

## 明 細 書

発明の名称：

積層構造体、ステージ、半導体製造装置および積層構造体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、積層構造体に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造装置におけるステージは、アルミニウムの基体と、その表面に形成された絶縁層とを含む。例えば、特許文献1に開示された構成によれば、絶縁層は、例えば、陽極酸化によって基体上に形成された酸化アルミニウム層（アルマイト層）および溶射によって形成された酸化アルミニウム（アルミナ被覆層）を含む。アルマイト層とアルミナ被覆層とは良好な密着性を得ることができない。したがって、アルマイト層の表面に対してブラスト処理を行うことによって粗面化し、アルミナ被覆層の密着性を向上させる必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-114189号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に構成によれば、30 $\mu$ m程度のアルマイト層に対して、ブラスト処理のような物理的な粗面化処理によって10 $\mu$ m程度を削り取ることによって、アルマイト層とアルミナ溶射層との密着性を向上させている。ブラスト処理のような粗面化に耐え得る程度の厚さを有するアルマイト層を形成するには、長い製造時間を要する。さらに、アルマイト層をブラスト処理によって削るといった処理も必要となるため、さらに長い製造時間を要することになる。また、粗面化処理によって基体が露出すると、露出した部分が耐電圧に悪影響を及ぼす場合がある。したがって、製造不良を低減するため

には、アルマイト層をさらに厚膜化しなくてはならない場合もある。

- [0005] 本発明の目的の一つは、ブラスト処理のように物理的な粗面化処理をしなくても被覆層の密着性を向上させることにある。

### 課題を解決するための手段

- [0006] 一実施形態によれば、半導体製造装置向けの積層構造体であって、アルミニウムを含み、第1面を有する基体と、前記基体の前記第1面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、を含み、前記中間層は、前記第1面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を有し、前記中間層は前記基体の前記第1面を覆う境界層を有し、前記被覆層は、前記中間層における前記複数の空隙の一部に配置され、前記複数の空隙は、前記境界層に隣接し前記被覆層から離隔した空隙を含む、積層構造体を提供される。
- [0007] 前記複数の空隙は、第1空隙、当該第1空隙に隣接する第2空隙を含み、前記第1空隙の第1径は10nm以上100nm以下であり、前記第2空隙の第2径は前記第1径の1.5倍以上であってもよい。
- [0008] 前記第1径は10nm以上30nm以下であってもよい。
- [0009] 前記第1空隙と前記第2空隙との間の隔壁の厚さは、前記第1空隙の第1径の長さよりも小さくてもよい。
- [0010] 前記隔壁は網目状構造を含んでもよい。
- [0011] 前記中間層の厚さは、2μm以下であり、前記被覆層における破断強度よりも前記被覆層と前記中間層との密着強度が大きく、前記中間層および前記被覆層の耐電圧は、28kVDC/mm以上であってもよい。
- [0012] 一実施形態によれば、半導体製造装置向けの積層構造体であって、アルミニウムを含み、第1面を有する基体と、前記基体の前記第1面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、を含み、前記中間層は、前記第1面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を有し、前記複数の空隙は、第1径を有する第1空隙、当該第1空隙に隣接し第2径を有する第2空隙を含み、前記第1径は

10 nm以上30 nm以下であり、前記第2径は前記第1径の1.5倍以上である、積層構造体が提供される。

[0013] 一実施形態によれば、半導体製造装置向けの積層構造体であって、アルミニウムを含み、第1面を有する基体と、前記基体の前記第1面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、を含み、前記中間層は、前記第1面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を有し、前記複数の空隙は、第1径を有する第1空隙、当該第1空隙に隣接する第2空隙を含み、前記第1空隙と前記第2空隙との間の隔壁の厚さは、前記第1径の長さよりも小さい、積層構造体が提供される。

[0014] 一実施形態によれば、半導体製造装置向けの積層構造体であって、アルミニウムを含み、第1面を有する基体と、前記基体の前記第1面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、を含み、前記中間層は、前記第1面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する網目状の隔壁を有する、積層構造体が提供される。

[0015] 一実施形態によれば、半導体製造装置向けの積層構造体であって、アルミニウムを含み、第1面を有する基体と、前記基体の前記第1面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、を含み、前記中間層は、前記第1面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を有し、前記中間層の厚さは、2  $\mu$ m以下であり、前記被覆層における破断強度よりも前記被覆層と前記中間層との密着強度が大きく、前記中間層および前記被覆層の耐電圧は、28 kVDC/mm以上である、積層構造体が提供される。

[0016] 前記基体と前記被覆層との密着強度は、20 MPa以上であってもよい。

[0017] 前記隔壁は、前記第1面に対して垂直に延在する部分を有し、前記空隙は、前記第1面に対して垂直に広がる部分を有してもよい。

[0018] 前記金属原子はアルミニウムであってもよい。

[0019] 前記被覆層は酸化アルミニウムを含んでもよい。

- [0020] 前記被覆層は溶射膜の層であってもよい。
- [0021] 一実施形態によれば、上記記載の積層構造体を含み、前記被覆層は絶縁体であり、前記第1面とは反対側の第2面において、前記基体の少なくとも一部において前記被覆層が形成されていない領域を有する、ステージが提供される。
- [0022] 一実施形態によれば、上記記載のステージと、前記ステージが配置されたチャンバと、を含む半導体製造装置が提供される。
- [0023] 前記チャンバにプラズマを発生させるための電極をさらに備えてもよい。
- [0024] 一実施形態によれば、半導体製造装置向けの積層構造体の製造方法であって、アルミニウムを含む基体に酸化処理を施して、前記基体の第1面において複数の空隙を有する酸化アルミニウムの中間層を形成し、前記中間層上において前記複数の空隙の一部に侵入するように、溶射によって金属原子を含む被覆層を形成することを含む積層構造体の製造方法が提供される。
- [0025] 前記中間層の厚さは2  $\mu$ m以下であってもよい。

### 発明の効果

- [0026] 本発明によれば、ブラスト処理のように物理的な粗面化処理をしなくても被覆層の密着性を向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0027] [図1]一実施形態における半導体製造装置を示す図である。
- [図2]一実施形態におけるステージの表面近傍における断面構造を模式的に示す図である。
- [図3]一実施形態におけるステージの製造方法を説明するためのフローチャートである。
- [図4]一実施形態におけるステージの製造方法を説明するための図である。
- [図5]一実施形態におけるステージの製造方法を説明するための図である。
- [図6]一実施形態における中間層の表面構造を示すSEM写真である。
- [図7]一実施形態における中間層の表面構造の特徴を説明するための図である。
- 。

[図8]一実施形態における中間層を形成した後の断面構造を示すSEM写真である。

[図9]一実施形態における被覆層を形成した後の断面構造を示すSEM写真である。

[図10]粗面化処理が施された基体の表面上に被覆層が形成されたサンプルに対して、引張試験を行った結果を説明するための図である。

[図11]基体上に形成された中間層上に被覆層が形成されたサンプルに対して、引張試験を行った結果を説明するための図である。

[図12]変形例における中間層の表面構造を示すSEM写真である。

### 発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。以下に示す実施形態は一例であって、本発明はこれらの実施形態に限定して解釈されるものではない。本実施形態で参照する図面において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号または類似の符号（数字の後にA、Bなど付しただけの符号）を付し、その繰り返しの説明は省略する場合がある。図面は、説明を明確にするために、寸法比率が実際の比率とは異なったり、構成の一部が図面から省略されたりして、模式的に説明される場合がある。

[0029] 図1は、一実施形態における半導体製造装置を示す図である。図1に示す半導体製造装置100は、例えば、スパッタリング装置である。半導体製造装置は、スパッタリング装置以外のPVD（Physical Vapor Deposition）装置であってもよいし、CVD（Chemical Vapor Deposition）装置であってもよい。また、半導体製造装置100は、プラズマを発生させるための電極を有する装置に限らず、プラズマを発生させない装置であってもよい。

[0030] 半導体製造装置100は、ステージ1、電極ECおよびこれらを収容するチャンバCHを含む。チャンバCHは、チャンバCH内部にガスを導入するための導入口FCおよびガスを排出するための排出口EBを含む。ステージ

1 は、半導体ウエハWFを載置するための第1面S1を有する。電極ECは、内部にマグネットMGを有する。ターゲットTGは、電極ECに取り付けられる。

[0031] ステージ1は、基体10と、基体10の表面の一部を覆うことで基体10の一部を露出する絶縁層CTを含む。基体10は、導電体であり、この例ではアルミニウムである。絶縁層CTは、例えば、基体10の第1面S1を覆うと共に、第1面S1から第2面S2の一部を覆い、基体10の第2面S2の一部を露出する。すなわち、基体10の第2面S2の一部には絶縁層CTが形成されていない。第2面S2は、第1面S1の反対側に配置された面である。基体10と電極ECとに電源PGが接続されることによって、電極ECおよび基体10によってチャンバCHの内部にプラズマを発生させる。

[0032] ステージ1は、加熱機能または冷却機能を有してもよい。加熱機能を有する場合には基体10の内部において発熱体が配置されていてもよいし、冷却機能を有する場合には基体10の内部において冷媒を通すパイプが配置されていてもよい。

[0033] 続いて、ステージ1における基体10と絶縁層CTとの関係について説明する。

[0034] 図2は、一実施形態におけるステージの表面近傍における断面構造を模式的に示す図である。図2に示すように、基体10の第1面S1には、絶縁層CTが配置されている。絶縁層CTは、基体10上の中間層50と、中間層50上に配置された被覆層20と、を含む積層構造体の一例である。

[0035] 基体10は、上述したように、導電体であり、この例ではアルミニウムである。中間層50は、基体10の表面に酸化処理を施すことによって形成された酸化アルミニウムの層である。被覆層20は、溶射によって中間層50上に形成された金属原子を含む溶射膜の層であって、この例では絶縁体である酸化アルミニウムの層である。

[0036] 図3は、一実施形態におけるステージの製造方法を説明するためのフローチャートである。図4および図5は、一実施形態におけるステージの製造方

法を説明するための図である。まず、図4に示すように基体10を準備する（ステップS100）。基体10は、この例では、アルミニウムである。続いて、図5に示すように、基体10の表面に酸化処理を施して中間層50を形成する。（ステップS200）。ここでは、陽極酸化によって基体10の表面（図5の例では第1面S1）に酸化アルミニウムを形成する。このように形成された酸化アルミニウムの層が中間層50に対応する。中間層50の厚さは、例えば、0.1  $\mu\text{m}$ 以上2  $\mu\text{m}$ 以下であり、0.3  $\mu\text{m}$ 以上1.5  $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、0.5  $\mu\text{m}$ 以上1.2  $\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0037] 陽極酸化は、公知の様々な方法を採用することができるが、後述する条件の少なくとも一部を満たす中間層50を形成するように適宜条件が設定される。例えば、基体10のうち中間層50を形成する部分を露出した状態で電解液に浸漬させ、基体10を陽極として所定の電圧を印加し基体10から対極へ電流を流すことで酸化処理が実現される。基体10には交流電圧が印加されるようにしてもよい。

[0038] 電解液は、例えばリン酸であるが、硫酸、硝酸、シュウ酸等の酸性の電解液が用いられてもよいし、アルカリ性の電解液が用いられてもよい。電解液には、酸化アルミニウムを溶解する作用を有する溶液または界面活性剤等が添加されていてもよい。電解液の温度は適宜設定されればよいが、例えば20度程度に設定される。温度を低くしすぎると隔壁が厚くなり、いわゆる硬質アルマイトとなるが、後述するように、中間層50における隔壁は薄いことが好ましいため、20度以上の温度、例えば25度以上40度以下に設定されてもよい。

[0039] 酸化処理の前に、基体10の表面を洗浄する前処理、例えば脱脂処理、リン酸、硫酸および硝酸を含む混酸への浸漬、水酸化ナトリウム水溶液への浸漬等による酸化物除去等の処理が実行されてもよい。酸化処理の後に、水酸化ナトリウム水溶液による隔壁の薄化処理が実行されてもよい。

[0040] このようにして形成された中間層50に対して、被覆層20を形成する（

ステップS300)ことで、図2に示すステージ1の積層構造体が形成される。被覆層20は、酸化アルミニウムを溶射することによって形成される。

[0041] 中間層50の構造について図6、図7および図8を用いて説明する。まず、図6および図7を用いて中間層50が形成されたときの表面構造を説明する。この表面構造の特徴は、中間層50の表面にのみ現れる特徴ではなく、中間層50における第1面S1に平行な断面の一部においても同様の特徴を有する。

[0042] 図6は、一実施形態における中間層の表面構造を示すSEM写真である。図6におけるSEM写真(b)は、SEM写真(a)の一部(実線で囲まれた領域)を拡大した写真である。図6に示すように、中間層50は、第1面S1に平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を含む。隔壁は三次元の網目状構造を形成する。

[0043] 図7は、一実施形態における中間層の表面構造の特徴を説明するための図である。図7は、図6のSEM写真(b)における破線で囲まれた領域を拡大した写真である。空隙521(第1空隙)および空隙522(第2空隙)は、隔壁550を介して隣接している。空隙521と空隙522とを区別しないで説明する場合には空隙520として表す場合がある。

[0044] 空隙の径は、第1面S1に平行な断面において、空隙の外縁における2点を結ぶ長さであって、その長さが最も大きくなる時の値である。この例では、空隙521の径d1は、図7に示す例では約50nmであるが、5nm以上200nm以下であればよい。空隙521の径d1(第1径)は、10nm以上100nm以下であると好ましい。空隙521の径d1は、10nm以上30nm以下であってもよい。空隙522の径d2(第2径)は、図7に示す例では約110nmであるが、空隙521の径d1の1.5倍以上である。このように、中間層50は、複数の空隙520のうち少なくとも一部の空隙(例えば、上述の空隙521)が、その空隙に隣接する空隙(例えば上述の空隙522)とは、径が大きく異なる関係を有している。

[0045] 隔壁550のうち空隙521と空隙522とに挟まれた領域で最も薄い部

分の厚さ  $d_3$  は、図 7 に示す例では約  $30\text{ nm}$  であり、隔壁 550 によって区分される空隙 521 と空隙 522 との小さい方の径（ここでは径  $d_1$ ）の長さよりも小さい。このように、中間層 50 は、薄い隔壁 550 によって複数の空隙が形成されている。

[0046] 図 8 は、一実施形態における中間層を形成した後の断面構造を示す SEM 写真である。中間層 50 は、基体 10 との境界部分に境界層 551 を含む。境界層 551 は一般的にはバリア層といわれる場合もある。隔壁 550 は、境界層 551 から延在する部分を含み、基体 10 の第 1 面  $S_1$  に対して垂直に延在する部分を含む。空隙 520 は、基体の第 1 面  $S_1$  に対して垂直に拡がる部分を含む。垂直とは必ずしも  $90^\circ$  である場合に限らず、数度の範囲を有していてもよい。

[0047] 続いて、被覆層 20 を形成した後における中間層 50 と被覆層 20 との関係について図 9 を用いて説明する。

[0048] 図 9 は、一実施形態における被覆層を形成した後の断面構造を示す SEM 写真である。図 9 における SEM 写真 (b) は、SEM 写真 (a) の一部（線で囲まれた領域）を拡大した写真である。中間層 50 と被覆層 20 との境界には、それぞれが結合した領域 MA が形成されている。領域 MA は、被覆層 20 が形成されるときに、溶射される酸化アルミニウムが空隙の一部に侵入することによって形成される。被覆層 20 が侵入する深さは、深い部分でも  $50\text{ nm}$  から  $80\text{ nm}$  程度である。そのため、被覆層 20 は、中間層 50 の表面側（被覆層 20 側）のわずかな部分に存在する空隙 520 にのみ侵入している。

[0049] 言い換えると、領域 MA の厚さは、中間層 50 に比べて非常に少なく、中間層 50 の大部分において被覆層 20 が侵入していない空隙 520 が残存している。すなわち、中間層 50 は、被覆層 20 が形成された後においても、境界層 551 に隣接し、被覆層 20 から離隔した空隙 520 が存在している。この空隙 520 の存在により応力緩和効果が得られる。中間層 50 が  $0.1\text{ }\mu\text{ m}$  以上であれば、被覆層 20 が侵入していない空隙 520 が存在するこ

とができる。特に、被覆層 20 の形成の時の溶射は高温状態に曝されるため、そのような温度変化に起因する応力が大きく発生したとしても、空隙 520 の存在によって応力が緩和される。

[0050] 続いて、このように形成された基体 10、中間層 50 および被覆層 20 の密着性および基体 10 と被覆層 20 の表面との間の耐電圧を評価する。比較例としては、中間層 50 を用いる代わりに、密着性を向上させるために基体 10 に粗面化処理を施したサンプルを用いた。密着性は、引張試験によって確認した。引張試験は、ASTM C633 に準拠して実施された。耐電圧試験は、JIS C2110 を参考として実施された。

[0051] 図 10 は、粗面化処理が施された基体の表面上に被覆層が形成されたサンプルに対して、引張試験を行った結果を説明するための図である。ここでは比較例の構成として、基体 10 に対して粗面化処理（100  $\mu\text{m}$  程度の凹凸形成）を行い、溶射により被覆層 20 を形成した。すなわち、従来技術は、上述した一実施形態における例とは、中間層 50 が存在せず、ブラスト処理によって粗面化された表面を基体 10 が有している点で異なる。被覆層 20 に対して接着剤 80 を用いて支持棒 90 を取り付け、支持棒 90 と基体 10 とを引張試験機に固定した。比較例のサンプルに対する引張試験の結果、全てのサンプル（10 個のサンプル、図 10 に示す写真ではそのうちの 5 個のサンプルを例示）において、基体 10 と被覆層 20 との境界で破断した。破断したときの強度は、すなわち密着強度は、いずれも 20 MPa 未満であり、10 個のサンプルの平均では 17 MPa であった。

[0052] 比較例のサンプルに対する耐電圧試験の結果、被覆層 20 の耐電圧は、いずれも 28 kVDC/mm 未満であった。基体 10 の表面に突起が存在することにより、その頂点が耐電圧を低下させている要因と考えられる。

[0053] 図 11 は、基体上に形成された中間層上に被覆層が形成されたサンプルに対して、引張試験を行った結果を説明するための図である。ここでは上述した一実施形態における構成として、基体 10 に対して中間層 50 を形成し、さらに溶射により被覆層 20 を形成した。被覆層 20 に対して接着剤 80 を

用いて支持棒 90 を取り付け、支持棒 90 と基体 10 とを引張試験機に固定した。この一実施形態におけるサンプルに対する引張試験の結果、全てのサンプル（10 個のサンプル、図 11 に示す写真ではそのうちの 5 個のサンプルを例示）において、被覆層 20 と中間層 50 との境界および被覆層 20 の内部において破断した。破断したときの強度は、すなわち密着強度は、いずれのサンプルも 17 MPa 以上であり、10 個のサンプルの平均では 22 MPa であった。ほとんどのサンプルの密着強度が、比較例のサンプルで得られた密着強度の最大値以上である 20 MPa 以上となった。すなわち、上述した一実施形態のように中間層 50 を設けることで、密着強度を 20 MPa 以上とすることを容易に実現することができる。この密着強度は、22 MPa 以上であることがさらに好ましい。被覆層 20 の内部での破断を含むことから、被覆層 20 と中間層 50 との密着強度は、被覆層 20 における破断強度よりも大きいということもできる。

[0054] この一実施形態におけるサンプルに対する耐電圧試験の結果、中間層 50 および被覆層 20 の積層体の耐電圧は、いずれも 28 kVDC/mm 以上であった。

[0055] このように中間層 50 を形成したサンプルは、粗面化処理を用いたサンプルよりも、密着強度および耐電圧が高くなった。中間層 50 が上述した条件の少なくとも一部を満たす構造を有することにより、粗面化処理をした場合よりも密着強度を向上させることができる。特に、中間層 50 が有する空隙 520 が表面に露出した状態で溶射による被覆層 20 が形成されるようにすると、被覆層 20 が空隙 520 にわずかに侵入することで、粗面化処理に効果を有する凹凸の深さよりも非常に薄い層であったとしても、粗面化処理をした場合よりも密着強度を高めることができる。

[0056] このとき、中間層 50 は、空隙 520 の径より薄い隔壁 550 により形成された空隙 520 を有すること、隣接する空隙 520 の径が 1.5 倍以上異なる条件を満たす空隙 520 を含むこと、隔壁 550 が網目状構造を有していること、の少なくとも 1 つの条件を満たしていればよく、複数の条件を満

たしてもよい。複数の条件を満たすことでより密着性を向上させることもできる。

[0057] アルミニウムの基板上有機樹脂を形成する場合に、基板表面に酸化処理を施して空隙を有する酸化皮膜を予め形成することによって、密着性を高める技術は従来から知られていた。このような有機樹脂は、まず液体状で基板表面に塗布される。このとき、塗布された材料は、酸化皮膜の全ての空隙を埋めるように浸透していく。そのため酸化皮膜中の空隙が残存せず、全て有機樹脂で充填される。このとき有機樹脂が空隙に浸透する量が少ない場合、密着性が低下することが認識されていた。さらに、有機樹脂を用いる場合は、塗布された液体状の材料を加熱処理により硬化させる工程を含む。

[0058] 一方、溶射により被覆層20を形成するときの溶射粒子は、中間層50に接触するとすぐに凝固するため、中間層50の空隙520の表面の一部にしか侵入しない。このように、有機樹脂と溶射等で形成される無機材料とは製造時の状況が全く異なる。

[0059] さらに、溶射により被覆層を形成する場合には、上述した特許文献1でも示されるように、酸化皮膜が形成されても溶射で形成される材料は密着性が悪く、粗面化処理をすることが一般的な技術であった。したがって、特許文献1のように酸化皮膜を形成する場合であっても、粗面化に耐えられる厚さの膜を形成する必要があった。

[0060] このように、有機樹脂と基板との密着性を向上させるために用いる薄い酸化皮膜を、溶射で形成される材料と基板との密着性を向上させるために適用することは、通常の技術者であれば想定されなかった。本発明者は、新たな着眼点により、このような薄い酸化皮膜であっても、溶射で形成される層の密着性を向上できることを初めて見出した。ただし、上述したように、有機樹脂の場合には酸化皮膜の空隙に浸透することで密着性を向上させているが、溶射で形成される層は空隙にはわずかに侵入するのみであるから、密着性を向上させる原理は、互いに異なる可能性がある。

[0061] <変形例>

本開示は上述した実施形態に限定されるものではなく、他の様々な変形例が含まれる。例えば、上述した実施形態は本開示を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。以下、一部の変形例について説明する。

[0062] (1) 中間層50は、製造条件を調整することで、様々に構造を変化させることができる。

[0063] 図12は、変形例における中間層の表面構造を示すSEM写真である。上述した一実施形態とは異なる条件で基体10に酸化処理を施すと、図12に示す変形例の中間層50Aは、中間層50と同様に三次元の網目状構造の隔壁を有する表面構造が得られる。一方、一実施形態における図6に示した中間層50と比較すると、中間層50Aは、全体的に空隙の径が小さく制御され、10nm以上30nm以下の径を有する空隙が多くなっている。このような表面構造を有する中間層50Aであっても、溶射によって形成される被覆層20が表面に現れている空隙にわずかに侵入することができ、一実施形態における中間層50と同様の効果が得られる。

[0064] (2) 基体10、中間層50および被覆層20を含む積層構造体は、上述の一実施形態では半導体製造装置100におけるステージ1に適用されていたが、ステージ1とは異なる用途に用いられてもよい。特に、基体を溶射によって被覆するときの密着強度を高める方法として適用することができる。用途によって、被覆層20は、酸化アルミニウム以外の絶縁材料であってもよいし、導電材料であってもよく、溶射によって被覆されるような金属原子を含む層であればよい。被覆層20は、例えば、酸化イットリウムやオキシフッ化イットリウム、ニッケルクロム、ニッケルアルミであってもよい。

### 符号の説明

[0065] 1：ステージ、10：基体、20：被覆層、50、50A：中間層、80：接着剤、90：支持棒、100：半導体製造装置、520、521、522

: 空隙、5 5 0 : 隔壁、5 5 1 : 境界層

### 請求の範囲

- [請求項1] 半導体製造装置向けの積層構造体であって、  
アルミニウムを含み、第1面を有する基体と、  
前記基体の前記第1面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、  
前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、  
を含み、  
前記中間層は、前記第1面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を有し、  
前記中間層は前記基体の前記第1面を覆う境界層を有し、  
前記被覆層は、前記中間層における前記複数の空隙の一部に配置され、  
前記複数の空隙は、前記境界層に隣接し前記被覆層から離隔した空隙を含む、  
積層構造体。
- [請求項2] 前記複数の空隙は、第1空隙、当該第1空隙に隣接する第2空隙を含み、  
前記第1空隙の第1径は10nm以上100nm以下であり、  
前記第2空隙の第2径は前記第1径の1.5倍以上である、  
請求項1に記載の積層構造体。
- [請求項3] 前記第1径は10nm以上30nm以下である、請求項2に記載の積層構造体。
- [請求項4] 前記第1空隙と前記第2空隙との間の隔壁の厚さは、前記第1空隙の第1径の長さよりも小さい、請求項2に記載の積層構造体。
- [請求項5] 前記隔壁は網目状構造を含む、請求項1に記載の積層構造体。
- [請求項6] 前記中間層の厚さは、2μm以下であり、  
前記被覆層における破断強度よりも前記被覆層と前記中間層との密着強度が大きく、

前記中間層および前記被覆層の耐電圧は、 $28\text{ kVDC/mm}$ 以上である、

請求項 1 に記載の積層構造体。

[請求項7]

半導体製造装置向けの積層構造体であって、

アルミニウムを含み、第 1 面を有する基体と、

前記基体の前記第 1 面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、

前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、

を含み、

前記中間層は、前記第 1 面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を有し、

前記複数の空隙は、第 1 径を有する第 1 空隙、当該第 1 空隙に隣接し第 2 径を有する第 2 空隙を含み、

前記第 1 径は  $10\text{ nm}$  以上  $30\text{ nm}$  以下であり、

前記第 2 径は前記第 1 径の  $1.5$  倍以上である、

積層構造体。

[請求項8]

半導体製造装置向けの積層構造体であって、

アルミニウムを含み、第 1 面を有する基体と、

前記基体の前記第 1 面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、

前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、

を含み、

前記中間層は、前記第 1 面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を有し、

前記複数の空隙は、第 1 径を有する第 1 空隙、当該第 1 空隙に隣接する第 2 空隙を含み、

前記第 1 空隙と前記第 2 空隙との間の隔壁の厚さは、前記第 1 径の長さよりも小さい、

積層構造体。

[請求項9]

半導体製造装置向けの積層構造体であって、

アルミニウムを含み、第1面を有する基体と、

前記基体の前記第1面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、

前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、

を含み、

前記中間層は、前記第1面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する網目状の隔壁を有する、

積層構造体。

[請求項10]

半導体製造装置向けの積層構造体であって、

アルミニウムを含み、第1面を有する基体と、

前記基体の前記第1面に配置された酸化アルミニウムを含む中間層と、

前記中間層上に配置された金属原子を含む被覆層と、

を含み、

前記中間層は、前記第1面と平行な断面形状において複数の空隙を形成する隔壁を有し、

前記中間層の厚さは、 $2\mu\text{m}$ 以下であり、

前記被覆層における破断強度よりも前記被覆層と前記中間層との密着強度が大きく、

前記中間層および前記被覆層の耐電圧は、 $28\text{ kVDC/mm}$ 以上である、

積層構造体。

[請求項11]

前記基体と前記被覆層との密着強度は、 $20\text{ MPa}$ 以上である、請求項1に記載の積層構造体。

[請求項12]

前記隔壁は、前記第1面に対して垂直に延在する部分を有し、

前記空隙は、前記第1面に対して垂直に広がる部分を有する、

- 請求項 1 に記載の積層構造体。
- [請求項13] 前記金属原子はアルミニウムである、請求項 1 に記載の積層構造体。
- [請求項14] 前記被覆層は酸化アルミニウムを含む、請求項 1 3 に記載の積層構造体。
- [請求項15] 前記被覆層は溶射膜の層である、請求項 1 に記載の積層構造体。
- [請求項16] 請求項 1 に記載の積層構造体を含み、  
前記被覆層は絶縁体であり、  
前記第 1 面とは反対側の第 2 面において、前記基体の少なくとも一部において前記被覆層が形成されていない領域を有する、  
ステージ。
- [請求項17] 請求項 1 6 に記載のステージと、  
前記ステージが配置されたチャンバと、  
を含む半導体製造装置。
- [請求項18] 前記チャンバにプラズマを発生させるための電極をさらに備える、  
請求項 1 7 に記載の半導体製造装置。
- [請求項19] 半導体製造装置向けの積層構造体の製造方法であって、  
アルミニウムを含む基体に酸化処理を施して、前記基体の第 1 面において複数の空隙を有する酸化アルミニウムの中間層を形成し、  
前記中間層上において前記複数の空隙の一部に侵入するように、溶射によって金属原子を含む被覆層を形成すること  
を含む  
積層構造体の製造方法。
- [請求項20] 前記中間層の厚さは  $2\text{ }\mu\text{m}$  以下である、請求項 1 9 に記載の積層構造体の製造方法。