(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3665672号

(P3665672)

(45)発行日　平成17年6月29日(2005.6.29)　(24)登録日　平成17年4月8日(2005.4.8)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
C23C 16/46	C23C 16/46	
H01L 21/205	H01L 21/205	
H01L 21/285	H01L 21/285	C
H01L 21/31	H01L 21/31	B

請求項の数 9　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平7-308233
(22)出願日　平成7年11月1日(1995.11.1)
(65)公開番号　特開平9-125251
(43)公開日　平成9年5月13日(1997.5.13)
審査請求日　平成13年9月17日(2001.9.17)

(73)特許権者　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番６号
(74)代理人　100091513
弁理士　井上　俊夫
(72)発明者　牛川　治憲
神奈川県津久井郡城山町町屋１丁目２番４１号　東京エレクトロン東北株式会社　相模事業所内

審査官　宮澤　尚之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】成膜装置及び成膜方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

真空チャンバ内の載置部に載置された被処理基板を加熱しながら被処理基板の表面に処理ガスを供給し、処理ガスの反応により生成された反応生成物を被処理基板の表面に堆積して薄膜を生成する成膜装置において、

真空チャンバに形成された開口部を気密に塞ぐ透過窓と、

この透過窓の外側に設けられ、前記被処理基板を加熱するための加熱ランプと、

前記被処理基板を囲むように設けられ、給電されて発熱する発熱体を備えた補助加熱部と、を備えたことを特徴とする成膜装置。

【請求項２】

真空チャンバ内に載置された被処理基板を加熱しながら被処理基板の表面に処理ガスを供給し、処理ガスの反応により生成された反応生成物を被処理基板の表面に堆積して薄膜を生成する成膜装置において、

抵抗発熱体を備え、被処理基板を載置するための載置部と、

この載置部に載置された被処理基板を囲むように設けられ、給電されて発熱する発熱体を内蔵する補助加熱部と、を備えたことを特徴とする成膜装置。

【請求項３】

前記補助加熱部の上端は、前記載置部に載置された被処理基板の表面よりも高く位置していることを特徴とする請求項１または２記載の成膜装置。

【請求項４】

前記真空チャンバの壁部に形成された流体通路と、
この流体通路内に冷却用流体を通流させるための冷却手段と、を備えたことを特徴とする請求項１ないし３のいずれかに一つに記載の成膜装置。
【請求項５】
前記補助加熱部は、セラミック体に抵抗発熱体を設けて構成されていることを特徴とする請求項１ないし４のいずれかに一つに記載の成膜装置。。
【請求項６】
補助加熱部と被処理基板との間から排気口に連通する排気通路を設けたことを特徴とする請求項１ないし５のいずれかに一つに記載の成膜装置。。
【請求項７】
真空チャンバ内の載置部に被処理基板を載置する工程と、
次いで真空チャンバに形成された開口部を気密に塞ぐ透過窓の外側から加熱ランプにより前記被処理基板を加熱する工程と、
被処理基板を加熱する工程を行っているときに、被処理基板の表面に処理ガスを供給し、処理ガスの反応により生成された反応生成物を被処理基板の表面に堆積して薄膜を生成する工程と、
薄膜を生成する工程を行っているときに、前記被処理基板を囲むように設けられた補助加熱部の表面を、当該補助加熱部に設けられた発熱体を給電により発熱させることにより加熱する工程と、を含むことを特徴とする成膜方法。
【請求項８】
真空チャンバ内の載置部に被処理基板を載置する工程と、
載置部に設けられた発熱体を給電して発熱させることにより前記被処理基板を加熱する工程と、
被処理基板を加熱する工程を行っているときに、被処理基板の表面に処理ガスを供給し、処理ガスの反応により生成された反応生成物を被処理基板の表面に堆積して薄膜を生成する工程と、
薄膜を生成する工程を行っているときに、前記被処理基板を囲むように設けられた補助加熱部の表面を、当該補助加熱部に内蔵された発熱体を給電により発熱させることにより加熱する工程と、を含むことを特徴とする成膜方法。
【請求項９】
薄膜を生成する工程を行っているときに、真空チャンバの壁部内に冷却用流体を通流させることにより当該壁部を冷却する工程を含むことを特徴とする請求項７または８記載の成膜方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、成膜装置及び成膜方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
半導体デバイスの製造プロセスの一つとして、半導体ウエハ（以下ウエハという）の表面に処理ガスを供給して例えば熱により分解させ、気相反応により薄膜を生成するＣＶＤ処理がある。このような処理を行うための従来の枚葉式ＣＶＤ装置を図７に示すと、この装置では、載置部１１に載置されたウエハＷを裏面側から例えば加熱ランプ１２で透過窓１２ａを介して加熱し、真空チャンバ１３内を排気管１４を介して所定の真空度まで真空排気すると共に、ウエハＷに対向するガス供給部１５より処理ガスを供給して、処理ガスの反応による生成物をウエハＷ表面に堆積して薄膜を形成するようにしている。
【０００３】
ところで枚葉ＣＶＤ装置には真空チャンバ１３の内壁面をウエハの処理温度程度に加熱するホットウオールタイプと前記内壁面を加熱しないコールドウオールタイプとがあるが、コールドウオールタイプの装置が主流である。その理由について述べると、成膜の高速化

を図るためには処理温度を高くするかあるいは圧力を高くすることが挙げられるが、処理温度を高くすると、例えばリンをドープしたポリシリコン膜を成膜する場合には低い抵抗値が得られないなどの不都合がある。

【０００４】

一方圧力を例えば１０Ｔｏｒｒ程度まで高くすると、ウエハ表面で起こった処理ガスの反応の中間種が対流の影響により逆拡散するが、このとき内壁面から熱エネルギーを受けて高次反応が進行し、例えば１０Ｔｏｒｒ程度もの圧力になると、高次反応の進行の度合いが大きく、分子量の大きい高次反応物が多量にウエハ表面に付着し、予定とする薄膜が得られない。

【０００５】

これに対してコールドウオールタイプでは、圧力を高くしても中間種が内壁面から受ける熱エネルギーは小さいのでホットウオールタイプのような問題は起こらない。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら真空チャンバ内の圧力を高くすると、対流の影響によりウエハWの熱が内壁面に伝熱して内壁面の温度が上昇する。このため逆拡散した反応中間種が内壁面から受ける熱が小さいとはいえ高次反応が進行し、ポリシリコンと共に高次反応物がウエハW上に堆積されるためステップカバレジ（凹部の埋め込み形状）が悪くなり、パターンの微細化が進んでいることからボイド（空隙）が発生し、歩留まりが低下するという問題がある。

【０００７】

更にコールドウオールタイプの場合、ウエハWと内壁面との温度差が大きいため、ウエハエッジからの放熱によりウエハの温度面内均一性が低く、この傾向は処理温度が高い程顕著である。例えば８００℃でＨＴＯ酸化膜を成膜する場合には、ウエハ面内の温度のばらつきは数十度にもなるため、膜厚の面内均一性が悪いという問題がある。

【０００８】

本発明は、このような事情の下になされたものであり、その目的は、膜厚の面内均一性の高い技術を提供することにある。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

本発明は、真空チャンバ内の載置部に載置された被処理基板を加熱しながら被処理基板の表面に処理ガスを供給し、処理ガスの反応により生成された反応生成物を被処理基板の表面に堆積して薄膜を生成する成膜装置において、

真空チャンバに形成された開口部を気密に塞ぐ透過窓と、

この透過窓の外側に設けられ、前記被処理基板を加熱するための加熱ランプと、

前記被処理基板を囲むように設けられ、給電されて発熱する発熱体を備えた補助加熱部と、を備えたことを特徴とする。

【００１０】

他の発明は、真空チャンバ内に載置された被処理基板を加熱しながら被処理基板の表面に処理ガスを供給し、処理ガスの反応により生成された反応生成物を被処理基板の表面に堆積して薄膜を生成する成膜装置において、

抵抗発熱体を備え、被処理基板を載置するための載置部と、

この載置部に載置された被処理基板を囲むように設けられ、給電されて発熱する発熱体を内蔵する補助加熱部と、を備えたことを特徴とする。

【００１１】

前記補助加熱部の上端は、例えば前記載置部に載置された被処理基板の表面よりも高く位置している。また本発明では、前記真空チャンバの壁部に形成された流体通路と、この流体通路内に冷却用流体を通流させるための冷却手段と、を備えた構成が好ましい。前記補助加熱部は、例えばセラミック体に抵抗発熱体を設けて構成される。また補助加熱部と被処理基板との間から排気口に連通する排気通路を設ける構成としてもよい。

【００１２】

本発明の成膜方法は、真空チャンバ内の載置部に被処理基板を載置する工程と、
次いで真空チャンバに形成された開口部を気密に塞ぐ透過窓の外側から加熱ランプにより前記被処理基板を加熱する工程と、
被処理基板を加熱する工程を行っているときに、被処理基板の表面に処理ガスを供給し、処理ガスの反応により生成された反応生成物を被処理基板の表面に堆積して薄膜を生成する工程と、
薄膜を生成する工程を行っているときに、前記被処理基板を囲むように設けられた補助加熱部の表面を、当該補助加熱部に設けられた発熱体を給電により発熱させることにより加熱する工程と、を含むことを特徴とする。

【００１３】

他の発明の成膜方法は、真空チャンバ内の載置部に被処理基板を載置する工程と、
載置部に設けられた発熱体を給電して発熱させることにより前記被処理基板を加熱する工程と、
被処理基板を加熱する工程を行っているときに、被処理基板の表面に処理ガスを供給し、処理ガスの反応により生成された反応生成物を被処理基板の表面に堆積して薄膜を生成する工程と、
薄膜を生成する工程を行っているときに、前記被処理基板を囲むように設けられた補助加熱部の表面を、当該補助加熱部に内蔵された発熱体を給電により発熱させることにより加熱する工程と、を含むことを特徴とする。本発明では、薄膜を生成する工程を行っているときに、真空チャンバの壁部内に冷却用流体を通流させることにより当該壁部を冷却することが好ましい。

【００１７】

【発明の実施の形態】

図１は本発明の実施の形態を示す図である。２は例えばアルミニウムよりなる円筒状の真空チャンバであり、この真空チャンバ２の底部中央は内方に突出した環状部２１として形成されている。この環状部２１には、その開口部を気密に塞ぐように石英製の透過窓２２が設けられると共に、環状部２１の上面には、図２に詳しく示すようにウエハＷの周縁部４ヶ所を夫々保持する４本の保持アーム３１（図１では保持アーム３１の一部のみ記載してある）が昇降自在に設けられている。

【００１８】

これら保持アーム３１は、真空チャンバ２の内壁面付近に沿って配置されたリング体３２から内方に伸び出しており、このリング体３２は例えば真空チャンバ２の上部に設けられた図示しない昇降手段により、昇降できるようになっている。保持アーム３１及びリング体３２は、リフタをなすものであり、図示しない搬送アームとの間でウエハＷを受け渡すときに前記環状部２１より上方に位置し、成膜時には環状部２１の上面に位置してウエハＷを保持している。この例では４本の保持アーム３１は、ウエハＷの載置部をなすものである。

【００１９】

前記透過窓２２の下方側には、加熱手段例えば加熱ランプ２３が設けられている。この加熱ランプ２３はモータＭにより回転されるターンテーブル２４上に配設されている。

【００２０】

前記環状部２１の周縁部には、ウエハＷを取り囲むようにリング状の補助加熱部４が設けられている。この補助加熱部４は、例えばリング状のセラミック体の中に、電源部４１から給電されて発熱する抵抗発熱体を設けて構成され、上端が例えばプロセス時のウエハＷ表面と略同じ高さに設定されると共に、内周面がウエハＷの外周縁から例えば５ミリメートル離れている。

【００２１】

真空チャンバ２の上部には、環状部２１と対向するようにシャワーヘッドなどと呼ばれているガス供給部５１が設けられている。このガス供給部５１は、多数のガス噴射孔５２が形成されたガス拡散部５０を備え、例えばガス供給管５３、５４から夫々送られる処理ガ

スをガス噴射孔５２から別々に真空チャンバ２内に供給するように構成されている。前記ガス供給部５１の側周部及びガス拡散部５０には、温調用の流体を通流させるための流体通路２５が形成されている。また真空チャンバ２の側壁と環状部２１との間の底面には、真空ポンプ５５が介設された排気管５６が接続されている。

【００２２】

前記真空チャンバ２の例えば上壁及び側壁の内部には、温調用の流体を通流させるための流体通路６１が形成されると共に、この流体通路６１内に例えばエチレングリコールを主剤とする温調用の流体を循環させるための循環供給路６２が接続されている。温調用の流体を流体通路６１内に循環させる具体的構成例としては、例えば流体通路６１を側壁内に螺旋状に形成し、循環供給路６２の一端側及び他端側を夫々流体通路６１の上端及び下端に接続する構成などを挙げることができるが、図１では略解して記載してある。またこの循環供給路６２は、ガス供給部５１に設けられた流体通路２５にも接続されており、流体通路２５内に温調用の流体が循環するようになっている。

【００２３】

前記循環供給路６２には、冷却手段例えば熱交換器よりなる冷却器６３が設けられており、この冷却器６３は循環供給路６２の入口側及び出口側に設けられた温度検出部６４、６５の検出値及び設定値に基づいて、コントローラ６６を介して制御されるように構成されている。ただし温調用の流体により真空チャンバ２の壁部の温度を制御する構成としては、真空チャンバ２の壁部の外側に、流体通路を備えた例えば円筒状の通路ユニットを密着して接合してもよいし、流体としては液体に限らず気体であってもよい。

【００２４】

次に上述実施の形態の作用について、例えばモノシランガス（ＳｉH4 ）及びフォスフィンガス（ＰH3 ）により、リンがドープされたポリシリコン膜を成膜する場合について述べる。先ず図示しない搬送アームにより真空チャンバ２内にウエハＷを搬入し、リフタ３２の保持アーム３１上に受け渡す。そして加熱ランプ２３によりウエハＷを、例えば６４０℃程度に加熱すると共に、真空ポンプ５５により真空チャンバ２内を真空排気して例えば１０Ｔｏｒｒの圧力に維持しながらガス供給管５３、５４より、夫々ＳｉH4 ガス及びＰH3 ガスを例えば流量２００ｃｃ／分及び１０ｃｃ／分で処理ガス供給部５１を介して真空チャンバ内に導入する。

【００２５】

このとき補助加熱部４をその表面温度が例えば４００℃以上になるように加熱すると共に冷却器６３で冷却された冷却用流体を循環供給路６２から真空チャンバ２の壁部内の流体通路６１及びガス供給部５１内の流体通路２５内に通流させ、これにより真空チャンバ２の上部及び側部の内壁面を例えば１００℃以下に冷却する。こうしてＳｉH4 が熱分解して、リンガードープされたポリシリコン膜が例えば５００オングストローム／分の成膜速度で成膜され、ウエハＷ表面に例えば厚さ０．１μｍの薄膜が形成される。

【００２６】

このような実施の形態によれば、ウエハＷの表面温度を約６２０℃にて成膜してもアモルフォス状態にできるため低い抵抗値のリンドープポリシリコン膜が得られ、一方真空チャンバ２内を１０Ｔｏｒｒの高い圧力にしているため成膜速度が早く、高いスループットが得られる。そして真空チャンバ２内を高い圧力にすると対流の影響でウエハＷから真空チャンバ２の内壁面やガス供給部５１への伝熱が大きくなるが、真空チャンバ２の壁部及びガス供給部５１を冷却しているため、これらの部分の昇温を抑えることができる。このため、ウエハＷ表面付近でＳｉH4 の熱分解により中間種が生成され、この中間種が逆拡散していっても真空チャンバ２の壁部やガス供給部５１から受ける熱エネルギーは少なく、この結果高次反応の進行が抑制され、良好なステップカバレジ（埋め込み特性）が得られる。

【００２７】

このように真空チャンバ２の壁部を冷却するとウエハＷと壁部との温度差が大きくなるが、ウエハＷの側周面を囲むように補助加熱部４を設けているため、ウエハＷから壁部に放

熱する熱量が少なくなってウエハWの周縁部の温度低下が抑えられるので、ウエハWの温度面内均一性が高く、従って膜厚について高い面内均一性が得られる。

【００２８】

またウエハWの周りには未反応ガスや反応中間種が拡散するが、補助加熱部４の表面を処理ガスの反応が起こる温度以上に加熱しているため、未反応ガスや反応中間種が消費されて薄膜化され、補助加熱部４の表面に付着する。この点からも高次反応が抑制され、ステップカバレジが良好になり、更に薄膜化されることからパーティクルの発生が防止される。またこれらの効果に加え、補助加熱部４を設けることにより加熱ランプ２３に要する電力（主電力）が少なくなり、トータルとしての電力を少なくできる利点もある。

【００２９】

以上において本発明では、ジクロルシラン（ＳｉＨ2 Ｃｌ2)とアンモニア（ＮＨ3 ）とを用いてシリコンナイトライド膜（Ｓｉ3 Ｎ4 ）を生成するプロセスにも適用できる。このプロセスでは、圧力を例えば１０Ｔｏｒｒとし、ウエハW表面の温度を例えば６５０℃～７６０℃とし、補助加熱部４の表面温度を例えば５００℃とする。この反応では、塩化アンモニウム（ＮＨ4 Ｃｌ）が副生成物として生成されるので、真空チャンバ２の内壁面及びガス供給部５１の表面の温度は、塩化アンモニウムが気化する温度以上であることが必要であり、例えば１５０℃に設定される。

【００３０】

また本発明では、Ｔａ（ＯＣ2 Ｈ5 ）4 とO2 とからＴａ2 Ｏ5 膜を生成するプロセスにも適用できる。このプロセスでは、圧力を例えば１０Ｔｏｒｒとし、ウエハW表面の温度を例えば４５０℃とし、真空チャンバ２の内壁面及びガス供給部５１の表面温度を２００℃とし、補助加熱部４の表面温度を例えば２００℃とする。

【００３１】

ここで図３及び図４に夫々本発明の他の実施の形態の要部を示す。図３の実施の形態では、補助加熱部４の高さをウエハW表面よりも例えば１ミリメートル高くし、かつ補助加熱部４の底部付近に横方向に貫通する排気路４２を、例えばほぼ全周に亘って形成している。図４の実施例では環状部２１における補助加熱部４とウエハWとの間と、環状部２１の外周部との間を連通する排気路４３を例えばほぼ全周に亘って形成している。

【００３２】

このような実施の形態によれば、補助加熱部４をウエハW表面よりも高くしているので、ウエハWの周縁部からの放熱がより一層少なくなると共に、ウエハWの近傍のみならず補助加熱部４で囲まれた領域内に気相反応空間を形成できるので、未反応ガスや中間種の逆拡散量が少なくなり、従って高次反応防止効果が大きいので良好なステップのカバレジが得られる。そして補助加熱部４の内側から排気口へ抜ける排気路４２、４３を形成しているので、ガスの滞留を防止でき、膜厚の面内均一性に対する悪影響を避けることができる。

【００３３】

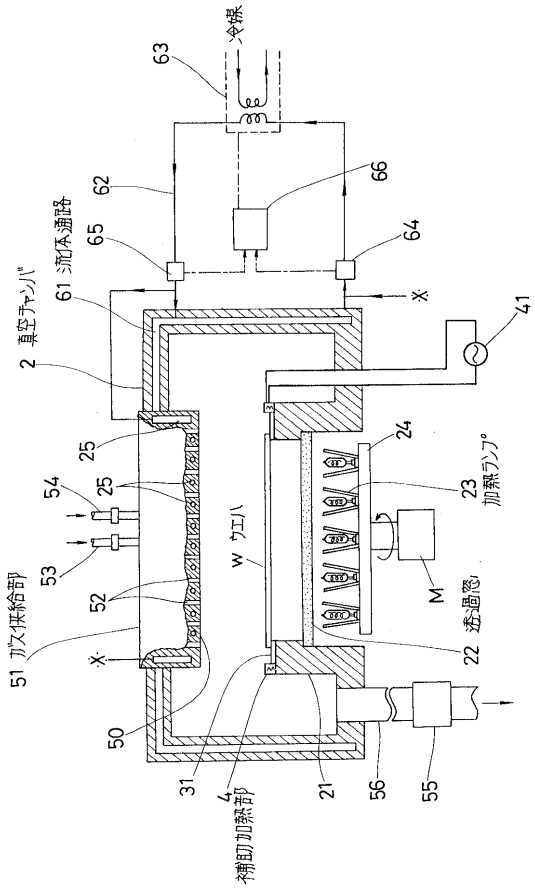
更にまた本発明では、ウエハWを加熱ランプで加熱するタイプの装置に限らず図５に示すように加熱部をなす抵抗発熱体７１を埋設した載置台（載置部）７２の上に突起７３により若干浮かせてウエハWを載せ、抵抗発熱体７１よりの伝熱によってウエハWを加熱するタイプの装置に適用してもよい。

【００３４】

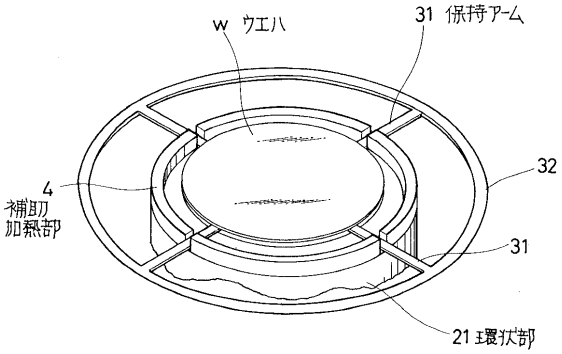
そしてまた本発明は、図６に示すように構成してもよい。この実施の形態が図１の実施例と異なる点は、補助加熱部の代りに断熱部材８を設けた点、及び温調用の流体の循環供給路６２中に加熱手段６７を設けた点にある。断熱部材８は、例えばセラミックよりなり、ウエハWの周囲を取り囲むようにリング状に形成されている。また断熱部材８の上端は例えばウエハWの表面よりも高く位置し、断熱部材８の下部には排気通路８１が形成されている。このように断熱部材８を設けた場合にも、ウエハWから真空チャンバ２の壁部へ放熱される熱量が少なくなり、真空チャンバ２の壁部の温度をウエハWの表面温度より低くしてもウエハWの温度面内均一性が高いという効果が得られる。

【００３５】
また加熱手段６７を備えていることで次のような利点がある。即ちリンドープポリシリコン膜を成膜する場合でも、ウエハＷの表面における凹部の幅が大きいため、ステップカバレジの悪化がそれ程問題とならない場合や凹部のない表面を成膜する場合には、加熱手段６７により温調用の流体を加熱して加熱用流体とし、真空チャンバ２の壁部の温度を成膜が起こらない範囲において高い温度に設定してウエハＷの周縁部からの放熱をより一層抑え、ウエハＷの温度について極めて高い面内均一性を確保することができる。
【００３６】
更に真空チャンバ２の壁部を冷却することも加熱することもできるように構成すれば、プロセスの種類によって気相反応を起こす温度が例えば１５０℃から９００℃程度と広い範囲に亘っているため、各プロセスにおいて温度面内均一性やステップカバレジの優先性に応じて内壁面の温度を設定できるため、種々のプロセスに適用できる適用範囲の広い成膜装置になる。なお、循環供給路６２に冷却手段６３及び加熱手段６７を設け、ウエハＷの周囲に補助加熱部４や断熱部材８を設けない成膜装置も本発明の範囲に含まれるものである。
【００３７】
【発明の効果】
本発明によれば、膜厚について面内均一性の高い成膜処理を行うことができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施の形態を示す断面図である。
【図２】図１の実施の形態における要部を示す斜視図である。
【図３】本発明の他の実施の形態を示す断面図である。
【図４】本発明の更に他の実施の形態を示す断面図である。
【図５】本発明の更にまた他の実施の形態を示す断面図である。
【図６】本発明の上記以外の実施の形態を示す断面図である。
【図７】従来の成膜装置を示す断面図である。
【符号の説明】
２　　真空チャンバ
２１　　環状部
２３　　加熱ランプ
３１　　保持アーム
４　　補助加熱部
４２、４３　　排気路
５１　　ガス供給部
６１、２５　　流体通路
６２　　循環供給路
６３　　冷却器
６７　　加熱手段
７１　　抵抗発熱体
７２　　載置台

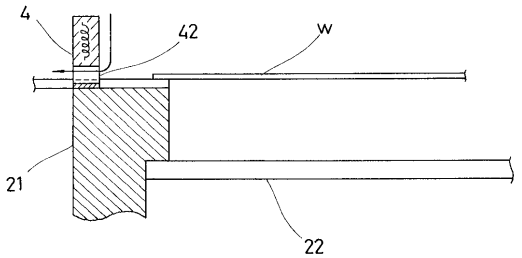
【図１】


冷媒
63
62
66
65
64
61 流体通路
2 真空チャンバ
41
25
24
54
25
23 加熱ランプ
53
W ウエハ
52
M
51 ガス供給部
22 透過窓
50
31
4 補助加熱部
21
56
55

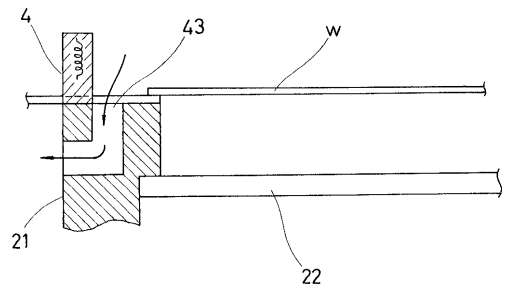
【図２】


W ウエハ
31 保持アーム
4
補助
加熱部
32
31
21 環状部

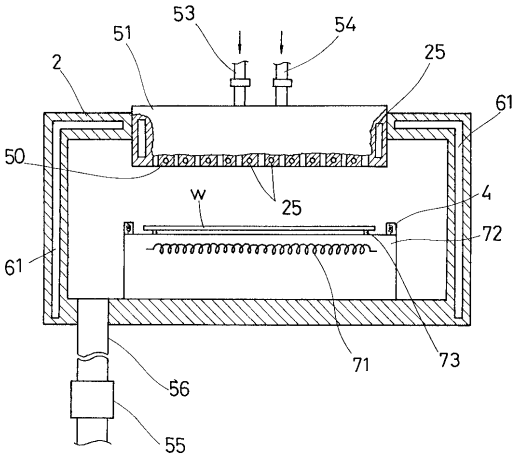
【図３】


4
42
W
21
22

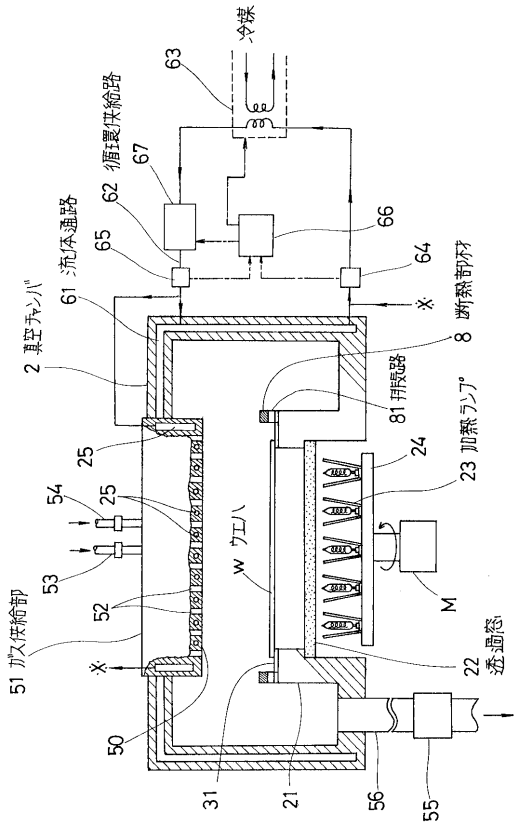
【図４】


4
43
W
21
22

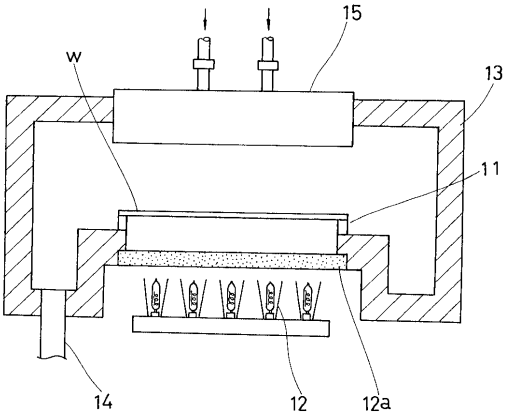
【図５】


53
54
51
25
2
61
50
W
25
4
72
61
71
73
56
55

【図６】


冷媒
63
循環供給路
67
62
流体通路
65
66
64
61
2 真空チャンバ
※
断熱部材
8
81 排気路
25
24
23 加熱ランプ
54
25
53
52
51 ガス供給部
※
w ウエハ
M
22 透過窓
50
31
21
56
55

【図７】


15
w
13
11
14
12
12a

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－１５７７１７（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０３３５２２（ＪＰ，Ｕ）
実開昭６２－０８０３２５（ＪＰ，Ｕ）
特開平０５－２７５３８５（ＪＰ，Ａ）
実開平０４－１２３２５７（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
C23C 16/00-16/56
H01L 21/205
H01L 21/31