

明 細 書

発明の名称： 温度調整装置および研磨装置

技術分野

[0001] 本発明は、ウェーハなどの基板の研磨に使用される研磨パッドの研磨面の温度を調整するための温度調整装置に関する。また、本発明はそのような温度調整装置を備えた研磨装置に関する。

背景技術

[0002] CMP (Chemical Mechanical Polishing) 装置は、半導体デバイスの製造において、ウェーハの表面を研磨する工程に使用される。CMP装置は、研磨テーブルを回転させながら、研磨ヘッドでウェーハを研磨テーブル上の研磨パッドに押し付けてウェーハの表面を研磨する。研磨中、研磨パッドにはスラリーが供給される。ウェーハの表面は、スラリーの化学的作用とスラリーに含まれる砥粒の機械的作用により平坦化される。

[0003] ウェーハの研磨レートは、ウェーハの研磨パッドに対する研磨荷重のみならず、研磨パッドの研磨面の温度にも依存する。これは、ウェーハに対するスラリーの化学的作用が温度に依存するからである。したがって、半導体デバイスの製造においては、ウェーハの研磨レートを上げて更に一定に保つために、ウェーハ研磨中の研磨パッドの研磨面の温度を最適な値に保つことが重要とされる。

[0004] そこで、研磨パッドの研磨面の温度を調整するために温度調整装置が従来から使用されている。この温度調整装置は、研磨パッドの上方に配置された熱交換器を備える。ウェーハの研磨中は、研磨パッドと熱交換器との間にスラリーが存在した状態で、熱交換器は、研磨パッドと熱交換器内を流れる流体との間で熱交換を行い、これによって研磨面の温度を調整するように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-44245号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 図12は、従来の温度調整装置を示す模式図であり、図13は、図12のA-A線断面図である。図12および図13に示すように、温度調整装置105は、流体の流路（図示せず）が内部に形成された熱交換器111と、熱交換器111の上方に配置されたホルダ190とを備えている。熱交換器111は、ホルダ190によって保持されている。熱交換器111は、研磨パッド103の研磨面103aの上方に位置し、熱交換器111の底面は、研磨パッド103の研磨面103aに対面している。ウェーハの研磨中、熱交換器111と研磨面103aとの間にはスラリー200が介在している。

[0007] 熱交換器111の上面には、複数のソケット173（図13では、1つのソケット173のみを示す）が固定されている。複数のボルト183を、ホルダ190の複数の貫通孔190a（図13では1つの貫通孔190aのみを示す）を通じて、複数のソケット173にそれぞれねじ込むことによって、熱交換器111は、ホルダ190に固定される。

[0008] しかしながら、上述した固定方法では、複数のボルト183を複数のソケット173にそれぞれねじ込む必要があるため、熱交換器111の固定および取り外しの作業性が悪く、熱交換器111の固定および取り外しに長時間を要するという問題がある。さらに、熱交換器111とホルダ190の熱膨張率の違いに起因して、ウェーハの研磨中にソケット173に過剰な応力が発生し、その結果、ソケット173が破損に至ることもある。ソケット173に発生する過剰な応力は、温度調整装置105の信頼性を低下させる一因となっている。

[0009] 図14は、熱交換器111をホルダ190から取り外した状態を示す模式図である。各ソケット173は、めねじ175と、めねじ175が挿入された外側円筒体174とを備えている。めねじ175は、外側円筒体174の内周面に固定されており、外側円筒体174は、熱交換器111の上面に固

定されている。

[0010] ウェーハの研磨中は、熱交換器 111 に高温（例えば、60℃～80℃）の流体が流れるため、熱交換器 111、ホルダ 190、ボルト 183、およびソケット 173 は、ウェーハの研磨中、熱膨張する。一般に、ホルダ 190、ボルト 183、およびめねじ 175 は、金属（例えば、ステンレス鋼）から形成されている。一方、熱交換器 111 および外側円筒体 174 は、耐摩耗性に優れるとともに熱伝導率の高い材質（例えば、SiC などのセラミック）から形成されている。材質による熱膨張率の違いにより、ウェーハ研磨中のホルダ 190、ボルト 183、およびめねじ 175 の体積の変化率は、熱交換器 111 および外側円筒体 174 の体積の変化率よりも大きくなる。その結果、ウェーハの研磨中、ボルト 183 およびめねじ 175 から外側円筒体 174 に荷重が加わり、外側円筒体 174 が破損することがある。

[0011] そこで、本発明は、熱交換器の固定および取り外しにおける作業性を向上させ、かつ信頼性に優れた温度調整装置を提供することを目的とする。また、本発明は、そのような温度調整装置を備えた研磨装置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

[0012] 一態様では、研磨パッドの研磨面の温度を調整するための温度調整装置であって、加熱流路および冷却流路が内部に形成された熱交換器と、前記熱交換器の上方に配置されたホルダと、前記熱交換器を、前記ホルダに着脱可能に固定する連結機構とを備え、前記連結機構は、前記熱交換器の上面に固定された第 1 フックと、前記ホルダに保持された第 2 フックとを備え、前記第 2 フックは、前記第 1 フックに係合可能かつ切り離し可能に構成されている、温度調整装置が提供される。

[0013] 一態様では、前記第 1 フックは、前記熱交換器の上面に固定された第 1 基部と、前記第 1 基部から横方向に突出した第 1 突出部とを備え、前記第 2 フックは、前記ホルダを貫通して延びる第 2 基部と、前記第 2 基部から横方向に突出した第 2 突出部とを備え、前記第 2 突出部は、前記第 1 突出部の下面

に接触可能に構成されている。

一態様では、前記第2フックは、その軸心を中心に回転可能に構成されている。

一態様では、前記連結機構は、前記第1フックの内部に配置されたねじと、前記熱交換器に埋め込まれた螺旋構造体とをさらに備え、前記ねじは、前記第1フックに形成された貫通孔を通じて前記螺旋構造体にねじ込まれている。

一態様では、前記連結機構は、前記第2基部が挿入されたコイルばねをさらに備え、前記コイルばねは、前記ホルダの上面に配置されている。

一態様では、前記ホルダは、前記第1フックおよび前記第2フックが配置される収容室を有している。

一態様では、前記第2フックは、前記熱交換器の半径方向において、前記第1フックの外側に配置されている。

一態様では、前記第2フックは、2つの第2フックであり、前記2つの第2フックは、前記熱交換器の円周方向において前記第1フックの両側に配置されている。

一態様では、前記連結機構は、複数の連結機構であり、前記複数の連結機構は、前記熱交換器の円周方向に配列されている。

一態様では、前記熱交換器の側面は、撥水性のコーティング層から構成されている。

[0014] 一態様では、研磨パッドを支持する研磨テーブルと、基板を前記研磨パッドの研磨面に押し付ける研磨ヘッドと、前記研磨パッドと熱交換を行うことで前記研磨面の温度を調整する上記温度調整装置とを備えている、研磨装置が提供される。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、熱交換器の上面に固定された第1フックと、ホルダに保持された第2フックとを係合させることによって、熱交換器は、ホルダに固定される。さらに、第2フックを第1フックから切り離すことで、熱交換器

をホルダから取り外すことができる。結果として、熱交換器の固定および取り外しにおける作業性を向上させることができる。

さらに、上述した構成によれば、第1フックと第2フックの係合は、従来のボルトとめねじとの係合に比べて、互いの変位をある程度許容できる。すなわち、第2フックは、第1フックとの係合を維持しつつ、第1フックに対して相対的に変位可能である。したがって、第1フックと第2フックとの組み合わせは、基板の研磨中に第1フックに発生する応力を緩和させることができる。結果として、温度調整装置の信頼性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]温度調整装置を備えた研磨装置の一実施形態を示す模式図である。
- [図2]熱交換器を示す水平断面図である。
- [図3]研磨パッド上の熱交換器と研磨ヘッドとの位置関係を示す平面図である。
- 。
- [図4]熱交換器のホルダへの固定方法の一実施形態を示す模式図である。
- [図5]図4のB－B線断面図である。
- [図6]熱交換器をホルダから取り外した状態を示す模式図である。
- [図7]第1フックの固定方法の一実施形態を示す模式図である。
- [図8]図7の第1フックを熱交換器から取り外した状態を示す模式図である。
- [図9]連結機構の他の実施形態を示す模式図である。
- [図10]熱交換器の固定方法の他の実施形態を示す模式図である。
- [図11]図10のC－C線断面図である。
- [図12]従来の温度調整装置を示す模式図である。
- [図13]図12のA－A線断面図である。
- [図14]熱交換器をホルダから取り外した状態を示す模式図である。

発明を実施するための形態

- [0017] 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、温度調整装置を備えた研磨装置の一実施形態を示す模式図である。図1に示すように、研磨装置10は、基板の一例であるウェーハWを保持

して回転させる研磨ヘッド1と、研磨パッド3を支持する研磨テーブル2と、研磨パッド3の表面にスラリーを供給するスラリー供給ノズル4と、研磨パッド3の研磨面3aの温度を調整するための温度調整装置5とを備えている。研磨パッド3の表面（上面）は、ウェーハWを研磨する研磨面3aを構成する。

[0018] 研磨ヘッド1は鉛直方向に移動可能であり、かつその軸心を中心として矢印で示す方向に回転可能となっている。ウェーハWは、研磨ヘッド1の下面に真空吸着などによって保持される。研磨テーブル2にはテーブルモータ6が連結されており、矢印で示す方向に回転可能となっている。図1に示すように、研磨ヘッド1および研磨テーブル2は、同じ方向に回転する。研磨パッド3は、研磨テーブル2の上面に貼り付けられている。

[0019] 研磨装置10は、研磨ヘッド1、テーブルモータ6、スラリー供給ノズル4、温度調整装置5の動作を制御する動作制御部40を備えている。動作制御部40は、少なくとも1台のコンピュータから構成される。動作制御部40は、記憶装置40aと、演算装置40bを備えている。演算装置40bは、記憶装置40aに格納されているプログラムに含まれている命令に従って演算を行うCPU（中央処理装置）またはGPU（グラフィックプロセッシングユニット）などを含む。記憶装置40aは、演算装置40bがアクセス可能な主記憶装置（例えばランダムアクセスメモリ）と、データおよびプログラムを格納する補助記憶装置（例えば、ハードディスクドライブまたはソリッドステートドライブ）を備えている。

[0020] ウェーハWの研磨は次のようにして行われる。研磨されるウェーハWは、研磨ヘッド1によって保持され、さらに研磨ヘッド1によって回転される。研磨テーブル2は、研磨パッド3とともにテーブルモータ6によって回転される。この状態で、研磨パッド3の研磨面3aにはスラリー供給ノズル4からスラリーが供給され、さらにウェーハWの表面は、研磨ヘッド1によって研磨パッド3の研磨面3aに対して押し付けられる。ウェーハWの表面は、スラリーの存在下での研磨パッド3との摺接により研磨される。ウェーハW

の表面は、スラリーの化学的作用とスラリーに含まれる砥粒の機械的作用により平坦化される。

[0021] 温度調整装置 5 は、研磨パッド 3 と熱交換を行うことで研磨面 3 a の温度を調整する熱交換器 1 1 と、熱交換器 1 1 の上方に配置されたホルダ 9 0 と、温度調整された加熱流体および冷却流体を熱交換器 1 1 に供給する流体供給システム 3 0 と、熱交換器 1 1 に連結された昇降機構 2 0 を備えている。熱交換器 1 1 は、研磨テーブル 2 および研磨パッド 3 の研磨面 3 a の上方に位置している。

[0022] 熱交換器 1 1 は、研磨パッド 3 の研磨面 3 a に対面する底面を有し、熱交換器 1 1 は、ホルダ 9 0 によって保持されている。熱交換器 1 1 およびホルダ 9 0 の全体は、円柱形状を有している。熱交換器 1 1 の底面は平坦であり、かつ円形である。本実施形態では、熱交換器 1 1 とホルダ 9 0 は、異なる材料から構成されている。より具体的には、ホルダ 9 0 は、金属（例えば、ステンレス鋼）から形成されており、熱交換器 1 1 は、耐摩耗性に優れるとともに熱伝導率の高い材質（例えば、S i C などのセラミック）から形成されている。

[0023] ホルダ 9 0 の上面は円形である。ホルダ 9 0 は、アーム 2 2 に固定されており、アーム 2 2 を介して昇降機構 2 0 に連結されている。昇降機構 2 0 は熱交換器 1 1 およびホルダ 9 0 を上昇および下降させるように構成されている。より具体的には、昇降機構 2 0 は熱交換器 1 1 の底面を研磨パッド 3 の研磨面 3 a に近づける方向、および研磨パッド 3 の研磨面 3 a から離れる方向に移動させるように構成されている。昇降機構 2 0 は、モータまたはエアシリンダなどのアクチュエータ（図示せず）を備えている。昇降機構 2 0 の動作は動作制御部 4 0 によって制御される。

[0024] 流体供給システム 3 0 は、温度調整された加熱流体を貯留する加熱流体供給源としての加熱流体供給タンク 3 1 と、加熱流体供給タンク 3 1 と熱交換器 1 1 とを連結する加熱流体供給管 3 2 および加熱流体戻り管 3 3 とを備えている。加熱流体供給管 3 2 および加熱流体戻り管 3 3 の一方の端部は加熱

流体供給タンク 3 1 に接続され、他方の端部は熱交換器 1 1 に接続されている。

[0025] 温度調整された加熱流体は、加熱流体供給タンク 3 1 から加熱流体供給管 3 2 を通じて熱交換器 1 1 に供給され、熱交換器 1 1 内を流れ、そして熱交換器 1 1 から加熱流体戻り管 3 3 を通じて加熱流体供給タンク 3 1 に戻される。このように、加熱流体は、加熱流体供給タンク 3 1 と熱交換器 1 1 との間を循環する。加熱流体供給タンク 3 1 は、ヒータ（図示せず）を有しており、加熱流体はヒータにより所定の温度に加熱される。

[0026] 流体供給システム 3 0 は、加熱流体供給管 3 2 に取り付けられた第 1 開閉バルブ 4 1 および第 1 流量制御バルブ 4 2 をさらに備えている。第 1 流量制御バルブ 4 2 は、熱交換器 1 1 と第 1 開閉バルブ 4 1 との間に配置されている。第 1 開閉バルブ 4 1 は、流量調整機能を有しないバルブであるのに対し、第 1 流量制御バルブ 4 2 は、流量調整機能を有するバルブである。

[0027] 流体供給システム 3 0 は、熱交換器 1 1 に接続された冷却流体供給管 5 1 および冷却流体排出管 5 2 をさらに備えている。冷却流体供給管 5 1 は、研磨装置 1 0 が設置される工場に設けられている冷却流体供給源（例えば、冷水供給源）に接続されている。冷却流体は、冷却流体供給管 5 1 を通じて熱交換器 1 1 に供給され、熱交換器 1 1 内を流れ、そして熱交換器 1 1 から冷却流体排出管 5 2 を通じて排出される。一実施形態では、熱交換器 1 1 内を流れた冷却流体を、冷却流体排出管 5 2 を通じて冷却流体供給源に戻してもよい。

[0028] 流体供給システム 3 0 は、冷却流体供給管 5 1 に取り付けられた第 2 開閉バルブ 5 5 および第 2 流量制御バルブ 5 6 をさらに備えている。第 2 流量制御バルブ 5 6 は、熱交換器 1 1 と第 2 開閉バルブ 5 5 との間に配置されている。第 2 開閉バルブ 5 5 は、流量調整機能を有しないバルブであるのに対し、第 2 流量制御バルブ 5 6 は、流量調整機能を有するバルブである。

[0029] 第 1 開閉バルブ 4 1、第 1 流量制御バルブ 4 2、第 2 開閉バルブ 5 5、および第 2 流量制御バルブ 5 6 は、動作制御部 4 0 に接続されており、第 1 開

閉バルブ４１、第１流量制御バルブ４２、第２開閉バルブ５５、および第２流量制御バルブ５６の動作は、動作制御部４０によって制御される。

[0030] 温度調整装置５は、研磨パッド３の研磨面３ａの温度（以下、パッド表面温度ということがある）を測定するパッド温度測定器３９をさらに備えている。パッド温度測定器３９は動作制御部４０に接続されている。動作制御部４０は、パッド温度測定器３９により測定されたパッド表面温度に基づいて第１流量制御バルブ４２および第２流量制御バルブ５６を操作するように構成されている。第１開閉バルブ４１および第２開閉バルブ５５は、通常は開かれている。パッド温度測定器３９として、非接触で研磨パッド３の研磨面３ａの温度を測定することができる放射温度計を使用することができる。パッド温度測定器３９は、研磨面３ａの上方に配置されている。

[0031] パッド温度測定器３９は、非接触でパッド表面温度を測定し、その測定値を動作制御部４０に送る。動作制御部４０は、パッド表面温度が、予め設定された目標温度に維持されるように、測定されたパッド表面温度に基づいて、第１流量制御バルブ４２および第２流量制御バルブ５６を操作することで、加熱流体および冷却流体の流量を制御する。第１流量制御バルブ４２および第２流量制御バルブ５６は、動作制御部４０からの制御信号に従って動作し、熱交換器１１に供給される加熱流体の流量および冷却流体の流量を調整する。熱交換器１１を流れる加熱流体および冷却流体と研磨パッド３との間で熱交換が行われ、これによりパッド表面温度が変化する。

[0032] このようなフィードバック制御により、研磨パッド３の研磨面３ａの温度（すなわちパッド表面温度）は、所定の目標温度に維持される。上記フィードバック制御としては、ＰＩＤ制御を使用することができる。研磨パッド３の目標温度は、ウェーハＷの表面を構成する膜の種類、または研磨プロセスに応じて決定される。決定された目標温度は、動作制御部４０に予め入力され、記憶装置４０ａ内に記憶される。

[0033] 熱交換器１１に供給される加熱流体としては、温水などの加熱液が使用される。加熱流体は、加熱流体供給タンク３１のヒータ（図示せず）により、

例えば約80℃に加熱される。より速やかに研磨パッド3の表面温度を上昇させる場合には、シリコンオイルを加熱流体として使用してもよい。シリコンオイルを加熱流体として使用する場合には、シリコンオイルは加熱流体供給タンク31のヒータにより100℃以上（例えば、約120℃）に加熱される。熱交換器11に供給される冷却流体としては、冷水またはシリコンオイルなどの冷却液が使用される。シリコンオイルを冷却流体として使用する場合には、冷却流体供給源としてチラーを冷却流体供給管51に接続し、シリコンオイルを0℃以下に冷却することで、研磨パッド3を速やかに冷却することができる。冷水としては、純水を使用することができる。純水を冷却して冷水を生成するために、冷却流体供給源としてチラーを使用してもよい。この場合は、熱交換器11内を流れた冷水を、冷却流体排出管52を通じてチラーに戻してもよい。

[0034] 加熱流体供給管32および冷却流体供給管51は、完全に独立した配管である。したがって、加熱流体および冷却流体は、混合されることなく、同時に熱交換器11に供給される。加熱流体戻り管33および冷却流体排出管52も、完全に独立した配管である。したがって、加熱流体は、冷却流体と混合されることなく加熱流体供給タンク31に戻され、冷却流体は、加熱流体と混合されることなく排出されるか、または冷却流体供給源に戻される。

[0035] 温度調整装置5は、熱交換器11の側面に純水を噴霧して、熱交換器11を洗浄する複数のクリーニングノズル60をさらに備えている。これらのクリーニングノズル60は、熱交換器11の側面を向いて配置されている。本実施形態では2つのクリーニングノズル60が設けられているが、3つ以上のクリーニングノズル60を設けてもよい。クリーニングノズル60は、ウェーハWの研磨に使用されたスラリーを純水の噴流によって熱交換器11の側面から除去するために設けられている。

[0036] 次に、熱交換器11について、図2を参照して説明する。図2は、熱交換器11を示す水平断面図である。図2に示すように、熱交換器11は、流路構造体70を備えており、流路構造体70の内部には、加熱流路61および

冷却流路 6 2 が形成されている。加熱流路 6 1 および冷却流路 6 2 は、互いに隣接して（互いに並んで）延びており、かつ螺旋状に延びている。さらに、加熱流路 6 1 および冷却流路 6 2 は、点対称な形状を有し、互いに同じ長さを有している。加熱流路 6 1 および冷却流路 6 2 のそれぞれは、曲率が一定の複数の円弧流路 6 4 と、これら円弧流路 6 4 を連結する複数の傾斜流路 6 5 から基本的に構成されている。隣接する 2 つの円弧流路 6 4 は、各傾斜流路 6 5 によって連結されている。

[0037] このような構成によれば、加熱流路 6 1 および冷却流路 6 2 のそれぞれの最外周部を、熱交換器 1 1 の最外周部に配置することができる。つまり、熱交換器 1 1 の底面の全体は、加熱流路 6 1 および冷却流路 6 2 の下方に位置し、加熱流体および冷却流体は研磨パッド 3 の研磨面 3 a を速やかに加熱および冷却することができる。加熱流体および冷却流体と、研磨パッド 3 との間の熱交換は、研磨パッド 3 の研磨面 3 a と流路構造体 7 0 の底面（熱交換器 1 1 の底面）との間にスラリー（図示せず）が存在した状態で行われる。

[0038] 加熱流体供給管 3 2（図 1 参照）は、加熱流路 6 1 の入口 6 1 a に接続されており、加熱流体戻り管 3 3（図 1 参照）は、加熱流路 6 1 の出口 6 1 b に接続されている。冷却流体供給管 5 1（図 1 参照）は、冷却流路 6 2 の入口 6 2 a に接続されており、冷却流体排出管 5 2（図 1 参照）は、冷却流路 6 2 の出口 6 2 b に接続されている。加熱流体供給管 3 2、加熱流体戻り管 3 3、冷却流体供給管 5 1、および冷却流体排出管 5 2 は、ホルダ 9 0（図 1 参照）を経由して、入口 6 1 a、出口 6 1 b、入口 6 2 a、および出口 6 2 b にそれぞれ接続されている。

[0039] 加熱流路 6 1 および冷却流路 6 2 の入口 6 1 a、6 2 a は、熱交換器 1 1 の周縁部に位置しており、加熱流路 6 1 および冷却流路 6 2 の出口 6 1 b、6 2 b は、熱交換器 1 1 の中心部に位置している。したがって、加熱流体および冷却流体は、熱交換器 1 1 の周縁部から中心部に向かって螺旋状に流れる。加熱流路 6 1 および冷却流路 6 2 は、完全に分離しており、熱交換器 1 1 内で加熱流体および冷却流体が混合されることはない。

[0040] 図3は、研磨パッド3上の熱交換器11と研磨ヘッド1との位置関係を示す平面図である。図3では、ホルダ90の図示は省略されている。熱交換器11は、上から見たときに円形であり、熱交換器11の直径は研磨ヘッド1の直径よりも小さい。研磨パッド3の回転中心Oから熱交換器11の中心Pまでの距離は、研磨パッド3の回転中心Oから研磨ヘッド1の中心Qまでの距離と同じである。加熱流路61および冷却流路62は、互いに隣接しているので、加熱流路61および冷却流路62は、研磨パッド3の径方向のみならず、研磨パッド3の周方向に沿って並んでいる。したがって、研磨テーブル2および研磨パッド3が回転している間、研磨パッド3は、加熱流体および冷却流体の両方と熱交換を行う。2つのクリーニングノズル60は、熱交換器11の両側に配置されている。

[0041] 図4は、熱交換器11のホルダ90への固定方法の一実施形態を示す模式図であり、図5は、図4のB-B線断面図である。図5は、ホルダ90が熱交換器11を保持しているときの状態を示している。図5では、加熱流路61および冷却流路62の図示は省略されている。図4および図5に示すように、温度調整装置5は、熱交換器11を、ホルダ90に着脱可能に固定する複数の連結機構80をさらに備えている。図4に示すように、複数の連結機構80は、熱交換器11の円周方向に沿って、かつ熱交換器11の全周に亘って配列されている。一実施形態では、複数の連結機構80は、熱交換器11の円周方向に等間隔で配置されていてもよい。

[0042] 図5に示すように、各連結機構80は、熱交換器11の上面（流路構造体70の上面）に固定された第1フック73と、ホルダ90に保持された第2フック83とを備えている。第2フック83は、第1フック73に係合可能かつ切り離し可能に構成されている。ホルダ90は、第1フック73および第2フック83が配置される収容室85を有しており、ホルダ90が熱交換器11を保持しているとき、第1フック73の全体および第2フック83の一部は、収容室85内に配置されている。

[0043] より具体的には、第1フック73は、熱交換器11の上面に固定された第

1 基部 7 3 a と、第 1 基部 7 3 a から横方向に突出した第 1 突出部 7 3 b とを備えている。第 2 フック 8 3 は、ホルダ 9 0 を貫通して延びる第 2 基部 8 3 a と、第 2 基部 8 3 a から横方向に突出した第 2 突出部 8 3 b とを備えている。第 2 基部 8 3 a は、ホルダ 9 0 の貫通孔 9 0 a を通って延びている。第 2 突出部 8 3 b は、第 1 突出部 7 3 b の下面に接触可能に構成されている。ホルダ 9 0 が熱交換器 1 1 を保持しているとき（第 1 フック 7 3 と第 2 フック 8 3 とが係合しているとき）、第 2 突出部 8 3 b の上面は、第 1 突出部 7 3 b の下面に接触している。

[0044] 図 6 は、熱交換器 1 1 をホルダ 9 0 から取り外した状態を示す模式図である。第 2 フック 8 3 は、第 2 基部 8 3 a と平行に延びる軸心 R を中心に回転可能に構成されている。第 2 フック 8 3 を軸心 R を中心に回転させることにより、第 2 フック 8 3 を第 1 フック 7 3 から切り離すことができる。全ての第 2 フック 8 3 を第 1 フック 7 3 から切り離すと、熱交換器 1 1 をホルダ 9 0 から取り外すことができる。

[0045] 同様に、熱交換器 1 1 の上面を、ホルダ 9 0 の下面に押し付け、かつ第 2 フック 8 3 を、第 2 突出部 8 3 b の上面が第 1 突出部 7 3 b の下面に接触するまで軸心 R を中心に回転させることにより、第 2 フック 8 3 と第 1 フック 7 3 とを係合させ、熱交換器 1 1 をホルダ 9 0 に固定することができる。全ての第 2 フック 8 3 を、全ての第 1 フック 7 3 にそれぞれ係合させることにより、熱交換器 1 1 は、ホルダ 9 0 に確実に固定される。

[0046] 上述のように、本実施形態では、熱交換器 1 1 の上面に固定された第 1 フック 7 3 と、ホルダ 9 0 に保持された第 2 フック 8 3 とを係合させることにより、熱交換器 1 1 は、ホルダ 9 0 に固定される。さらに、第 2 フック 8 3 を第 1 フック 7 3 から切り離すことで、熱交換器 1 1 をホルダ 9 0 から取り外すことができる。このように、本実施形態では、簡単な作業で熱交換器 1 1 の固定および取り外しを行うことができるため、結果として、熱交換器 1 1 の固定および取り外しにおける作業性を向上させることができる。また、作業者による作業ばらつきを抑えることができるため、安定した熱交換器

１１の固定および取り外しが可能となる。

[0047] ウェーハWの研磨中は、熱交換器１１に高温（例えば、６０℃～８０℃）の流体が流れるため、流路構造体７０、ホルダ９０、および連結機構８０は、熱膨張する。上述のように、本実施形態では、ホルダ９０は、金属（例えば、ステンレス鋼）から形成されており、流路構造体７０は、耐摩耗性に優れるとともに熱伝導率の高い材質（例えば、ＳｉＣなどのセラミック）から形成されている。

[0048] 第１フック７３は、金属（例えば、ステンレス鋼）から形成されている。第２フック８３は、樹脂材料から形成されている。一実施形態では、第１フック７３は、ＳｉＣなどのセラミックから形成されていてもよく、第２フック８３は、ステンレス鋼などの金属から形成されていてもよい。

[0049] 本実施形態の構成によれば、第１フック７３と第２フック８３の係合は、従来のボルトとめねじとの係合に比べて、互いの変位をある程度許容できる。すなわち、第２フック８３は、第１フック７３との係合を維持しつつ、第１フック７３に対して相対的に変位可能である。したがって、第１フック７３と第２フック８３との組み合わせは、ウェーハWの研磨中に第１フック７３に発生する応力を緩和させることができる。結果として、温度調整装置５の信頼性を向上させることができる。

[0050] 図５および図６に示すように、熱交換器１１は、流路構造体７０の側面に設けられた撥水性のコーティング層９１をさらに備えている。熱交換器１１の側面は、撥水性のコーティング層９１から構成されている。図５に示すように、ウェーハWの研磨中、熱交換器１１と研磨面３aとの間にはスラリー７が介在しており、ウェーハWの研磨中にコーティング層９１の表面にスラリー７が付着することがある。本実施形態によれば、ウェーハWの研磨中にコーティング層９１の表面に付着したスラリー７は集合して、その体積が増える。結果として、スラリー７は乾燥しにくくなり、ウェーハWの研磨中にスラリー７が熱交換器１１の側面に固着するのが防止される。

[0051] コーティング層９１の一例として、ポリテトラフルオロエチレンから成る

膜が挙げられる。ポリテトラフルオロエチレンは、テフロン（登録商標）として知られている。コーティング層 91 の成膜は、熱交換器 11 をホルダ 90 に取り付ける前に、高温の環境下で行われる（例えば、100℃～400℃）。熱交換器 11 の使用によって、コーティング層 91 が剥がれた場合、コーティング層 91 を再度成膜する必要がある。

[0052] 図 14 に示す従来の構成では、ソケット 173 は異なる材料から構成されためねじ 175 と外側円筒体 174 を含んでいる。このため、コーティング層が剥がれた場合に、コーティング層を再度成膜する工程で熱交換器 111 が高温にさらされると、めねじ 175 が外側円筒体 174 よりも大きく熱膨張し、外側円筒体 174 が破損することがある。これに対し、第 1 フック 73 は単一の材料から構成されているので、第 1 フック 73 が熱膨張した場合でも、第 1 フック 73 に過剰な応力は発生しない。したがって、コーティング層 91 が剥がれた場合は、熱交換器 11 をホルダ 90 から取り外し、コーティング層 91 の再成膜を行うことができる。これにより、流路構造体 70 および第 1 フック 73 の再利用が可能となり、温度調整装置 5 の製造コストを削減させることができる。一実施形態では、流路構造体 70 の底面にコーティング層 91 を設けてもよい。

[0053] 図 4 および図 5 に示すように、第 2 フック 83 は、熱交換器 11 の半径方向において、第 1 フック 73 の外側に配置されている。本実施形態では、材料による熱膨張率の違いにより、ウェーハ W の研磨中における、第 2 フック 83 が保持されているホルダ 90 の体積の変化率は、第 1 フック 73 が固定されている流路構造体 70 の体積の変化率よりも大きい。したがって、第 2 フック 83 は、ウェーハ W の研磨中、第 1 フック 73 から離れる方向に変位する。

[0054] このような第 1 フック 73 に対する第 2 フック 83 の配置は、流路構造体 70 およびホルダ 90 の温度が上昇したときに、第 2 フック 83 から第 1 フック 73 に横方向の荷重が加えられることを防止することができる。結果として、温度調整装置 5 の信頼性をさらに向上させることができる。

- [0055] 図7は、第1フック73の熱交換器11への固定方法の一実施形態を示す模式図であり、図8は、図7の第1フック73を熱交換器11から取り外した状態を示す模式図である。図7および図8では、第2フック83、ホルダ90、加熱流路61、および冷却流路62の図示は省略されている。図7および図8に示すように、連結機構80は、第1フック73の内部に配置されたねじ75と、熱交換器11（流路構造体70）に埋め込まれた螺旋構造体77をさらに備えている。ねじ75は、第1フック73に形成された貫通孔73cを通じて螺旋構造体77にねじ込まれている。
- [0056] ねじ75および螺旋構造体77は、金属（例えば、ステンレス鋼）から形成されている。螺旋構造体77は、螺旋コイルである。螺旋構造体77は、ヘリサートまたはヘリカルインサートとして市場で入手可能である。このような構成によれば、螺旋構造体77は、熱膨張の変化量が少ないため、ウェーハWの研磨中およびコーティング層91の再成膜時に熱交換器11の温度が上昇しても、螺旋構造体77から熱交換器11に過剰な荷重が加えられることはない。結果として、熱交換器11に過剰な応力が発生することを防止することができる。
- [0057] 図9は、連結機構80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詳細は、図1乃至図6を参照して説明した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。本実施形態の連結機構80は、第2基部83aが挿入されたコイルばね87をさらに備えている。コイルばね87は、ホルダ90の上面に配置されている。第2フック83と第1フック73とが係合しているとき、コイルばね87から第2フック83の頭部83cに、図9の矢印で示す上向きの力が加えられる。すなわち、第2フック83は、コイルばね87によって上方向に押し上げられ、第2フック83の第2突出部83bから第1フック73の第1突出部73bに上向きの力が加えられる。これにより、熱交換器11は、ホルダ90に、より確実に固定される。図7および図8を参照して説明した実施形態を、図9を参照して説明した本実施形態に適用してもよい。

[0058] 図10は、熱交換器11の固定方法の他の実施形態を示す模式図であり、図11は、図10のC-C線断面図である。特に説明しない本実施形態の詳細は、図1乃至図6を参照して説明した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10および図11に示すように、本実施形態の各連結機構80は、2つの第2フック83を備えている。2つの第2フック83は、熱交換器11の円周方向において第1フック73の両側に配置されている。

[0059] 本実施形態では、2つの第2フック83は、1つの第1フック73に係合可能であるため、より確実に熱交換器11をホルダ90に固定させることができる。さらに、2つの第2フック83は、熱交換器11の円周方向において第1フック73の両側に配置されているため、ウェーハWの研磨中に流路構造体70およびホルダ90の温度が上昇しても、第2フック83から第1フック73に横方向の荷重が加えられることはない。結果として、温度調整装置5の信頼性をさらに向上させることができる。図7乃至図9を参照して説明した実施形態を、図10および図11を参照して説明した本実施形態に適用してもよい。

[0060] 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ことである。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

[0061] 本発明は、ウェーハなどの基板の研磨に使用される研磨パッドの研磨面の温度を調整するための温度調整装置に利用可能である。また、本発明はそのような温度調整装置を備えた研磨装置に利用可能である。

符号の説明

[0062] 1 研磨ヘッド

2	研磨テーブル
3	研磨パッド
4	スラリー供給ノズル
5	温度調整装置
6	テーブルモータ
7	スラリー
10	研磨装置
11	熱交換器
20	昇降機構
22	アーム
30	流体供給システム
31	加熱流体供給タンク
32	加熱流体供給管
33	加熱流体戻り管
39	パッド温度測定器
40	動作制御部
41	第1開閉バルブ
42	第1流量制御バルブ
51	冷却流体供給管
52	冷却流体排出管
55	第2開閉バルブ
56	第2流量制御バルブ
60	クリーニングノズル
61	加熱流路
62	冷却流路
64	円弧流路
65	傾斜流路
70	流路構造体

7 3	第 1 フック
7 3 a	第 1 基部
7 3 b	第 1 突出部
7 5	ねじ
7 7	螺旋構造体
8 0	連結機構
8 3	第 2 フック
8 3 a	第 2 基部
8 3 b	第 2 突出部
8 3 c	頭部
8 5	収容室
8 7	コイルばね
9 0	ホルダ
9 0 a	貫通穴
9 1	コーティング層
1 0 3	研磨パッド
1 0 5	温度調整装置
1 1 1	熱交換器
1 7 3	ソケット
1 7 4	外側円筒体
1 7 5	めねじ
1 8 3	ボルト
1 9 0	ホルダ
2 0 0	スラリー

請求の範囲

- [請求項1] 研磨パッドの研磨面の温度を調整するための温度調整装置であって、
、
加熱流路および冷却流路が内部に形成された熱交換器と、
前記熱交換器の上方に配置されたホルダと、
前記熱交換器を、前記ホルダに着脱可能に固定する連結機構とを備え、
前記連結機構は、
前記熱交換器の上面に固定された第1フックと、
前記ホルダに保持された第2フックとを備え、
前記第2フックは、前記第1フックに係合可能かつ切り離し可能に構成されている、温度調整装置。
- [請求項2] 前記第1フックは、
前記熱交換器の上面に固定された第1基部と、
前記第1基部から横方向に突出した第1突出部とを備え、
前記第2フックは、
前記ホルダを貫通して延びる第2基部と、
前記第2基部から横方向に突出した第2突出部とを備え、
前記第2突出部は、前記第1突出部の下面に接触可能に構成されている、請求項1に記載の温度調整装置。
- [請求項3] 前記第2フックは、その軸心を中心に回転可能に構成されている、請求項1または2に記載の温度調整装置。
- [請求項4] 前記連結機構は、
前記第1フックの内部に配置されたねじと、
前記熱交換器に埋め込まれた螺旋構造体とをさらに備え、
前記ねじは、前記第1フックに形成された貫通孔を通じて前記螺旋構造体にねじ込まれている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の温度調整装置。

- [請求項5] 前記連結機構は、前記第2基部が挿入されたコイルばねをさらに備え、
前記コイルばねは、前記ホルダの上面に配置されている、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の温度調整装置。
- [請求項6] 前記ホルダは、前記第1フックおよび前記第2フックが配置される収容室を有している、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の温度調整装置。
- [請求項7] 前記第2フックは、前記熱交換器の半径方向において、前記第1フックの外側に配置されている、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の温度調整装置。
- [請求項8] 前記第2フックは、2つの第2フックであり、
前記2つの第2フックは、前記熱交換器の円周方向において前記第1フックの両側に配置されている、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の温度調整装置。
- [請求項9] 前記連結機構は、複数の連結機構であり、
前記複数の連結機構は、前記熱交換器の円周方向に配列されている、請求項1乃至8のいずれか一項に記載の温度調整装置。
- [請求項10] 前記熱交換器の側面は、撥水性のコーティング層から構成されている、請求項1乃至9のいずれか一項に記載の温度調整装置。
- [請求項11] 研磨パッドを支持する研磨テーブルと、
基板を前記研磨パッドの研磨面に押し付ける研磨ヘッドと、
前記研磨パッドと熱交換を行うことで前記研磨面の温度を調整する温度調整装置とを備え、
前記温度調整装置は、請求項1乃至10のいずれか一項に記載の温度調整装置である、研磨装置。