

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6238963号  
(P6238963)

(45) 発行日 平成29年11月29日(2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月10日 (2017.11.10)

(51) Int. Cl.

C23C 14/00 (2006.01)

1

C 2 3 C 14/00

B

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-509032 (P2015-509032)
(86) (22) 出願日	平成25年4月18日 (2013. 4. 18)
(65) 公表番号	特表2015-515551 (P2015-515551A)
(43) 公表日	平成27年5月28日 (2015. 5. 28)
(86) 國際出願番号	PCT/US2013/037101
(87) 國際公開番号	W02013/162992
(87) 國際公開日	平成25年10月31日 (2013. 10. 31)
審査請求日	平成28年4月15日 (2016. 4. 15)
(31) 優先権主張番号	61/637, 606
(32) 優先日	平成24年4月24日 (2012. 4. 24)
(33) 優先権主張国	米国 (US)
(31) 優先権主張番号	13/860, 578
(32) 優先日	平成25年4月11日 (2013. 4. 11)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者 390040660  
アプライド マテリアルズ インコーポレ  
イテッド  
APPLIED MATERIALS, I  
NCORPORATED  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95  
054 サンタ クララ バウアーズ ア  
ベニュー 3050  
(74) 代理人 100092093  
弁理士 辻居 幸一  
(74) 代理人 100082005  
弁理士 熊倉 穎男  
(74) 代理人 100067013  
弁理士 大塚 文昭

### 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プロセスキットシールドおよびプロセスキットシールドを有する物理的気相堆積チャンバー

(57) 【特許請求の範囲】

### 【請求項1】

物理的気相堆積プロセスで第1の材料を堆積させる際に使用するためのプロセスキットシールドであって、

前記第1の材料から製造され、開口を取り囲んで画定する環状本体と、

前記第1の材料に対して高いエッティング選択性を有する前記第1の材料とは異なる第2の材料から製造され、前記環状本体の開口向き表面上に形成されたエッティング停止コーティングとを備え

前記第2の材料は、前記第2の材料を介してエッティングすることなく堆積プロセスを介して前記プロセスキットシールド上に堆積した前記第1の材料の完全な除去をエッティングクリーニングプロセスを介して実質的に容易にするのに十分である。

前記エッティング停止コーティングは、前記エッティング停止コーティングの純度を強化するためには活性又は真空の環境内で前記環状本体の開口向き表面上にプラズマ溶射されており、前記第2の材料は、99%を上回る純度を有するチタンコーティングであるプロセスキットシールド

## 【請求項2】

請求項 1 の材料がアルミニウムである。請求項 1 に記載のプロセスを用いてシート化す。

### 【請求項3】

前記エッティング停止コーティングの厚さが、0.008インチ～0.012インチ(0.2032mm～0.3048mm)であり、前記エッティング停止コーティングの表面粗

さが、250マイクロインチ～400マイクロインチ( $6.35 \mu\text{m} \sim 10.16 \mu\text{m}$ )の平均粗さ( $R_a$ )である、請求項1又は2に記載のプロセスキットシールド。

【請求項4】

リップアセンブリを含む前記本体の下部部分をさらに備え、前記リップアセンブリが、前記本体の前記下部部分の下部エッジから内方へ延びる下面を含み、前記リップアセンブリが、前記本体の前記下面の内側エッジの周りに配置され、前記下面の前記内側エッジから前記本体の上部部分の方に上方へ延びるリップをさらに含む、

請求項1又は2に記載のプロセスキットシールド。

【請求項5】

基板上に第1の材料を堆積させる装置であって、  
10  
処理ボリュームおよび非処理ボリュームを有するプロセスチャンバと、  
前記プロセスチャンバ内に配置された基板支持体と、  
基板上に堆積させるべき第1の材料を含み、前記プロセスチャンバ内で前記基板支持体  
に対向するように配置されたターゲットと、

前記プロセスチャンバ内に配置され、前記処理ボリュームを前記非処理ボリュームから  
分離するプロセスキットシールドとを備え、前記プロセスキットシールドが、

前記第1の材料から製造され、開口を取り囲んで画定する環状本体と、

前記第1の材料に対して高いエッティング選択性を有する前記第1の材料とは異なる第  
2の材料から製造され、前記環状本体の開口向き表面上に形成されたエッティング停止コ  
ーティングとを備え、  
20

前記第2の材料は、前記第2の材料を介してエッティングすることなく堆積プロセスを介  
して前記プロセスキットシールド上に堆積した前記第1の材料の完全な除去をエッティング  
クリーニングプロセスを介して実質的に容易にするのに十分であり、

前記エッティング停止コーティングは、前記エッティング停止コーティングの純度を強化す  
るために不活性又は真空の環境内で前記環状本体の開口向き表面上にプラズマ溶射されて  
おり、前記第2の材料は、99%を上回る純度を有するチタンコーティングである装置。

【請求項6】

前記第1の材料がアルミニウムである、請求項5に記載の装置。

【請求項7】

前記第2の材料が、99%より大きい純度を有するチタンコーティングである、請求項  
30  
6に記載の装置。

【請求項8】

前記エッティング停止コーティングの厚さが、0.008インチ～0.012インチ( $0.2032 \text{ mm} \sim 0.3048 \text{ mm}$ )であり、前記エッティング停止コーティングの表面粗  
さが、250マイクロインチ～400マイクロインチ( $6.35 \mu\text{m} \sim 10.16 \mu\text{m}$ )の平均粗さ( $R_a$ )である、請求項5から7までのいずれか1項に記載の装置。

【請求項9】

リップアセンブリを含む前記本体の下部部分をさらに備え、前記リップアセンブリが、  
40  
前記本体の前記下部部分の下部エッジから内方へ延びる下面を含み、前記リップアセンブ  
リが、前記本体の前記下面の内側エッジの周りに配置され、前記下面の前記内側エッジから前記本体の上部部分の方に上方へ延びるリップをさらに含む、

請求項5から7までのいずれか1項に記載の装置。

【請求項10】

物理的気相堆積(PVD)チャンバ内でプロセスキットシールドを使用して基板を処理  
する方法であって、

プロセスキットシールドを有するPVDチャンバ内で基板上に第1の材料を堆積させる  
ステップであって、前記プロセスキットシールドが、

前記第1の材料から製造され、開口を取り囲んで画定する環状本体と、

前記第1の材料に対して高いエッティング選択性を有する前記第1の材料とは異なる第  
2の材料から製造され、前記環状本体の開口向き表面上に形成されたエッティング停止コ  
ーティングとを備え、  
50

ティングとを備え、

前記第2の材料は、前記第2の材料を介してエッティングすることなく堆積プロセスを介して前記プロセスキットシールド上に堆積した前記第1の材料の完全な除去をエッティングクリーニングプロセスを介して実質的に容易にするのに十分であり、

前記エッティング停止コーティングは、前記エッティング停止コーティングの純度を強化するために不活性又は真空の環境内で前記環状本体の開口向き表面上にプラズマ溶射されており、前記第2の材料は、99%を上回る純度を有するチタンコーティングである、前記堆積させるステップと、

前記PVDチャンバから前記プロセスキットシールドを除去するステップと、

前記本体の前記表面上に前記エッティング停止コーティングの大部分は残しながら、基板上に第1の材料を堆積させることにより前記エッティング停止コーティング上に堆積させた前記第1の材料を選択的に除去するステップと、

前記本体の前記表面から前記エッティング停止コーティングを除去するステップと、

前記第1の材料に対して高いエッティング選択性を有する第3の材料から製造される第2のエッティング停止コーティングを前記本体の前記表面上に堆積させるステップとを含む方法。

#### 【請求項11】

前記第1の材料がアルミニウムである、請求項10に記載の方法。

#### 【請求項12】

前記第3の材料が、チタン、タンタル、ニッケル、ニオブ、モリブデン、または酸化チタンの少なくとも1つである、請求項11に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明の実施形態は、一般に、基板処理機器に関し、より詳細には、基板処理機器内で使用するためのプロセスキットシールドに関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

たとえば物理的気相堆積(PVD)チャンバ内で、処理量を非処理量から分離するために、プロセスキットシールドを使用することができる。基板上にアルミニウムを堆積させるように構成されたPVDチャンバ内では、ステンレス鋼(SST)からシールドを製造することができる。これにより、処理中にシールド上に堆積させたアルミニウム層をベースのSSTシールド材料から優先的にエッティングで除去することができるため、シールドを複数回リサイクルすることが可能である。しかし、本発明者らは、非常に厚いアルミニウム膜を基板上に堆積させることに取り組んでおり、従来のアルミニウム堆積プロセスと比較すると、これにはプロセス電力および堆積時間を著しく増大させる必要がある。本発明者らは、より厚いアルミニウムの堆積プロセスの場合、プロセスキットシールドの温度が、基板上でウイスカの成長という望ましくない結果を招くのに十分なほど高くなることを観察した。ウイスカの成長は、堆積させた膜にとって好ましくない属性である。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0003】

したがって、本発明者らは、本明細書に開示するプロセスキットシールドの実施形態を提供する。

#### 【課題を解決するための手段】

##### 【0004】

プロセスキットシールドおよびプロセスキットシールドを組み込む物理的気相堆積(PVD)チャンバの実施形態が、本明細書に提供される。いくつかの実施形態では、物理的気相堆積プロセスで第1の材料を堆積させる際に使用するためのプロセスキットシールドは、第1の材料から製造され、開口を取り囲んで画定する環状本体と、第1の材料に対し

10

20

30

40

50

て高いエッティング選択性を有する第1の材料とは異なる第2の材料から製造され、環状本体の開口向き表面上に形成されたエッティング停止コーティングとを含むことができる。

いくつかの実施形態では、基板上に第1の材料を堆積させる装置は、処理量および非処理量を有するプロセスチャンバと、プロセスチャンバ内に配置された基板支持体と、基板上に堆積させるべき第1の材料を含み、プロセスチャンバ内で基板支持体に対向するように配置されたターゲットと、プロセスチャンバ内に配置され、処理量を非処理量から分離するプロセスキットシールドとを含むことができ、プロセスキットシールドは、第1の材料から製造され、開口を取り囲んで画定する環状本体と、第1の材料に対して高いエッティング選択性を有する第1の材料とは異なる第2の材料から製造され、環状本体の開口向き表面上に形成されたエッティング停止コーティングとを含む。

いくつかの実施形態では、物理的気相堆積（PVD）チャンバ内でプロセスキットシールドを使用して基板を処理する方法は、プロセスキットシールドを有するPVDチャンバ内で基板上に第1の材料を堆積させるステップであって、プロセスキットシールドが、第1の材料から製造され、開口を取り囲んで画定する環状本体と、第1の材料に対して高いエッティング選択性を有する第1の材料とは異なる第2の材料から製造され、環状本体の開口向き表面上に形成されたエッティング停止コーティングとを含む、堆積させるステップと、PVDチャンバからプロセスキットシールドを除去するステップと、本体の表面上にエッティング停止コーティングの大部分は残しながら、基板上に第1の材料を堆積させることによりエッティング停止コーティング上に堆積させた第1の材料を選択的に除去するステップと、本体の表面からエッティング停止コーティングを除去するステップと、第1の材料に対して高いエッティング選択性を有する第3の材料から製造される第2のエッティング停止コーティングを本体の表面上に堆積させるステップとを含むことができる。

#### 【0005】

本発明の他のさらなる実施形態は、後に説明する。

上記で簡単に要約し、後により詳細に論じる本発明の実施形態は、添付の図面に示す本発明の例示的な実施形態を参照することによって理解することができる。しかし、本発明は他の等しく有効な実施形態も許容しうるため、添付の図面は本発明の典型的な実施形態のみを示しており、したがって本発明の範囲を限定すると見なすべきではないことに留意されたい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0006】

【図1】本発明のいくつかの実施形態によるプロセスチャンバの概略横断面図である。

【図2】本発明のいくつかの実施形態によるプロセスキットシールドの概略横断面図である。

【図3】本発明のいくつかの実施形態によるプロセスキットシールドを使用する方法の流れ図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0007】

理解を容易にするために、可能な場合、複数の図に共通の同一の要素を指すのに同一の参照番号を使用した。これらの図は、原寸に比例して描かれたものではなく、見やすいように簡略化されていることがある。一実施形態の要素および特徴は、さらなる記述がなくても、他の実施形態に有益に組み込むことができることが企図される。

プロセスキットシールドおよびプロセスキットシールドを組み込む物理的気相堆積（PVD）チャンバの実施形態が、本明細書に提供される。いくつかの実施形態では、プロセスキットシールドは、PVDチャンバ内でアルミニウムを堆積させる際に使用するための環状アルミニウム本体上にコーティングを含むことができ、それによってプロセスキットシールドを容易にリサイクル可能にすることができます。アルミニウム本体を覆うコーティングは、PVDプロセス中に堆積させたアルミニウムの除去を容易にするためのエッティング停止として作用する。

#### 【0008】

10

20

30

40

50

図1は、本発明のいくつかの実施形態によるプロセスキットシールドを有する例示的な物理的気相堆積チャンバ(プロセスチャンバ100)の概略横断面図を示す。本発明のプロセスキットシールドとともに使用するのに適したPVDチャンバの例には、カリフォルニア州サンタクララのApplied Materials, Inc.から市販されているALPS(登録商標)Plus、SIP ENCORE(登録商標)、および他のPVD処理チャンバが含まれる。Applied Materials, Inc.または他の製造業者からの他の処理チャンバもまた、本明細書に開示する本発明の装置からの利益を得ることができる。

プロセスチャンバ100は、基板104を受け取る基板支持体ペデスタル102と、ターゲット106などのスパッタリングソースと、基板支持体ペデスタル102とターゲット106との間に配置されたプロセスキットシールド174とを収容する。基板支持体ペデスタル102は、チャンバ壁(図示)とすることができます接地された囲壁108内に位置することができ、または接地シールド内に位置することができる(プロセスチャンバ100のうちターゲット106より上の少なくとも一部分を覆う接地シールド140が示されている。いくつかの実施形態では、接地シールド140をターゲットの下へ延ばして、ペデスタル102も同様に密閉することもできる)。

いくつかの実施形態では、プロセスチャンバ100は、RFおよびDCエネルギーのいずれかまたは両方をターゲット106に結合するための送出構造110または他の適した送出構造を含むことができる。送出構造は、本明細書に記載するように、たとえばRFおよび/またはDCエネルギーをターゲットまたはターゲットを収容するアセンブリに結合する装置である。

いくつかの実施形態では、送出構造110の第1の端部は、ターゲット106にDCエネルギーを提供するために使用できるDC電源120に結合することができます。たとえば、DC電源120を利用して、負の電圧またはバイアスをターゲット106に印加することができる。

#### 【0009】

別法として、または組み合わせて、送出構造110の第1の端部は、ターゲット106にRFエネルギーを提供するために使用できるRF電源118に結合することができます。いくつかの実施形態では、RF電源118によって供給されるRFエネルギーは、約2MHz~約60MHzの周波数の範囲とすることができます、またはたとえば、2MHz、13.56MHz、27.12MHz、もしくは60MHzなどの非限定的な周波数を使用することができます。いくつかの実施形態では、複数(すなわち、2つ以上)のRF電源を設けて、上記の周波数の複数でRFエネルギーを提供することができます。

#### 【0010】

いくつかの実施形態では、送出構造110の第1の端部は、ターゲット106にRFエネルギーを提供するために利用できるRF電源118に結合することができます。組み合わせて、送出構造110の第1の端部はまた、ターゲット106にDCエネルギーを提供するために利用できるDC電源120に結合することができます。いくつかの実施形態では、RF電源118によって供給されるRFエネルギーは、約2MHz~約60MHzの周波数の範囲とすることができます、またはたとえば、2MHz、13.56MHz、27.12MHz、もしくは60MHzなどの非限定的な周波数を使用することができます。いくつかの実施形態では、複数(すなわち、2つ以上)のRF電源を設けて、上記の周波数の複数でRFエネルギーを提供することができます。

#### 【0011】

送出構造110は、たとえばソース分配プレート122と、ソース分配プレート122とターゲット106との間に結合された導電性部材125とを介して、ターゲット106に結合することができます。導電性部材125の内向きの壁、ソース分配プレート122のターゲット向き表面128、およびターゲット106のソース分配プレート向き表面132によって、空腔134を画定することができます。空腔134は、回転マグネットロンアセンブリ136(後に論じる)の1つまたは複数の部分を少なくとも部分的に収納するため

10

20

30

40

50

に利用することができる。いくつかの実施形態では、空腔は、水 (H<sub>2</sub>O) などの冷却流体で少なくとも部分的に充填することができる。

プロセスチャンバ 100 の蓋の外面を覆うように、接地シールド 140 を設けることができる。接地シールド 140 は、たとえばチャンバ本体の接地接続を介して、接地に結合することができる。接地シールド 140 は、アルミニウム、銅などの任意の適した導電性材料を含むことができる。RF および / または DC エネルギーが接地へ直接経路指定されるのを防止するために、接地シールド 140 と、分配プレート 122、導電性部材 125、およびターゲット 106 (ならびに / またはバッキング板 146) の外面との間に、絶縁性の間隙 139 が設けられる。絶縁性の間隙は、空気またはセラミック、プラスチックなどの何らかの他の適した誘電体材料で充填することができる。

10

#### 【0012】

RF および / または DC エネルギーが接地へ直接経路指定されるのを防止するために、ソース分配プレート 122 と接地シールド 140 との間に隔離板 138 または複数の隔離特徴を配置することができる。隔離板 138 は、セラミック、プラスチックなどの適した誘電体材料を含むことができる。別法として、隔離板 138 の代わりに空隙を設けることができる。隔離板の代わりに空隙が設けられる実施形態では、接地シールド 140 は、接地シールド 140 上に載置されたあらゆる構成要素を支持するのに十分なほど構造上堅固なものとすることができます。

ターゲット 106 は、誘電体アイソレータ 144 によって、チャンバの接地された導電性の側壁上で例示的に支持することができる。いくつかの実施形態では、この側壁をアダプタ 142 と呼ぶ。いくつかの実施形態では、チャンバの接地された導電性の側壁、またはアダプタ 142 は、アルミニウムから製造することができる。ターゲット 106 は、金属または金属酸化物など、スパッタリング中に基板 104 上に堆積させるべき材料を含む。いくつかの実施形態では、ターゲット 106 のソース分配プレート向き表面 132 に、バッキング板 146 を結合することができる。バッキング板 146 は、銅 - 亜鉛、銅 - クロム、またはターゲットと同じ材料など、導電性材料を含むことができ、したがってバッキング板 146 を介してターゲット 106 に RF および / または DC エネルギーを結合することができる。別法として、バッキング板 146 は、非導電性とすることができます、ターゲット 106 を導電性部材 125 に結合するために、電気フィードスルーナなどの導電性要素を含むことができる。バッキング板 146 は、たとえばターゲット 106 の構造上の安定性を改善するために含むことができる。

20

#### 【0013】

ターゲット 106 の裏面 (たとえば、ソース分配プレート向き表面 132) 近傍に、回転マグネットロンアセンブリ 136 を位置決めすることができる。回転マグネットロンアセンブリ 136 は、ベース板 168 によって支持された複数の磁石 166 を含む。ベース板 168 は、開口 124 を通じてプロセスチャンバ 100 および基板 104 の中心軸に一致するように配置された回転シャフト 170 に接続される。回転シャフト 170 の上端部にモータ 172 を結合して、マグネットロンアセンブリ 136 の回転を駆動することができる。磁石 166 は、プロセスチャンバ 100 内でターゲット 106 の表面付近で、ターゲット 106 の表面に対して概ね平行な磁場を生じさせて電子を捕らえ、局所的なプラズマ密度を増大させ、それによってスパッタリング速度を増大させる。磁石 166 は、プロセスチャンバ 100 の上部の周りに電磁場を生じさせ、磁石 166 を回転させて電磁場を回転させ、それによってターゲット 106 をより均一にスパッタリングするようにプロセスのプラズマ密度に影響を与える。たとえば、回転シャフト 170 は、1 分当たり約 0 ~ 約 150 回の回転を行うことができる。

30

#### 【0014】

基板支持体ペデスタル 102 は、ターゲット 106 の正面の方を向いている材料受取り表面を有し、ターゲット 106 の正面に対向する平面の位置でスパッタコーティングされるように基板 104 を支持する。基板支持体ペデスタル 102 は、プロセスチャンバ 100 の中心領域 148 内で基板 104 を支持することができる。中心領域 148 は、処理中

40

50

に基板支持体ペデスタル 102 より上の領域（たとえば、処理位置にあるときにターゲット 106 と基板支持体ペデスタル 102 との間）として画定される。

【0015】

いくつかの実施形態では、基板支持体ペデスタル 102 は、底部チャンバ壁 152 に接続されたベローズ 150 を通じて垂直方向に動けるようにすることができ、プロセスチャンバ 100 の下部部分内のロードロックバルブを通って基板 104 を基板支持体ペデスタル 102 上へ移送し、その後堆積または処理位置へ上昇させることができ。ガス源 154 から質量流量制御部 156 を通ってプロセスチャンバ 100 の下部部分内へ、1つまたは複数の処理ガスを供給することができる。プロセスチャンバ 100 の内部を排気してプロセスチャンバ 100 内で所望の圧力を容易に維持するために、排気口 158 を設け、バルブ 160 を介してポンプに結合することができる。 10

【0016】

いくつかの実施形態では、基板支持体ペデスタル 102 に RF バイアス電源 162 を結合して、基板 104 上で負の DC バイアスを誘起することができる。さらに、いくつかの実施形態では、処理中に基板 104 上で負の DC 自己バイアスを形成することができる。たとえば、RF バイアス電源 162 によって供給される RF 電力は、約 2 MHz ~ 約 60 MHz の周波数の範囲とることができ、たとえば、2 MHz、13.56 MHz、または 60 MHz などの非限定的な周波数を使用することもできる。他の適用分野では、基板支持体ペデスタル 102 は、接地させることができ、または電気的に浮動した状態のままですることができる。いくつかの実施形態では、RF バイアス電力が望ましくないことがある適用分野に対して基板 104 にかかる電圧を調整するために、基板支持体ペデスタルに容量チューナ 164 を結合することができる。 20

【0017】

プロセスキットシールド 174 は、プロセスキットシールド 174 をプロセスチャンバ 100 内の所望の位置で保持する任意の適した方法で、プロセスチャンバ 100 に結合することができる。たとえば、いくつかの実施形態では、プロセスキットシールド 174 は、アダプタ 142 の突起 176 に接続することができる。アダプタ 142 は密閉され、アルミニウムチャンバ側壁 108 に接地される。概して、プロセスキットシールド 174 は、アダプタ 142 の壁およびチャンバ壁 108 に沿って基板支持体ペデスタル 102 の頂面より下まで下方へ延びてから、上方へ戻って基板支持体ペデスタル 102 の頂面に到達する（たとえば、底部に u 字状部分 184 を形成する）。別法として、プロセスキットシールドの最も底の部分は、u 字状部分 184 である必要はなく、任意の適した形状を有することができる。基板支持体ペデスタル 102 が下部ローディング位置にあるとき、プロセスキットシールド 174 の上方へ延びるリップ 188 の上部に、カバーリング 186 を載置することができる。カバーリング 186 は、上部堆積位置にあるときは、スパッタ堆積から基板支持体ペデスタル 102 を保護するように、基板支持体ペデスタル 102 の外周部上に載置される。1つまたは複数の追加の堆積リングを使用して、基板 104 の周辺部を堆積から保護することができる。本発明によるプロセスキットシールド 174 の実施形態は、図 2 に関して後に論じる。 30

【0018】

いくつかの実施形態では、アダプタ 142 へかつ／またはアダプタ 142 から熱を伝達するために、アダプタ 142 内（図示）またはアダプタ 142 近傍に、1つまたは複数の熱伝達チャネル 178 を設けることができる。1つまたは複数の熱伝達チャネル 178 は、熱伝達流体供給 180 に結合することができ、熱伝達流体供給 180 は、1つまたは複数の熱伝達チャネル 178 を通って熱伝達流体を循環させることができる。いくつかの実施形態では、熱伝達流体は、水などの冷却剤または他の適した冷却剤とすることができます。熱伝達流体供給 180 は、アダプタ 142 へまたはアダプタ 142 からの熱の伝達を容易にするために、所望の温度またはそれに近い温度で熱伝達流体を維持することができる。アダプタ 142 の温度を制御することで、プロセスキットシールド 174 の温度を容易に制御することが有利である。たとえば、処理中にプロセスキットシールド 174 から熱 40

を除去することで、チャンバの処理状態と休止またはオフ状態との間でプロセスキットシールド174の温度勾配を低減させ、それによって、プロセスキットシールド174とプロセスキットシールド174上に存在しうるあらゆる堆積させた材料との間の熱膨張係数が整合しないために生じうる粒子の生成を低減させる。

【0019】

いくつかの実施形態では、基板支持体ペデスタル102とターゲット106との間で磁場を選択的に提供するために、プロセスチャンバ100の周りに磁石190を配置することができる。たとえば、図1に示すように、磁石190は、処理位置にあるとき、基板支持体ペデスタル102のすぐ上の領域内でチャンバ壁108の外側の周りに配置することができる。いくつかの実施形態では、磁石190は、追加または別法として、アダプタ142近傍などの他の場所に配置することができる。磁石190は、電磁石とすることができます、電磁石によって生成される磁場の大きさを制御するために電源(図示せず)に結合することができる。

【0020】

プロセスキットシールドは概して、環状アルミニウム本体を備え、本体の表面上にコーティングが形成され、アルミニウムPVD堆積プロセス中は、コーティングにアルミニウムを堆積させることができる。除去されるアルミニウムとエッチング停止コーティングの材料との間のエッチング選択性が高いため、プロセスキットシールドはより容易にリサイクル可能である。本明細書では、高いエッチング選択性は、環状本体材料とエッチング停止コーティング材料との間など、化学的に異なる材料間の異なるエッチング速度比に関係する。エッチング停止コーティング材料は、エッチング停止コーティング材料をエッチングすることなく堆積させた材料の実質上完全な除去を容易にするのに十分であり、堆積させた材料は、環状本体材料と同じとすることができます。たとえば、エッチング停止コーティングは、アルミニウム本体を覆うチタンまたは他の金属もしくは酸化物のコーティングを含むことができ、アルミニウム堆積除去のためのエッチング停止として作用することができ、堆積させたアルミニウムは、チタンまたは他の金属もしくは酸化物のコーティング(すなわち、エッチング停止コーティング)をエッチングすることなく除去することができる。

【0021】

図2は、本発明のいくつかの実施形態によるプロセスキットシールド174の概略横断面図を示す。プロセスキットシールド174は、上部部分204および下部部分206を有する本体202を含む。いくつかの実施形態では、本体202は、一体型の本体とすることができます。一体型の本体を提供することで、プロセスキットシールドが複数の部分から形成されることから形成される表面など、追加の表面をなくすことができる有利である。そのような表面では、堆積させた材料の剥離が起こる可能性がある。いくつかの実施形態では、上部部分204のターゲット向き表面210、212間に形成される間隙208は、プロセスキットシールド174とターゲット106との間でアーケの発生を防止するのに適した寸法を有することができる。いくつかの実施形態では、間隙208の距離は、約0.25~約4mm、または約2mmとすることができます。

【0022】

たとえばアルミニウムを堆積させるための従来のPVDプロセスでは、プロセスキットシールドは、ステンレス鋼(SST)などの材料から製造することができる。しかし、本発明者らは、アルミニウムの厚い層を堆積させるとき、そのような従来のプロセスキットシールドの温度が、基板上でウィスカの成長という望ましくない結果を招くのに十分ほど高くなることを発見した。ウィスカの成長は、堆積させた膜にとって好ましくない属性である。さらに、SSTなどの材料に比べてアルミニウムの熱伝導性がより高いことで、シールドの熱膨張が相対的に低下するため、より高い動作電力が可能になることが分かった。ターゲットの方向にシールドが熱膨張すると、シールドからターゲットまでの高圧の間隙の周りでアーケの発生という望ましくない結果を招く可能性があるため、熱膨張の低減によって、より広いプロセス窓を容易に提供することが有利である(たとえば、より広

10

20

30

40

50

い範囲の動作電力を使用することができる)。

#### 【0023】

したがって、いくつかの実施形態では、プロセスキットシールド174の本体202は、アルミニウムから製造することができる。さらに、少なくともプロセスキットシールド174のプロセス量向き表面を、チタン、タンタル、ニッケル、酸化チタンなどの1つまたは複数など、アルミニウムに対して高いエッティング選択性を有する材料の層でコーティングすることができる。層218は、プラズマ溶射などの任意の適した方法で堆積させることができる。いくつかの実施形態では、チタン層218の純度は99%を上回る。プラズマ溶射は、コーティングの純度を高めるために、不活性または真空(たとえば、酸素がない)の環境内で実行することができる。このプロセスはまた、コーティングの純度および密度を高めるために、真空の環境内で実行することができる。コーティング層218の厚さは、約0.008~約0.012インチとすることができる。この厚さはまた、リサイクル性能を高めるために、より大きくすることもできる。

#### 【0024】

さらに、層218の表面粗さは、約250~約400マイクロインチの平均粗さ( $R_a$ )の範囲とすることができる。したがって、処理中にコーティング上に形成されるいかなる膜も、剥離して処理されている基板を汚染する可能性が制限される。

たとえば従来のプロセスキットシールドのセラミック部分に取って代わるために使用することができる上部部分204は、間隙208によってターゲット106の表面から隔離され、したがって、ターゲット106の表面と上部部分204のターゲット向き表面210、212との間でアークの発生が制限される。たとえば、ターゲット向き表面の1つまたは複数は、アークの発生を制限するのに適した間隙距離を維持しながら粒子の形成を制限するように構成することができる。たとえば、ターゲット向き表面210は、傾斜したターゲット向き表面とすることができる、粒子または低エネルギーの材料堆積物がターゲット向き表面212上に集まるのを制限するのに適した任意の形状の傾斜した表面を有する。傾斜したターゲット向き表面は、直線の見通し線を制限することができ、または蛇行した経路をもたらすことができ、それによってターゲット材料の粒子、またはターゲット材料の低エネルギー堆積物は、プロセスキットシールド174の上部部分の水平のターゲット向き表面212に到達しなくなる。たとえば、いくつかの実施形態では、傾斜したターゲット向き表面は、概して内方へ、たとえばターゲット106の方へ延びることができ、または概して外方へ、たとえばターゲット106から離れるように延びることができる。傾斜したターゲット向き表面の他の形状寸法を使用することもできる。さらに、いくつかの実施形態では、傾斜したターゲット向き表面近傍のターゲット表面は、傾斜したターゲット向き表面の傾斜した形状に概して整合するような形状とすることができます。別法として、ターゲット106のうち、傾斜したターゲット向き表面近傍の表面は、傾斜したターゲット向き表面の傾斜した形状に整合するように傾斜していないことがある。

#### 【0025】

本体202の下部部分206は、カバーリング186に接続されるリップアセンブリ214を含む。たとえば、リップアセンブリ214は、本体202の下部部分206の下部エッジから内方へ延びる下面216を含むことができる。上記で論じたように、下面216は、図1に示すU字状部分184など、任意の適した形状をとることができる。リップアセンブリ214は、下面216の内側エッジ222の周りに配置され、下面の内側エッジ222から本体202の上部部分204の方に上方へ延びるリップ220を含む。いくつかの実施形態では、リップ220は、カバーリング186から下方へ延びる近傍の内側リップ224と外側リップ226との間で上方へ延びることができる。

#### 【0026】

カバーリング186の内側リップ224および外側リップ226の長さならびにリップ220の長さは、プロセスチャンバ100内で実行されるプロセスのタイプに応じて変更することができる。たとえば、高圧のプロセスでは、たとえば約1ミリトル~約500ミリトルの範囲の圧力で、基板支持体の動きを制限することができる。したがって、高圧の

プロセスで、リップ220は、長さ約1インチとすることができます。さらに、高圧のプロセス中の基板支持体の運動範囲は、約15mm以下とすることができます。内側リップ224および外側リップ226の長さは、リップ220と重複したまま基板支持体の運動範囲を覆うのに十分な任意の適した長さとすることができます。リップ220と少なくとも外側リップ226との間の最小の重複は、約0.25インチとすることができます。

#### 【0027】

いくつかの実施形態では、たとえば圧力が約1ミリトル～約500ミリトルの範囲である低圧のプロセス中、リップ220ならびに内側リップ224および外側リップ226は、高圧のプロセス中より短くすることができます。たとえば、低圧のプロセスで、リップ220は、長さ約0インチ～約5インチ、または約2.2インチの範囲とすることができます。さらに、いくつかの実施形態では、低圧のプロセス中の基板支持体の運動範囲は、約40mm(約1.57インチ)以下とすることができます。内側リップ224および外側リップ226の長さは、リップ220と重複したまま基板支持体の運動範囲を覆うのに十分な任意の適した長さとすることができます。リップ220と少なくとも外側リップ226との間の最小の重複は、約0インチ～約5インチとすることができます。

いくつかの実施形態では、プロセスキットシールド174はまた、リップ220の内側リップ向き表面の周りに配置された複数のアライメント特徴232(1つを図2に示す)を含むことができる。アライメント特徴232は、カバーリング186の外側リップ226に接触するようにリップ220を位置合わせすることができます。たとえば、リップ220は、外側リップ226に接触してリップ220と外側リップ226との間に良好な密閉を形成し、処理量などの圧力を維持するように位置合わせすることができます。アライメント特徴232は、カバーリング186とプロセスキットシールド174との間に同心性を提供して、カバーリング186とプロセスキットシールド174との間に配置された均一の間隙を画定することができます。均一の間隙により、チャンバの下部部分から提供することができるあらゆるガスの流れ伝導性がより均一になる。

#### 【0028】

いくつかの実施形態では、各アライメント特徴232は、ボールなどの丸い特徴とすることができます。アライメント特徴232は、ステンレス鋼、アルミニウムなどを含むことができる。アライメント特徴232は、カバーリング186の内側リップ224の表面に接触する。アライメント特徴232のうち、少なくとも内側リップ224に接触する部分は、内側リップ224との接触中の剥離を防止するために、硬質材料、たとえばサファイア、ステンレス鋼、アルミナなどから形成することができます。アライメント特徴232は、別法として、カバーリング186の外側リップ226の表面に接触することができます。

#### 【0029】

いくつかの実施形態では、プロセスキットシールド174は、アダプタ142に固定することができます。たとえば、アダプタ142は、上部部分142Aおよび下部部分142Bを含むことができる(上部アダプタおよび下部アダプタとも呼ばれる)。本体202の上部部分204は、アダプタ142の上部部分142A上に載置することができます。上部部分204は、アダプタ142の上部部分142Aに対して本体202を固定するようねじ、ボルトなどを配置するために、上部部分204の周りに配置された複数の孔228を含むことができる。同様に、アダプタ142の上部部分142Aは、ねじ、ボルトなどを配置するために、各孔228近傍に複数の孔230を含む。孔228、230は、たとえば孔の近傍のねじ山とねじ、ボルトなどとの間でガスが捕らえられるために事実上の漏れが生じる可能性を制限するために、ねじ山付きでないことがある。アダプタ142は、アダプタ142の上からねじ、ボルトなどを受け取るように本体202の周りおよび各孔230の下に配置された1つまたは複数の固定デバイス143をさらに含む。いくつかの実施形態では、1つの固定デバイスを設けることができ、固定デバイスは、環状の板とすることができる。各固定デバイス143は、ステンレス鋼、またはねじ、ボルトなどを受け取るのに適した別の硬質材料を含むことができる。各固定デバイス143は、ねじ、ボ

10

20

30

40

50

ルトなどを固定するためのねじ山部分を含む。いくつかの実施形態では、プロセスキットシールド 174 からの熱伝達を容易に増大させてシールド温度を低減させるために、プロセスキットシールド 174 とプロセスチャンバとの間に十分な接触表面積が提供される。たとえば、いくつかの実施形態では、12 個より多くの取付けボルト、もしくはいくつかの実施形態では約 36 個の取付けボルト、またはその均等物を使用して、より大きな接触面を提供することができる。いくつかの実施形態では、シールドが取り付けられたアダプタ 142 は、プロセスキットシールド 174 から熱を容易に除去するために水冷することができる。

#### 【0030】

本明細書に記載するプロセスキットシールドの実施形態は、上記のプロセスチャンバ 100 などの PVD チャンバ内でアルミニウムを堆積させるのに特に有用である。本発明によるプロセスキットシールドは、シールド温度をより高くすることなく、純粋なアルミニウムなどのより厚いアルミニウム膜を基板上に堆積させることを可能にし、それによって堆積させた膜上で望ましくないウィスカの成長を防止し得ることが有利である。さらに、アルミニウムのプロセスキットシールド上に純粋なアルミニウムを堆積させた後、アルミニウム本体を覆うように堆積させたチタンコーティングにより、PVD 堆積プロセスからのアルミニウム膜をプロセスキットシールドから優先的に除去またはエッティングすることができるため、プロセスキットシールドを洗浄してリサイクルすることができる。

たとえば、図 3 は、上記のプロセスキットシールド 174 およびプロセスチャンバ 100 など、物理的気相堆積 (PVD) チャンバ内でプロセスキットシールドを使用して基板を処理する方法 300 を示す。

#### 【0031】

方法 300 は、概して 302 で始まり、開口を取り囲んで画定する環状アルミニウム本体と、チタン、タンタル、ニッケル、ニオブ、モリブデン、または酸化チタンの少なくとも 1 つを含み、本体の開口向き表面上に形成されたコーティングとを備えるプロセスキットシールド (たとえば、174) を有する PVD チャンバ (たとえば、100) 内で、基板 (たとえば、104) 上にアルミニウムが堆積させられる。

#### 【0032】

基板上にアルミニウムを堆積させる 1 つまたは複数のプロセスを実行した後、プロセスキットシールド 174 上に十分なアルミニウムを堆積させることができ、したがって、プロセスの品質を維持するには、たとえばプロセスキットシールドから剥離した材料から粒子が基板上に堆積するのを回避するために、プロセスキットシールド 174 を洗浄または交換する必要がある。したがって、304 で、PVD チャンバからプロセスキットシールドを除去することができ、306 で、プロセスキットシールドの本体の表面上にコーティング (たとえば、層 218) の大部分は残しながら、アルミニウム堆積プロセスのためにコーティング上に堆積させたアルミニウムを選択的に除去することができる。堆積させたアルミニウムは、たとえば、コーティングの材料 (たとえば、上記で論じたチタンまたは他の材料) ではなくアルミニウムをエッティングする選択性を有する適切なエッティング剤を使用してアルミニウムをエッティングで除去することによって、コーティング (たとえば、層 218) から完全にまたは実質上完全に除去することができる。

#### 【0033】

次に、308 で、本体の表面からコーティング (たとえば、層 218) を除去することができる。コーティングは、たとえばアルミニウムではなくコーティングの材料 (たとえば、上記で論じたチタンもしくは他の材料) をエッティングする選択性を有する適切なエッティング剤を使用して材料をエッティングで除去することによって、または適した研磨媒体を使用してコーティングをビードブラストすることによって、本体から完全にまたは実質上完全に除去することができる。

次に、310 で、本体の表面上に第 2 のコーティングを堆積させることができる。第 2 のコーティングは、第 1 の層 218 と同じとすることことができ、たとえばチタン、タンタル、ニオブ、モリブデン、ニッケル、または酸化チタンの少なくとも 1 つを含む。310 の

10

20

30

40

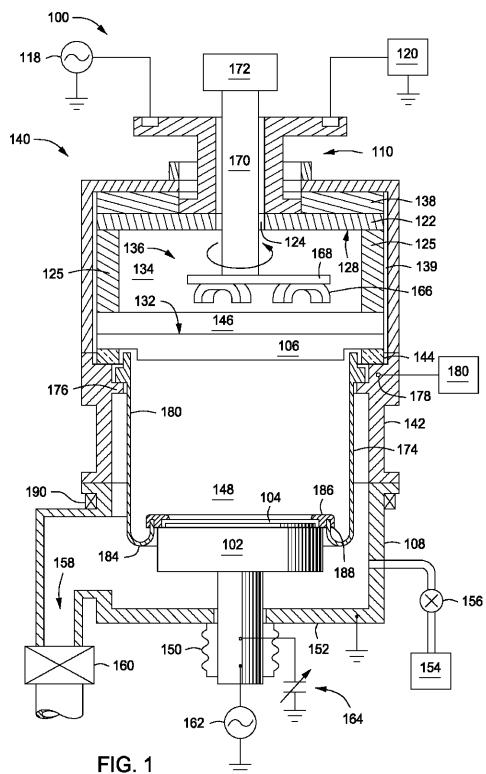
50

完了後、次にリサイクルされたプロセスキットシールド174をプロセスチャンバ100内に再び設置して、アルミニウムPVDF堆積プロセス中に使用することができる。

【 0 0 3 4 】

上記は本発明の実施形態を対象とするが、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく、本発明の他のさらなる実施形態を考案することもできる。

【 図 1 】



【 図 2 】

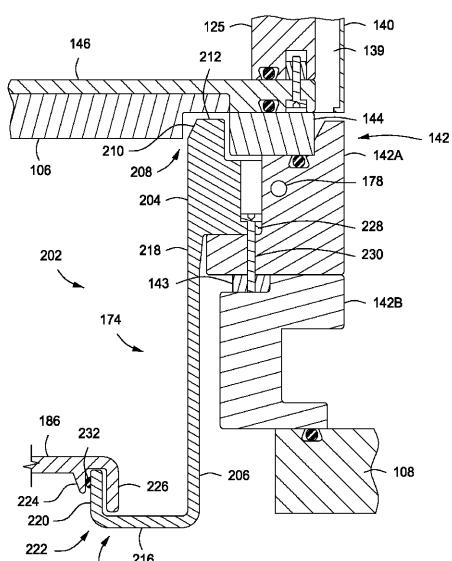


FIG. 2

【図3】

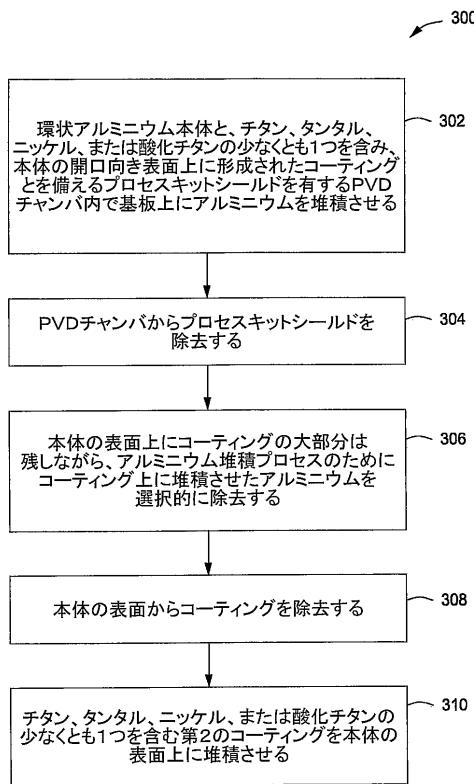


FIG. 3

---

フロントページの続き

(74)代理人 100086771  
弁理士 西島 孝喜  
(74)代理人 100109070  
弁理士 須田 洋之  
(74)代理人 100109335  
弁理士 上杉 浩  
(74)代理人 100120525  
弁理士 近藤 直樹  
(74)代理人 100141553  
弁理士 鈴木 信彦  
(72)発明者 ラシード ムハンマド  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95121 サン ホセ ティンパーライン ドライブ 3  
894  
(72)発明者 アレン アドルフ ミラー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94605 オークランド ストーナリッジ コート 49  
58  
(72)発明者 ワン ジアンチー<sup>1</sup>  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94539 フリーモント ラモン テラス 41031

審査官 吉野 涼

(56)参考文献 特表2012-501387 (JP, A)  
米国特許出願公開第2011/0278165 (US, A1)  
特表2005-521868 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C23C 14/00 - 14/58