

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4476701号  
(P4476701)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl.	F I
CO4B 41/90 (2006.01)	CO4B 41/90 B
CO4B 35/111 (2006.01)	CO4B 35/10 D
HO1L 21/02 (2006.01)	HO1L 21/02 Z
HO1L 21/683 (2006.01)	HO1L 21/68 N
	HO1L 21/68 R

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-164415 (P2004-164415)	(73) 特許権者	000004064
(22) 出願日	平成16年6月2日(2004.6.2)		日本碍子株式会社
(65) 公開番号	特開2005-343733 (P2005-343733A)		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(43) 公開日	平成17年12月15日(2005.12.15)	(74) 代理人	110000017
審査請求日	平成18年2月23日(2006.2.23)		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	松田 弘人
			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	▲のぼり▼ 和宏
			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】 電極内蔵焼結体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アルミナ成形体の焼成によってアルミナ焼結体を形成する工程Aと、  
前記アルミナ焼結体上に、高融点金属、炭化モリブデン、炭化タングステンのうちのいずれか1種以上を主成分とし、アルミナが5～30重量%含まれる電極ペーストを印刷する工程Bと、

前記アルミナ焼結体の電極ペースト印刷側にアルミナ粉体を充填し、金形成形により前記アルミナ粉体と前記電極ペーストと前記アルミナ焼結体とを一体化する工程Cと、

一体化した前記アルミナ粉体と前記電極ペーストと前記アルミナ焼結体とを焼成する工程Dと、

前記アルミナ焼結体を誘電体層とし、前記誘電体層の外表面を基板載置面とする工程Eによって形成されることを特徴とする電極内蔵焼結体の製造方法。

【請求項2】

前記電極内蔵焼結体は、ヒータ、静電チャック又はサセプターのうちいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の電極内蔵焼結体の製造方法。

【請求項3】

前記高融点金属として、融点1650以上で、アルミナとの熱膨張差が $5 \times 10^{-6} / K$ 以内である金属を用いることを特徴とする請求項1又は2に記載の電極内蔵焼結体の製造方法。

【請求項4】

前記高融点金属として、Mo、W、W/Mo合金、Hf、Ti、Ta、Rh、Re、Pt、Nbの中から選択されるいずれか1種以上の金属を用いることを特徴とする請求項3に記載の電極内蔵焼結体の製造方法。

【請求項5】

前記アルミナ粉体には、バインダが含まれることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の電極内蔵焼結体の製造方法。

【請求項6】

前記アルミナ焼結体及び前記アルミナ粉体に用いられるアルミナ原料粉は、純度が99.5%以上であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の電極内蔵焼結体の製造方法。

10

【請求項7】

前記焼成する工程は、焼成温度1400～1650とし、ホットプレス法により焼成することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の電極内蔵焼結体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱CVD装置やエッチング装置等の半導体製造装置に適用されるヒータ、静電チャック及び高周波印可用サセプター等の電極内蔵焼結体の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

20

現在、半導体ウェハの搬送、露光、化学的気相成長法、物理的気相成長法、スパッタリング等の成膜プロセス、微細加工、洗浄、プラズマエッチング、ダイシング等の工程において、半導体ウェハを加熱する加熱装置（ヒータ）、半導体ウェハを吸着し、保持するための静電チャックや高周波印可用のサセプターが使用されている。こうした静電チャック等の基材として、緻密質セラミックスが注目されており、特に急激な温度変化によって破壊しないような耐熱衝撃性を備えている材料として、緻密質の窒化アルミニウム、窒化珪素、アルミナ等が注目されている。

【0003】

静電チャック等においては、セラミックス部材中の静電チャック電極深さのバラツキ(最大値 - 最小値のことである。以下の説明において、「平坦度」という。)を小さくすることが必要である。なぜなら、静電チャック電極と絶縁性誘電層の吸着面との間隔にバラツキがあると、吸着面上の半導体ウェハの吸着力にバラツキが生ずるからである。又、例えば、セラミックス部材の内部のプラズマ用電極が基材の表面に対して傾斜していると、プラズマの発生にバラツキが生じ、成膜性に影響を与え、成膜にバラツキが生じる。このように、金属電極が埋設されている各種のセラミックス製品において、セラミックス部材内の金属電極の平坦度を確保することが極めて重要である。

30

【0004】

平坦度を向上させる技術として、厚さが相対的に小さい第1の部分の成形体の上に金属部材を設け、その金属部材の上に厚さが相対的に大きい第2の部分の成形体を設けたセラミックス部材の製造方法が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

40

【特許文献1】特開平10-249843号公報（段落番号「0021」～「0022」、図4）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、近年では、更なる平坦度の高精度化が求められ、静電チャックヒータにおいては、平坦度0.2mm以下の精度が求められる。

【0006】

上述した製造方法では、金属部材の両面が粉体であるため、成形時の変形と焼成時の変形、即ち、成形体の緻密化に伴う収縮変動が大きい。よって、上記の精度に対応すること

50

が困難となる場合がある。

【0007】

上記の課題に鑑み、本発明は、近年の高精度化に対応し、電極部材の平坦度を更に向上させる電極内蔵焼結体の製造方法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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の特徴は、(A)アルミナ成形体の焼成によってアルミナ焼結体を形成する工程と、(B)アルミナ焼結体上に、高融点金属、炭化モリブデン、炭化タングステンのうちのいずれか1種以上を主成分とする電極ペーストを印刷する工程と、(C)アルミナ焼結体の電極ペースト側にアルミナ粉体を充填し、金形成形によりアルミナ粉体と電極ペーストとアルミナ焼結体とを一体化する工程と、(D)一体化したアルミナ粉体と電極ペーストとアルミナ焼結体を焼成する工程と、(E)アルミナ焼結体を誘電体層とし、誘電体層の外表面を基板載置面とする工程とによって形成されることを特徴とする電極内蔵焼結体の製造方法であることを要旨とする。

10

【0009】

このように、アルミナ焼結体を誘電体層とし、アルミナ焼結体に電極ペーストを印刷することにより、成形体の緻密化に伴う収縮変動が小さくなり、電極部材の平坦度を向上させることができる。

【0010】

又、上記発明において、電極内蔵焼結体は、ヒータ、静電チャック又はサセプターのうちいずれかであってもよい。

20

【0011】

本発明によれば、均一にプラズマを発生できるセラミックスヒータ、静電チャック又はサセプターを得られるため、成膜やエッチングの精度を高めることができる。

【0012】

又、上記発明において、高融点金属として、融点1650 以上で、アルミナとの熱膨張差が $5 \times 10^{-6} / K$ 以内である金属を用いることが望ましい。この高融点金属としては、Mo、W、W/Mo合金、Hf、Ti、Ta、Rh、Re、Pt、Nbの中から選択されるいずれか1種以上の金属を用いることができる。

【0013】

本発明によれば、特に、熱CVD等の高温用途である半導体製造装置として使用することができる。

30

【0014】

又、上記発明において、電極ペーストには、アルミナが5～30重量%含まれてもよい。

【0015】

本発明によれば、セラミックス基材との密着性を強固にし、界面せん断強度を向上させることができる。又、30重量%より多く含まれると、電極としての導通に問題が生じる場合がある。

【0016】

又、上記発明において、アルミナ粉体には、バインダが含まれていてもよい。

40

【0017】

本発明によれば、バインダを含むことにより、Wがセラミックス基材に拡散することを防ぐことができる。

【0018】

又、上記発明において、アルミナ焼結体及びアルミナ粉体に用いられるアルミナ原料粉の純度が99.5%以上であってもよい。

【0019】

本発明によれば、アルミナの純度が高いので、半導体ウエハの污染源となる添加剤の濃度が低く抑えられているため、半導体素子の汚染を防止できる。

50

## 【0020】

又、上記発明において、焼成する工程は、焼成温度1400～1650とし、ホットプレス法により焼成してもよい。

## 【0021】

本発明によれば、低温で焼成することにより、セラミックス基材を得ることができる。

## 【発明の効果】

## 【0022】

本発明によると、近年の高精度化に対応し、電極部材の平坦度を更に向上させる電極内蔵焼結体の製造方法を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

10

## 【0023】

次に、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。従って、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

## 【0024】

(電極内蔵焼結体)

本発明の実施の形態に係る電極内蔵焼結体は、アルミナ焼結体を形成し、アルミナ焼結体上に、高融点金属、炭化モリブデン、炭化タングステンのうちのいずれか1種以上を主成分とする電極ペーストを印刷し、電極ペースト上にアルミナ粉体を充填し、金形成形によりアルミナ粉体と電極ペーストとアルミナ焼結体とを一体化し、一体化したアルミナ粉体と電極ペーストとアルミナ焼結体とを焼成することによって、製造される。又、本発明の実施の形態に係る電極内蔵焼結体は、焼成温度1400～1650とし、ホットプレス法により焼成することが望ましい。

20

## 【0025】

高融点金属としては、融点1650以上で、アルミナとの熱膨張差が $5 \times 10^{-6} / K$ 以内である金属を用いることが望ましい。この高融点金属としては、Mo、W、W/Mo合金、Hf、Ti、Ta、Rh、Re、Pt、Nbの中から選択されるいずれか1種以上の金属を用いることができる。

30

## 【0026】

又、電極ペーストには、アルミナが5～30重量%含まれる。

## 【0027】

又、アルミナ粉体には、バインダが含まれ、アルミナ焼結体及びアルミナ粉体に用いられるアルミナ原料粉の純度は、99.5%以上である。

## 【0028】

電極内蔵焼結体は、ヒータ、静電チャック又はサセプターのいずれかとして用いられることが望ましい。以下において、本発明の実施の形態に係る電極内蔵焼結体を静電チャックとして用いたときを例にとり、説明する。

40

## 【0029】

(静電チャック)

図1(a)及び図1(b)は、本発明の実施の形態に係る静電チャック10の構造を示す概略的な平面図および断面図である。本発明の実施の形態に係る静電チャック10は、円盤状に加工されたセラミックス基材1と、セラミックス基材1の上に配置された薄いセラミックス誘電体層3と、セラミックス誘電体層3とセラミックス基材1との間に埋設された面状の電極2とを有する。セラミックス誘電体層3の表面が基板載置面であり、基板はここに載置され、固定される。

## 【0030】

本発明の実施の形態に係る静電チャック10は、セラミックス誘電体層3として、広い

50

温度範囲で極めて高抵抗を示すアルミナ焼結体を使用したクーロンタイプの静電チャックである。以下、より具体的に本発明の実施の形態に係る静電チャックの構造について説明する。

【0031】

本実施の形態におけるセラミックス基材1は、アルミナ粉体を焼結した焼結体で形成される。又、このアルミナ粉体には、バインダが含まれる。

【0032】

セラミックス誘電体層3は、アルミナ焼結体で形成される。

【0033】

又、セラミックス誘電体層3及びセラミックス基材1に用いられるアルミナ原料粉の純度は99.5%以上である。純度が99.5%以上と高い場合は、半導体基板の汚染源となる添加剤の濃度が低く抑えられているため、半導体素子の汚染を防止できる。又、これらの特性を備えたアルミナ焼結体は、緻密で耐食性が良好であるとともに、300MPa以上の曲げ強度を有する。このため、穴あけ加工や使用の際、ワレや欠けが生じにくく、パーティクルの発生を防止できる。

【0034】

電極2は、融点1650以上で、アルミナとの熱膨張差が $5 \times 10^{-6} / K$ 以内である金属、例えば、Mo、W、W/Mo合金、Hf、Ti、Ta、Rh、Re、Pt、Nb等の高融点金属や、炭化モリブデン、炭化タングステンが用いられる。電極2としては、ペースト状の金属を印刷し、乾燥、焼成により形成した膜状電極、スパッタやイオンビーム蒸着等の物理的蒸着の他、CVD等の化学的蒸着で金属薄膜を形成し、エッチングによりパターン電極を形成してもよい。又、印刷体ペーストで印刷電極を形成する場合は、周囲と熱膨張係数を合わせるため、アルミナ等のセラミックス粉をペースト中に混入させてもよい。この場合、アルミナを5~30重量%含むことが望ましい。

【0035】

尚、静電チャックは、腐食ガス雰囲気中で使用されることも多いため、いずれの電極2も図1に示すように、セラミックス基材1とセラミックス誘電体層3との接合体中に完全に埋設され、外部に露出しない構成とすることが望ましい。

【0036】

又、本実施の形態に係るセラミックス基材1、電極2、及びセラミックス誘電体層3は、一体としてホットプレス焼成されたものであることが望ましい。ホットプレス焼成により一体化された構造とすることで、セラミックス基材1とセラミックス誘電体層3との接合面を、接着剤層等を介さずに接合できるとともに、接合界面をほぼ残さずに一体化できる。埋設された電極2を完全に外部雰囲気と遮断するため、腐食ガス中での使用に対して高い耐食性を維持できる。

【0037】

(製造方法)

次に、図2(a)~図2(c)を参照して、本発明の実施の形態に係る電極内蔵焼結体(静電チャック)の製造方法について説明する。

【0038】

まず、図2(a)に示すような、円盤状のアルミナ成形体を焼成し、アルミナ焼結体31を作製する。このアルミナ焼結体31は、最終的にセラミックス誘電体層3となるものであるが、後続する研削工程やホットプレス焼成工程等に対し、十分な強度を持たせるため、アルミナ焼結体31の厚みは最終的なセラミックス誘電体層3の厚みより厚いものとするのが好ましい。例えば、最終的に0.5mm厚のセラミックス誘電体層を形成する場合に数mm~10mmの厚さとする。

【0039】

アルミナ焼結体31を作製するためには、まず、アルミナを主成分とするセラミックス原料粉を準備する。このセラミックス原料粉としては、アルミナ原料粉の他にMgO等の焼結助剤粉末を添加してもよいが、少なくともアルミナ原料粉の含有量を99.5%以上と

10

20

30

40

50

することが好ましい。又、アルミナ原料粉の純度は99.5%以上のものを用いることが好ましい。このセラミックス原料粉に、バインダを所定の配合比で調合し、トロンメル等を用いて混合し、スラリーを得る。次に、スラリーを乾燥し、混合粉を得る。そして、金型成形法、CIP (Cold Isostatic Pressing) 法、スリップキャスト法等の方法を用いて、円盤状のアルミナの成形体を作製する。続けて、得られた成型体を、常圧焼結法等を用いて、約1600 ~ 1700 で大気中もしくは不活性ガス中で約2 ~ 6時間焼成を行う。こうして、アルミナ焼結体31を得る。尚、焼成方法としては常圧焼結法以外の方法を使用することも可能である。

#### 【0040】

又、アルミナ焼結体31をホットプレス又はHIP法で焼成すると、常圧焼成法に比べ焼成中の空孔・欠陥が減り誘電体層として非常に有利である。クーロンタイプの静電チャックではJR (ジョンソンラーベック) タイプと同じ吸着力を得る為には印加電圧を高くする必要があり、焼結体中にある空孔は絶縁破壊起点となるからである。常圧焼成による焼成体の絶縁耐圧は1.5 ~ 3 kV/mmであるのに対して、ホットプレス焼成による焼結体は3 kV/mmが安定して得られる。

10

#### 【0041】

次に、図2 (b) に示すように、アルミナ焼結体31の一方の面を研削加工し平滑面を形成し、その上にMo、W、炭化モリブデン、炭化タングステン、W/Mo合金、Hf、Ti、Ta、Rh、Re、Pt、Nb等の印刷ペーストを用いた印刷法等で面状の印刷電極21を形成し、乾燥する。印刷ペーストには、焼成時の熱収縮率を調整するため、アルミナを5 ~ 30重量%添加することが好ましい。尚、スパッタや蒸着等を用いて薄膜電極を形成してもよい。

20

#### 【0042】

この後、例えば、金型に印刷電極が形成された面が露出するように、アルミナ焼結体31をセットし、その上から、別途用意したセラミックス粉、好ましくはアルミナと焼結剤を混合した原料混合粉を乾燥させて作製した造粒粉を充填する。尚、使用するアルミナ原料粉の純度はアルミナ焼結体の原料粉より低くてもよいが、好ましくは99.5%以上の純度のものを使用する。

#### 【0043】

こうして、図4 (c) に示すように、金型成形により、セラミックス成形体 (アルミナ粉体) 11、印刷電極21及びアルミナ焼結体31を一体化する。続いて、一体化したセラミックス成形体11、印刷電極21及びアルミナ焼結体31をホットプレス法で一軸方向に加圧しながら焼成を行う。焼成条件は限定されるものではないが、好ましくは1400 ~ 1650 で、窒素、アルゴン等の不活性雰囲気下の減圧下、もしくは還元雰囲気中で約1 ~ 4時間焼成を行う。こうして、セラミックス成形体11、印刷電極21及びアルミナ焼結体31を一体化した焼成体を得る。

30

#### 【0044】

このように、セラミックス誘電体層3は、セラミックス誘電体層3となるアルミナ成形体の焼成、及び、一体化したアルミナ粉体と電極ペーストとアルミナ焼結体の焼成という2回の焼成工程を経ることとなる。

40

#### 【0045】

この後、アルミナ焼結体31を研削し、膜厚が0.05 ~ 0.5 mmとなるように調整する。又、焼成体の側面を研削加工し、基板載置面の面積を狭くしてもよい。更に必要に応じて、電極の端子の周囲を覆う円筒形セラミックスの接合、研削、端子の引き出し等の加工を経て、図1 (b) に示す、アルミナ焼結体31より形成されたセラミックス誘電体層3、電極2、及びセラミックス基材1からなる静電チャック10を得る。

#### 【0046】

(作用及び効果)

上述する本実施の形態に係る電極内蔵焼結体 (静電チャック) の製造方法によれば、セラミックス誘電体層は、アルミナ成形体の焼成、及び、一体化したアルミナ粉体と電極

50

ーストとアルミナ焼結体の焼成という2回の焼成工程を経ることで、成形体の緻密化に伴う収縮変動が小さくなり、平坦度が良いセラミックス誘電体層を作製することができる。

【0047】

更に、アルミナ焼結体31、印刷電極21及びセラミックス成形体11を成形工程及びホットプレス焼成工程により一体化するため、接合層不要の構造が得られる。又、ホットプレス焼成する工程は、高純度原料の焼成ができ、又、焼成温度1400～1650と、低温で焼成することができる。

【0048】

又、セラミックス成形体11の原料粉としてアルミナ原料粉を使用する場合は、アルミナ焼結体31との接合が良好になり、接合界面がほぼなくなった一体焼結品を作製することができる。このため、腐食ガス雰囲気で使用しても接合部からのガスの侵入による電極の腐食を防止できる。

【0049】

電極2の主成分は、融点1650以上で、アルミナとの熱膨張差が $5 \times 10^{-6} / K$ 以内である金属、例えば、Mo、W、W/Mo合金、Hf、Ti、Ta、Rh、Re、Pt、Nb等の高融点金属や、炭化モリブデン、炭化タングステンを用いるため、特に、熱CVD等の高温用途である半導体製造装置として使用することができる。又、電極ペーストには、アルミナが5～30重量%含まれるため、セラミックス基材1との密着性を強固にし、界面せん断強度を向上させることができる。

【0050】

又、セラミックス成形体11の原料粉であるアルミナ粉体には、バインダが含まれているため、電極2に含まれるWがセラミックス基材1に拡散することを防ぐことができる。

【0051】

又、アルミナ焼結体31及びセラミックス成形体11に用いられるアルミナ原料粉の純度は99.5%以上と高純度であるため、半導体ウェハの汚染源となる添加剤の濃度が低く抑えられているため、半導体素子の汚染を防止できる。

【0052】

又、クーロンタイプの静電チャックでは、高い吸着力を得るためにはセラミックス誘電体層の厚みを0.5mm以下の極めて薄い膜厚に設定する必要があるとともに、吸着力の面内均一性を得るためには、厚みを均一に揃える必要がある。本実施の形態に係る製造方法では、まず単独でアルミナ焼結体を作製し、その片面を研磨し平坦な平面を形成し、その上に電極を作製しており、さらにホットプレス焼成工程後に研削加工により膜厚を最終調整するため、高い精度で誘電体層の膜厚の制御を確実に行うことができる。従って、基板面内の吸着力を均一に揃えることができる。

【0053】

(その他の実施の形態)

本発明は上記の実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかである。

【0054】

例えば、上述する実施の形態に係る静電チャックの製造方法では、セラミックス基材もホットプレス法を用いて焼成することで作製しているが、誘電体層となるアルミナ焼結体のみをホットプレス法により焼成し、セラミックス基材については、常圧焼成法等の別方法で作製してもよい。例えば、誘電体層となるアルミナ焼結体のみをホットプレス法を用いて作製した後、片側面に印刷法、又は各種蒸着法を用いて膜状電極を形成し、別途作製したセラミックス焼結体に接着材を介して接着した簡易な構造のものでも良い。

【0055】

又、本発明の実施の形態では、静電チャックとして電極内蔵焼結体を使用する例について説明したが、このアルミナ焼結体は、静電チャックのみならず、アルミナ焼結部材として単体で、あるいは別の部材と組み合わせて、静電チャック以外のものとして使用するこ

10

20

30

40

50

とができる。例えば、半導体製造装置内で使用される、サセプター、ヒータ基材、リング材、ドーム材、或いはそれ以外の耐熱性及び耐腐食性を備えることが必要な種々の絶縁性部材として使用することができる。

【0056】

このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を含むことは勿論である。従って、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

【実施例】

【0057】

以下、本発明の実施例について説明する。本発明は、以下の実施例に限定されないことは勿論である。

【0058】

<印刷ペーストの材質及びバインダの有無評価>

(製作条件)

印刷ペーストの材質及びアルミナ粉体(焼成後のセラミックス基材1)のバインダの有無を変化させた静電チャックを製作し(実施例1, 2, 参考例1~4)、体積抵抗率及び界面せん断強度を測定した。それぞれの製作条件を表1に示す。

【表1】

	参考例1	参考例2	実施例1	参考例3	参考例4	実施例2
粉体バインダー	有り			無し		
印刷ペーストの材質	Mo, W	MoC, WC	W+アルミナ	Mo, W	MoC, WC	W+アルミナ
誘電体層への拡散	有り	無し	無し	有り	無し	有り
体積抵抗率( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	E12	E17	E17	E12	E17	E12
界面せん断強度(MPa)	100	剥がれ、割れ	130~300	80	30	80~150

【0059】

以下に、実施例1, 2, 参考例1~4に係る静電チャックの製造方法を説明する。

【0060】

セラミックス原料粉として、純度99.5%のアルミナ粉末(粒子径 $1 \mu\text{m}$ )と焼結助剤であるMgO原料粉を使用した。なお、セラミックス原料粉中のMgOの含有量は0.04%とした。このセラミックス原料粉にバインダであるポリビニルアルコール(PVA)、水、及び分散剤を添加し、トロンメルで16時間混合し、スラリーを作製した。得られたスラリーを、スプレードライヤを用いて噴霧乾燥し、平均約 $80 \mu\text{m}$ の造粒顆粒を作製した。次に、上記顆粒をゴム型に入れCIP(Cold Isostatic Pressing)装置により、 $1 \text{ ton/cm}^2$ の圧力をかけてアルミナ成形体を作製した。このアルミナ成形体を乾燥した後、アルミナ製のサヤにアルミナ成形体をセットし、大気焼成炉内にサヤごと入れて焼成した。

【0061】

焼成条件は、室温から $500$ までは $10$  / hで昇温し、 $500$ で5時間保持してバインダを除去した後、 $500$ から $1650$ まで $30$  / hで昇温し、 $1650$ で4時間保持した。こうして、図2(a)に示すアルミナ焼結体を得た。

【0062】

次に、アルミナ焼結体を研削加工し、 $215 \text{ mm}$ 、厚さ $4 \text{ mm}$ の円盤を作製した。この際、一方の面を研削加工により、表面粗さRaが $0.8 \mu\text{m}$ 以下の平滑面となるように仕上げた。

## 【0063】

実施例1, 2, 参考例1~4それぞれについて、表1に示す印刷ペーストの材質及びバインダであるエチルセルロースを混合し、印刷ペーストを作製し、スクリーン印刷法により、アルミナ焼結体の平滑面上に195mm、厚さ20μmの電極を形成し、乾燥させた(図2(b)参照)。

## 【0064】

その後、金型に上記印刷電極が形成されたアルミナ焼結体をセットし、別途用意した純度99.5%のアルミナ粉体を充填し、200kg/cm<sup>2</sup>の圧力でプレス成形を行った。なお、充填したアルミナ粉体は、実施例1, 参考例1, 2についてはバインダは含み、実施例2, 参考例3, 4についてはバインダを含まなかった。

10

## 【0065】

続いて、この成形体をカーボン製のサヤにセットし、ホットプレス焼成法を用いて焼成した。焼成は、100kg/cm<sup>2</sup>の加圧下で、かつ窒素加圧雰囲気(150kPa)で行い、300/hで昇温し、1600で2時間保持した。こうして、電極を埋設した焼成体を得た(図2(c)参照)。

## 【0066】

この後、2回の焼成工程を経たセラミックス誘電体層であるアルミナ焼結体の表面をダイヤモンド砥石にて平面研削加工を行い、アルミナ焼結体の厚み、すなわち埋設した電極から表面までの厚みを0.3mmとした。さらに、焼成体の側面を研削するとともに、必要な穴あけ加工、および電極の端子の周囲を覆う円筒部の取り付けと、端子の引き出しを行い、静電チャックを完成した。

20

## 【0067】

(評価)

評価結果を表1に示す。各評価の具体的な測定方法は、以下のとおりである。

## 【0068】

(1) 体積抵抗率: JIS C2141に準じた方法により、真空雰囲気下で室温で測定を行った。試験片形状は50×1mmとし、主電極径を20mm、ガード電極内径を30mm、ガード電極外径を40mm、印加電極径を45mmとなるよう各電極を銀ペーストで形成した。印加電圧は1000V/mmとし、電圧印加後1分時の電流を読み取り、体積抵抗率を算出した。

30

## 【0069】

(2) 界面せん断強度: マイクロドロレット法により測定した。測定装置は複合材界面特性評価装置(東栄産業社製)を使用した。尚、製作した静電チャックから、9.9mm、厚さ12mmの円盤を切り出し、界面せん断強度の測定を行った。

## 【0070】

実施例1, 参考例1, 2と実施例2, 参考例3, 4を比較すると、アルミナ粉体にバインダを含む実施例1, 参考例1, 2のほうが、体積抵抗率及び界面せん断強度が高い結果となった。

## 【0071】

参考例1は、印刷ペーストの材質としてMo、Wのみを使用したため、界面の密着性が悪く、誘電体層に金属を拡散させ、体積抵抗率が低下した。又、界面せん断強度も低かった。

40

## 【0072】

参考例2は、誘電体層に金属の拡散がなく、体積抵抗率が高いが、印刷ペーストの材質としてMoC、WCなどの炭化物を使用したため、表面加工の際、界面から剥がれる又は割れる等の問題があった。

## 【0073】

実施例1は、誘電体層に金属の拡散がなく、体積抵抗率が高く、又、界面せん断強度も高かった。

## 【0074】

50

このため、アルミナ粉体にバインダを含み、印刷ペーストの材質として、Wにアルミナを加えたものを使用することが良好であることが分かった。

【0075】

< Wペーストに対するアルミナ添加割合評価 >

(製作条件)

上述した実施例1における印刷ペーストのアルミナ添加量を変化させた静電チャックを製作し(参考例5, 実施例3~6)、体積抵抗率及び界面せん断強度を測定した。それぞれの製作条件を表2に示す。

【表2】

	参考例5	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
アルミナ添加量 (wt%)	0	5	10	20	30
体積抵抗率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	E12	E17	E17	E17	E17
界面せん断強度 (MPa)	100	130	200	250	300

10

【0076】

参考例5及び実施例3~6は、アルミナ添加量を変化させたものであり、それ以外の製作条件及び評価方法は、上述した実施例1と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0077】

(評価)

結果を表2に示す。アルミナ添加量については、体積抵抗率が高く、界面せん断強度が130MPaである実施例3~6が良好であった。即ち、アルミナ添加量は、5~30重量%であることが望ましいことが分かった。尚、実施例6については、電極としての導通に問題があるので、より望ましくは、アルミナ添加量は5~20重量%である。

【0078】

< 粉体成形法と焼成体使用法との比較 >

(製作条件)

次に、粉体成形法と、本発明の焼成体使用法とを用い、焼成温度を変化させ、静電チャックを製作し(参考例6~10, 実施例7~11)、膜厚レンジを測定した。それぞれの製作条件を表3に示す。

【表3】

	粉体成形法					焼成体使用法				
	参考例6	参考例7	参考例8	参考例9	参考例10	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
焼成温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	1350	1400	1600	1650	1700	1350	1400	1600	1650	1700
平坦度 (mm)	0.51	0.20	0.34	0.46	0.50	0.19	0.05	0.12	0.15	0.20

40

【0079】

粉体成形法とは、従来用いられている、アルミナ粉体を成形した成形体により、セラミックス誘電体層を形成する方法であり、焼成体使用法とは、実施の形態において説明したように、アルミナ焼結体により、セラミックス誘電体層を形成する方法である。

【0080】

参考例6~10に係る静電チャックの製造方法は、アルミナ焼結体ではなくアルミナ粉体を成形した成形体と使用すること以外は、実施例1と同様であり、実施例7~11に係

50

る静電チャックの製造方法は、実施例 1 と同様である。但し、それぞれセラミックス誘電体層 3、電極 2、セラミックス基材 1 (図 2 (c) 参照) を一体化し焼成する際の焼成温度は、表 3 に示すとおりである。

【 0 0 8 1 】

( 評価 )

結果を表 3 に示す。ここで、平坦度とは、半導体ウェハ載置面の表面から電極までの最大距離と、最小距離の差である。

【 0 0 8 2 】

粉体成形法を用いた参考例 6 ~ 1 0 の平坦度は、0 . 2 ~ 0 . 5 mm であり、焼成体使用法を用いた実施例 7 ~ 1 1 の平坦度は、0 . 0 5 ~ 0 . 2 0 mm であった。よって、焼成体使用法を用いた静電チャックは、電極と絶縁性誘電層の吸着面との間隔にバラツキが少ないことが分かった。特に、焼成温度を 1 4 0 0 ~ 1 6 5 0 にすることにバラツキが少ない。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 3 】

【 図 1 】 ( a ) は、本発明の実施の形態に係る静電チャックの構造を示す概略的な平面図であり、( b ) は、( a ) の 1 b - 1 b 断面図である。

【 図 2 】 本発明の実施の形態に係る静電チャックの製造方法を示す工程図である。

【 符号の説明 】

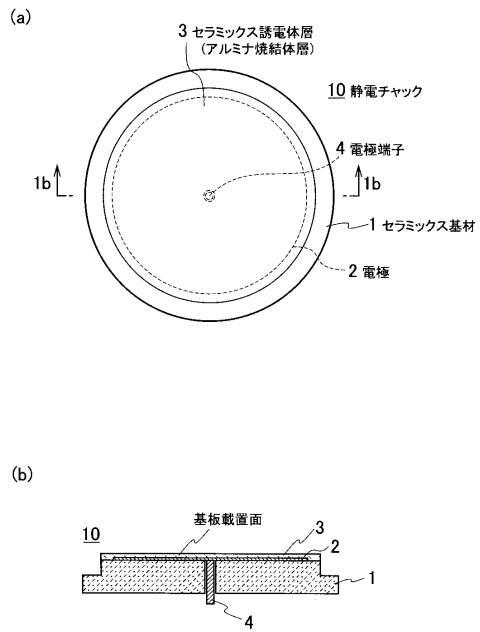
【 0 0 8 4 】

20

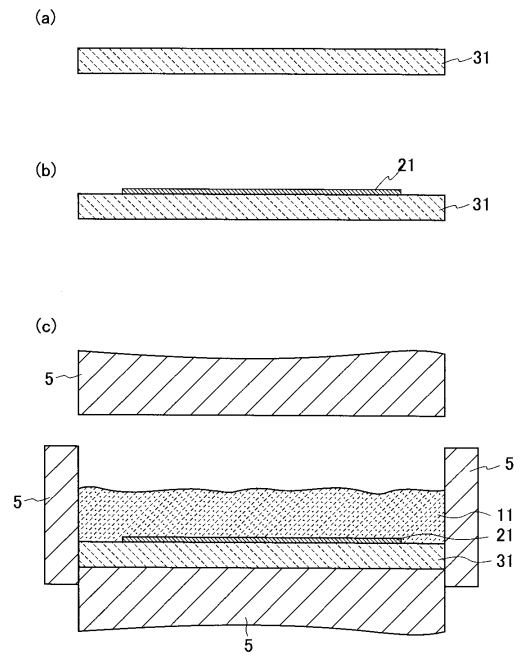
- 1 セラミックス基材
- 2 電極
- 3 セラミックス誘電体層
- 4 電極端子
- 5 成形用金型
- 1 0 静電チャック
- 1 1 セラミックス成形体
- 2 1 印刷電極
- 3 1 セラミックス焼結体

30

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 森 豊

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 武石 卓

(56)参考文献 特表2003-516635(JP,A)

特開平11-312729(JP,A)

特開2001-308163(JP,A)

特開平10-259059(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C04B 35/00

C04B 35/111

C04B 35/622

C04B 41/90

H01L 21/02

H01L 21/683

B28B 3/00 - 5/12

B28B 21/00 - 23/22