

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3924524号

(P3924524)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月2日(2007.3.2)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L	21/02	(2006.01)	HO 1 L	21/02 Z
HO 1 L	21/3065	(2006.01)	HO 1 L	21/302 1 O 1 G
HO 5 B	3/20	(2006.01)	HO 5 B	3/20 3 9 3
HO 1 L	21/205	(2006.01)	HO 1 L	21/205

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2002-314991 (P2002-314991)
(22) 出願日	平成14年10月29日(2002.10.29)
(65) 公開番号	特開2004-152913 (P2004-152913A)
(43) 公開日	平成16年5月27日(2004.5.27)
審査請求日	平成15年3月25日(2003.3.25)

(73) 特許権者	000006633
	京セラ株式会社
	京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(72) 発明者	右田 靖
	鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

審査官 大嶋 洋一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエハ加熱装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

板状セラミック体の表面にウエハを保持する載置面を備え、内部に抵抗発熱体を、外部に前記抵抗発熱体と通電する給電端子を備えるとともに、前記載置面の方向から見て前記抵抗発熱体の外側の前記板状セラミック体に前記板状セラミック体の外部から給電しない孤立した円環状の熱伝導体パターンを備えていることを特徴とするウエハ加熱装置。

【請求項2】

前記円環状の熱伝導体パターンが金属を主成分とし、前記熱伝導体パターンの熱伝導率が前記板状セラミック体の熱伝導率より大きいことを特徴とする請求項1に記載のウエハ加熱装置。

【請求項3】

前記円環状の熱伝導体パターンが金属を主成分とし、前記抵抗発熱体と前記円環状の熱伝導体パターンとの距離が0.1mm～5mmであることを特徴とする請求項1または2に記載のウエハ加熱装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれかに記載のウエハ加熱装置の製造工程において、所定形状に切断した複数のセラミックグリーンシートを、その成形方向が互いに異なるように積層し、焼成して上記板状セラミック体を形成することを特徴とするウエハ加熱装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、PVD、CVD、プラズマCVD等の成膜装置や、プラズマエッチング、光励起エッチング等のエッチング装置に使用されるウエハ加熱装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体装置の製造工程で使用されるプラズマCVD、減圧CVD、光CVD、PVDなどの成膜装置や、プラズマエッチング、光エッチングなどのエッチング装置においては、デポジション用ガスやエッチング用ガス、あるいはクリーニング用ガスとして塩素系やフッ素系の腐食性ガスが使用されていた。

10

【0003】

そして、これらのガス雰囲気中で半導体ウエハ（以下、ウエハと略称する。）を保持しつつ加工温度に加熱するためのウエハ加熱装置として、抵抗発熱体を内蔵したステンレスヒーターが使用されていた。

【0004】

しかしながら、ステンレスヒーターは、上記腐食性ガスに曝されると腐食摩耗し、パーティクルが発生するといった問題点があった。

【0005】

一方、腐食性ガスに対して比較的優れた耐蝕性を有するグラファイトによりウエハ加熱装置を形成し、このウエハ加熱装置をチャンバー外に設置された赤外線ランプによって間接的に加熱することも行われているが、直接加熱のものに比べて熱効率が悪いといった問題点があった。しかも、成膜装置においては膜がチャンバーの壁面に堆積し、この膜での熱吸収が発生することから、ウエハ加熱装置を加熱できなくなるといった不都合もあった。

20

【0006】

そこで、このような問題点を解消するウエハ加熱装置として、特許文献1には、図6に示すような円盤状をした緻密質のセラミック基体の内部に抵抗発熱体を埋設し、セラミック基体の上面をウエハを載せる載置面3としたウエハ加熱装置が提案されており、このウエハ加熱装置内に内蔵する抵抗発熱体として図7に示すような渦巻き状に構成したものがあった。

【0007】

また、上記のウエハ加熱装置を改善する方法として特許文献2には、帯状の抵抗発熱体を埋設し抵抗発熱体の形状を改善しウエハ面内の温度差を小さくする方法が考案されている。

30

【0008】

また、特許文献3には、厚さのバラツキが-10~+10%の範囲のグリーンシートに吸着用電極として導体ペーストを印刷し、前記グリーンシートに他のグリーンシートを積層して積層体を作製した後、焼結させることにより、抵抗発熱体と載置面との厚みのバラツキが小さく、均熱のバラツキを低減したセラミックヒーターが開示されている。

【0009】

【特許文献1】

特開平6-76924号公報

【特許文献2】

特開平11-191535号公報

【特許文献3】

特開2001-274229号公報

40

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1に記載されたウエハ加熱装置は抵抗発熱体が渦巻き状であり、モリブデンやタングステンのコイルを埋設していることから、板状セラミック基体2に位置精度良正確な位置に埋設することが困難であり、載置面3に載せたウエハWを均一に加

50

熱することができないとの問題点があった。

【0011】

即ち、渦巻き状の抵抗発熱体は、抵抗発熱体の一方端8が板状セラミックス体の周縁部で大きく途切れた構造となることからウエハ加熱装置の周縁部における均熱性が悪く、その結果、載置面3に温度差が生じ、ウエハWを均一に加熱することができなかった。その為、このようなウエハ加熱装置を用いて成膜加工を施しても、ウエハW上に膜厚みが均一な膜を形成することができず、また、エッチング加工では加工精度のバラツキが大きくなるなどの問題点があった。

【0012】

また、特許文献3に記載された、グリーンシートの平均の厚さに対し、厚さのバラツキが-10～+10%の範囲にあるグリーンシートに電極用の導体ペーストを印刷し、前記グリーンシートに他のグリーンシートを積層して成形体を作製した後、焼結させるウエハ加熱装置の製法では、載置面3と抵抗発熱体204との間の誘電体層の厚みが20%もバラツク虞があった。その結果、載置面3の面内の温度にバラツキが生じ、ウエハWの全面に渡って均一に加熱できないとの課題があった。

【0013】

また、特許文献2に記載のウエハ加熱装置においても上記と同様にウエハWの面内の温度差が大きくなる虞があった。

【0014】

【課題を解決するための手段】

そこで上記課題に鑑み、本発明のウエハ加熱装置は、板状セラミックス体の表面にウエハを保持する載置面を備え、内部に抵抗発熱体を、外部に前記抵抗発熱体と通電する給電端子を備えるとともに、前記載置面の方向から見て前記抵抗発熱体の外側の前記板状セラミックス体に前記板状セラミックス体の外部から給電しない孤立した円環状の熱伝導体パターンを備えていることを特徴とする。

【0015】

また、前記円環状の熱伝導体パターンが金属を主成分とし、前記熱伝導体パターンの熱伝導率が前記板状セラミックス体の熱伝導率より大きいことを特徴とする。

【0016】

また、前記円環状の熱伝導体パターンが金属を主成分とし、前記抵抗発熱体と前記円環状の熱伝導体パターンとの距離が0.1mm～5mmであることを特徴とする。

【0017】

更に、板状セラミックス体の表面にウエハを保持する載置面を備え、内部に抵抗発熱体を、外部に前記抵抗発熱体と通電する給電端子を備えるとともに、前記載置面の方向から見て前記抵抗発熱体の外側の前記板状セラミックス体に前記板状セラミックス体の外部から給電しない孤立した円環状の熱伝導体パターンを備えていることを特徴とするウエハ加熱装置、該ウエハ加熱装置において前記円環状の熱伝導体パターンが金属を主成分とし、前記熱伝導体パターンの熱伝導率が前記板状セラミックス体の熱伝導率より大きいことを特徴とするウエハ加熱装置、および前記ウエハ加熱装置において前記円環状の熱伝導体パターンが金属を主成分とし、前記抵抗発熱体と前記円環状の熱伝導体パターンとの距離が0.1mm～5mmであることを特徴とするウエハ加熱装置の製造工程において、所定形状に切断した複数のセラミックグリーンシートを、その成形方向が互いに異なるように積層し、焼成して上記板状セラミックス体を形成することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

【0019】

図1は本発明の一例であるウエハ加熱装置1を示す図で、図1(a)は平面図であり、図1(b)は図1(a)のX-X線の断面図である。さらに、図2はウエハ加熱装置1の内部に配置された抵抗発熱体4を模式的に示す図である。

10

20

30

40

50

【0020】

このウエハ加熱装置1は、ウエハWと略同等乃至2割程大きな円板状をした板状セラミックス体2の上面にウエハWを保持する載置面3を備え、内部に抵抗発熱体4を備えるとともに、前記載置面3の方向から見て前記抵抗発熱体4の外側に孤立した円環状の熱伝導体パターン5を形成している。

【0021】

尚、孤立した円環状の熱伝導体パターン5とは、抵抗発熱体4からの熱を板状セラミックス体2の周辺に効率良く伝える熱伝導体であり、この熱伝導体パターン5は板状セラミックス体2に埋設されていても、熱伝導体パターン5の周辺が露出していてもよい。

【0022】

板状セラミックス体2には、前記の抵抗発熱体4を備え、抵抗発熱体4と電気的に接続された給電端子6を取り出すための電極取り出し孔7を設け、給電端子6は抵抗発熱体4とチタンや銀を含むロウ材で接合し固定してある。また、前記ロウ材の替わりに導電性接着剤で接合固定することもできる。

10

【0023】

このような構造のウエハ加熱装置1は上記抵抗発熱体4の間に給電端子6を介して通電させると、抵抗発熱体4が発熱し、載置面3上のウエハWを所定の温度に加熱することができる。このとき、抵抗発熱体4に通電すると発熱した熱が孤立した円環状の熱伝導体パターン5に伝わり、円環状の熱伝導体パターン5が加熱されることで、ウエハWの外周部まで均一に加熱することができることを見いだした。

20

【0024】

円環状の熱伝導体パターン5とウエハWの間の温度分布を均一にするには、円環状の熱伝導体パターン5と前記抵抗発熱体4とが、板状セラミックス体2の載置面3から同じ距離に配設することが好ましい。また、孤立した円環状の熱伝導体パターン5は、幅が2mm以上で厚みが15 μ m以上であり、板状セラミックス体の熱伝導率が抵抗発熱体4の熱伝導率より大きな材質からなることが好ましい。

【0025】

さらに好ましくは、孤立した円環状の熱伝導体パターン5は、幅が2~10mmであり、厚みが15~30 μ mであることが好ましい。これは、幅が10mmを越えると孤立した円環状の熱伝導体パターン5により載置面を均一な温度に加熱するまでの時間が長くなり、かつ外周への熱引けが大きくなるため均熱を維持することができなくなるためである。また、円環状の熱伝導体パターン5の厚みが30 μ m以上となると、積層時の密着性が悪くなり板状セラミック体内に欠陥が生じ、部分的に均熱が阻害される虞があるためである。

30

【0026】

特に、熱伝導体パターン5は熱伝導率が140W/(m \cdot K)以上のタングステンやモリブデン等からなる高融点金属を主成分とし板状セラミックス体成分を副成分とする材質からなるセラミックスを円環状の熱伝導体パターン5とすると、ウエハW表面の温度差が小さくなり好ましい。

【0027】

更に、上記のウエハ加熱装置において、高熱伝導率を有する熱伝導体パターン5が高融点金属等からなり導電性を示す場合には、抵抗発熱体4と孤立した円環状の熱伝導体パターン5との距離Lは0.1mm~5mmが好ましく、孤立した円環状の熱伝導体パターン5は板状セラミックス体2に完全に埋設されるか、或いは板状セラミックス体2の外周側面に一部分露出してもよい。また、孤立した円環状の熱伝導体パターン5は必ずしも繋がっている必要が無く、0.1mm~5mmの距離を保った状態で2分割以上で円環状に配置してあればウエハWを均一に加熱する効果がある。

40

【0028】

抵抗発熱体4と孤立した円環状の熱伝導体パターン5との距離Lが0.1mm未満であると、抵抗発熱体4に電圧を印加した際に、抵抗発熱体4から円環状の熱伝導体パターン

50

5を通じ漏れ電流が生じやすくなり、漏れ電流により抵抗発熱体4と熱伝導体パターン5の間で異常発熱しウエハW面内の温度差が大きくなる虞れがある。

【0029】

また、抵抗発熱体4と孤立した円環状の熱伝導体パターン5との距離Lが5mmを越えると、抵抗発熱体4で発生した熱が孤立した円環状の熱伝導体パターン5に伝わる量が小さくなるとともに、温度分布が均一になるまでの時間がかかるため、ウエハを均一に加熱することができない。

【0030】

尚、距離Lは上記理由から0.5mm~3mmとすると更に好ましい。

【0031】

以上のように、円環状の熱伝導体パターンを埋設することでウエハWの面内温度差が大きいという課題を解決することができる。次に、同じ課題を解決するために、以下のような製造方法とすることもできる。

【0032】

図3(a)はグリーンシート12に切断する前のテープ10を示す斜視図であり、図3(b)は上記テープ10を切断したグリーンシート12の斜視図である。

【0033】

図4(a)は、成形体10の製造工程の一部であるグリーンシート12の積層順を示す斜視図であり、図4(b)は積層した成形体9を示す斜視図である。

【0034】

グリーンシート12はできるだけ厚みを均一に作製することが望ましいが、グリーンシート12となるテープ10を作製するセラミックス原料スラリーの粘度やテープ成形時の乾燥条件等により、厚みの均一なテープは得難く、厚みを均一にするために上記条件を整えるには、管理が複雑で且つ高度な制御技術が必要であり、大型の設備投資も必要となる。しかし、そのようにして調整されたセラミックス原料スラリーであっても、ドクターブレード法等によりテープ10を成形する際に、テープ厚みを決める成形用のブレードとベースの間の平行度の微妙な狂いによって、テープ10の成形方向に対し直角な方向で厚みが増減する。また、テープ10を成形する初期と終わりではセラミックス原料スラリーの微妙な性状も変化し、厚みにバラツキが生じる原因となっている。

【0035】

このように、テープ10の厚みにバラツキが生じても、セラミックからなるテープ10を切断したグリーンシート12を、その成形方向が互いに異なるように積層することで、成形体9の厚みのバラツキを緩和することができる。成形体9を焼成して前記板状セラミックス体2を形成することで抵抗発熱体4と載置面3の間のセラミックス層の厚みを一定とすることができる。

【0036】

先ず、テープ10を成形した時の成形方向が確認できる様に、成形したテープの周辺にマーキング11を施しておく。例えば、ドクターブレード法により作製したテープ10の成形方向に対して、左右どちらか一方にマーキング11を施す。そうすると、テープ10を所定の大きさのグリーンシート12にカットしても、テープ10の成形方向を確認できると共に厚みのバラツキの方向を確認できる。

【0037】

このようにして作製したグリーンシート12は、他のグリーンシート12を積層する際に、個々のマーキング11を目印に成形方向が互いに異なるように積層することができる。例えば、複数枚のグリーンシート12を積層した積層単位を考えると、1積層単位あたり2枚でグリーンシート12を積層する場合は、成形方向が互いに異なるように1枚目のグリーンシート12に対し2枚目のグリーンシート12を180度回転させて積層する。1積層単位あたり3枚のグリーンシート12を積層する場合は、120度回転させて積層する。さらに、4枚以上の積層単位でグリーンシート12を積層する場合は、90度回転させて積層する。より好ましくは、積層単位あたり4枚以上の積層の場合、360度を積層

10

20

30

40

50

枚数で除して求めた回転角をもってグリーンシート12を積層することで、テープ10の成形方向と直角な方向の厚みのバラツキを互いに補うことができ、成形体9の厚みのバラツキを小さくすることができる。また、各積層単位で積層したグリーンシート12をそれぞれ積層し、より厚い成形体9を得る事ができる。

【0038】

尚、要求されるウエハ加熱装置の厚みとグリーンシート12の平均厚みおよび成形体9の焼結時の収縮や加工による研磨代等を考慮して、あらかじめグリーンシート12の積層枚数は、決定することができる。

【0039】

このようにして積層することで、グリーンシート12の厚みのバラツキが大きいにもかかわらず、成形体9の厚みのバラツキを緩和することができる。

10

【0040】

また、本発明のウエハ加熱装置1の抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5をスクリーン印刷したグリーンシート12を埋設した成形体9において、上記の積層方法を適用することにより、厚みバラツキの小さい成形体9が得られると共に、厚みバラツキにより生じる焼結時の反りの発生を防止することができる。

【0041】

本発明のウエハ加熱装置1を作製する際に使用するグリーンシート12の厚みバラツキは、グリーンシート12の平均の厚みに対して-15%~+15%の範囲であっても、得られた成形体9の厚みのバラツキは、成形体9の平均の厚みに対して-5%~+5%の範囲

20

【0042】

上記のテープ10はセラミック粉末に対して必要に応じて所定の助剤成分を添加するとともに、溶媒とバインダーを添加混練してセラミックス原料スラリーを作製した後、ドクターブレード法、ロールコンパクション法、ペーパキャスト法等のグリーンシート用のテープ成形法により作製することができる。

【0043】

また、上記のグリーンシート12の積層方法により、グリーンシート12の厚みのバラツキが大きいにもかかわらず、成形体9や載置面3と抵抗発熱体4の間のセラミックス層の厚みのバラツキが小さくなり、厚みバラツキの大きなグリーンシート12をも使用できることから、テープ10の歩留まりを上げることができる。更に、歩留まりが大きいことからテープ10のコスト低減にも寄与することができ安価なウエハ加熱装置1を提供できる。

30

【0044】

かくして、本発明のウエハ加熱装置1によれば、製造工程における板状セラミックス体2のウエハWと抵抗発熱体4や熱伝導体パターン5との厚みのバラツキが小さくなり、ウエハW面内の温度分布の均一性を高めることができるウエハ加熱装置1を提供することができる。

【0045】

図5(a)は板状セラミックス体2を製作する工程の一部でグリーンシート12の積層順を模式的に示す断面図であり、図5(b)は積層した板状セラミックス体2の成形体の断面を示す。

40

【0046】

抵抗発熱体4と熱伝導体パターン5を印刷したグリーンシート12eと、他のグリーンシート12a~12d、12f~12hを積層し、加圧密着させて成形体得る。これは、グリーンシート12を積層した後、加圧し密着する工程において成形体9の上下より圧力を加えたとき、抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5は成形体9の厚み方向に対して中央部にあると、成形体9の加圧方向に対して厚み方向の中間部に上下の圧力が最も均等にかかることからスクリーン印刷された抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5の変形が少なく、焼結後の抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5の形状変化に及ぼす影響が少ないからである。

50

【0047】

従って、本発明のウエハ加熱装置1において、抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5は成形体10の厚み方向に対して中央部に埋設した方が好ましい。

【0048】

抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5が成形体9の厚み方向に対して中央部より載置面3側ないしは載置面3と対向する面14側にずらして積層した場合、加圧し密着する際の上下の圧力差によって、電極を形成したグリーンシート12の伸びが大きくなり、抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5の形状や埋設位置が変化する虞があるからである。

【0049】

また、抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5を成形体9の厚み方向に対して中央部に配することで、焼結時の反りの発生を防ぐことができる。これは、焼結時のグリーンシート12と抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5との収縮差の影響を小さくできるためである。

【0050】

抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5が成形体9の厚み方向に対して中央部より載置面3側ないしは載置面3と対向する面13側にずらして配置した場合、抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5を境に両側のグリーンシートの積層厚みに差が生じるため、それぞれの収縮速度が異なり、焼結後の板状セラミックス体2に反りが生じる虞がある。例えば、成形体9の抵抗発熱体4および孤立した円環状の熱伝導体パターン5を境に、その上下のグリーンシート12の積層した厚みが小さい方が凹になるように反りが発生することが分かった。

【0051】

尚、板状セラミックス体2を窒化アルミニウムで作製した成形体10は400 で脱脂し、1900 で焼結した後、板状セラミックス体2を得た。その後、板状セラミックス体2をロータリー加工機や平面研削盤、万能研削盤、マシニングセンター等の研削加工機を用い、所定の形状に加工しウエハ加熱装置を作製することができる。

【0052】

このとき、孤立した円環状の熱伝導体パターン5は板状セラミックス体2に埋設して焼成し、その後外周部を研削加工し板状セラミックス体2の外周部に露出させることもできる。

【0053】

このようにして得られた板状セラミックス体2は、研削加工にて厚みを決め、抵抗発熱体4を板状セラミックス体2の厚み方向に対して任意の位置に配置することができる。この様に抵抗発熱体4を成形体9の中央に積層し作製することにより、抵抗発熱体4に反りが少ないウエハ加熱装置を得ることができる。

【0054】

尚、上記板状セラミックス体2の表面は、ウエハWを載置するための載置面3が形成されており、研削加工やラッピング、ポリッシング等で平滑な面に形成してある。この時の平面度は三次元測定器により測定され10 μm 以下に調整されており、好ましくは5 μm 以下とすることが良い。

【0055】

板状セラミックス体2を形成する材質としては、アルミナ質焼結体、窒化珪素質焼結体、窒化アルミニウム質焼結体、イットリウム-アルミニウム-ガーネット質焼結体(以下、YAG質焼結体という)を用いることができ、これらの中でも窒化アルミニウム質焼結体は成膜装置やエッチング装置で使用されるハロゲン系腐食性ガス下において優れた耐プラズマ性を有するとともに、熱伝達率が50 W/(m \cdot K)以上、更に大きなものでは熱伝達率100 W/(m \cdot K)以上を有し、熱伝導性に優れることから、ウエハWの均熱性を高める点で好適である。

【0056】

10

20

30

40

50

また、抵抗発熱体 4 を構成する材料としては、タングステン (W)、モリブデン (M o) 等の周期律表第 6 a 族や T i 等の周期律表第 4 a 族の高融点金属、或いはこれらの合金、さらには W C、M o C、T i N 等の導電性セラミックを用いることができる。これらの金属、合金、導電性セラミックは後述する板状セラミックス体 2 と同程度の熱膨張係数を有することから、制作時や発熱時における熱膨張差に起因する反りや破損を防ぐことができる。

【 0 0 5 7 】

さらに、上記の抵抗発熱体 4 へ通電するための給電端子 6 としては、タングステン (W)、モリブデン (M o)、ニッケル (N i) 等の金属や、鉄 (F e) - コバルト (C o) - ニッケル (N i) 合金を用いることができ、特に耐酸化性が要求されるようなときには、ニッケル (N i) あるいは鉄 (F e) - コバルト (C o) - ニッケル (N i) 合金を用いることが好ましい。

10

【 0 0 5 8 】

なお、本実施形態では、製膜装置やエッチング装置に使用されるウエハ加熱装置の例をもって説明したが、本発明の他に、静電チャックに高周波電極を埋設した製品やヒータ電極を埋設した静電チャックに適用できることは言うまでもない。

【 0 0 5 9 】

また、本発明は前述した実施形態だけに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、改良や変更したものでも良いことは言うまでもない。

【 0 0 6 0 】

20

【実施例】

(実施例 1)

本実施例では、孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 を備えることによる効果を検証するために、図 1 に示すようなウエハ加熱装置と図 1 のウエハ加熱装置で孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 を除いたウエハ加熱装置 (試料 N o . 1) を作製し評価した。

【 0 0 6 1 】

先ず、窒化アルミニウム粉末に対し重量換算で 0 . 1 重量 % の酸化イットリウム粉末を添加した原料に、さらにイソプロピルアルコールとウレタンボールを用いてボールミルにより 4 8 時間混練することにより窒化アルミニウムのスラリーを製作した。そして、ドクターブレード法によりテープを成形した。

30

【 0 0 6 2 】

そして、1枚の窒化アルミニウムグリーンシート 1 2 e にタングステンカーバイトからなる抵抗発熱体 4 とタングステンカーバイトに窒化アルミニウムを 1 ~ 1 0 重量 % 加え熱伝導率が異なる孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 をスクリーン印刷により印刷し、他の新たなグリーンシート 1 3 とともに積層し、抵抗発熱体 4 を埋設した成形体 9 を作製した。その後、加圧密着させた後、脱脂、焼成工程を経て板状セラミックス体とした。尚、抵抗発熱体 4 と孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 を印刷したグリーンシート 1 2 e は、成形体 9 の中央に積層されるように配置した。

【 0 0 6 3 】

その後、研削加工により板状セラミックス体 2 の直径を 2 0 0 m m、厚み 4 m m とし、抵抗発熱体 4 と孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 が載置面 3 から厚み方向に 2 m m の位置に配設するように加工を施した。

40

【 0 0 6 4 】

また、載置面 3 はウエハ W が載置できるように研削およびラッピングにより平面度 5 μ m 以下の平滑な面に仕上げた。

【 0 0 6 5 】

抵抗発熱体 4 の位置は予めグリーンシート 1 2 の積層枚数と板状セラミックス体 2 の厚みから焼結後の抵抗発熱体の位置を計算できる。そのため、板状セラミックス体 2 の表面から研削加工することで、載置面 3 から厚み方向に任意の位置に抵抗発熱体 4 を配置することができる。本実施例では抵抗発熱体 4 の位置を載置面 3 の上面から 2 m m の位置に配置

50

するように加工した。また、板状セラミックス体 2 には抵抗発熱体 4 に通電させるための給電端子 6 を接続するための電極取出孔 7 をマシニング加工により設けた、そしてロウ付けにて給電端子 6 を接合固定した。

【 0 0 6 6 】

また、同様のテープ製造工程で窒化アルミニウムに酸化イットリウムを 0 . 1 重量 % 添加したテープも作製し同様にウエハ加熱装置を作製した。

【 0 0 6 7 】

また、このようにして作製したウエハ加熱装置 1 と、同様の工程で、孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 の無いウエハ加熱装置を作製した。そして抵抗発熱体 4 と孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 の距離を変えてウエハ加熱装置を作製した。

【 0 0 6 8 】

このとき、孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 の幅を 2 mm 一定とし、板状セラミックス体 2 の外周部に露出するようにして配置した。

【 0 0 6 9 】

本実施例では、孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 の有無と、抵抗発熱体 4 と孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 との距離 L を 0 . 0 5 mm から 7 mm まで異ならせ、大気中で抵抗発熱体 4 に 1 5 0 V の電圧をかけることで、抵抗発熱体 4 を発熱させ、ウエハ表面をサーモピュアーで測定することでウエハ表面の温度差を測定した。このとき、温度差 (T) はウエハ表面の中心部が 6 0 0 になったときのウエハ表面上の最高温度から最低温度を引いた値として評価した。

【 0 0 7 0 】

その結果を表 1 に示す。

【 0 0 7 1 】

【表 1】

試料 No.	板状セラミックス体の熱伝導率(W/(m・k))	孤立した円環状パターンの有無	電極と孤立した円環状パターンとの距離(m)	孤立した円環状パターンの熱伝達係数(W/(m・k))	ウエハ表面の温度差(ΔT)(°C)
* 1	60	無し	—	—	21.5
2	60	有り	2.0	80	8.9
3	60	有り	2.0	100	8.4
4	60	有り	2.0	130	6.5
5	80	有り	2.0	80	12
6	80	有り	2.0	150	5.5
7	60	有り	0.05	150	12.1
8	60	有り	0.1	150	1.8
9	60	有り	0.3	150	2.2
10	60	有り	0.5	150	2.4
11	60	有り	1.0	150	3.7
12	60	有り	1.5	150	4.3
13	60	有り	3.0	150	6.4
14	60	有り	5.0	150	8.3
15	60	有り	7.0	150	11.3

* は本発明範囲外である。

【 0 0 7 2 】

表 1 の結果より、孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 の無い試料 No . 1 の温度分布 (T) は 2 1 . 5 に対し、孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 を配置した試料 No .

2 ~ No. 15 は 12 以下と温度分布が良好であった。従って、孤立した円環状の熱伝導体パターン 5 を配置した方がウエハ W 表面上の温度分布が良いことが分かった。

【 0 0 7 3 】

また、試料 No. 2 ~ 6 から、板状セラミックス体の熱伝導率より孤立した円環状の熱伝導体パターンの熱伝導率が大きな試料 No. 2 ~ 4、6 のウエハ表面の温度差は小さく好ましいことが分かった。

【 0 0 7 4 】

更に、抵抗発熱体 4 と孤立した円環状の熱伝導体パターンとの距離 L を異ならせた試料 No. 7 ~ 15 の中でも距離 L が 0.1 mm から 5 mm の試料 No. 8 ~ 14 は温度差 (T) が 8.3 以下と更に良好であることが分かった。

10

【 0 0 7 5 】

また、孤立した円環状の熱伝導体パターンと抵抗発熱体との距離が 0.05 mm の試料 No. 7 は熱伝導体パターンと抵抗発熱体の間で漏れ電流が流れ、この部分の温度が上昇してウエハの面内温度差が 12.1 とやや大きくなったと考えられる。

【 0 0 7 6 】

また、孤立した円環状の熱伝導体パターンと抵抗発熱体との距離が 7 mm の試料 No. 15 は熱伝導体パターンと抵抗発熱体の間で熱の伝達が悪く、ウエハ表面の温度差が 11.3 とやや大きくなったと考えられる。

【 0 0 7 7 】

従って、抵抗発熱体 4 と円環状の熱伝導体パターン 5 との距離 L が 0.1 ~ 5 mm である試料 No. 8 ~ 14 で温度差が 8.3 以下と良好で更に好ましいことが分かった。

20

【 0 0 7 8 】

(実施例 2)

次に、成形体 9 を得る方法として、窒化アルミニウムを原料とする粉末に溶媒とバインダーを添加し混練してセラミックス原料スラリーを作製し、ドクターブレード法によりテープを成形した。このとき、テープの成形方向に平行に、右端に油性のマジックにてマーキング 11 ラインを施した。その後、テープを 350 mm 角に裁断し、厚み 400 μ m の窒化アルミニウム製のグリーンシート 12 を得た。

【 0 0 7 9 】

このとき、グリーンシート 12 の厚みの平均に対する厚みのバラツキを測定したところ、-15% ~ +15% の範囲であった。グリーンシート 12 の厚みのバラツキの測定方法は、グリーンシート 12 をマイクロメータで任意の点を数点測定し、その平均値を出すとともに、その平均値に対し厚みの最大値と最小値の差を平均値で除した値をバラツキとした。

30

【 0 0 8 0 】

このようにして得られたグリーンシート 12 を 28 枚積層し、上から 15 枚目のグリーンシートに抵抗発熱体 4 を印刷したグリーンシートを使用し、厚み 11.2 mm の成形体 9 を作製した。このとき、積層する方法を変えたときの成形体 9 の厚みバラツキを測定した。積層して得られた成形体 9 の厚みのバラツキもグリーンシート 12 の厚みのバラツキを測定した方法と同様に、マイクロメータで任意の点を数点測定し、その平均値を出すとともに、その平均値に対し厚みの最大値と最小値の差を平均値で除して厚みバラツキを算出した。

40

【 0 0 8 1 】

積層方法は、テープの成形方向に沿って右端に施したマーキング 12 に対し一定方向に回転させて積層した。回転した角度は 45 度、90 度、180 度、そして、比較例として回転した角度が 0 度の成形体 9 を作製し、厚みのバラツキを測定する実験をおこなった。

【 0 0 8 2 】

また、上記の方法で積層した成形体 9 を 400 で脱脂し、1900 で焼結して板状セラミックス体 2 を得た後、研削加工によりウエハ加熱装置を作製した。このとき、板状セラミックス体 2 の厚みを 3 mm とし、抵抗発熱体 4 および孤立した円環状の熱伝導体パタ

50

ーン5を載置面3から厚み方向に2mmの位置に配設するように作製した。

【0083】

このようにして作製したウエ八加熱装置でウエ八表面の温度分布を測定した。

【0084】

尚、ウエ八表面の温度分布は、(実施例1)と同様に大気中で抵抗発熱体4に150Vの電圧をかけることで、抵抗発熱体4を発熱させ、ウエ八表面をサーモビューアで測定することでウエ八表面の温度分布を測定した。このとき、温度差(T)はウエ八表面の中心部が600 になったときのウエ八表面上の最高温度から最低温度を引いた値として評価した。その結果を表2に示す。

【0085】

【表2】

試料 No.	積層時の回転角度	グリーンシートの厚みの平均値に対する厚みバラツキ(%)	積層後の厚みの平均値に対する厚みバラツキ(%)	ウエ八表面の温度差(ΔT) $^{\circ}\text{C}$
21	45度	21.3	3.1	2.4
22	90度	25.3	3.8	2.7
23	180度	18.6	4.6	3.1
* 24	0度	20.3	13.6	20.1

*は本発明範囲外である。

【0086】

表2の結果より、マーキングに対し45度で回転させて積層した試料No.21は成形体9の厚みのバラツキが3.1%と最も小さく、しかも温度分布は2.4と小さかった。また、回転角を90度、180度として積層した試料No.22、23は、成形体10の厚みの平均に対する厚みのバラツキが5%以下で、温度分布が3.1以下と好ましいことがわかった。

【0087】

このことから、グリーンシート12の厚みのバラツキにかかわらず、積層時にグリーンシート12を成形方向に対し相互に位相角を持ち積層することで、得られた成形体9の厚みのバラツキを小さくすることができることが分った。

【0088】

【発明の効果】

以上のように、本発明のウエ八加熱装置は、板状セラミックス体の内部に抵抗発熱体を、外部に前記抵抗発熱体と通電する給電端子を備えるとともに、前記載置面の方向から見て前記抵抗発熱体の外側の前記板状セラミックス体に前記板状セラミックス体の外部から給電しない孤立した円環状の熱伝導体パターン5を備えていることで、外周部の温度分布を均一にすることができる。更に、熱伝導体パターンを板状セラミックス体の熱伝導率より大きくすると更に好ましい。また、抵抗発熱体と孤立した円環状の電極との距離は0.1mm~5mmであると更にウエ八を均一に加熱できて好ましい。

【0089】

また、板状セラミックス体の表面にウエ八を保持する載置面を備え、前記板状セラミックス体の内部に抵抗発熱体を備えた静電チャックの製造工程において、所定形状に切断した複数のセラミックグリーンシートを、その成形方向が互いに異なるように積層することで、グリーンシートの厚みのバラツキにかかわらず、厚みバラツキを小さくした積層体を得ることができるとともに、ウエ八表面の温度分布を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の一例であるウエ八加熱装置を示す平面図で、(b)はそのX-X断面図である。

【図2】本発明のウエ八加熱装置の内部に配置される抵抗発熱体を示す図である。

10

20

30

40

50

【図3】(a)は本発明のウエハ加熱装置を製作するテープを示す斜視図、(b)は上記テープを切断したグリーンシートを示す斜視図である。

【図4】(a)は、グリーンシートを積層する順番を模式的に示す斜視図、(b)は成形体を示す斜視図である。

【図5】(a)は本発明の成形体を製作するグリーンシートの積層順を示す断面図、(b)は成形体の断面図である。

【図6】(a)は従来のウエハ加熱装置を模式的に示す平面図、(b)はそのY-Y断面図である。

【図7】従来のウエハ加熱装置の内部に配置される抵抗発熱体を示す図である。

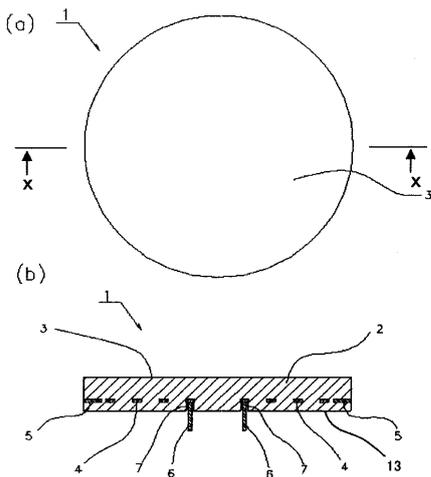
【符号の説明】

- 1、201：ウエハ加熱装置
 2：板状セラミックス体
 3：載置面
 4、204：抵抗発熱体
 5：熱伝導体パターン
 6：給電端子
 7：電極取り出し孔
 8：抵抗発熱体の一方端
 9：成形体
 10：テープ状のグリーンシート
 11：マーキング
 12、12a、12b、・・・：グリーンシート
 13：載置面と対向する面
 W：ウエハ
 L：抵抗発熱体と熱伝導体パターンとの距離

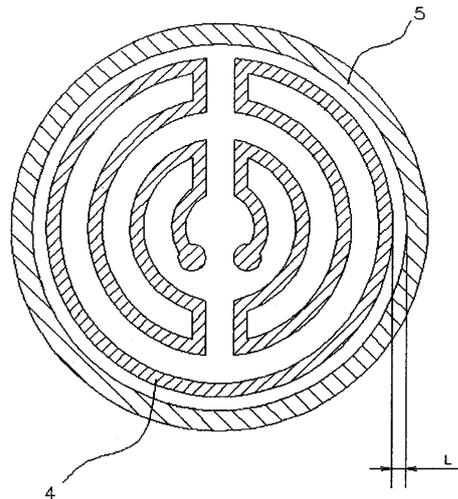
10

20

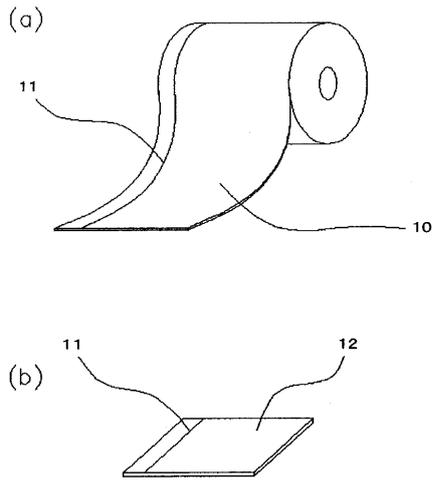
【図1】



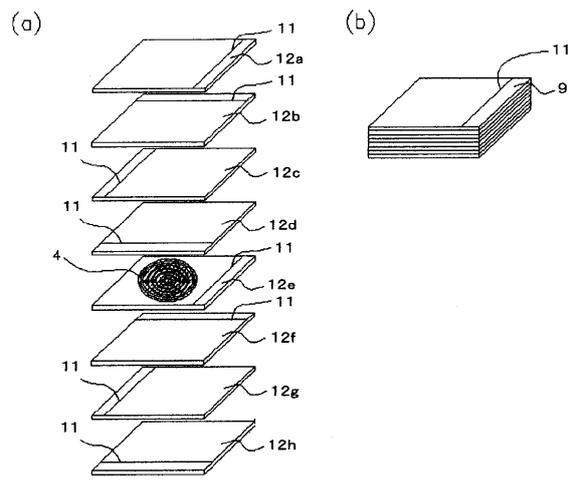
【図2】



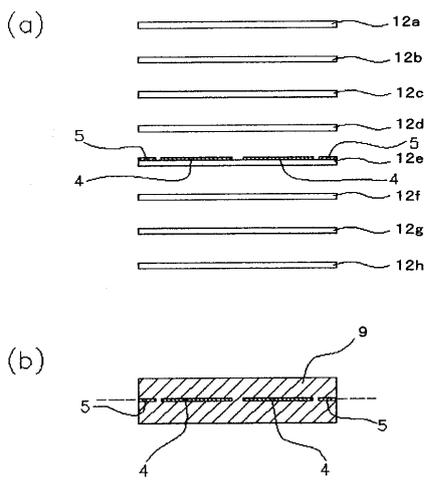
【 図 3 】



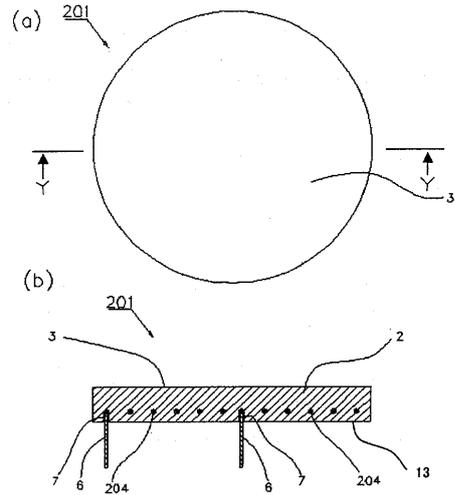
【 図 4 】



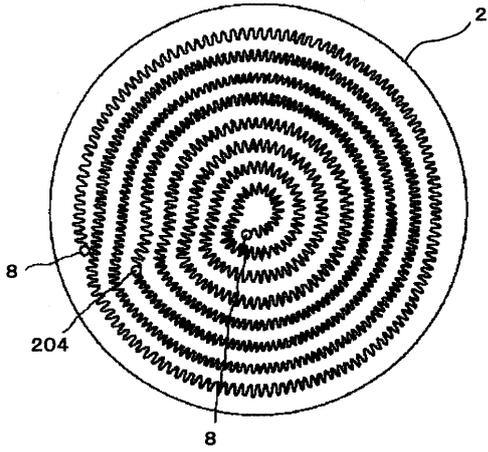
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-323486(JP,A)
特開平07-233380(JP,A)
特開2002-231713(JP,A)
特開2002-198302(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/02
H01L 21/3065
H05B 3/20
H01L 21/205