

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-339188

(P2006-339188A)

(43) 公開日 平成18年12月14日(2006.12.14)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/683 (2006.01)	H O 1 L 21/68 N	5 F O 3 1
H O 1 L 21/26 (2006.01)	H O 1 L 21/26 Q	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2005-158471 (P2005-158471)
 (22) 出願日 平成17年5月31日 (2005.5.31)

(71) 出願人 592230092
 株式会社国際電気セミコンダクターサービス
 東京都羽村市神明台2-6-13
 (74) 代理人 100090136
 弁理士 油井 透
 (74) 代理人 100091362
 弁理士 阿仁屋 節雄
 (74) 代理人 100105256
 弁理士 清野 仁
 (72) 発明者 藤井 悟史
 東京都羽村市神明台2-6-13 株式会
 社国際電気セミコンダクターサービス内

最終頁に続く

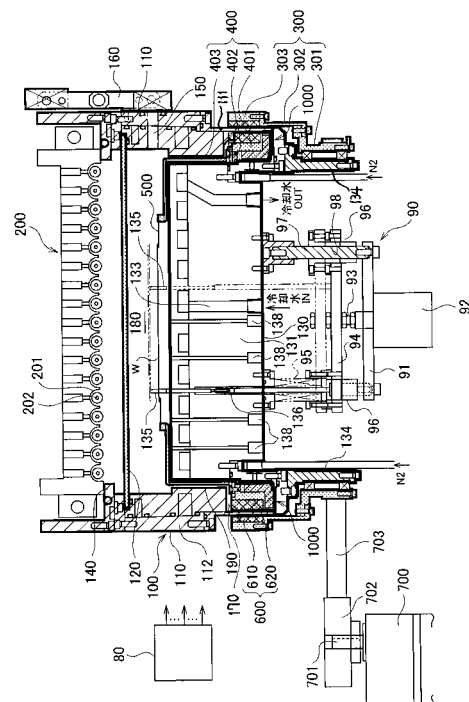
(54) 【発明の名称】 熱処理装置及び熱処理方法

(57) 【要約】

【課題】 ウェハへの汚染が少なく加熱容器のシール性を向上する。

【解決手段】 円筒状の側壁110、上壁120、底壁130からなる気密構造の加熱容器100と、加熱容器100内に収納されるウェハWを保持する基板保持手段500と、加熱容器100の上壁120を透過してウェハWを加熱するランプユニット200とを備える。加熱容器100の外周に設けられ、加熱容器100の鉛直軸を中心に回転する円筒状の外部ロータ300と、加熱容器100の内周に設けられ、基板保持手段500を外部ロータ300と同心に回転させる円筒状の内部ロータ400と、外部ロータ300と内部ロータ400とを加熱容器100の側壁110を介して磁氣的に結合して、外部ロータ300の回転運動を内部ロータ400に伝達して基板保持手段500を回転させる磁気結合手段600と、内部ロータ400にガスを供給し、そのガスの圧力を利用して内部ロータ400を浮上支持させるガス軸受1000とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒状の側壁、上壁、底壁からなる気密構造の容器と、
上記容器内の底壁に底壁外周部よりも高く設定された底壁中央部と、
上記容器内に収納される基板を上記底壁中央部の上方に保持する基板保持手段と、
上記容器の上壁を透過して上記容器内に収容される基板を加熱するランプユニットと、
上記容器の外周に設けられ、上記容器の鉛直軸を中心に回転する円筒状の外部ロータと

、
上記容器内の上記底壁中央部の外周に嵌められ、上記基板保持手段を上記外部ロータと
同心に回転させる円筒状の内部ロータと、

上記外部ロータと内部ロータとを上記容器の側壁を介して磁氣的に結合し、その磁氣的
結合力を利用して上記外部ロータにより上記内部ロータを回転させて上記基板保持手段を
回転させる磁気結合手段と、

上記内部ロータにガスを流し、そのガスの圧力を利用して上記内部ロータを浮上支持さ
せるガス軸受と

を備えたことを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2】

上記底壁外周部に、上記磁気結合手段を構成する外部結合部と内部結合部のうちの内部
結合部を含む内部ロータの下部を納めるリング状の収納室を設け、

上記収納室の上部を、上記底壁中央部の外周に嵌められる上記円筒状の内部ロータが突
抜けて該内部ロータの回転を許容する円筒状の間隙を残して覆うようにしたことを特徴と
する請求項 1 に記載の熱処理装置。

【請求項 3】

上記ガス軸受は、

上記収納室内にガスを供給するガス供給系と、

上記内部ロータを浮上支持させる圧力が得られるよう、上記内部ロータの下部に取り付
けられて、上記収納室内壁との間に上記ガス供給系から供給されるガスを満たす環状の隙
間を形成するための被軸受部材と

を備え、

上記被軸受部材は、上記ガスの通過を規制して上記環状の隙間を封止する緻密質部と、
上記隙間内を所定の圧力に維持しつつ上記ガスの通過を許容する多孔質部とから構成され
ていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の熱処理装置。

【請求項 4】

上壁と底壁とを有し、底壁外周部よりも底壁中央部が高く設定された気密構造の円筒状
の容器内へ基板を搬入する工程と、

上記容器の外周に設けた筒状の外部ロータにより、磁氣的結合力を利用し、上記容器内
の上記底壁中央部の外周に嵌めた筒状の内部ロータを回転させて、上記容器内に搬入され
て基板保持手段に保持された上記基板を回転すると共に、上記内部ロータの回転により発
生するガスの圧力を利用して内部ロータを浮上支持させる工程と、

上記容器の上壁の外からランプ加熱により上記回転する基板を加熱処理する工程と、

加熱処理後上記容器の外へ上記基板を搬出する工程と

を備えた熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板をランプ加熱する熱処理装置及び熱処理方法に係り、特に基板を回転さ
せるための回転機構に関するものである。

【背景技術】

【0002】

熱処理装置は、真空又は常圧で、大気と遮断された気密構造の容器内で基板を加熱処理

10

20

30

40

50

するものであり、基板を均熱加熱するために基板を回転させている。基板を回転させる回転機構は、一般に、基板を保持する基板保持手段（サセプタ）を回転させる回転軸と、回転軸に回転を伝達する回転伝達軸とを基板の中心軸上に重ねて一軸構成としている。

【0003】

しかし、回転軸と回転伝達軸を一軸構成として基板の中心軸上に重ねると、ランプユニットにより加熱される基板の温度測定ポイントを、基板の中心軸上に設けることができなくなる。温度測定ポイントが基板の中心軸上にないと、基板の中心部の温度を測定できないので、ランプユニットを有効に制御できず、基板を均熱加熱する上で好ましくない。

【0004】

そこで、これを回避するために、従来は、図4に示すように、サセプタ22の回転軸を内部が空洞の筒状回転体15で形成し、回転伝達軸を筒状回転体15の外側に配設したモータ17の回転軸18で形成して二軸構成とすることにより、放射温度計21による温度測定ポイントを底壁11の中央部にも確保し、底壁中央部の測定温度をフィードバックできるようにしている。

【0005】

具体的には、熱処理装置は、容器10と、容器10内のウェハWを加熱するランプユニット30とを備える。ウェハWの上方が熱処理空間となる。容器10内の底壁11の底壁中央部12を、底壁外周部13よりも高くして、底壁外周部13上に底壁中央部12よりも一段低い収納空間14を形成している。筒状回転体15は、底壁中央部12上に嵌装し、筒状回転体15と底壁中央部12の周壁との間に設けられた軸受16に回転可能に支持されている。また、回転伝達軸となるモータ17の回転軸18が容器10の底壁11を貫通して容器10内の収納空間14に挿入される。回転軸18の端部に取り付けられたギヤ19が筒状回転体15の外周に設けられたギヤ20と噛み合っ

て回転伝達機構を構成している。このように回転軸と回転伝達軸とを二軸構成としたため、モータ17の回転により筒状回転体15を回転させながらランプユニット30でウェハWを加熱しても、底壁中央部12の中心部はスペースが確保され、底壁11の周辺部とともに、その底壁中央部12に放射温度計21を設置することができるようになっている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上述した従来の装置では、回転伝達機構が容器内に存在するため、コンタミネーションの発生源となってしまう、発生したコンタミネーションが基板を汚染するという問題があった。また、回転伝達軸と容器底部とのシール性を良好に保つことが困難であった。

【0007】

さらに、二軸構成とするための回転伝達機構を収納している収納空間が熱処理空間に露出しているので、ランプユニットからの赤外線放射光を受ける面積が増加し、基板外周部を十分に加熱できず、なおウェハを均熱加熱することが困難であった。

【0008】

本発明の目的は、上述した従来技術の問題点を解消して、基板への汚染が少なく、容器のシール性を向上することが可能な熱処理装置及び熱処理方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、基板を均熱加熱することが可能な熱処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1の発明は、円筒状の側壁、上壁、底壁からなる気密構造の容器と、上記容器内の底壁に底壁外周部よりも高く設定された底壁中央部と、上記容器内に収納される基板を上記底壁中央部の上方に保持する基板保持手段と、上記容器の上壁を透過して上記容器内に収容される基板を加熱するランプユニットと、上記容器の外周に設けられ、上記容器の鉛直軸を中心に回転する円筒状の外部ロータと、上記容器内の上記底壁中央部の外周に嵌めら

れ、上記基板保持手段を上記外部ロータと同心に回転させる円筒状の内部ロータと、上記外部ロータと内部ロータとを上記容器の側壁を介して磁氣的に結合し、その磁氣的結合力を利用して上記外部ロータにより上記内部ロータを回転させて上記基板保持手段を回転させる磁気結合手段と、上記内部ロータにガスを流し、そのガスの圧力を利用して上記内部ロータを浮上支持させるガス軸受とを備えたことを特徴とする熱処理装置である。

底壁中央部のスペースを確保するために、容器の鉛直軸を中心に回転する円筒状の内部ロータを用いた回転機構でありながら、非接触型の磁気結合手段とガス軸受とを用いることにより、接触型結合手段及び接触型軸受と比べて、容器内のコンタミネーションの発生を低減できる。また、磁気結合手段を用いることにより、容器の側壁を介して容器外から容器内へ回転運動を伝達できるので、容器の密閉構造が簡単になり、シール性を向上できる。また、ガス軸受を用いて内部ロータを浮上支持することにより、外部ロータの駆動源の長寿命化、低騒音化を実現できる。

10

【0010】

第2の発明は、第1の発明において、上記底壁外周部に、上記磁気結合手段を構成する外部結合部と内部結合部のうちの内部結合部を含む内部ロータの下部を納めるリング状の収納室を設け、上記収納室の上部を、上記底壁中央部の外周に嵌められる上記円筒状の内部ロータが突抜けて該内部ロータの回転を許容する円筒状の間隙を残して覆うようにしたことを特徴とする熱処理装置である。

内部ロータの回転を許容する間隙を残して収納室の上部開口を覆うようにして、ランプユニットからの赤外線放射光を受ける面積を減らしたので、基板を均熱加熱できる。

20

【0011】

第3の発明は、第1または第2の発明において、上記ガス軸受は、上記収納室内にガスを供給するガス供給系と、上記内部ロータを浮上支持させる圧力が得られるよう、上記内部ロータの下部に取り付けられて、上記収納室内壁との間に上記ガス供給系から供給されるガスを満たす環状の隙間を形成するための被軸受部材とを備え、上記被軸受部材は、上記ガスの通過を規制して上記環状の隙間を封止する緻密質部と、上記隙間内を所定の圧力に維持しつつ上記ガスの通過を許容する多孔質部とから構成されていることを特徴とする熱処理装置である。

環状の隙間がガスの通過を規制する緻密質部により封止されるので、隙間に供給されたガスを所定圧まで封じ込めることができる。また、被軸受部材の一部を、ガス圧が所定値を越えるとガスの通過を許容する多孔質部で構成しているので、隙間に供給されるガスを逃がして常時流すことができ、隙間内の圧力の安定化を図ることができる。したがって、内部ロータを安定に支持でき、基板保持手段の回転がより安定し、基板を一層均熱加熱できる。

30

【0012】

第4の発明は、上壁と底壁とを有し、底壁外周部よりも底壁中央部が高く設定された気密構造の円筒状の容器内へ基板を搬入する工程と、上記容器の外周に設けた筒状の外部ロータにより、磁氣的結合力を利用し、上記容器内の上記底壁中央部の外周に嵌めた筒状の内部ロータを回転させて、上記容器内に搬入されて基板保持手段に保持された上記基板を回転すると共に、上記内部ロータの回転により発生するガスの圧力を利用して内部ロータを浮上支持させる工程と、上記容器の上壁の外からランプ加熱により上記回転する基板を加熱処理する工程と、加熱処理後上記容器の外へ上記基板を搬出する工程とを備えた熱処理方法である。

40

回転運動を、非接触型の磁気結合により容器外の外部ロータから容器内の内部ロータへ伝達し、しかも内部ロータは浮上支持されているので、接触型結合及び接触型軸受と比べて、容器内のコンタミネーションの発生を大幅に低減できる。また、磁気結合力を利用して、容器の側壁を介して容器外から容器内へ回転運動を伝達できるので、容器のシール性を向上できる。また、ガスの圧力を利用して内部ロータを浮上支持することにより、外部ロータの駆動源の長寿命化、低騒音化を実現できる。

【発明の効果】

50

【0013】

本発明によれば、基板への汚染が少なく容器のシール性を向上することができる。また、基板を均熱加熱することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1は本実施の形態による熱処理装置を示す縦断面図である。熱処理装置は、ランプ加熱型の枚葉式高速熱処理装置（RTP：Rapid Thermal Process）装置である。

この熱処理装置は、気密構造の容器としての加熱容器100と、加熱容器100の上方に配置された円形のランプユニット200とを備える。加熱容器100は、円筒状の側壁110と、上部開口を塞ぐ円形状の上壁120と、下部開口を塞ぐ略円形状の底壁130とを備える。 10

【0015】

ランプユニット200は、熱輻射光源を構成する。このランプユニット200は、同心円状または平行に並んだ複数の溝が形成されたリフレクタ201と、このリフレクタ201の溝内に支持された複数のリング状または棒状のランプ202とにより構成されている。ランプ202は、ハロゲンランプから構成される。このランプユニット200は、加熱容器100の円筒状の側壁110の上部に形成された載置部140に着脱自在に載置される。

【0016】

加熱容器100の円筒状の側壁110には、ガス供給口とガス排気口（ともに図示せず）とが設けられる。例えば、ガス供給口は側壁上部112に設け、ガス排気口は収納室170（後述）に設ける。また、加熱容器100の円筒状の側壁110の適所にウェハ搬入出口150が設けられている。このウェハ搬入出口150はゲートバルブ160によって開閉できるようになっている。 20

【0017】

加熱容器100の上壁120は、ランプユニット200からの光を透過する石英部材で構成されている。円筒状の側壁110、底壁130は、非磁性体、例えばオーステナイト系ステンレス鋼（SUS-304）やアルミニウムなどで構成される。

【0018】

加熱容器100の内周の下部に、リング状の収納室170と、この収納室170から鉛直軸方向上方に延在して熱処理空間180に連通する円筒状の間隙190とが設けられる。この円筒状の間隙190は、底壁中央部131の外周に嵌められる円筒状の内部ロータ400が収納室170の上部を突抜けて、内部ロータ400の回転を許容する。 30

【0019】

リング状の収納室170は、例えば、加熱容器100の底壁130の中央部（底壁中央部131）を底壁外周部132よりも高くし、底壁中央部131よりも底壁外周部132を一段低く構成することによって形成する。

また、円筒状の間隙190は、回転ドラム403（後述）の回転を非接触で許容する収納スペースだけが残るように、できるだけ狭く形成する。この狭い間隙190は、例えば、収納室170の真空壁を構成する加熱容器100の側壁下部111を薄くし、収納室170の上部に位置する側壁上部112を厚く形成し、この側壁上部112を底壁中央部131側にせり出して、側壁上部112と底壁中央部131の周壁との間隔を狭くすることによって形成する。これにより、収納室170の上部開口は側壁上部112で覆われて、ランプユニット200からの赤外線放射光を受ける面積を減らしている。 40

【0020】

上述した熱処理空間180は、底壁外周部132よりも高く設定した底壁中央部131と、上壁120と、側壁上部112とで区画されて構成されることになる。また、上述した収納室170は、底壁中央部131よりも低く設定した底壁外周部132と、側壁下部111と、底壁中央部131と、側壁上部112とで区画されて構成されることになる。

加熱容器100の底壁130は、収納室170の底部を構成する底壁外周部132の下 50

部に加熱容器 100 と鉛直軸を一致させた円筒形のスカート 134 を有する。

【0021】

上述した加熱容器 100 内に、ウェハ W を支持する基板保持手段 500 と、この基板保持手段 500 を支持する内部が空洞の円筒状の内部ロータ 400 と、この内部ロータ 400 を加熱容器 100 の鉛直軸を中心に回転可能に支持してウェハ W を回転させるためのウェハ回転機構とを備えている。ウェハ回転機構は磁気結合手段 600 により構成され、磁気結合手段 600 は、外部結合部 610 と内部結合部 620 とから構成される。内部結合部 620 は、加熱容器 100 の下部に構成されるリング状の収納室 170 に設置される。外部結合部 610 は、加熱容器 100 の外部の大気中に設けられる。

【0022】

内部結合部 620 が設置される収納室 170 には、内部ロータ 400 にガスを流し、そのガスの圧力を利用して内部ロータ 400 を浮上支持させるガス軸受 1000 が設けられる。

【0023】

円筒状の外部ロータ 300 が、加熱容器 100 のスカート 134 及び側壁下部 111 の外周に沿って、加熱容器 100 の鉛直軸を中心に回転自在に設けられる。この外部ロータ 300 は、モータなどの回転駆動手段 700 の回転駆動軸 701 に取り付けられた駆動プーリ 702 とベルト 703 で連結されて、回転するようになっている。

【0024】

加熱容器 100 の底壁 130 は、ウェハ W の温度を測定する複数の放射温度計を取り付けるための取付孔 138 と、底壁 130 を冷却する冷却機構を構成する冷却通路 133 と、ウェハ W を持ち上げるピン 135 とを備えている。底壁中央部 131 は、冷却通路 133 を取り付けのために、加熱容器 100 の側壁上部 112 と同等か、それよりも厚く形成されている。なお、図示しないが、側壁上部 112 にも冷却通路が設けられている。

【0025】

放射温度計用の取付孔 138 は、底壁 130 の中央部と周辺部の複数箇所（図示例では 4 箇所）設けられる。放射温度計（図示せず）は、底壁 130 に設けた取付孔 138 へ底壁 130 の下面から上面に導入され、放射温度計の先端が基板保持手段 500 の裏面ないしウェハ W の裏面に対し所定の隙間を設けて設置される。放射温度計は、石英から成るロッドと光ファイバとの組み合わせから構成され、基板保持手段 500 の裏面ないしウェハ W の裏面から発せられる輻射光を検出し、基板保持手段 500 ないしウェハ W の裏面温度を算出するのに用いられ、この算出結果に基づき制御手段 80 はランプユニット 200 の加熱具合を制御する。

【0026】

冷却通路 133 は、底壁 130 の下面略中央から底壁 130 内に入り、底壁 130 の上面近傍に至り、ここで上面の略全面を冷却可能なように螺旋状に周回した後、底壁 130 の下面外周から抜けるよう設けられる。この冷却通路 133 へは、図示しない冷却源から配管を通して冷媒、例えば冷却水を導入して、底壁 130 の上面を冷却するようになっている。

【0027】

ピン 135 は、底壁 130 に鉛直方向に設けられた貫通孔 136 内に挿入されている。ピン 135 は、底壁 130 の下方に取り付けられた昇降機構 90 により突き上げ可能になっている。

昇降機構 90 は、例えば、加熱容器 100 の底壁 130 に複数のロッド 97 により円形取付台 91 を水平に固定し、この円形取付台 91 に設けたモータ 92 によりネジ軸 93 を回転させ、このネジ軸 93 に螺合した昇降台 94、及びこの昇降台 94 に下端が接したピン 135 を上昇または下降するようになっている。昇降台 94 が水平バランスを保ったまま昇降できるように、昇降台 94 に設けた複数の挿通孔 98 に前述した複数のロッド 97 をそれぞれ遊嵌してガイド 96 が構成されている。また、貫通孔 136 に挿入されたピン 135 は、加熱容器 100 の底壁 130 の下面と昇降台 94 の上面との間に設けたベロー

10

20

30

40

50

ズ 95 によってシールされている。

【0028】

上述した放射温度計用の取付孔 138、冷却機構を構成する冷却通路 133、及びウェハ W の搬送に欠かせないピン 135 を有する昇降機構 90 は、基板保持手段 500 を回転させる回転軸を内部が空洞の内部ロータ 400 で構成して、底壁 130 にスペースが確保できるようにしてあるので、いずれも余裕をもって設置できる。

【0029】

図 2 に加熱容器の横断面図を示す。

円筒形の加熱容器 100 は、外側から内側に向かって順に、外部ロータ 300 の外部回転リング 303、外部回転リング 303 に取り付けられた多数の永久磁石 304、加熱容器 100 の側壁下部 111（真空壁）、多数の磁性体 404、これらの磁性体 404 を取り付けた内部ロータ 400 の内部回転リング 401、間隙 190 内にはめ込まれた回転ドラム 403、底壁中央部の内側壁 137 等を備える。

【0030】

上記多数の永久磁石 304 は、環状に N 極、S 極が交互に並ぶように、外部回転リング 303 の内周に沿って等間隔に配列される。多数の永久磁石 304 と側壁下部（真空壁）111 を介して磁気結合される多数の磁性体 404 は、内部回転リング 401 の外周に沿って環状に等間隔に配列される。

【0031】

基板保持手段 500 は、ウェハ W の外周を保持するリング状のガードリング 406 と、ガードリング支持部 405 とから構成される。ウェハ W の外周を保持するリング状のガードリング 406 は加熱容器 100 の中央に設けられる。このガードリング 406 は、回転ドラム 403 の頂部に周方向に等間隔に取り付けられて径方向内方に延在した 4 本のガードリング支持部 405 によって支持される。

回転駆動軸 701 に取り付けられた駆動プーリ 702 と、スカート 134（図 1 参照）との間にベルト 703 が巻回される。

【0032】

図 3 にガス軸受 1000 の近傍の部分拡大図を示す。

スカート 134、底壁 130、及び円筒状の側壁 110 の外周に沿って円筒状の外部ロータ 300 が回転自在に設けられる。外部ロータ 300 は、リング状プーリ 301 と、リング状プーリ 301 の上方に延在させた外部ブラケット 302 で連結される外部回転リング 303 とから構成される。

リング状プーリ 301 は、スカート 134 の外周に上下に設けたボールベアリング 70 を介して回転自在に支承される。リング状プーリ 301 はベルト 703 に連結されて外部ロータ 300 を回転させる。

【0033】

上下のボールベアリング 70 は収納室 170 のスカート 134 の上下端部にそれぞれ設置されており、上下のボールベアリング 70 には加熱容器 100 の熱膨張を吸収するための隙間が適宜設定されている。このボールベアリング 70 の隙間は加熱容器 100 の熱膨張を吸収する一方で、最小のがたつきに抑制するために設定される。なお、ボールベアリング 70 の隙間とはボールをアウトレースまたはインナレースのいずれか片側に寄せた場合に反対側に発生する隙間を意味している。

【0034】

外部回転リング 303 は、リング状の収納室 170 の真空壁である加熱容器 100 の側壁下部 111 に隙間を開けて配置される。この外部回転リング 303 の内周面には多数の永久磁石 304 が N 極と S 極とが交互に配して固定されている。

【0035】

内部ロータ 400 は、内部回転リング 401 と、内部回転リング 401 の上方に延在させた内部ブラケット 402 で連結される回転ドラム 403 とから構成される。内部回転リング 401 は、リング状の収納室 170 内に外部回転リング 303 と同軸上に配置される

。内部回転リング４０１の外周面には、多数の磁性体４０４が固定されている。この多数の磁性体４０４は、収納室１７０内の外側壁（側壁下部）１１１と隙間を開けて配置されている。

ガス軸受１０００は、内部ロータ４００にガスを流し、そのガスの圧力を利用して内部ロータ４００を浮上して支持する。このガス軸受１０００は、収納室１７０内にガスを供給するガス供給系９００と、内部ロータ４００のラジアル荷重とスラスト荷重とを担う被軸受部材８００とを備える。

【００３６】

なお、上述した外部回転リング３０３及び永久磁石３０４から外部結合部６１０が構成される。また、内部回転リング４０１及び磁性体４０４から内部結合部６２０が構成される。 10

【００３７】

ガス供給系９００は、ガス源、例えば N_2 ガスの供給源に接続される主管９０１と、主管９０１から分岐されて収納室１７０に主管９０１を連結する分岐管９０２とから構成される。被軸受部材８００は、内部ロータ４００の下部となる内部回転リング４０１に取り付けられる。内部回転リング４０１の形状は略断面略Ｌ字形をしており、その水平部は加熱容器１００の径方向外方に向けられている。被軸受部材８００は内部回転リング４０１の断面形状と同様に断面略Ｌ字形をしており、内部回転リング４０１の磁性体４０４が取り付けられている外周面と反対側の内周面に装着される。

【００３８】

被軸受部材８００は例えばセラミックスで構成される。被軸受部材８００の垂直部の端部（緻密質部８０２）、及び水平部の端部（緻密質部８０３）を除いた本体（多孔質部）８０１は、ガスの通過を許容する多孔質で構成される。２つの緻密質部８０２、８０３は、ガスの通過を規制して後述する環状の隙間８０４の両端をそれぞれ封止する緻密質で構成されている。 20

内部回転リング４０１に装着された被軸受部材８００は、内部ロータ４００を浮上支持させる圧力が得られるよう、収納室１７０内の内側壁１３７及び底壁外周部１３２の底壁１３２ａとの間に、ガス供給系９００から供給されるガスを満たす環状の隙間８０４を形成する。断面略Ｌ字形をした被軸受部材８００の垂直部は、内側壁１３７との間に環状のラジアル隙間８０４ａを形成して、内部ロータ４００のラジアル荷重を支持するようになっている。断面略Ｌ字形をした被軸受部材８００の水平部は、底壁１３２ａとの間にスラスト隙間８０４ｂを形成して、内部ロータ４００のスラスト荷重を支持するようになっている。 30

【００３９】

ガス供給系９００から収納室１７０内に N_2 ガスを供給すると、ガスは隙間８０４内に導入され、隙間８０４内の圧力は上昇する。隙間８０４内の圧力が所定圧力になると、ガスは本体である多孔質部８０１から漏れ出し、間隙１９０を介して熱処理空間１８０に流れ、図示しないガス排気口から装置の外部に排気される。

したがって、隙間８０４内はガスが満たされ、所定圧が保持された状態で N_2 ガスが流通する。ここで、内部ロータ４００が回転することにより隙間８０４内のガスにより発生する圧力を利用して内部ロータ４００が浮上して支持する。ここで、内部ロータ４００を適切に浮上支持させるために、上記所定圧及び上記発生する圧力は最適な値となるように予め求めておく。 40

このように、内部ロータ４００のガス軸受１０００は、非接触構造であるから、内部ロータ４００の回転精度や、動作音、耐久性の点で優れる。

【００４０】

なお、永久磁石３０４を取り付けた外部回転リング３０３は、磁性体４０４を取り付けた内部回転リング４０１よりも高く持ち上げた状態で回転できるようにすることが好ましい。永久磁石３０４を磁性体４０４より高く上げた状態で回転させることにより、永久磁石３０４と磁性体４０４との吸引力を利用して内部ロータ４００を収納室１７０内に磁気 50

によっても浮上支持させることができるからである。この磁気浮上支持により、内部ロータ400のガス軸受1000によるスラスト荷重のアシストが可能となる。磁気浮上支持させるためには、内部ロータ400に働く永久磁石304の力と内部ロータ400の重力とがつり合うことが必要であるが、そのつり合いは計算及び実証によって求める。

【0041】

次に、上述した熱処理装置を用いてウェハWを加熱処理する方法について説明する。なお、各種機構、例えばウェハ回転機構を構成する回転駆動手段700、昇降機構90を構成するモータ92、ゲートバルブ160等は、制御手段80によって制御される。

【0042】

まず、図1に二点鎖線で示すように、昇降機構90によって昇降台94を上昇させておく。この際には、ピン135の下端は上昇した昇降台94によって突き上げられ、これによってピン135の頂部は基板保持手段500よりも上に突き出ることになる。そしてこのピン135の頂部の位置がウェハが搬入出されるウェハ搬入出位置となる。ゲートバルブ160を開ける。ウェハWは、加熱容器100の円筒状の側壁110に開口したウェハ搬入出口150を介して基板移載機構（図示せず。）により加熱容器100内に搬入され、基板保持手段500の上に突き出たピン135の頂部上に二点鎖線で示したように搭載される。搭載後、ゲートバルブ160を閉じる。

10

【0043】

昇降機構90により昇降台94を下降すると、ピン135の基板保持手段500に対する高さが下がり、昇降台94が実線で示す位置に来た時点で、ピン135の頂部が基板保持手段500の上面よりも下側に位置することになり、ウェハWが実線位置に示す基板保持手段500に搭載されるようになる。

20

【0044】

底壁130内の冷却通路133に冷却水を流して底壁130を冷却する。ガス供給系900から収納室170内にN₂ガスを供給して、収納室170の内壁と被軸受部材800との間に形成される隙間804にN₂ガスを満たす。また、加熱容器100内にガス供給口（図示せず）からN₂ガスなどの不活性ガスを供給しつつ排気口（図示せず）から排気することにより、加熱容器100内の熱処理空間180を不活性ガス雰囲気とする。

【0045】

回転駆動手段700が駆動されて回転駆動軸701が回転すると、駆動プーリ702からベルト703を介してリング状プーリ301、外部ブラケット302、外部回転リング303からなる外部ロータ300に回転が伝わり、外部ロータ300が回転する。この外部ロータ300の回転が、外部回転リング303に固定した永久磁石304から収納室170内の磁性体404に磁気伝達されて、内部回転リング401、内部ブラケット402、回転ドラム403からなる内部ロータ400に伝わり、基板保持手段500が回転する。基板保持手段500の回転によりウェハWが回転する。

30

このとき、内部ロータ400の隙間804内にN₂ガスを流し、そのN₂ガスの圧力を利用して内部ロータ400を浮上させる。さらに、外部ロータ300を内部回転リング401よりも高く持ち上げた状態で回転させることにより、永久磁石304と磁性体404との吸引力を利用して内部ロータ400を収納室170内で磁気浮上支持させて、ガス軸受1000のアシストをする。

40

【0046】

回転が安定したら、ランプユニット200の電源を投入して複数のリング状または棒状のランプ202を同時点灯し、加熱容器100の上壁120を介して、ランプ202から熱処理空間180の底壁130に向けて赤外線放射光を照射し、熱処理空間180にあるウェハWを高速ランプ加熱する。このとき、収納室170が狭い間隙190の奥に存在するので、底壁130の面積は収納室170の存在によっても増加しない。したがって、二軸構成による照射面積増加の影響を受けないので、ウェハWは均熱加熱される。また、ウェハWの温度は、底壁130の中央部から周辺部に設けた複数の放射温度計に計測されてランプユニット200にフィードバック制御され、また、底壁130の略全面に設けられ

50

た冷却通路１３３を有する冷却機構により、底壁１３０がバランスよく均一に冷却されるので、ウェハＷは均熱加熱される。このような均熱加熱環境下でウェハＷは加熱処理される。

【００４７】

加熱処理後、回転駆動手段７００の運転を停止して基板保持手段５００、ウェハＷの回転を止める。ウェハＷの加熱処理が終了した後、昇降機構９０により昇降台９４が上昇し、ピン１３５の下端は昇降台９４とともに上昇し、昇降台９４によって突き上げられる。これによってピン１３５の頂部は基板保持手段５００の上に突き出ることになり、ウェハＷは、この突き出たピン１３５の頂部上に搭載された状態となる。そしてこのピン１３５の頂部の位置がウェハが搬入出されるウェハ搬入出位置となり、ゲートバルブ１６０を開け、加熱容器１００の側壁１１０に開口したウェハ搬入出口１５０を介して基板移載機構（図示せず。）により加熱容器１００の外に搬出される。

10

【００４８】

以上述べたように本実施の形態によれば、外部ロータ３００と内部ロータ４００とを加熱容器１００の側壁１１０を介して磁氣的に結合して、外部ロータ３００の回転運動を内部ロータ４００に伝達するようにしたので、ギヤ結合と比べて、加熱容器１００内のコンタミネーションの発生を大幅に低減でき、ウェハＷの汚染を低減できる。また、磁気結合手段６００を用いることにより、加熱容器１００の側壁１１０を介して加熱容器１００外から加熱容器１００内へ回転運動を伝達できるので、加熱容器１００の密閉構造が簡単になり、シール性を向上できる。したがって、真空又は常圧で、大気と遮断された気密構造の加熱容器１００内でウェハＷを有効に加熱処理できる。

20

【００４９】

また、収納室１７０の上部に相当する加熱容器１００の側壁上部１１２と底壁中央部１３１との間を狭い間隙１９０で構成して、ランプユニット２００から収納室１７０の全てを見通せないようにして、ランプ光の受ける底壁１３０の面積を低減したので、収納室１７０の存在により基板外周部が加熱不足になるのを是正でき、ウェハＷを均熱加熱することができる。

【００５０】

また、磁気結合手段６００の内部結合部６２０が、ガス供給系９００と被軸受部材８００とから構成されたガス軸受１０００で支持されているので、基板保持手段５００を支持する内部結合部６２０を安定に支持でき、基板保持手段５００の回転がより安定する。特に、被軸受部材８００は、多孔質部８０１と緻密質部８０２、８０３とからなるセラミックスで構成しており、隙間８０４に導入されるガスを緻密質部８０２、８０３で封じ込めつつ、被軸受部材８００がラジアル受けとスラスト受けの機能を発揮できる所定圧を維持するように、過剰なガスを多孔質部８０１から漏出させているので、内部ロータ４００を支持する内部結合部６２０をより安定に支持でき、内部ロータ４００の回転がより安定する。したがって、ウェハＷを一層均熱加熱することができる。

30

【００５１】

また、ガス軸受１０００による内部ロータ４００の浮上に加え、外部ロータ３００を内部回転リング４０１よりも高く持ち上げた状態で回転させ、永久磁石３０４と磁性体４０４との吸引力を利用して、内部ロータ４００を収納室１７０内で磁気浮上支持させて内部ロータ４００を回転させるようにした場合には、内部ロータ４００のスラスト荷重のストレスをより低減でき、収納室１７０内でのコンタミネーションをより低減して、ウェハＷの汚染をより一層低減することができる。

40

【００５２】

また、実施の形態の熱処理方法は、加熱容器１００内へウェハＷを搬入する工程と、加熱容器１００の外から加熱容器１００の内へ磁氣的結合により外部ロータ３００の回転運動を内部ロータ４００に伝達して、加熱容器１００内に搬入されたウェハＷを回転する工程と、加熱容器１００の外からランプユニット２００により回転するウェハＷを加熱処理する工程と、加熱処理後、加熱容器１００の外へウェハＷを搬出する工程とを備えている

50

。上記回転工程では、非接触型の磁気結合により回転運動を加熱容器１００内に伝達するので、接触型結合と比べて、加熱容器１００内のコンタミネーションの発生を大幅に低減できる。また、磁気結合により、加熱容器１００の側壁１１０を介して加熱容器１００外から加熱容器１００内へ回転運動を伝達できるので、加熱容器１００のシール性を向上できる。また、ガス軸受１０００を用いて内部ロータ４００を浮上支持することにより、外部ロータ３００の駆動源の長寿命化、低騒音化を実現できる。さらに、上述した一連の工程は、制御手段８０によってなされるので、一連の工程を容易に実施できる。

【００５３】

なお、上述した実施の形態では、ガス軸受１０００がスラスト荷重とラジアル荷重との両方を担う場合について説明したが、理想的な磁気浮上支持が実現できれば、スラスト受け機能は省略しても良い。 10

【００５４】

また、実施の形態では、加熱容器１００内の底壁１３０に、底壁中央部１３１よりも低く設定された底壁外周部１３２に収納室１７０を設けるようにした場合について説明したが、本発明の底壁外周部は、底壁に限定されるものではない。底壁外周部には、例えば、加熱容器の底壁と側壁との間に収納室を形成することが可能な壁も含まれる。

【図面の簡単な説明】

【００５５】

【図１】実施の形態における熱処理装置を示す縦断面図である。

【図２】実施の形態における熱処理装置の横断面図である。 20

【図３】実施の形態における熱処理装置の要部拡大縦断面図である。

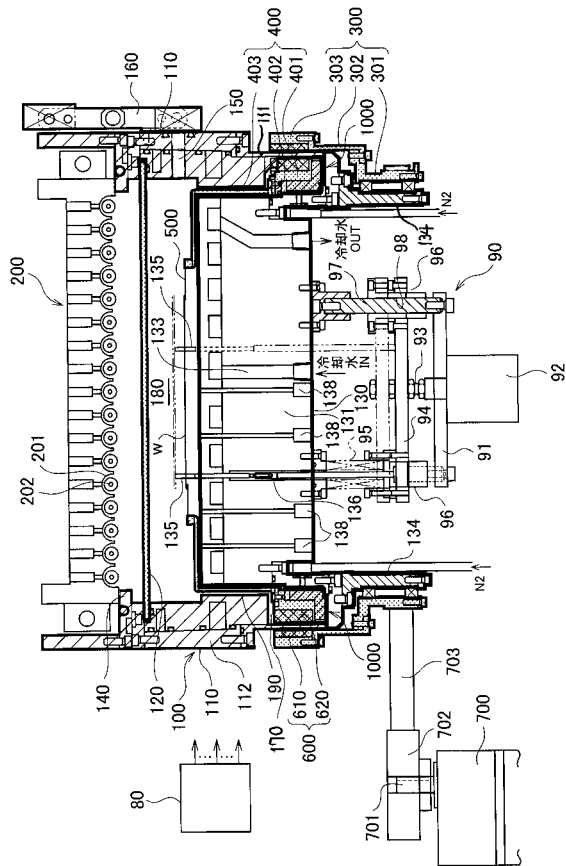
【図４】従来例における熱処理装置を示す縦断面図である。

【符号の説明】

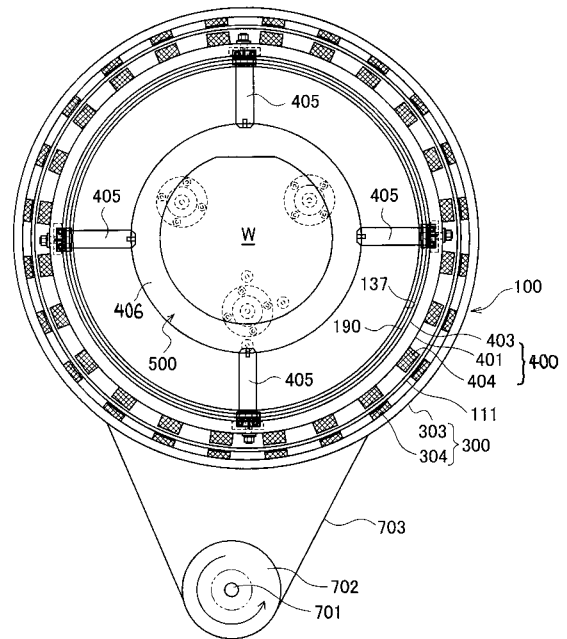
【００５６】

１００	加熱容器
１１０	側壁
１２０	上壁
１３０	底壁
５００	基板保持手段
２００	ランプユニット
３００	外部ロータ
４００	内部ロータ
６００	磁気結合手段
１０００	ガス軸受
W	基板

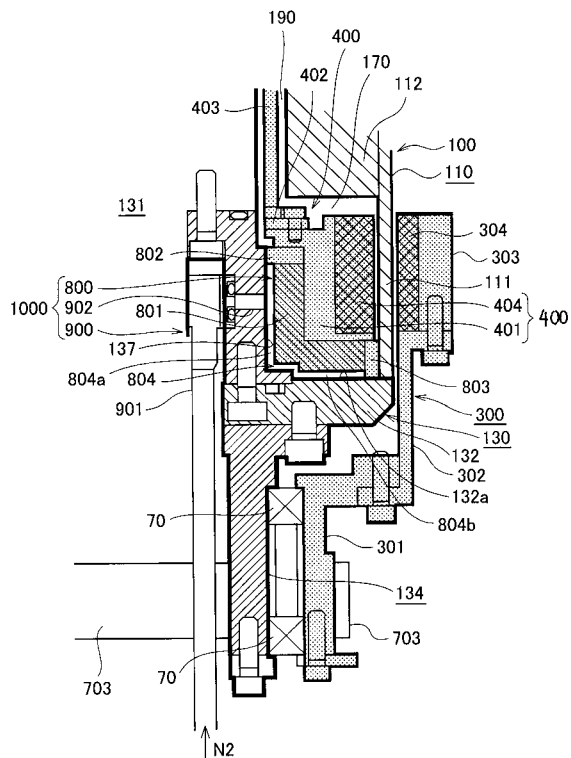
【図 1】



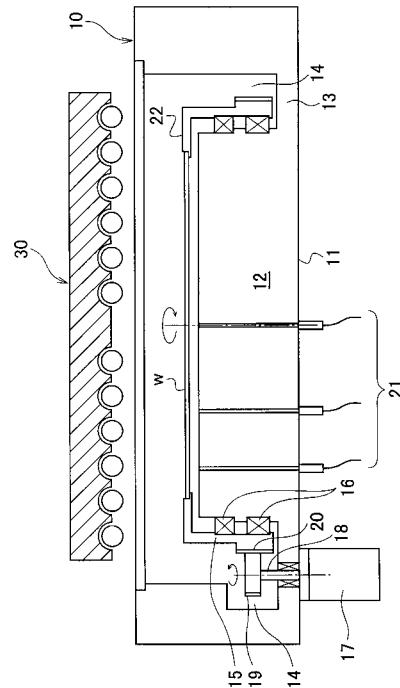
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 石津 秀雄

東京都羽村市神明台 2-6-1 3 株式会社国際電気セミコンダクターサービス内

(72)発明者 石原 将司

東京都羽村市神明台 2-6-1 3 株式会社国際電気セミコンダクターサービス内

Fターム(参考) 5F031 CA02 HA33 HA59 JA01 JA46 LA02 LA06 MA30 NA05 PA26