

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6702952号
(P6702952)

(45) 発行日 令和2年6月3日(2020.6.3)

(24) 登録日 令和2年5月11日(2020.5.11)

(51) Int.Cl.

C23C 14/34 (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01)

F 1

C 2 3 C 14/34
H 0 1 L 21/68T
N

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-516639 (P2017-516639)
 (86) (22) 出願日 平成27年5月18日 (2015.5.18)
 (65) 公表番号 特表2017-523313 (P2017-523313A)
 (43) 公表日 平成29年8月17日 (2017.8.17)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/031441
 (87) 國際公開番号 WO2015/187354
 (87) 國際公開日 平成27年12月10日 (2015.12.10)
 審査請求日 平成30年5月18日 (2018.5.18)
 (31) 優先権主張番号 62/009, 153
 (32) 優先日 平成26年6月6日 (2014.6.6)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
 (31) 優先権主張番号 14/713, 386
 (32) 優先日 平成27年5月15日 (2015.5.15)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
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
A P P L I E D M A T E R I A L S, I
N C O R P O R A T E D
アメリカ合衆国 カリフォルニア 950
54, サンタ クララ, バウアーズ
アヴェニュー 3050
(74) 代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
(74) 代理人 100088694
弁理士 弟子丸 健
(74) 代理人 100094569
弁理士 田中 伸一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板処理チャンバ内で使用するための冷却式プロセスツールアダプタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プロセスチャンバの内部体積においてプロセスツールを支持するための冷却式プロセスツールアダプタであって、

中心開口を取り囲む環状体であって、前記プロセスチャンバの接地アダプタ上に絶縁リングを介して配置されるように構成される下面と、前記プロセスチャンバのリッドアセンブリを支持するように構成される上面とを有する環状体と、

前記環状体内に配置された冷却剤チャネルと、

前記中心開口内でプロセスツールを支持しやすくするための1つまたは複数の特徴と、

前記環状体内に配置され、前記冷却剤チャネルに流体的に結合された入口および出口と

10

、
前記環状体をバイアス電源に結合するための端子を有する前記環状体に結合された電力接続と

を備える冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 2】

前記プロセスツールを支持しやすくするための前記1つまたは複数の特徴が、前記環状体の内径に沿って配置された半径方向内方に延びる棚を備える、請求項1に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 3】

前記環状体にプロセスツールを結合しやすくするように前記棚を通って配置された複数

20

の貫通孔

をさらに備える、請求項 2 に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 4】

前記冷却式プロセスツールアダプタに対するプロセスツールの位置合わせを容易にするための 1 つまたは複数のアライメントピン

をさらに備える、請求項 2 に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 5】

前記 1 つまたは複数のアライメントピンが 3 つのアライメントピンである、請求項 4 に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 6】

前記環状体の前記上面が、略平面の上面を更に備え、前記環状体の前記下面が、略平面の下面をさらに備える、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 7】

前記略平面の上面に沿って配置された環状溝と、

前記略平面の下面に沿って配置された環状溝と

をさらに備える、請求項 6 に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 8】

前記冷却剤チャネルが、

前記環状体の外径に沿って配置されたチャネルと、

前記冷却剤チャネルを密封するように前記チャネルを覆って配置されたキャップとを備える、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 9】

前記冷却式プロセスツールアダプタが設置されるプロセスチャンバに対する前記冷却式プロセスツールアダプタの中心合わせおよび配向を容易にするための複数の配向特徴をさらに備える、

請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 10】

前記複数の配向特徴が、

前記冷却式プロセスツールアダプタの上に配置された部品と前記冷却式プロセスツールアダプタを位置合わせするための上部アライメント特徴と、

前記冷却式プロセスツールアダプタの下に配置された部品と前記冷却式プロセスツールアダプタを位置合わせするための下部アライメント特徴とをさらに備える、請求項 9 に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 11】

前記複数の配向特徴が、2 つの直径方向に対向する配向特徴である、請求項 9 に記載の冷却式プロセスツールアダプタ。

【請求項 12】

プロセスチャンバであって、

前記プロセスチャンバの内部体積を部分的に画定する接地アダプタおよびリッドアセンブリを含む本体と、

前記環状体の前記中心開口が前記プロセスチャンバの前記内部体積に面して前記プロセスチャンバの前記内部体積を取り囲むように前記接地アダプタと前記リッドアセンブリの間に配置される、請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項に記載の冷却式プロセスツールアダプタと、

前記冷却式プロセスツールアダプタと前記リッドアセンブリとの間に配置された絶縁体リングと、

前記冷却式プロセスツールアダプタと前記接地アダプタとの間に配置された絶縁体リングと備えるプロセスチャンバ。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

前記冷却式プロセスツールアダプタの前記入口および前記出口を密閉し、冷却剤源に結合するための供給入口を有する冷却剤コネクタハウ징、または

前記接地アダプタ内に配置された冷却剤チャネル

の少なくとも1つをさらに備える、請求項12に記載のプロセスチャンバ。

【請求項14】

前記接地アダプタ内に配置された冷却剤チャネルをさらに備え、前記接地アダプタの前記冷却剤チャネルおよび前記冷却式プロセスツールアダプタの前記冷却剤チャネルが、直列に流体的に結合される、請求項12に記載のプロセスチャンバ。

【請求項15】

前記プロセスチャンバの前記本体が接地され、

10

前記冷却式プロセスツールアダプタに結合されたバイアス電源と、

前記冷却式プロセスツールアダプタに結合されたプロセスツールとをさらに備え、前記プロセスツールが、前記冷却式プロセスツールアダプタを介して前記バイアス電源に結合される、請求項12から14までのいずれか1項に記載のプロセスチャンバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、概して、半導体製造システム内で使用される基板処理チャンバに関する。

【背景技術】

20

【0002】

サブミクロン以下の特徴を確実に作り出すことは、半導体装置の次世代の超大規模集積（VLSI）および極超大規模集積（ULSI）に対する技術の1つである。しかし、回路技術の小型化が進むにつれて、VLSIおよびULSI技術における相互接続の寸法が縮小することで、処理能力に対する追加の要求が生じてきた。たとえば、次世代の装置に対して回路密度が増大するにつれて、ビア、トレンチ、コンタクト、ゲート構造、および他の特徴などの相互接続、ならびにそれらの間の誘電体材料の幅は減少するのに対して、誘電体層の厚さは実質上一定のままであり、その結果、特徴のアスペクト比が増大する。

物理的気相堆積（PVD）としても知られるスパッタリングは、集積回路内に金属特徴を形成する方法である。スパッタリングは、基板上に材料層を堆積させる。電界によって強く加速されたイオンが、ターゲットなどのソース材料に衝撃を与える。この衝撃により、ターゲットから材料が放出され、次いでこの材料は基板上に堆積する。堆積中、放出された粒子は、基板表面に略直交する方向ではなく、様々な方向に進むことがあり、その結果、望ましくないことに、基板内の高いアスペクト比の特徴の隅部上に張り出し構造が形成される。張り出しの結果、望ましくないことに、堆積した材料内に孔またはボイドが形成されることがあり、その結果、形成された特徴の導電率が低下する。形状寸法のアスペクト比がより高い場合、ボイド無く充填するのはより困難になる。

基板表面に到達するイオン分率またはイオン密度を所望の範囲に制御することで、金属層堆積プロセス中の底部および側壁の到達範囲を改善することができる（張り出しの問題を低減させる）。一例では、ターゲットから取り除かれた粒子は、特徴内への粒子のより垂直な軌道を提供しやすくするように、コリメータなどのプロセスツールを介して制御することができる。コリメータは、ターゲットと基板との間に比較的長くまっすぐな狭い通路を提供し、垂直に進まずコリメータの通路に衝突して付着した粒子を取り除く。基板表面に到達するイオン分率またはイオン密度をさらに制御するには、コリメータを電気的にバイアスすることができる。しかし、本発明者らは、コリメータの電気的なバイアスを提供するには、プロセスチャンバの接地表面からのコリメータの電気的な分離が必要であり、その結果、望ましくないことに、コリメータの熱的な分離および過度の加熱が生じ、それはさらに、プロセスチャンバの可用時間の低減を招くことを観察した。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

50

【0003】

したがって、本発明者らは、良好な底部および側壁管理を伴う金属含有層を形成する装置の改善された実施形態を提供する。

【課題を解決するための手段】**【0004】**

基板処理チャンバ内で使用するための冷却式プロセスツールアダプタの実施形態が、本明細書に提供される。いくつかの実施形態では、冷却式プロセスツールアダプタは、中心開口を取り囲む環状体と、環状体内に配置された冷却剤チャネルと、中心開口内でプロセスツールを支持しやすくするための1つまたは複数の特徴と、環状体内に配置され、冷却剤チャネルに流体的に結合された入口および出口と、環状体をバイアス電源に結合するための端子を有する環状体に結合された電力接続とを含む。10

いくつかの実施形態では、冷却式プロセスツールアダプタは、中心開口を取り囲む環状体と、中心開口内でプロセスツールを支持しやすくするように環状体の内径に沿って配置された半径方向内方に延びる棚と、環状体にプロセスツールを結合しやすくするように棚を通って配置された複数の貫通孔と、環状体内に配置された冷却剤チャネルであって、環状体の外径に沿って配置されたチャネル、および冷却剤チャネルを密封するようにチャネルを覆って配置されたキャップを備える冷却剤チャネルと、環状体内に配置され、冷却剤チャネルに流体的に結合された入口および出口と、環状体をバイアス電源に結合するための端子を有する環状体に結合された電力接続とを含む。

【0005】

いくつかの実施形態では、プロセスチャンバは、プロセスチャンバの内部体積を部分的に画定する接地アダプタおよびリッドアセンブリを含む本体と、中心開口を取り囲む環状体を有する冷却式プロセスツールアダプタであって、中心開口がプロセスチャンバの内部体積に面する、冷却式プロセスツールアダプタと、冷却式プロセスツールアダプタとリッドアセンブリとの間に配置された絶縁体リングと、冷却式プロセスツールアダプタと接地アダプタとの間に配置された絶縁体リングとを含む。冷却式プロセスツールアダプタは、環状体内に配置された冷却剤チャネルと、環状体内に配置され、冷却剤チャネルに流体的に結合された入口および出口と、環状体をバイアス電源に結合するための端子を有する環状体に結合された電力接続とをさらに含む。20

【0006】

本開示の他のさらなる実施形態は、以下に記載する。

上記で簡単に要約し、以下により詳細に論じる本開示の実施形態は、添付の図面に示す本開示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、本開示は他の等しく有効な実施形態を許容することができるため、添付の図面は本開示の典型的な実施形態のみを示し、したがって範囲を限定すると見なされるべきでない。

【図面の簡単な説明】**【0007】**

【図1】本開示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】本開示のいくつかの実施形態によるコリメータの上面図である。

【図3】本開示のいくつかの実施形態による冷却式プロセスツールアダプタの斜視図である。40

【図4A】それぞれ図3に示す横断線4A-4Aおよび4B-4Bに沿って切り取った図3の冷却式プロセスツールアダプタの側面横断面図である。

【図4B】それぞれ図3に示す横断線4A-4Aおよび4B-4Bに沿って切り取った図3の冷却式プロセスツールアダプタの側面横断面図である。

【図5】本開示のいくつかの実施形態による堆積チャンバおよび冷却式プロセスツールアダプタの部分的な横断面詳細図である。

【図6】本開示のいくつかの実施形態による堆積チャンバ内の冷却式プロセスツールアダプタへの冷却剤接続の概略部分図である。

【図7】本開示のいくつかの実施形態による冷却式プロセスツールアダプタを有する堆積50

チャンバの分解図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

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

半導体基板上での超小型電子装置の製造に使用されるものなど、基板処理システム内で使用するための冷却式プロセスツールアダプタの実施形態が、本明細書に提供される。本明細書に開示する冷却式プロセスツールアダプタは、有利には、プラズマからプロセスツールへ伝達される熱を除去することによって、プラズマ内でのプロセスツールの動作時間を増大させる。有利には、冷却式プロセスツールアダプタを使用して、様々なタイプのプロセスツールを基板処理チャンバ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、バイアスコリメータなどのプロセスツールを冷却式プロセスツールアダプタに結合することができ、有利には、バイアスコリメータがより長く動作することを可能にする。

【0009】

本開示の実施形態は、連続冷却を容易にするためにアダプタの気圧側に配置された冷却チャネルを有するプロセスツールアダプタを提供する。異なるプロセスツール（バイアスコリメータなど）をアダプタに接続し、アダプタを介して冷却することを可能にするために、アダプタの真空側に沿ってフランジが配置される。いくつかの実施形態では、アダプタの内側が最高で超高真空圧などの真空圧で動作することを可能にするために、真空シールを設けることができる。いくつかの実施形態では、アダプタおよびアダプタに取り付けられた任意のプロセスツールを、バイアスジェネレータによって印加されるバイアス電圧で動作させることを可能にし、たとえばプラズマを調整するために、バイアス接続が設けられる。いくつかの実施形態では、バイアスジェネレータへ戻されるバイアス電圧からRF信号を除去するために、RFフィルタボックスを設けることができる。基板処理チャンバ内で処理中に生成される熱は、プロセスツールアダプタ内の冷却チャネルを通じて流れ冷却剤へ伝達される。

【0010】

本開示の実施形態について、本明細書では物理的気相堆積（PVD）チャンバに関して例示的に記載する。しかし、冷却式プロセスツールアダプタは、概して、基板処理チャンバ内で支持して冷却する必要があるプロセスツールが使用される任意の基板処理チャンバ内で使用することができる。図1は、材料をスパッタ堆積させるに適切なPVDチャンバ（堆積チャンバ100）、たとえばスパッタプロセスチャンバを示し、本開示の実施形態によれば、このチャンバ内にコリメータ118が配置され、冷却式プロセスツールアダプタ138によって支持される。本開示からの利益を得るように適合することができる適切なPVDチャンバの説明的な例には、どちらもカリフォルニア州サンタクララのAppled Materials, Inc. から市販のALPS（登録商標）PlusおよびSIPENCORE（登録商標）PVD処理チャンバが含まれる。Appled Materials, Inc. ならびに他の製造者から入手可能な他の処理チャンバも、本明細書に記載する実施形態に従って適合することができる。

【0011】

堆積チャンバ100は、その内部体積106を密閉する本体105を画定する上部側壁102、下部側壁103、接地アダプタ104、およびリッドアセンブリ111を有する。上部側壁102と下部側壁103との間に、アダプタプレート107を配置することができる。ペデスタル108などの基板支持体が、堆積チャンバ100の内部体積106内に配置される。内部体積106の内外へ基板を移送する基板移送ポート109が、下部側壁103内に形成される。

いくつかの実施形態では、堆積チャンバ100は、物理的気相堆積（PVD）チャンバ

10

20

30

40

50

としても知られるスパッタリングチャンバであり、たとえばチタン、酸化アルミニウム、アルミニウム、酸窒化アルミニウム、銅、タンタル、窒化タンタル、酸窒化タンタル、酸窒化チタン、タンゲステン、または窒化タンゲステンを基板 101などの基板上に堆積させることが可能である。

【0012】

内部体積 106 内へプロセスガスを供給するために、ガス源 110 が堆積チャンバ 100 に結合される。いくつかの実施形態では、プロセスガスは、必要な場合、不活性ガス、非反応性ガス、および反応性ガスを含むことができる。ガス源 110 によって提供することができるプロセスガスの例には、それだけに限定されるものではないが、とりわけアルゴンガス (Ar)、ヘリウム (He)、ネオンガス (Ne)、窒素ガス (N₂)、酸素ガス (O₂)、および H₂O が含まれる。10

内部体積 106 の圧力を制御するために、ポンピング装置 112 が、内部体積 106 と連通して堆積チャンバ 100 に結合される。いくつかの実施形態では、堆積チャンバ 100 の圧力レベルは、約 1 ボルト以下で維持することができる。いくつかの実施形態では、堆積チャンバ 100 の圧力レベルは、約 500 ミリトル以下で維持することができる。いくつかの実施形態では、堆積チャンバ 100 の圧力レベルは、約 1 ミリトル～約 300 ミリトルで維持することができる。

【0013】

接地アダプタ 104 は、ターゲットなどのスパッタリング源 114 を支持することができる。いくつかの実施形態では、スパッタリング源 114 は、チタン (Ti) 金属、タンタル金属 (Ta)、タンゲステン (W) 金属、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、これらの合金、これらの組合せなどを含有する材料から製造することができる。いくつかの実施形態では、スパッタリング源 114 は、チタン (Ti) 金属、タンタル金属 (Ta)、またはアルミニウム (Al) から製造することができる。20

スパッタリング源 114 は、スパッタリング源 114 に対する電力供給 117 を備えるソースアセンブリ 116 に結合することができる。処理中にスパッタリング源 114 からの材料の効率的なスパッタリングを強化する 1 組の磁石を含むマグネットロンアセンブリ 119 を、スパッタリング源 114 に隣接して結合することができる。マグネットロンアセンブリの例には、とりわけ、電磁線形マグネットロン、蛇行したマグネットロン、螺旋状のマグネットロン、2重指状のマグネットロン、方形化された螺旋状のマグネットロンが含まれる。30

【0014】

いくつかの実施形態では、第 1 の組の磁石 194 は、スパッタリング源 114 から取り除かれた金属イオンを案内するための磁界の生成を助けるように、アダプタプレート 107 と上部側壁 102 との間に配置することができる。第 2 の組の磁石 196 は、スパッタリング源 114 から取り除かれた材料を案内するための磁界の生成を助けるように、接地アダプタ 104 に隣接して配置することができる。堆積チャンバ 100 の周りに配置される磁石の数は、プラズマ解離およびスパッタリング効率を制御するように選択することができる。

スパッタリング源 114 とペデスタル 108 との間にバイアス電力を提供するために、ペデスタル 108 を通って堆積チャンバ 100 に RF 電源 180 を結合することができる。いくつかの実施形態では、RF 電源 180 は、約 13.56 MHz など、約 400 Hz ~ 約 60 MHz の周波数を有することができる。40

【0015】

内部体積 106 内でスパッタリング源 114 とペデスタル 108 との間に、コリメータ 118 または他のプロセスツールを位置決めすることができる。コリメータ 118 は、基板へのイオン束および基板での中性子角度分布を制御し、ならびに追加の DC バイアスによる堆積速度を増大させるために、電気的にバイアスすることができる。本発明者らは、コリメータを電気的にバイアスする結果、コリメータに対するイオン損失が低減され、有利には、基板でのより大きいイオン / 中性子の比が可能になることを見出した。50

いくつかの実施形態では、コリメータ118は、コリメータ118を通過するイオンの方向を制御するように、バイポーラモードで電気的にバイアスすることができる。たとえば、正または負の交流パルス電圧をコリメータ118に提供してコリメータ118をバイアスするために、制御可能な直流(DC)またはACコリメータ電源190をコリメータ118に結合することができる。いくつかの実施形態では、コリメータ電源190は、DC電源である。

【0016】

コリメータ118へバイアスを印加しやすくするために、コリメータ118は、接地アダプタ104などの接地されたチャンバ部品から電気的に分離される。たとえば、図1に示す実施形態では、コリメータ118は、冷却式プロセスツールアダプタ138に結合される。冷却式プロセスツールアダプタ138は、堆積チャンバ100内の処理条件に適合している適切な導電性材料から作ることができる。冷却式プロセスツールアダプタ138を接地アダプタ104から電気的に分離するために、絶縁体リング156および絶縁体リング157が冷却式プロセスツールアダプタ138の両側に配置される。絶縁体リング156、157は、誘電体材料に適合している適切なプロセスから作ることができる。

10

【0017】

冷却式プロセスツールアダプタ138は、コリメータ118などの内部体積106内でプロセスツールを支持しやすくするために、1つまたは複数の特徴を含む。たとえば、図1に示すように、冷却式プロセスツールアダプタ138は、堆積チャンバ100の内部体積106内に支持されるべきコリメータ118または他のプロセスツールを支持するよう半径方向内方の方向に延びる取付けリングまたは棚164を含む。いくつかの実施形態では、取付けリングまたは棚164は、冷却式プロセスツールアダプタ138の内径の周りの連続するリングであり、冷却式プロセスツールアダプタ138に取り付けられたプロセスツール(たとえば、コリメータ118)とのより均一な熱的接触を容易にする。

20

【0018】

冷却式プロセスツールアダプタ138に冷却剤を流して処理中に生成される熱を除去しやすくするために、冷却剤チャネル166が冷却式プロセスツールアダプタ138内に設けられる。たとえば、冷却剤チャネル166は、水などの適切な冷却剤を提供するよう、冷却剤源153に結合することができる。冷却剤チャネル166は、有利には、接地アダプタ104などの他の冷却式チャンバ部品へ容易に伝達されないプロセスツール(たとえば、コリメータ118)からの熱を除去する。たとえば、冷却式プロセスツールアダプタ138と接地アダプタ104との間に配置された絶縁体リング156、157は、典型的には、不十分な熱伝導率を有する材料から作られる。したがって、絶縁体リング156、157は、コリメータ118から接地アダプタ104への熱伝達速度を低減させ、冷却式プロセスツールアダプタ138は、有利には、コリメータ118の冷却速度を維持したまま増大させる。冷却式プロセスツールアダプタ138内に設けられる冷却剤チャネル166に加えて、接地アダプタ104はまた、処理中に生成される熱をさらに除去しやすくなるために、冷却剤チャネル(図5に示す冷却剤チャネル524など)を含むことができる。

30

【0019】

40

図3は、本開示のいくつかの実施形態による冷却式プロセスツールアダプタ138の斜視図を示す。図4A～Bはそれぞれ、図3に示す横断線4A-4Aおよび4B-4Bに沿って切り取った冷却式プロセスツールアダプタ138の側面横断面図を示す。冷却式プロセスツールアダプタ138は、中心開口303を画定する環状体301を含む。環状体301は、略平面の上面302と、反対側の略平面の下面304とを含む。いくつかの実施形態では、冷却式プロセスツールアダプタ138と絶縁体リング156との間に真空密封シールを形成しやすくするために、Oリングまたは他の密封ガスケットなどのシールを受け取るように、環状溝306を上面302に沿って設けることができる。同様に、いくつかの実施形態では、冷却式プロセスツールアダプタ138と絶縁体リング157との間に真空密封シールを形成しやすくするために、環状溝402(図4A～Bに示す)を下面3

50

04に沿って設けることができる。別法として、環状溝306、402の一方または両方を、絶縁体リング156または絶縁体リング157のそれぞれの対向表面内に形成することができる。別法として、環状溝306、402の一方または両方を、冷却式プロセスツールアダプタ138および絶縁体リング156、157のそれぞれの中に部分的に形成することができる。別法として、冷却式プロセスツールアダプタ138と絶縁体リング156、157のそれぞれとの間に真空シールをその他の方法で設けることができる場合、溝は不要である。

【0020】

図1に示すように、半径方向内方に延びるレッジ(たとえば、取付けリングまたは棚164)が、中心開口303内(たとえば、堆積チャンバの内部体積106内)にコリメータ118を支持するように設けられる。棚164は、環状体301の下面304と上面302との間の任意の位置から内方に延びることができる。しかし、いくつかの実施形態では、棚164は、コリメータ118から使用中に冷却剤チャネル166内を流れる冷却剤への熱伝達を最大にしやすくするために、冷却剤チャネル166近傍の位置に配置される。

冷却式プロセスツールアダプタ138にコリメータ118を結合しやすくするために、棚164を通じて複数の貫通孔322を配置することができる。いくつかの実施形態では、複数の貫通孔322のうちのいくつかの貫通孔を使用して、ナットプレート(たとえば、図5に示すナットプレート526)を捕獲して、棚164および複数の貫通孔322のうちの残りの貫通孔に対して位置合わせすることができる。複数の貫通孔322のうちの残りの貫通孔のいくつかまたはすべては、コリメータ118を冷却式プロセスツールアダプタ138の棚164に締結するために使用することができる。

【0021】

冷却式プロセスツールアダプタ138に対するコリメータ118のアライメントを容易にするために、1つまたは複数のアライメントピン314を設けることができる。いくつかの実施形態では、図3に示すように、3つのアライメントピン314を設けることができる。アライメントピン314は、冷却式プロセスツールアダプタ138に対するコリメータ118の中心合わせおよび配向を容易にする。

加えて、接地アダプタ104、したがって堆積チャンバ100の内部体積106に対する、冷却式プロセスツールアダプタ138、したがってコリメータ118の中心合わせおよび配向を容易にするために、複数の配向特徴308を冷却式プロセスツールアダプタ138上に設けることもできる。いくつかの実施形態では、複数の配向特徴は、冷却式プロセスツールアダプタの上に配置された部品と冷却式プロセスツールアダプタを位置合わせするための上部アライメント特徴と、冷却式プロセスツールアダプタの上に配置された部品と冷却式プロセスツールアダプタを位置合わせするための下部アライメント特徴とを含む。たとえば、各配向特徴308は、リッドアセンブリ111から延びる位置決めピンに連結するための上部開口310と、接地アダプタ104から延びる位置決めピンに連結するための下部開口312とを含むことができる。いくつかの実施形態では、図3に示すように、1対の直径方向に対向する配向特徴308が設けられる。

【0022】

冷却剤チャネル166は、概して、環状体301に外接しており、入口318および出口316を含む。いくつかの実施形態では、冷却剤チャネル166は、環状体301の外径に沿ってチャネルを形成し、環状体301の外径の周りにチャネルを覆ってキャップ320を設けて冷却剤チャネル166を密封することによって形成することができる(たとえば、溶接による)。図4Bおよび図5はまた、冷却剤チャネル166およびキャップ320を示す。環状体301の外径に沿って冷却剤チャネルを設けることで、有利には、冷却式プロセスツールアダプタ138の真空側からの潜在的な水漏れを防ぐ。

【0023】

コリメータ電源190へ電力を提供しやすくし、冷却式プロセスツールアダプタ138に結合されたコリメータ118または他のプロセスツールにバイアス電力を提供するため

10

20

30

40

50

に、環状体 301 に沿って電力接続 324 を配置することができる。いくつかの実施形態では、電力接続 324 は、環状体 301 から半径方向外方に延びる。

【0024】

図 5 は、本開示のいくつかの実施形態による堆積チャンバ 100 および冷却式プロセスツールアダプタ 138 の部分的な横断面詳細図を示す。図 5 に示すように、冷却式プロセスツールアダプタ 138 は、スパッタリング源 114 と接地アダプタ 104 との間に配置される。いくつかの実施形態では、スパッタリング源 114 は、ターゲットバックング板 502 によって支持されたスパッタリングすべき材料ターゲットを含み、ボルトなどの締め具 516 を介して、堆積チャンバ 100 のリッドアセンブリ 111 に結合される。絶縁体リング 156 は、冷却式プロセスツールアダプタ 138 とスパッタリング源 114 のターゲットバックング板 502 との間に配置される。絶縁体リング 157 は、冷却式プロセスツールアダプタ 138 と接地アダプタ 104 との間に配置される。10

使用中に内部体積 106 内の真空圧を維持するために、隣接する部品間に O リング、ガスケットなどの 1 つまたは複数の真空シールを設けることができ、部品の一方の側では真空圧が維持され、部品の他方の側では気圧などのより高い圧力が存在する。たとえば、図 5 に示すように、真空シール 508、510、512、および 514 が、隣接する部品間に配置される。

【0025】

真空シール 508 は、ターゲットバックング板 502 と絶縁体リング 156 との間に設けられる。真空シール 510 は、絶縁体リング 156 と冷却式プロセスツールアダプタ 138 との間に設けられる。真空シール 512 は、冷却式プロセスツールアダプタ 138 と絶縁体リング 157 との間に設けられる。真空シール 514 は、絶縁体リング 157 と接地アダプタ 104 との間に配置される。20

コリメータ 118 は、冷却式プロセスツールアダプタの棚 164 によって、堆積チャンバ 100 の内部体積 106 内に支持される。図 5 は、コリメータ 118 の外方に延びるフランジ 504 を冷却式プロセスツールアダプタ 138 に締結またはボルト留めしやすくするように棚 164 の下部部分上に配置されたナットプレート 526 を示す。アライメントピン 314 は、コリメータ 118 の外方に延びるフランジ 504 内に形成された相手側アライメント特徴内に配置される。30

【0026】

電力接続 324 を介して冷却式プロセスツールアダプタ 138 にコリメータ電源 190 を結合しやすくするために、電力ボックス 520 を設けることができる。たとえば、電力接続 324 は、たとえばねじまたはボルト 522 を使用して電力ボックス 520 からの導体を電力接続 324 へ結合する端子を含むことができる。電力ボックス 520 はまた、プラズマ内でコリメータ 118 上に蓄積される R F 信号がコリメータ電源 190 内へ浸入するのを低減または防止するために、R F フィルタを含むことができる。電力ボックス 520 はまた、第 2 の組の磁石 196 (たとえば、電磁石) を電磁電源に結合する接続を含むことができる。

【0027】

図 6 は、本開示のいくつかの実施形態による堆積チャンバ 100 の冷却式プロセスツールアダプタ 138 への冷却剤接続の概略部分図を示す。いくつかの実施形態では、冷却式プロセスツールアダプタ 138 への冷却剤接続は、冷却剤接続ハウジング 602 内に配置することができ、有利には、堆積チャンバ 100 の外側にいる操作者などを電気ショックから保護する。冷却剤接続ハウジング 602 内の供給入口 604 に、冷却剤供給を結合することができる。供給入口 604 を冷却式プロセスツールアダプタ 138 の入口 318 へ接続するために、入口コネクタ 606 が使用される。使用の際、冷却剤は、冷却剤チャネル 166 の周りで入口 318 から出口 316 へ流れる。いくつかの実施形態では、接地アダプタ 104 の冷却剤チャネル 524 および冷却式プロセスツールアダプタ 138 の冷却剤チャネル 166 は、直列に流体的に結合することができる。したがって、冷却剤チャネル 166 からの冷却剤を接地アダプタ 104 の冷却剤チャネル 524 へ供給するために、4050

出口 316 と接地アダプタ入口 610との間に出口コネクタ 608 を配置することができる。入口コネクタ 606、入口 318、出口 316、出口コネクタ 608、および接地アダプタ入口 610 はすべて、冷却剤接続ハウジング 602 によって保護することができる（たとえば、冷却剤接続ハウジング 602 内に配置され、または冷却剤接続ハウジング 602 によって覆われる）。使用中、冷却剤は、接地アダプタ 104 の冷却剤チャネル 524 の周りを流れ、接地アダプタ出口 612 から出て冷却剤返却へ流れる。冷却剤は接地アダプタ 104 を離れるときに接地電位にあるため、接地アダプタ出口 612 は、冷却剤コネクタハウジング 602 によって密閉する必要はない。冷却剤接続ハウジング 602 の下部部分内に、漏れ検出器 614 を設けることができる。いくつかの実施形態では、漏れ検出器 614 は、冷却剤接続ハウジング 602 の下部部分内の小さい孔とることができ、この孔に漏れている冷却剤が集まる。

【 0028 】

図 7 は、本開示のいくつかの実施形態による堆積チャンバ 100 および冷却式プロセスツールアダプタ 138 の分解図であり、堆積チャンバ 100 の様々な部品の位置を示す。

図 1 に戻ると、いくつかの実施形態では、コリメータ 118 に近接して、接地アダプタ 104 または上部側壁 102 の内部に、遮蔽管 120 を設けることができる。コリメータ 118 は、内部体積 106 内でガスおよび / または材料束を誘導するために、複数の開孔を含む。コリメータ 118 は、遮蔽管 120 に機械的および電気的に結合することができる。いくつかの実施形態では、コリメータ 118 は、溶接プロセスなどによって、遮蔽管 120 に機械的に結合され、コリメータ 118 は遮蔽管 120 に一体化される。コリメータ 118 は、冷却式プロセスツールアダプタ 138 を介して電源に結合することができる。

【 0029 】

遮蔽管 120 は、管状体 121 を含むことができ、管状体 121 の上面内には、半径方向外方に延びるフランジ 122 が配置される。フランジ 122 は、上部側壁 102 の上面との嵌合インターフェースを提供する。いくつかの実施形態では、遮蔽管 120 の管状体 121 は、肩領域 123 を含むことができ、肩領域 123 の内径は、管状体 121 の残り部分の内径より小さい。いくつかの実施形態では、管状体 121 の内面は、テーパ状表面 124 に沿って肩領域 123 の内面へ半径方向内方に遷移する。堆積チャンバ 100 内で、遮蔽管 120 に隣接して遮蔽管 120 とアダプタプレート 107 との中間に、遮蔽リング 126 を配置することができる。遮蔽リング 126 は、遮蔽管 120 の肩領域 123 の反対側およびアダプタプレート 107 の内部側壁によって形成された凹部 128 内に、少なくとも部分的に配置することができる。

【 0030 】

いくつかの実施形態では、遮蔽リング 126 は、軸方向に突出する環状側壁 127 を含むことができ、環状側壁 127 の内径は、遮蔽管 120 の肩領域 123 の外径より大きい。半径方向フランジ 130 が、環状側壁 127 から延びる。半径方向フランジ 130 は、遮蔽リング 126 の環状側壁 127 の内径表面に対して約 90 度 (90°) より大きい角度で形成することができる。半径方向フランジ 130 は、半径方向フランジ 130 の下面上に形成された突起 132 を含む。突起 132 は、遮蔽リング 126 の環状側壁 127 の内径表面に対して実質上平行の向きに半径方向フランジ 130 の表面から延びる円形の隆起とすることができます。突起 132 は、概して、ペデスタル 108 上に配置されたエッジリング 136 内に形成された凹部 134 と嵌合するように適合される。凹部 134 は、エッジリング 136 内に形成された円形の溝とすることができます。突起 132 および凹部 134 の係合により、遮蔽リング 126 をペデスタル 108 の長手方向軸に対して中心合わせする。基板 101 (リフトピン 140 上に支持された状態で示す) は、ペデスタル 108 とロボットブレード (図示せず) との間の座標位置決め較正によって、ペデスタル 108 の長手方向軸に対して中心合わせされる。したがって処理中、基板 101 は堆積チャンバ 100 内で中心合わせすることができ、遮蔽リング 126 は基板 101 の周りで半径方向に中心合わせすることができる。

【0031】

動作の際、基板移送ポート109を通ってロボットブレード（図示せず）が延ばされる。ロボットブレード上には基板101が配置されている。ペデスタル108を下降させて、ペデスタル108から伸びるリフトピン140へ基板101を移送することを可能にすることができる。ペデスタル108および／またはリフトピン140の上昇および下降は、ペデスタル108に結合された駆動部142によって制御することができる。基板101は、ペデスタル108の基板受取り表面144上へ下降させることができる。基板101がペデスタル108の基板受取り表面144上に位置決めされた状態で、スパッタ堆積を基板101上で実行することができる。エッジリング136は、処理中に基板101から電気的に絶縁することができる。したがって、基板受取り表面144は、エッジリング136のうち基板101に隣接する部分の高さより大きい高さを含むことができ、それにより基板101は、エッジリング136に接触することから防止される。スパッタ堆積中、基板101の温度は、ペデスタル108内に配置された熱制御チャネル146を利用することによって制御することができる。10

【0032】

スパッタ堆積後、基板101は、リフトピン140を利用して、ペデスタル108から隔離された位置へ持ち上げることができる。持ち上げられる位置は、アダプタプレート107に隣接している遮蔽リング126およびリフレクタリング148の一方または両方の近傍とすることができます。アダプタプレート107は、リフレクタリング148の下面とアダプタプレート107の凹面152との中間の位置でアダプタプレート107に結合された1つまたは複数のランプ150を含む。ランプ150は、赤外（IR）および／または紫外（UV）スペクトルなど、可視または近可視波長内の光および／または放射エネルギーを提供する。ランプ150からのエネルギーは、基板101の裏側（すなわち、下面）の方へ半径方向内方に集束されて、基板101および基板101上に堆積した材料を加熱する。基板101を取り囲むチャンバ部品上の反射面は、エネルギーが失われかつ／または利用されないはずである他のチャンバ部品から離れて、基板101の裏側の方へエネルギーを集束させる働きをする。アダプタプレート107は、加熱中にアダプタプレート107の温度を制御するように、冷却剤源153に結合することができる。20

【0033】

基板101を所定の温度に制御した後、基板101は、ペデスタル108の基板受取り表面144上の位置へ下降させられる。基板101は、ペデスタル108内の熱制御チャネル146を利用して、伝導を介して急速に冷却することができる。基板101の温度は、第1の温度から第2の温度へほんの数秒から約1分で減少させることができる。基板101は、基板移送ポート109を通って堆積チャンバ100からさらなる処理のために取り出すことができる。基板101は、摂氏250度未満などの所定の温度範囲で維持することができる。30

【0034】

コントローラ198が、堆積チャンバ100に結合される。コントローラ198は、中央処理装置（CPU）160、メモリ158、および支持回路162を含む。コントローラ198は、プロセスシーケンスを制御して、ガス源110から堆積チャンバ100に入るガス流を調節し、スパッタリング源114のイオン衝撃を制御するために利用される。CPU160は、工業的な環境で使用することができる任意の形式の汎用コンピュータaproセッサとすることができます。ソフトウェアルーチンは、ランダムアクセスメモリ、読み取り専用メモリ、フロッピー、もしくはハードディスクドライブ、または他の形式のデジタルストレージなどのメモリ158内に記憶することができる。支持回路162は、従来の方法でCPU160に結合され、キャッシュ、クロック回路、入出力サブシステム、電力供給などを備えることができる。ソフトウェアルーチンは、CPU160によって実行されるとき、CPUを特別目的コンピュータ（コントローラ）198に変換する。コントローラ198は、本開示の実施形態に従ってプロセスが実行されるように堆積チャンバ100を制御する。ソフトウェアルーチンはまた、堆積チャンバ100から遠隔に位置する第4050

2のコントローラ(図示せず)によって記憶および/または実行することもできる。

【0035】

処理中、スパッタリング源114から材料がスパッタリングされ、基板101の表面上に堆積する。スパッタリング源114およびペデスタル108は、ガス源110によって供給されるプロセスガスから形成されたプラズマを維持するように、電力供給117またはRF電源180によって互いに対してもバイアスされる。コリメータ118に印加されるDCパルスバイアス電力もまた、コリメータ118を通過するイオンと中性子の比を制御し、有利にはトレンチ側壁および底部の充填能力を強化するのを助ける。プラズマからのイオンは、スパッタリング源114の方へ加速されてスパッタリング源114に当たり、ターゲット材料をスパッタリング源114から取り除く。取り除かれたターゲット材料およびプロセスガスは、所望の組成物を有する層を基板101上に形成する。10

【0036】

図2は、図1の堆積チャンバ100内に配置することができるコリメータ電源190に結合されたコリメータ118の上面図を示す。いくつかの実施形態では、コリメータ118は、最密配置で六角形の開孔244を分離する六角形の壁226を有する略ハニカム構造を有する。しかし、他の形状寸法の構成を使用することもできる。六角形の開孔244のアスペクト比は、開孔244の深さ(コリメータの長さに等しい)を開孔244の幅246で割った値として画定することができる。いくつかの実施形態では、壁226の厚さは、約0.06インチ~約0.18インチである。いくつかの実施形態では、壁226の厚さは、約0.12インチ~約0.15インチである。いくつかの実施形態では、コリメータ118は、アルミニウム、銅、およびステンレス鋼から選択された材料から構成される。20

【0037】

コリメータ118のハニカム構造は、コリメータ118を通過するイオンの流路、イオン分率、およびイオン軌道挙動を最適化するための一体型フラックスオプティマイザ210として働くことができる。いくつかの実施形態では、遮蔽部分202に隣接する六角形の壁226は、チャンファー250および半径を有する。コリメータ118の遮蔽部分202は、堆積チャンバ100内へコリメータ118を設置するのを助けることができる。

いくつかの実施形態では、コリメータ118は、一塊のアルミニウムから機械加工することができる。コリメータ118は、任意選択で、被覆または陽極酸化することができる。別法として、コリメータ118は、処理環境に適合している他の材料から作ることができ、1つまたは複数の区分から構成することもできる。別法として、遮蔽部分202および一体型フラックスオプティマイザ210は、別個の部品として形成され、溶接などの適切な取付け手段を使用してともに結合される。30

【0038】

コリメータ118は、基板101に対してほぼ直角の選択された角度を超過する角度でスパッタリング源114からの材料から放出されたイオンおよび中性子を捕らえるためのフィルタとして機能する。コリメータ118は、コリメータ118の幅方向にアスペクト比の変化を有することができ、スパッタリング源114からの材料の中心または周辺領域から放出された異なる割合のイオンが、コリメータ118を通過することを可能にする。その結果、基板101の周辺領域および中心領域上へ堆積するイオンの数とイオンの到達角度が調整および制御される。したがって、基板101の表面において材料をより均一にスパッタ堆積させることができる。加えて、高いアスペクト比の特徴、特に基板101の周辺部付近に位置する高いアスペクト比のビアおよびトレンチの底部および側壁上に、材料をより均一に堆積させることができる。40

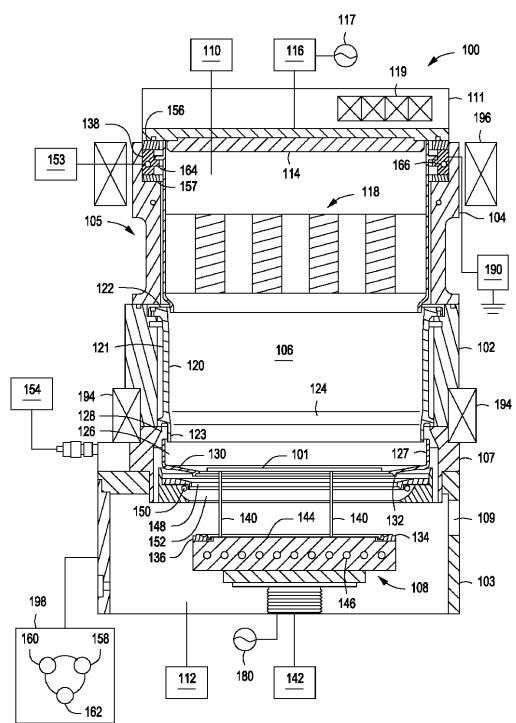
【0039】

したがって、冷却式プロセスツールアダプタおよびそれを使用するプロセスチャンバの実施形態を、本明細書に開示した。冷却式プロセスツールアダプタは、有利には、プロセスチャンバ内でプロセスツールを支持しながら、使用中に生成されるプロセスツールから熱を除去しやすくする。50

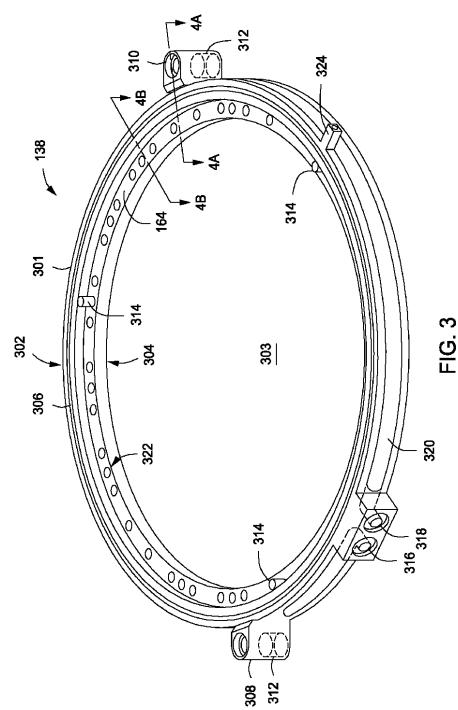
【 0 0 4 0 】

上記は本開示の実施形態を対象とするが、本開示の基本的な範囲から逸脱することなく、本開示の他のさらなる実施形態も考案することができる。

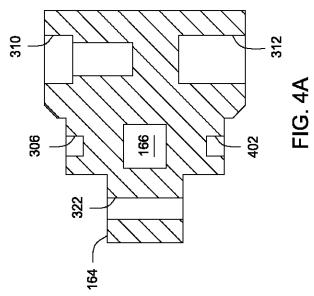
【 図 1 】



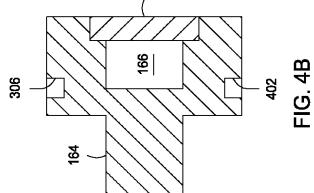
【図3】



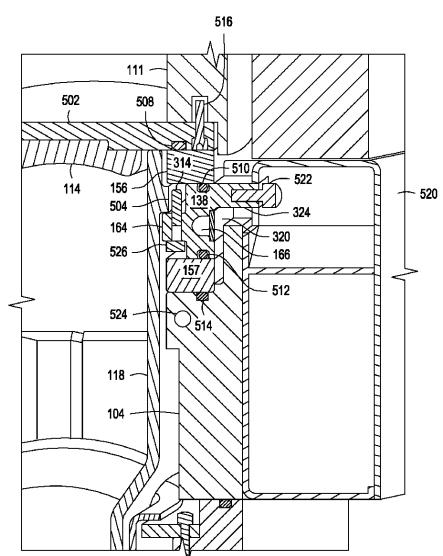
【図4A】



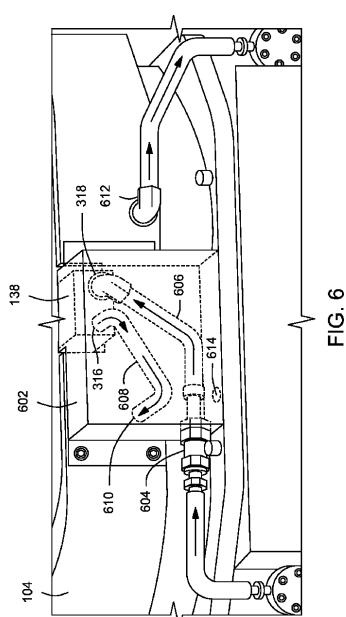
【図4B】



【図5】



【図6】



【図7】

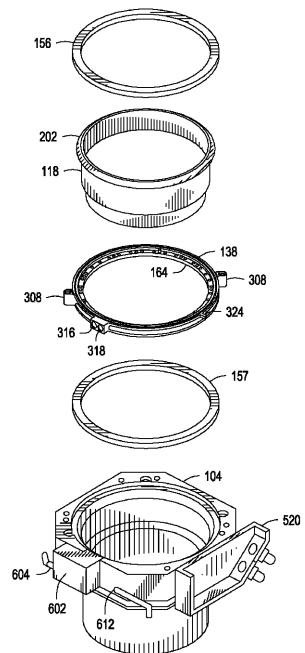


FIG. 7

フロントページの続き

(74)代理人 100067013
弁理士 大塚 文昭
(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 フラクターマン ウィリアム アール
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95051 サンタ クララ サンタ クルーズ アヴェニ
ュー 2238
(72)発明者 ライカー マーティン リー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95035 ミルピタス レイシー ドライヴ 2174
(72)発明者 ミラー キース エイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94041 マウンテン ビュー マリポサ アヴェニュー
209
(72)発明者 インファンテ アントニー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94403 サン マテオ チェリーウッド ドライヴ 1
431

審査官 谷本 怜美

(56)参考文献 國際公開第2013/033102(WO, A1)
特表2011-518255(JP, A)
特表2011-518950(JP, A)

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