

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6801773号
(P6801773)

(45) 発行日 令和2年12月16日 (2020. 12. 16)

(24) 登録日 令和2年11月30日 (2020. 11. 30)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/3065 (2006. 01)	HO 1 L 21/302 I O 1 G
HO 1 L 21/673 (2006. 01)	HO 1 L 21/68 T
HO 1 L 21/683 (2006. 01)	HO 1 L 21/68 N
HO 1 L 21/31 (2006. 01)	HO 1 L 21/31 C
C 2 3 C 16/44 (2006. 01)	C 2 3 C 16/44 J

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2019-238045 (P2019-238045)	(73) 特許権者	000010087
(22) 出願日	令和1年12月27日 (2019. 12. 27)		T O T O株式会社
(65) 公開番号	特開2020-141128 (P2020-141128A)		福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号
(43) 公開日	令和2年9月3日 (2020. 9. 3)	(74) 代理人	100108062
審査請求日	令和2年7月31日 (2020. 7. 31)		弁理士 日向寺 雅彦
(31) 優先権主張番号	特願2019-33547 (P2019-33547)	(72) 発明者	新田 安隆
(32) 優先日	平成31年2月27日 (2019. 2. 27)		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
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	和田 琢真
早期審査対象出願			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	滝沢 亮人
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体製造装置用部材および半導体製造装置用部材を備えた半導体製造装置並びにディスプレイ製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体製造装置においてプラズマが生成されるチャンバの内壁であって、静電チャックが配置される下側内壁よりも上に配置される上側内壁を構成し、第1面と、前記第1面と交差する第2面と、前記第1面と前記第2面とを接続する稜部分と、を含む基材と、

前記第1面、前記第2面、および前記稜部分を覆い、多結晶セラミックスを含む耐パーティクル層であって、

前記稜部分に設けられた第1耐パーティクル層と、

前記第1面に設けられた第2耐パーティクル層と、を含む耐パーティクル層と、を備え、

前記基材は環状であって、

前記第1面は、前記基材の内周面であり、

前記第2面は、前記基材の上面または下面であり、

前記第1耐パーティクル層の耐パーティクル性は、前記第2耐パーティクル層の耐パーティクル性よりも高い、半導体製造装置用部材。

【請求項 2】

前記基材は、上端の第1開口および下端の第2開口を有し、

前記第1開口の口径は、前記第2開口の口径よりも小さく、

前記第2面は、前記基材の上面である、請求項1に記載の半導体製造装置用部材。

【請求項 3】

前記第1耐パーティクル層の厚さは前記第2耐パーティクル層の厚さよりも小さい、請求項1または2に記載の半導体製造装置用部材。

【請求項4】

前記第1耐パーティクル層の厚さは1 μm 以上10 μm 以下である、請求項1～3のいずれか1つに記載の半導体製造装置用部材。

【請求項5】

前記耐パーティクル層は、希土類元素の酸化物、希土類元素のフッ化物および希土類元素の酸フッ化物からなる群から選択される少なくとも一種を含む、請求項1～4のいずれか1つに記載の半導体製造装置用部材。

【請求項6】

前記希土類元素が、Y、Sc、Yb、Ce、Pr、Eu、La、Nd、Pm、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、およびLuからなる群から選択される少なくとも一種である、請求項5に記載の半導体製造装置用部材。

【請求項7】

倍率40万倍～200万倍のTEM画像より算出される、前記多結晶セラミックスの平均結晶子サイズが3 nm以上50 nm以下である、請求項1～6のいずれか1つに記載の半導体製造装置用部材。

【請求項8】

前記第1耐パーティクル層における、倍率40万倍～200万倍のTEM画像より算出される、前記多結晶セラミックスの平均結晶子サイズは、前記第2耐パーティクル層における、倍率40万倍～200万倍のTEM画像より算出される、前記多結晶セラミックスの平均結晶子サイズよりも小さい、請求項1～7のいずれか1つに記載の半導体製造装置用部材。

【請求項9】

基準耐プラズマ性試験後における前記第1耐パーティクル層の算術平均高さSa1は、前記基準耐プラズマ性試験後における前記第2耐パーティクル層の算術平均高さSa2よりも小さい、請求項1～8のいずれか1つに記載の半導体製造装置用部材。

【請求項10】

前記第1耐パーティクル層および前記第2耐パーティクル層は、それぞれ、基準耐プラズマ性試験後において0.060以下の算術平均高さSaを示す、請求項1～9のいずれか1つに記載の半導体製造装置用部材。

【請求項11】

チャンバと、
請求項1～10のいずれか1つに記載の半導体製造装置用部材と、
静電チャックと、
を備えた半導体製造装置であって、
前記チャンバはプラズマが生成される空間を形成する内壁を有し、
前記内壁は、前記静電チャックが配置される下側内壁と、下側内壁より上に配置される上側内壁と、を有し、

前記半導体製造装置用部材の前記耐パーティクル層は、前記上側内壁の少なくとも一部を構成する、半導体製造装置。

【請求項12】

請求項1～10のいずれか1つに記載の半導体製造装置用部材を備えたディスプレイ製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の態様は、一般的に、半導体製造装置用部材および該半導体製造装置用部材を備えた半導体製造装置並びにディスプレイ製造装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

半導体デバイスの製造プロセスにおいては、チャンバ内でドライエッチング、スパッタリング及びCVD（Chemical Vapor Deposition）等の処理を行う半導体製造装置が使用される。このチャンバ内では、被加工物やチャンバの内壁等からパーティクルが発生することがある。このようなパーティクルは、製造される半導体デバイスの歩留まりの低下の要因となるため、パーティクルの低減が求められる。

【0003】

パーティクルを低減させるために、チャンバやその周辺に用いられる半導体製造装置用部材には、耐プラズマ性が求められる。そこで、半導体製造装置用部材の表面を耐プラズマ性に優れた被膜（層）でコーティングする方法が用いられている。例えば、基材の表面にイットリア溶射膜が形成された部材が用いられている。しかし、溶射膜には亀裂や剥離が生じることがあり、耐久性が十分とはいえない。被膜の剥離や、被膜からの脱粒は、パーティクル発生要因となるため、被膜と基材との剥離を抑制することが求められる。これに対して、特許文献1および特許文献2には、エアロゾルデポジション法で形成されたセラミックス膜を用いた半導体または液晶製造装置部材が開示されている（特許文献1、特許文献2）。また、特許文献3には、環状やドーム状の基材の内壁に周期律表第3a族素化合物を含む溶射膜を形成することが開示されている。

昨今では、半導体デバイスの微細化が進んでおり、ナノレベルでのパーティクルのコントロールが求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-158933号公報

【特許文献2】韓国特許20100011576A公報

【特許文献3】特開2012-18928号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

パーティクルを低減することができる半導体製造装置用部材および該半導体製造装置用部材を備えた半導体製造装置並びにディスプレイ製造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】

【0006】

本発明に係る半導体製造装置用部材は、半導体製造装置においてプラズマが生成されるチャンバの内壁であって、静電チャックが配置される下側内壁よりも上に配置される上側内壁を構成し、第1面と、前記第1面と交差する第2面と、前記第1面と前記第2面とを接続する稜部分と、を含む基材と、前記第1面、前記第2面、および前記稜部分を覆い、多結晶セラミックスを含む耐パーティクル層であって、前記稜部分に設けられた第1耐パーティクル層と、前記第1面に設けられた第2耐パーティクル層と、を含む耐パーティクル層と、を備える。前記基材は環状であって、前記第1面は、前記基材の内周面であり、前記第2面は、前記基材の上面または下面である。前記第1耐パーティクル層の耐パーティクル性は、前記第2耐パーティクル層の耐パーティクル性よりも高い。

【0007】

半導体製造装置用部材では、その表面が腐食性プラズマ雰囲気曝される。本発明者らは、このとき、基材の稜部分ではプラズマが集中しやすく、第1面よりもプラズマによるダメージが大きくなり、パーティクル発生源となる恐れが高いことを見出した。

そこで、本発明では、基材の第1面、第2面、および稜部分を覆う耐パーティクル層が、稜部分に設けられる第1耐パーティクル層と、第1面に設けられる第2耐パーティクル層と、を含むよう構成し、第1耐パーティクル層の耐パーティクル性を、第2耐パーティクル層の耐パーティクル性よりも高くしている。そのため、稜部分におけるプラズマダメージを軽減することができ、耐パーティクル性に優れた半導体製造装置用部材を提供する

ことができる。

【0009】

基材が環状であれば、半導体製造装置のチャンバの内壁に好適に利用することができる。基材が環状の場合、基材の内周面と上面とを接続する稜部分または基材の内周面と下面とを接続する稜部分において、プラズマが集中しやすい。

本発明では、稜部分に設けられる第1耐パーティクル層の耐パーティクル性を、第2耐パーティクル層の耐パーティクル性よりも高くすることで、基材が環状の場合にも、稜部分におけるプラズマダメージを軽減することができる。

【0010】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、前記基材は、上端の第1開口および下端の第2開口を有し、前記第1開口の口径は、前記第2開口の口径よりも小さく、前記第2面は、前記基材の上面であることも好ましい。

10

【0011】

半導体製造装置においては、チャンバの上側の内壁を下から上に向かって径が小さくなるテーパ形状で構成する場合がある。つまり、基材の上端側の第1開口の口径を基材の下端側の第2開口の口径よりも小さくする場合がある。本発明者らは、チャンバの内壁がテーパ形状の場合、特にその上面とプラズマとの接触面積が大きくなり、上面と内周面とを接続する稜部分においてプラズマが集中しやすくなることを見出した。

本発明では、環状の基材の上面と内周面とを接続する稜部分を、より耐パーティクル性に優れる第1耐パーティクル層で被覆しているため、耐パーティクル性の低下を効果的に抑制できる。

20

【0012】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、第1耐パーティクル層の厚さは第2耐パーティクル層の厚さよりも小さいことも好ましい。

【0013】

第1耐パーティクル層は、第2耐パーティクル層よりも耐パーティクル性に優れる。例えば、第1耐パーティクル層のほうが第2耐パーティクル層よりも緻密である場合には、第1耐パーティクル層の内部応力が第2耐パーティクル層の内部応力よりも高い場合がある。したがって、第1耐パーティクル層の厚さを第2耐パーティクル層の厚さよりも小さくすることで、第1耐パーティクル層の内部応力をより小さくし、稜部分において第1耐パーティクル層が破損する等の不具合を抑制することができる。

30

【0014】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、第1耐パーティクル層の厚さが1 μm 以上10 μm 以下であることも好ましい。

【0015】

第1耐パーティクル層の厚さを10 μm 以下と十分に小さくすることで、耐パーティクル層の破損等の不具合の発生をより効果的に低減することができる。また、厚さを1 μm 以上とすることが実用上好ましい。

【0016】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、耐パーティクル層は、希土類元素の酸化物、希土類元素のフッ化物および希土類元素の酸フッ化物からなる群から選択される少なくとも一種を含むことも好ましい。

40

【0017】

本発明によれば、耐パーティクル層の耐パーティクル性を高めることができる。

【0018】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、希土類元素が、Y、Sc、Yb、Ce、Pr、Eu、La、Nd、Pm、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、およびLuからなる群から選択される少なくとも一種であることも好ましい。

【0019】

本発明によれば、耐パーティクル層の耐パーティクル性をさらに高めることができる。

50

【0020】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、倍率40万倍～200万倍のTEM画像より算出される、多結晶セラミックスの平均結晶子サイズが3nm以上50nm以下であることも好ましい。

【0021】

本発明によれば、耐パーティクル層の耐パーティクル性を高めることができる。

【0022】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、第1耐パーティクル層における、倍率40万倍～200万倍のTEM画像より算出される、前記多結晶セラミックスの平均結晶子サイズが、第2耐パーティクル層における、倍率40万倍～200万倍のTEM画像より算出される、前記多結晶セラミックスの平均結晶子サイズよりも小さいことも好ましい。

10

【0023】

本発明によれば、第1耐パーティクル層の耐パーティクル性を第2耐パーティクル層の耐パーティクル性よりも高めることができる。

【0024】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、基準耐プラズマ性試験後における前記第1耐パーティクル層の算術平均高さSa1が、前記基準耐プラズマ性試験後における前記第2耐パーティクル層の算術平均高さSa2よりも小さいことも好ましい。

【0025】

本発明によれば、高いレベルでの耐パーティクル性を発現することができる。

20

【0026】

本発明に係る半導体製造装置用部材では、第1耐パーティクル層および前記第2耐パーティクル層が、それぞれ、基準耐プラズマ性試験後において0.060以下の算術平均高さSaを示すことも好ましい。

【0027】

本発明によれば、高いレベルでの耐パーティクル性を発現することができる。

【0028】

本発明に係る半導体製造装置は、チャンバと、上記半導体製造装置用部材の少なくともいずれか1つと、静電チャックと、を備える。前記チャンバはプラズマが生成される空間を形成する内壁を有し、前記内壁は、前記静電チャックが配置される下側内壁と、下側内壁より上に配置される上側内壁と、を有し、前記半導体製造装置用部材の前記耐パーティクル層は、前記上側内壁の少なくとも一部を構成する。

30

【0029】

本発明の半導体製造装置によれば、高いレベルでの耐パーティクル性を発現することができる。

【0030】

本発明に係るディスプレイ製造装置は、上記半導体製造装置用部材の少なくともいずれか1つを備えている。

【0031】

本発明のディスプレイ製造装置によれば、高いレベルでの耐パーティクル性を発現することができる。

40

【発明の効果】

【0032】

本発明の態様によれば、パーティクルを低減することができる半導体製造装置用部材および該半導体製造装置用部材を備えた半導体製造装置並びにディスプレイ製造装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】実施形態に係る半導体製造装置用部材を有する半導体製造装置を例示する断面図である。

50

【図２】図２（ａ）、（ｂ）は、実施形態に係る半導体製造装置用部材を例示する模式的断面図である。

【図３】実施形態に係る半導体製造装置用部材を例示する模式的断面図である。

【図４】図３において破線Ａ－Ａで切断した内部を例示する模式的断面図である。

【図５】図５（ａ）及び図５（ｂ）は、実施形態に係る半導体製造装置用部材の一例を模式的に表す側面図及び断面図である。

【図６】図６（ａ）及び図６（ｂ）は、実施形態に係る半導体製造装置用部材の別の一例を模式的に表す側面図及び断面図である。

【図７】図７（ａ）及び図７（ｂ）は、実施形態に係る半導体製造装置用部材のさらに別の一例を模式的に表す側面図及び断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３４】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお、各図面中、同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

図１は、実施形態に係る半導体製造装置用部材を有する半導体製造装置を例示する断面図である。

図１に表した半導体製造装置１００は、チャンバ１１０と、天板１２０と、半導体製造装置用部材１３０と、静電チャック１６０と、を備える。天板１２０は、チャンバ１１０の内部における上部に設けられている。静電チャック１６０は、チャンバ１１０の内部における下部に設けられている。つまり、天板１２０は、チャンバ１１０の内部において静電チャック１６０の上に設けられている。ウェーハ２１０等の被吸着物は、静電チャック１６０の上に載置される。

【００３５】

チャンバ１１０の内壁１１１は、静電チャック１６０が配置される下側内壁１１１ｂと下側内壁１１１ｂより上に配置される上側内壁１１１ｕと、を有する。この例では、チャンバ１１０の内壁１１１は、下から上に向かって径が小さくなるテーパ形状で構成される。すなわち、天板１２０と接するチャンバ１１０の上辺の直径は、静電チャック１６０側のチャンバ１１０の下辺の直径よりも小さくなっている。半導体製造装置用部材１３０は、例えば、天板１２０と接するように配置される。

【００３６】

半導体製造装置１００では、高周波電力が供給され、図１に表した矢印Ａ１のように例えばハロゲン系ガスなどの原料ガスがチャンバ１１０の内部に導入される。すると、チャンバ１１０の内部に導入された原料ガスは、静電チャック１６０と天板１２０との間の領域１９１においてプラズマ化する。

【００３７】

ここで、チャンバ１１０の内部において発生したパーティクル２２１がウェーハ２１０に付着すると、製造された半導体デバイスに不具合が発生する場合がある。すると、半導体デバイスの歩留まりおよび生産性が低下する場合がある。そのため、天板１２０や半導体製造装置用部材１３０には、耐プラズマ性が要求される。

【００３８】

なお、実施形態に係る半導体製造装置用部材は、チャンバ内の上部以外の位置や、チャンバ周辺に配置される部材であってもよい。また、半導体製造装置用部材が用いられる半導体製造装置は、図１の例に限られず、アニール、エッチング、スパッタリング、ＣＶＤなどの処理を行う任意の半導体製造装置（半導体処理装置）を含む。

【００３９】

図２（ａ）、（ｂ）は、実施形態に係る半導体製造装置用部材を例示する模式的断面図である。

図２（ａ）は、半導体製造装置用部材１３０の一部分のうち、基材１０を説明するための模式的断面図である。図２（ｂ）は半導体製造装置用部材１３０の一部分を示す模式的断面図である。

【0040】

図2(a)および(b)に示すように、半導体製造装置用部材130は、基材10と、耐パーティクル層20と、を備えている。

基材10は、第1部分11と、第2部分12と、を含む。基材10は、表面10aを有する。第1部分11は、稜部分11sを含む。図2(a)および(b)に示すように、稜部分11sは、上に凸の形状を有する。稜部分11sは例えば、R面である。第2部分12は、断面図において平面で構成される。

耐パーティクル層20は、基材10の表面10aを覆う。耐パーティクル層20は、多結晶セラミックスを含む。耐パーティクル層20は、第1耐パーティクル層21と、第2耐パーティクル層22と、を備えている。第1耐パーティクル層21は、第1部分11の稜部分11sの表面に設けられる。第2耐パーティクル層22は、第2部分12の表面に設けられる。半導体製造装置用部材130においては、第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高い。

なお、本願明細書において「耐パーティクル性が高い」とは、プラズマ照射により耐パーティクル層が腐食されることにより発生するパーティクルの量が少ないことを意味する。例えば、耐パーティクル性が高い、とは、耐パーティクル層の消耗量が少ないこと、または、耐パーティクル層の表面粗さの変化が少ないこと、などから判断することができる。本願明細書において、「耐パーティクル性」は後述の「輝度Sa(luminance Sa)」を指標として判断することが好ましい。

【0041】

図3は、実施形態に係る半導体製造装置用部材を例示する模式的断面図である。

図4は、図3において破線A-Aで切断した内部を例示する模式的断面図である。

半導体製造装置用部材130において、基材10が環状であり、基材10のうち、表面10aが環状の基材10の内側部分を構成していてもよい。図3に示すように、環状の基材10の内側部分が表面10aとなっている。この表面10aに耐パーティクル層20が設けられる(図3では耐パーティクル層20を省略)。

【0042】

図3および図4に示すように、環状の基材10は、上辺10uと、下辺10bとを有する。上辺10uの直径Duは、下辺10bの直径Dbよりも短い。環状の基材10は、例えば、下辺10bから上辺10uに向かって径が小さくなるテーパ形状で構成される。図4に示すように、環状の基材10においては、基材10の上辺10uが、第1部分11の稜部分11sに対応している。

基材10を環状とすることで、半導体製造装置用部材130の内壁として好適に利用することができる。また、半導体製造装置においては、チャンバの上側の内壁を下から上に向かって径が小さくなるテーパ形状で構成する場合がある。本発明者らは、この場合、基材10において特にその上辺10uとプラズマ雰囲気Pとの接触面積が大きくなる場合があること見出した(図4参照)。

半導体製造装置用部材130においては、基材10が環状の場合には、例えば、上辺10uを稜部分11sとし、より耐パーティクル性に優れる第1耐パーティクル層21で被覆してもよい。それによって、耐パーティクル性の低下を効果的に抑制できる。

【0043】

半導体製造装置用部材130においては、第1耐パーティクル層21の厚さは、例えば、第2耐パーティクル層22の厚さよりも小さい。半導体製造装置用部材130において、第1耐パーティクル層21は、第2耐パーティクル層22よりも耐パーティクル性に優れている。例えば、第1耐パーティクル層21のほうが第2耐パーティクル層22よりも緻密である場合には、第1耐パーティクル層21の内部応力が第2耐パーティクル層22の内部応力よりも高い場合がある。したがって、第1耐パーティクル層21の厚さを第2耐パーティクル層22の厚さよりも小さくすることで、第1耐パーティクル層21の内部応力をより小さくし、稜部分11sにおいて第1耐パーティクル層21が破損する等の不具合を抑制することができる。

【0044】

なお、稜部分11sにおいてプラズマが集中しやすくなる理由としては、エッジ効果の影響が考えられる。エッジ効果とは、平行板電極を用いて放電を起こさせる場合、極板の周辺のとがった部分や、電極面の凹凸がある場合には凸部において、電界強度が大きくなり、プラズマが集中する現象である。

【0045】

第1耐パーティクル層21の厚さは、例えば、1 μ m以上10 μ m以下、より好ましくは1 μ m以上5 μ m以下、さらに好ましくは1 μ m以上3 μ m以下である。第1耐パーティクル層21の厚さを10 μ m以下と十分に小さくすることで、第1耐パーティクル層21の破損等の不具合の発生をより効果的に低減することができる。また、第1耐パーティクル層21の厚さを1 μ m以上とすることが実用上好ましい。第1耐パーティクル層21の厚さは、基材10の稜部分11sにおける接線に直交する方向の耐パーティクル層20の長さである。

10

第2耐パーティクル層22の厚さは、例えば、1 μ m以上10 μ m以下である。第2耐パーティクル層22の厚さは、基材10の第2部分12における接線に直交する方向の耐パーティクル層20の長さである。

【0046】

本明細書において、耐パーティクル層20（第1耐パーティクル層21、第2耐パーティクル層22）の厚さは次のようにして求める。

半導体製造装置用部材130を切断し、その破断面について走査型電子顕微鏡（SEM：Scanning Electron Microscope）を用いて観察し、確認することができる。SEMには、例えば、HITACHI製S-5500を用い、SEM観察条件を、倍率5000倍、加速電圧15kVとしてもよい。断面画像において厚さにばらつきがある場合には、複数箇所測定を行い、その平均値を算出する。

20

【0047】

基材10は、金属、セラミックス、ガラス、プラスチック、およびそれらの組合せのいずれであってもよい。基材10は、好ましくは金属またはセラミックスである。金属には、表面に陽極酸化処理（アルマイト処理）を施したアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いることができる。セラミックスには、酸化アルミニウム、窒化アルミニウムなどを用いることができる。

30

【0048】

耐パーティクル層20は、多結晶セラミックスを含む。耐パーティクル層20は、例えば、希土類元素の酸化物、希土類元素のフッ化物および希土類元素の酸フッ化物からなる群から選択される少なくとも一種を含む。希土類元素として、例えば、Y、Sc、Yb、Ce、Pr、Eu、La、Nd、Pm、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、およびLuからなる群から選択される少なくとも一種が挙げられる。より具体的には、耐パーティクル層20は、イットリウムの酸化物（ Y_2O_3 、 $Y_\alpha O_\beta$ （非化学量論的組成））、イットリウムオキシフッ化物（ YOF 、 $Y_5O_4F_7$ 、 $Y_6O_5F_8$ 、 $Y_7O_6F_9$ および $Y_{17}O_{14}F_{23}$ ）、 $(YO_{0.826}F_{0.17})F_{1.174}$ 、 YF_3 、 Er_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Nd_2O_3 、 $Y_3Al_5O_{12}$ 、 $Y_4Al_2O_9$ 、 $Y_2O_3-ZrO_2$ 、 $Er_3Al_5O_{12}$ 、 $Gd_3Al_5O_{12}$ 、 $Er_4Al_2O_9$ 、 $ErAlO_3$ 、 $Gd_4Al_2O_9$ 、 $GdAlO_3$ 、 $Nd_3Al_5O_{12}$ 、 $Nd_4Al_2O_9$ および $NdAlO_3$ からなる群から選択される少なくとも一種を含む。耐パーティクル層20は、Fe、Cr、Zn、およびCuからなる群から選択される少なくとも一種を含んでもよい。

40

例えば、耐パーティクル層20は、フッ素及び酸素の少なくともいずれかと、イットリウムとを含む。耐パーティクル層20は、例えば、酸化イットリウム（ Y_2O_3 ）、フッ化イットリウム（ YF_3 ）又はオキシフッ化イットリウム（ YOF ）を主成分とする。

本明細書において「主成分」とは、当該成分を50%超、好ましくは70%以上、より好ましくは90%以上、さらに好ましくは95%以上、最も好ましくは100%含むことをいう。ここでいう「%」は、例えば、質量%である。

50

【0049】

あるいは、耐パーティクル層20は、酸化物、フッ化物、オキシフッ化物以外であってもよい。具体的には、C1元素やBr元素を含む化合物（塩化物、臭化物）が挙げられる。

【0050】

本発明に係る半導体製造装置用部材130において、第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高く構成されている。第1耐パーティクル層21と第2耐パーティクル層22とを同じ組成で構成し、例えばそのナノレベルの微構造を制御することで、耐パーティクル性を制御してもよい。また、第1耐パーティクル層21と第2耐パーティクル層22とを異なる組成とし、第1耐パーティクル層21における耐パーティクル性を第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高めてもよい。

10

【0051】

半導体製造装置用部材130において、第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高く構成されている。この「耐パーティクル性」は、以下に述べる「基準耐プラズマ性試験」をひとつの基準法として評価することができる。半導体製造装置用部材130において、基準耐プラズマ性試験後における第1耐パーティクル層21の算術平均高さSa1は、基準耐プラズマ性試験後における第2耐パーティクル層22の算術平均高さSa2よりも小さい。基準耐プラズマ性試験後における第1耐パーティクル層21の算術平均高さSa1は、0.060以下、より好ましくは0.020以下、さらに好ましくは0.016以下であることが好ましい。

20

【0052】

次に基準耐プラズマ性試験の詳細について述べる。

基準耐プラズマ性試験のための、プラズマエッチング装置として、誘導結合型プラズマ反応性イオンエッチング装置（Mu c-21 Rv-Aps-Se／住友精密工業製）を使用する。プラズマエッチングの条件は、電源出力としてICP（Inductively Coupled Plasma：誘導結合プラズマ）の出力を1500W、バイアス出力を750W、プロセスガスとしてCHF₃ガス100ccmとO₂ガス10ccmの混合ガス、圧力を0.5Pa、プラズマエッチング時間を1時間とする。プラズマ照射後の半導体製造装置用部材130の表面（耐パーティクル層20の表面）の状態をレーザー顕微鏡（例えば、OLS4500／オリンパス製）により撮影する。観察条件等の詳細は後述する。得られた画像から、プラズマ照射後の表面の算術平均高さSaを算出する。ここで、算術平均高さSaとは、2次元の算術平均粗さRaを3次元に拡張したものであり、3次元粗さパラメータ（3次元高さ方向パラメータ）である。具体的には、算術平均高さSaは、表面形状曲面と平均面とで囲まれた部分の体積を測定面積で割ったものである。すなわち、平均面をxy面、縦方向をz軸とし、測定された表面形状曲線をz(x, y)とすると、算術平均高さSaは、次式で定義される。ここで、式(1)の中の「A」は、測定面積である。

30

【0053】

【数1】

$$Sa = \frac{1}{A} \iint_A |z(x, y)| dx dy \quad \dots \text{式(1)}$$

40

【0054】

算術平均高さSaは、測定法に基本的には依存しない値であるが、本明細書における「基準耐プラズマ性試験」にあつては、以下の条件下で算出される。算術平均高さSaの算出にはレーザー顕微鏡を用いる。具体的には、レーザー顕微鏡「OLS4500／オリンパス製」を使用する。対物レンズはMPLAPON100xLEXT（開口数0.95、作動距離0.35mm、集光スポット径0.52μm、測定領域128×128μm）を用い、倍率を100倍とする。うねり成分除去のλcフィルターは25μmに設定する。

50

測定は、任意の3箇所で行い、その平均値を算術平均高さ S_a とする。その他、三次元表面性状国際規格 ISO 25178 を適宜参照する。

【0055】

なお、基準耐プラズマ性試験のための試料は、エッチング装置のチャンバに入るサイズに適宜切断する。例えば、第1耐パーティクル層21を含むように切断したサンプルと、第2耐パーティクル層22を含むように切断したサンプルと、を用意して、これらに対して基準耐プラズマ性試験を実施する。

【0056】

「耐パーティクル性」の指標として、「輝度 S_a (luminance S_a)」を用いることが好ましい。ここでいう「輝度 S_a 」とは、透過型電子顕微鏡 (TEM: Transmission Electron Microscope) により得られた構造物の明視野像のデジタル白黒画像のピクセル情報を定量化して得た指標であり、気孔率が極めて小さい (0.01~0.1%) 構造物において、更なる微細な (例えばナノレベル) 構造を評価可能な指標である。輝度 S_a が小さいほど、耐パーティクル性に優れている。「輝度 S_a 」とは、算術平均高さ S_a の概念をデジタル TEM 画像の画像処理に応用したものである。

【0057】

輝度 S_a は、例えば、以下のようにして算出される。

輝度 S_a の算出において、デジタル白黒画像を取得するための TEM 観察試料は、集束イオンビーム (FIB: Focused Ion Beam) 法を用い、加工ダメージを抑制して作成される。FIB 加工時に、構造物の表面には帯電防止および試料保護のためのカーボン層およびタングステン層が設けられる。FIB 加工方向を縦方向としたときに、縦方向に対して垂直な平面における、構造物表面の短軸方向の長さである試料上部厚みは $100 \pm 30 \text{ nm}$ とする。ひとつの構造物から、TEM 観察試料を少なくとも3つ用意する。

少なくとも3つの TEM 観察試料のそれぞれについて、デジタル白黒画像を取得する。デジタル白黒画像は、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用い、倍率10万倍、加速電圧200 kV で取得する。デジタル白黒画像は、構造物、カーボン層、及びタングステン層を含む。

デジタル白黒画像において、構造物表面から前記縦方向に $0.5 \mu\text{m}$ を領域縦長さとする輝度取得領域を設定する。この輝度取得領域の面積の合計が $6.9 \mu\text{m}^2$ 以上となるように、少なくとも3つの TEM 観察試料のそれぞれから複数の前記デジタル白黒画像を取得する。

取得したデジタル白黒画像中の1ピクセル毎の色データを階調の数値で表した輝度値について、カーボン層の輝度値を255、タングステン層の輝度値を0として相対的に補正する。

補正した輝度値を用い、以下のように輝度 S_a を算出する。すなわち、輝度取得領域のそれぞれに対して、最小二乗法を用いてピクセル毎の補正後の輝度値の差の絶対値の平均を算出し、それらの平均を輝度 S_a とする。輝度 S_a の詳細については、例えば、特許第6597922号公報を参照するものとする。

【0058】

本発明において、第1耐パーティクル層21の輝度 S_a は、第2耐パーティクル層22の輝度 S_a よりも小さい。

【0059】

本発明の一つの態様によれば、耐パーティクル層20が設けられ、基材10の表面10aは平滑であることが好ましい。本発明の一つの態様によれば、基材10の表面10aに、例えば、ブラスト、物理的研磨、ケミカルメカニカルポリッシング、ラッピング、化学的研磨、の少なくともいずれかを施し、表面の凹凸を除去する。このような凹凸除去は、その後の表面10aが、例えばその算術平均粗さ R_a が $0.2 \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $0.1 \mu\text{m}$ 以下、または最大高さ粗さ R_z が $3 \mu\text{m}$ 以下となるよう行われることが好ましい。算術平均粗さ R_a および最大高さ粗さ R_z は、JIS B 0601:2001 に準拠し、例えば、表面粗さ測定器「SURFCOM 130A/東京精密製」により測定す

10

20

30

40

50

ることができる。

【0060】

例えば、耐パーティクル層20（第1耐パーティクル層21、第2耐パーティクル層22）を、「エアロゾルデポジション法」により形成することができる。「エアロゾルデポジション法」は、脆性材料を含む微粒子をガス中に分散させた「エアロゾル」をノズルから基材に向けて噴射し、金属、ガラス、セラミックス、プラスチックなどの基材に微粒子を衝突させ、この衝突の衝撃により脆性材料微粒子に変形や破碎を起させしめてこれらを接合させ、基材上に微粒子の構成材料からなる層状構造物（膜状構造物ともいう）をダイレクトに形成させる方法である。

【0061】

この例では、例えばイットリア等の耐パーティクル性に優れたセラミック材料の微粒子とガスとの混合物であるエアロゾルを、基材10に向けて噴射し、層状構造物（耐パーティクル層20）を形成する。

【0062】

エアロゾルデポジション法によれば、特に加熱手段や冷却手段などを必要とせず、常温で層状構造物の形成が可能であり、焼成体と同等以上の機械的強度を有する層状構造物を得ることができる。また、微粒子を衝突させる条件や微粒子の形状、組成などを制御することにより、層状構造物の密度や微構造、機械強度、電気特性などを多様に変化させることが可能である。

例えば、上記条件を適宜制御して、第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性を、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高くすることができる。

【0063】

なお、本願明細書において「多結晶」とは、結晶粒子が接合・集積してなる構造体をいう。結晶粒子は、実質的にひとつで結晶を構成する。結晶粒子の径は、通常5ナノメートル（nm）以上である。但し、微粒子が破碎されずに構造物中に取り込まれる場合には、結晶粒子は、多結晶である。

また、半導体製造装置用部材130において、耐パーティクル層20（第1耐パーティクル層21、第2耐パーティクル層22）は多結晶セラミックスのみから構成されてもよく、また多結晶セラミックスとアモルファスセラミックスとを含むものであってもよい。

【0064】

耐パーティクル層20（第1耐パーティクル層21、第2耐パーティクル層22）において、多結晶セラミックスの平均結晶子サイズは3nm以上50nm以下である。好ましくはその上限は30nmであり、より好ましくは20nm、さらに好ましくは15nmである。またその好ましい下限は5nmである。

半導体製造装置用部材130において、第1耐パーティクル層21の平均結晶子サイズは、例えば、第2耐パーティクル層21の平均結晶子サイズよりも小さい。それによって、例えば、第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性を第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高められる。

【0065】

本発明において、「平均結晶子サイズ」は以下の方法で求めることができる。

まず、倍率40万倍以上で透過型電子顕微鏡（TEM）画像を撮影する。この画像において結晶子15個の円形近似による直径の平均値より算出した値を平均結晶子サイズとする。このとき、FIB加工時のサンプル厚みを30nm程度に十分薄くすれば、より明確に結晶子を判別することができる。撮影倍率は、40万倍以上の範囲で適宜選択することができる。

【0066】

また、本願明細書において「微粒子」とは、一次粒子が緻密質粒子である場合には、粒度分布測定や走査型電子顕微鏡などにより同定される平均粒径が5マイクロメートル（ μm ）以下のものをいう。一次粒子が衝撃によって破碎されやすい多孔質粒子である場合には、平均粒径が50 μm 以下のものをいう。

【0067】

また、本願明細書において「エアロゾル」とは、ヘリウム、窒素、アルゴン、酸素、乾燥空気、これらを含む混合ガスなどのガス中に前述の微粒子を分散させた固気混合相体を指し、一部「凝集体」を含む場合もあるが、実質的には微粒子が単独で分散している状態をいう。エアロゾルのガス圧力と温度は任意であるが、ガス中の微粒子の濃度は、ガス圧を1気圧、温度を摂氏20度に換算した場合に、吐出口から噴射される時点において0.0003mL/L～5mL/Lの範囲内であることが層状構造物の形成にとって望ましい。

【0068】

エアロゾルデポジションのプロセスは、通常は常温で実施され、微粒子材料の融点より十分に低い温度、すなわち摂氏数100度以下で層状構造物の形成が可能であるところにひとつの特徴がある。

なお、本願明細書において「常温」とは、セラミックスの焼結温度に対して著しく低い温度で、実質的には0～100℃の環境をいい、20℃±10℃前後の室温がより一般的である。

【0069】

層状構造物の原料となる粉体を構成する微粒子は、セラミックスや半導体などの脆性材料を主体とし、同一材質の微粒子を単独であるいは粒径の異なる微粒子を混合させて用いることができるほか、異種の脆性材料微粒子を混合させたり、複合させたりして用いることが可能である。また、金属材料や有機物材料などの微粒子を脆性材料微粒子に混合したり、脆性材料微粒子の表面にコーティングしたりして用いることも可能である。これらの場合でも、層状構造物の形成の主となるものは、脆性材料である。

【0070】

この手法によって形成される複合構造物において、結晶性の脆性材料微粒子を原料として用いる場合、複合構造物の層状構造物の部分は、その結晶粒子サイズが原料微粒子のそれに比べて小さい多結晶体であり、その結晶は実質的に結晶配向性がない場合が多い。また、脆性材料結晶同士の界面には、ガラス層からなる粒界層が実質的に存在しない。また多くの場合、複合構造物の層状構造物部分は、基材（この例において基材10）の表面に食い込む「アンカー層」を形成する。このアンカー層が形成されている層状構造物は、基材に対して極めて高い強度で強固に付着して形成される。

【0071】

エアロゾルデポジション法により形成される層状構造物は、微粒子同士が圧力によりパッキングされ物理的な付着で形態を保っている状態のいわゆる「圧粉体」とは明らかに異なり、十分な強度を保有している。

【0072】

エアロゾルデポジション法において、飛来してきた脆性材料微粒子が基材の上で破碎・変形を起していることは、原料として用いる脆性材料微粒子と、形成された脆性材料構造物の結晶子（結晶粒子）サイズとをX線回折法などで測定することにより確認できる。すなわち、エアロゾルデポジション法で形成された層状構造物の結晶子サイズは、原料微粒子の結晶子サイズよりも小さい。微粒子が破碎や変形をすることで形成される「ずれ面」や「破面」には、もともとの微粒子の内部に存在し別の原子と結合していた原子が剥き出しの状態となった「新生面」が形成される。表面エネルギーが高く活性なこの新生面が、隣接した脆性材料微粒子の表面や同じく隣接した脆性材料の新生面あるいは基材の表面と接合することにより層状構造物が形成されるものと考えられる。

【0073】

また、エアロゾル中の微粒子の表面に水酸基がほどよく存在する場合は、微粒子の衝突時に微粒子同士や微粒子と構造物との間に生じる局所のずれ応力などにより、メカノケミカルな酸塩基脱水反応が起き、これら同士が接合するという事も考えられる。外部からの連続した機械的衝撃力の付加は、これらの現象を継続的に発生させ、微粒子の変形、破碎などの繰り返しにより接合の進展、緻密化が行われ、脆性材料からなる層状構造物が成

10

20

30

40

50

長するものと考えられる。

【0074】

例えば、耐パーティクル層20がエアロゾルデポジション法により形成された場合、セラミック層である耐パーティクル層20は、セラミック焼成体や溶射膜などと比較すると構成する結晶子サイズが小さく緻密な微構造を有する。これにより、実施形態に係る半導体製造装置用部材130の耐パーティクル性は、焼成体や溶射膜の耐パーティクル性よりも高い。また、実施形態に係る半導体製造装置用部材130がパーティクルの発生源になる確率は、焼成体や溶射膜などがパーティクルの発生源になる確率よりも低い。

【0075】

本発明による半導体製造装置用部材130を、例えばエアロゾルデポジション法で製造する場合、それに用いる装置の一例について説明する。エアロゾルデポジション法に用いる装置は、チャンバと、エアロゾル供給部と、ガス供給部と、排気部と、配管と、により構成される。チャンバの内部には、例えば、基材10を配置するステージと、駆動部と、ノズルと、が配置される。駆動部によりステージに配置された基材10とノズルとの位置を相対的に変えることができる。このとき、ノズルと基材10との間の距離を一定にしてもよいし、可変にしてもよい。この例では、駆動部はステージを駆動させる態様を示しているが、駆動部がノズルを駆動させてもよい。駆動方向は例えば、XYZθ方向である。

【0076】

エアロゾル供給部は、配管によりガス供給部と接続される。エアロゾル供給部では、原料微粒子とガスとが混合されたエアロゾルを、配管を介してノズルに供給する。装置は、原料微粒子を供給する粉体供給部をさらに備える。粉体供給部はエアロゾル供給部内に配置されてもよいし、エアロゾル供給部とは別に配置されてもよい。また、エアロゾル供給部とは別に、原料微粒子とガスとを混合するエアロゾル形成部を備えていてもよい。ノズルから噴射される微粒子の量が一定となるように、エアロゾル供給部からの供給量を制御することで、均質な構造物を得ることができる。

【0077】

ガス供給部は、窒素ガス、ヘリウムガス、アルゴンガス、空気などを供給する。供給されるガスが空気の場合、例えば、水分や油分などの不純物が少ない圧縮空気を用いるか、空気から不純物を取り除く空気処理部をさらに設けることが好ましい。

【0078】

次に、エアロゾルデポジション法に用いる装置の動作の一例について説明する。チャンバ内のステージに基材10を配置した状態で、真空ポンプなどの排気部により、チャンバ内を大気圧以下、具体的には数百Pa程度に減圧する。一方、エアロゾル供給部の内圧をチャンバの内圧よりも高く設定する。エアロゾル供給部の内圧は、例えば、数百～数万Paである。粉体供給部を大気圧としてもよい。チャンバとエアロゾル供給部との差圧などにより、ノズルからの原料粒子の噴射速度が亜音速～超音速(50～500m/s)の領域となるように、エアロゾル中の微粒子を加速させる。噴射速度は、ガス供給部から供給されるガスの流速、ガス種、ノズルの形状、配管の長さや内径、排気部の排気量などにより制御される。例えば、ノズルとして、ラバルノズルなどの超音速ノズルを用いることもできる。ノズルから高速で噴射されたエアロゾル中の微粒子は、基材10に衝突し、粉砕または変形して基材10上に構造物(耐パーティクル層20)として堆積される。基材10とノズルとの相対的な位置を変えることにより、所定面積を有する構造物(耐パーティクル層20)を基材10上に備えた複合構造物(半導体製造装置用部材130)が形成される。

【0079】

また、ノズルから噴射される前に、微粒子の凝集を解くための解砕部を設けてもよい。解砕部における解砕方法は、任意の方法を選択することができる。例えば、振動、衝突などの機械的解砕、静電気、プラズマ照射、分級、等公知の方法が挙げられる。

【0080】

本発明による半導体製造装置用部材は、半導体製造装置内の各種部材、とりわけ腐食性

10

20

30

40

50

の高密度プラズマ雰囲気暴露される環境において用いられる部材として好適に用いることが出来る。具体的には、チャンバ壁、シャワープレート、ライナー、シールド、ウィンドウ、エッジリング、フォーカスリング、等が挙げられる。

【0081】

図5(a)及び図5(b)は、実施形態に係る半導体製造装用部材の一例を模式的に表す側面図及び断面図である。

図5(b)は、図5(a)に示した領域R1の側断面図である。

図5(a)及び図5(b)に表したように、この例では、基材10は、第1面31と、第2面32と、第3面33と、第1稜部分41と、第2稜部分42と、を有する。

【0082】

第1面31は、例えば、曲面である。第1面31は、平面でもよい。第2面32は、第1面31と交差している。つまり、第2面32は、第1面31と平行な面ではない。第2面32は、例えば、平面である。第2面32は、曲面でもよい。第1稜部分41は、第1面31と第2面32とを接続している。つまり、第1稜部分41は、第1面31と第2面32との間の凸状の角部分(出隅:outside corner)である。

【0083】

第3面33は、第1面31と交差している。つまり、第3面33は、第1面31と平行な面ではない。第3面33は、例えば、平面である。第3面33は、曲面でもよい。第2稜部分42は、第1面31と第3面33とを接続している。つまり、第2稜部分42は、第1面31と第3面33との間の凸状の角部分(出隅)である。

【0084】

稜部分11sは、第1稜部分41及び第2稜部分42の少なくともいずれかである。第1部分11は、例えば、第2面32と第1稜部分41とを構成している部分である。第1部分11は、第3面33と第2稜部分42とを構成している部分であってもよい。第2部分12は、第1面31を構成している部分である。

【0085】

この例では、基材10は、上下方向に貫通する環状である。第1面31は、環状の基材10の内周面である。つまり、第1面31は、基材10の内側の側面であり、チャンバの内側に位置する面である。第2面32は、環状の基材10の上面である。第1稜部分41は、環状の基材10の内側上端の角部分である。第3面33は、環状の基材10の下面である。第2稜部分42は、環状の基材10の内側下端の角部分である。

【0086】

なお、第2面32は、環状の基材10の下面であってもよい。この場合、第1稜部分41は、環状の基材10の内側下端の角部分である。同様に、第3面33は、環状の基材10の上面であってもよい。この場合、第2稜部分42は、環状の基材10の内側上端の角部分である。

【0087】

この例では、第2面32及び第3面33は、略水平な平面である。第2面32及び第3面33は、これに限定されず、それぞれ、水平方向に対して傾斜した傾斜面であってもよいし、曲面であってもよい。また、この例では、第2面32と第3面33とは、互いに平行であるが、第2面32と第3面33とは、互いに平行でなくてもよい。第1稜部分41及び第2稜部分42は、それぞれ、直角であってもよいし、鋭角であってもよいし、鈍角であってもよい。第1稜部分41は、第1面31から第2面32に向かって湾曲する湾曲面(R面)を有していてもよい。第2稜部分42は、第1面31から第3面33に向かって湾曲する湾曲面(R面)を有していてもよい。

【0088】

また、基材10は、上端に位置する第1開口15aと、下端に位置する第2開口15bと、を有する。つまり、基材10は、上下の端部に開口を有する筒状である。この例では、第1開口15aの口径は、第2開口15bの口径よりも小さい。この例では、基材10は、下端の第2開口15bから上端の第1開口15aに向かって内径が小さくなるテーパ

10

20

30

40

50

形状である。第1開口15aの口径は、第2開口15bの口径と同じであってもよい。

【0089】

基材10の第1面31、第2面32、第3面33、第1稜部分41、及び第2稜部分42は、耐パーティクル層20により覆われている。換言すれば、耐パーティクル層20は、基材10の第1面31、第2面32、第3面33、第1稜部分41、及び第2稜部分42に設けられている。

【0090】

耐パーティクル層20は、第1～第5耐パーティクル層21～25を有する。第1耐パーティクル層21は、第1稜部分41に設けられている。つまり、耐パーティクル層20のうち、第1稜部分41に設けられている部分が第1耐パーティクル層21である。第2耐パーティクル層22は、第1面31に設けられている。つまり、耐パーティクル層20のうち、第1面31に設けられている部分が第2耐パーティクル層22である。第3耐パーティクル層23は、第2面32に設けられている。つまり、耐パーティクル層20のうち、第2面32に設けられている部分が第3耐パーティクル層23である。第4耐パーティクル層24は、第2稜部分42に設けられている。つまり、耐パーティクル層20のうち、第2稜部分42に設けられている部分が第4耐パーティクル層24である。第5耐パーティクル層25は、第3面33に設けられている。つまり、耐パーティクル層20のうち、第3面33に設けられている部分が第5耐パーティクル層25である。

【0091】

第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高い。第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、例えば、第3耐パーティクル層23の耐パーティクル性よりも高い。第3耐パーティクル層23の耐パーティクル性は、例えば、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性と同じである。

【0092】

また、第4耐パーティクル層24の耐パーティクル性は、例えば、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高い。第4耐パーティクル層24の耐パーティクル性は、例えば、第5耐パーティクル層25の耐パーティクル性よりも高い。第4耐パーティクル層24の耐パーティクル性は、例えば、第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性と同じである。第5耐パーティクル層25の耐パーティクル性は、例えば、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性と同じである。

【0093】

耐パーティクル層20が、稜部分（第1稜部分41）に設けられる第1耐パーティクル層21と、第1面31に設けられる第2耐パーティクル層22と、を含むよう構成し、第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性を、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高くすることで、稜部分（第1稜部分41）におけるプラズマダメージを軽減することができ、耐パーティクル性に優れた半導体製造装置用部材130を提供することができる。

【0094】

また、稜部分（第1稜部分41）に設けられる第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性を、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高くすることで、基材10が環状の場合にも、稜部分（第1稜部分41）におけるプラズマダメージを軽減することができる。

【0095】

また、環状の基材10の上面（第2面32）と内周面（第1面31）とを接続する稜部分（第1稜部分41）を、より耐パーティクル性に優れる第1耐パーティクル層21で被覆しているため、耐パーティクル性の低下を効果的に抑制できる。

【0096】

図6（a）及び図6（b）は、実施形態に係る半導体製造装置用部材の一例を模式的に表す側面図及び断面図である。

図6（b）は、図6（a）に示した領域R2の側断面図である。

図6(a)及び図6(b)に表したように、この例では、基材10は、真っすぐに上下に貫通する(つまり、テーパ形状でない)環状である。第1面31は、環状の基材10の内周面である。第2面32は、環状の基材10の上面である。第1稜部分41は、環状の基材10の内側上端の角部分である。第3面33は、環状の基材10の下面である。第2稜部分42は、環状の基材10の内側下端の角部分である。

【0097】

基材10は、上端に位置する第1開口15aと、下端に位置する第2開口15bと、を有する。第1開口15aの口径は、第2開口15bの口径と同じである。

【0098】

図5(a)及び図5(b)に示した例と同様に、基材10の第1面31、第2面32、第3面33、第1稜部分41、及び第2稜部分42は、耐パーティクル層20により覆われている。耐パーティクル層20は、第1～第5耐パーティクル層21～25を有する。

10

【0099】

第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高い。第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、例えば、第3耐パーティクル層23の耐パーティクル性よりも高い。第3耐パーティクル層23の耐パーティクル性は、例えば、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性と同じである。

【0100】

また、第4耐パーティクル層24の耐パーティクル性は、例えば、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高い。第4耐パーティクル層24の耐パーティクル性は、例えば、第5耐パーティクル層25の耐パーティクル性よりも高い。第4耐パーティクル層24の耐パーティクル性は、例えば、第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性と同じである。第5耐パーティクル層25の耐パーティクル性は、例えば、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性と同じである。

20

【0101】

稜部分(第1稜部分41)に設けられる第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性を、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高くすることで、基材10が図6(a)及び図6(b)に示したような環状の場合にも、稜部分(第1稜部分41)におけるプラズマダメージを軽減することができる。

【0102】

図7(a)及び図7(b)は、実施形態に係る半導体製造装用部材のさらに別の一例を模式的に表す側面図及び断面図である。

30

図7(b)は、図7(a)に示した領域R3の側断面図である。

図7(a)及び図7(b)に表したように、この例では、基材10は、上に凸の半球状(hemisphere)である。第1面31は、半球状の基材10の内周面である。つまり、第1面31は、チャンバの内側に位置する面である。第2面32は、半球状の基材10の下端面である。第1稜部分41は、半球状の基材10の内側下端の角部分である。

【0103】

稜部分11sは、第1稜部分41である。第1部分11は、例えば、第2面32と第1稜部分41とを構成している部分である。第2部分12は、第1面31を構成している部分である。

40

【0104】

この例では、第2面32は、略水平な平面である。第2面32は、これに限定されず、水平方向に対して傾斜した傾斜面であってもよいし、曲面であってもよい。第1稜部分41及び第2稜部分42は、直角であってもよいし、鈍角であってもよい。第1稜部分41は、第1面31から第2面32に向かって湾曲する湾曲面(R面)を有していてもよい。

【0105】

第1面31、第2面32、及び第1稜部分41は、耐パーティクル層20により覆われている。換言すれば、耐パーティクル層20は、第1面31、第2面32、及び第1稜部分41に設けられている。

50

【0106】

耐パーティクル層20は、第1～第3耐パーティクル層21～23を有する。第1耐パーティクル層21は、第1稜部分41に設けられている。第2耐パーティクル層22は、第1面31に設けられている。第3耐パーティクル層23は、第2面32に設けられている。

【0107】

第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高い。第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性は、例えば、第3耐パーティクル層23の耐パーティクル性よりも高い。第3耐パーティクル層23の耐パーティクル性は、例えば、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性と同じである。

10

【0108】

稜部分（第1稜部分41）に設けられる第1耐パーティクル層21の耐パーティクル性を、第2耐パーティクル層22の耐パーティクル性よりも高くすることで、基材10が図7（a）及び図7（b）に示したような半球状の場合にも、稜部分（第1稜部分41）におけるプラズマダメージを軽減することができる。

【実施例】

【0109】

本発明をさらに以下の実施例により説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0110】

20

1. サンプル作製

環状の基材10を用い、第1耐パーティクル層21と第2耐パーティクル層22とを含む耐パーティクル層20を形成した。

1-1 基材の準備

基材10として、図3および図4に示すようなテーパを有する環状のアルミ合金基材を用いた。

【0111】

1-2 原料粒子

原料粒子として、酸化イットリウム粉体を用意した。原料粒子の平均粒径は0.4 μmであった。

30

【0112】

1-3 耐パーティクル層の形成

上記基材の内壁部分について、エアロゾルデポジション法を用い、稜部分11sを含めて耐パーティクル層20で被覆してサンプル1～5を得た。作製は室温（20℃前後）で行った。サンプル1において、耐パーティクル層20の厚さは表1に示すとおりであった。

【0113】

2. サンプル評価2-1 平均結晶子サイズ

【0114】

40

サンプル1の耐パーティクル層20について、平均結晶子サイズを算出した。具体的には、サンプル1のうち、第1耐パーティクル層21を含む部分と、第2耐パーティクル層22を含む部分と、を切り出して倍率40万倍で取得したTEM画像を用い、結晶子15個の円形近似による平均値より平均結晶子サイズを算出した。サンプル1において、第1耐パーティクル層21の平均結晶子サイズは9 nmであり、第2耐パーティクル層22の平均結晶子サイズは12 nmであった。

【0115】

2-2 輝度Sa

得られたサンプル1～5について、輝度Saを算出した。輝度Saの算出は、特許第6597922号公報に記載の方法で行った。このとき、ローパスフィルタによるノイズ除

50

去は実施しなかった。結果を表2に示す。表2に示す通り、基材や耐パーティクル層の組成にかかわらず、第2耐パーティクル層22のほうが第1耐パーティクル層21よりも高いレベルでの耐パーティクル性を発現することが確認された。

【0116】

2-3 基準耐プラズマ性試験

次に、サンプル1のうち、第1耐パーティクル層21を含む部分と、第2耐パーティクル層22を含む部分と、を切り出して基準耐プラズマ性試験を実施した。

プラズマエッチング装置として、誘導結合型プラズマ反応性イオンエッチング装置(Muc-21 Rv-Aps-Se/住友精密工業製)を使用した。プラズマエッチングの条件は、電源出力としてICP出力を1500W、バイアス出力を750W、プロセスガスとしてCHF₃ガス100ccmとO₂ガス10ccmの混合ガス、圧力を0.5Pa、プラズマエッチング時間を1時間とした。

【0117】

次に、プラズマ照射後の第1耐パーティクル層21、第2耐パーティクル層22の表面202の状態をレーザー顕微鏡により撮影した。具体的には、レーザー顕微鏡「OLS4500/オリンパス製」を使用し、対物レンズはMPLAPON100xLEXT(開口数0.95、作動距離0.35mm、集光スポット径0.52μm、測定領域128×128μm)を用い、倍率を100倍とした。うねり成分除去のλcフィルターは25μmに設定した。測定は、任意の3箇所で行い、その平均値を算術平均高さSaとした。その他、三次元表面性状国際規格ISO25178を適宜参照した。基準耐プラズマ性試験前後のサンプル1における第1耐パーティクル層21、第2耐パーティクル層22の表面の算術平均高さSaの値は表1に示されるとおりであった。

【0118】

【表1】

耐パーティクル層20	耐パーティクル層		耐パーティクル層の算術平均高さSa(μm)	
	組成	厚さ(μm)	基準耐プラズマ性試験前	基準耐プラズマ性試験後
第1耐パーティクル層21	Y ₂ O ₃	7	0.010	0.016
第2耐パーティクル層22	Y ₂ O ₃	10	0.012	0.020

【0119】

【表2】

サンプル名	基材	耐パーティクル層20の組成	輝度Sa	
			第1耐パーティクル層21	第2耐パーティクル層22
サンプル1	Al合金	Y ₂ O ₃	16	19
サンプル2	アルミナ	Y ₂ O ₃	15	18
サンプル3	アルマイト	Y ₂ O ₃	15	22
サンプル4	石英	Y ₂ O ₃	13	19
サンプル5	石英	YOF	16	23

【0120】

表 1 に示すように、サンプル 1 では基準耐プラズマ性試験後の第 1 耐パーティクル層 21 の算術平均高さ $Sa1$ は、基準耐プラズマ性試験後の第 2 耐パーティクル層 22 の算術平均高さ $Sa2$ よりも小さかった。よって、第 2 耐パーティクル層 22 のほうが第 1 耐パーティクル層 21 よりも高いレベルでの耐パーティクル性を発現することが確認された。

【0121】

以上、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの記述に限定されるものではない。前述の実施の形態に関して、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、基材、アルマイト層、耐パーティクル層などの形状、寸法、材質、配置などは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

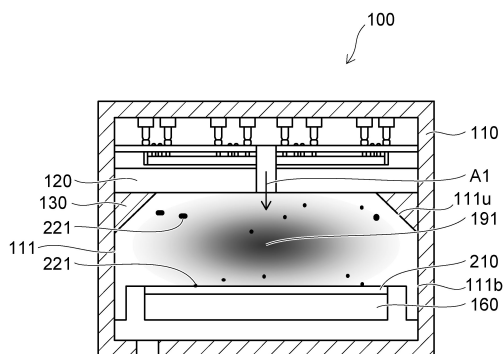
また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

【符号の説明】

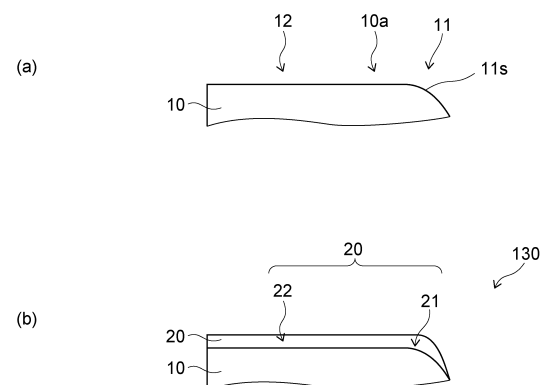
【0122】

100 半導体製造装置、110 チャンバ、120 天板、130 半導体製造装置用部材、160 静電チャック、191 領域、210 ウェーハ、221 パーティクル、10 基材、10a 表面、10u 上辺、10b 下辺、11 第 1 部分、11s 稜部分、12 第 2 部分、15a 第 1 開口、15b 第 2 開口、20 耐パーティクル層、21 第 1 耐パーティクル層、22 第 2 耐パーティクル層、23 第 3 耐パーティクル層、24 第 4 耐パーティクル層、25 第 5 耐パーティクル層、31 第 1 面、32 第 2 面、33 第 3 面、41 第 1 稜部分、42 第 2 稜部分、R1、R2 R3 領域

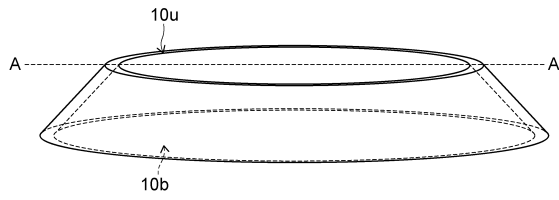
【図 1】



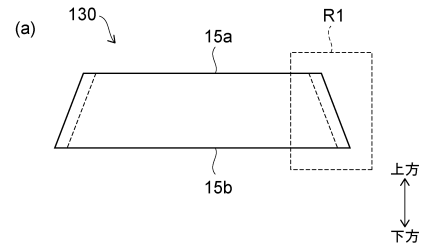
【図 2】



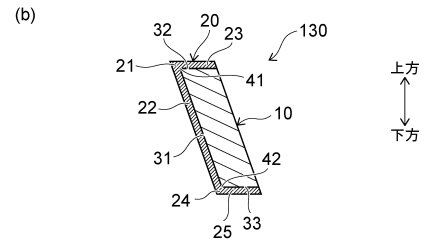
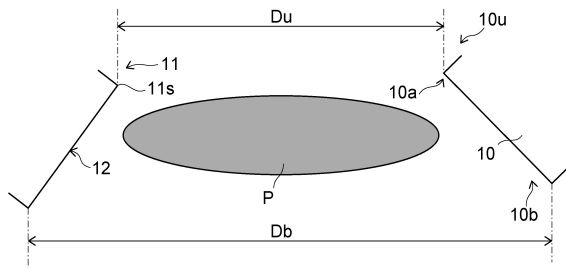
【図 3】



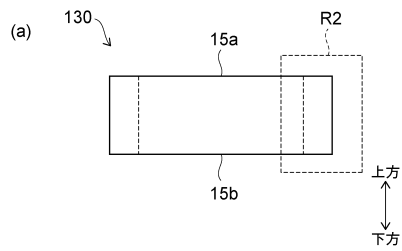
【図 5】



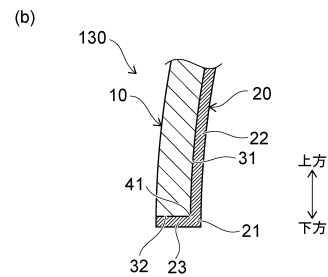
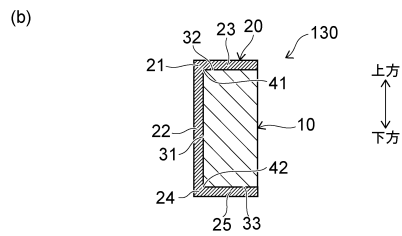
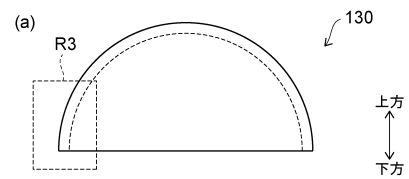
【図 4】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 鈴木 智之

- (56)参考文献 特表2005-531157 (JP, A)
特開2018-014492 (JP, A)
特開2004-363552 (JP, A)
特開2018-046278 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/3065
H01L	21/31
H01L	21/673
H01L	21/683
C23C	16/44