

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6632917号
(P6632917)

(45) 発行日 令和2年1月22日 (2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月20日 (2019.12.20)

(51) Int.Cl.

F 2 5 B 9/00 (2006.01)

F 1

F 2 5 B 9/00

Z

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-52227 (P2016-52227)
 (22) 出願日 平成28年3月16日 (2016.3.16)
 (65) 公開番号 特開2017-166747 (P2017-166747A)
 (43) 公開日 平成29年9月21日 (2017.9.21)
 審査請求日 平成30年6月12日 (2018.6.12)

(73) 特許権者 000002107
 住友重機械工業株式会社
 東京都品川区大崎二丁目1番1号
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (74) 代理人 100109047
 弁理士 村田 雄祐
 (74) 代理人 100109081
 弁理士 三木 友由
 (74) 代理人 100116274
 弁理士 富所 輝観夫
 (72) 発明者 及川 健
 東京都西東京市谷戸町二丁目1番1号 住
 友重機械工業株式会社田無製造所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可動テーブル冷却装置及び可動テーブル冷却システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空容器内で物体を保持する可動テーブルを冷却する可動テーブル冷却装置であって、
 圧縮機と、

前記真空容器に固定されるコールドヘッドであって、前記真空容器内に配置される冷却
 部を備えるコールドヘッドと、

分岐部を備え、前記圧縮機から前記コールドヘッドに冷媒ガスを供給する冷凍機ガス供
 給ラインと、

合流部を備え、前記コールドヘッドから前記圧縮機に冷媒ガスを排気する冷凍機ガス排
 気ラインと、

前記圧縮機から前記可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機
 ガス供給ラインから分岐し第1可動テーブル流路に接続される第1ガス流入ラインであっ
 て、前記冷却部と熱的に結合する熱交換部を備える第1ガス流入ラインと、

前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第1可動テーブル流路
 に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第1ガス流出ラインと、

前記圧縮機から前記可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機
 ガス供給ラインから分岐し第2可動テーブル流路に接続される第2ガス流入ラインであっ
 て、前記冷却部と熱的に非結合に配設される第2ガス流入ラインと、

前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第2可動テーブル流路
 に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第2ガス流出ラインと、

10

20

を備えることを特徴とする可動テーブル冷却装置。

【請求項 2】

前記第 1 ガス流入ラインは、前記真空容器内で前記可動テーブルが移動可能であるよう前記第 1 可動テーブル流路に接続される第 1 ガス流入フレキシブル管を備え、

前記第 1 ガス流出ラインは、前記真空容器内で前記可動テーブルが移動可能であるよう前記第 1 可動テーブル流路に接続される第 1 ガス流出フレキシブル管を備え、

前記第 2 ガス流入ラインは、前記真空容器内で前記可動テーブルが移動可能であるよう前記第 2 可動テーブル流路に接続される第 2 ガス流入フレキシブル管を備え、

前記第 2 ガス流出ラインは、前記真空容器内で前記可動テーブルが移動可能であるよう前記第 2 可動テーブル流路に接続される第 2 ガス流出フレキシブル管を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の可動テーブル冷却装置。

10

【請求項 3】

前記冷凍機ガス供給ラインは、冷凍機ガス流量調節バルブを備え、

前記第 1 ガス流入ラインは、第 1 ガス流量調節バルブを備え、

前記第 2 ガス流入ラインは、第 2 ガス流量調節バルブを備え、

前記可動テーブル、前記圧縮機、及び/または前記コールドヘッドの状態に基づいて、前記冷凍機ガス流量調節バルブ、前記第 1 ガス流量調節バルブおよび前記第 2 ガス流量調節バルブの少なくとも 1 つを制御するバルブ制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の可動テーブル冷却装置。

【請求項 4】

20

前記可動テーブルの測定温度を前記バルブ制御部に出力する可動テーブル温度センサをさらに備え、

前記バルブ制御部は、

前記可動テーブルの測定温度が温度しきい値より高い場合に、前記第 1 ガス流量調節バルブを閉じ前記第 2 ガス流量調節バルブを開き、

前記可動テーブルの測定温度が前記温度しきい値より低い場合に、前記第 1 ガス流量調節バルブを開き前記第 2 ガス流量調節バルブを閉じることを特徴とする請求項 3 に記載の可動テーブル冷却装置。

【請求項 5】

前記バルブ制御部は、

30

前記可動テーブルの測定温度が前記温度しきい値より高い場合に、前記冷凍機ガス流量調節バルブを所定の開度を開き、

前記可動テーブルの測定温度が前記温度しきい値より低い場合に、前記冷凍機ガス流量調節バルブを前記所定の開度より大きい開度を開くことを特徴とする請求項 4 に記載の可動テーブル冷却装置。

【請求項 6】

前記圧縮機は、圧縮機モータと、前記圧縮機モータの運転周波数を制御するとともに前記運転周波数を前記バルブ制御部に出力する圧縮機制御部と、を備え、

前記バルブ制御部は、前記運転周波数に応じて前記第 1 ガス流量調節バルブ及び/または前記第 2 ガス流量調節バルブの開度を決定することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の可動テーブル冷却装置。

40

【請求項 7】

前記冷却部の測定温度を前記バルブ制御部に出力するコールドヘッド温度センサをさらに備え、

前記バルブ制御部は、前記冷却部の測定温度に応じて前記冷凍機ガス流量調節バルブを制御することを特徴とする請求項 3 から 6 のいずれかに記載の可動テーブル冷却装置。

【請求項 8】

真空容器内で物体を保持する可動テーブルを冷却する可動テーブル冷却装置であって、圧縮機と、

前記真空容器に固定されるコールドヘッドであって、高压ポートと、低压ポートと、前

50

記真空容器内に配置される冷却部とを備え、前記冷却部の中に冷媒ガスの膨張室が形成されるコールドヘッドと、

分岐部を備え、前記高圧ポートに接続され、前記圧縮機から前記コールドヘッドの前記高圧ポートを通じて前記膨張室に冷媒ガスを供給する冷凍機ガス供給ラインと、

合流部を備え、前記低圧ポートに接続され、前記コールドヘッドの前記低圧ポートを通じて前記膨張室から前記圧縮機に冷媒ガスを排気する冷凍機ガス排気ラインと、

前記圧縮機から前記可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機ガス供給ラインから分岐し第 1 可動テーブル流路に接続される第 1 ガス流入ラインであって、前記冷却部と熱的に結合する熱交換部を備える第 1 ガス流入ラインと、

前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第 1 可動テーブル流路に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第 1 ガス流出ラインと、

前記冷凍機ガス供給ラインに配置される冷凍機ガス流量調節バルブと、

前記第 1 ガス流入ラインに配置される第 1 ガス流量調節バルブと、

前記可動テーブル、前記圧縮機、及び/または前記コールドヘッドの状態に基づいて、前記冷凍機ガス流量調節バルブおよび前記第 1 ガス流量調節バルブの少なくとも 1 つを制御するバルブ制御部と、を備えることを特徴とする可動テーブル冷却装置。

【請求項 9】

圧縮機と、

複数の可動テーブル冷却サブシステムであって、各々が、

真空容器に固定されるコールドヘッドであって、前記真空容器内に配置される冷却部を備えるコールドヘッドと、

分岐部を備え、前記圧縮機から前記コールドヘッドに冷媒ガスを供給する冷凍機ガス供給ラインと、

合流部を備え、前記コールドヘッドから前記圧縮機に冷媒ガスを排気する冷凍機ガス排気ラインと、

前記圧縮機から前記真空容器内で物体を保持する可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機ガス供給ラインから分岐し第 1 可動テーブル流路に接続される第 1 ガス流入ラインであって、前記冷却部と熱的に結合する熱交換部を備える第 1 ガス流入ラインと、

前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第 1 可動テーブル流路に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第 1 ガス流出ラインと

、

前記圧縮機から前記可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機ガス供給ラインから分岐し第 2 可動テーブル流路に接続される第 2 ガス流入ラインであって、前記冷却部と熱的に非結合に配設される第 2 ガス流入ラインと、

前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第 2 可動テーブル流路に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第 2 ガス流出ラインと、を備える複数の可動テーブル冷却サブシステムと、を備えることを特徴とする可動テーブル冷却システム。

【請求項 10】

前記複数の可動テーブル冷却サブシステムの各々が、前記第 1 ガス流入ラインに第 1 ガス流量調節バルブを備え、前記第 2 ガス流入ラインに第 2 ガス流量調節バルブを備え、

前記可動テーブル、前記圧縮機、及び/または前記コールドヘッドの状態に基づいて、前記第 1 ガス流量調節バルブおよび前記第 2 ガス流量調節バルブの少なくとも 1 つを制御するバルブ制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 9 に記載の可動テーブル冷却システム。

【請求項 11】

前記圧縮機は、圧縮機モータと、前記圧縮機モータの運転周波数を制御するとともに前記運転周波数を前記バルブ制御部に出力する圧縮機制御部と、を備え、

前記バルブ制御部は、前記運転周波数に応じて各可動テーブル冷却サブシステムの第 2

10

20

30

40

50

ガス流量調節バルブの開度を共通に決定し、及び／または、前記運転周波数に応じて各可動テーブル冷却サブシステムの第1ガス流量調節バルブの開度を共通に決定することを特徴とする請求項10に記載の可動テーブル冷却システム。

【請求項12】

前記圧縮機は、圧縮機モータと、前記圧縮機モータの運転周波数を制御するとともに前記運転周波数を前記バルブ制御部に出力する圧縮機制御部と、を備え、

前記バルブ制御部は、前記複数の可動テーブル冷却サブシステムから一の可動テーブル冷却サブシステムを選択し、選択された可動テーブル冷却サブシステムについて、前記運転周波数に応じて前記第1ガス流量調節バルブおよび前記第2ガス流量調節バルブの少なくとも1つを制御することを特徴とする請求項10に記載の可動テーブル冷却システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可動テーブル冷却装置及び可動テーブル冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

種々の循環冷却システムが知られており、これらは物体を極低温に冷却するために利用されている。こうした冷却システムは典型的に、真空容器内に固定的に設置された機器を冷却するよう構成されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平11-63697号公報

【特許文献2】特開平10-313136号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明のある態様の例示的な目的のひとつは、真空容器内で物体を保持する可動テーブルを冷却するのに適する冷却装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0005】

本発明のある態様によると、真空容器内で物体を保持する可動テーブルを冷却する可動テーブル冷却装置であって、圧縮機と、前記真空容器に固定されるコールドヘッドであって、前記真空容器内に配置される冷却部を備えるコールドヘッドと、分岐部を備え、前記圧縮機から前記コールドヘッドに冷媒ガスを供給する冷凍機ガス供給ラインと、合流部を備え、前記コールドヘッドから前記圧縮機に冷媒ガスを排気する冷凍機ガス排気ラインと、前記圧縮機から前記可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機ガス供給ラインから分岐し第1可動テーブル流路に接続される第1ガス流入ラインであって、前記冷却部と熱的に結合する熱交換部を備える第1ガス流入ラインと、前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第1可動テーブル流路に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第1ガス流出ラインと、前記圧縮機から前記可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機ガス供給ラインから分岐し第2可動テーブル流路に接続される第2ガス流入ラインであって、前記冷却部と熱的に非結合に配設される第2ガス流入ラインと、前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第2可動テーブル流路に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第2ガス流出ラインと、を備えることを特徴とする可動テーブル冷却装置が提供される。

40

【0006】

本発明のある態様によると、真空容器内で物体を保持する可動テーブルを冷却する可動テーブル冷却装置であって、圧縮機と、前記真空容器に固定されるコールドヘッドであって

50

て、前記真空容器内に配置される冷却部を備えるコールドヘッドと、分岐部を備え、前記圧縮機から前記コールドヘッドに冷媒ガスを供給する冷凍機ガス供給ラインと、合流部を備え、前記コールドヘッドから前記圧縮機に冷媒ガスを排気する冷凍機ガス排気ラインと、前記圧縮機から前記可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機ガス供給ラインから分岐し第1可動テーブル流路に接続される第1ガス流入ラインであって、前記冷却部と熱的に結合する熱交換部を備える第1ガス流入ラインと、前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第1可動テーブル流路に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第1ガス流出ラインと、前記冷凍機ガス供給ラインに配置される冷凍機ガス流量調節バルブと、前記第1ガス流入ラインに配置される第1ガス流量調節バルブと、前記可動テーブル、前記圧縮機、及び/または前記コールドヘッドの状態に基づいて、前記冷凍機ガス流量調節バルブおよび前記第1ガス流量調節バルブの少なくとも1つを制御するバルブ制御部と、を備えることを特徴とする可動テーブル冷却装置が提供される。

10

【0007】

本発明のある態様によると、圧縮機と、複数の可動テーブル冷却サブシステムであって、各々が、真空容器に固定されるコールドヘッドであって、前記真空容器内に配置される冷却部を備えるコールドヘッドと、分岐部を備え、前記圧縮機から前記コールドヘッドに冷媒ガスを供給する冷凍機ガス供給ラインと、合流部を備え、前記コールドヘッドから前記圧縮機に冷媒ガスを排気する冷凍機ガス排気ラインと、前記圧縮機から前記真空容器内で物体を保持する可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機ガス供給ラインから分岐し第1可動テーブル流路に接続される第1ガス流入ラインであって、前記冷却部と熱的に結合する熱交換部を備える第1ガス流入ラインと、前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第1可動テーブル流路に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第1ガス流出ラインと、前記圧縮機から前記可動テーブルに冷媒ガスが流入するよう前記分岐部にて前記冷凍機ガス供給ラインから分岐し第2可動テーブル流路に接続される第2ガス流入ラインであって、前記冷却部と熱的に非結合に配設される第2ガス流入ラインと、前記可動テーブルから前記圧縮機に冷媒ガスが流出するよう前記第2可動テーブル流路に接続され前記合流部にて前記冷凍機ガス排気ラインに合流する第2ガス流出ラインと、を備える複数の可動テーブル冷却サブシステムと、を備えることを特徴とする可動テーブル冷却システムが提供される。

20

30

【0008】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、真空容器内で物体を保持する可動テーブルを冷却するのに適する冷却装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明のある実施形態に係る可動テーブル冷却装置の全体構成を概略的に示す図である。

40

【図2】図1に示す冷却装置の制御構成を例示する。

【図3】本発明のある実施形態に係る冷却装置の制御方法を例示するフローチャートである。

【図4】図3に示すバルブ開度調整を例示する。

【図5】図3に示すバルブ開度調整の他の例を示す。

【図6】ある実施形態に係る可動テーブル冷却システムを概略的に示す。

【図7】ある実施形態に係るバルブ開度調整を例示する。

【発明を実施するための形態】

【0011】

50

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。なお、説明において同一または同等の要素には同一または同等の符号を付し、重複する説明を適宜省略する。また、以下に述べる構成は例示であり、本発明の範囲を何ら限定するものではない。

【0012】

図1は、本発明のある実施形態に係る可動テーブル冷却装置（以下適宜「冷却装置」ともいう）10の全体構成を概略的に示す図である。冷却装置10は、真空容器102を備える真空装置100とともに使用される。

【0013】

真空装置100は例えばウエハ検査装置または半導体検査装置である。あるいは、真空装置100は、イオン注入装置、PVD装置、またはその他の真空プロセス装置であってもよい。真空装置100は、真空容器102内で物体（例えばウエハ）を保持する可動テーブル104を有する。可動テーブル104は、真空容器102内を移動可能に構成されている。可動テーブル104は、冷媒ガスのための第1可動テーブル流路106および第2可動テーブル流路108を有する。第1可動テーブル流路106と第2可動テーブル流路108とは相互に隔離されており、第1可動テーブル流路106と第2可動テーブル流路108との間で冷媒ガスの流れは生じない。

【0014】

こうした真空装置100においては物体を極低温（例えば、約80Kから約150Kまたは約100Kから約130Kの範囲に含まれる温度）に冷却することが求められる場合がある。そのため、冷却装置10は、以下に詳述するように、可動テーブル104を冷却するよう構成されている。

【0015】

冷却装置10は、極低温冷凍機12と循環冷却装置14とを備える。極低温冷凍機12は、圧縮機16、コールドヘッド18、および冷凍機ガス循環ライン20を備える。循環冷却装置14は、低温ガス循環ライン22および室温ガス循環ライン24を備える。循環冷却装置14は、チラー26を備えてもよい。

【0016】

知られているように、第1高圧を有する冷媒ガスが圧縮機16からコールドヘッド18に供給される。コールドヘッド18における断熱膨張により、冷媒ガスは第1高圧からそれより低い第2高圧に減圧される。第2高圧を有する冷媒ガスは、コールドヘッド18から圧縮機16に回収される。圧縮機16は、回収された第2高圧を有する冷媒ガスを圧縮する。こうして冷媒ガスは再び第1高圧に昇圧される。一般に第1高圧及び第2高圧はともに大気圧よりかなり高い。説明の便宜上、第1高圧及び第2高圧はそれぞれ単に高圧及び低圧とも呼ばれる。通例、高圧は例えば2～3MPaであり、低圧は例えば0.5～1.5MPaである。高圧と低圧との差圧は例えば1.2～2MPa程度である。冷媒ガスは例えばヘリウムガスである。

【0017】

圧縮機16は、真空容器102外の室温環境に設置されている。圧縮機16は、冷凍機ガス循環ライン20に高圧冷媒ガスを送出するための吐出ポート16aと、冷凍機ガス循環ライン20から低圧冷媒ガスを受け入れるための吸入ポート16bと、を備える。

【0018】

循環冷却装置14は、圧縮機16を極低温冷凍機12と共用している。そのため、圧縮機16は、循環冷却装置14から吸入ポート16bを通じて流入する冷媒ガスを加圧し、吐出ポート16aを通じて循環冷却装置14に再び供給するよう構成されている。極低温冷凍機12と循環冷却装置14は共通の冷媒ガスで運転される。圧縮機16の共用により、循環冷却装置14は専用の冷媒ガス循環ポンプが不要となる。冷却装置10をコンパクトに構成することができる。

【0019】

コールドヘッド18は、例えばギフォード・マクマホン式冷凍機（いわゆるGM冷凍機

10

20

30

40

50

）やパルス管冷凍機のような蓄冷式極低温冷凍機の膨張機である。コールドヘッド１８は、単段式ＧＭ冷凍機の膨張機であってもよい。コールドヘッド１８は、冷凍機ガス循環ライン２０から高压冷媒ガスを受け入れるための高压ポート１８ａと、冷凍機ガス循環ライン２０に低压冷媒ガスを送出するための低压ポート１８ｂと、を備える。

【００２０】

また、コールドヘッド１８は、フランジ部１８ｃ、冷却部１８ｄ、シリンダ部１８ｅ、および駆動機構１８ｆを備える。コールドヘッド１８は、フランジ部１８ｃを介して真空容器１０２に固定される。冷却部１８ｄは、真空容器１０２内に配置される。シリンダ部１８ｅは、冷却部１８ｄをフランジ部１８ｃに構造的に連結する。駆動機構１８ｆは、フランジ部１８ｃ上にあり、真空容器１０２外に配置される。

10

【００２１】

コールドヘッド１８が例えばＧＭ冷凍機である場合、コールドヘッド１８は、駆動機構１８ｆによって軸方向に往復移動するディスプレイサ１８ｇとこれに内蔵された蓄冷器（図示せず）を有する。ディスプレイサ１８ｇは、シリンダ部１８ｅに收容されており、シリンダ部１８ｅによってディスプレイサ１８ｇの往復移動が案内される。シリンダ部１８ｅに対するディスプレイサ１８ｇの相対移動により両者の間に形成される可変容積が、冷媒ガスの膨張室１８ｈとして用いられる。膨張室１８ｈは、冷却部１８ｄの中に形成される。また、駆動機構１８ｆは、圧縮機１６からコールドヘッド１８への高压冷媒ガス供給とコールドヘッド１８から圧縮機１６への低压冷媒ガス回収とを交互に切り替えるよう構成されている。膨張室１８ｈの容積変化と圧力変化とを適切に同期させることによって、コールドヘッド１８は冷却部１８ｄに寒冷を発生させることができる。

20

【００２２】

冷凍機ガス循環ライン２０は、真空容器１０２の外に配置されている。冷凍機ガス循環ライン２０は、圧縮機１６からコールドヘッド１８に冷媒ガスを供給する冷凍機ガス供給ライン２０ａと、コールドヘッド１８から圧縮機１６に冷媒ガスを排気する冷凍機ガス排気ライン２０ｂと、を有する。冷凍機ガス供給ライン２０ａは、吐出ポート１６ａを高压ポート１８ａに接続する。冷凍機ガス排気ライン２０ｂは、吸入ポート１６ｂを低压ポート１８ｂに接続する。冷凍機ガス供給ライン２０ａは、剛性管、フレキシブル管、またはこれらの組合せであってもよい。同様に、冷凍機ガス排気ライン２０ｂは、剛性管、フレキシブル管、またはこれらの組合せであってもよい。

30

【００２３】

冷凍機ガス供給ライン２０ａは、吐出ポート１６ａと高压ポート１８ａとの間に分岐部２８を備える。分岐部２８は、第１分岐点２８ａと第２分岐点２８ｂを有する。分岐部２８は、継手やマニホールドなど公知の管分岐器具で実現されうる。

【００２４】

また、冷凍機ガス供給ライン２０ａは、分岐部２８と高压ポート１８ａとの間に配置されている冷凍機ガス流量調節バルブＶ０を備える。冷凍機ガス流量調節バルブＶ０は、冷凍機ガス循環ライン２０の冷媒ガス流量を調節するよう構成されている。冷凍機ガス流量調節バルブＶ０は、開度を調整可能であり、それにより冷媒ガス流量を変更することができる。

40

【００２５】

冷凍機ガス排気ライン２０ｂは、吸入ポート１６ｂと低压ポート１８ｂとの間に合流部３０を備える。合流部３０は、第１合流点３０ａと第２合流点３０ｂを有する。合流部３０は、継手やマニホールドなど公知の管合流器具で実現されうる。

【００２６】

低温ガス循環ライン２２は、第１ガス流入ライン３２と第１ガス流出ライン３４とを有する。第１ガス流入ライン３２は、圧縮機１６から可動テーブル１０４に冷媒ガスが流入するよう分岐部２８にて冷凍機ガス供給ライン２０ａから分岐し第１可動テーブル流路１０６に接続される。第１ガス流出ライン３４は、可動テーブル１０４から圧縮機１６に冷媒ガスが流出するよう第１可動テーブル流路１０６に接続され合流部３０にて冷凍機ガス

50

排気ライン 20b に合流する。

【0027】

室温ガス循環ライン 24 は、第 2 ガス流入ライン 36 と第 2 ガス流出ライン 38 とを有する。第 2 ガス流入ライン 36 は、圧縮機 16 から可動テーブル 104 に冷媒ガスが流入するよう分岐部 28 にて冷凍機ガス供給ライン 20a から分岐し第 2 可動テーブル流路 108 に接続される。第 2 ガス流出ライン 38 は、可動テーブル 104 から圧縮機 16 に冷媒ガスが流出するよう第 2 可動テーブル流路 108 に接続され合流部 30 にて冷凍機ガス排気ライン 20b に合流する。

【0028】

循環冷却装置 14 の流路構成をより詳しく説明する。

10

【0029】

第 1 ガス流入ライン 32 は、第 1 ガス流入導管 32a と第 1 ガス流入フレキシブル管 32b を有する。第 1 ガス流入導管 32a は、第 1 分岐点 28a にて冷凍機ガス供給ライン 20a から分岐し、第 1 ガス流入フレキシブル管 32b の一端に接続される。第 1 ガス流入フレキシブル管 32b の他端は、真空容器 102 内で可動テーブル 104 が移動可能であるよう第 1 可動テーブル流路 106 の入口に接続される。第 1 ガス流入導管 32a の一部は真空容器 102 外にあり、残りの部分は真空容器 102 内にある。第 1 ガス流入導管 32a は、剛性管、フレキシブル管、またはこれらの組合せであってもよい。

【0030】

第 1 ガス流入ライン 32 は、分岐部 28 の下流に配置されている第 1 ガス流量調節バルブ V1 を備える。第 1 ガス流量調節バルブ V1 は、第 1 ガス流入導管 32a 上にあり、真空容器 102 の外に配置されている。第 1 ガス流量調節バルブ V1 は、低温ガス循環ライン 22 の冷媒ガス流量を調節するよう構成されている。第 1 ガス流量調節バルブ V1 は、開度を調整可能であり、それにより冷媒ガス流量を変更することができる。

20

【0031】

第 1 ガス流出ライン 34 は、第 1 ガス流出導管 34a と第 1 ガス流出フレキシブル管 34b を有する。第 1 ガス流出導管 34a は、第 1 ガス流出フレキシブル管 34b の一端に接続され第 1 合流点 30a にて第 2 ガス流出ライン 38 に合流する。第 1 ガス流出フレキシブル管 34b の他端は、真空容器 102 内で可動テーブル 104 が移動可能であるよう第 1 可動テーブル流路 106 の出口に接続される。第 1 ガス流出導管 34a は、剛性管、フレキシブル管、またはこれらの組合せであってもよい。

30

【0032】

図示の例では第 1 合流点 30a が真空容器 102 内にあり、第 1 ガス流出導管 34a も真空容器 102 内にある。しかし、第 1 合流点 30a は真空容器 102 外にあってよく、その場合、第 1 ガス流出導管 34a の一部は真空容器 102 外にあり、残りの部分は真空容器 102 内にあってよい。

【0033】

第 2 ガス流入ライン 36 は、第 2 ガス流入導管 36a と第 2 ガス流入フレキシブル管 36b を有する。第 2 ガス流入導管 36a は、第 2 分岐点 28b にて冷凍機ガス供給ライン 20a から分岐し、第 2 ガス流入フレキシブル管 36b の一端に接続される。第 2 ガス流入フレキシブル管 36b の他端は、真空容器 102 内で可動テーブル 104 が移動可能であるよう第 2 可動テーブル流路 108 の入口に接続される。第 2 ガス流入導管 36a の一部は真空容器 102 外にあり、残りの部分は真空容器 102 内にある。第 2 ガス流入導管 36a は、剛性管、フレキシブル管、またはこれらの組合せであってもよい。

40

【0034】

第 2 ガス流入ライン 36 は、分岐部 28 の下流に配置されている第 2 ガス流量調節バルブ V2 を備える。第 2 ガス流量調節バルブ V2 は、第 2 ガス流入導管 36a 上にあり、真空容器 102 の外に配置されている。第 2 ガス流量調節バルブ V2 は、室温ガス循環ライン 24 の冷媒ガス流量を調節するよう構成されている。第 2 ガス流量調節バルブ V2 は、開度を調整可能であり、それにより冷媒ガス流量を変更することができる。

50

【 0 0 3 5 】

第2ガス流出ライン38は、第2ガス流出導管38aと第2ガス流出フレキシブル管38bを有する。第2ガス流出導管38aは、中途に第1合流点30aを有する。第2ガス流出導管38aは、第2ガス流出フレキシブル管38bの一端に接続され第2合流点30bにて冷凍機ガス排気ライン20bに合流する。第2ガス流出フレキシブル管38bの他端は、真空容器102内で可動テーブル104が移動可能であるよう第2可動テーブル流路108の出口に接続される。第2ガス流出導管38aの一部は真空容器102外にあり、残りの部分は真空容器102内にある。第2ガス流出導管38aは、剛性管、フレキシブル管、またはこれらの組合せであってもよい。

【 0 0 3 6 】

このように、第1可動テーブル流路106の出入口および第2可動テーブル流路108の出入口には剛性管ではなくフレキシブル管が接続されている。そのため、可動テーブル104は、循環冷却装置14によって冷却されながら真空容器102内で移動することができる。可動テーブル104の可動方向を例示的に矢印110で図示するが、可動方向はこれに限られず他の方向にも可動テーブル104は移動可能である。可動テーブル104とともに、テーブル上に保持される物体を移動することができる。なお、こうした可動テーブル104のフレキシブル管接続は、可動テーブル104の真空容器102外への移動を許容してもよい。

【 0 0 3 7 】

第1ガス流入フレキシブル管32b、第1ガス流出フレキシブル管34b、第2ガス流入フレキシブル管36b、第2ガス流出フレキシブル管38bはいずれも真空容器102内に配置されているが、これに限られない。いずれかのフレキシブル管が真空容器102の外まで延びていてもよい。

【 0 0 3 8 】

第1ガス流入ライン32は、真空容器102内に配置される主熱交換部40および副熱交換部42を備える。主熱交換部40は、副熱交換部42の下流、すなわち副熱交換部42と第1可動テーブル流路106との間にあり、冷媒ガスの本冷却をするよう構成されている。主熱交換部40において第1ガス流入ライン32は冷却部18dと熱的に結合している。副熱交換部42は、第1ガス流量調節バルブV1と主熱交換部40との間にあり、冷媒ガスの予備冷却をするよう構成されている。副熱交換部42において第1ガス流入ライン32は第1ガス流出ライン34と熱的に結合している。第1ガス流入ライン32が副熱交換部42の高温側であり、第1ガス流出ライン34が副熱交換部42の低温側である。副熱交換部42の低温側は、第1可動テーブル流路106と第1合流点30aとの間にある。

【 0 0 3 9 】

副熱交換部42において第1ガス流入ライン32は第1ガス流出ライン34との熱交換によって冷却される（同時に、第1ガス流出ライン34は第1ガス流入ライン32によって加熱される）。主熱交換部40において第1ガス流入ライン32は冷却部18dによってさらに冷却される。このように、圧縮機16から低温ガス循環ライン22に導入される冷媒ガスは、コールドヘッド18によって冷却され、可動テーブル104に供給される。

【 0 0 4 0 】

このように、主熱交換部40と可動テーブル104が同じ真空容器102内に収容されているので、主熱交換部40を可動テーブル104に近接して配置することができる。主熱交換部40から可動テーブル104への冷媒ガス経路が短いので、可動テーブル104への冷媒輸送中の熱損失（つまり冷媒の昇温）が抑制される。これは、冷却装置10の省エネルギー性の向上に役立つ。

【 0 0 4 1 】

主熱交換部40に蓄冷器41が備えられていてもよい。これにより、蓄冷器41が十分に冷えているときにはコールドヘッド18の運転を停止し又は低出力運転（例えばアイドル運転）とすることができる。これも、冷却装置10の省エネルギー性の向上に役立つ。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

第 2 ガス流入ライン 3 6 は、冷却部 1 8 d と熱的に非結合に配設されている。第 2 ガス流入ライン 3 6 は冷却部 1 8 d を経由しないので、第 2 ガス流入ライン 3 6 の冷媒ガスは冷却されない。よって、圧縮機 1 6 から室温ガス循環ライン 2 4 に導入される冷媒ガスは冷却されずに可動テーブル 1 0 4 に供給される。

【 0 0 4 3 】

第 2 ガス流出ライン 3 8 は、第 1 合流点 3 0 a と第 2 合流点 3 0 b との間でチラー 2 6 と熱的に結合している。こうして、第 2 ガス流出ライン 3 8 は、チラー 2 6 によって冷却される。

【 0 0 4 4 】

図 2 は、図 1 に示す冷却装置 1 0 の制御構成を例示する。こうした制御構成は、ハードウェア、ソフトウェア、またはそれらの組合せによって実現される。また、図 2 においては、関連する冷却装置 1 0 の一部の構成を概略的に示す。

【 0 0 4 5 】

冷却装置 1 0 は、バルブ制御部 4 6 を含む制御装置 4 4 を備える。バルブ制御部 4 6 は、詳細は後述するが、可動テーブル 1 0 4、圧縮機 1 6、及び / またはコールドヘッド 1 8 の状態に基づいて、冷凍機ガス流量調節バルブ V 0、第 1 ガス流量調節バルブ V 1 および第 2 ガス流量調節バルブ V 2 の少なくとも 1 つを制御するよう構成されている。

【 0 0 4 6 】

可動テーブル 1 0 4 には、可動テーブル温度センサ 4 8 が設けられている。可動テーブル温度センサ 4 8 は、可動テーブル 1 0 4 の表面または内部に取り付けられている。可動テーブル温度センサ 4 8 は、可動テーブル 1 0 4 の温度を測定し、可動テーブル 1 0 4 の測定温度をバルブ制御部 4 6 に出力するよう構成されている。

【 0 0 4 7 】

圧縮機 1 6 は、圧縮機 1 6 を駆動するための圧縮機モータ 5 0 と、高圧冷媒ガスの圧力を測定するための第 1 圧力センサ 5 2 と、低圧冷媒ガスの圧力を測定するための第 2 圧力センサ 5 4 と、圧縮機 1 6 を制御する圧縮機制御部 5 6 と、を備える。圧縮機制御部 5 6 は、制御装置 4 4 に設けられていてもよい。

【 0 0 4 8 】

第 1 圧力センサ 5 2 および第 2 圧力センサ 5 4 はそれぞれ測定圧力を制御装置 4 4 のバルブ制御部 4 6 及び / または圧縮機制御部 5 6 に出力するよう構成されている。これら圧力センサは冷凍機ガス循環ライン 2 0 の適切な場所に設けられていてもよい。例えば、第 1 圧力センサ 5 2 は、冷凍機ガス供給ライン 2 0 a に設置され、第 2 圧力センサ 5 4 は、冷凍機ガス排気ライン 2 0 b に設置されてもよい。

【 0 0 4 9 】

圧縮機制御部 5 6 は、圧縮機 1 6 の運転周波数（すなわち圧縮機モータ 5 0 の回転数）を変更するための圧縮機インバータ 5 7 を備える。圧縮機制御部 5 6 は、第 1 圧力センサ 5 2 及び / または第 2 圧力センサ 5 4 の測定圧力に基づいて圧縮機 1 6 の運転周波数を制御するよう構成されている。運転周波数は、運転速度とも呼ばれる。

【 0 0 5 0 】

圧縮機制御部 5 6 は例えば、圧縮機 1 6 の高圧と低圧との差圧を目標圧に制御する。これを以下では差圧一定制御と呼ぶことがある。圧縮機制御部 5 6 は、差圧一定制御のために圧縮機 1 6 の運転周波数を制御する。なお必要に応じて、差圧の目標値は差圧一定制御の実行中に変更されてもよい。

【 0 0 5 1 】

差圧一定制御において、圧縮機制御部 5 6 は、第 1 圧力センサ 5 2 の測定圧力と第 2 圧力センサ 5 4 の測定圧力との差圧を求める。圧縮機制御部 5 6 は、その差圧を目標値 P に追従させるようフィードバック制御により（例えば P I D 制御により）圧縮機 1 6 の運転周波数を決定する。圧縮機制御部 5 6 は、その運転周波数を実現するよう圧縮機インバータ 5 7 を制御する。

10

20

30

40

50

【0052】

コールドヘッド18は、コールドヘッド18を駆動するためのコールドヘッドモータ58と、冷却部18dの温度を測定するためのコールドヘッド温度センサ60と、コールドヘッド18を制御するコールドヘッド制御部62と、を備える。コールドヘッドモータ58は例えば駆動機構18fに設けられている。コールドヘッド制御部62は、制御装置44に設けられていてもよい。

【0053】

コールドヘッド温度センサ60は冷却部18dの表面または内部に取り付けられている。コールドヘッド温度センサ60は測定温度を制御装置44のバルブ制御部46及び/またはコールドヘッド制御部62に出力するよう構成されている。

10

【0054】

コールドヘッド制御部62は、コールドヘッド18の運転周波数（すなわちコールドヘッドモータ58の回転数）を変更するためのコールドヘッドインバータ63を備える。コールドヘッド制御部62は、コールドヘッド温度センサ60の測定温度に基づいてコールドヘッド18の運転周波数を制御するよう構成されている。

【0055】

コールドヘッド制御部62は、例えば、冷却部18dの温度を目標温度に制御する。コールドヘッド制御部62は、測定温度を目標温度に追従させるようフィードバック制御により（例えばPID制御により）コールドヘッド18の運転周波数を決定する。コールドヘッド制御部62は、その運転周波数を実現するようコールドヘッドインバータ63を制御する。目標温度は必要に応じて随時変更されうる。

20

【0056】

また、制御装置44は、第1ルックアップテーブル64および第2ルックアップテーブル66を備えてもよい。バルブ制御部46は、いずれかのテーブルを参照して、冷凍機ガス流量調節バルブV0、第1ガス流量調節バルブV1および第2ガス流量調節バルブV2の少なくとも1つの開度を決定するよう構成されていてもよい。制御装置44は、ルックアップテーブルに代えて、関数その他のバルブ開度演算に必要な情報を備えてもよい。

【0057】

例えば、第1ルックアップテーブル64は、圧縮機16の運転周波数と第1ガス流量調節バルブV1の開度との関係を表す。すなわち、第1ルックアップテーブル64は、圧縮機16の運転周波数を入力として、それに対応する第1ガス流量調節バルブV1の開度を出力することができる。あるいは、第1ルックアップテーブル64は、圧縮機16の運転周波数と第2ガス流量調節バルブV2との関係を表してもよい。第2ルックアップテーブル66は、冷却部18dの温度と冷凍機ガス流量調節バルブV0の開度との関係を表してもよい。

30

【0058】

図3は、本発明のある実施形態に係る冷却装置10の制御方法を例示するフローチャートである。本方法の実行中、圧縮機16およびコールドヘッド18の運転は継続されている。したがって、冷却部18dは所望の冷却温度に冷却されている。

【0059】

まず、バルブ制御部46は、可動テーブル104の測定温度Tが温度しきい値T0より高いか否かを判定する（S10）。可動テーブル104の測定温度Tは上述のように可動テーブル温度センサ48から取得される。温度しきい値T0は予め設定されており、バルブ制御部46に格納されている。温度しきい値T0は、室温（例えば約300K）に設定されてもよい。

40

【0060】

バルブ制御部46は、可動テーブル104の測定温度Tが温度しきい値T0より高い場合、室温冷却運転を選択する（S12）。室温冷却運転においては、バルブ制御部46は、第1ガス流量調節バルブV1を閉じ、第2ガス流量調節バルブV2を開く。また、コールドヘッド18の運転継続のために、バルブ制御部46は、冷凍機ガス流量調節バルブV

50

0を所定の開度を開く。この場合、コールドヘッド制御部62は、コールドヘッド18の運転を停止し又は低出力運転（例えばアイドル運転）としてもよい。

【0061】

一方、バルブ制御部46は、可動テーブル104の測定温度Tが温度しきい値T0以下の場合、低温冷却運転を選択する（S14）。低温冷却運転においては、バルブ制御部46は、第1ガス流量調節バルブV1を開き、第2ガス流量調節バルブV2を閉じる。また、低温冷却運転に必要な冷媒ガス流量を供給するために、バルブ制御部46は、冷凍機ガス流量調節バルブV0を、上記所定の開度より大きい開度を開く。つまり、低温冷却運転において冷凍機ガス流量調節バルブV0は、室温冷却運転と比べて冷凍機ガス循環ライン20の流量を増加させる。

10

【0062】

バルブ制御部46は、バルブ開度調整を実行する（S16）。詳細は後述するが、バルブ制御部46は、冷凍機ガス流量調節バルブV0、第1ガス流量調節バルブV1、及び/または第2ガス流量調節バルブV2の開度を調整する。この処理は任意であり、省略されてもよい。

【0063】

バルブ制御部46は、可動テーブル104の測定温度Tが目標温度Ttを満たすか否かを判定する（S18）。バルブ制御部46は、可動テーブル104の測定温度Tが目標温度Ttより高い場合（S18のY）、本方法を終了する。この場合、制御装置44は、冷却装置10の運転を停止してもよい。あるいは、制御装置44は、可動テーブル104の測定温度Tが目標温度Ttに保持されるよう冷却装置10の運転を継続してもよい。

20

【0064】

一方、バルブ制御部46は、可動テーブル104の測定温度Tが目標温度Tt以下である場合（S18のN）、本方法を繰り返す。すなわち、バルブ制御部46は再び、可動テーブル104の測定温度Tを温度しきい値と比較し、室温冷却運転または低温冷却運転を選択する。

【0065】

以上の構成による冷却装置10の動作を説明する。真空装置100の用途によるが、しばしば可動テーブル104には、冷却部18dの温度に比べて相当に高温の物体が搬入される。例えば、約450Kのウエハが可動テーブル104に搬入される。このウエハは例えば約100Kに冷却することが冷却装置10に求められる。

30

【0066】

このような状況においては、冷却対象が当初かなり高温である。そのため、冷却装置10は、低温ガス循環ライン22を遮断し室温ガス循環ライン24を開通して、室温冷却運転を行う。室温ガス循環ライン24の冷媒ガスは冷却対象の高温に比べて相対的に低いから、室温冷却運転で冷却が可能である。対象が室温まで冷却されてから、低温冷却運転に切り替えられ、対象は所望の冷却温度まで冷却される。

【0067】

室温冷却運転中の低温ガス循環ライン22の遮断により、圧縮機16の冷媒ガス吐出量を減らすことができる。室温冷却運転中は、コールドヘッド18を運転せずに（または低出力運転で）対象を冷却することができる。また、低温冷却運転中の室温ガス循環ライン24の遮断によっても、圧縮機16の冷媒ガス吐出量を減らすことができる。圧縮機16の消費電力が抑制されるので、冷却装置10の省エネルギー性が向上される。

40

【0068】

以上、本発明を実施例にもとづいて説明した。本発明は上記実施形態に限定されず、種々の設計変更が可能であり、様々な変形例が可能であること、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは、当業者に理解されるところである。

【0069】

図4は、図3に示すバルブ開度調整（S16）を例示する。まず、バルブ制御部46は、圧縮機16の運転周波数を取得する（S20）。圧縮機16の運転周波数は、圧縮機制

50

御部 5 6 から取得される。

【 0 0 7 0 】

バルブ制御部 4 6 は、圧縮機 1 6 の運転周波数に応じて第 1 ガス流量調節バルブ V 1 及び / または第 2 ガス流量調節バルブ V 2 の開度を決定する (S 2 2)。ある実施形態においては、バルブ制御部 4 6 は、第 1 ルックアップテーブル 6 4 を参照し、圧縮機 1 6 の運転周波数に対応する第 1 ガス流量調節バルブ V 1 及び / または第 2 ガス流量調節バルブ V 2 の開度を取得する。バルブ制御部 4 6 は、決定されたバルブ開度に従って、第 1 ガス流量調節バルブ V 1 及び / または第 2 ガス流量調節バルブ V 2 を制御する。

【 0 0 7 1 】

第 1 ルックアップテーブル 6 4 は、圧縮機 1 6 の運転周波数が比較的大きい場合、第 1 ガス流量調節バルブ V 1 及び / または第 2 ガス流量調節バルブ V 2 の開度を比較的小さくするよう定められていてもよい。言い換えれば、第 1 ルックアップテーブル 6 4 は、圧縮機 1 6 の運転周波数が比較的小さい場合、第 1 ガス流量調節バルブ V 1 及び / または第 2 ガス流量調節バルブ V 2 の開度を比較的大きくするよう定められていてもよい。このようにすれば、圧縮機 1 6 への負荷が大きければバルブ開度が小さくなる。循環冷却装置 1 4 の冷媒ガス流量が減るので、圧縮機 1 6 への負荷を緩和することができる。したがって、冷却装置 1 0 の省エネルギー性を向上することができる。

【 0 0 7 2 】

あるいは、第 1 ルックアップテーブル 6 4 は、圧縮機 1 6 の運転周波数が十分に小さい場合、第 1 ガス流量調節バルブ V 1 及び / または第 2 ガス流量調節バルブ V 2 を最大開度とするよう定められていてもよい。このように、圧縮機 1 6 に余力があるときには、上記の省エネルギー用の標準バルブ開度よりも大きい開度に変更されてもよい。この場合、物体を急速に冷却することができる。

【 0 0 7 3 】

図 5 は、図 3 に示すバルブ開度調整 (S 1 6) の他の例を示す。バルブ制御部 4 6 は、コールドヘッド 1 8 の冷却部 1 8 d の温度を取得する (S 2 4)。冷却部 1 8 d の温度は、コールドヘッド温度センサ 6 0 から取得される。

【 0 0 7 4 】

バルブ制御部 4 6 は、冷却部 1 8 d の測定温度に応じて冷凍機ガス流量調節バルブ V 0 を制御する (S 2 6)。ある実施形態においては、バルブ制御部 4 6 は、第 2 ルックアップテーブル 6 6 を参照し、冷却部 1 8 d の温度に対応する冷凍機ガス流量調節バルブ V 0 の開度を取得する。バルブ制御部 4 6 は、そのバルブ開度に従って冷凍機ガス流量調節バルブ V 0 を制御する。

【 0 0 7 5 】

第 2 ルックアップテーブル 6 6 は、冷却部 1 8 d の測定温度が比較的低い場合に冷凍機ガス流量調節バルブ V 0 の開度を比較的小さくし、冷却部 1 8 d の測定温度が比較的高い場合に冷凍機ガス流量調節バルブ V 0 の開度を比較的大きくするよう定められていてもよい。このようにすれば、コールドヘッド 1 8 への熱負荷に応じて冷凍機ガス循環ライン 2 0 のガス流量を調整することができる。

【 0 0 7 6 】

このような冷凍機ガス流量調節バルブ V 0 の開度調整は、一定の運転周波数で運転されるコールドヘッド 1 8 に適用されてもよい。コールドヘッド 1 8 は、コールドヘッドインバータ 6 3 を備えなくてもよい。

【 0 0 7 7 】

図 6 は、ある実施形態に係る可動テーブル冷却システム 7 0 を概略的に示す。可動テーブル冷却システム 7 0 は、圧縮機 1 6 と、複数の可動テーブル冷却サブシステム 7 2 と、を備えてもよい。圧縮機 1 6 が複数のサブシステムに共用されている。複数の可動テーブル冷却サブシステム 7 2 は各々が、図 1 に示す冷却装置 1 0 と同様に、循環冷却装置 1 4 およびコールドヘッド 1 8 を備え、これらは圧縮機 1 6 に接続されている。また、各サブシステムは、冷凍機ガス流量調節バルブ V 0、第 1 ガス流量調節バルブ V 1、および第 2

10

20

30

40

50

ガス流量調節バルブ V 2 を備える。

【 0 0 7 8 】

図 3 および図 4 に例示される冷却方法が可動テーブル冷却システム 7 0 に適用される場合、制御装置 4 4 のバルブ制御部 4 6 は、圧縮機 1 6 の運転周波数に応じて各可動テーブル冷却サブシステム 7 2 の第 2 ガス流量調節バルブ V 2 の開度を共通に決定し、及び / または、圧縮機 1 6 の運転周波数に応じて各可動テーブル冷却サブシステム 7 2 の第 1 ガス流量調節バルブ V 1 の開度を共通に決定してもよい。このようにしても、圧縮機 1 6 への負荷を緩和し、可動テーブル冷却システム 7 0 の省エネルギー性を向上することができる。

【 0 0 7 9 】

図 7 は、ある実施形態に係るバルブ開度調整 (S 1 6) を例示する。バルブ制御部 4 6 は、複数の可動テーブル冷却サブシステム 7 2 から一の可動テーブル冷却サブシステム 7 2 を選択する (S 3 0)。バルブ制御部 4 6 は、例えば、可動テーブル冷却サブシステム 7 2 の稼働率に基づいて可動テーブル冷却サブシステム 7 2 を選択してもよい。例えば、稼働率の高い可動テーブル冷却サブシステム 7 2 が選択されてもよい。

【 0 0 8 0 】

バルブ制御部 4 6 は、選択された可動テーブル冷却サブシステムについて、圧縮機 1 6 の運転周波数に応じて第 1 ガス流量調節バルブ V 1 及び / または第 2 ガス流量調節バルブ V 2 の少なくとも 1 つを制御する (S 3 2)。バルブ制御部 4 6 は、図 4 に示すバルブ開度調整と同様に、圧縮機 1 6 の運転周波数を取得し、運転周波数に応じて第 1 ガス流量調節バルブ V 1 及び / または第 2 ガス流量調節バルブ V 2 の開度を決定してもよい。このようにしても、圧縮機 1 6 への負荷を緩和し、可動テーブル冷却システム 7 0 の省エネルギー性を向上することができる。

【 0 0 8 1 】

ある実施形態においては、物体を急速に冷却するために、バルブ制御部 4 6 は、可動テーブル温度センサ 4 8 の測定温度に関わらず、低温冷却運転を実行してもよい。バルブ制御部 4 6 は、室温冷却運転を実行せずに低温冷却運転を開始してもよいし、室温冷却運転中に必要に応じて低温冷却運転を選択してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

V 0 冷凍機ガス流量調節バルブ、 V 1 第 1 ガス流量調節バルブ、 V 2 第 2 ガス流量調節バルブ、 1 0 冷却装置、 1 6 圧縮機、 1 8 コールドヘッド、 1 8 d 冷却部、 2 0 a 冷凍機ガス供給ライン、 2 0 b 冷凍機ガス排気ライン、 2 8 分岐部、 3 0 合流部、 3 2 第 1 ガス流入ライン、 3 2 b 第 1 ガス流入フレキシブル管、 3 4 第 1 ガス流出ライン、 3 4 b 第 1 ガス流出フレキシブル管、 3 6 第 2 ガス流入ライン、 3 6 b 第 2 ガス流入フレキシブル管、 3 8 第 2 ガス流出ライン、 3 8 b 第 2 ガス流出フレキシブル管、 4 6 バルブ制御部、 4 8 可動テーブル温度センサ、 5 0 圧縮機モータ、 5 6 圧縮機制御部、 6 0 コールドヘッド温度センサ、 7 0 可動テーブル冷却システム、 7 2 可動テーブル冷却サブシステム、 1 0 2 真空容器、 1 0 4 可動テーブル、 1 0 6 第 1 可動テーブル流路、 1 0 8 第 2 可動テーブル流路。

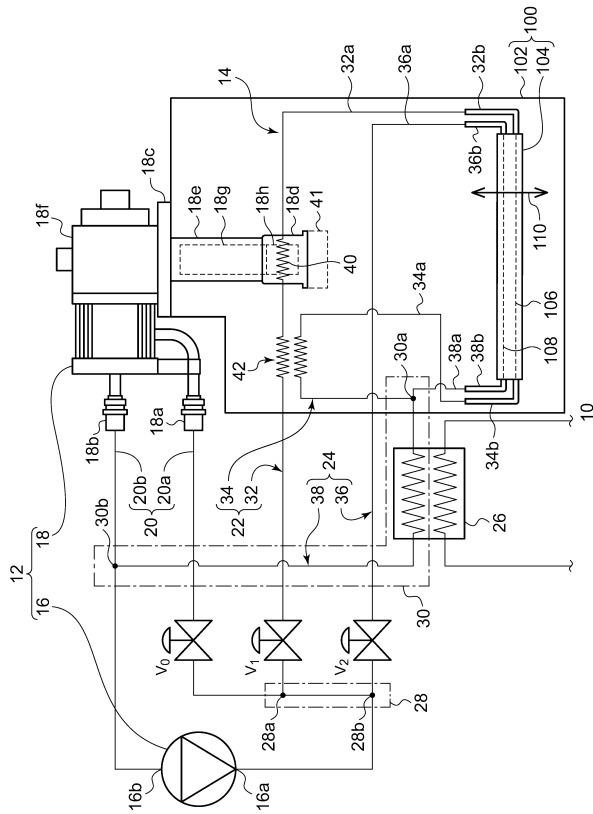
10

20

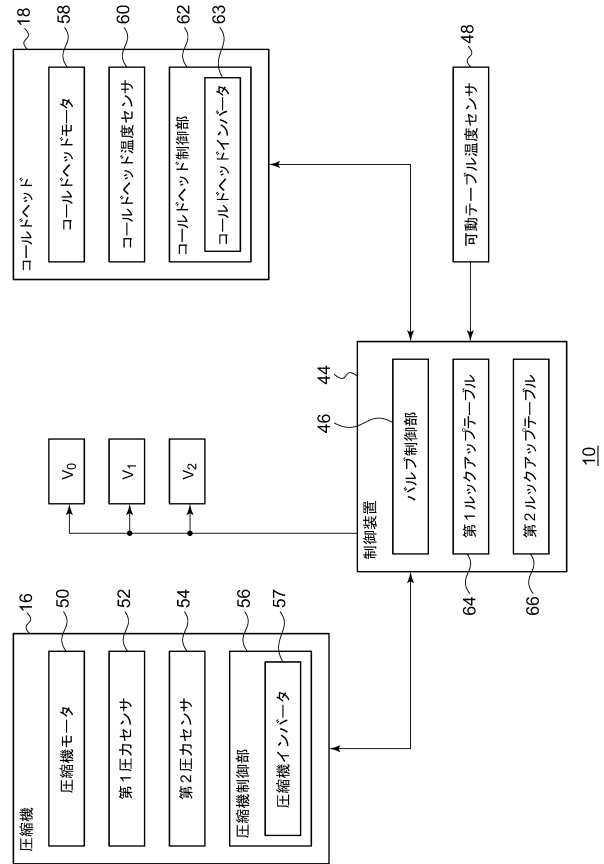
30

40

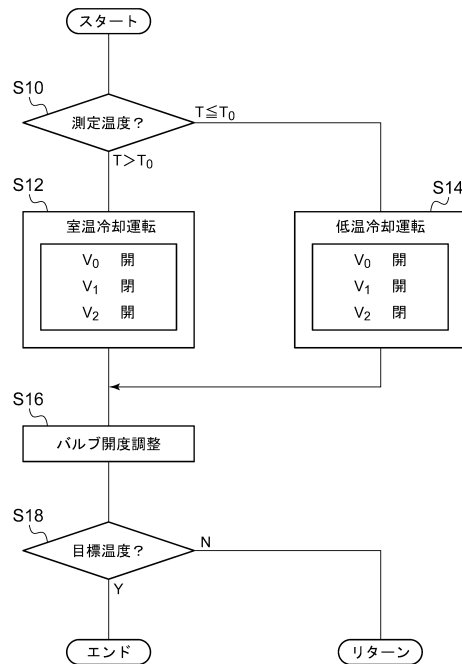
【 図 1 】



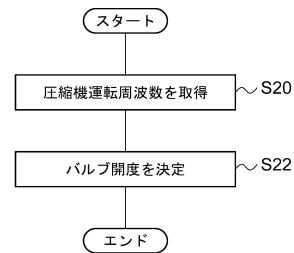
【 図 2 】



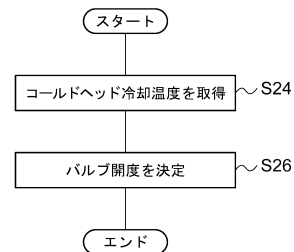
【 図 3 】



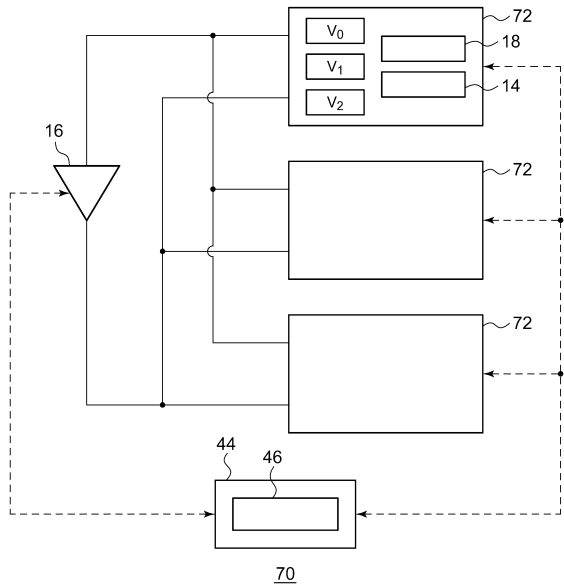
【 図 4 】



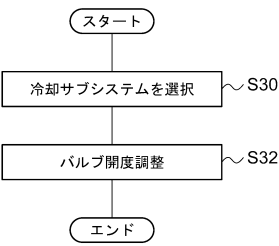
【 図 5 】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 石黒 雄一

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0085121(US,A1)

特開2011-141074(JP,A)

特開2006-138851(JP,A)

特開平02-275260(JP,A)

韓国登録特許第10-1242677(KR,B1)

韓国登録特許第10-1478288(KR,B1)

特開2014-169813(JP,A)

特開平10-132405(JP,A)

特表2017-500526(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

F25B 9/00