

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4875676号
(P4875676)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 3 K 20/00 (2006.01)

B 2 3 K 20/00 3 5 O

H O 1 L 21/02 (2006.01)

H O 1 L 21/02 B

B 2 3 K 20/14 (2006.01)

B 2 3 K 20/14

B 2 3 K 101/40 (2006.01)

B 2 3 K 101:40

請求項の数 12 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2008-223638 (P2008-223638)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成20年9月1日(2008.9.1)		三菱重工業株式会社
(62) 分割の表示	特願2008-50551 (P2008-50551)		東京都港区港南二丁目16番5号
	の分割	(74) 代理人	100102864
原出願日	平成20年2月29日(2008.2.29)		弁理士 工藤 実
(65) 公開番号	特開2009-208150 (P2009-208150A)	(74) 代理人	100117617
(43) 公開日	平成21年9月17日(2009.9.17)		弁理士 中尾 圭策
審査請求日	平成20年9月1日(2008.9.1)	(72) 発明者	津野 武志
			神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1
			三菱重工業株式会社先進技術研究センタ
			一内
		(72) 発明者	後藤 崇之
			神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1
			三菱重工業株式会社先進技術研究センタ
			一内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 常温接合装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1基板を保持する第1試料台を支持する第1ステージを第1方向に駆動する第1駆動装置と、

第2基板を保持する第2試料台に同体に接合される弾性案内と、

前記弾性案内を支持し、前記第1基板と前記第2基板とが圧接されていないときに、前記弾性案内を駆動することにより前記第2試料台を前記第1方向に平行でない第2方向に駆動する第2駆動装置と、

前記第2基板と前記第1基板とが圧接されるときに、前記第1方向に前記第2試料台を支持するキャリッジ支持台と、

前記第2基板を固定するカートリッジを前記第2試料台に機械的に固定するメカニカルロック機構とを具備し、

前記弾性案内は、前記第1基板と前記第2基板とが圧接されるときに前記第2試料台が前記キャリッジ支持台に接触するように、弾性変形し、

前記カートリッジは、複数の穴が形成され、

前記メカニカルロック機構は、

平行移動可能に前記第2試料台に支持されている複数のピンと、

回転されることにより前記複数のピンを平行移動させるカムとを備え、

前記メカニカルロック機構は、前記複数のピンが前記複数の穴に入っているときに回転機構により前記カムを回転させることにより、前記複数のピンを平行移動させ、前記第2

試料台に前記カートリッジを固定する

常温接合装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 2 駆動装置は、前記第 1 基板と前記第 2 基板とが圧接されていないときに、前記第 2 試料台が前記キャリッジ支持台に接触しないように前記弾性案内を支持する

常温接合装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記第 1 試料台を前記第 1 ステージに、前記第 1 試料台の向きを変更可能に支持する角度調整機構

を更に具備する常温接合装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記角度調整機構は、

前記第 1 試料台に固定される球フランジと、

前記第 1 ステージに固定される球座と、

前記球フランジをかしめることにより前記球フランジを前記球座に固定する固定フランジとを備える

常温接合装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかにおいて、

光を発する光源と、

前記第 1 基板または前記第 2 基板にパターンニングされたアライメントマークを反射する前記光の反射光に基づいて画像を撮像するカメラとを更に具備し、

前記キャリッジ支持台は、前記光と前記反射光とが透過する観察窓が形成される

常温接合装置。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記第 1 試料台と前記第 2 試料台とを内部に配置する接合チャンバーと、

ロードロックチャンバーと前記接合チャンバーとの間を開閉するゲートバルブと、

前記ゲートバルブを介して前記第 1 基板と前記第 2 基板とを前記ロードロックチャンバーから前記接合チャンバーに搬送する搬送装置と、

前記第 1 表面と前記第 2 表面とが離れているときに、一箇所から放出される粒子を前記真空雰囲気中で前記第 1 表面と前記第 2 表面との間に向けて照射する表面清浄化装置とを具備し、

前記粒子のビームの中心線は、前記接合チャンバーの内側表面のうちの前記ゲートバルブを除く領域に向いている

常温接合装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

互いに独立して減圧可能である複数のカセットチャンバーを更に具備し、

前記搬送装置は、前記第 1 基板を前記複数のカセットチャンバーのうちの第 1 カセットチャンバーから前記接合チャンバーに搬送し、前記第 2 基板を前記複数のカセットチャンバーのうちの第 2 カセットチャンバーから前記接合チャンバーに搬送し、前記第 2 基板と前記第 1 基板とが常温接合された接合基板を前記接合チャンバーから前記複数のカセットチャンバーのうちの 1 つのカセットチャンバーに搬送する

常温接合装置。

【請求項 8】

請求項 7 において、

前記複数のカセットチャンバーの内部に出し入れ可能に配置される複数カセットを更に具備し、

前記複数カセットは、それぞれ、前記第 2 基板または前記第 1 基板または前記接合基板が配置される複数の棚が形成される

常温接合装置。

【請求項 9】

請求項 5 において、

前記第 1 試料台と前記第 2 試料台とを内部に配置する接合チャンバーと、

前記接合チャンバーに形成される排気口を介して前記接合チャンバーの内部から気体を排気して前記接合チャンバーの内部に真空雰囲気生成する真空ポンプと、

前記第 1 基板のうちの前記第 2 基板に対向する第 1 表面と前記第 2 基板のうちの前記第 1 基板に対向する第 2 表面とが離れているときに、一箇所から放出される粒子を前記真空雰囲気で前記第 1 表面と前記第 2 表面との間に向けて照射する表面清浄化装置とを具備し、

前記粒子のビームの中心線は、前記接合チャンバーの内側表面のうちの前記排気口を除く領域に向いている

常温接合装置。

【請求項 10】

請求項 1 において、

前記第 2 駆動装置は、前記第 1 基板と前記第 2 基板とが圧接されていないときに、前記第 2 試料台が前記キャリッジ支持台に摺動して前記第 2 方向に移動するように、前記弾性案内を移動させる

常温接合装置。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 請求項 10 のいずれかにおいて、

前記第 1 基板を固定する他のカートリッジを前記第 1 試料台に機械的に固定する他のメカニカルロック機構

を更に具備する常温接合装置。

【請求項 12】

第 1 基板を保持する第 1 試料台を支持する第 1 ステージを第 1 方向に駆動する第 1 駆動装置と、

第 2 基板を保持する第 2 試料台に同体に接合される弾性案内と、

前記弾性案内を支持し、前記第 1 基板と前記第 2 基板とが圧接されていないときに、前記弾性案内を駆動することにより前記第 2 試料台を前記第 1 方向に平行でない第 2 方向に駆動する第 2 駆動装置と、

前記第 2 基板と前記第 1 基板とが圧接されるときに、前記第 1 方向に前記第 2 試料台を支持するキャリッジ支持台と、

前記第 1 基板を固定するカートリッジを前記第 1 試料台に機械的に固定するメカニカルロック機構とを具備し、

前記弾性案内は、前記第 1 基板と前記第 2 基板とが圧接されるときに前記第 2 試料台が前記キャリッジ支持台に接触するように、弾性変形し、

前記カートリッジは、複数の穴が形成され、

前記メカニカルロック機構は、

平行移動可能に前記第 1 試料台に支持されている複数のピンと、

回転されることにより前記複数のピンを平行移動させるカムとを備え、

前記メカニカルロック機構は、前記複数のピンが前記複数の穴に入っているときに回転機構により前記カムを回転させることにより、前記複数のピンを平行移動させ、前記第 1 試料台に前記カートリッジを固定する

常温接合装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、常温接合装置に関し、特に、常温接合を用いて製品を大量に生産する常温接合装置に関する。

【背景技術】

【0002】

微細な電気部品や機械部品を集積化したMEMSが知られている。そのMEMSとしては、マイクロリレー、圧力センサ、加速度センサなどが例示される。そのMEMSは、大きな接合強度を持ち、かつ荷重による押し付けや加熱処理を必要としない常温接合が用いられて製造されることが望まれている。その常温接合装置は、製品を大量に生産すること
10
に利用されることが望まれ、長寿命であることが望まれ、よりコンパクトであることが望まれている。その常温接合装置は、さらに、製品を大量に生産するときに使い勝手が良いことが望まれ、単位時間あたりの生産量が多いことが望まれている。

【0003】

複数のパターンが形成された2つの基板を接合基板に接合することにより、その接合基板に複数のデバイスを形成する常温接合方法が知られている。このような常温接合方法では、その複数のデバイスの歩留まりを向上させることが望まれ、その接合面に荷重をより均一に負荷することが望まれている。

【0004】

特許第2791429号公報には、大きな接合強度を持ち、かつ荷重による押し付けや加熱処理を必要としないシリコンウェハの接合方法が開示されている。そのシリコンウェハの常温接合法は、シリコンウェハとシリコンウェハとを接合する方法であって、両方のシリコンウェハの接合面を接合に先立って室温の真空中で不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームで照射してスパッタエッチングすることを特徴とする。
20

【0005】

特開2001-351892号公報には、その接合法を大量生産が要求される現実の実装工程により便利に適合させるとともに、実装工程全体のタクトタイムの短縮をはかった実装方法が開示されている。その実装方法は、複数の被接合物同士を接合する実装方法であって、各被接合物の表面にエネルギー波を照射することにより洗浄する洗浄工程と、
30
洗浄された被接合物を実装工程に搬送する搬送工程と、搬送された各被接合物の洗浄された表面同士を常温接合する実装工程とを有することを特徴とする。

【0006】

特開2003-318219号公報には、エネルギー波もしくはエネルギー粒子により効率よくかつ均一に接合面を洗浄できるようにし、また、チャンパー内で洗浄する際にも、対向チャンパー壁面エッチングによる不純物付着の問題を回避できるようにした実装方法が開示されている。その実装方法は、対向する両被接合物間に形成される間隙内に、一つの照射手段によりエネルギー波もしくはエネルギー粒子を照射して両被接合物の接合面を実質的に同時洗浄するとともに、洗浄中に少なくとも一方の被接合物を回転させ、洗浄された被接合物間の相対位置をアライメント後、被接合物同士を接合することを特徴とする。
40

【0007】

特許第3970304号公報には、コンパクト化、低コスト化することができ、また、ステージ耐荷重の制約を受けなくなることで圧接荷重の上限値が広域化でき、接合時に高荷重が求められる対象へ適用する際の信頼性が増す常温接合装置が開示されている。その常温接合装置は、上側基板と下側基板とを常温接合するための真空雰囲気を生成する接合チャンパーと、前記接合チャンパーの内部に設置され、前記上側基板を前記真空雰囲気に支持する上側ステージと、前記接合チャンパーの内部に設置され、前記下側基板を前記真空雰囲気に支持するキャリッジと、前記キャリッジに同体
50
に接合される弾性案内と、前記接合チャンパーの内部に設置され、水平方向に移動可能に前記弾性案内を支持する位置決

めステージと、前記弾性案内を駆動して前記水平方向に前記キャリッジを移動する第1機構と、前記水平方向に垂直である上下方向に前記上側ステージを移動する第2機構と、前記接合チャンバーの内部に設置され、前記下側基板と前記上側基板とが圧接されるときに、前記上側ステージが移動する方向に前記キャリッジを支持するキャリッジ支持台とを具備している。前記弾性案内は、前記下側基板と前記上側基板とが接触しないときに前記キャリッジが前記キャリッジ支持台に接触しないように前記キャリッジを支持し、前記下側基板と前記上側基板とが圧接されるときに前記キャリッジが前記キャリッジ支持台に接触するように弾性変形する。

【0008】

特開2002-064042号公報には、最終的に極めて高精度で信頼性の高い接合状態を得ることができる実装方法が開示されている。その実装方法は、複数の被接合物同士を接合する実装方法であって、第1の被接合物と、第2の被接合物およびその保持手段と、位置決め基準面を有するバックアップ部材とをこの順に互いに離間させて配置し、第2の被接合物またはその保持手段のバックアップ部材の位置決め基準面に対する平行度を調整するとともに、第1の被接合物またはその保持手段の第2の被接合物またはその保持手段に対する平行度を調整し、第1の被接合物を第2の被接合物に接触させて両被接合物を仮接合した後、第2の被接合物の保持手段をバックアップ部材の位置決め基準面に接触させ、両被接合物を加圧して本接合することを特徴とする。

【特許文献1】特許第2791429号公報

【特許文献2】特開2001-351892号公報

【特許文献3】特開2003-318219号公報

【特許文献4】特許第3970304号公報

【特許文献5】特開2002-064042号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の課題は、基板をより確実に常温接合する常温接合装置を提供することにある。

本発明の他の課題は、接合される接合面に、より大きな荷重をより均一に負荷する常温接合装置を提供することにある。

本発明のさらに他の課題は、より長寿命である常温接合装置を提供することにある。

本発明のさらに他の課題は、よりコンパクトである常温接合装置を提供することにある。

本発明のさらに他の課題は、より低コストで常温接合する常温接合装置を提供することにある。

本発明のさらに他の課題は、単位時間あたりの製品の生産量をより多くする常温接合装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

以下に、発明を実施するための最良の形態・実施例で使用される符号を括弧付きで用いて、課題を解決するための手段を記載する。この符号は、特許請求の範囲の記載と発明を実施するための最良の形態・実施例の記載との対応を明らかにするために付加されたものであり、特許請求の範囲に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【0011】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、第1基板を保持する第1試料台(13)を第1ステージ(11)に、第1試料台(13)の向きを変更可能に支持する角度調整機構(12)と、第1ステージ(11)を第1方向に駆動する第1駆動装置(14)と、第2基板を保持する第2試料台(46)をその第1方向に平行でない第2方向に駆動する第2駆動装置(44)と、その第2基板とその第1基板とが圧接されるときに、その第1方向に第2試料台(46)を支持するキャリッジ支持台(45)とを備えている。このとき、常温接合装置(1)(81)は、第1基板と第2基板とを圧接するとき、第2駆動装

置(44)に加わる荷重を低減することができ、第2駆動装置(44)の耐荷重を越えたより大きな荷重を第1基板と第2基板とに加えることができる。常温接合装置(1)(81)は、さらに、第1基板のうちの第2基板に対向する第1表面と第2基板のうちの第1基板に対向する第2表面とが平行に接触するように、角度調整機構(12)を用いて第1基板の向きを変更することができ、その大きな荷重を接合面に均一に負荷することができる。

【0012】

角度調整機構(12)は、第1試料台(13)に固定される球フランジ(26)と、第1ステージ(11)に固定される球座(28)と、球フランジ(26)をかしめることにより球フランジ(26)を球座(28)に固定する固定フランジ(27)とを備えている

10

【0013】

角度調整機構(12)は、複数のシム(91)と、その複数のシム(91)のうちのいくつかのシム(91)を第1ステージ(11)と第1試料台(13)との間に挟んで第1ステージ(11)と第1試料台(13)とを接合する締結部品(92)とを備えていることが好ましい。

【0014】

角度調整機構(12)は、電気信号により伸び縮みする複数の素子(95)と、複数の素子(95)の各々の一端を第1試料台(13)に接合し、その各々の他端を第1ステージ(11)に接合する締結部品(92)とを備えていることが好ましい。

20

【0015】

角度調整機構(12)は、第1試料台(13)のうちのその第2基板に対向する表面の向きを測定するセンサ(96)と、その測定された表面の向きに基づいて複数の素子(95)を制御する制御装置(97)とをさらに備えている。このとき、制御装置(97)は、その測定された表面が基準面に平行になるように複数の素子(95)を制御する。その基準面としては、キャリッジ支持台(45)のうちの第2試料台に対向する面(54)、第2試料台(46)のうちの第2基板が保持される面、第2基板のうちの第1基板に接合される面が例示される。このとき、常温接合装置(1)(81)は、たとえば、接合チャンバー(2)を大気開放することなしに、第1試料台(13)の向きを補正することができ、好ましい。

30

【0016】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、その第2基板を固定するカートリッジ(55)を第2試料台(46)に機械的に固定するメカニカルロック機構をさらに備えている。このとき、常温接合装置(1)(81)は、電磁力を用いずに第2基板を保持することができ、第2基板が電磁力を嫌うときに有効である。

【0017】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、その第2基板を固定するカートリッジ(106)を第2試料台(46)に磁力を用いて固定するコイル(102)をさらに備えていることが好ましい。

【0018】

40

本発明による常温接合装置(1)(81)は、光を発する光源(71)と、その第1基板またはその第2基板にパターンニングされたアライメントマーク(78, 79)を反射するその光の反射光に基づいて画像を撮像するカメラ(73)とをさらに備えている。キャリッジ支持台(45)は、その光とその反射光とが透過する観察窓(74)が形成される。このとき、常温接合装置(1)(81)は、画像に基づいて第2試料台(46)を駆動することにより、第1基板と第2基板とが設計どおりに常温接合されるように、第1基板と第2基板とを位置合わせすることができる。

【0019】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、第1試料台(13)と第2試料台(46)とを内部に配置する接合チャンバー(2)と、接合チャンバー(2)に形成される排気

50

口(35)を介して接合チャンバー(2)の内部から気体を排気して接合チャンバー(2)の内部に真空雰囲気を生成する真空ポンプ(31)と、その第1基板のうちのその第2基板に対向する第1表面とその第2基板のうちのその第1基板に対向する第2表面とが離れているときに、一箇所から放出される粒子をその真空雰囲気でその第1表面とその第2表面との間に向けて照射する表面清浄化装置(32)とを備えている。その粒子のビームの中心線(36)は、接合チャンバー(2)の内側表面のうちの排気口(35)を除く領域に向いている。このような常温接合装置(1)(81)は、真空ポンプ(31)の汚染が防止されて、長寿命化する。

【0020】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、第1試料台(13)と第2試料台(46)とを内部に配置する接合チャンバー(2)と、ロードロックチャンバー(3)と接合チャンバー(2)との間を開閉するゲートバルブ(5)と、ゲートバルブ(5)を介してその第1基板とその第2基板とをロードロックチャンバー(3)から接合チャンバー(2)に搬送する搬送装置(8)と、その第1表面とその第2表面とが離れているときに、一箇所から放出される粒子をその真空雰囲気でその第1表面とその第2表面との間に向けて照射する表面清浄化装置(32)とを備えている。その粒子のビームの中心線(36)は、接合チャンバー(2)の内側表面のうちのゲートバルブ(5)を除く領域に向いている。このような常温接合装置(1)(81)は、ゲートバルブ(5)の汚染が防止されて、長寿命化する。

【0021】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、互いに独立して減圧可能である複数のカセットチャンバー(82-1~82-4)をさらに備えている。搬送装置(8)は、その第1基板をその複数のカセットチャンバー(82-1~82-4)のうちの第1カセットチャンバー(82-1~82-4)から接合チャンバー(2)に搬送し、その第2基板をその複数のカセットチャンバー(82-1~82-4)のうちの第2カセットチャンバー(82-1~82-4)から接合チャンバー(2)に搬送し、その第2基板とその第1基板とが常温接合された接合基板を接合チャンバー(2)からその複数のカセットチャンバー(82-1~82-4)のうちの1つのカセットチャンバー(82-1~82-4)に搬送する。このような常温接合装置(1)(81)は、タイミングをずらして複数の基板を別々にカセットチャンバー(82-1~82-4)にセットすることができる。

【0022】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、その複数のカセットチャンバー(82-1~82-4)の内部に出し入れ可能に配置される複数カセット(68)をさらに備えている。その複数カセット(68)は、それぞれ、その第2基板またはその第1基板またはその接合基板が配置される複数の棚(69)が形成される。このような常温接合装置(1)(81)は、その2つの基板の複数組をカセット(68)ごとカセットチャンバー(82-1~82-4)に入れることができ、その接合基板をカセット(68)ごと次工程(ダイシングやエッチング、あるいは、さらに基板を接合接合する工程)に搬送することができる。このような常温接合装置(1)(81)は、タクトタイムを短縮することができ、高効率であり、単位時間あたりの生産量が多く、大量生産に好適である。

【0023】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、第2試料台(46)に同体に接合される弾性案内(47)をさらに備えている。第2駆動装置(44)は、弾性案内(47)を支持し、弾性案内(47)を駆動することにより、第2試料台(46)を駆動する。弾性案内(47)は、その第1基板とその第2基板とが接触していないときに第2試料台(46)がキャリッジ支持台(45)に接触しないように、かつ、その第1基板とその第2基板とが圧接されるときに第2試料台(46)がキャリッジ支持台(45)に接触するように、弾性変形することが好ましい。

【0024】

第2試料台(46)は、第2試料台(46)がキャリッジ支持台(45)に摺動してそ

10

20

30

40

50

の第2方向に移動することが好ましい。

【0025】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、第1基板を保持する第1試料台(13)を支持する第1ステージ(11)を第1方向に駆動する第1駆動装置(14)と、第2基板を保持する第2試料台(46)をその第1方向に平行でない第2方向に駆動する第2駆動装置(44)と、その第2基板とその第1基板とが圧接されるときに、その第1方向に第2試料台(46)を支持するキャリッジ支持台(45)と、その第2基板を固定するカートリッジ(55)を第2試料台(46)に機械的に固定するメカニカルロック機構とを備えている。このとき、常温接合装置(1)(81)は、第1基板と第2基板とを圧接するときに、第2駆動装置(44)に加わる荷重を低減することができ、第2駆動装置(44)の耐荷重を越えたより大きな荷重を第1基板と第2基板とに加えることができる。常温接合装置(1)(81)は、さらに、第2基板に電磁力を印加することなしに、第2基板を着脱可能に第2試料台(46)に支持することができる。このため、常温接合装置(1)(81)は、電磁力を印加することができない基板にその大きな荷重を負荷することができる。

10

【0026】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、第1試料台(13)と第2試料台(46)とを内部に配置する接合チャンバー(2)と、接合チャンバー(2)に形成される排気口(35)を介して接合チャンバー(2)の内部から気体を排気して接合チャンバー(2)の内部に真空雰囲気を生成する真空ポンプ(31)と、ロードロックチャンバー(3)と接合チャンバー(2)との間を開閉するゲートバルブ(5)と、ゲートバルブ(5)を介してその第1基板とその第2基板とをロードロックチャンバー(3)から接合チャンバー(2)に搬送する搬送装置(8)と、その第1基板のうちのその第2基板に対向する第1表面とその第2基板のうちのその第1基板に対向する第2表面とが離れているときに、一箇所から放出される粒子をその真空雰囲気でその第1表面とその第2表面との間に向けて照射する表面清浄化装置(32)とを備えている。その粒子のビームの中心線は、接合チャンバー(2)の内側表面のうちの排気口(35)とゲートバルブ(5)とを除く領域に向いている。

20

【0027】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、第1基板を保持する第1試料台(13)を支持する第1ステージ(11)を第1方向に駆動する第1駆動装置(14)と、第2基板を保持する第2試料台(46)をその第1方向に平行でない第2方向に駆動する第2駆動装置(44)と、その第2基板とその第1基板とが圧接されるときに、その第1方向に第2試料台(46)を支持するキャリッジ支持台(45)と、光を発する光源(71)と、その第1基板またはその第2基板にパターンニングされたアライメントマーク(78, 79)を反射するその光の反射光に基づいて画像を撮像するカメラ(73)とを備えている。キャリッジ支持台(45)は、その光とその反射光とが透過する観察窓(74)が形成される。このとき、常温接合装置(1)(81)は、第1基板と第2基板とを圧接するときに、第2駆動装置(44)に加わる荷重を低減することができ、第2駆動装置(44)の耐荷重を越えたより大きな荷重を第1基板と第2基板とに加えることができる。常温接合装置(1)(81)は、さらに、その画像に基づいて第2試料台(46)を駆動することにより、第1基板と第2基板とが設計どおりに常温接合されるように、第1基板と第2基板とを位置合わせすることができる。

30

40

【0028】

本発明による常温接合装置(1)(81)は、第1試料台(13)と第2試料台(46)とを内部に配置する接合チャンバー(2)と、接合チャンバー(2)に形成される排気口(35)を介して接合チャンバー(2)の内部から気体を排気して接合チャンバー(2)の内部に真空雰囲気を生成する真空ポンプ(31)と、ロードロックチャンバー(3)と接合チャンバー(2)との間を開閉するゲートバルブ(5)と、ゲートバルブ(5)を介してその第1基板とその第2基板とをロードロックチャンバー(3)から接合チャンバ

50

ー(2)に搬送する搬送装置(8)と、その第1基板のうちのその第2基板に対向する第1表面とその第2基板のうちのその第1基板に対向する第2表面とが離れているときに、一箇所から放出される粒子をその真空雰囲気でその第1表面とその第2表面との間に向けて照射する表面清浄化装置(32)とを備えている。その粒子のビームの中心線は、接合チャンバー(2)の内側表面のうちの排気口(35)とゲートバルブ(5)とを除く領域に向いている。このとき、常温接合装置(1)(81)は、第1基板と第2基板とを圧接するときに、第2駆動装置(44)に加わる荷重を低減することができ、第2駆動装置(44)の耐荷重を越えたより大きな荷重を第1基板と第2基板とに加えることができる。このような常温接合装置(1)(81)は、さらに、真空ポンプ(31)の汚染とゲートバルブ(5)の汚染が防止されて、長寿命化する。

10

【発明の効果】

【0029】

本発明による常温接合装置は、第1基板と第2基板とを圧接するときに、第2駆動装置に加わる荷重を低減することができ、第2駆動装置の耐荷重を越えたより大きな荷重を第1基板と第2基板とに加えることができる。本発明による常温接合装置は、さらに、第1基板と第2基板との接合面に、より大きな荷重をより均一に負荷することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

図面を参照して、本発明による常温接合装置の実施の形態を記載する。その常温接合装置1は、図1に示されているように、接合チャンバー2とロードロックチャンバー3とを備えている。接合チャンバー2とロードロックチャンバー3は、内部を環境から密閉する容器に形成されている。常温接合装置1は、さらに、ゲートバルブ5を備えている。ゲートバルブ5は、接合チャンバー2とロードロックチャンバー3との間に介設され、接合チャンバー2の内部とロードロックチャンバー3の内部とを接続するゲートを閉鎖し、または、開放する。

20

【0031】

ロードロックチャンバー3は、第1カセット台6と第2カセット台7と搬送装置8とを内部に備えている。第1カセット台6と第2カセット台7とは、基板を載せるために利用されるカセットが配置される。なお、ロードロックチャンバー3は、このようなカセット台を3個以上設置されても構わない。

30

【0032】

ロードロックチャンバー3は、さらに、図示されていない真空ポンプと蓋とを備えている。その真空ポンプは、ロードロックチャンバー3の内部から気体を排気する。その真空ポンプとしては、内部の金属製の複数の羽根が気体分子を弾き飛ばすことにより排気するターボ分子ポンプが例示される。その蓋は、ロードロックチャンバー3の外部と内部とを接続するゲートを閉鎖し、または、開放する。そのゲートの大きさは、第1カセット台6と第2カセット台7とに配置されるカセットより大きい。

【0033】

搬送装置8は、第1アーム15と第2アーム16と第3アーム17と第1節18と第2節19と第3節20とを備えている。第1アーム15と第2アーム16と第3アーム17とは、それぞれ、棒状に形成されている。第1節18は、ロードロックチャンバー3の床板に支持され、回転軸22を中心に回転可能に第1アーム15を支持している。回転軸22は、鉛直方向に平行である。第2節19は、第1節18に支持され、回転軸23を中心に回転可能に第2アーム16を支持している。回転軸23は、鉛直方向に平行であり、すなわち、回転軸22に平行である。第3節20は、第2節19に支持され、回転軸24を中心に回転可能に第3アーム17を支持している。回転軸24は、鉛直方向に平行であり、すなわち、回転軸23に平行である。第3アーム17は、第3節20に接合される端と反対側の端に、爪21を備えている。爪21は、第1カセット台6または第2カセット台に配置されるカセットに載せられる基板を把持するために利用される。

40

【0034】

50

搬送装置 8 は、さらに、図示されていない昇降機構と伸縮機構とを備えている。その昇降機構は、ユーザの操作により、第 1 アーム 15 を昇降させて、爪 21 により把持される基板を昇降させる。その伸縮機構は、第 1 節 18 と第 2 節 19 と第 3 節 20 とを制御して第 3 アーム 17 の長手方向に平行に第 3 アーム 17 を平行移動させる。

【0035】

搬送装置 8 は、その基板をロードロックチャンバー 3 から接合チャンバー 2 にゲートバルブ 5 を介して搬送し、その基板を接合チャンバー 2 からロードロックチャンバー 3 にゲートバルブ 5 を介して搬送する。

【0036】

接合チャンバー 2 は、真空ポンプ 31 とイオンガン 32 と電子銃 33 とを備えている。接合チャンバー 2 は、容器を形成する壁 34 の一部分に排気口 35 が形成されている。真空ポンプ 31 は、接合チャンバー 2 の外部に配置され、排気口 35 を介して接合チャンバー 2 の内部から気体を排気する。真空ポンプ 31 としては、内部の金属製の複数の羽根が気体分子を弾き飛ばすことにより排気するターボ分子ポンプが例示される。イオンガン 32 は、1 つの照射方向 36 に向けられて配置され、照射方向 36 に向けて加速された荷電粒子を放出する。その荷電粒子としては、アルゴンイオンが例示される。イオンガン 32 は、その基板の表面を清浄化する他の表面清浄化装置に置換することができる。その表面清浄化装置としては、プラズマガン、高速原子ビーム源などが例示される。電子銃 33 は、イオンガン 32 により荷電粒子が照射される対象に向けられて配置され、その対象に向けて加速された電子を放出する。

【0037】

壁 34 は、一部分に扉 37 が形成されている。扉 37 は、ヒンジ 38 を備えている。ヒンジ 38 は、壁 34 に対して回転可能に扉 37 を支持している。壁 34 は、さらに、一部分に窓 39 が形成されている。窓 39 は、気体を透過しないで可視光を透過する材料から形成されている。窓 39 は、ユーザがイオンガン 32 により荷電粒子が照射される対象または、接合状態を接合チャンバー 2 の外部から見えるように配置されていれば壁 34 のどこでもかまわない。

【0038】

接合チャンバー 2 は、図 2 に示されているように、さらに、上側基板支持部 41 と下側基板支持部 42 とを内部に備えている。上側基板支持部 41 は、上側ステージ 11 と角度調整機構 12 と上側試料台 13 と上側ステージ駆動装置 14 とを備えている。上側ステージ 11 は、接合チャンバー 2 に対して鉛直方向に平行移動可能に支持されている。角度調整機構 12 は、向きを変更可能に、上側試料台 13 を上側ステージ 11 に支持している。上側試料台 13 は、その下端に誘電層を備え、その誘電層と基板の間に電圧を印加し、静電力によってその基板をその誘電層に吸着する。上側ステージ駆動装置 14 は、ユーザの操作により、上側ステージ 11 を接合チャンバー 2 に対して鉛直方向に平行移動させる。下側基板支持部 42 は、基板を上端に支持する。

【0039】

イオンガン 32 は、上側基板支持部 41 に支持される基板と下側基板支持部 42 に支持されるその基板とが離れているときに、上側基板支持部 41 に支持される基板と下側基板支持部 42 に支持される基板との間の空間に向けられ、接合チャンバー 2 の壁 34 の一部の内側表面に向けられている。すなわち、イオンガン 32 の照射方向 36 は、上側基板支持部 41 に支持される基板と下側基板支持部 42 に支持される基板との間を通り、接合チャンバー 2 の壁 34 の一部の内側表面に交差する。

【0040】

図 3 は、角度調整機構 12 を示している。角度調整機構 12 は、球フランジ 26 と固定フランジ 27 と球座 28 とを備えている。球フランジ 26 は、支持部分とフランジ部分とから形成されている。その支持部分は、上側試料台 13 に接合されている。そのフランジ部分は、点 29 を中心とする球に形成されている。固定フランジ 27 は、かしめ固定により、球フランジ 26 のフランジ部分に接合されている。球座 28 は、球フランジ 26 のフ

ランジ部分に密着する球座面が形成されている。球座 2 8 は、さらに、上側ステージ 1 1 に接合され、その球座面が球フランジ 2 6 のフランジ部分に密着するように、ボルトに例示される締結具により固定フランジ 2 7 に接合されている。

【 0 0 4 1 】

図 4 は、固定フランジ 2 7 を示している。固定フランジ 2 7 は、分割リング 2 9 - 1 ~ 2 9 - 2 を備えている。分割リング 2 9 - 1 ~ 2 9 - 2 は、それぞれ、リングの一部に形成されている。分割リング 2 9 - 1 ~ 2 9 - 2 は、そのリングの内側が球フランジ 2 6 のフランジ部分に接触するように配置され、図示されていないボルトにより締結されることにより、球フランジ 2 6 のフランジ部分に接合される。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、下側基板支持部 4 2 を詳細に示している。下側基板支持部 4 2 は、位置決めステージ 4 4 とキャリッジ支持台 4 5 と下側試料台 4 6 と弾性案内 4 7 とを備えている。位置決めステージ 4 4 は、接合チャンバー 2 の底板 4 8 に支持されている。キャリッジ支持台 4 5 は、例えば、円柱状に形成され、接合チャンバー 2 の底板 4 8 に支持されている。キャリッジ支持台 4 5 は、その円柱の上端に滑らかな支持面 5 2 を有している。支持面 5 2 は、鉛直方向に垂直である。

【 0 0 4 3 】

下側試料台 4 6 は、例えば、円柱状に形成される。下側試料台 4 6 は、その円柱の下端に滑らかな支持面 5 4 を有している。下側試料台 4 6 の支持面 5 4 の反対側の面は、支持面 5 4 と平行になるように、高精度（たとえば、平行度が $10 \mu\text{m}$ 以内）に加工されている。弾性案内 4 7 は、弾性体から形成され、下側試料台 4 6 の側面に同体に接合されている。位置決めステージ 4 4 は、下側試料台 4 6 の支持面 5 4 がキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 に接触しないように、弾性案内 4 7 を水平方向に平行移動可能に支持している。このとき、支持面 5 4 と支持面 5 2 とは、 $100 \mu\text{m}$ 程度離れている。弾性案内 4 7 は、さらに、上側基板支持部 4 1 により下側試料台 4 6 が鉛直下方向に押されたときに、下側試料台 4 6 の支持面 5 4 がキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 に接触するように弾性変形する。位置決めステージ 4 4 は、さらに、ユーザの操作により弾性案内 4 7 を水平方向に平行な方向に平行移動させ、弾性案内 4 7 を鉛直方向に平行な回転軸を中心に回転移動させる。

【 0 0 4 4 】

このような下側基板支持部 4 2 は、下側試料台 4 6 が上側基板支持部 4 1 により鉛直下方向に押されたときに、押付け荷重が下側試料台 4 6 を支持する弾性案内に加わることで、キャリッジ支持台 4 5 が下側試料台 4 6 を支持する。このため、常温接合装置 1 は、位置決めステージ 4 4 に大きな荷重をかけずに上側基板支持部 4 1 にセットされた基板と下側基板支持部 4 2 にセットされた基板とに、位置決めステージ 4 4 の耐荷重を越えるより大きな荷重を加えることができる。

【 0 0 4 5 】

なお、下側基板支持部 4 2 は、位置決めステージ 4 4 と弾性案内 4 7 とを他の位置決め機構に置換することもできる。このとき、キャリッジ支持台 4 5 は、支持面 5 2 が下側試料台 4 6 の支持面 5 4 に接触して下側試料台 4 6 を支持する。その位置決め機構は、ユーザの操作により下側試料台 4 6 を水平方向に平行な方向に平行移動させ、下側試料台 4 6 を鉛直方向に平行な回転軸を中心に回転移動させる。このとき、下側試料台 4 6 は、キャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 に摺動して移動する。

【 0 0 4 6 】

図 6 は、下側試料台 4 6 に保持される基板を示している。その基板 4 3 は、カートリッジ 5 5 に接合されている。

【 0 0 4 7 】

図 7 は、カートリッジ 5 5 を示している。カートリッジ 5 5 は、概ね円盤状に形成され、接着面 5 6 と複数の穴 5 7 とが形成されている。接着面 5 7 は、平坦に形成されている。基板 4 3 は、図示されていないウェハテープを用いてカートリッジ 5 5 の接着面 5 7 に

10

20

30

40

50

固定されている。複数の穴 5 7 は、接着面 5 7 の外側に形成されている。

【 0 0 4 8 】

図 8 は、下側試料台 4 6 を示している。下側試料台 4 6 は、メカニカルロック機構によりカートリッジ 5 5 を保持することにより、基板 4 3 を保持する。下側試料台 4 6 は、概ね円盤状に形成され、複数のピン 5 8 とカム 5 9 とを備えている。複数のピン 5 8 は、それぞれ、棒状に形成され、下側試料台 4 6 の円盤の半径方向に平行移動可能に下側試料台 4 6 に支持されている。カム 5 9 は、下側試料台 4 6 の円盤の中央に配置され、図示されていない回転機構（たとえば、モータ）により回転されることにより複数のピン 5 8 を外側に向かって駆動する。すなわち、下側試料台 4 6 は、複数のピン 5 8 がカートリッジ 5 5 の複数の穴 5 7 に入るように基板 4 3 が配置され、ユーザの操作によりカム 5 9 が回転させられることにより、基板 4 3 を固定する。

10

【 0 0 4 9 】

上側試料台 1 3 に保持される基板は、基板 4 3 と同様にして、カートリッジ 5 5 に接合されている。さらに、上側試料台 1 3 は、下側試料台 4 6 と同様にして構成されている。すなわち、上側試料台 1 3 は、概ね円盤状に形成され、複数のピンとカムとを備えている。その複数のピンは、それぞれ、棒状に形成され、上側試料台 1 3 の円盤の半径方向に平行移動可能に上側試料台 1 3 に支持されている。そのカムは、上側試料台 1 3 の円盤の中央に配置され、回転することによりその複数のピンを外側に向かって駆動する。すなわち、上側試料台 1 3 は、その複数のピンがカートリッジ 5 5 の複数の穴 5 7 に入るように基板 4 3 が配置され、ユーザの操作によりそのカムが回転させられることにより、基板 4 3

20

【 0 0 5 0 】

このようなメカニカルロック機構を備えた試料台は、電磁力を用いずに基板 4 3 を保持することができ、電磁力が加わることが嫌われる基板 4 3 を保持することに有効である。

【 0 0 5 1 】

常温接合装置 1 は、図 9 に示されているように、さらに、アライメント装置 7 0 を備えている。アライメント装置 7 0 は、赤外照明 7 1 とレンズ 7 2 とカメラ 7 3 とを備えている。このとき、キャリアッジ支持台 4 5 は、透明部位 7 4 が形成されている。透明部位 7 4 は、赤外照明 7 1 が照射する赤外線に対して透明な材料で形成されている。さらに、下側試料台 4 6 は、透明部位 7 5 が形成されている。透明部位 7 5 は、赤外照明 7 1 が照射する赤外線に対して透明な材料で形成され、下側試料台 4 6 のうちの透明部位 7 4 の近傍に配置されている。さらに、その基板がカートリッジ 5 5 に接合されているときに、カートリッジ 5 5 は、同様にして、透明部位が形成されている。その透明部位は、赤外照明 7 1 が照射する赤外線に対して透明な材料で形成され、下側試料台 4 6 のうちの透明部位 7 5 の近傍に配置される。

30

【 0 0 5 2 】

赤外照明 7 1 とレンズ 7 2 とカメラ 7 3 とは、接合チャンバー 2 に固定されている。赤外照明 7 1 は、半導体を透過する赤外線を生成する。その赤外線の波長としては、1 μm 以上の波長が例示される。レンズ 7 2 は、赤外照明 7 1 により生成される赤外線の向きを鉛直方向に変えて、透明部位 7 4、7 5 を介して、上側基板支持部 4 1 により保持される基板 7 6 にその赤外線を照射し、または、下側基板支持部 4 2 により保持される基板 7 7 にその赤外線を照射する。レンズ 7 2 は、さらに、基板 7 6 を反射する赤外線の反射光をカメラ 7 3 に透過し、基板 7 7 を反射する赤外線の反射光をカメラ 7 3 に透過する。カメラ 7 3 は、レンズ 7 2 を透過した反射光に基づいて基板 7 6 の一部の画像を生成し、基板 7 7 の一部の画像を生成する。

40

【 0 0 5 3 】

基板 7 6 は、基板 7 7 に対向する表面の一部にアライメントマーク 7 8 が形成されている。基板 7 7 は、基板 7 6 に対向する表面にアライメントマーク 7 9 が形成されている。基板 7 7 は、アライメントマーク 7 9 が基板 7 7 のうちの透明部位 7 4、7 5 に配置され

50

るように、下側試料台 4 6 に支持される。アライメントマーク 7 8 とアライメントマーク 7 9 とは、基板 7 6 と基板 7 7 とが設計どおりに常温接合されるときに、ちょうど向かい合って配置されるように、設計されている。アライメントマーク 7 8 は、基板 7 6 の複数の箇所形成され、アライメントマーク 7 9 は、基板 7 7 の複数の箇所形成されている。

【 0 0 5 4 】

このとき、カートリッジ 5 5 と下側試料台 4 6 とキャリッジ支持台 4 5 とは、アライメント装置 7 0 により基板 7 7 のアライメントマーク 7 9 が撮影されるように、形成されている。すなわち、カートリッジ 5 5 は、基板 7 7 に接合されたときに、その複数のアライメントマーク 7 9 が配置される複数の箇所に複数の透明部位がそれぞれ形成されている。下側試料台 4 6 は、下側基板支持部 4 2 が基板 7 7 を保持したときに、その複数のアライメントマーク 7 9 が配置される複数の箇所に複数の透明部位 7 5 がそれぞれ形成されている。キャリッジ支持台 4 5 は、下側基板支持部 4 2 が基板 7 7 を保持したときに、その複数のアライメントマーク 7 9 が配置される複数の箇所に複数の透明部位 7 4 がそれぞれ形成されている。

10

【 0 0 5 5 】

図 1 0 は、ゲートバルブ 5 を示している。ゲートバルブ 5 は、ゲート 6 1 と扉 6 2 とを備えている。ゲート 6 1 は、接合チャンバー 2 の内部とロードロックチャンバー 3 の内部とを接続する開口部を形成し、その開口部の周辺に封止面 6 3 を有している。扉 6 2 は、ユーザの操作に基づいて図示されていない機構により移動されて、封止面 6 3 に密着してゲート 6 1 の開口部を閉鎖し、ゲート 6 1 の開口部から離れてゲート 6 1 の開口部を開放する。

20

【 0 0 5 6 】

常温接合装置 1 は、イオンガン 3 2 から放出される粒子に強く曝されないように、かつ、イオンガン 3 2 から放出される粒子により壁 3 4 の表面や内蔵物の表面、その基板の表面から弾き飛ばされた粒子に強く曝されないように、ゲートバルブ 5 と真空ポンプ 3 1 とが配置されるように製造される。

【 0 0 5 7 】

ゲートバルブ 5 は、イオンガン 3 2 から放出される粒子に強く曝され、または、イオンガン 3 2 から放出される粒子によりその基板の表面から弾き飛ばされた粒子に強く曝されると、封止面 6 3 周辺にその粒子による汚染膜ができる。その汚染膜が、ゲートバルブ 5 の開閉により剥れ、汚染物が封止面 6 3 に入り込み、接合チャンバー 2 の内部とロードロックチャンバー 3 の内部とを密閉することができなくなる。このような常温接合装置 1 は、ゲートバルブ 5 の封止面 6 3 の汚染を防止して、長寿命化することができる。

30

【 0 0 5 8 】

真空ポンプ 3 1 は、排気口 3 5 がイオンガン 3 2 から放出される粒子に強く曝され、または、イオンガン 3 2 から放出される粒子により壁 3 4 の表面や内蔵物の表面、その基板の表面から弾き飛ばされた粒子に強く曝されると、内部の金属製の複数の羽根が損傷、または羽根に汚染膜ができる。その羽根の損傷・汚染膜の固化堆積により、真空ポンプ 3 1 の排気性能の低下を引き起こす可能性がある。また、汚染膜が剥れると真空ポンプ 3 1 がそれを吸い込んでしまい、真空ポンプ 3 1 を壊す可能性がある。このような常温接合装置 1 は、真空ポンプ 3 1 の羽根の損傷、汚染を防止して、長寿命化することができる。

40

【 0 0 5 9 】

図 1 1 は、搬送装置 8 の爪 2 1 を示している。爪 2 1 は、支持面 6 4、6 5 と非支持面 6 6 とが形成されている。支持面 6 4、6 5 は、同一の水平面に沿うように形成され、鉛直方向上向きに向けられている。非支持面 6 6 は、支持面 6 4、6 5 が沿う水平面より鉛直下側に配置される他の水平面に沿うように形成され、支持面 6 4 と支持面 6 5 との間に配置されている。爪 2 1 は、図 1 2 に示されているように、基板 6 7 が支持面 6 4、6 5 に接触し、基板 6 7 が非支持面 6 6 に接触しないように、基板 6 7 を把持する。このとき、爪 2 1 は、基板 6 7 の常温接合装置 1 により常温接合される接合面が上を向いていると

50

きでも下を向いているときでも、その接合面が搬送装置 8 に接触しないで、その接合面が汚染されることによる接合不良の発生を防止することができる。

【 0 0 6 0 】

図 1 3 は、第 1 カセット台 6 または第 2 カセット台 7 に配置されるカセットを示している。そのカセット 6 8 は、対向する壁面に水平である複数（たとえば、2 5）の棚 6 9 がそれぞれ鉛直方向に 1 列に並んで配置されている。カセット 6 8 は、図 1 4 に示されているように、基板 6 7 が棚 6 9 に接触し、基板 6 7 の接合面がカセット 6 8 に接触しないように、基板 6 7 を配置する。このとき、カセット 6 8 は、基板 6 7 の常温接合装置 1 により常温接合される接合面が上を向いているときでも下を向いているときでも、その接合面がカセット 6 8 に接触しないで、その接合面が汚染されることによる接合不良の発生を防止することができる。

10

【 0 0 6 1 】

常温接合装置 1 を用いて常温接合するときの動作は、上側試料台の向きを補正する動作と常温接合する動作とを備えている。

【 0 0 6 2 】

上側試料台の向きを補正する動作は、下側基板支持部 4 2 が下側試料台 4 6 と弾性案内 4 7 とを備えていない状態から実行される。作業者は、まず、上側試料台 1 3 の向きを測定する。作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面がキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 に平行でないときに、角度調整機構 1 2 を用いて、上側試料台 1 3 の基板が配置される面と支持面 5 2 とが平行になるように調整する。すなわち、作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面と支持面 5 2 とが平行になるように、球フランジ 2 6 を固定フランジ 2 7 によりかしめ固定し、固定フランジ 2 7 を球座 2 8 に固定する。

20

【 0 0 6 3 】

作業者は、このような角度調整を実施後に、下側基板支持部 4 2 に下側試料台 4 6 と弾性案内 4 7 とを取り付ける。作業者は、次いで、下側試料台 4 6 の支持面 5 4 がキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 に接触するように、上側基板支持部 4 1 を下側基板支持部 4 2 に押し付ける。このとき、作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とに印加される荷重の分布を計測し、その荷重分布が均一であることを確認する。

【 0 0 6 4 】

30

なお、上側試料台の向きを補正する動作は、下側試料台 4 6 がキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 に接触して支持されているときに、他の動作に置換される。その動作では、作業者は、まず、上側試料台 1 3 の向きを測定する。作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とが平行でないときに、角度調整機構 1 2 を用いて、上側試料台 1 3 の基板が配置される面と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とが平行になるように調整する。ここで、下側試料台 4 6 が基板を保持しているときに、上側試料台 1 3 の基板が配置される面が下側試料台 4 6 に保持されている基板の上側試料台 1 3 に対向する面に平行になるように、調整することもできる。すなわち、作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とが平行になるように、球フランジ 2 6 を固定フランジ 2 7 によりかしめ固定し、固定フランジ 2 7 を球座 2 8 に固定する。作業者は、次いで、上側基板支持部 4 1 を下側基板支持部 4 2 に押し付ける。このとき、作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とに印加される荷重の分布を計測し、その荷重分布が均一であることを確認する。

40

【 0 0 6 5 】

なお、上側試料台 1 3 が基板を保持しているときには、上側試料台 1 3 の向きに置換して、その基板の下側試料台 4 6 に対向する面の向きを測定することもできる。

【 0 0 6 6 】

このような上側試料台の向きを補正する動作によれば、上側試料台 1 3 の基板が下側試料台 4 6 の基板に常温接合されるときに、上側試料台 1 3 の基板と下側試料台 4 6 の基板

50

との接合面に荷重がより均一に負荷されることができる。この結果、このような動作は、その常温接合により接合基板に複数のデバイスが形成されるときに、その複数のデバイスの歩留まりを向上させ、常温接合装置 1 による常温接合の信頼性を向上させ、常温接合装置 1 をより実用的にすることができる。このような動作によれば、さらに、キャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とが平行になるように調整する必要がなく、その荷重分布をより容易に均一にすることができる。このとき、常温接合装置 1 は、キャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とが平行になるように調整する機構を備える必要がなく、より容易に製造されることができる。

【 0 0 6 7 】

10

図 1 5 は、その常温接合する動作を示している。作業者は、上側試料台の向きを補正する動作が実行された後に、まず、ゲートバルブ 5 を閉鎖して（ステップ S 1 ）、真空ポンプ 3 1 を用いて接合チャンバー 2 の内部に真空雰囲気を生成し、ロードロックチャンバー 3 の内部に大気圧雰囲気を生成する。

【 0 0 6 8 】

作業者は、複数の基板をカセット 6 8 に装填する。その複数の基板は、接合面が下向きになるようにカセット 6 8 に装填される。作業者は、さらに、その複数の基板にそれぞれ常温接合される他の複数の基板を他のカセット 6 8 に装填する。その複数の基板は、接合面が上向きになるようにカセット 6 8 に装填される。作業者は、ロードロックチャンバー 3 の蓋を開けて、接合面が下向きの基板が装填されたカセット 6 8 を第 1 カセット台 6 に配置し、接合面が上向きの基板が装填されたカセット 6 8 を第 2 カセット台 7 に配置する（ステップ S 2 ）。カセット台が 3 個以上ある場合は、それらも配置する。作業者は、ロードロックチャンバー 3 の蓋を閉めて、ロードロックチャンバー 3 の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 を開放する（ステップ S 3 ）。

20

【 0 0 6 9 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、第 1 カセット台 6 に配置されたカセット 6 8 に装填された基板の 1 つを上側基板支持部 4 1 にセットし、第 2 カセット台 7 に配置されたカセット 6 8 に装填された基板の 1 つを下側基板支持部 4 2 にセットする（ステップ S 4 ）。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖する（ステップ S 5 ）。

【 0 0 7 0 】

30

作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖した後に、上側基板支持部 4 1 にセットされた基板と下側基板支持部 4 2 にセットされた基板とを常温接合する。すなわち、作業者は、上側基板支持部 4 1 にセットされた基板と下側基板支持部 4 2 にセットされた基板とが離れた状態で、上側基板支持部 4 1 にセットされた基板と下側基板支持部 4 2 にセットされた基板との間にイオンガン 3 2 を用いて粒子を放出する。その粒子は、その基板に照射され、その基板の表面に形成される酸化物等を除去し、その基板の表面に付着している不純物を除去する。作業者は、上側基板支持部 4 1 の上側ステージ駆動装置 1 4 を操作して、上側試料台 1 3 を鉛直下方向に下降させて、上側基板支持部 4 1 にセットされた基板と下側基板支持部 4 2 にセットされた基板とを近づける。作業者は、アライメント装置 7 0 を用いて上側基板支持部 4 1 にセットされた基板のアライメントマークと下側基板支持部 4 2 にセットされた基板のアライメントマークとを画像に撮像する。作業者は、その画像に基づいて下側基板支持部 4 2 の位置決め機構を操作して、上側基板支持部 4 1 にセットされた基板と下側基板支持部 4 2 にセットされた基板とが設計通りに接合されるように、下側基板支持部 4 2 にセットされた基板の位置を移動する。作業者は、上側基板支持部 4 1 の上側ステージ駆動装置 1 4 を操作して、上側試料台 1 3 を鉛直下方向に下降させて、上側基板支持部 4 1 にセットされた基板を下側基板支持部 4 2 にセットされた基板に接触させる。このとき、下側基板支持部 4 2 の弾性案内 4 7 は弾性変形し、下側基板支持部 4 2 の下側試料台 4 6 はキャリッジ支持台 4 5 に接触してキャリッジ支持台 4 5 に支持される。上側基板支持部 4 1 にセットされた基板と下側基板支持部 4 2 にセットされた基板とは、その接触により接合され、1 枚の接合基板が生成される。

40

50

【0071】

このような常温接合によれば、上側試料台13の向きを補正する動作が実行された後に実行されることにより、上側基板支持部41にセットされた基板と下側基板支持部42にセットされた基板との接合面に荷重をより均一に負荷することができ、常温接合の歩留まりを向上させることができる。このような常温接合によれば、さらに、下側試料台46がキャリッジ支持台45に接触して支持されことにより、位置決めステージ44に耐荷重を越える大きな荷重が印加されることを防止しつつ、上側基板支持部41にセットされた基板と下側基板支持部42にセットされた基板との接合面に、より大きな荷重をより均一に負荷することができる。

【0072】

10

作業者は、上側試料台13を鉛直上方向に上昇させて、ゲートバルブ5を開放する（ステップS7）。作業者は、搬送装置8を用いて、第1カセット台6に配置されたカセット68のうちの空いている棚に、下側基板支持部42にセットされている接合基板を搬送する（ステップS8）。カセット台が3個以上ある場合は、ステップS4～ステップS8の動作は、装填された基板がすべて常温接合されるまで（ステップS9、YES）繰り返し実行される。

【0073】

作業者は、装填された基板がすべて常温接合されると（ステップS9、YES）、ゲートバルブ5を閉鎖して（ステップS10）、ロードロックチャンバー3の内部に大気を提供してロードロックチャンバー3の内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、ロードロックチャンバー3の蓋を開けて、第1カセット台6、第2カセット台7から接合基板をカセット68ごとに取り出す（ステップS11）。

20

【0074】

このような動作によれば、その接合された全部の基板をカセット68ごと次工程に搬送することができる。このような常温接合方法は、その接合された全部の基板を別のカセットに再装填する作業が介在しないために、タクトタイムを短縮することができ、高効率であり、単位時間あたりの生産量が多く、大量生産に好適である。

【0075】

さらに、ステップS2の接合面が下向きの基板が装填されたカセット68を第1カセット台6に配置し、接合面が上向きの基板が装填されたカセット68を第2カセット台7に配置することによれば、搬送装置2は、接合チャンバー2またはロードロックチャンバー3の内部で基板を裏返す必要がない。このため、接合チャンバー2とロードロックチャンバー3とは、基板を裏返すための空間を内部に設ける必要がなく、よりコンパクトに形成されることができる。さらに、搬送装置8は、基板を裏返すための機構を備える必要がなく、より容易に製造されることができる。その結果、常温接合装置1は、よりコンパクトに、より低コストに製造されることができる。

30

【0076】

本発明による常温接合装置の実施の他の形態は、既述の実施の形態における常温接合装置1のロードロックチャンバー3が第1カセット台6と第2カセット台7とを内部に備えないで、代わりに複数のカセットチャンバーを備えている。すなわち、その常温接合装置81は、図16に示されているように、その複数のカセットチャンバー82-1～82-4を備えている。カセットチャンバー82-1～82-4は、それぞれ、内部を環境から密閉する容器であり、一般に、ステンレス鋼により形成されている。常温接合装置81は、さらに、複数のゲートバルブ83-1～83-4を備えている。ゲートバルブ83-i（i=1、2、3、4）は、ロードロックチャンバー3とカセットチャンバー82-iの間に介設され、カセットチャンバー82-iの内部とロードロックチャンバー3の内部とを接続するゲートを閉鎖し、または、開放する。

40

【0077】

カセットチャンバー82-iは、カセット84-iが配置される。カセット84-iは、既述の実施の形態におけるカセット68と同様であり、水平である25個の棚が鉛直方

50

向に 1 列に並んで配置されているケースであり、その棚に 1 枚ずつ基板を載せるために利用される。

【 0 0 7 8 】

カセットチャンバー 8 2 - i は、さらに、図示されていない真空ポンプと蓋とを備えている。その真空ポンプは、カセットチャンバー 8 2 - i の内部から気体を排気する。その真空ポンプとしては、内部の金属製の複数の羽根が気体分子を弾き飛ばすことにより排気するターボ分子ポンプが例示される。その蓋は、カセットチャンバー 8 2 - i の外部と内部とを接続するゲートを閉鎖し、大気雰囲気気にすることで開放できる。その蓋の大きさは、カセット 8 4 - i より大きい。

【 0 0 7 9 】

常温接合装置 8 1 は、3 枚以上の基板を 1 つの基板に常温接合するときの動作と、2 枚の基板を 1 つの基板に常温接合するときの動作と、これらの接合基板を連続して製造する動作を実行することができる。

【 0 0 8 0 】

3 枚以上の基板を 1 つの基板に常温接合するときの動作では、複数のカセットチャンバー 8 2 - i のうち、8 2 - 1 ~ 8 2 - 3 を用いる。作業者は、まず、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 1 ~ 8 3 - 4 とを閉鎖して、真空ポンプ 3 1 を用いて接合チャンバー 2 の内部に真空雰囲気気を生成し、ロードロックチャンバー 3 の内部に真空雰囲気気を生成し、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 4 の内部に大気圧雰囲気気を生成する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の蓋を開けて、2 5 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 1 をカセットチャンバー 8 2 - 1 に配置し、2 5 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 をカセットチャンバー 8 2 - 2 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の内部に真空雰囲気気を生成し、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 1 ~ 8 3 - 2 とを開放する。

【 0 0 8 1 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 2 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。

【 0 0 8 2 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 3 の蓋を開けて、2 5 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 3 をカセットチャンバー 8 2 - 3 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 3 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 3 の内部に真空雰囲気気を生成する。

【 0 0 8 3 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 3 の内部に真空雰囲気気を生成された後に、カセット 8 4 - 1 に装填され常温接合された接合基板とカセット 8 4 - 3 に装填された基板とを常温接合する。すなわち、作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された接合基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 3 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 のうちの空いている

10

20

30

40

50

棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。

【 0 0 8 4 】

このように、常温接合装置 8 1 を用いて 3 枚以上の基板を 1 つの基板に常温接合するときの動作では、2 つの基板が常温接合されている間に、その 2 つの基板がそれぞれ配置される 2 つのカセットチャンバー以外のカセットチャンバーに次に常温接合される基板が装填されるカセットがセットされる。既述の実施の形態における常温接合装置 1 では、3 枚以上の基板を 1 つの基板に常温接合するときに、2 枚の基板が常温接合された接合基板が生成された後に 3 枚目の基板をセットするためにロードロックチャンバー 3 の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がある。常温接合装置 8 1 は、ロードロックチャンバー 3 の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間あたりの生産量を常温接合装置 1 より多くすることができる。

10

【 0 0 8 5 】

さらに、3 枚以上の基板が常温接合される製品を連続して製造する場合において、接合前準備工程である排気待ち時間によるロスを低減して、効率良く製造する方法として、次の方法がある。この動作では、複数のカセットチャンバー 8 2 - i のうち、8 2 - 1 ~ 8 2 - 4 を用いる。3 枚の基板を 1 つの基板に連続して常温接合するときの動作では、図 1 7 に示されているように、作業者は、まず、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 1 ~ 8 3 - 4 とを閉鎖して、真空ポンプ 3 1 を用いて接合チャンバー 2 の内部に真空雰囲気を生 20 成し、ロードロックチャンバー 3 の内部に真空雰囲気を生成し、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 4 の内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の蓋を開けて、2 5 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 1 をカセットチャンバー 8 2 - 1 に配置し、2 5 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 をカセットチャンバー 8 2 - 2 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 1 ~ 8 3 - 2 とを開放する。(s t e p 2 1) 作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 3 の蓋を開けて、空のカセット 8 4 - 3 をカセットチャンバー 8 2 - 3 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 3 の蓋を閉めて、カセットチャンバ 30 - 8 2 - 3 の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 3 を開放する。

20

30

【 0 0 8 6 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 2 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接 40 合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合され、カセット 8 4 - 3 のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。(s t e p 2 2)

40

【 0 0 8 7 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を開けて、2 5 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成する。(s t e p 2 2)

【 0 0 8 8 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成され 50

50

た後に、カセット 8 4 - 3 に装填され常温接合された接合基板とカセット 8 4 - 4 に装填された基板とを常温接合する。すなわち、作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 に装填された接合基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載し、カセット 8 4 - 4 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 4 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 3、8 4 - 4 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。(step 23)

10

【0089】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成された後に、さらに、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1、8 2 - 2 の蓋を開けて、25 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 1 と 25 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 をそれぞれ配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 1 ~ 8 3 - 2 とを開放する。(step 23)

20

【0090】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 2 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合され、カセット 8 4 - 3 のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。(step 24)

30

【0091】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を開けて、接合基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 から取り出し、別の 25 枚の基板が装填された別のカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成する。(step 24)

【0092】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成された後に、再度、カセット 8 4 - 3 に装填され常温接合された接合基板とカセット 8 4 - 4 に装填された基板とを常温接合し、25 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 1 と 25 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 をカセットチャンバー 8 2 - 1、8 2 - 2 にそれぞれ配置する。

40

【0093】

作業者は、このような動作を繰り返して実行することにより、3 枚の基板を 1 つの基板に連続的に常温接合することができ、かつ 3 枚の基板が常温接合される製品を連続して製造することができる。すなわち、このような常温接合装置は、3 枚の基板が常温接合される製品を連続的に製造するときに、ロードロックチャンバー 3 の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、また接合工程中に同時に、その接合中の基板がそれ

50

ぞれ配置される２つのカセットチャンバー以外のカセットチャンバーに、次に常温接合される基板が装填されるカセットがセットされることで、排気待ち時間によるロスを低減し、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間当たりの生産量を常温接合装置１より多くすることができる。なお、step 22において接合基板を配置するカセットチャンバーは、４つのカセットチャンバーのどの一つでも良く、この場合、次に接合する基板をセットするカセットチャンバーは、接合基板が配置されておらず、step 21において接合する基板を搭載したカセットがセットされていないカセットチャンバーとなる。

【0094】

Step 23において完成した接合基板を配置するカセットチャンバーは、step 22において基板を搭載したカセットがセットされていた二つのカセットチャンバーのうちのどちらの一方でも良い。この場合、次に新たに接合する基板をセットするカセットチャンバーは、step 22で基板を搭載したカセットがセットされていた２つのカセットチャンバーを除く残り二つのカセットチャンバーとなる。

10

【0095】

Step 24において接合基板を配置するカセットチャンバーは、Step 23で接合された基板が配置されているカセットチャンバーを除くカセットチャンバーのどの一つでも良く、この場合、次に接合する基板をセットするカセットチャンバーは、接合基板が配置されておらず、Step 23において新たに接合する基板を搭載したカセットがセットされていないカセットチャンバーとなる。

20

【0096】

４枚の基板を１つの基板に常温接合するときの動作では、図１８に示されるように、作業者は、まず、ゲートバルブ５とゲートバルブ８３－１～８３－４を閉鎖して、真空ポンプ３１を用いて接合チャンバー２の内部に真空雰囲気を生成し、ロードロックチャンバー３の内部に真空雰囲気を生成し、カセットチャンバー８２－１～８２－４の内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、カセットチャンバー８２－１～８２－２の蓋を開けて、２５枚の基板が装填されたカセット８４－１と２５枚の基板が装填されたカセット８４－２をカセットチャンバー８２－１、８２－２にそれぞれ配置する。作業者は、カセットチャンバー８２－１～８２－２の蓋を閉めて、そのカセットチャンバー８２－１～８２－２の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ５とゲートバルブ８３－１～８３－２を開放する。(step 31)

30

【0097】

作業者は、搬送装置８を用いて、カセット８４－１に装填された基板のうちの１枚の基板を上側基板支持部４１に搭載し、カセット８４－２に装填された基板のうちの１枚の基板を下側基板支持部４２に搭載する。作業者は、ゲートバルブ５を閉鎖して、上側基板支持部４１に搭載された基板と下側基板支持部４２に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部４１を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部４２に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ５を開放する。作業者は、搬送装置８を用いて、カセット８４－１のうちの空いている棚に下側基板支持部４２に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット８４－１に装填された基板がすべて常温接合され、カセット８４－１のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。(step 32)

40

【0098】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー８２－３の蓋を開けて、２５枚の基板が装填されたカセット８４－３をカセットチャンバー８２－３に配置する。作業者は、カセットチャンバー８２－３の蓋を閉めて、カセットチャンバー８２－３の内部に真空雰囲気を生成する。(step 32)

【0099】

作業者は、カセット８４－１に装填された基板とカセット８４－２に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー８２－３の内部に真空雰囲気を生成され

50

た後に、カセット 8 4 - 1 に装填され常温接合された接合基板とカセット 8 4 - 3 に装填された基板とを常温接合する。すなわち、作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された接合基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載し、カセット 8 4 - 3 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。(10
s t e p 3 3)

【 0 1 0 0 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 3 の内部に真空雰囲気を生成された後に、さらに、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を開けて、25 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 4 を開放する。(s t e p 3 3)

【 0 1 0 1 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 に装填された接合基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載し、カセット 8 4 - 4 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 4 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 3 に装填された接合基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。(s t e p 3 4)

【 0 1 0 2 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 1、8 2 - 2 の蓋を開けて、空のカセット 8 4 - 1 ~ 8 4 - 2 をカセットチャンバー 8 2 - 1、8 2 - 2 から取り出し、別の 25 枚の基板が装填された別のカセット 8 4 - 1 ~ 8 4 - 2 をそのカセットチャンバー 8 2 - 1、8 2 - 2 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1、8 2 - 2 の蓋を閉めて、そのカセットチャンバー 8 2 - 1、8 2 - 2 の内部に真空雰囲気を生成する。(s t e p 3 4)

【 0 1 0 3 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 2 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合され、カセット 8 4 - 1 のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。(s t e p 3 5)

【 0 1 0 4 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 3 の蓋を開けて、25 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 3 をカセットチャンバー 8 2 - 3

10

20

30

40

50

に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 3 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 3 の内部に真空雰囲気を生成する。作業者は、このような接合動作が実行されている間に、さらに、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を開けて、接合基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 から取り出す。(s t e p 3 5)

【 0 1 0 5 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 3 の内部に真空雰囲気を生成された後に、再度、カセット 8 4 - 1 に装填され常温接合された接合基板とカセット 8 4 - 3 に装填された基板とを常温接合し、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 に配置する。

10

【 0 1 0 6 】

作業者は、このような動作を繰り返して実行することにより、4枚の基板を1つの基板に連続的に常温接合することができ、かつ4枚の基板が常温接合される製品を連続して製造することができる。すなわち、このような常温接合装置は、4枚の基板が常温接合される製品を連続的に製造するときに、ロードロックチャンバー 3 の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、また接合工程中に同時に、その接合中の基板がそれぞれ配置される2つのカセットチャンバー以外のカセットチャンバーに、次に常温接合される基板が装填されるカセットがセットされることで、排気待ち時間によるロスを低減し、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間当たりの生産量を常温接合装置 1 より多くすることができる。なお、s t e p 3 2、s t e p 3 3において接合基板を配置するカセットチャンバーは、4つのカセットチャンバーのどの一つでも良く、この場合、次に接合する基板をセットするカセットチャンバーは、接合基板を配置しておらず、前のs t e pにおいて基板を搭載したカセットがセットされていないカセットチャンバーとなる。S t e p 3 4において完成した接合基板を配置するカセットチャンバーは、s t e p 3 3において基板を搭載したカセットがセットされた二つのカセットチャンバーのうちのどちらの一方でも良い。この場合、次に新たに接合する基板をセットするカセットチャンバーは、s t e p 3 3で基板を搭載したカセットがセットされた二つのカセットチャンバーを除く残りの二つのカセットチャンバーとなる。S t e p 3 5において接合基板を配置するカセットチャンバーは、S t e p 3 4で接合された基板が配置されているカセットチャンバーを除くカセットチャンバーのどの一つでも良く、この場合、次に接合する基板をセットするカセットチャンバーは、接合基板を配置しておらず、S t e p 3 4において新たに接合する基板を搭載したカセットをセットしていないカセットチャンバーとなる。

20

30

【 0 1 0 7 】

このような常温接合装置は、同様にして、5枚以上の基板を1つの基板に連続的に常温接合することができる。すなわち、このような常温接合装置は、5枚以上の基板が常温接合される製品を連続的に製造するときに、ロードロックチャンバー 3 の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、また接合工程中に同時に、その接合中の基板がそれぞれ配置される2つのカセットチャンバー以外のカセットチャンバーに、次に常温接合される基板が装填されるカセットがセットされることで、排気待ち時間によるロスを低減し、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間当たりの生産量を常温接合装置 1 より多くすることができる。

40

【 0 1 0 8 】

2枚の基板を1つの基板に常温接合するときの動作では、図 1 9 に示されるように、作業者は、まず、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 1 ~ 8 3 - 4 とを閉鎖して、真空ポンプ 3 1 を用いて接合チャンバー 2 の内部に真空雰囲気を生成し、ロードロックチャンバー 3 の内部に真空雰囲気を生成し、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 4 の内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 1 をカセットチャンバー 8 2 - 1 に配置し、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 をカセットチャンバー 8 2 - 2 に配置する。作

50

業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 1 ~ 8 3 - 2 とを開放する。(s t e p 4 1)

【 0 1 0 9 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 2 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。(s t e p 4 2)

10

【 0 1 1 0 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 の蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 3 をカセットチャンバー 8 2 - 3 に配置し、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成する。(s t e p 4 2)

20

【 0 1 1 1 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成された後に、カセット 8 4 - 3 に装填された基板とカセット 8 4 - 4 に装填された基板とを常温接合する。すなわち、作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 4 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 3 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。(s t e p 4 3)

30

【 0 1 1 2 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 1 の蓋を開けて、接合基板が装填されたカセット 8 4 - 1 をカセットチャンバー 8 2 - 1 から取り出し、別の 25枚の基板が装填された別のカセット 8 4 - 1 をカセットチャンバー 8 2 - 1 に配置し、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 をカセットチャンバー 8 2 - 2 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 1 ~ 8 2 - 2 の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 1 ~ 8 3 - 2 とを開放する。(s t e p 4 3)

40

【 0 1 1 3 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 2 に装填された基板のうちの 1 枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接

50

合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット８４－１に装填された基板がすべて常温接合され、カセット８４－１のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。(step 44)

【０１１４】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー８２－３の蓋を開けて、接合基板が装填されたカセット８４－３をカセットチャンバー８２－３から取り出し、別の２５枚の基板が装填された別のカセット８４－３をカセットチャンバー８２－３に配置し、２５枚の基板が装填されたカセット８４－４をカセットチャンバー８２－４に配置する。作業者は、カセットチャンバー８２－３～８２－４の蓋を閉めて、カセットチャンバー８２－３～８２－４の内部に真空雰囲気を生成する。(step 44)

10

【０１１５】

作業者は、このような動作(step 43、44)を繰り返して実行することにより、２枚の基板が常温接合される製品を連続して製造することができる。このように、常温接合装置８１を用いて２枚の基板を１つの基板に常温接合するときの動作では、２つの基板が常温接合されている間に、その２つの基板がそれぞれ配置される２つのカセットチャンバー以外の２つのカセットチャンバーに次に常温接合される基板が装填される２つのカセットがそれぞれセットされる。既述の実施の形態における常温接合装置１では、２枚の基板を１つの基板に常温接合するとき、２枚の基板が常温接合された接合基板が生成された後に次の基板をセットするためにロードロックチャンバー３の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がある。常温接合装置８１は、２枚の基板が常温接合される製品を連続的に製造するとき、ロードロックチャンバー３の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間当たりの生産量を常温接合装置１より多くすることができる。

20

【０１１６】

なお、Step 42、step 44において完成した接合基板を配置するカセットチャンバーは、step 41、step 43で新たに接合する基板を搭載したカセットをセットしたカセットチャンバーのうちのどちらの一方でも良い。この場合、次に新たに接合する基板をセットするカセットチャンバーは、step 41、step 43で新たに接合する基板を搭載したカセットをセットしたカセットチャンバーを除くカセットチャンバーとなる。

30

【０１１７】

なお、このような２枚の基板を１つの基板に常温接合するときの動作は、さらに、カセットチャンバー８２－１～８２－２が２つのカセット８４－１～８４－２を内部に配置することができる１つの第１カセットチャンバーに置換され、カセットチャンバー８２－３～８２－４が２つのカセット８４－３～８４－４を内部に配置することができる１つの第２カセットチャンバーに置換されているさらに他の常温接合装置を用いても実行されることができる。このとき、その常温接合装置は、第１ゲートバルブと第２ゲートバルブとを備えている。その第１ゲートバルブは、その第１カセットチャンバーとロードロックチャンバー３との間に介設され、その第１カセットチャンバーの内部とロードロックチャンバー３の内部とを接続するゲートを閉鎖し、または、開放する。その第２ゲートバルブは、その第２カセットチャンバーとロードロックチャンバー３との間に介設され、その第２カセットチャンバーの内部とロードロックチャンバー３の内部とを接続するゲートを閉鎖し、または、開放する。このような常温接合装置は、既述の３枚以上の基板を１つの基板に常温接合するときの動作を実行することができないが、構造がさらに簡単であり、２枚連続接合動作にとって好適である。

40

【０１１８】

本発明による常温接合装置の実施のさらに他の形態は、既述の実施の形態における常温接合装置８１のカセットチャンバー８２－１～８２－２が１つの連結カセットチャンバーに置換されている。その連結カセットチャンバーは、２つのカセット８４－１～８４－２を内部に配置することができる。このとき、その常温接合装置は、連結ゲートバルブを備

50

えている。その連結ゲートバルブは、その連結カセットチャンバーとロードロックチャンバー 3 との間に介設され、その連結カセットチャンバーの内部とロードロックチャンバー 3 の内部とを接続するゲートを閉鎖し、または、開放する。

【 0 1 1 9 】

このような常温接合装置は、既述の実施の形態における常温接合装置 8 1 と同様に、2枚の基板を1つの基板に常温接合するときの動作と、3枚以上の基板を1つの基板に常温接合するときの動作と、これらの接合基板を連続して製造する動作を実行することができる。

【 0 1 2 0 】

2枚の基板を1つの基板に常温接合するときの動作では、作業者は、まず、ゲートバルブ 5 とゲートバルブ 8 3 - 3 ~ 8 3 - 4 とその連結ゲートバルブとを閉鎖して、真空ポンプ 3 1 を用いて接合チャンバー 2 の内部に真空雰囲気を生成し、ロードロックチャンバー 3 の内部に真空雰囲気を生成し、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 とその連結カセットチャンバーの内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 1 と25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 とをその連結カセットチャンバーに配置する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を閉めて、その連結カセットチャンバーの内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 とその連結ゲートバルブとを開放する。

【 0 1 2 1 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 2 に装填された基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 にセットされている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。

【 0 1 2 2 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 の蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 3 をカセットチャンバー 8 2 - 3 に配置し、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 の蓋を閉めて、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成する。

【 0 1 2 3 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 3 ~ 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成された後に、カセット 8 4 - 3 に装填された基板とカセット 8 4 - 4 に装填された基板とを常温接合する。すなわち、作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 4 に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 3 に装填された基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 3 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。

【 0 1 2 4 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、その連結カセットチャンバーの蓋を開けて、接合基板が装填されたカセット 8 4 - 1 を連結カセットチャンバーから取り

10

20

30

40

50

出し、別の25枚の基板が装填された別のカセット84-1と、25枚の基板が装填されたカセット84-2を連結カセットチャンバーに配置する。作業者は、連結カセットチャンバーの蓋を閉めて、その連結カセットチャンバーの内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ5とその連結ゲートバルブとを開放する。

【0125】

作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-1に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部41に搭載し、カセット84-2に装填された基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部42に搭載する。作業者は、ゲートバルブ5を閉鎖して、上側基板支持部41に搭載された基板と下側基板支持部42に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部41を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部42に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ5を開放する。作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-1のうちの空いている棚に下側基板支持部42に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット84-1に装填された基板がすべて常温接合され、カセット84-1のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。

10

【0126】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー82-3の蓋を開けて、接合基板が装填されたカセット84-3をカセットチャンバー82-3から取り出し、別の25枚の基板が装填された別のカセット84-3をカセットチャンバー82-3に配置し、25枚の基板が装填されたカセット84-4をカセットチャンバー82-4に配置する。作業者は、カセットチャンバー82-3~82-4の蓋を閉めて、カセットチャンバー82-3~82-4の内部に真空雰囲気を生成する。

20

【0127】

作業者は、このような動作を繰り返して実行することにより、2枚の基板が常温接合される製品を連続して製造することができる。このような常温接合装置では、2つの基板が常温接合されている間に、その2つの基板がそれぞれ配置される2つのカセットチャンバー以外の2つのカセットチャンバーに次に常温接合される基板が装填される2つのカセットがそれぞれセットされる。このため、このような常温接合装置は、2枚の基板が常温接合される製品を連続的に製造するとき、ロードロックチャンバー3の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間当たりの生産量を常温接合装置1より多くすることができる。このような常温接合装置は、さらに、常温接合装置81より構造が簡単であり、装置設計・製造・メンテナンスコスト低減の観点から好ましい。

30

【0128】

3枚の基板を1つの基板に常温接合するときの動作では、作業者は、まず、ゲートバルブ5とゲートバルブ83-3~83-4とその連結ゲートバルブとを閉鎖して、真空ポンプ31を用いて接合チャンバー2の内部に真空雰囲気を生成し、ロードロックチャンバー3の内部に真空雰囲気を生成し、カセットチャンバー82-3~82-4とその連結カセットチャンバーの内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット84-1と25枚の基板が装填されたカセット84-2をその連結カセットチャンバーに配置する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を閉めて、その連結カセットチャンバーの内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ5とその連結ゲートバルブを開放する。作業者は、カセットチャンバー82-3の蓋を開けて、空のカセット84-3をカセットチャンバー82-3に配置する。作業者は、カセットチャンバー82-3の蓋を閉めて、カセットチャンバー82-3の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ5とゲートバルブ83-3を開放する。

40

【0129】

作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-1に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部41に搭載し、カセット84-2に装填された基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部42に搭載する。作業者は、ゲートバルブ5を閉鎖して、上側基板支

50

持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合され、カセット 8 4 - 3 のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。

【 0 1 3 0 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4

10

【 0 1 3 1 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成された後に、カセット 8 4 - 3 に装填され常温接合された接合基板とカセット 8 4 - 4 に装填された基板とを常温接合する。すなわち、作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 に装填された接合基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載し、カセット 8 4 - 4 に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 4 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 3、8 4 - 4 に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。

20

【 0 1 3 2 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成された後に、さらに、その連結カセットチャンバーの内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 1 と25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 をその連結カセットチャンバーに配置する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を閉めて、その連結カセットチャンバーの内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ 5 とその連結ゲートバルブを開放する。

30

【 0 1 3 3 】

作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 1 に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部 4 1 に搭載し、カセット 8 4 - 2 に装填された基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部 4 2 に搭載する。作業者は、ゲートバルブ 5 を閉鎖して、上側基板支持部 4 1 に搭載された基板と下側基板支持部 4 2 に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部 4 1 を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部 4 2 に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ 5 を開放する。作業者は、搬送装置 8 を用いて、カセット 8 4 - 3 のうちの空いている棚に下側基板支持部 4 2 に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板がすべて常温接合され、カセット 8 4 - 3 のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。

40

【 0 1 3 4 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を開けて、接合基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 から取り出し、別の25枚の基板が装填された別のカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 に配置する。作業者は、カセットチャンバー 8 2 - 4 の蓋を閉めて、カセットチャ

50

ンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成する。

【 0 1 3 5 】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 4 の内部に真空雰囲気を生成された後に、再度、カセット 8 4 - 3 に装填され常温接合された接合基板とカセット 8 4 - 4 に装填された基板とを常温接合し、25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 1 と25枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 2 をその連結カセットチャンバーに配置する。

【 0 1 3 6 】

作業者は、このような動作を繰り返して実行することにより、その3枚の基板を1つの基板に連続的に常温接合することができる。すなわち、このような常温接合装置は、3枚の基板が常温接合される製品を連続的に製造するときに、ロードロックチャンバー3の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、また接合工程中に同時に、その接合中の基板がそれぞれ配置される2つのカセットチャンバー以外のカセットチャンバーに、次に常温接合される基板が装填されるカセットがセットされることで、排気待ち時間によるロスを低減し、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間当たりの生産量を常温接合装置1より多くすることができる。このような常温接合装置は、さらに、常温接合装置81より構造が簡単であり、装置設計・製造・メンテナンスコスト低減の観点から好ましい。

【 0 1 3 7 】

4枚の基板を1つの基板に常温接合するときの動作では、作業者は、まず、ゲートバルブ5とゲートバルブ83-3~83-4とその連結ゲートバルブとを閉鎖して、真空ポンプ31を用いて接合チャンバー2の内部に真空雰囲気を生成し、ロードロックチャンバー3の内部に真空雰囲気を生成し、カセットチャンバー82-3~82-4とその連結カセットチャンバーの内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット84-1と25枚の基板が装填されたカセット84-2をその連結カセットチャンバーに配置する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を閉めて、その連結カセットチャンバーの内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ5とその連結ゲートバルブを開放する。

【 0 1 3 8 】

作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-1に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部41に搭載し、カセット84-2に装填された基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部42に搭載する。作業者は、ゲートバルブ5を閉鎖して、上側基板支持部41に搭載された基板と下側基板支持部42に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部41を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部42に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ5を開放する。作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-1のうちの空いている棚に下側基板支持部42に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット84-1に装填された基板がすべて常温接合され、カセット84-1のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。

【 0 1 3 9 】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー82-3の蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット84-3をカセットチャンバー82-3に配置する。作業者は、カセットチャンバー82-3の蓋を閉めて、カセットチャンバー82-3の内部に真空雰囲気を生成する。

【 0 1 4 0 】

作業者は、カセット84-1に装填された基板とカセット84-2に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー82-3の内部に真空雰囲気を生成された後に、カセット84-1に装填され常温接合された接合基板とカセット84-3に装填された基板とを常温接合する。すなわち、作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-1に装填された接合基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部42に搭載し、カセット

10

20

30

40

50

84-3に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部41に搭載する。作業者は、ゲートバルブ5を閉鎖して、上側基板支持部41に搭載された基板と下側基板支持部42に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部41を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部42に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ5を開放する。作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-3のうちの空いている棚に下側基板支持部42に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット84-1に装填された基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。

【0141】

作業者は、カセット84-1に装填された基板とカセット84-2に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー82-3の内部に真空雰囲気を生成された後に、さらに、カセットチャンバー82-4の内部に大気圧雰囲気を生成する。作業者は、カセットチャンバー82-4の蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット84-4をカセットチャンバー82-4に配置する。作業者は、カセットチャンバー82-4の蓋を閉めて、カセットチャンバー82-4の内部に真空雰囲気を生成し、ゲートバルブ5とゲートバルブ83-4を開放する。

【0142】

作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-3に装填された接合基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部42に搭載し、カセット84-4に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部41に搭載する。作業者は、ゲートバルブ5を閉鎖して、上側基板支持部41に搭載された基板と下側基板支持部42に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部41を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部42に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ5を開放する。作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-4のうちの空いている棚に下側基板支持部42に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット84-3に装填された接合基板がすべて常温接合されるまで繰り返し実行される。

【0143】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、その連結カセットチャンバーの蓋を開けて、空のカセット84-1～84-2をその連結カセットチャンバーから取り出し、別の25枚の基板が装填された別のカセット84-1～84-2をその連結カセットチャンバーに配置する。作業者は、その連結カセットチャンバーの蓋を閉めて、その連結カセットチャンバーの内部に真空雰囲気を生成する。

【0144】

作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-1に装填された基板のうちの1枚の基板を上側基板支持部41に搭載し、カセット84-2に装填された基板のうちの1枚の基板を下側基板支持部42に搭載する。作業者は、ゲートバルブ5を閉鎖して、上側基板支持部41に搭載された基板と下側基板支持部42に搭載された基板とを常温接合して、上側基板支持部41を鉛直上方向に上昇させて、下側基板支持部42に搭載された接合基板を生成する。作業者は、次いで、ゲートバルブ5を開放する。作業者は、搬送装置8を用いて、カセット84-1のうちの空いている棚に下側基板支持部42に搭載されている接合基板を搬送する。このような接合動作は、カセット84-1に装填された基板がすべて常温接合され、カセット84-1のすべての棚に接合基板が装填されるまで繰り返し実行される。

【0145】

作業者は、このような接合動作が実行されている間に、カセットチャンバー82-3の蓋を開けて、25枚の基板が装填されたカセット84-3をカセットチャンバー82-3に配置する。作業者は、カセットチャンバー82-3の蓋を閉めて、カセットチャンバー82-3の内部に真空雰囲気を生成する。作業者は、このような接合動作が実行されている間に、さらに、カセットチャンバー82-4の蓋を開けて、接合基板が装填されたカセット84-4をカセットチャンバー82-4から取り出す。

【0146】

作業者は、カセット 8 4 - 1 に装填された基板とカセット 8 4 - 2 に装填された基板との常温接合が完了し、かつ、カセットチャンバー 8 2 - 3 の内部に真空雰囲気を生成された後に、再度、カセット 8 4 - 1 に装填され常温接合された接合基板とカセット 8 4 - 3 に装填された基板とを常温接合し、25 枚の基板が装填されたカセット 8 4 - 4 をカセットチャンバー 8 2 - 4 に配置する。

【0147】

作業者は、このような動作を繰り返して実行することにより、4 枚の基板を 1 つの基板に連続的に常温接合することができ、かつ 4 枚の基板が常温接合される製品を連続して製造することができる。すなわち、このような常温接合装置は、4 枚の基板が常温接合される製品を連続的に製造するときに、ロードロックチャンバー 3 の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、また接合工程中に同時に、その接合中の基板がそれぞれ配置される 2 つのカセットチャンバー以外のカセットチャンバーに、次に常温接合される基板が装填されるカセットがセットされることで、排気待ち時間によるロスを低減し、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間当たりの生産量を常温接合装置 1 より多くすることができる。このような常温接合装置は、さらに、常温接合装置 8 1 より構造が簡単であり、装置設計・製造・メンテナンスコスト低減の観点から好ましい。

【0148】

このような常温接合装置は、同様にして、5 枚以上の基板を 1 つの基板に連続的に常温接合することができる。すなわち、このような常温接合装置は、5 枚以上の基板が常温接合される製品を連続的に製造するときに、ロードロックチャンバー 3 の内部を大気圧雰囲気にして再度真空雰囲気にする必要がなく、また接合工程中に同時に、その接合中の基板がそれぞれ配置される 2 つのカセットチャンバー以外のカセットチャンバーに、次に常温接合される基板が装填されるカセットがセットされることで、排気待ち時間によるロスを低減し、タクトタイムを短縮して、常温接合される基板の単位時間当たりの生産量を常温接合装置 1 より多くすることができる。このような常温接合装置は、さらに、常温接合装置 8 1 より構造が簡単であり、装置設計・製造・メンテナンスコスト低減の観点から好ましい。

【0149】

なお、角度調整機構 1 2 は、上側ステージ 1 1 に上側試料台 1 3 の向きを変更可能に支持する他の角度調整機構に置換することができる。

【0150】

図 20 は、その置換される角度調整機構の例を示している。その角度調整機構は、シム 9 1 と締結具 9 2 とを備えている。シム 9 1 は、上側ステージ 1 1 の上側試料台 1 3 に対向する面の外周域の一部に配置されている。締結具 9 2 は、シム 9 1 が上側ステージ 1 1 と上側試料台 1 3 とに挟まれた状態で、上側ステージ 1 1 と上側試料台 1 3 とを締結することにより上側ステージ 1 1 と上側試料台 1 3 とを固定する。このとき、上側試料台の向きを補正する動作では、作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面とキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2（下側試料台 4 6 がキャリッジ支持台 4 5 に接触しているときには下側試料台 4 6 の基板が配置される面）とが平行でないときに、厚さが異なる複数のシムのうちの適当なシム 9 1 を上側ステージ 1 1 の上側試料台 1 3 に対向する面の外周域の適当な位置に配置して、締結具 9 2 を用いて上側ステージ 1 1 と上側試料台 1 3 とを固定する。

【0151】

このような角度調整機構によれば、本発明による常温接合装置は、既述の実施の形態における角度調整機構 1 2 と同様にして、上側試料台 1 3 の基板が下側試料台 4 6 の基板に常温接合されるときに、上側試料台 1 3 の基板と下側試料台 4 6 の基板との接合面に荷重をより均一に負荷することができる。

【0152】

図 21 は、その置換される角度調整機構の他の例を示している。その角度調整機構は、3 つの押しボルト 9 3 と引張ばね 9 4 とを備えている。引張ばね 9 4 は、上側ステージ 1

10

20

30

40

50

1 と上側試料台 1 3 とが引き付き合うように、上側ステージ 1 1 に対して上側試料台 1 3 に弾性力を印加する。押しボルト 9 3 は、図 2 2 に示されているように、上側ステージ 1 1 の上側試料台 1 3 に対向する面の外周域の 3 箇所に配置されている。押しボルト 9 3 は、それぞれ、回転されることにより、上側ステージ 1 1 から上側試料台 1 3 を押し込む押し込み量が増加する。このとき、上側試料台の向きを補正する動作では、作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面とキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2（下側試料台 4 6 がキャリッジ支持台 4 5 に接触しているときには下側試料台 4 6 の基板が配置される面）とが平行でないときに、押しボルト 9 3 を適当に回転させることにより、上側試料台 1 3 の基板が配置される面とキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 とを平行にする。

【0153】

10

このような角度調整機構によれば、本発明による常温接合装置は、既述の実施の形態における角度調整機構 1 2 と同様にして、上側試料台 1 3 の基板が下側試料台 4 6 の基板に常温接合されるときに、上側試料台 1 3 の基板と下側試料台 4 6 の基板との接合面に荷重をより均一に負荷することができる。

【0154】

図 2 3 は、その置換される角度調整機構のさらに他の例を示している。その角度調整機構は、3 つの圧電素子 9 5 とセンサ 9 6 と制御装置 9 7 とを備えている。センサ 9 6 は、上側試料台 1 3 の向きを測定する。制御装置 9 7 は、コンピュータであり、センサ 9 6 により測定された上側試料台 1 3 の向きに基づいて、または、作業者の操作に基づいて、圧電素子 9 5 に適切な電圧を印加する。圧電素子 9 5 は、図 2 4 に示されているように、上側ステージ 1 1 の上側試料台 1 3 に対向する面の外周域の 3 箇所に配置されている。圧電素子 9 5 は、印加される電圧に基づいて長さが変化する。

20

【0155】

このとき、上側試料台の向きを補正する動作では、作業者は、センサ 9 6 を用いて上側試料台 1 3 の向きを測定する。作業者は、上側試料台 1 3 の基板が配置される面とキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2（下側試料台 4 6 がキャリッジ支持台 4 5 に接触しているときには下側試料台 4 6 の基板が配置される面）とが平行でないときに、制御装置 9 7 を適当に操作することにより、圧電素子 9 5 に適切な電圧を印加して上側試料台 1 3 の基板が配置される面とキャリッジ支持台 4 5 の支持面 5 2 とを平行にする。

【0156】

30

このような角度調整機構によれば、本発明による常温接合装置は、既述の実施の形態における角度調整機構 1 2 と同様にして、上側試料台 1 3 の基板が下側試料台 4 6 の基板に常温接合されるときに、上側試料台 1 3 の基板と下側試料台 4 6 の基板との接合面に荷重をより均一に負荷することができる。

【0157】

このような角度調整機構は、さらに、接合チャンバー 2 を大気開放しないで上側試料台 1 3 の基板が配置される面と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とを平行にすることができる。すなわち、上側試料台の向きを補正する動作では、制御装置 9 7 は、センサ 9 6 を用いて上側試料台 1 3 の向きを測定し、その測定結果に基づいて圧電素子 9 5 に適切な電圧を印加して上側試料台 1 3 の基板が配置される面と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とを平行にする。このような動作は、接合チャンバー 2 を大気開放しないで実行されることができ、たとえば、図 1 5 のステップ S 4 ～ステップ S 8 が繰り返されている期間のうちのステップ S 6 が実行されていない期間に実行されることができる。このため、このような動作によれば、ステップ S 4 ～ステップ S 8 が繰り返されている期間に上側試料台 1 3 の向きが変化した場合でも、上側試料台 1 3 の基板が配置される面と下側試料台 4 6 の基板が配置される面とが平行になるように調整することができ、基板を常温接合することにかかる時間を短縮することができる。

40

【0158】

なお、上側試料台 1 3 と下側試料台 4 6 とは、メカニカルロック機構と異なる他の機構により基板を固定する試料台に置換することができる。

50

【 0 1 5 9 】

図 2 5 は、その置換される試料台の例を示している。その試料台 1 0 1 は、コイル 1 0 2 と磁性材 1 0 3 と電源 1 0 4 とを備えている。磁性材 1 0 3 は、棒状に形成され、試料台 1 0 1 の内部に配置されている。コイル 1 0 2 は、磁性材 1 0 3 に巻きつけられる電線から形成され、直流電流が流されることにより磁力を発生させる。電源 1 0 4 は、ユーザの操作により、コイル 1 0 2 に直流電流を流し、または、コイル 1 0 2 に直流電流が流れることを停止する。試料台 1 0 1 に保持される基板 1 0 5 は、図示されていないウェハテープを用いてカートリッジ 1 0 6 に接合されている。カートリッジ 1 0 6 は、強磁性体から形成されている。試料台 1 0 1 は、カートリッジ 1 0 6 に接合された基板 1 0 5 が試料台 1 0 1 に配置された後にコイル 1 0 2 に直流電流を流すことにより基板 1 0 5 を保持する。試料台 1 0 1 は、コイル 1 0 2 に直流電流を流すことを停止された後に、カートリッジ 1 0 6 に接合された基板 1 0 5 が取り外される。このような試料台 1 0 1 は、基板 1 0 5 が強磁性体でないときでも、基板 4 3 を保持することができ、好ましい。

10

【 0 1 6 0 】

図 2 6 は、その置換される試料台の他の例を示している。その試料台 1 1 1 は、電極 1 1 2、1 1 3 と電源 1 1 4、1 1 5 とを備えている。電極 1 1 2 と電極 1 1 3 とは、試料台 1 1 1 の内部に配置されている。電源 1 1 4 は、ユーザの操作により、電極 1 1 2 に電圧を印加し、または、電極 1 1 2 に電圧を印加することを停止する。電源 1 1 5 は、ユーザの操作により、電極 1 1 3 に電圧を印加し、または、電極 1 1 3 に電圧を印加することを停止する。試料台 1 1 1 は、基板 1 1 6 が試料台 1 1 1 に配置された後に電極 1 1 2 と電極 1 1 3 とに電圧を印加し、試料台 1 1 1 と基板 1 1 6 とに発生する静電力によって基板 1 1 6 を保持する。試料台 1 1 1 は、電極 1 1 2 と電極 1 1 3 とに電圧を印加することが停止された後に、基板 1 1 6 が取り外される。このような試料台 1 1 1 は、基板 1 1 6 に静電力が与えられてもいいときに、常温接合装置に適用されることができる。すなわち、試料台は、その試料台に保持される基板の仕様に許される限り、様々な機構を適用することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 6 1 】

【図 1】図 1 は、本発明による常温接合装置の実施の形態を示す断面図である。

【図 2】図 2 は、本発明による常温接合装置の実施の形態を示す断面図である。

30

【図 3】図 3 は、角度調整機構を示す断面図である。

【図 4】図 4 は、角度調整機構を示す斜視図である。

【図 5】図 5 は、下側基板支持部を示す断面図である。

【図 6】図 6 は、下側基板支持部に保持される基板を示す断面図である。

【図 7】図 7 は、カートリッジを示す断面図である。

【図 8】図 8 は、下側試料台を示す平面図である。

【図 9】図 9 は、アライメント装置を示す断面図である。

【図 10】図 10 は、ゲートバルブを示す断面図である。

【図 11】図 11 は、搬送装置の爪を示す斜視図である。

【図 12】図 12 は、基板を把持した搬送装置の爪を示す斜視図である。

40

【図 13】図 13 は、カセットを示す斜視図である。

【図 14】図 14 は、基板が配置されたカセットを示す斜視図である。

【図 15】図 15 は、本発明による常温接合装置を用いて基板を常温接合する動作を示すフローチャートである。

【図 16】図 16 は、本発明による常温接合装置の実施の他の形態を示す断面図である。

【図 17】図 17 は、本発明による常温接合装置を用いて、常温接合基板を連続的に製造する動作を示すフロー図である。

【図 18】図 18 は、本発明による常温接合装置を用いて、常温接合基板を連続的に製造する動作を示すフロー図である。

【図 19】図 19 は、本発明による常温接合装置を用いて、常温接合基板を連続的に製造

50

する動作を示すフロー図である。

【図 2 0】図 2 0 は、他の角度調整機構を示す側面図である。

【図 2 1】図 2 1 は、さらに他の角度調整機構を示す側面図である。

【図 2 2】図 2 2 は、さらに他の角度調整機構を示す平面図である。

【図 2 3】図 2 3 は、さらに他の角度調整機構を示す側面図である。

【図 2 4】図 2 4 は、さらに他の角度調整機構を示す平面図である。

【図 2 5】図 2 5 は、他の試料台を示す側面図である。

【図 2 6】図 2 6 は、さらに他の試料台を示す側面図である。

【符号の説明】

【 0 1 6 2 】

- 1 : 常温接合装置
- 2 : 接合チャンバー
- 3 : ロードロックチャンバー
- 5 : ゲートバルブ
- 6 : 第 1 カセット台
- 7 : 第 2 カセット台
- 8 : 搬送装置
- 1 1 : 上側ステージ
- 1 2 : 角度調整機構
- 1 3 : 上側試料台
- 1 4 : 上側ステージ駆動装置
- 1 5 : 第 1 アーム
- 1 6 : 第 2 アーム
- 1 7 : 第 3 アーム
- 1 8 : 第 1 節
- 1 9 : 第 2 節
- 2 0 : 第 3 節
- 2 1 : 爪
- 2 2 : 回転軸
- 2 3 : 回転軸
- 2 4 : 回転軸
- 2 6 : 球フランジ
- 2 7 : 固定フランジ
- 2 8 : 球座
- 2 9 : 点
- 2 9 - 1 ~ 2 9 - 2 : 分割リング
- 3 1 : 真空ポンプ
- 3 2 : イオンガン
- 3 3 : 電子銃
- 3 4 : 壁
- 3 5 : 排気口
- 3 6 : 照射方向
- 3 7 : 扉
- 3 8 : ヒンジ
- 3 9 : 窓
- 4 1 : 上側基板支持部
- 4 2 : 下側基板支持部
- 4 3 : 基板
- 4 4 : 位置決めステージ
- 4 5 : キャリッジ支持台

10

20

30

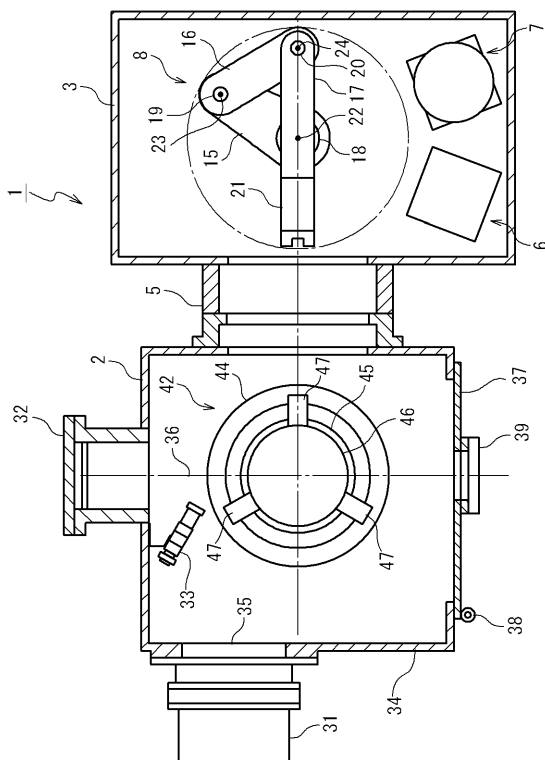
40

50

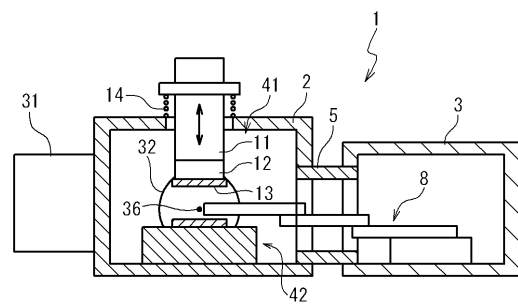
4 6 : 下側試料台	
4 7 : 弾性案内	
4 8 : 底板	
5 2 : 支持面	
5 4 : 支持面	
5 5 : カートリッジ	
5 6 : 接着面	
5 7 : 複数の穴	
5 8 : 複数のピン	
5 9 : カム	10
6 1 : ゲート	
6 2 : 扉	
6 3 : 封止面	
6 4 : 支持面	
6 5 : 支持面	
6 6 : 非支持面	
6 7 : 基板	
6 8 : カセット	
6 9 : 棚	
7 0 : アライメント装置	20
7 1 : 赤外照明	
7 2 : レンズ	
7 3 : カメラ	
7 4 : 透明部位	
7 5 : 透明部位	
7 6 : 基板	
7 7 : 基板	
7 8 : アライメントマーク	
7 9 : アライメントマーク	
8 1 : 常温接合装置	30
8 2 - 1 ~ 8 2 - 4 : カセットチャンバー	
8 3 - 1 ~ 8 3 - 4 : ゲートバルブ	
8 4 - 1 ~ 8 4 - 4 : カセット	
9 1 : シム	
9 2 : 締結具	
9 3 : 押しボルト	
9 4 : 引張ばね	
9 5 : 圧電素子	
9 6 : センサ	
9 7 : 制御装置	40
1 0 1 : 試料台	
1 0 2 : コイル	
1 0 3 : 磁性材	
1 0 4 : 電源	
1 0 5 : 基板	
1 0 6 : カートリッジ	
1 1 1 : 試料台	
1 1 2 : 電極	
1 1 3 : 電極	
1 1 4 : 電源	50

1 1 5 : 電源
1 1 6 : 基板

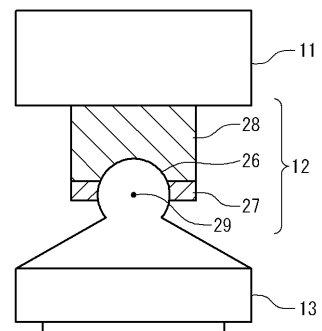
【図 1】



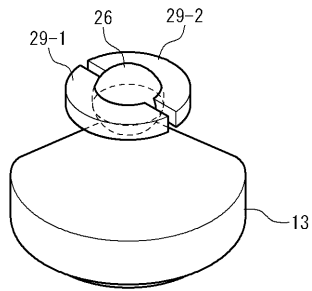
【図 2】



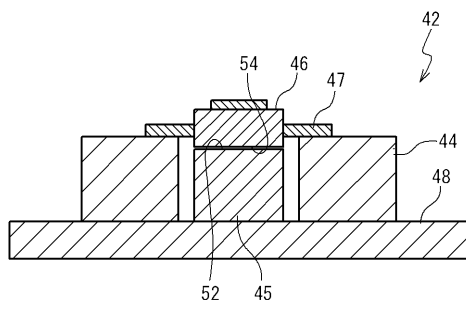
【図 3】



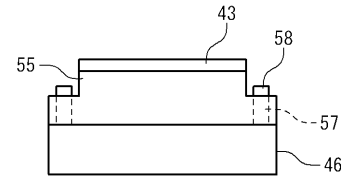
【図 4】



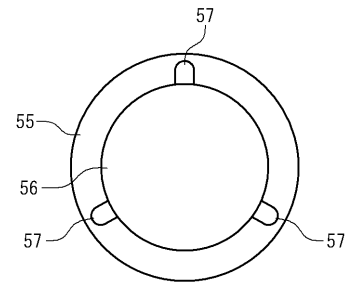
【図 5】



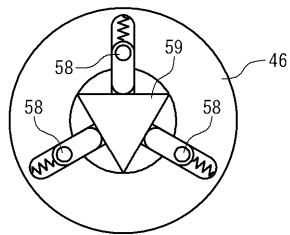
【図 6】



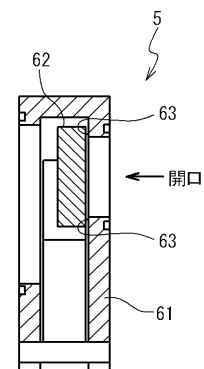
【図 7】



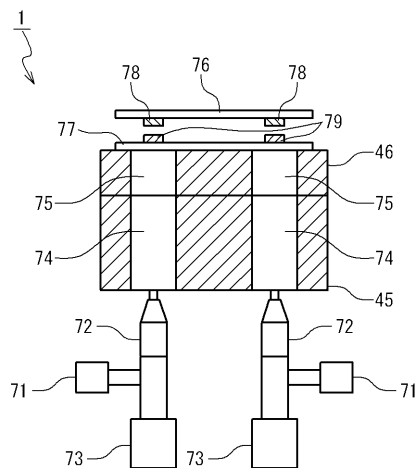
【図 8】



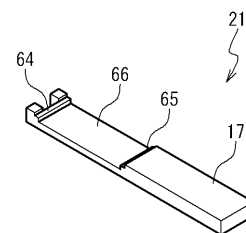
【図 10】



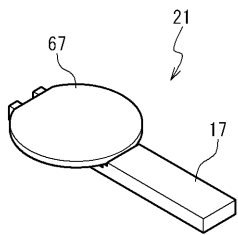
【図 9】



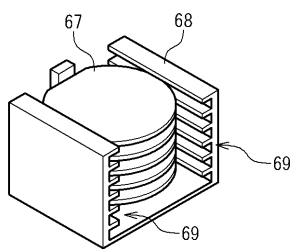
【図 11】



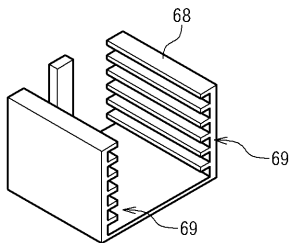
【図 1 2】



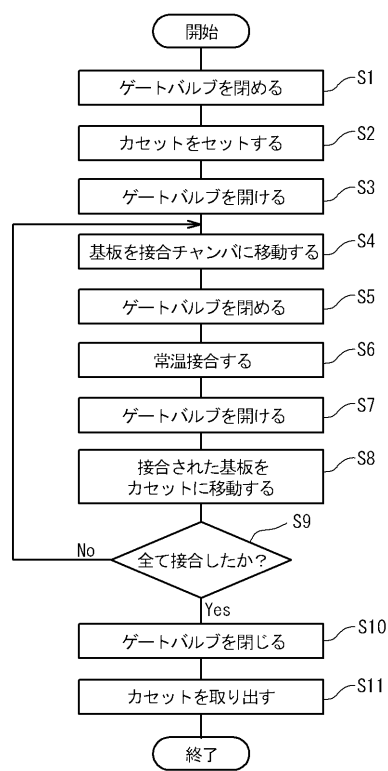
【図 1 4】



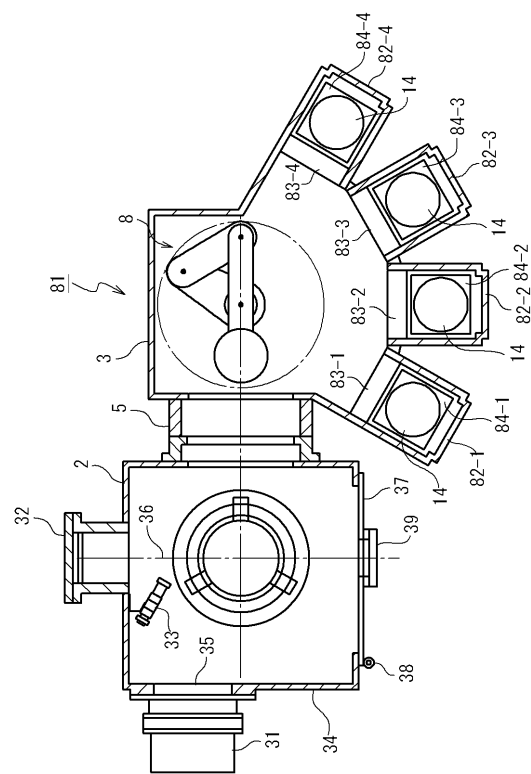
【図 1 3】



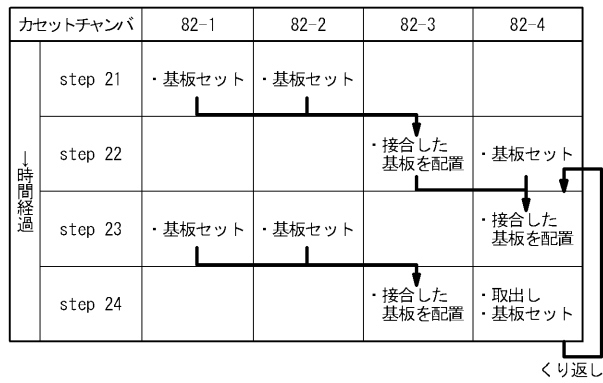
【図 1 5】



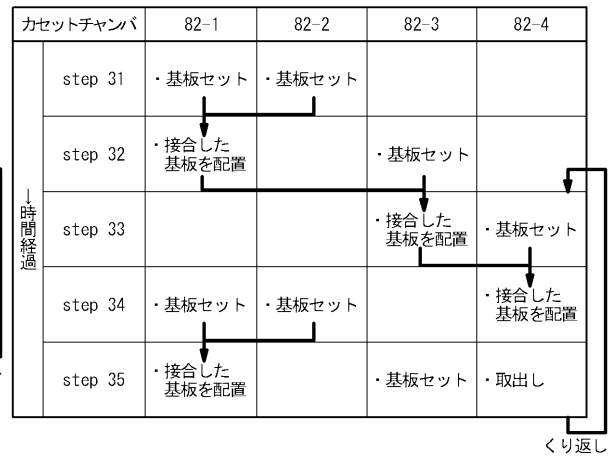
【図 1 6】



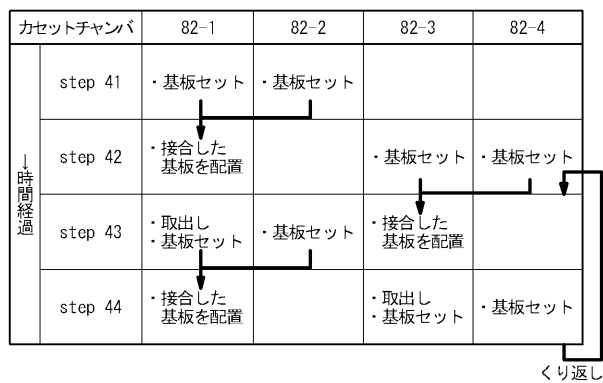
【図 17】



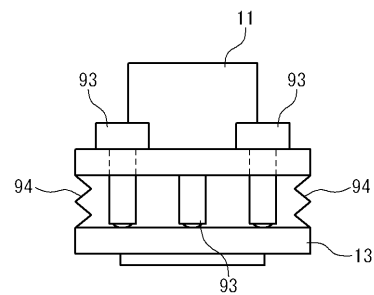
【図 18】



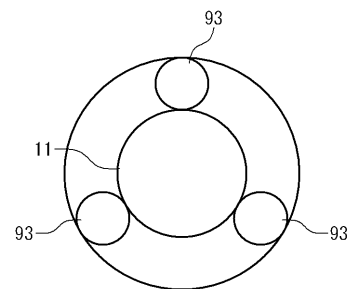
【図 19】



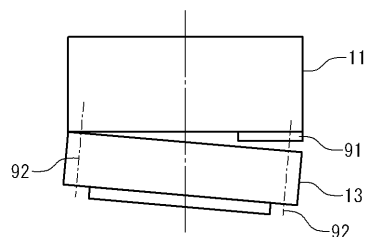
【図 21】



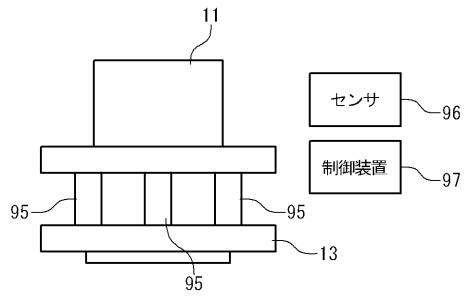
【図 22】



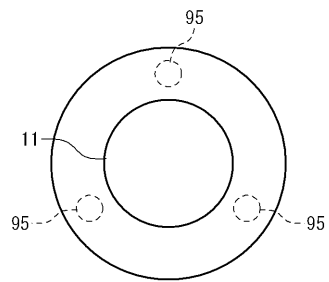
【図 20】



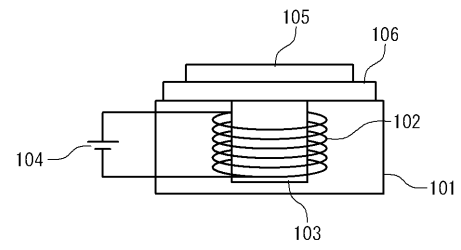
【図 2 3】



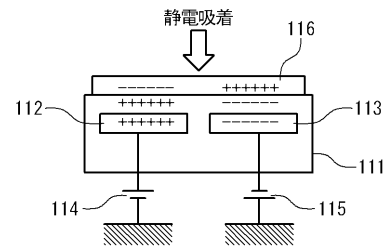
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 木ノ内 雅人
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社先進技術研究センター内
- (72)発明者 田原 諭
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社先進技術研究センター内
- (72)発明者 内海 淳
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社先進技術研究センター内
- (72)発明者 津村 陽一郎
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島研究所内
- (72)発明者 井手 健介
滋賀県栗東市六地藏130番地 三菱重工業株式会社工作機械事業部内
- (72)発明者 鈴木 毅典
滋賀県栗東市六地藏130番地 三菱重工業株式会社工作機械事業部内

審査官 吉田 安子

- (56)参考文献 特開2007-266058(JP,A)
特開2005-268766(JP,A)
特開2000-031010(JP,A)
特開平06-061319(JP,A)
特開2006-317302(JP,A)
特開2007-096057(JP,A)
特許第4209457(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 20/00
B23K 20/14
H01L 21/02
B23K 101/40
H01L 21/68
H01L 21/683