

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7581393号
(P7581393)

(45)発行日 令和6年11月12日(2024.11.12)

(24)登録日 令和6年11月1日(2024.11.1)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/304(2006.01)

H 0 1 L 21/304 6 4 3 A

請求項の数 8 (全24頁)

(21)出願番号	特願2023-8307(P2023-8307)	(73)特許権者	000002428
(22)出願日	令和5年1月23日(2023.1.23)		芝浦メカトロニクス株式会社
(65)公開番号	特開2023-126143(P2023-126143 A)		神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
(43)公開日	令和5年9月7日(2023.9.7)	(74)代理人	100108062
審査請求日	令和5年7月31日(2023.7.31)		弁理士 日向寺 雅彦
(31)優先権主張番号	特願2022-29357(P2022-29357)	(74)代理人	100168332
(32)優先日	令和4年2月28日(2022.2.28)		弁理士 小崎 純一
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(74)代理人	100146592
			弁理士 市川 浩
		(72)発明者	出村 健介
			神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
			芝浦メカトロニクス株式会社内
		(72)発明者	中村 聡
			神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
			芝浦メカトロニクス株式会社内
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心軸周りに回転可能な載置台と、
前記載置台に設けられ、基板を保持する複数の保持部と、
前記載置台と前記基板との間の空間に、冷却ガスを供給可能な冷却部と、
前記基板の、前記載置台側とは反対側の面に液体を供給可能な液体供給部と、
を備え、
前記基板を保持する際には、前記複数の保持部のそれぞれは、前記載置台の面に沿って、
前記中心軸に向かう方向に移動して、前記基板の周縁、および、前記載置台と前記基板との間の空間を囲み、前記空間が、前記複数の保持部により閉鎖される基板処理装置。

10

【請求項2】

前記載置台は、板状を呈する第1の部分と、板状を呈し、前記第1の部分の上に設けられた第2の部分と、を有し、
前記第1の部分と、前記第2の部分と、の間には、前記載置台と前記基板との間の空間に供給された前記冷却ガスを、前記載置台の外部に排出する流路が設けられている請求項1記載の基板処理装置。

【請求項3】

前記第2の部分は、厚み方向を貫通する、第1の孔および第2の孔を有し、
前記第1の部分は、厚み方向を貫通し、前記第1の孔と同芯に設けられた第3の孔を有し、

20

前記冷却部は、筒状を呈し、前記第 1 の孔および前記第 3 の孔に第 1 の隙間を介して設けられた冷却ノズルを有し、

前記流路は、前記載置台の外部と、前記第 1 の隙間と、に繋がり、

前記第 2 の孔は、前記流路と、前記載置台と前記基板との間の空間と、に繋がっている請求項 2 記載の基板処理装置。

【請求項 4】

板状を呈し、前記冷却ノズルの外側面に設けられた基部と、

環状を呈し、前記基部の周縁近傍に設けられた凸部と、

をさらに備え、

前記第 1 の部分の前記第 3 の孔の内壁には、第 1 の溝が設けられ、

前記基部の周縁近傍、および前記凸部は、第 2 の隙間を介して前記第 1 の溝に設けられている請求項 3 記載の基板処理装置。

10

【請求項 5】

前記第 2 の部分は、厚み方向を貫通する、第 1 の孔および第 2 の孔を有し、

前記第 1 の部分は、厚み方向を貫通し、前記第 1 の孔と同芯に設けられた第 3 の孔を有し、

前記冷却部は、筒状を呈し、前記第 1 の孔および前記第 3 の孔に第 1 の隙間を介して設けられた冷却ノズルを有し、

前記流路は、前記載置台の外部とは繋がらず、前記第 1 の隙間と繋がり、

前記第 2 の孔は、前記流路と、前記載置台と前記基板との間の空間と、に繋がっている請求項 2 記載の基板処理装置。

20

【請求項 6】

板状を呈し、前記冷却ノズルの外側面に設けられた基部と、

環状を呈し、前記基部の周縁近傍に設けられた凸部と、

をさらに備え、

前記第 2 の部分の前記第 1 の孔の内壁には、第 2 の溝が設けられ、

前記基部の周縁近傍、および前記凸部は、第 3 の隙間を介して前記第 2 の溝に設けられている請求項 5 記載の基板処理装置。

【請求項 7】

前記保持部の表面は、前記液体に対する撥液性を有する請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の基板処理装置。

30

【請求項 8】

前記保持部の、前記基板を保持する部分は、熱伝導率の高い樹脂で覆われている請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、基板処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

インプリント用テンプレート、フォトリソグラフィ用マスク、半導体ウェーハなどの基板の表面に付着したパーティクルなどの汚染物を除去する方法として、凍結洗浄法が提案されている。

40

【0003】

凍結洗浄法においては、まず、基板の表面に純水などの液体を供給して液膜を形成する。次に、基板の表面側に冷却ガスを供給して液膜を凍結させる。液膜が凍結して凍結膜が形成される際に汚染物が凍結膜に取り込まれることで、汚染物が基板の表面から分離される。次に、凍結膜に純水などの液体を供給して凍結膜を融解し、液体とともに汚染物を基板の表面から除去する。（例えば、特許文献 1 を参照）

凍結洗浄法を実施可能な基板処理装置を用いれば、基板の表面から汚染物を効率よく除

50

去することができる。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、凍結洗浄法を実施可能な基板処理装置においては、基板の周辺において、基板の表面に供給された液体が凍結したり、凍結洗浄処理を行う雰囲気に含まれている水分により霜が発生したりするという問題がある。

そのため、基板の周辺において不要な凍結が生じるのを抑制することができる基板処理装置の開発が望まれていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

10

【文献】特開 2 0 1 0 - 8 0 5 8 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本発明が解決しようとする課題は、基板の周辺において不要な凍結が生じるのを抑制することができる基板処理装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

実施形態に係る基板処理装置は、中心軸周りに回転可能な載置台と、前記載置台に設けられ、基板を保持する複数の保持部と、前記載置台と前記基板との間の空間に、冷却ガスを供給可能な冷却部と、前記基板の、前記載置台側とは反対側の面に液体を供給可能な液体供給部と、を備えている。前記基板を保持する際には、前記複数の保持部のそれぞれは、前記載置台の面に沿って、前記中心軸に向かう方向に移動して、前記基板の周縁、および、前記載置台と前記基板との間の空間を囲み、前記空間が、前記複数の保持部により閉鎖される。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明の実施形態によれば、基板の周辺において不要な凍結が生じるのを抑制することができる基板処理装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

30

【 0 0 0 9 】

【図 1】本実施の形態に係る基板処理装置を例示するための模式断面図である。

【図 2】図 1 における載置部の模式断面図である。

【図 3】図 1 における載置部の A - A 線方向の模式図である。

【図 4】保持部を例示するための模式斜視図である。

【図 5】溝の形成を例示するための模式分解図である。

【図 6】ピースを例示するための模式斜視図である。

【図 7】基板処理装置の作用を例示するためのタイミングチャートである。

【図 8】基板の受け渡しを例示するための模式断面図である。

【図 9】図 8 における載置部の B - B 線方向の模式図である。

40

【図 1 0】他の実施形態に係る載置部を例示するための模式断面図である。

【図 1 1】溝の形成を例示するための分解図である。

【図 1 2】他の実施形態に係る載置部を例示するための模式断面図である。

【図 1 3】図 1 2 における載置部の C - C 線方向の模式図である。

【図 1 4】保持部を例示するための模式斜視図である。

【図 1 5】他の実施形態に係る載置部を例示するための模式断面図である。

【図 1 6】図 1 5 における載置部の D - D 線方向の模式図である。

【図 1 7】保持部を例示するための模式斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

50

以下、図面を参照しつつ、実施の形態について例示をする。なお、各図面中、同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

以下に例示をする基板 100 は、例えば、半導体ウェーハ、インプリント用テンプレート、フォトリソグラフィ用マスク、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) に用いられる板状体、フラットパネルディスプレイ用基板などとすることができる。ただし、基板 100 は、例示をしたものに限定されるわけではない。

【0011】

なお、基板 100 の洗浄面には、パターンである凹凸部が形成されていてもよいし、凹凸部が形成されていなくてもよい。凹凸部が形成されていない基板は、例えば、凹凸部が形成される前の基板（例えば、いわゆるバルク基板）などとすることができる。

【0012】

また、以下においては、一例として、基板 100 が、フォトリソグラフィ用マスクである場合を説明する。基板 100 が、フォトリソグラフィ用マスクである場合には、基板 100 の平面形状は、例えば、正方形とすることができる。

【0013】

図 1 は、本実施の形態に係る基板処理装置 1 を例示するための模式断面図である。

図 2 は、図 1 における載置部 2 の模式断面図である。

図 3 は、図 1 における載置部 2 の A - A 線方向の模式図である。

図 1 ~ 図 3 は、載置部 2（載置台 2a）に基板 100 を載置した状態、すなわち、基板 100 に凍結洗浄処理を施す際の状態を表している。

【0014】

図 1 に示すように、基板処理装置 1 には、例えば、載置部 2、冷却部 3、第 1 液体供給部 4、第 2 液体供給部 5、チャンバ 6、送風部 7、排気部 8、およびコントローラ 9 が設けられている。

【0015】

図 1 ~ 図 3 に示すように、載置部 2 は、例えば、載置台 2a、回転軸 2b、駆動部 2c、リフトピン 2d、および保持部 2e を有する。

【0016】

載置台 2a は、チャンバ 6 の内部に設けられている。載置台 2a は、中心軸周りに回転可能となっている。

載置台 2a は、例えば、部分 2a1（第 2 の部分の一例に相当する）、および部分 2a2（第 1 の部分の一例に相当する）を有する（図 2 参照）。

部分 2a1 は、板状を呈している。部分 2a1 は、例えば、円板状を呈している。部分 2a1 は、部分 2a2 の上に設けられている。また、部分 2a1 の上面は、平坦な面であり、載置台 2a の面に相当する。部分 2a1 の中央部分には、部分 2a1 の厚み方向を貫通する孔 2a1a（第 1 の孔の一例に相当する）が設けられている。また、部分 2a1 の、リフトピン 2d と対向する位置には、部分 2a1 の厚み方向を貫通する孔 2a1b が設けられている。また、部分 2a1 の、孔 2a1a と孔 2a1b との間の領域には、載置台 2a（部分 2a1）と基板 100 との間の空間に供給された冷却ガス 3a1 を排出するための孔 2a1c（第 2 の孔の一例に相当する）が設けられている。孔 2a1c は、部分 2a1 を厚み方向に貫通している。孔 2a1c は、少なくとも 1 つ設けることができる。ただし、複数の孔 2a1c が設けられていれば、前述した冷却ガス 3a1 の排出が容易となる。また、複数の孔 2a1c は、載置台 2a の中心軸を中心として、点对称となる位置に設けることができる。この様にすれば、載置台 2a の中心軸に対して均等な排気を行うことができるので、基板 100 の面内の温度がばらつくのを抑制することができる。

【0017】

また、孔 2a1c が載置台 2a に載置された基板 100 の四隅周辺に設けられることで、最終的に基板 100 の四隅周辺から載置台 2a の外部に冷却ガス 3a1 が排出される。このため、基板 100 と載置台 2a の間に基板 100 の四隅へと向かう冷却ガス 3a1 の流れが生まれ、基板 100 の四隅も十分冷却される。

10

20

30

40

50

また、載置台 2 a の外部に冷却ガス 3 a 1 を排出する流路 2 a 3 は、基板 1 0 0 の四隅に向かう方向（冷却ガス 3 a 1 を排出するための孔 2 a 1 c の中心と孔 2 a 1 c の中心を結んだ線の方向）に平行な方向に設けられることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

部分 2 a 2 は、板状を呈している。部分 2 a 2 は、例えば、円板状を呈している。部分 2 a 2 の中央部分には、部分 2 a 2 の厚み方向を貫通する孔 2 a 2 a（第 3 の孔の一例に相当する）が設けられている。孔 2 a 2 a は、孔 2 a 1 a と同芯に設けることができる。また、部分 2 a 2 の、リフトピン 2 d と対向する位置には、部分 2 a 2 の厚み方向を貫通する孔 2 a 2 b が設けられている。孔 2 a 2 b は、孔 2 a 1 b と同芯に設けることができる。

10

【 0 0 1 9 】

部分 2 a 2 の平面形状、平面寸法、および厚みは、部分 2 a 1 の平面形状、平面寸法、および厚みと同じとすることもできるし、これらの少なくともいずれかが異なるものとすることもできる。

【 0 0 2 0 】

部分 2 a 1 と部分 2 a 2 との間には、載置台 2 a（部分 2 a 1）と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 を、載置台 2 a の外部に排出する流路 2 a 3 が設けられている。流路 2 a 3 は、例えば、載置台 2 a の外部に繋がっている。また、流路 2 a 3 は、例えば、冷却ノズル 3 d と、孔 2 a 1 a および孔 2 a 2 a と、の間の隙間（第 1 の隙間の一例に相当する）に繋がっている。また、孔 2 a 1 c は、流路 2 a 3 と、載置台 2 a と基板 1 0 0 との間の空間と、に繋がっている。

20

【 0 0 2 1 】

後述するように、基板 1 0 0 の周縁と、載置台 2 a（部分 2 a 1）と基板 1 0 0 との間の空間は、保持部 2 e により囲まれている。そのため、載置台 2 a（部分 2 a 1）と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 は、孔 2 a 1 c、および流路 2 a 3 を介して、載置台 2 a の外側に排出される。また、載置台 2 a（部分 2 a 1）と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 は、孔 2 a 1 a、および流路 2 a 3 を介して、載置台 2 a の外側に排出される。

【 0 0 2 2 】

流路 2 a 3 は、例えば、溝とすることができる。溝は、少なくとも 1 つ設けることができる。ただし、複数の溝（流路 2 a 3）が設けられていれば、前述した冷却ガス 3 a 1 の排出が容易となる。また、複数の溝（流路 2 a 3）は、載置台 2 a の中心軸を中心として、点対称となる位置に設けることができる。この様にすれば、載置台 2 a の中心軸に対して均等な排気を行うことができるので、基板 1 0 0 の面内の温度がばらつくのを抑制することができる。また、溝は、部分 2 a 1、および部分 2 a 2 の少なくともいずれかに設けることができる。

30

また、部分 2 a 1 の部分 2 a 2 と対向する面、および、部分 2 a 2 の部分 2 a 1 と対向する面の少なくともいずれかに突起を設け、部分 2 a 1 と部分 2 a 2 との間に設けられた隙間を流路 2 a 3 としてもよい。この様にすれば、冷却ガス 3 a 1 の排出が容易となり、且つ、載置台 2 a の中心軸に対して均等な排気を行うことが容易となる。基板 1 0 0 の面内の温度がばらつくのをさらに効果的に抑制することができる。

40

【 0 0 2 3 】

図 1 に示すように、回転軸 2 b の一方の端部は、部分 2 a 2 の、部分 2 a 1 の側とは反対の面に設けられている。回転軸 2 b の他方の端部は、チャンバ 6 の外部に設けられている。回転軸 2 b は、チャンバ 6 の外部において駆動部 2 c と接続されている。

【 0 0 2 4 】

回転軸 2 b は、例えば、筒状を呈している。回転軸 2 b の載置台 2 a（部分 2 a 2）側の端部は、開口している。

回転軸 2 b の、載置台 2 a 側とは反対側の端部には、冷却ノズル 3 d が取り付けられている。回転軸 2 b の、載置台 2 a 側とは反対側の端部と、冷却ノズル 3 d との間には、図

50

示しない回転軸シールが設けられている。そのため、回転軸 2 b の、載置台 2 a 側とは反対側の端部は、気密となるように封止されている。

【 0 0 2 5 】

駆動部 2 c は、チャンバ 6 の外部に設けられている。駆動部 2 c は、回転軸 2 b と接続されている。駆動部 2 c は、モータなどの回転機器を有する。駆動部 2 c の回転力は、回転軸 2 b を介して載置台 2 a に伝達される。そのため、駆動部 2 c により載置台 2 a、ひいては複数の保持部 2 e に保持された基板 1 0 0 を回転させることができる。

【 0 0 2 6 】

また、駆動部 2 c は、回転の開始と回転の停止のみならず、回転数（回転速度）を変化させることができる。この場合、駆動部 2 c は、例えば、サーボモータなどの制御モータを備えたものとすることができる。

10

【 0 0 2 7 】

リフトピン 2 d は、棒状を呈し、複数設けることができる。リフトピン 2 d は、部分 2 a 1 の孔 2 a 1 b、および、部分 2 a 2 の孔 2 a 2 b に挿入可能となっている。複数のリフトピン 2 d は、図示しない昇降装置により昇降される。複数のリフトピン 2 d は、保持部 2 e と、図示しない搬送装置との間で基板 1 0 0 の受け渡しを行う（図 8 参照）。

【 0 0 2 8 】

保持部 2 e は、基板 1 0 0 を保持する。保持部 2 e は、載置台 2 a（部分 2 a 1）の一方の主面に、複数設けられる。例えば、図 3 に示すように、保持部 2 e は、基板 1 0 0 の辺ごとに設けることができる。複数の保持部 2 e のそれぞれは、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面に沿って、回転軸 2 b に向かう方向に移動可能となっている。また、複数の保持部 2 e のそれぞれは、回転軸 2 b から離れる方向に移動可能となっている（図 9 参照）。

20

【 0 0 2 9 】

例えば、図 3 に示すように、基板 1 0 0 を保持する際には、複数の保持部 2 e のそれぞれは、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面に沿って、中心軸に向かう方向に移動する。複数の保持部 2 e は、基板 1 0 0 を保持するとともに、基板 1 0 0 の周縁、および、載置台 2 a（部分 2 a 1）と基板 1 0 0 との間の空間を囲む。

また、複数の保持部 2 e により基板 1 0 0 が保持されると、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面に平行な方向、および、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面に垂直な方向における、基板 1 0 0 の位置合わせが行われる。

30

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、複数の保持部 2 e が、載置された基板 1 0 0 を保持した際には、複数の保持部 2 e の外形寸法は、基板 1 0 0 の角を含む外接円よりも大きくすることができる。なお、図 3 に例示をした複数の保持部 2 e の輪郭は円であるが、四角形や六角形などの多角形としてもよい。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、保持部 2 e を例示するための模式斜視図である。

図 4 に示すように、保持部 2 e は、板状を呈し、上面 2 e 1、側面 2 e 2、内側面 2 e 3、および斜面 2 e 4 を有する。

上面 2 e 1 は、例えば、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面に略平行な平坦面となっている。上面 2 e 1 の、基板 1 0 0 側（内側面 2 e 3 側）の辺の長さは、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b の辺の長さと同じになっている。また、複数の保持部 2 e が、載置された基板 1 0 0 を保持した際には、上面 2 e 1 と、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面との間の距離が、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b と、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面との間の距離と同じになる。つまり、複数の保持部 2 e が基板 1 0 0 を保持したときには、上面 2 e 1 と基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b とが同じ高さになる。なお、上面 2 e 1 と、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面との間の距離が、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b と、載置台 2 a（部分 2 a 1）の面との間の距離よりも、0.1 mm 程度小さくなるようにしてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

そのため、図 1 ~ 図 3 に示すように、複数の保持部 2 e が、載置された基板 1 0 0 を保

50

持した際には、基板 100 の周囲を囲み、且つ、基板 100 の表面 100 b と略同一面内にある平坦面が形成される。この様にすれば、後述する解凍工程において、液体 101 と、液体 101 が凍結したものと、を基板 100 の表面 100 b から円滑に排出することができる。

【0033】

図 4 に示すように、側面 2 e 2 は、上面 2 e 1 に接続されている。側面 2 e 2 は、例えば、載置台 2 a (部分 2 a 1) の面に略垂直な平坦面となっている。図 3 に示すように、複数の保持部 2 e が、載置された基板 100 を保持した際には、隣接する保持部 2 e の側面 2 e 2 同士が接触する。

【0034】

内側面 2 e 3 は、上面 2 e 1 と側面 2 e 2 に接続されている。内側面 2 e 3 は、基板 100 の側面と対向している。内側面 2 e 3 は、例えば、載置台 2 a (部分 2 a 1) の面に略垂直な平坦面となっている。図 1 ~ 図 3 に示すように、複数の保持部 2 e が、載置された基板 100 を保持した際には、内側面 2 e 3 は、基板 100 の側面と接触する。

【0035】

そのため、図 1 ~ 図 3 に示すように、複数の保持部 2 e が、載置された基板 100 を保持した際には、載置台 2 a (部分 2 a 1) と基板 100 との間の空間が、複数の保持部 2 e により閉鎖される。この様にすれば、載置台 2 a (部分 2 a 1) と基板 100 との間の空間を流れる冷却ガス 3 a 1 が、基板 100 の外側に流れるのを抑制することができる。

【0036】

ここで、後述する予備工程、冷却工程、解凍工程などにおいて、基板 100 の表面 100 b に供給された液体 101 と、載置台 2 a (部分 2 a 1) と基板 100 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 とが、基板 100 の周縁の近傍において交わる。すると、基板 100 の周辺において、載置台 2 a や載置台 2 a の近傍に設けられた部材などが凍結するおそれがある。なお、基板 100 の周縁の近傍には、基板 100 の裏面 100 a の外周も含まれる。つまり、基板 100 の裏面 100 a の外周に液体 101 が回り込むおそれがある。基板 100 の裏面 100 a に回り込んだ液体 101 は、汚染物を含んでいるおそれがあり、基板 100 の裏面 100 a を汚染するおそれがある。

また、冷却ガス 3 a 1 が基板 100 の外側に流れると、凍結洗浄処理を行う雰囲気に含まれている水分により、基板 100 の周縁近傍や、載置台 2 a の近傍に設けられた部材などに霜が発生するおそれがある。

基板 100 の周辺において、これらのような不要な凍結が生じると、基板処理装置 1 の故障が発生したり、凍結洗浄処理の効果が低減したりするおそれがある。

【0037】

本実施の形態に係る保持部 2 e とすれば、冷却ガス 3 a 1 が、基板 100 の外側に流れるのを抑制することができるので、基板 100 の周辺において不要な凍結が生じるのを抑制することができる。また、基板 100 の裏面 100 a における凍結も抑制することができる。

【0038】

斜面 2 e 4 は、図 4 に示すように、内側面 2 e 3 と側面 2 e 2 に接続されている。斜面 2 e 4 は、基板 100 の裏面 100 a の下方に位置している。斜面 2 e 4 は、載置台 2 a (部分 2 a 1) の面 (基板 100 の裏面 100 a) に対して傾斜している。斜面 2 e 4 と、載置台 2 a (部分 2 a 1) の面との間の距離は、内側面 2 e 3 側になるに従い漸増している。

【0039】

基板 100 を、複数の保持部 2 e に保持させた際には、基板 100 の裏面 100 a の縁 (エッジ) が、斜面 2 e 4 と接触する。そのため、保持部 2 e と、基板 100 の裏面 100 a の縁とを線接触させることができる。保持部 2 e と、基板 100 の裏面 100 a の縁とを線接触させれば、基板 100 に汚れや損傷などが発生するのを抑制することができる。

また、基板 100 の裏面 100 a の縁に面取り加工が施されている場合がある。この場

10

20

30

40

50

合には、面取り加工が施された部分が、斜面 2 e 4 と接触する。そのため、基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a が保持部 2 e と接触するのを抑制することができるので、基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a に損傷や汚れなどが発生するのをより抑制することができる。

また、保持部 2 e の斜面 2 e 4 をバリカンの刃のように 歯状に形成してもよい。あるいは、保持部 2 e の外周方向にむけて複数の溝を保持部 2 e の斜面 2 e 4 に形成してもよい。このようにすることで、基板 1 0 0 との接触部分を少なくできる。また、冷却ガス 3 a 1 が基板 1 0 0 の端まで届きやすくなる。

【 0 0 4 0 】

保持部 2 e の表面は、液体 1 0 1、1 0 2 に対する撥液性を有していることができる。保持部 2 e の表面が撥液性を有していれば、液体 1 0 1、1 0 2 が保持部 2 e の表面に残留するのを抑制することができる。そのため、残留した液体 1 0 1、1 0 2 が凍結することで、保持部 2 e の移動が阻害されたり、液体 1 0 1、1 0 2 の排出が阻害されたりするのを抑制することができる。

10

【 0 0 4 1 】

例えば、撥液性の高い材料を用いて保持部 2 e を形成したり、保持部 2 e の表面に撥液性の高い材料を含む膜を形成したりすることができる。撥液性の高い材料は、例えば、トリフルオロメチル基などの飽和フルオロアルキル基、フルオロシリル基、アルキルシリル基、長鎖アルキル基などの官能基を有する材料とすることができる。例えば、保持部 2 e は、フッ素樹脂を含むことができる。例えば、保持部 2 e は、ステンレスなどの金属を含む基部の表面に、フッ素樹脂を含む膜が形成されたものとすることができる。

20

【 0 0 4 2 】

また、保持部 2 e の表面が、フラクタル構造を有していてもよい。フラクタル構造は、例えば、保持部 2 e の表面を、プラズマや腐食性液などを用いてエッチングすることで形成することができる。なお、前述した官能基を有する材料を含む膜の表面をフラクタル構造とすることもできる。

【 0 0 4 3 】

また、保持部 2 e の、少なくとも基板 1 0 0 を保持する部分は、熱伝導率の高い樹脂で覆われていることができる。例えば、保持部 2 e の、側面 2 e 2、内側面 2 e 3、および斜面 2 e 4 は、熱伝導率の高い樹脂で覆うことができる。

内側面 2 e 3、および斜面 2 e 4 は、基板 1 0 0 と接触する。隣接する保持部 2 e の側面 2 e 2 同士は接触する。そのため、側面 2 e 2、内側面 2 e 3、および斜面 2 e 4 が樹脂で覆われていれば、これらの面に損傷が発生するのを抑制することができる。

30

また、これらの面が熱伝導率の高い樹脂で覆われていれば、温度変化に対する応答性を向上させることができる。そのため、後述する予備工程や冷却工程において、基板 1 0 0 の熱が保持部 2 e に逃げるのを抑制することができる。

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 に戻って、基板処理装置 1 に設けられた他の構成要素について説明する。

図 1 に示すように、冷却部 3 は、載置台 2 a (部分 2 a 1) と、基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a と、の間の空間に、冷却ガス 3 a 1 を供給する。冷却部 3 は、冷却液部 3 a、フィルタ 3 b、流量制御部 3 c、および冷却ノズル 3 d を有する。冷却液部 3 a、フィルタ 3 b、および流量制御部 3 c は、チャンバ 6 の外部に設けられている。

40

【 0 0 4 5 】

冷却液部 3 a は、冷却液の収納、および冷却ガス 3 a 1 の生成を行う。冷却液は、冷却ガス 3 a 1 を液化したものである。冷却ガス 3 a 1 は、基板 1 0 0 の材料と反応し難いガスであれば特に限定はない。冷却ガス 3 a 1 は、例えば、窒素ガス、ヘリウムガス、アルゴンガスなどの不活性ガスとすることができる。

【 0 0 4 6 】

冷却液部 3 a は、冷却液を収納するタンクと、タンクに収納された冷却液を気化させる気化部とを有する。タンクには、冷却液の温度を維持するための冷却装置が設けられている。気化部は、冷却液の温度を上昇させて、冷却液から冷却ガス 3 a 1 を生成する。気化

50

部においては、例えば、外気温度を利用したり、熱媒体による加熱を用いたりすることができる。冷却ガス 3 a 1 の温度は、液体 1 0 1 の凝固点以下の温度であればよい。

【 0 0 4 7 】

なお、冷却液部 3 a が、タンクに収納された冷却液を気化させて冷却ガス 3 a 1 を生成する場合を例示したが、不活性ガスをチラーなどで冷却して、冷却ガス 3 a 1 とすることもできる。この様にすれば、冷却液部を簡素化できる。

【 0 0 4 8 】

フィルタ 3 b は、配管を介して、冷却液部 3 a に接続されている。フィルタ 3 b は、冷却液に含まれていたパーティクルなどの汚染物が、基板 1 0 0 側に流出するのを抑制する。

【 0 0 4 9 】

流量制御部 3 c は、配管を介して、フィルタ 3 b に接続されている。流量制御部 3 c は、冷却ガス 3 a 1 の流量を制御する。流量制御部 3 c は、例えば、M F C (Mass Flow Controller) などとすることができる。また、流量制御部 3 c は、冷却ガス 3 a 1 の供給圧力を制御することで冷却ガス 3 a 1 の流量を間接的に制御するものであってもよい。この場合、流量制御部 3 c は、例えば、A P C (Auto Pressure Controller) などとすることができる。

【 0 0 5 0 】

冷却液部 3 a において冷却液から生成された冷却ガス 3 a 1 の温度は、ほぼ所定の温度となっている。そのため、流量制御部 3 c により、冷却ガス 3 a 1 の流量を制御することで基板 1 0 0 の温度、ひいては基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b にある液体 1 0 1 の温度を制御することができる。この場合、流量制御部 3 c により、冷却ガス 3 a 1 の流量を制御することで、後述する過冷却工程において液体 1 0 1 の過冷却状態を生じさせることができる。

【 0 0 5 1 】

冷却ノズル 3 d は、筒状を呈している。冷却ノズル 3 d は、流量制御部 3 c により流量が制御された冷却ガス 3 a 1 を、載置台 2 a (部分 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間に供給する。載置台 2 a (部分 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 は、基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a に直接供給される。

【 0 0 5 2 】

冷却ノズル 3 d は、回転軸 2 b の内部に挿通されている。冷却ノズル 3 d の一方の端部は、回転軸 2 b の外部に設けられ、流量制御部 3 c と接続されている。前述した様に、載置台 2 a (部分 2 a 1 、部分 2 a 2) は回転する。一方、冷却ノズル 3 d は、チャンバ 6 などに固定されている。そのため、図 2 に示すように、冷却ノズル 3 d の他方の端部は、部分 2 a 1 の孔 2 a 1 a 、および部分 2 a 2 の孔 2 a 2 a に隙間 (第 1 の隙間の一例に相当する) を介して設けられている。

【 0 0 5 3 】

しかしながら、冷却ノズル 3 d と、孔 2 a 1 a の内壁および孔 2 a 2 a の内壁と、の間に隙間が設けられていると、この隙間を介して、冷却ガス 3 a 1 が回転軸 2 b の内部に侵入することになる。冷却ガス 3 a 1 が回転軸 2 b の内部に侵入すると、回転軸 2 b と冷却ノズル 3 d との間において凍結が発生する場合がある。この部分に凍結が発生すると、載置台 2 a の回転が妨げられたり、基板処理装置 1 の故障が発生したりするおそれがある。

【 0 0 5 4 】

そのため、図 2 に示すように、冷却ノズル 3 d の端部の近傍には、シール部 3 d 1 が設けられている。

シール部 3 d 1 は、例えば、基部 3 d 1 a 、および凸部 3 d 1 b を有する。

基部 3 d 1 a は、板状を呈し、冷却ノズル 3 d の外側面に設けられている。例えば、基部 3 d 1 a は、円板状を呈し、冷却ノズル 3 d の中心軸に略直交する方向に突出している。

凸部 3 d 1 b は、環状を呈し、基部 3 d 1 a の周縁近傍に設けられている。凸部 3 d 1 b は、例えば、冷却ノズル 3 d の中心軸に略平行な方向に突出している。

【 0 0 5 5 】

部分 2 a 2 の孔 2 a 2 a の内壁には、溝 2 a 2 c (第 1 の溝の一例に相当する) が設け

10

20

30

40

50

られている。基部 3 d 1 a の周縁近傍、および凸部 3 d 1 b は、隙間（第 2 の隙間の一例に相当する）を介して溝 2 a 2 c に設けられている。シール部 3 d 1 と、溝 2 a 2 c との間の隙間は、冷却ノズル 3 d と孔 2 a 2 a の内壁との間の隙間よりも小さい。そのため、冷却ガス 3 a 1 が、シール部 3 d 1 と、溝 2 a 2 c との間の隙間を流れにくくなるので、冷却ガス 3 a 1 が回転軸 2 b の内部に侵入するのを抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

図 5 は、溝 2 a 2 c の形成を例示するための模式分解図である。

図 5 に示すように、部分 2 a 2 の孔 2 a 2 a の内壁と、部分 2 a 2 の部分 2 a 1 の側の面と、に開口する凹部 2 a 2 d を設けることができる。そして、凹部 2 a 2 d の内壁に、ピース 2 a 2 e を取り付けすることで、溝 2 a 2 c を形成することができる。

10

【 0 0 5 7 】

図 6 は、ピース 2 a 2 e を例示するための模式斜視図である。

図 6 に示すように、ピース 2 a 2 e の一方の端面側には、拡張部 2 a 2 f を設けることができる。拡張部 2 a 2 f の側面に雄ネジを設け、凹部 2 a 2 d の内壁に雌ネジを設けることができる。

また、ピース 2 a 2 e には中心軸方向を貫通する孔 2 a 2 g を設けることができる。ピース 2 a 2 e の孔 2 a 2 g の径寸法は、部分 2 a 2 の孔 2 a 2 a の径寸法と同じとすることができる。

【 0 0 5 8 】

凹部 2 a 2 d の内壁に、ピース 2 a 2 e を取り付けすることで、溝 2 a 2 c を形成すれば、溝 2 a 2 c の形成が容易となる。また、部分 2 a 2 と冷却ノズル 3 d との組立作業が容易となる。

20

【 0 0 5 9 】

図 1 に示すように、第 1 液体供給部 4 は、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に液体 1 0 1 を供給する。後述する凍結工程において、液体 1 0 1 が液体から固体に変化（液固相変化）すると体積が変化するので圧力波が生じる。この圧力波により、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に付着している汚染物が分離されと考えられる。そのため、液体 1 0 1 は、基板 1 0 0 の材料と反応し難いものであれば特に限定はない。

【 0 0 6 0 】

なお、液体 1 0 1 を凍結した際に体積が増える液体とすれば、体積増加に伴う物理力を利用して、基板 1 0 0 の表面に付着している汚染物を分離できるとも考えられる。そのため、液体 1 0 1 は、基板 1 0 0 の材料と反応し難く、且つ、凍結した際に体積が増える液体とすることができる。例えば、液体 1 0 1 は、水（例えば、純水や超純水など）や、水を主成分とする液体などとすることができる。

30

【 0 0 6 1 】

水を主成分とする液体とする場合、水以外の成分が余り多くなると、体積増加に伴う物理力を利用することが難しくなるので、汚染物の除去率が低下するおそれがある。そのため、水以外の成分の濃度は、5 w t % 以上、3 0 w t % 以下とすることができる。

【 0 0 6 2 】

また、液体 1 0 1 にはガスを溶存させることができる。ガスは、例えば、炭酸ガス、オゾンガス、水素ガスなどとすることができる。

40

【 0 0 6 3 】

第 1 液体供給部 4 は、例えば、液体収納部 4 a、供給部 4 b、流量制御部 4 c、および液体ノズル 4 d を有する。液体収納部 4 a、供給部 4 b、および流量制御部 4 c は、チャンバ 6 の外部に設けられている。

【 0 0 6 4 】

液体収納部 4 a は、前述した液体 1 0 1 を収納する。

供給部 4 b は、配管を介して、液体収納部 4 a に接続されている。供給部 4 b は、液体収納部 4 a に収納されている液体 1 0 1 を液体ノズル 4 d に向けて供給する。供給部 4 b は、例えば、液体 1 0 1 に対する耐性を有するポンプなどとすることができる。なお、供

50

給部 4 b がポンプである場合を例示したが、供給部 4 b はポンプに限定されるわけではない。例えば、供給部 4 b は、液体収納部 4 a の内部にガスを供給し、液体収納部 4 a に収納されている液体 1 0 1 を圧送するものとしてもよい。

【 0 0 6 5 】

流量制御部 4 c は、配管を介して、供給部 4 b に接続されている。流量制御部 4 c は、供給部 4 b により供給される液体 1 0 1 の流量を制御する。流量制御部 4 c は、例えば、流量制御弁とすることができる。また、流量制御部 4 c は、液体 1 0 1 の供給の開始と供給の停止をも行うことができる。

【 0 0 6 6 】

液体ノズル 4 d は、チャンバ 6 の内部に設けられている。液体ノズル 4 d は、筒状を呈している。液体ノズル 4 d の一方の端部は、配管を介して、流量制御部 4 c に接続されている。液体ノズル 4 d の他方の端部は、載置台 2 a に載置された基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に対向している。そのため、液体ノズル 4 d から吐出した液体 1 0 1 は、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に供給される。

10

【 0 0 6 7 】

また、液体ノズル 4 d の他方の端部（液体 1 0 1 の吐出口）は、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b の略中央に位置している。液体ノズル 4 d から吐出した液体 1 0 1 は、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b の略中央から拡がり、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b で略一定の厚みを有する液膜が形成される。

【 0 0 6 8 】

20

第 2 液体供給部 5 は、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に液体 1 0 2 を供給する。第 2 液体供給部 5 は、液体収納部 5 a、供給部 5 b、流量制御部 5 c、および液体ノズル 4 d を有する。

【 0 0 6 9 】

液体 1 0 2 は、後述する解凍工程において用いることができる。そのため、液体 1 0 2 は、基板 1 0 0 の材料と反応し難く、且つ、後述する乾燥工程において基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に残留し難いものであれば特に限定はない。液体 1 0 2 は、例えば、水（例えば、純水や超純水など）や、水を主成分とする液体とすることができる。

【 0 0 7 0 】

液体収納部 5 a は、前述した液体収納部 4 a と同様とすることができる。供給部 5 b は、前述した供給部 4 b と同様とすることができる。流量制御部 5 c は、前述した流量制御部 4 c と同様とすることができる。

30

【 0 0 7 1 】

なお、液体 1 0 2 と液体 1 0 1 が同じである場合には、第 2 液体供給部 5 を省くことができる。また、液体ノズル 4 d を兼用する場合を例示したが、液体 1 0 1 を吐出する液体ノズルと、液体 1 0 2 を吐出する液体ノズルを別々に設けることもできる。

【 0 0 7 2 】

また、液体 1 0 2 の温度は、液体 1 0 1 の凝固点よりも高い温度とすることができる。また、液体 1 0 2 の温度は、凍結した液体 1 0 1 を解凍できる温度とすることもできる。液体 1 0 2 の温度は、例えば、常温（ 2 0 ）程度とすることができる。

40

【 0 0 7 3 】

なお、第 2 液体供給部 5 が省かれる場合には、液体 1 0 1 の温度は、液体 1 0 1 の凝固点よりも高い温度とすることができる。また、液体 1 0 1 の温度は、凍結した液体 1 0 1 を解凍できる温度とすることもできる。液体 1 0 1 の温度は、例えば、常温（ 2 0 ）程度とすることができる。

【 0 0 7 4 】

チャンバ 6 は、箱状を呈している。チャンバ 6 の内部にはカバー 6 a が設けられている。カバー 6 a は、基板 1 0 0 に供給され、基板 1 0 0 が回転することで基板 1 0 0 の外部に排出された液体 1 0 1、1 0 2 を受け止める。カバー 6 a は、筒状を呈している。カバー 6 a の、載置台 2 a 側とは反対側の端部の近傍（カバー 6 a の上端近傍）は、カバー 6

50

a の中心に向けて屈曲している。そのため、基板 1 0 0 の上方に飛び散る液体 1 0 1、1 0 2 の捕捉が容易となる。

【 0 0 7 5 】

また、チャンバ 6 の内部には仕切り板 6 b が設けられている。仕切り板 6 b は、カバー 6 a の外面と、チャンバ 6 の内面との間に設けられている。

【 0 0 7 6 】

チャンバ 6 の底面側の側面には複数の排出口 6 c が設けられている。図 1 の場合には、排出口 6 c が 2 つ設けられている。使用済みの冷却ガス 3 a 1、空気 7 a、液体 1 0 1、および液体 1 0 2 は、排出口 6 c からチャンバ 6 の外部に排出される。排出口 6 c には排気管 6 c 1 が接続されている。また、排出口 6 c には液体 1 0 1、1 0 2 を排出する排出管 6 c 2 が接続されている。

10

【 0 0 7 7 】

排出口 6 c は基板 1 0 0 よりも下方に設けられている。そのため、冷却ガス 3 a 1 が排出口 6 c から排気されることでダウンフローの流れが作りだされる。その結果、パーティクルの舞い上がりを防ぐことができる。

【 0 0 7 8 】

平面視において、複数の排出口 6 c は、チャンバ 6 の中心に対して対称となるように設けられている。この様にすれば、チャンバ 6 の中心に対して、冷却ガス 3 a 1 の排気方向が対称となる。冷却ガス 3 a 1 の排気方向が対称となれば、冷却ガス 3 a 1 の排気が円滑となる。

20

【 0 0 7 9 】

送風部 7 は、チャンバ 6 の天井面に設けられている。なお、送風部 7 は、天井側であれば、チャンバ 6 の側面に設けることもできる。送風部 7 は、ファンなどの送風機とフィルタを備えることができる。フィルタは、例えば、H E P A フィルタ (High Efficiency Particulate Air Filter) などとすることができる。

【 0 0 8 0 】

送風部 7 は、仕切り板 6 b とチャンバ 6 の天井との間の空間に空気 7 a (外気) を供給する。そのため、仕切り板 6 b とチャンバ 6 の天井との間の空間の圧力が外部の圧力より高くなる。その結果、送風部 7 により供給された空気 7 a を排出口 6 c に導くことが容易となる。また、パーティクルなどの汚染物が、排出口 6 c からチャンバ 6 の内部に侵入するのを抑制することができる。

30

【 0 0 8 1 】

排気部 8 は、排気管 6 c 1 に接続されている。排気部 8 は、使用済みの冷却ガス 3 a 1、および空気 7 a を排気する。排気部 8 は、ポンプやブローアなどとすることができる。

【 0 0 8 2 】

コントローラ 9 は、基板処理装置 1 に設けられた各要素の動作を制御する。コントローラ 9 は、例えば、C P U (Central Processing Unit) などの演算部と、半導体メモリなどの記憶部を有する。コントローラ 9 は、例えば、コンピュータとすることができる。記憶部には、基板処理装置 1 に設けられた各要素の動作を制御する制御プログラムを格納することができる。演算部は、記憶部に格納されている制御プログラム、操作者により入力されたデータなどを用いて、基板処理装置 1 に設けられた各要素の動作を制御する。

40

【 0 0 8 3 】

次に、基板処理装置 1 の作用について例示をする。

図 7 は、基板処理装置 1 の作用を例示するためのタイミングチャートである。

なお、図 7 は、基板 1 0 0 が 6 0 2 5 クオーツ (Q z) 基板 (1 5 2 m m × 1 5 2 m m × 6 . 3 5 m m)、液体 1 0 1 および液体 1 0 2 が純水の場合である。

【 0 0 8 4 】

まず、チャンバ 6 の図示しない搬入搬出口を介して、基板 1 0 0 がチャンバ 6 の内部に搬入される。搬入された基板 1 0 0 は、複数の保持部 2 e に載置され、複数の保持部 2 e により、基板 1 0 0 の保持と、基板 1 0 0 の位置合わせが行われる。

50

【 0 0 8 5 】

図 8 は、基板 1 0 0 の受け渡しを例示するための模式断面図である。

図 9 は、図 8 における載置部 2 の B - B 線方向の模式図である。

例えば、図示しない搬送装置から処理前の基板 1 0 0 を受け取る際には、図 8、および図 9 に示すように、複数の保持部 2 e を回転軸 2 b から離れる方向に移動させる。そして、図 8 に示すように、図示しない昇降装置により、リフトピン 2 d の先端を載置台 2 a (部分 2 a 1) の上方に移動させて、図示しない搬送装置から処理前の基板 1 0 0 を受け取る。次に、図示しない昇降装置によりリフトピン 2 d を下降させて、処理前の基板 1 0 0 を保持部 2 e に受け渡す。この場合、図 1、および図 2 に示すように、下降端において、リフトピン 2 d の先端が載置台 2 a (部分 2 a 2) の下方に位置するようにする。この様にすれば、載置台 2 a の回転が可能となる。次に、図 2 および図 3 に示すように、複数の保持部 2 e を回転軸 2 b に向かって移動させる。そして、複数の保持部 2 e により、基板 1 0 0 の保持と、基板 1 0 0 の位置合わせを行う。

10

【 0 0 8 6 】

複数の保持部 2 e に基板 1 0 0 が保持された後に、図 7 に示すように予備工程、液膜の形成工程、冷却工程 (過冷却工程 + 凍結工程)、解凍工程、乾燥工程を含む凍結洗浄工程が行われる。

【 0 0 8 7 】

まず、図 7 に示すように予備工程が実行される。予備工程においては、コントローラ 9 が、供給部 4 b および流量制御部 4 c を制御して、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に、所定の流量の液体 1 0 1 を供給する。また、コントローラ 9 が、流量制御部 3 c を制御して、基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a に、所定の流量の冷却ガス 3 a 1 を供給する。また、コントローラ 9 が、駆動部 2 c を制御して、基板 1 0 0 を所定の回転数 (第 2 の回転数) で回転させる。

20

この場合、液体 1 0 1 が、回転する基板 1 0 0 に供給され続ける状態となる。

【 0 0 8 8 】

ここで、冷却部 3 による冷却ガス 3 a 1 の供給によりチャンバ 6 内の雰囲気冷やされると、空気中のダストを含んだ霜が基板 1 0 0 に付着し、汚染の原因となるおそれがある。予備工程においては、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に液体 1 0 1 を供給し続けているので、基板 1 0 0 を均一に冷却しつつ、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b への霜の付着を防止することができる。

30

【 0 0 8 9 】

例えば、図 7 に例示したものの場合には、第 2 の回転数を、例えば、5 0 r p m ~ 5 0 0 r p m 程度、液体 1 0 1 の流量を 0 . 1 L / m i n ~ 1 L / m i n 程度、冷却ガス 3 a 1 の流量を 4 0 N L / m i n ~ 2 0 0 N L / m i n 程度、予備工程の工程時間を 1 8 0 0 秒程度とすることができる。なお、予備工程の工程時間は、基板 1 0 0 の面内温度が略均一となる時間であればよい。これらの条件は、予め実験やシミュレーションを行うことで求めることができる。

【 0 0 9 0 】

予備工程における基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b の液体 1 0 1 の温度は、液体 1 0 1 が供給され続けている状態であるため、供給される液体 1 0 1 の温度とほぼ同じとなる。例えば、供給される液体 1 0 1 の温度が常温 (2 0) 程度である場合、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に存在する液体 1 0 1 (以下、液膜という) の温度は常温 (2 0) 程度となる。

40

【 0 0 9 1 】

次に、図 7 に示すように液膜の形成工程が実行される。液膜の形成工程においては、予備工程において供給されていた液体 1 0 1 の供給を停止する。この場合、基板 1 0 0 の回転が維持されているので、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b にある液体 1 0 1 が排出される。そして、基板 1 0 0 の回転数を第 2 の回転数より遅い第 1 の回転数まで減速させる。第 1 の回転数は、例えば、0 ~ 5 0 r p m の範囲とすればよい。基板 1 0 0 の回転数を第 1 の回転数とした後に、所定の量の液体 1 0 1 を基板 1 0 0 に供給して液膜を形成する。なお、

50

冷却ガス 3 a 1 の供給は、維持されている。

【 0 0 9 2 】

液膜の形成工程において形成される液膜の厚み（過冷却工程を行う際の液膜の厚み）は、200～1300 μm 程度とすることができる。例えば、コントローラ 9 は、液体 1 0 1 の供給量を制御して、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b の上にある液膜の厚みを 200～1300 μm 程度にする。

【 0 0 9 3 】

次に、図 7 に示すように冷却工程（過冷却工程＋凍結工程）が実行される。なお、本実施の形態では、冷却工程のうち、液体 1 0 1 が過冷却状態となってから凍結が始まるまでの工程を「過冷却工程」、過冷却状態の液体 1 0 1 が凍結状態となり、解凍工程により解凍が始まるまでを「凍結工程」と称する。

10

【 0 0 9 4 】

ここで、液体 1 0 1 の冷却速度が余り速くなると液体 1 0 1 が過冷却状態とならず、すぐに凍結してしまう。そのため、コントローラ 9 は、冷却ガス 3 a 1 の流量、および、基板 1 0 0 の回転数の少なくともいずれかを制御することで、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b の液体 1 0 1 が過冷却状態となるようにする。

【 0 0 9 5 】

液体 1 0 1 が過冷却状態となる条件は、基板 1 0 0 の大きさ、液体 1 0 1 の粘度、冷却ガス 3 a 1 の比熱などの影響を受ける。そのため、液体 1 0 1 が過冷却状態となる条件は、実験やシミュレーションを行うことで適宜決定することができる。

20

【 0 0 9 6 】

図 7 に例示するように、冷却工程（過冷却工程＋凍結工程）においては、冷却ガス 3 a 1 の流量および回転数は、液膜の形成工程と同じである。基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a に供給され続けている冷却ガス 3 a 1 により、基板 1 0 0 上の液膜の温度が、液膜の形成工程における液膜の温度よりもさらに下がり、過冷却状態となる。

【 0 0 9 7 】

過冷却状態においては、例えば、液膜の温度、パーティクルなどの汚染物の存在、振動などにより、液体 1 0 1 の凍結が開始する。例えば、パーティクルなどの汚染物が存在する場合、液体 1 0 1 の温度が、- 20 から - 35 程度になると液体 1 0 1 の凍結が開始する。

30

【 0 0 9 8 】

過冷却状態の液体 1 0 1 の凍結が開始すると、過冷却工程から凍結工程に移行する。凍結工程においては、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b の液膜の少なくとも一部を凍結させる。本実施の形態に係る凍結洗浄工程では、液膜が完全に凍結して氷膜となる場合を説明する。

【 0 0 9 9 】

次に、図 7 に示すように解凍工程が実行される。なお、図 7 に例示をしたものは、液体 1 0 1 と液体 1 0 2 が同じ液体の場合である。そのため、図 7 では液体 1 0 1 と記載している。解凍工程においては、コントローラ 9 が、供給部 4 b および流量制御部 4 c を制御して、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に、所定の流量の液体 1 0 1 を供給する。なお、液体 1 0 1 と液体 1 0 2 が異なる場合には、コントローラ 9 が、供給部 5 b および流量制御部 5 c を制御して、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b に、所定の流量の液体 1 0 2 を供給する。

40

【 0 1 0 0 】

また、コントローラ 9 が、流量制御部 3 c を制御して、冷却ガス 3 a 1 の供給を停止させる。これにより氷膜の解凍が始まり、氷膜は徐々に液体 1 0 1 となってゆく。また、コントローラ 9 が、駆動部 2 c を制御して、基板 1 0 0 の回転数を第 2 の回転数よりも速い第 3 の回転数へと増加させる。基板 1 0 0 の回転が速くなれば、液体 1 0 1 と、氷膜の溶け残りと、を遠心力で振り切ることができる。そのため、液体 1 0 1 と、氷膜の溶け残りと、を基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b から排出することができる。この際、基板 1 0 0 の表面 1 0 0 b から分離された汚染物も、これらとともに排出される。

【 0 1 0 1 】

50

なお、液体 1 0 1 または液体 1 0 2 の供給量は、解凍ができるのであれば特に限定はない。また、第 3 の回転数は、液体 1 0 1、氷膜の溶け残り、および汚染物が排出できるのであれば特に限定はない。

【 0 1 0 2 】

次に、図 7 に示すように乾燥工程が実行される。乾燥工程においては、コントローラ 9 が、供給部 4 b および流量制御部 4 c を制御して、液体 1 0 1 の供給を停止させる。なお、液体 1 0 1 と液体 1 0 2 が異なる液体の場合には、コントローラ 9 が、供給部 5 b および流量制御部 5 c を制御して、液体 1 0 2 の供給を停止させる。

【 0 1 0 3 】

また、コントローラ 9 が、駆動部 2 c を制御して、基板 1 0 0 の回転数を、第 3 の回転数よりも速い第 4 の回転数にする。基板 1 0 0 の回転が速くなれば、基板 1 0 0 の乾燥を迅速に行うことができる。なお、第 4 の回転数は、乾燥ができるのであれば特に限定はない。

以上の様にすることで、基板 1 0 0 の処理（汚染物の除去）を行うことができる。

【 0 1 0 4 】

次に、複数の保持部 2 e に保持されている処理済みの基板 1 0 0 を、図示しない搬送装置に受け渡す。図示しない搬送装置は、処理済みの基板 1 0 0 をチャンバ 6 の外部に搬出する。

【 0 1 0 5 】

例えば、図 8、および図 9 に示すように、複数の保持部 2 e を回転軸 2 b から離れる方向に移動させる。そして、図 8 に示すように、図示しない昇降装置により、リフトピン 2 d の先端を載置台 2 a（部分 2 a 1）の上方に移動させて、複数の保持部 2 e から処理済みの基板 1 0 0 を受け取り、受け取った処理済みの基板 1 0 0 を、図示しない搬送装置に受け渡す。その後、図 1、および図 2 に示すように、リフトピン 2 d を下降端まで下降させる。

以降、前述した手順を繰り返すことで、複数の基板 1 0 0 の凍結洗浄処理を行うことができる。

【 0 1 0 6 】

図 1 0 は、他の実施形態に係る載置部 1 2 を例示するための模式断面図である。

図 1 0 に示すように、載置部 1 2 は、載置台 1 2 a、回転軸 2 b、駆動部 2 c、リフトピン 2 d、および保持部 2 e を有する。

なお、図 1 0 においては、駆動部 2 c は、省略している。

【 0 1 0 7 】

載置台 1 2 a は、例えば、部分 1 2 a 1（第 2 の部分の一例に相当する）、および部分 1 2 a 2（第 1 の部分の一例に相当する）を有する。

部分 1 2 a 1 は、前述した部分 2 a 1 に、凹部 1 2 a 1 a と溝 1 2 a 1 b（第 2 の溝の一例に相当する）をさらに設けたものである。シール部 3 d 1 の、基部 3 d 1 a の周縁近傍および凸部 3 d 1 b は、隙間（第 3 の隙間の一例に相当する）を介して溝 1 2 a 1 b に設けられている。凹部 1 2 a 1 a は、孔 2 a 1 a の内壁と、部分 1 2 a 1 の、部分 1 2 a 2 側の面に開口している。凹部 1 2 a 1 a の底面には、冷却ガス 3 a 1 を排出するための孔 2 a 1 c が開口している。なお、凹部 1 2 a 1 a は、部分 1 2 a 2 に設けられていてもよい。

【 0 1 0 8 】

部分 1 2 a 2 は、前述した部分 2 a 2 から溝 2 a 2 c を削除し、部分 1 2 a 2 の部分 1 2 a 1 側の面に傾斜面をさらに設けたものである。なお、傾斜面は省くこともできる。

【 0 1 0 9 】

前述した、載置台 2 a の場合は、第 1 の部分 2 a 1 と第 2 の部分 2 a 2 との間に設けられた隙間を、冷却ガス 3 a 1 を排出するための流路 2 a 3 としている。これに対して、載置台 1 2 a の場合には、凹部 1 2 a 1 a を、冷却ガス 3 a 1 を排出するための流路 1 2 a 3 としている。そのため、載置部 1 2 の場合には、部分 1 2 a 2 の孔 2 a 2 a を介して、

10

20

30

40

50

チャンバ 6 の底面側に冷却ガス 3 a 1 が排出される。

すなわち、流路 1 2 a 3 は、載置台 1 2 a の外部とは繋がらず、冷却ノズル 3 d と、部分 2 a 1 の孔 2 a 1 a および部分 2 a 2 の孔 2 a 2 a との間の隙間に繋がっている。

孔 2 a 1 c は、流路 1 2 a 3 と、載置台 1 2 a (部分 1 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間と、に繋がっている。

【 0 1 1 0 】

また、シール部 3 d 1 と、部分 1 2 a 1 に設けられた溝 1 2 a 1 b とにより、冷却ノズル 3 d から吐出した冷却ガス 3 a 1 が、孔 2 a 1 a の開口に侵入するのが抑制される。そのため、基板 1 0 0 の冷却に寄与しない冷却ガス 3 a 1 が生じるのを抑制することができる。

10

【 0 1 1 1 】

図 1 1 は、溝 1 2 a 1 b の形成を例示するための分解図である。

図 1 1 に示すように、部分 1 2 a 1 の孔 2 a 1 a の内壁と、部分 1 2 a 1 の基板 1 0 0 の側の面と、に開口する凹部 1 2 a 1 d を設けることができる。そして、凹部 1 2 a 1 d の内壁に、ピース 2 a 2 e を取り付けすることで、溝 1 2 a 1 b を形成することができる。

【 0 1 1 2 】

凹部 1 2 a 1 d の内壁に、ピース 2 a 2 e を取り付けすることで、溝 1 2 a 1 b を形成すれば、溝 1 2 a 1 b の形成が容易となる。また、部分 1 2 a 1 と冷却ノズル 3 d との組立作業が容易となる。

【 0 1 1 3 】

図 1 2 は、他の実施形態に係る載置部を例示するための模式断面図である。

図 1 3 は、図 1 2 における載置部の C - C 線方向の模式図である。

図 1 4 は、保持部を例示するための模式斜視図である。

図 1 2 に示すように、載置部 2 2 は、載置台 2 2 a 、回転軸 2 b 、駆動部 2 c 、リフトピン 2 d 、および保持部 2 2 e を有する。

なお、図 1 2 においては、回転軸 2 b 、および駆動部 2 c は、省略している。

20

【 0 1 1 4 】

載置台 2 2 a は、例えば、部分 2 2 a 1 (第 2 の部分の一例に相当する) 、および部分 2 a 2 (第 1 の部分の一例に相当する) を有する。

部分 2 2 a 1 は、前述した部分 2 a 1 と同様とすることができる。ただし、孔 2 a 1 c (第 2 の孔の一例に相当する) は、孔 2 a 1 b よりも部分 2 2 a 1 の周縁側に設けられている。

30

【 0 1 1 5 】

図 1 2 、および図 1 3 に示すように、保持部 2 2 e は、基板 1 0 0 を保持する。

図 1 4 に示すように、保持部 2 2 e は、板状を呈し、上面 2 2 e 1 、側面 2 2 e 2 、内側面 2 2 e 3 、支持面 2 2 e 4 、内周面 2 2 e 5 、および下面 2 2 e 6 を有する。

上面 2 2 e 1 は、例えば、前述した保持部 2 e の上面 2 e 1 と同様とすることができる。側面 2 2 e 2 は、例えば、前述した保持部 2 e の側面 2 e 2 と同様とすることができる。

内側面 2 2 e 3 は、例えば、前述した保持部 2 e の内側面 2 e 3 と同様とすることができる。

40

支持面 2 2 e 4 は、基板 1 0 0 の周縁近傍を支持する。この場合、支持面 2 2 e 4 は、斜面とすることもできる。支持面 2 2 e 4 を斜面とする場合には、支持面 2 2 e 4 は、載置台 2 2 a (部分 2 2 a 1) の面 (基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a) に対して傾斜させることができる。例えば、支持面 2 2 e 4 と、載置台 2 2 a (部分 2 2 a 1) の面との間の距離が、内側面 2 2 e 3 側になるに従い漸増するようにすることができる。例えば、支持面 2 2 e 4 は、前述した保持部 2 e の斜面 2 e 4 と同様とすることができる。支持面 2 2 e 4 が斜面となっていれば、基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a と支持面 2 2 e 4 とを線接触させることができる。そのため、基板 1 0 0 の裏面 1 0 0 a に損傷が発生するのを抑制することができる。

50

内周面 2 2 e 5 は、支持面 2 2 e 4 の、内側面 2 e 3 側とは反対側の端部に接続されている。内周面 2 2 e 5 は、支持面 2 2 e 4 の下方に設けられている。例えば、内周面 2 2 e 5 は、内側面 2 e 3 と平行な平坦面とすることができる。

下面 2 2 e 6 は、上面 2 2 e 1 と対向している。下面 2 2 e 6 は、上面 2 2 e 1 と平行な平坦面とすることができる。

【 0 1 1 6 】

また、両側の側面 2 2 e 2 のそれぞれには、流路 2 2 e 7 を設けることができる。例えば、保持部 2 2 e は、前述した保持部 2 e に、流路 2 2 e 7 をさらに設けたものとする

ことができる。
流路 2 2 e 7 は、溝 2 2 e 7 a、および孔 2 2 e 7 b を有する。溝 2 2 e 7 a は、保持部 2 2 e の側面 2 2 e 2 と内周面 2 2 e 5 とに開口している。孔 2 2 e 7 b は、保持部 2 2 e の下面 2 2 e 6 と溝 2 2 e 7 a の内壁とに開口している。

10

図 1 3 に示すように、複数の保持部 2 2 e により、基板 1 0 0 を保持した際には、保持部 2 2 e に設けられた溝 2 2 e 7 a が、隣接する保持部 2 2 e に設けられた溝 2 2 e 7 a と接続される。また、保持部 2 2 e に設けられた孔 2 2 e 7 b が、隣接する保持部 2 2 e に設けられた孔 2 2 e 7 b と接続される。この場合、保持部 2 2 e に設けられた孔 2 2 e 7 b と、隣接する保持部 2 2 e に設けられた孔 2 2 e 7 b とが、部分 2 2 a 1 に設けられた孔 2 a 1 c の上方に位置するようにすることができる。

【 0 1 1 7 】

そのため、図 1 2 に示すように、複数の保持部 2 2 e により、基板 1 0 0 を保持した際には、載置台 2 2 a (部分 2 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 が、溝 2 2 e 7 a、孔 2 2 e 7 b、孔 2 a 1 c、および部分 2 2 a 1 と部分 2 a 2 との間の隙間を介して、載置部 2 2 (載置台 2 2 a) の外側に排出される。

20

【 0 1 1 8 】

図 1 3 に示すように、流路 2 2 e 7 が設けられていれば、孔 2 a 1 c を部分 2 2 a 1 の周縁近傍であって、基板 1 0 0 の四隅周辺に設けることができる。そのため、載置台 2 2 a (部分 2 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 を、基板 1 0 0 の四隅周辺に集中させることができる。また、流路 2 2 e 7 を介して孔 2 a 1 c に冷却ガス 3 a 1 を流すことで、基板 1 0 0 の四隅周辺に冷却ガス 3 a 1 を集めることができる。また、基板 1 0 0 の四隅周辺における冷却ガス 3 a 1 の流れを活発にすることができる。そのため、基板 1 0 0 の四隅周辺を効率的に冷却することができる。

30

また、載置台 2 2 a の内部を冷却ガス 3 a 1 が通過するため、載置台 2 2 a も冷却される。そのため、載置台 2 2 a を介して基板 1 0 0 を冷却することができるので、基板 1 0 0 の冷却が容易となる。

この場合、図 1 3 に示すように、溝 2 2 e 7 a は、載置台 2 2 a の中心から、基板 1 0 0 の四隅に向かう方向と平行となるようにすることが好ましい。

また、複数の保持部 2 2 e により、基板 1 0 0 を保持した際には、リフトピン 2 d が挿通する孔 2 a 1 b が、複数の保持部 2 2 e により塞がれるようにすることが好ましい。この様にすれば、載置台 2 2 a (部分 2 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 が、孔 2 a 1 b を介して排出されるのを抑制することができる。そのため、基板 1 0 0 の四隅周辺に冷却ガス 3 a 1 を供給するのが容易となる。

40

【 0 1 1 9 】

図 1 5 は、他の実施形態に係る載置部を例示するための模式断面図である。

図 1 6 は、図 1 5 における載置部の D - D 線方向の模式図である。

図 1 7 は、保持部を例示するための模式斜視図である。

図 1 5 に示すように、載置部 3 2 は、載置台 3 2 a、回転軸 2 b、駆動部 2 c、リフトピン 2 d、および保持部 3 2 e を有する。

なお、図 1 5 においては、回転軸 2 b、および駆動部 2 c は、省略している。

【 0 1 2 0 】

載置台 3 2 a は、例えば、部分 3 2 a 1 (第 2 の部分の一例に相当する)、および部分

50

2 a 2 (第 1 の部分の一例に相当する) を有する。

部分 3 2 a 1 は、前述した部分 2 a 1 と同様とすることができる。ただし、部分 3 2 a 1 には、孔 2 a 1 c が設けられていない。

【 0 1 2 1 】

図 1 5、および図 1 6 に示すように、保持部 3 2 e は、基板 1 0 0 を保持する。

図 1 7 に示すように、保持部 3 2 e は、板状を呈し、上面 3 2 e 1、側面 3 2 e 2、内側面 3 2 e 3、支持面 3 2 e 4、内周面 3 2 e 5、下面 3 2 e 6、および外周面 3 2 e 7 を有する。

上面 3 2 e 1 は、例えば、前述した保持部 2 2 e の上面 2 2 e 1 と同様とすることができる。

側面 3 2 e 2 は、例えば、前述した保持部 2 2 e の側面 2 2 e 2 と同様とすることができる。

内側面 3 2 e 3 は、例えば、前述した保持部 2 2 e の内側面 2 2 e 3 と同様とすることができる。

支持面 3 2 e 4 は、例えば、前述した保持部 2 2 e の支持面 2 2 e 4 と同様とすることができる。

内周面 3 2 e 5 は、例えば、前述した保持部 2 2 e の内周面 2 2 e 5 と同様とすることができる。

下面 3 2 e 6 は、例えば、前述した保持部 2 2 e の下面 2 2 e 6 と同様とすることができる。

外周面 3 2 e 7 は、内側面 3 2 e 3 および内周面 3 2 e 5 と対向している。外周面 3 2 e 7 の一方の端部は、上面 3 2 e 1 の、内側面 3 2 e 3 側とは反対側の周縁に接続されている。外周面 3 2 e 7 の他方の端部は、下面 3 2 e 6 の、内周面 3 2 e 5 側とは反対側の周縁に接続されている。

【 0 1 2 2 】

また、両側の側面 3 2 e 2 のそれぞれには、流路 3 2 e 8 を設けることができる。例えば、保持部 3 2 e は、前述した保持部 2 2 e の流路 2 2 e 7 を流路 3 2 e 8 に代えたものとすることができる。

図 1 6、および図 1 7 に示すように、流路 3 2 e 8 は、側面 3 2 e 2、内周面 3 2 e 5、および外周面 3 2 e 7 に開口している。

図 1 6 に示すように、複数の保持部 3 2 e により、基板 1 0 0 を保持した際には、保持部 3 2 e に設けられた流路 3 2 e 8 が、隣接する保持部 3 2 e に設けられた流路 3 2 e 8 と接続される。

【 0 1 2 3 】

そのため、図 1 5 に示すように、複数の保持部 3 2 e により、基板 1 0 0 を保持した際には、載置台 3 2 a (部分 3 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 が、流路 3 2 e 8 を介して、載置部 3 2 (載置台 3 2 a) の外側に排出される。

図 1 6 に示すように、流路 3 2 e 8 が設けられていれば、載置台 3 2 a (部分 3 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 を、基板 1 0 0 の四隅周辺に集めることができる。また、基板 1 0 0 の四隅周辺における冷却ガス 3 a 1 の流れを活発にすることができる。そのため、基板 1 0 0 の四隅周辺を効率的に冷却することができる。

この場合、図 1 5 に示すように、流路 3 2 e 8 は、載置台 3 2 a の中心から、基板 1 0 0 の四隅に向かう方向と平行となるようにすることが好ましい。

また、複数の保持部 3 2 e により、基板 1 0 0 を保持した際には、リフトピン 2 d が挿通する孔 2 a 1 b が、複数の保持部 3 2 e により塞がれるようにすることが好ましい。この様にすれば、載置台 3 2 a (部分 3 2 a 1) と基板 1 0 0 との間の空間に供給された冷却ガス 3 a 1 が、孔 2 a 1 b を介して排出されるのを抑制することができる。そのため、基板 1 0 0 の四隅周辺に冷却ガス 3 a 1 を供給するのが容易となる。

【 0 1 2 4 】

すなわち、本実施の形態に係る載置部 3 2 としても、前述した載置部 2 2 と同様の効果

10

20

30

40

50

を享受することができる。

ここで、前述した様に、単に、冷却ガス 3 a 1 が基板 1 0 0 の外側に流れると、凍結洗浄処理を行う雰囲気に含まれている水分により、基板 1 0 0 の周縁近傍に霜が発生するおそれがある。

しかしながら、図 1 7 に示すように、流路 3 2 e 8 は、外周面 3 2 e 7 に開口している。そのため、図 1 5 に示すように、冷却ガス 3 a 1 が載置部 3 2 の外側に排出される位置を、基板 1 0 0 の周縁から離すことができる。冷却ガス 3 a 1 が載置部 3 2 の外側に排出される位置が基板 1 0 0 の周縁から離れていれば、凍結洗浄処理を行う雰囲気に含まれている水分により、基板 1 0 0 の周縁近傍に霜が発生するのを抑制することができる。

【 0 1 2 5 】

10

以上、実施の形態について例示をした。しかし、本発明はこれらの記述に限定されるものではない。前述した実施形態に関して、当業者が適宜、構成要素の追加、削除若しくは設計変更を行ったもの、または、工程の追加、省略若しくは条件変更を行ったものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。

【 0 1 2 6 】

例えば、基板処理装置 1 が備える各要素の形状、寸法、数、配置などは、例示をしたものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

また、以上においては、基板 1 0 0 の平面形状が四角形の場合を例示したが、基板 1 0 0 の平面形状が円形などの場合も同様とすることができる。

【符号の説明】

20

【 0 1 2 7 】

1 基板処理装置、2 載置部、2 a 載置台、2 a 1 部分、2 a 2 部分、2 a 2 c 溝、2 a 3 流路、1 2 a 3 流路、2 e 保持部、3 冷却部、3 a 1 冷却ガス、3 d 冷却ノズル、3 d 1 シール部、3 d 1 a 基部、3 d 1 b 凸部、4 第 1 液体供給部、5 第 2 液体供給部、6 チャンバ、9 コントローラ、1 0 0 基板、1 0 0 a 裏面、1 0 0 b 表面、1 0 1 液体、1 0 2 液体

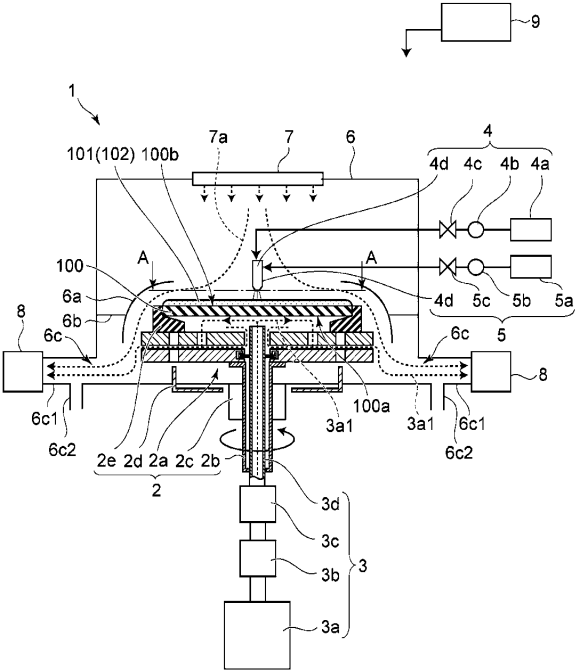
30

40

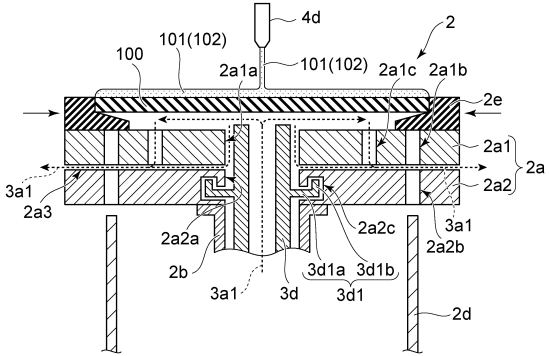
50

【図面】

【図 1】



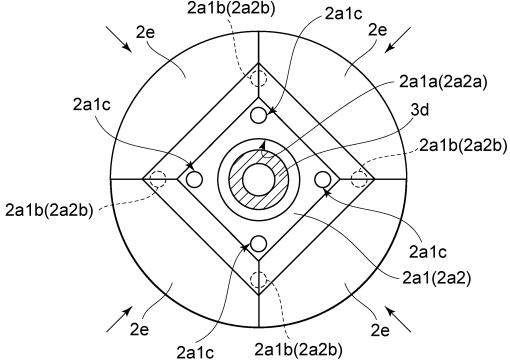
【図 2】



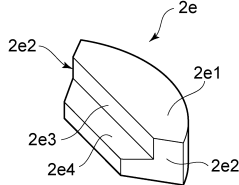
10

20

【図 3】



【図 4】

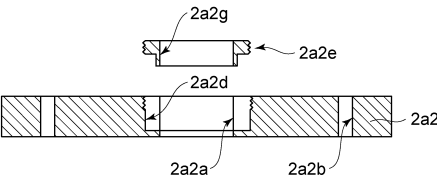


30

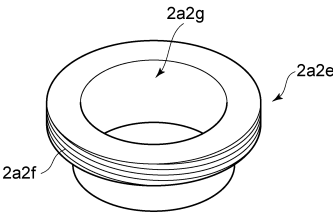
40

50

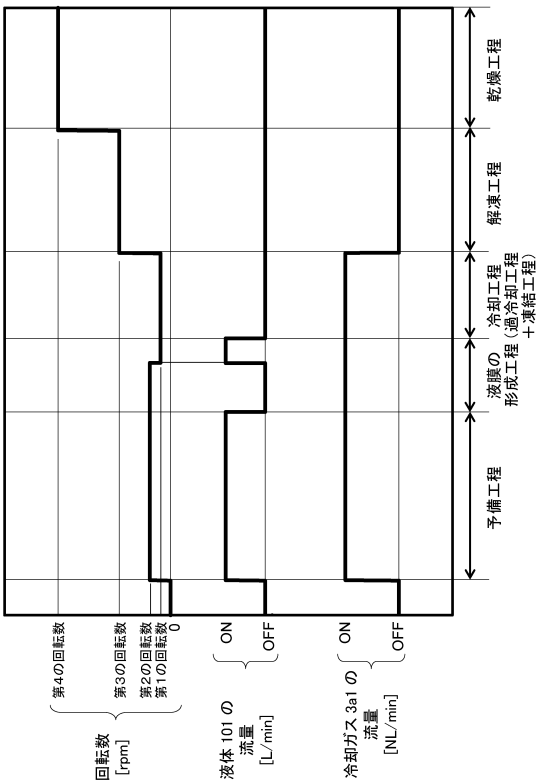
【図 5】



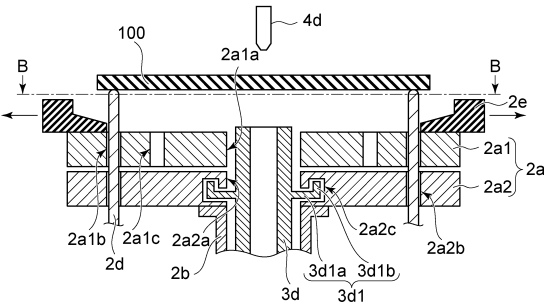
【図 6】



【図 7】



【図 8】

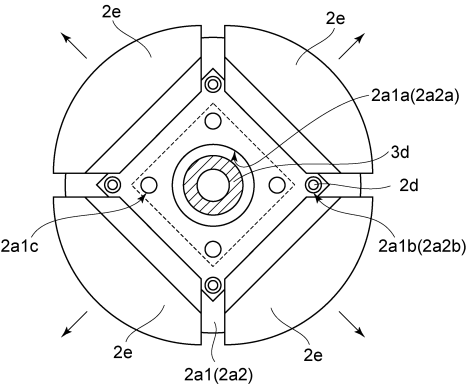


10

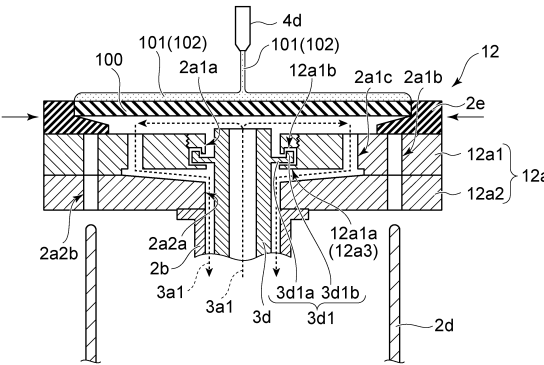
20

30

【図 9】



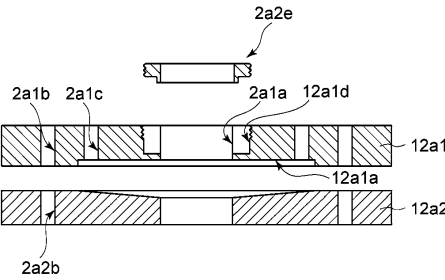
【図 10】



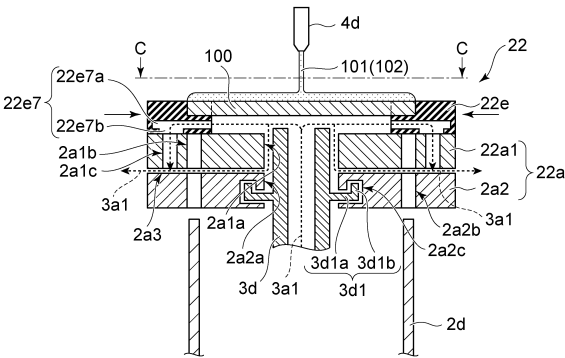
40

50

【図 1 1】

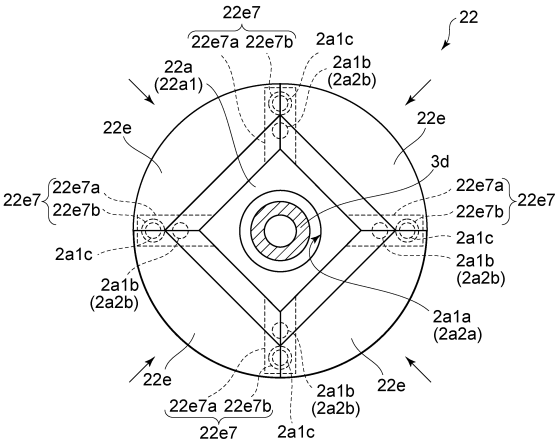


【図 1 2】

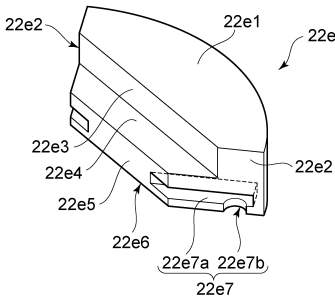


10

【図 1 3】

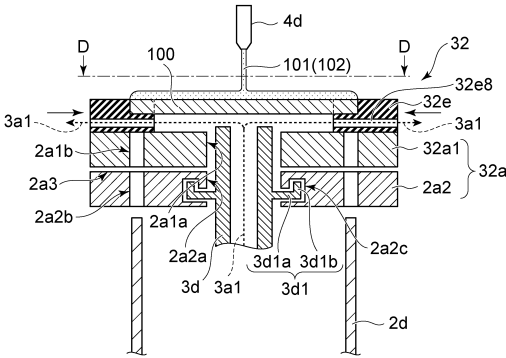


【図 1 4】

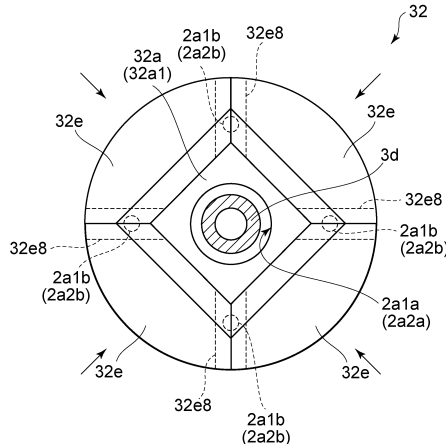


20

【図 1 5】



【図 1 6】

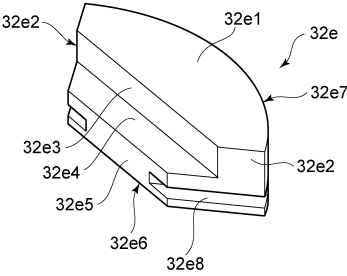


30

40

50

【図 17】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 神谷 将也
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目 5 番 1 号 芝浦メカトロニクス株式会社内
(72)発明者 中村 美波
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目 5 番 1 号 芝浦メカトロニクス株式会社内

審査官 今井 聖和

(56)参考文献 特開 2 0 2 1 - 1 6 3 9 5 6 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 8 9 4 5 2 (J P , A)
特表 2 0 0 9 - 5 1 4 2 0 8 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 7 4 2 4 3 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 0 8 0 3 5 0 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 0 5 3 6 7 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 2 6 4 3 6 (J P , A)
特開 2 0 2 2 - 0 8 2 0 5 1 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 1 / 3 0 4
H 0 1 L 2 1 / 3 0 6
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7
H 0 1 L 2 1 / 6 8 3