# 明　細　書

## 発明の名称 ： 温度制御システム

## 技術分野

[0001]　本発明は、エッチング装置、ＣＶＤ装置、ＰＶＤ装置などの半導体製造装置に使用される熱媒体の温度を制御する温度制御システムに関する。

## 背景技術

[0002]　半導体デバイスを製造するための半導体製造装置（例えばエッチング装置、ＣＶＤ装置、ＰＶＤ装置）は、処理温度を制御しながら製造プロセスを実行するように構成される。例えば、エッチング装置では、ウェーハを支持するサセプタ内に形成された流路に、温度調節された熱媒体としての液体を流すことで、ウェーハの処理温度を調節する。

[0003]　半導体製造装置に供給される熱媒体の温度は、冷却装置および加熱装置により直接または間接に調節される。例えば、冷却装置により冷却された熱媒体と、加熱装置により加熱された熱媒体とを混合することで、温度調節された熱媒体を生成し、その熱媒体を半導体製造装置に供給することで、半導体製造装置での処理温度を熱媒体により調節する。別の例では、特許文献１に示すように、冷却装置および加熱装置により第１熱媒体および第２熱媒体をそれぞれ冷却および加熱し、冷却された第１熱媒体および加熱された第２熱媒体を、第３熱媒体と熱交換させることで、第３熱媒体の温度を調節し、その第３熱媒体を半導体製造装置に供給することで、半導体製造装置での処理温度を第３熱媒体により調節する。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０２１－７７０８６号公報

特許文献2：特開２０１６－１６２７９４号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] 半導体製造装置のウェーハの処理中に、処理工程によりウェーハに対する目標処理温度が変わる。例えば、ウェーハの処理中に半導体製造装置での目標処理温度が低下したときは、半導体製造装置に供給される熱媒体の温度を速やかに低下させる必要があり、結果として冷却装置の熱負荷が一時的に増加する。同様に、ウェーハの処理中に半導体製造装置での目標処理温度が上昇したときは、半導体製造装置に供給される熱媒体の温度を速やかに上昇させる必要があり、結果として加熱装置の熱負荷が一時的に増加する。

[0006] しかし、一時的な負荷変動に備えて冷却装置の冷却能力、加熱装置の加熱能力を増やすと、冷却装置および加熱装置の大型化、高コスト化などのデメリットが生じる。

[0007] そこで、本発明は、冷却装置または加熱装置の定格能力を変えることなく、半導体製造装置での目標処理温度の変化に速やかに対応することができる温度制御システムを提供する。

## 課題を解決するための手段

[0008] 一態様では、半導体製造装置の温度を調節するための温度制御システムであって、第１熱媒体が循環する第１循環回路と、前記第１循環回路から独立しており、第２熱媒体が循環する第２循環回路と、前記第１循環回路および前記第２循環回路から独立しており、第３熱媒体が循環する複数の第３循環回路と、前記第１循環回路を流れる前記第１熱媒体を冷却する冷却装置と、前記第２循環回路を流れる前記第２熱媒体を加熱する加熱装置と、前記冷却装置によって冷却された前記第１熱媒体と、前記複数の第３循環回路を循環する前記第３熱媒体との間で熱交換を行う複数の第１熱交換器と、前記加熱装置によって加熱された前記第２熱媒体と、前記複数の第３循環回路を循環する前記第３熱媒体との間で熱交換を行う複数の第２熱交換器と、前記第１循環回路によって前記複数の第１熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第１流量可変装置と、前記複数の第１流量可変装置の動作を制御する動作制御部を備え、前記複数の第１熱交換器は、前記第１循環回路によって並列に接続され、前記複数の第２熱交換器は、前記第２循環回路によって並列に

接続され、前記複数の第１熱交換器および前記複数の第２熱交換器は、複数組の第１熱交換器および第２熱交換器を構成し、前記複数組の第１熱交換器および第２熱交換器は、前記複数の第３循環回路にそれぞれに接続されており、前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第１熱交換器に対応する第１流量可変装置に指令を与えて、前記第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている、温度制御システムが提供される。

[0009] 本発明によれば、冷却熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路に接続された第１熱交換器に送る第１熱媒体の流量を増やすことで、対応する第１熱交換器の冷却能力を一時的に増加することができる。冷却熱負荷の増加は、一時的に起こるのが通常であり、複数の第３循環回路のすべてにおいて冷却熱負荷が同時に増加することはない。したがって、一時的な冷却熱負荷増加が生じても、冷却装置はその定格冷却能力内で総冷却熱負荷を処理することができる。

[0010] 一態様では、前記温度制御システムは、前記複数の第３循環回路を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷を測定するための複数の第１熱媒体出口温度測定器をさらに備えており、前記複数の第１熱媒体出口温度測定器は、前記第１循環回路に接続され、かつ前記複数の第１熱交換器の下流に配置されており、前記複数の第１熱媒体出口温度測定器は、前記複数の第１熱交換器を通過した前記第１熱媒体の温度を測定するように構成されており、前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つに接続された第１熱交換器を通過した前記第１熱媒体の温度が冷却温度しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第１熱交換器に対応する第１流量可変装置に指令を与えて、前記第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている。

[0011] 第１熱媒体出口温度測定器によって測定された第１熱媒体の温度は、対応する第３循環回路を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷を反映する。した

がって、動作制御部は、第１熱媒体の温度の測定値に基づいて、第１熱媒体の流量を一時的に増加させることができる。冷却熱負荷増加の判断は、第１熱媒体の温度以外にも、外部からの信号や、第３循環回路側からの信号（温度や第３循環回路側の制御装置からの信号）などに基づいてもよい。

[0012] 一態様では、前記動作制御部は、前記第１熱媒体の流量を前記過剰流量まで増加させてから所定の第１流量増加時間が経過したときに、前記対応する第１流量可変装置に指令を与えて、前記第１熱媒体の流量を前記定格流量まで低下させるように構成されている。

[0013] 第３循環回路を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷の増加は一時的であり、所定の第１流量増加時間が経過した後に、第１熱媒体の流量を定格流量まで下げることで、温度制御システム全体の動力増加を抑えることができる。過剰流量状態を解除するための条件は、時間以外にも第１熱媒体の温度、外部信号、第３循環回路側からの信号（温度や第３循環回路側の制御装置からの信号）であってもよい。

[0014] 一態様では、前記複数の第１流量可変装置は、前記第１循環回路によって前記複数の第１熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第１可変速ポンプであり、前記動作制御部は、前記複数の第１可変速ポンプの回転速度を個別に制御するように構成されている。

[0015] 本発明によれば、動作制御部は、第１可変速ポンプの回転速度を上げることで、冷却熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路に接続された第１熱交換器に送る第１熱媒体の流量を増やすことができ、対応する第１熱交換器の冷却能力を一時的に増加することができる。

[0016] 一態様では、前記温度制御システムは、前記第２循環回路によって前記複数の第２熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第２流量可変装置をさらに備え、前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第２熱交換器に対応する第２流量可変装置に指令を与えて、前記第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる

ように構成されている。

[0017] 本発明によれば、加熱熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路に接続された第２熱交換器に送る第２熱媒体の流量を増やすことで、対応する第２熱交換器の加熱能力を一時的に増加することができる。加熱熱負荷の増加は、一時的に起こるのが通常であり、複数の第３循環回路のすべてにおいて加熱熱負荷が同時に増加することはない。したがって、一時的な加熱熱負荷増加が生じても、加熱装置はその定格加熱能力内で総加熱熱負荷を処理することができる。

[0018] 一態様では、前記複数の第２流量可変装置は、前記第２循環回路によって前記複数の第２熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第２可変速ポンプであり、前記動作制御部は、前記複数の第２可変速ポンプの回転速度を個別に制御するように構成されている。

[0019] 本発明によれば、動作制御部は、第２可変速ポンプの回転速度を上げることで、加熱熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路に接続された第２熱交換器に送る第２熱媒体の流量を増やすことができ、対応する第２熱交換器の加熱能力を一時的に増加することができる。

[0020] 一態様では、半導体製造装置の温度を調節するための温度制御システムであって、第１熱媒体が循環する第１循環回路と、前記第１循環回路から独立しており、第２熱媒体が循環する第２循環回路と、前記第１循環回路および前記第２循環回路から独立しており、第３熱媒体が循環する複数の第３循環回路と、前記第１循環回路を流れる前記第１熱媒体を冷却する冷却装置と、前記第２循環回路を流れる前記第２熱媒体を加熱する加熱装置と、前記冷却装置によって冷却された前記第１熱媒体と、前記複数の第３循環回路を循環する前記第３熱媒体との間で熱交換を行う複数の第１熱交換器と、前記加熱装置によって加熱された前記第２熱媒体と、前記複数の第３循環回路を循環する前記第３熱媒体との間で熱交換を行う複数の第２熱交換器と、前記第２循環回路によって前記複数の第２熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第２流量可変装置と、前記複数の第２流量可変装置の動作を制御する動作

制御部を備え、前記複数の第１熱交換器は、前記第１循環回路によって並列に接続され、前記複数の第２熱交換器は、前記第２循環回路によって並列に接続され、前記複数の第１熱交換器および前記複数の第２熱交換器は、複数組の第１熱交換器および第２熱交換器を構成し、前記複数組の第１熱交換器および第２熱交換器は、前記複数の第３循環回路にそれぞれに接続されており、前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第２熱交換器に対応する第２流量可変装置に指令を与えて、前記第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている、温度制御システムが提供される。

[0021] 本発明によれば、加熱熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路に接続された第２熱交換器に送る第２熱媒体の流量を増やすことで、対応する第２熱交換器の加熱能力を一時的に増加することができる。加熱熱負荷の増加は、一時的に起こるのが通常であり、複数の第３循環回路のすべてにおいて加熱熱負荷が同時に増加することはない。したがって、一時的な加熱熱負荷増加が生じても、加熱装置はその定格加熱能力内で総加熱熱負荷を処理することができる。

[0022] 一態様では、前記温度制御システムは、前記複数の第３循環回路を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷を測定するための複数の第２熱媒体出口温度測定器をさらに備えており、前記複数の第２熱媒体出口温度測定器は、前記第２循環回路に接続され、かつ前記複数の第２熱交換器の下流に配置されており、前記複数の第２熱媒体出口温度測定器は、前記複数の第２熱交換器を通過した前記第２熱媒体の温度を測定するように構成されており、前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つに接続された第２熱交換器を通過した前記第２熱媒体の温度が加熱温度しきい値を下回ったときに、その第３循環回路に接続された第２熱交換器に対応する第２流量可変装置に指令を与えて、前記第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている。

[0023] 第２熱媒体出口温度測定器によって測定された第２熱媒体の温度は、対応する第３循環回路を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷を反映する。したがって、動作制御部は、第２熱媒体の温度の測定値に基づいて、第２熱媒体の流量を一時的に増加させることができる。加熱熱負荷増加の判断は、第２熱媒体の温度以外にも、外部からの信号や、第３循環回路側からの信号（温度や第３循環回路側の制御装置からの信号）などに基づいてもよい。

[0024] 一態様では、前記動作制御部は、前記第２熱媒体の流量を前記過剰流量まで増加させてから所定の第２流量増加時間が経過したときに、前記対応する第２流量可変装置に指令を与えて、前記第２熱媒体の流量を前記定格流量まで低下させるように構成されている。

[0025] 第３循環回路を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷の増加は一時的であり、所定の第２流量増加時間が経過した後に、第２熱媒体の流量を定格流量まで下げることで、温度制御システム全体の動力増加を抑えることができる。過剰流量状態を解除するための条件は、時間以外にも第２熱媒体の温度、外部信号、第３循環回路側からの信号（温度や第３循環回路側の制御装置からの信号）であってもよい。

[0026] 一態様では、前記複数の第２流量可変装置は、前記第２循環回路によって前記複数の第２熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第２可変速ポンプであり、前記動作制御部は、前記複数の第２可変速ポンプの回転速度を個別に制御するように構成されている。

[0027] 本発明によれば、動作制御部は、第２可変速ポンプの回転速度を上げることで、加熱熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路に接続された第２熱交換器に送る第２熱媒体の流量を増やすことができ、対応する第２熱交換器の加熱能力を一時的に増加することができる。

[0028] 一態様では、前記温度制御システムは、前記第１循環回路によって前記複数の第１熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第１流量可変装置をさらに備え、前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を上回ったときに、そ

の第３循環回路に接続された第１熱交換器に対応する第１流量可変装置に指令を与えて、前記第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている。

[0029] 本発明によれば、冷却熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路に接続された第１熱交換器に送る第１熱媒体の流量を増やすことで、対応する第１熱交換器の冷却能力を一時的に増加することができる。冷却熱負荷の増加は、一時的に起こるのが通常であり、複数の第３循環回路のすべてにおいて冷却熱負荷が同時に増加することはない。したがって、一時的な冷却熱負荷増加が生じても、冷却装置はその定格冷却能力内で総冷却熱負荷を処理することができる。

[0030] 一態様では、前記複数の第１流量可変装置は、前記第１循環回路によって前記複数の第１熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第１可変速ポンプであり、前記動作制御部は、前記複数の第１可変速ポンプの回転速度を個別に制御するように構成されている。

[0031] 本発明によれば、動作制御部は、第１可変速ポンプの回転速度を上げることで、冷却熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路に接続された第１熱交換器に送る第１熱媒体の流量を増やすことができ、対応する第１熱交換器の冷却能力を一時的に増加することができる。

## 発明の効果

[0032] 本発明によれば、一時的な熱負荷増加が生じても、冷却装置または加熱装置はその定格能力内で総熱負荷を処理することができる。

## 図面の簡単な説明

[0033] [図1]温度制御システムおよび複数の半導体製造装置を含む半導体製造システムの一実施形態を示す模式図である。

[図2]温度制御システムおよび複数の半導体製造装置を含む半導体製造システムの他の実施形態を示す模式図である。

[図3]温度制御システムおよび複数の半導体製造装置を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図4]温度制御システムおよび複数の半導体製造装置を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図5]温度制御システムおよび複数の半導体製造装置を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図6]温度制御システムおよび複数の半導体製造装置を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図7]温度制御システムおよび複数の半導体製造装置を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。

[図8]温度制御システムおよび複数の半導体製造装置を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。

## 発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図１は、温度制御システム１および複数の半導体製造装置２を含む半導体製造システムの一実施形態を示す模式図である。温度制御システム１は、複数の半導体製造装置２（例えば、エッチング装置、ＣＶＤ装置、ＰＶＤ装置など）の温度を調節するための熱媒体を複数の半導体製造装置２に供給するように構成されている。

[0035] 温度制御システム１は、第１熱媒体、第２熱媒体、および第３熱媒体を使用して複数の半導体製造装置２に使用される熱媒体の温度を制御するように構成されている。温度制御システム１は、第１熱媒体が循環する第１循環回路１１と、第２熱媒体が循環する第２循環回路１２と、第３熱媒体が循環する複数の第３循環回路１３と、第１循環回路１１を流れる第１熱媒体を冷却する冷却装置７と、第２循環回路１２を流れる第２熱媒体を加熱する加熱装置８を備えている。

[0036] 冷却装置７は、第１循環回路１１に連結されている。加熱装置８は、第２循環回路１２に連結されている。温度制御システム１は、第１循環回路１１に連結された第１ポンプ１４を備えており、第１熱媒体は第１ポンプ１４により第１循環回路１１内を循環する。温度制御システム１は、第２循環回路

１２に連結された第２ポンプ１５を備えており、第２熱媒体は第２ポンプ１５により第２循環回路１２内を循環する。

[0037] 複数の半導体製造装置２は、複数の第３循環回路１３にそれぞれ連結されている。第３熱媒体は、各第３循環回路１３および各半導体製造装置２を通って循環する。各半導体製造装置２内の処理温度は、対応する第３循環回路１３を流れる第３熱媒体によって調節される。第３熱媒体の温度は、後述するように、第１熱媒体および第２熱媒体により調節される。第１熱交換器２１および第２熱交換器２２に流れる第３循環回路１３を循環する第３熱媒体の流量は、ポンプ、バルブ等（図示せず）により調整される。

[0038] 第２循環回路１２は、第１循環回路１１から独立しており、複数の第３循環回路１３は第１循環回路１１および第２循環回路１２から独立している。すなわち、第１循環回路１１、第２循環回路１２、および複数の第３循環回路１３は、互いに独立した閉回路を形成している。複数の第３循環回路１３も、互いに独立した閉回路を形成する。したがって、第１熱媒体、第２熱媒体、および第３熱媒体は、混合されない。

[0039] 第１熱媒体、第２熱媒体、および第３熱媒体には、異なる熱媒体を使用することができる。例えば、冷却用の第１熱媒体として、一般的なブラインが使用される。ブラインの例としては、エチレングリコール、プロピレングリコール、塩化カルシウムなどが挙げられる。加熱用の第２熱媒体の例としては、シリコーンオイルなどが挙げられる。第３熱媒体の例としては、フッ素系の不活性液体が挙げられる。第３熱媒体は、半導体製造装置２内の処理温度を直接的に調節するために、低温から高温まで化学的に安定した絶縁体である。

[0040] 第３熱媒体の使用可能な下限温度は、第１熱媒体および第２熱媒体の使用可能な下限温度よりも低い。第３熱媒体の使用可能な上限温度は、第１熱媒体および第２熱媒体の使用可能な上限温度よりも高い。すなわち、第３熱媒体の使用可能な温度範囲は、第１熱媒体および第２熱媒体の使用可能な温度範囲よりも広い。使用可能な温度とは、熱媒体の粘性（流動性）が維持でき

、かつ熱媒体の相が変化しない（沸騰せず、かつ固化しない）温度である。

[0041] 温度制御システム１は、第１熱媒体を保持する第１バッファタンク１６と、第２熱媒体を保持する第２バッファタンク１７を備えている。第１バッファタンク１６は第１循環回路１１に連結され、第２バッファタンク１７は第２循環回路１２に連結されている。一実施形態では、第１バッファタンク１６および第２バッファタンク１７は設けられなくてもよい。

[0042] 温度制御システム１は、複数の第１熱交換器２１および複数の第２熱交換器２２をさらに備えている。複数の第１熱交換器２１は、第１循環回路１１および複数の第３循環回路１３に連結されている。複数の第２熱交換器２２は、第２循環回路１２および複数の第３循環回路１３に連結されている。複数の第１熱交換器２１は、冷却装置７によって冷却された第１熱媒体と、複数の第３循環回路１３を循環する第３熱媒体との間で熱交換を行うように構成される。複数の第２熱交換器２２は、加熱装置８によって加熱された第２熱媒体と、複数の第３循環回路１３を循環する第３熱媒体との間で熱交換を行うように構成される。

[0043] 複数の第１熱交換器２１は、第１循環回路１１によって並列に接続されている。より具体的には、第１循環回路１１は、冷却装置７によって冷却された第１熱媒体を複数の第１熱交換器２１に送るための第１熱媒体送りライン３１と、複数の第１熱交換器２１で第３熱媒体と熱交換した第１熱媒体を冷却装置７に戻すための第１熱媒体戻りライン３２と、第１熱媒体送りライン３１および第１熱媒体戻りライン３２に接続された複数の第１分岐ライン３３を有する。各第１分岐ライン３３の一端は第１熱媒体送りライン３１に接続されており、各第１分岐ライン３３の他端は第１熱媒体戻りライン３２に接続されている。

[0044] 複数の第１熱交換器２１は、複数の第１分岐ライン３３にそれぞれ接続されている。冷却装置７によって冷却された第１熱媒体は、第１熱媒体戻りライン３２および複数の第１分岐ライン３３を通って複数の第１熱交換器２１に移送される。複数の第１熱交換器２１で第３熱媒体と熱交換した第１熱媒

体は、複数の第１分岐ライン３３および第１熱媒体戻りライン３２を通り、第１バッファタンク１６を経由して冷却装置７に戻される。

[0045] 複数の第２熱交換器２２は、第２循環回路１２によって並列に接続されている。より具体的には、第２循環回路１２は、加熱装置８によって加熱された第２熱媒体を複数の第２熱交換器２２に送るための第２熱媒体送りライン４１と、複数の第２熱交換器２２で第３熱媒体と熱交換した第２熱媒体を加熱装置８に戻すための第２熱媒体戻りライン４２と、第２熱媒体送りライン４１および第２熱媒体戻りライン４２に接続された複数の第２分岐ライン４３を有する。各第２分岐ライン４３の一端は第２熱媒体送りライン４１に接続されており、各第２分岐ライン４３の他端は第２熱媒体戻りライン４２に接続されている。

[0046] 複数の第２熱交換器２２は、複数の第２分岐ライン４３にそれぞれ接続されている。加熱装置８によって加熱された第２熱媒体は、第２熱媒体戻りライン４２および複数の第２分岐ライン４３を通って複数の第２熱交換器２２に移送される。複数の第２熱交換器２２で第３熱媒体と熱交換した第２熱媒体は、複数の第２分岐ライン４３および第２熱媒体戻りライン４２を通って加熱装置８に戻される。

[0047] 複数の第１熱交換器２１および複数の第２熱交換器２２は、複数組Ｇ１，Ｇ２，Ｇ３の第１熱交換器２１および第２熱交換器２２を構成する。複数組Ｇ１，Ｇ２，Ｇ３の第１熱交換器２１および第２熱交換器２２は、複数の第３循環回路１３にそれぞれに接続されている。複数組Ｇ１，Ｇ２，Ｇ３の第１熱交換器２１および第２熱交換器２２は、複数の第３循環回路１３により複数の半導体製造装置２に連結されている。複数の半導体製造装置２での処理温度は、複数組Ｇ１，Ｇ２，Ｇ３の第１熱交換器２１および第２熱交換器２２によって温度調節された第３熱媒体により独立に制御される。

[0048] 温度制御システム１は、第１循環回路１１によって複数の第１熱交換器２１にそれぞれ直列に接続された複数の第１流量可変装置としての複数の第１流量制御弁５１と、複数の第１流量制御弁５１の動作を制御する動作制御部

１００をさらに備えている。複数の第１流量制御弁５１は、複数の第１分岐ライン３３に接続されている。複数の第１流量制御弁５１は、第１熱媒体の流れ方向において、複数の第１熱交換器２１の上流に位置しており、かつ冷却装置７の下流に位置している。

[0049] 複数の第１流量制御弁５１は、動作制御部１００に電気的に接続されている。動作制御部１００は、複数の第３循環回路１３のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路１３に接続された第１熱交換器２１に対応する第１流量制御弁５１に指令を与えて、第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている。

[0050] 第１熱媒体の定格流量は、予め定められた流量であり、第１熱媒体の過剰流量は、上記定格流量よりも高い流量である。冷却装置７によって冷却された第１熱媒体の供給温度は同じため、第１熱交換器２１への第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量に増やすことで、第１熱交換器２１における冷却能力を増やすことができる。

[0051] 動作制御部１００は、少なくとも１台のコンピュータを備えている。動作制御部１００１００は、プログラム等が格納された記憶装置１００ａと、プログラムに含まれる命令に従って演算を実行する演算装置１００ｂを備えている。記憶装置１００ａは、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）などの主記憶装置と、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）、ソリッドステートドライブ（ＳＳＤ）などの補助記憶装置を備えている。演算装置１００ｂの例としては、ＣＰＵ（中央処理装置）、ＧＰＵ（グラフィックプロセッシングユニット）が挙げられる。ただし、動作制御部１００の具体的構成はこれらの例に限定されない。

[0052] 動作制御部１００は、各第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を上回ったか否かを判定するために、第１熱媒体の温度を監視している。より具体的には、温度制御システム１は、複数の第１循環回路１１を流れる第１熱媒体の温度を測定するための第１熱媒体出

口温度測定器５５を備えている。複数の第１熱媒体出口温度測定器５５は、第１循環回路１１の複数の第１分岐ライン３３にそれぞれ接続されており、かつ第１熱媒体の流れ方向において複数の第１熱交換器２１の下流に配置されている。複数の第１熱媒体出口温度測定器５５は、複数の第１熱交換器２１を通過した第１熱媒体の温度を個別に測定するように構成されている。

[0053] 複数の第１熱媒体出口温度測定器５５は、動作制御部１００に電気的に接続されており、第１熱媒体の温度の測定値は動作制御部１００に送られる。動作制御部１００は、温度制御システム１の運転中は、複数の第１熱媒体出口温度測定器５５から送られてくる第１熱媒体の温度の測定値を監視し、複数の第３循環回路１３のうちのいずれか１つを流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を上回ったか否かを判定する。

[0054] 本実施形態では、動作制御部１００は、複数の第３循環回路１３のうちの１つに接続された第１熱交換器２１を通過した第１熱媒体の温度が冷却温度しきい値を上回ったときに、その第３循環回路１３に接続された第１熱交換器２１に対応する第１流量制御弁５１に指令を与えて、第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる。

[0055] 第１熱媒体出口温度測定器５５によって測定された第１熱媒体の温度は、対応する第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷を反映する。第１熱媒体の温度に関する冷却温度しきい値は、第３熱媒体に対する冷却熱負荷に関する冷却負荷しきい値に対応する。動作制御部１００は、第１熱媒体の温度と冷却温度しきい値との比較に基づいて、第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を超えたか否かを判定する。したがって、動作制御部１００は、第１熱媒体の温度の測定値に基づいて、第１流量制御弁５１に指令を与えて対応する第１熱交換器２１への第１熱媒体の流量を一時的に増加させることができる。

[0056] 冷却熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路１３に接続された第１熱交換器２１に送る第１熱媒体の流量を増やすことで、対応する第１熱交換器２１の冷却能力を一時的に増加することができる。冷却熱負荷の増加

は、一時的に起こるのが通常であり、複数の第３循環回路１３のすべてにおいて冷却熱負荷が同時に増加することはない。したがって、一時的な冷却熱負荷増加が生じても、冷却装置７はその定格冷却能力内で総冷却熱負荷を処理することができる。

[0057] 第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷増加の判断は、第１熱媒体の温度の他に、外部からの信号や、第３循環回路１３側からの信号（温度や第３循環回路１３側の制御装置からの信号）などに基づいてもよい。例えば、動作制御部１００は、半導体製造装置２での目標処理温度を示す信号を半導体製造装置２から受け取り、半導体製造装置２での目標処理温度が所定の処理冷却温度しきい値を上回ったときに、その半導体製造装置２に対応する第１流量制御弁５１に指令を与えて、第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる。

[0058] 一実施形態では、図２に示すように、温度制御システム１は、複数の第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷を測定するための第３熱媒体出口温度測定器５８を備えてもよい。複数の第３熱媒体出口温度測定器５８は、複数の第３循環回路１３にそれぞれ接続されており、かつ第３熱媒体の流れ方向において複数の第１熱交換器２１の下流に配置されている。複数の第３熱媒体出口温度測定器５８は、複数の第１熱交換器２１を通過した第３熱媒体の温度を個別に測定するように構成されている。

[0059] 複数の第３熱媒体出口温度測定器５８は、動作制御部１００に電気的に接続されており、第３熱媒体の温度の測定値は動作制御部１００に送られる。動作制御部１００は、温度制御システム１の運転中は、複数の第３熱媒体出口温度測定器５８から送られてくる第３熱媒体の温度の測定値を監視し、複数の第３循環回路１３のうちのいずれか１つを流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を上回ったか否かを判定する。

[0060] より具体的には、動作制御部１００は、複数の第３循環回路１３のうちの１つに接続された第１熱交換器２１を通過した第３熱媒体の温度が冷却温度しきい値を上回ったときに、その第３循環回路１３に接続された第１熱交換

器２１に対応する第１流量制御弁５１に指令を与えて、第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる。第３熱媒体出口温度測定器５８によって測定された第３熱媒体の温度は、第３熱媒体に対する冷却熱負荷を反映する。動作制御部１００は、第３熱媒体の温度と冷却温度しきい値との比較に基づいて、第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を超えたか否かを判定する。したがって、動作制御部１００は、第３熱媒体の温度の測定値に基づいて、第１流量制御弁５１に指令を与えて対応する第１熱交換器２１への第１熱媒体の流量を一時的に増加させることができる。

[0061] 図１および図２に示す実施形態において、動作制御部１００は、第１熱媒体の流量を過剰流量まで増加させてから所定の第１流量増加時間が経過したときに、対応する第１流量制御弁５１に指令を与えて、第１熱媒体の流量を定格流量まで低下させるように構成されている。第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷の増加は一時的であり、所定の第１流量増加時間が経過した後に、第１熱媒体の流量を定格流量まで下げることで、温度制御システム１全体の動力増加を抑えることができる。過剰流量を定格流量に戻すための条件は、時間の他に、第１熱媒体の温度、半導体製造装置２からの信号、または第３熱媒体の温度であってもよい。

[0062] 図３は、温度制御システム１および複数の半導体製造装置２を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図１を参照して説明した上記実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態の温度制御システム１は、第１循環回路１１によって複数の第１熱交換器２１にそれぞれ直列に接続された複数の第１流量可変装置として、複数の第１流量制御弁５１に代えて、複数の第１可変速ポンプ５９を備えている。本実施形態では、上述した第１ポンプ１４は設けなくてもよい。

[0063] 複数の第１可変速ポンプ５９は、複数の第１分岐ライン３３にそれぞれ接続されている。複数の第１可変速ポンプ５９は、第１熱媒体の流れ方向にお

いて、複数の第１熱交換器２１の上流に位置しており、かつ冷却装置７の下流に位置している。複数の第１可変速ポンプ５９は、動作制御部１００に電気的に接続されている。動作制御部１００は、複数の第１可変速ポンプ５９の回転速度を個別に制御するように構成されている。

[0064] 動作制御部１００は、複数の第３循環回路１３のうちの１つに接続された第１熱交換器２１を通過した第１熱媒体の温度が冷却温度しきい値を上回ったときに、その第３循環回路１３に接続された第１熱交換器２１に対応する第１可変速ポンプ５９の回転速度を上げることで、第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる。このような動作により、冷却熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路１３に接続された第１熱交換器２１に送る第１熱媒体の流量を増やすことができ、対応する第１熱交換器２１の冷却能力を一時的に増加することができる。

[0065] 動作制御部１００は、第１熱媒体の流量を過剰流量まで増加させてから所定の第１流量増加時間が経過したときに、対応する第１可変速ポンプ５９の回転速度を下げることで、第１熱媒体の流量を定格流量まで低下させるように構成されている。

[0066] 図２を参照して説明した複数の第３熱媒体出口温度測定器５８は、図３を参照して説明した実施形態にも適用可能である。

[0067] 図４は、温度制御システム１および複数の半導体製造装置２を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図１を参照して説明した上記実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。温度制御システム１は、第２循環回路１２によって複数の第２熱交換器２２にそれぞれ直列に接続された複数の第２流量可変装置としての複数の第２流量制御弁６１を備えている。複数の第２流量制御弁６１は、複数の第２分岐ライン４３に接続されている。複数の第２流量制御弁６１は、第２熱媒体の流れ方向において、複数の第２熱交換器２２の上流に位置しており、かつ加熱装置８の下流に位置している。

[0068] 複数の第２流量制御弁６１は、動作制御部１００に電気的に接続されている。動作制御部１００は、複数の第３循環回路１３のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路１３に接続された第２熱交換器２２に対応する第２流量制御弁６１に指令を与えて、第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている。

[0069] 第２熱媒体の定格流量は、予め定められた流量であり、第２熱媒体の過剰流量は、上記定格流量よりも高い流量である。加熱装置８によって加熱された第２熱媒体の供給温度は同じため、第２熱交換器２２への第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量に増やすことで、第２熱交換器２２における加熱能力を増やすことができる。

[0070] 動作制御部１００は、各第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を上回ったか否かを判定するために、第２熱媒体の温度を監視している。より具体的には、温度制御システム１は、複数の第２循環回路１２を流れる第２熱媒体の温度を測定するための第２熱媒体出口温度測定器６２を備えている。複数の第２熱媒体出口温度測定器６２は、第２循環回路１２の複数の第２分岐ライン４３にそれぞれ接続されており、かつ第２熱媒体の流れ方向において複数の第２熱交換器２２の下流に配置されている。複数の第２熱媒体出口温度測定器６２は、複数の第２熱交換器２２を通過した第２熱媒体の温度を個別に測定するように構成されている。

[0071] 複数の第２熱媒体出口温度測定器６２は、動作制御部１００に電気的に接続されており、第２熱媒体の温度の測定値は動作制御部１００に送られる。動作制御部１００は、温度制御システム１の運転中は、複数の第２熱媒体出口温度測定器６２から送られてくる第２熱媒体の温度の測定値を監視し、複数の第３循環回路１３のうちのいずれか１つを流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を上回ったか否かを判定する。

[0072] 本実施形態では、動作制御部１００は、複数の第３循環回路１３のうちの１つに接続された第２熱交換器２２を通過した第２熱媒体の温度が加熱温度

しきい値を下回ったときに、その第３循環回路１３に接続された第２熱交換器２２に対応する第２流量制御弁６１に指令を与えて、第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる。

[0073] 第２熱媒体出口温度測定器６２によって測定された第２熱媒体の温度は、対応する第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷を反映する。第２熱媒体の温度に関する加熱温度しきい値は、第３熱媒体に対する加熱熱負荷に関する加熱負荷しきい値に対応する。動作制御部１００は、第２熱媒体の温度と加熱温度しきい値との比較に基づいて、第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を超えたか否かを判定する。したがって、動作制御部１００は、第２熱媒体の温度の測定値に基づいて、第２流量制御弁６１に指令を与えて対応する第２熱交換器２２への第２熱媒体の流量を一時的に増加させることができる。

[0074] 加熱熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路１３に接続された第２熱交換器２２に送る第２熱媒体の流量を増やすことで、一時的に加熱能力を増加することができる。加熱熱負荷の増加は、一時的に起こるのが通常であり、複数の第３循環回路１３のすべてにおいて加熱熱負荷が同時に増加することはない。したがって、一時的な加熱熱負荷増加が生じても、加熱装置８はその定格加熱能力内で総加熱熱負荷を処理することができる。

[0075] 第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷増加の判断は、第２熱媒体の温度の他に、外部からの信号や、第３循環回路１３側からの信号（温度や第３循環回路１３側の制御装置からの信号）などに基づいてもよい。例えば、動作制御部１００は、半導体製造装置２での目標処理温度を示す信号を半導体製造装置２から受け取り、半導体製造装置２での目標処理温度が所定の処理加熱温度しきい値を下回ったときに、その半導体製造装置２に対応する第２流量制御弁６１に指令を与えて、第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる。

[0076] 一実施形態では、図５に示すように、温度制御システム１は、複数の第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷を測定するための第３

熱媒体出口温度測定器７１を備えてもよい。複数の第３熱媒体出口温度測定器７１は、複数の第３循環回路１３にそれぞれ接続されており、かつ第３熱媒体の流れ方向において複数の第２熱交換器２２の下流に配置されている。複数の第３熱媒体出口温度測定器７１は、複数の第２熱交換器２２を通過した第３熱媒体の温度を個別に測定するように構成されている。

[0077] 複数の第３熱媒体出口温度測定器７１は、動作制御部１００に電気的に接続されており、第３熱媒体の温度の測定値は動作制御部１００に送られる。動作制御部１００は、温度制御システム１の運転中は、複数の第３熱媒体出口温度測定器７１から送られてくる第３熱媒体の温度の測定値を監視し、複数の第３循環回路１３のうちのいずれか１つを流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を上回ったか否かを判定する。

[0078] より具体的には、動作制御部１００は、複数の第３循環回路１３のうちの１つに接続された第２熱交換器２２を通過した第３熱媒体の温度が加熱温度しきい値を下回ったときに、その第３循環回路１３に接続された第２熱交換器２２に対応する第２流量制御弁６１に指令を与えて、第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる。第３熱媒体出口温度測定器５８によって測定された第３熱媒体の温度は、第３熱媒体に対する加熱熱負荷を反映する。動作制御部１００は、第３熱媒体の温度と加熱温度しきい値との比較に基づいて、第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を超えたか否かを判定する。したがって、動作制御部１００は、第３熱媒体の温度の測定値に基づいて、第２流量制御弁６１に指令を与えて対応する第２熱交換器２２への第２熱媒体の流量を一時的に増加させることができる。

[0079] 図４および図５に示す実施形態において、動作制御部１００は、第２熱媒体の流量を過剰流量まで増加させてから所定の第２流量増加時間が経過したときに、対応する第２流量制御弁６１に指令を与えて、第２熱媒体の流量を定格流量まで低下させるように構成されている。第３循環回路１３を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷の増加は一時的であり、所定の第２流量増加

時間が経過した後に、第２熱媒体の流量を定格流量まで下げることで、温度制御システム１全体の動力増加を抑えることができる。過剰流量を定格流量に戻すための条件は、時間の他に、第２熱媒体の温度、半導体製造装置２からの信号、または第３熱媒体の温度であってもよい。

[0080] 図６は、温度制御システム１および複数の半導体製造装置２を含む半導体製造システムのさらに他の実施形態を示す模式図である。特に説明しない本実施形態の構成および動作は、図４を参照して説明した上記実施形態と同じであるので、その重複する説明を省略する。本実施形態の温度制御システム１は、第２循環回路１２によって複数の第２熱交換器２２にそれぞれ直列に接続された複数の第２流量可変装置として、複数の第２流量制御弁６１に代えて、複数の第２可変速ポンプ７４を備えている。本実施形態では、上述した第２ポンプ１５は設けなくてもよい。

[0081] 複数の第２可変速ポンプ７４は、複数の第２分岐ライン４３にそれぞれ接続されている。複数の第２可変速ポンプ７４は、第２熱媒体の流れ方向において、複数の第２熱交換器２２の上流に位置しており、かつ加熱装置８の下流に位置している。複数の第２可変速ポンプ７４は、動作制御部１００に電気的に接続されている。動作制御部１００は、複数の第２可変速ポンプ７４の回転速度を個別に制御するように構成されている。

[0082] 動作制御部１００は、複数の第３循環回路１３のうちの１つに接続された第２熱交換器２２を通過した第２熱媒体の温度が加熱温度しきい値を下回ったときに、その第３循環回路１３に接続された第２熱交換器２２に対応する第２可変速ポンプ７４の回転速度を上げることで、第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させる。このような動作により、加熱熱負荷が増加した第３熱媒体が流れる第３循環回路１３に接続された第２熱交換器２２に送る第２熱媒体の流量を増やすことができ、対応する第２熱交換器２２の加熱能力を一時的に増加することができる。

[0083] 動作制御部１００は、第２熱媒体の流量を過剰流量まで増加させてから所定の第２流量増加時間が経過したときに、対応する第２可変速ポンプ７４の

回転速度を下げることで、第２熱媒体の流量を定格流量まで低下させるように構成されている。

[0084] 図５を参照して説明した複数の第３熱媒体出口温度測定器７１は、図６を参照して説明した実施形態にも適用可能である。

[0085] 図７は、図１を参照して説明した実施形態と、図４を参照して説明した実施形態を組み合わせた実施形態を示す図である。図８は、図３を参照して説明した実施形態と、図６を参照して説明した実施形態を組み合わせて実施形態を示す図である。図７および図８に示す実施形態によれば、一時的な熱負荷増加が生じたときに、冷却装置７または加熱装置８はその定格能力内で総熱負荷を処理することができる。

[0086] 図２を参照して説明した複数の第３熱媒体出口温度測定器５８、および図５を参照して説明した複数の第３熱媒体出口温度測定器７１は、図７および図８を参照して説明した実施形態にも適用可能である。

[0087] 上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうる。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

## 産業上の利用可能性

[0088] 本発明は、エッチング装置、ＣＶＤ装置、ＰＶＤ装置などの半導体製造装置に使用される熱媒体の温度を制御する温度制御システムに利用可能である。

## 符号の説明

[0089]

| | |
|---|---|
| １ | 温度制御システム |
| ２ | 半導体製造装置 |
| ７ | 冷却装置 |
| ８ | 加熱装置 |

１１　第１循環回路
１２　第２循環回路
１３　第３循環回路
１４　第１ポンプ
１５　第２ポンプ
１６　第１バッファタンク
１７　第２バッファタンク
２１　第１熱交換器
２２　第２熱交換器
３１　第１熱媒体送りライン
３２　第１熱媒体戻りライン
３３　第１分岐ライン
４１　第２熱媒体送りライン
４２　第２熱媒体戻りライン
４３　第２分岐ライン
５１　第１流量制御弁（第１流量可変装置）
５５　第１熱媒体出口温度測定器
５８　第３熱媒体出口温度測定器
５９　第１可変速ポンプ（第１流量可変装置）
６１　第２流量制御弁（第２流量可変装置）
６２　第２熱媒体出口温度測定器
７１　第３熱媒体出口温度測定器
７４　第２可変速ポンプ（第２流量可変装置）
１００　動作制御部

# 請求の範囲

[請求項1] 半導体製造装置の温度を調節するための温度制御システムであって、

第１熱媒体が循環する第１循環回路と、

前記第１循環回路から独立しており、第２熱媒体が循環する第２循環回路と、

前記第１循環回路および前記第２循環回路から独立しており、第３熱媒体が循環する複数の第３循環回路と、

前記第１循環回路を流れる前記第１熱媒体を冷却する冷却装置と、

前記第２循環回路を流れる前記第２熱媒体を加熱する加熱装置と、

前記冷却装置によって冷却された前記第１熱媒体と、前記複数の第３循環回路を循環する前記第３熱媒体との間で熱交換を行う複数の第１熱交換器と、

前記加熱装置によって加熱された前記第２熱媒体と、前記複数の第３循環回路を循環する前記第３熱媒体との間で熱交換を行う複数の第２熱交換器と、

前記第１循環回路によって前記複数の第１熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第１流量可変装置と、

前記複数の第１流量可変装置の動作を制御する動作制御部を備え、

前記複数の第１熱交換器は、前記第１循環回路によって並列に接続され、

前記複数の第２熱交換器は、前記第２循環回路によって並列に接続され、

前記複数の第１熱交換器および前記複数の第２熱交換器は、複数組の第１熱交換器および第２熱交換器を構成し、

前記複数組の第１熱交換器および第２熱交換器は、前記複数の第３循環回路にそれぞれに接続されており、

前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つを流れる

第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第１熱交換器に対応する第１流量可変装置に指令を与えて、前記第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている、温度制御システム。

[請求項2] 前記温度制御システムは、前記複数の第３循環回路を流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷を測定するための複数の第１熱媒体出口温度測定器をさらに備えており、

前記複数の第１熱媒体出口温度測定器は、前記第１循環回路に接続され、かつ前記複数の第１熱交換器の下流に配置されており、

前記複数の第１熱媒体出口温度測定器は、前記複数の第１熱交換器を通過した前記第１熱媒体の温度を測定するように構成されており、

前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つに接続された第１熱交換器を通過した前記第１熱媒体の温度が冷却温度しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第１熱交換器に対応する第１流量可変装置に指令を与えて、前記第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている、請求項１に記載の温度制御システム。

[請求項3] 前記動作制御部は、前記第１熱媒体の流量を前記過剰流量まで増加させてから所定の第１流量増加時間が経過したときに、前記対応する第１流量可変装置に指令を与えて、前記第１熱媒体の流量を前記定格流量まで低下させるように構成されている、請求項１に記載の温度制御システム。

[請求項4] 前記複数の第１流量可変装置は、前記第１循環回路によって前記複数の第１熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第１可変速ポンプであり、

前記動作制御部は、前記複数の第１可変速ポンプの回転速度を個別に制御するように構成されている、請求項１に記載の温度制御システム。

[請求項5] 前記第２循環回路によって前記複数の第２熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第２流量可変装置をさらに備え、

前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第２熱交換器に対応する第２流量可変装置に指令を与えて、前記第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている、請求項１に記載の温度制御システム。

[請求項6] 前記複数の第２流量可変装置は、前記第２循環回路によって前記複数の第２熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第２可変速ポンプであり、

前記動作制御部は、前記複数の第２可変速ポンプの回転速度を個別に制御するように構成されている、請求項５に記載の温度制御システム。

[請求項7] 半導体製造装置の温度を調節するための温度制御システムであって、

第１熱媒体が循環する第１循環回路と、

前記第１循環回路から独立しており、第２熱媒体が循環する第２循環回路と、

前記第１循環回路および前記第２循環回路から独立しており、第３熱媒体が循環する複数の第３循環回路と、

前記第１循環回路を流れる前記第１熱媒体を冷却する冷却装置と、

前記第２循環回路を流れる前記第２熱媒体を加熱する加熱装置と、

前記冷却装置によって冷却された前記第１熱媒体と、前記複数の第３循環回路を循環する前記第３熱媒体との間で熱交換を行う複数の第１熱交換器と、

前記加熱装置によって加熱された前記第２熱媒体と、前記複数の第３循環回路を循環する前記第３熱媒体との間で熱交換を行う複数の第

２熱交換器と、

前記第２循環回路によって前記複数の第２熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第２流量可変装置と、

前記複数の第２流量可変装置の動作を制御する動作制御部を備え、

前記複数の第１熱交換器は、前記第１循環回路によって並列に接続され、

前記複数の第２熱交換器は、前記第２循環回路によって並列に接続され、

前記複数の第１熱交換器および前記複数の第２熱交換器は、複数組の第１熱交換器および第２熱交換器を構成し、

前記複数組の第１熱交換器および第２熱交換器は、前記複数の第３循環回路にそれぞれに接続されており、

前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷が加熱負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第２熱交換器に対応する第２流量可変装置に指令を与えて、前記第２熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている、温度制御システム。

[請求項8] 前記温度制御システムは、前記複数の第３循環回路を流れる第３熱媒体に対する加熱熱負荷を測定するための複数の第２熱媒体出口温度測定器をさらに備えており、

前記複数の第２熱媒体出口温度測定器は、前記第２循環回路に接続され、かつ前記複数の第２熱交換器の下流に配置されており、

前記複数の第２熱媒体出口温度測定器は、前記複数の第２熱交換器を通過した前記第２熱媒体の温度を測定するように構成されており、

前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つに接続された第２熱交換器を通過した前記第２熱媒体の温度が加熱温度しきい値を下回ったときに、その第３循環回路に接続された第２熱交換器に対応する第２流量可変装置に指令を与えて、前記第２熱媒体の流量を

定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている、請求項７に記載の温度制御システム。

[請求項9] 前記動作制御部は、前記第２熱媒体の流量を前記過剰流量まで増加させてから所定の第２流量増加時間が経過したときに、前記対応する第２流量可変装置に指令を与えて、前記第２熱媒体の流量を前記定格流量まで低下させるように構成されている、請求項７に記載の温度制御システム。

[請求項10] 前記複数の第２流量可変装置は、前記第２循環回路によって前記複数の第２熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第２可変速ポンプであり、

前記動作制御部は、前記複数の第２可変速ポンプの回転速度を個別に制御するように構成されている、請求項７に記載の温度制御システム。

[請求項11] 前記第１循環回路によって前記複数の第１熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第１流量可変装置をさらに備え、

前記動作制御部は、前記複数の第３循環回路のうちの１つを流れる第３熱媒体に対する冷却熱負荷が冷却負荷しきい値を上回ったときに、その第３循環回路に接続された第１熱交換器に対応する第１流量可変装置に指令を与えて、前記第１熱媒体の流量を定格流量から過剰流量まで増加させるように構成されている、請求項７に記載の温度制御システム。

[請求項12] 前記複数の第１流量可変装置は、前記第１循環回路によって前記複数の第１熱交換器にそれぞれ直列に接続された複数の第１可変速ポンプであり、

前記動作制御部は、前記複数の第１可変速ポンプの回転速度を個別に制御するように構成されている、請求項１１に記載の温度制御システム。