

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6807246号
(P6807246)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月9日(2020.12.9)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 43/12 (2006.01)	HO 1 L 43/12	
HO 1 L 21/677 (2006.01)	HO 1 L 21/68	A
HO 1 L 43/08 (2006.01)	HO 1 L 43/08	Z
HO 1 L 21/8239 (2006.01)	HO 1 L 27/105	4 4 7
HO 1 L 27/105 (2006.01)	C 2 3 C 14/58	D
請求項の数 8 (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-32255 (P2017-32255)	(73) 特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22) 出願日	平成29年2月23日(2017.2.23)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(65) 公開番号	特開2018-137390 (P2018-137390A)	(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(43) 公開日	平成30年8月30日(2018.8.30)	(74) 代理人	100122507 弁理士 柏岡 潤二
審査請求日	令和1年11月18日(2019.11.18)	(72) 発明者	前原 大樹 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	渡辺 直樹 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置、および、処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁性層を有する基板を枚葉に処理する基板処理装置であって、
前記基板を支持する支持部と、
前記支持部に支持される前記基板を加熱する加熱部と、
前記支持部に支持される前記基板を冷却する冷却部と、
前記支持部、前記加熱部、および前記冷却部を収容する処理容器と、
磁界を発生させる磁石部と、
を備え、
前記磁石部は、互いに並行に延びている第1の端面と第2の端面とを備え、
前記第1の端面と前記第2の端面とは、離間して向かい合い、
前記第1の端面は、前記磁石部の第1の磁極に対応し、
前記第2の端面は、前記磁石部の第2の磁極に対応し、
前記処理容器は、前記第1の端面と前記第2の端面との間に配置され、
前記冷却部は、前記処理容器内において、前記基板が前記支持部によって支持されている場合に該基板が前記処理容器内に配置される位置と前記第1の端面との間に配置され、
前記加熱部は、前記位置と前記冷却部との間に配置される、
基板処理装置。

10

【請求項2】

磁性層を有する基板を枚葉に処理する基板処理装置であって、

20

前記基板を支持する支持部と、
前記支持部に支持される前記基板を加熱する加熱部と、
前記支持部に支持される前記基板を冷却する冷却部と、
前記支持部、前記加熱部、および前記冷却部を収容する処理容器と、
磁界を発生させる磁石部と、
を備え、
前記磁石部は、互いに並行に延びている第1の端面と第2の端面とを備え、
前記第1の端面と前記第2の端面とは、離間して向かい合い、
前記第1の端面は、前記磁石部の第1の磁極に対応し、
前記第2の端面は、前記磁石部の第2の磁極に対応し、
前記処理容器は、前記第1の端面と前記第2の端面との間に配置され、
前記冷却部は、前記処理容器内において、前記基板が前記支持部によって支持されている場合に該基板が前記処理容器内に配置される位置と前記第1の端面との間に配置され、
前記加熱部は、前記位置と前記冷却部との間に配置される、
基板処理装置。

10

【請求項3】

磁性層を有する基板を枚葉に処理する基板処理装置であって、
前記基板を支持する支持部と、
前記支持部に支持される前記基板を加熱する加熱部と、
前記支持部に支持される前記基板を冷却する冷却部と、
前記支持部、前記加熱部、および前記冷却部を収容する処理容器と、
磁界を発生させる磁石部と、
を備え、
前記磁石部は、互いに並行に延びている第1の端面と第2の端面とを備え、
前記第1の端面と前記第2の端面とは、離間して向かい合い、
前記第1の端面は、前記磁石部の第1の磁極に対応し、
前記第2の端面は、前記磁石部の第2の磁極に対応し、
前記処理容器は、前記第1の端面と前記第2の端面との間に配置され、
前記加熱部は、第1の加熱層と第2の加熱層とを備え、
前記冷却部は、第1の冷却層と第2の冷却層とを備え、
前記第1の冷却層は、前記処理容器内において、前記基板が前記支持部によって支持されている場合に該基板が前記処理容器内に配置される位置と前記第1の端面との間に配置され、
前記第2の冷却層は、前記処理容器内において、前記位置と前記第2の端面との間に配置され、
前記第1の加熱層は、前記位置と前記第1の冷却層との間に配置され、
前記第2の加熱層は、前記位置と前記第2の冷却層との間に配置される、
基板処理装置。

20

30

【請求項4】

前記基板を移動させる移動機構を更に備え、
前記移動機構は、前記基板が前記支持部によって支持されている状態において、該基板を、前記第1の端面と前記第2の端面とに対して平行としつつ前記冷却部に接近および離間するように、移動させる、
請求項1に記載の基板処理装置。

40

【請求項5】

前記基板が前記支持部によって支持されている状態において、該基板は、
前記第1の端面および前記第2の端面から見て該第1の端面内および該第2の端面内に含まれ、該第1の端面および該第2の端面に対して並行に延びる、
請求項1～4の何れか一項に記載の基板処理装置。

【請求項6】

50

複数の成膜装置と、
請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の基板処理装置と、
測定装置と、
を備え、
前記成膜装置は、磁性層を有する基板を形成し、
前記基板処理装置は、前記成膜装置によって形成された前記基板を枚葉に処理し、
前記測定装置は、前記成膜装置によって形成された前記基板、および、前記基板処理装置によって処理された後の該基板に対して電磁気的特性値を枚葉に測定する、
処理システム。

【請求項 7】

10

大気搬送室を更に備え、
前記測定装置は、前記大気搬送室に連結されている、
請求項 6 に記載の処理システム。

【請求項 8】

前記電磁気的特性値は、磁気抵抗比である、
請求項 6 または請求項 7 に記載の処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、基板処理装置および処理システムに関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

M R A M (Magnetoresistive Random Access Memory) の製造工程において、枚葉式の P V D (physical vapor deposition) 成膜装置を用いて成膜した後の M T J (Magnetic Tunnel Junction) 素子に対しては着磁処理およびアニール処理等が施される。特許文献 1 には、成膜処理後に高い真空度を維持したまま基板のみを急速に加熱し、かつ急速に冷却すること目的とした真空加熱冷却装置に係る技術が開示されている。特許文献 2 には、半導体ウエハへの不純物の付着を低減することを目的とした磁気アニール装置に係る技術が開示されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2010/150590 号パンフレット

【特許文献 2】特開 2014-181880 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

M R A M の製造工程において枚葉式の P V D 成膜装置から成膜後に順次取り出された複数の M T J 素子は、一括して、P V D 成膜装置とは別の装置に搬送され当該装置内において着磁処理およびアニール処理が行われた後に、個々の M T J 素子ごとに、C I P T (Current-In-Plane Tunneling) 測定器等を用いて M T J 素子に対する特性評価 (磁気抵抗比等) が行われる。この場合、この特性評価の結果によって製造工程での不具合の発生の可能性が見い出されても、当該特性評価は複数の M T J 素子が一括して着磁処理およびアニール処理された後に行われるので、これら複数の M T J 素子は不具合が生じた可能性のある製造工程で製造されたものとして扱われ得る。従って、M R A M の製造工程において成膜後に着磁処理およびアニール処理を枚葉で行い得る基板処理装置および処理システムの提供が望まれている。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

一態様においては、基板処理装置が提供される。この基板処理装置は、磁性層を有する基

50

板を枚葉に処理する基板処理装置であって、基板を支持する支持部と、支持部に支持される基板を加熱する加熱部と、支持部に支持される基板を冷却する冷却部と、支持部、加熱部、および冷却部を収容する処理容器と、磁界を発生させる磁石部と、を備え、磁石部は、互いに並行に延びている第1の端面と第2の端面とを備え、第1の端面と第2の端面とは、離間して向かい合い、第1の端面は、磁石部の第1の磁極に対応し、第2の端面は、磁石部の第2の磁極に対応し、処理容器は、第1の端面と第2の端面との間に配置される。

【0006】

上記の一態様では、磁性層を有する基板に対する着磁処理およびアニール処理に必要な磁石部と基板の支持部と加熱部と冷却部とが基板を枚葉に処理する一の基板処理装置に設けられているので、当該基板に対する着磁処理およびアニール処理が基板毎に枚葉に行え得る。従って、上記の一態様では、例えばMRAMの製造工程等において、成膜後に着磁処理およびアニール処理を枚葉で行い得る。

10

【0007】

一実施形態では、基板が支持部によって支持されている状態において、基板は、第1の端面および第2の端面から見て第1の端面内および第2の端面内に含まれ、第1の端面および第2の端面に対して並行に延びる。従って、磁石部において第1の端面と第2の端面との間に生じる磁力線は、支持部によって支持されている状態の基板が延びている方向に対して垂直（基板に対し面直）となり得る。

【0008】

一実施形態では、冷却部は、処理容器内において、基板が支持部によって支持されている場合に基板が処理容器内に配置される位置（配置位置という）と第1の端面との間に配置され、加熱部は、配置位置と冷却部との間に配置される。このように、支持部によって支持されている状態の基板は加熱部と冷却部との間に配置されるので、基板に対する加熱および冷却が効果的に行われ得る。

20

【0009】

一実施形態では、基板を移動させる移動機構を更に備える。移動機構は、基板が支持部によって支持されている状態において、基板を、第1の端面と第2の端面とに対して平行としつつ冷却部に接近および離間するように、移動させる。従って、基板への冷却時には、基板を、冷却部に対してより接近させることができるので、基板に対する冷却がより効果的に行われ得る。

30

【0010】

一実施形態では、冷却部は、処理容器内において、基板が支持部によって支持されている場合に基板が処理容器内に配置される位置（配置位置という）と第1の端面との間に配置され、加熱部は、配置位置と冷却部との間に配置される。このように、加熱と冷却とが基板の同一の表面に対して行われるので、基板に対し加熱、冷却が順次行われる場合に、加熱後の基板に対する冷却がより効果的に行われ得る。

【0011】

一実施形態では、加熱部は、第1の加熱層と第2の加熱層とを備える。冷却部は、第1の冷却層と第2の冷却層とを備える。第1の冷却層は、処理容器内において、基板が支持部によって支持されている場合に基板が処理容器内に配置される位置（配置位置という）と第1の端面との間に配置され、第2の冷却層は、処理容器内において、配置位置と第2の端面との間に配置される。第1の加熱層は、配置位置と第1の冷却層との間に配置され、第2の加熱層は、配置位置と第2の冷却層との間に配置される。このように、基板の二つの表面のそれぞれに対して加熱と冷却とが行われるので、基板に対する加熱および冷却がより短時間で十分に行われ得ると共に、基板に対し加熱、冷却が順次行われる場合に、加熱後の基板に対する冷却がより効果的に行われ得る。

40

【0012】

一態様においては、処理システムが提供される。この処理システムは、複数の成膜装置と、上記態様および上記実施形態の何れかに係る基板処理装置と、測定装置と、を備える。

50

成膜装置は、磁性層を有する基板を形成し、基板処理装置は、成膜装置によって形成された基板を枚葉に処理し、測定装置は、成膜装置によって形成された基板、および、基板処理装置によって処理された後の基板に対して電磁気的特性値を枚葉に測定する。この一態様では、磁性層を有する基板に対する着磁処理およびアニール処理に必要な磁石部と基板の支持部と加熱部と冷却部とが基板を枚葉に処理する一の基板処理装置に設けられているので、当該基板に対する着磁処理およびアニール処理が基板毎に枚葉に行え得ると共に、成膜装置によって形成された基板、および、上記した着磁処理およびアニール処理の後の基板に対する電磁気的特性値の測定が、枚葉に行い得る。

【0013】

一実施形態では、大気搬送室を更に備え、測定装置は大気搬送室に連結される。このように、測定装置が、処理システムの大気搬送室を介して設置可能となるので、測定装置の設置場所に対する制約が低減され、よって測定装置の設置が容易に行われ得る。

10

【0014】

一実施形態では、電磁気的特性値は、磁気抵抗比である。このように、基板の磁気抵抗比を測定することによって、基板の電磁気的な特性が良好に評価し得る。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように、MRAMの製造工程において成膜後に着磁処理およびアニール処理を枚葉で行い得る基板処理装置および処理システムが提供される。

【図面の簡単な説明】

20

【0016】

【図1】図1は、一実施形態に係る基板処理装置の主要な構成の一例を示す図である。

【図2】図2は、図1に示す基板処理装置を備える処理システムの主要な構成の一例を示す図である。

【図3】図3は、(a)部および(b)部を備え、図1に示す基板処理装置の外観を例示する斜視図であり、特に、基板処理装置のヨークの二種類の形状のそれぞれが図3の(a)部および図3の(b)部に例示されている。

【図4】図4は、図1に示す処理容器内に設けられる加熱部および冷却部の一態様を模式的に示す図である。

【図5】図5は、図1に示す処理容器内に設けられる加熱部および冷却部の他の一態様を模式的に示す図である。

30

【図6】図6は、図1に示す処理容器内に設けられる加熱部および冷却部の他の一態様を模式的に示す図である。

【図7】図7は、図2に示す処理システムが行う処理内容を示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照して種々の実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一または相当の部分に対しては同一の符号を附すこととする。図1は、一実施形態に係る基板処理装置10の主要な構成の一例を示す図である。基板処理装置10は、MRAMの製造に用いられ、磁性層を有する基板(以下、ウエハWという場合がある)に形成されるMTJ素子(例えばMgO/CoFeB積層膜を有する素子)の成膜後に、着磁処理およびアニール処理を行う装置である。基板処理装置10は、後述する図2に示す処理システム100に設けられて利用され得る。

40

【0018】

基板処理装置10は、基板処理装置10、磁石部2、電源EF、素線部3a、素線部3b、ヨーク4、冷却部CR、加熱部HT、電源ES、ガス供給装置GS、ゲートバルブRA、チラーユニットTU、支持部PP(三つ以上の支持ピンPAを含んでおり、以下同様)を備える。処理容器1は、ウエハW(基板)を処理する処理空間Spを画定する。処理容器1は、第1の壁部1a、第2の壁部1b、排気管1cを備える。処理容器1は、支持部PP、加熱部HT、冷却部CRを収容する。

50

【0019】

第1の壁部1aは、第1の断熱層1a1を備える。第2の壁部1bは、第2の断熱層1b1を備える。磁石部2は、第1のコア部2a、第2のコア部2bを備える。第1のコア部2aは、第1の端面2a1を備える。第2のコア部2bは、第2の端面2b1を備える。

【0020】

処理容器1内において、ウエハWは、支持部PPによって支持される。ウエハWは、図2に示す搬送ロボットRb2によってトランスファーチャンバ121からゲートバルブRAを介して処理容器1の処理空間Spに搬入され、支持部PPによって支持されるように配置される。ウエハWは、処理空間Sp内において支持部PPによって支持されている状態において、磁石部2の第1のコア部2aの第1の端面2a1および磁石部2の第2のコア部2bの第2の端面2b1から見て、第1の端面2a1内および第2の端面2b1内に含まれ（覆われ）、第1の端面2a1および第2の端面2b1に対して並行に延びている。基板処理装置10が処理システム100に設置されている場合、ウエハWは、処理空間Sp内において支持部PPによって支持されている状態において、鉛直方向に対して垂直に延びる。

10

【0021】

磁石部2は、電磁石であり、電源EFから素線部3aおよび素線部3bに電流が供給されることによって磁界を発生し得る。素線部3aは、第1のコア部2aの周りに巻き回され被覆された銅線等であり、素線部3bは、第2のコア部2bの周りに巻き回され被覆された銅線等である。第1の端面2a1は、磁石部2の第1の磁極に対応し、第2の端面2b1は、磁石部2の第2の磁極に対応している。第1の磁極、第2の磁極のそれぞれは、例えば、N極、S極であり得る。第1の端面2a1と第2の端面2b1とは、互いに並行に延びており、離間して向かい合っている。第1のコア部2aの周囲には、素線部3aが設けられ、第2のコア部2bの周囲には素線部3bが設けられている。第1のコア部2aおよび第2のコア部2bは、例えば鉄等の金属からなり、素線部3a、素線部3bによって生じる磁力線を第1の端面2a1および第2の端面2b1に収束させる。処理容器1は、磁石部2の第1の端面2a1と磁石部2の第2の端面2b1との間に配置される。磁石部2の第1のコア部2a（第1の端面2a1）は、処理容器1の外側において処理容器1の第1の壁部1a上に設けられ、磁石部2の第2のコア部2b（第2の端面2b1）は、処理容器1の外側において処理容器1の第2の壁部1b上に設けられる。第1の壁部1aは、第1の端面2a1に接していても良い。第2の壁部1bは、第2の端面2b1に接していても良い。

20

30

【0022】

第1の断熱層1a1は、第1の壁部1aの内部に設けられている。第1の断熱層1a1は、例えば、第1の壁部1aの内部に設けられた水冷ジャケットである。第1の断熱層1a1は、第1の端面2a1に接していても良い。第2の断熱層1b1は、第2の壁部1bの内部に設けられている。第2の断熱層1b1は、例えば第2の壁部1bの内部に設けられた水冷ジャケットである。第2の断熱層1b1は、第2の端面2b1に接していても良い。第1の断熱層1a1の水冷ジャケットおよび第2の断熱層1b1の水冷ジャケットは、何れも、チラーユニットTUに接続された配管を有している。チラーユニットTUは、この配管（第1の断熱層1a1および第2の断熱層1b1）に冷却液を循環させることによって、処理容器1と磁石部2との間の熱の移動を低減する（断熱する）。第1の断熱層1a1および第2の断熱層1b1は、例えば繊維系や発泡系の断熱材を有していても良く、この場合、この断熱材は、第1の壁部1aと第1のコア部2aの第1の端面2a1との間、および、第2の壁部1bと第2のコア部2bの第2の端面2b1との間に設置され得る。

40

【0023】

基板処理装置10が処理システム100に設置されている場合、第1の端面2a1と第2の端面2b1とは鉛直方向に対して垂直に延びており、第1の端面2a1は第2の端面2b1に対して鉛直上方にある。

50

【 0 0 2 4 】

処理空間 S p 内において支持部 P P によって支持されている状態のウエハ W から見て、ウエハ W は、第 1 の端面 2 a 1 内および第 2 の端面 2 b 1 内に含まれている（覆われている）。換言すれば、磁石部 2 の第 1 のコア部 2 a からみて、このウエハ W は第 1 の端面 2 a 1 内に含まれており（覆われており）、磁石部 2 の第 2 のコア部 2 b からみて、このウエハ W は第 2 の端面 2 b 1 内に含まれている（覆われている）。磁石部 2 によって発生される磁力線は、処理空間 S p 内において支持部 P P によって支持されている状態のウエハ W に対し垂直となる。ウエハ W には、磁石部 2 によって、0 . 1 ~ 2 [T] 程度の磁界が生じ得る。

【 0 0 2 5 】

加熱部 H T は、支持部 P P によって支持されるウエハ W を加熱する。加熱部 H T は、例えば、抵抗加熱ヒータ、赤外線ヒータまたはランプヒータ等であり得る。加熱部 H T は、電源 E S によって供給される電力によってヒータとして機能する。加熱部 H T は、第 1 の壁部 1 a および第 2 の壁部 1 b からみて、支持部 P P によって支持されているウエハ W の全体を覆って（含んで）おり、ウエハ W （ウエハ W の表面および / または裏面）の全体に対して加熱し得る構成を有する。

【 0 0 2 6 】

冷却部 C R は、ガス供給装置 G S から供給される冷却ガスを処理空間 S p 内に噴射する。冷却部 C R は、少なくとも処理容器 1 内において処理容器 1 の第 1 の壁部 1 a に設けられている部分を有している。冷却ガスは、N₂ ガスまたは H e ガスなどの希ガスであり得る。冷却部 C R は、第 1 の壁部 1 a および第 2 の壁部 1 b からみて、支持部 P P によって支持されているウエハ W の全体を覆って（含んで）おり、ウエハ W （ウエハ W の表面および / または裏面）の全体に対して冷却し得る構成を有する。ウエハ W の冷却に用いられた冷却ガスは、処理空間 S p に連通する排気管 1 c から外部に排気される。排気管 1 c には、図示しない排気ポンプが設けられている。

【 0 0 2 7 】

加熱部 H T に電力を供給する電源 E S 、冷却部 C R に冷却ガスを供給するガス供給装置 G S 、磁石部 2 に電力を供給する電源 E F 、第 1 の断熱層 1 a 1 および第 2 の断熱層 1 b 1 に冷却液を循環させるチラーユニット T U の駆動制御は、後述の処理システム 1 0 0 が備える制御部 C n t によって行われる。制御部 C n t は、更に、ゲートバルブ R A の開閉機構（後述の図 4 に示す構成の場合、移動機構 M V および電源 D R を更に含む）を制御する。

【 0 0 2 8 】

上記した基板処理装置 1 0 では、磁性層を有するウエハ W に対する着磁処理およびアニール処理に必要な磁石部 2 と支持部 P P と加熱部 H T と冷却部 C R とが基板を枚葉に処理する一の基板処理装置 1 0 に設けられているので、ウエハ W に対する着磁処理およびアニール処理がウエハ毎に枚葉に行え得る。従って、この基板処理装置 1 0 では、M R A M の製造工程において、成膜後に着磁処理およびアニール処理を枚葉で行い得る。更に、磁石部 2 において、磁石部 2 の第 1 の端面 2 a 1 と磁石部 2 の第 2 の端面 2 b 1 との間に生じる磁力線は、支持部 P P によって支持されている状態のウエハ W が延びている方向に対して垂直（基板に対し面直）となり得る。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示す処理容器 1 は、図 2 に示す処理システム 1 0 0 の複数の処理室 1 0 0 a のうち何れか一の処理室 1 0 0 a に收容されている。図 2 は、図 1 に示す基板処理装置 1 0 を備える処理システム 1 0 0 の主要な構成の一例を示す図である。複数の処理室 1 0 0 a のうち基板処理装置 1 0 が收容されている処理室 1 0 0 a を除く他の処理室 1 0 0 a では、例えば、P V D (Physical Vapor Deposition) による金属材料の成膜や金属膜の酸化処理などの様々な処理が行われ得る。

【 0 0 3 0 】

処理システム 1 0 0 は、台 1 2 2 a 、台 1 2 2 b 、台 1 2 2 c 、台 1 2 2 d 、收容容器 1

10

20

30

40

50

24 a、収容容器124 b、収容容器124 c、収容容器124 d、ローダモジュールLM、搬送ロボットRb1、制御部Cnt、特性値測定装置OC、ロードロックチャンバLL1、ロードロックチャンバLL2、ゲートGA1、ゲートGA2を備える。処理システム100は、更に、複数のトランスファーチャンバ121、複数の処理室100 a、複数のゲートGB1、複数のゲートGB2を備える。トランスファーチャンバ121は、搬送ロボットRb2を備える。

【0031】

ロードロックチャンバLL1と、ロードロックチャンバLL1に接しているトランスファーチャンバ121との間にはゲートGA1が設けられており、ゲートGA1を介して、ウエハWが、ロードロックチャンバLL1と、ロードロックチャンバLL1に接しているトランスファーチャンバ121との間を、搬送ロボットRb2によって移動する。ロードロックチャンバLL2と、ロードロックチャンバLL2に接しているトランスファーチャンバ121との間にはゲートGA2が設けられており、ゲートGA2を介して、ウエハWが、ロードロックチャンバLL2と、ロードロックチャンバLL2に接しているトランスファーチャンバ121との間を、搬送ロボットRb2によって移動する。

10

【0032】

互いに隣り合う二つのトランスファーチャンバ121間には、ゲートGB1が設けられており、ゲートGB1を介して、当該二つのトランスファーチャンバ121の間を、搬送ロボットRb2によって移動する。処理室100 aと、この処理室100 aに接しているトランスファーチャンバ121との間にはゲートGB2が設けられており、ゲートGB2を介して、処理室100 aと、この処理室100 aに接するトランスファーチャンバ121との間を、搬送ロボットRb2によって移動する。

20

【0033】

台122 a～122 dは、ローダモジュールLMの一縁に沿って配列されている。台122 a～122 dのそれぞれの上には、収容容器124 a～124 dがそれぞれ設けられている。収容容器124 a～124 d内には、ウエハWが収容され得る。

【0034】

ローダモジュールLM内には、搬送ロボットRb1が設けられている。搬送ロボットRb1は、収容容器124 a～124 dの何れかに収容されているウエハWを取り出して、ウエハWを、ロードロックチャンバLL1またはLL2に搬送する。

30

【0035】

ロードロックチャンバLL1およびLL2は、ローダモジュールLMの別の縁に沿って設けられており、ローダモジュールLMに接続されている。ロードロックチャンバLL1およびロードロックチャンバLL2は、予備減圧室を構成している。ロードロックチャンバLL1およびロードロックチャンバLL2は、それぞれ、ゲートGA1、ゲートGA2を介して、トランスファーチャンバ121に接続されている。

【0036】

トランスファーチャンバ121は、減圧可能なチャンバであり、トランスファーチャンバ121内には搬送ロボットRb2が設けられている。トランスファーチャンバ121には、基板処理装置10が接続されている。搬送ロボットRb2は、ロードロックチャンバLL1またはロードロックチャンバLL2から、それぞれゲートGA1、ゲートGA2を介してウエハWを取り出して、当該ウエハWを基板処理装置10に搬送する。

40

【0037】

処理システム100は、特性値測定装置OCを更に備える。特性値測定装置OCは処理システム100の大気搬送室(ローダモジュールLMを含む)に連結されても良い。図2に示す一実施形態においては、特性値測定装置OCはローダモジュールLMに接続される。特性値測定装置OCは、処理システム100の複数の成膜装置(複数の処理室100 aのうち成膜処理を行う複数の処理室100 a)によって形成された磁性層を有するウエハW、および、基板処理装置10によって処理された後のウエハWに対して、電磁気的特性値を枚葉に測定する。特性値測定装置OCは、例えば、磁気抵抗比等の電磁気的特性値を測

50

定可能なC I P T (Current-In-Plane Tunneling) 測定器であり得る。ウエハWは、搬送口ポットR b 1および搬送口ポットR b 2によって、特性値測定装置O Cと基板処理装置1 0との間で移動され得る。搬送口ポットR b 1によってウエハWが特性値測定装置O C内に收容され、特性値測定装置O C内においてウエハWの位置合わせが行われた後に、特性値測定装置O Cは、ウエハWの特性(例えば磁気抵抗比等)を測定し、測定結果を制御部C n tに送信する。

【0038】

制御部C n tは、プロセッサ、記憶部、入力装置、表示装置等を備えるコンピュータであり、処理システム1 0 0の各部を制御する。制御部C n tは、搬送口ポットR b 1、搬送口ポットR b 2、特性値測定装置O C、複数の処理室1 0 0 aのそれぞれに格納されている各種装置(例えば、基板処理装置1 0)等に接続されており、更に、基板処理装置1 0においては、電源E S、電源E F(図4に示す構成の場合、電源D Rを更に含む)、ガス供給装置G S、チラーユニットT U、ゲートバルブR Aの開閉機構、および支持部P P(支持ピンP A)を上下動作させる移動機構M V等に接続されている。制御部C n tは、処理システム1 0 0の各部を制御するためのコンピュータプログラム(入力されたレシピに基づくプログラム)に従って動作し、制御信号を送出する。制御部C n tからの制御信号によって、処理システム1 0 0の各部、例えば、搬送口ポットR b 1、R b 2、特性値測定装置O C、および、基板処理装置1 0の各部を制御する。制御部C n tの記憶部には、処理システム1 0 0の各部を制御するためのコンピュータプログラム、および、当該プログラムの実行に用いられる各種のデータが、読み出し自在に格納されている。

【0039】

上記した一実施形態に係る処理システム1 0 0では、複数の処理室1 0 0 aのうち何れか二つ以上の処理室1 0 0 a(複数の成膜装置に該当)で行われる成膜処理と、複数の処理室1 0 0 aの何れか一の処理室1 0 0 aに設けられた基板処理装置1 0によって行われる成膜後の磁化アニール処理と、特性値測定装置O Cによって行われる測定であって成膜処理および磁化アニール処理後のウエハWに対する磁気抵抗比等の特性値の測定とが、枚葉に行える。

【0040】

基板処理装置1 0のヨーク4の形状を図3の(a)部および(b)部に示す。図1に示す基板処理装置1 0のヨーク4の二種類の形状のそれぞれが図3の(a)部および図3の(b)部に例示されている。

【0041】

図3の(a)部に示されているヨーク4は、ヨーク4の中央部にヨーク4の側面を貫通する開口部O Mが設けられている。処理容器1、磁石部2、素線部3 a、素線部3 bは、図3の(a)部に示す開口部O M内に收容されている。図3の(a)部に示す開口部O Mは、図2に示す処理システム1 0 0のゲートG B 2と向かい合う位置に配置されている。図3の(a)部に示す開口部O Mには、ゲートG B 2と向かい合う側に切欠部O M Pが設けられている。ゲートG B 2と向かい合う位置に設けられた開口部O Mおよび切欠部O M Pによって、処理システム1 0 0のトランスファーチャンバ1 2 1から処理容器1内へのウエハWの搬入が容易となる。

【0042】

図3の(b)部に示されているヨーク4は、ヨーク4の側面に開口部O Mが設けられており、図3の(b)部に示す開口部O Mは、ヨーク4の側面における凹部となっている。処理容器1、磁石部2、素線部3 a、素線部3 bは、図3の(b)部に示す開口部O M内に收容されている。図3の(b)部に示す開口部O Mは、図2に示す処理システム1 0 0のゲートG B 2と向かい合う位置に配置されている。ゲートG B 2と向かい合う位置に設けられた図3の(b)部に示す開口部O Mによって、処理システム1 0 0のトランスファーチャンバ1 2 1から処理容器1内へのウエハWの搬入が容易となる。

【0043】

次に、図4～図6を参照して、処理容器1内に設けられる加熱部H Tおよび冷却部C Rの

10

20

30

40

50

具体的な態様について説明する。図4には、処理容器1内に設けられる加熱部HTおよび冷却部CRの一態様が模式的に示されている。図4に示す処理容器1には、加熱部HT、冷却部CR、支持部PP、支持台JD1、支持柱JD2、ウエハWが収容されている。図4に示す構成においては、磁石部2の第2の端面2b1上に第2の壁部1b(第2の断熱層1b1)が設けられ、第2の壁部1b上に加熱部HTが設けられ、支持部PPによって支持されているウエハWが加熱部HT上に配置され、ウエハW上に冷却部CRが設けられ、冷却部CR上に第1の壁部1a(第1の断熱層1a1)が設けられ、第1の壁部1a上に磁石部2の第1の端面2a1が設けられている。図4に示す処理容器1には、ガス供給口部MUが設けられている。支持台JD1は、支持柱JD2によって支持されており、支持ピンPAは、支持台JD1によって支持されている。

10

【0044】

図4に示す冷却部CRは、処理容器1内において、ウエハWが支持部PPによって支持されている場合にウエハWが処理容器1内に配置される位置PT(配置位置)と磁石部2の第1のコア部2aの第1の端面2a1との間に配置される。図4に示す冷却部CRは、処理容器1内において第1の壁部1aに設けられている。冷却部CR上に第1の壁部1aが設けられている。処理容器1の外側において第1の壁部1aに磁石部2の第1の端面2a1が配置されている。図4に示す構成において、位置PTは、処理容器1の第1の壁部1a側に設けられている冷却部CRに対し離間している。図4に示す加熱部HTは、抵抗加熱ヒータである。加熱部HTは、位置PTと冷却部CRとの間に配置される。

【0045】

図4に示す構成において、ガス供給装置GSから供給される冷却ガスは、ガス供給口部MUを介して冷却部CRから処理空間Sp内に噴射される。

20

【0046】

図4に示す構成を含む基板処理装置10は、ウエハWを移動させる移動機構MVと電源DRとを更に備える。移動機構MVは、電源DRによって供給される電力によって駆動する。移動機構MVは、ウエハWが支持部PPによって支持されている状態において、ウエハWを、磁石部2の第1の端面2a1と磁石部2の第2の端面2b1とに対し平行としつつ第1の壁部1a側にある冷却部CRに接近および離間するように移動させる。より具体的には、移動機構MVは、磁石部2の第1の端面2a1と磁石部2の第2の端面2b1との間において支持部PPの端部(ウエハWと接する支持ピンPAの端部)を上下させること

30

【0047】

図4に示す構成では、支持部PPによって支持されている状態のウエハWは加熱部HTと、第1の壁部1aの側にある冷却部CRとの間に配置されるので、ウエハWに対する加熱および冷却が効果的に行われ得る。更に、ウエハWへの冷却時には、ウエハWを、第1の壁部1aの側にある冷却部CRに対してより接近させることができるので、ウエハWに対する冷却がより効果的に行われ得る。更に、搬送ロボットRb2によってウエハWが処理空間Sp内に搬入される場合、搬送ロボットRb2によってウエハWが処理空間Spから搬出される場合には、支持部PPの端部を移動させてウエハWの位置を調整することによって、ウエハWの搬入および搬出をより容易に行い得るようになる。

40

【0048】

図5には、処理容器1内に設けられる加熱部HTおよび冷却部CRの一態様が模式的に示されている。図5に示す処理容器1には、加熱部HT、冷却部CR、支持部PP、支持台JD1、支持柱JD2、ウエハWが収容されている。図5に示す構成においては、磁石部

50

2の第2の端面2b1上に第2の壁部1b(第2の断熱層1b1)が設けられ、支持部PPによって支持されているウエハWが第2の壁部1b上に配置され、このウエハW上に加熱部HTが設けられ、加熱部HT上に冷却部CRが設けられ、冷却部CR上に第1の壁部1a(第1の断熱層1a1)が設けられ、第1の壁部1a上に磁石部2の第1の端面2a1が設けられている。図5に示す処理容器1には、ガス供給口部MUが設けられている。支持台JD1は、支持柱JD2によって支持されており、支持ピンPAは、支持台JD1によって支持されている。

【0049】

図5に示す冷却部CRは、処理容器1内において、ウエハWが支持部PPによって支持されている場合にウエハWが処理容器1内に配置される位置PT(配置位置)と磁石部2の第1の端面2a1との間に配置される。図5に示す冷却部CRは、第1の壁部1aに設けられている。冷却部CR上に第1の壁部1aが設けられている。処理容器1の外側において第1の壁部1aに磁石部2の第1の端面2a1が配置されている。図5に示す処理容器1において、位置PTは、加熱部HTに対し離間している。図5に示す加熱部HTは、赤外線ヒータまたはランプヒータである。加熱部HTは、位置PTと冷却部CRとの間に配置される。冷却部CRは、加熱部HTと第1の壁部1aとに接する場合がある。

10

【0050】

図5に示す処理容器1において、ガス供給装置GSから供給される冷却ガスは、ガス供給口部MUを介して冷却部CRから処理空間Sp内に噴射される。

【0051】

図5に示す構成では、加熱と冷却とがウエハWの同一の表面に対して行われるので、ウエハWに対し加熱、冷却が順次行われる場合に、加熱後のウエハWに対する冷却がより効果的に行われ得る。

20

【0052】

図6には、処理容器1内に設けられる加熱部HTおよび冷却部CRの一態様が模式的に示されている。図6に示す処理容器1には、加熱部HT、冷却部CR、支持部PP、ウエハWが収容されている。図6に示す冷却部CRは、第1の冷却層CRAと第2の冷却層CRBとを備える。図6に示す加熱部HTは、第1の加熱層HTAと第2の加熱層HTBとを備える。図6に示すガス供給口部MUは、第1のガス供給口MUAと第2のガス供給口MUBとを備える。

30

【0053】

図6に示す構成において、磁石部2の第2の端面2b1上に第2の壁部1b(第2の断熱層1b1)が設けられ、第2の壁部1b上に第2の冷却層CRBが設けられ、第2の冷却層CRB上に第2の加熱層HTBが設けられ、支持部PPによって支持されているウエハWが第2の加熱層HTB上に配置され、ウエハW上に第1の加熱層HTAが設けられ、第1の加熱層HTA上に第1の冷却層CRAが設けられ、第1の冷却層CRA上に第1の壁部1a(第1の断熱層1a1)が設けられ、第1の壁部1a上に磁石部2の第1の端面2a1が設けられている。図6に示す処理容器1には、ガス供給口部MUが設けられている。

【0054】

図6に示す処理容器1において、第1の冷却層CRAは、処理容器1内において、ウエハWが支持部PPによって支持されている場合にウエハWが処理容器1内に配置される位置PT(配置位置)と磁石部2の第1の端面2a1との間に配置されている。図6に示す処理容器1において、第2の冷却層CRBは、処理容器1内において、位置PTと磁石部2の第2の端面2b1との間に配置されている。

40

【0055】

図6に示す処理容器1において、第1の加熱層HTAは、赤外線ヒータまたはランプヒータである。図6に示す処理容器1において、第1の加熱層HTAは、位置PTと第1の冷却層CRAとの間に配置されている。図6に示す処理容器1において、第2の加熱層HTBは、赤外線ヒータまたはランプヒータである。図6に示す処理容器1において、第2の

50

加熱層 H T B は、位置 P T と第 2 の冷却層 C R B との間に配置されている。

【 0 0 5 6 】

図 6 に示す処理容器 1 において、第 1 の冷却層 C R A は、第 1 の壁部 1 a と第 1 の加熱層 H T A との間に配置される。第 1 の冷却層 C R A は、第 1 の壁部 1 a と第 1 の加熱層 H T A とに接しても良い。図 6 に示す処理容器 1 において、第 2 の冷却層 C R B は、第 2 の壁部 1 b と第 2 の加熱層 H T B との間に配置される。第 2 の冷却層 C R B は、第 2 の壁部 1 b と第 2 の加熱層 H T B とに接しても良い。図 6 に示す処理容器 1 において、位置 P T は、第 1 の加熱層 H T A と第 2 の加熱層 H T B とに対し離間している。

【 0 0 5 7 】

図 6 に示す処理容器 1 において、ガス供給装置 G S から供給される冷却ガスは、第 1 のガス供給口 M U A を介して第 1 の冷却層 C R A から処理空間 S p に噴射されると共に、第 2 のガス供給口 M U B を介して第 2 の冷却層 C R B から処理空間 S p 内に噴射される。

10

【 0 0 5 8 】

図 6 に示す構成では、ウエハ W の二つの表面のそれぞれに対して加熱と冷却とが行われるので、ウエハ W に対する加熱および冷却がより短期間で十分に行われ得ると共に、ウエハ W に対し加熱、冷却が順次行われる場合に、加熱後のウエハ W に対する冷却がより効果的に行われ得る。

【 0 0 5 9 】

次に、図 7 に示す処理動作について説明する。一実施形態において、ウエハ W は、図 7 に示す下記のステップ S T 1 ~ S T 5 によって処理され得る。まず、ゲートバルブ R A を介してウエハ W を処理容器 1 内に搬入し、処理容器 1 内の位置 P T (図 4 ~ 図 6 を参照) にウエハ W を配置する (ステップ S T 1)。

20

【 0 0 6 0 】

ステップ S T 1 に引き続くステップ S T 2 において、加熱部 H T を用いて所定 (以下、所定とは、予め設定されていることを示す) の温度にウエハ W を加熱する。加熱部 H T が図 4 に示す抵抗加熱ヒータの場合には、加熱部 H T は常時加熱されており、加熱部 H T 上にウエハ W が載置されたタイミングから、加熱部 H T による加熱が開始される。加熱部 H T が図 5 および図 6 に示す赤外線ヒータまたはランプヒータの場合には、ウエハ W を処理容器 1 内の位置 P T に配置した後に、加熱部 H T を O N にし、予め設定されたパワーによってウエハ W を加熱する。

30

【 0 0 6 1 】

ステップ S T 2 に引き続くステップ S T 3 において、ウエハ W の温度を、所定時間の間、所定の温度に保持する。ステップ S T 3 において保持されるウエハ W の温度は、300 ~ 500 であり、ステップ S T 3 においてウエハ W を当該温度に保持する時間は、1 [s e c] ~ 10 [m i n] である。

【 0 0 6 2 】

ステップ S T 3 に引き続くステップ S T 4 において、ウエハ W を冷却する。ステップ S T 4 においてウエハ W に対する冷却は、0.5 [/ s e c] 以上の冷却速度で行う。冷却速度は、冷却ガスの流量と処理容器 1 内の圧力とによって制御され得る。冷却ガスの流量が多いほど、また処理容器 1 内の圧力が高いほど、冷却速度は大きくなり得る。

40

【 0 0 6 3 】

加熱部 H T が図 4 に示す抵抗加熱ヒータの場合には、ステップ S T 3 の終了後に、ステップ S T 4 において、ウエハ W を支持ピン P A によって図 4 に示す加熱ステージ (加熱部 H T を内蔵しておりウエハ W が載置され得るステージであり、以下同様。図 4 に示す場合、加熱部 H T 自体が加熱ステージであるということもできる。) から離間させた状態にして、ウエハ W に対する冷却を行っても良い。

【 0 0 6 4 】

加熱部 H T が図 4 に示す抵抗加熱ヒータの場合には、加熱時 (ステップ S T 2 およびステップ S T 3) におけるウエハ W の位置 (図 4 に示す加熱ステージに載置されている状態のウエハ W の位置) を図 4 に示す位置 P T よりも低い位置に予め設定し、ウエハ W に対する

50

加熱が終了した後に（ステップ S T 3 の後に）、ステップ S T 4 において、ウエハ W を支持ピン P A によって加熱ステージから離間させた状態にして、ウエハ W に対する冷却を行っても良い。この場合に、ステップ S T 4 におけるウエハ W の位置は、図 4 に示す位置 P T であっても良い。

【 0 0 6 5 】

加熱部 H T が図 5 および図 6 に示す赤外線ヒータまたはランプヒータの場合には、ステップ S T 4 における冷却は、加熱部 H T のパワーを O F F にした後に、冷却部 C R から冷却ガスを流すことによって行われ得る。

【 0 0 6 6 】

ステップ S T 4 に引き続くステップ S T 5 において、ウエハ W を、処理容器 1 内からゲートバルブ R A を介して搬出する。ステップ S T 5 におけるウエハ W の搬出は、ウエハ W の温度が搬出可能な温度以下になった時点で開始することができる。ステップ S T 5 においてウエハ W の冷却に必要な時間は、予め測定によって定められた時間であることができる。

10

【 0 0 6 7 】

以上、好適な実施の形態において本発明の原理を図示し説明してきたが、本発明は、そのような原理から逸脱することなく配置および詳細において変更され得ることは、当業者によって認識される。本発明は、本実施の形態に開示された特定の構成に限定されるものではない。したがって、特許請求の範囲およびその精神の範囲から来る全ての修正および変更を請求する。

20

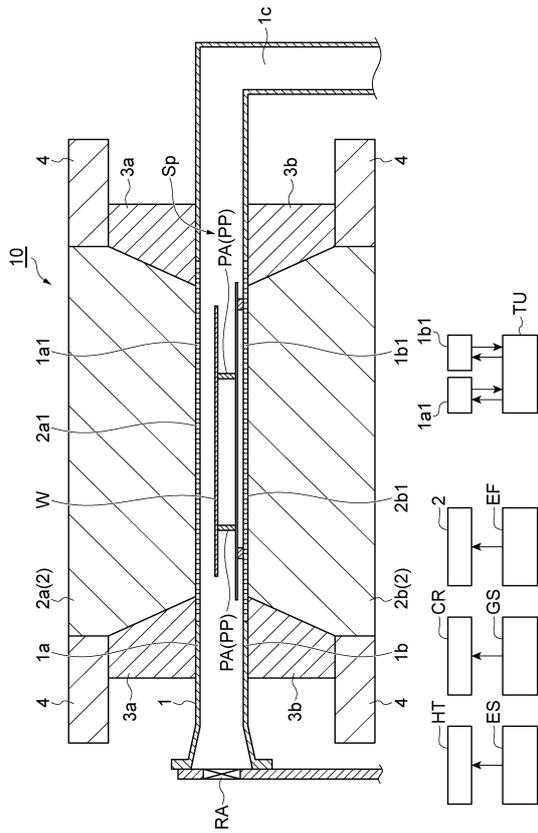
【符号の説明】

【 0 0 6 8 】

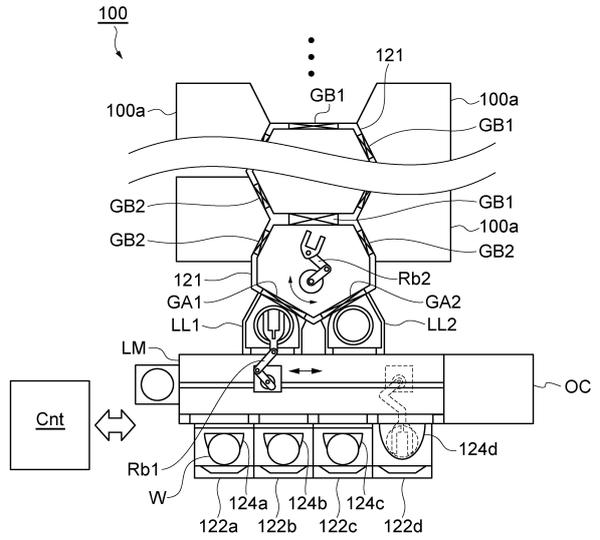
1 ... 処理容器、 1 0 ... 基板処理装置、 1 0 0 ... 処理システム、 1 0 0 a ... 処理室、 1 2 1 ... トランスファーチャンバ、 1 2 2 a ... 台、 1 2 2 b ... 台、 1 2 2 c ... 台、 1 2 2 d ... 台、 1 2 4 a ... 収容容器、 1 2 4 b ... 収容容器、 1 2 4 c ... 収容容器、 1 2 4 d ... 収容容器、 1 a ... 第 1 の壁部、 1 a 1 ... 第 1 の断熱層、 1 b ... 第 2 の壁部、 1 b 1 ... 第 2 の断熱層、 1 c ... 排気管、 2 ... 磁石部、 2 a ... 第 1 のコア部、 2 a 1 ... 第 1 の端面、 2 b ... 第 2 のコア部、 2 b 1 ... 第 2 の端面、 3 a ... 素線部、 3 b ... 素線部、 4 ... ヨーク、 C n t ... 制御部、 C R ... 冷却部、 C R A ... 第 1 の冷却層、 C R B ... 第 2 の冷却層、 D R ... 電源、 E F ... 電源、 E S ... 電源、 G A 1 ... ゲート、 G A 2 ... ゲート、 G B 1 ... ゲート、 G B 2 ... ゲート、 G S ... ガス供給装置、 H T ... 加熱部、 H T A ... 第 1 の加熱層、 H T B ... 第 2 の加熱層、 J D 1 ... 支持台、 J D 2 ... 支持柱、 L L 1 ... ロードロックチャンバ、 L L 2 ... ロードロックチャンバ、 L M ... ロータモジュール、 M U ... ガス供給口部、 M U A ... 第 1 のガス供給口、 M U B ... 第 2 のガス供給口、 M V ... 移動機構、 O C ... 特性値測定装置、 O M ... 開口部、 O M P ... 切欠部、 P A ... 支持ピン、 P P ... 支持部、 P T ... 位置、 R A ... ゲートバルブ、 R b 1 ... 搬送口ボット、 R b 2 ... 搬送口ボット、 S p ... 処理空間、 T U ... チラーユニット、 W ... ウエハ。

30

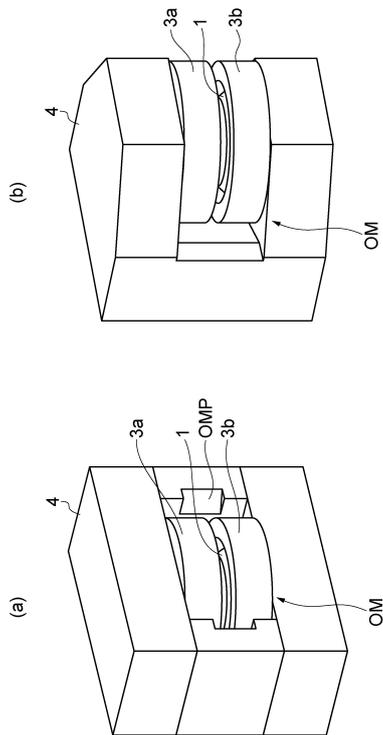
【 図 1 】



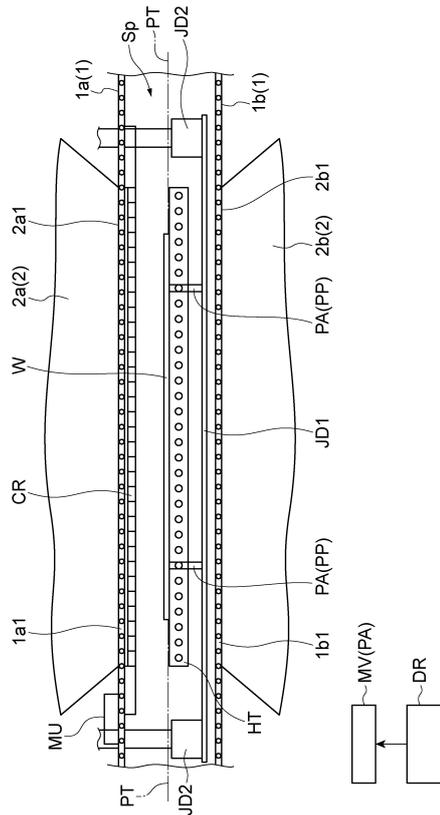
【 図 2 】



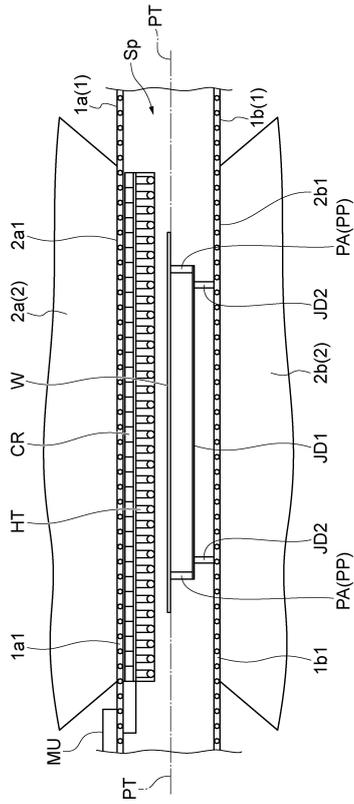
【 図 3 】



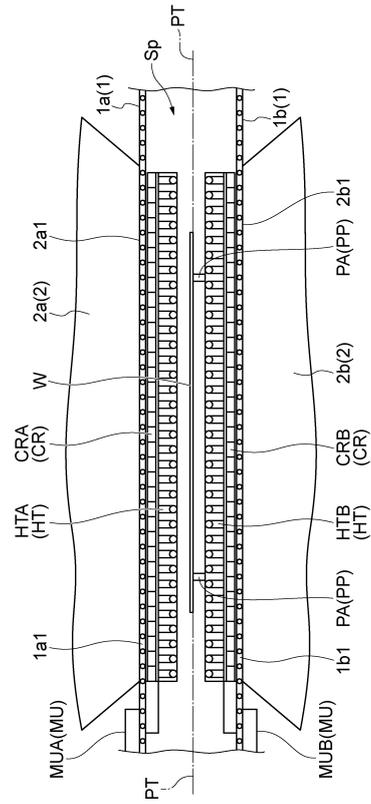
【 図 4 】



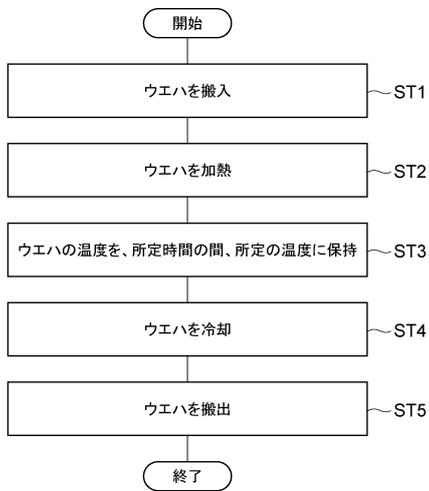
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

C 2 3 C 14/58 (2006.01)

- (72)発明者 石井 亨
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 中村 貴人
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 齋藤 誠
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 デヴィッド ハーリー
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 イアン コルガン
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 西出 隆二

- (56)参考文献 特開2010-242113(JP,A)
国際公開第2016/125200(WO,A1)
国際公開第2011/043490(WO,A1)
特開2014-119822(JP,A)
特開2004-211167(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H 0 1 L 4 3 / 1 2
C 2 3 C 1 4 / 5 8
H 0 1 L 2 1 / 6 7 7
H 0 1 L 2 1 / 8 2 3 9
H 0 1 L 2 7 / 1 0 5
H 0 1 L 4 3 / 0 8