

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-4752

(P2009-4752A)

(43) 公開日 平成21年1月8日(2009.1.8)

(51) Int.Cl.

H01L 21/683 (2006.01)  
H02N 13/00 (2006.01)

F 1

H01L 21/68  
H02N 13/00R  
D

テーマコード(参考)

5 F O 3 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2008-125829 (P2008-125829)  
 (22) 出願日 平成20年5月13日 (2008.5.13)  
 (31) 優先権主張番号 特願2007-132821 (P2007-132821)  
 (32) 優先日 平成19年5月18日 (2007.5.18)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000010087  
 T O T O 株式会社  
 福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号  
 (72) 発明者 安藤 正美  
 福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O 株式会社内  
 (72) 発明者 青島 利裕  
 福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O 株式会社内  
 F ターム(参考) 5F031 CA02 HA02 HA16

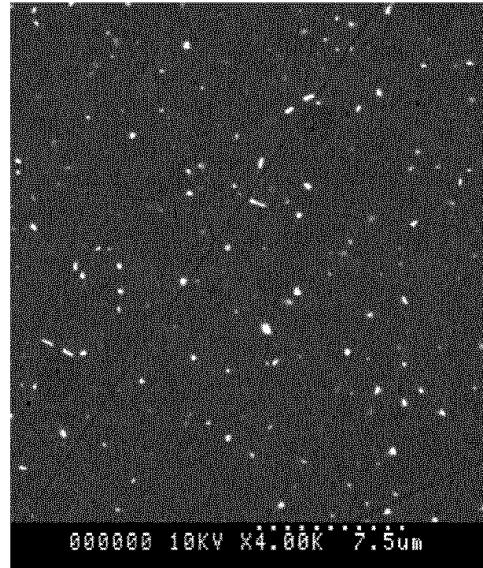
(54) 【発明の名称】 静電チャック

## (57) 【要約】

**【課題】** 本発明の課題は、吸着力の高いジョンセン・ラーベック力を利用した静電チャックで、ハロゲンガス等のプラズマ照射による表面粗さの変化を抑えることができ、静電チャックの特性変化が小さく、プラズマ装置内で長期間使用可能な静電チャックを提供することである。

**【解決手段】** 本発明では、アルミナと酸化チタンから成り、チタン化合物の偏析物の最大粒子径が  $2 \mu\text{m}$  以下であり、体積抵抗率が室温において  $10^8 \sim 10^{13} \text{ cm}$  であるセラミック誘電体を備えたことを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

アルミナと酸化チタンから成る焼結体で、チタン化合物の偏析物の最大粒子径が $2 \mu\text{m}$ 以下であり、体積抵抗率が室温において $10^8 \sim 10^{13} \text{ cm}$ であるセラミック誘電体を備えたことを特徴とする静電チャック。

## 【請求項 2】

前記セラミック誘電体の嵩密度が $3.97 \text{ g/cm}^3$ 以上であることを特徴とする請求項1に記載の静電チャック。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

10

## 【0001】

本発明は、半導体基板やガラス基板などを吸着する静電チャックに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

エッティング、CVD、スパッタリング、イオン注入、アッシングなどを行うプラズマ処理チャンバー内で、半導体基板やガラス基板を吸着保持する手段として、静電チャックが用いられている。

## 【0003】

静電チャックにはジョンセン・ラーベック力とクーロン力を利用する2つの方式があるが、大きな吸着力が必要な用途ではジョンセン・ラーベック力を利用した静電チャックが用いられている。このジョンセン・ラーベック力による静電吸着力を発現させるためには、誘電体の体積抵抗率を $10^8 \sim 10^{13} \text{ cm}$ の範囲に制御する必要がある。

20

## 【0004】

誘電体の体積抵抗率を $10^8 \sim 10^{13} \text{ cm}$ の範囲に制御する方法として、アルミナに酸化チタンを添加したセラミック誘電体が特許文献1～5に開示されている。

## 【特許文献1】特開昭62-94953号公報

## 【特許文献2】特開平2-206147号公報

## 【特許文献3】特開平3-147843号公報

## 【特許文献4】特開平3-204924号公報

30

## 【特許文献5】特開2006-49356号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

プラズマ処理を行った後のチャンバー内面には、半導体ウエハや塗膜からの残渣および生成物が付着している。そしてプラズマ処理を繰り返してゆくと、残渣および生成物が次第に堆積し、やがてチャンバー内面から剥離して半導体基板やガラス基板表面に付着して歩留り低下の原因となる。

## 【0006】

そこで、従来から定期的にチャンバー内をプラズマによってクリーニングし、チャンバー内面に付着した残渣および生成物を除去するようにしている。このとき、従来にあっては静電チャックの表面がプラズマに曝されるのを防止するために、ダミーウエハで静電チャックの表面を覆った状態でクリーニングを行っていたが、最近ではタクトタイムを短縮して生産効率を向上させるため、ダミーウエハで静電チャックの表面を覆うことを行わずに、クリーニングの際に静電チャックの表面を直接O2ガスやCF4ガスなどのクリーニングプラズマに曝す、いわゆるウエハレスプラズマクリーニングが業界の動向である。

40

## 【0007】

ところで、通常広く使用されている主成分がアルミナから成るジョンセン・ラーベック力を利用した静電チャックにおいては、平均粒子径が $5 \sim 100 \mu\text{m}$ と非常に大きなアルミナ粒子から構成されているため、前記ウエハレスプラズマクリーニングを実施した場合、セラミック表面粒子の脱離および粒界の浸食により、表面粗さが大きくなり、静電吸着

50

力の低下、シールリングのガス漏れ量の増大やウエハとの固体接触界面の熱伝達率の低下などの不具合が発生し、短期間に静電チャックを交換しなければならなくなる。

#### 【0008】

これらを解決する手段として、酸化チタンを微量添加したアルミナ焼結体で、アルミナの平均粒子径を $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下に抑えた静電チャックが特許文献5に開示されているが、この場合も添加した酸化チタンがチタン化合物の偏析物を形成すると、プラズマ照射による表面粗さの変化が大きくなるという課題があった。

#### 【0009】

そこで、本発明では、吸着力の高いジョンセン・ラーベック力を利用した静電チャックで、ハロゲンガス等のプラズマ照射による表面粗さの変化を抑えることができ、静電チャックの特性変化が小さく、プラズマ装置内で長期間使用可能な静電チャックを提供することを目的とする。10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

前記課題を解決するために本発明に係る静電チャックは、アルミナと酸化チタンから成り、チタン化合物の偏析物の最大粒子径が $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、体積抵抗率が室温において $10^8 \sim 10^{13}\text{ }\Omega\text{cm}$ であるセラミック誘電体を備えたことを特徴とする。

#### 【0011】

前記のように、チタン化合物の偏析物の最大粒子径を $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $1.3\text{ }\mu\text{m}$ 以下にすることにより、プラズマ照射による表面粗さの変化を抑えることができ、静電チャックの特性変化も小さく、プラズマ装置でより長期間使用できるようになる。また、前記誘電体の体積抵抗を室温において $10^8 \sim 10^{13}\text{ }\Omega\text{cm}$ にすることにより、ジョンセン・ラーベック力を利用した静電チャックが可能となる。20

#### 【0012】

前記セラミック誘電体としては、嵩密度が $3.97\text{ g/cm}^3$ 以上であることが好ましい。嵩密度を上げることにより、ポアの少ない緻密なセラミック誘電体となり、プラズマ照射による表面粗さの変化を抑えることができる。なお、好ましい嵩密度の上限値は $4.2\text{ g/cm}^3$ である。

#### 【発明の効果】

#### 【0013】

本発明によれば、吸着力の高いジョンセン・ラーベック力を利用した静電チャックで、ハロゲンガス等のプラズマ照射による表面粗さの変化を抑えることができ、静電チャックの特性変化が小さく、プラズマ装置内で長期間使用可能な静電チャックが提供できる。30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0014】

本発明におけるアルミナと酸化チタンから成るセラミック誘電体とは、アルミナと酸化チタンを混合した粉体を成形した後、焼成することにより得られる焼結体であり、コランダム結晶粒子のアルミナとチタン化合物からなるセラミック焼結体である。

また、アルミナに対する酸化チタンの添加量は、 $10^{13}\text{ }\Omega\text{cm}$ 程度の体積抵抗率を得るために、酸化チタン添加量が $0.1\text{ wt\%}$ 以上であることが好ましく、 $0.2\text{ wt\%}$ 以上であることがより好ましい。一方、酸化チタンの過剰添加はチタン偏析物を形成し、耐プラズマ性を低下させる原因となるため、酸化チタン添加量が $2\text{ wt\%}$ 以下であることが好ましく、 $1\text{ wt\%}$ 以下であることがより好ましい。40

#### 【0015】

本発明におけるチタン化合物の偏析物とは、前記誘電体中に存在する酸化チタンや、チタン酸アルミニウム等の酸化チタンと酸化アルミニウムとの化合物から成る粒状の偏析物を指し、前記誘電体を切断、研磨し、走査電子顕微鏡(SEM)の観察で確認することができる。

#### 【0016】

本発明におけるチタン化合物の偏析物の最大粒子径とは、前記切断面の走査電子顕微鏡50

撮影写真において偏析物粒子を100個以上観察し、その粒子径の最大長さを測定して得られる累積度数で99%に相当する粒子径を指す。偏析物が観察されないものは、0とした。前記走査電子顕微鏡の観察倍率は4000倍とし、偏析物の観察個数が100個以上になるように視野数を調整して撮影した。

## 【0017】

本発明における表面粗さRaとは、JIS規格（JIS B 0601）に示される中心線平均表面粗さである。

## 【0018】

本発明における嵩密度とは、JIS規格（JIS R 1634）に示されるアルキメデス法により測定した値である。飽水方法は真空法、溶媒には蒸留水を用いて測定した。

10

## 【0019】

本発明における体積抵抗率とは、JIS規格（JIS C 2141：1992電気絶縁用セラミックス材料試験方法）に示される三端子法を用いて測定した値である。測定は室温（25）で行なった。

## 【0020】

本発明における原料の粒子径は次の方法で測定した。アルミナの平均粒子径は、レーザー回折式粒度分布測定装置（日機装株式会社マイクロトラックMT3000）を用いて測定した。ただし、原料中の凝集粒を解碎、分散処理するために超音波ホモジナイザーを15～30分間照射した後で測定した。

一方、酸化チタンの平均粒子径は光散乱光度計（大塚電子株式会社 FPAR 1000）より求めたキュムラント平均粒子径を用いた。

20

## 【0021】

本発明における焼成体のアルミナ粒子の平均粒子径は、プラニメトリック法により算出した。測定は、試料を鏡面研磨した後、大気雰囲気中で適切な温度でサーマルエッティングを行い、粒子が見えるようにした後、走査電子顕微鏡（SEM）による観察像を用いて行なった。

## 【0022】

本発明によれば、アルミナと酸化チタンから成るセラミック誘電体において、チタン化合物の偏析物の最大粒子径を2μm以下にすることが好ましく、1.3μm以下にすることがより好ましい。チタン化合物はアルミナに比べて耐プラズマ性が弱く、プラズマ照射により簡単に浸食され、その部分が凹部を形成する。このためチタン化合物の偏析物の大きさを小さくすることで、プラズマ照射による表面粗さの変化を飛躍的に小さくできる。なお、好ましいチタン化合物の偏析物の最大粒子径の下限値は0.1μmである。

30

## 【0023】

次に本発明の静電チャックの作製方法について説明する。

まず、原料としてアルミナと酸化チタンを用意する。用いるアルミナ及び酸化チタンは微粒のものが好ましく、アルミナ粉末は平均粒子径0.3μm以下、より好ましくは0.2μm以下のものが用いられる。一方、酸化チタン粉末は平均粒子径0.1μm以下、より好ましくは0.05μm以下のものが用いられる。原料に微粒粉を用いることで分散が良くなり、粒子径の大きなチタン化合物の偏析物ができにくくなる。

40

なお、好ましいアルミナ粉末の平均粒子径の下限値は10nmである。また、好ましい酸化チタン粉末の平均粒子径の下限値は5nmである。

## 【0024】

## (スラリー調整、造粒、生加工)

前記原料を所定量秤量し、さらに分散剤・バインダー・離型剤を加えてボールミルによる粉碎攪拌混合を行う。混合にはイオン交換水等を用い、不純物が混入しないようにすることが好ましい。混合後スプレードライヤーによる造粒を行い、得られた造粒粉末をプレス成形することで、生成形体を作製することができる。さらに、前記生成形体はCIP成形を行うことが好ましい。CIP成形することで生成形体の密度が上がり、焼成体の密度を上げることができる。また、本発明の実施形態においては、成形は乾式成形に限るもの

50

ではなく、押し出し成形、射出成形、シート成形、鑄込み成形、ゲルキャスト成形などの成形方法を利用しても生成形体を得ることができる。

#### 【0025】

##### (焼成)

前記生成形体を窒素、水素ガス還元雰囲気下で焼成することにより、セラミック誘電体が作製できる。還元焼成を行うことで、酸化チタンが非化学量論組成になり、体積抵抗率を制御することができる。焼成温度としては 1150 ~ 1350 ℃、より好ましくは 1150 ~ 1200 ℃ の温度範囲が好適である。低温で焼成することにより、アルミナ粒子の粒子成長を抑制し、偏析するチタン化合物の成長も抑えることができ、その最大粒子径をより小さくすることができる。このため、アルミナ粒子の平均粒子径を 5 μm 以下、より好ましくは 2 μm 以下にすることが望ましい。ここにおいて、好ましいアルミナ粒子の平均粒子径の下限値は 10 nm である。

また、焼成の最高温度での保持時間は、焼成体の物性値を安定化するためには 2 時間以上、より好ましくは 4 時間以上取ることが望ましい。

得られた焼結体は HIP 处理を施すことが好ましい。これにより緻密質なセラミック誘電体を得ることができる。

#### 【0026】

##### (電極作製)

前記セラミック誘電体の表面を研削加工した後に、片面側に CVD や PVD によって TiC や Ti などの導電膜を形成し、この導電膜をサンドブラストやエッティングすることで、所定の電極パターンを形成することができる。

#### 【0027】

##### (接合)

前記電極が形成されたセラミック誘電体を、予めセラミック溶射により絶縁体膜を形成した金属プレートに、金属プレートの絶縁体膜とセラミック誘電体の電極が対向するようにして絶縁性接着剤を介して両者を接合する。セラミック溶射には、アルミナやイットリア等のセラミックを用いることが好ましい。

#### 【0028】

##### (表面パターン作製)

金属プレートに接合したセラミック誘電体を所定の厚みになるように研削加工した後、サンドブラストにより表面に所定の大きさ、高さの凸部を形成する。

#### 【0029】

前記セラミック誘電体の体積抵抗を室温において  $10^8 \sim 10^{13}$  cm にすることにより、ジョンセン・ラーベック効果を用いることができ、非常に大きな吸着力が発現できるようになり、表面への凸部形成が可能な静電チャックが作製できる。

#### 【0030】

##### (実施例)

以下、実施例に基づき本発明を詳細に説明する。

原料としてアルミナ（平均粒子径 0.15 μm、純度 99.99% 以上）と酸化チタン（平均粒子径 0.032 μm）を用意し、酸化チタン添加量を 0.2 ~ 0.8 wt % とし、分散剤・バインダー・離型剤を加えてボールミルによる粉碎攪拌混合を行った。混合後スプレードライヤーによる造粒を行った。得られた造粒粉末はプレス成形を行った後、CIP 成形を行った。得られた成形体は、窒素、水素ガス還元雰囲気下で、1150 ~ 1350 ℃ で 4 時間焼成した。さらに Ar ガス 1500 気圧、1130 ~ 1300 ℃ で HIP 处理を行なった。

#### 【0031】

得られたセラミック誘電体の嵩密度、体積抵抗率、チタン化合物の偏析物の最大粒子径を表 1 に示す。図 1 に実施例 4 のセラミック誘電体の断面 SEM 写真を示す。写真中の色の白い部分がチタン化合物の偏析物である。

#### 【0032】

10

20

30

40

50

【表1】

	TiO <sub>2</sub> 添加量 (wt%)	体積抵抗率 (Ω cm)	嵩密度 (g/cm <sup>3</sup> )	チタン化合物の偏析物の最大粒子径 (μm)	プラズマ照射後の表面粗さ Ra (μm)
実施例1	0.2	10 <sup>10.4</sup>	3.98	0.8	0.09
実施例2	0.4	10 <sup>9.4</sup>	3.98	1.3	0.14
実施例3	0.5	10 <sup>8.8</sup>	3.98	1.1	0.12
実施例4	0.8	10 <sup>8.6</sup>	3.97	0.8	0.13
比較例1	1	10 <sup>8.6</sup>	3.98	2.4	0.30
比較例2	5	10 <sup>8.4</sup>	3.98	4.1	0.42

## 【0033】

さらに、表面をラップしたサンプルにプラズマを照射し、表面粗さ Ra の変化を測定した。サンプルの初期状態の表面粗さは Ra 0.01 μm 以下にした。プラズマ照射は、リアクティブイオンエッティング装置（アネルバ株式会社 D E A - 5 0 6）を用いて、エッティングガスは CF<sub>4</sub> (40 sccm) + O<sub>2</sub> (10 sccm) で 1000 W、30 時間行なった。プラズマ照射後の Ra を表1に示す。

10

20

## 【0034】

実施例1～4では、体積抵抗率が 10<sup>8</sup>～10<sup>13</sup> cm と、ジョンセン・ラーベック力を利用したのに適したセラミック誘電体が得られた。さらにチタン化合物の偏析物の最大粒子径が 2 μm 以下のセラミック誘電体が得られ、プラズマ照射後の表面粗さ Ra が 0.15 μm 以下と、表面粗さの変化が小さいことがわかる。

20

## 【0035】

比較例1は、酸化チタン添加量を 1 wt % としたものである。チタン化合物の偏析物の最大粒子径は 2.4 μm である。プラズマ照射後の表面粗さ Ra は 0.30 μm と大きく増加した。

30

## 【0036】

比較例2は、酸化チタン添加量を 5 wt % としたものである。断面のSEM写真を図2に示す。大きなチタン化合物の偏析物が存在していることが分かる。チタン化合物の偏析物の最大粒子径は 4.1 μm である。プラズマ照射後の表面粗さ Ra は 0.42 μm と大きく増加した。

30

## 【0037】

以上の結果より、チタン化合物の偏析物の最大粒子径を 2 μm 以下にすることにより、ハロゲンガス等のプラズマ照射による表面粗さの変化を抑えることができ、静電チャックの特性変化も小さくなり、プラズマ装置でより長期間使用できるようになる。

40

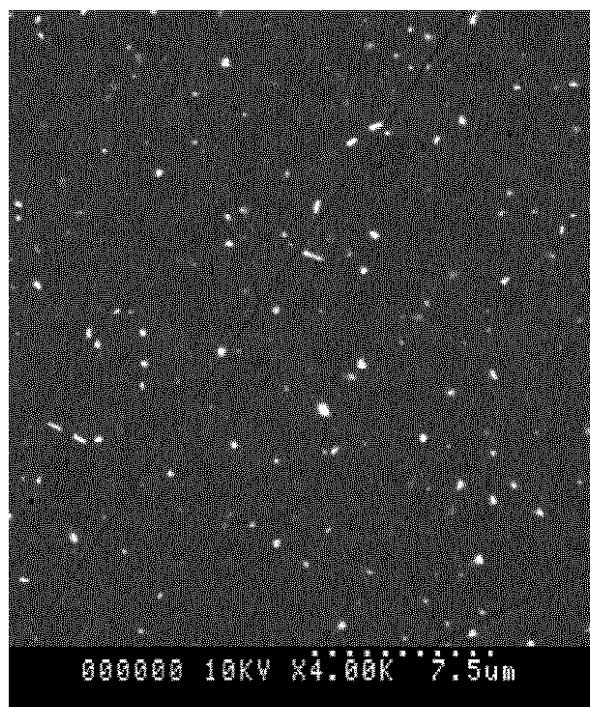
## 【図面の簡単な説明】

## 【0038】

【図1】実施例4に示す本発明のセラミック誘電体の断面SEM写真である。

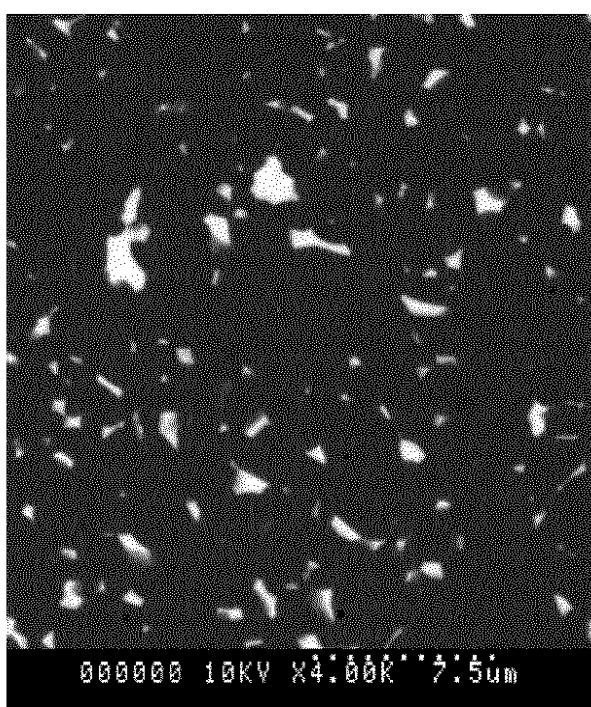
【図2】比較例2に示すセラミック誘電体の断面SEM写真である。

【図1】



000000 10KV X4.00K 7.5μm

【図2】



000000 10KV X4.00K 7.5μm