

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4028149号

(P4028149)

(45) 発行日 平成19年12月26日(2007.12.26)

(24) 登録日 平成19年10月19日(2007.10.19)

(51) Int. Cl.		F I			
H05B	3/02	(2006.01)	H05B	3/02	B
H05B	3/18	(2006.01)	H05B	3/18	
H05B	3/20	(2006.01)	H05B	3/20	328

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-26582 (P2000-26582)	(73) 特許権者	000004064
(22) 出願日	平成12年2月3日(2000.2.3)		日本碍子株式会社
(65) 公開番号	特開2001-217059 (P2001-217059A)		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(43) 公開日	平成13年8月10日(2001.8.10)	(74) 代理人	100147485
審査請求日	平成17年7月20日(2005.7.20)		弁理士 杉村 憲司
		(74) 代理人	100114292
			弁理士 来間 清志
		(74) 代理人	100072051
			弁理士 杉村 興作
		(72) 発明者	山口 慎治
			愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
			日本碍子株式会社内
		(72) 発明者	山田 淳生
			愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
			日本碍子株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加熱装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加熱面を有するセラミックス製の基体と、この基体内に埋設されている複数体の抵抗発熱体と、各抵抗発熱体に対してそれぞれ交流電力を供給するために各抵抗発熱体ごとに設けられている一対の端子と、各抵抗発熱体に対応する各対の端子に対してそれぞれ前記交流電力を供給するために接続されている交流電源と、各交流電源と各対の端子との間にそれぞれ介在する絶縁トランスとを備え、前記抵抗発熱体が、前記基体の厚さ方向に層状をなして設けられている複数の平面状抵抗発熱体からなり、これらの複数の平面状抵抗発熱体がそれぞれ平面的に見て互いに異なる部分において発熱密度増加部分を備えていることを特徴とする、加熱装置。

【請求項2】

前記セラミックスの体積抵抗率の温度係数が負であることを特徴とする、請求項1記載の加熱装置。

【請求項3】

前記セラミックスが窒化アルミニウムであることを特徴とする、請求項2記載の加熱装置。

【請求項4】

前記抵抗発熱体を構成する材質の体積抵抗率の温度係数が正であることを特徴とする、請求項2または3記載の加熱装置。

【請求項5】

10

20

前記平面状抵抗発熱体が、前記基体の前記加熱面と略平行に配設されていることを特徴とする、請求項1記載の加熱装置。

【請求項6】

前記複数の平面状抵抗発熱体のうちのいずれか一つのみ前記交流電力を供給して発熱させた場合の前記加熱面内の温度分布が、50以下であることを特徴とする、請求項1または5記載の加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セラミックヒーターを用いた加熱装置に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

半導体製造装置においては、熱CVDなどによってシランガスなどの原料ガスから半導体薄膜を製造する当たって、基板であるウエハーを加熱するためのセラミックヒーターが具えられている。

【0003】

セラミックヒーターにおいては、いわゆる2ゾーンヒーターと呼ばれる構成のものが知られている。2ゾーンヒーターにおいては、セラミック基体中に、モリブデンなどの高融点金属からなる内側抵抗発熱体と外側抵抗発熱体とを埋設し、これら抵抗発熱体にそれぞれ別個の電流導入端子を接続し、各抵抗発熱体に所定の電圧を印加することにより、内側抵抗発熱体および外側抵抗発熱体を独立に制御する。

20

【0004】

また、特開平5-326112号公報においては、セラミックヒーターの抵抗発熱体を、複数の高融点金属などからなる回路パターンによって構成し、それぞれの回路パターンを互いの欠損部分が補われるようにして配置している。具体的には、一つの回路パターンの折れ目又は折り返し部などにおいて、他の回路パターンを重ね合わせている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

特に半導体ウエハーを加熱する用途においては、加熱面の温度を全体に均一に制御することが必要であり、使用条件下で例えば加熱面の全体にわたって ± 5 以下といった厳格な仕様を満足することが要求されている。2ゾーン制御方式のセラミックヒーターにおいても、通常はこうした仕様を満足することは可能であった。しかし、本発明者が更に検討を進めた結果、室温-500といった温度範囲において加熱面の温度の均一性が保持されていたセラミックヒーターであっても、例えば600以上の温度範囲になると急激に加熱面における温度差が大きくなることがあった。こうした場合には、通常ヒーターの基体の外周部分の特定部位にヒートスポットが発生すると共に、例えば図2に示すように、抵抗発熱体の全長の抵抗値が上昇せず、かえって低下する傾向が見られた。

30

【0006】

本発明の課題は、加熱面を有するセラミック製の基体と、この基体内に埋設されている複数体の抵抗発熱体と、各抵抗発熱体に対してそれぞれ交流電力を供給するために各抵抗発熱体ごとに設けられている一对の端子と、各抵抗発熱体に対応する各対の端子に対してそれぞれ交流電力を供給するために接続されている交流電源とを備えている加熱装置において、高温領域を含む広い温度範囲で、加熱面における温度差の増加やヒートスポットの発生を防止できるようにすることである。

40

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、加熱面を有するセラミック製の基体と、この基体内に埋設されている複数体の抵抗発熱体と、各抵抗発熱体に対してそれぞれ交流電力を供給するために各抵抗発熱体ごとに設けられている一对の端子と、各抵抗発熱体に対応する各対の端子に対してそれぞれ前記交流電力を供給するために接続されている交流電源と、各交流電源と各対の端子と

50

の間にそれぞれ介在する絶縁トランスとを備え、前記抵抗発熱体が、前記基体の厚さ方向に層状をなして設けられている複数の平面状抵抗発熱体からなり、これらの複数の平面状抵抗発熱体がそれぞれ平面的に見て互いに異なる部分において発熱密度増加部分を備えている加熱装置に係るものである。

【0008】

本発明者は、こうした加熱装置において、高温領域で加熱面の温度差の増大やヒートスポットが生ずる原因について検討した。まず、本発明者は、ヒートスポット（例えば図3に示す）を観測した結果、ヒートスポットの平面的形態が抵抗発熱体の埋設の方向（周方向）に沿って発生している可能性があると考えた。更に、図2に示すように高温領域で抵抗発熱体の抵抗値（全長の抵抗値）が低下する傾向が見られたことに注目した。通常、温度が上昇すると金属の体積抵抗値も上昇するので、図2に見られるような抵抗値の低下は、抵抗発熱体の材質等の変化によるものではなく、セラミックス側にあるものと考えられる。

10

【0009】

本発明者はこの観点から更に検討し、ある温度以上になると、各抵抗発熱体の近接領域間でセラミックスを通して漏れ電流が発生するものと考えた。特にセラミックスが負の温度係数を有している場合には、漏れ電流が発生し易い。漏れ電流が発生すると、抵抗発熱体内の電流値が局所的に上昇し、発熱量が増加し、これによって漏れ電流が一層増大する傾向がある。こうしたプロセスによって漏れ電流が拡大し、ヒートスポットが発生するものと考えられる。

20

【0010】

この仮定に立ち、各抵抗発熱体に対して絶縁トランスを介在させることで各抵抗発熱体間の電流を遮断したところ、例えば図4に示すようにヒートスポットはほぼ解消され、加熱面の温度差が著しく縮小することが分かった。

【0011】

セラミックスの種類は限定されないが、体積抵抗率の温度係数が負であり、かつその温度係数が大きいという観点からは、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素が好ましく、耐蝕性の観点から窒化アルミニウムが特に好ましい。

【0012】

本発明は、抵抗発熱体の材質の体積抵抗率の温度係数が正である場合に特に有用である。抵抗発熱体の具体的な材質としては、タンタル、タングステン、モリブデン、白金、レニウム、ハフニウム及びこれらの合金である高融点金属を使用することが好ましく、特に、セラミックス基体を窒化アルミニウムから構成した場合には、モリブデン及びモリブデン合金であることが好ましい。また、高融点金属以外に、カーボン、TiN、TiCなどの導電性材料を使用することもできる。

30

【0013】

好ましくは、抵抗発熱体が、基体の厚さ方向に層状をなして設けられている複数の平面状抵抗発熱体からなり、これらの複数の平面状抵抗発熱体がそれぞれ平面的に見て互いに異なる部分において発熱密度増加部分を備えている。更に好ましくは、平面状抵抗発熱体が、基体の加熱面と略平行に配設されている。こうした実施形態について、図1を参照しつつ、更に説明する。

40

【0014】

図1は、本発明の実施形態に係る加熱装置を示す模式図である。図1においては、説明の便宜のために装置の詳細については記載を省略するとともに、装置の各部分の大きさも実際の加熱装置とは異なった尺度で描いている。

【0015】

セラミックスヒーター1は、基体2と、基体2中に埋設されている上部平面状抵抗発熱体3及び下部平面状抵抗発熱体4を具えている。基体2の例えば中央部には電流導入端子5及び6が設けられている。

【0016】

50

抵抗発熱体 3、4 は、それぞれ基体 2 の加熱面 2 A と略平行となるように埋設されている。上部平面状抵抗発熱体 3 は、基体 2 の外周部において発熱密度増加部分 3 A を有しており、下部平面状抵抗発熱体 4 は、基体 2 の内周部において発熱密度増加部分 4 A を有している。

【 0 0 1 7 】

端子 5 の一端は上部平面状抵抗発熱体 3 に接続されており、端子 6 の一端は下部平面状抵抗発熱体 4 の発熱密度増加部分 4 A に接続されている。そして、端子 5 及び 6 の他端には、リード線 8 及び 9 が接続されている。リード線 9 は絶縁トランス 10 A を解して交流電源 11 A に対して接続されている。リード線 8 は絶縁トランス 10 B を解して交流電源 11 B に接続されている。各交流電源 11 A、11 B からの供給電力は互いに独立して制御可能である。

10

【 0 0 1 8 】

基体 2 の背面側には円筒状部材 7 が接合されており、電流導入端子部 5 及び 6 の他端、すなわち、これらの端子部の基体 2 から外部に突出した部分を保護している。

【 0 0 1 9 】

高温領域においてセラミックスの抵抗値が低下すると、例えば発熱密度増加部分 3 A と発熱体 4 との間で漏れ電流が発生し、ヒートスポットの原因となる。本発明によって、こうした各層の抵抗発熱体間の漏れ電流を防止できる。

【 0 0 2 0 】

また、図 1 のような加熱装置によれば、更に次のような作用効果が得られる。例えば図 1 のような 2 ゾーンセラミックスヒーターを長時間稼働させると、基体及び各抵抗発熱体は頻繁に加熱冷却される。そして、この加熱冷却の熱サイクルにより、基体を構成するセラミックスと抵抗発熱体を構成する高融点金属との熱膨張率が異なることに起因して、抵抗発熱体に接続された電流導入端子には、熱膨張差に起因する剪断応力が発生する。このような剪断応力が端子に頻繁に作用すると、端子が疲労破壊によって切断される可能性がある。

20

【 0 0 2 1 】

また、一般に、抵抗発熱体と電流導入端子とはロウ材によって接合されているが、抵抗発熱体とロウ材との熱膨張差による剪断応力によって、これらの接合部分が切断されてしまう可能性がある。

30

【 0 0 2 2 】

かりに電流導入端子が一つの抵抗発熱体と切断されてしまうと、その抵抗発熱体には電流が流れず、発熱しない状態になる。このため、セラミックス基体の内部に大きな温度差が生じ、セラミックスの内部にクラックが発生する可能性がある。

【 0 0 2 3 】

一方、例えば図 1 に示す加熱装置によれば、複数の平面状抵抗発熱体のそれぞれが、平面的に見て互いに異なる部分（重複しない領域）に発熱密度増加部分を具えている。これによって、2 ゾーンヒーターとしての機能を問題なく果たすことができる。なぜなら、内周側の温度を上昇させたいときには抵抗発熱体 4 への供給電力を増加させて発熱密度増加部分 4 A の寄与を大きくする。外周側の温度を上昇させたいときには抵抗発熱体 3 への供給電力を増加させて発熱密度増加部分 3 A の寄与を大きくできるからである。

40

【 0 0 2 4 】

これと共に、例えば上部平面状抵抗発熱体 3 が発熱しなくなった場合には、下部平面状抵抗発熱体 4 のみが発熱することになる。しかし、この場合にも、発熱密度増加部分 4 A における発熱量とそれ以外の部分における発熱量との差は、従来の 2 ゾーンヒーターに比べると小さい。従って、基体の外周側と内周側との温度差は比較的小さく、クラック発生までは至りにくい。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すセラミックスヒーターにおいては、上部平面状抵抗発熱体 3 および下部平面状抵抗発熱体 4 が、基体 2 の加熱面 2 A と略平行となるように配設されている。これにより

50

、セラミックス基体 2 中における上下方向の熱の伝導が極めて均一に行われる。従って、加熱面 2 A 上に被加熱物、例えば半導体ウエハーを載置した場合に、ウエハーを均一に効率よく加熱することができる。なお、ここでいう略平行とは、幾何学的に見て完全に平行な場合に加えて、 $-0.5 \sim 0.5$ 度の範囲内にあるものをいう。

【0026】

また、本発明のセラミックスヒーターにおいては、各平面状抵抗発熱体によって加熱した際において、基体の加熱面内の温度分布が 50 以内であることが好ましく、さらには 20 以内であることが好ましい。これによって、例えば、図 1 における上部平面状抵抗発熱体 3 に電流が流入しなくなり、発熱体として作用しなくなった場合においても、下部平面状抵抗発熱体 4 のみでかなり均一な加熱が可能となるために、基体内の温度分布が不均一となつてクラックの発生などをより効果的に抑制することができる。さらには、加熱面 2 A における被加熱物をより均一に加熱することができるようになる。

10

【0027】

本発明の加熱装置における抵抗発熱体の形態は、本発明の目的を達成することができれば、限定されるものではない。例えば網状物、コイルスプリング状物、及びリボン状物などから構成することができる。セラミックスヒーターを稼働した場合の加熱冷却の熱サイクルに対して著しい耐性を付与するためには、網状物あるいはコイルスプリング状物から抵抗発熱体を構成することが好ましい。また、抵抗発熱体の平面形状は特に限定されない。

【0028】

平面状抵抗発熱体を網状物から構成する場合は、所定部分を高密度に編み込むか、あるいは網状物を構成する素材の所定部分の断面積を小さくすることによって、発熱密度増加部分を形成する。

20

平面状抵抗発熱体をコイルスプリング状物から構成する場合は、所定部分の巻数やピッチを増加させたり、所定部分のコイルを構成する同心円の直径を大きくすることによって、発熱密度増加部分を形成する。

平面状抵抗発熱体をリボン状物から構成する場合は、所定部分のリボン幅を小さくすることによって、発熱密度増加部分を形成する。

【0029】

【実施例】

図 1 に概略的に示す加熱装置を製造した。具体的には、還元窒化法によって得られた窒化アルミニウム粉末を使用し、この粉末にアクリル系樹脂バインダーを添加し、噴霧造粒装置によって造粒し、造粒顆粒を得た。3 層のシート状成形体を順次一軸加圧成形し、3 層の成形体を積層し、一体化した。この一軸加圧成形体の中には、モリブデン製のコイル状の抵抗発熱体 3 および 4 を埋設した。

30

【0030】

この成形体をホットプレス型中に収容し、密封した。昇温速度 300 / 時間で温度を上昇させ、この際、室温 \sim 1000 の温度範囲で減圧を行った。この温度の上昇と同時に圧力を上昇させた。最高温度を 1800 とし、最高温度で 4 時間保持し、圧力を 200 kgf/cm² とし、窒素雰囲気下で焼成し、焼結体を得た。この焼結体を機械加工し、更に仕上げ加工してヒーターを得た。基体 2 の直径を 240 mm とし、厚さを 18 mm とし、絶縁性誘電層の厚さを 1 mm にした。抵抗発熱体 3 と 4 との間隔を 5.5 mm とした。

40

【0031】

本発明例においては、図 1 に概略的に示す回路を作製した。比較例においては、絶縁トランス 10 A、10 B を設けず、各リード線 9、8 をそれぞれ交流電源 11 A、11 B に対して直接に接続した。

【0032】

各交流電源からの供給電力を制御することによって、加熱装置の加熱面の平均温度を約 400 から 750 の間で変化させ、抵抗発熱体 4 の一対の端子 6 間の抵抗値の温度変化を測定した。この結果を図 2 に示す。

50

【0033】

また、加熱面の平均温度が700 のときの加熱面の表面温度分布をサーモビューアで測定した。比較例による測定結果を図3に示し、本発明例の測定結果を図4に示す。図3、図4においては、暖色の領域は温度が高く、寒色の領域は温度が低いことを示している。例えば、赤色から黄色、緑色、青色へと向かって温度が低下していく。そして、色階調の一段階の変化が、2.5 の温度差の存在に対応している。言い換えると、異なる色に彩色された隣接する領域の間では、2.5 の温度差がある。従って、このサーモビューアによる観測結果から、加熱面の最高温度と最低温度との差を算出できる。この結果は、比較例においては26 であり、本発明例においては7.5 であった。

【0034】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、前記加熱装置において、高温領域を含む広い温度範囲内で、加熱面における温度差の増加やヒートスポットの発生を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る加熱装置を示す概略図である。

【図2】加熱面の平均温度を約400 - 750 の温度範囲内で変化させたときの、抵抗発熱体4の抵抗値の変化を示すグラフである。

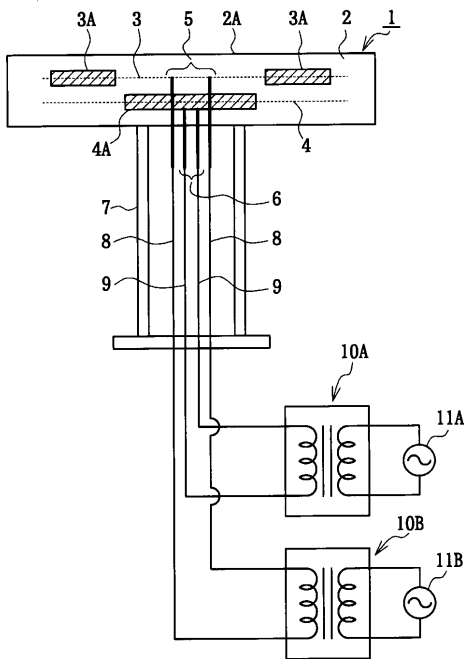
【図3】比較例の加熱装置の加熱面の温度分布をサーモビューアで測定した結果を示す図である。

【図4】本発明例の加熱装置の加熱面の温度分布をサーモビューアで測定した結果を示す図である。

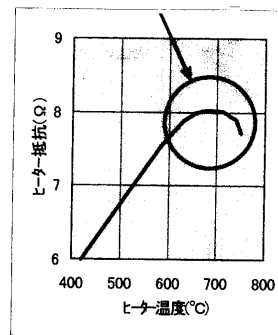
【符号の説明】

- 1 加熱装置
- 2 基板
- 2A 加熱面
- 3、4 抵抗発熱体
- 3A、4A 発熱密度増加部分
- 5、6 各対の端子
- 8、9 リード線
- 10A、10B 絶縁トランス
- 11A、11B 交流電源

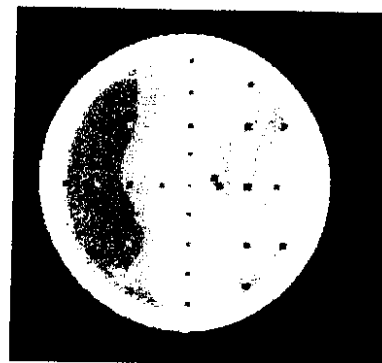
【図1】



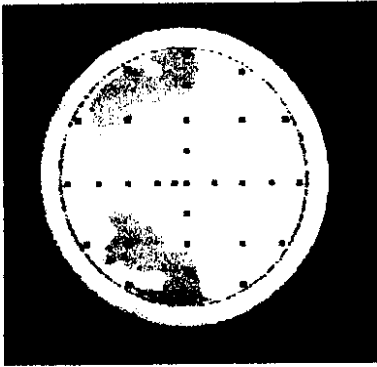
【図2】



【図3】



【 図 4 】



フロントページの続き

審査官 川端 修

- (56)参考文献 特開平08 - 191049 (JP, A)
特開平09 - 270454 (JP, A)
特開平04 - 239120 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 3/02

H05B 3/18

H05B 3/20