

(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
2023年7月20日(20.07.2023)



(10) 国際公開番号

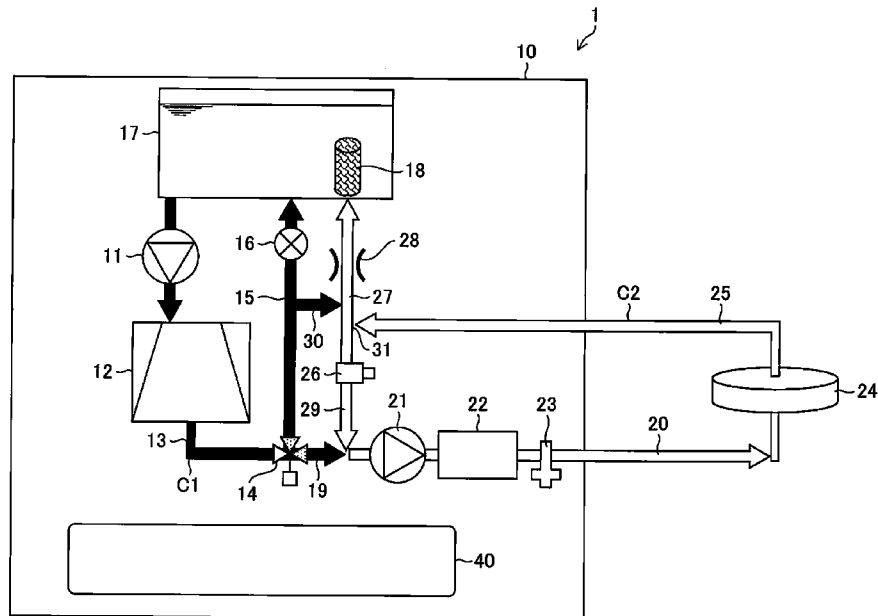
WO 2023/136010 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/66 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/045620
- (22) 国際出願日: 2022年12月12日(12.12.2022)
- (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 2022-004587 2022年1月14日(14.01.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社東京精密(TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1928515 東京都八王子市石川町 2 9 6 8 - 2 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 克彦 (SUZUKI, Katsuhiko); 〒1928515 東京都八王子市石川町 2 9 6 8 - 2 株式会社東京精密内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松浦 憲三 (MATSUURA, Kenzo); 〒1600023 東京都新宿区西新宿一丁目 8 番 1 号 新宿ビルディング 5 階 新都心国際特許事務所 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, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,

(54) Title: CHILLER SYSTEM

(54) 発明の名称: チラーシステム

[図1]



(57) **Abstract:** Provided is a cost- and space-saving chiller system that has high-withstand-voltage performance. A chiller system (1) is provided with an internal circulation pathway (C1), an external circulation pathway (C2), and a control device (40). Provided to the internal circulation pathway (C1) are a refrigerant tank (17), an internal circulation pump (11), and a refrigerator (12). The external circulation pathway (C2) has a feeding pathway (20) and a return pathway (25). An external circulation pump (21) and a temperature sensor (23) are provided to the feeding pathway (20). A throttling means (28) is



WO 2023/136010 A1

LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, 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), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

provided to a communication pathway creating communication between the return pathway (25) and the refrigerant tank (17). An on-off control valve (16) is provided to the internal circulation pathway (C1), and a pressurization pathway (30) has one end connected further upstream than the on-off control valve (16) in the internal circulation pathway (C1) and another end connected further upstream than the throttling means (28) in the communication pathway. The control device (40) controls operation of the on-off control valve (16) on the basis of a measurement result of the temperature sensor (23).

(57) 要約: 低コスト及び省スペースで、高耐圧性能を有するチラーシステムを提供する。チラーシステム(1)は、内部循環経路(C1)と、外部循環経路(C2)と、制御装置(40)とを備える。内部循環経路(C1)には、冷媒タンク(17)、内部循環ポンプ(11)及び冷凍機(12)が設けられる。外部循環経路(C2)は送り経路(20)と戻り経路(25)とを有し、送り経路(20)には外部循環ポンプ(21)及び温度センサ(23)が設けられる。戻り経路(25)と冷媒タンク(17)との間を連通する連通経路には絞り手段(28)が設けられる。内部循環経路(C1)には開閉制御弁(16)が設けられ、加圧経路(30)の一方端が内部循環経路(C1)において開閉制御弁(16)よりも上流側に接続され、他方端が連通経路において絞り手段(28)よりも上流側に接続される。制御装置(40)は、温度センサ(23)の測定結果に基づいて開閉制御弁(16)の動作を制御する。

明 細 書

発明の名称：チラーシステム

技術分野

[0001] 本発明は、チラーシステムに関し、特に、ウェハ上に形成された複数のチップを電氣的に検査する検査装置におけるウェハ搭載台との間で冷媒を循環させるチラーシステムに関する。

背景技術

[0002] 半導体の製造工程において、プローバによりウェハ上に形成されたチップの電氣的特性の検査を行う。この検査時間の短縮及びコスト低減のために、近年、同時に検査されるチップの数が増大しつつある。例え、チップが、発熱量の小さいDRAM (Dynamic Random Access Memory) やフラッシュメモリ等である場合でも、同時に検査されるチップの数が増大すると、検査時にウェハ全体から発生する発熱量が増大する。

[0003] また、車載用チップ等、チップは広い用途に使用されており、その用途に応じた温度環境でもチップが正常動作することを保証するために、検査時の温度環境の範囲も拡大している。そのため、幅広い温度環境下において、検査時のチップの発熱量が増加している。

[0004] そこで、従来から、プローバにおいてウェハを搭載する搭載台の表面の温度を制御する技術が各種提案されている。例えば、特許文献1には、プローバのウェハチャック（搭載台）の温度を制御するためのチラー機構を開示している。このチラー機構は、冷却経路と冷却液冷却経路とを有する。

[0005] 冷却経路では、冷却液を保持するタンクとウェハチャックとが、タンクからウェハチャックへ向かう経路とウェハチャックからタンクへ戻る経路とによって接続されており、冷却経路上に設けられたポンプによって冷却液をタンクとウェハチャックとの間で循環させることにより、ウェハチャックを冷却する。

[0006] 冷却液冷却経路では、タンクと冷却器とが、タンクから冷却器へ向かう経

路と冷却器からタンクへ戻る経路とによって接続されており、冷却器によって冷却された冷却液は、冷却液冷却経路上に設けられたポンプによりタンクに戻る。更に、冷却液冷却経路上に設けられた流量調整弁により循環する冷却液の量を調整することにより、タンク内に保持される冷却液の温度が調整される。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-311492号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、高温下で電氣的検査を行うプローバに、特許文献1に記載の技術のようなチラー機構を適用する場合、従来、冷却液として、高沸点を有するフッ素系不活性液体を使用する。

[0009] これは、冷却液の温度が沸点を超えると冷却液のキャビテーションなどの発生により正常に温度制御が行えないという問題や、キャビテーションによって循環ポンプのインペラーが損傷するという問題が発生する虞があるからである。

[0010] しかし、高沸点を有する冷却液は低温時に粘性が上昇することで動粘度も上昇する傾向がある。そのため、低温領域においては動粘度の上昇により冷却液の流量が低下し、低沸点を有する冷却液と比較してウェハ搭載台に対する冷却作用が低下するという問題がある。また、動粘度の上昇により循環ポンプの必要軸動力の上昇も併せて発生し消費電力も増加するという問題もある。

[0011] これらの理由から低沸点を有する冷却液を使用して低温領域での性能を確保しつつ、高温領域でも沸騰させずに冷却液を送液することが可能なシステムが望まれる。低沸点を有する冷却液の沸点を上昇させる手法として、特許文献1に記載のチラー機構の経路に圧縮エアなどで圧力をかけて冷却液の沸

点を上昇させる方法がある。

[0012] しかし、特許文献 1 に記載のチラー機構のような構成では、特に加圧したいウェハ搭載台から循環ポンプの吸込み部までの経路だけを局所的に加圧することが難しいため、タンクなどを介してチラー機構の経路全体を加圧することが必要になる。

[0013] この場合、補器類を含めた接液部の関連機器の耐圧性能を高めることが必要になる。使用機器類をより強固な部材で構成するために、従来に比べて機器の選定の自由度が制限されたり、機器が大型化したりする。その結果、装置コストが上昇するという問題が生じる。また、機器の大型化に伴い、これらの機器を搭載するチラー機構自体も従来に比べてフットプリントが増加するという問題も生じる。

[0014] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、低コスト及び省スペースで、高耐圧性能を有するチラーシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 上記課題を解決するために、以下の発明を提供する。

[0016] 第 1 の態様に係るチラーシステムは、ウェハ搭載台とチラーユニットとの間で冷媒を循環させるチラーシステムであって、チラーユニットの内部で冷媒を循環可能とする内部循環経路と、チラーユニットとウェハ搭載台との間で冷媒を循環可能とする外部循環経路と、チラーユニットを制御する制御装置と、を備え、内部循環経路には、冷媒タンクと、内部循環ポンプと、冷凍機と、が設けられ、外部循環経路は、チラーユニットからウェハ搭載台へ向かう送り経路と、ウェハ搭載台からチラーユニットへ戻る戻り経路と、を有し、送り経路には、外部循環ポンプと、温度センサと、が設けられ、戻り経路は、戻り経路と冷媒タンクとの間を連通する連通経路を有し、連通経路には、冷媒タンクに流入する冷媒の流量を制限する絞り手段が設けられ、内部循環経路には、冷媒タンクよりも上流側に開閉制御弁が設けられ、戻り経路を流れる冷媒を加圧するための加圧経路であって、一方端が内部循環経路に

において開閉制御弁よりも上流側に接続され、他方端が連通経路において絞り手段よりも上流側に接続される加圧経路を有し、制御装置は、温度設定値または温度センサの測定結果に基づいて開閉制御弁の動作を制御する。

[0017] 第2の態様に係るチラーシステムは、第1の態様において、制御装置は、温度設定値または温度センサによって測定された温度が冷媒の沸点もしくは、沸点から所定マージンを引いた温度以上である場合には、開閉制御弁を閉塞する。

[0018] 第3の態様に係るチラーシステムは、第2の態様において、制御装置は、温度設定値または温度センサによって測定された温度が冷媒の沸点もしくは、沸点から所定マージンを引いた温度未満である場合には、開閉制御弁を開放する。

[0019] 第4の態様に係るチラーシステムは、第2又は第3の態様において、戻り経路には、圧力センサが設けられ、制御装置は、温度設定値または温度センサによって測定された温度が冷媒の沸点（もしくは、沸点から所定マージンを引いた温度）以上である場合には、圧力センサによって測定された圧力に基づいて戻り経路に対する加圧制御を実行する。

[0020] 第5の態様に係るチラーシステムは、第4の態様において、制御装置は、加圧制御として、圧力センサによって測定された圧力に基づいて内部循環ポンプの動作を制御する。

[0021] 第6の態様に係るチラーシステムは、第4又は第5の態様において、絞り手段は、連通経路の開度を調整可能な電氣的駆動弁により構成され、制御装置は、加圧制御として、圧力センサによって測定された圧力に基づいて電氣的駆動弁の開度を制御する。

[0022] 第7の態様に係るチラーシステムは、第1から第6の態様のいずれか1つの態様において、内部循環経路と外部循環経路との間に設けられ、且つ、内部循環経路を流れる冷媒を外部循環経路に送出する接続経路を有し、内部循環経路と接続経路との接続位置に三方弁が設けられ、制御装置は、温度センサの測定結果に基づいて三方弁の動作を制御する。

[0023] 第 8 の態様に係るチラーシステムは、第 7 の態様において、制御装置は、温度センサによって測定された温度が所定値よりも高い場合には、三方弁によって接続経路を開放する。

[0024] 第 9 の態様に係るチラーシステムは、第 8 の態様において、制御装置は、温度センサによって測定された温度が所定値よりも低い場合には、三方弁によって接続経路を閉塞する。

[0025] 第 10 の態様に係るチラーシステムは、第 1 から第 9 の態様のいずれか 1 つの態様において、送り経路には、ヒータが設けられ、制御装置は、温度センサによって測定された温度に基づいてヒータにより冷媒を加熱する制御を行う。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、低コスト及び省スペースで、高耐圧性能を有するチラーシステムを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本実施形態に係るチラーシステムの概略構成図である。

[図2]制御装置の機能ブロック図である。

[図3]チラーシステムの制御方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、添付図面に従って本発明の実施形態に係るチラーシステムについて説明する。

[0029] 図 1 に、本実施形態に係るチラーシステムの概略構成を示す。図 1 に示すように、本実施形態に係るチラーシステム 1 は、ウェハ搭載台 24 を冷却する冷媒を循環させるチラーユニット 10 と、チラーシステム 1 全体を制御する制御装置 40 とを備える。

[0030] 冷媒として任意の液体を用いることができるが、動粘度が高いと循環ポンプに必要とされる軸動力も上昇することから、冷媒は、低温時に比較的低い粘度を有する液体であることが好ましい。より具体的には、冷媒は、例えば、フッ素系不活性液体である。フッ素系不活性液体としては、より具体的に

は例えば、３Ｍ社製のノベック７２００（大気圧下での沸点７６℃）、ソルベイ社製のガルデン１３５（同１３５℃）が挙げられる。

[0031] 低温時に比較的低い粘度を有する冷媒は低沸点を有する傾向がある。ここで、低沸点とは、例えば、約７０℃から約１４０℃程度の沸点をいう。逆に、高沸点とは、例えば約１５０℃より高い沸点をいう。チラーシステム１は、低温時に比較的低い粘度を有する冷媒の利点を生かしつつも、高温下において検査を行うプローバに好適に適用することができる。

[0032] チラーシステム１において、冷媒経路は、内部循環経路Ｃ１と、外部循環経路Ｃ２とに大別される。図１では、内部循環経路Ｃ１を黒い矢印で示し、外部循環経路Ｃ２を白い矢印で示す。また、矢印の向きは冷媒の流れる方向を示す。以下の説明において、矢印の基端側を冷媒の流れの上流側とし、矢印の先端側を冷媒の流れの下流側として説明する。

[0033] 内部循環経路Ｃ１は、チラーユニット１０の内部において、冷媒タンク１７と冷凍機１２との間で冷媒を循環可能とする。外部循環経路Ｃ２は、チラーユニット１０とウェハ搭載台２４との間で冷媒を循環可能とする。チラーシステム１は、比較的高温下において検査を行うプローバに用いられる場合、外部循環経路Ｃ２において冷媒の温度は冷媒の沸点近い高温になることがある。

[0034] 以下、内部循環経路Ｃ１の構成について詳しく説明する。内部循環経路Ｃ１には、冷媒タンク１７と、内部循環ポンプ１１と、冷凍機１２とが設けられる。冷媒タンク１７は冷媒を保存する。内部循環ポンプ１１は、冷媒タンク１７から供給される冷媒を冷凍機１２に送り出す。冷凍機１２は所定温度に冷媒を冷却する。

[0035] 冷凍機１２の下流には三方弁１４が設けられ、冷凍機１２から三方弁１４までは経路１３により流体接続される。三方弁１４から冷媒タンク１７までは経路１５により流体接続され、経路１５上には冷媒タンク１７よりも上流側に開閉制御弁１６が設けられる。開閉制御弁１６は、電磁弁や電動弁等の電氣的駆動弁により構成される。更に、三方弁１４から外部循環経路Ｃ２の

外部循環ポンプ２１の吸入口までは、接続経路１９によって流体接続される。つまり、接続経路１９は、内部循環経路Ｃ１と外部循環経路Ｃ２との間を流体接続する。

[0036] 言い換えると、三方弁１４は、内部循環経路Ｃ１の冷凍機１２からの経路１３と、冷媒タンク１７に冷媒を戻す経路１５と、接続経路１９との接続位置に設けられる。三方弁１４を操作（制御）することにより、経路１３と接続経路１９とを流体接続し、且つ、経路１５を閉塞する状態と、経路１３と経路１５とを流体接続し、且つ、接続経路１９を閉塞する状態と、の間を切り替えることができる。三方弁１４の制御について詳しくは後述する。

[0037] 次に、外部循環経路Ｃ２の構成について詳しく説明する。外部循環経路Ｃ２は、送り経路２０と、戻り経路２５とに大別される。送り経路２０は、チラーユニット１０からウェハ搭載台２４へ冷媒を供給する経路である。戻り経路２５は、ウェハ搭載台２４からチラーユニット１０へ冷媒を戻す経路である。

[0038] 送り経路２０には、上流側（チラーユニット１０側）からウェハ搭載台２４に向かって順に、外部循環ポンプ２１と、ヒータ２２と、温度センサ２３とが設けられる。外部循環ポンプ２１は、冷媒をウェハ搭載台２４へ送り出す。ヒータ２２は、送り経路２０を流れる冷媒を加熱する。温度センサ２３は送り経路２０を流れる冷媒の温度を測定する。

[0039] ウェハ搭載台２４は冷媒流路を内蔵する（不図示）。冷媒流路は送り経路２０と戻り経路２５とに流体接続されている。適温に調整された冷媒が冷媒流路を流れることにより、ウェハ搭載台２４の表面の温度はプローバ（検査装置）による検査に適した温度に制御される。冷媒流路を備えるウェハ搭載台２４の構成は公知であるため、詳しい説明を省略する。ウェハ搭載台２４の冷媒流路を通過した冷媒は戻り経路２５を経由してチラーユニット１０に戻る。

[0040] 戻り経路２５は、チラーユニット１０内の分岐点３１において、第１分岐経路２９と第２分岐経路２７とに分岐する。第１分岐経路２９は、三方弁１

4の下流、且つ、外部循環ポンプ21の上流において、送り経路20に流体接続される。第1分岐経路29上には、戻り経路25内（具体的には第1分岐経路29内）の冷媒の圧力を測定する圧力センサ26が設けられる。

[0041] 第2分岐経路27は冷媒タンク17に接続され、第2分岐経路27上には冷媒タンク17よりも上流側に絞り手段28が設けられる。絞り手段28は、第2分岐経路27内の流路断面を絞るオリフィス（絞り部）により構成され、このオリフィスによって第2分岐経路27内を流れる冷媒の流量を制限する。なお、絞り手段28は、後述する変形例のように、電磁弁や電動弁等の電氣的駆動弁で構成されていてもよい。第2分岐経路27は、本発明の「連通経路」に相当する。なお、本発明において、「連通経路」とは、第2分岐経路27に限らず、第2分岐経路27を経由して冷媒タンク17と連通する第1分岐経路29や、第1分岐経路29及び第2分岐経路27の分岐元となる戻り経路25をも含む広い概念で用いる。

[0042] さらに、内部循環経路C1と外部循環経路C2との間には、戻り経路25を加圧するための加圧経路30が設けられる。加圧経路30の一方端（内部循環経路C1側）は、内部循環経路C1の経路15上に、より具体的には、三方弁14と開閉制御弁16との間（すなわち、開閉制御弁16よりも上流側）に位置する。加圧経路30の他方端（外部循環経路C2側）は、第2分岐経路27上、より具体的には、絞り手段28と分岐点31との間（すなわち、絞り手段28よりも上流側）に位置する。なお、加圧経路30の他方端は、第2分岐経路27上に限らず、例えば、第1分岐経路29上でもよい。

[0043] また、冷媒タンク17には、フィルタ18が設けられる。冷媒の特性によっては、沸点以上になると外部循環経路C2内の冷媒が熱分解によって酸等の有害物質が生じることがある。そこで、本実施形態のチラーシステム1には、冷媒内に生じた有害物質を吸着するフィルタ18が設けられている。このフィルタ18は、高温にさらされにくい位置に設けられることが望ましい。具体的には、例えば、フィルタ18は冷媒タンク17の内部に設けられる（図1参照）。しかし、この例示はフィルタ18の位置を限定する趣旨では

ない。

[0044] チラーシステム 1 において、低沸点の冷媒が用いられる場合には、冷媒のキャビテーションを抑える必要がある。本実施形態では、後述する制御装置 40 が、温度センサ 23 及び圧力センサ 26 の測定結果に基づいて、チラーシステム 1 の各部（三方弁 14、ヒータ 22、開閉制御弁 16、内部循環ポンプ 11）の制御を行うことにより、加圧経路 30 を介して外部循環経路 C2 のうち戻り経路 25 を局所的に加圧することが可能となり、冷媒のキャビテーションを抑制しつつ、チラーシステム 1 を良好に運転することができる。これにより、耐圧性能を高めるために必要となるコスト及び装置の大型化を招くことなく、低沸点を有する冷媒を使用して低温領域での性能を確保しつつ、高温領域でも沸騰させずに冷媒を送液することが可能なシステムを実現することができる。

[0045] 次に、図 2 を用いて制御装置 40 の機能構成について説明する。図 2 に示すように、制御装置 40 は、主制御部 43 と、温度制御部 41 と、圧力制御部 42 とを備える。主制御部 43 は、チラーシステム 1 の各部を統括的に制御する。

[0046] 温度制御部 41 は、温度センサ 23 によって測定された外部循環経路 C2 の送り経路 20 内の冷媒の温度に基づいて、外部循環経路 C2 内の冷媒が所定範囲内の温度を有するように、三方弁 14 の切替え及びヒータ 22 の加熱を制御する。

[0047] 圧力制御部 42 は、温度センサ 23 によって測定された外部循環経路 C2 の送り経路 20 内の冷媒の温度に基づいて、開閉制御弁 16 の開閉を制御する。更に、圧力制御部 42 は、圧力センサ 26 によって測定された外部循環経路 C2 の戻り経路 25（第 1 分岐経路 29）内の圧力に基づいて、内部循環ポンプ 11 の動作（回転数）を制御する。これにより、圧力制御部 42 は、冷媒のキャビテーションを抑制するように外部循環経路 C2 の戻り経路 25 内の圧力を制御する。

[0048] 制御装置 40 を構成する各部（主制御部 43、温度制御部 41 及び圧力制

御部 4 2) は、例えば、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、P L C (Programmable Logic Controller) 等により実現される。制御装置 4 0 は、チラーシステム 1 を構成する各装置の動作を制御する C P U (Central P rocessing Unit)、R O M (Read Only Memory)、制御プログラムを格納するストレージデバイス (例えば、H D D (Hard Disk Drive) 又は S S D (So lid State Drive) 等) 及び C P U の作業領域として使用可能な S D R A M (Synchronous Dynamic Random Access Memory) を含んでいる。

[0049] 更に、制御装置 4 0 は、操作部 (不図示) を介して操作者による操作入力を受け付け、操作入力に応じた制御信号をチラーシステム 1 を構成する各部に送信して各装置の動作を制御する。操作部は、例えば、キーボード、マウス又はタッチパネル等を含む。

[0050] 次に、図 3 を用いて、チラーシステム 1 の制御方法について説明する。まず、制御装置 4 0 は、温度センサ 2 3 を用いて送り経路 2 0 を流れる冷媒の温度を測定する (ステップ S 1 0)。ここで、温度センサ 2 3 で測定される温度は、ウェハ搭載台 2 4 に供給される冷媒の温度とほぼ (実質的に) 等しい温度を示す。続いて、制御装置 4 0 の温度制御部 4 1 は、ステップ S 1 0 において測定された冷媒の温度が所定値より大きいかな否かを判定する (ステップ S 1 2)。

[0051] 冷媒の温度が所定値より大きい場合 (ステップ S 1 2 : Y E S)、温度制御部 4 1 は、三方弁 1 4 を駆動し、冷凍機 1 2 側の経路 1 3 と接続経路 1 9 とを連通させ、冷媒タンク 1 7 側の経路 1 5 を閉塞する (ステップ S 1 4)。すなわち、温度制御部 4 1 は、三方弁 1 4 によって接続経路 1 9 を開放する。その後、処理はステップ S 2 2 に進む。

[0052] 内部循環経路 C 1 では、冷凍機 1 2 によって冷却され、一定の低温に保たれた冷媒が循環している。ステップ S 1 0 において測定された冷媒の温度が所定値 (設定値) より大きい場合、外部循環経路 C 2 を流れる冷媒の温度を下げる必要がある。温度制御部 4 1 は、三方弁 1 4 によって冷凍機 1 2 側の経路 1 3 と接続経路 1 9 とを連通させ、冷媒タンク 1 7 側の経路 1 5 を閉塞

する。これにより、内部循環経路C 1を流れる低温の冷媒と、外部循環経路C 2を流れる高温の冷媒とを混合させ、外部循環経路C 2を流れる冷媒の温度を低下させる。

[0053] 三方弁1 4における内部循環経路C 1を流れる低温の冷媒と、外部循環経路C 2を流れる高温の冷媒との混合比率は、ステップS 1 0において測定された冷媒の温度に応じて適宜、温度制御部4 1により設定される。

[0054] 一方、ステップS 1 0において測定した冷媒の温度が所定値以下である場合（ステップS 1 2：N O）、冷媒の温度を下げる必要はないため、温度制御部4 1は、三方弁1 4によって冷凍機1 2側の経路1 3と冷媒タンク1 7側の経路1 5を連通させ、接続経路1 9を閉塞する（ステップS 1 6）。これにより、内部循環経路C 1を流れる低温の冷媒が接続経路1 9を経由して外部循環経路C 2に流れ込まないようになる。チラーシステム1の運転中において、温度制御部4 1には温度センサ2 3によって測定された冷媒の温度がフィードバックされ、それに基づいて温度制御部4 1は三方弁1 4を継続的に制御する。

[0055] ステップS 1 6の後、温度制御部4 1は、ステップS 1 0において測定された冷媒の温度が所定の範囲内にあるか否か判定することにより、冷媒を加熱すべきか否か決定する（ステップS 1 8）。冷媒の温度が所定の温度範囲内でない場合（ステップS 1 8：Y E S）、外部循環経路C 2における冷媒の温度は低すぎるため冷媒を加熱する必要がある。そこで、温度制御部4 1はヒータ2 2を用いて冷媒を加熱し（ステップS 2 0）、ステップS 2 2に進む。一方、冷媒の温度が所定の温度範囲内にある場合（ステップS 1 8：N O）、外部循環経路C 2における冷媒の温度の加熱は不要であるため、ステップS 2 0の処理（ヒータ2 2による冷媒の加熱）を行わずに、ステップS 2 2に進む。

[0056] 続いて、ステップS 2 2において、制御装置4 0の圧力制御部4 2は、冷媒の温度または冷媒の設定温度が、外部循環経路C 2の環境下における冷媒の沸点以上であるか否か判定する。この判定で用いられる冷媒の温度は、ス

テップS 2 2が行われる直前に温度センサ2 3で測定された冷媒の温度であることが好ましい。なお、ステップS 1 0において測定した冷媒の温度を用いてもよい。冷媒の温度または冷媒の設定温度が冷媒の沸点以上である場合（ステップS 2 2：YES）、圧力制御部4 2は開閉制御弁1 6を閉塞する（ステップS 2 4）。これにより、内部循環経路C 1を流れる冷媒は、加圧経路3 0を経由して第2分岐経路2 7側に流れ込み、絞り手段2 8によって冷媒タンク1 7に向かう冷媒の流量が制限されるので、外部循環経路C 2の戻り経路2 5内の圧力が上昇する。

[0057] ここで、開閉制御弁1 6を閉塞している場合（ステップS 2 4）、絞り手段2 8によって第2分岐経路2 7は狭窄しているため、ウェハ搭載台2 4から外部循環ポンプ2 1の吸入口までの経路（すなわち、戻り経路2 0）に対して内部循環経路C 1側から冷媒を送るために必要となる押し込み圧も上昇する。

[0058] そこで、圧力制御部4 2は、第1分岐経路2 9に設けられた圧力センサ2 6が測定した圧力に基づいて内部循環ポンプ1 1の駆動回転数を上げることで、加圧経路3 0を経由して行われる内部循環ポンプ1 1の押し込み圧を上昇させる（ステップS 2 6）。なお、内部循環ポンプ1 1はインバータ駆動ポンプにより構成されることが好ましい。

[0059] 絞り手段2 8により冷媒タンク1 7に向かう冷媒の経路（第2分岐経路2 7）の一部を狭窄することと、内部循環ポンプ1 1の押し込み圧を上昇させることとにより、外部循環経路C 2の戻り経路2 5内における圧力を冷媒の蒸気圧以上に上昇させることができる。これにより、冷媒のキャビテーションを抑制しつつ、外部循環経路C 2内で冷媒を良好に循環させることができる。

[0060] なお、ウェハ搭載台2 4内の冷媒流路の出口から外部循環ポンプ2 1の吸入口までの経路（つまり、戻り経路2 5）は圧力が低下しやすいために上記のような圧力制御を行うが、送り経路2 0は、外部循環ポンプ2 1の吐出圧がかかるために当初から加圧状態である。そのため、送り経路2 0について

は特に圧力低下を防ぐための機構は設けていない。

[0061] 一方、冷媒の温度または冷媒の設定温度が冷媒の沸点未満である場合（ステップS22：NO）、制御装置40は開閉制御弁16を解放する（ステップS28）。これにより、内部循環経路C1を流れる冷媒は、開閉制御弁16が設けられる経路25を経て冷媒タンク17に流れ込むことができるので、ウェハ搭載台24から外部循環ポンプ21の吸入口までの経路の範囲内（すなわち、外部循環経路C2の戻り経路25内）へ内部循環ポンプ11の押し込み圧による加圧が行われることはない。そして、内部循環ポンプ11の押し込み圧による加圧が行われないことで、ウェハ搭載台24内の冷媒流路の入口と出口との間の圧力差がより大きく得られることで、ウェハ搭載台24内の冷媒流路を流れる冷媒の流量の増加によるウェハ搭載台24への冷却作用が大きく得られる。

[0062] 制御装置40は、チラーシステム1の運転中、ステップS10からステップS28の処理を繰り返す（ステップS30）。これにより、冷媒のキャビテーションを抑制しつつ、チラーシステム1を良好に運転することができる。

[0063] 本実施形態では圧力制御部42が開閉制御弁16を開閉するのに、冷媒の温度または冷媒の設定温度が冷媒の沸点以上であるか否かを基に判断する場合について説明した。しかし、外部循環ポンプ21が確実にキャビテーションを起こさないようするためには、冷媒の飽和蒸気圧以上に加圧する必要があり、さらに外部循環ポンプ21の吸い込み部での減圧も考慮する必要がある。よって、冷媒の温度または冷媒の設定温度が冷媒の沸点から、これらの圧力変動を考慮した所定マージンを引いた値以上であるか否かを基に開閉制御弁16の開閉を判断しても良い。

[0064] [効果]

以上説明したように、本実施形態に係るチラーシステム1によれば、外部循環経路C1に設けられた温度センサ23の測定結果に基づいて、内部循環経路C1に設けられた開閉制御弁16の動作を制御することにより、加圧経

路 30 を介して外部循環経路 C2 の一部（戻り経路 25）を局所的に加圧することが可能となり、冷媒のキャビテーションを抑制しつつ、チラーシステム 1 を良好に運転することができる。これにより、耐圧性能を高めるために必要となるコスト及び装置の大型化を招くことなく、低沸点を有する冷媒を使用して低温領域での性能を確保しつつ、高温領域でも沸騰させずに冷媒を送液することが可能なシステムを実現することができる。その結果、低コスト及び省スペースで、高耐圧性能を有するチラーシステムを実現することができる。

[0065] 具体的には、冷媒の設定温度または温度センサ 23 によって測定された温度が冷媒の沸点以上である場合には、開閉制御弁 16 を閉塞（クローズ）することによって、加圧経路 30 によってウェハ搭載台 24 から外部循環ポンプ 21 の吸入口までの経路の範囲内（すなわち、外部循環経路 C2 の戻り経路 25 内）へ内部循環ポンプ 11 の押し込み圧による加圧を行う。また、外部循環経路 C1 に設けられた圧力センサ 26 の測定結果に基づいて内部循環ポンプ 11 の駆動回転数を上げることにより、内部循環ポンプ 11 の押し込み圧を上昇させる。これにより、外部循環経路 C2 の戻り経路 25 内の圧力を上昇させて、冷媒のキャビテーションを抑制することができる。

[0066] 一方、冷媒の設定温度または温度センサ 23 によって測定された温度が冷媒の沸点未満である場合には、開閉制御弁 16 を開放（オープン）することによって、内部循環経路 C1 を流れる冷媒は、開閉制御弁 16 が設けられる経路 25 を経て冷媒タンク 17 に流れ込むことができるので、内部循環ポンプ 11 の押し込み圧による加圧が行われない。そのため、ウェハ搭載台 24 内の冷媒流路の入口と出口との間の圧力差がより大きく得られることで、ウェハ搭載台 24 内の冷媒流路を流れる冷媒の流量の増加によるウェハ搭載台 24 への冷却作用が大きく得られる。

[0067] また、本実施形態に係るチラーシステム 1 によれば、外部循環経路 C1 に設けられた温度センサ 23 の測定結果に基づいて、内部循環経路 C1 と外部循環経路 C2 との間を接続する接続経路 19 を、三方弁 14 によって開放し

たり閉塞したりすることにより、内部循環経路C 1を流れる冷温の冷媒を、内部循環経路C 1内で循環させたり、外部循環経路C 2に流入させたりする。これにより、外部循環経路C 2を流れる冷媒の温度を所定の範囲内に制御することができる。

[0068] [変形例]

上記の実施形態では、内部循環ポンプ1 1の押し込み圧を上昇させる方法として、圧力制御部4 2が、圧力センサ2 6によって測定された圧力に基づいて内部循環ポンプ1 1の駆動回転数を制御する場合を示したが、これに限らず、例えば、絞り手段2 8を、第2分岐経路2 7の開度を調整可能な電氣的駆動弁（電磁弁、電動弁等）で構成し、圧力センサ2 6によって測定された圧力に基づいて電氣的駆動弁の開度を制御するようにしてもよい。

[0069] また、内部循環ポンプ1 1の押し込み圧を上昇させる方法として、圧力センサ2 6によって測定された圧力に基づいて内部循環ポンプ1 1の駆動回転数を制御することと、絞り手段2 8を構成する電氣的駆動弁の開度を制御することとの両方を併用するようにしてもよい。

[0070] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、以上の例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはもちろんである。

符号の説明

[0071] 1…チラーシステム、1 0…チラーユニット、1 1…内部循環ポンプ、1 2…冷凍機、1 3, 1 5…経路、1 4…三方弁、1 6…開閉制御弁、1 7…冷媒タンク、1 8…フィルタ、1 9…接続経路、2 0…送り経路、2 1…外部循環ポンプ、2 2…ヒータ、2 3…温度センサ、2 4…ウェハ搭載台、2 5…戻り経路、2 6…圧力センサ、2 7…第2分岐経路、2 8…絞り手段、2 9…第1分岐経路、3 0…加圧経路、3 1…分岐点、4 0…制御装置、C 1…内部循環経路、C 2…外部循環経路

請求の範囲

- [請求項1] ウェハ搭載台とチラーユニットとの間で冷媒を循環させるチラーシステムであって、
- 前記チラーユニットの内部で前記冷媒を循環可能とする内部循環経路と、
- 前記チラーユニットと前記ウェハ搭載台との間で前記冷媒を循環可能とする外部循環経路と、
- 前記チラーユニットを制御する制御装置と、
- を備え、
- 前記内部循環経路には、冷媒タンクと、内部循環ポンプと、冷凍機と、が設けられ、
- 前記外部循環経路は、前記チラーユニットから前記ウェハ搭載台へ向かう送り経路と、前記ウェハ搭載台から前記チラーユニットへ戻る戻り経路と、を有し、
- 前記送り経路には、外部循環ポンプと、温度センサと、が設けられ、
- 、
- 前記戻り経路は、前記戻り経路と前記冷媒タンクとの間を連通する連通経路を有し、
- 前記連通経路には、前記冷媒タンクに流入する前記冷媒の流量を制限する絞り手段が設けられ、
- 前記内部循環経路には、前記冷媒タンクよりも上流側に開閉制御弁が設けられ、
- 前記戻り経路を流れる前記冷媒を加圧するための加圧経路であって、一方端が前記内部循環経路において前記開閉制御弁よりも上流側に接続され、他方端が前記連通経路において前記絞り手段よりも上流側に接続される加圧経路を有し、
- 前記制御装置は、温度設定値または前記温度センサの測定結果に基づいて前記開閉制御弁の動作を制御する、

チラーシステム。

[請求項2] 前記制御装置は、前記温度設定値または前記温度センサによって測定された温度が前記冷媒の沸点もしくは、沸点から所定マージンを引いた温度以上である場合には、前記開閉制御弁を閉塞する、
請求項1に記載のチラーシステム。

[請求項3] 前記制御装置は、前記温度設定値または前記温度センサによって測定された温度が前記冷媒の沸点もしくは、沸点から所定マージンを引いた温度未満である場合には、前記開閉制御弁を開放する、
請求項2に記載のチラーシステム。

[請求項4] 前記戻り経路には、圧力センサが設けられ、
前記制御装置は、前記温度設定値または前記温度センサによって測定された温度が前記冷媒の沸点以上である場合には、前記圧力センサによって測定された圧力に基づいて前記戻り経路に対する加圧制御を実行する、
請求項2又は3に記載のチラーシステム。

[請求項5] 前記制御装置は、前記加圧制御として、前記圧力センサによって測定された圧力に基づいて前記内部循環ポンプの動作を制御する、
請求項4に記載のチラーシステム。

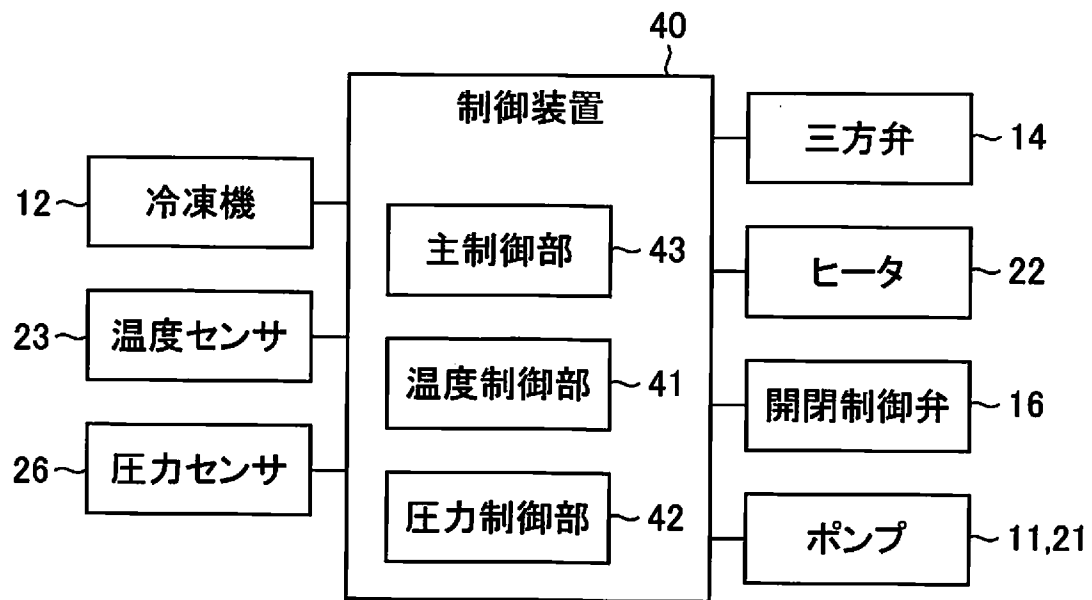
[請求項6] 前記絞り手段は、前記連通経路の開度を調整可能な電氣的駆動弁により構成され、
前記制御装置は、前記加圧制御として、前記圧力センサによって測定された圧力に基づいて前記電氣的駆動弁の開度を制御する、
請求項4又は5に記載のチラーシステム。

[請求項7] 前記内部循環経路と前記外部循環経路との間に設けられ、且つ、前記内部循環経路を流れる前記冷媒を前記外部循環経路に送出する接続経路を有し、
前記内部循環経路と前記接続経路との接続位置に三方弁が設けられ、

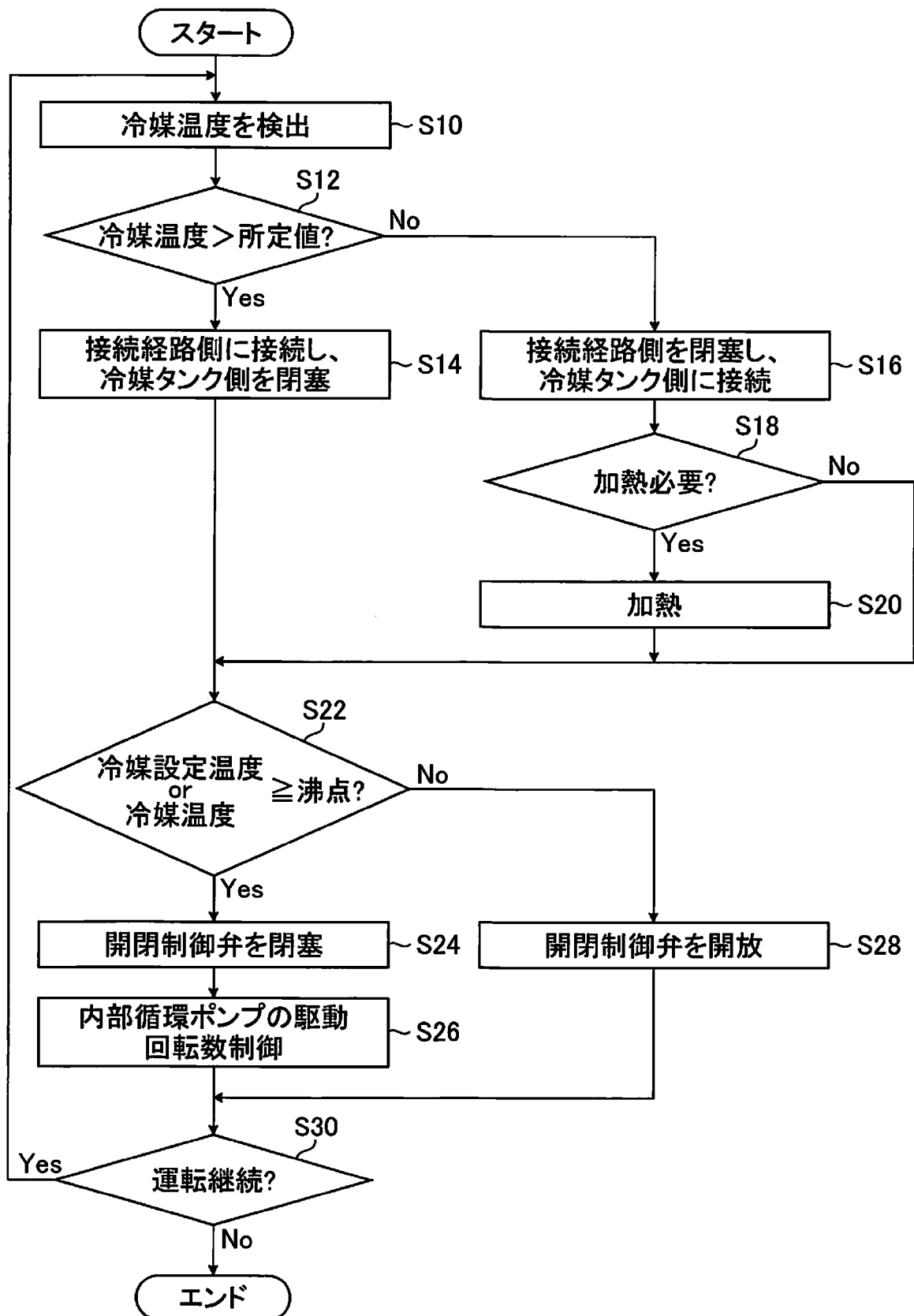
前記制御装置は、前記温度センサの測定結果に基づいて前記三方弁の動作を制御する、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のチラーシステム。

[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/045620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/66**(2006.01)i; **H01L 21/683**(2006.01)i

FI: H01L21/66 B; H01L21/68 N

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)

H01L21/66; H01L21/683

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-117231 A (CANON KK) 18 July 2019 (2019-07-18) entire text	1-7
A	JP 2019-169547 A (TOKYO SEIMITSU CO LTD) 03 October 2019 (2019-10-03) entire text	1-7
A	JP 2019-169548 A (TOKYO SEIMITSU CO LTD) 03 October 2019 (2019-10-03) entire text	1-7



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

06 January 2023

Date of mailing of the international search report

17 January 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/045620

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-117231	A	18 July 2019	US 2020/0318230	A1
				WO 2019/130970	A1
				EP 3712703	A1
				KR 10-2020-0098632	A
				CN 111527452	A
JP	2019-169547	A	03 October 2019	(Family: none)	
JP	2019-169548	A	03 October 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/66(2006.01)i; H01L 21/683(2006.01)i FI: H01L21/66 B; H01L21/68 N										
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）） H01L21/66; H01L21/683										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の 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 請求項の番号								
A	JP 2019-117231 A（キヤノン株式会社）18.07.2019（2019 - 07 - 18） 全文	1-7								
A	JP 2019-169547 A（株式会社東京精密）03.10.2019（2019 - 10 - 03） 全文	1-7								
A	JP 2019-169548 A（株式会社東京精密）03.10.2019（2019 - 10 - 03） 全文	1-7								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 06.01.2023	国際調査報告の発送日 17.01.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 河合 俊英 5F 3238 電話番号 03-3581-1101 内線 3516									

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/045620

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-117231	A	18.07.2019	US 2020/0318230 A1	
				WO 2019/130970 A1	
				EP 3712703 A1	
				KR 10-2020-0098632 A	
				CN 111527452 A	
JP	2019-169547	A	03.10.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-169548	A	03.10.2019	(ファミリーなし)	