数のピンと、前記本体部上であって前記複数のピンの外側に設けられ、前記第2の保持部が第2の基板の外周部を真空引きする際に当該第2の基板の裏面外周部を支持する支持部と、を有し、前記ピンの表面は荒し加工が施されていることを特徴としている。なお、前記支持部は、前記第2の保持部が第2の基板の外周部を真空引きする際に当該第2の基板の裏面外周部を支持するように、第2の基板の外周部に対して小さい接触面積を備えていてもよい。

20

【0019】

前記第2の保持部は、当該第2の保持部に保持された第2の基板の温度を調節する温度調節機構をさらに有していてもよい。

【0020】

前記第1の保持部は、第1の基板の全面を真空引きする他の本体部と、前記他の本体部上に設けられ、第1の基板の裏面に接触する複数の他のピンと、前記他の本体部上において前記複数の他のピンの外側に環状に設けられ、少なくとも第1の基板の裏面外縁部を支持する他の支持部と、を有していてもよい。

30

【0021】

別な観点による本発明は、前記接合装置を備えた接合システムであって、前記接合装置を備えた処理ステーションと、第1の基板、第2の基板又は第1の基板と第2の基板が接合された重合基板をそれぞれ複数保有可能で、且つ前記処理ステーションに対して第1の基板、第2の基板又は重合基板を搬入出する搬入出ステーションと、を備え、前記処理ステーションは、第1の基板又は第2の基板の接合される表面を改質する表面改質装置と、前記表面改質装置で改質された第1の基板又は第2の基板の表面を親水化する表面親水化装置と、前記表面改質装置、前記表面親水化装置及び前記接合装置に対して、第1の基板、第2の基板又は重合基板を搬送するための搬送装置と、を有し、前記接合装置では、前記表面親水化装置で表面が親水化された第1の基板と第2の基板を接合することを特徴としている。

40

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、基板同士を接合する際に基板を適切に保持することで、重合基板の鉛直方向の歪みを抑制しつつ、重合基板のボイドの発生を抑制して、当該基板同士の接合処理を適切に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 3 】

- 【図 1】本実施の形態にかかる接合システムの構成の概略を示す平面図である。
- 【図 2】本実施の形態にかかる接合システムの内部構成の概略を示す側面図である。
- 【図 3】上ウェハと下ウェハの構成の概略を示す側面図である。
- 【図 4】接合装置の構成の概略を示す横断面図である。
- 【図 5】接合装置の構成の概略を示す縦断面図である。
- 【図 6】位置調節機構の構成の概略を示す側面図である。
- 【図 7】反転機構の構成の概略を示す平面図である。
- 【図 8】反転機構の構成の概略を示す側面図である。
- 【図 9】反転機構の構成の概略を示す側面図である。 10
- 【図 10】保持アームと保持部材の構成の概略を示す側面図である。
- 【図 11】接合装置の内部構成の概略を示す側面図である。
- 【図 12】上チャックと下チャックの構成の概略を示す縦断面図である。
- 【図 13】上チャックを下方から見た平面図である。
- 【図 14】下チャックを上方から見た平面図である。
- 【図 15】比較例において下チャックの外周部を拡大した説明図である。
- 【図 16】下チャックの外周部を拡大した説明図である。
- 【図 17】他の実施の形態において下チャックの外周部を拡大した説明図である。
- 【図 18】ウェハ接合処理の主な工程を示すフローチャートである。
- 【図 19】上部撮像部と下部撮像部の水平方向位置を調節する様子を示す説明図である。 20
- 【図 20】上チャックと下チャックの水平方向位置を調節する様子を示す説明図である。
- 【図 21】上チャックと下チャックの水平方向位置を調節する様子を示す説明図である。
- 【図 22】上チャックと下チャックの鉛直方向位置を調節する様子を示す説明図である。
- 【図 23】上ウェハの中心部と下ウェハの中心部を押圧して当接させる様子を示す説明図である。
- 【図 24】上ウェハを下ウェハに順次当接させる様子を示す説明図である。
- 【図 25】上ウェハの表面と下ウェハの表面を当接させた様子を示す説明図である。
- 【図 26】上ウェハと下ウェハが接合された様子を示す説明図である。
- 【図 27】他の実施の形態において下チャックの外周部を拡大した説明図である。
- 【図 28】他の実施の形態における下チャックの構成の概略を示す縦断面図である。 30
- 【図 29】比較例において下チャックの外周部を拡大した説明図である。
- 【図 30】他の実施の形態において下チャックの外周部を拡大した説明図である。
- 【図 31】他の実施の形態における下チャックの構成の概略を示す縦断面図である。
- 【図 32】他の実施の形態における下チャックの平面図である。
- 【図 33】他の実施の形態において下チャックの中央部を拡大した説明図である。
- 【図 34】他の実施の形態における下チャックの平面図である。
- 【図 35】他の実施の形態における下チャックの構成の概略を示す縦断面図である。
- 【図 36】他の実施の形態における下チャックの構成の概略を示す縦断面図である。
- 【図 37】他の実施の形態における下チャックの構成の概略を示す縦断面図である。
- 【発明を実施するための形態】 40

【 0 0 2 4 】

以下、本発明の実施の形態について説明する。図 1 は、本実施の形態にかかる接合システム 1 の構成の概略を示す平面図である。図 2 は、接合システム 1 の内部構成の概略を示す側面図である。

【 0 0 2 5 】

接合システム 1 では、図 3 に示すように例えば 2 枚の基板としてのウェハ W_U 、 W_L を接合する。以下、上側に配置されるウェハを、第 1 の基板としての「上ウェハ W_U 」といい、下側に配置されるウェハを、第 2 の基板としての「下ウェハ W_L 」という。また、上ウェハ W_U が接合される接合面を「表面 W_{U1} 」といい、当該表面 W_{U1} と反対側の面を「裏面 W_{U2} 」という。同様に、下ウェハ W_L が接合される接合面を「表面 W_{L1} 」とい

い、当該表面 W_{L1} と反対側の面を「裏面 W_{L2} 」という。そして、接合システム1では、上ウェハ W_U と下ウェハ W_L を接合して、重合基板としての重合ウェハ W_T を形成する。

【0026】

接合システム1は、図1に示すように例えば外部との間で複数のウェハ W_U 、 W_L 、複数の重合ウェハ W_T をそれぞれ収容可能なカセット C_U 、 C_L 、 C_T が搬入出される搬入出ステーション2と、ウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T に対して所定の処理を施す各種処理装置を備えた処理ステーション3とを一体に接続した構成を有している。

【0027】

搬入出ステーション2には、カセット載置台10が設けられている。カセット載置台10には、複数、例えば4つのカセット載置板11が設けられている。カセット載置板11は、水平方向のX方向(図1中の上下方向)に一直列に並べて配置されている。これらのカセット載置板11には、接合システム1の外部に対してカセット C_U 、 C_L 、 C_T を搬入出する際に、カセット C_U 、 C_L 、 C_T を載置することができる。このように、搬入出ステーション2は、複数の上ウェハ W_U 、複数の下ウェハ W_L 、複数の重合ウェハ W_T を保有可能に構成されている。なお、カセット載置板11の個数は、本実施の形態に限定されず、任意に決定することができる。また、カセットの1つを異常ウェハの回収用として用いてもよい。すなわち、種々の要因で上ウェハ W_U と下ウェハ W_L との接合に異常が生じたウェハを、他の正常な重合ウェハ W_T と分離することができるカセットである。本実施の形態においては、複数のカセット C_T のうち、1つのカセット C_T を異常ウェハの回収用として用い、他のカセット C_T を正常な重合ウェハ W_T の収容用として用いている。

【0028】

搬入出ステーション2には、カセット載置台10に隣接してウェハ搬送部20が設けられている。ウェハ搬送部20には、X方向に延伸する搬送路21上を移動自在なウェハ搬送装置22が設けられている。ウェハ搬送装置22は、鉛直方向及び鉛直軸周り(方向)にも移動自在であり、各カセット載置板11上のカセット C_U 、 C_L 、 C_T と、後述する処理ステーション3の第3の処理ブロックG3のトランジション装置50、51との間でウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T を搬送できる。

【0029】

処理ステーション3には、各種装置を備えた複数例えば3つの処理ブロックG1、G2、G3が設けられている。例えば処理ステーション3の正面側(図1のX方向負方向側)には、第1の処理ブロックG1が設けられ、処理ステーション3の背面側(図1のX方向正方向側)には、第2の処理ブロックG2が設けられている。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Y方向負方向側)には、第3の処理ブロックG3が設けられている。

【0030】

例えば第1の処理ブロックG1には、ウェハ W_U 、 W_L の表面 W_{U1} 、 W_{L1} を改質する表面改質装置30が配置されている。表面改質装置30では、例えば減圧雰囲気下において、処理ガスである酸素ガスと窒素ガスが励起されてプラズマ化され、イオン化される。この酸素イオンと窒素イオンが表面 W_{U1} 、 W_{L1} に照射されて、表面 W_{U1} 、 W_{L1} がプラズマ処理され、改質される。

【0031】

例えば第2の処理ブロックG2には、例えば純水によってウェハ W_U 、 W_L の表面 W_{U1} 、 W_{L1} を親水化すると共に当該表面 W_{U1} 、 W_{L1} を洗浄する表面親水化装置40、ウェハ W_U 、 W_L を接合する接合装置41が、搬入出ステーション2側からこの順で水平方向のY方向に並べて配置されている。

【0032】

表面親水化装置40では、例えばピンチャックに保持されたウェハ W_U 、 W_L を回転させながら、当該ウェハ W_U 、 W_L 上に純水を供給する。そうすると、供給された純水はウェハ W_U 、 W_L の表面 W_{U1} 、 W_{L1} 上を拡散し、表面 W_{U1} 、 W_{L1} が親水化される

10

20

30

40

50

。なお、接合装置 4 1 の構成については後述する。

【 0 0 3 3 】

例えば第 3 の処理ブロック G 3 には、図 2 に示すようにウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T のトランジション装置 5 0、5 1 が下から順に 2 段に設けられている。

【 0 0 3 4 】

図 1 に示すように第 1 の処理ブロック G 1 ~ 第 3 の処理ブロック G 3 に囲まれた領域には、ウェハ搬送領域 6 0 が形成されている。ウェハ搬送領域 6 0 には、例えばウェハ搬送装置 6 1 が配置されている。

【 0 0 3 5 】

ウェハ搬送装置 6 1 は、例えば鉛直方向、水平方向 (Y 方向、 X 方向) 及び鉛直軸周りに移動自在な搬送アームを有している。ウェハ搬送装置 6 1 は、ウェハ搬送領域 6 0 内に移動し、周囲の第 1 の処理ブロック G 1、第 2 の処理ブロック G 2 及び第 3 の処理ブロック G 3 内の所定の装置にウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T を搬送できる。

【 0 0 3 6 】

以上の接合システム 1 には、図 1 に示すように制御部 7 0 が設けられている。制御部 7 0 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、接合システム 1 におけるウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_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、接合システム 1 における後述のウェハ接合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、前記プログラムは、例えばコンピュータ読み取り可能なハードディスク (HD)、フレキシブルディスク (FD)、コンパクトディスク (CD)、マグネットオプティカルディスク (MO)、メモリーカードなどの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、その記憶媒体 H から制御部 7 0 にインストールされたものであってもよい。

【 0 0 3 7 】

次に、上述した接合装置 4 1 の構成について説明する。接合装置 4 1 は、図 4 に示すように内部を密閉可能な処理容器 1 0 0 を有している。処理容器 1 0 0 のウェハ搬送領域 6 0 側の側面には、ウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T の搬入出口 1 0 1 が形成され、当該搬入出口 1 0 1 には開閉シャッタ 1 0 2 が設けられている。

【 0 0 3 8 】

処理容器 1 0 0 の内部は、内壁 1 0 3 によって、搬送領域 T 1 と処理領域 T 2 に区画されている。上述した搬入出口 1 0 1 は、搬送領域 T 1 における処理容器 1 0 0 の側面に形成されている。また、内壁 1 0 3 にも、ウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T の搬入出口 1 0 4 が形成されている。

【 0 0 3 9 】

搬送領域 T 1 の X 方向正方向側には、ウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T を一時的に載置するためのトランジション 1 1 0 が設けられている。トランジション 1 1 0 は、例えば 2 段に形成され、ウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T のいずれか 2 つを同時に載置することができる。

【 0 0 4 0 】

搬送領域 T 1 には、ウェハ搬送機構 1 1 1 が設けられている。ウェハ搬送機構 1 1 1 は、図 4 及び図 5 に示すように例えば鉛直方向、水平方向 (Y 方向、 X 方向) 及び鉛直軸周りに移動自在な搬送アームを有している。そして、ウェハ搬送機構 1 1 1 は、搬送領域 T 1 内、又は搬送領域 T 1 と処理領域 T 2 との間でウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T を搬送できる。

【 0 0 4 1 】

搬送領域 T 1 の X 方向負方向側には、ウェハ W_U 、 W_L の水平方向の向きを調節する位置調節機構 1 2 0 が設けられている。位置調節機構 1 2 0 は、図 6 に示すように基台 1 2 1 と、ウェハ W_U 、 W_L をピンチャック方式で保持し、且つ回転させる保持部 1 2 2 と、ウェハ W_U 、 W_L のノッチ部の位置を検出する検出部 1 2 3 と、を有している。なお、保

10

20

30

40

50

持部 1 2 2 のピンチャック方式は、後述する上チャック 1 4 0 と下チャック 1 4 1 におけるピンチャック方式と同様であるので説明を省略する。そして、位置調節機構 1 2 0 では、保持部 1 2 2 に保持されたウェハ W_U 、 W_L を回転させながら検出部 1 2 3 でウェハ W_U 、 W_L 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ウェハ W_U 、 W_L の水平方向の向きを調節している。

【 0 0 4 2 】

また、搬送領域 T 1 には、図 4 及び図 5 に示すように上ウェハ W_U の表裏面を反転させる反転機構 1 3 0 が設けられている。反転機構 1 3 0 は、図 7 ~ 図 9 に示すように上ウェハ W_U を保持する保持アーム 1 3 1 を有している。保持アーム 1 3 1 は、水平方向（図 7 及び図 8 中の Y 方向）に延伸している。また保持アーム 1 3 1 には、上ウェハ W_U を保持する保持部材 1 3 2 が例えば 4 箇所設けられている。保持部材 1 3 2 は、図 10 に示すように保持アーム 1 3 1 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 1 3 2 の側面には、上ウェハ W_U の外周部を保持するための切り欠き 1 3 3 が形成されている。そして、これら保持部材 1 3 2 は、上ウェハ W_U を挟み込んで保持することができる。

10

【 0 0 4 3 】

保持アーム 1 3 1 は、図 7 ~ 図 9 に示すように例えばモータなどを備えた第 1 の駆動部 1 3 4 に支持されている。この第 1 の駆動部 1 3 4 によって、保持アーム 1 3 1 は水平軸周りに回動自在である。また保持アーム 1 3 1 は、第 1 の駆動部 1 3 4 を中心に回動自在であると共に、水平方向（図 7 及び図 8 中の Y 方向）に移動自在である。第 1 の駆動部 1 3 4 の下方には、例えばモータなどを備えた第 2 の駆動部 1 3 5 が設けられている。この第 2 の駆動部 1 3 5 によって、第 1 の駆動部 1 3 4 は鉛直方向に延伸する支持柱 1 3 6 に沿って鉛直方向に移動できる。このように第 1 の駆動部 1 3 4 と第 2 の駆動部 1 3 5 によって、保持部材 1 3 2 に保持された上ウェハ W_U は、水平軸周りに回動できると共に鉛直方向及び水平方向に移動できる。また、保持部材 1 3 2 に保持された上ウェハ W_U は、第 1 の駆動部 1 3 4 を中心に回動して、位置調節機構 1 2 0 から後述する上チャック 1 4 0 との間を移動できる。

20

【 0 0 4 4 】

処理領域 T 2 には、図 4 及び図 5 に示すように上ウェハ W_U を下面で吸着保持する第 1 の保持部としての上チャック 1 4 0 と、下ウェハ W_L を上面で載置して吸着保持する第 2 の保持部としての下チャック 1 4 1 とが設けられている。下チャック 1 4 1 は、上チャック 1 4 0 の下方に設けられ、上チャック 1 4 0 と対向配置可能に構成されている。すなわち、上チャック 1 4 0 に保持された上ウェハ W_U と下チャック 1 4 1 に保持された下ウェハ W_L は対向して配置可能となっている。

30

【 0 0 4 5 】

図 4、図 5 及び図 11 に示すように上チャック 1 4 0 は、当該上チャック 1 4 0 の上方に設けられた上チャック支持部 1 5 0 に支持されている。上チャック支持部 1 5 0 は、処理容器 1 0 0 の天井面に設けられている。すなわち、上チャック 1 4 0 は、上チャック支持部 1 5 0 を介して処理容器 1 0 0 に固定されて設けられている。

【 0 0 4 6 】

上チャック支持部 1 5 0 には、下チャック 1 4 1 に保持された下ウェハ W_L の表面 W_L を撮像する上部撮像部 1 5 1 が設けられている。すなわち、上部撮像部 1 5 1 は上チャック 1 4 0 に隣接して設けられている。上部撮像部 1 5 1 には、例えば CCD カメラが用いられる。

40

【 0 0 4 7 】

図 4、図 5 及び図 11 に示すように下チャック 1 4 1 は、当該下チャック 1 4 1 の下方に設けられた第 1 の下チャック移動部 1 6 0 に支持されている。第 1 の下チャック移動部 1 6 0 は、後述するように下チャック 1 4 1 を水平方向（Y 方向）に移動させるように構成されている。また、第 1 の下チャック移動部 1 6 0 は、下チャック 1 4 1 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ている。

50

【0048】

第1の下チャック移動部160には、上チャック140に保持された上ウェハ W_U の表面 W_{U1} を撮像する下部撮像部161が設けられている。すなわち、下部撮像部161は下チャック141に隣接して設けられている。下部撮像部161には、例えばCCDカメラが用いられる。

【0049】

図4、図5及び図11に示すように第1の下チャック移動部160は、当該第1の下チャック移動部160の下面側に設けられ、水平方向(Y方向)に延伸する一対のレール162、162に取り付けられている。そして、第1の下チャック移動部160は、レール162に沿って移動自在に構成されている。

10

【0050】

一対のレール162、162は、第2の下チャック移動部163に配設されている。第2の下チャック移動部163は、当該第2の下チャック移動部163の下面側に設けられ、水平方向(X方向)に延伸する一対のレール164、164に取り付けられている。そして、第2の下チャック移動部163は、レール164に沿って移動自在に構成され、すなわち下チャック141を水平方向(X方向)に移動させるように構成されている。なお、一対のレール164、164は、処理容器100の底面に設けられた載置台165上に配設されている。

【0051】

次に、接合装置41の上チャック140と下チャック141の詳細な構成について説明する。

20

【0052】

上チャック140には、図12及び図13に示すようにピンチャック方式が採用されている。上チャック140は、平面視において少なくとも上ウェハ W_U より大きい径を有する本体部170を有している。本体部170の下面には、上ウェハ W_U の裏面 W_{U2} に接触する複数のピン171が設けられている。ピン171は、径寸法が例えば0.1mm~1mmであり、高さが例えば数十 μ m~数百 μ mである。複数のピン171は、例えば2mmの間隔で均一に配置されている。また本体部170の下面には、支持部172が複数のピン171の外側に環状に設けられている。支持部172は、少なくとも上ウェハ W_U の裏面 W_{U2} の外縁部を支持するように、当該裏面 W_{U2} の外周部を支持する。なお、本実施の形態において上ウェハ W_U の外周部とは、例えば上ウェハ W_U の外縁部から5mmの部分である。

30

【0053】

また、本体部170の下面には、支持部172の内側において隔壁部173が設けられている。隔壁部173は、支持部172と同心円状に環状に設けられている。そして、支持部172の内側の領域174(以下、吸引領域174という場合がある。)は、隔壁部173の内側の第1の吸引領域174aと、隔壁部173の外側の第2の吸引領域174bとに区画されている。

【0054】

本体部170の下面には、第1の吸引領域174aにおいて、上ウェハ W_U を真空引きするための第1の吸引口175aが形成されている。第1の吸引口175aは、例えば第1の吸引領域174aにおいて2箇所形成されている。第1の吸引口175aには、本体部170の内部に設けられた第1の吸引管176aが接続されている。さらに第1の吸引管176aには、継手を介して第1の真空ポンプ177aが接続されている。

40

【0055】

また、本体部170の下面には、第2の吸引領域174bにおいて、上ウェハ W_U を真空引きするための第2の吸引口175bが形成されている。第2の吸引口175bは、例えば第2の吸引領域174bにおいて2箇所形成されている。第2の吸引口175bには、本体部170の内部に設けられた第2の吸引管176bが接続されている。さらに第2の吸引管176bには、継手を介して第2の真空ポンプ177bが接続されている。

50

【 0 0 5 6 】

そして、上ウエハ W_U 、本体部 1 7 0 及び支持部 1 7 2 に囲まれて形成された吸引領域 1 7 4 a、1 7 4 b をそれぞれ吸引口 1 7 5 a、1 7 5 b から真空引きし、吸引領域 1 7 4 a、1 7 4 b を減圧する。このとき、吸引領域 1 7 4 a、1 7 4 b の外部の雰囲気が大気圧であるため、上ウエハ W_U は減圧された分だけ大気圧によって吸引領域 1 7 4 a、1 7 4 b 側に押され、上チャック 1 4 0 に上ウエハ W_U が吸着保持される。また、上チャック 1 4 0 は、第 1 の吸引領域 1 7 4 a と第 2 の吸引領域 1 7 4 b 毎に上ウエハ W_U を真空引き可能に構成されている。

【 0 0 5 7 】

また、支持部 1 7 2 が上ウエハ W_U の裏面 W_{U2} の外縁部を支持するので、上ウエハ W_U はその外周部まで適切に真空引きされる。このため、上チャック 1 4 0 に上ウエハ W_U の全面が吸着保持され、当該上ウエハ W_U の平面度を小さくして、上ウエハ W_U を平坦にすることができる。

10

【 0 0 5 8 】

しかも、複数のピン 1 7 1 の高さが均一なので、上チャック 1 4 0 の下面の平面度をさらに小さくすることができる。このように上チャック 1 4 0 の下面を平坦にして（下面の平面度を小さくして）、上チャック 1 4 0 に保持された上ウエハ W_U の鉛直方向の歪みを抑制することができる。

【 0 0 5 9 】

また、上ウエハ W_U の裏面 W_{U2} は複数のピン 1 7 1 に支持されているので、上チャック 1 4 0 による上ウエハ W_U の真空引きを解除する際、当該上ウエハ W_U が上チャック 1 4 0 から剥がれ易くなる。

20

【 0 0 6 0 】

上チャック 1 4 0 において、本体部 1 7 0 の中心部には、当該本体部 1 7 0 を厚み方向に貫通する貫通孔 1 7 8 が形成されている。この本体部 1 7 0 の中心部は、上チャック 1 4 0 に吸着保持される上ウエハ W_U の中心部に対応している。そして貫通孔 1 7 8 には、後述する押動部材 1 8 0 におけるアクチュエータ部 1 8 1 の先端部が挿通するようになっている。

【 0 0 6 1 】

上チャック 1 4 0 の上面には、上ウエハ W_U の中心部を押圧する押動部材 1 8 0 が設けられている。押動部材 1 8 0 は、アクチュエータ部 1 8 1 とシリンダ部 1 8 2 とを有している。

30

【 0 0 6 2 】

アクチュエータ部 1 8 1 は、電空レギュレータ（図示せず）から供給される空気により一定方向に一定の圧力を発生させるもので、圧力の作用点の位置によらず当該圧力を一定に発生させることができる。そして、電空レギュレータからの空気によって、アクチュエータ部 1 8 1 は、上ウエハ W_U の中心部と当接して当該上ウエハ W_U の中心部にかかる押圧荷重を制御することができる。また、アクチュエータ部 1 8 1 の先端部は、電空レギュレータからの空気によって、貫通孔 1 7 8 を挿通して鉛直方向に昇降自在になっている。

【 0 0 6 3 】

アクチュエータ部 1 8 1 は、シリンダ部 1 8 2 に支持されている。シリンダ部 1 8 2 は、例えばモータを内蔵した駆動部によってアクチュエータ部 1 8 1 を鉛直方向に移動させることができる。

40

【 0 0 6 4 】

以上のように押動部材 1 8 0 は、アクチュエータ部 1 8 1 によって押圧荷重の制御をし、シリンダ部 1 8 2 によってアクチュエータ部 1 8 1 の移動の制御をしている。そして、押動部材 1 8 0 は、後述するウエハ W_U 、 W_L の接合時に、上ウエハ W_U の中心部と下ウエハ W_L の中心部とを当接させて押圧することができる。

【 0 0 6 5 】

下チャック 1 4 1 には、図 1 2 及び図 1 4 に示すように上チャック 1 4 0 と同様にピン

50

チャック方式が採用されている。下チャック141は、平面視において少なくとも下ウェハ W_L より大きい径を有する本体部190を有している。本体部190の上面には、下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} に接触する複数のピン191が設けられている。ピン191は、径寸法が例えば0.1mm~1mmであり、高さが例えば数十 μ m~数百 μ mである。複数のピン191は、例えば0.5mm~1.5mmの間隔で均一に配置されている。また本体部190の上面には、支持部192が複数のピン191の外側に環状に設けられている。支持部192は、少なくとも下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} の外縁部を支持するように、当該裏面 W_{L2} の外周部を支持する。なお、本実施の形態において下ウェハ W_L の外周部とは、例えば下ウェハ W_L の外縁部から5mmの部分である。

【0066】

本体部190の上面には、支持部192の内側の領域193（以下、吸引領域193という場合がある。）において、下ウェハ W_L を真空引きするための吸引口194が複数形成されている。吸引口194には、本体部190の内部に設けられた吸引管195が接続されている。吸引管195は、例えば2本設けられている。さらに吸引管195には、真空ポンプ196が接続されている。

【0067】

そして、下ウェハ W_L 、本体部190及び支持部192に囲まれて形成された吸引領域193を吸引口194から真空引きし、吸引領域193を減圧する。このとき、吸引領域193の外部の雰囲気が大気圧であるため、下ウェハ W_L は減圧された分だけ大気圧によって吸引領域193側に押され、下チャック141に下ウェハ W_L が吸着保持される。

【0068】

ここで、本体部190における支持部192の位置について詳しく説明する。例えば比較例として図15に示すように、支持部192Aが下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} の外縁部より内側に配置されていた場合、吸引領域193Aも下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} の外縁部より内側の領域となる。かかる場合、発明者らが鋭意検討した結果、下チャック141で下ウェハ W_L を吸着保持した際、支持部192Aを起点に、下ウェハ W_L の外周部が鉛直上方に反ることが分かった。

【0069】

これに対して本実施の形態では、図16に示すように支持部192が下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} の外縁部を支持するので、下ウェハ W_L はその外周部まで適切に真空引きされる。このため、下チャック141に下ウェハ W_L の全面が吸着保持され、当該下ウェハ W_L の平面度を小さくして、下ウェハ W_L を平坦にすることができる。

【0070】

しかも、複数のピン191の高さが均一なので、下チャック141の上面の平面度をさらに小さくすることができる。したがって、当該下チャック141に保持された下ウェハ W_L の平面度もさらに小さくすることができ、下ウェハ W_L の鉛直方向の歪みを抑制することができる。

【0071】

なお、図16に示した例では、支持部192の外縁部の位置と下ウェハ W_L の外縁部の位置は一致していたが、支持部192は下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} の外縁部を支持していればよく、例えば図17に示すように支持部192は、当該裏面 W_{L2} の外縁部の外側まで設けられていてもよい。

【0072】

次に、支持部192の大きさについて説明する。図16に示す支持部192の幅 L は、下チャック141が下ウェハ W_L の外周部を真空引きする際に当該下ウェハ W_L の外周部を支持する限度において、できるだけ小さく決定されている。すなわち、下ウェハ W_L の外周部に対する支持部192の接触面積をできるだけ小さくしている。具体的には、支持部192の幅 L は例えば0.25mmである。かかる場合、支持部192の上面にパーティクルが存するのを抑制でき、下ウェハ W_L の鉛直方向の歪みを抑制することができる。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

なお、下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} は複数のピン191に支持されているので、下チャック141による下ウェハ W_L の真空引きを解除する際、当該下ウェハ W_L が下チャック141から剥がれ易くなる。

【 0 0 7 4 】

下チャック141において、本体部190の中心部付近には、当該本体部190を厚み方向に貫通する貫通孔197が例えば3箇所形成されている。そして貫通孔197には、第1の下チャック移動部160の下方に設けられた昇降ピンが挿通するようになっている。

【 0 0 7 5 】

本体部190の外周部には、ウェハ W_U 、 W_L 、重合ウェハ W_T が下チャック141から飛び出したり、滑落するのを防止するガイド部材198が設けられている。ガイド部材198は、本体部190の外周部に複数箇所、例えば4箇所に等間隔に設けられている。

【 0 0 7 6 】

なお、接合装置41における各部の動作は、上述した制御部70によって制御される。

【 0 0 7 7 】

次に、以上のように構成された接合システム1を用いて行われるウェハ W_U 、 W_L の接合処理方法について説明する。図18は、かかるウェハ接合処理の主な工程の例を示すフローチャートである。

【 0 0 7 8 】

まず、複数枚の上ウェハ W_U を収容したカセット C_U 、複数枚の下ウェハ W_L を収容したカセット C_L 、及び空のカセット C_T が、搬入出ステーション2の所定のカセット載置板11に載置される。その後、ウェハ搬送装置22によりカセット C_U 内の上ウェハ W_U が取り出され、処理ステーション3の第3の処理ブロックG3のトランジション装置50に搬送される。

【 0 0 7 9 】

次に上ウェハ W_U は、ウェハ搬送装置61によって第1の処理ブロックG1の表面改質装置30に搬送される。表面改質装置30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と窒素ガスが励起されてプラズマ化され、イオン化される。この酸素イオンと窒素イオンが上ウェハ W_U の表面 W_{U1} に照射されて、当該表面 W_{U1} がプラズマ処理される。そして、上ウェハ W_U の表面 W_{U1} が改質される(図18の工程S1)。

【 0 0 8 0 】

次に上ウェハ W_U は、ウェハ搬送装置61によって第2の処理ブロック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、スピチャックに保持された上ウェハ W_U を回転させながら、当該上ウェハ W_U 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 W_U の表面 W_{U1} 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 W_U の表面 W_{U1} に水酸基(シラノール基)が付着して当該表面 W_{U1} が親水化される。また、当該純水によって、上ウェハ W_U の表面 W_{U1} が洗浄される(図18の工程S2)。

【 0 0 8 1 】

次に上ウェハ W_U は、ウェハ搬送装置61によって第2の処理ブロック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 W_U は、トランジション110を介してウェハ搬送機構111により位置調節機構120に搬送される。そして位置調節機構120によって、上ウェハ W_U の水平方向の向きが調節される(図18の工程S3)。

【 0 0 8 2 】

その後、位置調節機構120から反転機構130の保持アーム131に上ウェハ W_U が受け渡される。続いて搬送領域T1において、保持アーム131を反転させることにより、上ウェハ W_U の表裏面が反転される(図18の工程S4)。すなわち、上ウェハ W_U の表面 W_{U1} が下方に向けられる。

【 0 0 8 3 】

10

20

30

40

50

その後、反転機構 130 の保持アーム 131 が、第 1 の駆動部 134 を中心に回転して上チャック 140 の下方に移動する。そして、反転機構 130 から上チャック 140 に上ウェハ W_U が受け渡される。上ウェハ W_U は、上チャック 140 にその裏面 W_{U2} が吸着保持される（図 18 の工程 S5）。具体的には、真空ポンプ 177a、177b を作動させ、吸引領域 174a、174b をそれぞれ吸引口 175a、175b から真空引きし、上ウェハ W_U が上チャック 140 に吸着保持される。

【0084】

上ウェハ W_U に上述した工程 S1 ~ S5 の処理が行われている間、当該上ウェハ W_U に続いて下ウェハ W_L の処理が行われる。まず、ウェハ搬送装置 22 によりカセット C_L 内の下ウェハ W_L 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。

10

【0085】

次に下ウェハ W_L は、ウェハ搬送装置 61 によって表面改質装置 30 に搬送され、下ウェハ W_L の表面 W_{L1} が改質される（図 18 の工程 S6）。なお、工程 S6 における下ウェハ W_L の表面 W_{L1} の改質は、上述した工程 S1 と同様である。

【0086】

その後、下ウェハ W_L は、ウェハ搬送装置 61 によって表面親水化装置 40 に搬送され、下ウェハ W_L の表面 W_{L1} が親水化される共に当該表面 W_{L1} が洗浄される（図 18 の工程 S7）。なお、工程 S7 における下ウェハ W_L の表面 W_{L1} の親水化及び洗浄は、上述した工程 S2 と同様である。

20

【0087】

その後、下ウェハ W_L は、ウェハ搬送装置 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 W_L は、トランジション 110 を介してウェハ搬送機構 111 により位置調節機構 120 に搬送される。そして位置調節機構 120 によって、下ウェハ W_L の水平方向の向きが調節される（図 18 の工程 S8）。

【0088】

その後、下ウェハ W_L は、ウェハ搬送機構 111 によって下チャック 141 に搬送され、下チャック 141 にその裏面 W_{L2} が吸着保持される（図 18 の工程 S9）。具体的には、真空ポンプ 196 を作動させ、吸引領域 193 を吸引口 194 から真空引きし、下ウェハ W_L が下チャック 141 に吸着保持される。

30

【0089】

次に、図 19 に示すように上部撮像部 151 と下部撮像部 161 の水平方向位置の調節を行う。具体的には、下部撮像部 161 が上部撮像部 151 の略下方に位置するように、第 1 の下チャック移動部 160 と第 2 の下チャック移動部 163 によって下チャック 141 を水平方向（X 方向及び Y 方向）に移動させる。そして、上部撮像部 151 と下部撮像部 161 で共通のターゲット T を確認し、上部撮像部 151 と下部撮像部 161 の水平方向位置が一致するように、下部撮像部 161 の水平方向位置が調節される。このとき、上部撮像部 151 は処理容器 100 に固定されているので、下部撮像部 161 のみを移動させればよく、上部撮像部 151 と下部撮像部 161 の水平方向位置を適切に調節できる。

【0090】

40

次に、図 20 に示すように第 1 の下チャック移動部 160 によって下チャック 141 を鉛直上方に移動させた後、上チャック 140 と下チャック 141 の水平方向位置の調節を行い、当該上チャック 140 に保持された上ウェハ W_U と下チャック 141 に保持された下ウェハ W_L との水平方向位置の調節を行う。

【0091】

なお、上ウェハ W_U の表面 W_{U1} には予め定められた複数、例えば 3 点の基準点 A1 ~ A3 が形成され、同様に下ウェハ W_L の表面 W_{L1} には予め定められた複数、例えば 3 点の基準点 B1 ~ B3 が形成されている。基準点 A1、A3 と B1、B3 はそれぞれウェハ W_U 、 W_L の外周部の基準点であり、基準点 A2 と B2 はそれぞれウェハ W_U 、 W_L の中心部の基準点である。なお、これら基準点 A1 ~ A3、B1 ~ B3 としては、例えばウェ

50

上ウエハ W_U 、下ウエハ W_L 上に形成された所定のパターンがそれぞれ用いられる。

【0092】

図20及び図21に示すように、第1の下チャック移動部160と第2の下チャック移動部163によって下チャック141を水平方向(X方向及びY方向)に移動させ、上部撮像部151を用いて下ウエハ W_L の表面 W_{L1} の基準点B1~B3を順次撮像する。同時に、下部撮像部161を用いて上ウエハ W_U の表面 W_{U1} の基準点A1~A3を順次撮像する。撮像された画像は、制御部70に出力される。制御部70では、上部撮像部151で撮像された画像と下部撮像部161で撮像された画像に基づいて、上ウエハ W_U の基準点A1~A3と下ウエハ W_L の基準点B1~B3がそれぞれ合致するような位置に、第1の下チャック移動部160と第2の下チャック移動部163によって下チャック141を移動させる。こうして上ウエハ W_U と下ウエハ W_L の水平方向位置が調節される(図18の工程S10)。このとき、上チャック140は処理容器100に固定されているので、下チャック141のみを移動させればよく、上チャック140と下チャック141の水平方向位置を適切に調節でき、上ウエハ W_U と下ウエハ W_L との水平方向位置を適切に調節できる。

10

【0093】

その後、図22に示すように第1の下チャック移動部160によって下チャック141を鉛直上方に移動させて、上チャック140と下チャック141の鉛直方向位置の調節を行い、当該上チャック140に保持された上ウエハ W_U と下チャック141に保持された下ウエハ W_L との鉛直方向位置の調節を行う(図18の工程S11)。このとき、下ウエハ W_L の表面 W_{L1} と上ウエハ W_U の表面 W_{U1} との間の間隔は所定の距離、例えば50 μm ~200 μm になっている。

20

【0094】

次に、上チャック140に保持された上ウエハ W_U と下チャック141に保持された下ウエハ W_L の接合処理が行われる。

【0095】

まず、図23に示すように押動部材180のシリンダ部182によってアクチュエータ部181を下降させる。そうすると、このアクチュエータ部181の下降に伴い、上ウエハ W_U の中心部が押圧されて下降する。このとき、電空レギュレータから供給される空気によって、アクチュエータ部181には、所定の押圧荷重、例えば200g~250gがかけられる。そして、押動部材180によって、上ウエハ W_U の中心部と下ウエハ W_L の中心部を当接させて押圧する(図18の工程S12)。このとき、第1の真空ポンプ177aの作動を停止して、第1の吸引領域174aにおける第1の吸引管176aからの上ウエハ W_U の真空引きを停止すると共に、第2の真空ポンプ177bは作動させたままにし、第2の吸引領域174bを第2の吸引口175bから真空引きする。そして、押動部材180で上ウエハ W_U の中心部を押圧する際にも、上チャック140によって上ウエハ W_U の外周部を保持することができる。

30

【0096】

そうすると、押圧された上ウエハ W_U の中心部と下ウエハ W_L の中心部との間で接合が開始する(図23中の太線部)。すなわち、上ウエハ W_U の表面 W_{U1} と下ウエハ W_L の表面 W_{L1} はそれぞれ工程S1、S6において改質されているため、先ず、表面 W_{U1} 、 W_{L1} 間にファンデルワールス力(分子間力)が生じ、当該表面 W_{U1} 、 W_{L1} 同士が接合される。さらに、上ウエハ W_U の表面 W_{U1} と下ウエハ W_L の表面 W_{L1} はそれぞれ工程S2、S7において親水化されているため、表面 W_{U1} 、 W_{L1} 間の親水基が水素結合し(分子間力)、表面 W_{U1} 、 W_{L1} 同士が強固に接合される。

40

【0097】

その後、図24に示すように押動部材180によって上ウエハ W_U の中心部と下ウエハ W_L の中心部を押圧した状態で第2の真空ポンプ177bの作動を停止して、第2の吸引領域174bにおける第2の吸引管176bからの上ウエハ W_U の真空引きを停止する。そうすると、上ウエハ W_U が下ウエハ W_L 上に落下する。このとき、上ウエハ W_U の裏面

50

W_U2 は複数のピン 171 に支持されているので、上チャック 140 による上ウェハ W_U の真空引きを解除した際、当該上ウェハ W_U が上チャック 140 から剥がれ易くなっている。そして上ウェハ W_U の中心部から外周部に向けて、上ウェハ W_U の真空引きを停止し、上ウェハ W_U が下ウェハ W_L 上に順次落下して当接し、上述した表面 W_U1 、 W_L1 間のファンデルワールス力と水素結合による接合が順次拡がる。こうして、図 25 に示すように上ウェハ W_U の表面 W_U1 と下ウェハ W_L の表面 W_L1 が全面で当接し、上ウェハ W_U と下ウェハ W_L が接合される（図 18 の工程 S13）。

【0098】

この工程 S13 において、例えば上述の図 15 に示したように下ウェハ W_L の外周部が鉛直上方に沿っている場合、上ウェハ W_U の外周部と下ウェハ W_L の外周部の距離が小さくなる。そうすると、上ウェハ W_U が下ウェハ W_L 上に落下する際、その外周部ではウェハ W_U 、 W_L 間の空気を外部に追い出しきれず流出させる前に、上ウェハ W_U が下ウェハ W_L に当接する場合がある。かかる場合、接合された重合ウェハ W_T にボイドが発生する虞がある。

10

【0099】

この点、本実施の形態では、上述の図 16 に示したように下チャック 141 によって下ウェハ W_L の全面が吸着保持され、下ウェハ W_L がその外周部まで平坦になっている。しかも、上チャック 140 においても上ウェハ W_U の全面が吸着保持され、上ウェハ W_U がその外周部まで平坦になっている。したがって、ウェハ W_U 、 W_L 間の空気を外部に流出させて、重合ウェハ W_T にボイドが発生するのを抑制することができる。

20

【0100】

その後、図 26 に示すように押動部材 180 のアクチュエータ部 181 を上チャック 140 まで上昇させる。また、真空ポンプ 196 の作動を停止し、吸引領域 193 における下ウェハ W_L の真空引きを停止して、下チャック 141 による下ウェハ W_L の吸着保持を停止する。このとき、下ウェハ W_L の裏面 W_L2 は複数のピン 191 に支持されているので、下チャック 141 による下ウェハ W_L の真空引きを解除した際、当該下ウェハ W_L が下チャック 141 から剥がれ易くなっている。

【0101】

上ウェハ W_U と下ウェハ W_L が接合された重合ウェハ W_T は、ウェハ搬送装置 61 によってトランジション装置 51 に搬送され、その後搬入出ステーション 2 のウェハ搬送装置 22 によって所定のカセット載置板 11 のカセット C_T に搬送される。こうして、一連のウェハ W_U 、 W_L の接合処理が終了する。

30

【0102】

以上の実施の形態によれば、下チャック 141 において、下チャック 141 が下ウェハ W_L の外周部を真空引きする際に当該下ウェハ W_L の外周部を支持する限度で、下ウェハ W_L に対する支持部 192 の接触面積をできるだけ小さくしている。支持部 192 の上面上にパーティクルが存するのを抑制でき、下ウェハ W_L の鉛直方向の歪みを抑制することができる。

【0103】

また、下チャック 141 は下ウェハ W_L の全面を真空引きしており、すなわち、下チャック 141 は下ウェハ W_L の外周部も適切に真空引きするので、当該下ウェハ W_L まで平坦にすることができる。しかも、上チャック 140 においても上ウェハ W_U の全面が吸着保持され、上ウェハ W_U がその外周部まで平坦になっている。したがって、ウェハ W_U 、 W_L 間の空気を外部に流出させて、重合ウェハ W_T にボイドが発生するのを抑制することができる。

40

【0104】

以上のように本実施の形態によれば、重合ウェハ W_T の鉛直方向の歪みを抑制しつつ、重合ウェハ W_T のボイドの発生を抑制して、ウェハ W_U 、 W_L 同士の接合処理を適切に行うことができる。

【0105】

50

また、本実施の形態の接合システム 1 は、接合装置 4 1 に加えて、ウェハ W_U 、 W_L の表面 W_{U1} 、 W_{L1} を改質する表面改質装置 3 0 と、表面 W_{U1} 、 W_{L1} を親水化すると共に当該表面 W_{U1} 、 W_{L1} を洗浄する表面親水化装置 4 0 も備えているので、一のシステム内でウェハ W_U 、 W_L の接合を効率よく行うことができる。したがって、ウェハ接合処理のスループットをより向上させることができる。

【0106】

次に、以上の実施の形態の接合装置 4 1 における下チャック 1 4 1 の他の実施の形態について説明する。

【0107】

図 2 7 に示すように下チャック 1 4 1 の支持部 1 9 2 は弾性を有していてもよい。支持部 1 9 2 には、硬度が 2 0 度以下の材料、例えばシリコンスポンジや P T F E ゴムを用いるのが好ましい。かかる場合、仮に支持部 1 9 2 上にパーティクル P が存していても、下チャック 1 4 1 が下ウェハ W_L を真空引きする際、支持部 1 9 2 が変形し、パーティクル P が当該支持部 1 9 2 内に埋没する。このため、下ウェハ W_L の外周部を平坦にすることができ、下ウェハ W_L の鉛直方向の歪みを抑制することができる。

【0108】

また、図 2 8 に示すように下チャック 1 4 1 の本体部 1 9 0 上において、支持部 1 9 2 に隣接する外周領域 E に設けられるピン 1 9 1 e の間隔は、当該外周領域 E の内側に設けられたピン 1 9 1 の間隔よりも小さくてもよい。具体的には、ピン 1 9 1 の間隔が 1 mm であるのに対し、ピン 1 9 1 e の間隔は 0 . 7 5 mm である。例えば図 2 9 に示すように、支持部 1 9 2 と当該支持部 1 9 2 に隣接するピン 1 9 1 との間隔が大きい場合、下チャック 1 4 1 が下ウェハ W_L の外周部を真空引きする際、当該下ウェハ W_L の外周部が鉛直下方に歪む虞がある。そこで、図 3 0 に示すように外周領域 E におけるピン 1 9 1 e の間隔を小さくすることで、かかる下ウェハ W_L の外周部の鉛直方向の歪みを抑制することができ、下ウェハ W_L の外周部を平坦にすることができる。

【0109】

また、図 3 1 及び図 3 2 に示すように下チャック 1 4 1 の本体部 1 9 0 の中央部の領域（以下、中央領域 C という。）に設けられたピン 1 9 1 c の間隔は、当該中央領域 C の外側に設けられたピン 1 9 1 の間隔よりも小さくてもよい。具体的には、ピン 1 9 1 の間隔が 1 . 4 mm であるのに対し、ピン 1 9 1 c の間隔が 0 . 7 5 mm である。上述したようにウェハ W_U 、 W_L の接合処理における工程 S 1 2 では、押動部材 1 8 0 によって、上ウェハ W_U の中心部と下ウェハ W_L の中心部が押圧される。そうすると、この押圧荷重によって、下ウェハ W_L の中央部が鉛直下方に歪む虞がある。そこで、図 3 3 に示すように中央領域 C におけるピン 1 9 1 c の間隔を小さくすることで、かかる下ウェハ W_L の中央部の鉛直方向の歪みを抑制することができ、下ウェハ W_L を平坦にすることができる。

【0110】

さらに上記実施の形態において、図 3 4 に示すように中央領域 C を複数の領域に区画し、区画された領域毎にピン 1 9 1 c の間隔を変更してもよい。具体的には、中央領域 C は、例えば円形状の第 1 の中央領域 C 1 と、当該第 1 の中央領域 C 1 の外側において第 1 の中央領域 C 1 と同心円状に環状に設けられた第 2 の中央領域 C 2 とに区画される。そして、第 1 の中央領域 C 1 におけるピン 1 9 1 c の間隔は、第 2 の中央領域 C 2 におけるピン 1 9 1 c の間隔より小さい。さらに第 2 の中央領域 C 2 におけるピン 1 9 1 c の間隔は、中央領域 C の外側におけるピン 1 9 1 の間隔より小さい。このように内側領域から外側領域に向けて、ピン 1 9 1 c（ピン 1 9 1）の間隔を段階的に大きくすることで、下チャック 1 4 1 に支持される下ウェハ W_L の接触面積を滑らかに変動させることができ、下ウェハ W_L をより平坦にすることができる。なお、中央領域 C を区画する数は、本実施の形態に限定されず、任意に設定することができる。区画する数が多い方が、上記効果をより顕著に享受できる。

【0111】

また、図 3 5 に示すように下チャック 1 4 1 は、当該下チャック 1 4 1 に保持された下

ウェハ W_L の温度を調節する温度調節機構200を有していてもよい。温度調節機構200は、例えば本体部190に内蔵される。また、温度調節機構200には、例えばヒータが用いられる。かかる場合、温度調節機構200によって下ウェハ W_L を所定の温度に加熱することにより、上述した工程S13を行う際、ウェハ W_U 、 W_L 間の空気を消滅させることができる。したがって、重合ウェハ W_T のボイドの発生をより確実に抑制することができる。

【0112】

また、下チャック141においてピン191の先端部の表面は、荒し加工が施されていてもよい。すなわち、下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} に接触するピン191の表面が荒し加工されていてもよい。かかる場合、例えば下ウェハ W_L の裏面 W_{L2} にパーティクルが付着していたとしても、当該パーティクルが、荒し加工の施されたピン191の表面に付着することがない。したがって、以降の下ウェハ W_L を接合処理する際には、上記パーティクルの影響がなく、接合処理を適切に行うことができる。なお、ピン191の表面粗さは任意に設定することができるが、例えば算術平均粗さ R_a を0.04~0.06とすると、上記効果を楽しむことができることが分かった。

10

【0113】

以上の実施の形態の下チャック141では、下ウェハ W_L の外周部まで真空引きするため、下ウェハ W_L の外縁部を支持する環状の支持部192を設けていたが(以下、かかる構成をリングシールという場合がある。)、下ウェハ W_L の外周部を真空引きする構成はこれに限定されない。

20

【0114】

例えば図36に示すように、いわゆる静圧シールを用いて、下ウェハ W_L の外周部まで真空引きしてもよい。具体的には、本体部190上のピン191が下ウェハ W_L の外周部まで設けられている。そして、真空ポンプ196による吸引圧力を調節して、下ウェハ W_L の外周部まで真空引きする。なお、本実施の形態では、下ウェハ W_L の外周部に対応する位置のピン191が、本発明における支持部(他のピン)を構成している。かかる場合、下ウェハ W_L の外周部に対する支持部(ピン191)の接触面積をより小さくすることができる。したがって、支持部上にパーティクルが存するのをさらに抑制でき、下ウェハ W_L の鉛直方向の歪みをより確実に抑制することができる。

30

【0115】

また上記実施の形態において、図37に示すように下チャック141は突出部210を有していてもよい。突出部210は、本体部190上において下ウェハ W_L の外周部に対応する位置に環状に設けられている。なお、突出部210は、ピン191より低い高さで設けられている。そして、下ウェハ W_L の外周部に対応する位置のピン191は、突出部210上に配置されている。

【0116】

なお、本実施の形態では、突出部210の外縁部の位置は下ウェハ W_L の外縁部の位置と一致しているが、突出部210は、当該下ウェハ W_L の外縁部の外側まで設けられていてもよい。また、突出部210の内縁部の位置は特に限定されるものではない。

【0117】

かかる場合、下チャック141が下ウェハ W_L を真空引きする際、突出部210が設けられている第1の吸引領域193aにおける流速を、突出部210が設けられていない第2の吸引領域193bにおける流速より大きくすることができる。そうすると、下ウェハ W_L の外周部を中央部より強い力で真空引きすることができるので、真空ポンプ196による吸引圧力を小さくすることができる。このため、ウェハ W_U 、 W_L の接合処理を効率よく行うことができる。

40

【0118】

なお、本実施の形態のように下チャック141が静圧シール方式を採用した場合でも、リングシール方式の図31~34で示したように、中央領域Cに設けられたピン191cの間隔を、該中央領域Cの外側に設けられたピン191の間隔よりも小さくてもよい。ま

50

た、図35に示したように、下チャック141に温度調節機構200を設けてもよい。さらに、ピン191の先端部の表面は荒し加工が施されていてもよい。

【0119】

また、上述した図27～図37を示して下チャック141の変形例について説明したが、当該変形例は上チャック140にも適用することができる。

【0120】

以上の実施の形態の接合装置41では、上チャック140を処理容器100に固定し、且つ下チャック141を水平方向及び鉛直方向に移動させていたが、反対に上チャック140を水平方向及び鉛直方向に移動させ、且つ下チャック141を処理容器100に固定してもよい。但し、上チャック140を移動させる方が、移動機構が大掛かりになるため、上記実施の形態のように上チャック140を処理容器100に固定する方が好ましい。

10

【0121】

以上の実施の形態の接合システム1において、接合装置41でウェハ W_U 、 W_L を接合した後、さらに接合された重合ウェハ W_T を所定の温度で加熱（アニール処理）してもよい。重合ウェハ W_T にかかる加熱処理を行うことで、接合界面をより強固に結合させることができる。

【0122】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。本発明はこの例に限らず種々の態様を採りうるものである。本発明は、基板がウェハ以外のFPD（フラットパネルディスプレイ）、フォトマスク用のマスクレチクルなどの他の基板である場合にも適用できる。

20

【符号の説明】

【0123】

- 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
- 61 ウェハ搬送装置
- 70 制御部
- 140 上チャック
- 141 下チャック
- 170 本体部
- 171 ピン
- 172 支持部
- 190 本体部
- 191 ピン
- 192 支持部
- 200 温度調節機構
- 210 突出部
- C 中央領域
- C1 第1の中央領域
- C2 第2の中央領域
- E 外周領域
- W_U 上ウェハ
- W_L 下ウェハ

30

40

50

W_T 重合ウェハ

【要約】

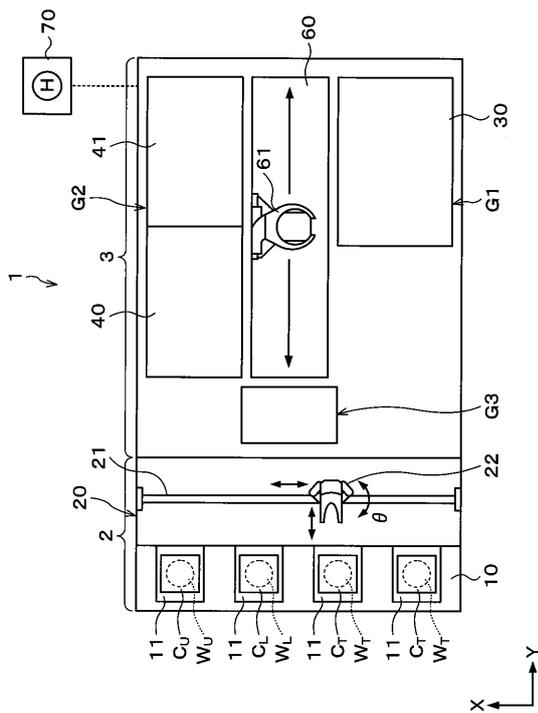
【課題】基板同士を接合する際に基板を適切に保持して、当該基板同士の接合処理を適切に行う。

【解決手段】接合装置41は、下面に上ウェハW_Uを真空引きして吸着保持する上チャック140と、上チャック140の下方に設けられ、上面に下ウェハW_Lを真空引きして吸着保持する下チャック141と、を有する。下チャック141は、下ウェハW_Lの全面を真空引きする本体部190と、本体部190上に設けられ、下ウェハW_Lの裏面に接触する複数のピン191と、本体部190上であって複数のピン191の外側に設けられ、下チャック141が下ウェハW_Lの外周部を真空引きする際に当該下ウェハW_Lの外周部を支持するように、下ウェハW_Lの外周部に対して小さい接触面積を備えた支持部192と、を有する。

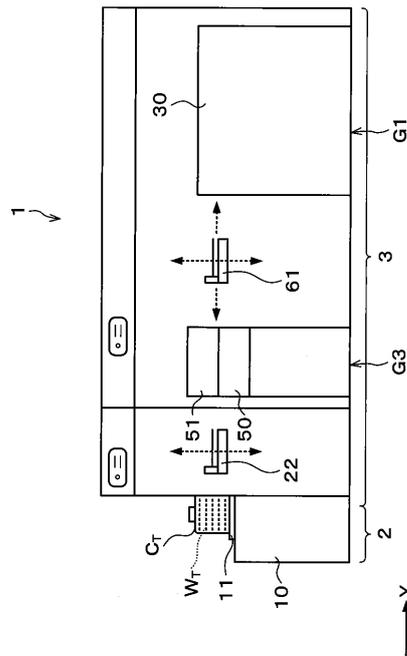
10

【選択図】図12

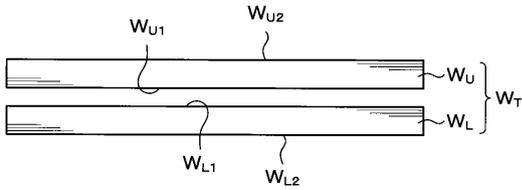
【図1】



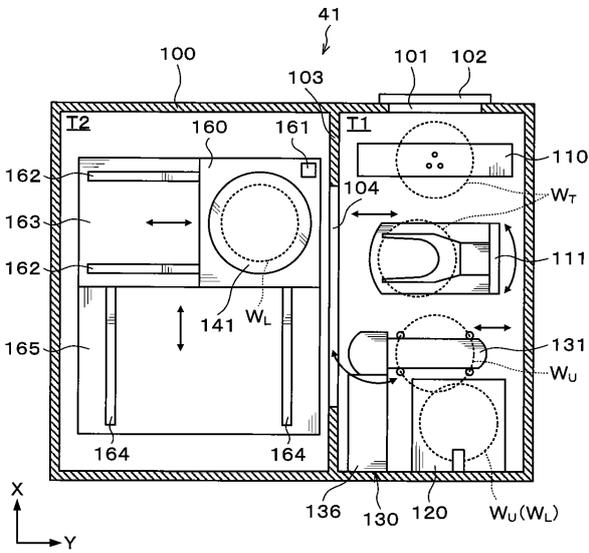
【図2】



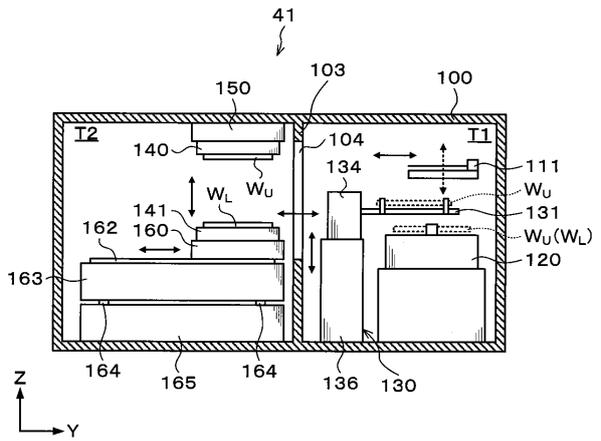
【図3】



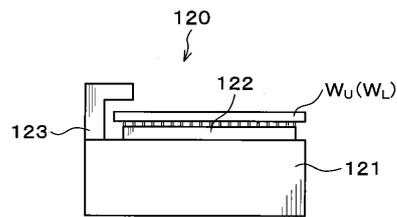
【図4】



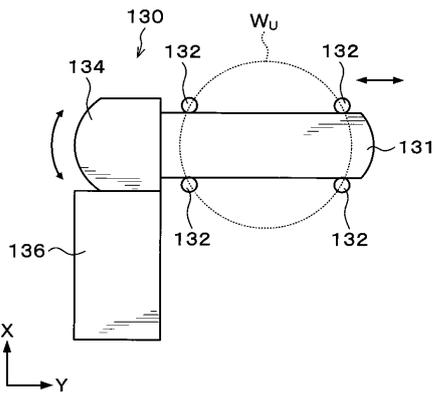
【図5】



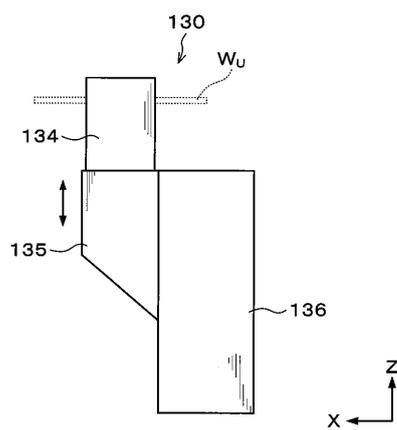
【図6】



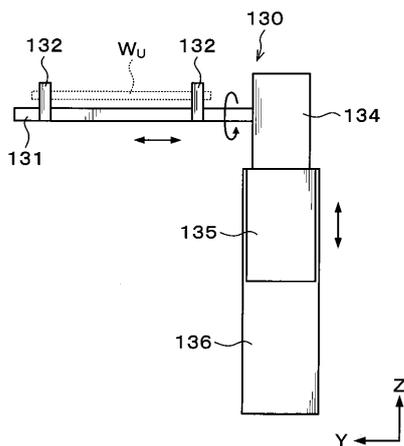
【図7】



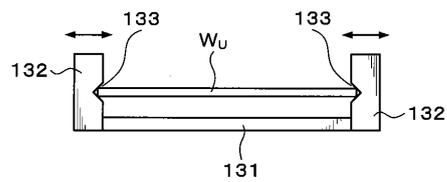
【図9】



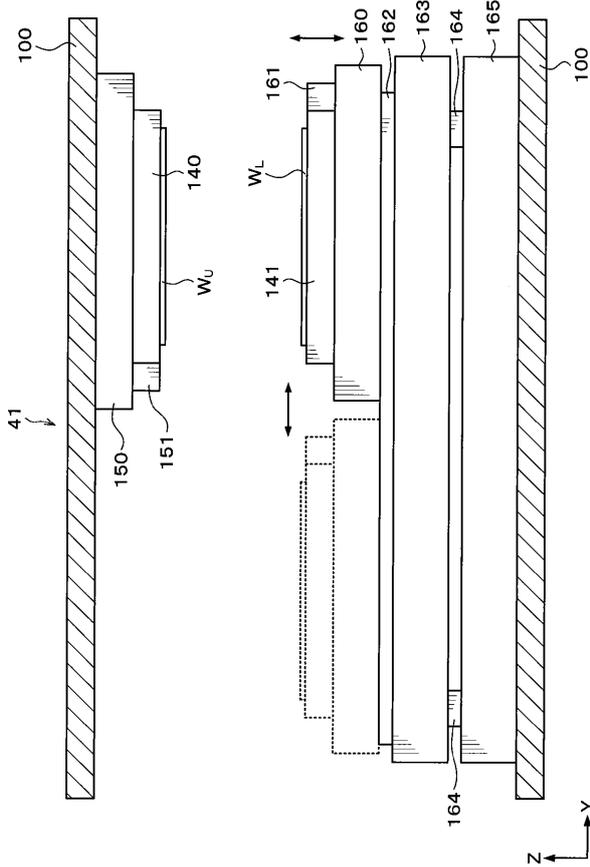
【図8】



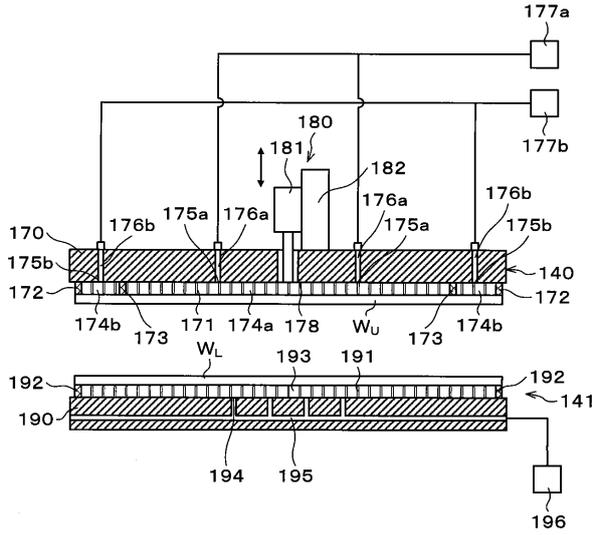
【図10】



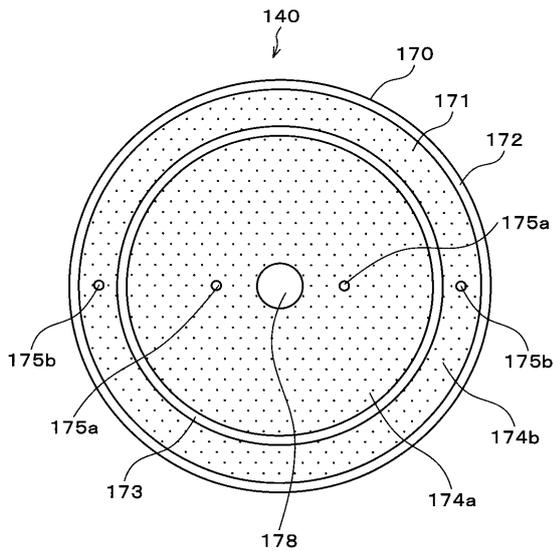
【図11】



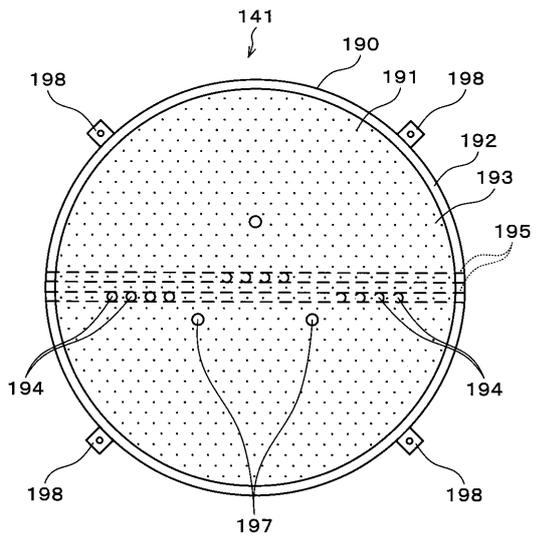
【図12】



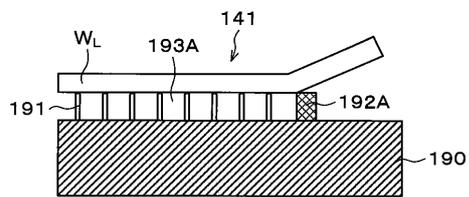
【図13】



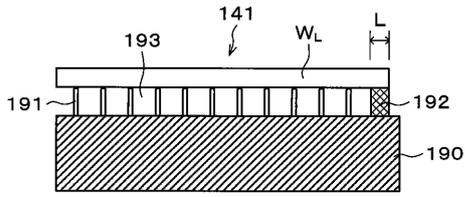
【図14】



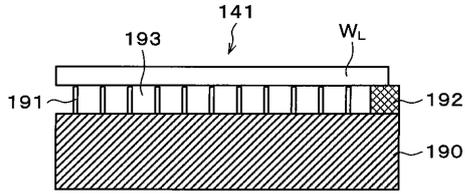
【図15】



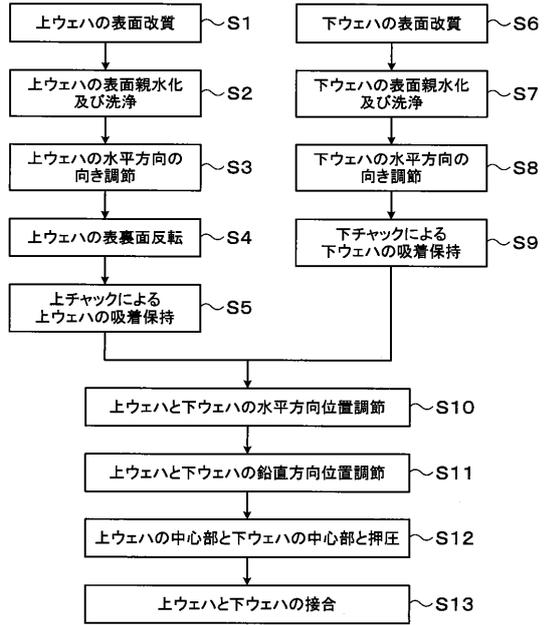
【図16】



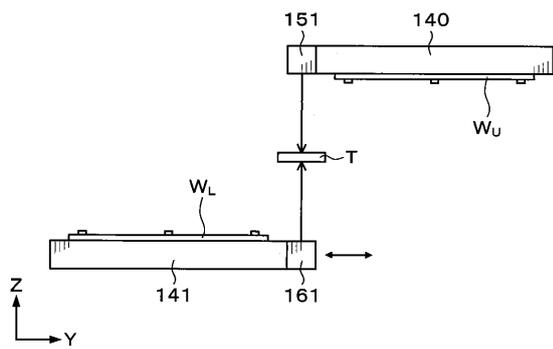
【図17】



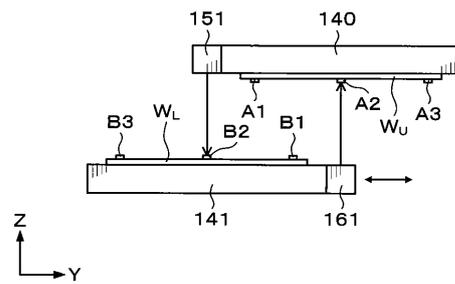
【図18】



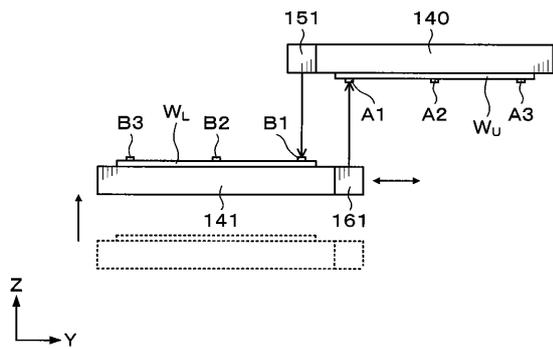
【図19】



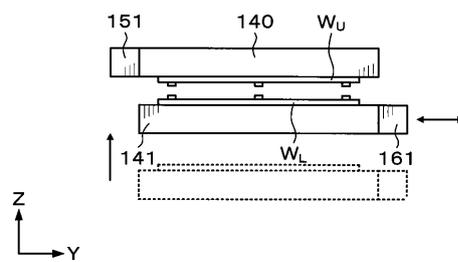
【図21】



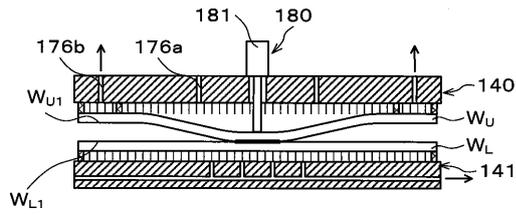
【図20】



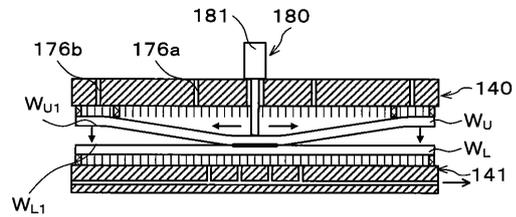
【図22】



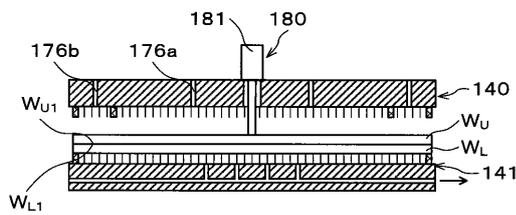
【図23】



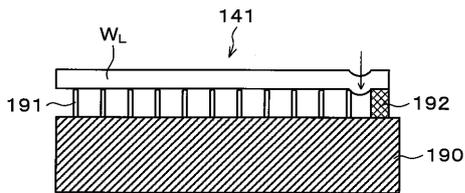
【図24】



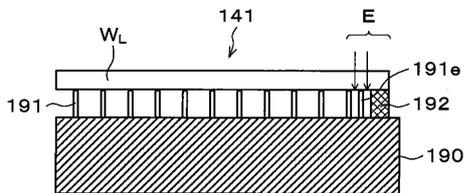
【図25】



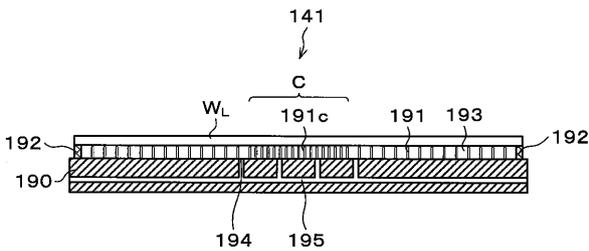
【図29】



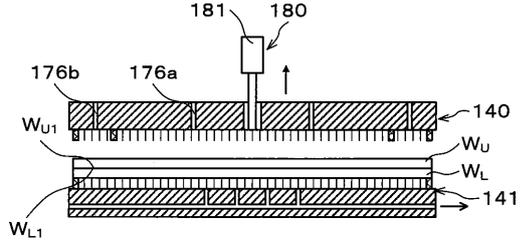
【図30】



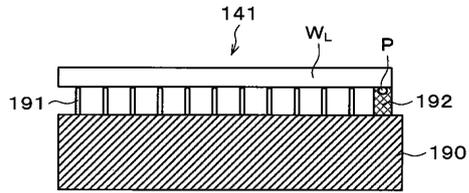
【図31】



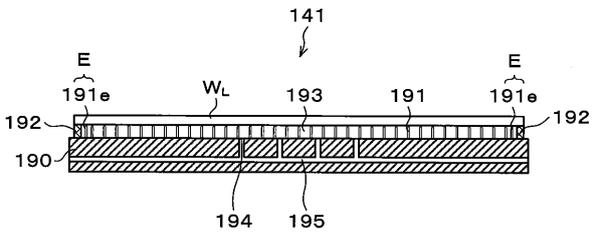
【図26】



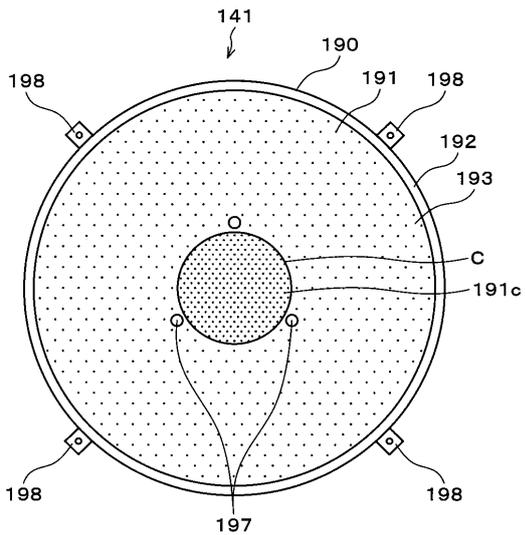
【図27】



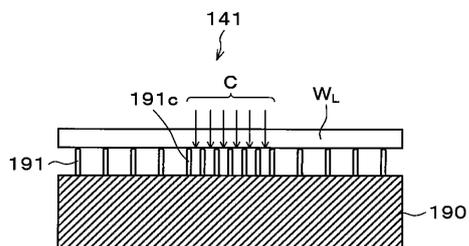
【図28】



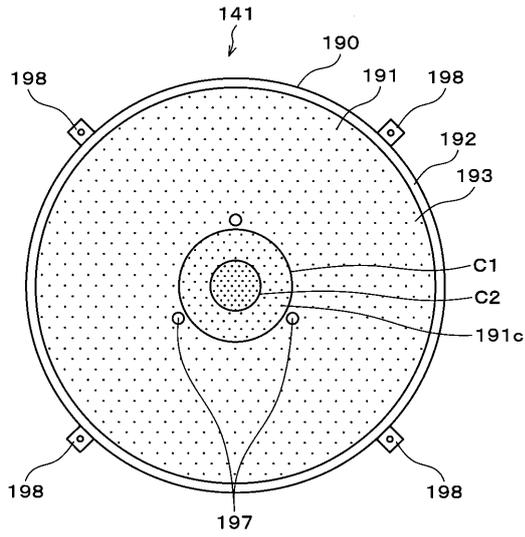
【図32】



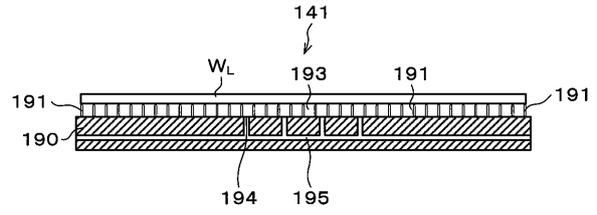
【図33】



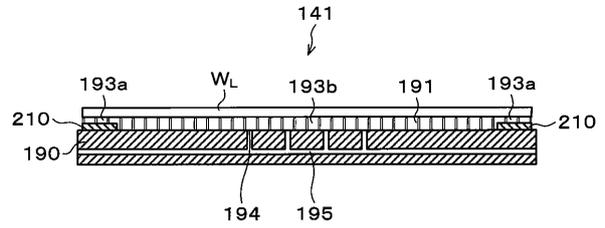
【図 3 4】



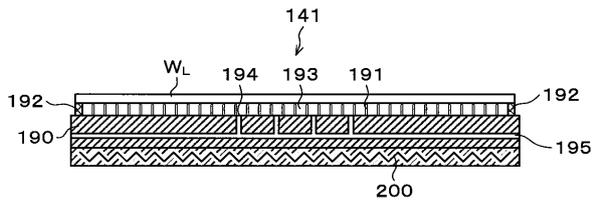
【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 古家 元
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 古谷 悟郎
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 岩本 康信
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 堀江 義隆

- (56)参考文献 特開2012-175043(JP,A)
特開2002-343853(JP,A)
特開2004-221323(JP,A)
特開2011-114238(JP,A)
特開2001-185607(JP,A)
特開昭62-221130(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/02
H01L 21/68
H01L 21/683