

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4343295号  
(P4343295)

(45) 発行日 平成21年10月14日(2009.10.14)

(24) 登録日 平成21年7月17日(2009.7.17)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>H O 1 L 21/677</b>	<b>(2006.01)</b>	H O 1 L 21/68	A
<b>H O 1 L 21/306</b>	<b>(2006.01)</b>	H O 1 L 21/306	C
H O 1 L 21/02	(2006.01)	H O 1 L 27/12	B
H O 1 L 27/12	(2006.01)		

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願平10-316575	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成10年11月6日(1998.11.6)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
(65) 公開番号	特開2000-150610(P2000-150610A)	(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(43) 公開日	平成12年5月30日(2000.5.30)	(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
審査請求日	平成17年11月1日(2005.11.1)	(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(72) 発明者	柳田 一隆 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 試料の処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料を処理する処理システムであって、  
保持部により試料を保持して搬送する搬送機構と、  
前記搬送機構の駆動軸から略等距離の位置に夫々配置された複数の処理装置とを備え、  
前記搬送機構は、前記駆動軸を中心として前記保持部を実質的に水平面内で回転させる  
と共に前記保持部を前記駆動軸から遠ざけたり近づけたりすることにより、前記複数の処  
理装置の間で試料を搬送し、

前記複数の処理装置には、内部に分離用の層を有する試料における該分離用の層の少な  
くとも一部に対して実質的に静止した流体により圧力を印加することにより該試料を 2 枚  
の板状試料に分離する分離装置が含まれることを特徴とする処理システム。

【請求項 2】

前記分離装置は、試料を水平に保持した状態で 2 枚の板状試料に分離することを特徴と  
する請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 3】

前記複数の処理装置には、前記分離装置により分離して得られる 2 枚の板状試料のうち  
上方の板状試料を 180 度回転させる回転装置が含まれることを特徴とする請求項 1 又は  
2 に記載の処理システム。

【請求項 4】

前記搬送機構は、スカラーロボットであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか

10

20

1 項に記載の処理システム。

【請求項 5】

試料を処理する処理システムであって、  
試料を処理する複数の処理装置と、  
前記複数の処理装置の間で試料を搬送する搬送機構とを備え、  
前記複数の処理装置には、

内部に分離用の層を有する試料を水平に保持した状態で該分離用の層の少なくとも一部  
に対して実質的に静止した流体により圧力を印加することにより該試料を 2 枚の板状試料  
に分離する分離装置と、

前記分離装置により分離して得られる 2 枚の板状試料のうち上方の板状試料を 180 度  
回転させる反転装置とが含まれることを特徴とする処理システム。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、試料の処理システムに係り、特に、複数の処理装置を含み、該複数の処理装置  
により試料を処理する処理システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

絶縁層上に単結晶 Si 層を有する基板として、SOI (silicon on insulator) 構造を有  
する基板 (SOI 基板) が知られている。この SOI 基板を採用したデバイスは、通常の  
Si 基板では達成し得ない数々の優位点を有する。この優位点としては、例えば、以下の  
ものが挙げられる。 20

(1) 誘電体分離が容易で高集積化に適している。

(2) 放射線耐性に優れている。

(3) 浮遊容量が小さく、素子の動作速度の高速化が可能である。

(4) ウェル工程が不要である。

(5) ラッチアップを防止できる。

(6) 薄膜化による完全な空乏型電解効果トランジスタの形成が可能である。

【0003】

SOI 構造は、上記のような様々な優位点を有するため、ここ数十年、その形成方法に関  
する研究が進められてきた。 30

【0004】

SOI 技術としては、古くは、単結晶サファイア基板上に Si を CVD (化学気相成長)  
法でヘテロエピタキシ成長させて形成する SOS (silicon on sapphire) 技術が知られ  
ている。この SOS 技術は、最も成熟した SOI 技術として一応の評価を得たものの、  
Si 層と下地のサファイア基板との界面における格子不整合による大量の結晶欠陥の発生、  
サファイア基板を構成するアルミニウムの Si 層への混入、基板の価格、大面積化への遅  
れ等の理由により実用化が進んでいない。

【0005】

SOS 技術に次いで各種 SOI 技術が登場した。この SOI 技術に関して、結晶欠陥の低  
減や製造コストの低減等を目指して様々な方法が試みられてきた。この方法としては、基  
板に酸素イオンを注入して埋め込み酸化層を形成する方法、酸化膜を挟んで 2 枚のウェハ  
を貼り合わせて一方のウェハを研磨又はエッチングして、薄い単結晶 Si 層を酸化膜上に  
残す方法、更には、酸化膜が形成された Si 基板の表面から所定の深さに水素イオンを打  
ち込み、他方の基板と貼り合わせた後に、加熱処理等により該酸化膜上に薄い単結晶 Si  
層を残して、貼り合わせた基板 (他方の基板) を剥離する方法等が挙げられる。 40

【0006】

本出願人は、特開平 5 - 21338 号において、新たな SOI 技術を開示した。この技術  
は、多孔質層が形成された単結晶半導体基板上に非多孔質単結晶層 (単結晶 Si 層を含む)  
を形成した第 1 の基板を、絶縁層を介して第 2 の基板に貼り合わせ、その後、多孔質層 50

で両基板を分離し、第2の基板に非多孔質単結晶層を移し取るものである。この技術は、S O I 層の膜厚均一性が優れていること、S O I 層の結晶欠陥密度を低減し得ること、S O I 層の表面平坦性が良好であること、高価な特殊仕様の製造装置が不要であること、数100 ~ 10  $\mu$ m程度の範囲のS O I 膜を有するS O I 基板を同一の製造装置で製造可能なこと等の点で優れている。

【0007】

更に、本出願人は、特開平7 - 302889号において、上記の第1の基板と第2の基板とを貼り合わせた後に、第1の基板を破壊することなく第2の基板から分離し、その後、分離した第1の基板の表面を平滑にして再度多孔質層を形成し、これを再利用する技術を開示した。この技術は、第1の基板を無駄なく使用できるため、製造コストを大幅に低減することができ、製造工程も単純であるという優れた利点を有する。

10

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記の本出願人の提案に係るS O I 基板の製造方法によれば、良質のS O I 基板を製造することが可能である。しかしながら、S O I 基板を量産するためには、例えば、一連の処理を高速化する必要がある。

【0009】

本発明は、上記の背景に鑑みてなされたものであり、例えばS O I 基板の製造等に好適な処理システムを提供することを目的とする。

【0010】

20

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の側面は、試料を処理する処理システムに係り、保持部により試料を保持して搬送する搬送機構と、前記搬送機構の駆動軸から略等距離の位置に夫々配置された複数の処理装置とを備え、前記搬送機構は、前記駆動軸を中心として前記保持部を実質的に水平面内で回転させると共に前記保持部を前記駆動軸から遠ざけたり近づけたりすることにより、前記複数の処理装置の間で試料を搬送し、前記複数の処理装置には、内部に分離用の層を有する試料における該分離用の層の少なくとも一部に対して実質的に静止した流体により圧力を印加することにより該試料を2枚の板状試料に分離する分離装置が含まれることを特徴とする。

本発明の第2の側面は、試料を処理する処理システムに係り、前記処理システムは、試料を処理する複数の処理装置と、前記複数の処理装置の間で試料を搬送する搬送機構とを備え、前記複数の処理装置には、内部に分離用の層を有する試料を水平に保持した状態で該分離用の層の少なくとも一部に対して実質的に静止した流体により圧力を印加することにより該試料を2枚の板状試料に分離する分離装置と、前記分離装置により分離して得られる2枚の板状試料のうち上方の板状試料を180度回転させる反転装置とが含まれる。

30

好適な実施形態の処理システムは、試料を保持する保持部を有し、該保持部により試料を保持して搬送する搬送機構と、前記搬送機構の駆動軸から略等距離の位置に夫々配置された複数の処理装置とを備え、前記搬送機構は、前記駆動軸を中心として前記保持部を実質的に水平面内で回転させると共に前記保持部を前記駆動軸から遠ざけたり近づけたりすることにより、前記複数の処理装置の間で試料を搬送する。

40

【0011】

上記の処理システムにおいて、例えば、処理対象の試料は板状試料であって、前記保持部は、板状試料を略水平に保持して搬送することが好ましい。

【0012】

上記の処理システムにおいて、例えば、前記複数の処理装置の夫々は、前記搬送機構の保持部との間で、試料を略水平な状態で受け渡しすることが好ましい。

【0013】

上記の処理システムにおいて、前記複数の処理装置には、例えば、試料を分離する分離装置が含まれることが好ましい。

【0014】

50

上記の処理システムにおいて、例えば、処理対象の板状試料は内部に分離用の層を有し、前記複数の処理装置には、該分離用の層で該板状試料を分離する分離装置が含まれることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

上記の処理システムにおいて、前記分離装置は、例えば、板状試料を水平に保持した状態で分離することが好ましい。

【 0 0 1 6 】

上記の処理システムにおいて、前記分離装置は、例えば、板状試料を水平に保持した状態で前記分離用の層に向けて束状の流体を噴射することにより、該板状試料を該分離用の層で分離することが好ましい。

10

【 0 0 1 7 】

上記の処理システムにおいて、前記分離装置は、例えば、板状試料を水平に保持した状態で回転させながら前記分離用の層に向けて束状の流体を噴射することにより、該板状試料を該分離用の層で分離することが好ましい。

【 0 0 1 8 】

上記の処理システムにおいて、前記分離装置は、例えば、板状試料を上下から挟むようにして保持しながら分離することが好ましい。

【 0 0 1 9 】

上記の処理システムにおいて、前記分離装置は、例えば、板状試料を保持する保持機構としてベルヌーイチャックを有することが好ましい。

20

【 0 0 2 0 】

上記の処理システムにおいて、前記分離装置は、例えば、板状試料の前記分離用の層の少なくとも一部に対して実質的に静止した流体により圧力を印加することにより、該板状試料を該分離用の層で分離することが好ましい。

【 0 0 2 1 】

上記の処理システムにおいて、前記分離装置は、例えば、密閉容器を有し、板状試料を密閉容器内に収容して前記密閉容器内を高圧にし、これにより該板状試料を前記分離用の層で分離することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

上記の処理システムにおいて、前記複数の処理装置には、例えば、板状試料を前記分離装置に引き渡す前に該板状試料の芯出しを行う芯出し装置が含まれることが好ましい。

30

【 0 0 2 3 】

上記の処理システムにおいて、前記複数の処理装置には、例えば、前記分離装置により分離して得られる板状試料の各部を洗浄する洗浄装置が含まれることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

上記の処理システムにおいて、前記洗浄装置は、例えば、前記分離装置により分離して得られる板状試料を水平な状態で洗浄することが好ましい。

【 0 0 2 5 】

上記の処理システムにおいて、前記複数の処理装置には、例えば、前記分離装置により分離して得られる板状試料を洗浄し乾燥させる洗浄／乾燥装置が含まれることが好ましい。

40

【 0 0 2 6 】

上記の処理システムにおいて、前記洗浄／乾燥装置は、例えば、前記分離装置により分離して得られる板状試料を水平な状態で洗浄し乾燥させることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

上記の処理システムにおいて、前記複数の処理装置には、例えば、前記分離装置により分離して得られる2枚の板状試料のうち上方の板状試料を180度回転させてる反転装置が含まれることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

上記の処理システムにおいて、例えば、前記複数の処理装置の夫々による処理を並行して実行することが好ましい。

50

## 【 0 0 2 9 】

上記の処理システムにおいて、前記搬送機構は、例えばスカラーロボットであることが好ましい。

## 【 0 0 3 0 】

上記の処理システムにおいて、前記分離用の層は、例えば脆弱な構造の層であることが好ましい。

## 【 0 0 3 1 】

上記の処理システムにおいて、前記脆弱な構造の層は、例えば多孔質層であることが好ましい。

## 【 0 0 3 2 】

上記の処理システムにおいて、前記脆弱な構造の層は、例えば微小気泡層であることが好ましい。

## 【 0 0 3 3 】

上記の処理システムにおいて、処理対象の板状試料は、半導体基板であることが好ましい。

## 【 0 0 3 4 】

上記の処理システムにおいて、処理対象の板状試料は、第 1 の基板と第 2 の基板とを貼り合わせてなり、分離用の層として脆弱な構造の層を有することが好ましい。

## 【 0 0 3 5 】

上記の処理システムにおいて、処理対象の板状試料は、第 1 の半導体基板の表面を多孔質化した後にその上に非多孔質層を形成し、該非多孔質層に第 2 の基板を貼り合わせてなることが好ましい。

## 【 0 0 3 6 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

## 【 0 0 3 7 】

図 1 は、本発明の好適な実施の形態に係る S O I 基板の製造方法を工程順に説明する図である。

## 【 0 0 3 8 】

図 1 ( a ) に示す工程では、単結晶 S i 基板 1 1 を準備して、その表面に陽極化成等により多孔質 S i 層 1 2 を形成する。次いで、図 1 ( b ) に示す工程では、多孔質 S i 層 1 2 上に非多孔質単結晶 S i 層 1 3 をエピタキシャル成長法により形成し、その上に絶縁層 ( 例えば、S i O 2 層 ) 1 5 を形成する。これにより、第 1 の基板 1 0 が形成される。

## 【 0 0 3 9 】

図 1 ( c ) に示す工程では、第 2 の基板 2 0 を準備し、絶縁層 1 5 が面するようにして第 1 の基板 1 0 と第 2 の基板 2 0 とを室温で密着させる。その後、陽極接合、加圧若しくは熱処理又はこれらを組合わせた処理により第 1 の基板 1 0 と第 2 の基板 2 0 とを貼り合わせる。この処理により、絶縁層 1 5 と第 2 の基板 2 0 とが強固に結合される。なお、絶縁層 1 5 は、上記のように非多孔質単結晶 S i 層 1 3 の上に形成しても良いが、第 2 の基板 2 0 の上に形成しても良く、両者に形成しても良く、結果として、第 1 の基板と第 2 の基板を密着させた際に、図 1 ( c ) に示す状態になれば良い。

## 【 0 0 4 0 】

図 1 ( d ) に示す工程では、貼り合わせた 2 枚の基板を、多孔質 S i 層 1 2 の部分で分離する。これにより、第 2 の基板側 ( 1 0 ' + 2 0 ) は、多孔質 S i 層 1 2 ' / 単結晶 S i 層 1 3 / 絶縁層 1 5 / 単結晶 S i 基板 2 0 の積層構造となる。一方、第 1 の基板側 ( 1 0 ' ) は、単結晶 S i 基板 1 1 上に多孔質 S i 層 1 2 ' を有する構造となる。

## 【 0 0 4 1 】

分離後の基板 ( 1 0 ' ) は、残留した多孔質 S i 層 1 2 ' を除去し、必要に応じて、その表面を平坦化することにより、再び第 1 の基板 ( 1 0 ) を形成するための単結晶 S i 基板 1 1 として使用される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

貼り合わせた基板を分離した後、図 1 ( e ) に示す工程では、第 2 の基板側 ( 1 0 ' ' + 2 0 ) の表面の多孔質層 1 2 ' ' を選択的に除去する。これにより、単結晶 S i 層 1 3 / 絶縁層 1 5 / 単結晶 S i 基板 2 0 の積層構造、すなわち、S O I 構造を有する基板が得られる。

## 【 0 0 4 3 】

第 2 の基板としては、例えば、単結晶 S i 基板の他、絶縁性基板 ( 例えば、石英基板 ) や光透過性基板 ( 例えば、石英基板 ) 等が好適である。

## 【 0 0 4 4 】

なお、上記の製造工程では、2 枚の基板を貼り合わせた後にこれを分離する処理 ( 図 1 ( d ) ) を容易にするために、分離用の領域に脆弱な構造の多孔質層 1 2 を形成するが、この多孔質層の代わりに、例えば、微小気泡層を形成してもよい。微小気泡層は、例えば、半導体基板にイオンを注入することにより形成することができる。

## 【 0 0 4 5 】

以下、上記の S O I 基板等の製造工程における貼り合わせ基板の分離工程 ( 図 1 ( d ) ) に好適な処理システムに関して説明する。

## 【 0 0 4 6 】

図 2 は、本発明の好適な実施の形態に係る処理システムの概略的な構成を示す平面図である。この処理システム 3 0 0 0 は、貼り合わせ基板の搬送機構として、支持台 3 2 0 0 上の所定位置 ( 例えば、中心 ) にスカラーロボット 3 1 5 0 を有し、該スカラーロボット 3 1 5 0 の駆動軸 3 1 5 1 から略等距離の位置に、貼り合わせ基板を取り扱い又は処理するための各種の処理装置を有する。具体的には、この実施の形態では、スカラーロボット 3 1 5 0 の駆動軸 3 1 5 1 から略等距離の位置に、ロード 3 0 8 0 、芯出し装置 3 0 7 0 、分離装置 3 0 2 0 、反転装置 3 1 3 0 、洗浄 / 乾燥装置 3 1 2 0 、第 3 アンローダ 3 1 1 0 、第 2 アンローダ 3 1 0 0 及び第 1 アンローダ 3 0 9 0 を有する。

## 【 0 0 4 7 】

ロード 3 0 8 0 には、処理に先立って、1 又は複数枚の貼り合わせ基板を収容した第 1 カセット 3 0 8 1 が載置される。また、処理に先立って、第 1 アンローダ 3 0 9 0 には空の第 2 カセット 3 0 9 1 が載置され、第 2 アンローダ 3 1 0 0 には空の第 3 カセット 3 1 0 1 が載置され、第 3 アンローダ 3 1 1 0 には空の第 4 カセット 3 1 1 1 が載置される。

## 【 0 0 4 8 】

スカラーロボット 3 1 5 0 は、貼り合わせ基板を吸着して保持するロボットハンド 3 1 5 2 を有し、駆動軸 3 1 5 1 を中心としてロボットハンド 3 1 5 2 を水平面内で回転させると共にロボットハンド 3 1 5 2 を駆動軸 3 1 5 1 から遠ざけたり近づけたりすることにより、上記の各装置の間で貼り合わせ基板を搬送する。

## 【 0 0 4 9 】

芯出し装置 3 0 7 0 は、スカラーロボット 3 1 5 0 により提供される貼り合わせ基板を受け取って、該貼り合わせ基板の中心を所定位置に一致させる処理 ( 芯出し ) を実行した後に、スカラーロボット 3 1 5 0 に引き渡す。

## 【 0 0 5 0 】

図 2 に示す実施の形態では、分離装置 3 0 2 0 は、周辺部にジェット構成媒体 ( 例えば、水 ) が飛散することを防止するためにチャンバ 3 0 1 0 内に配置されている。このチャンバ 3 0 1 0 には、スカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 を出し入れするためのシャッタ 3 0 6 0 が設けられている。また、分離装置 3 0 2 0 は、ジェットを噴射するノズル 3 0 4 0 を有する。このノズル 3 0 4 0 の位置は、直交ロボット 3 0 5 0 により制御される。なお、分離装置 3 0 2 0 としては、後述のように、他の方式の分離装置を採用することもできる。

## 【 0 0 5 1 】

反転装置 3 1 3 0 は、分離された 2 枚の基板のうち上側の基板を 1 8 0 度回転させて上下を逆にする ( 分離面を上方に向ける ) 。なお、スカラーロボット 3 1 5 0 に、基板を 1 8

10

20

30

40

50

0度回転させて該基板の上下を逆にする機能を備え、反転装置3130を省略することもできる。

【0052】

洗浄／乾燥装置3120は、分離された各基板を洗浄し乾燥させる。ここで、洗浄／乾燥装置3120の代わりに、別体をなす洗浄装置と乾燥装置を採用することもできる。

【0053】

この分離システム3000は、操作パネル3140からの指示に基づいて貼り合わせ基板の分離処理を実行する。

【0054】

以下、この処理システムによる処理の手順を説明する。まず、手動又は自動で、処理対象の貼り合わせ基板を収容した第1カセット3081をローダ3080上の所定位置に載置すると共に、空の第2カセット3091、第3カセット3101、第4カセット3111を第1アンローダ3090、第2アンローダ3100、第3アンローダ3110上に夫々載置する。この実施の形態では、第2カセット3091は、分離された後の下側の基板を収容するために使用され、第3カセット3101は、分離された後の上側の基板を収容するために使用され、第4カセット3111は、分離に失敗した貼り合わせ基板（又は分離後の基板）が収容される。ここで、第1カセット3081は、収容された貼り合わせ基板が水平になるようにローダ3080上に載置される。また、第2カセット3091、第3カセット3101、第4カセット3111は、各基板を水平に収容できるように第1アンローダ3090、第2アンローダ3100、第3アンローダ3110上に夫々載置される。

10

20

【0055】

図3は、1枚の貼り合わせ基板に着目した場合の処理システム3000による処理手順を説明するためのフローチャートである。まず、ステップS101において、スカラーロボット3150により、ローダ2080上の第1カセット3081内の貼り合わせ基板を下方から吸着して水平な状態に取り出し、水平な状態を維持したまま芯出し装置3070に引き渡す。ステップS102では、芯出し装置3070により、貼り合わせ基板の芯出しを行って、スカラーロボット3150に引き渡す。

【0056】

ステップS103では、チャンバ3010のシャッタ3060を開いて、スカラーロボット3150により芯出し後の貼り合わせ基板を分離装置3020に引き渡す。ここで、スカラーロボット3150は、芯出し後の貼り合わせ基板を水平な状態を維持したまま下方から支持して分離装置3020に引き渡すことが好ましい。これにより、貼り合わせ基板の落下を防止することができる。分離装置3020に引き渡される貼り合わせ基板は、既に芯出しを終えているため、スカラーロボット3150のロボットハンド3152を所定位置に移動させて分離装置3020に引き渡すことにより、該貼り合わせ基板を分離装置3020に位置合わせすることができる。

30

【0057】

ステップS104では、チャンバ3010のシャッタ3060を閉じて、分離装置3020による分離処理を実行する。具体的には、この実施の形態では、分離装置3020は、貼り合わせ基板を水平に保持しつつ回転させながら、該貼り合わせ基板の多孔質層付近に向けてノズル3040からジェットを噴射し、このジェットにより該貼り合わせ基板を多孔質層の部分で2枚の基板に分離する。

40

【0058】

ステップS105では、チャンバ3010のシャッタ3060を開いて、スカラーロボット3150により、分離装置3020から、分離された下側の基板を受け取って洗浄／乾燥装置3120に引き渡す。ここで、スカラーロボット3150は、基板を水平な状態で下方から支持して分離装置3020から受け取って洗浄／乾燥装置3120に引き渡すことが好ましい。これにより基板の落下を防止することができる。

【0059】

50

ステップS 1 0 6では、洗浄／乾燥装置3 1 2 0により、分離された下側の基板を洗浄し乾燥させる処理を開始する。

【0 0 6 0】

この洗浄／乾燥処理と並行して、ステップS 1 0 7では、スカラーロボット3 1 5 0により、分離装置3 0 2 0から、分離された上側の基板を受け取って反転装置3 1 3 0に引き渡す。ここで、スカラーロボット3 1 5 0は、基板を水平な状態で上方から支持して分離装置3 0 2 0から受け取って反転装置3 1 3 0に引き渡すことが好ましい。これにより、分離面に付着した切削屑等がスカラーロボット3 1 5 0のロボットハンドに付着する可能性を低減することができる。

【0 0 6 1】

ステップS 1 0 8では、反転装置3 1 3 0により、受け取った基板を1 8 0度回転させる。ここで、洗浄／乾燥装置3 1 2 0による下側の基板の洗浄／乾燥処理が完了するまで待つ。

【0 0 6 2】

ステップS 1 0 9では、スカラーロボット3 1 5 0により、洗浄／乾燥装置3 1 2 0から下側の基板を受け取って第1アンロード3 0 9 0上の第2カセット3 0 9 1に収容する。ここで、スカラーロボット3 1 5 0は、基板を水平な状態で下方から支持して分離装置3 0 2 0から受け取って第2カセット3 0 9 1に収容することが好ましい。これにより基板の落下を防止することができる。

【0 0 6 3】

ステップS 1 1 0では、スカラーロボット3 1 5 0により、反転装置3 1 3 0から上側の基板を受け取って洗浄／乾燥装置3 1 2 0に引き渡す。ここで、スカラーロボット3 1 5 0は、基板を水平な状態で下方から支持して反転装置3 1 3 0から受け取って洗浄／乾燥装置3 1 2 0に引き渡すことが好ましい。これにより基板の落下を防止することができる。

【0 0 6 4】

ステップS 1 1 1では、洗浄／乾燥装置3 1 2 0により、上側の基板を洗浄し乾燥させる。ステップS 1 1 1 2では、スカラーロボット3 1 5 0により、洗浄／乾燥装置3 1 3 0から上側の基板を受け取って第2アンロード3 1 0 0上の第3カセット3 1 0 1に収容する。ここで、スカラーロボット3 1 5 0は、基板を水平な状態で下方から支持して分離装置3 0 2 0から受け取って第3カセット3 1 0 1に収容することが好ましい。これにより基板の落下を防止することができる。

【0 0 6 5】

なお、図3に示す処理では、分離後の下側の基板に対して先に洗浄／乾燥処理を施すが、これとは逆に分離後の上側の基板に対して先に洗浄／乾燥処理を施してもよい。この場合の処理は、例えば、S 1 0 1、S 1 0 2、S 1 0 3、S 1 0 4、S 1 0 7、S 1 0 8、S 1 1 0、S 1 1 1、S 1 1 2、S 1 0 5、S 1 0 6、S 1 0 9の順になる。

【0 0 6 6】

この分離システム3 0 0 0では、例えば、操作パネル3 1 4 0を介してオペレータから与えられる指示に従って、分離に失敗した基板をスカラーロボット3 1 5 0により第3アンロード3 1 1 0上の第4カセット3 1 1 1内に収容する。ここで、分離の失敗の発生をオペレータからの指示に従って認識するのではなく、分離状況の監視装置を設けて、該監視装置により分離の失敗を検知してもよい。

【0 0 6 7】

以上の説明は、1枚の貼り合わせ基板に着目した場合の分離システム3 0 0 0の動作である。この分離システム3 0 0 0では、複数枚の貼り合わせ基板を並行して処理することができる。

【0 0 6 8】

図4は、複数枚の貼り合わせ基板を並行して処理する場合の処理手順の一例を示す図である。同図において、「芯出し」は、芯出し装置3 0 7 0による芯出し処理、「分離」は、

10

20

30

40

50



分離装置 3 0 2 0 による分離処理、「反転」は、反転装置 3 1 3 0 による反転処理、「洗浄／乾燥」は、洗浄／乾燥装置 3 1 2 0 による洗浄／乾燥処理を示す。また、T 1 ～ T 6 は、1 つの装置により 1 枚の貼り合わせ基板（分離後は、上下の 2 枚の基板）を処理する期間を夫々示している。また、符号「# 1」～「# 6」は、貼り合わせ基板の番号、「# 1」～「# 6」の末尾に「a」を付した符号は、分離後の上側の基板を示し、「# 1」～「# 6」の末尾に「b」を付した符号は、分離後の下側の基板を示している。

#### 【 0 0 6 9 】

図 4 に示す例では、期間 T 1 では、貼り合わせ基板 # 1 の芯出し処理のみを実行する。また、期間 T 2 では、貼り合わせ基板 # 1 の分離処理と、続く貼り合わせ基板 # 2 の芯出し処理とを並行して実行する。

10

#### 【 0 0 7 0 】

また、期間 T 3 では、貼り合わせ基板 # 2 の分離処理と、続く貼り合わせ基板 # 3 の芯出し処理と、貼り合わせ基板 # 1 を分離し得られる上側の基板 # 1 a の反転処理と、貼り合わせ基板 # 1 を分離して得られる 2 枚の基板 # 1 a 及び # 1 b の洗浄／乾燥処理とを並行して実行する。ここで、図示の例では、期間 T 3 の前半では、上側の基板 # 1 a の反転処理と下側の基板 # 1 b の洗浄／乾燥処理を芯出し処理及び分離処理と並行して実行し、期間 T 3 の後半では、反転後の上側の基板 # 1 a の洗浄／乾燥処理を芯出し処理及び分離処理と並行して実行する。

#### 【 0 0 7 1 】

図 5 は、スカラーロボットによる貼り合わせ基板又は分離後の各基板の搬送処理及び各装置による処理の実行手順の一例を示す図である。図 5 において、横方向の線は、各装置における処理を示しており、斜め線は、スカラーロボット 3 1 5 0 による基板の搬送処理を示している。

20

#### 【 0 0 7 2 】

この実施の形態に係る処理システム 3 0 0 0 では、貼り合わせ基板又は分離後の基板を搬送するためのロボットとして、1 つのスカラーロボット 3 1 5 0 のみを採用しているため、複数の貼り合わせ基板又は分離後の基板の搬送を同時に実行することはできない。

#### 【 0 0 7 3 】

しかしながら、スカラーロボット 3 1 5 0 による搬送処理に要する時間は、通常は、例えば分離装置 3 0 2 0 による分離処理の時間に比して十分に短いため、貼り合わせ基板又は分離後の基板を搬送するロボットは 1 つで十分である。ただし、複数の貼り合わせ基板又は分離後の基板の搬送を同時に行う必要がある場合、例えば、ロボットが 1 つのみでは処理効率が低くなる場合は、複数のロボット（例えば、スカラーロボット）を設ければよい。

30

#### 【 0 0 7 4 】

以上のように、この処理システムによれば、複数の貼り合わせ基板を並行して処理することができるため、高いスループットを得ることができる。

#### 【 0 0 7 5 】

また、この実施の形態によれば、貼り合わせ基板又は分離後の基板を水平な状態で搬送するため、搬送機構として比較的簡単な構成のロボット（例えば、スカラーロボット）を採用することができる。

40

#### 【 0 0 7 6 】

また、この実施の形態によれば、所定位置（スカラーロボットの駆動軸）から略等距離の位置に各装置を配置しているため、駆動軸 3 1 5 1 を中心としてロボットハンド 3 1 5 2 を水平面内で回転させると共にロボットハンド 3 1 5 2 を駆動軸 3 1 5 1 から遠ざけたり近づけたりすることにより、上記の各処理装置の間で貼り合わせ基板又は分離後の基板を搬送することができる。従って、例えば、スカラーロボット 3 1 5 0 を水平面内で移動させるための駆動機構を設ける必要がない。

#### 【 0 0 7 7 】

次に、分離装置 3 0 2 0 の構成例を挙げる。

50

## 【 0 0 7 8 】

## [ 分離装置の第 1 の構成例 ]

この構成例に係る分離装置は、ウォータージェット法を適用したものである。一般に、ウォータージェット法は、水を高速、高圧の束状の流れにして対象物に対して噴射して、セラミックス、金属、コンクリート、樹脂、ゴム、木材等の切断、加工、表面の塗膜の除去、表面の洗浄等を行う方法である（「ウォータージェット」第 1 巻 1 号（ 1 9 8 4 年 ）第 4 ページ参照）。

## 【 0 0 7 9 】

この分離装置は、脆弱な構造部分である貼り合わせ基板の多孔質層（分離用の層）に対して、基板の面方向に、高速、高圧の流体を束状の流れにして噴射して、多孔質層を選択的に崩壊させることにより、多孔質層の部分で基板を分離するものである。以下では、この束状の流れを「ジェット」という。また、ジェットを構成する流体を「ジェット構成媒体」という。ジェット構成媒体としては、水、アルコール等の有機溶媒、弗酸、硝酸その他の酸、水酸化カリウムその他のアルカリ、空気、窒素ガス、炭酸ガス、希ガス、エッチングガスその他の気体、或いはプラズマ等であってもよい。

10

## 【 0 0 8 0 】

この分離装置を半導体装置の製造工程、例えば、貼り合わせ基板の分離工程に適用する場合、ジェット構成媒体としては、不純物金属やパーティクル等を極力除去した純水を使用することが好ましい。

## 【 0 0 8 1 】

ジェットの噴射条件は、例えば、分離領域（例えば、多孔質層）の種類、貼り合わせ基板の外周部の形状等に応じて決定すればよい。ジェットの噴射条件として、例えば、ジェット構成媒体に加える圧力、ジェットの走査速度、ノズルの幅又は径（ジェットの径と略同一）、ノズル形状、ノズルと分離領域との距離、ジェット構成媒体の流量等は、重要なパラメータとなる。

20

## 【 0 0 8 2 】

以上のようなウォータージェット法を応用した分離方法によれば、貼り合わせ基板に特段の損傷を与えることなく、該貼り合わせ基板を 2 枚の基板に分離することができる。

## 【 0 0 8 3 】

この分離装置は、貼り合わせ基板等の試料をその試料面が実質的に水平になるようにして保持し、その状態で該試料を脆弱な構造部（例えば、多孔質層）で分離する。このように、試料面が水平になるような状態で試料を保持することにより、例えば、（ 1 ）試料の落下を防止し、（ 2 ）試料の保持を容易にし、（ 3 ）試料の搬送を容易にし、（ 4 ）分離装置と他の装置とにおける試料の受け渡しを効率化し、（ 5 ）各構成要素を上下方向に配置することができるため、分離装置の投影面積（占有面積）を小さくすることができる。

30

## 【 0 0 8 4 】

図 6 は、第 1 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す図である。この分離装置 1 0 0 0 は、一対の基板保持部 2 7 0 及び 1 0 1 0 を有する。

## 【 0 0 8 5 】

上側の基板保持部 2 7 0 は、回転軸 1 4 0 の一端に連結されている。回転軸 1 4 0 の他端は、カップリング 1 3 0 を介してモータ 1 1 0 の回転軸に連結されている。なお、モータ 1 1 0 と回転軸 1 3 0 とは、カップリング 1 3 0 ではなく、例えばベルトを介して連結することもできるし、他の機構を介して連結することもできる。モータ 1 1 0 は、上段テーブル 1 7 0 に固定された支持部材 1 2 0 に固定されている。モータは、制御部（不図示）により制御される。

40

## 【 0 0 8 6 】

回転軸 1 4 0 の内部には、貼り合わせ基板 5 0 を基板保持部 2 7 0 に真空吸着するための真空ライン 1 4 1 が設けられており、この真空ライン 1 4 1 は、リング 1 5 0 を介して外部の真空ラインに連結されている。この外部の真空ラインには、電磁弁（不図示）が設けられており、制御部（不図示）により必要に応じて該電磁弁の開閉が制御される。基板保

50

持部 270 には、貼り合わせ基板 50 を真空吸着するための吸引孔 271 が設けられており、この吸引孔 271 は、真空ライン 141 に連結されている。この吸引孔 271、真空ライン 141 及び電磁弁は、基板保持部 270 の真空吸着機構を構成する。また、回転軸 140 は、ベアリング 160 を介して上段テーブル 170 により支持されている。

【0087】

下側の基板保持部 1010 は、ベルヌーイチャック 1013 を有する。ベルヌーイチャック 1013 は、傘型のチャックの中心から気体を傘に沿って放射状に吹き出すことにより、チャックの中心部が負圧になることを利用して貼り合わせ基板等の試料を吸着するチャックである。

【0088】

ベルヌーイチャック 1013 を有する基板保持部 1010 は、昇降軸 1020 の一端に連結されており、ベルヌーイチャック 1013 の気体の導入部 1011 は、昇降軸 1020 の内部の圧力ライン 1021 に連結されている。この圧力ライン 1021 は、リング 1022 を介して外部の圧力ラインに連結されている。この外部の圧力ラインには、電磁弁（不図示）が設けられており、制御部（不図示）により必要に応じて該電磁弁の開閉が制御される。

【0089】

昇降軸 1020 の他端は、カップリング 330 を介してエアシリンダ 320 のピストンロッドに連結されている。昇降軸 1020 は、往復／回転ガイド 1030 を介して下段テーブル 240 により支持されている。

【0090】

ノズル 3040 は、前述の直交ロボット 3050 により制御される。ノズル 3040 と基板保持部 270 及び 1010 との間には、シャッタ 3030 が設けられており、このシャッタ 3030 は、モータ 250 により開閉される。シャッタ 3030 を開いた状態でノズル 3040 からジェットを噴射することにより、貼り合わせ基板 50 に対してジェットを打ち込むことができる。一方、このシャッタ 3030 を閉じることにより、貼り合わせ基板 50 に対するジェットの打ち込みを遮断することができる。

【0091】

以下、この分離装置 1000 による分離処理の手順を説明する。まず、エアシリンダ 320 にそのピストンロッドを収容させることにより、基板保持部 270 と基板保持部 1010 との間に相応の間隔を設ける。そして、この状態で、スカラーロボット 3150 のロボットハンド 3152 により貼り合わせ基板 50 を下方から水平に支持して、基板保持部 270 と基板保持部 1010 との間の所定位置に挿入し、基板保持部 1010 の上に載置する。

【0092】

図 7 は、基板保持部 270 及び 1010 の外観を模式的に示す図である。基板保持部 270、1010 は、貼り合わせ基板の分離中に該貼り合わせ基板が位置ずれを起したり、基板保持部から飛び出したりすることを防止するための複数のガイド部材 270a、1010a を夫々外周部に有する。

【0093】

スカラーロボット 3150 のロボットハンド 3152 が貼り合わせ基板 50 を下方から支持した状態で該貼り合わせ基板 50 を基板保持部 270 又は基板保持部 1010 に引き渡すこと、及び、該ロボットハンドが分離後の各基板の裏面（分離面を表面とする）を吸着して基板保持部 270 及び 1010 から受け取ることを可能にするためには、例えば、図 7 に示すように、該ロボットハンドの出し入れが可能なように、相応の間隔を設けて複数のガイド部材 270a、1010a を夫々配置することが好ましい。例えば、夫々 3 つのガイド部材 270a、1010a を中心角 120 度の角度で配置する如きである。

【0094】

次いで、エアシリンダ 320 にそのピストンロッドを押し出させることにより、貼り合わせ基板 50 の上面と上側の基板保持部 270 の支持部との間隔が所定の間隔になるまで、

10

20

30

40

50

上側の基板保持部 1 0 1 0 を上方に移動させる。

【 0 0 9 5 】

次いで、外部の圧力ラインに設けられた電磁弁を開いて、基板保持部 1 0 1 0 のベルヌーイチャック 1 0 1 3 の中心から気体を放射状に吹き出させることにより、貼り合わせ基板 5 0 を吸着させる。

【 0 0 9 6 】

次いで、モータ 1 1 0 を動作させて回転軸 1 4 0 に回転力を伝達させる。これにより、回転軸 1 4 0、基板保持部 2 7 0、貼り合わせ基板 5 0、基板保持部 1 0 1 0 及び回転軸 1 0 2 0 は、一体的に回転する。

【 0 0 9 7 】

次いで、シャッタ 3 0 3 0 が閉じた状態で、ノズル 3 0 4 0 に連結されたポンプ（不図示）を動作させて、ノズル 3 0 4 0 に高圧のジェット構成媒体（例えば、水）を送り込む。これにより、ノズル 2 6 0 から高圧のジェットが噴射される。そして、ジェットが安定したら、シャッタ 3 0 3 0 を開く。これにより、ノズル 3 0 4 0 から噴射したジェットが貼り合わせ基板 5 0 の多孔質層に連続的に打ち込まれ、貼り合わせ基板 5 0 の分離が開始される。

【 0 0 9 8 】

貼り合わせ基板 5 0 の分離が完了したら、シャッタ 3 0 3 0 を閉じると共にノズル 3 0 4 0 に連結されたポンプを停止させて、貼り合わせ基板 5 0 に対するジェットの打ち込みを停止させる。また、モータ 1 1 0 の動作を停止させる。

【 0 0 9 9 】

次いで、基板保持部 1 0 1 0 のベルヌーイチャック 1 0 1 3 を動作させたまま、基板保持部 2 7 0 の真空吸着機構を動作させて、分離された上側の基板を基板保持部 2 7 0 に真空吸着させると共に、分離された下側の基板を基板保持部 1 0 1 0 のベルヌーイチャックに吸着させる。

【 0 1 0 0 】

次いで、エアシリンダ 3 2 0 にそのピストンロッドを収容させることにより、基板保持部 2 7 0 と基板保持部 1 0 1 0 との間に相応の距離を設ける。これにより、分離された 2 枚の基板は互いに引き離される。

【 0 1 0 1 】

次いで、基板保持部 1 0 1 0 のベルヌーイチャック 1 0 1 3 と基板との間にスカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 を挿入し、該ロボットハンド 3 1 5 2 により基板を吸着し、その後、基板保持部 1 0 1 0 のベルヌーイチャック 1 0 1 3 による吸着を解除し、基板保持部 1 0 1 0 からロボットハンド 3 1 5 2 に基板を引き渡す。

【 0 1 0 2 】

次いで、基板保持部 2 7 0 と基板との間にスカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 を挿入し、該ロボットハンド 3 1 5 2 により基板を吸着し、その後、基板保持部 2 7 0 による真空吸着を解除し、基板保持部 2 7 0 からロボットハンド 3 1 5 2 に基板を引き渡す。

【 0 1 0 3 】

ここで、貼り合わせ基板 5 0 が 2 枚に分離された後において、2 枚の基板の間にはジェット構成媒体が存在するため、これが液体（例えば、水）の場合には、表面張力が相当に大きい。従って、分離された 2 枚の基板を小さな力で引き離すためには、2 枚の基板間にノズル 3 0 4 0 からジェットを供給することが好ましい。この場合、2 枚の基板を引き離した後に、ノズル 3 0 4 0 からのジェットを停止させることになる。なお、その代わりに、2 枚の基板を引き離すために使用するジェットを噴射する機構を別個に設けてもよい。

【 0 1 0 4 】

[ 分離装置の第 2 の構成例 ]

この構成例も、第 1 の構成例と同様に、ジェットにより貼り合わせ基板を分離する分離装置に関する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 5 】

図 8 は、第 2 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す図である。また、図 9 は、図 8 に示す分離装置の一部を示す図である。この分離装置 1 9 0 0 は、一对の基板保持部 1 9 0 9 及び 1 9 0 1 を備え、該基板保持部 1 9 0 9 及び 1 9 0 1 により貼り合わせ基板 5 0 を上下から挟むようにして水平に保持し、ノズル 3 0 4 0 からジェットを噴射し、そのジェットを貼り合わせ基板 5 0 の多孔質層付近に打ち込むことにより、貼り合わせ基板 5 0 をその多孔質層の部分で 2 枚の基板に分離する。

## 【 0 1 0 6 】

下側の基板保持部 1 9 0 1 は、貼り合わせ基板 5 0 と基板保持部 1 9 0 1 の表面との間にスカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 を挿入するための間隙を形成するための凸状の支持部 1 9 0 3 を有する。この支持部 1 9 0 3 には、貼り合わせ基板 5 0 を真空吸着するための吸引孔 1 9 0 2 が設けられている。また、この基板保持部 1 9 0 1 は、支持部 1 9 0 3 の外周に、ずれ防止部材 1 9 1 1 を有する。ずれ防止部材 1 9 1 1 は、例えばゴムや樹脂等で構成され、貼り合わせ基板 5 0 が面方向に移動することを防止する。このずれ防止部材 1 9 1 1 を設けることにより、小さな押圧力又は吸引力で貼り合わせ基板 5 0 を保持することが可能になる。

## 【 0 1 0 7 】

また、基板保持部 1 9 0 1 は、回転軸 1 9 0 4 の一端に連結されている。回転軸 1 9 0 4 は、ベアリング 1 9 0 6 を介して支持台 1 9 2 0 により支持されている。ベアリング 1 9 0 6 の上部には、回転軸 1 9 0 4 を通すために支持台 1 9 2 0 に設けられた開口部をシールするためのシール部材 1 9 0 5 が設けられている。回転軸 1 8 0 4 の内部には真空ライン 1 9 0 7 が設けられており、この真空ライン 1 9 0 7 は、基板保持部 1 9 0 1 の複数の吸引孔 1 9 0 2 に連結されている。また、この真空ライン 1 9 0 7 は、リング 1 9 0 8 を介して外部の真空ラインに連結されている。回転軸 1 9 0 4 は、不図示の回転源に連結されており、該回転源から与えられる回転力により回転する。

## 【 0 1 0 8 】

基板保持部 1 9 0 1 の上方には、基板保持部 1 9 0 9 が配置されている。この基板保持部 1 9 0 9 は、駆動機構 1 9 3 0 の駆動軸 1 9 1 0 に連結されており、駆動機構 1 9 3 0 により昇降される。また、駆動軸 1 9 1 0 は、駆動機構 1 9 3 0 により回転可能に軸支されている。

## 【 0 1 0 9 】

上側の基板保持部 1 9 0 9 は、貼り合わせ基板 5 0 と基板保持部 1 9 0 9 の表面との間にスカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 を挿入するための間隙を形成するための凸状の支持部 1 9 1 2 を有する。この支持部 1 9 1 2 には、貼り合わせ基板 5 0 を真空吸着するための吸引孔 1 9 1 4 が設けられている。また、この基板保持部 1 9 0 9 は、支持部 1 9 1 2 の外周に、ずれ防止部材 1 9 1 3 を有する。ずれ防止部材 1 9 1 3 は、例えばゴムや樹脂等で構成され、貼り合わせ基板 5 0 が面方向に移動することを防止する。このずれ防止部材 1 9 1 3 を設けることにより、小さな押圧力又は吸引力で貼り合わせ基板 5 0 を保持することが可能になる。

## 【 0 1 1 0 】

ノズル 3 0 4 0 は、前述の直交ロボット 3 0 5 0 により制御される。ノズル 3 0 4 0 と基板保持部 1 9 0 1 との間には、シャッタ 3 0 3 0 が設けられており、このシャッタ 3 0 3 0 は、モータ 2 5 0 により開閉される。シャッタ 3 0 3 0 を開いた状態でノズル 3 0 4 0 からジェットを噴射することにより、貼り合わせ基板 5 0 に対してジェットを打ち込むことができる。一方、このシャッタ 3 0 3 0 を閉じることにより、貼り合わせ基板 5 0 に対するジェットの打ち込みを遮断することができる。

## 【 0 1 1 1 】

以下、この分離装置 1 9 0 0 による分離処理の手順を説明する。まず、駆動機構 1 9 3 0 により基板保持部 1 9 0 9 を上昇させて、基板保持部 1 9 0 9 と基板保持部 1 9 0 1 との間に相応の間隔を設ける。そして、この状態で、スカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハ

10

20

30

40

50

ンド 3 1 5 2 により貼り合わせ基板 5 0 を下方から水平に支持して、基板保持部 1 9 0 1 の支持部 1 9 0 3 の上に載置する。次いで、駆動機構 1 9 3 0 により基板保持部 1 9 0 9 を降下させて、基板保持部 1 9 0 9 に貼り合わせ基板 5 0 を押圧させる。これにより、貼り合わせ基板 5 0 は、基板保持部 1 9 0 9 及び 1 9 0 1 により両側から押圧されて保持される。

【 0 1 1 2 】

次いで、基板保持部 1 9 0 1 及び 1 9 0 9 の各真空吸着機構を動作させて、貼り合わせ基板 5 0 を吸着させる。次いで、不図示の回転源を動作させることにより回転軸 1 9 0 4 に回転力を伝達させる。これにより、回転軸 1 9 0 4、基板保持部 1 9 0 1、貼り合わせ基板 5 0 及び基板保持部 1 9 0 9 は、一体的に回転する。

10

【 0 1 1 3 】

次いで、シャッタ 3 0 3 0 を閉じた状態で、ノズル 3 0 4 0 に連結されたポンプ（不図示）を動作させて、ノズル 3 0 4 0 に高圧のジェット構成媒体（例えば、水）を送り込む。これにより、ノズル 3 0 4 0 から高圧のジェットが噴射される。そして、ジェットが安定したら、シャッタ 3 0 3 0 を開く。これにより、ノズル 3 0 4 0 から噴射したジェットが貼り合わせ基板 5 0 の多孔質層に連続的に打ち込まれ、貼り合わせ基板 5 0 の分離が開始される。

【 0 1 1 4 】

貼り合わせ基板 5 0 の分離が完了したら、シャッタ 3 0 3 0 を閉じると共にノズル 3 0 4 0 に連結されているポンプを停止させて、貼り合わせ基板 5 0 に対するジェットの打ち込みを停止させる。また、回転軸 1 9 0 4 の駆動を停止することにより、貼り合わせ基板 5 0 の回転を停止させる。

20

【 0 1 1 5 】

次いで、基板保持部 1 9 0 1 及び 1 9 0 9 の各真空吸着機構を再度動作させる。これにより、分離された上側の基板が基板保持部 1 9 0 9 に吸着されると共に、分離された下側の基板が基板保持部 1 9 0 1 に吸着される。次いで、駆動機構 1 9 3 0 により基板保持部 1 9 0 9 を上昇させる。これにより、分離された 2 枚の基板は、互いに引き離される。

【 0 1 1 6 】

次いで、基板保持部 1 9 0 1 と基板との間にスカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 を挿入し、該ロボットハンド 3 1 5 2 により基板を吸着し、その後、基板保持部 1 9 0 1 の真空吸着機構による吸着を解除し、基板保持部 1 9 0 1 からロボットハンド 3 1 5 2 に基板を引き渡す。

30

【 0 1 1 7 】

次いで、基板保持部 1 9 0 9 と基板との間にスカラーロボット 3 1 5 0 ロボットハンド 3 1 5 2 を挿入し、該ロボットハンド 3 1 5 2 により基板を吸着し、その後、基板保持部 1 9 0 9 の真空吸着機構による吸着を解除し、基板保持部 1 9 0 9 からロボットハンド 3 1 5 2 に基板を引き渡す。

【 0 1 1 8 】

ここで、貼り合わせ基板 5 0 が 2 枚に分離された後において、2 枚の基板の間にはジェット構成媒体が存在するため、これが液体（例えば、水）の場合には、表面張力が相当に大きい。従って、分離された 2 枚の基板を小さな力で引き離すためには、2 枚の基板間にノズル 3 0 4 0 からジェットを供給することが好ましい。この場合、2 枚の基板を引き離した後に、ノズル 3 0 4 0 からのジェットを停止させることになる。なお、その代わりに、2 枚の基板を引き離すために使用するジェットを噴射する機構を別個に設けてもよい。

40

【 0 1 1 9 】

[ 分離装置の第 3 の構成例 ]

図 1 0 及び図 1 1 は、第 3 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す断面図である。なお、図 1 0 は、基板支持部材を開いた状態、図 1 1 は、基板支持部を閉じた状態を示している。

【 0 1 2 0 】

50

この分離装置 4 0 0 0 は、ヒンジ部 4 0 0 3 により連結された一対の基板支持部材 4 0 0 1 及び 4 0 0 4 を有する。基板支持部材 4 0 0 1 及び 4 0 0 4 は、貼り合わせ基板 5 0 の外周に適合した円環状の形状を有する。また、基板支持部材 4 0 0 1 及び 4 0 0 4 は、貼り合わせ基板 1 0 1 を挟むようにして閉じた状態で、貼り合わせ基板 5 0 の縁の多孔質層 5 0 c が露出した部分を取り囲んで密閉空間 4 0 2 0 を構成する密閉空間構成部材として機能する。

#### 【 0 1 2 1 】

基板支持部材 4 0 0 1、4 0 0 4 には、貼り合わせ基板 5 0 との間で気密性を確保するためのシール部材（例えば、リング）4 0 0 2、4 0 0 5 が夫々設けられている。また、一方の基板支持部材 4 0 0 4 には、他方の基板支持部材 4 0 0 1 との間で気密性を確保するためのシール部材 4 0 0 8 が設けられている。

10

#### 【 0 1 2 2 】

この分離装置 4 0 0 0 では、貼り合わせ基板 5 0 を基板支持部材 4 0 0 1 及び 4 0 0 4 により両側から挟んで支持した状態で、ロック機構 4 0 0 7 により基板支持部材 4 0 0 1 がロックされる。

#### 【 0 1 2 3 】

一方の基板支持部材 4 0 0 4 は、密閉空間 4 0 2 0 に流体を注入するための注入部 4 0 0 6 を有する。この注入部 4 0 0 6 は、ポンプ等の圧力源 4 0 1 1 に接続され、該圧力源 4 0 1 1 から供給される流体（例えば、水）により密閉空間 4 0 2 0 が満たされる。

#### 【 0 1 2 4 】

基板支持部材 4 0 0 1 及び / 又は 4 0 0 4 には、密閉空間 4 0 2 0 に流体を注入する際に発生する泡を除去するための泡抜き口と、密閉空間 4 0 2 0 内の流体に圧力を印加する際に該泡抜き口を塞ぐためのバルブとを設けてもよい。

20

#### 【 0 1 2 5 】

圧力源 4 0 1 1 は、密閉空間 4 0 2 0 に流体を満たした状態で、該流体に圧力を印加する。圧力源 4 0 1 1 は、流体に印加する圧力を調整する機構を有することが好ましく、これにより、流体に印加する圧力を、貼り合わせ基板 5 0 の分離の初期段階では高くし、その後、徐々に又は段階的に低下させることが好ましい。例えば、分離の初期段階では、例えば 2 0 k g / 平方 c m とし、その後、その圧力を徐々に低下させて、分離の最終段階では、例えば 1 k g / 平方 c m とする如きである。

30

#### 【 0 1 2 6 】

下方の基板支持部材 4 0 0 4 は、支持台 4 0 0 6 により支持されている。この支持台 4 0 0 6 には、貼り合わせ基板 5 0 の下面を外部に通じさせる通気孔 4 0 3 0 を有する。これにより、貼り合わせ基板 5 0 の下面は、大気圧に維持される。また、支持台 4 0 0 6 の中央部付近には、エアシリンダ 4 0 1 0 が設けられている。このエアシリンダ 4 0 1 0 のピストンロッドには、支持部 4 0 0 9 が取り付けられている。支持部 4 0 0 9 は、スカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 との間で貼り合わせ基板又は分離後の基板を受け渡しする際に、上方に押し出される。これにより、下側の基板支持部材 4 0 0 4 と貼り合わせ基板又は分離後の基板との間に、ロボットハンド 3 1 5 2 を挿入するための間隙が形成される。

40

#### 【 0 1 2 7 】

以下、この分離装置 4 0 0 0 による貼り合わせ基板 5 0 の分離処理の手順を説明する。なお、以下の分離処理は、例えば大気圧中で実施される。

#### 【 0 1 2 8 】

まず、ロック機構 4 0 0 7 によるロックを解除して、図 1 0 に示すようにして基板支持部材 4 0 0 1 を開くと共に支持部 4 0 0 9 を上昇させる。次いで、スカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 により、貼り合わせ基板 5 0 を基板支持部材 4 0 0 4 上に載置する。

#### 【 0 1 2 9 】

次いで、図 1 1 に示すように、支持部 4 0 0 9 を下降させると共に基板支持部 4 0 0 1 を

50

閉じて、ロック機構 4 0 0 7 により基板支持部材 4 0 0 1 をロックする。この状態で、貼り合わせ基板 5 0 の縁の多孔質層 5 0 c が露出した部分を取り囲んで密閉空間 4 0 2 0 が構成される。

【 0 1 3 0 】

次いで、圧力源 4 0 1 1 により密閉空間 4 0 2 0 内に流体を注入する。次いで、圧力源 4 0 1 1 により密閉空間 4 0 2 0 内の流体に圧力を印加する。これにより、貼り合わせ基板 5 0 の縁に露出した多孔質層 5 0 c に対して、実質的に静止した流体による圧力が印加される。

【 0 1 3 1 】

この圧力の印加により、貼り合わせ基板 5 0 の縁に露出している部分の多孔質層 5 0 c が破壊されて分離が開始される。そして、その破壊された部分に流体が注入されることにより多孔質層 5 0 c の破壊が進行する。そして、この多孔質層 5 0 c の破壊の進行により、流体が貼り合わせ基板 5 0 の内部に十分に注入される。この時、貼り合わせ基板 5 0 の内部に作用する流体の圧力と非密閉空間（密閉空間以外の空間）に作用する圧力との圧力差により、貼り合わせ基板 5 0 には、基板 5 0 a と基板 5 0 b とを引き離す方向に分離力が作用し、この分離力により分離が進行する。

【 0 1 3 2 】

分離が完了したら、圧力源 4 0 1 1 を制御して密閉空間 4 0 2 0 内を例えば大気圧にし、その後、ロック機構 4 0 0 7 によるロックを解除する。そして、基板支持部材 4 0 0 1 を開くと共に、支持部 4 0 0 9 を上昇させて、下側の基板支持部材 4 0 0 4 と分離後の貼り合わせ基板との間に相応の間隙を設ける。そして、スカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 により、まず、上側の基板 5 0 a を取り出し、次いで、下側の基板 5 0 b を取り出す。

【 0 1 3 3 】

なお、この場合、上側の基板 5 0 a を反転装置 3 1 3 0 で反転させ、洗浄 / 乾燥装置 3 1 2 0 で洗浄 / 乾燥させて第 3 カセット 3 1 0 1 に収容した後、或いは、上側の基板 5 0 a を反転装置 3 1 3 0 に引き渡した後に、下側の基板 5 0 b を洗浄 / 乾燥装置 3 1 2 0 に引き渡す。

【 0 1 3 4 】

[ 分離装置の第 4 の構成例 ]

図 1 2 は、第 4 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す図である。この分離装置 5 0 0 0 は、貼り合わせ基板 5 0 の全体に圧力を印加し、これにより、該貼り合わせ基板 5 0 を多孔質層で分離する。

【 0 1 3 5 】

この分離装置 5 0 0 0 は、貼り合わせ基板 5 0 を収容して密閉空間を構成するための密閉容器 5 0 0 1 と、スカラーロボット 3 1 5 0 のロボットハンド 3 1 5 2 を出し入れするための開口部を開閉するための密閉蓋 5 0 0 2 とを有する。密閉容器 5 0 0 1 内には、貼り合わせ基板 5 0 を下方から水平に支持するための試料支持部材 5 0 1 1 が設けられている。

【 0 1 3 6 】

また、この分離装置 5 0 0 0 は、密閉空間内に流体を供給するための注入口 5 0 0 8 を有し、この注入口 5 0 0 8 は、バルブ 5 0 0 9 を介してポンプ 5 0 1 0 に接続されている。また、この分離装置 5 0 0 0 は、密閉容器 5 0 0 1 内の流体を排出するための排出口 5 0 0 6 を有し、この排出口 5 0 0 6 は、排出制御用のバルブ 5 0 0 7 に接続されている。

【 0 1 3 7 】

この分離装置 5 0 0 0 は、例えば、貼り合わせ基板 5 0 に超音波等の振動エネルギーを印加するための振動源 5 0 0 4 を更に備えることが好ましい。この振動源 5 0 0 4 を備えることにより、2 段階の分離処理を行うことができる。即ち、第 1 段階では、前述のように、密閉容器 5 0 0 1 により構成される密閉空間内に圧力を印加することにより多孔質層の孔壁を破壊し、第 2 段階では、振動エネルギーにより、残存する孔壁を破壊し、これによ

10

20

30

40

50



り貼り合わせ基板 50 を多孔質層で完全に分離することができる。

【0138】

以下、この分離装置 5000 による分離処理に関して説明する。まず、密閉蓋 5002 を開いて、スカラーロボット 3150 のロボットハンド 3152 により貼り合わせ基板 50 を密閉容器 5001 内に搬送し、支持部材 5011 上に載置する。

【0139】

次いで、密閉蓋 5002 を閉じて、ポンプ 5010 を作動させると共にバルブ 5009 を開いて、密閉空間内に流体を注入し、該密閉空間内を所定の圧力にする（第 1 段階の分離処理の開始）。ここで、流体としては、空気等の気体、水等の液体等を使用することができる。また、流体として、空洞含有層を選択エッチングし得るエッチングガス又はエッチング液を使用することも好ましい。この場合、分離処理を効率化すると共に分離後に残存し得る孔壁を低減することができる。

10

【0140】

この状態で、例えば所定時間が経過するのを待つ。これにより、貼り合わせ基板 50 が多孔質層で完全に分離されるか、或いは、相当量の孔壁が破壊される。次いで、ポンプ 5010 を停止させると共にバルブ 5009 を閉じる。次いで、バルブ 5007 を開いて、密閉空間内の流体を排出口 5006 を通して排出することにより、該密閉空間内の圧力を常圧に戻す（第 1 段階の分離処理の終了）。なお、流体として、自然環境等に悪影響を及ぼす流体を使用する場合には、排出口 211 を通して排出される流体を回収し、適切な処理をすることは言うまでもない。

20

【0141】

次いで、振動源 5004 を駆動して、密閉容器内の貼り合わせ基板 50 に振動エネルギーを印加し、これにより、未破壊の孔壁を破壊し、貼り合わせ基板 50 を完全に分離する（第 2 段階の分離処理）。なお、第 2 段階の分離処理は、第 1 の分離処理の実行中に並行して実行してもよい。

【0142】

次いで、流体として液体を用いた場合には、必要に応じて、バルブ 5007 を開いて密閉容器内の流体を排出する。次いで、密閉蓋 5002 を開いて、スカラーロボット 3150 のロボットハンド 3152 により、まず、上側の基板を取り出し、次いで、下側の基板を取り出す。なお、この場合、上側の基板を反転装置 3130 で反転させ、洗浄 / 乾燥装置 3120 で洗浄 / 乾燥させて第 3 カセット 3101 に収容した後、或いは、上側の基板を反転装置 3130 に引き渡した後に、下側の基板を洗浄 / 乾燥装置 3120 に引き渡す。

30

【0143】

〔スカラーロボットのロボットハンドの他の構成例〕

次に、スカラーロボット 3150 のロボットハンドの他の構成例を説明する。図 13 は、スカラーロボット 3150 のロボットハンドの他の構成例を示す図である。図 13 (a) は、平面図、図 13 (b) は、図 13 (a) を A - A' で切断した断面図である。図 13 に示すロボットハンドは、U 字型の本体 9004 と、貼り合わせ基板又は分離後の基板をその端部で保持する保持部 9001 乃至 9003 を有する。保持部 9001 乃至 9003 の材質としては、例えば PTFE が好適である。

40

【0144】

この構成例に係るロボットハンドは、貼り合わせ基板又は分離後の基板の端部とのみ接触するため、貼り合わせ基板又は分離後の基板の面に傷等を付ける可能性が極めて低い。

【0145】

また、この構成例に係るロボットハンドは、分離後の基板の端部とのみ接触するため、分離面が上側であるか下側であるかに拘らず、分離後の基板を下方から保持した場合においても、切削屑等により基板の面に傷等を付ける可能性が低い。

【0146】

また、この構成例に係るロボットハンドは、貼り合わせ基板又は分離後の基板が面方向に移動することを規制した状態で該貼り合わせ基板又は分離後の基板を保持するため、貼り

50

合わせ基板又は分離後の基板が落下することを防止することができる。

【 0 1 4 7 】

この構成例に係るロボットハンドでは、各保持部 9 0 0 1 乃至 9 0 0 3 の全部又は一部に吸着機構を設けることも有効であり、この場合、貼り合わせ基板又は分離後の基板の落下をより効果的に防止することができる他、例えば基板を上方から支持することも可能になる。

【 0 1 4 8 】

また、この構成例に係るロボットハンドでは、分離後の基板を吸着した状態で本体 9 0 0 4 を 1 8 0 度回転させて、これにより分離後の基板の上下を逆にする機構を更に設けてもよい。この場合、反転装置 3 1 3 0 を省略することができる。

10

【 0 1 4 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、例えば、処理対象の試料を複数の処理装置の間で効率的に搬送することができるため、一連の処理を高速化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の好適な実施の形態に係る S O I 基板の製造方法を工程順に説明する図である。

【図 2】本発明の好適な実施の形態に係る処理システムの概略的な構成を示す平面図である。

【図 3】1 枚の貼り合わせ基板に着目した場合の処理システムによる処理手順を説明するためのフローチャートである。

20

【図 4】複数枚の貼り合わせ基板を並行して処理する場合の処理手順の一例を示す図である。

【図 5】スカラーロボットによる貼り合わせ基板又は分離後の各基板の搬送処理及び各装置による処理の実行手順の一例を示す図である。

【図 6】第 1 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す図である。

【図 7】図 6 に示す基板保持部の外観を模式的に示す図である。

【図 8】第 2 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す図である。

【図 9】図 8 に示す分離装置の一部を示す図である。

【図 1 0】第 3 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す断面図である。

30

【図 1 1】第 3 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す断面図である。

【図 1 2】第 4 の構成例に係る分離装置の概略的な構成を示す図である。

【図 1 3】スカラーロボットのロボットハンドの他の構成例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 0 第 1 の基板
- 1 1 単結晶 S i 基板
- 1 2 多孔質 S i 層
- 1 3 非多孔質単結晶 S i 層
- 1 5 絶縁層
- 2 0 第 2 の基板
- 5 0 貼り合わせ基板
- 1 0 0 0 分離装置
- 1 1 0 モータ
- 1 2 0 支持部材
- 1 3 0 カップリング
- 1 4 0 回転軸
- 1 4 1 真空ライン
- 1 5 0 リング
- 1 6 0 ベアリング
- 1 7 0 上段テーブル

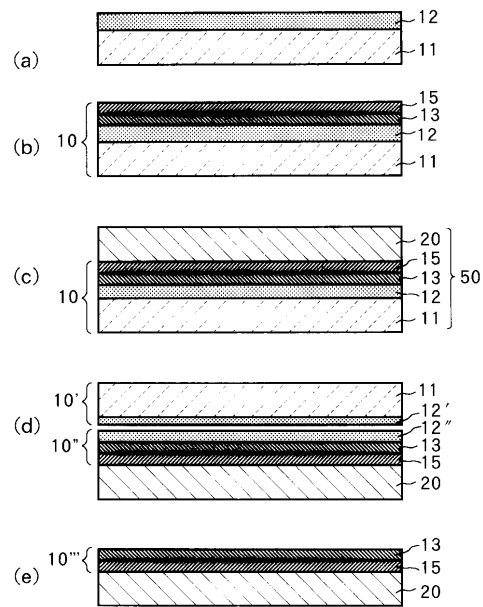
40

50

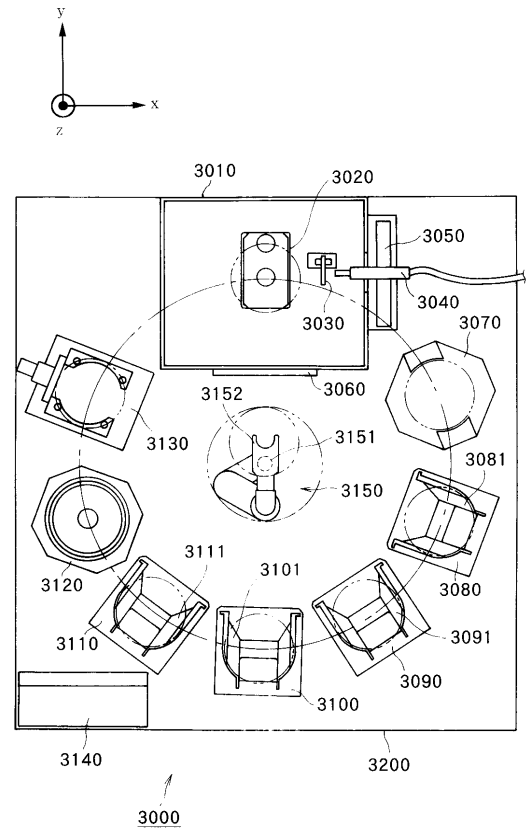
2 4 0	下段テーブル	
2 5 0	モータ	
2 7 0	基板保持部	
2 7 0 a	ずれ防止部材	
2 7 1	吸引孔	
3 1 0	脚部材	
3 2 0	エアシリンダ	
3 3 0	カップリング	
1 0 1 0	基板保持部	
1 0 1 1	導入部	10
1 0 1 3	ベルヌーイチャック	
1 0 2 0	回転軸	
1 0 2 1	圧力ライン	
1 0 2 2	リング	
1 0 3 0	往復 / 回転ガイド	
1 9 0 0	分離装置	
1 9 0 1	基板保持部	
1 9 0 2	吸引孔	
1 9 0 3	支持部	
1 9 0 4	回転軸	20
1 9 0 5	シール部材	
1 9 0 6	ベアリング	
1 9 0 7	真空ライン	
1 9 0 8	リング	
1 9 0 9	基板保持部	
1 9 1 0	駆動軸	
1 9 1 1	ずれ防止部材	
1 9 1 2	支持部	
1 9 1 3	ずれ防止部材	
1 9 1 4	吸引孔	30
1 9 2 0	支持台	
1 9 2 1	ノズル	
1 9 2 2	シャッタ	
1 9 3 0	駆動機構	
3 0 0 0	分離システム	
3 0 1 0	チャンバ	
3 0 2 0	分離装置	
3 0 3 0	シャッタ	
3 0 4 0	ノズル	
3 0 5 0	直交ロボット	40
3 0 6 0	シャッタ	
3 0 7 0	芯出し装置	
3 0 8 0	ローダ	
3 0 8 1	第1カセット	
3 0 9 0	第1アンローダ	
3 0 9 1	第2カセット	
3 1 0 0	第2アンローダ	
3 1 0 1	第3カセット	
3 1 1 0	第3アンローダ	
3 1 1 1	第4カセット	50

3 1 2 0	洗浄 / 乾燥装置	
3 1 3 0	反転装置	
3 1 4 0	操作パネル	
3 1 5 0	スカラーロボット	
3 1 5 1	駆動軸	
3 1 5 2	ロボットハンド	
4 0 0 0	分離装置	
4 0 0 1	基板支持部材	
4 0 0 2	シール部材	
4 0 0 3	ヒンジ部	10
4 0 0 4	基板支持部材	
4 0 0 5	シール部材	
4 0 0 6	注入部	
4 0 0 7	ロック機構	
4 0 0 8	シール部材	
4 0 0 9	支持部	
4 0 1 0	エアシリンダ	
4 0 1 1	ポンプ	
5 0 0 0	分離装置	
5 0 0 1	密閉容器	20
5 0 0 2	密閉蓋	
5 0 0 4	振動源	
5 0 0 6	排出口	
5 0 0 7	バルブ	
5 0 0 8	注入口	
5 0 0 9	バルブ	
5 0 1 0	ポンプ	
5 0 1 1	支持部材	
9 0 0 1	保持部	
9 0 0 2	保持部	30
9 0 0 3	保持部	
9 0 0 4	ロボットハンドの本体	

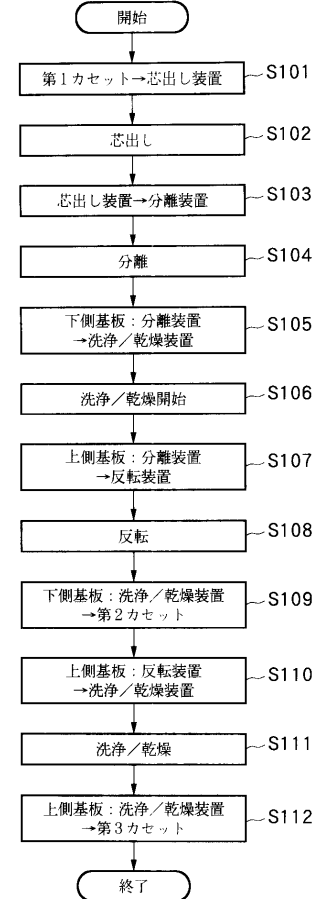
【図 1】



【図 2】



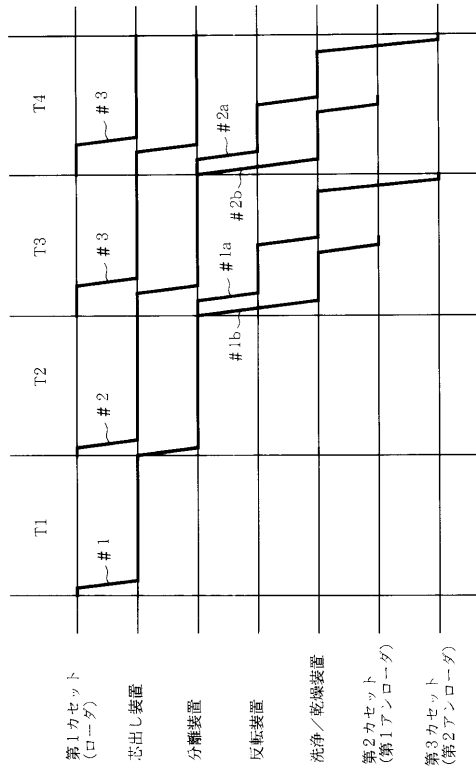
【図 3】



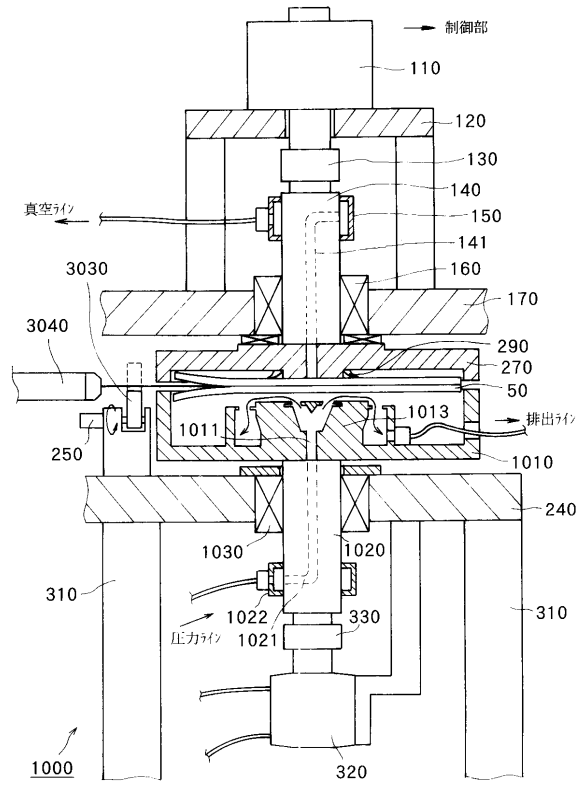
【図 4】

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
芯出し	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 4a
分離		# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 4b
反転			# 1a	# 2a	# 3a	# 4a	# 4a
洗浄／乾燥			# 1b	# 2b	# 3b	# 4b	# 4a

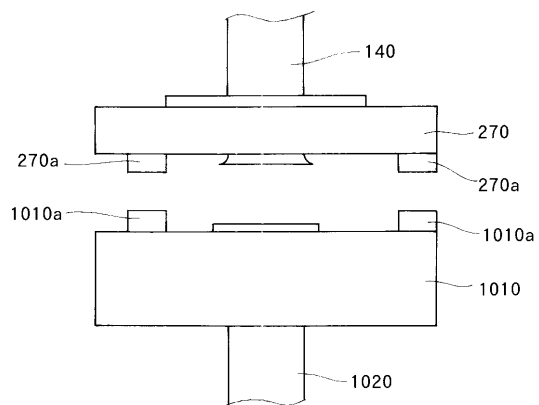
【図 5】



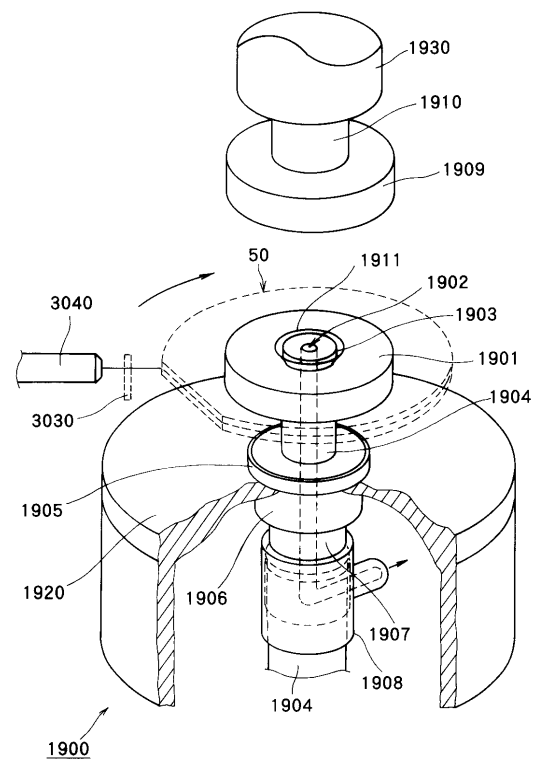
【図 6】



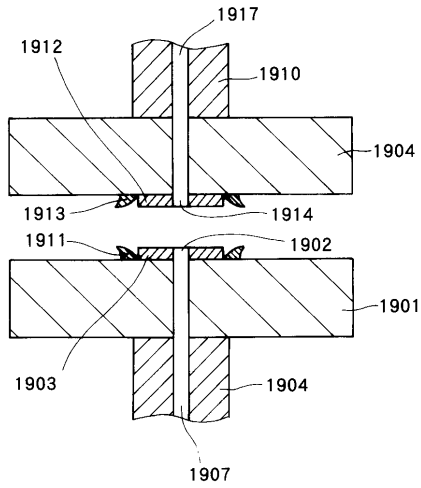
【図 7】



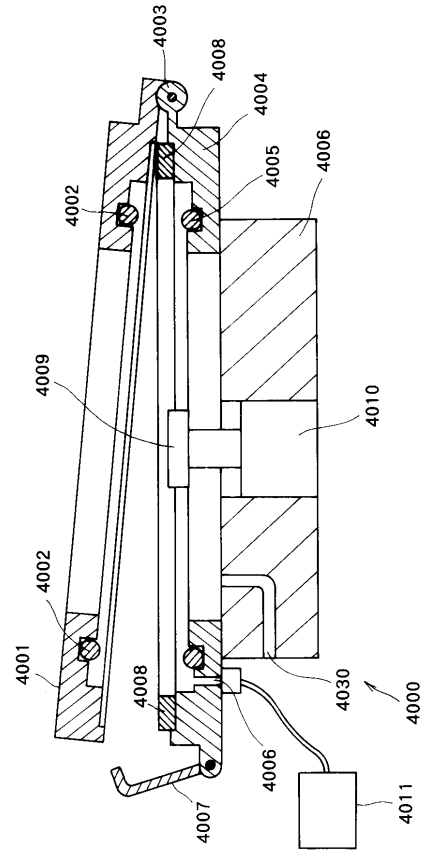
【図 8】



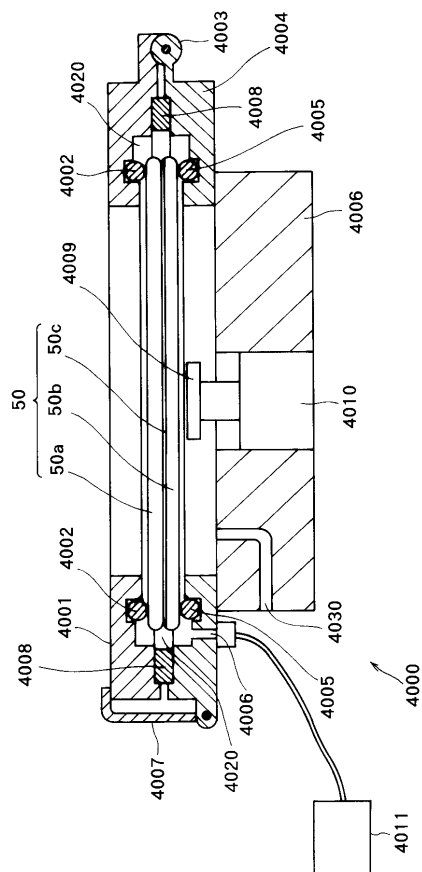
【図 9】



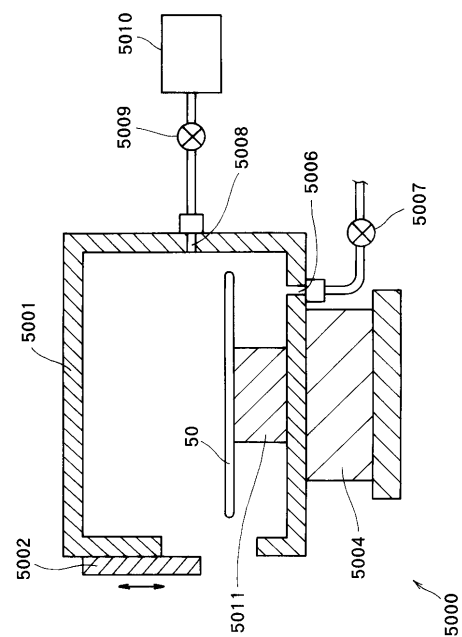
【図 10】



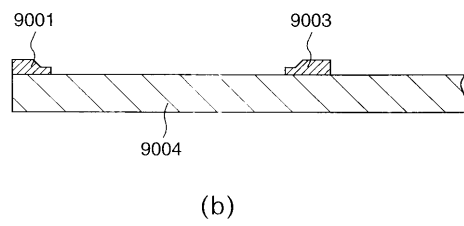
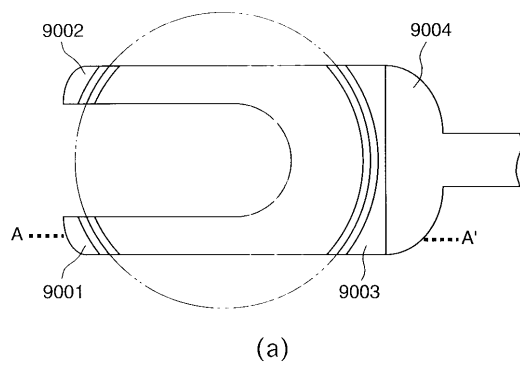
【図 11】



【図 12】



【図 13】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 坂口 清文  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
(72)発明者 近江 和明  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 松永 謙一

- (56)参考文献 特開平09-167724(JP,A)  
特開平10-270533(JP,A)  
特開平10-284403(JP,A)  
特開平07-302889(JP,A)  
特開平10-064870(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/67-21/687  
H01L 21/306  
H01L 21/02  
H01L 27/12