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は、冷却装置および加熱装置により予め冷却および加熱される。冷却された熱媒体と加熱された熱媒体は、混合されることで、温度調節された熱媒体が生成される。温度調節された熱媒体は、半導体製造装置を通過することで、半導体製造装置内のウェーハの処理温度を調節する。

[0004]　しかしながら、冷却された熱媒体と加熱された熱媒体を混合して必要な温度の熱媒体を作るため、以下の問題がある。

１．冷却装置で冷却される熱媒体、加熱装置で加熱される熱媒体、および半導体製造装置に供給される熱媒体には、同じ熱媒体を使用する必要があるため、低温域から高温域まで安定して使用可能な熱媒体の量が多い。このような使用可能な温度範囲が広い熱媒体は、非常に高価である。

２．冷却側の熱媒体と加熱側の熱媒体の量のバランスが崩れるため、冷却系統と加熱系統との間で熱媒体の量の調整が必要になる。

[0005]　そこで、このような問題を解決するために、図１１に示すように、冷却用の第１熱媒体が循環する第１循環回路３０１と、加熱用の第２熱媒体が循環する第２循環回路３０２と、半導体製造装置２００に供給される第３熱媒体

が循環する第３循環回路３０３と、第１熱媒体と第３熱媒体との間で熱交換を行う第１熱交換器３０５と、第２熱媒体と第３熱媒体との間で熱交換を行う第２熱交換器３０６を備えた温度制御システムが提案されている。

[0006] 温度制御システムは、第１循環回路３０１を流れる第１熱媒体を冷却する冷却装置３０７と、第２循環回路３０２を流れる第２熱媒体を加熱する加熱装置３０８と、第１熱媒体を保持する第１バッファタンク３１１と、第２熱媒体を保持する第２バッファタンク３１２を備えている。第３循環回路３０３は、半導体製造装置２００に連結されており、第３熱媒体は、第３循環回路３０３および半導体製造装置２００を通って循環する。半導体製造装置２００内の処理温度は、第３熱媒体によって調節される。第３熱媒体の温度は、第１熱交換器３０５および第２熱交換器３０６内で第１熱媒体および第２熱媒体により調節される。

[0007] この温度制御システムによれば、第１熱交換器３０５と第２熱交換器３０６を設けることで、第１循環回路３０１、第２循環回路３０２、および第３循環回路３０３を独立した閉回路とすることができる。したがって、使用可能な温度範囲が広い第３熱媒体として、第１熱媒体および第２熱媒体とは異なる熱媒体を使用することができ、結果として第３熱媒体の使用量を低減することができる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２０２１－７７０８６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、図１１に示す温度制御システムでは、第１熱媒体と第３熱媒体との間で熱交換を行う第１熱交換器３０５と、第２熱媒体と第３熱媒体との間で熱交換を行う第２熱交換器３０６は、並列に配列される。このため、これら２つの熱交換器３０５，３０６を連結するために必要な第３循環回

路３０３が長くなり、結果として、第３循環回路３０３内を循環する第３熱媒体の使用量を低減させるのには限界があった。また、第３循環回路３０３には断熱施工がされるため、配管の径に比べて必要な設置スペースが大きくなる。さらに、並列配置では、第１熱交換器３０５および第２熱交換器３０６を通過した第３熱媒体の逆流を防止するための逆止弁３１４，３１５が必要となる。結果として、温度制御システムのコストが増加するという課題があった。

[0010] そこで、本発明は、冷却用の第１熱媒体および加熱用の第２熱媒体と熱交換する第３熱媒体の使用量を従来よりも低減させ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

[0011] 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熱媒体と前記第３熱媒体との間で熱交換を行う第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熱媒体と前記第３熱媒体との間で熱交換を行う第２熱交換器と、前記第３循環回路に接続され、前記第１熱交換器をバイパスする第１バイパスラインと、前記第３循環回路に接続され、前記第２熱交換器をバイパスする第２バイパスラインを備え、前記第１熱交換器と前記第２熱交換器は、前記第３循環回路によって直列に連結されている、温度制御システムが提供される。

[0012] 第１熱交換器と第２熱交換器は第３循環回路によって直列に連結されているので、第３循環回路の長さを短くすることができる。第３熱媒体は、その使用可能な温度範囲が広く、化学的に不活性である。このような性質を持つ第３熱媒体は、通常、第１熱媒体および第２熱媒体に比べて高価である。本

発明によれば、第３循環回路を短くできるので、第３熱媒体の使用量を削減することができる。

これらの熱媒体回路には断熱施工がされるため、配管の径に比べて必要な設置スペースが大きくなるが、本発明によれば、第３循環回路を短くできるので、第３循環回路が占めるスペースを小さくでき、温度制御システムに必要な設置スペースを小さくすることができる。

[0013] 一態様では、前記温度制御システムは、前記第１熱媒体の熱エネルギーを蓄える第１蓄熱材を有する第１蓄熱部をさらに備えており、前記第１蓄熱部は、前記第１循環回路に接続されており、かつ前記第１熱媒体の流れ方向において前記第１熱交換器の下流に配置されている。

[0014] 第１蓄熱部は、蓄えた熱エネルギーを用いて第１熱媒体を冷却することができるので、冷却装置の熱負荷を平準化することができる。第１熱媒体に急な温度変化（第１熱交換器に供給される第３熱媒体の温度が上昇することに伴う、一時的な温度上昇）が生じた場合、温度変化を緩和することができる。一時的な冷却装置の熱負荷増加は、半導体製造装置のプロセスを切り替えた際に生じるが、第１熱媒体は第１蓄熱部と熱交換するので、冷却装置に入る第１熱媒体の急激な温度上昇を抑えられ、一時的な冷却装置の熱負荷増加を緩和することができる。

[0015] 一態様では、前記第１蓄熱部は、前記第１循環回路および前記第３循環回路に接続されており、前記第１蓄熱部は、前記第１熱媒体の流れ方向において前記第１熱交換器の下流に配置され、かつ前記第３熱媒体の流れ方向において前記第１熱交換器の上流に配置されており、前記第１蓄熱部は、前記第１熱交換器に送られる前の前記第３熱媒体と、前記第１蓄熱材との間で熱交換を行うように構成されている。

[0016] 第１蓄熱部は、蓄えた熱エネルギーを用いて、第１熱交換器に送られる前の第３熱媒体を冷却することができる。第３熱媒体は、第１蓄熱部および第１熱交換器により冷却されるので、半導体製造装置の温度調節の応答性を向上させることができる。

[0017] 一態様では、前記温度制御システムは、前記第２熱媒体の熱エネルギーを蓄える第２蓄熱材を有する第２蓄熱部をさらに備えており、前記第２蓄熱部は、前記第２循環回路に接続されており、かつ前記第２熱媒体の流れ方向において前記第２熱交換器の下流に配置されている。

[0018] 第２蓄熱部は、蓄えた熱エネルギーを用いて第２熱媒体を加熱することができるので、加熱装置の熱負荷を平準化することができる。第２熱媒体に急な温度変化（第２熱交換器に供給される第３熱媒体の温度が低下することに伴う、一時的な温度低下）が生じた場合、温度変化を緩和することができる。一時的な加熱装置の熱負荷増加は、半導体製造装置のプロセスを切り替えた際に生じるが、第２熱媒体は第２蓄熱部と熱交換するので、加熱装置に入る第２熱媒体の急激な温度低下を抑えられ、一時的な加熱装置の熱負荷増加を緩和することができる。

[0019] 一態様では、前記第２蓄熱部は、前記第２循環回路および前記第３循環回路に接続されており、前記第２蓄熱部は、前記第２熱媒体の流れ方向において前記第２熱交換器の下流に配置され、かつ前記第３熱媒体の流れ方向において前記第２熱交換器の上流に配置されており、前記第２蓄熱部は、前記第２熱交換器に送られる前の前記第３熱媒体と、前記第２蓄熱材との間で熱交換を行うように構成されている。

[0020] 第２蓄熱部は、蓄えた熱エネルギーを用いて、第２熱交換器に送られる前の第３熱媒体を加熱することができる。第３熱媒体は、第２蓄熱部および第２熱交換器により加熱されるので、半導体製造装置の温度調節の応答性を向上させることができる。

[0021] 一態様では、前記第１熱交換器および前記第２熱交換器は、複数の第１熱交換器および複数の第２熱交換器であり、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、前記第３循環回路は、複数の第３循環回路であり、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、前記第１バイパスラインは、前記複数の第１熱交換器をバイパスする複数の第１バイパスラインであり、前記第２バイパスラインは、前記複数の第２熱交換器をバイパスする複数の第２バイパスラインである。

[0022] 複数の第１熱交換器および複数の第２熱交換器に第１熱媒体および第２熱媒体を供給することで、冷却装置、加熱装置、ポンプなどの構成機器を減らすことができる。

発明の効果

[0023] 第１熱交換器と第２熱交換器は第３循環回路によって直列に連結されているので、第３循環回路の長さを短くすることができる。第３熱媒体は、その使用可能な温度範囲が広く、化学的に不活性である。このような性質を持つ第３熱媒体は、通常、第１熱媒体および第２熱媒体に比べて高価である。本発明によれば、第３循環回路を短くできるので、第３熱媒体の使用量を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]温度制御システムおよび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9]温度制御システムおよび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10]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11]従来の温度制御システムを示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0025] 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、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半導体製造装置２に供給するように構成されている。

[0026] 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。

[0027] 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ポンプ１４により第１熱媒体は第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ポンプ１５により第２熱媒体は第２循環回路１２内を循環する。

[0028] 第３循環回路１３は、半導体製造装置２に連結されており、第３熱媒体は

、第３循環回路１３および半導体製造装置２を通って循環する。半導体製造装置２内の処理温度は、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。

[0029] 第２循環回路１２は、第１循環回路１１から独立しており、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、および第３循環回路１３は、互いに独立した閉回路を形成しており、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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 温度制御システム１は、冷却装置７によって冷却された第１熱媒体と第３

熱媒体との間で熱交換を行う第１熱交換器２１と、加熱装置８によって加熱された第２熱媒体と第３熱媒体との間で熱交換を行う第２熱交換器２２をさらに備えている。第１熱交換器２１は、第１循環回路１１および第３循環回路１３に連結されている。第１循環回路１１を流れる第１熱媒体と、第３循環回路１３を流れる第３熱媒体は、第１熱交換器２１内で熱交換を行う。第２熱交換器２２は、第２循環回路１２および第３循環回路１３に連結されている。第２循環回路１２を流れる第２熱媒体と、第３循環回路１３を流れる第３熱媒体は、第２熱交換器２２内で熱交換を行う。

[0034] 第１熱交換器２１と第２熱交換器２２は、第３循環回路１３によって直列に連結されている。本実施形態では、第１熱交換器２１は、第３熱媒体の流れ方向において、第２熱交換器２２の下流に配置される。一実施形態では、第１熱交換器２１は、第３熱媒体の流れ方向において、第２熱交換器２２の上流に配置されてもよい。第１熱交換器２１と第２熱交換器２２は直列に連結されているので、第３循環回路１３の長さを短くすることができる。第３熱媒体は、その使用可能な温度範囲が広く、化学的に不活性である。このような性質を持つ第３熱媒体は、通常、第１熱媒体および第２熱媒体に比べて高価である。本実施形態によれば、第３循環回路１３を短くできるので、第３熱媒体の使用量を削減することができる。

[0035] 本実施形態によれば、第３循環回路１３が短くできるので、第３循環回路１３が占めるスペースを小さくでき、温度制御システム１に必要な設置スペースを小さくすることができる。さらに、並列配列時には必要とされる逆止弁も不要とすることができる。

[0036] 第１循環回路１１内を循環する第１熱媒体は、冷却装置７によって所定の目標冷却温度にまで冷却される。冷却装置７の例としては、蒸気圧縮冷凍機、吸収冷凍機等が挙げられる。蒸気圧縮冷凍機にはターボ冷凍機、スクリュ冷凍機、ロータリー冷凍機、スクロール冷凍機等があり、これらを用いることができる。冷却装置７の構成は、第１熱媒体を冷却できるものであれば、特に限定されない。

[0037] 第２循環回路１２内を循環する第２熱媒体は、加熱装置８によって所定の目標加熱温度にまで加熱される。加熱装置８の例としては、電気ヒータが挙げられる。加熱装置８の構成は、第２熱媒体を加熱できるものであれば、特に限定されない。

[0038] 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、半導体製造装置２に送られる前の第３熱媒体との間で熱交換させるように構成される。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、半導体製造装置２に送られる前の第３熱媒体との間で熱交換させるように構成される。第３熱媒体は、第１熱媒体によって冷却され、第２熱媒体によって加熱される。図１に示す実施形態では、第２熱交換器２２は、第１熱交換器２１の上流に配置されているので、第３熱媒体は、まず、第２熱交換器２２内で第２熱媒体により加熱され、その後、第１熱交換器２１内で第１熱媒体により冷却される。

[0039] 半導体製造装置２を通過して温度制御システム１に戻る第３熱媒体の温度は、半導体製造装置２での処理工程によって変動する。そこで、半導体製造装置２での処理工程に応じて第３熱媒体を適切な温度にするために、以下のようにして、第１熱交換器２１および第２熱交換器２２を通過する第３熱媒体の流量が変えられる。

[0040] 温度制御システム１は、第３循環回路１３に接続され、第１熱交換器２１をバイパスする第１バイパスライン３１と、第１バイパスライン３１および第３循環回路１３に接続された第１制御弁３４と、第３循環回路１３に接続され、第２熱交換器２２をバイパスする第２バイパスライン３２と、第２バイパスライン３２および第３循環回路１３に接続された第２制御弁３５と、第１制御弁３４および第２制御弁３５の動作を制御する動作制御部３８を備えている。

[0041] 第１制御弁３４は、第１熱交換器２１および第１バイパスライン３１を流れる第３熱媒体の流量を制御するように構成されている。第３熱媒体の流量は、第１制御弁３４により０～１００％の範囲内で制御される。例えば、第

１制御弁３４により、第１熱交換器２１を流れる第３熱媒体の流量を０％、第１バイパスライン３１を流れる第３熱媒体の流量を１００％にすると、第３熱媒体は第１バイパスライン３１を流れるが、第１熱交換器２１は流れない。この場合は、第３熱媒体は第１熱媒体により冷却されない。他の例では、第１制御弁３４により、第１熱交換器２１を流れる第３熱媒体の流量を５０％、第１バイパスライン３１を流れる第３熱媒体の流量を５０％にすると、第３熱媒体は第１バイパスライン３１および第１熱交換器２１の両方に流れる。さらに他の例では、第１制御弁３４により、第１熱交換器２１を流れる第３熱媒体の流量を１００％、第１バイパスライン３１を流れる第３熱媒体の流量を０％にすると、第３熱媒体は第１熱交換器２１を流れるが、第１バイパスライン３１は流れない。

[0042] このように、第１バイパスライン３１および第１制御弁３４は、第１熱交換器２１を流れる第３熱媒体の流量を制御し、これによって半導体製造装置２に送られる第３熱媒体の温度を調節することができる。一例では、半導体製造装置２での処理温度の目標値が、半導体製造装置２から戻ってきた第３熱媒体の温度よりも高い場合は、第１制御弁３４は、第１熱交換器２１を流れる第３熱媒体の流量を０％、第１バイパスライン３１を流れる第３熱媒体の流量を１００％にする。

[0043] 本実施形態では、第１制御弁３４は三方弁である。しかしながら、第１制御弁３４が、第１熱交換器２１および第１バイパスライン３１を流れる第３熱媒体の流量を制御することができる限りにおいて、第１制御弁３４の構成は、三方弁に限定されない。例えば、第１制御弁３４は、二方弁の組み合わせであってもよい。

[0044] 第２制御弁３５は、第２熱交換器２２および第２バイパスライン３２を流れる第３熱媒体の流量を制御するように構成されている。第３熱媒体の流量は、第２制御弁３５により０～１００％の範囲内で制御される。例えば、第２制御弁３５により、第２熱交換器２２を流れる第３熱媒体の流量を０％、第２バイパスライン３２を流れる第３熱媒体の流量を１００％にすると、第

３熱媒体は第２バイパスライン３２を流れるが、第２熱交換器２２は流れない。この場合は、第３熱媒体は第２熱媒体により加熱されない。他の例では、第２制御弁３５により、第２熱交換器２２を流れる第３熱媒体の流量を５０％、第２バイパスライン３２を流れる第３熱媒体の流量を５０％にすると、第３熱媒体は第２バイパスライン３２および第２熱交換器２２の両方に流れる。さらに他の例では、第２制御弁３５により、第２熱交換器２２を流れる第３熱媒体の流量を１００％、第２バイパスライン３２を流れる第３熱媒体の流量を０％にすると、第３熱媒体は第２熱交換器２２を流れるが、第２バイパスライン３２は流れない。

[0045] このように、第２バイパスライン３２および第２制御弁３５は、第２熱交換器２２を流れる第３熱媒体の流量を制御し、これによって半導体製造装置２に送られる第３熱媒体の温度を調節することができる。一例では、半導体製造装置２での処理温度の目標値が、半導体製造装置２から戻ってきた第３熱媒体の温度よりも低い場合は、第２制御弁３５は、第２熱交換器２２を流れる第３熱媒体の流量を０％、第２バイパスライン３２を流れる第３熱媒体の流量を１００％にする。

[0046] 本実施形態では、第２制御弁３５は三方弁である。しかしながら、第２制御弁３５が、第２熱交換器２２および第２バイパスライン３２を流れる第３熱媒体の流量を制御することができる限りにおいて、第２制御弁３５の構成は、三方弁に限定されない。例えば、第２制御弁３５は、二方弁の組み合わせであってもよい。

[0047] 動作制御部３８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３８は、プログラム等が格納された記憶装置３８ａ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３８ｂを備えている。記憶装置３８ａ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３８ｂ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３８の具体的構成はこれらの例に限定されない。

[0048] 図２は、温度制御システム１および半導体製造装置２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。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。図２に示すように、本実施形態の温度制御システム１は、第１熱媒体の熱エネルギーを蓄える第１蓄熱材４４を有する第１蓄熱部４１をさらに備えている。第１蓄熱部４１は、第１循環回路１１に接続されており、かつ第１熱媒体の流れ方向において第１熱交換器２１の下流に配置されている。

[0049] 冷却装置７に対する熱負荷が低いとき、すなわち、半導体製造装置２での処理温度の目標値が高いとき、第１蓄熱部４１は、第１熱媒体が持つ熱エネルギーを蓄える。そして、冷却装置７に対する熱負荷が高いとき、すなわち、半導体製造装置２での処理温度の目標値が低いとき、第１蓄熱部４１は、蓄えた熱エネルギーを第１熱媒体に与える。このように、第１蓄熱部４１は、蓄えた熱エネルギーを用いて第１熱媒体を冷却することができるので、冷却装置７の熱負荷を平準化することができる。また、第１蓄熱部４１を設けることによって、第１熱媒体用の第１バッファタンク１６の容量を減らすことができる。

[0050] 一実施形態では、第１蓄熱部４１の第１蓄熱材４４は、冷却装置７での目標冷却温度付近で液相から固相に変化する媒体から構成される。このような性質を持つ第１蓄熱材４４は、相の変化に伴う潜熱を熱エネルギーとして蓄えることができる。他の実施形態では、第１蓄熱材４４は、相変化しない固体または液体で構成されてよい。

[0051] 図３は、温度制御システム１および半導体製造装置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２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。

[0052] 図３に示すように、第１蓄熱部４１は、第１循環回路１１および第３循環

回路１３に接続されている。第１蓄熱部４１は、第１熱媒体の流れ方向において第１熱交換器２１の下流に配置され、かつ第３熱媒体の流れ方向において第１熱交換器２１の上流に配置されている。第１蓄熱部４１は、第１熱交換器２１に送られる前の第３熱媒体と、第１蓄熱材４４との間で熱交換を行うように構成されている。

[0053] 第１蓄熱部４１は、蓄えた熱エネルギーを用いて、第１熱交換器２１に送られる前の第３熱媒体を冷却することができる。第３熱媒体は、第１蓄熱部４１および第１熱交換器２１により冷却されるので、半導体製造装置２の温度調節の応答性を向上させることができる。

[0054] 図４は、温度制御システム１および半導体製造装置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２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。図４に示すように、本実施形態の温度制御システム１は、第２熱媒体の熱エネルギーを蓄える第２蓄熱材４５を有する第２蓄熱部４２をさらに備えている。第２蓄熱部４２は、第２循環回路１２に接続されており、かつ第２熱媒体の流れ方向において第２熱交換器２２の下流に配置されている。

[0055] 加熱装置８に対する熱負荷が低いとき、すなわち、半導体製造装置２での処理温度の目標値が低いとき、第２蓄熱部４２は、第２熱媒体が持つ熱エネルギーを蓄える。そして、加熱装置８に対する熱負荷が高いとき、すなわち、半導体製造装置２での処理温度の目標値が高いとき、第２蓄熱部４２は、蓄えた熱エネルギーを第２熱媒体に与える。このように、第２蓄熱部４２は、蓄えた熱エネルギーを用いて第２熱媒体を加熱することができるので、加熱装置８の熱負荷を平準化することができる。また、第２蓄熱部４２を設けることによって、第２熱媒体用の第２バッファタンク１７の容量を減らすことができる。

[0056] 一実施形態では、第２蓄熱部４２の第２蓄熱材４５は、加熱装置８での目標加熱温度で固相から液相に変化する媒体から構成される。このような性質

を持つ第２蓄熱材４５は、液相の変化に伴う潜熱を熱エネルギーとして蓄えることができる。他の実施形態では、第２蓄熱材４５は、相変化しない固体または液体で構成されてよい。

[0057] 一実施形態では、図５に示すように、第１蓄熱部４１と第２蓄熱部４２の両方を設けてもよい。

[0058] 図６は、温度制御システム１および半導体製造装置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３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。

[0059] 図６に示すように、第２蓄熱部４２は、第２循環回路１２および第３循環回路１３に接続されている。第２蓄熱部４２は、第２熱媒体の流れ方向において第２熱交換器２２の下流に配置され、かつ第３熱媒体の流れ方向において第２熱交換器２２の上流に配置されている。第２蓄熱部４２は、第２熱交換器２２に送られる前の第３熱媒体と、第２蓄熱材４５との間で熱交換を行うように構成されている。

[0060] 第２蓄熱部４２は、蓄えた熱エネルギーを用いて、第２熱交換器２２に送られる前の第３熱媒体を加熱することができる。第３熱媒体は、第２蓄熱部４２および第２熱交換器２２により加熱されるので、半導体製造装置２の温度調節の応答性を向上させることができる。

[0061] 一実施形態では、図７に示すように、第１蓄熱部４１と第２蓄熱部４２の両方を設けてもよい。

[0062] 図８は、温度制御システム１および半導体製造装置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。本実施形態では、第１熱媒体を冷却する冷却装置と、第１熱媒体と第３熱媒体とで熱交換させる第１熱交換器は、一体に構成されている。より具体的には、冷却装置および第１熱交換器は、１つの冷凍サイクルを構成している。

[0063] 図８に示すように、第１循環回路１１には、圧縮機５１、冷却装置としての凝縮器５２、および第１熱交換器としての蒸発器５３が接続されている。第１熱媒体は、圧縮機５１、凝縮器５２、および蒸発器５３を循環する。第１熱媒体の冷媒蒸気は、圧縮機５１により圧縮される。圧縮された冷媒蒸気は第１循環回路１１を通って冷却装置としての凝縮器５２に送られ、凝縮器５２により凝縮されることにより冷媒液となる。冷媒液は第１循環回路１１を通って第１熱交換器としての蒸発器５３に送られ、第３熱媒体から熱を奪うことにより蒸発して冷媒蒸気となる。冷媒蒸気は第１循環回路１１を通って圧縮機５１に送られ、圧縮機５１により圧縮される。

[0064] このように、第１熱媒体は、冷凍サイクルを構成する圧縮機５１、凝縮器５２、および蒸発器５３を循環しながら、第３熱媒体を冷却することができる。本実施形態では、第１バッファタンク１６および第１ポンプ１４は設けられない。本実施形態によれば、冷却側の構成をシンプルにすることができる。

[0065] 図１乃至図８に示す実施形態では、第１熱交換器２１と第２熱交換器２２は、第３循環回路１３によって直列に連結されており、第１熱交換器２１は、第３熱媒体の流れ方向において、第２熱交換器２２の下流に配置されている。一実施形態では、図９に示すように、第１熱交換器２１は、第３熱媒体の流れ方向において、第２熱交換器２２の上流に配置されてもよい。図９に示す構成は、図１乃至図８を参照して説明した実施形態に適用可能である。

[0066] 図１０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他の実施形態を示す模式図である。温度制御システム１は、図１を参照して説明した実施形態の温度制御システム１であり、その重複する説明は省略する。一実施形態では、温度制御システム１は、図２乃至図９を参照して説明したいずれかの実施形態の温度制御システム１であってもよい。

[0067] 図１０に示すように、温度制御システム１は、複数の第１熱交換器２１、複数の第２熱交換器２２、および複数の第３循環回路１３を有する。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、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。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にそれぞれ接続されている。

[0068] 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。各組の第１熱交換器２１および第２熱交換器２２は、各第３循環回路１３により直列に配列されている。本実施形態では、第１熱交換器２１は、第３熱媒体の流れ方向において、第２熱交換器２２の下流に配置される。一実施形態では、第１熱交換器２１は、第３熱媒体の流れ方向において、第２熱交換器２２の上流に配置されてもよい。

[0069] 温度制御システム１は、複数の第１熱交換器２１をバイパスする複数の第１バイパスライン３１と、複数の第２熱交換器２２をバイパスする複数の第２バイパスライン３２と、複数の第１バイパスライン３１および複数の第３循環回路１３に接続された複数の第１制御弁３４と、複数の第２バイパスライン３２に接続された第２制御弁３５と、複数の第１制御弁３４および複数の第２制御弁３５の動作を制御する動作制御部３８を備えている。

[0070] 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。

[0071] 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

[0072] 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

[0073]

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バイパスライン
３２	第２バイパスライン
３４	第１制御弁
３５	第２制御弁
３８	動作制御部
４１	第１蓄熱部
４２	第２蓄熱部
４４	第１蓄熱材
４５	第２蓄熱材
５１	圧縮機

５２　　凝縮器

５３　　蒸発器

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熱媒体と前記第３熱媒体との間で熱交換を行う第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熱媒体と前記第３熱媒体との間で熱交換を行う第２熱交換器と、

前記第３循環回路に接続され、前記第１熱交換器をバイパスする第１バイパスラインと、

前記第３循環回路に接続され、前記第２熱交換器をバイパスする第２バイパスラインを備え、

前記第１熱交換器と前記第２熱交換器は、前記第３循環回路によって直列に連結されている、温度制御システム。

[請求項2] 前記温度制御システムは、前記第１熱媒体の熱エネルギーを蓄える第１蓄熱材を有する第１蓄熱部をさらに備えており、

前記第１蓄熱部は、前記第１循環回路に接続されており、かつ前記第１熱媒体の流れ方向において前記第１熱交換器の下流に配置されている、請求項１に記載の温度制御システム。

[請求項3] 前記第１蓄熱部は、前記第１循環回路および前記第３循環回路に接続されており、

前記第１蓄熱部は、前記第１熱媒体の流れ方向において前記第１熱

交換器の下流に配置され、かつ前記第３熱媒体の流れ方向において前記第１熱交換器の上流に配置されており、

前記第１蓄熱部は、前記第１熱交換器に送られる前の前記第３熱媒体と、前記第１蓄熱材との間で熱交換を行うように構成されている、請求項２に記載の温度制御システム。

[請求項4] 前記温度制御システムは、前記第２熱媒体の熱エネルギーを蓄える第２蓄熱材を有する第２蓄熱部をさらに備えており、

前記第２蓄熱部は、前記第２循環回路に接続されており、かつ前記第２熱媒体の流れ方向において前記第２熱交換器の下流に配置されている、請求項１に記載の温度制御システム。

[請求項5] 前記第２蓄熱部は、前記第２循環回路および前記第３循環回路に接続されており、

前記第２蓄熱部は、前記第２熱媒体の流れ方向において前記第２熱交換器の下流に配置され、かつ前記第３熱媒体の流れ方向において前記第２熱交換器の上流に配置されており、

前記第２蓄熱部は、前記第２熱交換器に送られる前の前記第３熱媒体と、前記第２蓄熱材との間で熱交換を行うように構成されている、請求項４に記載の温度制御システム。

[請求項6] 前記第１熱交換器および前記第２熱交換器は、複数の第１熱交換器および複数の第２熱交換器であり、

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、

前記第３循環回路は、複数の第３循環回路であり、

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、

前記第１バイパスラインは、前記複数の第１熱交換器をバイパスする複数の第１バイパスラインであり、

前記第２バイパスラインは、前記複数の第２熱交換器をバイパスする複数の第２バイパスラインである、請求項１に記載の温度制御システム。