

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017 年 9 月 21 日(21.09.2017)



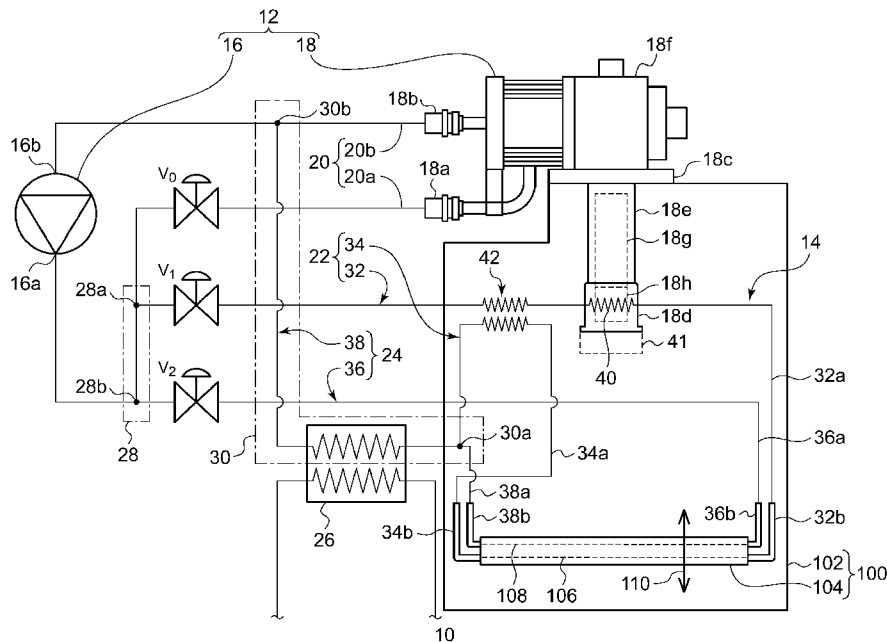
(10) 国際公開番号  
**WO 2017/159580 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*F25B 9/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009840
- (22) 国際出願日: 2017 年 3 月 10 日(10.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-052227 2016 年 3 月 16 日(16.03.2016) JP
- (71) 出願人: 住友重機械工業株式会社 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎 2 丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 及川 健(OIKAWA, Ken); 〒1888585 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森下 賢樹(MORISHITA Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西 2-1-1 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MOBILE TABLE COOLING DEVICE AND MOBILE TABLE COOLING SYSTEM

(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) Abstract: A cooling device (10) is provided with a compressor (16), a cold head (18), and a circulative cooling device (14). The compressor (16) is used by both the cold head (18) and the circulative cooling device (14). The circulative cooling device (14) is provided with a low-temperature gas circulation line (22) that is thermally joined to a cooling unit (18d) of the cold head (18), and a room-temperature gas circulation line (24) that is disposed so as to be thermally unconnected with the cooling unit (18d) of the cold head (18).

(57) 要約: 冷却装置 (10) は、圧縮機 (16)、コールドヘッド (18)、循環冷却装置 (14) を備える。圧縮機 (16) は、コールドヘッド (18) と循環冷却装置 (14) に共用される。循環冷却装置 (14) は、コールドヘッド (18) の冷却部 (18d) と熱的に結合する低温ガス循環ライン (22) と、コールドヘッド (18) の冷却部 (18d) と熱的に非結合に配設される室温ガス循環ライン (24) と、を備える。

WO 2017/159580 A1



---

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

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

### 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

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平 1 1－6 3 6 9 7 号公報

特許文献2：特開平 1 0－3 1 3 1 3 6 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

[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。

[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、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。

[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。

[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。

[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] 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 2～3 MPa であり、低圧は例えば 0.5～1.5 MPa である。高圧と低圧との差圧は例えば 1.2～2 MPa 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）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から高圧冷媒ガスを受け入れるための高圧ポート１８ａと、冷凍機ガス循環ライン２０に低圧冷媒ガスを送出するための低圧ポート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。

[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への高圧冷媒ガス供給とコールドヘッド１８から圧縮機１６への低圧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。

[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を高圧ポート１８ａに接続する。冷凍機ガス排気ライン２０ｂは、吸入ポート１６ｂを低圧ポート１８ｂ

に接続する。冷凍機ガス供給ライン 20 a 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 20 b 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。

[0023] 冷凍機ガス供給ライン 20 a は、吐出ポート 16 a と高圧ポート 18 a との間に分岐部 28 を備える。分岐部 28 は、第 1 分岐点 28 a と第 2 分岐点 28 b 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 20 a は、分岐部 28 と高圧ポート 18 a 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に構成されている。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。

[0025] 冷凍機ガス排気ライン 20 b は、吸入ポート 16 b と低圧ポート 18 b との間に合流部 30 を備える。合流部 30 は、第 1 合流点 30 a と第 2 合流点 30 b 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 20 a 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 にて冷凍機ガス排気ライン 20 b 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 20 a 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。

[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。

[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。

[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外にあってもよく、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 内にあってもよい。

[0033] 第 2 ガス流入ライン 36 は、第 2 ガス流入導管 36 a と第 2 ガス流入フレキシブル管 36 b を有する。第 2 ガス流入導管 36 a は、第 2 分岐点 28 b にて冷凍機ガス供給ライン 20 a から分岐し、第 2 ガス流入フレキシブル管 36 b の一端に接続される。第 2 ガス流入フレキシブル管 36 b 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 36 a 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 36 a 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。

[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 36 a 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。

[0035] 第 2 ガス流出ライン 38 は、第 2 ガス流出導管 38 a と第 2 ガス流出フレキシブル管 38 b を有する。第 2 ガス流出導管 38 a は、中途に第 1 合流点 30 a を有する。第 2 ガス流出導管 38 a は、第 2 ガス流出フレキシブル管 38 b の一端に接続され第 2 合流点 30 b にて冷凍機ガス排気ライン 20 b に合流する。第 2 ガス流出フレキシブル管 38 b 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 38 a 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 38 a 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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

内に收容されているので、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。

[0041] 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。

[0042] 第2ガス流入ライン36は、冷却部18dと熱的に非結合に配設されている。第2ガス流入ライン36は冷却部18dを経由しないので、第2ガス流入ライン36の冷媒ガスは冷却されない。よって、圧縮機16から室温ガス循環ライン24に導入される冷媒ガスは冷却されずに可動テーブル104に供給される。

[0043] 第2ガス流出ライン38は、第1合流点30aと第2合流点30bとの間でチラー26と熱的に結合している。こうして、第2ガス流出ライン38は、チラー26によって冷却される。

[0044] 図2は、図1に示す冷却装置10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10の一部の構成を概略的に示す。

[0045] 冷却装置10は、バルブ制御部46を含む制御装置44を備える。バルブ制御部46は、詳細は後述するが、可動テーブル104、圧縮機16、及び／またはコールドヘッド18の状態に基づいて、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つを制御するよう構成されている。

[0046] 可動テーブル104には、可動テーブル温度センサ48が設けられている。可動テーブル温度センサ48は、可動テーブル104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 48 は、可動テーブル 104 の温度を測定し、可動テーブル 104 の測定温度をバルブ制御部 46 に出力するよう構成されている。

[0047] 圧縮機 16 は、圧縮機 16 を駆動するための圧縮機モータ 50 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 52 と、低圧冷媒ガスを測定するための第 2 圧力センサ 54 と、圧縮機 16 を制御する圧縮機制御部 56 と、を備える。圧縮機制御部 56 は、制御装置 44 に設けられていてもよい。

[0048] 第 1 圧力センサ 52 および第 2 圧力センサ 54 はそれぞれ測定圧力を制御装置 44 のバルブ制御部 46 及び／または圧縮機制御部 56 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 20 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 52 は、冷凍機ガス供給ライン 20a に設置され、第 2 圧力センサ 54 は、冷凍機ガス排気ライン 20b に設置されてもよい。

[0049] 圧縮機制御部 56 は、圧縮機 16 の運転周波数（すなわち圧縮機モータ 50 の回転数）を変更するための圧縮機インバータ 57 を備える。圧縮機制御部 56 は、第 1 圧力センサ 52 及び／または第 2 圧力センサ 54 の測定圧力に基づいて圧縮機 16 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。

[0050] 圧縮機制御部 56 は例えば、圧縮機 16 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 56 は、差圧一定制御のために圧縮機 16 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。

[0051] 差圧一定制御において、圧縮機制御部 56 は、第 1 圧力センサ 52 の測定圧力と第 2 圧力センサ 54 の測定圧力との差圧を求める。圧縮機制御部 56 は、その差圧を目標値  $\Delta P$  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 16 の運転周波数を決定する。圧縮機制御部 56 は、その運転周波数を実現するよう圧縮機インバータ 57 を制御する。

- [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。
- [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。
- [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V 1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6 4は、圧縮機1 6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V 1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6 4は、圧縮機1 6の運転周波数と第2 ガス流量調節バルブV 2との関係を表してもよい。第2ルックアップテーブル6 6は、冷却部1 8 dの温度と冷凍機ガス流量調節バルブV 0の開度との関係を表してもよい。

[0058] 図3は、本発明のある実施形態に係る冷却装置1 0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1 6およびコールドヘッド1 8の運転は継続されている。したがって、冷却部1 8 d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4 6は、可動テーブル1 0 4の測定温度Tが温度しきい値T 0より高いか否かを判定する(S 1 0)。可動テーブル1 0 4の測定温度Tは上述のように可動テーブル温度センサ4 8から取得される。温度しきい値T 0は予め設定されており、バルブ制御部4 6に格納されている。温度しきい値T 0は、室温（例えば約3 0 0 K）に設定されてもよい。

[0060] バルブ制御部4 6は、可動テーブル1 0 4の測定温度Tが温度しきい値T 0より高い場合、室温冷却運転を選択する(S 1 2)。室温冷却運転においては、バルブ制御部4 6は、第1 ガス流量調節バルブV 1を閉じ、第2 ガス流量調節バルブV 2を開く。また、コールドヘッド1 8の運転継続のために、バルブ制御部4 6は、冷凍機ガス流量調節バルブV 0を所定の開度を開く。この場合、コールドヘッド制御部6 2は、コールドヘッド1 8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4 6は、可動テーブル1 0 4の測定温度Tが温度しきい値T 0以下の場合、低温冷却運転を選択する(S 1 4)。低温冷却運転においては、バルブ制御部4 6は、第1 ガス流量調節バルブV 1を開き、第2 ガス流量調節バルブV 2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4 6は、冷凍機ガス流量調節バルブV 0

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V 0は、室温冷却運転と比べて冷凍機ガス循環ライン2 0の流量を増加させる。

[0062] バルブ制御部4 6は、バルブ開度調整を実行する(S 1 6)。詳細は後述するが、バルブ制御部4 6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、及び／または第2 ガス流量調節バルブV 2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4 6は、可動テーブル1 0 4の測定温度Tが目標温度T tを満たすか否かを判定する(S 1 8)。バルブ制御部4 6は、可動テーブル1 0 4の測定温度Tが目標温度T tより高い場合(S 1 8のY)、本方法を終了する。この場合、制御装置4 4は、冷却装置1 0の運転を停止してもよい。あるいは、制御装置4 4は、可動テーブル1 0 4の測定温度Tが目標温度T tに保持されるよう冷却装置1 0の運転を継続してもよい。

[0064] 一方、バルブ制御部4 6は、可動テーブル1 0 4の測定温度Tが目標温度T t以上である場合(S 1 8のN)、本方法を繰り返す。すなわち、バルブ制御部4 6は再び、可動テーブル1 0 4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1 0の動作を説明する。真空装置1 0 0の用途によるが、しばしば可動テーブル1 0 4には、冷却部1 8 d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4 5 0 Kのウエハが可動テーブル1 0 4に搬入される。このウエハは例えば約1 0 0 Kに冷却することが冷却装置1 0に求められる。

[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1 0は、低温ガス循環ライン2 2を遮断し室温ガス循環ライン2 4を開通して、室温冷却運転を行う。室温ガス循環ライン2 4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。
- [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、圧縮機制御部５６から取得される。
- [0070] バルブ制御部４６は、圧縮機１６の運転周波数に応じて第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の開度を決定する（Ｓ２２）。ある実施形態においては、バルブ制御部４６は、第１ルックアップテーブル６４を参照し、圧縮機１６の運転周波数に対応する第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の開度を取得する。バルブ制御部４６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Ｖ１及び／または第２ガス流量調節バルブＶ２を制御する。
- [0071] 第１ルックアップテーブル６４は、圧縮機１６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Ｖ１及び／または第２ガス流量調節バルブＶ２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６４は、圧縮機１６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Ｖ１及び／または第２ガス流量調節バルブＶ２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１６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１４の冷媒ガス流量が減るので、圧縮機１６への負荷を緩和することができる。

る。したがって、冷却装置 10 の省エネルギー性を向上することができる。

[0072] あるいは、第 1 ルックアップテーブル 64 は、圧縮機 16 の運転周波数が十分に小さい場合、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 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 16 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。

[0073] 図 5 は、図 3 に示すバルブ開度調整 (S16) の他の例を示す。バルブ制御部 46 は、コールドヘッド 18 の冷却部 18d の温度を取得する (S24)。冷却部 18d の温度は、コールドヘッド温度センサ 60 から取得される。

[0074] バルブ制御部 46 は、冷却部 18d の測定温度に応じて冷凍機ガス流量調節バルブ V0 を制御する (S26)。ある実施形態においては、バルブ制御部 46 は、第 2 ルックアップテーブル 66 を参照し、冷却部 18d の温度に対応する冷凍機ガス流量調節バルブ V0 の開度を取得する。バルブ制御部 46 は、そのバルブ開度に従って冷凍機ガス流量調節バルブ V0 を制御する。

[0075] 第 2 ルックアップテーブル 66 は、冷却部 18d 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 V0 の開度を比較的小さくし、冷却部 18d 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 V0 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 18 への熱負荷に応じて冷凍機ガス循環ライン 20 のガス流量を調整することができる。

[0076] このような冷凍機ガス流量調節バルブ V0 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 18 に適用されてもよい。コールドヘッド 18 は、コールドヘッドインバータ 63 を備えなくてもよい。

[0077] 図 6 は、ある実施形態に係る可動テーブル冷却システム 70 を概略的に示す。可動テーブル冷却システム 70 は、圧縮機 16 と、複数の可動テーブル冷却サブシステム 72 と、を備えてもよい。圧縮機 16 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 ガス流量調節バルブ V 2 を備える。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 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48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46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

[0082] V0 冷凍機ガス流量調節バルブ、 V1 第1ガス流量調節バルブ、 V2 第2ガス流量調節バルブ、 10 冷却装置、 16 圧縮機、 18 コールドヘッド、 18d 冷却部、 20a 冷凍機ガス供給ライン、 20b 冷凍機ガス排気ライン、 28 分岐部、 30 合流部、 32 第1ガス流入ライン、 32b 第1ガス流入フレキシブル管、 34 第1ガス流出ライン、 34b 第1ガス流出フレキシブル管、 36 第2ガス流入ライン、 36b 第2ガス流入フレキシブル管、 38 第2ガス流出ライン、 38b 第2ガス流出フレキシブル管、 46 バルブ制御部、 48 可動テーブル温度センサ、 50 圧縮機モータ、 56 圧縮機制御部、 60 コールドヘッド温度センサ、 70 可動テーブル冷却システム、 72 可動テーブル冷却サブシステム、 102 真空容器、 104 可動テーブル、 106 第1可動テーブル流路、 108 第2可動テーブル流路。

### 産業上の利用可能性

[0083] 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の分野における利用が可能である。

## 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、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。

[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]

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、

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。

[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、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。

[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、

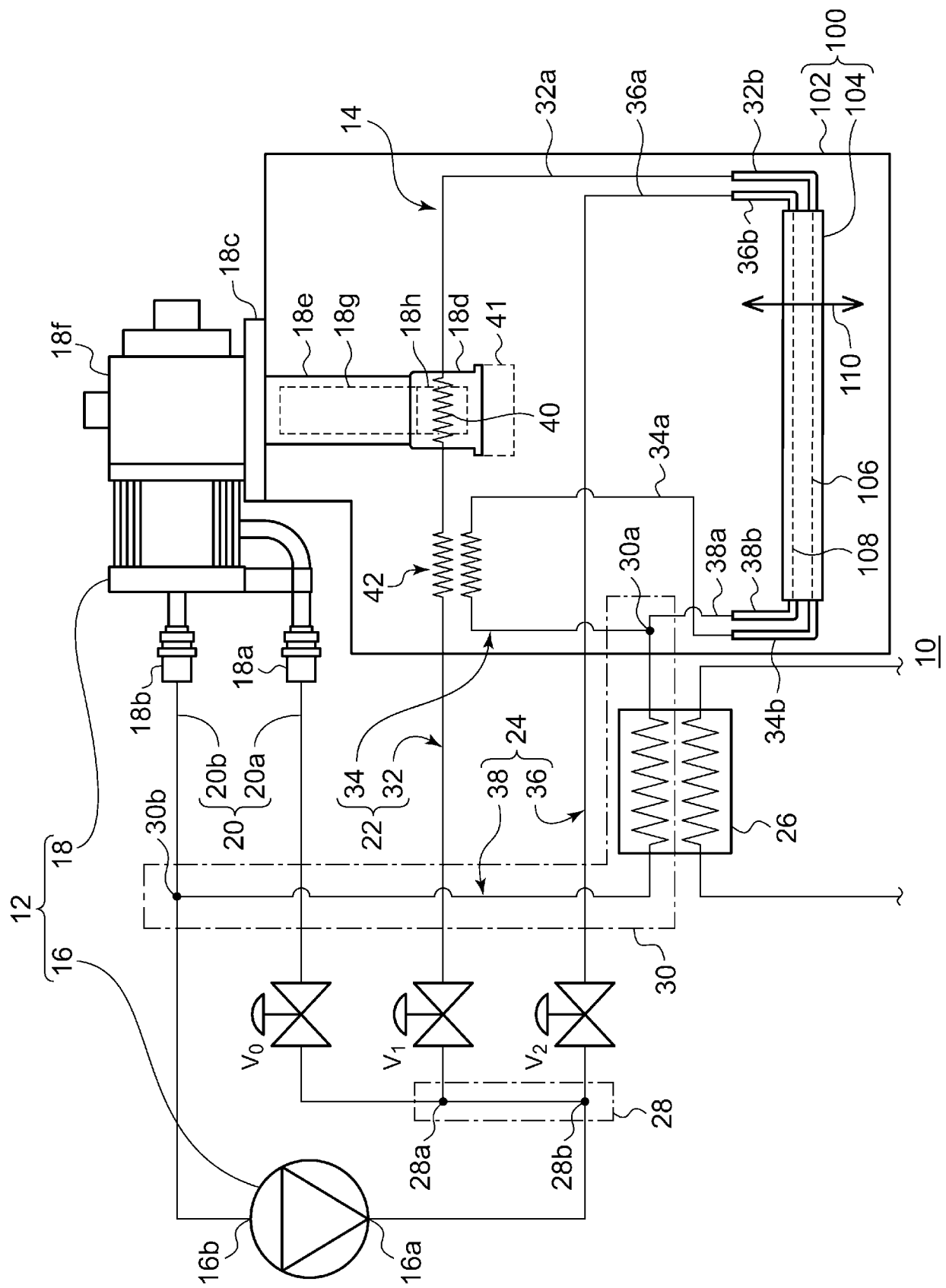
前記バルブ制御部は、前記運転周波数に応じて各可動テーブル冷却サブシステムの第2流量調節バルブの開度を共通に決定し、及び／または、前記運転周波数に応じて各可動テーブル冷却サブシステムの第1ガス流量調節バルブの開度を共通に決定することを特徴とする請求項10に記載の可動テーブル冷却システム。

[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

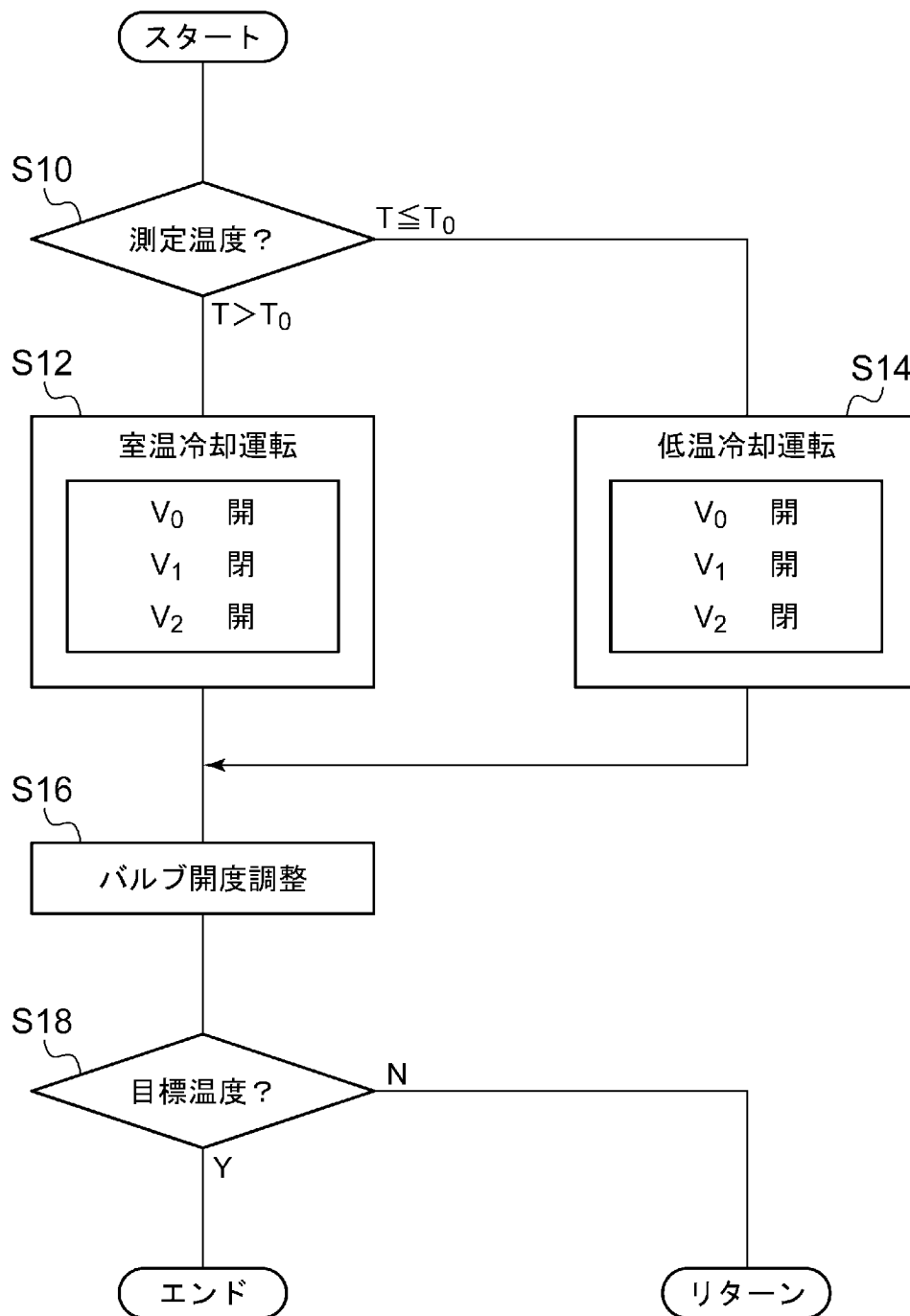
ブル冷却サブシステムについて、前記運転周波数に応じて前記第 1 ガス流量調節バルブおよび前記第 2 ガス流量調節バルブの少なくとも 1 つを制御することを特徴とする請求項 10 に記載の可動テーブル冷却システム。

[図1]

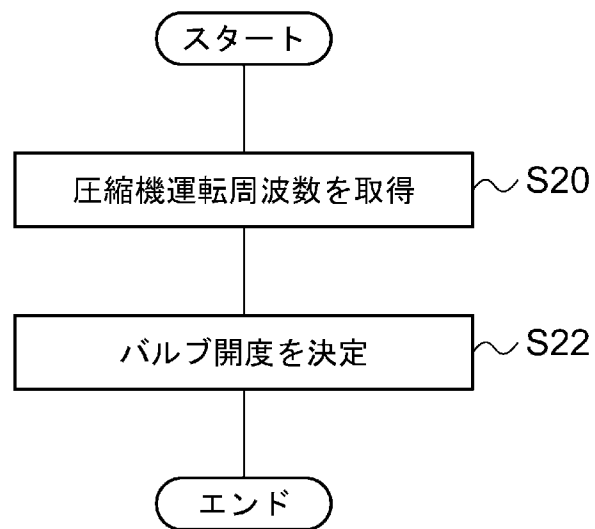




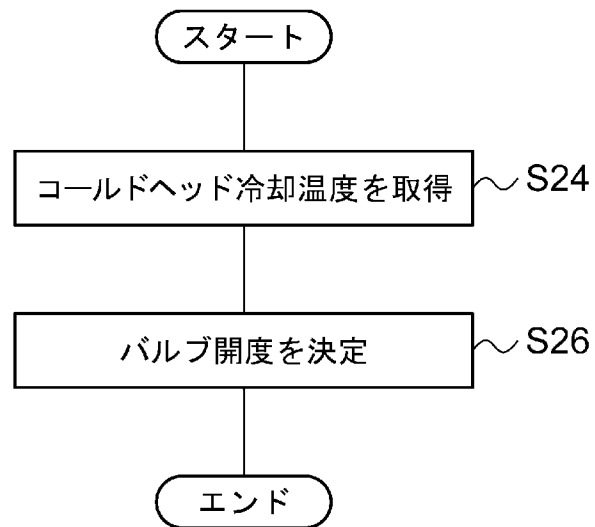
[図3]

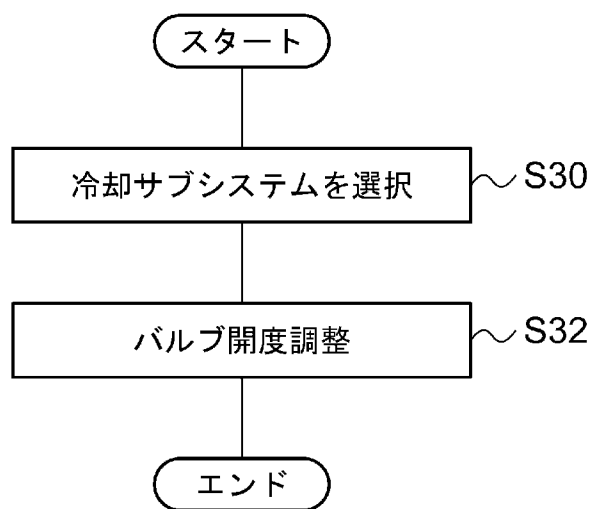
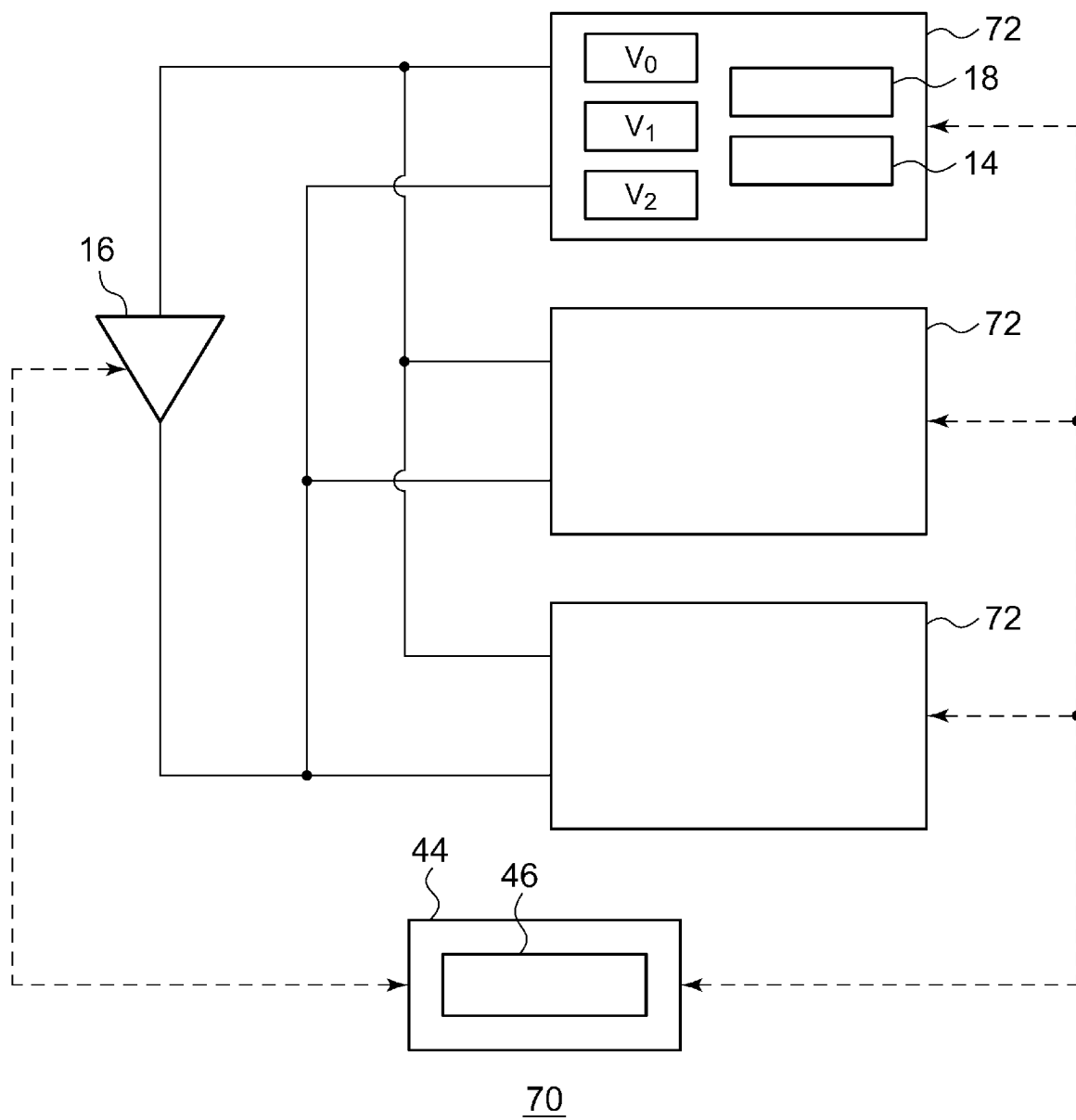


[図4]



[図5]





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009840

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25B9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F25B9/00-9/14, H01L39/00-39/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DWPI (Thomson Innovation)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                           | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 10-311618 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.),<br>24 November 1998 (24.11.1998),<br>paragraphs [0006] to [0011]; fig. 4<br>(Family: none)                 | 1-12                  |
| A         | JP 2006-258313 A (Fuji Electric Holdings Co., Ltd.),<br>28 September 2006 (28.09.2006),<br>paragraphs [0003] to [0014]; fig. 7 to 8<br>(Family: none)        | 1-12                  |
| A         | JP 2006-343075 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology),<br>21 December 2006 (21.12.2006),<br>abstract; fig. 1<br>(Family: none) | 1-12                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 May 2017 (18.05.17)

Date of mailing of the international search report  
30 May 2017 (30.05.17)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/009840

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                         | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2004-301367 A (Aisin Seiki Co., Ltd.),<br>28 October 2004 (28.10.2004),<br>abstract; fig. 1<br>& US 2004/0187519 A1<br>abstract; fig. 1 | 1-12                  |
| A         | US 2006/0097146 A1 (BRUKER BIOSPIN GMBH),<br>11 May 2006 (11.05.2006),<br>abstract; fig. 1<br>& GB 2420611 A & DE 102004053972 B           | 1-12                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F25B9/00(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F25B9/00-9/14, H01L39/00-39/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

DWPI (Thomson Innovation)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 10-311618 A（住友重機械工業株式会社）1998.11.24, 段落<br>[0006]-[0011], 図4（ファミリーなし）          | 1-12           |
| A               | JP 2006-258313 A（富士電機ホールディングス株式会社）<br>2006.09.28, 段落[0003]-[0014], 図7-8（ファミリーなし） | 1-12           |
| A               | JP 2006-343075 A（独立行政法人産業技術総合研究所）2006.12.21,<br>要約, 図1（ファミリーなし）                  | 1-12           |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.05.2017

国際調査報告の発送日

30.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小原 一郎

3M

3021

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                               |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                             | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2004-301367 A (アイシン精機株式会社) 2004. 10. 28, 要約, 図 1<br>& US 2004/0187519 A1, ABSTRACT, FIG. 1                 | 1-12           |
| A                     | US 2006/0097146 A1 (BRUKER BIOSPIN GMBH) 2006. 05. 11, ABSTRACT,<br>FIG. 1 & GB 2420611 A & DE 102004053972 B | 1-12           |