

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4482535号  
(P4482535)

(45) 発行日 平成22年6月16日(2010.6.16)

(24) 登録日 平成22年3月26日(2010.3.26)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>HO 1 L</b>	<b>21/027</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	21/30 5 6 7
<b>HO 5 B</b>	<b>3/74</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 5 B</b>	3/74
<b>HO 5 B</b>	<b>3/10</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 5 B</b>	3/10 C
<b>HO 5 B</b>	<b>3/20</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 5 B</b>	3/20 3 5 6

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-84106 (P2006-84106)	(73) 特許権者	000004064
(22) 出願日	平成18年3月24日(2006.3.24)		日本碍子株式会社
(65) 公開番号	特開2007-258609 (P2007-258609A)		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(43) 公開日	平成19年10月4日(2007.10.4)	(74) 代理人	110000017
審査請求日	平成19年11月14日(2007.11.14)		特許業務法人アイテック国際特許事務所
		(74) 代理人	100108707
			弁理士 中村 友之
		(72) 発明者	太田 充
			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	西岡 正雄
			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
		審査官	佐野 浩樹

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】

被加熱物を加熱する加熱面を有する絶縁性セラミックス基体と、  
この絶縁性セラミックス基体の加熱面近傍に埋設された高周波電極と、  
この高周波電極よりも前記加熱面から離れて当該絶縁性セラミックス基体に配設された発熱体と、

この絶縁性セラミックス基体の加熱面の一部に露出し、且つ、この絶縁性セラミックス基体内に設けられた導電性部材と接続する低抵抗セラミックス部材とを備え、

前記低抵抗セラミックス部材は、前記絶縁性セラミックス基体と主成分を共通し、且つ

10

、熱膨張係数が同等であることをことを特徴とする加熱装置。

【請求項2】

前記低抵抗セラミックス部材は、前記絶縁性セラミックス基体と同種のセラミックスに、更に炭素繊維を含むことを特徴とする請求項1に記載の加熱装置。

【請求項3】

前記絶縁性セラミックス基体及び前記低抵抗セラミックス部材が、共にAlN系セラミックスであることを特徴とする請求項1に記載の加熱装置。

【請求項4】

前記低抵抗セラミックス部材が、絶縁性セラミックス基体の加熱面における被加熱物、

20

もしくは載置される部材と対向する領域で、これらと接触するように表面に露出していることを特徴とする請求項 1 に記載の加熱装置。

【請求項 5】

前記低抵抗セラミックス部材が、前記高周波電極と接続していることを特徴とする請求項 1 に記載の加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体のウエハ等の加熱に用いられる加熱装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

半導体デバイスの製造工程においては、半導体製造装置を用いてウエハ上へ酸化膜等を形成するために加熱処理が施される。この半導体製造装置における、ウエハを加熱するための加熱装置には、被加熱物がセットされる加熱面を有する円盤状のセラミックス基体中に線状の抵抗発熱体が埋設されたセラミックスヒータがある。この抵抗発熱体は、一本又は複数本が、セラミックス基体の加熱面と平行な配線パターンで埋設され、線の両端に電圧を印加することによって、加熱面を発熱させる。

【0003】

また、このセラミックスヒータには、加熱面の近傍に、高周波を印加できる円盤状の高周波電極が埋設され、対向電極との間で、加熱面にセットされた被加熱物近傍の空間に高周波プラズマを発生させたり、バイアス電極を印加したりできるものがある。

20

【0004】

セラミックスヒータに用いられる材料には、被処理物を加熱する動作温度において、抵抗加熱素子に対し、十分に電気抵抗率が高い、又は絶縁性を有する材料が用いられている。なぜならば、セラミックス基体の材料が導電性を有する場合には、抵抗発熱体を加熱するために供給された電流の一部がこのセラミックス中を流れ、抵抗発熱体以外の領域で発熱したり、又は抵抗発熱体に所期した電流が流れなくなったりして、均熱性が著しく損なわれるからである。

【0005】

そのため、セラミックスヒータの基体の材料には、窒化アルミニウムが多用されている。窒化アルミニウムは、耐熱性、耐腐食性が良好で、かつ、高い熱伝導率を有し、更に高抵抗である。

30

【0006】

このような窒化アルミニウムを用いた焼結体に関して、静電チャックとして適した体積抵抗率を得るために、炭素繊維を混入させた窒化アルミニウム焼結体がある（特許文献 1）。

【0007】

また、体積抵抗率が低いサセプタに関して、セラミックス製のサセプタを、非処理物が載置される載置面を有する表面層と支持層との積層構造とし、この表面層を全面にわたって支持層よりも体積抵抗率が低いものがある（特許文献 2）。

40

【特許文献 1】特開 2005 - 41765 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 134590 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

セラミックス基体内に高周波電極が埋設されセラミックスヒータにおいて、加熱時にプラズマを発生させると、プラズマの電荷の一部がセラミックスヒータの加熱面上に残留し、ウエハ等の被加熱物を脱離させる際に、この蓄積した電荷が被加熱物に放電することがあった。この放電は、アーキングと呼ばれウエハの損傷やパーティクルの発生を招いていた。

50

## 【0009】

また、プラズマの電荷の一部がセラミックスヒータの加熱面上に残留することにより、セラミックスヒータの加熱面上にセットされたウエハ等が、この残留電荷による静電気力によってヒーターに吸着し、はがれ難くなるということが生じていた。

## 【0010】

また、プラズマ発生時におけるセラミックス基体の腐食を防止するために、加熱面上にセットされたウエハの周囲に、リング状部材が載置されることがある。このリング状部材に、プラズマからの電荷が蓄積し、そして、ある程度蓄積したところで、他の部材や被加熱物へ放電する、アーキングを起こして、被加熱物等の破損や、パーティクルを発生させてしまうことがあった。

10

## 【0011】

そこで本発明は、セラミックス基体やリング状部材に電荷が残留するのを抑制して、アーキングが発生することを効果的に防止することができる加熱装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

前記目的を達成するために、本発明の加熱装置は、被加熱物を加熱する加熱面を有する絶縁性セラミックス基体と、この絶縁性セラミックス基体の加熱面近傍に埋設された高周波電極と、この高周波電極よりも前記加熱面から離れて当該絶縁性セラミックス基体に配設された発熱体と、この絶縁性セラミックス基体の加熱面の一部に露出し、且つ、この絶縁性セラミックス基体内に設けられた導電性部材と接続する低抵抗セラミックス部材とを備え、低抵抗セラミックス部材は、前記絶縁性セラミックス基体と主成分を共通し、且つ、熱膨張係数が同等であることを特徴とする。

20

## 【発明の効果】

## 【0013】

本発明の加熱装置によれば、セラミックス基体やリング状部材に電荷が残留するのを効果的に抑制して、アーキングの発生を防止することが可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0014】

以下、本発明の加熱装置の実施例について図面を用いて説明する。

30

## 【0015】

図1は、本発明の加熱装置に係る一実施例を示す断面図である。なお、以下に述べる図面では、加熱装置の各構成要素の理解を容易にするために、各構成要素については、現実の加熱装置とは寸法比率を異ならせている。したがって、本発明に係る加熱装置は、図面に図示された加熱装置の寸法比率に限定されるものではない。

## 【0016】

図1に示された本実施例の加熱装置は、円盤形状のセラミックス基体11を有している。このセラミックス基体11は、例えば、窒化アルミニウム(A1N)系セラミックスからなる。また、高抵抗又は絶縁性を有しており、通常セラミックスの抵抗率と同様の、例えば $10^8 \cdot \text{cm}$ 以上の体積抵抗率を有している。

40

## 【0017】

このセラミックス基体11の一方の平面部は、被加熱物としての例えばウエハWがセットされ、このウエハWを加熱するための加熱面11aとなる。また、セラミックス基体11の内部には、抵抗発熱体12が埋設されているとともに、この加熱面11a近傍に高周波電極13が配設されている。これらの抵抗発熱体12及び高周波電極13には各々電極棒14、15が、セラミックス基体11の他方の平面部から挿入され、接合されている。抵抗発熱体12は電極棒14から電力を供給されることにより発熱し、また、高周波電極13は電極棒15から電力を供給されることにより、加熱面11aの上方に対向配置される図示しない対向電極との間でプラズマを発生させる。

## 【0018】

50

このセラミックス基体 11 の加熱面 11 a と、高周波電極 13 との間に、ピン形状の低抵抗セラミックス部材 16 が配設されている。この低抵抗セラミックス部材 16 は、一方の端部が加熱面 11 a と同一面をなして加熱面 11 a に露出し、他方の端部が高周波電極 13 に接続している。この低抵抗セラミックス部材 16 は、例えば、低抵抗の AlN 系セラミックスからなる。

#### 【0019】

本実施例の加熱装置は、上述のように低抵抗セラミックス部材 16 が設けられ、この低抵抗セラミックス部材 16 は、セラミックス基体 11 の加熱面 11 a の一部に露出し、かつこのセラミックス基体 11 内に設けられた導電性部材としての高周波電極 13 と接続している。この高周波電極 13 は、電極棒 15 を介して外部と電気的な回路を形成していることから、セラミックス基体 11 にウエハ W がセットされ、プラズマ処理が実施された後の当該セラミックス基体 11 の加熱面 11 a やウエハ W に蓄積される電荷を、高周波電極 13 及び電極棒 15 を通じて外部へ逃がすことができる。その結果、加熱面 11 a やウエハ W に蓄積された電荷を除去することができるので、被加熱物に放電することがなくなり、アーキングの発生を効果的に防止することができ、ひいてはウエハの損傷やパーティクルの発生を防止することができる。また、ウエハ W が、加熱面 11 a に蓄積された電荷によって吸着する現象が解消される。

#### 【0020】

なお、特許文献 2 にはセラミックスサセプタに、体積抵抗率が相対的に低い表面層を設けることによって、非処理物のサセプタ載置面への吸着現象による、被処理物の位置ずれを防止できることが記載されているが、この特許文献 2 に記載された技術では、単に被処理物の位置ずれを防止することができるとしても、吸着現象そのものを効果的に解消するものではなかった。

#### 【0021】

この低抵抗セラミックス部材 16 の材料は、セラミックス基体 11 よりも電気抵抗が低い、導電性を有する材料であって、例えば、低抵抗窒化アルミニウム (AlN) 系セラミックスを用いることができる。低抵抗窒化アルミニウム系セラミックスの成分組成は、特に限定するものではないが、例えば特許文献 1 に開示されているような炭素繊維を含有する窒化アルミニウムを用いることができる。また従来から知られている低抵抗窒化アルミニウム系セラミックスとして、酸化イットリウム、酸化セリウム又は酸化サマリウムなどの希土類元素の酸化物を含有する窒化アルミニウムを用いることもできる。

#### 【0022】

この低抵抗セラミックス部材 16 の体積抵抗率は、セラミックス基体 11 よりも電気抵抗が低く、加熱面 11 a に残留した電荷を移動可能な体積抵抗率である必要があり、良好な導電性を得るという観点から、例えば 10 cm 以上 10000 cm 未満のものを用いることができる。このような数値範囲の体積抵抗率を有する材料には、例えば、特許文献 1 に開示された低抵抗窒化アルミニウム系セラミックス材料があり、本発明においては、特許文献 1 に開示された低抵抗窒化アルミニウム系セラミックス材料を好適に適用することができる。

#### 【0023】

加熱面 11 a に残留する電荷を除去するという観点からは、低抵抗セラミックス部材 16 の代わりに、導電性を有する金属材料を用いることも考えられる。しかし、金属材料を低抵抗セラミックス部材 16 の代わりに用いた場合には、その金属材料が、使用環境の腐食性雰囲気により腐食し、ウエハ W のコンタミネーションを招くおそれがある。ここに、低抵抗セラミックス部材 16 を用いる本発明に係る加熱装置の利点がある。

#### 【0024】

また、本発明の加熱装置は、低抵抗セラミックス部材 16 は、セラミックス基体 11 とは異なる主成分よりなる低抵抗又は導電性のセラミックスを用いることも可能である。もっとも、セラミックス基体 11 とは異なる主成分よりなる低抵抗又は導電性のセラミックスを、低抵抗セラミックス部材 16 に用いた場合には、低抵抗セラミックス部材 16 とセ

10

20

30

40

50

ラミックス基体 11 との熱膨張係数の相違から、セラミックス基体 11 の内部に内部応力が残留するおそれがある。これに対して、低抵抗セラミックス部材 16 が、セラミックス基体 11 と主成分を共通するセラミックスであるときには、熱膨張係数の相違は軽微であり、内部応力がほとんど生じず、その結果、優れた耐久性を具備する。また、熱伝導率の相違についてもほとんどなく、セラミックス基体 11 の均熱性を損なうことなく効率的に加熱面 11 a の電荷を除去することができる。したがって、低抵抗セラミックス部材 16 が、セラミックス基体 11 と主成分を共通するセラミックスであることは、より好適である。特に基体 11 に AlN を用いる場合には、特許文献 1 に示される炭素繊維を含有して低抵抗化した AlN を低抵抗セラミックスを用いると非常に好適な結果が得られ、且つ、製造上も非常に有利である。すなわち、マトリックスが同種のセラミックスであるため、焼結時に界面において完全に拡散結合し、密着するとともに、焼結収縮および焼結後の熱収縮も同等であるために、内部応力がほとんど発生せず、実用上十分な強度および耐久性を与えることが可能となる。

10

## 【0025】

低抵抗セラミックス部材 16 が加熱面 11 a に露出している面積は、加熱面 11 a 上にウエハ W がセットされた状態で、このウエハ W と接触することができる程度の面積を有していれば足りる。しかし、加熱面 11 a に露出している面積があまりに広いと、プラズマ分布が不均一になったり、プラズマ状態が不安定になったりするおそれがある。したがって、低抵抗セラミックス部材 16 が加熱面 11 a で露出している面積は、加熱装置の寸法・形状にもよるが、直径で数ミリ程度の円相当径の面積であることが好ましい。

20

## 【0026】

低抵抗セラミックス部材 16 が加熱面 11 a で露出する位置は、加熱面 11 a にセットされているウエハ W に対向する位置とすることができる。ウエハ W に対向する位置であれば、更に限定されることはない。図 1 に図示した例では、加熱面 11 a の中央近傍に低抵抗セラミックス部材 16 が配設されている。

## 【0027】

図 1 に示した実施例では、低抵抗セラミックス部材 16 が、高周波電極 13 と電氣的に接続されている。高周波電極 13 は、加熱面 11 a の近傍に埋設されていることから、加熱面 11 a に残留する電荷を除去するために低抵抗セラミックス部材 16 と接続する導電性部材として配線が容易であり、有利である。しかし、この導電性部材は、高周波電極 13 に限定されない。

30

## 【0028】

図 2 は、本発明の加熱装置の他の実施例を説明する断面図である。なお、図 2 において、図 1 と同一部材については同一符号を付しており、以下では重複する説明を省略する。

## 【0029】

図 2 に示された本実施例の加熱装置は、セラミックス基体 11 の加熱面 11 a 上で、ウエハ W の周囲に、リング状部材 17 が載置されている。このリング状部材 17 は、Si や Al や SiO<sub>2</sub> 等からなり、セラミックス基体 11 の腐食を防止したり、ガスの流れを制御したり、ウエハの位置を固定したりする用途に用いられる。

## 【0030】

このセラミックス基体 11 の加熱面 11 a と、高周波電極 13 との間で、かつ、リング状部材 17 と対向する位置に、ピン形状の低抵抗セラミックス部材 18 が配設されている。この加熱面 11 a に露出するとともに、高周波電極 13 に接続して配設されている。ピン形状の低抵抗セラミックス部材 18 が配設されている。この低抵抗セラミックス部材 18 は、一方の端部が加熱面 11 a と同一面をなして加熱面 11 a に露出し、他方の端部が高周波電極 13 に接続している。この低抵抗セラミックス部材 16 は、例えば、低抵抗の AlN 系セラミックスからなる。つまり、低抵抗セラミックス部材 18 は、図 1 に示した低抵抗セラミックス部材 16 と対比して、セラミックス基体 11 内に配設された位置のみが異なり、その他の構成については同様の構成とすることができる。

40

## 【0031】

50

図2に示した本実施例の加熱装置は、加熱面11aで露出している低抵抗セラミックス部材18が、リング状部材17に接し、このリング状部材17に蓄積された電荷を、高周波電極13を通して外部へ逃がすことができるので、リング状部材17の電荷が除去される。したがって、リング状部材17に蓄積された電荷によるアーキングを効果的に防止することができる、ひいてはウエハWの損傷や、パーティクルの発生を防止することができる。

#### 【0032】

図3は、本発明の加熱装置の別の実施例を示す断面図である。なお、図3において、図1及び図2と同一部材については同一符号を付しており、以下では重複する説明を省略する。

10

#### 【0033】

図3に示された本実施例の加熱装置は、セラミックス基体11の内部に、ウエハWと対向する位置に低抵抗セラミックス部材16が配設されるとともに、リング状部材17と対向位置に、低抵抗セラミックス部材18が配設されている。この低抵抗セラミックス部材16は、図1に示した低抵抗セラミックス部材16と同一構成になる。また低抵抗セラミックス部材18は、図2に示した実施形態の加熱装置と比較して、セラミックス基体11内部に別途設けられた電気配線19と接続している点で異なり、それ以外の点では同一構成となる。

#### 【0034】

図示したようにセラミックス基体11内部に、別途設けられた電気配線19を設けることは、配線が煩雑となる。しかし、リング状部材17が、Si等の低抵抗、又は導電性の材料からなる場合には、低抵抗セラミックス部材18を高周波電極13と接続したのでは、プラズマ分布を均一にするのが難しくなる。したがって、リング状部材17がSi等からなる場合には、図3に示した本実施例のように、低抵抗セラミックス部材18を別途設けられた電気配線19に接続することが、プラズマ分布を容易に均一にすることができるので好ましい。

20

#### 【0035】

図3に示された本実施例の加熱装置は、低抵抗セラミックス部材16によりウエハWに残留した電荷を除去することができる。しかも、低抵抗セラミックス部材18により、リング状部材17に蓄積された電荷を除去することができる。したがって、プラズマ処理後における加熱面11aやリング状部材17に蓄積された電荷によるアーキングを効果的に防止することができる。また、ウエハWが加熱面11aに蓄積された電荷によって吸着する現象が解消される。

30

#### 【0036】

図4は、比較のために示した従来の加熱装置の一例の断面図である。図4に示した従来の加熱装置は、本発明に係る加熱装置において配設される低抵抗セラミックス部材16や低抵抗セラミックス部材18がセラミックス基体11に配設されていない。このような従来の加熱装置では、プラズマ処理後にウエハWに蓄積された電荷によりアーキングが生じたり、吸着する現象が生じたりする可能性があることは、既に述べたとおりである。

#### 【0037】

次に本発明の加熱装置の製造方法の一例について説明する。

40

#### 【0038】

まず、セラミックス基体11用の原料セラミックス粉と、低抵抗セラミックス部材16や低抵抗セラミックス部材18用のセラミックス粉を、それぞれ調製する。

#### 【0039】

セラミックス基体11用の原料セラミックス粉は、還元窒化法、気相合成法、直接窒化法等の従来公知の製造方法により得られた窒化アルミニウム原料粉と、所望の体積抵抗率に応じて添加される酸化イットリウム等の希土類酸化物又は希土類酸化物の原料化合物である硝酸塩、硫酸塩、シュウ酸塩、塩化物、アルコキシド等を、所定の配合比で調合し、イソプロピルアルコール等の溶媒を加え、ポットミル、トロンメル又はアトリッションミ

50

ル等の混合粉碎機を用いて混合する。混合は湿式、乾式いずれでもよく、湿式を用いた場合は、混合後、スプレードライ法等を用い乾燥を行い、原料混合粉を得る。また、真空乾燥法を実施した後に乾燥粉末をふるいをかけ、粒度の調整を行うことが望ましい。

【0040】

低抵抗セラミックス部材16、低抵抗セラミックス部材18用のセラミックス粉は、窒化アルミニウム原料粉と炭素繊維と、さらに好ましくは酸化イットリウム等の希土類酸化物とを所定の配合比で調合し、イソプロピルアルコール等の溶媒を加え、ポットミル、トロンメル又はアトリッションミル等の混合粉碎機を用いて混合する。窒化アルミニウム原料粉に対して、低抵抗セラミックス部材は、希土類酸化物の添加によっても実現可能であるが、炭素繊維の添加による低抵抗セラミックス部材は、焼結体中で導電パスを形成し易く窒化アルミニウムの具備する特性を維持したまま、低い体積抵抗率が得られるために有利である。

10

【0041】

炭素繊維としては、例えば、繊維径1 $\mu$ m以下、アスペクト比5以上、より好ましくはアスペクト比10以上の炭素繊維を使用することができる。カーボンナノチューブを使用することもできる。

【0042】

窒化アルミニウム原料粉に対する炭素繊維の添加量は、最終的に得られる焼結体の用途に必要な電気的特性と物性に合わせて定めればよい。例えば、セラミックス基体11と同等の物性を維持しつつ10<sup>12</sup> cm程度以下の体積抵抗率を得たい場合は、窒化アルミニウム原料粉を100重量部に対し、炭素繊維の添加量は、好ましくは5重量部以下とし、さらに好ましくは1重量部以下とする。また、良好な強度と耐熱性、耐腐食性を有しつつ10<sup>4</sup> cm程度以下の、より低い体積抵抗率を得たい場合は、窒化アルミニウム原料粉を100重量部に対し、炭素繊維の添加量は、好ましくは20重量部以下とし、さらに好ましくは10重量部以下とする。

20

【0043】

また、希土類酸化物を加える場合には、好ましくはその配合比は0.2重量部以上20重量部以下、好ましくは10重量部以下とする。

【0044】

これらの原料粉末の混合は湿式、乾式いずれでもよく、湿式を用いた場合は、混合後、スプレードライ法等を用い乾燥を行い、原料混合粉を得る。また、真空乾燥法を実施した後に乾燥粉末をふるいをかけ、粒度の調整を行うことが望ましい。なお、原料混合粉中にポリビニルアルコール等のバインダ成分を添加することができる。バインダを添加した場合は、脱脂工程を窒素等の不活性雰囲気中で行う方法等により、炭素繊維が酸化消失しないよう注意する必要がある。

30

【0045】

次に、セラミックス基体11を製造するに当たり、あらかじめピン状の低抵抗セラミックス部材16、18を作成する。低抵抗セラミックス部材16、18の作成は、原料セラミックス粉をピン状に加圧成形することによって行う。更に好ましくは、この加圧成形により得られた成形体を焼結して、ピン状の焼結体とする。要は、低抵抗セラミックス部材16、18は、セラミックス基体11の製造過程で、低抵抗セラミックス部材16、18の形状を確実に維持できるものであれば、未焼結の成形体であってもよいし、また、焼結体であっても良い。もっとも、焼結体のほうが成形体よりも強度が高く、ピン形状をより確実に維持できるので、焼結体のほうが好ましい。

40

【0046】

低抵抗セラミックス部材16、18の加圧成形には、金型成形法を用いてもよいし、またCIPを用いてもよく、セラミックス粉をピン状に成形するための公知の方法を用いることができる。また、この低抵抗セラミックス部材16、18の成形体の焼結は、ホットプレス法、常圧焼結法又はHIP等の、公知の焼結方法を用いることができる。このとき成形体の加熱及び焼成時の雰囲気は、真空、不活性、または還元雰囲気として、低抵抗セ

50

ラミックス部材 16、18 中に含有される炭素繊維が酸化、焼失されないようにすることが望ましい。また、焼成温度は、焼結助剤の添加量等によっても異なるが、好ましくは 1650 ~ 2200 とする。

【0047】

焼成後に得られた窒化アルミニウム焼結体には、炭素繊維がほぼ原料時の繊維状構造を維持したまま粒界、粒内に分散した状態で残留し、窒化アルミニウム焼結体中で、互いに隣接する炭素繊維と接し、連続する三次元の導電パスを形成する。

【0048】

次に、セラミックス基体 11 を作製する。このセラミックス基体 11 は、その内部に抵抗発熱体 12 及び高周波電極の 13 を埋設して備えているので、製法の一例としては、セラミックス基体 11 を厚み方向に分割した、部分的な成形体を作製し、その成形体に高周波電極 13、原料セラミックス粉末、抵抗発熱体 12 及び原料セラミックス粉末を順次積層し、加圧成形して、得られた成形体を最終的に焼結することにより、セラミックス基体 11 の焼結体を得ることができる。

【0049】

このセラミックス基体 11 の作製の過程において、前述したセラミックス基体 11 を厚み方向に分割した、部分的な成形体は、セラミックス基体 11 の加熱面となる部分を含む成形体であり、金型による一軸加圧成形により成形することができる。この部分的な成形体の所定の位置に、前述した低抵抗セラミックス部材 16、18 の成形体又は焼結体を埋め込む。この埋め込みは、例えば、ピン状の低抵抗セラミックス部材 16、18 の焼結体を、金型の所定の位置に設置し、そこにセラミックス基体の原料粉を流し込んで、原料と一緒に一軸加圧成形することで行うことができる。もしくは、成形体の表面に孔を開け、そこに機械的に厚み方向に押し込むことにより行うことができる。

【0050】

なお、焼結後に低抵抗セラミックス部材と外部導電部材を結合する部分に Mo、W およびこれらの合金等からなる高融点金属バルク体を埋め込むようにすると、通電を確保しやすくなるのでより好ましい。もしくは、低抵抗セラミックス部材を成形する際に、Mo 等のバルク体を埋め込んでも良い。埋め込むバルク体の直径を 3 mm 以下、高さを 2 mm 以下とすると焼結時におけるセラミックス粉の収縮を妨げないので、より好ましい。

【0051】

次に、高周波電極 13 を、低抵抗セラミックス部材 16、18 が埋め込まれた上述の部分的な成形体の一方の表面上に載置する。この高周波電極には、Mo や W などの金属のバルク体からなる孔明きパターンを持つ面状の電極、より好ましくは、メッシュ状（金網状）の電極を用いることができる。

【0052】

この高周波電極 13 上に、セラミックス基体 11 の原料セラミックス粉を所定の厚みを形成するための必要量だけ置き、再び一軸加圧成形した後、更に抵抗発熱体 12 を載置する。この抵抗発熱体 12 は、コイル状、スパイラル状等の所定形状に加工した金属バルク体からなる Mo や W 等の高融点金属を用いることができる。

【0053】

抵抗発熱体 12 を載置した後、更にセラミックス基体 11 の原料セラミックス粉末を所定の厚みを形成するための必要量だけ置き、再び一軸加圧成形して成形体を得る。

【0054】

得られた成形体を、ホットプレス法又は常圧焼結法等を用いて、加熱及び焼成し、焼結体を作製する。この焼成では、ホットプレス法を用いることにより、焼成時に一軸方向の加圧を行うため、電極と窒化アルミニウム焼結体との密着性をより良好なものにできるので有利である。

【0055】

焼成温度は、焼結助剤の添加量等によっても異なるが、好ましくは 1650 ~ 2200 とする。このとき焼成時の雰囲気は、真空、不活性、または還元雰囲気とすること

10

20

30

40

50



が望ましい。

【0056】

セラミックス基体11の焼結体を作製後は、所望の形状に加工することができるし、また、加熱面の表面粗さ調整をすることもできる。

【実施例】

【0057】

[実施例1]

直径355mmの金型に、焼結後の厚みが2mmとなるように5wt%の $Y_2O_3$ を含有する窒化アルミニウム粉を入れ、一軸加圧成形により円盤状に成形した。また、(1wt%の炭素繊維と、2wt%の $Y_2O_3$ を含有する)低抵抗AINにより、直径が2mm、軸方向長さが3mmに作製した円柱状の焼結体をあらかじめ作製した。この円柱状の焼結体の体積抵抗率は10cmであり、気孔率は12%、熱膨張係数は5.6ppm/Kであった。この円柱状の焼結体を、上述した円盤状の成形体の中央に孔を開け、埋め込んだ。このとき、低抵抗AINは成形体より略0.3mm飛び出していた。この低抵抗AINの円柱状焼結体が低抵抗セラミックス部材16になる。

10

【0058】

次に、高周波電極となる直径340mmのMoメッシュを置き、次に5wt% $Y_2O_3$ 含有窒化アルミニウム粉を、焼結後の厚みが5mmとなるように入れ、再び一軸加圧成形した。更に、Moコイルよりなる抵抗発熱体を設置し、その上から5wt% $Y_2O_3$ 含有窒化アルミニウム粉を金型に入れて一軸成形し、成形体を得た。

20

【0059】

この成形体を、ホットプレス炉内で窒素不活性雰囲気中で1900で焼成した。焼成後のヒータープレートは低抵抗セラミックス部材とセラミックス基体が界面なく密着しており、気孔率は0.5%以下であった。なお、ヒータープレートの熱膨張係数は5.7ppm/Kであった。得られたヒータープレートの5wt% $Y_2O_3$ 含有窒化アルミニウム側から、抵抗発熱体の二つの端部及び高周波電極が露出するように、焼結体に座繰り穴をあけた。その後、抵抗発熱体及び高周波電極に各々Ni製の導電性棒を、コパールと金口ウを介して接合した。

【0060】

[比較例1]

一方、低抵抗のAINよりなる円柱状の低抵抗セラミックス部材16を配設することなく、セラミックス基体を作製し、それ以外は実施例1と同様にして、全体を5wt% $Y_2O_3$ 含有窒化アルミニウムからなるヒータープレートを作成した。

30

【0061】

このようにして得られた実施例1及び比較例1の各ヒータープレート上に、シリコンウエハを載置し、加熱素子に電圧を印加して昇温し、高周波電極端子に高周波電圧を印加して1分放置後、高周波電極端子をアースしてから、触電プローブをシリコンウエハ表面に近づけた。その結果、実施例1は何も起こらなかったが、比較例1は触電プローブにアーキングが飛び、シリコンウエハに蓄積していた電荷が放電した。なお、触電プローブは電流計を通じて、アースしてある。

40

【0062】

また、実施例1のヒータープレートは、加熱装置に配設されたリフトピンを上昇させてセラミックス基体の加熱面に載置されたシリコンウエハを持ち上げたところ、シリコンウエハが加熱面に吸着されることなく、容易にシリコンウエハから取り外すことができた。

【0063】

[実施例2]

直径355mmの金型に、焼結後の厚みが2mmとなるように5wt%の $Y_2O_3$ を含有する窒化アルミニウム粉を入れ、一軸加圧成形により円盤状に成形した。成形体中のピッチ円直径(PCD)が165mmの位置に孔を開けて埋め込んだ。この低抵抗AIN焼結体は後述の焼成後に低抵抗セラミックス部材18となる。

50

## 【 0 0 6 4 】

次に、高周波電極となる直径 340mmのMoメッシュを置き、次に5wt%  $Y_2O_3$ 含有窒化アルミニウム粉を、焼結後の厚みが5mmとなるように入れ、再び一軸加圧成形した。更に、Moコイルよりなる抵抗発熱体を設置し、その上から5wt%  $Y_2O_3$ 含有窒化アルミニウム粉を金型に入れて一軸成形し、成形体を得た。

## 【 0 0 6 5 】

この成形体を、ホットプレス炉内で窒素不活性雰囲気中で1900 で焼成した。外周部を5mm削り、350mmのヒータープレートを作製した。得られたヒータープレートの5wt%  $Y_2O_3$ 含有窒化アルミニウム側から、抵抗発熱体の二つの端子部及び高周波電極が露出するように、焼結体に座繰り穴をあけた。この後、露出された抵抗発熱体及び高周波電極に、Ni製の導電性棒を、コパールと金ロウを介して接合した。

10

## 【 0 0 6 6 】

## [ 比較例 2 ]

一方、低抵抗のAINよりなる円柱状の低抵抗セラミックス部材 1 8 を配設することなくセラミックス基体を作製し、それ以外は実施例 2 と同様にして、全体を5wt%  $Y_2O_3$ 含有窒化アルミニウムからなるヒータープレートを作成した。

## 【 0 0 6 7 】

これらの実施例 2 及び比較例 2 のヒータープレートの上に、外径 350mm、内径 300.5mmの $SiO_2$ 製リングを載置し、抵抗発熱体に電圧を印加して昇温し、高周波電極端子に高周波電圧を印加して1分放置後、高周波端子をアースしてから、触電プローブを $SiO_2$ リング表面に近づけた。その結果、実施例 2 は何も起こらなかったが、比較例 2 は触電プローブにアーキングが飛び、 $SiO_2$ リングに蓄積していた電荷が放電した。なお、触電プローブは電流計を通じて、アースしてある。

20

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 6 8 】

【 図 1 】 本発明の加熱装置に係る一実施例を示す断面図である。

【 図 2 】 本発明の加熱装置に係る他の実施例を示す断面図である。

【 図 3 】 本発明の加熱装置に係る他の実施例を示す断面図である。

【 図 4 】 従来の加熱装置の一例の断面図である。

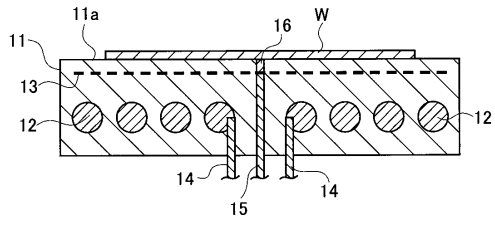
## 【 符号の説明 】

30

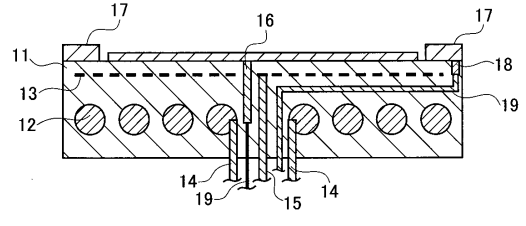
## 【 0 0 6 9 】

- 1 1 セラミックス基体
- 1 1 a 加熱面
- 1 2 抵抗発熱体
- 1 3 高周波電極
- 1 6 低抵抗セラミックス部材

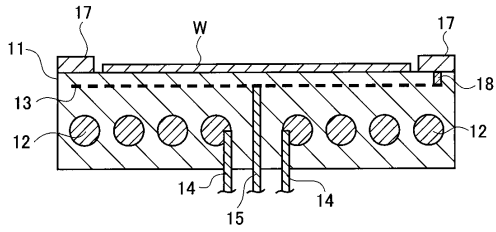
【図1】



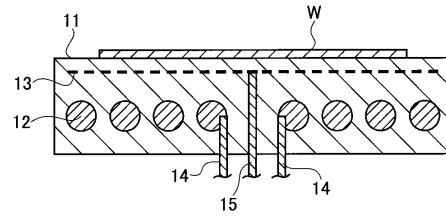
【図3】



【図2】



【図4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2002-526915(JP,A)  
特開2007-277702(JP,A)  
特開2004-152865(JP,A)  
特開2005-294648(JP,A)  
特開2002-134590(JP,A)  
特開2005-041765(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027、21/30、21/46、  
21/67-21/683、  
H05B 3/02-3/86