

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6980945号
(P6980945)

(45) 発行日 令和3年12月15日 (2021. 12. 15)

(24) 登録日 令和3年11月19日 (2021. 11. 19)

(51) Int. Cl.

F I

F 2 5 B 1/00 (2006. 01)

F 2 5 B 1/00 1 0 1 F

F 2 5 B 43/00 (2006. 01)

F 2 5 B 43/00 L

F 2 5 B 1/00 3 9 6 D

F 2 5 B 1/00 3 7 1 J

F 2 5 B 43/00 N

請求項の数 10 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2021-501388 (P2021-501388)
 (86) (22) 出願日 平成31年2月25日 (2019. 2. 25)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2019/007047
 (87) 国際公開番号 W02020/174530
 (87) 国際公開日 令和2年9月3日 (2020. 9. 3)
 審査請求日 令和3年7月5日 (2021. 7. 5)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 305009496
 A T S ジャパン株式会社
 東京都足立区西新井 7-2-4
 (74) 代理人 100107364
 弁理士 斉藤 達也
 (72) 発明者 佐藤 敏美
 東京都足立区西新井 7-2-4 A T S ジャパン株式会社内
 (72) 発明者 清水 和重
 東京都足立区西新井 7-2-4 A T S ジャパン株式会社内
 (72) 発明者 深見 泰宏
 東京都足立区西新井 7-2-4 A T S ジャパン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷媒制御システム、及び冷却システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮手段と接続された循環流路であり、前記圧縮手段によって圧縮された冷媒と冷却対象との熱交換が可能となるように前記冷媒を循環させるための循環流路内を流れる前記冷媒の制御を行う冷媒制御システムであって、

前記冷媒を貯めるための貯留手段と、

前記循環流路を構成する流出口側配管であって前記圧縮手段の流出口側に位置する流出口側配管に接続された第 1 配管であり、当該第 1 配管を介して前記流出口側配管内の冷媒を前記貯留手段に流入させるための第 1 配管と、

前記循環流路を構成する流入口側配管であって前記圧縮手段の流入口側に位置する流入口側配管に接続された第 2 配管であり、当該第 2 配管を介して前記貯留手段内の前記冷媒を前記流入口側配管に流入させるための第 2 配管と、

前記第 1 配管に設けられた第 1 開閉弁であり、前記流出口側配管内の前記冷媒を前記貯留手段に流入させるか否かを切り替え可能な第 1 開閉弁と、

前記第 2 配管に設けられた第 2 開閉弁であり、前記貯留手段内の前記冷媒を前記流入口側配管に流入させるか否かを切り替え可能な第 2 開閉弁と、

所定方法で設定された前記冷却対象の設定温度に基づいて、前記第 1 開閉弁及び前記第 2 開閉弁の開閉制御を行う開閉制御手段と、を備え、

前記開閉制御手段は、

前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を上回る場合には、前記第 1 開閉弁を開

10

20

放させると共に、前記第 2 開閉弁を閉鎖させ、

前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を下回る場合には、前記第 1 開閉弁を閉鎖させると共に、前記第 2 開閉弁を開放させる、

冷媒制御システム。

【請求項 2】

前記開閉制御手段は、

所定方法で取得された前記圧縮手段の運転圧力値が閾値を上回る場合、又は前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を上回る場合の少なくともいずれかの場合に、前記第 1 開閉弁を開放させると共に、前記第 2 開閉弁を閉鎖させ、

前記圧縮手段の運転圧力値が閾値を下回る場合、又は前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を下回る場合の少なくともいずれかの場合に、前記第 1 開閉弁を閉鎖させると共に、前記第 2 開閉弁を開放させる、

請求項 1 に記載の冷媒制御システム。

【請求項 3】

前記貯留手段内の前記冷媒の温度を調整するための温度調整手段を備える、

請求項 1 又は 2 に記載の冷媒制御システム。

【請求項 4】

前記冷媒は、二酸化炭素である、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の冷媒制御システム。

【請求項 5】

前記冷却対象は、半導体製造システムの冷却用冷媒である、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷媒制御システム。

【請求項 6】

前記冷媒を用いて前記冷却対象を冷却するための冷却システムであって、

前記冷媒を圧縮するための圧縮手段と、

前記圧縮手段と接続され、且つ前記冷却対象側に位置する冷却対象側配管を有する循環流路であり、前記圧縮手段によって圧縮された前記冷媒と前記冷却対象との熱交換が可能となるように前記冷媒を循環させるための循環流路と、

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の冷媒制御システムと、

前記冷却対象側配管に設けられた熱交換手段であり、前記冷却対象側配管内の前記冷媒と前記冷却対象との熱交換を行うための熱交換手段と、

を備える冷却システム。

【請求項 7】

前記熱交換手段は、

前記冷却対象を冷却可能な第 1 熱交換手段と、

前記第 1 熱交換手段によって冷却された前記冷却対象を加熱可能な第 2 熱交換手段と、を備え、

前記冷却対象側配管は、

前記第 1 熱交換手段側に位置する第 1 冷却対象側配管と、

前記第 2 熱交換手段側に位置する第 2 冷却対象側配管と、を備え、

前記流出口側配管内の温度又は前記流入口側配管内の温度を検出するための検出手段と、

前記第 1 冷却対象側配管における前記第 1 熱交換手段よりも上流側の部分と、前記流入口側配管とに接続された第 3 配管と、

前記第 3 配管に設けられた第 3 開閉弁であり、前記冷却対象側配管内の冷媒が前記流入口側配管に流入する量を調整可能な第 3 開閉弁と、を備え、

前記開閉制御手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記第 3 開閉弁の開度制御を行う、

請求項 6 に記載の冷却システム。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記第1冷却対象側配管における前記第1熱交換手段よりも上流側の部分に設けられた第4開閉弁であり、前記第1冷却対象側配管内の冷媒が前記第1熱交換手段に流入する量を調整可能な第4開閉弁と、

前記第2冷却対象側配管における前記第2熱交換手段よりも下流側の部分に設けられた第5開閉弁であり、前記第2熱交換手段によって熱交換された前記冷媒が前記流入口側配管に流入する量を調整可能な第5開閉弁と、を備え、

前記開閉制御手段は、所定方法で取得された前記冷却対象の温度に基づいて、前記第4開閉弁及び前記第5開閉弁の開度制御を行う、

請求項7に記載の冷却システム。

【請求項9】

前記第1冷却対象側配管における前記第1熱交換手段よりも上流側の部分内の前記冷媒と、前記第2冷却対象側配管における前記第2熱交換手段よりも下流側の部分内の前記冷媒との熱交換を行うための冷媒熱交換手段を備える、

請求項7又は8に記載の冷却システム。

【請求項10】

前記検出手段の検出結果と、所定方法で取得された前記冷却対象の温度とに基づいて、前記圧縮手段の制御を行う圧縮制御手段を備える、

請求項7から9のいずれか一項に記載の冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷媒制御システム、及び冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、冷却対象の冷却を行うための装置が提案されている。例えば、特許文献1の装置は、高元側圧縮機、高元側凝縮器、高元側絞り装置、及び高元側蒸発器を配管接続して冷媒を循環させる高元冷凍サイクルと、低元側圧縮機、補助放熱器、低元側凝縮器、低元側絞り装置、及び低元側蒸発器を配管接続して冷媒を循環させる低元冷凍サイクルと、高元側蒸発器と低元側凝縮器とを、それぞれ通過する冷媒間での熱交換が可能となるように結合させて構成したカスケードコンデンサとを備えている。また、この低元冷凍サイクルの配管のうち低元側圧縮機の吸入部側の配管は、電磁弁を介して膨張タンクと接続されているので、電磁弁を開放して低元冷凍サイクル内の冷媒を膨張タンクに流入させることにより低元冷凍サイクル内の圧力が設定圧力以上にならないように調整できる。このような構成により、低元冷凍サイクルの低元側蒸発器付近に配置された冷却対象と低元冷凍サイクル内の冷媒との熱交換を行うことができ、冷却対象を冷却することが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開2014/181399号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1の装置においては、上述したように、膨張タンクが低元側圧縮機の吸入部側の配管と接続されていたので、例えば、冷却対象の温度範囲が広く、それに伴って低元冷凍サイクル内で必要とされる冷媒量が大きく変動するような場合には、低元冷凍サイクル内の圧力（冷媒量）を効率的に調整することが難しかった。また、低元側圧縮機の吸入部側の配管と膨張タンクとの冷媒の流れについては、上述したように、低元側圧縮機の吸入部側の配管内の冷媒が膨張タンクに流入されるに過ぎないので、例えば、低元側圧縮機の吸入部側の配管において室温、設置環境温度等で容易に飽和蒸気となる冷媒を用いた場合、膨張タンク内に飽和蒸気又は凝縮液が溜まることで、低元冷凍サイ

10

20

30

40

50

クルの機能が低下するおそれがあった。以上のことから、装置の使用性の観点からは改善の余地があった。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、使用性を維持することが可能になる、冷媒制御システム、及び冷却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】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、請求項1に記載の冷媒制御システムは、圧縮手段と接続された循環流路であり、前記圧縮手段によって圧縮された冷媒と冷却対象との熱交換が可能となるように前記冷媒を循環させるための循環流路内を流れる前記冷媒の制御を行う冷媒制御システムであって、前記冷媒を貯めるための貯留手段と、前記循環流路を構成する流出口側配管であって前記圧縮手段の流出口側に位置する流出口側配管に接続された第1配管であり、当該第1配管を介して前記流出口側配管内の冷媒を前記貯留手段に流入させるための第1配管と、前記循環流路を構成する流入口側配管であって前記圧縮手段の流入口側に位置する流入口側配管に接続された第2配管であり、当該第2配管を介して前記貯留手段内の前記冷媒を前記流入口側配管に流入させるための第2配管と、前記第1配管に設けられた第1開閉弁であり、前記流出口側配管内の前記冷媒を前記貯留手段に流入させるか否かを切り替え可能な第1開閉弁と、前記第2配管に設けられた第2開閉弁であり、前記貯留手段内の前記冷媒を前記流入口側配管に流入させるか否かを切り替え可能な第2開閉弁と、所定方法で設定された前記冷却対象の設定温度に基づいて、前記第1開閉弁及び前記第2開閉弁の開閉制御を行う開閉制御手段と、を備え、前記開閉制御手段は、前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を上回る場合には、前記第1開閉弁を開放させると共に、前記第2開閉弁を閉鎖させ、前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を下回る場合には、前記第1開閉弁を閉鎖させると共に、前記第2開閉弁を開放させる。

【0007】

請求項2に記載の冷媒制御システムは、請求項1に記載の冷媒制御システムにおいて、前記開閉制御手段は、所定方法で取得された前記圧縮手段の運転圧力値が閾値を上回る場合、又は前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を上回る場合の少なくともいずれかの場合に、前記第1開閉弁を開放させると共に、前記第2開閉弁を閉鎖させ、前記圧縮手段の運転圧力値が閾値を下回る場合、又は前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を下回る場合の少なくともいずれかの場合に、前記第1開閉弁を閉鎖させると共に、前記第2開閉弁を開放させる。

【0008】

請求項3に記載の冷媒制御システムは、請求項1又は2に記載の冷媒制御システムにおいて、前記貯留手段内の前記冷媒の温度を調整するための温度調整手段を備える。

【0009】

請求項4に記載の冷媒制御システムは、請求項1から3のいずれか一項に記載の冷媒制御システムにおいて、前記冷媒は、二酸化炭素である。

【0010】

請求項5に記載の冷媒制御システムは、請求項1から4のいずれか一項に記載の冷媒制御システムにおいて、前記冷却対象は、半導体製造システムの冷却用冷媒である。

【0011】

請求項6に記載の冷却システムは、前記冷媒を用いて前記冷却対象を冷却するための冷却システムであって、前記冷媒を圧縮するための圧縮手段と、前記圧縮手段と接続され、且つ前記冷却対象側に位置する冷却対象側配管を有する循環流路であり、前記圧縮手段によって圧縮された前記冷媒と前記冷却対象との熱交換が可能となるように前記冷媒を循環させるための循環流路と、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の冷媒制御システムと、前記冷却対象側配管に設けられた熱交換手段であり、前記冷却対象側配管内の前記冷媒と前記冷却対象との熱交換を行うための熱交換手段と、を備える。

【0012】

請求項7に記載の冷却システムは、請求項6に記載の冷却システムにおいて、前記熱交換手段は、前記冷却対象を冷却可能な第1熱交換手段と、前記第1熱交換手段によって冷却された前記冷却対象を加熱可能な第2熱交換手段と、を備え、前記冷却対象側配管は、
前記第1熱交換手段側に位置する第1冷却対象側配管と、前記第2熱交換手段側に位置する第2冷却対象側配管と、を備え、前記流出口側配管内の温度又は前記流入口側配管内の温度を検出するための検出手段と、前記第1冷却対象側配管における前記第1熱交換手段よりも上流側の部分と、前記流入口側配管とに接続された第3配管と、前記第3配管に設けられた第3開閉弁であり、前記冷却対象側配管内の冷媒が前記流入口側配管に流入する量を調整可能な第3開閉弁と、を備え、前記開閉制御手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記第3開閉弁の開度制御を行う。

10

【0013】

請求項8に記載の冷却システムは、請求項7に記載の冷却システムにおいて、前記第1冷却対象側配管における前記第1熱交換手段よりも上流側の部分に設けられた第4開閉弁であり、前記第1冷却対象側配管内の冷媒が前記第1熱交換手段に流入する量を調整可能な第4開閉弁と、前記第2冷却対象側配管における前記第2熱交換手段よりも下流側の部分に設けられた第5開閉弁であり、前記第2熱交換手段によって熱交換された前記冷媒が前記流入口側配管に流入する量を調整可能な第5開閉弁と、を備え、前記開閉制御手段は、所定方法で取得された前記冷却対象の温度に基づいて、前記第4開閉弁及び前記第5開閉弁の開度制御を行う。

20

【0014】

請求項9に記載の冷却システムは、請求項7又は8に記載の冷却システムにおいて、前記第1冷却対象側配管における前記第1熱交換手段よりも上流側の部分内の前記冷媒と、前記第2冷却対象側配管における前記第2熱交換手段よりも下流側の部分内の前記冷媒との熱交換を行うための冷媒熱交換手段を備える。

【0015】

請求項10に記載の冷却システムは、請求項7から9のいずれか一項に記載の冷却システムにおいて、前記検出手段の検出結果と、所定方法で取得された前記冷却対象の温度とに基づいて、前記圧縮手段の制御を行う圧縮制御手段を備える。

【発明の効果】

30

【0017】

請求項1に記載の冷媒制御システム、及び請求項6に記載の冷却システムによれば、流出口側配管に接続された第1配管であり、当該第1配管を介して流出口側配管内の冷媒を貯留手段に流入させるための第1配管と、流入口側配管に接続された第2配管であり、当該第2配管を介して貯留手段内の冷媒を流入口側配管に流入させるための第2配管と、を備えたので、循環流路内の圧力が過大になることを抑制しながら、貯留手段に流入した冷媒の熱によって貯留手段内の温度を冷媒の臨界温度以上（又は過熱蒸気温度）に維持しやすくなることから、貯留手段内で冷媒が凝縮することで循環流路内の冷媒量が低下することを抑制できる。特に、第1配管が流出口側配管と接続されているので、第1配管が流入口側配管と接続されている場合に比べて高圧縮高密度の冷媒を貯留できるため、循環流路内の圧力が過大になることや、冷却対象の設定温度が高い場合での過剰な冷却能力の上昇を効果的に防止できる。また、貯留手段内の冷媒を流入口側配管に流入させることができ、当該流入した冷媒の熱によって流入口側配管内の温度を高めることができることから、圧縮手段に飽和蒸気が流入することで圧縮手段の機能低下又は故障が生じることを抑制できる。さらに、流出口側配管内の冷媒を貯留手段に流入させるか否かを切り替え可能な第1開閉弁と、貯留手段内の冷媒を流入口側配管に流入させるか否かを切り替え可能な第2開閉弁と、所定方法で設定された冷却対象の設定温度に基づいて、第1開閉弁及び第2開閉弁の開閉制御を行う開閉制御手段と、を備えたので、冷却対象の設定温度に基づいた第1開閉弁及び第2開閉弁の開閉制御により、貯留手段での冷媒の流入出を効果的に行うことができる。以上のことから、従来技術（低元冷凍サイクル内の冷媒を単に膨張タンクに

40

50

流入させる技術)に比べて、圧縮手段の機能、貯留手段の機能、及び循環流路の機能を維持しやすくなるため、冷媒制御システム(又は冷却システム)の使用性を維持することが可能となる。

また、開閉制御手段が、冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を上回る場合には、第1開閉弁を開放させると共に、第2開閉弁を閉鎖させ、冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を下回る場合には、第1開閉弁を閉鎖させると共に、第2開閉弁を開放させるので、冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を上回る場合には、流出口側配管からの高圧縮高密度の冷媒を貯留手段に流入させることができ、循環流路内の圧力が過大になることや冷却対象の設定温度が高い場合での過剰な冷却能力の上昇を一層効果的に防止できる。また、冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を下回る場合には、貯留手段内の冷媒を流入口側配管に流入させることができ、その分循環流路の冷媒量を増加させることができる。その結果、冷却対象の設定温度の低下に伴って低下した循環流路内の圧力を回復させることができ、循環流路の機能を維持しやすくなる。

10

【0018】

請求項2に記載の冷媒制御システムによれば、開閉制御手段が、圧縮手段の運転圧力値が閾値を上回る場合、又は冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を上回る場合の少なくともいずれかの場合に、第1開閉弁を開放させると共に、第2開閉弁を閉鎖させ、圧縮手段の運転圧力値が閾値を下回る場合、又は冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を下回る場合の少なくともいずれかの場合に、第1開閉弁を閉鎖させると共に、第2開閉弁を開放させるので、冷却対象の設定温度及び圧縮手段の運転圧力値に基づいた第1開閉弁及び第2開閉弁の開閉制御を行うことができ、冷却対象の設定温度のみに基づいた第1開閉弁及び第2開閉弁の開閉制御を行う場合に比べて、循環流路内の圧力が過大になることを抑制しながら、貯留手段に流入した冷媒の熱によって貯留手段内の温度を冷媒の臨界温度以上(又は過熱蒸気温度)に維持しやすくなる。

20

【0019】

請求項3に記載の冷媒制御システムによれば、貯留手段内の冷媒の温度を調整するための温度調整手段を備えるので、貯留手段内の冷媒の温度を調整でき、例えば、貯留手段内で冷媒が凝縮することで循環流路内の冷媒量が低下することを抑制しやすくなる。

【0020】

請求項4に記載の冷媒制御システムによれば、冷媒が、二酸化炭素であるので、フロンガスに比べて膨張しやすくても、循環流路内の圧力が過大になることを回避できる。

30

【0021】

請求項5に記載の冷媒制御システムによれば、冷却対象が、半導体製造システムの冷却用冷媒であるので、冷却対象の温度レンジが比較的広くても、循環流路内の圧力が過大になることを回避できると共に、貯留手段内で冷媒が凝縮することで循環流路内の冷媒の流量が低下することを抑制できる。

【0022】

請求項7に記載の冷却システムによれば、熱交換手段が、冷却対象を冷却可能な第1熱交換手段と、第1熱交換手段によって冷却された冷却対象を加熱可能な第2熱交換手段と、を備え、冷却対象側配管が、第1熱交換手段側に位置する第1冷却対象側配管と、第2熱交換手段側に位置する第2冷却対象側配管と、を備え、第1冷却対象側配管における第1熱交換手段よりも上流側の部分と、流入口側配管とに接続された第3配管と、冷却対象側配管内の冷媒が流入口側配管に流入する量を調整可能な第3開閉弁と、を備え、開閉制御手段が、検出手段の検出結果に基づいて、第3開閉弁の開度制御を行うので、冷媒の温度に基づいて第3開閉弁の開度調整を行うことができ、流出口側配管内の冷媒の温度を効率的に調整することができる。

40

【0023】

請求項8に記載の冷却システムによれば、第1冷却対象側配管内の冷媒が第1熱交換手段に流入する量を調整可能な第4開閉弁と、第2熱交換手段によって熱交換された冷媒が流入口側配管に流入する量を調整可能な第5開閉弁と、を備え、開閉制御手段が、所定方

50

法で取得された冷却対象の温度に基づいて、第４開閉弁及び第５開閉弁の開度制御を行うので、冷却対象の温度が冷却対象の設定温度になるように冷却対象側配管内の冷媒の温度を調整でき、冷却対象の冷却を効率的に行うことができる。

【００２４】

請求項９に記載の冷却システムによれば、第１冷却対象側配管における第１熱交換手段よりも上流側の部分内の冷媒と、第２冷却対象側配管における第２熱交換手段よりも下流側の部分内の冷媒との熱交換を行うための冷媒熱交換手段を備えるので、第２冷却対象側配管のうち第２熱交換手段よりも下流側の部分内の冷媒の温度を高めることができ、圧縮手段に乾燥した冷媒を流入させることが可能となる。

【００２５】

請求項１０に記載の冷却システムによれば、検出手段の検出結果と、所定方法で取得された冷却対象の温度とに基づいて、圧縮手段の制御を行う圧縮制御手段を備えるので、冷媒の温度及び冷却対象の温度に基づいて圧縮手段の制御を行うことができ、圧縮手段の制御を効率的に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

【図１】本発明の実施の形態に係る冷却システムを示す概要図である。

【図２】制御装置の電氣的構成を示したブロック図である。

【図３】実施の形態に係る制御処理のフローチャートである。

【図４】第１開閉弁及び第２開閉弁の開閉に伴う第１冷媒の流れを示す図であり、（ａ）は第１開閉弁を開放し、第２開閉弁を閉鎖した状態を示す図、（ｂ）は第１開閉弁を閉鎖し、第２開閉弁を開放した状態を示す図である。

【図５】第１温度調整処理のフローチャートである。

【図６】第２温度調整処理のフローチャートである。

【図７】冷却システムの変形例を示す図である。

【図８】温度調整部の設置状況を示す図である。

【図９】温度調整部の設置状況を示す図である。

【図１０】冷却システムの変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００２８】

以下に添付図面を参照して、この発明に係る冷媒制御システム、及び冷却システムの実施の形態を詳細に説明する。まず、〔Ｉ〕実施の形態の基本的概念を説明した後、〔ＩＩ〕実施の形態の具体的内容について説明し、最後に、〔ＩＩＩ〕実施の形態に対する変形例について説明する。ただし、実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【００２９】

〔Ｉ〕実施の形態の基本的概念

まずは、実施の形態の基本的概念について説明する。実施の形態は、概略的に、圧縮手段によって圧縮された冷媒と冷却対象との熱交換が可能となるように冷媒を循環させるための循環流路内を流れる冷媒の制御を行う冷媒制御システム、及び冷却システムに関するものである。ここで、「冷媒」とは、冷却対象を冷却するために用いられる媒体を意味し、例えば、ガス状の冷媒（一例として、二酸化炭素、フロン、空気等）、液状の冷媒（一例として、水等）等を含む概念であるが、実施の形態では、二酸化炭素として説明する。また、「冷却対象」とは、冷却される対象を意味し、例えば、装置自体（又は、システム自体）、装置（又は、システム）の冷却用冷媒（一例として、ガス状又は液状の冷却用冷媒）等を含む概念であるが、実施の形態では、半導体製造システムの冷却用冷媒（具体的には、液状の冷却用冷媒）として説明する。

【００３０】

〔ＩＩ〕実施の形態の具体的内容

次に、実施の形態の具体的内容について説明する。

【００３１】

(構成)

まず、実施の形態に係る冷却システムの構成を説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る冷却システムを示す概要図である。なお、以下の説明では、図1のX方向を冷却システムの左右方向(+X方向を冷却システムの左方向、-X方向を冷却システムの右方向)、図1のY方向を冷却システムの前後方向(+Y方向を冷却システムの前方向、-Y方向を冷却システムの後方向)、X方向及びY方向に直交する方向を上下方向(図1紙面の手前側に至る方向を冷却システムの上方向、図1紙面の奥側に至る方向を冷却システムの下方向)と称する。

【0032】

この冷却システム1は、第1冷媒を用いて第2冷媒を冷却するためのシステムであり、図1に示すように、第1冷却システム10、第2冷却システム100、第3冷却システム200、及び後述の図2の制御装置300を備えている。ここで、「第1冷媒」とは、第2冷媒を冷却するために用いられるものであって、後述する循環部50によって循環されるものである。また、「第2冷媒」とは、第1冷媒によって冷却されるものであって、後述する第2冷却システム100の送出流路131によって送出されるものである。なお、上述した第1冷媒は、特許請求の範囲における「冷媒」に対応し、上述した第2冷媒は、特許請求の範囲における「冷却対象」に対応する。

【0033】

(構成—第1冷却システム)

第1冷却システム10は、第1冷媒を第2冷媒及び第3冷媒の各々と熱交換させるためのシステムであり、図1に示すように、圧縮部20、貯留部30、第1熱交換部41～第6熱交換部46、除去部47、及び循環部50を備えている。ここで、「第3冷媒」とは、第1冷媒を冷却するために用いられるものであって、後述する第3冷却システム200の第1送出流路201又は第2送出流路202によって送出されるものであり、例えば、ガス状の冷媒、液状の冷媒等を含む概念であるが、実施の形態では、工業用水として説明する。

【0034】

(構成—第1冷却システム—圧縮部)

圧縮部20は、第1冷媒を圧縮するための圧縮手段である。この圧縮部20は、例えば公知のコンプレッサ(一例として、インバータドライブ回路を有するコンプレッサの如き周波数制御運転型の二段式コンプレッサ)等を用いて構成されており、具体的には、圧縮部本体21、第1流出口22、第1流入口23、第2流出口24、及び第2流入口25を備えている。

【0035】

このうち、圧縮部本体21は、圧縮部20の基本構造体であり、中空状に構成されている。また、第1流出口22は、圧縮部本体21内の第1冷媒を後述する第1循環流路61に流出させるための開口である。また、第1流入口23は、後述する第1循環流路61内の第1冷媒を圧縮部本体21に流入させるための開口である。また、第2流出口24は、圧縮部本体21内の第1冷媒を後述する第2循環流路81に流出させるための開口である。また、第2流入口25は、後述する第2循環流路81内の第1冷媒を圧縮部本体21に流入させるための開口である。

【0036】

また、圧縮部20の具体的な動作内容については任意であるが、実施の形態では、以下の通りとなる。すなわち、まず、後述する第1循環流路61から第1流入口23を介して圧縮部本体21に流入させた第1冷媒を圧縮し、当該圧縮した第1冷媒を第2流出口24を介して後述する第2循環流路81に流出させる(以下、「第1圧縮動作」と称する)。次に、後述する第2循環流路81から第2流入口25を介して圧縮部本体21に流入させた第1冷媒を圧縮し、当該圧縮した第1冷媒を第1流出口22を介して後述する第1循環流路61に流出させる(以下、「第2圧縮動作」と称する)。そして、これ以降、第1圧縮動作及び第2圧縮動作を含む動作サイクルを繰り返し行う。このような動作により、圧

縮部 20 によって 2 回圧縮された第 1 冷媒を後述する第 1 循環流路 61 に流出させることができ、圧縮動作を 1 回のみ行う場合に比べて第 1 冷媒の圧縮を効率的に行うことが可能となる。

【0037】

(構成－第 1 冷却システム－貯留部)

貯留部 30 は、第 1 冷媒を貯めるための貯留手段である。この貯留部 30 は、例えば公知の冷媒用貯留器（一例として、第 1 冷媒を流入出させる流入出口（図示省略）を有する中空円柱状の膨張タンク）を用いて構成されており、図 1 に示すように、圧縮部 20 よりも第 2 冷却システム 100 側に設置されている。

【0038】

また、貯留部 30 の具体的な大きさ（例えば、径及び高さ）については任意であるが、例えば、所望量の第 1 冷媒を貯めることができる限り小さくすることが望ましいことから、実験結果等に基づいて設定してもよい。

【0039】

(構成－第 1 冷却システム－熱交換部)

第 1 熱交換部 41 は、後述する第 1 循環流路 61 内の第 1 冷媒と第 2 冷媒との熱交換を行うものであって、第 2 冷媒を冷却可能な第 1 熱交換手段である。この第 1 熱交換部 41 は、例えば公知の熱交換器（一例として、エバポレータ）等を用いて構成されており、図 1 に示すように、第 2 冷却システム 100 の近傍位置（図 1 では、後述する送出流路 131 の上流側の位置）に設置されている。

【0040】

第 2 熱交換部 42 は、後述する第 1 循環流路 61 内の第 1 冷媒と第 2 冷媒との熱交換を行うものであって、第 1 熱交換部 41 によって冷却された第 2 冷媒を加熱可能な第 2 熱交換手段である。この第 2 熱交換部 42 は、例えば公知の熱交換器（一例として、プレート熱交換器）等を用いて構成されており、図 1 に示すように、第 2 冷却システム 100 の近傍位置（図 1 では、後述する送出流路 131 の下流側の位置）に設置されている。このような第 2 熱交換部 42 により、第 1 熱交換部 41 によって冷却され過ぎた第 2 冷媒を加熱でき、後述する送出流路 131 の下流側の部分の温度を所望温度に維持しやすくなる。なお、上述した「第 1 熱交換部 41」及び「第 2 熱交換部 42」は、特許請求の範囲における「熱交換手段」に対応する。

【0041】

第 3 熱交換部 43 は、後述する第 1 循環流路 61 内の第 1 冷媒と第 3 冷媒との熱交換を行うものであって、第 1 冷媒を冷却可能な第 3 熱交換手段である。この第 3 熱交換部 43 は、例えば公知の熱交換器等を用いて構成されており、図 1 に示すように、第 3 冷却システム 200 の近傍位置に設置されている。

【0042】

第 4 熱交換部 44 は、後述する第 2 循環流路 81 内の第 1 冷媒と第 3 冷媒との熱交換を行うものであって、第 1 冷媒を冷却可能な第 4 熱交換手段である。この第 4 熱交換部 44 は、例えば公知の熱交換器等を用いて構成されており、図 1 に示すように、第 3 冷却システム 200 の近傍位置（図 1 では、第 3 熱交換部 43 とは異なる位置）に設置されている。

【0043】

第 5 熱交換部 45 は、後述する第 1 冷却対象側配管 63a における第 1 熱交換部 41 よりも上流側の部分内の第 1 冷媒と、後述する第 4 サブ配管 71d 内の第 1 冷媒との熱交換を行うものであって、後述する第 1 冷却対象側配管 63a 内の第 1 冷媒を冷却可能な第 5 熱交換手段である。この第 5 熱交換部 45 は、例えば公知の熱交換器等を用いて構成されており、図 1 に示すように、第 2 熱交換部 42 と第 3 熱交換部 43 との相互間に設置されている。このような第 5 熱交換部 45 により、後述する第 1 冷却対象側配管 63a における第 1 熱交換部 41 よりも上流側の部分内の第 1 冷媒を冷却（過冷却）することができ、第 5 熱交換部 45 を設けない場合に比べて、第 2 冷媒の冷却を促進しながら、冷却システ

10

20

30

40

50

ム 1 の冷却効率を向上させることができる。

【0044】

第 6 熱交換部 4 6 は、後述する第 1 冷却対象側配管 6 3 a における第 1 熱交換部 4 1 よりも上流側の部分内の第 1 冷媒と、後述する第 2 冷却対象側配管 6 3 b における第 2 熱交換部 4 2 よりも下流側の部分内の第 1 冷媒との熱交換を行うものであって、後述する第 2 冷却対象側配管 6 3 b 内の第 1 冷媒を加熱可能な冷媒熱交換手段である。この第 6 熱交換部 4 6 は、例えば公知の熱交換器等を用いて構成されており、図 1 に示すように、貯留部 3 0 と第 1 熱交換部 4 1（又は第 2 熱交換部 4 2）との間に設置されている。このような第 6 熱交換部 4 6 により、後述する第 2 冷却対象側配管 6 3 b のうち第 2 熱交換部 4 2 よりも下流側の部分内の第 1 冷媒の温度を高めることができ、圧縮部 2 0 に乾燥した第 1 冷媒を流入させることが可能となる。

10

【0045】

（構成－第 1 冷却システム－除去部）

除去部 4 7 は、後述する第 1 循環流路 6 1 内の第 1 冷媒に含まれる異物（例えば、塵、埃等）又は水分等を除去するための除去手段である。この除去部 4 7 は、例えば公知の冷媒用除去器（一例として、フィルタドライヤ）等を用いて構成されており、図 1 に示すように、第 3 熱交換部 4 3 と第 5 熱交換部 4 5 との間に設けられている。

【0046】

（構成－第 1 冷却システム－循環部）

循環部 5 0 は、第 1 冷媒を循環させるための循環手段であり、図 1 に示すように、第 1 循環部 6 0 及び第 2 循環部 8 0 を備えている。

20

【0047】

（構成－第 1 冷却システム－循環部－第 1 循環部）

第 1 循環部 6 0 は、第 1 冷媒を第 2 冷却システム 1 0 0 に向けて循環させるためのものであり、図 1 に示すように、第 1 循環流路 6 1、第 1 サブ配管 7 1 a～第 4 サブ配管 7 1 d、第 1 開閉弁 7 2 a～第 6 開閉弁 7 2 f、第 1 温度検出部 7 3 a～第 3 温度検出部 7 3 c、及び第 1 圧力検出部 7 4 a～第 3 圧力検出部 7 4 c を備えている。

【0048】

（構成－第 1 冷却システム－循環部－第 1 循環部－第 1 循環流路）

第 1 循環流路 6 1 は、圧縮部 2 0 によって圧縮された第 1 冷媒と第 2 冷媒との熱交換が可能となるように第 1 冷媒を循環させるための流路である。この第 1 循環流路 6 1 は、例えば公知の密閉式循環流路を用いて構成されており、図 1 に示すように、圧縮部 2 0、貯留部 3 0、第 1 熱交換部 4 1～第 6 熱交換部 4 6、及び除去部 4 7 を経由するように設置されている。また、図 1 に示すように、この第 1 循環流路 6 1 は、圧縮部側配管 6 2 及び冷却対象側配管 6 3 を備えている。

30

【0049】

（構成－第 1 冷却システム－循環部－第 1 循環部－第 1 循環流路－圧縮部側配管）

圧縮部側配管 6 2 は、第 1 循環流路 6 1 を構成する配管のうち圧縮部 2 0 側に位置する配管である。この圧縮部側配管 6 2 は、例えば公知の冷媒用配管等を用いて構成されており（なお、他の配管の構成についても同様とする）、図 1 に示すように、流出口側配管 6 2 a 及び流入口側配管 6 2 b を備えている。

40

【0050】

このうち、流出口側配管 6 2 a は、圧縮部 2 0 の第 1 流出口 2 2 側に位置する配管であり、圧縮部 2 0 の第 1 流出口 2 2 と冷却対象側配管 6 3 の上流側端部に接続されており、具体的には、図 1 に示すように、流出口側配管 6 2 a の一部が貯留部 3 0 内に収容されるように接続されている。また、流入口側配管 6 2 b は、圧縮部 2 0 の第 1 流入口 2 3 側に位置する配管であり、図 1 に示すように、圧縮部 2 0 の第 1 流入口 2 3 と冷却対象側配管 6 3 の下流側端部とに接続されている。

【0051】

（構成－第 1 冷却システム－循環部－第 1 循環部－第 1 循環流路－冷却対象側配管）

50

冷却対象側配管 6 3 は、第 1 循環流路 6 1 を構成する配管のうち第 2 冷却システム 1 0 0 側（冷却対象側）に位置する配管であり、図 1 に示すように、第 1 冷却対象側配管 6 3 a 及び第 2 冷却対象側配管 6 3 b を備えている。

【0052】

このうち、第 1 冷却対象側配管 6 3 a は、第 1 熱交換部 4 1 側に位置する配管であり、流出口側配管 6 2 a の下流側端部と流入口側配管 6 2 b の下流側端部とに接続されており、具体的には、図 1 に示すように、第 6 熱交換部 4 6、第 3 熱交換部 4 3、除去部 4 7、第 5 熱交換部 4 5、第 1 熱交換部 4 1、及び第 6 熱交換部 4 6 を順に経路するように接続されている。また、第 2 冷却対象側配管 6 3 b は、第 2 熱交換部 4 2 側に位置する配管であり、流出口側配管 6 2 a の下流側端部と流入口側配管 6 2 b の下流側端部とに接続されており、具体的には、図 1 に示すように、第 2 熱交換部 4 2 及び第 6 熱交換部 4 6 を順に経路するように接続されている。なお、実施の形態では、図 1 に示すように、第 2 冷却対象側配管 6 3 b の下流側の部分（具体的には、第 2 冷却対象側配管 6 3 b の下流側端部から第 6 熱交換部 4 6 よりも上流側に至る部分）は、第 1 冷却対象側配管 6 3 a の下流側の部分を兼ねるものとして第 1 冷却対象側配管 6 3 a の下流側の部分と一体形成されている。

10

【0053】

第 1 循環流路 6 1 内の第 1 冷媒の流れについては、以下の通りとなる。すなわち、まず、圧縮部 2 0 にて圧縮された第 1 冷媒の一部は、流出口側配管 6 2 a を介して第 1 冷却対象側配管 6 3 a に流出される。次に、第 1 冷却対象側配管 6 3 a に流出された第 1 冷媒は、第 3 熱交換部 4 3 及び第 5 熱交換部 4 5 によって冷却された後に第 1 熱交換部 4 1 によって第 2 冷媒との熱交換が行われる（具体的には、第 2 冷媒を冷却する熱交換が行われる）。続いて、第 2 冷媒との熱交換が行われた第 1 冷媒は、第 6 熱交換部 4 6 によって加熱された後に第 1 冷却対象側配管 6 3 a 及び流入口側配管 6 2 b を介して圧縮部 2 0 に流入される。また、圧縮部 2 0 にて圧縮された第 1 冷媒の他の一部は、流出口側配管 6 2 a を介して第 2 冷却対象側配管 6 3 b に流出される。次に、第 2 冷却対象側配管 6 3 b に流出された第 1 冷媒は、第 2 熱交換部 4 2 によって第 2 冷媒との熱交換が行われる（具体的には、第 2 冷媒を加熱する熱交換が行われる）。続いて、第 2 冷媒との熱交換が行われた第 1 冷媒は、第 6 熱交換部 4 6 によって加熱された後に第 2 冷却対象側配管 6 3 b 及び流入口側配管 6 2 b を介して圧縮部 2 0 に流入される。

20

30

【0054】

このような第 1 循環流路 6 1 により、第 1 循環流路 6 1 内の第 1 冷媒と後述する送出路 1 3 1 内の第 2 冷媒との熱交換が可能となるように当該第 1 冷媒を循環させることができる。

【0055】

（構成—第 1 冷却システム—循環部—第 1 循環部—サブ配管）

第 1 サブ配管 7 1 a は、当該第 1 サブ配管 7 1 a を介して流出口側配管 6 2 a 内の第 1 冷媒を貯留部 3 0 に流入させるための第 1 配管である。この第 1 サブ配管 7 1 a は、流出口側配管 6 2 a に接続されており、具体的には、図 1 に示すように、第 1 サブ配管 7 1 a の上流側端部が流出口側配管 6 2 a における貯留部 3 0 よりも上流側の部分と接続されていると共に、第 1 サブ配管 7 1 a の下流側端部が貯留部 3 0 の内部に収容されている。このような第 1 サブ配管 7 1 a により、流出口側配管 6 2 a 内の第 1 冷媒を貯留部 3 0 に流入させることができ、第 1 循環流路 6 1 内の圧力が過大になることを防止できる。特に、第 1 サブ配管 7 1 a が流出口側配管 6 2 a と接続されているので、第 1 サブ配管 7 1 a が流入口側配管 6 2 b と接続されている場合に比べて第 1 循環流路 6 1 内の圧力が過大になることを効果的に防止できる。また、貯留部 3 0 に流入した第 1 冷媒の熱によって貯留部 3 0 内の温度を第 1 冷媒の臨界温度以上（例えば、31℃以上等）に維持しやすくなることから、貯留部 3 0 内で第 1 冷媒が凝縮することで第 1 循環流路 6 1 内の冷媒量が低下することを抑制できる。

40

【0056】

50

第2サブ配管71bは、当該第2サブ配管71bを介して貯留部30内の第1冷媒を流入口側配管62bに流入させるための第2配管である。この第2サブ配管71bは、流入口側配管62bに接続されており、具体的には、図1に示すように、第2サブ配管71bの上流側端部が流入口側配管62bにおける圧縮部20よりも上流側の部分と接続されていると共に、第2サブ配管71bの下流側端部が貯留部30の内部に收容されている。なお、実施の形態では、図1に示すように、第2サブ配管71bの貯留部30側の部分は、第1サブ配管71aの貯留部30側の部分を兼ねるものとして第1サブ配管71aの貯留部30側の部分と一体形成されているが、これに限らず、例えば、第1サブ配管71aの貯留部30側の部分とは別体に形成されてもよい。このような第2サブ配管71bにより、貯留部30内の第1冷媒（余剰の第1冷媒）を流入口側配管62bに流入させることができ、当該流入した第1冷媒の熱によって流入口側配管62b内の温度を高めることができることから、圧縮部20に飽和蒸気が流入することで圧縮部20の機能低下又は故障が生じることを抑制できる。

10

【0057】

第3サブ配管71cは、第1冷却対象側配管63a内の第1冷媒を流入口側配管62bに流入させるための第3配管であり、第1冷却対象側配管63aと流入口側配管62bに接続されており、具体的には、図1に示すように、第1冷却対象側配管63aにおける第1熱交換部41よりも上流側の部分と、流入口側配管62bの上流側端部とに接続されている。このような第3サブ配管71cにより、第1冷却対象側配管63aにおける第1熱交換部41よりも上流側の部分内の第1冷媒を流入口側配管62bに流入させることができ、当該流入した第1冷媒の熱を用いて第1循環流路61内の第1冷媒の温度調整を行うことが可能となる。

20

【0058】

第4サブ配管71dは、第5熱交換部45側に位置する第4配管であり、図1に示すように、第2冷却対象側配管63bにおける除去部47と第5熱交換部45との間の部分と、後述する第2循環流路81の下流側端部とに接続されており、具体的には、第5熱交換部45を経由するように接続されている。このような第4サブ配管71dにより、第4サブ配管71d内の第1冷媒と第1冷却対象側配管63a内の第1冷媒との熱交換を行うことが可能となる。

【0059】

（構成—第1冷却システム—循環部—第1循環部—開閉弁）

30

第1開閉弁72aは、流出口側配管62a内の第1冷媒が貯留部30に流入させるか否かを切り替え可能な弁である。この第1開閉弁72aは、例えば公知の電磁弁等を用いて構成され（なお、他の開閉弁の構成についても同様とする）、第1サブ配管71aに設けられており、具体的には、図1に示すように、第1サブ配管71aの圧縮部20側の部分に接続されている。

【0060】

第2開閉弁72bは、貯留部30内の第1冷媒を流入口側配管62bに流入させるか否かを切り替え可能な弁であり、第2サブ配管71bに設けられており、具体的には、図1に示すように、第2サブ配管71bの圧縮部20側の部分に接続されている。

40

【0061】

第3開閉弁72cは、冷却対象側配管63内の第1冷媒が流入口側配管62bに流入する量を調整可能な弁であり、第3サブ配管71cに設けられており、具体的には、図1に示すように、第3サブ配管71cの上流側の部分に接続されている。

【0062】

第4開閉弁72dは、第1冷却対象側配管63a内の第1冷媒が第1熱交換部41に流入する量を調整可能な弁であり、第1冷却対象側配管63aに設けられており、具体的には、図1に示すように、第1冷却対象側配管63aにおける第1熱交換部41と第5熱交換部45との間の部分に接続されている。

【0063】

50

第5開閉弁72eは、第2熱交換部42によって熱交換された第1冷媒が流入口側配管62bに流入する量を調整可能な弁であり、第2冷却対象側配管63bに設けられており、具体的には、図1に示すように、第2冷却対象側配管63bにおける第1熱交換部41よりも下流側の部分に接続されている。

【0064】

第6開閉弁72fは、第4サブ配管71dにおける第5熱交換部45よりも上流側の部分内の第1冷媒が第4サブ配管71dにおける第5熱交換部45よりも下流側の部分に流入する量を調整可能な弁であり、第4サブ配管71dに設けられており、具体的には、図1に示すように、第4サブ配管71dの上流側の部分に接続されている。

【0065】

10

(構成—第1冷却システム—循環部—第1循環部—温度検出部)

第1温度検出部73aは、流出口側配管62a内の温度を検出するための検出手段である。この第1温度検出部73aは、例えば公知の温度検出センサ等を用いて構成され（なお、他の温度検出部の構成についても同様とする）、流出口側配管62aに設けられており、具体的には、図1に示すように、流出口側配管62aにおける圧縮部20の近傍部分に接続されている。

【0066】

第2温度検出部73bは、流入口側配管62b内の温度を検出するための検出手段であり、流入口側配管62bに設けられており、具体的には、図1に示すように、流入口側配管62bにおける圧縮部20の近傍部分に接続されている。

20

【0067】

第3温度検出部73cは、冷却対象側配管63内の温度を検出するためのものであり、冷却対象側配管63に設けられており、具体的には、図1に示すように、第1冷却対象側配管63aにおける第5熱交換部45と第4開閉弁72dとの間の部分に接続されている。

【0068】

(構成—第1冷却システム—循環部—第1循環部—圧力検出部)

第1圧力検出部74aは、流出口側配管62a内の圧力を検出するためのものである。この第1圧力検出部74aは、例えば公知の圧力センサ又は圧力スイッチ等を用いて構成され、流出口側配管62aに複数設けられており（図1では、2つ設けられている）、具体的には、図1に示すように、流出口側配管62aにおける圧縮部20の近傍部分に接続されている。

30

【0069】

第2圧力検出部74bは、流入口側配管62b内の圧力を検出するためのものである。この第2圧力検出部74bは、例えば公知の圧力センサ等を用いて構成され（なお、第3圧力検出部74c、後述する圧力検出部83、及び後述する送出圧力検出部136についても同様とする）、流入口側配管62bに設けられており、具体的には、図1に示すように、流入口側配管62bにおける圧縮部20の近傍部分に接続されている。

【0070】

第3圧力検出部74cは、冷却対象側配管63内の圧力を検出するためのものであり、第1冷却対象側配管63aに設けられており、具体的には、図1に示すように、第1冷却対象側配管63aにおける第5熱交換部45と第4開閉弁72dとの間の部分に接続されている。

40

【0071】

(構成—第1冷却システム—循環部—第2循環部)

第2循環部80は、第1冷媒を第2冷却システム100に向けて循環させるためのものであり、図1に示すように、第2循環流路81、温度検出部82、及び圧力検出部83を備えている。

【0072】

(構成—第1冷却システム—循環部—第2循環部—第2循環流路)

50

第2循環流路81は、圧縮部20によって圧縮された第1冷媒と第3冷媒との熱交換が可能となるように第1冷媒を循環させるための流路である。この第2循環流路81は、例えば配管からなる公知の密閉式循環流路を用いて構成されており、図1に示すように、第4熱交換部44を経由するように設置されている。このような第2循環流路81により、第2循環流路81内の第1冷媒と後述する第1送出流路201内の第3冷媒との熱交換が可能となるように当該第1冷媒を循環させることができる。

【0073】

(構成—第1冷却システム—循環部—第2循環部—温度検出部、圧力検出部)

温度検出部82は、第2循環流路81内の温度を検出するためのものであり、第2循環流路81に設けられており、具体的には、図1に示すように、第2循環流路81における下流側の部分に接続されている。

10

【0074】

圧力検出部83は、第2循環流路81内の圧力を検出するためのものであり、第2循環流路81に設けられており、具体的には、図1に示すように、第2循環流路81における下流側の部分に接続されている。

【0075】

(構成—第2冷却システム)

第2冷却システム100は、第2冷媒を第1冷媒と熱交換させるためのシステムであり、図1に示すように、エアベント部110、貯留部120、及び送出部130を備えている。

20

【0076】

(構成—第2冷却システム—エアベント部)

エアベント部110は、送出流路131内に溜まった空気を排気するためのものであり、例えば公知のエアベント器(一例として、エアベントタンク)等を用いて構成されており、図1に示すように、第2熱交換部42の近傍に設置されている。

【0077】

(構成—第2冷却システム—貯留部)

貯留部120は、第2冷媒を貯めるものであり、例えば公知の冷媒用貯留手段(一例として、リザーバタンク)等を用いて構成されており、図1に示すように、送出流路131の近傍に設置されている。

30

【0078】

(構成—第2冷却システム—送出部)

送出部130は、第2冷媒を第1冷却システム10に向けて送出させるための送出手段であり、図1に示すように、送出流路131、第1サブ送出配管132a～第4サブ送出配管132d、第1送出開閉弁133a～第4送出開閉弁133d、ポンプ部134、第1送出温度検出部135a、第2送出温度検出部135b、送出圧力検出部136、及び流量検出部137を備えている。

【0079】

(構成—第2冷却システム—送出部—送出流路)

送出流路131は、第2冷媒を第1冷却システム10に向けて送出させるための流路である。この送出流路131は、例えば配管からなる公知の流路を用いて構成されており(なお、他の送出流路の構成についても同様とする)、図1に示すように、第2冷媒を外部から送出流路131に流入させる第1流入部(図示省略)と、第1熱交換部41と、第2熱交換部42と、エアベント部110と、第2冷媒を送出流路131から外部に流出させる第1流出部(図示省略)とを経由するように設置されており、具体的には、送出流路131の上流側端部が第1流入部に接続されていると共に、送出流路131の下流側端部が第1流出部に接続されている。このような送出流路131により、送出流路131内の第2冷媒と第1循環流路61内の第1冷媒との熱交換が可能となるように当該第2冷媒を送出させることができる。

40

【0080】

50

(構成－第2冷却システム－送出部－サブ送出配管)

第1サブ送出配管132aは、当該第1サブ送出配管132aを介してエアイベント部110内の第2冷媒を貯留部120に流入させるための配管であり、図1に示すように、第1サブ送出配管132aの上流側端部がエアイベント部110と接続されていると共に、第1サブ送出配管132aの下流側端部が貯留部120に接続されている。

【0081】

第2サブ送出配管132bは、当該第2サブ送出配管132bを介して貯留部120内の第2冷媒をエアイベント部110に流入させるための配管であり、図1に示すように、第2サブ送出配管132bの上流側端部が貯留部120と接続されていると共に、第2サブ送出配管132bの下流側端部がエアイベント部110に接続されている。

10

【0082】

第3サブ送出配管132cは、当該第3サブ送出配管132cを介して送出流路131の上流側の部分内の第2冷媒を送出流路131の下流側の部分に流入させるための配管であり、図1に示すように、第3サブ送出配管132cの上流側端部が送出流路131の上流側の部分と接続されていると共に、第3サブ送出配管132cの下流側端部が送出流路131の下流側の部分に接続されている。

【0083】

第4サブ送出配管132dは、当該第4サブ送出配管132dを介してエアイベント部110内の第2冷媒を図示しない排出部に排出させるための配管であり、図1に示すように、第4サブ送出配管132dの上流側端部がエアイベント部110と接続されていると共に、第4サブ送出配管132dの下流側端部が排出部に接続されている。

20

【0084】

(構成－第2冷却システム－送出部－送出開閉弁)

第1送出開閉弁133aは、第2冷媒を第1流入部から送出流路131に流入させるか否かを切り替え可能な弁である。この第1送出開閉弁133aは、例えば公知の開閉弁(一例として、ゲートバルブ)等を用いて構成され(なお、第2送出開閉弁133bの構成についても同様とする)、図1に示すように、送出流路131の上流側端部に設けられている。

【0085】

第2送出開閉弁133bは、第2冷媒を送出流路131から第1流出部に流出させるか否かを切り替え可能な弁であり、図1に示すように、送出流路131の下流側端部に設けられている。

30

【0086】

第3送出開閉弁133cは、第3サブ送出配管132c内の第2冷媒を送出流路131の下流側の部分に流入させるか否かを切り替え可能な弁である。この第3送出開閉弁133cは、例えば公知の開閉弁(一例として、ボールバルブ)等を用いて構成され(なお、第4送出開閉弁133dの構成についても同様とする)、図1に示すように、第3サブ送出配管132cに設けられている。

【0087】

第4送出開閉弁133dは、第4サブ送出配管132d内の第2冷媒を排出部に排出させるか否かを切り替え可能な弁であり、図1に示すように、第4サブ送出配管132dに設けられている。

40

【0088】

(構成－第2冷却システム－送出部－ポンプ部)

ポンプ部134は、送出流路131内の第2冷媒を第1流入部から第1流出部に向けて送出するためのものであり、例えば公知のポンプ等を用いて構成されており、図1に示すように、送出流路131の下流側の部分に設けられている。

【0089】

(構成－第2冷却システム－送出部－送出温度検出部)

第1送出温度検出部135aは、送出流路131内の温度を検出するためのものであり

50

、図1に示すように、送出流路131の上流側の部分に設けられている。

【0090】

第2送出温度検出部135bは、送出流路131内の温度を検出するためのものであり、図1に示すように、送出流路131の下流側の部分に設けられている。

【0091】

(構成－第2冷却システム－送出部－送出圧力検出部)

送出圧力検出部136は、送出流路131内の圧力を検出するためのものであり、図1に示すように、送出流路131の下流側の部分に設けられている。

【0092】

(構成－第2冷却システム－送出部－流量検出部)

流量検出部137は、送出流路131内の第2冷媒の流量を検出するためのものであり、図1に示すように、送出流路131の下流側の部分に設けられている。

【0093】

(構成－第3冷却システム)

第3冷却システム200は、第3冷媒を第1冷媒と熱交換させるためのシステムであり、図1に示すように、第1送出流路201、第2送出流路202、第1送出開閉弁203、第2送出開閉弁204、及び送出温度検出部205を備えている。

【0094】

(構成－第3冷却システム－送出流路)

第1送出流路201は、第3冷媒を第1冷却システム10に向けて送出させるための流路であり、図1に示すように、第3冷媒を外部から第1送出流路201に流入させる第2流入部(図示省略)と、第3熱交換部43と、第1送出流路201から外部に流出させる第2流出部(図示省略)とを経由するように設置されており、具体的には、第1送出流路201の上流側端部が第2流入部に接続されていると共に、第1送出流路201の下流側端部が第2流出部に接続されている。このような第1送出流路201により、第1送出流路201内の第3冷媒と第1循環流路61内の第1冷媒との熱交換が可能となるように当該第3冷媒を送出させることができる。

【0095】

第2送出流路202は、第3冷媒を第1冷却システム10に向けて送出させるための流路であり、図1に示すように、第4熱交換部44を経由するように設置されており、具体的には、第2送出流路202の上流側端部が第1送出流路201の上流側の端部に接続されていると共に、第2送出流路202の下流側端部が第1送出流路201の下流側の端部に接続されている。このような第2送出流路202により、第2送出流路202内の第3冷媒と第2循環流路81内の第1冷媒との熱交換が可能となるように当該第3冷媒を送出させることができる。

【0096】

(構成－第3冷却システム－送出開閉弁)

第1送出開閉弁203は、第1送出流路201内の第3冷媒を第2流出部に流出させるか否かを切り替え可能な弁である。この第1送出開閉弁203は、例えば公知の開閉弁(一例として、ボールバルブ)等を用いて構成され、図1に示すように、第1送出流路201の下流側部分に設けられている。

【0097】

第2送出開閉弁204は、第2送出流路202内の第3冷媒を第2流出部に流出させるか否かを切り替え可能な弁である。この第2送出開閉弁204は、例えば公知の開閉弁(一例として、電磁弁)等を用いて構成され、図1に示すように、第2送出流路202の下流側部分に設けられている。

【0098】

(構成－第3冷却システム－送出温度検出部)

送出温度検出部205は、第1送出流路201内の温度を検出するためのものであり、図1に示すように、第1送出流路201の上流側の部分に設けられている。

10

20

30

40

50

【0099】

(構成－制御装置)

図2は、制御装置300の電氣的構成を示したブロック図である。制御装置300は、冷却システム1の各部を制御する装置であり、第1冷却システム10の近傍に設けられ、図2に示すように、操作部310、通信部320、出力部330、電源部340、制御部350、及び記憶部360を備えている。なお、実施の形態では、制御装置300は、第1冷却システム10、第2冷却システム100、及び第3冷却システム200の各々の電氣的各部（例えば、各種の開閉弁、各種の検出部等）と図示しない配線を介して電氣的に接続されているものとして説明する。

【0100】

10

(構成－制御装置－操作部)

操作部310は、各種の情報に関する操作入力を受け付けるための操作手段である。この操作部310は、例えば、タッチパッド、リモートコントローラの如き遠隔操作手段、あるいはハードスイッチ等、公知の操作手段を用いて構成されている。

【0101】

(構成－制御装置－通信部)

通信部320は、第1冷却システム10、第2冷却システム100、及び第3冷却システム200の各々の電氣的各部、又は管理サーバ等の外部装置との間で通信するための通信手段であり、例えば、公知の通信手段等を用いて構成されている。

【0102】

20

(構成－制御装置－出力部)

出力部330は、制御部350の制御に基づいて各種の情報を出力する出力手段であり、例えば液晶ディスプレイや有機ELディスプレイの如きフラットパネルディスプレイ等の公知の表示手段やスピーカー等の公知の音声出力手段等を用いて構成されている。

【0103】

(構成－制御装置－電源部)

電源部340は、商用電源（図示省略）から供給された電力又は当該電源部340に蓄電された電力を、制御装置300の各部に供給する電力供給手段である。

【0104】

(構成－制御装置－制御部)

30

制御部350は、制御装置300の各部を制御する制御手段である。この制御部350は、具体的には、CPU、当該CPU上で解釈実行される各種のプログラム（OSなどの基本制御プログラムや、OS上で起動され特定機能を実現するアプリケーションプログラムを含む）及びプログラムや各種のデータを格納するためのRAMの如き内部メモリを備えて構成されるコンピュータである。

【0105】

また、この制御部350は、図2に示すように、機能概念的に、開閉制御部351及び圧縮制御部352を備えている。

【0106】

開閉制御部351は、所定方法で設定された第2冷媒の設定温度に基づいて、第1開閉弁72a及び第2開閉弁72bの開閉制御を行う開閉制御手段である。

40

【0107】

圧縮制御部352は、第1温度検出部73a又は第2温度検出部73bの検出結果と、所定方法で取得された第2冷媒の温度とに基づいて、圧縮部20の制御を行う圧縮制御手段である。なお、この制御部350によって実行される処理の詳細については後述する。

【0108】

(構成－制御装置－記憶部)

記憶部360は、制御装置300の動作に必要なプログラム及び各種のデータを記録する記録手段であり、例えば、外部記録装置としてのハードディスク（図示省略）を用いて構成されている。ただし、ハードディスクに代えてあるいはハードディスクと共に、磁気

50

ディスクの如き磁氣的記録媒体、DVDやブルーレイディスクの如き光学的記録媒体、又はFlash Rom、USBメモリ、SDカードの如き電氣的記録媒体を含む、その他の任意の記録媒体を用いることができる。

【0109】

以上のような冷却システム1により、第1冷媒を用いて第2冷媒の冷却を効果的に行うことが可能となる。なお、上述した「貯留部30」、「第1サブ配管71a」、「第2サブ配管71b」、「第1開閉弁72a」、「第2開閉弁72b」、及び「開閉制御部351」は、特許請求の範囲における「冷媒制御システム」に対応する。

【0110】

(制御処理)

次に、このように構成された冷却システム1によって実行される制御処理について説明する。図3は、実施の形態に係る制御処理のフローチャートである（以下の各処理の説明ではステップを「S」と略記する）。図4は、第1開閉弁72a及び第2開閉弁72bの開閉に伴う第1冷媒の流れを示す図であり、(a)は第1開閉弁72aを開放し、第2開閉弁72bを閉鎖した状態を示す図、(b)は第1開閉弁72aを閉鎖し、第2開閉弁72bを開放した状態を示す図である。制御処理は、冷却システム1を制御するための処理である。この制御処理を実行するタイミングは任意であるが、実施の形態では、冷却システム1の電源が投入された後に起動されるものとして説明する。

【0111】

また、この制御処理の前提については、実施の形態では、以下の通りとなる。すなわち、圧縮部20内には、所望量の第1冷媒が収容されているものとする。また、冷却システム1の各種の開閉弁の開閉状態については、第1開閉弁72a、第3送出開閉弁133c、及び第4送出開閉弁133dは閉鎖状態であるものの、これら以外の開閉弁は開放状態であるものとする。これにより、第1冷媒は第1循環流路61及び第2循環流路81を循環できるものとし、第2冷媒は送出流路131を流れているものとし、第3冷媒は第1送出流路201及び第2送出流路202を流れているものとする。

【0112】

制御処理が起動されると、図3に示すように、SA1において制御装置300の制御部350は、第1冷媒の設定温度（例えば、+80℃～+90℃程度等。以下、「第1設定温度」と称する。）を設定する。この第1冷媒の設定温度の設定方法については任意であるが、実施の形態では、操作部310を介して入力された設定温度を示す情報を、設定すべき第1冷媒の設定温度として設定する。ただし、これに限らず、例えば、あらかじめ記憶部360に記憶された設定温度を示す情報、又は通信部320を介して外部装置から受信した設定温度を示す情報を、設定すべき第1冷媒の設定温度として設定してもよい（なお、後述するSA2の第2設定温度の設定方法についても同様とする）。

【0113】

SA2において制御装置300の制御部350は、第2冷媒の設定温度（例えば、-20℃～+80℃程度等。以下、「第2設定温度」と称する）を設定する。

【0114】

SA3において制御装置300の圧縮制御部352は、圧縮部20の制御を行う（具体的には、上述した動作サイクルを繰り返す制御を行う）。なお、実施の形態では、SA3の処理は、制御処理が終了するまで継続して行われるものとする。

【0115】

ここで、圧縮部20の制御方法については任意であるが、実施の形態では、SA3処理時の第1温度検出部73a又は第2温度検出部73bの検出結果と、SA3処理時の第1送出温度検出部135a又は第2送出温度検出部135bの検出結果とに基づいて、圧縮部20（具体的には、圧縮部20の運転周波数）の制御を行う。例えば、第1送出温度検出部135a（又は第2送出温度検出部135b）から取得した第2冷媒の温度がSA2にて設定された第2設定温度を上回る場合には、第1温度検出部73a（又は第2温度検出部73b）から取得した第1冷媒の温度が下がるように圧縮部20の運転周波数を大き

10

20

30

40

50

くすることで、圧縮部 20 から流出される第 1 冷媒の流量を増加させる。また、第 1 送出温度検出部 135 a（又は第 2 送出温度検出部 135 b）から取得した第 2 冷媒の温度が S A 2 にて設定された第 2 設定温度を下回る場合には、第 1 温度検出部 73 a（又は第 2 温度検出部 73 b）から取得した第 1 冷媒の温度が上がるように圧縮部 20 の運転周波数を小さくすることで、圧縮部 20 から流出される第 1 冷媒の流量を減少させる。これにより、第 1 冷媒の温度及び第 2 冷媒の温度に基づいて圧縮部 20 の制御を行うことができ、圧縮部 20 の制御を効率的に行うことが可能となる。

【0116】

S A 4 において制御装置 300 の開閉制御部 351 は、S A 2 にて設定された第 2 設定温度に基づいて、第 1 開閉弁 72 a 及び第 2 開閉弁 72 b の開閉制御を行う。

10

【0117】

ここで、第 1 開閉弁 72 a 及び第 2 開閉弁 72 b の開閉制御方法については任意であるが、実施の形態では、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度（例えば、記憶部 360 にあらかじめ記憶された第 1 冷媒の臨界温度）を上回る場合には、第 1 開閉弁 72 a を開放させると共に、第 2 開閉弁 72 b を閉鎖させる。これに伴って、図 4（a）に示すように、流出口側配管 62 a 内の第 1 冷媒が貯留部 30 に流入される。また、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を下回る場合には、第 1 開閉弁 72 a を閉鎖させると共に、第 2 開閉弁 72 b を開放させる。これに伴って、図 4（b）に示すように、貯留部 30 内の第 1 冷媒が流入口側配管 62 b に流入される。

【0118】

20

このように、第 2 設定温度に基づいた第 1 開閉弁 72 a 及び第 2 開閉弁 72 b の開閉制御により、貯留部 30 での第 1 冷媒の流入出を効果的に行うことができる。特に、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を上回る場合には、流出口側配管 62 a からの高圧縮高密度の第 1 冷媒を貯留部 30 に流入させることができ、第 1 循環流路 61 の圧力が過大になることや第 2 設定温度が高い場合での過剰な冷却能力の上昇を効果的に防止できる。また、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を下回る場合には、貯留部 30 内の第 1 冷媒を流入口側配管 62 b に流入させることができ、その分第 1 循環流路 61 の冷媒量を増加させることができる。その結果、第 2 設定温度の低下に伴って低下した第 1 循環流路 61 内の圧力を回復させることができ、第 1 循環流路 61 の機能を維持しやすくなる。よって、圧縮部 20 の機能、貯留部 30 の機能、及び第 1 循環流路 61 の機能を維持しやすくなることから、冷却システム 1 の使用性を維持することが可能となる。また、第 1 冷媒が二酸化炭素であるので、フロンガスに比べて膨張しやすくても、第 1 循環流路 61 の圧力が過大になることを回避できる。また、第 2 冷媒が、半導体製造システムの冷却用冷媒であるので、第 2 冷媒の温度レンジが比較的広くても、第 1 循環流路 61 の圧力が過大になることを回避できると共に、貯留部 30 内で第 1 冷媒が凝縮することで第 1 循環流路 61 内の第 1 冷媒の流量が低下することを抑制できる。

30

【0119】

図 3 に戻り、S A 5 において制御装置 300 の開閉制御部 351 は、第 6 開閉弁 72 f の開閉制御を行う。なお、実施の形態では、S A 5 の処理は、制御処理が終了するまで継続して行われるものとする。

40

【0120】

ここで、第 6 開閉弁 72 f の開閉制御方法については任意であるが、実施の形態では、第 2 設定温度に基づいて制御する。例えば、第 2 設定温度が記憶部 360 にあらかじめ記憶された閾値を下回る場合には第 6 開閉弁 72 f を所定の開度まで開放させる。これに伴って、第 4 サブ配管 71 d における第 5 熱交換部 45 よりも上流側の部分内の第 1 冷媒が第 4 サブ配管 71 d における第 5 熱交換部 45 よりも下流側の部分に流入されるので、第 5 熱交換部 45 による第 1 冷媒の熱交換が行われる。また、第 2 設定温度が閾値を上回る場合には第 6 開閉弁 72 f を閉鎖させる。これに伴って、第 4 サブ配管 71 d における第 5 熱交換部 45 よりも上流側の部分内の第 1 冷媒が第 4 サブ配管 71 d における第 5 熱交換部 45 よりも下流側の部分に流入されないため、第 5 熱交換部 45 による第 1 冷媒の熱

50

交換は行われない。

【0121】

このような処理により、第2設定温度に基づいて第6開閉弁72fの開度調整を行うことができ、第1冷却対象側配管63a内の第1冷媒の温度の調整を効率的に行うことが可能となる。

【0122】

SA5の処理後、制御装置300の開閉制御部351は、第1温度調整処理(SA6)を起動させる。

【0123】

(制御処理—第1温度調整処理)

次に、第1温度調整処理(SA6)について説明する。図5は、第1温度調整処理のフローチャートである。第1温度調整処理は、冷却対象側配管63内の第1冷媒の温度を調整するための処理である。

【0124】

第1温度調整処理が起動されると、図5に示すように、SB1において制御装置300の開閉制御部351は、第1送出温度検出部135a(又は第2送出温度検出部135b)から第2冷媒の温度を取得する。

【0125】

SB2において制御装置300の開閉制御部351は、SB1にて取得した第2冷媒の温度が第2設定温度であるか否かを判定する。そして、制御装置300の開閉制御部351は、上記第2冷媒の温度が第2設定温度であると判定されなかった場合(SB2、No)にはSB3に移行し、上記第2冷媒の温度が第2設定温度であると判定された場合(SB2、Yes)には、第1温度調整処理を終了して、図3の制御処理に戻る。

【0126】

SB3において制御装置300の開閉制御部351は、SB1にて取得した第2冷媒の温度に基づいて、第4開閉弁72d及び第5開閉弁72eの開度制御を行う。その後、制御装置300の開閉制御部351は、SB1に移行し、SB2にて第2冷媒の温度が第2設定温度であると判定されるまで、SB1からSB3の処理を繰り返す。

【0127】

また、この第4開閉弁72d及び第5開閉弁72eの開度制御方法については任意であるが、例えば、SB1にて取得した第2冷媒の温度がSA2にて設定された第2設定温度を上回る場合には、第4開閉弁72dの開度を第1基準開度よりも広げると共に、第5開閉弁72eの開度を第1基準開度よりも狭める。これに伴って、第1冷却対象側配管63a内における第1冷媒の第1熱交換部41への流入量が増加し、且つ第2熱交換部42によって熱交換された第1冷媒の流入口側配管62bへの流入量が減少することにより第2熱交換部42の加熱量が減少するため、第1冷媒による第2冷媒の冷却が促進される。また、SB1にて取得した第2冷媒の温度がSA2にて設定された第2設定温度を下回る場合には、第4開閉弁72dの開度を第1基準開度よりも狭めると共に、第5開閉弁72eの開度を第1基準開度よりも広げる。これに伴って、第1冷却対象側配管63a内における第1冷媒の第1熱交換部41への流入量が減少し、且つ第2熱交換部42によって熱交換された第1冷媒の流入口側配管62bへの流入量が増加することにより第2熱交換部42の加熱量が増加するため、第1冷媒による第2冷媒の冷却が抑制される。なお、「第1基準開度」とは、例えば、第2冷媒の温度が第2設定温度と同じになる場合の開放弁の開度を意味する。

【0128】

このような処理により、第2冷媒の温度に基づいて第4開閉弁72d及び第5開閉弁72eの開度調整を行うことができ、第2冷媒の温度に応じて冷却対象側配管63内の第1冷媒の温度を効率的に調整することができる。

【0129】

このような第1温度調整処理により、第2冷媒の温度が第2設定温度になるように冷却

10

20

30

40

50

対象側配管 6 3 内の第 1 冷媒の温度を調整でき、第 2 冷媒の冷却を効率的に行うことができる。

【0130】

図 3 に戻り、S A 6 の処理後、制御装置 3 0 0 の開閉制御部 3 5 1 は、第 2 温度調整処理 (S A 7) を起動させる。

【0131】

(制御処理—第 2 温度調整処理)

次に、第 2 温度調整処理 (S A 7) について説明する。図 6 は、第 2 温度調整処理のフローチャートである。第 2 温度調整処理は、流出口側配管 6 2 a 内の第 1 冷媒の温度を調整するための処理である。

10

【0132】

第 2 温度調整処理が起動されると、図 6 に示すように、S C 1 において制御装置 3 0 0 の開閉制御部 3 5 1 は、第 1 温度検出部 7 3 a (又は第 2 温度検出部 7 3 b) から第 1 冷媒の温度を取得する。

【0133】

S C 2 において制御装置 3 0 0 の開閉制御部 3 5 1 は、S C 1 にて取得した第 1 冷媒の温度が第 1 設定温度を下回るか否かを判定する。そして、制御装置 3 0 0 の開閉制御部 3 5 1 は、上記第 1 冷媒の温度が第 1 設定温度を下回ると判定されなかった場合 (S C 2、No) には S C 3 に移行し、上記第 1 冷媒の温度が第 1 設定温度を下回ると判定された場合 (S C 2、Yes) には、第 2 温度調整処理を終了して、図 3 の制御処理に戻る。

20

【0134】

S C 3 において制御装置 3 0 0 の開閉制御部 3 5 1 は、S C 1 にて取得した第 1 冷媒の温度に基づいて、第 3 開閉弁 7 2 c の開度制御を行う。その後、制御装置 3 0 0 の開閉制御部 3 5 1 は、S C 1 に移行し、S C 2 にて第 1 冷媒の温度が第 1 設定温度を下回ると判定されるまで、S C 1 から S C 3 の処理を繰り返す。

【0135】

また、この第 3 開閉弁 7 2 c の開度制御方法については任意であるが、例えば、S C 1 にて取得した第 1 冷媒の温度が S A 1 にて設定された第 1 設定温度を上回る場合には、第 3 開閉弁 7 2 c の開度を第 2 基準開度よりも広げる。これに伴って、冷却対象側配管 6 3 内における第 1 冷媒の流入口側配管 6 2 b への流入量が増加するので、流出口側配管 6 2 a 内の第 1 冷媒の温度を下げることができる。また、S C 1 にて取得した第 1 冷媒の温度が S A 1 にて設定された第 1 設定温度と一致する場合には、第 3 開閉弁 7 2 c の開度を第 2 基準開度に維持する。これに伴って、冷却対象側配管 6 3 内における第 1 冷媒の流入口側配管 6 2 b への流入量が維持されるので、流出口側配管 6 2 a 内の第 1 冷媒の温度が上がることを抑制できる。なお、「第 2 基準開度」とは、例えば、第 1 冷媒の温度が第 1 設定温度と同じになる場合の開閉弁の開度を意味する。

30

【0136】

このような処理により、第 1 冷媒の温度に基づいて第 3 開閉弁 7 2 c の開度調整を行うことができ、流出口側配管 6 2 a 内の第 1 冷媒の温度を効率的に調整することができる。

【0137】

以上のような第 2 温度調整処理により、第 1 冷媒の温度が第 1 設定温度になるように流出口側配管 6 2 a 内の第 1 冷媒の温度を調整できる。よって、流出口側配管 6 2 a 内の第 1 冷媒が第 1 サブ配管 7 1 a を介して貯留部 3 0 に流入した場合に、当該流入した第 1 冷媒の熱によって貯留部 3 0 内の温度を第 1 冷媒の臨界温度以上に維持しやすくなる。

40

【0138】

図 3 に戻り、S A 8 において制御装置 3 0 0 の制御部 3 5 0 は、制御処理を終了するタイミング (以下、「終了タイミング」と称する) が到来したか否かを判定する。この終了タイミングが到来したか否かの判定方法については任意であるが、例えば、操作部 3 1 0 を介して所定操作が受け付けられたか否かに基づいて判定し、上記所定操作が受け付けられた場合には終了タイミングが到来したと判定し、上記所定操作が受け付けられていない

50

場合には終了タイミングが到来していないと判定する。そして、制御装置 300 の制御部 350 は、終了タイミングが到来したと判定された場合 (SA8、Yes) には制御処理を終了する。一方、終了タイミングが到来していないと判定された場合 (SA8、No) には SA6 に移行し、SA8 において終了タイミングが到来したと判定されるまで、SA6 から SA8 に移行する。

【0139】

以上のような制御処理により、冷却システム 1 の使用性を維持しながら、第 1 冷媒を用いて第 2 冷媒の冷却を効果的に行うことが可能となる。

【0140】

(実施の形態の効果)

このように実施の形態によれば、流出口側配管 62a に接続された第 1 サブ配管 71a であり、当該第 1 サブ配管 71a を介して流出口側配管 62a 内の第 1 冷媒を貯留部 30 に流入させるための第 1 サブ配管 71a と、流入口側配管 62b に接続された第 2 サブ配管 71b であり、当該第 2 サブ配管 71b を介して貯留部 30 内の第 1 冷媒を流入口側配管 62b に流入させるための第 2 サブ配管 71b と、を備えたので、第 1 循環流路 61 内の圧力が過大になることを抑制しながら、貯留部 30 に流入した第 1 冷媒の熱によって貯留部 30 内の温度を第 1 冷媒の臨界温度以上 (又は過熱蒸気温度) に維持しやすくなることから、貯留部 30 内で第 1 冷媒が凝縮することで第 1 循環流路 61 内の第 1 冷媒量が低下することを抑制できる。特に、第 1 サブ配管 71a が流出口側配管 62a と接続されているので、第 1 サブ配管 71a が流入口側配管 62b と接続されている場合に比べて高圧縮高密度の冷媒を貯留できるため、第 1 循環流路 61 内の圧力が過大になることや、第 2 設定温度が高い場合での過剰な冷却能力の上昇を効果的に防止できる。また、貯留部 30 内の第 1 冷媒を流入口側配管 62b に流入させることができ、当該流入した第 1 冷媒の熱によって流入口側配管 62b 内の温度を高めることができることから、圧縮部 20 に飽和蒸気が流入することで圧縮部 20 の機能低下又は故障が生じることを抑制できる。さらに、流出口側配管 62a 内の第 1 冷媒を貯留部 30 に流入させるか否かを切り替え可能な第 1 開閉弁 72a と、貯留部 30 内の第 1 冷媒を流入口側配管 62b に流入させるか否かを切り替え可能な第 2 開閉弁 72b と、所定方法で設定された第 2 設定温度に基づいて、第 1 開閉弁 72a 及び第 2 開閉弁 72b の開閉制御を行う開閉制御部 351 と、を備えたので、第 2 設定温度に基づいた第 1 開閉弁 72a 及び第 2 開閉弁 72b の開閉制御により、貯留部 30 での第 1 冷媒の流入出を効果的に行うことができる。以上のことから、従来技術 (低元冷凍サイクル内の冷媒を単に膨張タンクに流入させる技術) に比べて、圧縮部 20 の機能、貯留部 30 の機能、及び第 1 循環流路 61 の機能を維持しやすくなるため、冷媒制御システム (又は冷却システム 1) の使用性を維持することが可能となる。

【0141】

また、開閉制御部 351 が、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を上回る場合には、第 1 開閉弁 72a を開放させると共に、第 2 開閉弁 72b を閉鎖させ、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を下回る場合には、第 1 開閉弁 72a を閉鎖させると共に、第 2 開閉弁 72b を開放させるので、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を上回る場合には、流出口側配管 62a から的高圧縮高密度の第 1 冷媒を貯留部 30 に流入させることができ、第 1 循環流路 61 内の圧力が過大になることや第 2 設定温度が高い場合での過剰な冷却能力の上昇を一層効果的に防止できる。また、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を下回る場合には、貯留部 30 内の第 1 冷媒を流入口側配管 62b に流入させることができ、その分第 1 循環流路 61 の冷媒量を増加させることができる。その結果、第 2 設定温度の低下に伴って低下した第 1 循環流路 61 内の圧力を回復させることができ、第 1 循環流路 61 の機能を維持しやすくなる。

【0142】

また、第 1 冷媒が、二酸化炭素であるので、フロンガスに比べて膨張しやすくても、第 1 循環流路 61 内の圧力が過大になることを回避できる。

【0143】

また、第2冷媒が、半導体製造システムの冷却用冷媒であるので、第2冷媒の温度レンジが比較的広くても、第1循環流路61内の圧力が過大になることを回避できると共に、貯留部30内で第1冷媒が凝縮することで第1循環流路61内の第1冷媒の流量が低下することを抑制できる。

【0144】

また、熱交換手段が、第2冷媒を冷却可能な第1熱交換部41と、第1熱交換部41によって冷却された第2冷媒を加熱可能な第2熱交換部42と、を備え、冷却対象側配管63が、第1熱交換部41側に位置する第1冷却対象側配管63aと、第2熱交換部42側に位置する第2冷却対象側配管63bと、を備え、第1冷却対象側配管63aにおける第1熱交換部41よりも上流側の部分と、流入口側配管62bとに接続された第3サブ配管71cと、冷却対象側配管63内の第1冷媒が流入口側配管62bに流入する量を調整可能な第3開閉弁72cと、を備え、開閉制御部351が、第1温度検出部73a（又は第2温度検出部73b）の検出結果に基づいて、第3開閉弁72cの開度制御を行うので、第1冷媒の温度に基づいて第3開閉弁72cの開度調整を行うことができ、流出口側配管62a内の第1冷媒の温度を効率的に調整することができる。

10

【0145】

また、第1冷却対象側配管63a内の第1冷媒が第1熱交換部41に流入する量を調整可能な第4開閉弁72dと、第2熱交換部42によって熱交換された第1冷媒が流入口側配管62bに流入する量を調整可能な第5開閉弁72eと、を備え、開閉制御部351が、所定方法で取得された第2冷媒の温度に基づいて、第4開閉弁72d及び第5開閉弁72eの開度制御を行うので、第2冷媒の温度が第2設定温度になるように冷却対象側配管63内の第1冷媒の温度を調整でき、第2冷媒の冷却を効率的に行うことができる。

20

【0146】

また、第1冷却対象側配管63aにおける第1熱交換部41よりも上流側の部分内の第1冷媒と、第2冷却対象側配管63bにおける第2熱交換部42よりも下流側の部分内の第1冷媒との熱交換を行うための第6熱交換部46を備えるので、第2冷却対象側配管63bのうち第2熱交換部42よりも下流側の部分内の第1冷媒の温度を高めることができ、圧縮部20に乾燥した第1冷媒を流入させることが可能となる。

【0147】

また、第1温度検出部73a（又は第2温度検出部73b）の検出結果と、所定方法で取得された第2冷媒の温度とに基づいて、圧縮部20の制御を行う圧縮制御部352を備えるので、第1冷媒の温度及び第2冷媒の温度に基づいて圧縮部20の制御を行うことができ、圧縮部20の制御を効率的に行うことが可能となる。

30

【0148】

〔111〕実施の形態に対する変形例

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明の具体的な構成及び手段は、特許請求の範囲に記載した各発明の技術的思想の範囲内において、任意に改変及び改良することができる。以下、このような変形例について説明する。

【0149】

（解決しようとする課題や発明の効果について）

40

まず、発明が解決しようとする課題や発明の効果は、前記した内容に限定されるものではなく、本発明によって、前記に記載されていない課題を解決したり、前記に記載されていない効果を奏することもでき、また、記載されている課題の一部のみを解決したり、記載されている効果の一部のみを奏することがある。

【0150】

（分散や統合について）

また、上述した各電氣的構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各部の分散や統合の具体的な形態は図示のものに限られず、その全部または一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散又は統合して構成できる。また、本出願における「システ

50

ム」とは、複数の装置によって構成されたものに限定されず、単一の装置によって構成されたものを含む。また、本出願における「装置」とは、単一の装置によって構成されたものに限定されず、複数の装置によって構成されたものを含む。また、上記実施の形態で説明した各情報については、そのデータ構造を任意に変更してもよい。例えば、制御装置 300 を、相互に通信可能に構成された複数の装置に分散して構成し、これら複数の装置の一部に制御部 350 を設けると共に、これら複数の装置の他の一部に記憶部 360 を設けてもよい。

【0151】

(形状、数値、構造、時系列について)

実施の形態や図面において例示した構成要素に関して、形状、数値、又は複数の構成要素の構造若しくは時系列の相互関係については、本発明の技術的思想の範囲内において、任意に改変及び改良することができる。

【0152】

(第3冷媒について)

上記実施の形態では、第3冷媒が、工業用水であると説明したが、これに限らない。図7は、冷却システム1の変形例を示す図である。例えば、第3冷媒は、空気であってもよい。この場合には、図7に示すように、第3冷却システム200は、第3熱交換部43に第3冷媒を送出する第1送出部401(一例として、公知の送風器)と、第4熱交換部44に第3冷媒を送出する第2送出部402(一例として、公知の送風器)とを備えてもよい。

【0153】

(第1冷却システムについて)

上記実施の形態では、第1冷却システム10が、第5熱交換部45、第6熱交換部46、及び除去部47を備えていると説明したが、これに限らず、例えば、第5熱交換部45、第6熱交換部46、又は除去部47の少なくともいずれか1つを省略してもよい。なお、第5熱交換部45を省略する場合には、第4サブ配管71d及び第6開閉弁72fを省略できる。

【0154】

また、上記実施の形態では、第1冷却システム10が、第3開閉弁72c、第4開閉弁72d、第5開閉弁72e、及び第6開閉弁72fを備えていると説明したが、これに限らず、例えば、第3開閉弁72c、第4開閉弁72d、第5開閉弁72e、又は第6開閉弁72fの少なくともいずれか1つを省略してもよい。なお、第3開閉弁72cが省略される場合には、制御処理のSA7の処理を省略できる。また、第4開閉弁72d及び第5開閉弁72eが省略される場合には、制御処理のSA6の処理を省略できる。また、第6開閉弁72fが省略される場合には、制御処理のSA5の処理を省略できる。

【0155】

また、上記実施の形態では、第1冷却システム10が、圧縮部20、貯留部30、第1熱交換部41～第6熱交換部46、除去部47、及び循環部50を備えていると説明したが、これに限らず、例えば、これらの構成要素に加えて、温度調整部410を備えてもよい。図8、図9は、温度調整部410の設置状況を示す図である。ここで、温度調整部410は、貯留部30内の第1冷媒の温度を調整するための温度調整手段であり、例えば公知の温度調整器(一例として、加熱機能又は冷却機能の少なくともいずれか一方を含む温度調整器)等を用いて構成されており、貯留部30に設置される。また、この温度調整部410の設置方法については任意であるが、例えば、図8に示すように、貯留部30内に設置してもよい。あるいは、図9に示すように、貯留部30の外部において貯留部30に巻きつくように設置してもよい。このような温度調整部410により、貯留部30内の冷媒の温度を調整でき、例えば、貯留部30内で冷媒が凝縮することで第1循環流路61内の冷媒量が低下することを抑制しやすくなる。

【0156】

(貯留部について)

上記実施の形態では、貯留部 30 の設置数が 1 つであると説明したが、これに限らず、例えば、貯留部 30 の設置数が 2 以上であってもよい。この場合には、第 1 サブ配管 71 a 及び第 2 サブ配管 71 b を各貯留部 30 に設置することにより、各貯留部 30 での第 1 冷媒の流入出を行うことが可能となる。

【0157】

また、上記実施の形態では、貯留部 30 内に流出口側配管 62 a の一部が貯留部 30 内に収容されていると説明したが、これに限らず、例えば、貯留部 30 の内部に流出口側配管 62 a が収容されていなくてもよい（すなわち、図 8、図 9 に示すように、流出口側配管 62 a 全体が貯留部 30 の外部において貯留部 30 から離れた位置に設置されてもよく、あるいは、貯留部 30 の外部において貯留部 30 に巻きつくように設置されてもよい）。

10

【0158】

（圧縮部について）

上記実施の形態では、圧縮部 20 が、周波数制御運転型のコンプレッサであると説明したが、これに限らず、例えば、定速運転型のコンプレッサであってもよい。

【0159】

また、上記実施の形態では、圧縮部 20 が、二段式コンプレッサであると説明したが、これに限らない。図 10 は、冷却システム 1 の変形例を示す図である。例えば、圧縮部 20 が、一段式コンプレッサであってもよい。この場合には、図 10 に示すように、冷却システム 1 は、図 1 の冷却システム 1 に比べて、第 4 熱交換部 44、第 2 循環部 80、第 2 送出流路 202、及び第 2 送出開閉弁 204 を省略できる。

20

【0160】

（第 2 冷却システムについて）

上記実施の形態では、第 2 冷却システム 100 が、エアベント部 110、貯留部 120、第 1 サブ送出配管 132 a～第 4 サブ送出配管 132 d、第 1 送出開閉弁 133 a～第 4 送出開閉弁 133 d、ポンプ部 134、第 1 送出温度検出部 135 a、第 2 送出温度検出部 135 b、送出圧力検出部 136、及び流量検出部 137 を備えていると説明したが、これに限らず、例えば、エアベント部 110、貯留部 120、第 1 サブ送出配管 132 a～第 4 サブ送出配管 132 d、第 1 送出開閉弁 133 a～第 4 送出開閉弁 133 d、ポンプ部 134、第 1 送出温度検出部 135 a、第 2 送出温度検出部 135 b、送出圧力検出部 136、又は流量検出部 137 の少なくともいずれか 1 つを省略してもよい。

30

【0161】

（第 3 冷却システムについて）

上記実施の形態では、第 3 冷却システム 200 が、第 1 送出開閉弁 203、第 2 送出開閉弁 204、及び送出温度検出部 205 を備えていると説明したが、これに限らず、例えば、第 1 送出開閉弁 203、第 2 送出開閉弁 204、又は送出温度検出部 205 の少なくともいずれか 1 つを省略してもよい。

【0162】

（制御処理について）

上記実施の形態では、S A 3 において、第 1 温度検出部 73 a 又は第 2 温度検出部 73 b の検出結果と、第 1 送出温度検出部 135 a 又は第 2 送出温度検出部 135 b の検出結果とに基づいて、圧縮部 20 の運転周波数を制御すると説明したが、これに限らず、例えば、圧縮部 20 の運転周波数を一定の周波数で制御してもよい。

40

【0163】

また、上記実施の形態では、S A 4 の処理において、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を上回る場合には、第 1 開閉弁 72 a を開放させると共に、第 2 開閉弁 72 b を閉鎖させ、第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を下回る場合には、第 1 開閉弁 72 a を閉鎖させると共に、第 2 開閉弁 72 b を開放させると説明したが、これに限らない。例えば、所定方法で取得された圧縮部 20 の運転圧力値（一例として、第 1 圧力検出部 74 a から取得した圧力値等）が閾値を上回る場合、又は第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を上回る場

50

合の少なくともいずれかの場合に、第 1 開閉弁 7 2 a を開放させると共に、第 2 開閉弁 7 2 b を閉鎖させ、圧縮部 2 0 の運転圧力値が閾値を下回る場合、又は第 2 設定温度が第 1 冷媒の臨界温度を下回る場合の少なくともいずれかの場合に、第 1 開閉弁 7 2 a を閉鎖させると共に、第 2 開閉弁 7 2 b を開放させてもよい。これにより、第 2 設定温度及び圧縮部 2 0 の運転圧力値に基づいた第 1 開閉弁 7 2 a 及び第 2 開閉弁 7 2 b の開閉制御を行うことができ、第 2 設定温度のみに基づいた第 1 開閉弁 7 2 a 及び第 2 開閉弁 7 2 b の開閉制御を行う場合に比べて、第 1 循環流路 6 1 内の圧力が過大になることを抑制しながら、貯留部 3 0 に流入した第 1 冷媒の熱によって貯留部 3 0 内の温度を第 1 冷媒の臨界温度以上（又は過熱蒸気温度）に維持しやすくなる。

【0164】

10

(付記)

付記 1 の冷媒制御システムは、圧縮手段と接続された循環流路であり、前記圧縮手段によって圧縮された冷媒と冷却対象との熱交換が可能となるように前記冷媒を循環させるための循環流路内を流れる前記冷媒の制御を行う冷媒制御システムであって、前記冷媒を貯めるための貯留手段と、前記循環流路を構成する流出口側配管であって前記圧縮手段の流出口側に位置する流出口側配管に接続された第 1 配管であり、当該第 1 配管を介して前記流出口側配管内の冷媒を前記貯留手段に流入させるための第 1 配管と、前記循環流路を構成する流入口側配管であって前記圧縮手段の流入口側に位置する流入口側配管に接続された第 2 配管であり、当該第 2 配管を介して前記貯留手段内の前記冷媒を前記流入口側配管に流入させるための第 2 配管と、前記第 1 配管に設けられた第 1 開閉弁であり、前記流出口側配管内の前記冷媒を前記貯留手段に流入させるか否かを切り替え可能な第 1 開閉弁と、前記第 2 配管に設けられた第 2 開閉弁であり、前記貯留手段内の前記冷媒を前記流入口側配管に流入させるか否かを切り替え可能な第 2 開閉弁と、所定方法で設定された前記冷却対象の設定温度に基づいて、前記第 1 開閉弁及び前記第 2 開閉弁の開閉制御を行う開閉制御手段と、を備える。

20

【0165】

付記 2 の冷媒制御システムは、付記 1 に記載の冷媒制御システムにおいて、前記開閉制御手段は、前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を上回る場合には、前記第 1 開閉弁を開放させると共に、前記第 2 開閉弁を閉鎖させ、前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を下回る場合には、前記第 1 開閉弁を閉鎖させると共に、前記第 2 開閉弁を開放させる。

30

【0166】

付記 3 の冷媒制御システムは、付記 2 に記載の冷媒制御システムにおいて、前記開閉制御手段は、所定方法で取得された前記圧縮手段の運転圧力値が閾値を上回る場合、又は前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を上回る場合の少なくともいずれかの場合に、前記第 1 開閉弁を開放させると共に、前記第 2 開閉弁を閉鎖させ、前記圧縮手段の運転圧力値が閾値を下回る場合、又は前記冷却対象の設定温度が前記冷媒の臨界温度を下回る場合の少なくともいずれかの場合に、前記第 1 開閉弁を閉鎖させると共に、前記第 2 開閉弁を開放させる。

【0167】

40

付記 4 の冷媒制御システムは、付記 1 から 3 のいずれか一項に記載の冷媒制御システムにおいて、前記貯留手段内の前記冷媒の温度を調整するための温度調整手段を備える。

【0168】

付記 5 の冷媒制御システムは、付記 1 から 4 のいずれか一項に記載の冷媒制御システムにおいて、前記冷媒は、二酸化炭素である。

【0169】

付記 6 の冷媒制御システムは、付記 1 から 5 のいずれか一項に記載の冷媒制御システムにおいて、前記冷却対象は、半導体製造システムの冷却用冷媒である。

【0170】

付記 7 の冷却システムは、前記冷媒を用いて前記冷却対象を冷却するための冷却システ

50

ムであって、前記冷媒を圧縮するための圧縮手段と、前記圧縮手段と接続され、且つ前記冷却対象側に位置する冷却対象側配管を有する循環流路であり、前記圧縮手段によって圧縮された前記冷媒と前記冷却対象との熱交換が可能となるように前記冷媒を循環させるための循環流路と、請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の冷媒制御システムと、前記冷却対象側配管に設けられた熱交換手段であり、前記冷却対象側配管内の前記冷媒と前記冷却対象との熱交換を行うための熱交換手段と、を備える。

【0171】

付記 8 の冷却システムは、付記 7 に記載の冷却システムにおいて、前記熱交換手段は、前記冷却対象を冷却可能な第 1 熱交換手段と、前記第 1 熱交換手段によって冷却された前記冷却対象を加熱可能な第 2 熱交換手段と、を備え、前記冷却対象側配管は、前記第 1 熱交換手段側に位置する第 1 冷却対象側配管と、前記第 2 熱交換手段側に位置する第 2 冷却対象側配管と、を備え、前記流出口側配管内の温度又は前記流入口側配管内の温度を検出するための検出手段と、前記第 1 冷却対象側配管における前記第 1 熱交換手段よりも上流側の部分と、前記流入口側配管とに接続された第 3 配管と、前記第 3 配管に設けられた第 3 開閉弁であり、前記冷却対象側配管内の冷媒が前記流入口側配管に流入する量を調整可能な第 3 開閉弁と、を備え、前記開閉制御手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて、前記第 3 開閉弁の開度制御を行う。

10

【0172】

付記 9 の冷却システムは、付記 8 に記載の冷却システムにおいて、前記第 1 冷却対象側配管における前記第 1 熱交換手段よりも上流側の部分に設けられた第 4 開閉弁であり、前記第 1 冷却対象側配管内の冷媒が前記第 1 熱交換手段に流入する量を調整可能な第 4 開閉弁と、前記第 2 冷却対象側配管における前記第 2 熱交換手段よりも下流側の部分に設けられた第 5 開閉弁であり、前記第 2 熱交換手段によって熱交換された前記冷媒が前記流入口側配管に流入する量を調整可能な第 5 開閉弁と、を備え、前記開閉制御手段は、所定方法で取得された前記冷却対象の温度に基づいて、前記第 4 開閉弁及び前記第 5 開閉弁の開度制御を行う。

20

【0173】

付記 10 の冷却システムは、付記 7 から 9 のいずれか一項に記載の冷却システムにおいて、前記第 1 冷却対象側配管における前記第 1 熱交換手段よりも上流側の部分内の前記冷媒と、前記第 2 冷却対象側配管における前記第 2 熱交換手段よりも下流側の部分内の前記冷媒との熱交換を行うための冷媒熱交換手段を備える。

30

【0174】

付記 11 の冷却システムは、付記 7 から 10 のいずれか一項に記載の冷却システムにおいて、前記検出手段の検出結果と、所定方法で取得された前記冷却対象の温度とに基づいて、前記圧縮手段の制御を行う圧縮制御手段を備える。

【0175】

(付記の効果)

付記 1 に記載の冷媒制御システム、及び付記 7 に記載の冷却システムによれば、流出口側配管に接続された第 1 配管であり、当該第 1 配管を介して流出口側配管内の冷媒を貯留手段に流入させるための第 1 配管と、流入口側配管に接続された第 2 配管であり、当該第 2 配管を介して貯留手段内の冷媒を流入口側配管に流入させるための第 2 配管と、を備えたので、循環流路内の圧力が過大になることを抑制しながら、貯留手段に流入した冷媒の熱によって貯留手段内の温度を冷媒の臨界温度以上（又は過熱蒸気温度）に維持しやすくなることから、貯留手段内で冷媒が凝縮することで循環流路内の冷媒量が低下することを抑制できる。特に、第 1 配管が流出口側配管と接続されているので、第 1 配管が流入口側配管と接続されている場合に比べて高圧縮高密度の冷媒を貯留できるため、循環流路内の圧力が過大になることや、冷却対象の設定温度が高い場合での過剰な冷却能力の上昇を効果的に防止できる。また、貯留手段内の冷媒を流入口側配管に流入させることができ、当該流入した冷媒の熱によって流入口側配管内の温度を高めることができることから、圧縮手段に飽和蒸気が流入することで圧縮手段の機能低下又は故障が生じることを抑制できる

40

50

。さらに、流出口側配管内の冷媒を貯留手段に流入させるか否かを切り替え可能な第1開閉弁と、貯留手段内の冷媒を流入口側配管に流入させるか否かを切り替え可能な第2開閉弁と、所定方法で設定された冷却対象の設定温度に基づいて、第1開閉弁及び第2開閉弁の開閉制御を行う開閉制御手段と、を備えたので、冷却対象の設定温度に基づいた第1開閉弁及び第2開閉弁の開閉制御により、貯留手段での冷媒の流入出を効果的に行うことができる。以上のことから、従来技術（低元冷凍サイクル内の冷媒を単に膨張タンクに流入させる技術）に比べて、圧縮手段の機能、貯留手段の機能、及び循環流路の機能を維持しやすくなるため、冷媒制御システム（又は冷却システム）の使用性を維持することが可能となる。

【0176】

付記2に記載の冷媒制御システムによれば、開閉制御手段が、冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を上回る場合には、第1開閉弁を開放させると共に、第2開閉弁を閉鎖させ、冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を下回る場合には、第1開閉弁を閉鎖させると共に、第2開閉弁を開放させるので、冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を上回る場合には、流出口側配管からの高圧縮高密度の冷媒を貯留手段に流入させることができ、循環流路内の圧力が過大になることや冷却対象の設定温度が高い場合での過剰な冷却能力の上昇を一層効果的に防止できる。また、冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を下回る場合には、貯留手段内の冷媒を流入口側配管に流入させることができ、その分循環流路の冷媒量を増加させることができる。その結果、冷却対象の設定温度の低下に伴って低下した循環流路内の圧力を回復させることができ、循環流路の機能を維持しやすくなる。

【0177】

付記3に記載の冷媒制御システムによれば、開閉制御手段が、圧縮手段の運転圧力値が閾値を上回る場合、又は冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を上回る場合の少なくともいずれかの場合に、第1開閉弁を開放させると共に、第2開閉弁を閉鎖させ、圧縮手段の運転圧力値が閾値を下回る場合、又は冷却対象の設定温度が冷媒の臨界温度を下回る場合の少なくともいずれかの場合に、第1開閉弁を閉鎖させると共に、第2開閉弁を開放させるので、冷却対象の設定温度及び圧縮手段の運転圧力値に基づいた第1開閉弁及び第2開閉弁の開閉制御を行うことができ、冷却対象の設定温度のみに基づいた第1開閉弁及び第2開閉弁の開閉制御を行う場合に比べて、循環流路内の圧力が過大になることを抑制しながら、貯留手段に流入した冷媒の熱によって貯留手段内の温度を冷媒の臨界温度以上（又は過熱蒸気温度）に維持しやすくなる。

【0178】

付記4に記載の冷媒制御システムによれば、貯留手段内の冷媒の温度を調整するための温度調整手段を備えるので、貯留手段内の冷媒の温度を調整でき、例えば、貯留手段内で冷媒が凝縮することで循環流路内の冷媒量が低下することを抑制しやすくなる。

【0179】

付記5に記載の冷媒制御システムによれば、冷媒が、二酸化炭素であるので、フロンガスに比べて膨張しやすくても、循環流路内の圧力が過大になることを回避できる。

【0180】

付記6に記載の冷媒制御システムによれば、冷却対象が、半導体製造システムの冷却用冷媒であるので、冷却対象の温度レンジが比較的広くても、循環流路内の圧力が過大になることを回避できると共に、貯留手段内で冷媒が凝縮することで循環流路内の冷媒の流量が低下することを抑制できる。

【0181】

付記8に記載の冷却システムによれば、熱交換手段が、冷却対象を冷却可能な第1熱交換手段と、第1熱交換手段によって冷却された冷却対象を加熱可能な第2熱交換手段と、を備え、冷却対象側配管が、第1熱交換手段側に位置する第1冷却対象側配管と、第2熱交換手段側に位置する第2冷却対象側配管と、を備え、第1冷却対象側配管における第1熱交換手段よりも上流側の部分と、流入口側配管とに接続された第3配管と、冷却対象側配管内の冷媒が流入口側配管に流入する量を調整可能な第3開閉弁と、を備え、開閉制御

手段が、検出手段の検出結果に基づいて、第3開閉弁の開度制御を行うので、冷媒の温度に基づいて第3開閉弁の開度調整を行うことができ、流出口側配管内の冷媒の温度を効率的に調整することができる。

【0182】

付記9に記載の冷却システムによれば、第1冷却対象側配管内の冷媒が第1熱交換手段に流入する量を調整可能な第4開閉弁と、第2熱交換手段によって熱交換された冷媒が流入口側配管に流入する量を調整可能な第5開閉弁と、を備え、開閉制御手段が、所定方法で取得された冷却対象の温度に基づいて、第4開閉弁及び第5開閉弁の開度制御を行うので、冷却対象の温度が冷却対象の設定温度になるように冷却対象側配管内の冷媒の温度を調整でき、冷却対象の冷却を効率的に行うことができる。

10

【0183】

付記10に記載の冷却システムによれば、第1冷却対象側配管における第1熱交換手段よりも上流側の部分内の冷媒と、第2冷却対象側配管における第2熱交換手段よりも下流側の部分内の冷媒との熱交換を行うための冷媒熱交換手段を備えるので、第2冷却対象側配管のうち第2熱交換手段よりも下流側の部分内の冷媒の温度を高めることができ、圧縮手段に乾燥した冷媒を流入させることが可能となる。

【0184】

付記11に記載の冷却システムによれば、検出手段の検出結果と、所定方法で取得された冷却対象の温度とに基づいて、圧縮手段の制御を行う圧縮制御手段を備えるので、冷媒の温度及び冷却対象の温度に基づいて圧縮手段の制御を行うことができ、圧縮手段の制御を効率的に行うことが可能となる。

20

【符号の説明】

【0185】

- 1 冷却システム
- 10 第1冷却システム
- 20 圧縮部
- 21 圧縮部本体
- 22 第1流出口
- 23 第1流入口
- 24 第2流出口
- 25 第2流入口
- 30 貯留部
- 41 第1熱交換部
- 42 第2熱交換部
- 43 第3熱交換部
- 44 第4熱交換部
- 45 第5熱交換部
- 46 第6熱交換部
- 47 除去部
- 50 循環部
- 60 第1循環部
- 61 第1循環流路
- 62 圧縮部側配管
- 62a 流出口側配管
- 62b 流入口側配管
- 63 冷却対象側配管
- 63a 第1冷却対象側配管
- 63b 第2冷却対象側配管
- 71a 第1サブ配管
- 71b 第2サブ配管

30

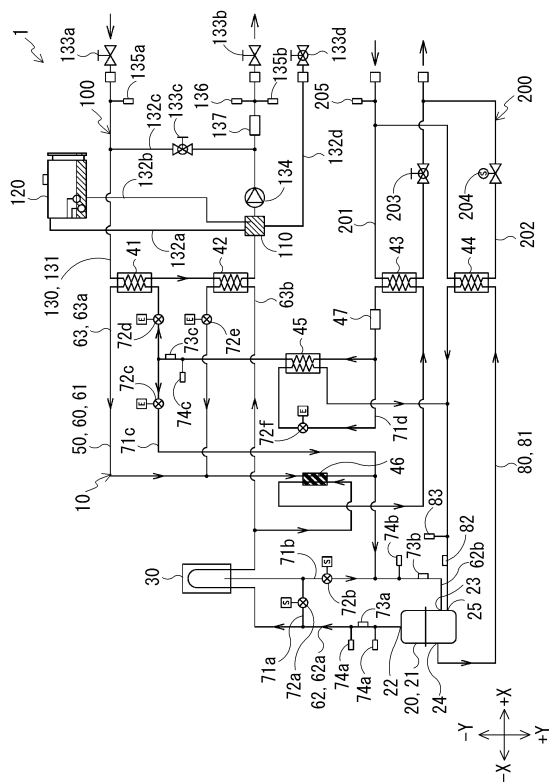
40

50

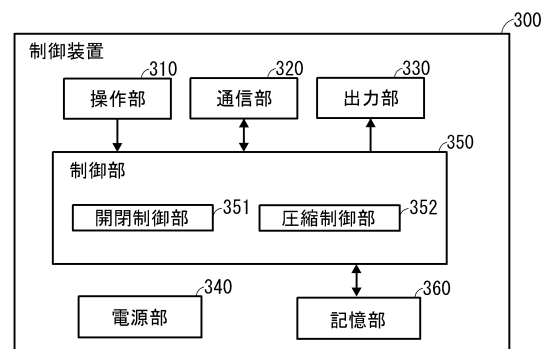
7 1 c	第 3 サブ配管	
7 1 d	第 4 サブ配管	
7 2 a	第 1 開閉弁	
7 2 b	第 2 開閉弁	
7 2 c	第 3 開閉弁	
7 2 d	第 4 開閉弁	
7 2 e	第 5 開閉弁	
7 2 f	第 6 開閉弁	
7 3 a	第 1 温度検出部	
7 3 b	第 2 温度検出部	10
7 3 c	第 3 温度検出部	
7 4 a	第 1 圧力検出部	
7 4 b	第 2 圧力検出部	
7 4 c	第 3 圧力検出部	
8 0	第 2 循環部	
8 1	第 2 循環流路	
8 2	温度検出部	
8 3	圧力検出部	
1 0 0	第 2 冷却システム	
1 1 0	エアベント部	20
1 2 0	貯留部	
1 3 0	送出部	
1 3 1	送出流路	
1 3 2 a	第 1 サブ送出配管	
1 3 2 b	第 2 サブ送出配管	
1 3 2 c	第 3 サブ送出配管	
1 3 2 d	第 4 サブ送出配管	
1 3 3 a	第 1 送出開閉弁	
1 3 3 b	第 2 送出開閉弁	
1 3 3 c	第 3 送出開閉弁	30
1 3 3 d	第 4 送出開閉弁	
1 3 4	ポンプ部	
1 3 5 a	第 1 送出温度検出部	
1 3 5 b	第 2 送出温度検出部	
1 3 6	送出圧力検出部	
1 3 7	流量検出部	
2 0 0	第 3 冷却システム	
2 0 1	第 1 送出流路	
2 0 2	第 2 送出流路	
2 0 3	第 1 送出開閉弁	40
2 0 4	第 2 送出開閉弁	
2 0 5	送出温度検出部	
3 0 0	制御装置	
3 1 0	操作部	
3 2 0	通信部	
3 3 0	出力部	
3 4 0	電源部	
3 5 0	制御部	
3 5 1	開閉制御部	
3 5 2	圧縮制御部	50

3 6 0 記憶部
 4 0 1 第1送出部
 4 0 2 第2送出部
 4 1 0 温度調整部

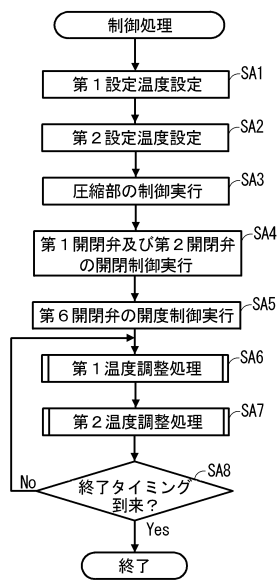
【図1】



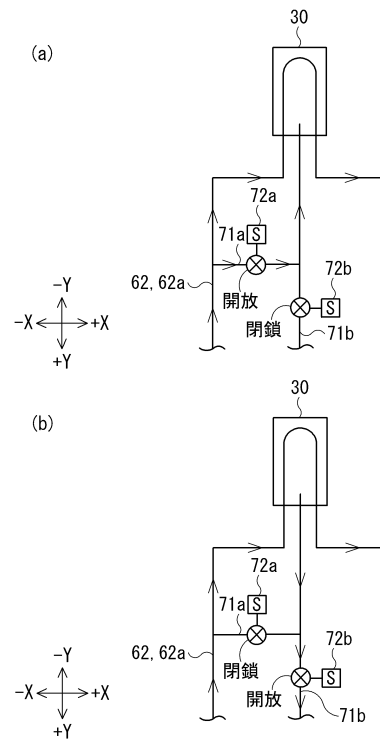
【図2】



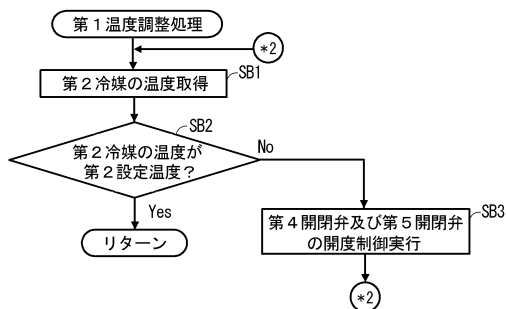
【図 3】



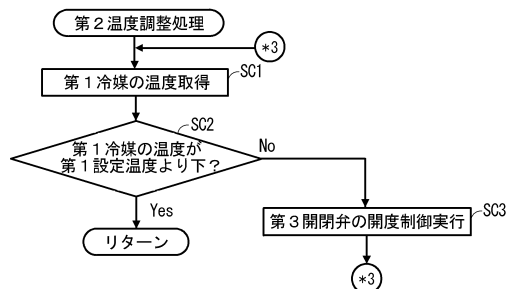
【図 4】



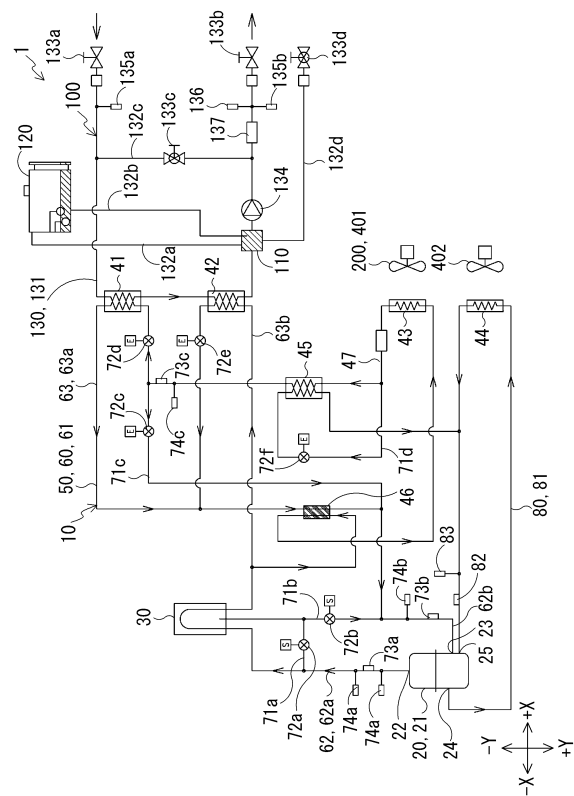
【図 5】



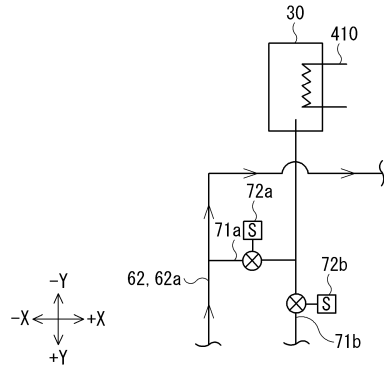
【図 6】



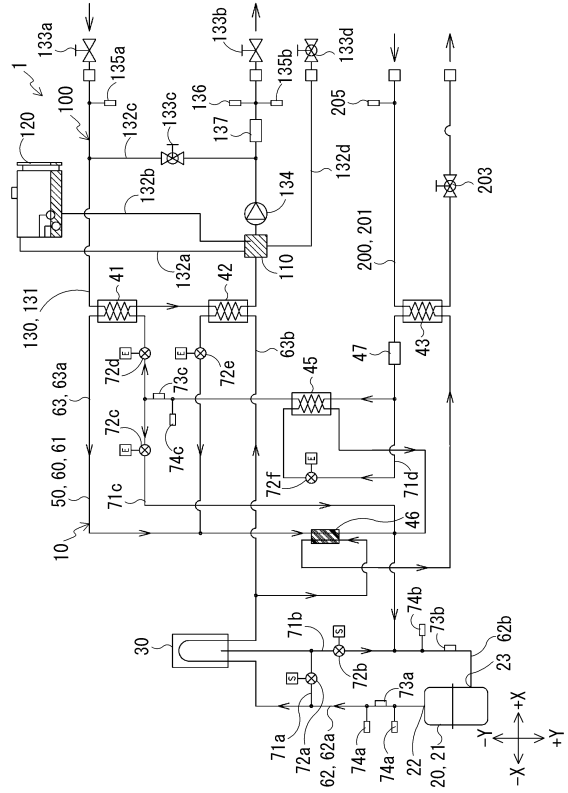
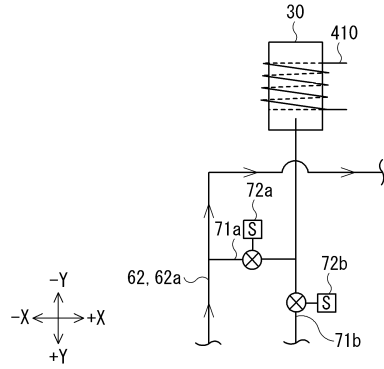
【図 7】



【図 10】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 荻谷 知行
東京都足立区西新井7-2-4 A T Sジャパン株式会社内

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開2014-119145 (JP, A)
特開2001-141316 (JP, A)
特開昭64-038567 (JP, A)
特開昭64-038568 (JP, A)
国際公開第2017/061009 (WO, A1)
特開2009-236483 (JP, A)
特開平07-098161 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 2 5 B 1 / 0 0
F 2 5 B 4 3 / 0 0