

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-57504

(P2015-57504A)

(43) 公開日 平成27年3月26日 (2015. 3. 26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 3 C 14/50 (2006.01)	C 2 3 C 14/50 E	4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/34 (2006.01)	C 2 3 C 14/34 K	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/3065 (2006.01)	H 0 1 L 21/302 I O 1 G	5 F 0 3 1
H 0 1 L 21/683 (2006.01)	H 0 1 L 21/68 N	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-270974 (P2011-270974)	(71) 出願人	000227294
(22) 出願日	平成23年12月12日 (2011. 12. 12)		キヤノンアネルバ株式会社
			神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1
		(74) 代理人	100143395
			弁理士 岩田 今日文
		(74) 代理人	100173174
			弁理士 間野 日出男
		(72) 発明者	宮内 琢真
			神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キ
			ヤノンアネルバ株式会社内
		(72) 発明者	石田 昌昭
			神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キ
			ヤノンアネルバ株式会社内

最終頁に続く

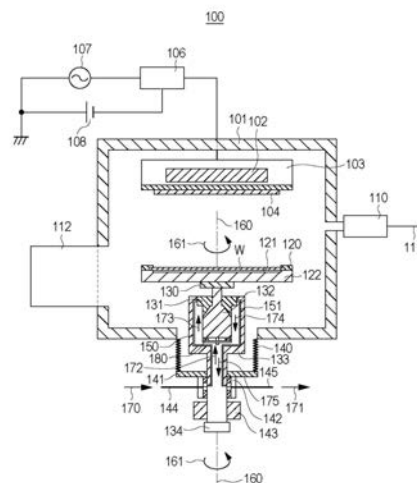
(54) 【発明の名称】 処理装置

(57) 【要約】

【課題】本発明における課題は、冷却性能に優れた処理装置を提供することにある。

【解決手段】本発明においては、基板を載置することが可能な基板載置部、基板載置部との間に押し付け力を発生させて、基板を基板載置部に保持させる保持手段と、基板載置部を冷却する冷却手段と、基板載置部を冷却手段と共に回転させる回転手段と、を備えた処理装置であって、冷却手段の弾性体はその周縁部に防振部材を配置したことを特徴としている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を載置することが可能な基板載置部と、
前記基板を前記基板載置部に保持させる保持手段と、
前記基板載置部を冷却する冷却手段と、
前記基板載置部と前記冷却手段を同軸上で回転させる回転手段と、
を備えた処理装置であって、
前記冷却手段は、前記同軸上に弾性体を有し、この弾性体の回転軸のまわりに防振部材が配置されていることを特徴とする処理装置。

【請求項 2】

前記弾性体は円板状であって、その周縁部に防振部材が配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の処理装置。

【請求項 3】

前記弾性体は前記回転軸の周りに切り欠き部が形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の処理装置。

【請求項 4】

前記防振部材は、等間隔に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板を冷却するための冷凍機を搭載した処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、結晶成長の制御等のために、基板を低温に保持してスパッタリングを行う方法が知られている。例えば、基板を低温（例えばマイナス領域）で成膜することでアモルファス膜形成の可能性が期待できる。これは、スパッタ粒子が基板へ付着したと同時に低温基板によりエネルギーを失い、粒子の表面移動が抑えられるからである。

【0003】

また、スパッタリング装置による成膜に限られず、非特許文献 1 によれば、半導体集積回路の装置製造においても、液体窒素温度以下でのエッチングへの適用によって加工寸法精度が向上することが報告されている。
このように、低温領域におけるスパッタリングやエッチング等のプロセスを実現するには、基板保持台（以下、基板載置部という）の低温制御が必要である。

【0004】

特許文献 1 には、基板載置部に冷凍機を接続し、基板載置部の凹部に冷却ガス排気孔を設けて冷却ガスの排気を行うことで、基板載置部における基板の固定力を高めなくても再現性を確保し、かつ、基板温度の面内分布を抑制し、目的の温度まで冷却することが可能な基板載置部を備えたスパッタリング装置が開示されている。

【0005】

ここで、基板載置部に接続される冷凍機の一例として、図 3 にフリーピストン型スターリングサイクル利用の冷凍機（符号 300）を示し、図 3 を用いて以下、簡単に説明する。

【0006】

ケーブル 340 と接続する所定周波数の交流電流が流れるコイル 310 と、筒状永久磁石 311 から構成されるリニアモータによる駆動機構を動作させてピストン 312 を矢印 a 方向に往復運動させると、作動ガス（冷凍機ケーシング 301 内を満たしている）の圧力が変化（等温圧縮、等温膨張）し、それに伴いディスプレイサ 313 は、ピストン 312 と位相差を以って往復運動する。

10

20

30

40

50

【0007】

このとき、弾性体である板ばね360で保持されているピストン312は、板ばね350で保持されている軸314及びディスプレイサ313とは別体で矢印a方向に移動可能に設けられている。これらの板ばねは、矢印a方向のディスプレイサとピストンの往復運動を安定させるものである。

【0008】

これにより高圧の作動ガスが圧縮空間320～放熱部321～再生部323～吸熱部322～膨張空間324を移動する間に、吸熱部322による吸熱と放熱部321による放熱とを行うことにより（等容積変化）スターリングサイクルが形成される。吸熱部322は被冷却物（不図示）から吸熱を行うことにより、被冷却物（不図示）を冷却する。吸熱部322には、冷凍ヘッド330を接続させて被冷却物（不図示）との接触面積を増やしてもかまわない。吸熱された熱は再生部323を介して放熱部321に伝導され放熱される。

10

【0009】

このように、ピストンとディスプレイサを連動させることにより、作動ガスの圧力変化による等温圧縮及び等温膨張並びに作動ガスの流動時の等容積変化による吸熱及び放熱とからなる可逆サイクルが行われ、これによって前記吸熱部の周辺が低温に冷却され、吸熱部を被冷却物に接触させることにより被冷却物が冷却される。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0010】

【特許文献1】国際公開第WO2011/043063号

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】J. Plasma FusionRes. Vol.83, No.4 (2007) 319 - 324

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上記のようなスパッタリングやエッチング等の真空処理において、有用性の高い低温プロセスを真空処理装置で実行するために、被処理物を載置する基板載置部にフリーピストン型スターリングサイクルを利用した冷凍機を直結して100K以下のような極低温に基板支持台をすることから、冷凍機から生じて伝わる振動から基板載置部を保護する必要が生じていた。

30

【0013】

つまり、基板載置部の振動は、基板を機械的に基板載置部へ押さえる安定性を低下させて、低温プロセス中の基板載置部からの基板の落下に至らないまでも、基板載置部での基板の回転方向での位置ずれを生じさせる可能性があり、その結果、低温プロセス後に続く真空処理装置内での搬送中に搬送トラブル（基板の落下等）を招くおそれがあった。

【0014】

さらに、冷凍機とともに基板載置部を回転させた場合、冷凍機の回転による周期的なもしくは不規則な横ブレ（冷凍機の回転軸の中心から径方向への揺れ）が発生する可能性があり、基板載置部上の基板保持の不安定性はさらに増してくる。

40

【0015】

すなわち、基板載置部上の基板における搬送の信頼性を損なわないために、低温に維持される基板載置部の防振対策が必要とされていた。また、横ブレは、冷凍機内で周期的に行われるディスプレイサとピストンの連動的な往復運動に影響を与え、冷凍機の冷凍能力自身の低下にもつながりかねない問題でもあった。

【0016】

本発明の目的は、処理装置内で回転可能な基板載置部の上の基板を極低温まで冷却することができるフリーピストン型スターリングサイクル冷凍機を冷却手段として利用した処

50

理装置を提供することにより、特に、その冷凍機から生じる振動を簡略な調整で低減できる処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の請求項1にかかる処理装置によれば、基板を載置することが可能な基板載置部と、基板を基板載置部に保持させる保持手段と、基板載置部を冷却する冷却手段と、基板載置部と冷却手段を同軸上で回転させる回転手段と、を備えた処理装置であって、冷却手段は、同軸上に弾性体を有し、この弾性体の回転軸のまわりに防振部材が配置されていることを特徴としている。

また、弾性体は円板状であって、その周縁部に防振部材が配置されていることを特徴としている。

さらに、防振部材は等間隔に配置されていることを特徴としている。

【0018】

このように、冷凍機を基板載置部に接続させる構成をとることで、基板載置部の基板を100K以下のような極低温に冷却することができ、さらに冷凍機のディスプレイサの径方向（冷凍機本体の回転軸の半径方向）に防振部材を配置したため、回転時の弾性体の径方向の剛性をさらに高めることができ、冷凍機の回転により増大する横ブレを低減させることができる。

【発明の効果】

【0019】

この発明に係る処理装置を用いることで、基板載置部が回転している間も、または、例えばスパッタリングによる成膜等の処理を行っている間でも基板載置部に接続する冷凍機により、十分な冷却能力（基板の温度を100K以下）を実現することができ、さらに、冷凍機の回転により高まる横ブレの発生を抑え、基板を位置ずれさせないように保持し、又は、位置ずれを防ぐことで搬送の安定性を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本実施形態に係る処理装置の一例を示す図である。

【図2】本実施形態に係る処理装置に配置される冷凍機の側面図および背面図である。

【図3】本実施形態に係る処理装置に配置される冷凍機の一実施例の平面図である。

【図4】本実施形態に係る冷却実験に使用した実験機の全体図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

図1は、本実施形態に係る処理装置の一実施例として、スパッタリング装置の一例を示す図である。スパッタリング装置100は真空容器101内にカソード103、ターゲット104、カソードマグネット102そして基板載置部122を備えている。

【0022】

真空容器101には、流量制御器（マスフローコントローラー）110を介して不図示のガスボンベ等よりプロセスガス配管111を経由して導入されるプロセスガス（スパッタリングガス等）が導入可能で、不純物ガスを排気するためのターボ分子ポンプ等の排気機構112を備えている。

【0023】

カソード103は、例えば、整合器106を介して高周波電源107ならびに直流電源108に接続されている。これにより、カソード103には、高周波電源107のみの電力供給、高周波電源107と直流電源108の重畳による電力供給、そして、直流電源108のみの電力供給のいずれかが可能になっている。もちろん、整合器106と高周波電源107を省いて直流電源108のみの電力供給にしてもかまわない。

【0024】

基板載置部122には、保持手段である基板保持リング120が設けられ、基板Wを基板載置部122に押し付けて固定することができる。基板載置部122の下部には、冷凍

10

20

30

40

50

ヘッド１３０を介して冷却手段である冷凍機１３２が接続されている。冷凍機１３２は、例えば、スターリング（s t i r l i n g）サイクルを利用したタイプである。さらに、冷凍機１３２の下部には、本発明に係る防振部１８０が接続されている。防振部１８０についての説明は後述する。

【００２５】

スターリングサイクルを利用した冷凍機１３２は、冷凍機１３２に内蔵されたヘリウムガスとピストン運動により断熱膨張させることで極低温を発生させる。このため、冷凍機１３２には冷凍機の内部にヘリウムガスを送り込むための配管類は接続されておらず、冷凍機１３２の駆動電源（ピストン運動のリニアモータ用など）と温度調整用の電気配線のみを接続させればよい。

なお、温度調整用等の電気配線は、例えば、基板載置部１２２の裏面に接続される抵抗発熱体である。これらの配線は、集電環（スリップリング）１３４を用いて簡単に供給できるため、構造が非常に簡単になる。

【００２６】

このようなことから、回転可能な基板載置部１２２にスターリングサイクルを利用した冷凍機１３２を設置することで、回転動作を行いながら基板載置部１２２並びに基板載置部１２２に固定された基板Ｗを冷却することが可能になる。

【００２７】

一方、冷凍機１３２は、回転ベースアセンブリ１３３に固定されている。この回転ベースアセンブリ１３３は磁性流体シール１４２に挿入され、磁性流体シール１４２は、上下駆動ベース１４１に固定されている。

また、冷凍機１３２には冷凍機自身が発する熱を冷凍機本体の外に排出するための排熱機構として、環状の金属からなる放熱体１３１を備えている。

【００２８】

放熱体１３１は、冷凍機１３２に固定されその内部を、回転ベースアセンブリ１３３の下部に配置される大気側の冷媒用外部配管１４４を介して水等の冷媒が導入され、冷媒用内部配管１５０、放熱体１３１、冷媒用内部配管１５１の順にそれらの中を流動することができる（回転ベースアセンブリ１３３内での流動方向を、符号１７２、１７３、１７４、１７５の順で示す）。

【００２９】

冷媒用外部配管１４４より導入された放熱体１３１内部を流動した水等の冷媒は、回転ベースアセンブリ１３３の下部に配置される冷媒用外部配管１４５から大気側へ放出される。この冷凍機１３２と共に回転する放熱体１３１に水等の冷媒を流動させて冷媒を介して排熱することで冷凍機１３２内に熱を溜め込むことなくその冷凍能力を維持することができる。

【００３０】

従って、基板載置部１２２、冷凍ヘッド１３０、冷凍機１３２、放熱体１３１、及び、回転ベースアセンブリ１３３は互いに固定されており、回転ベースアセンブリ１３３を回転させるための回転手段であるモータ１４３が配置され、基板載置部１２２上に載置される基板Ｗ

を含めて、これらはモータ１４３により回転ベースアセンブリ１３３等は同軸上、つまり、共通の回転軸１６０の回りを回転することができる（回転方向を符号１６１で示す）。

【００３１】

そして、上下駆動ベース１４１は、ベローズ１４０を介して真空容器１０１に固定されていることから、ベローズ１４０の伸縮機能を用いて基板載置部１２２の回転と同時に上下運動も必要に応じて可能になっている。

【００３２】

なお、冷凍ヘッド１３０を介して基板載置部１２２と冷凍機１３２とが直接熱交換を行うのではなく、例えば、冷凍機１３２が冷却用のガスを冷却して隙間１２１に溜めて、そのガスで基板載置部１２２を冷却する場合、真空容器１０１の外からのガス導入が必要と

10

20

30

40

50

なるが、それらのガス配管（不図示）の接続、については、磁性流体シール 1 4 2 を介して行われてもよい。

【0033】

また、基板載置部 1 2 2 と冷凍機 1 3 2 の間に冷凍ヘッド 1 3 0 を配置したが、直接、基板載置部 1 2 2 に冷凍機 1 3 2 を接続させる構成でもかまわない。

これらの構成は、基板載置部に載置される基板をどのような温度分布で冷却するか、その目的に応じた構成を選択することができる。

【0034】

次に、本発明に係る処理装置に配置される冷凍機の防振部 1 8 0（図 1 図示）について図 2 を用いて説明する。

図 2 は、図 3 で既に説明したフリーピストン型スターリングサイクル利用の冷凍機 2 0 0（図 1 では符号 1 3 2 である）。

なお、図 3 で説明した冷凍機の構成の同じ部分については同一の符号を用いる。

【0035】

上述のとおり、ピストン 3 1 2 とディスプレーサ 3 1 3 を軸 3 1 4 方向に連動させることにより、作動ガスの圧力変化による等温圧縮、及び、等温膨張、並びに、作動ガスの流動時の等容積変化による吸熱及び排熱とからなる可逆サイクルが行われ、これによって吸熱部 3 2 2 の周辺が低温に冷却される。

【0036】

すなわち、上述のとおり、弾性体である板ばね 3 6 0 で保持されているピストン 3 1 2 は、板ばね 3 5 0 で保持されている軸 3 1 4 及びディスプレーサ 3 1 3 とは別体で、矢印 a 方向に移動可能に設けられている。これにより、高圧の作動ガスが圧縮空間 3 2 0 ～放熱部 3 2 1 ～再生部 3 2 3 ～吸熱部 3 2 2 ～膨張空間 3 2 4 を移動する間に、吸熱部 3 2 2 による吸熱と放熱部 3 2 1 による放熱とを行うことにより（等容積変化）スターリングサイクルが形成される。そして、吸熱部 3 2 2 は被冷却物（不図示）から吸熱を行うことにより、被冷却物（不図示）を冷却する。吸熱部 3 2 2 には、冷凍ヘッド 2 4 0 を接続させて被冷却物（不図示）との接触面積を増やしてもかまわない。このように、板ばね 3 5 0 は、コイル 3 1 0 と筒状永久磁石 3 1 1 等から構成されるリニアモータによる駆動機構の駆動方向と逆方向に弾性反発力を付勢することにより、矢印 a 方向のディスプレーサ 3 1 3 とピストン 3 1 2 の往復運動を安定させる。

【0037】

しかし、本発明に係る処理装置の冷凍機 2 0 0 は、さらに、基板載置部 1 2 2 の直下に配置されることによりそれ自身、軸 3 1 4 の周りを不図示の回転手段により回転する。このため、冷凍能力に影響を及ぼすピストン 3 1 2 及びディスプレーサ 3 1 3 の軸 3 1 4 方向に対する径方向に横ブレのない円滑な動きを実現させるために、弾性体である板ばね 3 5 0 に防振部材 2 1 0 を周縁部に配置する（図 2 A に図示）。弾性体 3 5 0 の形状は円板状が好ましい。また、弾性体には回転軸の周りには切り欠き部 2 1 1 が形成されていてもよい。

【0038】

しかも、冷凍機 2 0 0 の回転軸 2 2 0（回転方向を符号 2 3 0 で図示）でもある軸 3 1 4 に対して重量配分が均等（図 2 では回転軸 2 2 0 を中心に 4 5 度の角度）になるように等間隔に配置されることが好ましいが、回転軸 2 2 0 を中心にした角度（間隔）に限定されるものではなく、さらに、冷凍機を含めた回転体全体のバランスを調整するため、重量の僅かずつ異なる防振部材を用いて微調整を行うこともできる。

防振部材 2 1 0 は、例えば、効果的に径方向に力を発生させる重量と機械的強度を備えた鉄を含む合金等の金属が好適であり、板ばねに配置する取り外し方法はねじ止め等いくつかの従来方法から採用することができる。

【0039】

図 2（B）は回転軸 2 2 0 方向の冷凍機 2 0 0 の下部を矢印 2 5 0 からみた図である。

防振部材 2 1 0 は板ばね 3 5 0 の周縁部に等間隔で配置されている。

このように、板ばね 350 の周縁部に均等に配置された防振部材 210 は、軸 314 の周りを回転して径方向に遠心力を受けることにより板ばね 350 の剛性を高め、かつ、ディスプレイサ 313 の固有振動数を安定に維持することができるため、冷凍機 200 の回転による横ブレの発生を防ぐことができる。また、基板の回転にともなう基板載置部上での位置ずれの発生を低減させて、安定した冷凍能力が維持することができる。

【実施例】

【0040】

本発明を適用できる図 1 と同様の構造で基板冷却実験を行った。図 4 は全体を説明したものである。

なお、図 4 で示されている図 1 で説明した同じ構成物については、図 1 で使用した同じ符号で示す。

【0041】

ここで、実用上、基板の冷却効果においてその均一性も求められるため、基板載置部 122 の内部で隙間 121 を構成する空間に一旦ヘリウムガスを導入し、このヘリウムガスを冷凍ヘッド 130 に接触している基板載置部 122 を冷却することで冷却し、冷却されたヘリウムガスを基板 W の裏面全面と接触させることで冷凍機 132 の冷却効果を確認した。そこで、冷却したヘリウムガスが基板 W に効率よく触れるように基板載置部 122 と基板 W は、シリコンゴム製 O リング（不図示）によって密閉される構造となっている。

なお、基板押えリング 120 は SUS 製、基板載置部 122 は例えば銅製である。

【0042】

冷却されたヘリウムガスの導入孔（不図示）は基板載置部 122 の中心から 90 度ずつ 4 箇所均等配置させた。また、冷却されたヘリウムガスの排出孔（不図示）は基板載置部 122 の中心から 90 度ずつ 4 箇所均等配置させた。

【0043】

基板 W と基板載置部 122 の温度測定について説明する。

熱電対 405 を基板 W の中心部、熱電対 404 を基板 W 中心から 90 mm 離れた箇所に、例えばセラミック系接着剤を用いて貼り付けた。熱電対 404、405 は接続部品 402 によって中継され、集電環 134 に接続されている。

集電環 134 からは温度表示手段（不図示）に接続されている。

【0044】

一方、基板載置部 122 には、白金抵抗体素子 403 が固定され、これも集電環 134 をとおって温度表示手段（不図示）に接続されている。これにより、基板 W が固定されていても回転していても温度を測定することが可能である。

【0045】

隙間 121 における基板 W との距離は 0.5 mm 程度である。基板載置部 122 には、スターリングサイクルタイプの冷凍機 132 が接続され、基板載置部 122 の温度が $-200 \pm 2^{\circ}\text{C}$ になるように制御されている。基板 W は、基板載置部 122 から遠ざかった位置で待機され、実験開始とともに不図示の基板上下駆動機構により基板載置部 122 に設置され、基板押えリング 120 によって把持される。

【0046】

基板押え力は、例えば 19.6 N とし、基板 W と基板載置部 122 との間の隙間 121 には、ヘリウムガスを不図示のガス流量制御器（MFC）によって 5 sccm 流し続けた。

基板載置部の回転数を例えば 59 rpm で回転させながら冷却動作を行った。

【0047】

放熱体 131 は 60°C 以下に抑えることができ、基板 W の把持から 40 分後の熱電対 405 の表示値は -184.2°C 、熱電対 404 の表示値は -186.3°C と放熱体 131 からの熱を抑えることで基板温度を 100 K 以下の温度領域まで基板を回転させながらも冷却が可能であることが確認された。

また、基板 W は基板載置部 122 で回転にともなう位置ずれが起きていないことが確認

10

20

30

40

50

され、その結果、良好な温度分布が測定された。

【0048】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、これは本発明の説明のための例示であり、
本発明の範囲をこの実施形態にのみ限定する趣旨ではない。

例えば、実施例では、減圧可能な処理装置としてスパッタリング装置を例にとったが、電位を印加する対象を変えたり、また、スパッタリングガスをエッチングガスに変更するなどを行うことによりエッチング装置にも適用することが可能である。

また、減圧可能な処理装置に限定されるものではなく、基板を載置することが可能な保持手段を具備した基板載置部とそれを冷却する冷却手段を有する処理装置であれば適用することが可能である。

10

したがって、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で、上記実施形態とは異なる種々の態様で実施することができ、また、基板サイズや基板の種類が異なるものであっても、本発明が有効であることは明白である。

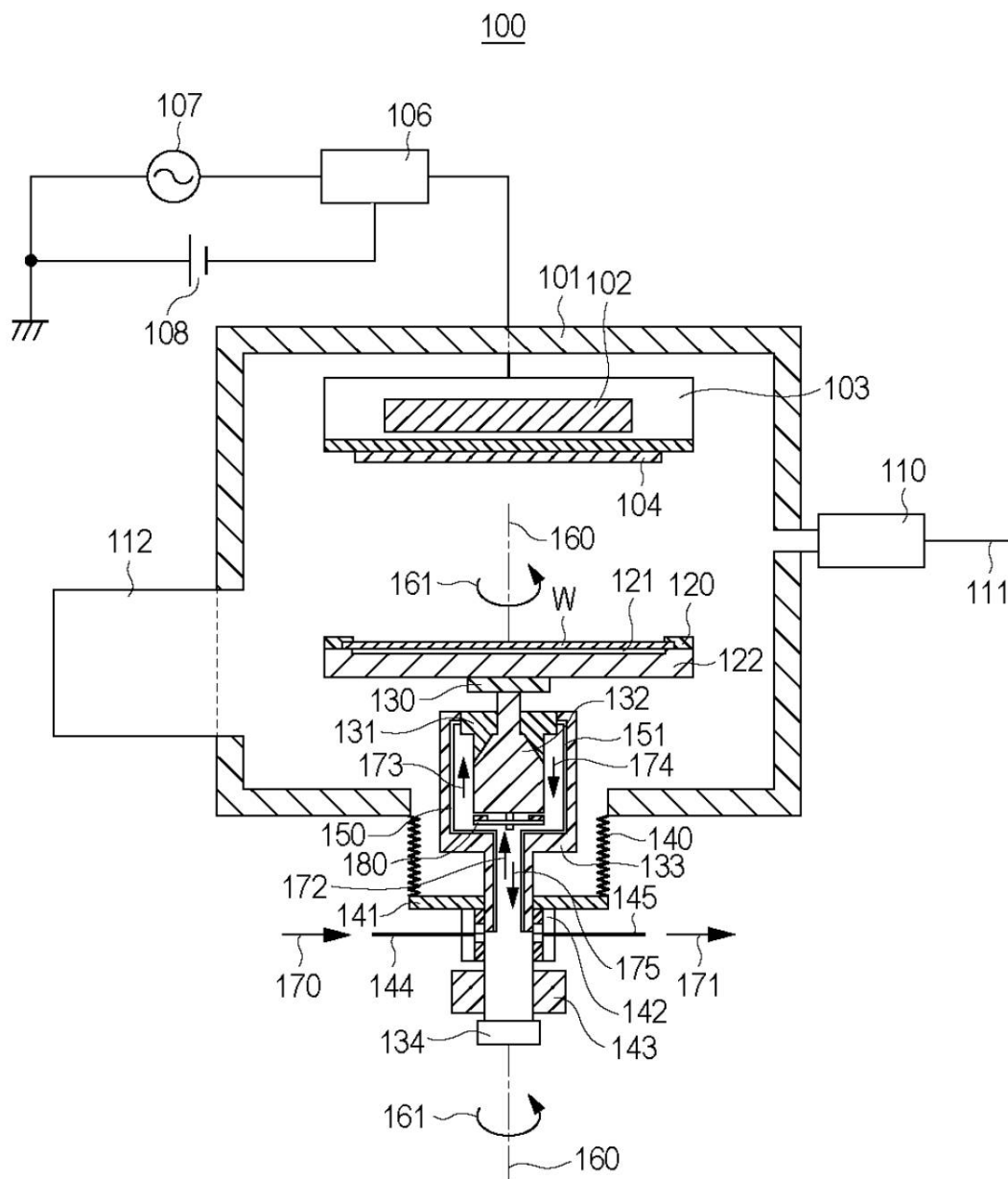
【符号の説明】

【0049】

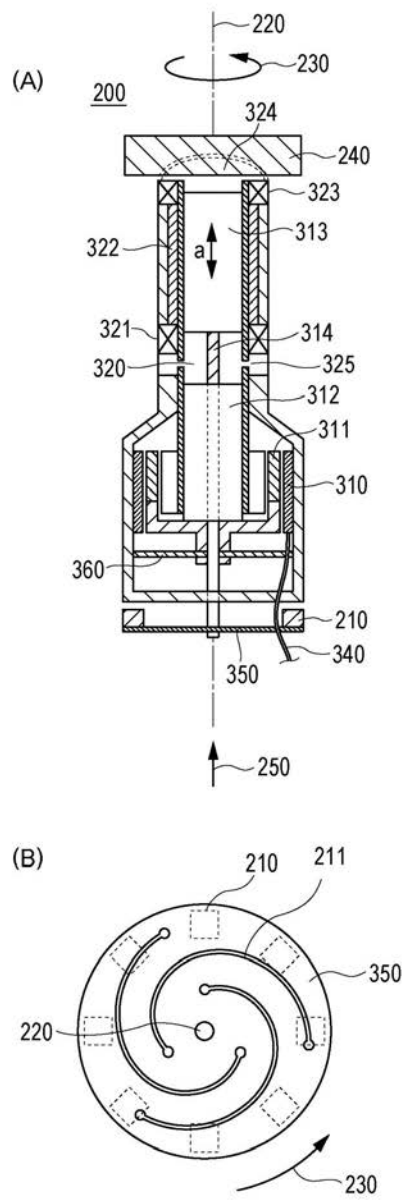
100 スパッタリング装置 102 カソードマグネット 122 基板載置部 132、200、300 冷凍機 210 防振部材 240、330 冷凍ヘッド 312 ピストン 313 ディスプレーサ 350、360 板ばね

20

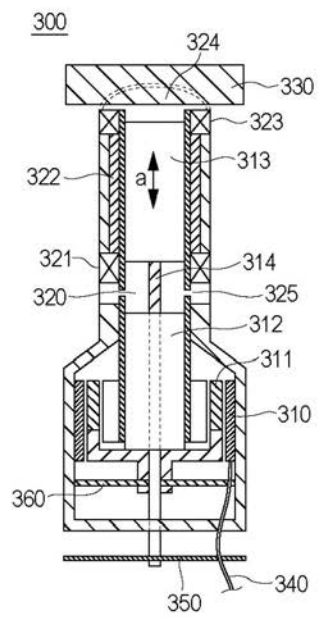
【図 1】



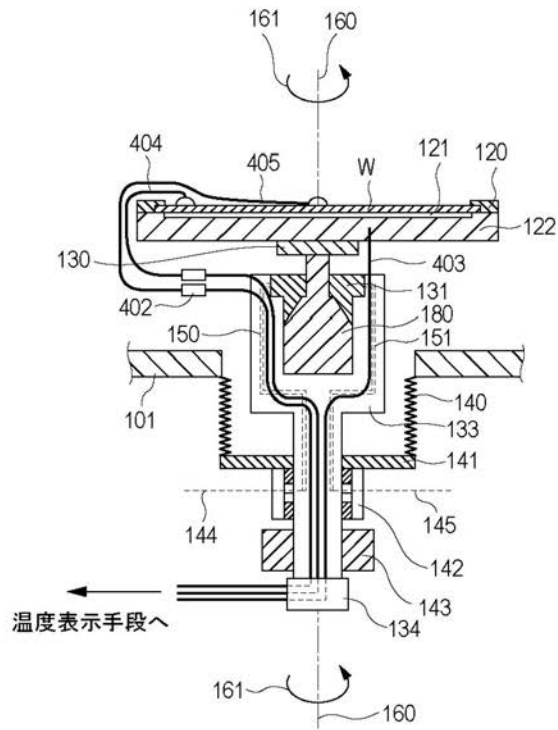
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 藤本 雄

神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キヤノンアネルパ株式会社内

(72)発明者 板坂 卓

神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 5 - 1 キヤノンアネルパ株式会社内

F ターム(参考) 4K029 CA05 EA08 JA01 JA02

5F004 AA16 BB18 BB24 BB25 CA04

5F031 CA02 HA25 HA37 HA38 HA55 HA58 HA59 JA01 JA46 LA07

MA29 MA32 NA05 PA08