

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6917894号
(P6917894)

(45) 発行日 令和3年8月11日(2021.8.11)

(24) 登録日 令和3年7月26日(2021.7.26)

(51) Int.Cl.

C23C 14/00
H01L 21/31(2006.01)
(2006.01)

F 1

C23C 14/00
H01L 21/31B
D

請求項の数 15 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2017-541314 (P2017-541314)
 (86) (22) 出願日 平成28年1月15日 (2016.1.15)
 (65) 公表番号 特表2018-507327 (P2018-507327A)
 (43) 公表日 平成30年3月15日 (2018.3.15)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2016/013583
 (87) 國際公開番号 WO2016/126403
 (87) 國際公開日 平成28年8月11日 (2016.8.11)
 審査請求日 平成31年1月15日 (2019.1.15)
 (31) 優先権主張番号 62/112,649
 (32) 優先日 平成27年2月6日 (2015.2.6)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
 (31) 優先権主張番号 62/184,114
 (32) 優先日 平成27年6月24日 (2015.6.24)
 (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, 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】膜応力低減および動作温度低減用に構成された3D印刷されたチャンバ部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理チャンバのためのチャンバ部品であって
一体型のモノリシック構造を有し、テクスチャ加工面を有する構成部品本体
を備えるチャンバ部品であり、前記テクスチャ加工面が、

前記テクスチャ加工面から外側に延在する、前記構成部品本体と一体的に形成された
マクロ特徴本体を含む、複数の独立した工学加工されたマクロ特徴、を備え、前記工学加工
されたマクロ特徴は、視線面が、前記テクスチャ加工面にわたり前記工学加工されたマ
クロ特徴間で形成されないようにするパターンで配置され、前記テクスチャ加工面との界
面において、前記マクロ特徴本体の側壁は、前記テクスチャ加工面に対して直角をなして
いる、

チャンバ部品。

【請求項2】

前記工学加工されたマクロ特徴が、
前記工学加工されたマクロ特徴上に形成された複数の工学加工されたミクロ特徴
をさらに備える、請求項1に記載のチャンバ部品。

【請求項3】

前記ミクロ特徴が前記ミクロ特徴上に形成されたサブ特徴をさらに含む、請求項2に記
載のチャンバ部品。

【請求項4】

10

20

前記マクロ特徴本体が、
アンダーカット
を備える、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 5】

前記マクロ特徴本体が、
内部ボイド
を備える、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 6】

前記マクロ特徴本体が螺旋形の形状を有する、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 7】

前記マクロ特徴本体が、
もう 1 つの孔
を備える、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 8】

前記マクロ特徴本体が、
前記構成部品本体にコンタクトして配置された第 1 の材料と、
前記第 1 の材料上に配置された第 2 の材料と、
を含む、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 9】

前記工学加工されたマクロ特徴が、
前記工学加工されたマクロ特徴上に形成された複数の工学加工されていないミクロ特徴
をさらに備える、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 10】

前記マクロ特徴本体が、
前記構成部品本体に面する表面
を備える、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 11】

前記マクロ特徴本体が、
隣接するマクロ特徴本体に面する前記マクロ特徴本体の表面上に形成された、工学加工
されたミクロ特徴
を備える、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 12】

前記構成部品本体がチャンバライナー、プロセスキッティング、シールド、またはコイルスペーサを含む、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 13】

前記マクロ特徴本体が、
熱ショーケ
を備える、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 14】

前記構成部品本体が、
複数の熱伝達フィンを有する内側表面と、
前記工学加工されたマクロ特徴が形成された外側表面と、
をさらに備える、請求項 1 に記載のチャンバ部品。

【請求項 15】

外側表面と、
頂部部分と、
底部部分と、
前記頂部部分に配置され、前記底部部分に向かって延在する開口部と、
前記開口部に隣接して配置された内側表面と、
前記頂部部分に近接し、前記外側表面と前記内側表面との間に配置された上部リップと

10

20

30

40

50

前記外側表面上に形成された複数のマクロレベルの表面特徴であって、前記複数のマクロレベルの表面特徴の各々は、テクスチャ加工面との界面において前記外側表面に対して直角をなしている側壁を有する、複数のマクロレベルの表面特徴と、

を備える、一体型のモノリシック構造を有する本体

を備え、前記マクロレベルの表面特徴は、視線面が、前記外側表面にわたり前記マクロレベルの表面特徴間で形成されないようにするパターンで配置される、処理チャンバのためのコイルスペーサのカップ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明の実施形態は、半導体デバイスの製造において使用される機器のためのチャンバ部品に関する。

【背景技術】

【0002】

サブハーフミクロン以下の特徴を確実に生産することは、半導体デバイスの次世代超大規模集積（VLSI）および極超大規模集積（ULSI）にとって重要な技術課題の1つである。しかしながら、回路技術の限界が押し広げられるとともに、VLSIおよびULSI相互接続技術の寸法の縮小は、処理能力にさらなる要求を課している。基板上のゲート構造の確実な形成は、VLSIおよびULSIの成功、ならびに個々の基板およびダイの回路密度および品質を向上させるための継続的な努力にとって重要である。

20

集積回路部品の寸法が（例えば、ディープサブミクロン寸法に）縮小するにつれ、そのような部品を製造するために使用される材料は、満足すべきレベルの電気性能を得るために注意深く選択されなければならない。例えば、隣接する金属相互接続間の距離および/または相互接続を分離する誘電体のバルク絶縁材料の厚さがサブミクロン寸法を有する場合、金属相互接続間に容量性結合が生じる可能性が高くなる。隣接する金属相互接続間の容量性結合は、集積回路の全体的な性能を劣化させて、回路を動作不能にすることがあるクロストークおよび/または抵抗-キャパシタンス（RC）遅延を引き起こすことがある。

サブハーフミクロン以下の特徴の製造は、とりわけ物理的気相堆積チャンバ（PVD）などの様々な処理装置に依存する。堆積チャンバは、処理チャンバ内にプラズマを維持するためにRFコイルを使用する。PVDチャンバで利用される既存のチャンバ部品は、PVDチャンバの動作中に部品に接着する材料に高い膜応力を引き起こす高い温度差を有することがある。膜応力が高くなると、膜が臨界厚さに達した後に、PVDチャンバの動作中に堆積した材料の剥離が生じることがある。堆積した材料の剥離は、結果として、基板欠陥および低歩留まりの一因となるPVDチャンバ内部の汚染（すなわち、微粒子）を増加させる。したがって、汚染のリスクが高いと、望ましくない場合には、PVDチャンバの洗浄および保守の頻度を高くすることが求められる。

30

したがって、処理チャンバの汚染の防止に役立つ、改善されたチャンバ部品が必要である。

40

【発明の概要】

【0003】

チャンバ部品上のテクスチャ加工面の一部として形成される、工学加工された特徴に対する実施形態が開示される。

一実施形態において、処理チャンバのためのチャンバ部品は、本体を有する。本体は、一体型のモノリシック構造を有する。本体は、テクスチャ加工面を有する。テクスチャ加工面は、複数の独立した工学加工された特徴を有し、工学加工された特徴がマクロ特徴を含む。工学加工された特徴は、膜応力を低減させる、およびチャンバ部品の熱伝導率を調整するように構成される。

別の実施形態では、処理チャンバのためのチャンバ部品は、一体型のモノリシック構造

50

を有する構成部品本体を含む。構成部品本体は、テクスチャ加工面を有する。テクスチャ加工面は、構成部品本体と一体的に形成された、複数の独立した工学加工されたマクロ特徴を含む。工学加工されたマクロ特徴は、テクスチャ加工面から延在するマクロ特徴本体を含む。

さらに別の実施形態では、処理チャンバのためのコイルスペーサのカップは、一体型のモノリシック構造を有する本体を含む。本体は、外側表面と、頂部部分と、底部部分と、頂部部分に配置され、底部部分に向かって延在する開口部と、開口部に隣接して配置された内側表面と、頂部部分に隣接し、外側表面と内側表面との間に配置された上部リップと、外側表面上に形成された複数のマクロレベルの表面特徴と、を含む。

【0004】

10

さらに別の実施形態では、処理チャンバのためのコイルスペーサのカップは、付加製造技法によって形成された一体型のモノリシック構造を有する本体を含む。付加製造技法は、選択的レーザ焼結、結合剤噴射、材料噴射、粉末床溶融結合、シート積層、指向性エネルギー堆積、または任意の他の付加製造プロセスであってもよい。本体は、外側表面と、頂部部分と、底部部分と、頂部部分に配置され、底部部分に向かって延在する開口部と、開口部に隣接して配置された内側表面と、頂部部分に隣接し、外側表面と内側表面との間に配置された上部リップと、内側表面および外側表面の少なくとも1つの上に形成された複数のマクロレベルの表面特徴と、を含む。表面特徴は、工学加工された表面構造の所定の繰返しパターンを備える。

本発明の上記の特徴を詳細に理解することができるよう、一部が添付図面に示される実施形態を参考することによって上で要約された本発明のより具体的な記載を行うことができる。しかし、添付された図面は、本発明の典型的な実施形態のみを示し、したがってその範囲を限定すると考えられるべきではなく、その理由は、本発明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ことに留意されたい。

20

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1A】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面の部分平面図である。

【図1B】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面に対する代替パターンの部分平面図である。

【図2】処理チャンバ部品のテクスチャ加工湾曲面に対する部分等角図である。

30

【図3】図6の処理チャンバ部品のテクスチャ加工面の断面線3-3を通る特徴に対する部分断面図である。

【図4A】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面に対する例示的な特徴の部分平面図である。

【図4B】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面に対する例示的な特徴の部分平面図である。

【図4C】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面に対する例示的な特徴の部分平面図である。

【図4D】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面に対する例示的な特徴の部分平面図である。

40

【図4E】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面に対する例示的な特徴の部分平面図である。

【図4F】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面に対する例示的な特徴の部分平面図である。

【図5】処理チャンバ部品のテクスチャ加工面のさらなる例示的な特徴に対する部分平面図である。

【図6】テクスチャ加工面に適した部品を有する処理チャンバの一実施形態の概略断面図である。

【図7】コイルスペーサを有する図11に示す処理チャンバのためのプロセスキットである。

50

【図8】図7に示すコイルスペーサの断面図である。

【図9】一実施形態によるカップの断面図である。

【図10】別の実施形態によるカップの断面図である。

【図11】さらに別の実施形態によるカップの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

理解を容易にするために、可能な場合、同一の符号を使用し、各図に共通の同一の要素を指定した。一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てもよいことが企図されている。

しかし、添付された図面は、本発明の例示的な実施形態のみを示し、したがってその範囲を限定すると考えられるべきではなく、その理由は、本発明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ことに留意されたい。

【0007】

3D印刷は、連続する薄い材料層を配置することによって、3次元の部品を製造する技法である。また、3D印刷は、チャンバ部品の表面上の堆積材料の接着を改善することができる、プラズマ堆積チャンバのための（コイルカップを含む）半導体処理チャンバ部品を製造するために半導体産業において使用される。3D印刷プロセスでは、前駆体、例えば、粉末または他の供給原料材料の薄い層を徐々に堆積させ、溶融して、チャンバの完全な3次元部品を形成する。この付加製造技法によって、チャンバ部品の表面を加工して膜接着を改善することができ、これによって、剥離片がプロセス汚染になる、チャンバ部品からの膜の剥離を防止する。加えて、またはあるいは、この付加製造技法によって、チャンバ部品の表面を、この部品の表面全体にわたって、処理中の熱的な温度変化を最小限にすることによって加工することができ、ひいてはその結果として、チャンバ部品の表面に接着した材料の膜応力が低下する。一部の実施形態では、単一ステップの生産によって、1つまたは複数の材料層から形成することができるモノリシック部品を生産することができる。材料層は、局所的な強度、費用節減、熱伝達、光反射率、または他の有益な特性を提供するために最適化されてもよい。3D印刷が、有利には、チャンバ部品の幾何学的形態を可能にすることとして記載されているが、他の製造技法を利用して同様の形状寸法を有するチャンバ部品を製造することができることが企図されている。

【0008】

上で紹介したように、一部の3D印刷されたチャンバ部品は、膜接着を促進し、処理チャンバの動作中に部品全体にわたって温度差が低くなるように設計され得る。例えば、より低い温度差を有する、PVDチャンバで使用されるコイルカップは、PVDチャンバ内で行われる基板堆積作業中にコイルカップに不注意で堆積させることがある材料の膜応力を低減させるのに役立つ。膜応力の低減によって、カップへのPVD膜の接着が増大する。カップへの膜の接着の増大によって、剥離が阻止され、したがって、PVDチャンバ内の汚染が低減する。汚染の可能性が低減するため、PVDチャンバを洗浄および保守するための頻度（洗浄間の平均時間（MTBC）としても知られている）を有利には延ばすことができる。チャンバ部品の表面は、カップへの膜接着を促進する特徴を有することができる。接着特徴は、表面テクスチャ、例えば、ぎざぎざのある表面、増加させた粗さ、凹み、溝、突起、または接着を強化する他の表面特徴を含むことができる。

【0009】

本発明の実装態様は、下記の1つまたは複数を含むことができる。処理チャンバからの堆積材料の接着を改善する工学加工された表面特徴によって形成された外側表面を有し、したがって堆積した材料がある時間にわたって剥離する傾向を低減させるチャンバ部品。工学加工された表面特徴は、一般に、特徴の形状を規定するマクロレベルの表面輪郭を乱す、凹んだ、突き出た、または混合された表面構造の繰返しパターンである。加えて、マクロレベルの表面輪郭は、大きさが小さいとはいえ、その上に配置された同様のミクロレベルの表面特徴を有することができる。チャンバ部品は、複数の層から形成されてもよく、複数の層のそれぞれの層の厚さが66μm（マイクロメートル）未満であってもよい。

10

20

30

40

50

特徴を形成する凹部および突部は、所望の場合は、任意選択でチャンバ部品の内部部分に形成されてもよい。

【0010】

チャンバ部品が3D印刷を使用して製造される実施形態では、チャンバ部品印刷材料は、硬化プロセスを使用して固化してもよい。チャンバ部品は、高温に耐性を示す特性を含む材料前駆体から形成されてもよい。研磨材または他の微粒子がチャンバ部品を製造するために利用される前駆体材料に補充されてもよく、これによって、チャンバ部品に対する表面のテクスチャリングが強化される。加えて、複数の印刷された前駆体材料がチャンバ部品の異なる部分を形成するのに使用されてもよい。チャンバ部品前駆体材料は、あるいは、冷却によって固化される溶解された材料であってもよい。あるいは、チャンバ部品は、別の製造技法を使用して形成されてもよく、表面のテクスチャ加工は、それに続く付加製造技法を使用して形成されてもよい。

10

【0011】

本発明の利点は、下記の1つまたは複数を含むことができる。非常に厳しい公差の範囲内で、すなわち良好な厚さ均一性および制御で製造することができるチャンバ部品。溝および他の幾何学的な特徴は、従来の製造方法を使用してアクセスできない部分のチャンバ部品に形成されてもよい。付加製造によって、従来の製造方法では複製するのが困難なまたは不可能な複雑な形状および形状寸法が可能となる。加えて、3D印刷されたチャンバ部品は、他の同様に成形された従来のチャンバ部品よりも迅速に、かつ安く製造され得る。

20

【0012】

図1Aは、処理チャンバ部品100のテクスチャ加工面102の部分平面図である。チャンバ部品100は、一体型のモノリシック構造を有する構成部品本体140を有することができる。構成部品本体140は、テクスチャ加工面102を有する。あるいは、チャンバ部品100は、二次的な作業において追加されたテクスチャ加工面102を有することができる。テクスチャ加工面102は、少なくとも、処理チャンバの処理環境にさらされ、したがって堆積が施される構成部品本体140の外側表面上にあってもよい。テクスチャ加工面102は、工学加工された特徴104の所定の繰返しパターンを含む大規模な(マクロの)テクスチャであってもよい。用語「工学加工された特徴」は、チャンバ部品の表面を規定する特徴の全体的な形状および配置が、高い公差構造の所定のパターンが形成されるようにチャンバ部品の表面上に所定の幾何学的形状を生成する3D印刷または他の精密な製造技法などの付加製造プロセスを利用して形成されることを意味する。工学加工特徴104は、下にあるチャンバ部品100の本体140を3D印刷する間に形成される開孔の形状および配置を有することができる。工学加工された特徴104は、付加製造によってのみ実現可能な形状または構成を有することができる。工学加工された特徴104は、テクスチャ加工面102の下方に、またはテクスチャ加工面102の上方に少なくとも部分的に凹んでいてもよい。また、工学加工された特徴104は、チャンバ部品100のテクスチャ加工面102と実質的に同一平面上にあってもよい。工学加工された特徴104は、接触して接続されても、または離散的な形態であってもよい。工学加工された特徴104は、膜応力を低減させるおよび/または下にあるチャンバ部品100の熱伝導率を調整するように構成される。工学加工された特徴104は、隣接する特徴104とは異なる形状および形態を有してもよい。工学加工された特徴104は、その上に形成されるミクロ特徴をさらに含んでもよい。工学加工された特徴104上に形成されるミクロ特徴は、より大きな特徴と同様に、すなわち、付加製造技法によって構築されてもよい。任意選択で、ミクロ特徴は、ビードブラストなどの従来の粗面化(例えば、非工学加工)技法を使用して形成されてもよい。あるいは、それぞれの工学加工された特徴の形状は、その位置および機能に固有であり、隣接する特徴とは異なってもよい。

30

【0013】

テクスチャ加工面102の一部として形成される工学加工された特徴104は、繰返しパターンで、または無作為に配置されてもよい。例えば、工学加工特徴は、他のパターン

40

50

の中でもとりわけ、小さなトロイド、チェーンメール、スケール、リップル、卵ケースのようなテクスチャ、ぎざぎざのあるダイヤモンド形状、最密形状、凹み、溝、突部、および正弦波状のプロファイルの繰返しパターンで配置されてもよい。一実施形態において、工学加工された特徴 104 は、例えば、視線面がテクスチャ加工面 102 全体にわたって工学加工された特徴 104 間に形成されるのを防止するパターンでまたは他の配置で工学加工された特徴 104 を配置することによって、工学加工された特徴 104 間に延在する連続した平面の表面が生成されるのを回避するように配置される。テクスチャ加工面 102 全体にわたって、工学加工された特徴 104 間に画成される視線面を有さないパターン 150 で配置された、工学加工された特徴 104 の例が図 1B に表されている。工学加工された特徴 104 は、複数のサイズおよび形状を含むことができる。例えば、工学加工された特徴 104 のパターンは、比較的大きな特徴 120 および比較的小さな特徴 130 の両方を有することができる。他の実施形態では、比較的大きな特徴 120 または比較的小さな特徴 130 のいずれかよりも大きくてまたは小さくてもよい特徴 104 がさらにあってもよい。さらに別の実施形態では、特徴 104 は、図 1A に示すパターン 110 などのパターンで、同様にサイズが調整され、配置されてもよい。パターン 110 は、工学加工された特徴 104 間に画成される視線面がないように配置されてもよい。有益には、テクスチャ加工面 102 を形成する工学加工された特徴 104 間に画成される視線面がないテクスチャ加工面 102 を有する処理チャンバ部品 100 は、堆積した材料の剥がれを受けやすい、および / または微粒子を容易に剥がれ落とす長い連続する直線的な表面をなくす。したがって、工学加工された特徴 104 間に画成された視線面がないテクスチャ加工面 102 を有する処理チャンバ部品 100 は、堆積膜剥離の危険性を減少させて洗浄間のサービス間隔を長くすることができ、それによって、製品歩留まりを改善し、保守要件を低減させ、テクスチャ加工された処理チャンバ部品 100 が利用される処理チャンバをより収益性高く動作させることができる。
10

【0014】

マクロスケールの工学加工された特徴 104 を処理チャンバ部品 100 に施すことができることによって、テクスチャ加工面 102 を、従来のテクスチャ加工が不可能な、またはチャンバ部品を潜在的に損傷する可能性がある表面上に形成することが可能となる。工学加工された特徴 104 を製造するための付加製造技法によって、道具で細工をする (tooling) にはアクセスできない場所で、工学加工された特徴 104 にアンダーカット、十字孔、凹み、および他の表面輪郭を形成することができ、したがって、以前には形成することができなかつた構造形状寸法を生成することができる。さらに、工学加工された特徴 104 およびテクスチャ加工面 102 は、ステンレス鋼、アルミニウム、セラミック、または他の材料から製造された処理チャンバ部品 100 上に形成され得る。
20

【0015】

上で論じたように、工学加工された特徴 104 は、任意の数の幾何学的形状を有してもよく、その形状は、テクスチャ加工面 102 全体にわたって均一である必要はない。工学加工された特徴 104 が円として平面図で示されているが、工学加工された特徴 104 は、とりわけ多角形または不規則形状などの複雑な形状を有してもよい。加えて、テクスチャ加工面 102 全体にわたる工学加工された特徴 104 の分布の間隔は、形状およびサイズが均一であっても、または不規則であってもよい。
30

【0016】

手短に図 2 を参照すると、工学加工された特徴 104 は、工学加工された特徴 104 を歪みなく湾曲面上に形成されてもよい。図 2 は、チャンバ部品 200 のテクスチャ加工湾曲面の部分平面図を示す。チャンバ部品 200 は、湾曲していても、円筒形であってもよく、円弧、斜面、または他の丸みを帯びた表面を有してもよい。例えば、チャンバ部品 200 は、シールド、ライナーペデスタル、または他のチャンバ部品であってもよく、内側表面 210 および / または外側表面 220 を有してもよい。内側表面 210 および外側表面 220 は、膜応力を低減させて、堆積材料の接着を促進するために、工学加工された特徴 104 によってテクスチャ加工されていてもよい。付加製造技法によって工学加工され
40

た特徴 104 を形成することによって、チャンバ部品 200 の内側表面 210 または外側表面 220 の湾曲部 202 の、またはその湾曲部 202 に近い工学加工された特徴 104 が、層の厚さに一貫性を有することが可能となる。加えて、工学加工された特徴 104 の形状およびサイズは、特に、例えば、湾曲部 202 が内側のコーナに形成される場合に、湾曲部 202 によって歪まないことがある。したがって、工学加工された特徴 104 は、堆積した材料が付着する均一のアンカーポイントを提供することができる。

【0017】

工学加工された特徴 104 の例示的な実装態様について、図 3 および図 4 A ~ 図 4 F ならびに図 5 A ~ 図 5 B を参照してさらに記載する。図 3 は、図 1 の断面線 3 - 3 を通って取られた図 1 の処理チャンバ部品のテクスチャ加工面の工学加工された特徴の部分断面図である。図 4 A ~ 図 4 F は、処理チャンバ部品のテクスチャ加工面 102 に対する例示的な工学加工された特徴 104 の部分平面図である。図 5 は、処理チャンバ部品のテクスチャ加工面に対する追加の例示的な工学加工された特徴の部分平面図である。図 4 A ~ 図 4 F および図 5 A ~ 図 5 B に示す工学加工された特徴 104 は、代表的なものに過ぎず、工学加工された特徴 104 は、他の属性の中でもとりわけ、膜接着および / または熱伝導率などの所望の特性を促進するのに適した材料、形状、およびサイズを有することができることを認識されたい。

【0018】

図 3 は、マクロレベルの工学加工された特徴 310 および第 2 のマクロレベルの工学加工された特徴 320 として識別される 2 つの隣接する特徴 104 を示す。2 つのマクロレベルの工学加工された特徴 310、320 は、チャンバ部品 100 上に配置された複数の工学加工された特徴 104 のうちの 2 つの工学加工された特徴 104 に過ぎない。2 つのマクロレベルの工学加工された特徴 310、320 は、図 4 A ~ 図 4 F および図 5 A ~ 図 5 B の例で示すような構造的な差異を有することができる。マクロレベルの工学加工された特徴 310 は、第 2 のマクロレベルの工学加工された特徴 320 と実質的に同様であってもよい。あるいは、2 つのマクロレベルの特徴 310、320 は、異なってもよい。例えば、マクロレベルの工学加工された特徴 310 は、図 4 A の工学加工された特徴 410 と同様であってもよいが、第 2 のマクロレベルの工学加工された特徴は、図 4 D に示す工学加工された特徴 430 と同様であってもよい。

チャンバ部品 100 の一部として形成される工学加工された特徴 104 は、堆積した材料の膜接着を促進するために（表面プラストによって生成されるミクロレベルの粗さのランダムな山および谷とは対照的に）マクロレベルの表面輪郭を乱す工学加工された表面構造を生成する、凹部、突部、または混合された凹突部および突部の所定の繰返しパターンを有することができる。

【0019】

任意選択の外側層 324 を有する第 2 のマクロレベルの工学加工された特徴 320 が示されている。任意選択の外側層 324 は、工学加工された特徴 104 上すべてに同様に存在しても、または存在しなくてもよく、ここでは議論を簡単にするために、単に第 2 のマクロレベルの特徴 320 上に示されている。任意選択の外側層 324 は、基材 322 から外側表面 332 までさらに層を有することができる。例えば、基材 322 は、コスト、熱伝達、または他の望ましい特性に注意して選ばれた適切な材料であってもよい。任意選択の外側層 324 は、任意選択の外側層 324 を形成するために 1 つまたは複数の層スタックを有することができる。層のスタックは、接着を促進するように配置されてもよく、基材 322 の特性から外側表面 332 へと変化する。例えば、基材 322 はステンレス鋼材であってもよく、外側表面 332 は、セラミック材料から形成されてもよく、外側層 324 は、2 つの材料間の移行部分をブレンドする。

【0020】

チャンバ部品の離散的な領域全体にわたる工学加工された特徴 104 の配置は、チャンバ部品の局所的な特性に変化を与えることができる。例えば、図 4 A ~ 図 4 F および図 5 A ~ 図 5 B に示す様々な工学加工された特徴 104 を使用して、均一性を促進し、環境汚

10

20

30

40

50

染を低減させるように、処理チャンバの処理環境の様々な領域の熱伝導率、膜応力、および他の特性を調整することができる。また、工学加工された特徴 104 は、一部の実施形態では、チャンバ部品 100 の表面全体にわたって無作為に配置されてもよい。工学加工された特徴 104 は、堆積材料の接着などの所望の特性を促進するマクロのテクスチャ加工領域を提供することができる。例えば、工学加工された特徴 104 は、マクロレベルの特徴 310 を有してもよい。

一部の実施形態では、ミクロレベルの特徴 304 が、マクロレベルの特徴 310 の外側表面 332 上に形成されてもよい。一部の実施形態では、ミクロレベルの特徴 304 は、マクロレベルの特徴 310 と 320 との間の表面 302 に存在してもよい。さらなる他の実施形態では、工学加工されたマクロレベルの特徴 310 上に形成される追加的に工学加工された特徴がなくてもよい。ミクロレベルの特徴 304 は、マクロレベルの特徴 310 と実質的に同様であってもよい。あるいは、ミクロレベルの特徴 304 は、最近接のマクロレベルの特徴 104 とは形状が異なってもよい。例えば、ミクロレベルの特徴 304 は、工学加工された特徴であってもよく、図 4A ~ 図 4F および図 5A ~ 図 5B の例で示すような構造を有してもよい。ミクロレベルの特徴 304 は、工学加工された特徴 104 の一部として形成されてもよい。ミクロレベルの特徴 304 は、外側表面 332 上すべてにわたって、または外側表面 332 上に部分的にのみ形成されたパターンであってもよい。例えば、ミクロレベルの特徴 304 は、工学加工された特徴 104 の側面 311 ではなく頂面 312 に存在してもよい。他の実施形態では、ミクロ特徴は、工学加工された特徴でなくてもよく、ビードブラストなどの従来の粗面化技法を使用して形成されてもよい。

【0021】

より小さなサブ特徴 314 が、任意選択で、ミクロ特徴 304 の 1 つまたは複数の上に形成されてもよい。一部の実施形態では、サブ特徴 314 は、ミクロ特徴 304 上に、または隣接するミクロ特徴 304 間の表面上に直接形成される。サブ特徴 314 は、マクロ特徴 104 またはミクロ特徴 304 と実質的に同様であってもよい。あるいは、サブ特徴 314 は、最近接のマクロ 104 またはミクロ特徴 304 と形状またはサイズが異なってもよい。一実施形態において、サブ特徴 314 は、図 4A ~ 図 4F および図 5A ~ 図 5B の例で示すような構造を有してもよい。サブ特徴 314 は、工学加工された特徴であってもよく、または任意選択で、サブ特徴 314 は、ビードブラストなどの従来の粗面化技法を使用して形成されてもよい。加えて、追加のさらにより小さな特徴がサブ特徴 314 上に同様に形成されてもよいことが企図されている。

【0022】

追加のミクロ特徴 204 および / またはサブ特徴 314 を任意選択で有するマクロ特徴 310 などの工学加工された特徴 104 は、チャンバ部品 100、200 の表面積を増大させるように構成されてもよい。表面積の増大は、処理中に膜接着を向上させるのに役立つ。したがって、工学加工された特徴 104 は、接着を促進し、接着した材料の剥離および処理チャンバの汚染の可能性を軽減する。また、工学加工された特徴 104 は、チャンバ部品 100、200 の熱伝導率を変えるように構成されてもよい。

【0023】

図 4A ~ 図 4F および図 5A ~ 図 5B は、マクロ、ミクロ、およびより小さな特徴 310、304、314 に適した例示的な工学加工された特徴 104 を示す。一実施形態において、工学加工された特徴 410 は、図 4A に示すように、工学加工された特徴 410 の外側エッジ 411 にアンダーカット 412 を有してもよい。アンダーカット 412 は、有利には、強い膜接着を促進するための確かなアンカーポイントを提供する。アンダーカット 412 は、有利には、一部のチャンバ部品を絶縁し、一方で他のチャンバ部品全体にわたる温度変化を最小限にするための熱コンダクタンスを提供するように調整されてもよい。例えば、膜とチャンバ部品との間の熱伝達を調整するために、アンダーカット 412 を、より大きく、またはより小さくすることができる。手短に図 5A および図 5B を参照すると、工学加工された特徴 410 は、図 5A では図 5B よりも大きなアンダーカット 412 を有する。図 5A のより大きなアンダーカット 412 によって、結果として、上方部分

10

20

30

40

50

538をテクスチャ加工面102に取り付ける、より小さな直径530を有するステム536が得られる。ステム536の直径530がより小さいことによって、上方部分538からテクスチャ加工面102への熱伝達が制限され、そのため、ステム536は、工学加工された特徴410と構成部品本体140との間の熱伝達を制限する熱チョークとして機能する。同様に、図5Bのより小さなアンダーカット412によって、結果として、上方部分528をテクスチャ加工面102へ取り付ける、より大きな直径520を有するステム526が得られる。ステム526の直径520がより大きいことによって、上方部分538からテクスチャ加工面102への熱伝達が促進される。熱伝達が、工学加工された特徴410に対するアンダーカット412のサイズを調節することによって調整され得るのが有利である。

別の実施形態では、工学加工された特徴104は、図4Bに示すように、工学加工された特徴420の内側表面に配置されたアンダーカット422を有する工学加工された特徴420を含んでもよい。アンダーカット422は、内部壁425よりも狭い開口部423を有することができる。アンダーカット422は、チャンバ部品をハンドリングする場合に、容易に損傷されない、堆積膜に対する確かなアンカーポイントを提供することができるのが有利である。別の実施形態では、工学加工された特徴104は、円形から三角形、正方形、または多角形までその形状を変えることができる。工学加工された特徴104は、三次元(3D)の凹みまたは突起構造を形成することができ、外周部に沿ってトレーニチも有することができる。

【0024】

さらに別の実施形態では、工学加工された特徴104は、図4Cに示すように、内部ボイド432を有する工学加工された特徴430を含んでもよい。内部ボイド432は、内部ボイド432を完全に包む上面433を有し、熱コンダクタンスを最小限にし、一方でさらに膜接着を最小限にすることができる。一部の実施形態では、上面433は、内部ボイド432を通気するための小さな通気孔(図示せず)を提供する。あるいは、上面433は、内部ボイド432を部分的に覆っても、または埋めてもよい。他の実施形態では、上面433は、ボイド432をまたぎ、2つ以上の開口部を提供する。熱コンダクタンスを調整することができ、一方で工学加工された特徴430の内部ボイド432が強い膜接着のためのアンカーを提供するのが有利である。内部ボイド432は、任意選択で、上面433の材料とは異なる熱膨張率を有する材料で充填されてもよい。

【0025】

さらに別の実施形態では、工学加工された特徴104は、図4Dに示すような孔442を有する工学加工された特徴440を含むことができる。工学加工された特徴440は、テクスチャ加工面102に熱を伝達するために材料の質量を調整するための丸い、矩形の、または任意の適切な断面を有することができる。孔442は、貫通孔または止り穴であってもよい。孔442は、テクスチャ加工面102と平行な方向に、または別の角度で配向していてもよい。孔442は、工学加工された特徴440の熱質量を低減させ、一方で膜の強い接着を促進するために堆積膜に対する複数のアンカーポイントを提供することができるのが有利である。孔442は、代わりに、工学加工された特徴440に形成される他の形状の中でもとりわけ、凹み、溝、またはスロットの形態であってもよい。

【0026】

さらに別の実施形態では、工学加工された特徴104は、図4Eに示すような、テクスチャ加工面102に取り付けられた、ねじれたまたは螺旋形の特徴450を含んでもよい。螺旋形の特徴450は、図4Dに示す孔442などの孔を有して、または孔を有さずに形成されてもよい。螺旋形の特徴450は、テクスチャ加工面102に面すると同時に、螺旋形の特徴450によって覆われる表面451を有する。このようにして、表面451は、露出した表面452全面にわたって膜接着を促進することができる。螺旋形の特徴450は、大きな熱質量を提供し、一方でそれでも堆積膜に対するアンカーポイントを提供して、膜の強い接着を促進することができるのが有利である。

【0027】

10

20

30

40

50

さらに別の実施形態では、工学加工された特徴 104 は、図 4 F に示すようなフック特徴 460 を含んでもよい。フック特徴 460 は、テクスチャ加工面 102 に熱を伝達するために構成された材料の質量を調整する丸い、矩形の、または任意の適切な断面であってもよい。フック特徴 460 は、図 4 D に示す孔 442 などの孔を有して、または孔を有さずに形成されてもよい。フック特徴 460 は、テクスチャ加工面 102 に面すると同時に、フック特徴 460 の本体 462 によって覆われた表面 462 を有する。このようにして、表面 462 は、膜接着を促進することができる。フック特徴 460 は、調整可能な熱質量を提供し、一方で堆積膜に対するアンカーポイントを提供して、膜の強い接着を促進することができるのが有利である。

図 4 A ~ 図 4 F および図 5 A ~ 図 5 B に関して工学加工された特徴 104 に対して記載された形状は、例示的な形状のサンプルに過ぎず、工学加工された特徴 104 に対する他の形状および形状の組合せが企図されることを認識されたい。例えば、図 4 A の工学加工された特徴 410 は、接着を促進するために表面積をさらに増加させる第 2 のアンダーカットまたは積み重ねリブ効果を有する外側エッジ 411 を有してもよい。

【0028】

ここで図 6 を参照すると、図 6 は、テクスチャ加工面 102 に適した部品を有し、工学加工された表面の工学加工された特徴 104 を有する例示的な物理的気相堆積 (PVD) 处理チャンバ 600 を示す。適切な PVD チャンバの例には、Applied Materials, Inc., Santa Clara, of California から市販されている SIP ENCORE (登録商標) PVD 处理チャンバが含まれる。他のメーカーから入手可能な処理チャンバも本明細書に記載された実施形態を行うように適合され得ることが企図されている。一実施形態において、処理チャンバ 600 は、基板 618 上に、例えば、チタン、アルミニウム酸化物、アルミニウム、アルミニウム窒化物、銅、タンタル、タンタル窒化物、チタン窒化物、タングステン、またはタングステン窒化物を堆積させることができる。

一実施形態による、誘導コイル 642 を有する処理チャンバ 600。処理チャンバ 600 は、内部容積 606 を囲む側壁 602、底部 603、およびリッド 604 を含む本体 605 を有する。ペデスタル 608 などの基板支持体は、処理チャンバ 600 の内部容積 606 に配置されている。内部容積 606 の中へおよび外に基板を移送するために、基板移送ポート 609 が側壁 602 に形成されている。

【0029】

内部容積 606 内にプロセスガスを供給するために、ガス源 610 が処理チャンバ 600 に結合されている。一実施形態において、プロセスガスは、必要に応じて、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 610 によって提供することができるプロセスガスの例は、限定されることなく、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 を含む。

内部容積 606 の圧力を制御するために、ポンピング装置 612 が、内部容積 606 と連通する処理チャンバ 600 に結合されている。一実施形態において、処理チャンバ 600 の圧力は、約 1 Torr 以下に維持されてもよい。別の実施形態では、処理チャンバ 600 内部の圧力は、約 500 ミリ Torr 以下に維持されてもよい。さらに別の実施形態では、処理チャンバ 600 内部の圧力は、約 1 ミリ Torr および約 300 ミリ Torr に維持されてもよい。

【0030】

リッド 604 は、ターゲット 614 などのスパッタリング源を支持することができる。ターゲット 614 は、一般に、基板 618 に堆積される材料源を提供する。ターゲット 614 は、チタン (Ti) 金属、タンタル金属 (Ta)、タングステン (W) 金属、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、それらの合金、それらの組合せなどを含む材料から製造されてもよい。本明細書に表される例示的な実施形態では、ターゲット 614 は、チタン (Ti) 金属、タンタル金属 (Ta)、またはアル

10

20

30

40

50

ミニウム(A 1)によって製造されてもよい。

ターゲット 6 1 4 は、 D C ソース電力アセンブリ 6 1 6 に結合されてもよい。マグネットロン 6 1 9 は、ターゲット 6 1 4 に隣接して結合されてもよい。マグネットロン 6 1 9 アセンブリの例は、とりわけ、電磁線形マグネットロン、蛇行マグネットロン、螺旋状マグネットロン、二重指状化(d o u b l e - d i g i t a t e d)マグネットロン、矩形化螺旋状マグネットロンを含む。あるいは、強力なマグネットがターゲット 6 1 4 に隣接して配置されてもよい。マグネットは、ネオジムなどの希土類磁石、または強い磁場を生成するための他の適切な材料であってもよい。マグネットロン 6 1 9 は、プラズマを閉じ込めるだけでなく、ターゲット 6 1 4 に沿ってプラズマの濃度を分布させることができる。

【 0 0 3 1 】

コントローラ 6 9 8 は、処理チャンバ 6 0 0 に結合されている。コントローラ 6 9 8 は、中央処理装置(C P U) 6 6 0 、メモリ 6 5 8 、およびサポート回路 6 6 2 を含む。コントローラ 6 9 8 は、プロセスシーケンスを制御するために利用され、処理チャンバ 6 0 0 内へのガス源 6 1 0 からのガス流を調整し、ターゲット 6 1 4 のイオン衝撃を制御する。 C P U 6 6 0 は、産業環境で用いることができる汎用コンピュータプロセッサの任意の形態のものであってもよい。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、フロッピーモデルもしくはハードディスクドライブ、または他の形態のデジタルストレージなどのメモリ 6 5 8 に記憶されてもよい。サポート回路 6 6 2 は、通常 C P U 6 6 0 に結合され、キャッシュ、クロック回路、入力/出力サブシステム、電源などを備えることができる。ソフトウェアルーチンは、 C P U 6 6 0 によって実行されたとき、プロセスが本発明に従って行われるように、 C P U 6 6 0 を、処理チャンバ 6 0 0 を制御する特定目的のコンピュータ(コントローラ) 6 9 8 に変換する。また、ソフトウェアルーチンは、処理チャンバ 6 0 0 から遠隔に位置する第 2 のコントローラ(図示せず)によって記憶されおよび/または実行されてもよい。

また、ターゲット 6 1 4 とペデスタル 6 0 8 との間にバイアス電力を提供するために、必要に応じて、ペデスタル 6 0 8 を介して追加の R F 電源 6 8 0 が処理チャンバ 6 0 0 に結合されてもよい。一実施形態において、 R F 電源 6 8 0 は、約 1 M H z ~ 約 1 0 0 M H z 、例えば、約 1 3 . 5 6 M H z の周波数で基板 6 1 8 をバイアスするためにペデスタル 6 0 8 に電力を提供することができる。

【 0 0 3 2 】

矢印 6 8 2 によって示すように、ペデスタル 6 0 8 は、上昇位置と下降位置との間で移動可能であってもよい。下降位置では、ペデスタル 6 0 8 の頂面 6 1 1 は、基板移送ポート 6 0 9 と位置合わせされ、またはそのすぐ下にあって、基板 6 1 8 を処理チャンバ 6 0 0 に出し入れするのを容易にすることができます。頂面 6 1 1 は、基板 6 1 8 を受け取るようサイズが調整されたエッジ堆積リング 6 3 6 を有し、ペデスタル 6 0 8 をプラズマおよび堆積した材料から保護することができる。処理チャンバ 6 0 0 内の基板 6 1 8 を処理するために、ペデスタル 6 0 8 をターゲット 6 1 4 により近い上昇位置に移動させることができる。カバーリング 6 2 6 は、ペデスタル 6 0 8 が上昇位置にある場合、エッジ堆積リング 6 3 6 と係合することができる。カバーリング 6 2 6 は、堆積材料が基板 6 1 8 とペデスタル 6 0 8 との間にブリッジを形成するのを防止することができる。ペデスタル 6 0 8 が下降位置にある場合、カバーリング 6 2 6 は、基板の移送を可能にするために、ペデスタル 6 0 8 およびその上に位置決めされた基板 6 1 8 の上方に懸架される。

【 0 0 3 3 】

基板移送中に、基板 6 1 8 を載せたロボットブレード(図示せず)が基板移送ポート 6 0 9 を通って延出する。リフトピン(図示せず)は、ペデスタル 6 0 8 の頂面 6 1 1 を貫いて延出し、基板 6 1 8 をペデスタル 6 0 8 の頂面 6 1 1 から持ち上げ、したがってロボットブレードが基板 6 1 8 とペデスタル 6 0 8 との間を通過するためのスペースができる。次いで、ロボットは、基板 6 1 8 を、基板移送ポート 6 0 9 を通って処理チャンバ 6 0 0 から搬出することができる。ペデスタル 6 0 8 および/またはリフトピンの上昇ならびに下降は、コントローラ 6 9 8 によって制御されてもよい。

10

20

30

40

50

【0034】

スパッタ堆積中に、基板618の温度は、ペデスタル608に配置された熱コントローラ638を利用して制御されてもよい。基板618は、処理のために所望の温度に加熱されてもよい。処理の後、基板618は、ペデスタル608に配置された熱コントローラ638を利用して、速やかに冷却されてもよい。熱コントローラ638は、基板618の温度を制御し、基板618の温度を第1の温度から第2の温度に数秒から約1分足らずで変化させるために利用されてもよい。

内側シールド620は、ターゲット614とペデスタル608との間の内部容積606に位置決めされてもよい。内側シールド620は、他の材料の中でもとりわけ、アルミニウムまたはステンレス鋼から形成されてもよい。一実施形態において、内側シールド620は、ステンレス鋼から形成される。外側シールド622は、内側シールド620と側壁602との間に形成されてもよい。外側シールド622は、他の材料の中でもとりわけ、アルミニウムまたはステンレス鋼から形成されてもよい。外側シールド622は、内側シールド620を通り過ぎて延在し、ペデスタル608が下降位置にある場合に、カバーリング626を支持するように構成されている。

【0035】

一実施形態において、内側シールド620は、内側シールド620の外側直径よりも大きい内側直径を含む放射状フランジ623を含む。放射状フランジ623は、内側シールド620の内径面に対して約90度(90°)よりも大きな角度で内側シールド620から延在する。放射状フランジ623は、内側シールド620の表面から延在する円形の隆起部であってもよく、全体的に、ペデスタル608上に配置されたカバーリング626に形成された凹部とかみ合うようになされている。凹部は、カバーリング626をペデスタル608の長手方向軸に対して中心を合わせる、カバーリング626に形成された円形の溝であってもよい。

【0036】

処理チャンバ600の誘導コイル642は、1回の巻きを有することができる。誘導コイル642は、内側シールド620のすぐ内側にあって、ペデスタル608の上方に位置決めされてもよい。誘導コイル642は、ターゲット614よりもペデスタル608に近く位置決めされてもよい。誘導コイル642は、2次スパッタリングターゲットとして働くように、タンタルなどの、ターゲット614に組成が類似する材料から形成されてもよい。誘導コイル642は、複数のコイルスペーサ640によって内側シールド620から支持される。コイルスペーサ640は、誘導コイル642を内側シールド620および他のチャンバ部品から電気的に絶縁することができる。

【0037】

誘導コイル642は、電源650に結合されてもよい。電源650は、処理チャンバ600の側壁602、外側シールド622、内側シールド620、およびコイルスペーサ640を貫く電気リード線を有することができる。電気リード線は、誘導コイル642に電力を提供するために誘導コイル642上のタブ644に接続する。タブ644は、誘導コイル642に電力を提供するための複数の絶縁された電気的接続を有することができる。加えて、タブ644は、コイルスペーサ640とインタフェースして、誘導コイル642を支持するように構成されてもよい。電源650は、誘導コイル642に電流を流して、処理チャンバ600内部にRF場を誘起し、プラズマ密度、すなわち、反応性イオンの濃度を増加させるために、プラズマに電力を結合する。

【0038】

図7は、コイルスペーサ640を有する図6に示す処理チャンバ600のためのプロセスキット700の概略上面図を表す。プロセスキット700は、内側シールド620、外側シールド622、および誘導コイル642を含む。プロセスキット700は、さらに、またはあるいは、堆積リング、カバーリング、シャドウリング、フォーカスリング、シャドウフレームなどを含む。プロセスキット700は、中心軸701を有し、この中心軸701に関して内側シールド620、外側シールド622、および誘導コイル642の中心

10

20

30

40

50

を合わせる。内側シールド 620 は、頂面 725、内側表面 722、および外側表面 724 を有し、それらのすべてが工学加工された表面の工学加工された特徴 104 を有することができる。

さらに図 6 を参照すると、内側シールド 620 の内側表面 722 は、処理チャンバ 600 の内部容積 606 に露出している。外側表面 724 は、側壁 602 および外側シールド 622 に隣接して配置されている。頂面 611 は、処理チャンバ 600 のリッド 604 に隣接して配置されている。内側シールド 620 は、内側シールド 620 を外側シールド 622 に取り付けるための下方の頂面 721 に沿って複数の締め具 723 を有する。

外側シールド 622 は、外側表面 724 に沿って配置され、内側シールド 620 の下に延在する。外側シールド 622 は、内側シールド 620 の内側表面 722 を越えて延在する内側直径 772 を有する。内側直径 772 は、内側表面 722 よりも中心軸 701 に近い。一実施形態において、内側表面 722 は、誘導コイル 642 よりも中心軸 701 に近い。

【0039】

誘導コイル 642 は、コイルスペーサ 640 によって距離 740 だけ内側シールド 620 の内側表面 722 から離間されている。コイルスペーサ 640 は、頂部 744 および底部 746 を有する。距離 740 は、頂部 744 がコイルスペーサ 640 の底部 746 からどれくらい離れているかによって決定される。すなわち、コイルスペーサ 640 の高さは、距離 740 を決定する。距離 740 は、プラズマ密度を最適化するように調整され、励磁された誘導コイル 642 がアーク放電するのを防止することができる。

コイルスペーサ 640 は、中心軸 701 のまわりに円周方向に離間されていてもよい。例えば、複数のコイルスペーサ 640 のそれぞれは、間隔 750 だけ離間されていてもよい。隣接するコイルスペーサ 640 の等距離間隔 750 によって、誘導コイル 642 の均一な支持が行われる。

【0040】

誘導コイル 642 は、第 1 の端部 708 および第 2 の端部 706 を有することができる。誘導コイル 642 は、間隙 742 が端部 706 と端部 708 との間に形成されるように、単一の巻きを有してもよい。誘導コイル 642 の端部 706、708 は、支持されてもよい。一例において、複数のコイルスペーサ 640 の第 1 のコイルスペーサ 780 は、第 1 の端部 708 に隣接する誘導コイル 642 とインタフェースすることができ、複数のコイルスペーサ 640 の第 2 のコイルスペーサ 760 は、第 2 の端部 706 に隣接する誘導コイル 642 とインタフェースすることができ、間隙 742 の近くの誘導コイルを支持することができる。あるいは、コイルスペーサ 640 は、端部 706、708 を電気的に橋絡することなく、誘導コイル 642 の両方の端部 706、708 と物理的にインタフェースするように間隙 742 をまたぐことができる。このようにして、1 つのコイルスペーサ 640 が第 1 の端部 708 および第 2 の端部 706 の両方を支持することができる。

【0041】

上で論じたように、誘導コイル 642 は、複数のコイルスペーサ 640 によって支持されてもよい。例えば、誘導コイル 642 は、誘導コイル 642 を支持するために 3 つ以上のコイルスペーサ 640 を有することができる。一実施形態において、複数のコイルスペーサ 640 の第 1 のコイルスペーサ 780 は、誘導コイル 642 に電力を提供するための電気的コネクタを有してもよい。一実施形態において、複数のコイルスペーサ 640 の第 2 のコイルスペーサ 760 は、誘導コイル 642 をグラウンドに結合するための電気的リターン経路を有してもよい。あるいは、第 1 のコイルスペーサ 780 は、第 1 のコイルスペーサ 780 を通して誘導コイル 642 に電力経路およびリターン経路の両方を提供することができる。

【0042】

表面の工学加工された特徴 104 を有するチャンバ部品 100、200 の例示的な例について、ここで、コイルスペーサ 640 に対して記載する。図 8 は、図 7 に示すコイルスペーサ 640 の断面図を表す。コイルスペーサ 640 は、カップ 840 を含むことができ

10

20

30

40

50

る。一実施形態において、コイルスペーサ 640 は、カップ 840 のみを備える。コイルスペーサ 640 は、任意選択で少なくとも 1 つのタブレセプタ 842 を含んでもよい。締め具 846 を利用して、タブレセプタ 842 およびカップ 840 を一緒に保持して、コイルスペーサ 640 を形成することができる。さらに別の実施形態では、タブレセプタ 842 および締め具 846 は、コイルスペーサ 640 のアセンブリにおいて単一部材に一体化されてもよい。

【0043】

カップ 840 は、頂部部分 862 および底部部分 860 を有する。底部部分 860 は、内側シールド 620 の内側表面 722 に近接して配置されてもよい。カップ 840、タブレセプタ 842、および締め具 846 は、一緒に取り付けられ、コイルスペーサ 640 を内側シールド 620 に固定することができる。一実施形態において、カップ 840 の底部部分 860 は、内側シールド 620 の内側表面 722 の開口部 820 に近接して配置される。別の実施形態では、カップ 840 の底部部分 860 は、内側シールド 620 の内側表面 722 に近接して配置される。例えば、開口部 820 は、その中を貫いて延在するカップ 840、タブレセプタ 842、または締め具 846 のうちの 1 つを有してもよい。別の実施形態では、内側シールド 620 は、カップ 840 の相補的な特徴と嵌合する特徴（図示せず）を有し、コイルスペーサ 640 を位置決めするおよび／または内側シールド 620 に固定することができる。例えば、コイルスペーサ 640 は、ねじ山、フェルール、テープ、またはコイルスペーサ 640 を内側シールド 620 に取り付けるのに適した他の構造を有してもよい。あるいは、底部部分 860 は、エポキシまたは他の接着剤などによって内側表面 722 に接着されてもよい。

【0044】

タブレセプタ 842 は、カップ 840 を内側シールド 620 に取り付けるためのバックニングまたは構造部材として働くことができる。加えて、タブレセプタ 842 または締め具 846 は、誘導コイル 642 のタブ 644 とインタフェースすることができる。タブレセプタ 842 は、タブ 644 上のそれぞれの相補的なタブ特徴 818 と継手または接続を形成するための受入れ特徴 844 有してもよい。一実施形態において、特徴 844、818 は、係合して、誘導コイル 642 を支持するためのタブ 644 とコイルスペーサ 640 との間の構造的な接続を形成する。特徴 844、818 は、フィンガー継手、テープ継手、または誘導コイル 642 を支持するのに適した、タブ 644 とコイルスペーサ 640 との結合を形成するための他の適切な構造であってもよい。一部の実施形態では、特徴 844、816 は、前述の電気的接続の一部を形成してもよい。

【0045】

コイルスペーサ 640 のうちの 1 つまたは複数（図 7 に示す複数のコイルスペーサ 640 の第 1 のコイルスペーサ 780 など）は、その中を貫いて延在する電気的経路 884 を有することができる。電気的経路 884 は、誘導コイル 642 を励磁するために、誘導コイル 642 上のタブ 644 と電源 650 との間の電気的接続を提供することができる。あるいは、コイルスペーサ 640 は、電気的経路を提供しなくてもよく、誘導コイル 642 を励磁するための電力は、コイルスペーサ 640 の 1 つを通過することなく、別のやり方で提供される。電気的経路 884 は、電気信号を伝達するための導電性経路であってもよい。あるいは、電気的経路 884 は、電源 650 と誘導コイル 642 のタブ 644 との間の電気的接続のアクセスのしやすさを提供するボイドまたは空間であってもよい。

【0046】

カップ 840 は、セラミックなどの熱絶縁性材料から形成されてもよい。加えて、またはあるいは、カップ 840 は、電気絶縁性材料から形成されてもよい。あるいは、それでもなお、カップ 840 は、ステンレス鋼などの金属から形成されてもよい。カップ 840 は、誘導コイル 642 を内側シールド 620 から電気的に絶縁することができる。カップ 840 は、開口部 872 を有してもよい。開口部 872 は、タブ 644 を受け入れるように構成されてもよい。開口部 872 は、頂部部分 862 に配置され、底部部分 860 に向かって延在することができる。一実施形態において、開口部 872 は、円形のプロファイ

10

20

30

40

50

ルを有し、円形のタブ 644 を受け入れるように構成される。別の実施形態では、開口部 872 は、相補的な嵌合形状を有するタブ 644 を受け入れるように成形されている。

コイルスペーサ 640 のカップ 840 は、接着を促進し、処理チャンバー 600 の動作中に堆積した材料の剥離を最小限にするように構成された表面を有することができる。図 9 ~ 図 11 は、堆積した材料の剥離を抑制するように構成されたコイルスペーサ 640 のカップに対する様々な配置を示す。図 9 は、カップ 900 として示されるカップ 840 の一実施形態の断面図を表す。図 10 は、カップ 1000 として示されるカップ 840 の一実施形態の断面図を表す。図 11 は、カップ 1100 として示されるカップ 840 のさらに別の実施形態の断面図を表す。

【0047】

一部の実施形態では、コイルスペーサ 640 は、3D 印刷などの付加製造方法を使用して形成されてもよい。コイルスペーサ 640 のカップ 840、900、1000、1100 は、カップ 840、900、1000、1100 を、例えば、単一のモノリシック構造へと溶融される多層の材料を連続して堆積させることにより形成する 3D 印刷プロセスを使用して製造されてもよい。カップ 840、900、1000、1100 を 3D 印刷するのに適した技法は、他の技法の中でもとりわけ、指向性エネルギー堆積、粉末床溶融結合、またはシート積層を一般に含むことができる。例えば、ポリジェット 3D 技法は、16 μm (0.0006) 程度の薄い層による層付加技術である。ポリジェット迅速プロトタイピングプロセスは、UV 硬化性材料と組み合わせた高分解能インクジェット技術を使用して、カップ 840、900、1000、1100 に極めて詳細で正確な層または表面仕上げを生成する。別の例では、3D プリンターは、溶融堆積モデリング (FDM) を使用して、材料を付加的に層状に積む。コイルカップ材料のフィラメントまたはワイヤが、コイルからほどかれ、一緒に溶融されてカップ 840、900、1000、1100 を生成する。さらに別の例では、3D プリンターは、結合剤を粉末床にインクジェットする。この技法は「結合剤噴射」または「ドロップオンパウダー (drop-on-powder)」として知られている。粉末床は、カップ 840、900、1000、1100 の特徴および特性を生成するために添加剤ならびに基材を含むことがある。

【0048】

インクジェットの印刷ヘッドは、粉末の床を横切って移動し、選択的に液体の結合剤を堆積させる。粉末の薄い層が、完成した部分全体にわたって広げられ、このプロセスが、各層が最後の層に接着することで繰り返される。別の例では、カップ 840、900、1000、1100 は、選択的なレーザ焼結を使用して 3D 印刷されてもよい。レーザまたは他の適切な電源が、3D モデルによって規定された粉末中の点にレーザを自動的に向けることによって、粉末剤を焼結させる。レーザは、材料を一緒に結合して、固いモノリシック構造を生成する。ある層が完成すると、構築プラットフォームが下方に移動し、材料の新しい層を焼結させて、カップ 840、900、1000、1100 の次の断面 (または層) を形成する。このプロセスを繰り返すことによって、カップ 840、900、1000、1100 が一度に 1 層ずつ構築される。選択的レーザ溶解 (SLM) は、類似の概念を使用するが、SLM では、材料は、焼結ではなく完全に溶解されて、異なる結晶構造、他の特性の中でもとりわけ、多孔性を可能とする。

【0049】

別の例では、カップ 840、900、1000、1100 は、シート積層を使用して生成される。カップ 840、900、1000、1100 は、材料のシートを相互に層状に積み重ね、それらのシートを一緒に結合することによって製造され得る。次いで、3D プリンターは、カップ 840、900、1000、1100 の輪郭を、結合された材料のシートにスライスする。このプロセスを繰り返すことによって、一度に 1 層ずつカップ 840、900、1000、1100 を構築して、モノリシック構造を形成する。さらに別の例では、カップ 840、900、1000、1100 は、指向性エネルギー堆積 (DEP) を使用して生成される。DEP は、集束させた熱エネルギーを使用して、材料を溶かすことによって材料を溶融する付加製造プロセスである。材料は、電子ビームによって生成

10

20

30

40

50

される溶融池に供給されてもよく、次いで、この電子ビームがコンピュータによって誘導されて、構築プラットフォーム上にカップ840、900、1000、1100の層を形成するように動き回り、モノリシック構造を形成する。例示的な技法は、他の3D印刷技法と同様に、カップ840、900、1000、1100を3D印刷するのに適していることを認識されたい。

【0050】

コイルスペーサ640の表面テクスチャまたは他の特徴を生成するために基材に添加物が組み込まれていてもよいことを認識されたい。例えば、添加物を使用して、プラズマ処理中に堆積した材料のより良好な接着のためにカップ840、900、1000、1100の表面に多孔性を生成することができる。添加物は、カップ840、900、1000、1100の全体にわたって基材内で均質の濃度を有していても、または有していないてもよい。添加物は、カップ840、900、1000、1100の異なる領域で濃度が徐々に変化してもよい。例えば、添加物は、カップ840、900、1000、1100を横切ってエッジ対中心の関係において濃度が徐々に減少または増加してもよい。したがって、添加物は、カップ840、900、1000、1100の最終面で、またはその最終面の近くでより大きな濃度を有することができる。

【0051】

細孔または表面特徴は、インクジェットバブルなどの添加物、発泡UV硬化性特徴、反応性噴射、または細孔を生成するための他の技法を使用して、カップ840、900、1000、1100の表面上に形成されてもよい。カップ840、900、1000、1100の多孔性は、粘着性配合物を迅速に混合し、続いて直ちにUV硬化させて気泡を適所にトラップすることによって、最終の硬化材料内で実現され得る。代替として、(窒素などの)不活性ガスの小さなバブルを添加物として使用して、配合物に導入し、混合し、直ちに硬化させてもよい。また、細孔は、ポリエチレンゴリコール(PEG)、ポリエチレン酸化物(PEO)、直径が約5nm~50μmの中空微粒子または微小球、例えば、ゼラチン、キトサン、Si₃N₄、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、メソ多孔性ナノ粒子、カルボキシルメチルセルロース(CMC)、マクロ多孔性ヒドロゲル、およびエマルジョン微小球などのポロゲンを添加することによって実現されてもよい。代替として、リーチング技法が共ポロゲンとして塩微粒子(NaCl)とPEGとを組み合わせることによって用いられてもよく、その後に塩を浸出させて細孔を形成する。

【0052】

また、多孔性は、(例えば、光酸発生剤の助けを借りて)ガスおよび泡立ちを生成するUV活性核種を加えることによって、例えば、2,2'-アゾビスイソブチロニトリル(AIBN)のような熱開始剤を追加することによって実現することができ、UVにさらされると、架橋の発熱反応によってUV硬化性配合物が加熱され、これによってAIBNが活性化され、このことが、また、硬化プロセス中にトラップされて、後に細孔を残すN₂ガスを生成する。あるいは、UV硬化性ポリウレタンアクリレート(PUA)は、微小孔を生成するための中空ナノ粒子を有することができる。

【0053】

カップ900、1000、1100は、本体922を有する。本体922は、3D印刷によるような一体型の構造であってもよく、内側表面972および外側表面942を有する。内側表面972は、開口部872に隣接して配置される。内側表面972と外側表面942とは、カップ900、1000、1100の頂部部分862に外側リップ962を形成するように離間されてもよい。外側リップ962は、最小限の応力で誘導コイル642をしっかりと支持するように構成されてもよい。外側リップ962は、熱放散を促進するようにサイズが調整されてもよい。例えば、より大きな、すなわち、より厚い外側リップ962は、より多くの質量を有し、より薄いリップよりも良好に熱を放散する。外側リップ962は、より良好な熱性能のために、約2mm~約8mm、例えば、約5mmの厚さ924を有してもよい。カップ900、1000、1100は、同様の条件下で、および同様の温度で、処理チャンバ内で動作することができるが、それぞれのカップ90

10

20

30

40

50

0、1000、1100の最大動作温度は、カップ900、1000、1100の特性および形状寸法、例えば、外側リップ962の形状および厚さによって影響を受ける。一実施形態のカップは、同一の温度プロセスの下で同一の処理チャンバ内で使用されたときに、他の実施形態によるカップの最高温度を超える最高温度を有することができる。

【0054】

カップ900、1000、1100は、外側表面942上に実質的に同一の表面積を有してもよい。例えば、外側表面942は、約9.000平方インチ(in^2)～約9.500平方インチ(in^2)の表面積を有してもよい。一実施形態において、カップ900、1000、1100は、約4.2388 in^2 の外側表面上の表面積を有する。容積および重量などの他のパラメータは、カップ900、1000、1100に対して実質的に異なっていてもよく、カップ900、1000、1100のそれぞれの実施形態に関して以下で個々に論じることを認識されたい。

10

【0055】

カップ900、1000、1100は、中心線975を中心として対称的に示されているが、カップ900、1000、1100は、形状が不規則であっても、または非対称であってもよい。カップ900、1000、1100の開口部876は、カップ900、1000、1100の頂部部分862を貫いて延在する。一実施形態において、開口部876は、中心線975を中心とする(図9で破線976によってのみ示されている)円筒状突出部によって記述されてもよい。開口部876は、カップ900、1000、1100を貫いて内側リップ971まで延在する。内側リップ971は、中心線975に向かってカップ900、1000、1100の底部開口部946まで延在する。底部開口部946は、処理チャンバ600の内側シールド620とインタフェースするように構成されてもよい。また、底部開口部946は、処理チャンバ600と誘導コイル642との間に電気的または他の接続を提供するように構成されてもよい。例えば、誘導コイル642は、誘導コイル642を励磁するために底部開口部946を通じてRF電源650に通じる電力リード線を有することができる。

20

【0056】

外側表面942は、その上にカップ900、1000、1100に対する接着を促進する表面特徴990を形成することができる。同様に、内側表面972は、その上に表面特徴990を形成することができる。表面972、942上に形成された特徴990は、実質的に同様であってもよい。表面972、942上に形成された表面特徴990は、堆積した材料の膜接着を促進するために、(表面ブラスターによって生成されるミクロレベルの粗さのランダムな山および谷とは対照的に)表面972、942のマクロレベルの表面輪郭を乱す工学加工された表面構造を生成する、凹部、突部、または混合された凹突部の所定の繰返しパターンであってもよい。あるいは、表面特徴990の形状寸法は、異なる表面972、942上および/または表面972、942の1つまたは複数にわたって異なってもよい。表面特徴990は、表面特徴990のパターンがいずれの表面972、942上でも異なってもよいように、局所的なパターンで形成されてもよい。また、表面特徴990は、表面972、942全体にわたる表面特徴990の類似性が識別できないような不規則なパターンまたは形状を有してもよい。表面特徴990は、堆積材料の接着を促進するマクロのテクスチャ加工領域を提供することができる。プラズマ処理中に、堆積材料は、外側表面942上に形成された表面特徴990に容易に接着することができる。堆積材料は、カップ900の内側表面972上に形成された表面特徴990に同様に容易に接着することができる。表面特徴990は、カップ900、1000、1100の表面積を増加させるようにさらに構成されてもよい。表面積の増加は、処理中の膜接着を向上させるのに役立つ。したがって、特徴990は、接着を促進し、接着した材料の剥離、および処理チャンバの汚染の可能性を軽減する。

30

【0057】

表面特徴990は、3D印刷プロセス中に形成される細孔によって生成されるようなボイドであってもよい。表面特徴990は、小さなトロイドのパターン、チェーンメール、

40

50

スケール、リップル、卵ケースのような、または膜接着を強化するための他の適切なテクスチャなどのテクスチャであってもよい。また、特徴990は、ぎざぎざのあるダイヤモンド形状、最密形状、凹み、溝、突部、正弦波状プロファイル、またはカップ900、1000、1100の表面積を増加させるための構造を生成する他の適切なマクロレベルのテクスチャを含んでもよい。表面特徴990は、カップ900、1000、1100の頂部部分862上に同様に印刷されてもよい。頂部部分862は、表面積を増加させて、接着を促進するために、正弦波状プロファイルなどの表面プロファイルを有してもよい。

【0058】

図9に目を向けると、カップ900は、開口部872を越えて延在するボイド954を有する。カップ900の頂部部分862の開口部872は、破線976によって示すように下方へ内側リップ971まで延在する。内部ボイド954は、破線976から内側表面972の下方部分973まで延在する。ボイド954は、内側リップ971に隣接する突部980から内側表面972の下方部分973まで延在するカップ900の底面952によって境界が定められる。突部980は、頂面982、内側表面981、および外側表面983を有する。外側表面983は、底面952に近接する。内側表面981は、内側表面972、981が破線976によって示す円筒状突出部と位置合わせされるように、内側表面972と重要なことには位置合わせされてもよい。頂面982、内側表面981、および外側表面983は、堆積膜の接着を促進するためにそれらの上に形成された表面特徴990を有することができる。

【0059】

カップ900の本体922は、壁987を有する。壁987は、壁987の内側表面972と外側表面942との間の距離によって規定された厚さを有する。一実施形態において、壁987の厚さは、実質的に均一である。すなわち、外側リップ962の厚さ924は、カップ900の壁987のプロファイル全体にわたって実質的に同一である。別の実施形態では、壁987は、均一でない厚さを有する。例えば、外側リップ962の厚さ924は、壁987の底部部分860の厚さ925よりも大きくてもよい。

【0060】

一実施形態において、カップ900の本体922は、ステンレス鋼または他の適切な材料から形成されてもよい。カップ900は、熱均一性を促進し、したがって、カップ900に接着した材料の応力を低減するように構成されてもよく、それによって、望ましくは、接着した材料の剥離を軽減する。カップ900の熱質量または熱放散特性は、カップ900の頂部部分862と底部部分860との間の温度勾配を低減させることができる。

【0061】

図10に目を向けると、カップ1000は、開口部872を越えて延在するキャビティ1045を有する。キャビティ1045は、頂面1061、底面1062、および内部壁1063を有することができる。頂面1061および底面1062は、内部壁1063から開口部872までの、表面1061、1062の距離によって規定された深さ1047を有することができる。内部壁1063は、頂面1061と底面1062との間の距離によって規定された高さ1046を有することができる。内部壁1063とともに、頂面1061および底面1062は、キャビティ1045の範囲を実質的に記述する。一実施形態において、キャビティ1045は、実質的に矩形の側面プロファイルを有する。別の実施形態では、キャビティ1045は、頂面1061および底面1062が交差し、内部壁1063がない三角形の側面プロファイルを有してもよい。さらに別の実施形態では、キャビティ1045は、頂面1061の深さが底面1062の深さと同じでない実質的に台形の側面プロファイルを有してもよい。キャビティ1045の形状およびサイズは、カップ1000の熱質量および熱放散特性を達成するように選択されてもよいことを認識されたい。

カップ1000の本体922は、ステンレス鋼または他の適切な材料から形成されてもよい。カップ1000は、堆積した材料の接着を促進するためにその上に形成された表面特徴990を有する付加製造によって形成されてもよい。

10

20

30

40

50

【0062】

図11に目を向けると、カップ1100は、フィン1150を有する。凹み1151がフィン1150間に画成されている。フィン1150は、所望の伝熱速度を実現するよう10に調整することができる幅1052を有してもよい。凹み1151は、フィン1150の数およびフィンの幅1052によって決定される幅1054を有することができる。一実施形態において、カップ1100は、8つの等間隔のフィン1150を有することができる。あるいは、カップ1100は、約4～18の等間隔のフィン1150、例えば、12のフィンまたは8つのフィンを有することができる。カップ1100は、約2mm～約8mmの、例えば、約5mmの、誘導コイル642の近くのフランジ壁厚1110をさらに有することができる。フィン1150およびフランジ壁厚1110は、カップ1100全体にわたる温度差を低減させるのに役立つ。カップ1100のためのフィン1150は、より速く熱を逃がし、それによって、カップ1100をフィンのないカップ1000と比べて、より低い温度に維持することが可能となる。フィン1150の幅1052は、カップ1100の温度を下げる役割を果たす。例えば、約2mmの幅1052を有する8つのフィン1150を有するカップは、約3mmの幅1052を有する8つのフィン1150を有するカップよりもわずかに高い温度を有してもよい。したがって、フィン1150の幅1052を増加させることによって、処理チャンバの動作中にカップ1100が受け10る温度を下げることができる。

【0063】

カップ1100は、3D印刷などの印刷によって、ステンレス鋼または他の適切な材料から形成されてもよい。カップ1100用のステンレス鋼材によって、カップ1100は、動作中にカップ1100が受ける最高温度をかなり超える温度を受けることが可能となる。カップ1100は、内側シールド上でカップ1100を適所に保持するための2つ以上の締め具を有することができる。締め具の数は、カップ1100と内側シールドとの間の熱伝導率を改善するために増やされてもよい。

一実施形態において、カップ1100は、8つのフィンおよび約5mmのフランジ壁厚1110を有する。カップ1100は、堆積した材料の接着を促進するために、フィン1150および凹み1151を含む表面上に形成された特徴990を有する付加製造によって形成されてもよい。カップ1100は、熱均一性を促進し、したがって、応力を低減させるように構成され、接着した材料の剥離を軽減することができる。カップ1100の熱質量および熱放散特性は、カップ1100の頂部部分862と底部部分860との間の温度勾配を低減させることができる。

【0064】

さらに別の実施形態では、カップ1100は、12のフィンおよび約2mmのフランジ壁厚1110を有する。別の実施形態では、カップ1100は、12のフィンおよび約5mmのフランジ壁厚1110を有する。さらに別の実施形態では、カップ1100は、12のフィンおよび約7mmのフランジ壁厚1110を有する。

コイルスペーサ640のためのカップなどのチャンバ部品を3D印刷することによって、チャンバ部品上の堆積材料、すなわち、膜の接着を促進する表面特徴990の追加が容易に可能となるのが有利である。また、チャンバ部品を3D印刷することによって、より低い動作温度を促進し、結果としてカップ840内部のより低い温度勾配をもたらす、カップ840内に示されるボイド954、キャビティ1045、およびフィン1150などの内部特徴を形成することができる。より低い温度勾配は、堆積した材料の膜応力を低減させて、膜剥離の発生を低減させる。したがって、チャンバ部品上の特徴は、膜剥離による処理環境内へ導入される微粒子の低減、および処理チャンバの洗浄と保守との間の頻度または平均時間の低減を促進する。

【0065】

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、考案されてもよく、本開示の範囲は、以下の特許請求の範囲によって決定される。

10

20

30

40

50

【図 1 A】

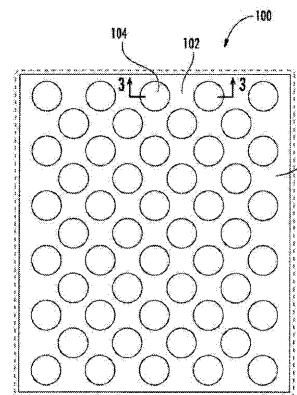


FIG. 1A

【図 2】

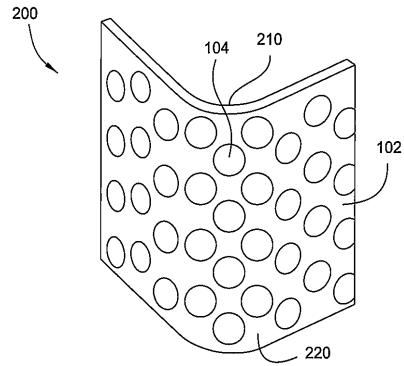


FIG. 2

【図 1 B】

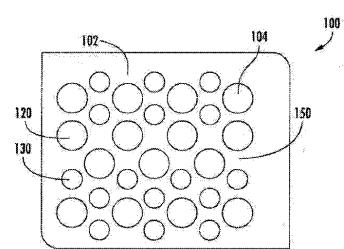


FIG. 1B

【図 3】

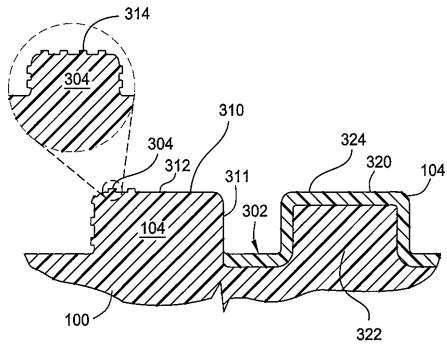


FIG. 3

【図 4 A】

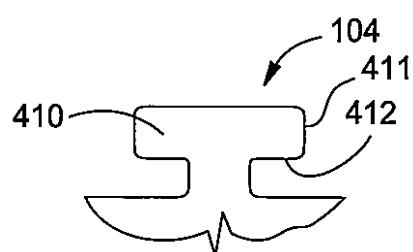


FIG. 4A

【図 4 B】

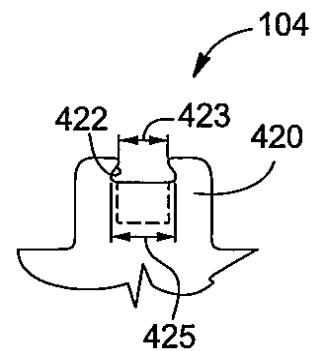


FIG. 4B

【図 4 C】

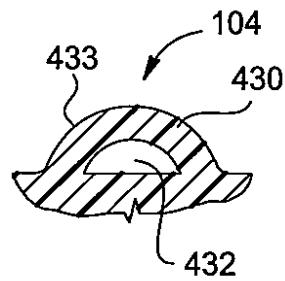
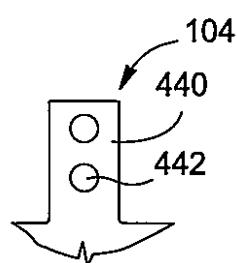


FIG. 4C

【図 4 D】



【図 4 E】

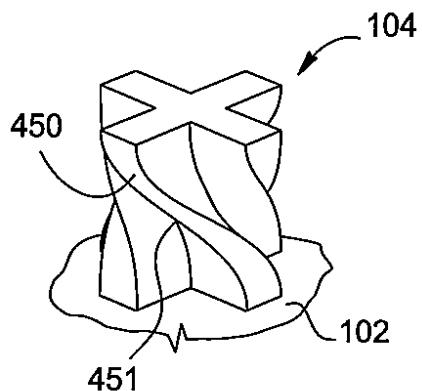


FIG. 4E

FIG. 4D

【図 4 F】

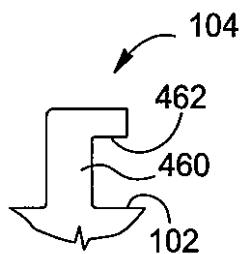


FIG. 4F

【図 5】

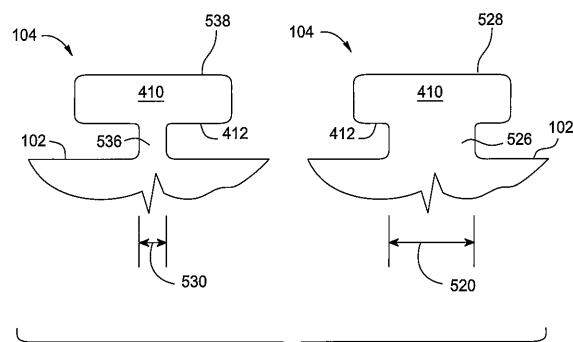


FIG. 5

【図 6】

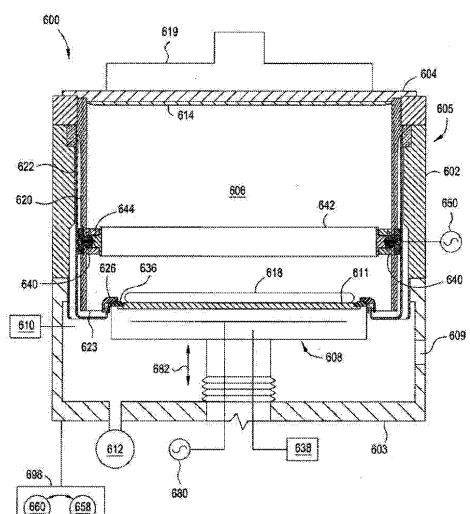


FIG. 6

【図7】

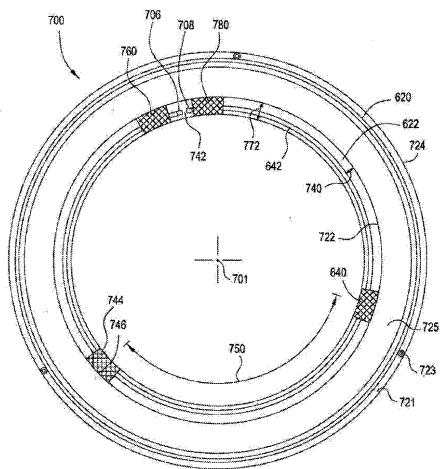


FIG. 7

【図8】

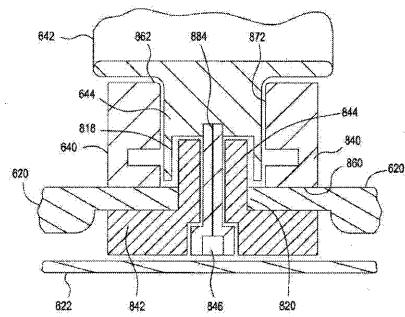


FIG. 8

【図9】

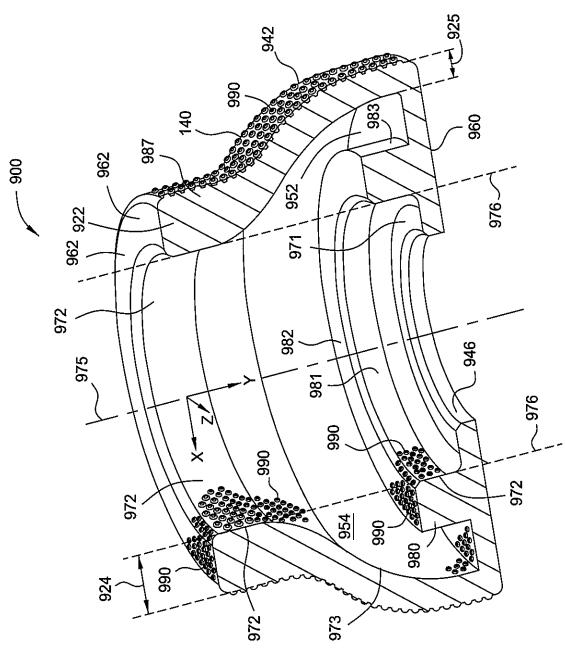


FIG. 9

【図10】

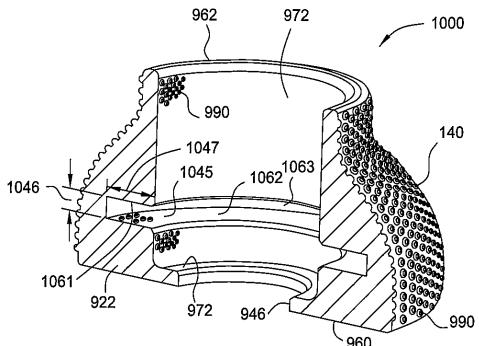


FIG. 10

【図11】

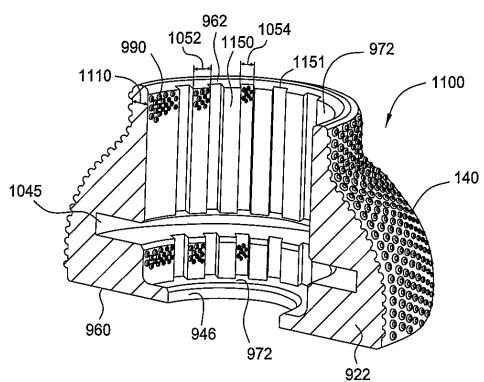


FIG. 11

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 ナレンドルナス カドサラ アール
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95148 サンノゼ スロープビュー ドライヴ 368
6
(72)発明者 ラジ ゴヴィンダ
インド 560040 バンガロール ヴィジャイナガル カヴェリー レイアウト ファースト
ビー メイン マルス アパートメント エス 204
(72)発明者 吉留 剛一
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94608 エメリーヴィル パーク アベニュー 150
0 #119
(72)発明者 ヴァサンサ ボパンナ イチェッティラ
インド 560020 バンガロール クマーラ パーク ウエスト フォース ブロック サー
ド クロス #15
(72)発明者 ケルカー ウメシュ エム
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95051 サンタクララ ポメロイ アベニュー 957

審査官 手島 理

(56)参考文献 特表2001-509214 (JP, A)
特表2014-518590 (JP, A)
特開2005-039279 (JP, A)
特開2007-027707 (JP, A)
米国特許出願公開第2004/0206804 (US, A1)
特表2005-538257 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 18/00 - 20/08
C23C 14/00 - 14/58