明　細　書

発明の名称 ：

温度制御装置、プラズマエッチング装置、及び半導体製造システム

技術分野

[0001]　本発明の実施の形態は、温度制御装置、プラズマエッチング装置、及び半導体製造システムに関する。

背景技術

[0002]　例えば３次元ＮＡＮＤ型フラッシュメモリを製造する際には、高アスペクト比のエッチングが求められる。

[0003]　高アスペクト比のエッチングを行う際には、一般にプラズマエッチング装置が用いられる。プラズマエッチング装置は、例えばチャンバ内に配置した静電チャックでウェハを保持し、チャンバ内で発生させたプラズマ中のラジカルをウェハに付着させるとともに、イオンを電圧の印可によりウェハに引き込む。これにより、ウェハ上でラジカルとイオンとが化学反応する。その結果、ウェハの表面がエッチングされる。

[0004]　以上のようなプラズマエッチングでは、イオンが電圧の印可により異方性をもってウェハに引き込まれる。そのため、サイドエッチングが抑制された高アスペクト比のエッチングが可能となる。

[0005]　しかしながら、プラズマエッチング装置では、エッチング進行状況に応じて適切な温度制御を行わなければ、高アスペクト比のエッチングの仕上がりが良好でなくなる。例えばラジカルがエッチング中の孔の内周面に付着するとサイドエッチングが進み得るが、温度制御によりラジカルの内周面への付着が抑制され得る。そのため、プラズマエッチング装置では、通常、ウェハの温度制御を行っている。このような温度制御は、例えば静電チャックに熱媒体を通すことにより行われている。また、静電チャックとウェハとの間にガスを供給し、静電チャックからウェハに伝わる熱の熱伝導率を調整する場合もある。

[0006] このようなプラズマエッチング装置の先行文献として、ＪＰ２０２３－０４３８４５Ａ、ＪＰ２０２３－０６５４７１Ａ、ＪＰ２０２３－００２４６１Ａ及びＪＰ２０２３－１３７５８０Ａが挙げられる。

[0007] プラズマエッチング装置で求められる温度制御パターンとして、例えば低温から高温への早期の切換又はその逆が挙げられる。これに関して、低温冷媒と高温冷媒とを使用し、各冷媒の流路に設けられた弁の切換により温度帯の切換を行うプラズマエッチング装置が多く見られる。また、例えば低温から高温への緩やかな切換を求められる場合もある。これに関しては、上述と同様に、低温冷媒と高温冷媒とを使用し、各冷媒の流路における弁の開度制御により低温冷媒と高温冷媒との混合比率を緩やかに変化させるプラズマエッチング装置が多く見られる。

[0008] しかしながら、上述のような温度制御は、各冷媒の流路に設けられた弁の切換を行うため、複数の制御入力により行われる。そして、各弁の機械的特性はそれぞれで異なることがある。そのため、所望の温度制御が必ずしも良好な応答性及び精度で行われていない場合がある。

[0009] また、複数の弁を用いる場合、各弁の占有範囲及び各弁に接続する配管の占有範囲が大きくなることがある。また、プラズマエッチング装置では、イオンをウェハに引き込むためのバイアスを発生させる電極及びそのケーブル、静電チャックにバイアスを印加する電極及びそのケーブル、ガスを導入する配管等の多くの部材がチャック及びその周囲に配置される。近年、半導体製造装置の分野では、フットプリントの抑制による製造効率の向上が強く求められている。この事情を考慮すると、構成部品のサイズ及び占有範囲は極力抑制されることが望ましい。

発明の概要

[0010] 本発明は、このような点を考慮してなされたものであり、サイズ及び占有範囲を抑制しつつ、温度制御の応答性及び精度を向上できる温度制御装置、プラズマエッチング装置、及び半導体製造システムを提供することを目的とする。

[0011] 本発明の実施の形態は、以下の態様に関連する。

[0012] 態様１． 弁装置と、前記弁装置に第１流体を供給する第１流体供給装置と、前記弁装置に第２流体を供給する第２流体供給装置と、前記弁装置から流出する前記第１流体、前記第２流体、又は前記第１流体及び前記第２流体を流通させる供給管部と、を備え、前記供給管部が流通させる流体により温度制御を行う温度制御装置であって、

前記弁装置は、互いに接触し、接触状態を維持しながら相対的に回転可能な第１弁部材及び第２弁部材を備え、

前記第１弁部材と前記第２弁部材との相対的な回転に応じて、前記弁装置から前記供給管部に前記第１流体、前記第２流体、又は前記第１流体及び前記第２流体が供給される、温度制御装置。

[0013] 態様２． 前記第１弁部材は、前記第２弁部材と対面する面及び前記第２弁部材と対面する面とは異なる面でそれぞれ開口する第１上流流路、第１下流流路、第２上流流路、及び第２下流流路を有し、前記第１上流流路に前記第１流体が供給され、前記第２上流流路に前記第２流体が供給され、前記供給管部は前記第１下流流路から前記第１流体を受け入れ、前記第２下流流路から前記第２流体を受け入れ、

前記第２弁部材は、

前記第１弁部材との間の相対的な回転に応じて、前記第１上流流路及び前記第１下流流路に重なることで前記第１上流流路から前記第１下流流路への前記第１流体の流通を許容し、前記第１上流流路及び前記第１下流流路の少なくともいずれかと重ならなくなることで前記第１上流流路から前記第１下流流路への前記第１流体の流通を遮断する第１中継流路と、

前記第１弁部材との間の相対的な回転に応じて、前記第２上流流路及び前記第２下流流路に重なることで前記第２上流流路から前記第２下流流路への前記第２流体の流通を許容し、前記第２上流流路及び前記第２下流流路の少なくともいずれかと重ならなくなることで前記第２上流流路から前記第２下流流路への前記第２流体の流通を遮断する第２中継流路と、を有する、態

様１に記載の温度制御装置。

[0014] 態様３．　前記弁装置では、前記第１弁部材における前記第２弁部材と対面する面で開口する前記第１上流流路の開口端及び前記第１下流流路の開口端が前記第１中継流路と重なる面積が最大となる状態で、前記第２上流流路から前記第２下流流路への前記第２流体の流通が遮断され、前記第１弁部材における前記第２弁部材と対面する面で開口する前記第２上流流路の開口端及び前記第２下流流路の開口端が前記第２中継流路と重なる面積が最大となる状態で、前記第１上流流路から前記第１下流流路への前記第１流体の流通が遮断される、態様２に記載の温度制御装置。

[0015] 態様４．　前記弁装置では、前記第１弁部材における前記第２弁部材と対面する面で開口する前記第１上流流路の開口端及び前記第１下流流路の開口端が前記第１中継流路と重なる面積が最大となる状態から、前記第１上流流路から前記第１下流流路への前記第１流体の流通を遮断する状態に向けて前記第１弁部材と前記第２弁部材とを相対的に回転させる際、前記第１上流流路の開口端及び前記第１下流流路の開口端が前記第１中継流路と重なる面積が徐々に減少し、前記第２上流流路の開口端及び前記第２下流流路の開口端が前記第２中継流路と重なる面積が徐々に増加する、態様３に記載の温度制御装置。

[0016] 態様５．　前記第１弁部材は、前記第２弁部材と対面する面及び前記第２弁部材と対面する面とは異なる面でそれぞれ開口する第１バイパス流路及び第２バイパス流路をさらに有し、

前記第１中継流路は、前記第１上流流路から前記第１下流流路への前記第１流体の流通を遮断する際に、前記第１上流流路から前記第１バイパス流路への前記第１流体の流通を許容し、

前記第１中継流路は、前記第１上流流路と前記第１下流流路と前記第１バイパス流路とに重なる際に、前記第１上流流路から前記第１下流流路及び前記第１バイパス流路への前記第１流体の流通を許容し、

前記第２中継流路は、前記第２上流流路から前記第２下流流路への前記第

２流体の流通を遮断する際に、前記第２上流流路から前記第２バイパス流路への前記第２流体の流通を許容し、

前記第２中継流路は、前記第２上流流路と前記第２下流流路と前記第２バイパス流路とに重なる際に、前記第２上流流路から前記第２下流流路及び前記第２バイパス流路への前記第２流体の流通を許容する、態様２～４のいずれか１つに記載の温度制御装置。

[0017] 態様６．　前記第１弁部材は、前記第２弁部材と対面する面及び前記第２弁部材と対面する面とは異なる面でそれぞれ開口するリターン流路、第１分岐流路及び第２分岐流路をさらに有し、

前記リターン流路は、前記供給管部が流通させて温度制御を行った後の前記第１流体、前記第２流体、又は前記第１流体及び前記第２流体を受け入れ、前記第１分岐流路は前記第１流体供給装置に接続し、前記第２分岐流路は前記第２流体供給装置に接続し、

前記第２弁部材は、前記第１弁部材との間の相対的な回転に応じて、前記リターン流路及び前記第１分岐流路に重なることで前記リターン流路から前記第１分岐流路への流体の流通を許容し、前記リターン流路及び前記第２分岐流路に重なることで前記リターン流路から前記第２分岐流路への流体の流通を許容する第３中継流路をさらに有する、態様２～５のいずれか１つに記載の温度制御装置。

[0018] 態様７．　ウェハを保持するチャックと、

態様１～６のいずれか１つに記載の温度制御装置と、を備えるプラズマエッチング装置。

[0019] 態様８．　前記第１流体及び前記第２流体は液体の冷媒であり、

前記温度制御装置は、前記供給管部から前記チャックに形成された流路に前記第１流体、前記第２流体、又は前記第１流体及び前記第２流体を供給する、態様７に記載のプラズマエッチング装置。

[0020] 態様９．　前記第１流体及び前記第２流体は気体であり、

前記温度制御装置は、前記供給管部から前記チャックと前記ウェハとの間

の空間に前記第１流体、前記第２流体、又は前記第１流体及び前記第２流体を供給する、態様７に記載のプラズマエッチング装置。

[0021] 態様１０．　前記温度制御装置は、逆ブレイトンサイクルの冷凍サイクル装置によって、前記第１流体を冷却する、態様７～９のいずれか１つに記載のプラズマエッチング装置。

[0022] 態様１１．　半導体製造装置と、

態様１～６のいずれか１つに記載の温度制御装置と、を備える半導体製造システム。

[0023] 態様１２．　複数の半導体製造装置と、

態様１～６のいずれか１つに記載の温度制御装置と、を備える半導体製造システムであって、

前記温度制御装置は、複数の前記弁装置及び複数の前記供給管部を備え、

前記第１流体供給装置は複数の第１分岐管部を備え、前記第１流体を複数の前記第１分岐管部に分岐させて流通させ、前記第２流体供給装置は複数の第２分岐管部を備え、前記第２流体を複数の前記第２分岐管部に分岐させて流通させ、

複数の前記弁装置はそれぞれ対応する前記第１分岐管部及び前記第２分岐管部と接続し、且つ対応する前記供給管部を介して対応する前記半導体製造装置と接続する、半導体製造システム。

[0024] 態様１２において、複数の前記半導体製造装置には、互い異なる処理を行う装置が含まれてもよい。

[0025] 態様１２において、前記温度制御装置は、逆ブレイトンサイクルの冷凍サイクル装置によって、前記第１流体を冷却してもよい。

[0026] 本発明の実施の形態によれば、サイズ及び占有範囲を抑制しつつ、温度制御の応答性及び精度を向上できる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]一実施の形態に係る温度制御装置を備えるプラズマエッチング装置を概略的に示す図である。

[図2]図１に示す温度制御装置を構成する弁装置の分解斜視図である。

[図3A]図２に示す弁装置を構成する第１弁部材を示す図である。

[図3B]図２に示す弁装置を構成する第２弁部材を示す図である。

[図4A]図２に示す弁装置の動作を説明する図である。

[図4B]図２に示す弁装置の動作を説明する図である。

[図4C]図２に示す弁装置の動作を説明する図である。

[図4D]図２に示す弁装置の動作を説明する図である。

[図4E]図２に示す弁装置の動作を説明する図である。

[図5]逆ブレイトンサイクルの冷凍サイクル装置により流体の温度制御を行う図１の温度制御装置、及びそれを備えるプラズマエッチング装置を概略的に示す図である。

[図6]図１に示す温度制御装置を備える他のプラズマエッチング装置を概略的に示す図である。

[図7]変形例にかかる温度制御装置を備えるプラズマエッチング装置を概略的に示す図である。

[図8]図１に示す温度制御装置を備える半導体製造システムを概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、添付の図面を参照しつつ一実施の形態を詳細に説明する。

[0029] 温度制御装置及びプラズマエッチング装置

図１は一実施の形態に係る温度制御装置１を備えるプラズマエッチング装置１００を概略的に示す。

[0030] プラズマエッチング装置１００は、下部電極１０１を有するチャック１０２と、上部電極１０３と、チャック１０２及び上部電極１０３を収容するチャンバ１０４と、を備える。チャック１０２はウェハWを保持する。チャック１０２は、例えば静電チャックである。チャック１０２は、例えば内部に下部電極１０１を収容する。

[0031] 本実施の形態では、温度制御装置１が温度制御された流体をチャック１０

２に形成された流路（図示省略）に供給する。これにより、温度制御装置１は、チャック１０２を介してウェハＷを温度制御する。

[0032] 温度制御装置１は、弁装置２と、弁装置２に第１流体を供給する第１流体供給装置４０と、弁装置２に第２流体を供給する第２流体供給装置５０と、弁装置２から流出する第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体を流通させる供給管部６１と、供給管部６１からチャック１０２を通過した第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体を弁装置２に戻す排出管部６２と、コントローラ７０と、を備える。温度制御装置１は、弁装置２の動作に応じて、弁装置２から供給管部６１に第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体を供給する。

[0033] 第１流体供給装置４０は、第１温度制御部４１と、第１温度制御部４１を弁装置２に接続し且つ弁装置２に対して上流側に位置する第１上流側管部４２と、第１温度制御部４１を弁装置２に接続し且つ弁装置２に対して下流側に位置する第１下流側管部４３と、を備える。第１流体供給装置４０は、第１温度制御部４１によって温度制御された第１流体を第１上流側管部４２から弁装置２に供給する。弁装置２に供給された第１流体は、弁装置２の動作に応じて、供給管部６１に供給されるか又は供給管部６１に供給されず弁装置２から排出される。

[0034] 第１流体が供給管部６１に供給される場合、第１流体はチャック１０２を通過した後、弁装置２に戻り、その後、弁装置２から排出される。第１下流側管部４３は、供給管部６１に供給された後に又は供給されずに弁装置２から排出される第１流体を受け入れて、第１温度制御部４１に送る。第１下流側管部４３から第１温度制御部４１に流入した第１流体は、第１温度制御部４１に再度温度制御された後、第１上流側管部４２に流入する。

[0035] 第２流体供給装置５０は、第２温度制御部５１と、第２温度制御部５１を弁装置２に接続し且つ弁装置２に対して上流側に位置する第２上流側管部５２と、第２温度制御部５１を弁装置２に接続し且つ弁装置２に対して下流側に位置する第２下流側管部５３と、を備える。第２流体供給装置５０は、第

２温度制御部５１によって、第１流体とは異なる温度に温度制御された第２流体を第２上流側管部５２から弁装置２に供給する。弁装置２に供給された第２流体は、弁装置２の動作に応じて、供給管部６１に供給されるか又は供給管部６１に供給されず弁装置２から排出される。

[0036] 第２流体が供給管部６１に供給される場合、第２流体はチャック１０２を通過した後、弁装置２に戻り、その後、弁装置２から排出される。第２下流側管部５３は、供給管部６１に供給された後に又は供給されずに弁装置２から排出される第２流体を受け入れて、第２温度制御部５１に送る。第２下流側管部５３から第２温度制御部５１に流入した第２流体は、第２温度制御部５１に再度温度制御された後、第２上流側管部５２に流入する。

[0037] 本実施の形態では、上述したように弁装置２の動作に応じて、弁装置２から供給管部６１に第１流体及び第２流体を供給することができる。本実施の形態では、第１温度制御部４１によって温度制御される第１流体の温度が、第２温度制御部５１によって温度制御される第２流体の温度よりも低く設定される。これにより、弁装置２から供給管部６１に第１流体及び第２流体を供給する場合、第１流体の温度と第２の流体の温度との間の中間温度の混合流体による温度制御が可能となる。

[0038] 上述のように弁装置２から供給管部６１に第１流体及び第２流体を供給する場合、チャック１０２を通過した後に弁装置２に戻る第１流体と第２流体との混合流体は、弁装置２から第１流体供給装置４０と第２流体供給装置５０とに分配されて排出される。本明細書では、混合流体のうちの第１流体供給装置４０側に排出される流体は、第１流体として扱われるものとし、混合流体のうちの第２流体供給装置５０側に排出される流体は、第２流体として扱われるものとする。以上のようにして弁装置２から供給管部６１に第１流体及び第２流体を供給した後に、第１温度制御部４１に戻る第１流体も、第１温度制御部４１に再度温度制御された後、第１上流側管部４２に流入する。第２温度制御部に戻る第２流体は、第２温度制御部５１に再度温度制御された後、第２上流側管部５２に流入する。

[0039] 本実施の形態では第１流体と第２流体とが互いに同じ液体である。第１流体及び第２流体は、フッ素系のブライン、アルコール系のブライン、エーテル系のブライン、水等でもよい。第１流体及び第２流体は特に限られない。

[0040] 弁装置

弁装置２は、互いに接触し、接触状態を維持しながら相対的に回転可能な第１弁部材１０及び第２弁部材２０と、駆動装置３０とを備える。駆動装置３０は、第１弁部材１０と第２弁部材２０とを相対的に回転させる動力を付与する。駆動装置３０は、例えば電動モータを含み、第１弁部材１０と第２弁部材２０とを相対的に回転させる。駆動装置３０は、コントローラ７０によって制御される。

[0041] 弁装置２は、第１弁部材１０と第２弁部材２０との相対的な回転に応じて、弁装置２から供給管部６１に供給される流体を、第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体に設定する。供給管部６１に第１流体及び第２流体を供給する場合、第１弁部材１０と第２弁部材２０との相対的な回転に応じて第１流体及び第２流体との混合比を制御できる。

[0042] 図２は弁装置２の分解斜視図であり、第１弁部材１０と第２弁部材２０とを示している。図３Ａは第１弁部材１０を示す図である。図３Ｂは第２弁部材２０を示す図である。以下、図２～図３Ｂを参照しつつ第１弁部材１０及び第２弁部材２０について詳述する。

[0043] 第１弁部材１０は円板状の部材である。第１弁部材１０は、第１上流流路１１Ｕ、第１下流流路１１Ｄ、第１バイパス流路１１Ｂ、第２上流流路１２Ｕ、第２下流流路１２Ｄ、第２バイパス流路１２Ｂ、リターン流路１３、第１分岐流路１３１、及び第２分岐流路１３２を有する。

[0044] 第１上流流路１１Ｕ、第１下流流路１１Ｄ、第１バイパス流路１１Ｂ、第２上流流路１２Ｕ、第２下流流路１２Ｄ、第２バイパス流路１２Ｂ、リターン流路１３、第１分岐流路１３１、及び第２分岐流路１３２はそれぞれ、第２弁部材２０と対面する第１弁部材１０の第１面Ｓ１及び第１面Ｓ１とは異なる第２面Ｓ２でそれぞれ開口している。第１弁部材１０における第１面Ｓ

１は、第２弁部材２０と接触する側の面である。本実施の形態では、第２面Ｓ２が第１面Ｓ１の反対の面となり、上述の各流路は円板状の第１弁部材１０の軸方向に貫通する。ただし、流路の形成態様は図示の例に限られず、例えば上述流路のうちの一部又は全部が第１面Ｓ１で開口しつつ、第１弁部材１０の側面で開口してもよい。

[0045] 第１上流流路１１Ｕには第１流体供給装置４０の第１上流側管部４２が接続される。第１上流流路１１Ｕには第１流体が供給される。第１下流流路１１Ｄには供給管部６１が接続される。第１バイパス流路１１Ｂには第１流体供給装置４０の第１下流側管部４３が接続される。図２においては、第１上流側管部４２、供給管部６１、及び第１下流側管部４３が二点鎖線で示されている。

[0046] 第２上流流路１２Ｕには第２流体供給装置５０の第２上流側管部５２が接続される。第２上流流路１２Ｕには第２流体が供給される。第２下流流路１２Ｄには供給管部６１が接続される。第２バイパス流路１２Ｂには第２流体供給装置５０の第２下流側管部５３が接続される。図２においては、第２上流側管部５２、供給管部６１、及び第２下流側管部５３が二点鎖線で示されている。

[0047] リターン流路１３には排出管部６２が接続される。第１分岐流路１３１には第１流体供給装置４０の第１下流側管部４３が接続される。第２分岐流路１３２には第２流体供給装置５０の第２下流側管部５３が接続される。

[0048] 第２弁部材２０は円板状の部材である。本実施の形態では、第１弁部材１０が固定され、第２弁部材２０が第１弁部材１０に対して駆動装置３０によって回転される。ただし、第２弁部材２０が固定され、第１弁部材１０が回転されてもよい。

[0049] 第２弁部材２０は、第１弁部材１０と対面する面からへこむ溝状の第１中継流路２１、第２中継流路２２、及び第３中継流路２３を有する。また、第２弁部材２０はその中心に軸連結穴２４を有する。駆動装置３０は例えば回転駆動軸を軸連結穴２４に結合する。これにより、駆動装置３０によって第

２弁部材２０を回転させることができる。

[0050] 第１中継流路２１は、第１上流流路１１Ｕ、第１下流流路１１Ｄ及び第１バイパス流路１１Ｂと少なくとも部分的に対面するように位置する。第２中継流路２２は、第２上流流路１２Ｕ、第２下流流路１２Ｄ及び第２バイパス流路１２Ｂと少なくとも部分的に対面するように位置する。第３中継流路２３は、リターン流路１３、第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２と少なくとも部分的に対面するように位置する。第１中継流路２１、第２中継流路２２、及び第３中継流路２３は、第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転に応じて、対応する第１弁部材１０における流路との重なり状態を変更することで、弁装置２から第１流体、第２流体又は第１流体及び第２流体が流出する状態を切り換える。以下、第１中継流路２１、第２中継流路２２及び第３中継流路２３について詳しく説明する。

[0051] 第１中継流路２１は、第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転（言い換えると、回転方向での位置）に応じて、第１上流流路１１Ｕ及び第１下流流路１１Ｄに重なることで第１上流流路１１Ｕから第１下流流路１１Ｄへの第１流体の流通を許容する（第１流体供給状態）。また、第１中継流路２１は、第１流体供給状態とは異なる状態への第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転に応じて、第１上流流路１１Ｕ及び第１下流流路１１Ｄの少なくともいずれかと重ならなくなることで第１上流流路１１Ｕから第１下流流路１１Ｄへの第１流体の流通を遮断する（第１流体遮断状態）。本実施の形態では、第１流体遮断状態において第１中継流路２１が第１下流流路１１Ｄに重ならなくなる。このとき、第２弁部材２０の平坦部分が第１下流流路１１Ｄを遮蔽することで、第１上流流路１１Ｕから第１下流流路１１Ｄへの第１流体の流通が遮断される。

[0052] 第１流体供給状態には、第２弁部材２０と対面する第１弁部材１０の第１面Ｓ１で開口する第１上流流路１１Ｕの開口端及び第１下流流路１１Ｄの開口端が第１中継流路２１と重なる面積が最大となる全開供給状態と、第１中継流路２１が第１上流流路１１Ｕと第１下流流路１１Ｄと第１バイパス流路

１１Ｂとに重なる供給及びバイパス状態と、が含まれる。供給及びバイパス状態では、第１上流流路１１Ｕから第１下流流路１１Ｄ及び第１バイパス流路１１Ｂへの第１流体の流通が許容される。第１バイパス流路１１Ｂへ流入した第１流体は第１下流側管部４３に流入する。

[0053] 供給管部６１への第１流体の供給量を全開供給状態に対して減らす場合には、供給及びバイパス状態で第１流体が供給される。全開供給状態から供給及びバイパス状態に移行し、全開供給状態から離れる方向に第２弁部材２０の回転を進めると、第１中継流路２１と第１バイパス流路１１Ｂとの重なりは次第に大きくなり、第１中継流路２１と第１上流流路１１Ｕとの重なりは次第に小さくなる。そして、第１中継流路２１と第１上流流路１１Ｕとが重ならなくなることで、第１中継流路２１の状態は第１流体遮断状態となる。第１流体遮断状態では、第１上流流路１１Ｕに流入する第１流体の全てが第１バイパス流路１１Ｂへ流入して、第１下流側管部４３に流入する。

[0054] 第２中継流路２２は、第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転（言い換えると、回転方向での位置）に応じて、第１中継流路２１に伴って回転移動する。第２中継流路２２は、第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転に応じて、第２上流流路１２Ｕ及び第２下流流路１２Ｄに重なることで第２上流流路１２Ｕから第２下流流路１２Ｄへの第２流体の流通を許容する（第２流体供給状態）。また、第２中継流路２２は、第２流体供給状態とは異なる状態への第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転に応じて、第２上流流路１２Ｕ及び第２下流流路１２Ｄの少なくともいずれかと重ならなくなることで第２上流流路１２Ｕから第２下流流路１２Ｄへの第２流体の流通を遮断する（第２流体遮断状態）。本実施の形態では、第２流体遮断状態において第２中継流路２２が第２下流流路１２Ｄに重ならなくなる。このとき、第２弁部材２０の平坦部分が第２下流流路１２Ｄを遮蔽することで、第２上流流路１２Ｕから第２下流流路１２Ｄへの第２流体の流通が遮断される。

[0055] 第２流体供給状態には、第２弁部材２０と対面する第１弁部材１０の第１

面Ｓ１で開口する第２上流流路１２Ｕの開口端及び第２下流流路１２Ｄの開口端が第２中継流路２２と重なる面積が最大となる全開供給状態と、第２中継流路２２が第２上流流路１２Ｕと第２下流流路１２Ｄと第２バイパス流路１２Ｂとに重なる供給及びバイパス状態と、が含まれる。供給及びバイパス状態では、第２上流流路１２Ｕから第２下流流路１２Ｄ及び第２バイパス流路１２Ｂへの第２流体の流通が許容される。第２バイパス流路１２Ｂへ流入した第２流体は第２下流側管部５３に流入する。

[0056] 供給管部６１への第２流体の供給量を全開供給状態に対して減らす場合には、供給及びバイパス状態で第２流体が供給される。全開供給状態から供給及びバイパス状態に移行し、全開供給状態から離れる方向に第２弁部材２０の回転を進めると、第２中継流路２２と第２バイパス流路１２Ｂとの重なりは次第に大きくなり、第２中継流路２２と第２上流流路１２Ｕとの重なりは次第に小さくなる。そして、第２中継流路２２と第２上流流路１２Ｕとが重ならなくなることで、第２中継流路２２の状態は第２流体遮断状態となる。第２流体遮断状態では、第２上流流路１２Ｕに流入する第２流体の全てが第２バイパス流路１２Ｂへ流入して、第２下流側管部５３に流入する。

[0057] 本実施の形態では、第２弁部材２０と対面する第１弁部材１０の第１面Ｓ１で開口する第１上流流路１１Ｕの開口端及び第１下流流路１１Ｄの開口端が第１中継流路２１と重なる面積が最大となる状態で、第２上流流路１２Ｕから第２下流流路１２Ｄへの第２流体の流通が遮断される。つまり、第１流体が全開供給状態のとき、第２流体遮断状態が形成される。一方で、第１面Ｓ１で開口する第２上流流路１２Ｕの開口端及び第２下流流路１２Ｄの開口端が第２中継流路２２と重なる面積が最大となる状態では、第１上流流路１１Ｕから第１下流流路１１Ｄへの第１流体の流通が遮断される。つまり、第２流体が全開供給状態のとき、第１流体遮断状態が形成される。

[0058] また、第１面Ｓ１で開口する第１上流流路１１Ｕの開口端及び第１下流流路１１Ｄの開口端が第１中継流路２１と重なる面積が最大となる状態から、第１上流流路１１Ｕから第１下流流路１１Ｄへの第１流体の流通を遮断する

状態に向けて第２弁部材２０を回転させる際、第１上流流路１１Ｕの開口端及び第１下流流路１１Ｄの開口端が第１中継流路２１と重なる面積が徐々に減少し、第２上流流路１２Ｕの開口端及び第２下流流路１２Ｄの開口端が第２中継流路２２と重なる面積が徐々に増加する。一方で、第１面Ｓ１で開口する第２上流流路１２Ｕの開口端及び第２下流流路１２Ｄの開口端が第２中継流路２２と重なる面積が最大となる状態から、第２上流流路１２Ｕから第２下流流路１２Ｄへの第２流体の流通を遮断する状態に向けて第２弁部材２０を回転させる際、第２上流流路１２Ｕの開口端及び第２下流流路１２Ｄの開口端が第２中継流路２２と重なる面積が徐々に減少し、第１上流流路１１Ｕの開口端及び第１下流流路１１Ｄの開口端が第１中継流路２１と重なる面積が徐々に増加する。

[0059] つまり、弁装置２では、第１流体が供給及びバイパス状態で、且つ第２流体が供給及びバイパス状態である場合、第２弁部材２０の回転により第１流体の供給量を増加させると、第２流体の供給量が減少し、第１流体の供給量を減少させると、第２流体の供給量が増加する。これにより、第１流体と第２流体との混合比率を変えることができる。

[0060] 弁装置２から供給管部６１を通してチャック１０２に供給される第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体は、チャック１０２を通過した後に排出管部６２を介して弁装置２に戻る。このようにして戻った第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体は、第１流体供給装置４０、第２流体供給装置５０、又は第１流体供給装置４０及び第２流体供給装置５０に戻される。第３中継流路２３は、第１流体供給装置４０及び第２流体供給装置５０に戻す流体の切換を行う。

[0061] 詳しくは、第３中継流路２３は、第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転（言い換えると、回転方向での位置）に応じて、リターン流路１３及び第１分岐流路１３１に重なることでリターン流路１３から第１分岐流路１３１への流体の流通を許容する。第３中継流路２３は、第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転に応じて、リターン流路１３及び第２分岐流路１

３２に重なることでリターン流路１３から第２分岐流路１３２への流体の流通を許容する。第３中継流路２３は、第２弁部材２０の第１弁部材１０に対する回転に応じて、リターン流路１３、第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２に重なることでリターン流路１３から第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２への流体の流通を許容する。

[0062] より詳しくは、第３中継流路２３は、第１流体のみが供給管部６１に供給される場合、リターン流路１３及び第１分岐流路１３１のみに重なることでリターン流路１３から第１分岐流路１３１への第１流体の流通を許容する。第３中継流路２３は、第２流体のみが供給管部６１に供給される場合、リターン流路１３及び第２分岐流路１３２のみに重なることでリターン流路１３から第２分岐流路１３２への第２流体の流通を許容する。

[0063] 第３中継流路２３は、第１流体及び第２流体が供給管部６１に供給される場合、リターン流路１３、第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２に重なることでリターン流路１３から第１分岐流路１３１への第１流体の流通及びリターン流路１３から第２分岐流路１３２への第２流体の流通を許容する。第３中継流路２３がリターン流路１３、第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２に重なる場合、第３中継流路２３と第１分岐流路１３１とが重なる面積と、第３中継流路２３と第２分岐流路１３２とが重なる面積との比に応じて、第１分岐流路１３１に流入する第１流体の流量と、第２分岐流路１３２に流入する第２流体の流量とが定まる。

[0064] 図４Ａ～図４Ｅは、弁装置２の動作を説明する図である。図４Ａ～図４Ｅにおいては、説明の便宜のために、第１中継流路２１、第２中継流路２２及び第３中継流路２３にハッチングが付されている。

[0065] 図４Ａは、第１流体の全開供給状態を示している。この状態では、第１面Ｓ１で開口する第１上流流路１１Ｕの開口端及び第１下流流路１１Ｄの開口端が第１中継流路２１と重なる面積が最大となる。第１中継流路２１は、第１バイパス流路１１Ｂとは重なっていない。第２中継流路２２は、第２上流流路１２Ｕと第２バイパス流路１２Ｂのみと重なっている。第３中継流路２

３は、リターン流路１３と第１分岐流路１３１のみと重なっている。図４Ａに示す第１流体の全開供給状態では、低温の第１流体のみが供給管部６１に供給される。図４Ａには、この状態を意味する「Ｃｏｌｄ　Ｌｏｏｐ」という表記が付されている。

[0066] 図４Ｂ～図４Ｄは、第１流体の供給及びバイパス状態、且つ第２流体の供給及びバイパス状態を示している。この状態では、第１中継流路２１が、第１上流流路１１Ｕ、第１下流流路１１Ｄ及び第１バイパス流路１１Ｂに重なっている。第２中継流路２２は、第２上流流路１２Ｕ、第２下流流路１２Ｄ及び第２バイパス流路１２Ｂに重なっている。第３中継流路２３は、リターン流路１３、第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２に重なっている。図４Ｂ～図４Ｄに示す第１流体の供給及びバイパス状態、且つ第２流体の供給及びバイパス状態では、低温の第１流体と高温の第２流体とが供給管部６１に供給される。図４Ｂ～図４Ｄには、この状態を意味する「Ｍｉｘｉｎｇ　Ｌｏｏｐ」という表記が付されている。

[0067] 図４Ｂでは、第１流体の供給量が第２流体の供給量よりも多い。図４Ｂは、図４Ａの状態から一例として１１．２５°だけ第２弁部材２０が回転された様子を示している。図４Ｃでは、第１流体の供給量と第２流体の供給量とが同じである。図４Ｃは、図４Ａの状態から一例として２２．５°だけ第２弁部材２０が回転された様子を示している。図４Ｄでは、第１流体の供給量が、第２流体の供給量よりも少ない。図４Ｄは、図４Ａの状態から一例として３３．７５°だけ第２弁部材２０が回転された様子を示している。

[0068] 図４Ｅは、第２流体の全開供給状態を示している。この状態では、第１面Ｓ１で開口する第２上流流路１２Ｕの開口端及び第２下流流路１２Ｄの開口端が第２中継流路２２と重なる面積が最大となる。第２中継流路２２は、第２バイパス流路１２Ｂとは重なっていない。第１中継流路２１は、第１上流流路１１Ｕと第１バイパス流路１１Ｂのみと重なっている。第３中継流路２３は、リターン流路１３と第２分岐流路１３２のみと重なっている。図４Ｅに示す第２流体の全開供給状態では、高温の第１流体のみが供給管部６１に

供給される。図４Ｅには、この状態を意味する「Ｈｏｔ　Ｌｏｏｐ」という表記が付されている。

[0069] 図２乃至図４Ｅに示すように、第１上流流路１１Ｕ、第１下流流路１１Ｄ、第１バイパス流路１１Ｂ、第２上流流路１２Ｕ、第２下流流路１２Ｄ、第２バイパス流路１２Ｂ、リターン流路１３、第１分岐流路１３１、及び第２分岐流路１３２はそれぞれ、第２弁部材２０の回転方向に弧状に延びる扇形である。第２弁部材２０の回転中心軸に直交する径方向での、第１上流流路１１Ｕ、第１下流流路１１Ｄ、第１バイパス流路１１Ｂ、第２上流流路１２Ｕ、第２下流流路１２Ｄ、第２バイパス流路１２Ｂ、リターン流路１３、第１分岐流路１３１、及び第２分岐流路１３２の幅は、回転方向の両端を除き一定である（ただし、全域で一定でもよい）。

[0070] 第１上流流路１１Ｕは、第１下流流路１１Ｄ及び第１バイパス流路１１Ｂよりも径方向の内側に形成されている。第１下流流路１１Ｄ及び第１バイパス流路１１Ｂは、回転方向に並んでいる。第２上流流路１２Ｕは、第２下流流路１２Ｄ及び第２バイパス流路１２Ｂよりも径方向の内側に形成されている。第２下流流路１２Ｄ及び第２バイパス流路１２Ｂは、回転方向に並んでいる。リターン流路１３は、第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２よりも径方向の内側に形成されている。第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２は、回転方向に並んでいる。以上のような配置により流路数を極力多く確保しつつ、流路面積を大きく確保できる。

[0071] 第１中継流路２１は、第１上流流路１１Ｕと重なる扇形の内周側部分と、第１下流流路１１Ｄ及び／又は第１バイパス流路１１Ｂと重なる、上記内周側部分よりも径方向の外側に形成される外周側部分と、を一体化させた形状を有する。上記内周側部分及び上記外周側部分は、第２弁部材２０の回転方向に弧状に延びる。第１中継流路２１の上記内周側部分の回転方向での長さは、上記外周側部分よりも大きい。第１中継流路２１の上記内周側部は、上記外周側部分と第１下流流路１１Ｄ及び／又は第１バイパス流路１１Ｂとの重なり状態によらず、常時、第１上流流路１１Ｕと重なる。第１中継流路２

１の上記内周側部分及び上記外周側部分が第２弁部材２０の回転方向に弧状に延びる扇形であり、第１上流流路１１Ｕ、第１下流流路１１Ｄ及び第１バイパス流路１１Ｂが同様に第２弁部材２０の回転方向に弧状に延びる扇形であることで、第１流体と第２流体との混合比率を変化させるべく第２弁部材２０を回転させた際の流量の変化率の一定化が図られる。第２中継流路２２と、第２上流流路１２Ｕ、第２下流流路１２Ｄ及び第２バイパス流路１２Ｂとの関係、ならびに、第３中継流路２３と、リターン流路１３、第１分岐流路１３１及び第２分岐流路１３２との関係は、上述の第１中継流路２１と、第１上流流路１１Ｕ、第１下流流路１１Ｄ及び第１バイパス流路１１Ｂとの関係と同様であるため、説明は省略する。なお、弁装置２における流路の構成は実施の形態の態様に限られない。例えば、第１バイパス流路１１Ｂや第２バイパス流路１２Ｂが省略されてもよい。

[0072] 以上に説明した本実施の形態に係る温度制御装置１は、弁装置２と、弁装置２に第１流体を供給する第１流体供給装置４０と、弁装置２に第２流体を供給する第２流体供給装置５０と、弁装置２から流出する第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体を流通させる供給管部６１と、を備え、供給管部６１が流通させる流体により温度制御を行う。そして、弁装置２は、互いに接触し、接触状態を維持しながら相対的に回転可能な第１弁部材１０及び第２弁部材２０を備える。そして、第１弁部材１０と第２弁部材２０との相対的な回転に応じて、弁装置２から供給管部６１に第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体が供給される。

[0073] このような構成によれば、第１流体と第２流体との切換又は混合を、第１弁部材１０と第２弁部材２０との相対的な回転によって行うことが可能となる。そのため、部品点数の抑制により、弁装置２のサイズ及び占有範囲が抑制される。また、第１流体と第２流体との切換又は混合は、第１弁部材１０と第２弁部材２０とを相対的に回転させることによる１つの制御入力により行うことが可能となり、第１流体と第２流体との切換又は混合時の応答性が向上する。また、制御入力の抑制により、制御がシンプルになる。したがっ

て、サイズ及び占有範囲を抑制しつつ、温度制御の応答性及び精度を向上できる。

[0074] そして、プラズマエッチング装置１００においては温度制御の応答性及び精度の向上が得られ、且つフットプリントの抑制も図れる。これにより、高アスペクト比のスルーホールが必要となるデバイスの歩留まりを向上させ得る。

[0075] 図５は、逆ブレイトンサイクルの冷凍サイクル装置３００により流体の温度制御を行う図１の温度制御装置１、及びそれを備えるプラズマエッチング装置１００を概略的に示す図である。冷凍サイクル装置３００は、逆ブレイトンサイクルの冷凍サイクル装置であり、自然冷媒（空気や窒素等）を循環させる。冷凍サイクル装置３００は、第１流体供給装置４０の第１温度制御部４１に接続されている。第１温度制御部４１は熱交換器であり、第１流体を冷凍サイクル装置３００が循環させる自然冷媒と熱交換させることで、第１流体を冷却する。

[0076] 冷凍サイクル装置３００は、圧縮機３０１と、冷却器３０２と、回収熱交換器３０３と、膨張機３０４とを自然冷媒がこの順で循環するように冷媒循環路３０５で接続する。冷媒循環路３０５における膨張機３０４の下流側の部分であって、圧縮機３０１の上流側の部分が、第１温度制御部４１に接続される。膨張機３０４で膨張して低温となった自然冷媒は、第１温度制御部４１に流入することで第１流体を冷却する。この例では、第１温度制御部４１から流出する自然冷媒が、圧縮機３０１に流入する前に、回収熱交換器３０３を通過する。これにより、圧縮機３０１から流出して冷却器３０２を通過した自然冷媒が、膨張機３０４に流入する前に、第１温度制御部４１から流出する自然冷媒により冷却される。このような構成により、膨張機３０４から流出する自然冷媒の温度を効率的に下げることが可能となる。

[0077] 圧縮機３０１と膨張機３０４とは、共通のモータ３０７の駆動軸３０７Ａに接続されている。これにより、駆動軸３０７Ａの回転によって圧縮機３０１と膨張機３０４とが連動して回転する。

[0078] 冷却器３０２は、冷却水流通装置３１０から冷却水を受け入れて、冷却水により、圧縮機３０１から流出する高温の自然冷媒を冷却する。冷却水流通装置３１０は、共通流路３１１と、共通流路３１１の下流端から分岐する第１分岐流路３１２及び第２分岐流路３１３と、を有する。共通流路３１１は、冷却水を流通させ、第１分岐流路３１２と、第２分岐流路３１３とに分配する。

[0079] 第１分岐流路３１２は、冷却器３０２に接続される。冷却器３０２は、第１分岐流路３１２からの冷却水と、自然冷媒とを熱交換させることで、自然冷媒を冷却する。第２分岐流路３１３は、この例では、第２流体供給装置５０の第２温度制御部５１に接続されている。第２温度制御部５１は熱交換器であり、第２流体を冷却水流通装置３１０からの冷却水と熱交換させることで、第２流体を冷却する。このような構成では、冷却器３０２及び第２流体の冷却源を共通化することで、装置構成の複雑化及び大型化が抑制され得る。冷却水は、例えば水道水や、井戸水でもよい。

[0080] プラズマエッチング装置では、近年、例えば－７０℃以下の極低温域までの温度制御を求められる傾向がある。逆ブレイトンサイクルの冷凍サイクル装置３００は、一般に、極低温域での冷却を、高効率に、言い換えると高い成績係数（ＣＯＰ）で行うことができる。現状、フッ素系冷媒を用いる蒸気圧縮式の冷凍サイクル装置では、－７０℃以下等の極低温域の冷却を行う際に、一般に効率が低下する。また、三元冷凍の利用による大型化や、特殊な冷媒を求められる状況が生じ得る。このような状況を考えると、逆ブレイトンサイクルの冷凍サイクル装置３００を用いる温度制御装置１は、例えばプラズマエッチング装置で今後求められると想定される温度領域での温度制御を、蒸気圧縮式の冷凍サイクル装置よりも有利に実施できる技術と言える。

[0081] 他のプラズマエッチング装置

図６は、図１に示す温度制御装置１を備える他のプラズマエッチング装置１００’を概略的に示す図である。図６に示す構成における上述の実施の形態と同様の要素には同一の符号を付け、重複する説明は省略する。

[0082] 図６に示す温度制御装置１は、供給管部６１からチャック１０２とウェハＷとの間の空間に第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体を供給する。図６に示す温度制御装置１は、第１流体及び第２流体として気体を用いる。これらの点で、図６に示す構成は、図１の構成と相違する。第１流体の熱伝導率と、第２流体の熱伝導率は異なる。例えば第１流体及び第２流体のうちの一方はアルゴンでもよく、他方はヘリウムでもよい。プラズマエッチング装置１００’では、チャック１０２とウェハＷとの間の空間の熱伝導率を、第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体を供給することにより変化させることで、ウェハＷの温度制御を行う。

[0083] なお、図６に示す形態は、図１に示す実施の形態に組み込まれてもよい。

[0084] 温度制御装置の変形例

図７は、変形例にかかる温度制御装置１’を備えるプラズマエッチング装置１００’’を概略的に示す図である。図７に示す構成における上述の実施の形態と同様の要素には同一の符号を付け、重複する説明は省略する。

[0085] 図７に示す温度制御装置１’は、供給管部６１の下流端に比例三方弁６３を接続する。比例三方弁６３の２つの分配ポートのうちの一方には第１分配管６４が接続され、他方には第２分配管６５が接続される。第１分配管６４の下流端及び第２分配管６５の下流端は、チャック１０２の異なる流路に接続されている。

[0086] 具体的には、第１分配管６４は、チャック１０２の中央寄りの部分に流体入口を有し且つ当該流体入口から外周側に延びる流路を介してチャック１０２内に温度制御された第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体を供給する。第２分配管６５は、チャック１０２の外周寄りの部分に流体入口を有し且つ当該流体入口から内周側に延びる流路を介してチャック１０２内に温度制御された第１流体、第２流体、又は第１流体及び第２流体を供給する。第１分配管６４からチャック１０２の中央寄りの部分に供給された流体は、チャック１０２の外周寄りの部分から流出して、第１中継管６６を介して弁装置２に戻る。第２分配管６５からチャック１０２の外周寄りの部分に供

給された流体は、チャック１０２の中央寄りの部分から流出して、第２中継管６７を介して弁装置２に戻る。

[0087] 図７に示す構成では、比例三方弁６３を用いることで温度制御のバリエーションを増やすことができる。特にこの例では、チャック１０２の径方向の温度のバラつきを抑制し得る点で有利になる。

[0088] 半導体製造システム

図８は、図１に示した温度制御装置１を複数備える半導体製造システム２００を概略的に示す図である。

[0089] 半導体製造システム２００は、複数の半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃと、上述した温度制御装置１とを備えている。ただし、温度制御装置１は、複数の弁装置２及び複数の供給管部６１及び排出管部６２を備える。

[0090] 第１流体供給装置４０は、第１上流側管部４２として機能する複数の第１分岐管部４２ｄを備え、第１流体を複数の第１分岐管部４２ｄに分岐させて流通させる。第２流体供給装置５０は、第２上流側管部５２として機能する複数の第２分岐管部５２ｄを備え、第２流体を複数の第２分岐管部５２ｄに分岐させて流通させる。複数の弁装置２はそれぞれ対応する第１分岐管部４２ｄ及び第２分岐管部５２ｄと接続し、且つ対応する供給管部６１及び排出管部６２を介して対応する半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃのいずれかと接続する。また、複数の弁装置２はそれぞれ、第１下流側管部４３として機能する第１分岐戻し管部４３ｄ及び第２下流側管部５３として機能する第２分岐戻し管部５３ｄにも接続する。

[0091] 複数の半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃには、互いに異なる処理を行う装置が含まれる。複数の半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃには、例えばプラズマエッチング装置と、アッシング装置とが含まれてもよいし、その他の処理を行う装置が含まれてもよい。互いに同じ処理を行う複数の半導体製造装置に対応する複数の弁装置２は、同期制御されてもよいし、それぞれ独立に制御されてもよい。互いに異なる処理を行う複数の

半導体製造装置に対応する複数の弁装置２は、それぞれ独立に制御されてもよい。

[0092] 第１流体供給装置４０は、図５に示した逆ブレイトンサイクルの冷凍サイクル装置３００によって、第１流体を温度制御（冷却）する。第１流体供給装置４０は、冷凍サイクル装置３００によって温度制御された第１流体を、複数の弁装置２を介して複数の半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃに供給し、複数の半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃの温度制御に用いる。第２流体供給装置５０は、図５に示した冷却水流通装置３１０からの冷却水によって温度制御された第２流体を、複数の弁装置２を介して複数の半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃに供給し、複数の半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃの温度制御に用いる。なお、図８に示す半導体製造システム２００は、複数の半導体製造装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃと、上述した温度制御装置１とを備えるが、一つの半導体装置と、一つの温度制御装置１とを接続する構成であってもよい。

[0093] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上述の実施の形態に限定されるものではない。

請求の範囲

[請求項1] 弁装置と、前記弁装置に第１流体を供給する第１流体供給装置と、前記弁装置に第２流体を供給する第２流体供給装置と、前記弁装置から流出する前記第１流体、前記第２流体、又は前記第１流体及び前記第２流体を流通させる供給管部と、を備え、前記供給管部が流通させる流体により温度制御を行う温度制御装置であって、

前記弁装置は、互いに接触し、接触状態を維持しながら相対的に回転可能な第１弁部材及び第２弁部材を備え、

前記第１弁部材と前記第２弁部材との相対的な回転に応じて、前記弁装置から前記供給管部に前記第１流体、前記第２流体、又は前記第１流体及び前記第２流体が供給される、温度制御装置。

[請求項2] 前記第１弁部材は、前記第２弁部材と対面する面及び前記第２弁部材と対面する面とは異なる面でそれぞれ開口する第１上流流路、第１下流流路、第２上流流路、及び第２下流流路を有し、前記第１上流流路に前記第１流体が供給され、前記第２上流流路に前記第２流体が供給され、前記供給管部は前記第１下流流路から前記第１流体を受け入れ、前記第２下流流路から前記第２流体を受け入れ、

前記第２弁部材は、

前記第１弁部材との間の相対的な回転に応じて、前記第１上流流路及び前記第１下流流路に重なることで前記第１上流流路から前記第１下流流路への前記第１流体の流通を許容し、前記第１上流流路及び前記第１下流流路の少なくともいずれかと重ならなくなることで前記第１上流流路から前記第１下流流路への前記第１流体の流通を遮断する第１中継流路と、

前記第１弁部材との間の相対的な回転に応じて、前記第２上流流路及び前記第２下流流路に重なることで前記第２上流流路から前記第２下流流路への前記第２流体の流通を許容し、前記第２上流流路及び前記第２下流流路の少なくともいずれかと重ならなくなることで前記

第２上流流路から前記第２下流流路への前記第２流体の流通を遮断する第２中継流路と、を有する、請求項１に記載の温度制御装置。

[請求項3] ウェハを保持するチャックと、

請求項１に記載の温度制御装置と、を備えるプラズマエッチング装置。

[請求項4] 半導体製造装置と、

請求項１に記載の温度制御装置と、を備える半導体製造システム。

[請求項5] 複数の半導体製造装置と、

請求項１に記載の温度制御装置と、を備える半導体製造システムであって、

前記温度制御装置は、複数の前記弁装置及び複数の前記供給管部を備え、

前記第１流体供給装置は複数の第１分岐管部を備え、前記第１流体を複数の前記第１分岐管部に分岐させて流通させ、前記第２流体供給装置は複数の第２分岐管部を備え、前記第２流体を複数の前記第２分岐管部に分岐させて流通させ、

複数の前記弁装置はそれぞれ対応する前記第１分岐管部及び前記第２分岐管部と接続し、且つ対応する前記供給管部を介して対応する前記半導体製造装置と接続する、半導体製造システム。