

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6959863号
(P6959863)

(45) 発行日 令和3年11月5日(2021.11.5)

(24) 登録日 令和3年10月12日(2021.10.12)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 3 C 14/34 (2006.01)
H O 1 L 21/203 (2006.01)C 2 3 C 14/34 T
H O 1 L 21/203 S

請求項の数 15 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2017-527875 (P2017-527875)
 (86) (22) 出願日 平成27年11月20日(2015.11.20)
 (65) 公表番号 特表2017-537227 (P2017-537227A)
 (43) 公表日 平成29年12月14日(2017.12.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/061826
 (87) 国際公開番号 W02016/085805
 (87) 国際公開日 平成28年6月2日(2016.6.2)
 審査請求日 平成30年11月20日(2018.11.20)
 (31) 優先権主張番号 62/085,009
 (32) 優先日 平成26年11月26日(2014.11.26)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/607,273
 (32) 優先日 平成27年1月28日(2015.1.28)
 (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
 APPLIED MATERIALS, I
 NCORPORATED
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 950
 54, サンタ クララ, パウアーズ
 アヴェニュー 3050
 (74) 代理人 100094569
 弁理士 田中 伸一郎
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100103610
 弁理士 ▲吉▼田 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理チャンバで使用するためのコリメータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中心領域、周辺領域、および前記中心領域と前記周辺領域との間に配置された遷移領域を有する本体と、

第1のアスペクト比を有する前記中心領域の第1の複数の開孔と、

前記第1のアスペクト比よりも小さい第2のアスペクト比を有する前記周辺領域の第2の複数の開孔と、

前記遷移領域の第3の複数の開孔であって、前記遷移領域が前記中心領域を取り囲む円錐形を形成するように切削されている、第3の複数の開孔と、
 を備え、

前記中心領域は、前記遷移領域によって形成される円形のエッジを有する、基板処理チャンバで使用するためのコリメータ。

【請求項 2】

前記第1の複数の開孔、前記第2の複数の開孔、および前記第3の複数の開孔がテクスチャ加工されている、請求項1に記載のコリメータ。

【請求項 3】

前記第3の複数の開孔が所定の角度で切削されている、請求項1に記載のコリメータ。

【請求項 4】

前記所定の角度が15°～45°の間である、請求項3に記載のコリメータ。

【請求項 5】

前記第 1 の複数の開孔が 6 1 個の開孔を含む、請求項 1 に記載のコリメータ。

【請求項 6】

前記第 1 の複数の開孔、前記第 2 の複数の開孔、および前記第 3 の複数の開孔の上方部分がチャンファアを含む、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載のコリメータ。

【請求項 7】

前記チャンファアが 2 . 5 ° ~ 1 5 ° である、請求項 6 に記載のコリメータ。

【請求項 8】

前記チャンファアが 0 . 1 5 インチ ~ 1 インチの長さを有する、請求項 6 に記載のコリメータ。

【請求項 9】

前記第 1 の複数の開孔のアスペクト比が 2 . 5 : 1 ~ 3 . 3 : 1 である、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載のコリメータ。

【請求項 10】

前記第 1 の複数の開孔、前記第 2 の複数の開孔、および前記第 3 の複数の開孔のそれぞれが六角形である、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載のコリメータ。

【請求項 11】

前記第 1 の複数の開孔のそれぞれに外接する円が 1 . 5 インチの直径を有する、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項に記載のコリメータ。

【請求項 12】

前記第 1 の複数の開孔、前記第 2 の複数の開孔、および前記第 3 の複数の開孔がテクスチャ加工され、前記第 3 の複数の開孔が所定の角度で 切削 されている、請求項 1 に記載のコリメータ。

【請求項 13】

前記チャンファアが、2 . 5 ° ~ 1 5 ° の間であり、0 . 1 5 インチ ~ 1 インチの長さを有する、請求項 6 に記載のコリメータ。

【請求項 14】

前記第 1 の複数の開孔のアスペクト比が 2 . 5 : 1 ~ 3 . 3 : 1 である、請求項 1 2 または 1 3 に記載のコリメータ。

【請求項 15】

内部容積を画成するチャンバ本体と、
前記内部容積の上方部分に配置されたスパッタリングターゲットと、
前記スパッタリングターゲットの下に配置された基板支持体と、
前記スパッタリングターゲットと前記基板支持体との間の前記内部容積に配置されたコリメータであって、請求項 1 から 1 4 までのいずれか 1 項に記載される、コリメータと、
を備える、基板処理チャンバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、一般に半導体製造システムで使用される基板処理チャンバに関する。

【背景技術】

【0002】

サブミクロン以下の特徴を確実に生産することは、次世代の半導体デバイスの超大規模集積 (VLSI) および超々大規模集積 (ULSI) にとって技術的な課題である。しかしながら、回路技術の小型化が継続とともに、VLSI および ULSI 技術の相互接続部の寸法の縮小は、処理能力にさらなる要求を突きつけてきた。例えば、回路密度が次世代デバイスに向けて増加するとともに、ビアホール、トレンチ、コンタクトなどの相互接続部、ゲート構造および他の特徴、ならびにそれらの間にある誘電体材料の幅が減少し、一方で誘電体層の厚さは、実質的に一定のままであり、結果として特徴のアスペクト比が増加する。

10

20

30

40

50

物理的気相堆積（PVD）としても知られているスパッタリングは、集積回路の金属特徴を形成する一般的に用いられる方法である。スパッタリングは、材料層を基板に堆積させる。ターゲットなどのソース材料は、電界によって強く加速されたイオンによって衝撃が与えられる。その衝撃によって、ターゲットから材料が放出され、次いでその材料が基板上に堆積する。堆積中に、放出された粒子は、基板表面に略垂直ではなく、様々な方向に進み、したがって、結果として基板の高アスペクト比の特徴のコーナにオーバーハング構造が形成されることがある。オーバーハングは、望ましくないことには、堆積させた材料内部に孔またはボイドが形成されることがあり、結果として、形成された特徴の導電率が減少する。幾何学形状のアスペクト比が高くなるほど、ボイドなしに充填する困難さの度合いがより高くなる。

10

【0003】

基板表面に達するイオン分画またはイオン密度を特定の範囲に制御することによって、金属層堆積プロセス中に底部および側壁のカバレージを改善する（およびオーバーハングの問題を低減する）ことができる。一例において、ターゲットから追い出された粒子は、特徴内への粒子の軌跡がより垂直となるのを容易に実現するために、コリメータなどのプロセスツールによって制御されることがある。コリメータは、コリメータの通路に衝撃を与え、張り付く、非垂直に進む粒子をフィルタ除去するために、ターゲットと基板との間に比較的長い、一直線の、狭い通路を備える。

所与のコリメータによって達成される実際のフィルタリング量は、少なくとも一部はコリメータを貫通する開孔のアスペクト比に依存する。そのため、基板に垂直に近い経路を進む粒子がコリメータを通過し、基板に堆積し、これによって高アスペクト比の特徴の底部のカバレージを改善する。しかしながら、典型的には全体的に六角形の形状を有する従来技術のコリメータの使用に関してある問題が存在する。残念ながら、従来技術コリメータを有するPVDチャンバでは、六角形のコリメータのコーナのシャドーイングにより基板のエッジの近くに6点の堆積が残る。

20

したがって、本発明者は、改善された堆積均一性を有する改善された装置の実施形態を提供した。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

基板処理チャンバで使用するコリメータの実施形態が本明細書で提供される。一部の実施形態では、コリメータは、中心領域、周辺領域、および中心領域と周辺領域との間に配置された遷移領域を有する本体と、第1のアスペクト比を有する中心領域の第1の複数の開孔と、第1のアスペクト比よりも小さい第2のアスペクト比を有する周辺領域の第2の複数の開孔と、遷移領域の第3の複数の開孔であって、遷移領域が中心領域を取り囲む円錐形を形成するように切削されている、第3の複数の開孔と、を含む。

30

【0005】

一部の実施形態では、基板処理チャンバで使用するためのコリメータは、中心領域、周辺領域、および中心領域と周辺領域との間に配置された遷移領域を有する本体と、第1のアスペクト比を有する中心領域の第1の複数の開孔と、第1のアスペクト比よりも小さい第2のアスペクト比を有する周辺領域の第2の複数の開孔と、遷移領域の第3の複数の開孔であって、遷移領域が中心領域を取り囲む円錐形を形成するように切削されている、第3の複数の開孔と、を含み、第1の複数の開孔、第2の複数の開孔、および第3の複数の開孔がテクスチャ加工され、第1の複数の開孔、第2の複数の開孔、および第3の複数の開孔の上方部分がチャンファを含む。

40

一部の実施形態では、プロセスチャンバは、内部容積を画成するチャンバ本体と、内部容積の上方部分に配置されたスパッタリングターゲットと、スパッタリングターゲットの下に配置された基板支持体と、スパッタリングターゲットと基板支持体との間の内部容積に配置されたコリメータとを含み、コリメータが、中心領域、周辺領域、および中心領域と周辺領域との間に配置された遷移領域を有する本体、第1のアスペクト比を有する中心

50

領域の第１の複数の開孔、第１のアスペクト比よりも小さい第２のアスペクト比を有する周辺領域の第２の複数の開孔、ならびに遷移領域の第３の複数の開孔であって、遷移領域が中心領域を取り囲む円錐形を形成するように切削されている、第３の複数の開孔を含む。

【０００６】

本開示の他のおおよびさらなる実施形態が以下に記載される。

上で簡単に要約され、以下でより詳細に論じる本開示の実施形態は、添付図面に表される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され得る。しかしながら、添付図面は、本開示の典型的な実施形態のみを示し、したがって、範囲を限定していると考えられるべきではなく、その理由は本開示が他の等しく効果的な実施形態を受け入れることができるためである。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】本開示の一部の実施形態によるプロセスチャンバの簡略化された概略側部断面図である。

【図２】本開示の一部の実施形態によるコリメータの等角底面／側面図である。

【図３】本開示の一部の実施形態によるコリメータの上面図である。

【図４】図２のコリメータの側部断面図である。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

理解を容易にするために、可能な場合は同一の参照数字を使用して、各図に共通の同一の要素を指定した。図は、縮尺通りには描かれておらず、明瞭にするために簡略化されることがある。一部の実施形態の要素および特徴は、さらに詳説することなく他の実施形態において有益に組み込まれることがある。

半導体基板のマイクロ電子デバイスの製造に使用されるようなコリメータの実施形態が本明細書で提供される。本明細書に開示されるようなコリメータは、有利には処理される基板全体にわたって堆積の均一性を改善する。

本開示の実施形態は、本明細書では物理的気相堆積（ＰＶＤ）チャンバに関して例示として記載される。しかしながら、本発明のコリメータは、一般に、非垂直に進む粒子をフィルタするためにいかなる基板処理チャンバでも使用され得る。図１は、本開示の実施形態による、材料をスパッタ堆積させるのに適した、内部にコリメータ１１０が配置された処理チャンバ１００（例えば、ＰＶＤチャンバ）を示す。本開示から恩恵を得るように構成されてもよい適切なＰＶＤチャンバの説明に役立つ例は、ＡＬＰＳ（登録商標）ＰｌｕｓおよびＳＩＰ ＥＮＣＯＲＥ（登録商標）ＰＶＤ処理チャンバを含み、両方ともカリフォルニアのサンタクララのＡｐｐｌｉｅｄ Ｍａｔｅｒｉａｌｓ，Ｉｎｃ．から市販されている。Ａｐｐｌｉｅｄ Ｍａｔｅｒｉａｌｓ，Ｉｎｃ．ならびに他のメーカーから市販されている他の処理チャンバも、本明細書に記載された実施形態により適合させることができる。

【０００９】

チャンバ１００は、内部容積１０６を画成するチャンバ本体１０５を有する。チャンバ本体１０５は、接地されたチャンバ壁１５０、および接地されたチャンバ壁１５０の上に配置された、接地された導電性アダプタ１４４を含む。一部の実施形態では、処理チャンバ１００は、下部シールド１８０、上部シールド１８６、およびコリメータ１１０を有するプロセスキット１４０を含む。また、処理チャンバ１００は、スパッタリング面１４５を有するターゲット１４２などのスパッタリング源、および基板１５４を受けるための、周辺エッジ１５３を有する基板支持体１５２を含む。基板支持体１５２は、接地されたチャンバ壁１５０内部に配置されてもよい。

【００１０】

ターゲット１４２は、誘電体アイソレータ１４６を介して、接地された導電性アダプタ１４４によって支持されている。ターゲット１４２は、スパッタリング中に基板１５４の

10

20

30

40

50

表面に堆積させる材料を含み、基板 154 に形成される高アスペクト比の特徴にシード層として堆積させるための銅を含むことができる。本明細書で使用されるように、用語アスペクト比は、要素の幅に対する要素の高さ、長さ、または深さの比を指す。一部の実施形態では、ターゲット 142 は、銅などのスパッタ可能な材料の金属表面層とアルミニウムなどの構造材料のバッキング層との結合組成物も含むことができる。

一部の実施形態では、基板支持体 152 は、スパッタ被覆される高アスペクト比の特徴を有する基板 154 を支持し、この特徴の底部がターゲット 142 の主表面に平面对向している。基板支持体 152 は、ターゲット 142 のスパッタリング面と略平行に配置された平面の基板受取り面を有する。基板支持体 152 は、基板 154 を処理チャンバ 100 の下方部分のロードロックバルブ（図示せず）を通して基板支持体 152 上に移送することができるよう、底部チャンバ壁 160 に接続されたペローズ 158 によって垂直に移動可能であってもよい。その場合、基板支持体は、図示されるような堆積位置へ持ち上げられてもよい。

【0011】

一部の実施形態では、処理ガスは、質量流量制御装置 164 によってガス源 162 から処理チャンバ 100 の下方部分内へ供給されてもよい。処理チャンバ 100 に結合された制御可能な直流（DC）電源 148 を使用して、ターゲット 142 に負電圧またはバイアスを印加することができる。基板 154 上に DC 自己バイアスを誘起するために、高周波（RF）電源 156 が基板支持体 152 に結合されてもよい。一部の実施形態では、基板支持体 152 は、接地されてもよい。一部の実施形態では、基板支持体 152 は、代わりに電氣的に浮遊状態であってもよい。

【0012】

一部の実施形態では、マグネトロン 170 は、ターゲット 142 の上に配置されている。マグネトロン 170 は、シャフト 176 に接続されたベースプレート 174 によって支持された複数の磁石 172 を含むことができ、このシャフト 176 は、軸方向に処理チャンバ 100 および基板 154 の中心軸と位置合わせされてもよい。磁石 172 は、プラズマを発生させて、それにより著しいイオンフラックスがターゲット 142 を打つよう、ターゲット 142 の正面近くの処理チャンバ 100 内部で磁場を生成し、ターゲット材料のスパッタ放出を引き起こす。ターゲット 142 の表面全体にわたって磁場の均一性を向上させるために、磁石 172 をシャフト 176 の回りで回転させてもよい。

一部の実施形態では、処理チャンバ 100 は、チャンバ壁 150 によって支持された、チャンバ壁 150 と電氣的に結合された支持体フランジ 182 を有する接地された下部シールド 180 を含んでもよい。上部シールド 186 は、導電性アダプタ 144 のフランジ 184 によって支持され、フランジ 184 に電氣的に結合されている。上部シールド 186 および下部シールド 180 は、導電性アダプタ 144 およびチャンバ壁 150 がそうであるように、電氣的に結合されている。一部の実施形態では、上部シールド 186 および下部シールド 180 は、両方ともステンレス鋼で構成されている。一部の実施形態では、処理チャンバ 100 は、上部シールド 186 に結合された中間のシールド（図示せず）を含んでもよい。一部の実施形態では、上部シールド 186 および下部シールド 180 は、処理チャンバ 100 内部で電氣的に浮遊状態であってもよい。一部の実施形態では、上部シールド 186 および下部シールド 180 は、代わりに電源に結合されてもよい。

【0013】

一部の実施形態では、上部シールド 186 は、上部シールド 186 とターゲット 142 との間の狭い間隙 188 によってターゲット 142 の環状の側面凹部にぴったりと嵌合する上方部分を有してもよく、この間隙 188 は、プラズマが侵入して、誘電体アイソレータ 146 をスパッタ被覆するのを防ぐのに十分に狭い。また、上部シールド 186 は、下向きに突き出る先端部 190 を含んでもよく、この先端部 190 は、スパッタ堆積材料による下部シールド 180 と上部シールド 186 との結合を防ぐために、下部シールド 180 と上部シールド 186 との間の接触面をカバーする。

【0014】

一部の実施形態では、下部シールド 180 は、円筒状の外バンド 196 内へと下方に延在してもよく、この外バンド 196 は、全体にチャンバ壁 150 に沿って基板支持体 152 の上面よりも下に延在する。下部シールド 180 は、円筒状の外バンド 196 から放射状に内向きに延在するベースプレート 198 を有することができる。ベースプレート 198 は、基板支持体 152 の周辺を取り囲む、上向きに延在する円筒状の内バンド 103 を含んでもよい。一部の実施形態では、カバーリング 102 は、基板支持体 152 が下方の装荷位置にある場合は、円筒状の内バンド 103 の頂部に載り、基板支持体が上方の堆積位置にある場合は、基板支持体 152 の外周部に載り、基板支持体 152 をスパッタ堆積から保護する。

下部シールド 180 は、基板支持体 152 に面するターゲット 142 のスパッタリング面 145 を取り巻き、基板支持体 152 の外周壁も取り巻く。また、下部シールド 180 は、下部シールド 180 の背後の構成要素および表面上への、ターゲット 142 のスパッタリング面 145 に由来するスパッタ堆積物の堆積を低減させるために処理チャンバ 100 のチャンバ壁 150 をカバーし、陰にする。例えば、下部シールド 180 は、基板支持体 152 の表面、基板 154 の部分、チャンバ壁 150、および処理チャンバ 100 の底部壁 160 を保護することができる。

【0015】

一部の実施形態では、コリメータ 110 をターゲット 142 と基板支持体 152 との間に配置することによって指向性のスパッタリングを実現することができる。コリメータ 110 は、機械的に、および電氣的に上部シールド 186 に結合されてもよい。一部の実施形態では、コリメータ 110 は、処理チャンバ 100 の下方に配置された中間のシールド（図示せず）に結合されてもよい。一部の実施形態では、コリメータ 110 は、上部シールド 186 に一体化されていてもよい。一部の実施形態では、コリメータ 110 は、上部シールド 186 に溶接されている。一部の実施形態では、コリメータ 110 は、処理チャンバ 100 内部で電氣的に浮遊状態であってもよい。一部の実施形態では、コリメータ 110 は、電源に結合されていてもよい。コリメータ 110 は、チャンバ内部のガスおよび/または材料のフラックスを導くために複数の開孔 128 を含む。一部の実施形態では、図 2 ~ 図 4 に示されるように、開孔 128 は、六角形の形状を有してもよい。

【0016】

図 2 は、本開示の一部の実施形態によるコリメータ 110 の等角図である。図 3 は、図 1 の処理チャンバ 100 に配置することができるコリメータ 110 の平面図である。一部の実施形態では、コリメータ 110 は、最密配置で開孔 128 を分離する壁 126 を有する略ハニカム構造を有する。開孔 128 のアスペクト比は、開孔 128 の幅 129 で割った開孔 128 の深さ（特定位置でコリメータの長さに等しい）として規定されてもよい。一部の実施形態では、壁 126 の厚さは、約 0.06 インチ ~ 約 0.18 インチの間である。一部の実施形態では、壁 126 の厚さは、約 0.12 インチ ~ 約 0.15 インチの間である。一部の実施形態では、開孔 128 のそれぞれに外接する円 305 の直径は、1.5 インチであってもよい。一部の実施形態では、コリメータ 110 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で構成されている。

【0017】

コリメータ 110 のハニカム構造は、コリメータ 110 を通過するイオンの流路、イオン分画、およびイオン軌道の挙動を最適化するために、一体型フラックスオプティマイザー 310 として働くことができる。一部の実施形態では、シールド部分 202 に隣接する壁 126 は、チャンファ 350 および半径を有する。コリメータ 110 のシールド部分 202 は、処理チャンバ 100 にコリメータ 110 を設置するのに役立つ。

一部の実施形態では、コリメータ 110 は、単一のアルミニウムの塊から機械加工されてもよい。コリメータ 110 は、被覆され、または陽極酸化されてもよい。あるいは、コリメータ 110 は、処理環境と両立可能な他の材料から作られてもよく、1 つまたは複数の部分品で構成されてもよい。あるいは、シールド部分 202 および一体型フラックスオプティマイザー 310 は、別々の部片として形成され、溶接などの適切な取り付け手段を

10

20

30

40

50

使用して互いに結合される。一部の実施形態では、コリメータ 110 の壁 126 は、高応力膜（例えば、銅合金）の壁 126 への接着を改善するためにテクスチャ加工（例えば、ビーズブラスト）されてもよい。

【0018】

一部の実施形態では、コリメータ 110 は、コリメータ 110 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氣的にバイアスされてもよい。例えば、コリメータ 110 をバイアスするようにコリメータ 110 に交互するパルス状の正または負の電圧を提供するために、制御可能な直流（DC）または AC コリメータ電源（電源 390）がコリメータ 110 に結合されてもよい。一部の実施形態では、電源 390 は、DC 電源である。

10

コリメータ 110 は、基板 154 に対して垂直に近い、所定の角度を上回る角度でターゲット 142 の材料から放出されたイオンおよび中性粒子をトラップするために、フィルタとして機能する。コリメータ 118 の開孔 128 は、ターゲット 142 の材料の中心領域または周辺領域から放出されたイオンが異なる割合でコリメータ 110 を通過することができるように、コリメータ 110 の幅全体にわたってアスペクト比が変化してもよい。その結果、基板 154 の周辺領域ならびに中心領域に堆積するイオンの数およびイオンの到来角が両方とも調整され制御される。したがって、基板 154 の表面全体にわたって材料をより均一にスパッタ堆積させることができる。さらに、高アスペクト比の特徴、特に基板 154 の周辺部近くに位置する高アスペクト比のビアホールならびにトレンチの底部および側壁に材料をより均一に堆積させることができる。

20

【0019】

図 4 は、図 2 に示されるコリメータ 110 の断面図である。コリメータ 110 は、約 2.5 : 1 ~ 約 3.3 : 1 などの高アスペクト比を有する第 1 の複数の開孔を有する中心領域 220 を有する本体 218 を含む。一部の実施形態では、中心領域の第 1 の複数の開孔は、約 3.3 : 1 のアスペクト比を有する。コリメータ 110 の第 2 の複数の開孔のアスペクト比は、周辺領域 240 において減少する。一部の実施形態では、周辺領域 240 の第 2 の複数の開孔は、約 1 : 1 のアスペクト比を有する。アスペクト比が高くなるほど、コリメータ 110 の中心領域 220 の開孔をより多くすることができる。一部の実施形態では、例えば、中心領域 220 は、61 個の開孔を含む。

【0020】

30

一部の実施形態では、コリメータ 110 の半径方向の開孔の減少は、中心領域 220 と周辺領域 240 との間に配置された遷移領域 260 を設けることによって達成される。第 3 の複数の開孔は、遷移領域 260 が第 1 の複数の開孔を取り囲む円錐形を形成するように所定の角度に沿って切削されている。一部の実施形態では、所定の角度は、15° ~ 45° の間であってもよい。遷移領域は、有利には中心領域 220 で円形プロファイル 280 の開孔を備え、これによって、従来の六角形のコリメータのコーナによって引き起こされるシャドーイングによる基板 154 のエッジ近くの 6 点堆積を克服する。

【0021】

開孔 128 の壁 126 の上方部分は、開孔 128 がスパッタされた材料によってふさがれる割合を減少させるためにチャンファ 406 を有する。チャンファ 406 は、開孔 128 内へ所定の距離 402 延在し、所定の角度 404 で形成されている。一部の実施形態では、所定の距離 402 は、約 0.15 インチ ~ 約 1 インチの間であり、所定の角度は、約 2.5° ~ 約 15° の間である。一部の実施形態では、所定の距離 402 および所定の角度 404 は、それぞれ約 0.15 インチおよび 15° である。一部の実施形態では、所定の距離 402 および所定の角度 404 は、それぞれ約 1 インチおよび 2.5° である。

40

【0022】

したがって、冷却プロセスツールアダプタおよびこれを用いるプロセスチャンバの実施形態が本明細書で開示された。冷却プロセスツールアダプタは、有利にはプロセスチャンバのプロセスツールを支持し、一方で使用中に生成されるプロセスツールからの熱を除去

50

するのを容易にする。

【 0 0 2 3 】

前述の事項は、本開示の実施形態を対象としているが、本開示の他のおおよびさらなる実施形態が本開示の基本的な範囲から逸脱せずに考案されてもよい。

【 図 1 】

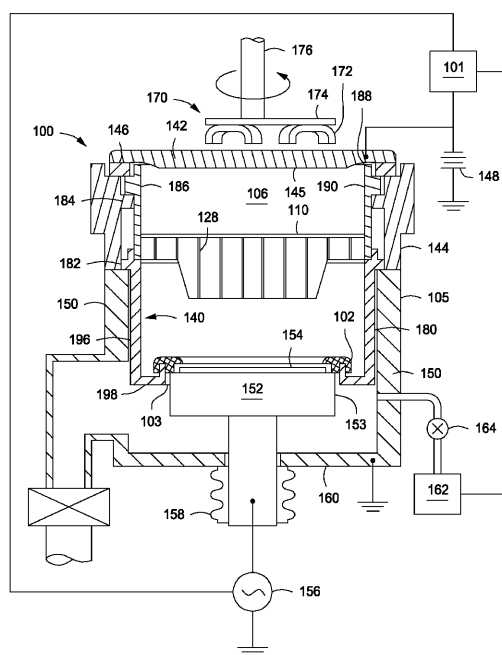


FIG. 1

【 図 2 】

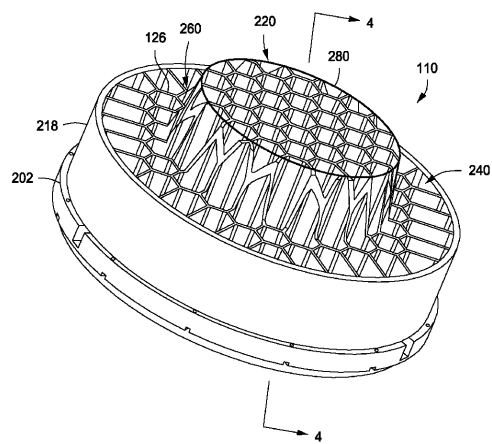


FIG. 2

【 図 3 】

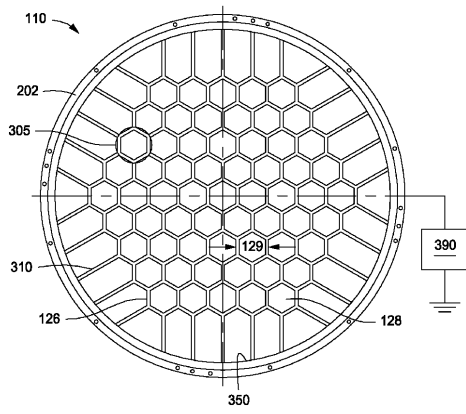


FIG. 3

【 図 4 】

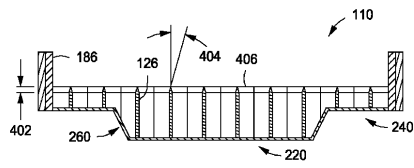


FIG. 4

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 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

審査官 宮崎 園子

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0308739(US,A1)
特開2007-273490(JP,A)
特開平06-295903(JP,A)
特開平08-260139(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0308732(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 14/34
H01L 21/203