

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7628954号  
(P7628954)

(45)発行日 令和7年2月12日(2025.2.12)

(24)登録日 令和7年2月3日(2025.2.3)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 21/3065(2006.01)	H 0 1 L 21/302 1 0 1 G
H 0 1 L 21/31 (2006.01)	H 0 1 L 21/31 C
C 2 3 C 16/44 (2006.01)	C 2 3 C 16/44 B

請求項の数 10 (全39頁)

(21)出願番号 特願2021-549249(P2021-549249)	(73)特許権者 592010081 ラム リサーチ コーポレーション L A M R E S E A R C H C O R P O R A T I O N アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 5 3 8 , フレモント, クッシング パー クウェイ 4 6 5 0
(86)(22)出願日 令和2年2月5日(2020.2.5)	(74)代理人 110000028 弁理士法人明成国際特許事務所
(65)公表番号 特表2022-521291(P2022-521291 A)	(72)発明者 ベン・ゴードン・ウェン - イン アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 8 フレモント, クッシング・パー クウェイ, 4 6 5 0
(43)公表日 令和4年4月6日(2022.4.6)	(72)発明者 ラドシア・エイドリアン アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4
(86)国際出願番号 PCT/US2020/016883	最終頁に続く
(87)国際公開番号 WO2020/171958	
(87)国際公開日 令和2年8月27日(2020.8.27)	
審査請求日 令和4年12月20日(2022.12.20)	
(31)優先権主張番号 62/808,509	
(32)優先日 平成31年2月21日(2019.2.21)	
(33)優先権主張国・地域又は機関 米国(US)	

(54)【発明の名称】 陽極酸化およびコーティングされた表面の巨視的なテクスチャ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ処理チャンバ用の消耗部品であって、  
前記消耗部品のプラズマ対向面と、  
前記消耗部品の前記プラズマ対向面に形成された工学表面と、  
前記工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャであって、前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、所定のパターンで配置され、前記複数の隆起したフィーチャの各々は、外縁および側壁を有する上部領域を含み、前記複数の隆起したフィーチャのうちの少なくとも一部は、さらに、皮膜の密着性を強化するように構成されたテクスチャ表面を有する、複数の隆起したフィーチャと、  
前記複数の隆起したフィーチャの各々を取り囲む前記工学表面の基底面であって、対応する隆起したフィーチャの対応する側壁が前記基底面から対応する上部領域に向かってある角度で均一に上に延びるようになっている前記工学表面の基底面と  
を備え、  
前記消耗部品は、前記プラズマ処理チャンバに設置されるように構成され、  
前記消耗部品は、プラズマおよび前記プラズマの副生成物に曝露されるように構成され、  
前記対応する隆起したフィーチャの中心軸と、前記対応する側壁との間に画定される前記角度は、15度から80度までの間である、  
消耗部品。

【請求項2】

請求項 1 に記載の消耗部品であって、

前記複数の隆起したフィーチャ上に形成された非共形皮膜を更に備える、消耗部品。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の消耗部品であって、

前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、前記基底面を基準に対応する隆起したフィーチャの高さが 0 . 2 mm ~ 3 mm までの範囲を有する巨視的なものである、消耗部品。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の消耗部品であって、

前記工学表面上に形成される陽極酸化層と、

前記陽極酸化層の上に形成される熱溶射皮膜と

をさらに備え、

前記複数の隆起したフィーチャは、前記熱溶射皮膜の前記陽極酸化層への密着性を強化するように構成される、消耗部品。

10

【請求項 5】

請求項 1 に記載の消耗部品であって、

前記消耗部品は、

前記プラズマ処理チャンバの内壁を保護するように構成されたライナー、または

1 つまたは複数の C シュラウド部分、または

1 つまたは複数のプラズマ閉じ込めリング部分、または

フォーカスリング、または

エッジリング、または

静電半導体ウエハクランプ / チャッキングシステム、または

上部電極、または

誘導結合プラズマ用の誘電体窓、または

下部電極

のうちの 1 つを備える、消耗部品。

20

【請求項 6】

請求項 1 に記載の消耗部品であって、

前記画定されたパターンは、第 1 のゾーンおよび第 2 のゾーンを含み、

前記第 1 のゾーンは、第 1 のサブパターンに配置された第 1 のセットの隆起したフィーチャを含み、

前記第 2 のゾーンは、第 2 のサブパターンに配置された第 2 のセットの隆起したフィーチャを含む、消耗部品。

30

【請求項 7】

請求項 1 に記載の消耗部品であって、

前記消耗部品の前記プラズマ対向面は、導電性材料または誘電性材料である、消耗部品。

【請求項 8】

ウエハを処理するためのプラズマ処理チャンバであって、

前記ウエハを支持するように構成された下部電極と、

前記下部電極の上に位置する上部電極と、

請求項 1 に記載された前記消耗部品と、

を備えるプラズマ処理チャンバ。

40

【請求項 9】

請求項 8 に記載のプラズマ処理チャンバであって、

前記消耗部品は、

前記プラズマ処理チャンバの内壁を保護するように構成されたライナー、または

1 つまたは複数の C シュラウド部分、または

1 つまたは複数のプラズマ閉じ込めリング部分、または

フォーカスリング、または

50

エッジリング、または  
静電半導体ウエハランプ/チャッキングシステム、または  
上部電極、または  
誘導結合プラズマ用の誘電体窓、または  
下部電極  
のうちの1つを備える、プラズマ処理チャンバ。

【請求項10】

請求項8に記載のプラズマ処理チャンバであって、  
前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、前記基底面を基準に対応する隆起した  
フィーチャの高さが0.2mm~3mmまでの範囲を有するものであり、  
前記消耗部品の前記プラズマ対向面は、導電性材料または誘電性材料である、  
ことをさらに含む、プラズマ処理チャンバ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、半導体基板処理装置ツールに関し、より詳細には、処理装置の消耗部品  
に施される改良されたコーティングに関する。

【背景技術】

【0002】

プラズマチャンバなどの半導体処理システムでは、プラズマチャンバ内でコーティング  
された部品は一般に、グリットブラストされ、ランダムな微細なフィーチャを生成し、密  
着性を向上させたアルミニウム表面を特徴とする。次に、表面は、陽極酸化され、プラズ  
マ溶射によって耐プラズマ性溶射皮膜で被覆される。表面の仕上げは、溶射皮膜の密着力  
および耐久性を左右する重要なものである。しかしながら、グリットブラストによって表  
面を微細な粗さとすると、その後には付着した層に十分な密着性が与えられない。例えば、  
溶射皮膜の主な故障モードは、下層にある陽極酸化皮膜からの層間剥離によって起こる。  
層間剥離は、表面の連続性が絶たれることにより、溶射皮膜に亀裂の伝播を促す表面移行  
領域（例えば、角、縁など）の近くでより頻繁に発生する可能性がある。皮膜が剥離し始め  
ると、破損した溶射皮膜および露出した陽極酸化アルミニウムにより、ウエハ上に金属汚  
染および粒子欠陥が発生するため、部品は使用できなくなる。一般に、故障/使用済部品  
は、チャンバ内の性能を回復するために改修を行わなければならない。もしくは交換用の  
部品を発注しなければならず、半導体処理システムにおける運用コストが増す。

20

30

【0003】

また、ウエハプロセスの副生成物が、半導体処理システムの表面に付着する  
場合がある。例えば、副生成物は、エッチングチャンバにて行われるウエハまたはその他の任意の材  
料のエッチングプロセス中に生成され、その後、半導体処理システムの構成要素に付着す  
る場合がある。副生成物は、半導体処理システムの表面にしっかりと付着しないため、そ  
れらの副生成物は後に、後続のウエハ処理工程を受けてそれらの表面から除去されるおよ  
び/または落とされ、ウエハ表面上に堆積する場合がある。一事例では、それらの副生成  
物がウエハ表面上に付着すると、ウエハ表面の少なくとも一部の汚染につながる。汚染の  
程度に応じて、ウエハの一部または全部が欠陥となる場合があり、ウエハ表面が損傷する  
と、ウエハ処理によって形成されるチップの欠陥につながる場合がある。別の事例では、  
副生成物は、静電チャックに付着する場合があり、副生成物が非導電性材料であるとき、  
静電チャックがウエハをチャックおよび/または保持できなくなる場合がある。

40

【0004】

本明細書にて提供される背景の説明は、本開示の内容を概ね提示することを目的とする。  
この背景技術のセクションで説明される範囲内における、現時点で名前を挙げられてい  
る発明者らによる研究、ならびに出願の時点で先行技術として別途みなされ得ない説明の  
態様は、明示または暗示を問わず、本開示に対抗する先行技術として認められない。

【0005】

50

本開示の実施形態は、この状況下でなされたものである。

【発明の概要】

【0006】

本実施形態は、関連技術において見られる1つまたは複数の問題を解決することに関し、具体的には、消耗部品のプラズマ対向面の巨視的なテクスチャを含み、プラズマ対向面の表面積を増加させ、それにより、追加の結合部位を生成することによって、追加層の密着性を強化する。本開示のいくつかの発明の実施形態を以下に説明する。

【0007】

本開示の実施形態は、プラズマ処理チャンバ用の消耗部品を含む。消耗部品は、プラズマ対向面を含む。工学表面は、消耗部品のプラズマ対向面に形成される。複数の隆起したフィーチャは、工学表面を画定する。複数の隆起したフィーチャは、所定のパターンで配置される。複数の隆起したフィーチャの各々は、外縁および側壁を有する上部領域を含む。工学表面の基底面は、複数の隆起したフィーチャの各々を取り囲み、対応する隆起したフィーチャの対応する側壁が基底面から対応する上部領域に向かってある角度で上に延びるようになっている。消耗部品は、プラズマ処理チャンバ内に設置されるように構成される。消耗部品は、プラズマおよびプラズマの副生成物に曝露されるように構成される。

10

【0008】

本開示の他の実施形態は、プラズマ処理チャンバ内に設置されるように構成された消耗部品の工学表面を構築するための方法を含む。前記方法は、ステンシルを用いて消耗部品のプラズマ対向面をマスキングすることを含み、ステンシルは、プラズマ対向面へのアクセスを設ける開口部のパターンを含む。前記方法は、ステンシルを介してプラズマ対向面をプラストメディアで識別してプラストし、工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャを生成し、工学表面がプラズマ対向面に形成されることを含む。複数の隆起したフィーチャは、工学表面にわたって所定のパターンで配置される。複数の隆起したフィーチャの各々は、外縁および側壁を有する上部領域を含む。工学表面の基底面は、複数の隆起したフィーチャの各々を取り囲み、対応する隆起したフィーチャの対応する側壁が基底面から対応する上部領域に向かってある角度で上に延びるようになっている。消耗部品は、プラズマおよびプラズマの副生成物に曝露されるように構成される。

20

【0009】

本開示の別の実施形態では、ウエハを支持するように構成された下部電極と、下部電極の上に位置する上部電極と、消耗部品とを含む、ウエハを処理するためのプラズマ処理チャンバを含む。消耗部品は、プラズマ対向面を含む。工学表面は、消耗部品のプラズマ対向面に形成される。複数の隆起したフィーチャは、工学表面を画定し、複数の隆起したフィーチャは、所定のパターンで配置され、複数の隆起したフィーチャの各々は、外縁および側壁を有する上部領域を含む。工学表面の基底面は、複数の隆起したフィーチャの各々を取り囲み、対応する隆起したフィーチャの対応する側壁は、基底面から対応する上部領域に向かってある角度で上に延びるようになっている。消耗部品は、プラズマ処理チャンバ内に設置されるように構成される。消耗部品は、プラズマおよびプラズマの副生成物に曝露されるように構成される。

30

【0010】

これらの利点およびその他の利点は、明細書および特許請求の範囲全体を読めば、当業者であれば理解できるであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

本実施形態は、添付の図面と併せて以下の説明を参照することにより最も理解され得る。

【0012】

【図1A】図1Aは、本開示の一実施形態に従って、追加の結合部位によって追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするために、プラズマ対向面の表面積を増加させるように設計された巨視的なテクスチャを有する工学表面を含む、少なくとも1つの消耗部品を含む例示的なプラズマ体積閉じ込めエッチングチャンバを示す。

50

## 【 0 0 1 3 】

【図 1 B】図 1 B は、本開示の一実施形態に従って、追加の結合部位によって追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするために、プラズマ対向面の表面積を増加させるように設計された巨視的なテクスチャを有する工学表面を含む、少なくとも 1 つの消耗部品を含むエッチングチャンバの別の例を示す。

## 【 0 0 1 4 】

【図 2】図 2 は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするために、工学表面が追加の結合部位を生成するように設計された巨視的なテクスチャを有することを示す、プラズマ処理システムの消耗部品の断面を示す。

## 【 0 0 1 5 】

【図 3】図 3 は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された巨視的なテクスチャを有する工学表面を含む、プラズマ閉じ込めリングの図である。

## 【 0 0 1 6 】

【図 4 A】図 4 A は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する消耗部品の工学表面の断面図である。

## 【 0 0 1 7 】

【図 4 B】図 4 B は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された巨視的なテクスチャを有する工学表面の隆起したフィーチャの断面である。

## 【 0 0 1 8 】

【図 5】図 5 は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する消耗部品の工学表面を構築するための方法を示すフロー図である。

## 【 0 0 1 9 】

【図 6 A】図 6 A は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する消耗部品の工学表面を構築するために、ステンシルを介したグリットブラストまたはビードブラスト加工を示す。

## 【 0 0 2 0 】

【図 6 B - 1】図 6 B - 1 は、本開示の一実施形態に従って、消耗部品のプラズマ対向面に 1 つの角度でグリットブラストまたはビードブラスト加工して、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築することを示す。

## 【 0 0 2 1 】

【図 6 B - 2】図 6 B - 2 は、本開示の一実施形態に従って、消耗部品のプラズマ対向面に複数の角度でグリットブラストまたはビードブラスト加工して、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築することを示す。

## 【 0 0 2 2 】

【図 6 C】図 6 C は、本開示の一実施形態に従って、グリットブラストまたはビードブラスト加工した後の消耗部品の工学表面を示しており、工学表面は、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを含む。

## 【 0 0 2 3 】

【図 7 A】図 7 A は、本開示の一実施形態に従って、陽極酸化され、プラズマ処理システ

10

20

30

40

50

ム内でプラズマに曝露された比較的平坦な表面を有する耐プラズマ性溶射皮膜でコーティングされた工学表面を含む消耗部品を示し、溶射皮膜は、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面に合致しないことを示す。

【0024】

【図7B】図7Bは、本開示の一実施形態に従って、陽極酸化され、プラズマ処理システム内でプラズマに曝露された比較的平坦な表面を有する耐プラズマ性溶射皮膜でコーティングされた工学表面を含む消耗部品を示し、溶射皮膜は、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形で巨視的なテクスチャを有する工学表面に合致することを示す。

10

【0025】

【図8A】図8Aは、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、グリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを消耗部品のプラズマ対向面上に向けるように構成されたステンシルおよび複数の例示的な開口部を示す。

【0026】

【図8B】図8Bは、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、グリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを消耗部品のプラズマ対向面上に向けるようにパターンで配置された複数の開口部を有するステンシルを示す。

20

【0027】

【図8C】図8Cは、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、グリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを消耗部品のプラズマ対向面上に向けるように2ゾーンパターンで配置された複数の開口部を有するステンシルを示す。

【0028】

【図8D】図8Dは、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、グリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを消耗部品のプラズマ対向面上に向けるように3ゾーンパターンで配置された複数の開口部を有するステンシルを示す。

30

【0029】

【図8E】図8Eは、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、グリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを消耗部品のプラズマ対向面上に向けるように線型スケールのパターンで配置された複数の開口部を有するステンシルを示す。

40

【0030】

【図9A-1】図9A-1は、本開示の一実施形態に従って、均一に配置された複数の隆起したフィーチャを示し、フィーチャの構造および高さは、共形な耐プラズマ性溶射皮膜を構築するために均一であるように構成され、隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。

【0031】

【図9A-2】図9A-2は、本開示の一実施形態に従って、図9A-1のフィーチャよりも少ない密度で均一に配置された複数の隆起したフィーチャを示す。

【0032】

50

【図9B-1】図9B-1は、本開示の一実施形態に従って、均一に配置された複数の隆起したフィーチャを示し、フィーチャの構造は均一であり、高さは図9A-1よりも小さく、比較的平坦な非共形な耐プラズマ性溶射皮膜を構築するように構成されており、隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。

【0033】

【図9B-2】図9B-2は、本開示の一実施形態に従って、図9A-1のフィーチャよりも少ない密度で均一に配置された複数の隆起したフィーチャを示す。

【0034】

【図9C-1】図9C-1は、本開示の一実施形態に従って、2つのサブパターンで配置された複数の隆起したフィーチャを示し、サブパターンにわたるフィーチャの構造および高さは、均一であり、隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。

【0035】

【図9C-2】図9C-2は、本開示の一実施形態に従って、2つのサブパターンで配置された複数の隆起したフィーチャを示し、各サブパターンにおけるフィーチャの構造および高さは、均一であるが、2つのサブパターンとの間で変化してもよく、隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。

【0036】

【図9D】図9は、本開示の一実施形態に従って、3つのサブパターンで配置された複数の隆起したフィーチャを示し、サブパターンにわたるフィーチャの構造および高さは、均一であり、隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。

【0037】

【図9E】図9Eは、本開示の一実施形態に従って、フィーチャの密度が直線的に増加するように、線型スケールのパターンで配置された複数の隆起したフィーチャを示し、隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。

【0038】

【図10】図10は、本開示の一実施形態に従って、パターンで配置された複数の隆起フィーチャに丸みを帯びた縁を生成するために、消耗部品のプラズマ対向面に異なるステンシルを適用するプロセスを示す。

【0039】

【図11】図11は、本開示の一実施形態に従って、陽極酸化され、耐プラズマ性溶射皮膜でコーティングされた工学表面を含む消耗部品の断面の電子顕微鏡画像であり、工学表面は、追加層の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起のあるフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下の詳細な説明では、例示の目的のために、多くの特定の詳細が含まれているが、当業者であれば、以下の詳細に対する多くの変形および変更が本開示の範囲内であることを理解できるであろう。したがって、以下に説明する本開示の態様は、この説明に続く特許請求の範囲に対して、全体を損なうことなく、また制限を課すことなく記載されている。

【0041】

10

20

30

40

50

概して、本開示の様々な実施形態は、消耗部品に対して表面の巨視的なテクスチャを形成するための新規の方法を提供するシステムおよび方法を説明する。本開示の実施形態では、巨視的なテクスチャは、消耗部品の表面上または表面内にパターン化された大きな規模のフィーチャを加える。様々な実施形態において、消耗部品は、無地のバルク材料（例えば、ペアセラミック、ペアルミニウムなど）であってもよく、陽極酸化されてもよく（例えば、アルマイト）、プラズマ性溶射皮膜が施されていても、施されていなくてもよい。実施形態において、消耗部品に対するプラズマ対向面の巨視的なテクスチャの意図された効果は、溶射皮膜の密着性（または追加層の密着性）および/または副生成物の密着性を高めることを含む。巨視的なテクスチャは、消耗部品の表面の表面積を増加させ、追加の結合部位（例えば、改良されたイットリア溶射皮膜の密着のため）を生成することによって、その後には付着される層（例えば、耐プラズマ性溶射皮膜）の密着性を高める。消耗部品の故障の主な原因の1つが、消耗部品の下層にある陽極酸化された表面から溶射皮膜が剥離している場合であるため、密着強度を改良することによって、コーティング（ならびに消耗部品の寿命）の寿命を延ばすことができる。耐プラズマ性溶射皮膜は、消耗部品のコストのかなりの部分を占めるため、消耗部品の寿命を延ばすことにより、導体エッチングチャンバのチャンバ本体に用いられるプラズマ性溶射構成要素（例えば、消耗部品）の所有コストを大幅に削減できる。これにより、消耗部品の寿命および耐用年数を大幅に増加させることができる。また、消耗部品の耐用年数が保守点検の間に延びる場合があるため、プラズマ処理システムのツールダウンタイムが低減される。本開示の実施形態は、上記の利点を実現し、巨視的なテクスチャにより、プロセス工程中に形成された副生成物が捕捉および/または固定されるようになる場合があり、それによって消耗部品がその耐用年数にわたって粒子（例えば、副生成物）を流す可能性が低いこと、処理性能の向上につながるという追加の利点をさらに実現する。本開示の実施形態は、上記の利点を実現し、巨視的なテクスチャ（例えば、粗面化）が、消耗部品の変質した表面上にある皮膜の耐破壊性を向上するという追加の利点を実現する。本開示のさらに他の実施形態は、上記の利点を実現し、巨視的なテクスチャが、表面輪郭に連続した故意の切れ目を導入することにより、大きな面内応力が発現して、後続の溶射皮膜に亀裂が発生することを低減することをさらに実現する。すなわち、巨視的なテクスチャは、膜（例えば、溶射皮膜）の応力低減を強化する。本開示のさらに他の実施形態は、上記の利点を実現し、巨視的なテクスチャが、特に表面転移（例えば、角、縁など）の近くで、消耗部品の表面連続性を高める（例えば、表面連続性の切れ目を除去する）ことをさらに実現する。表面連続性を増加させることにより、作成された表面（例えば、溶射皮膜）の亀裂が、表面の連続性が途切れることにより表面に発生/伝播することを回避する。

#### 【0042】

本開示の実施形態は、消耗部品に対して表面の巨視的なテクスチャ（例えば、プラズマ対向面）を形成し、消耗部品は、半導体処理アセンブリ（例えば、プラズマ処理チャンバ）内に見られる任意の構成要素であってもよい。いくつかの事例では、消耗部品は、プラズマ処理チャンバ内に取り外し可能に配置されてもよい。このように、消耗部品は、修理および/または交換のために取り外しされてもよい。そのような手法において、プラズマ処理チャンバの寿命および/または耐用年数が増加する可能性がある。例示目的で、以下のリストは、プラズマ処理チャンバ内で見られる消耗部品の例を提供するが、完全に網羅することを意図していない。消耗部品の例として、プラズマ処理チャンバの内壁を保護するように構成されたライナー、1つまたは複数のCシールド部分、1つまたは複数のプラズマ閉じ込めリング部分、フォーカスリング、エッジリング、静電半導体ウエハクランプ/チャッキングシステム、上部電極、下部電極、ウエハを支持するために構成されたペダスタルなどが挙げられる。他の事例では、本開示の実施形態は、半導体処理アセンブリ内に見られる任意のプラズマ対向面に提供されてもよく、表面は、消耗部品または固定部品上に位置してもよい。

#### 【0043】

本開示の実施形態は、プラズマプロセスモジュールに関する。例えば、このようなプラ

10

20

30

40

50

ズマプロセスモジュールは、プラズマエッチングチャンバまたはモジュール、堆積チャンバまたはモジュール、スピンリンスチャンバまたはモジュール、金属メッキチャンバまたはモジュール、クリーンチャンバまたはモジュール、ベベルエッジエッチングチャンバまたはモジュール、物理的気相堆積（PVD）チャンバまたはモジュール、化学的気相堆積（CVD）チャンバまたはモジュール、原子層堆積（ALD）チャンバまたはモジュール、プラズマ強化化学的気相堆積（PECVD）チャンバまたはモジュール、原子層エッチング（ALE）チャンバまたはモジュール、イオン注入チャンバまたはモジュール、トラックチャンバまたはモジュールなどに用いられるものである。本開示の実施形態はまた、半導体ウエハの製作および/または製造に関連する、または用いられる可能性がある他の任意の半導体処理システムに関する。他の任意の半導体処理システムは、例えば、電気メッキ、エレクトロエッチング、電解研磨、電気化学機械研磨、堆積、ウェット堆積、およびシリコン貫通電極（TSV）プロセスを介したプロセスなどを含む。本開示の実施形態は、本明細書にて提供された例に限定されず、異なる構成、形状、およびプラズマ生成技術（例えば、誘導結合システム、容量結合システム、電子-サイクロトロン共鳴システム、マイクロ波システムなど）を採用した異なるプラズマ処理システムにおいて実施されてもよい。プラズマ処理システムおよびプラズマプロセスモジュールの例は、共同保有の米国特許第8,862,855号、および第8,847,495号、および第8,485,128号、および米国特許出願番号第15/369,110に開示されている。

10

#### 【0044】

種々の実施形態の上記全般的な理解と併せて、次に、種々の図面を参照して、実施形態の例示的な詳細を説明する。1つまたは複数の図面において、同様に番号が付された要素および/または構成要素は、一般的に同じ構成および/または機能を有することが意図されている。さらに、図面は、縮尺通りに描かれていない場合もあるが、新規性の概念を説明し強調することを意図している。本実施形態は、これらの具体的な詳細の一部またはすべてがなくても実施可能であることは明らかであろう。他の例では、周知のプロセス操作では、本実施形態を不必要に不明瞭にしないために、詳細には説明されていない。

20

#### 【0045】

図1Aは、本開示の一実施形態に従って、追加の結合部位によって追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするために、プラズマ対向面の表面積を増加させるように設計された巨視的なテクスチャを有する工学表面を含む少なくとも1つの消耗部品を含む、例示的なプラズマ処理チャンバ100A（例えば、プラズマ体積閉じ込めエッチングチャンバ）を示す。プラズマ処理チャンバ100Aは、上部電極142およびその上に半導体ウエハ146が配置された下部電極144を含む。エッチングチャンバ100Aは、小プラズマ体積閉じ込め領域145の横方向の境界を画定するように配置されたプラズマ閉じ込めリング160とともに小プラズマ体積閉じ込めのために構成されることが示されている。上部電極142およびその上に配置された半導体ウエハ146を備える下部電極144は、それぞれ、小体積プラズマ閉じ込め領域145の上部および下部の境界を画定する。

30

#### 【0046】

構成可能なプラズマ処理チャンバ100Aは、プラズマ処理チャンバ100Aが大プラズマ体積用に構成されるとき、プラズマ閉じ込め構造162として機能する外側プラズマ閉じ込め構造162を含む。プラズマ処理チャンバ100Aが小体積用に構成されるとき、外側プラズマ閉じ込め構造162は、ターボポンプ202を介してエッチングチャンバから排気するときにプラズマの中性種が通過しなければならない冗長なバッフルを設ける場所にある。

40

#### 【0047】

一実施形態では、印加されたRFエネルギーによる反応性ガスのイオン化によって生成されたプラズマが、閉じ込めリング160とウエハ146の表面のすぐ上の電極142、144との間で画定された小プラズマ体積閉じ込め領域145内に閉じ込められるように、プラズマ閉じ込めリング160は、上部電極142の周縁部と下部電極146の周縁部

50

との間に延びるように構成される。プラズマ閉じ込めリング 160 は、複数の円形リング 160 で構成されたスロット付き閉じ込めシールドを画定してもよい。円形リング 160 は、シリカまたは石英などの誘電体で構成され、隣接するリングは、スペーサ 170 によって分離され、円形リング 160 との間にプラズマの中性種が排出される円周方向のスロットまたは通路を生成する。円周方向のスロットは、それによって、並行な通路を通るプラズマまたはガスの流れに垂直な方向に間隔を置いた並行な通路を形成する。

#### 【0048】

スペーサ 170 は、同様に、シリカまたは石英などの誘電体、もしくは炭化ケイ素またはドーピングシリコンなどの導電材で構成され、スロットまたは通路は、閉じ込めリング 160 を通って流れる排気ガス中に残っているいくつかのイオン粒子を消滅させ、チャンバ 100A を通ってターボポンプ 202 を介して排気するように構成される。一実施形態では、プラズマ閉じ込めリング 160 は、シャフト 179 によって接続される。シャフト 179 は、ナイロンなどの軽量で粒子発生が少ない物質で構成され得、閉じ込めリング 160 およびスペーサ 170 を支持するように構成される。スペーサは、シャフト 179 の周囲に、閉じ込めリング 160 との間を伸縮するように構成されており、プラズマ閉じ込めリング 160 が小プラズマ体積閉じ込め領域 145 を画定するように延びるとき、スロットまたは通路を横切る可能性のあるプラズマからのイオン粒子または電子を中和するために、リングとの間に所望の空間が形成される。

10

#### 【0049】

プラズマ閉じ込めリング 160、スペーサ 170、およびシャフト 179 はともに、閉じ込めアセンブリ 173 を形成する。閉じ込めアセンブリ 173 が後退して大プラズマ体積閉じ込め領域 145 を構成するとき、シャフト 179 は、閉じ込め領域 145 から取り出され、隣接するリング 160 内のスペーサ 170 が引き込まれ、それによって、プラズマ閉じ込めリング 160 のスタックが崩れる。具体的には、大プラズマ体積は、プラズマ処理チャンバ 100A にて構成されたチャンバライナー 164 と、外側プラズマ閉じ込め構造 162 とに及ぶ境界で生成される。

20

#### 【0050】

プラズマ保護チャンバライナー 164、166 は、熱安定性、適切な RF グランドリターンパス、および最小限のダウンタイムでのサービス性を提供するように組み込まれてよい。チャンバライナー 164、166 はまた、プラズマ処理チャンバ 100A の壁に追加の保護をもたらすように構成されてもよく、壁がプラズマプロセスに曝露される代わりに、ライナーがプラズマプロセスに曝露される。上部チャンバライナー 164 は、外側プラズマ閉じ込め構造 162 に構成され、下部チャンバライナー 166 は、外側プラズマ閉じ込め構造 162 からエッチングチャンバ 200 およびターボポンプ 202 の排気の基部まで、プラズマ処理チャンバの壁の下部領域を沿うように構成される。

30

#### 【0051】

本開示の実施形態は、図 1A に示す任意のプラズマ対向面上で実施されてもよい。図 1A に示すプラズマ対向面の例としては、チャンバライナー 164、チャンバライナー 166、上部電極 142、下部電極 144、および閉じ込めアセンブリ 173 の構成要素が挙げられるが、これらに限定されない。

40

#### 【0052】

図 1B は、本開示の一実施形態に従って、追加の結合部位によって追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするために、プラズマ対向面の表面積を増加させるように設計された巨視的なテクスチャを有する工学表面を含む少なくとも一つの消耗部品を含む、プラズマ処理チャンバ 100B (例えば、エッチングチャンバ) の別の例を示す。具体的には、プラズマ処理チャンバ 100B は、チャンバ壁 150 によって囲まれたプラズマ処理チャンバ 149 内に、上部中央電極 106、上部外側電極 104、下部中央電極 108、および下部外側電極 110 を含んでもよい。下部絶縁体リング 112 は、下部中央電極 108 を下部外側電極 110 から絶縁する。リング 112 は、エッジリングおよび/またはフォーカスリングであってもよいし、それらを組み込んでもよい。また、プ

50

ラズマ処理チャンバ 1 4 9 内で、基板 1 4 6 は、下部中央電極 1 0 8 の上に配置される。下部中央電極 1 0 8 は、基板 1 4 6 を保持するための静電チャック ( E S C ) を設ける。本実施形態では、下部外側電極 1 1 0 および上部外側電極 1 0 4 は、基板 1 4 6 よりも大きな直径を有する開口部を有し、基板 1 4 6 が開口部内に配置されるようになっている。

【 0 0 5 3 】

ガス源 1 2 4 は、プラズマ処理チャンバ 1 4 9 に接続されており、ウエハプロセス ( 例えば、エッチングプロセス ) 中に、プラズマ処理チャンバ 1 4 9 のプラズマ領域 1 4 0 にエッチングガスを供給する。 R F バイアス源 1 4 8 、 第 1 の励起 R F 源 1 5 2 、 および第 2 の励起 R F 源 1 5 6 は、コントローラ 1 3 5 を介してプラズマ処理チャンバ 1 4 9 に電氣的に接続され、電極 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 、 1 1 0 に電力を供給する。 R F バイアス源 1 4 8 は、 R F バイアス電力を生成し、プラズマ処理チャンバ 1 4 9 に R F バイアス電力を供給する。第 1 の励起 R F 源 1 5 2 は、 R F 電源を生成し、プラズマ処理チャンバ 1 4 9 に R F バイアス電力を供給する。第 2 励起 R F 源 1 5 6 は、第 1 の励起 R F 源 1 5 2 が生成した R F 電力に加えて、別の R F 電源を生成し、この R F 電源をプラズマ処理チャンバ 1 4 9 に供給する。異なる R F 信号は、上部電極および下部電極の種々の組み合わせに供給されてもよい。この例では、上部電極は接地され、電力は下部中央電極 1 0 8 にのみ供給される。

10

【 0 0 5 4 】

C シュラウド 1 1 4 は、上部外側電極 1 0 4 から下部外側電極 1 1 0 までに及び、追加のプラズマ封じ込めを提供する。 C シュラウド 1 1 4 は、ガスおよびプラズマが C シュラウド 1 1 4 から流出できるように複数の開口 1 0 2 を有する。本実施形態では、 C シュラウド 1 1 4 は、接地されている。

20

【 0 0 5 5 】

上部温度コントローラ 1 7 1 は、上部中央電極 1 0 6 および上部外側電極 1 0 4 に独立した温度制御を設ける。下部温度コントローラ 1 7 2 は、下部中央電極 1 0 8 および下部外側電極 1 1 0 に独立した温度制御を設ける。一実施形態では、上部外側電極 1 0 4 および C シュラウド 1 1 4 は、上部温度コントローラ 1 7 1 の同じ設定によって、同じ温度に維持されてもよい。

【 0 0 5 6 】

コントローラ 1 3 5 は、ガス源 1 2 4 、 R F バイアス源 1 4 8 、 上部温度コントローラ 1 7 1 、 下部温度コントローラ 1 7 2 、 排気ポンプ 1 2 0 、 第 1 の励起 R F 源 1 5 2 、 および第 2 の励起 R F 源 1 5 6 に接続される。コントローラ 1 3 5 は、プラズマ処理チャンバ 1 4 9 内へのエッチングガスの流れ、チャンバ室圧を制御するとともに、 3 つの R F 源 1 4 8 、 1 5 2 、 1 5 6 、 電極 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 、 および 1 1 0 、 ならびに排気ポンプ 1 2 0 からの R F 電力の発生を制御する。

30

【 0 0 5 7 】

上部中央電極 1 0 6 はまた、ガス分配板としての役割を担い、ガス源 1 2 4 に接続され、ガス源 1 2 4 からのガス用のガス入口としての役割を果たす。排気ポンプ 1 2 0 は、ガス出口としての役割を担い、上部中央電極 1 0 6 から排気ポンプ 1 2 0 までプラズマ領域 1 4 0 を通って開口 1 0 2 を通過するガスを除去する。排気ポンプ 1 2 0 は、圧力の制御に役立つ場合がある。

40

【 0 0 5 8 】

本開示の実施形態は、図 1 B に示す任意のプラズマ対向面上で実施されてもよい。図 1 B に示すプラズマ対向面の例としては、上部中央電極 1 0 6 、 上部外側電極 1 0 4 、 下部中央電極 1 0 8 、 および下部外側電極 1 1 0 、 絶縁体リング 1 1 2 、 エッジリング、フォーカスリング、および静電半導体ウエハクランプ / チャッキングシステム ( 例えば、静電チャック E S C ) 、 C シュラウド 1 1 4 が挙げられるが、これらに限定されない。

【 0 0 5 9 】

図 2 は、本開示の一実施形態に従って、追加層および / または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された巨視的なテクスチャ

50

を有する工学表面 300 を示す、プラズマ処理チャンバの消耗部品 210 の断面図を示す。図 2 は、消耗部品 210 のプラズマ対向面に形成される工学表面 300 の説明図であり、工学表面 300 は、基底面 350 から延びるパターン化された大きな規模のフィーチャを追加する巨視的なテクスチャを含む。消耗部品 210 は、プラズマ処理チャンバに設置されるように構成される。一実施形態では、消耗部品 210 は、プラズマ処理チャンバに取り外し可能に設置される。より詳細には、消耗部品 210 は、ウエハ処理（例えば、エッチング、堆積など）中に、プラズマおよびプラズマの副生成物に曝露されるように構成される。一実施形態では、消耗部品 210 は、導電性材料（例えば、アルミニウム合金）で作られる。別の実施形態では、消耗部品は、誘電性材料（例えば、セラミック）で作られる。

10

#### 【0060】

図で示すように、消耗部品 210 は、巨視的なテクスチャを含む基底面 350 を含む。テクスチャされ、他の任意の仕上げ層とともに工学表面 300 を形成する基底面 350 は、ウエハ処理中に、プラズマに曝露される可能性がある。具体的には、巨視的なテクスチャは、所定のパターンで配置された工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャ 440 を含む。すなわち、複数の隆起したフィーチャ 440 のフィーチャは、基底面 350 の上など、所定のパターンで配置される。実施形態では、皮膜の密着および/または副生成物の密着のために消耗部品の基底面 350 をパターン化することは、低コストで、容易に実施でき、かつ反復可能な方法である。現在の技術において行われているように、密着性を促進するために、消耗部品 210 の基部面 350 に無差別に微視的なテクスチャ（例えば、任意にグリットブラストによって付着した微視的な表面粗さ）を形成する代わりに、本開示の実施形態は、消耗部品の基部表面 350 に巨視的なテクスチャを形成して、工学表面 300 を形成し、巨視的なフィーチャは、基底面 350 上にパターン化されて、皮膜の密着性（例えば、基底面および/または基底面上の陽極酸化層への）を促進し、かつ/もしくは、ウエハ処理中に、副生成物の消耗部品への固定の強化を促進する（例えば、基底面への固定、陽極酸化された基底面への固定、および/または、基底面上または陽極酸化された基底面上の溶射皮膜への固定）。実施形態では、巨視的なフィーチャは、以下でさらに説明するように、マスキングおよびメディアブラスト、機械加工、ステンシルまたはマスクを介した湿式化学エッチング、選択的堆積法、付加的製造などによって形成されてもよい。消耗部品は、種々の実施形態において、無地のバルク材料（例えば、ベアセラミック、ベアアルミニウムなど）であってもよく、陽極酸化（例えば、アルマイト）されてもよく、プラズマ溶射皮膜が塗布されていても、されていなくてもよい。消耗部品に対するプラズマ対向面の巨視的なテクスチャの意図された効果は、実施形態において、溶射皮膜の密着性（または追加層の密着性）および/または副生成物の密着性を強化することを含む。例えば、副生成物は、エッチングプロセス中に形成されてもよく、副生成物は、対応するプラズマ処理チャンバの 1 つまたは複数の構成要素（例えば、プラズマ閉じ込めライナー）に付着してもよい。例示として、巨視的なテクスチャは、以前に生成された微視的なテクスチャに形成されたフィーチャの約 5 ~ 100 倍のサイズのフィーチャを形成する。実施形態では、巨視的なフィーチャのサイズは、0.1 mm ~ 3.0 mm までの間の範囲である。他の実施形態では、巨視的なフィーチャのサイズは、0.2 mm ~ 2.5 mm の間の範囲である。さらに他の実施形態では、巨視的なフィーチャのサイズは、0.2 mm ~ 1.3 mm の間の範囲である。他の実施形態では、巨視的なフィーチャのサイズは、0.3 mm ~ 1.0 mm の間の範囲である。

20

30

40

#### 【0061】

さらに、複数の微視的なフィーチャを複数の隆起したフィーチャに任意に形成してもよい。例えば、ビードおよび/またはグリットブラストによる加工によって、複数の隆起したフィーチャを粗面化し、複数の隆起したフィーチャに微視的なフィーチャを構築してもよい。追加の微視的なテクスチャ（例えば、巨視的なフィーチャの粗面化）は、工学表面の上に配置される皮膜の耐破壊性の向上（例えば、より優れた密着性）を実現する可能性がある。

50

## 【 0 0 6 2 】

実施形態では、巨視的なフィーチャでパターン化された基底面 3 5 0 は、次に、任意選択で陽極酸化され、陽極酸化層 2 2 0 を設ける。すなわち、工学表面 3 0 0 は、陽極酸化される。例えば、一実施形態では、消耗部品は、アルミニウム合金であり、工学表面 3 0 0 は、アルミニウム合金から形成される。陽極酸化プロセス中に、アルミニウム合金は、電解不動態化プロセスなどによって陽極酸化される。例えば、金属の陽極酸化により、表面上の自然酸化層の厚さが増加する。一実施形態では、巨視的なフィーチャの形状因子が陽極酸化層を介して存在するように、巨視的なフィーチャの外形は、陽極酸化層 2 2 0 を介して曝露される。すなわち、陽極酸化層 2 2 0 は、複数の隆起したフィーチャ 4 4 0 の外形に合致する。

10

## 【 0 0 6 3 】

具体的には、陽極酸化層 2 2 0 の表面は、巨視的なフィーチャの存在および曝露によって変化する。そのようにして、消耗部品の基底面 3 5 0 の表面積、および陽極酸化層 2 2 0 の表面積も増加する。すなわち、陽極酸化層 2 2 0 の表面形態が歪むことになる。表面積の増加と不規則な表面形態の複合効果は、耐プラズマ性溶射皮膜 2 3 0 の内部応力を分解する役割を果たす。したがって、溶射皮膜 2 3 0 と陽極酸化層 2 2 0 との密着性を向上させる。このように、陽極酸化層 2 2 0 を介して曝露された巨視的なフィーチャの利点（例えば、外形を曝露すること）は、追加の結合部位などを介して追加層により優れた強化された密着性を提供するのにも利用可能である。

## 【 0 0 6 4 】

さらに、別の実施形態では、陽極酸化層 2 2 0 に耐プラズマ性の熱溶射皮膜 2 3 0 が任意選択で塗布される。例えば、溶射皮膜は、陽極酸化された消耗部品 2 1 0（例えば、消耗部品の陽極酸化アルミニウム合金）上のイットリウムベースの溶射皮膜（例えば、酸化イットリウム）であってもよい。皮膜 2 3 0 は、加熱された材料が表面上に噴霧される熱溶射プロセスを通じて塗布されてもよい。一応用例では、溶射皮膜は、電気的（例えば、プラズマまたはアーク）または化学的（例えば、燃焼）プロセスを通じて加熱される。本開示の実施形態では、工学表面 3 0 0 を画定する（例えば、基底面 3 5 0 に形成された）巨視的なフィーチャは、消耗部品 2 1 0、より詳細には、陽極酸化層 2 2 0 への耐プラズマ性溶射皮膜 2 3 0 の密着性を強化する。すなわち、巨視的なフィーチャは、耐プラズマ性溶射皮膜 2 3 0 の陽極酸化層 2 2 0 へのより優れた密着性を提供し、同様に、耐プラズマ性溶射皮膜 2 3 0 の陽極酸化層 2 2 0 からの剥離を低減する。溶射皮膜 2 3 0 のより優れた密着性により、いくつかの損傷した溶射皮膜（例えば、剥離）によって生じた陽極酸化アルミニウムの曝露に起因するウエハ上の金属汚染を防止する。

20

## 【 0 0 6 5 】

図 3 は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された巨視的なテクスチャを有する工学表面 3 0 0 を含む、消耗部品 2 1 0 の説明図である。単なる例示目的で、消耗部品 2 1 0 は、図 1 A にて最初に紹介したプラズマ閉じ込めリング 1 6 0 であってもよい。明確化および説明目的で、プラズマ閉じ込めリング 1 6 0 をプラズマ処理チャンバに配置される消耗部品 2 1 0 の代用として用いてもよい。例えば、消耗部品 2 1 0 は、プラズマ処理チャンバに取り外し可能に配置されてもよい。

30

40

## 【 0 0 6 6 】

図のように、消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 は、以前に紹介したように、複数の隆起したフィーチャ 4 4 0 を含む工学表面 3 0 0 を含む。複数の隆起したフィーチャ 4 4 0 の各々は、基底面 3 5 0 から斜め上に延びている。例えば、消耗部品 2 1 0 は、（例えば、図 1 A にて示すように）ディスクの形で構成され、ディスクまたは環状リングの内径を含むプラズマ閉じ込めリング 1 6 0 であってもよく、内径は、プラズマ対向面を画定する。具体的には、消耗部品 2 1 0 がプラズマ処理チャンバに配置されると、消耗部品 2 1 0 は、ウエハ処理中（例えば、エッチング、堆積中など）にプラズマに曝露される。より詳細には、プラズマ対向面 3 1 0 は、ウエハ処理中にプラズマ処理チ

50

チャンバ内のプラズマに直接曝露される可能性がある。本開示の実施形態は、消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 の巨視的なテクスチャを形成して、工学表面 3 0 0 を形成し、巨視的なフィーチャは、プラズマ対向面 3 1 0 の表面上にパターン化され、皮膜の密着性を促進する、かつ/もしくはウエハ処理中の消耗部品の表面への副生成物の固着を強化するのを促進する。

【 0 0 6 7 】

また、消耗部品 2 1 0 は、代用のプラズマ閉じ込めリングのように、上部 1 6 9 および下部 1 6 3 を含んでもよい。上部 1 6 9 および/または下部 1 6 3 がプラズマに直接曝露されない場合があるため、いくつかの実施形態では、それらの表面の巨視的なテクスチャを必要としない場合がある。他の実施形態では、上部 1 6 9 および/または下部 1 6 3 がプラズマに間接的に曝露される場合があり、それによって、消耗部品 2 1 0 の寿命が短くなり、かつ/もしくは副生成物の捕捉ならびに剥離の可能性が増加するため、上部 1 6 9 および/または下部 1 6 3 の巨視的なテクスチャは、実施されてもよい。それらの場合、上部 1 6 9 および/または下部 1 6 3 の巨視的なテクスチャにより、消耗部品 2 1 0 (例えば、プラズマ閉じ込めリング 1 6 0) に塗布される任意の追加のプラズマ耐性溶射皮膜(図示せず)の寿命が増加し、かつ/もしくは 1 つまたは複数のウエハ処理操作中に、副生成物のそれらの表面への優れた密着性が与えられ、副生成物の剥離を防止するのに役立つ可能性がある。

10

【 0 0 6 8 】

一実施形態では、複数の隆起したフィーチャは、空隙を取り囲むように形成されてもよい。例示として、消耗部品のプラズマ対向面に孔(例えば、円形の孔)を形成してもよく、孔の周りの周囲構造は、複数の隆起したフィーチャとして画定されてもよい。例えば、逆ステンシル(例えば、図 3 の工学表面を形成するために使用されたステンシルのネガ)を、メディアブラスト(例えば、グリットブラスト、ビードブラストなど)とともに用いて、孔および孔を囲む隆起したフィーチャを形成してもよい。

20

【 0 0 6 9 】

別の実施形態では、複数の沈降したフィーチャは、工学表面を画定する。例えば、逆ステンシル(例えば、図 3 の工学表面を形成するために使用されたステンシルのネガ)をメディアブラスト(例えば、グリットブラスト、ビードブラストなど)とともに用いて、複数の沈降したフィーチャを形成してもよく、沈降したフィーチャは、空隙であってもよい(すなわち、中身のある隆起したフィーチャの反対)。例示として、図 3 とは反対に、沈降したフィーチャは、基底面から斜め下に延びていてもよい。

30

【 0 0 7 0 】

図 4 A ~ 4 B は、本開示の実施形態に従って、消耗部品 2 1 0 の表面の巨視的なテクスチャを示しており、巨視的なテクスチャを画定するフィーチャの各々の例示的な寸法および構成を含む。例えば、図 4 A ~ 4 B は、図 3 に示される 1 つまたは複数の隆起したフィーチャのクローズアップであってもよい。具体的には、図 4 A は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャ 4 4 0 の形の巨視的なテクスチャを有する消耗部品 2 1 0 の工学表面 3 0 0 の断面図である。図 4 B は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された巨視的なテクスチャを有する工学表面 3 0 0 の隆起したフィーチャ 4 4 0 の断面である。図 4 A ~ 4 B は、中心間隔、アスペクト比、フィーチャ分離(例えば、パターン内のフィーチャ間の距離)、エッジ仕上げ(例えば、丸み)などを含む、複数の隆起したフィーチャ 4 4 0 を形成する際に制御可能な種々のパラメータを示す。

40

【 0 0 7 1 】

消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 は、工学表面 3 0 0 を含む。前述したように、消耗部品 2 1 0 は、プラズマ処理チャンバに取り外し可能に配置されてもよい。例えば、消耗部品 2 1 0 は、プラズマ処理チャンバの内壁を保護するように構成されたラ

50

イナーと、またはプラズマ処理チャンバの内壁と、または1つまたは複数のCシールド部分と、または1つまたは複数のプラズマ閉じ込めリング部分と、またはフォーカスリングと、またはエッジリングと、または静電半導体ウエハクランプ/チャッキングシステムと、または上部電極と、または下部電極と、または誘導結合プラズマ用の誘電体窓などであってもよい。実施形態では、消耗部品210のプラズマ対向面310は、導電性材料または誘電性材料であってもよい。

#### 【0072】

より詳細には、複数の隆起したフィーチャ440は、工学表面300を画定する。複数の隆起したフィーチャ440は、消耗部品210のプラズマ対向面310に形成された巨視的なテクスチャを画定する。複数の隆起したフィーチャ440は、追加層のより優れた密着性および/またはウエハ処理中に形成された副生成物の捕捉のために、追加の結合部位を形成するように設計されている。複数の隆起したフィーチャ440は、プラズマ対向面310上に所定のパターンにおいて形成される。図のように、基底面350は、複数の隆起したフィーチャ440の各々を取り囲み、対応する隆起したフィーチャ440の対応する側壁450が、基底面350から対応する上部領域470まで延びるようになっている。例えば、図4Aの断面では、複数の隆起したフィーチャ440は、隆起したフィーチャ440A、フィーチャ440Aの左側に隆起したフィーチャ440B、および他の隆起したフィーチャを含む。図4Aのページ内およびページ外に延びるさらに他の隆起したフィーチャは、図示されていない。

#### 【0073】

隆起したフィーチャ440Aは、中心軸480Aによって画定され、隆起したフィーチャ440Bは、中心軸480Bによって画定される。距離「B」は、2つの中心軸480Aと480Bとの間で画定され、距離Bは、隆起したフィーチャ間の分離を画定する。消耗部品210のプラズマ対向面310に形成された複数の隆起したフィーチャに対して選択されたパターンに応じて、追加の分離を隆起したフィーチャ間で画定してもよい。単なる例示目的で、距離Bは、約47mmとしてよい。いくつかの実施形態では、距離Bは、約15mm~約75mmまでの間、またはそれ以上の範囲である。いくつかの実施形態では、距離Bは、約10mm~約60mmの間の範囲である。いくつかの実施形態では、距離Bは、約20mm~約50mmの間の範囲である。

#### 【0074】

隆起したフィーチャの各々は、上部領域および側壁を含む。いくつかの実施形態では、隆起したフィーチャは、小塊、または円錐台のように描写される場合がある。隆起したフィーチャの表現として、隆起したフィーチャ440Aは、上部領域470(例えば、平坦域)を含む。上部領域470は、外縁460を有してもよい。一実施形態では、外縁460は、丸みを帯びた角である。別の実施形態では、外縁460は、丸みを帯びておらず、すなわち、左鋭角である。図示目的で、外縁460は、本明細書全体を通じて、丸みを帯びた角であると説明されている。ただし、他のフィーチャによって、鋭角であるなどと定義される可能性がある。隆起したフィーチャの各々は、対応する外縁に対して所定のエッジ仕上げを有してもよい。一実施形態では、エッジ仕上げは、隆起したフィーチャ440Aのように、外縁に丸みを帯びた角を含んでもよい。別の実施形態では、エッジ仕上げは、鋭くかつ/もしくは別個のものであってもよい。プラズマ対向面310にステンシルを介してビードブラストおよび/またはグリットブラストを使用することによって、他のタイプのエッジ仕上げは維持され、それらの形態は制御される。例えば、外縁へのエッジ仕上げは、面取りされたエッジ、上部領域に向かって全体的に山形状、鋭いエッジなどを含んでもよい。距離「A」は、上部領域470の対向する側の丸みを帯びた角との間の距離を画定する。単なる例示目的で、距離Aは、約2mmであって、距離Aは、上部領域470の直径であってもよい。いくつかの実施形態では、距離Aは、約0.5mm~約5mmまでの間の範囲である。他の実施形態では、距離Aは、約1mm~約4mmの間の範囲である。さらに他の実施形態では、距離Aは、約1.5mm~約3mmの間の範囲である。

#### 【0075】

典型的な隆起したフィーチャ 440A について、距離「C」は、フィーチャの高さを画定する。単なる例示目的で、距離 C は、約 0.5 mm であってもよい。いくつかの実施形態では、距離 C は、約 0.1 mm ~ 約 3.0 mm までの間の範囲である。いくつかの実施形態では、距離 C は、約 0.2 mm ~ 約 3 mm の間の範囲である。他の実施形態では、距離 C のサイズは、約 0.2 mm ~ 約 2.5 mm の間である。さらに他の実施形態では、巨視的なフィーチャのサイズは、約 0.2 mm ~ 約 1.3 mm の間の範囲である。他の実施形態では、巨視的なフィーチャのサイズは、約 0.3 mm ~ 1.0 mm の間の範囲である。

【0076】

また、典型的な隆起したフィーチャ 440A は、側壁 450 を含んでもよい。隆起したフィーチャ 440A は、基底面 350 からある角度で上に延びる。具体的には、側壁 450 は、基底面 350 から角度 490A で上に延びており、角度 490A は、線 485A (側壁 450 から延びている) と中心軸 480A との間で画定される。側壁 450 および上部領域 470 の構成は、消耗部品のプラズマ対向面にステンシルを介してグリットおよび/またはビードプラストによる加工によって制御可能なアスペクト比 (基底面 350 における隆起したフィーチャ 440A のおおよその高さとおおよその直径との間の比) を画定する。単なる例示目的で、角度 490A は、約 30 度である。実施形態では、角度 490A は、約 15 度 ~ 約 60 度までの間の範囲である。いくつかの実施形態では、角度 490A は、約 0 度 ~ 約 45 度の間の範囲である。他の実施形態では、角度 490A は、約 15 度 ~ 約 40 度の間の範囲である。他の実施形態では、角度 490A は、約 20 度 ~ 約 40 度の間の範囲である。さらに他の実施形態では、角度 490A は、約 25 度 ~ 約 35 度の間の範囲である。また、角度 490B は、側壁 450 から下に延びる線 485A および 485B によって示される対向する側との間で画定される。例えば、角度 490B は、約 60 度である。いくつかの実施形態では、角度 490B は、0 度 ~ 90 度までの範囲である。他の実施形態では、角度 490A は、約 30 度 ~ 約 80 度の間の範囲である。他の実施形態では、角度 490A は、約 40 度 ~ 約 80 度の間の範囲である。さらに他の実施形態では、角度 490A は、約 50 度 ~ 約 70 度の間の範囲である。単なる例示目的で、側壁 450 および上部領域 470 を画定する角度 490A および 490B は、小塊、または円錐台を形成してもよい。

【0077】

図 5 は、本開示の一実施形態に従って、追加層の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形状の巨視的なテクスチャを有する消耗部品の工学表面を構築するための方法を示すフロー図 500 である。フロー図 500 は、本出願に記載の図 1 ~ 4 及び 6 ~ 11 における消耗部品のプラズマ対向面の工学表面を画定する任意の巨視的なフィーチャを生成および/または構築するために実施されてもよい。フロー図 500 は、消耗部品の工学表面を画定する巨視的なテクスチャ (例えば、フィーチャ) をパターン化するための 1 つの方法が、マスキングおよびメディアプラストを通して達成されることを示す。他の実施形態では、機械加工 (例えば、物理的またはレーザーアブレーションなどを介して) を通じて、工学表面を画定する巨視的なテクスチャ (例えば、フィーチャ) を形成してもよい。さらに他の実施形態では、ステンシルまたはマスクを介した化学エッチング、または選択的な堆積、または所望の工学表面を生成するフィーチャを堆積するための付加製造 (例えば、粉末床融合、材料押出、直接堆積などを介して) などを通して、工学表面を画定する巨視的なテクスチャ (例えば、フィーチャ) を形成してもよい。

【0078】

510 において、前記方法は、ステンシルを用いて、消耗部品のプラズマ対向面をマスキングすることを含み、ステンシルは、プラズマ対向面へのアクセスを設ける開口部のパターンを含む。消耗部品のプラズマ対向面は、導電性材料 (例えば、アルミニウム合金、アルミニウム、金属など) または誘電性材料 (例えば、セラミック) を含んでもよい。消耗部品のプラズマ対向面は、プラズマおよびプラズマの副生成物に曝露されるように構成される。前述したように、巨視的なフィーチャは、消耗部品のプラズマ対向面上にパター

10

20

30

40

50

ン化され、耐プラズマ性溶射皮膜の強化された密着性など、皮膜の密着性を促進する。一実施態様では、巨視的なフィーチャは、機械加工の直後に取り出された導電性材料（例えば、アルミニウム合金）に形成されてもよい。

【0079】

ステンシルは、巨視的なフィーチャ（例えば、複数の隆起したフィーチャ）の形成を制御するために使用される。具体的には、巨視的なフィーチャの各々の形態、形状、および/または輪郭は、プラスト中にプラズマ対向面の上に配置されるステンシルによって制御される。また、プラズマ対向面に形成され、プラズマ対向面の工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャのパターン（サブパターンを含む）は、プラスト中にステンシルを介して制御される。隆起したフィーチャの形成を画定する制御パラメータには、全体的な形状、中心の間隔、アスペクト比、フィーチャの分離（例えば、パターン内のフィーチャ間の距離）、エッジ仕上げ（例えば、丸み）などが含まれるが、これらに限定されない。

10

【0080】

実施形態では、ステンシルは、任意の適切な材料であってよい。具体的には、メディアプラスト中に変形しない可能性がある任意の材料でステンシルを作ることができる。一実施形態では、ステンシルは、メディアプラスト中に変形する可能性がない材料で作られる。他の実施形態では、ステンシルは、ステンシルが再利用可能となる材料で作られてもよい。他の実施形態では、ステンシルは、使い捨てである。

【0081】

さらに他の実施形態では、ステンシルは、対応する消耗部品（例えば、チャンバライナーなど）の表面のエッジ（例えば、角など）間の転移、コンダクタンスギャップ、消耗部品の表面間の転移などを含む、複雑な部品形状に適合可能な材料で作られる。すなわち、消耗部品のプラズマ対向面は、後に塗布される皮膜の剥離に寄与する可能性のある表面転移（例えば、エッジ、コーナー、谷など）を含む。例えば、本開示の実施形態で変更されていない消耗部品の角では、剥離がより頻繁に発生する可能性がある。実施形態において、プラズマ対向面への巨視的なフィーチャの追加により、表面転移を有するプラズマ対向面への皮膜の密着力が高まり、より強固に付着する。

20

【0082】

520において、前記方法は、ステンシルを介してプラズマ対向面をプラストメディアで識別してプラストし、工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャを生成することを含み、工学表面は、プラズマ対向面に形成される。一実施形態では、巨視的なフィーチャは、製作されたステンシルを介してグリットメディアプラストによって吹付される。別の実施形態では、巨視的なフィーチャは、フォトマスキングおよびエッチングによって形成される。複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、工学表面の上に所定のパターンにおいて配置される。また、一実施形態では、複数の隆起したフィーチャの各々は、外縁および側壁を有する上部領域を含む。一実施形態では、外縁は、丸みを帯びている。他の実施形態では、外縁は、丸みを帯びておらず、鋭いエッジまたは角を有するように画定され得る。工学表面の基底面は、複数の隆起したフィーチャの各々を取り囲み、対応する隆起したフィーチャの対応する側壁が、基底面から対応する上部領域まである角度で上に延びるようになっている。

30

40

【0083】

以下の方法、メディアを使用したビードプラスト、メディアを使用したグリットプラスト、およびエッチングを伴うフォトマスキングによって巨視的なパターンを生成することができるが、これらに限定されない。一実施形態では、巨視的なパターンは、プラストメディアとしてビードを用いたビードプラストの加工によって形成される。別の実施形態では、巨視的なパターンは、プラストメディアとしてグリット材料を用いたグリットプラストの塗布によって形成される。ビードプラストおよび/またはグリットプラスト中の制御パラメータには、メディアのタイプ、メディアのサイズ、プラストの持続時間、プラストの方向、パス回数などが含まれる。一実施形態では、ビードプラストまたはグリットプラストに使用されるメディアは、プラズマ対向面上へのプラストメディアの含浸によるプラ

50

ズマ対向面の汚染を低減および/または防止するために、消耗部品のプラズマ対向面を形成するために使用されるものと同じ組成および/または材料で形成される。さらに他の実施形態では、巨視的なパターンは、フォトマスクングおよびエッチングによって形成される。例えば、エッチングプロセスは、湿式化学エッチング、プラズマエッチングなどを含む。他の実施形態では、パターン化された巨視的なフィーチャは、機械加工、選択的蒸着法、付加製造などによって形成される。

【0084】

追加の仕上げ工程は、消耗部品の巨視的テクスチャ化がなされたプラズマ対向面上で実施される。一実施形態において、例えば、前記方法は、ステンシルを除去することと、プラズマ対向面を第2のプラストメディアで任意にプラストして、複数の隆起したフィーチャを微視的なフィーチャで粗面化することを含んでもよい。微視的なテクスチャは、複数の隆起したフィーチャ上で実施され、工学表面の上に配置された皮膜の増加した破壊耐性を提供する。他の実施形態では、追加の仕上げ工程では、陽極酸化層の構築および/または生成など、工学表面を陽極酸化することを含んでもよい。また、追加の仕上げ工程として、陽極酸化された工学表面に熱溶射皮膜（例えば、耐プラズマ性溶射皮膜）を塗布してもよい。具体的には、複数の隆起したフィーチャの少なくとも一部は、陽極酸化層を介して突出しており、溶射被膜の陽極酸化層への密着性を高める。

10

【0085】

一実施形態では、巨視的なフィーチャ（例えば、複数の隆起したフィーチャ、複数の沈降したフィーチャなど）の形成は、ステンシルまたはマスクを介した湿式化学エッチングによって形成されてもよい。例えば、粘着テープを用いて消耗部品を覆うと、曝露された表面の選択的エッチングが可能となり、その結果、計画されたフィーチャを形成できる。

20

【0086】

別の実施形態では、巨視的なフィーチャ（例えば、複数の隆起したフィーチャ、複数の沈降したフィーチャなど）の形成は、選択的蒸着法によって形成されてもよい。隆起したフィーチャは、プラズマなどの湿式化学または乾燥化学を用いて対象となる領域を選択的に活性化し、その後、活性化された領域に所望の材料を蒸着させることによって生成されてもよい。隆起したフィーチャはまた、逆の方法、すなわち、沈降フィーチャのための領域を不動態化して、残りの領域内で後続の蒸着が好ましくなるように生成されてもよい。

30

【0087】

さらに別の実施形態では、巨視的なフィーチャ（例えば、複数の隆起したフィーチャ、複数の沈降したフィーチャなど）の形成は、付加製造によってなされてもよい。付加材料は、消耗部品の下層にあるプラズマ対向面と同じ材料で構成されてもよいし、異なる組成で構成されてもよい。付加材料はまた、消耗部品の下層にあるプラズマ対向面の微細構造と同じ微細構造を有してよいし、異なる微細構造を有してもよい。例えば、例示目的で、付加製造の方法として、光重合、粉末床融合、材料押し出し、直接堆積などを挙げるができるが、これらに限定されない。

【0088】

さらに別の実施形態では、複数の沈降したフィーチャは、工学表面を画定する。例えば、逆ステンシルまたはマスクをメディアプラスト（例えば、グリットプラスト、ビードプラストなど）とともに用いて、複数の沈降したフィーチャを形成してもよい。逆ステンシルを使用する場合、工学表面の空隙である（すなわち、固体である隆起したフィーチャの反対）沈降したフィーチャを生成してもよい。別の実施形態では、逆ステンシルまたはマスクを化学エッチングとともに用いて、複数の沈降したフィーチャを形成してもよい。

40

【0089】

図6A、6B-1、6B-2、および図6Cは、巨視的なテクスチャを有する消耗部品210の工学表面300を構築するために、ステンシルを介したグリットプラストまたはビードプラスト加工を示す。具体的には、巨視的なフィーチャ（例えば、隆起したフィーチャ）は、皮膜および/または副生成物の付着を促進するために、消耗部品210

50

のプラズマ対向面 3 1 0 (例えば、表面) 上にパターン化される。

【 0 0 9 0 】

具体的には、図 6 A は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する消耗部品 2 1 0 の工学表面 3 0 0 を構築するために、ステンシルを介したグリットブラストまたはビードブラスト加工を示す。図 6 A に示すように、一実施形態では、複数の隆起したフィーチャは、製作されたステンシル 6 1 0 を介してグリットメディアブラストによって加工される。例えば、ステンシル 6 1 0 は、開口部 6 1 0 A を含み、ブラストメディアが開口部 6 1 0 A を通過し、消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 に到達し得る。また、ステンシル 6 1 0 は、閉塞部 6 1 0 B を含み、ここで、ブラストメディアが消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 に到達するのを阻止する。そのようにして、ステンシル 6 1 0 は、消耗部品のプラズマ対向面 3 1 0 上への複数の隆起したフィーチャの形成を制御し、複数の隆起したフィーチャは、消耗部品 2 1 0 の対応する工学表面を画定する。

10

【 0 0 9 1 】

図 6 A に示すように、距離 6 1 5 は、ステンシル 6 1 0 とプラズマ対向面 3 1 0 (例えば、プラズマ対向面の表面) との間の距離を示す。いくつかの用途では、ビードおよび/またはグリットブラスト中に、ステンシル 6 1 5 がプラズマ対向面 3 1 0 上に静止するまで、距離 6 1 5 は最小化される。他の実施形態では、ステンシル 6 1 5 は、ビードおよび/またはグリットブラスト中に、プラズマ対向面 3 1 0 から外れている(例えば、距離 6 1 5 は、値を有する)。

20

【 0 0 9 2 】

ブラスターノズル 6 2 0 は、ステンシルを介してブラストメディア(例えば、グリットおよび/またはビード)を 1 つまたは複数の角度で、消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 に送出するように構成される。いくつかの実施態様では、ブラスターノズル 6 2 0 は、パターンでステンシルの方へ移動する。例えば、ブラスターノズル 6 1 0 は、第 1 のサイクルまたはパスにおいて、1 つまたは複数の方向に移動してもよい。例示目的で、ブラスターノズル 6 1 0 は、1 つのサイクルまたはパスにて、ステンシルの方へ 1 方向(例えば、垂直または横方向、または斜め方向)に移動してもよい。ビードおよび/またはグリットブラストプロセス中に、1 つまたは複数のサイクルまたはパスが実施されてもよい。また、消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 に複数の隆起したフィーチャを構築するとき、ブラスターノズル 6 2 0 の移動の異なるパターンを実施してもよい。

30

【 0 0 9 3 】

図 6 B - 1 は、図 6 A に示した消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 に 1 つの角度でグリットブラストまたはビードブラスト加工して、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築することを示す。具体的には、巨視的なフィーチャ(例えば、隆起したフィーチャ)は、皮膜および/または副生成物の密着性を促進するために、消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 (例えば、表面) 上にパターン化される。

40

【 0 0 9 4 】

図 6 B - 1 に示すように、ステンシル 6 1 0 は、ビードおよび/またはグリットメディアブラスト中に、消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 に対して配置される。ステンシル 6 1 0 は開口部 6 1 0 B を含み、ブラスターノズル 6 2 0 からブラストされると、ブラストメディア 6 2 9 が開口部 6 1 0 B を通ってプラズマ対向面 3 1 0 に到達できる。ステンシル 6 1 0 は閉塞部 6 1 0 A を含み、ブラストメディア 6 2 9 が通過し、消耗部品 2 1 0 のプラズマ対向面 3 1 0 に到達するのを制限する。前述したように、ブラスターノズル 6 2 0 は、所定の動き 6 2 5 など、所定のパターンまたはランダムなパターンで、ステンシルの方へ移動してもよい。

【 0 0 9 5 】

50

ビードブラストおよび/またはグリットブラストの加工中に、微粒子635は、消耗部品210から除去される。具体的には、プラストメディアは、プラズマ対向面310に衝突および/または衝撃を与え、消耗部品210の部分(例えば、材料)を微粒子635として除去する。例えば、領域630Aおよび630Bは、隆起したフィーチャ440Aの対向面上の消耗部品210から除去される。一実施形態では、領域630Aおよび630Bは、隆起したフィーチャ440Aを取り囲むように共に結合する。微粒子635は、プラストメディア629を含んでもよい。

#### 【0096】

隆起したフィーチャ440Aの外縁のハイライト690は、ステンシル610の閉塞部610の下にある消耗部品210から材料をアンダーカットしていることを示す。具体的には、プラストメディアが閉塞部610Aの下で消耗部品210のプラズマ対向面310から材料を除去するとき、一実施形態において、ハイライト690は、隆起したフィーチャ440Aの上部領域の外縁の丸みを帯びた角の形成を示す。

10

#### 【0097】

図6B-2は、本開示の一実施形態に従って、消耗部品210のプラズマ対向面310に複数の角度でグリットブラストまたはビードブラスト加工して、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面300を構築することを示す。具体的には、巨視的なフィーチャ(例えば、隆起したフィーチャ)は、被膜および/または副生成物の接着を促進するために、消耗部品210のプラズマ対向面310(例えば、表面)上にパターン化される。

20

#### 【0098】

図6B-2に示すように、ステンシル610は、ビードおよび/またはグリットメディアプラスト中、消耗部品210のプラズマ対面側310に対して配置される。ステンシル610は、開口部610Bを含み、バスターノズル620からブラストされると、プラストメディア629が開口部610Bを通過してプラズマ対向面310に到達できる。ステンシル610は、閉塞部610Aを含み、プラストメディア629が通過し、消耗部品210のプラズマ対向面310に到達するのを制限する。閉塞部610Aの各々は、少なくとも1つの角度のついた側面605を含む。例えば、対応する閉塞部610Aは、角度のついた側面605Aおよび605Bを含んでもよい。

30

#### 【0099】

前述のように、バスターノズル620は、所定の動き625Aおよび/または625Bなどにおいて、所定のまたはランダムなパターンで、ステンシルの方へ移動してもよい。ビードブラストおよび/またはグリットブラストの加工中に、微粒子635は、消耗部品210から除去される。具体的には、プラストメディアは、プラズマ対向面310に衝突および/または衝撃を与え、消耗部品210の部分(例えば、材料)を微粒子635として除去する。例えば、領域630Aおよび630Bは、隆起したフィーチャ440Aの対向面上の消耗部品210から除去される。一実施形態では、領域630Aおよび630Bは、隆起したフィーチャ440Aを取り囲むようにともに結合する。微粒子635は、プラストメディア629を含んでもよい。

40

#### 【0100】

例えば、1つのパスでは、バスターノズル620は一方方向に移動し、別のパスでは、バスターノズル620は反対方向に移動してもよい。別の実施態様では、バスターノズル620は、プラズマ対向面310に対して第1の角度でノズルを持ったパターンで所定の移動625Aに従う。具体的には、一実施形態において、第1の角度でのプラストメディア629の送出は、対応する閉塞部610Aの角度の付いた側面605Aと一直線になる。プラストメディア629は、対応する閉塞部610Aをアンダーカットして、対応する隆起したフィーチャ440Aの上部領域の外縁の丸みを帯びた角を形成できるようにする。別の実施態様では、バスターノズル620は、プラズマ対向面310に対して第2の角度でノズルを持ったパターンで所定の動き625Bに従う。具体的には、一実施形

50

態において、第2の角度でのブラストメディア629の送出は、対応する閉塞部610Aの角度の付いた側面605Bと一直線になる。ブラストメディア629は、対応する閉塞部610Aをアンダーカットして、対応する隆起したフィーチャ440Aの上部領域の外縁の丸みを帯びた角を形成できるようにする。

#### 【0101】

図6Cは、本開示の一実施形態に従って、図6A、6B-1および/または6B-2に示すように、グリットブラストまたはビードブラスト加工した後の消耗部品の工学表面300を示しており、工学表面300は、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された複数の隆起したフィーチャ440A（隆起したフィーチャ440A含む）の形の巨視的なテクスチャを含む。

10

#### 【0102】

具体的には、巨視的なフィーチャが消耗部品210のプラズマ対向面310に生成された後、ステンシル610は、プラズマ対向面310から除去されて、工学表面300を画定する複数の隆起したフィーチャを露出させる。具体的には、巨視的なフィーチャは、図4A~4Bに関連して前述された隆起したフィーチャ440Aによって表されてもよい。例えば、隆起したフィーチャ440Aは、外縁を有する可能性のある上部領域470と、工学表面300の基底面350からある角度で上に延びる側壁とを含む。空の領域630Aおよび630Bは、隆起した領域440Aを取り囲むように結合してもよい。図6Cに示すように、一実施形態では、隆起したフィーチャ440Aの外縁460は、丸みを帯びている。隆起したフィーチャの各々は、前述のように、対応する外縁に対して所定のエッジ仕上げを有してもよい。一実施形態では、エッジ仕上げは、隆起したフィーチャ440Aなどに対して、外縁に丸みを帯びた角を含んでもよい。他の実施形態では、エッジ仕上げは、外縁に鋭角を含んでもよい。

20

#### 【0103】

一実施形態では、巨視的なフィーチャが生成された後、ステンシルは除去され、工学表面300全体はグリットブラストおよび/またはビードブラストを受けて、任意に微視的な粗面を生成する。その後、消耗部品210の工学表面300は、陽極酸化および上層コーティング（例えば、耐プラズマ性溶射皮膜）の仕上げを受ける。耐プラズマ性溶射皮膜は、プラズマ溶射、熱溶射、CVD、または他の利用可能な技術を介して塗布され得る。

30

#### 【0104】

図7Aは、本開示の一実施形態に従って、陽極酸化され（例えば、陽極酸化層220-1）、耐プラズマ性溶射皮膜230-1で覆われた工学表面300-1を含む消耗部品210-1を示し、消耗部品210-1は、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面300-1に合致しない。

#### 【0105】

具体的には、複数の隆起したフィーチャ440-1は、消耗部品210-1のプラズマ対向面310-1上に形成される。複数の隆起したフィーチャ440-1は、工学表面300-1を画定する。また、複数の隆起したフィーチャ440-1は、グリットおよび/またはビードメディアでさらにブラストされ、微視的なテクスチャを任意に形成してもよい。工学表面300-1は、陽極酸化され、陽極酸化層220-1が形成される。また、陽極酸化層220-1の上に耐プラズマ性溶射皮膜230-1が形成される。

40

#### 【0106】

複数の隆起したフィーチャ440-1の各々は、およそその高さ「h1」を有する。高さ「h1」は、複数の隆起したフィーチャ440-1の輪郭を画定し得る。図のように、陽極酸化層220-1の表面705-1は、複数の隆起したフィーチャ240-1の輪郭を密接になぞるかつ/もしくは輪郭に適合可能である。複数の隆起したフィーチャ440-1の輪郭が陽極酸化層220-1を介して曝露されるため、陽極酸化層220-1に対

50

する耐プラズマ性溶射皮膜 230-1 の密着力が強化される。

【0107】

また、高さ「h1」は、耐プラズマ性溶射皮膜 230-1 の表面 710 が、複数の隆起したフィーチャ 440-1 の輪郭をなぞらず、かつ/もしくは輪郭に合致しないような特定の寸法である。すなわち、高さ「h1」は、溶射皮膜 230-1 (一般に、陽極酸化層 220-1 の厚さの 2~3 倍) が、複数の隆起したフィーチャ 440-1 の輪郭の山と谷を充填し、さらに、表面 710 が比較的平坦になるように複数の隆起したフィーチャ 440-1 の上に広がるようなより小さな寸法である。

【0108】

図 7 B は、本開示の一実施形態に従って、陽極酸化され(例えば、陽極酸化層 220-2)、耐プラズマ性溶射皮膜 230-2 で覆われた工学表面 300-2 を含む消耗部品 210-2 を示し、耐プラズマ性溶射皮膜 230-2 は、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面に合致する。

10

【0109】

具体的には、複数の隆起したフィーチャ 440-2 は、消耗部品 210-2 のプラズマ対向面 310-2 上に形成される。複数の隆起したフィーチャ 440-2 は、工学表面 300-2 を画定する。また、複数の隆起したフィーチャ 440-2 は、グリットおよび/またはビードメディアでさらにブラストされ、微視的なテクスチャを任意に形成してもよい。工学表面 300-2 は、陽極酸化され、陽極酸化層 420-2 が形成される。また、陽極酸化層 220-2 の上に耐プラズマ性溶射皮膜 230-2 が形成される。耐プラズマ性溶射皮膜 230-2 の表面 720 は、プラズマ処理システム内でプラズマに曝露される。

20

【0110】

複数の隆起したフィーチャ 440-2 の各々は、おおよその高さ「h2」を有する。高さ「h2」は、複数の隆起したフィーチャ 440-2 の輪郭を画定してもよい。図のように、陽極酸化層 220-2 の表面 705-2 は、複数の隆起したフィーチャ 440-2 の輪郭を密接になぞるか/もしくは輪郭に適合可能である。複数の隆起したフィーチャ 440-2 の輪郭が陽極酸化層 220-2 を介して曝露されるため、陽極酸化層 220-2 に対する耐プラズマ性溶射皮膜 230-2 の密着力が強化される。

【0111】

また、高さ「h2」は、耐プラズマ性溶射皮膜 230-2 の表面 720 が複数の隆起したフィーチャ 440-2 の輪郭をなぞるおよび/または輪郭に合致するような特定の寸法である。すなわち、高さ「h2」は、溶射皮膜 230-2 が複数の隆起したフィーチャ 440-2 の輪郭の山と谷をなぞるようなより大きな寸法(例えば、高さ「h2」は高さ「h1」よりも大きい)である。図のように、表面 720 は、比較的平坦ではなく、複数の隆起したフィーチャ 440-2 の輪郭に合致する。

30

【0112】

図 8 A は、本開示の一実施形態に従って、追加層の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計された隆起したフィーチャの形の巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、グリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを向けるように構成されたステンシル 800 A および複数の例示的な開口部を示す。異なるタイプの開口部は、対応する消耗部品のプラズマ対向面に対応する隆起したフィーチャを形成するとき、異なる効果を有してもよい。例えば、開口部の形状は、楕円形の開口部 801 (例えば、円など)、多面的多角形の開口部 802 (例えば、8 面など)、正方形または長方形の開口部 803、三角形の開口部、対称的な形状、非対称的な形状などを含んでもよいが、これらに限定されない。本願を通してステンシルの開口部が円形であるように示しているが、開口部は、任意のタイプおよび形状の開口部とすることができる。

40

【0113】

図 8 B は、本開示の一実施形態に従って、パターン 810 で配置された複数の開口部を

50

有するステンシル 8 0 0 B を示す。パターン化されたステンシル 8 0 0 B は、工学表面を構築するために、消耗部品のプラズマ対向面上に、グリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを識別して向けるように構成される。具体的には、工学表面は、追加層の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する。一実施形態では、パターン 8 1 0 の開口部は、図 8 B に示すように、ステンシル全体にわたって均一に繰り返される。さらに、開口部の形状およびサイズは、前述したように選択可能である。また、開口部の密度も選択可能である。

#### 【 0 1 1 4 】

さらに別の実施形態では、例示のみを目的として使用される 8 0 0 B のステンシルを反転させて、工学表面を画定する複数の沈降したフィーチャを形成してもよい。例えば、逆ステンシルまたはマスクをメディアブラスト（例えば、グリットブラスト、ビードブラストなど）とともに用いて、複数の沈降したフィーチャを形成してもよく、沈降したフィーチャは、工学表面の空隙であってもよい（すなわち、固体である隆起したフィーチャの反対側）。別の実施形態では、逆ステンシルまたはマスクを化学エッチングとともに用いて、複数の沈降したフィーチャを形成してもよい。

10

#### 【 0 1 1 5 】

図 8 C は、本開示の一実施形態に従って、2 ゾーンパターンで配置された複数の開口部を有し、追加層の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、消耗部品のプラズマ対向面上にグリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを向けるステンシル 8 0 0 C を示す。具体的には、ステンシル 8 0 0 C は、第 1 のゾーン 8 2 0 A および第 2 のゾーン 8 2 0 B を含む画定されたパターン 8 2 0 を含み、ライン 8 2 5 が 2 つのゾーンを分離する。

20

#### 【 0 1 1 6 】

2 ゾーンの開口部は、円または楕円であるように示しているが、任意の形状とすることができる。また、第 1 のゾーン 8 2 0 A の開口部は、第 1 のタイプ（例えば、円）であってもよく、第 2 のゾーン 8 2 0 B の開口部は、第 2 のタイプ（例えば、正方形）であってもよい。また、第 1 のゾーン 8 2 0 A および第 2 のゾーン 8 2 0 B の開口部のサイズは均一であるが、第 1 のゾーン 8 2 0 A の開口部のサイズは第 1 のサイズであってもよく、第 2 のゾーン 8 2 0 B の開口部のサイズは第 2 のサイズであってもよい。開口部のサイズおよび形状は、それぞれ、形成された巨視的なフィーチャのサイズおよび形状を制御し得る。

30

#### 【 0 1 1 7 】

第 1 のゾーン 8 2 0 A は、第 1 のサブパターンで配置された第 1 のセットの隆起したフィーチャを含む。第 2 のゾーン 8 2 0 B は、第 2 のサブパターンで配置された第 2 のセットの隆起したフィーチャを含む。また、第 1 のゾーン 8 2 0 A および第 2 のゾーン 8 2 0 B のサブパターンに、互いに密接に倣っていてもよく、互いに異なってもよい。図 8 C に示すように、第 1 のゾーン 8 2 0 A の第 1 のサブパターンは、第 2 のゾーン 8 2 0 B のサブパターンと類似しており、両方とも開口部間で均一な変位（例えば、横方向、縦方向、および/または斜め方向の変位）に従うようになっている。ただし、2 つのゾーンの開口部の密度は、異なっている。具体的には、第 1 のゾーン 8 2 0 A の開口部の密度は、第 2 のゾーン 8 2 0 B の開口部の密度よりも小さい。

40

#### 【 0 1 1 8 】

図 8 D は、本開示の一実施形態に従って、3 ゾーンパターンで配置された複数の開口部を有し、追加層の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、グリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを消耗部品のプラズマ対向面上に向けるステンシル 8 0 0 D を示す。具体的には、ステンシル 8 0 0 D は、第 1 のゾーン 8 3 0 A、第 2 のゾーン 8 3 0 B、および第 3 のゾーン 8 3 0 C を含む画定されたパターン 8 3 0 を含む。ライン 8 3 1 は、第 1 のゾーン 8 3 0 A を第 2 のゾーン 8 3 0 B から分離し

50

、ライン 832 は、第 2 のゾーン 830 B を第 3 のゾーン 830 C から分離する。

【0119】

3つのゾーンの開口部は、円または楕円であるように示しているが、任意の形状とすることができる。また、第1のゾーン830 Aの開口部は、第1のタイプ（例えば、円）であってもよく、第2のゾーン830 Bの開口部は、第2のタイプ（例えば、正方形）であってもよく、第3のゾーン830 Cの開口部は、第1または第2のタイプ、もしくは第3のタイプ（例えば、三角形）であってもよい。また、3つのゾーンの開口部のサイズが均一であることを示しているが、第1のゾーン830 Aの開口部のサイズが第1のサイズであってもよく、第2のゾーン830 Bの開口部のサイズが第2のサイズであってもよく、第3のゾーン830 Cの開口部のサイズが第3のサイズであってもよい。すなわち、3つのゾーンの各々の開口部のサイズは、同様であっても、異なってもよい。開口部のサイズおよび形状は、それぞれ、形成された巨視的なフィーチャのサイズおよび形状を制御し得る。

10

【0120】

第1のゾーン830 Aは、第1のサブパターンで配置された第1のセットの隆起したフィーチャを含む。第2のゾーン830 Bは、第2のサブパターンで配置された第2のセットの隆起したフィーチャを含む。第3のゾーン830 Cは、第3のサブパターンで配置された第3のセットの隆起したフィーチャを含む。また、3つのゾーンのサブパターンは、互いに密接に倣っていてもよく、互いに異なってもよい。図のように、3つのゾーンの各々のサブパターンは、互いに類似しており、開口部間で均一な変位（例えば、横方向、縦方向、および/または斜め方向の変位）に従うようになっている。ただし、3つのゾーンの開口部の密度は異なっている。具体的には、第1のゾーン830 Aの開口部の密度は、3つのゾーンの中で最も大きい。また第3のゾーン830 Cの開口部の密度は、3つのゾーンの中で最も小さい。さらに、第2のゾーンの開口部の密度は、第1のゾーン830 Aの開口部の密度よりも小さいが、第3のゾーン830 Cの開口部の密度よりも大きい。

20

【0121】

図8 Eは、本開示の一実施形態に従って、線型スケールのパターンで配置された複数の開口部を有し、追加層の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を構築するために、消耗部品のプラズマ対向面上にグリットブラストまたはビードブラスト加工のメディアを向けるステンシル800 Eを示す。具体的には、プロット850は、ステンシルにわたって特定の方向に移動しながら、ステンシル800 Eの開口部の密度を示す。例えば、プロット850は、ステンシル800 Eの開口部の密度を示す縦軸851と、特定の方向にステンシル800 Eにわたる距離を示す横軸852とを含む。プロット850に続いて、ステンシル800 Eの左側では、開口部の密度が最も高い。ステンシル800 Eを左から右の方へ移動すると、密度は直線的に減少し、ステンシル800 Eの右側の端まで到達して開口部の密度が最小（例えば、ゼロ）になるまで減少する。

30

【0122】

ステンシル800 Eの開口部は、円または楕円であるように示されているが、任意の形状とすることができる。また、開口部は、ステンシル800 E全体、ならびにステンシルのいずれかのサブパターンで形状を変えてもよい。また、開口部のサイズがステンシル800 E全体で均一であるように示されているが、開口部のサイズは、全体で異なってもよい。開口部のサイズおよび形状は、それぞれ、形成される巨視的なフィーチャのサイズおよび形状を制御し得る。

40

【0123】

図9 A - 1、9 A - 2、9 B - 1、9 B - 2、9 C - 1、9 C - 2、9 D、9 Eは、対応する工学表面全体にわたって配置された隆起したフィーチャの異なる構成およびパターンを示しており、単に例示および明確化の目的で提供されている。フィーチャは、カスタマイズされたパターンで工学表面全体にわたって形成されてもよく、フィーチャは、サイズ、形状、隆起したフィーチャの密度などの選択可能なパラメータに応じて形成される。

50

## 【 0 1 2 4 】

図 9 A - 1 は、本開示の一実施形態に従って、パターン 9 1 0 で対応する工学表面全体にわたって均一に配置された複数の隆起したフィーチャを示す。工学表面を画定する隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを含む。前述のように、フィーチャの構造および高さは、共形な耐プラズマ性溶射皮膜（図示せず）を構築するために均一であるように構成される。すなわち、溶射皮膜は、工学表面の輪郭に同様に合致する輪郭を有する。例えば、パターン 9 1 0 における巨視的に隆起したフィーチャの高さと隆起したフィーチャ間の分離により、溶射皮膜の上面がパターン 9 1 0 における工学表面の輪郭にほぼ適合可能となる。

10

## 【 0 1 2 5 】

図 9 A - 2 は、本開示の一実施形態による、図 9 A - 1 のフィーチャよりも小さい密度で均一に配置された複数の隆起したフィーチャを示す。図 9 A - 2 のフィーチャは、パターン 9 2 0 で対応する工学表面全体にわたって均一に配置される。図 9 A - 2 のフィーチャの構造および高さは、図 9 A - 1 のフィーチャと同様に構成されており、前述のように、共形な耐プラズマ性溶射皮膜を構築するために均一であるように構成される。ただし、図 9 A - 2 のパターン 9 2 0 におけるフィーチャの密度は、密度が選択可能であることを示すために、図 9 A - 1 のパターン 9 1 0 におけるフィーチャの密度よりも小さい。また、パターン 9 1 0 および 9 2 0 の各々におけるフィーチャのサイズおよび形状は、選択可能である。

20

## 【 0 1 2 6 】

図 9 B - 1 は、本開示の一実施形態による、パターン 9 3 0 で均一に配置された複数の隆起したフィーチャを示す。パターン 9 3 0 におけるフィーチャの構造および高さは、均一である。具体的には、パターン 9 3 0 におけるフィーチャの高さは、図 9 A - 1 のパターン 9 1 0 におけるフィーチャの高さよりも小さい。パターン 9 3 0 におけるフィーチャの構造および高さは、前述のように、比較的平坦な非共形な耐プラズマ性溶射皮膜を構築するために均一であるように構成される。すなわち、溶射皮膜は、工学表面の輪郭に合致しない輪郭を有する。隆起したフィーチャは、追加層の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。例えば、パターン 9 3 0 における巨視的な隆起したフィーチャの高さと隆起したフィーチャ間の分離により、溶射皮膜の上面がパターン 9 3 0 の工学表面の輪郭にほぼ適合できなくなる可能性がある。

30

## 【 0 1 2 7 】

図 9 B - 2 は、本開示の一実施形態に従って、図 9 B - 1 のフィーチャよりも小さい密度で均一に配置された複数の隆起したフィーチャを示す。図 9 B - 2 のフィーチャは、パターン 9 4 0 における対応する工学表面全体にわたって均一に配置される。図 9 B - 2 のフィーチャの構造および高さは、図 9 B - 1 のフィーチャと同様に構成されており、前述のように、非共形な耐プラズマ性溶射皮膜を構築するために均一であるように構成される。図 9 B - 2 のパターン 9 4 0 におけるフィーチャの密度は、密度が選択可能であることを示すために、図 9 B - 1 のパターン 9 3 0 におけるフィーチャの密度よりも小さい。また、パターン 9 3 0 および 9 4 0 の各々におけるフィーチャのサイズおよび形状は、選択可能である。

40

## 【 0 1 2 8 】

図 9 C - 1 は、本開示の一実施形態に従って、2つのサブパターン 9 5 0 A および 9 5 0 B をさらに含むパターン 9 5 0 で配置された複数の隆起したフィーチャを示す。2つのサブパターン 9 5 0 A および 9 5 0 B における隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。2つのサブパターン 9 5 0 A および 9 5 0 B の各々全体にわたるフィーチャの構造および高さは、前述のように、共形な耐プラズマ溶射皮膜（図示せず）を構築するために均一である。す

50

なわち、溶射皮膜は、工学表面の輪郭と同様に合致する輪郭を有する。例えば、パターン 910 における巨視的な隆起したフィーチャの高さと隆起したフィーチャ間の分離により、溶射皮膜の上面がパターン 910 の工学表面の輪郭にほぼ適合可能となる。フィーチャは、2つのサブパターン 950 A および 950 B の各々全体にわたって均一であるように示されているが、サブパターン 950 B (右側へ) におけるフィーチャの密度は、サブパターン 950 A (左側へ) におけるフィーチャの密度よりも小さく、サブパターン 950 A および 950 B の各々における隆起したフィーチャの密度は、選択可能であることを示す。さらに、フィーチャは、2つのサブパターン 950 A および 950 B の各々全体にわたって均一であることが示されているが、図 9 C - 2 にさらに示されているように、フィーチャは、異なる構成を有してもよい。

10

#### 【0129】

図 9 C - 2 は、本開示の一実施形態に従って、2つのサブパターン 960 A および 960 B で配置された複数の隆起したフィーチャを示しており、各サブパターンにおけるフィーチャの構造および高さは、均一であるが、2つのサブパターン間で異なってもよい。2つのサブパターン 960 A および 960 B における隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。2つのサブパターン 960 A および 960 B の各々にわたるフィーチャは、異なる構成を有する。具体的には、サブパターン 960 A におけるフィーチャの構造および高さは、前述のように、共形な耐プラズマ性溶射皮膜 (図示せず) を構築するために均一である。例えば、サブパターン 960 A における巨視的な隆起したフィーチャの高さおよび隆起したフィーチャの分離によって、溶射皮膜の上面がサブパターン 960 A における工学表面の輪郭と同様におよび/またはほぼ適合可能となる。一方、サブパターン 960 B におけるフィーチャの構造および高さは、前述のように、非共形な耐プラズマ性溶射皮膜を構築するために均一である。例えば、サブパターン 960 B における巨視的な隆起したフィーチャの高さおよび隆起したフィーチャ間の分離により、溶射皮膜の上面がサブパターン 960 B における工学表面の輪郭と同様におよび/またはほぼ適合できなくなる可能性がある。すなわち、溶射皮膜の上面は、サブパターン 960 B における隆起したフィーチャに合致しない輪郭を有する。このように、溶射皮膜は、下層にある隆起したフィーチャのサブパターンに応じて異なる輪郭を有してもよい。フィーチャは、サブパターン 960 A および 960 B の両方の全体にわたって同じ密度を有するように示されているが、フィーチャの密度は、2つのサブパターン 960 A および 960 B との間で変化する可能性があり、サブパターン 960 A および 960 B の各々における隆起したフィーチャの密度は、選択可能となる。例えば、サブパターン 960 B (右側へ) におけるフィーチャの密度は、サブパターン 960 A (左側へ) におけるフィーチャの密度よりも小さくてもよく、その逆でもよい。

20

30

#### 【0130】

図 9 D は、本開示の一実施形態に従って、3つのサブパターン (970 A、970 B および 970 C) で配置された複数の隆起したフィーチャを示しており、サブパターン全体にわたるフィーチャの構造および高さは、均一である。3つのサブパターン 970 A、970 B、および 970 C における隆起したフィーチャは、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。3つのサブパターンにおける各々にわたるフィーチャは、同じ構成を有してもよい。例えば、3つのサブパターンにおけるフィーチャの構造および高さは、前述のように、共形または非共形な耐プラズマ性溶射皮膜 (図示せず) を構築するために均一であってもよい。例えば、3つのサブパターンにおける巨視的な隆起したフィーチャの高さおよび隆起したフィーチャ間の分離により、下層にあるサブパターンに応じて、溶射皮膜の上面が工学表面の輪郭と同様におよび/またはほぼ適合可能となる。あるいは、巨視的な隆起したフィーチャの高さと3つのサブパターンにおける隆起したフィーチャ間の分離により、溶射皮膜の上面が工学表面の輪

40

50

郭に同様におよび／またはほぼ適合できなくなる可能性がある。フィーチャは、3つのサブパターンの各々全体にわたって均一であるように示されているが、他の実施形態では、1つのサブパターンにおけるフィーチャの構成（例えば、サイズおよび形状）は、基礎となるサブパターンに応じて、別のサブパターンにおけるフィーチャの構成に対して異なる場合がある。より詳細には、サブパターン970A、970B、および970Cの各々におけるフィーチャの密度は、異なる密度を有する。具体的には、サブパターン970Aにおけるフィーチャの密度が最も高く、サブパターン970Cにおけるフィーチャの密度が最も低い。また、サブパターン970Bのフィーチャにおける密度は、サブパターン970Cにおけるフィーチャの密度よりも大きく、サブパターン970Aにおけるフィーチャの密度よりも小さい。

10

## 【0131】

図9Eは、本開示の一実施形態に従って、フィーチャの密度が直線的に増加するように、直線的にスケールされたパターン980で配置された複数の隆起したフィーチャを示す。隆起したフィーチャは、追加層および／または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを有する工学表面を画定する。単に例示目的で、パターン980におけるフィーチャは、図8Eのステンシル800Eを用いて形成してもよい。具体的には、工学表面全体にわたるフィーチャは、同じ構成を有してもよい。例えば、パターン980におけるフィーチャの構造および高さは、前述のように、共形または非共形な耐プラズマ性溶射皮膜（図示せず）を構築するために均一であってもよい。フィーチャは、工学表面全体にわたって均一であるように示されているが、他の実施形態では、フィーチャの構成（例えば、サイズおよび形状）は、工学表面全体で変化してもよい。プロット990は、パターン980における隆起したフィーチャの密度を示す。例えば、プロット990は、隆起したフィーチャ（例えば、小塊）の密度を示す縦軸991と、特定の方向に工学表面全体にわたる距離を示す横軸992とを含む。プロット990に従うと、隆起したフィーチャの密度は、特定の方向において、パターン980の左側で最も高い。特定の方向に沿って工学表面を示すパターン980の方へ移動すると、隆起したフィーチャの密度は、直線的に減少し、隆起した開口部の密度がパターン980の右側まで最小（例えば、ゼロ）に達するまで減少する。

20

## 【0132】

図10は、本開示の一実施形態に従って、パターンで配置された複数の隆起したフィーチャにおいて、説明した構成（例えば、丸みを帯びたエッジ）を生成するために、消耗部品210のプラズマ対向面310に異なるステンシルを適用するプロセスを示す。例えば、対応するプラストメディアを用いるビードブラストおよび／またはグリットブラストは、2つのパスにおいて行われる。第1のパスでは、ステンシル1を用いて、第1のプラストメディアを用いたビードブラストおよび／またはグリットブラストが行われる。ビードおよび／またはグリットブラストは、所定のパターンに従って、1つまたは複数の所定の角度（例えば、ブラスターノズルの角度）で、ステンシル1（1010）の方へ移動してもよい。第2のパスでは、ステンシル2（1020）を用いて、第2のプラストメディアでビードブラストおよび／またはグリットブラストが行われる。第1および第2のプラストメディアは、同一であっても異なってもよい。ビードおよび／またはグリットブラストは、所定のパターンに従って、1つまたは複数の所定の角度（例えば、ブラスターノズルの角度）で、ステンシル2の方へ移動してもよい。異なるステンシル1および2を使用することにより、工学表面を画定する隆起したフィーチャに所望のエッジを促進させてもよい。例えば、ステンシル2の開口部は、ステンシル1の開口部よりも大きくてもよいが、開口部の両パターンは、概ね同じパターンに従う。そのようにして、第2のパスの間、プラストメディアは、図4A～4Bに示されるように、工学表面に形成され、工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャの上部領域の外縁に丸みを帯びた角を生成するために、消耗部品210のプラズマ対向面310の追加領域に到達してもよい。

30

40

## 【0133】

50

図 1 1 は、本開示の一実施形態に従った、陽極酸化され（陽極酸化層 2 2 0 - 3）、耐プラズマ性溶射皮膜 2 3 0 - 3 で覆われた工学表面を含む消耗部品 2 1 0 - 3 の断面の電子顕微鏡画像である。工学表面は、本開示の一実施形態に従って、追加層および/または副生成物の密着性をより優れたものにするための追加の結合部位を生成するように設計されたパターン化された巨視的なテクスチャを含む。

【 0 1 3 4 】

例示および説明の目的で実施形態の上述の説明を提供してきた。包括的であることもしくは本開示を限定することを意図したものではない。具体的な実施形態の個々の要素または特徴は、一般に、その具体的な実施形態に限定されないが、適用可能な場合には、交換可能であり、具体的に示されていないかまたは説明されていない場合であっても、選択された実施形態で使用できる。また、同じものを様々な方法で変化させてもよい。そのような変形は本開示からの逸脱と見なされるべきではなく、そのような変形はすべて本開示の範囲に含まれることを意図する。

10

【 0 1 3 5 】

理解を明確にする目的で、前述の実施形態をある程度詳細に説明してきたが、添付の特許請求の範囲内で一部変更および変形を実施できることは明らかであろう。したがって、本実施形態は、例示的であって制限的ではないと見なされるべきであり、本実施形態は、本明細書で与えられた詳細に限定されるものではなく、その範囲および特許請求の範囲の等価物の範囲内で修正してもよい。本開示は以下の適用例としても実現できる。

[ 適用例 1 ]

20

プラズマ処理チャンバ用の消耗部品であって、  
前記消耗部品のプラズマ対向面と、  
前記消耗部品の前記プラズマ対向面に形成された工学表面と、  
前記工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャであって、前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、所定のパターンで配置され、前記複数の隆起したフィーチャの各々は、外縁および側壁を有する上部領域を含む複数の隆起したフィーチャと、  
前記複数の隆起したフィーチャの各々を取り囲む前記工学表面の基底面であって、対応する隆起したフィーチャの対応する側壁が前記基底面から対応する上部領域に向かってある角度で上に延びるようになっている前記工学表面の基底面と  
を備え、  
前記消耗部品は、前記プラズマ処理チャンバに設置されるように構成され、  
前記消耗部品は、プラズマおよび前記プラズマの副生成物に曝露されるように構成される、  
消耗部品。

30

[ 適用例 2 ]

適用例 1 に記載の消耗部品であって、  
前記角度は、約 1 5 度 ~ 約 6 0 度までの間の範囲である、消耗部品。

[ 適用例 3 ]

適用例 1 に記載の消耗部品であって、  
前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、前記基底面を基準に対応する隆起したフィーチャの高さが約 0 . 2 mm ~ 約 3 mm までの範囲を有する巨視的なものである、消耗部品。

40

[ 適用例 4 ]

適用例 1 に記載の消耗部品であって、  
前記工学表面の上に形成される陽極酸化層と、  
前記陽極酸化層の上に形成される熱溶射皮膜と  
をさらに備え、  
前記複数の隆起したフィーチャは、前記熱溶射皮膜の前記陽極酸化層への密着性を強化するように構成される、消耗部品。

[ 適用例 5 ]

50

適用例 1 に記載の消耗部品であって、  
前記消耗部品は、  
前記プラズマ処理チャンバの内壁を保護するように構成されたライナー、または  
1つまたは複数のCシュラウド部分、または  
1つまたは複数のプラズマ閉じ込めリング部分、または  
フォーカスリング、または  
エッジリング、または  
静電半導体ウエハクランプ/チャッキングシステム、または  
上部電極、または  
誘導結合プラズマ用の誘電体窓、または  
下部電極  
のうちの1つを備える、消耗部品。

10

[ 適用例 6 ]

適用例 1 に記載の消耗部品であって、  
前記複数の隆起したフィーチャに任意に形成した複数の微視的なフィーチャ  
をさらに備える、消耗部品。

[ 適用例 7 ]

適用例 1 に記載の消耗部品であって、  
前記画定されたパターンは、第 1 のゾーンおよび第 2 のゾーンを含み、  
前記第 1 のゾーンは、第 1 のサブパターンに配置された第 1 のセットの隆起したフィー  
チャを含み、  
前記第 2 のゾーンは、第 2 のサブパターンに配置された第 2 のセットの隆起したフィー  
チャを含む、消耗部品。

20

[ 適用例 8 ]

適用例 1 に記載の方法であって、  
前記消耗部品の前記プラズマ対向面は、導電性材料または誘電性材料である、方法。

[ 適用例 9 ]

プラズマ処理チャンバに設置されるように構成される消耗部品の工学表面を構築するた  
めの方法であって、  
ステンシルを用いて前記消耗部品のプラズマ対向面をマスキングすることであって、前  
記ステンシルは、前記プラズマ対向面へのアクセスを行うことができる開口部のパターン  
を含むことと、  
前記ステンシルを介して前記プラズマ対向面をプラストメディアで識別してプラストし  
、前記工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャを生成することであって、前記工学  
表面が前記プラズマ対向面に形成されることと

30

を含み、

前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、前記工学表面の上に所定のパターンで  
配置され、

前記複数の隆起したフィーチャの各々は、外縁および側壁を有する上部領域を含み、

前記工学表面の基底面は、前記複数の隆起したフィーチャを取り囲み、対応する隆起し  
たフィーチャの対応する側壁が前記基底面から対応する上部領域まである角度で上に延び  
るようにし、

40

前記消耗部品は、プラズマまたは前記プラズマの副生成物に曝露される、方法。

[ 適用例 10 ]

適用例 9 に記載の方法であって、

前記角度は、約 15 度 ~ 約 60 度までの間の範囲である、方法。

[ 適用例 11 ]

適用例 9 に記載の方法であって、

前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、前記基底面を基準に対応する隆起した  
フィーチャの高さが約 0.2 mm ~ 約 3 mm までの範囲を有する巨視的なものである、

50

方法。

[ 適用例 1 2 ]

適用例 9 に記載の方法であって、

前記消耗部品は、

前記プラズマ処理チャンバの内壁を保護するように構成されたライナー、または

1 つまたは複数の C シュラウド部分、または

1 つまたは複数のプラズマ閉じ込めリング部分、または

フォーカスリング、または

エッジリング、または

静電半導体ウエハクランプ / チャッキングシステム、または

上部電極、または

誘導結合プラズマ用の誘電体窓、または

下部電極

のうちの 1 つを備える、方法。

10

[ 適用例 1 3 ]

適用例 9 に記載の方法であって、

前記ステンシルを介して前記プラズマ対向面を識別してブラストすることであって、

前記プラズマ対向面をビードブラストすること、または

前記プラズマ対向面をグリットブラストすること

を含み、

20

前記ブラストメディアは、前記消耗部品の前記プラズマ対向面と同じタイプの材料で作られる、方法。

[ 適用例 1 4 ]

適用例 9 に記載の方法であって、

前記ステンシルは、第 1 のゾーンおよび第 2 のゾーンを含み、

前記第 1 のゾーンは、開口部の第 1 のサブパターンを含み、

前記第 2 のゾーンは、開口部の第 2 のサブパターンを含む、方法。

[ 適用例 1 5 ]

適用例 9 に記載の方法であって、

前記ステンシルを介して前記プラズマ対向面を識別してブラストすることであって、

前記ステンシルを介して前記プラズマ対向面を第 1 の角度で前記ブラストメディアを用いてブラストすることと、

30

前記ステンシルを介して前記プラズマ対向面を第 2 の角度で前記ブラストメディアを用いてブラストすることと

を含む、方法。

[ 適用例 1 6 ]

適用例 9 に記載の方法であって、

前記ステンシルを除去することと、

前記プラズマ対向面を第 2 のブラストメディアで任意にブラストして、前記複数の隆起したフィーチャを微視的なフィーチャで粗面化することと

をさらに含む、方法。

40

[ 適用例 1 7 ]

適用例 9 に記載の方法であって、

前記工学表面を陽極酸化して、陽極酸化層を生成することと、

熱溶射皮膜を前記陽極酸化層に塗布することであって、

前記複数の隆起したフィーチャの少なくとも一部は、前記陽極酸化層を介して突出しており、前記溶射被膜の前記陽極酸化層への密着性を高めることと

をさらに含む、方法。

[ 適用例 1 8 ]

ウエハを処理するためのプラズマ処理チャンバであって、

50

前記ウエハを支持するように構成された下部電極と、  
前記下部電極の上に位置する上部電極と、  
消耗部品であって、  
前記消耗部品のプラズマ対向面と、  
消耗部品のプラズマ対向面に形成される工学表面とを含む消耗部品と、  
前記工学表面を画定する複数の隆起したフィーチャであって、  
前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、所定のパターンで配置され、前記複数の隆起したフィーチャの各々は、外縁および側壁を有する上部領域を含む複数の隆起したフィーチャと、  
前記複数の隆起したフィーチャの各々を取り囲む前記工学表面の基底面であって、対応する隆起したフィーチャの対応する側壁が前記基底面から対応する上部領域に向かってある角度で上に延びるようになっている前記工学表面の基底面と  
を含み、  
前記消耗部品は、前記プラズマ処理チャンバ内に設置されるように構成され、  
前記消耗部品は、プラズマおよび前記プラズマの副生成物に曝露されるように構成される、  
プラズマ処理チャンバ。

10

[ 適用例 19 ]

適用例 17 に記載のプラズマ処理チャンバであって、  
前記消耗部品は、  
前記プラズマ処理チャンバの内壁を保護するように構成されたライナー、または  
1つまたは複数のCシュラウド部分、または  
1つまたは複数のプラズマ閉じ込めリング部分、または  
フォーカスリング、または  
エッジリング、または  
静電半導体ウエハクランプ/チャッキングシステム、または  
上部電極、または  
誘導結合プラズマ用の誘電体窓、または  
下部電極  
のうちの1つを備える、プラズマ処理チャンバ。

20

30

[ 適用例 20 ]

適用例 17 に記載の消耗部品であって、  
前記角度は、約 15 度 ~ 約 60 度までの間の範囲であり、  
前記複数の隆起したフィーチャのフィーチャは、前記基底面を基準に対応する隆起したフィーチャの高さが約 0.2 mm ~ 約 3 mm までの範囲を有する巨視的なものであり、  
複数の微視的なフィーチャは、前記複数の隆起したフィーチャに任意に形成され、  
前記消耗部品の前記プラズマ対向面は、導電性材料または誘電性材料である、  
ことをさらに含む、消耗部品。

40

50

【図面】  
【図 1 A】

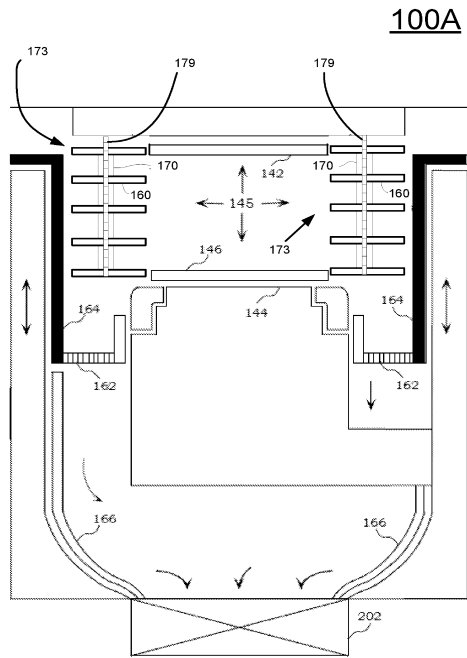


FIG. 1A

【図 1 B】

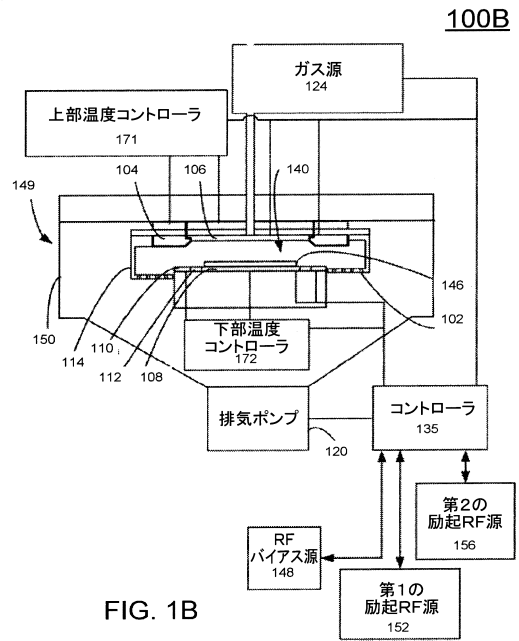


FIG. 1B

10

20

【図 2】

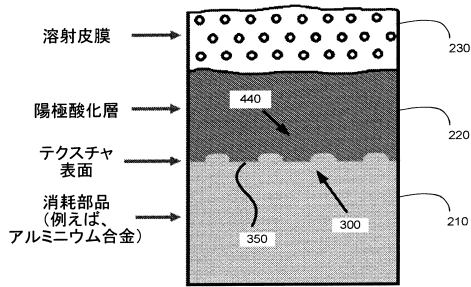


FIG. 2

【図 3】

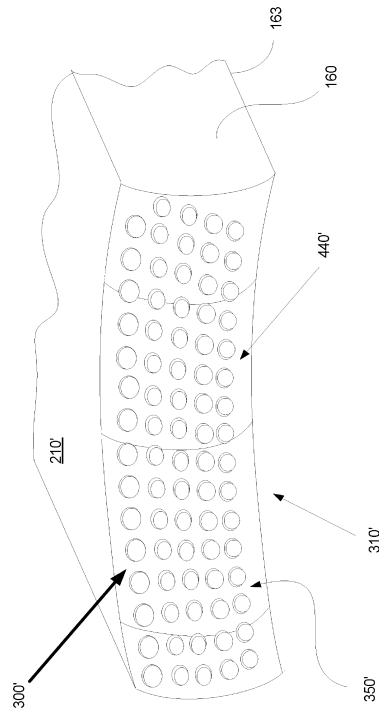


FIG. 3

30

40

50



【図 6 B - 1】

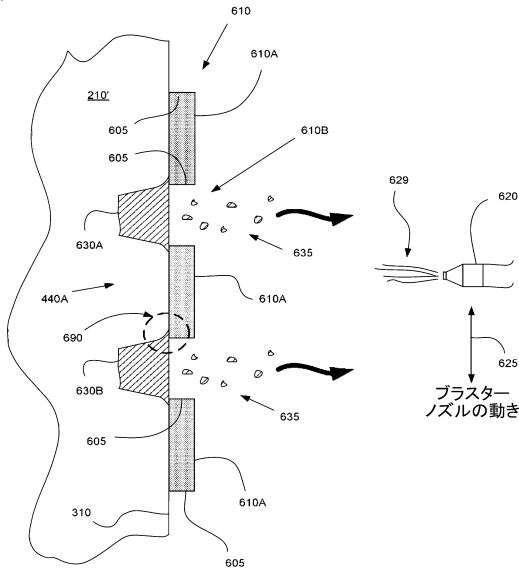


FIG. 6B-1

【図 6 B - 2】

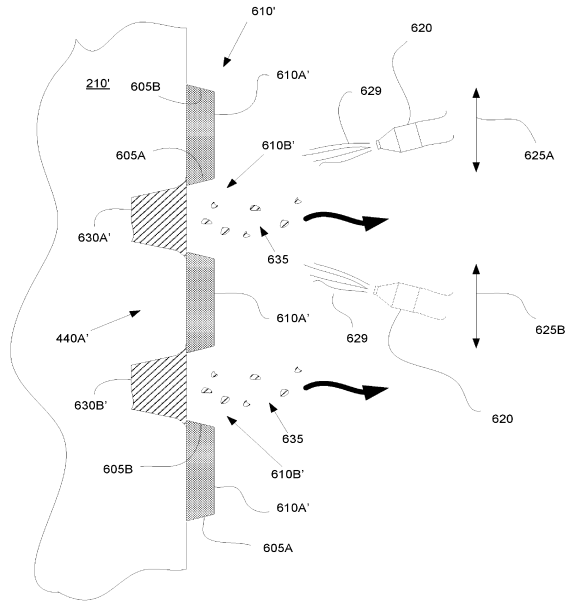


FIG. 6B-2

【図 6 C】

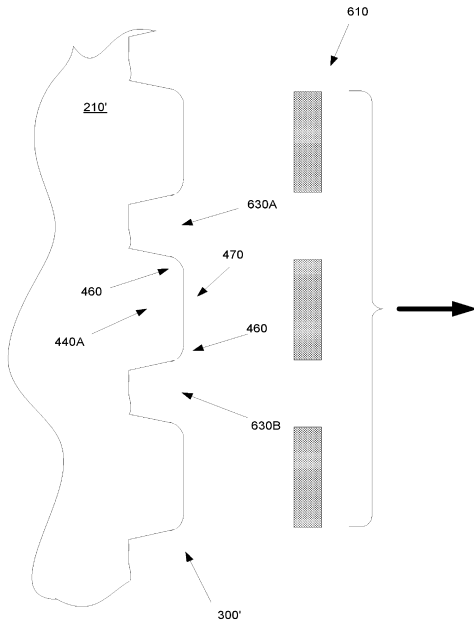


FIG. 6C

【図 7 A】

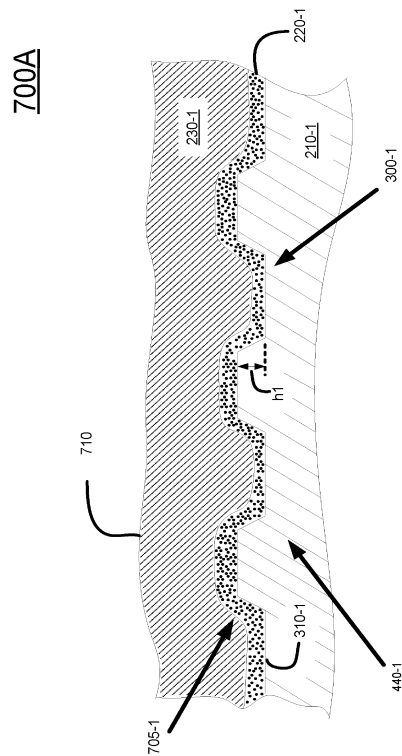


FIG. 7A

10

20

30

40

50

【 7 B 】

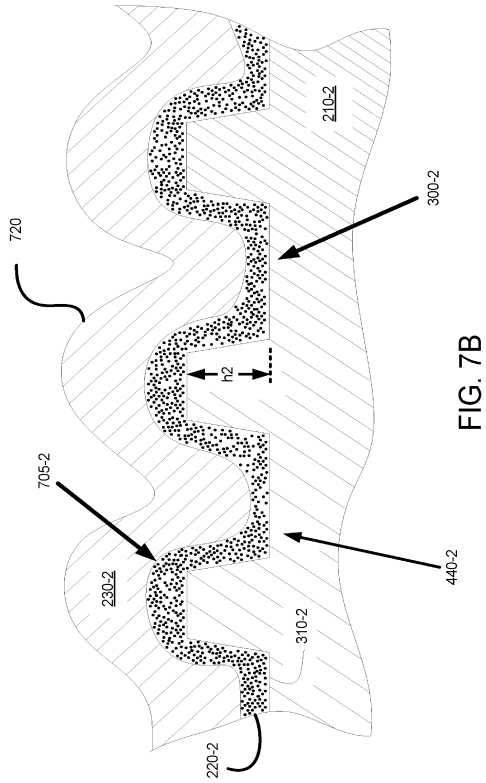


FIG. 7B

【 8 A 】

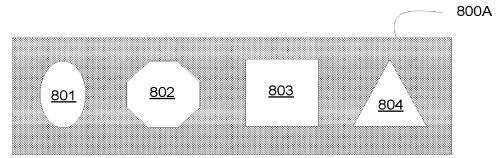


FIG. 8A

【 8 B 】

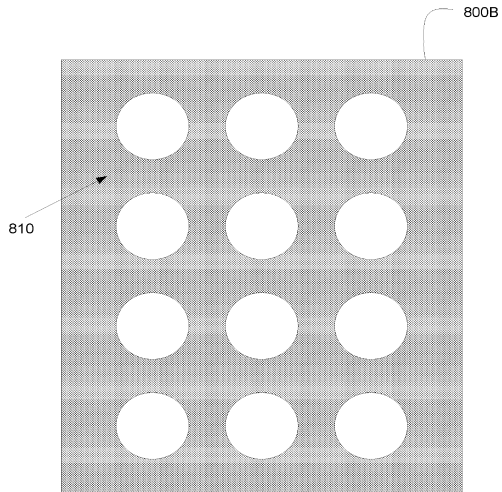


FIG. 8B

【 8 C 】

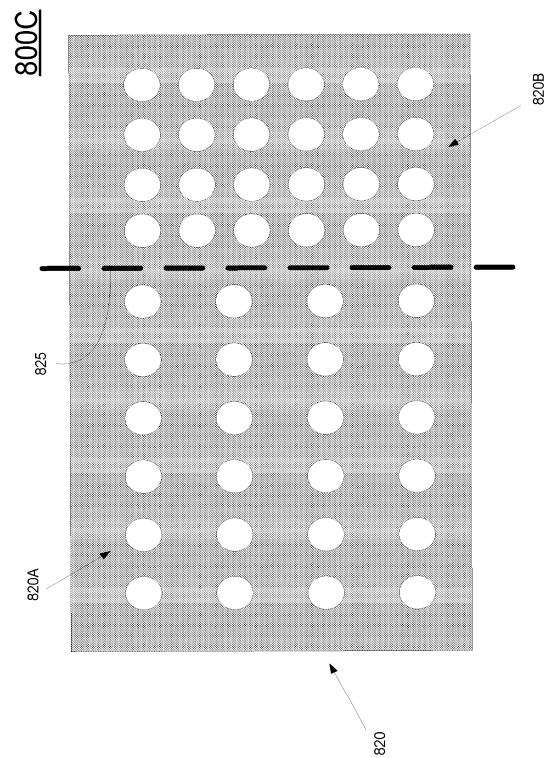


FIG. 8C

10

20

30

40

50



【 9 B - 1 】

930



FIG. 9B-1

【 9 B - 2 】

940



FIG. 9B-2

【 9 C - 1 】

950

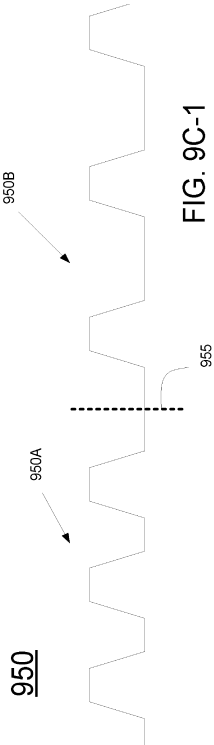


FIG. 9C-1

【 9 C - 2 】

960

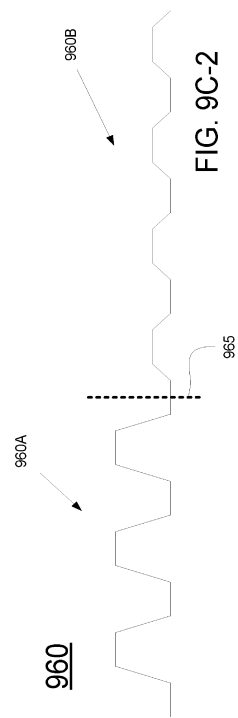


FIG. 9C-2

10

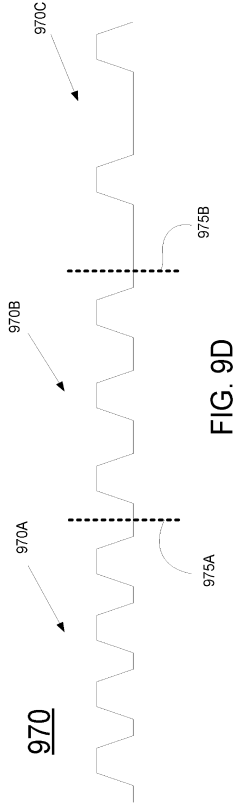
20

30

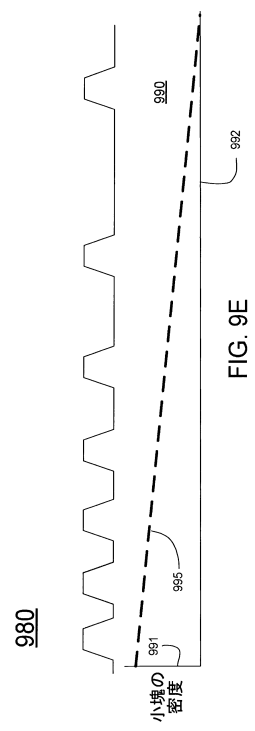
40

50

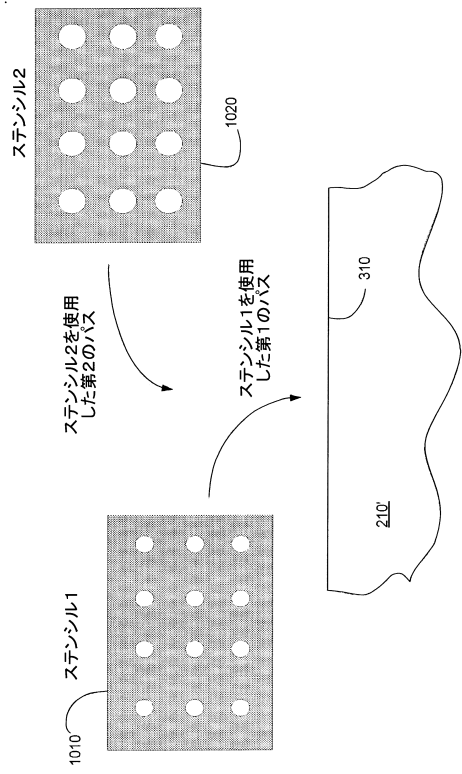
【図 9 D】



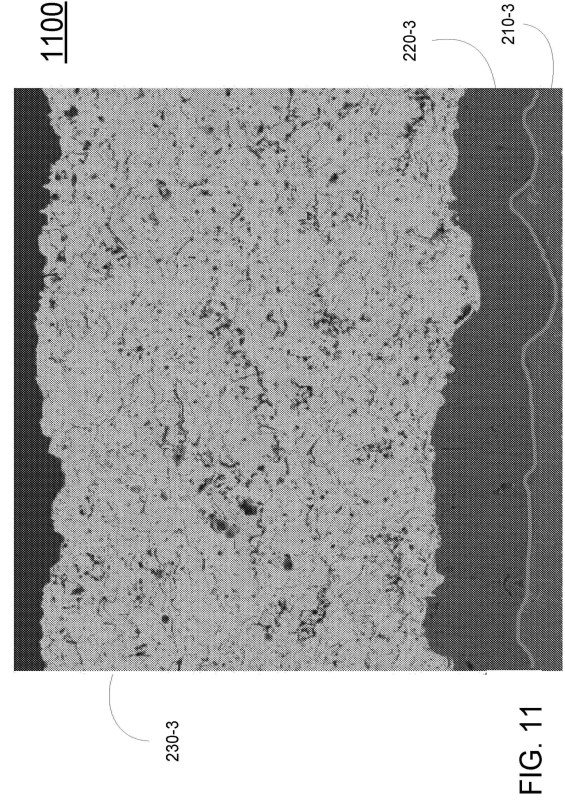
【図 9 E】



【図 1 0】



【図 1 1】



## フロントページの続き

- 538 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4650
- (72)発明者 ジャン・ユー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州94538 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4650
- (72)発明者 ラジャゴパラン・マンサ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州94538 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4650
- (72)発明者 ロンドノ・ニコラス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州94538 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4650
- 審査官 小 高 孔 頌
- (56)参考文献 特開2001-049419(JP, A)  
特開2005-272161(JP, A)  
特開2006-057172(JP, A)  
米国特許出願公開第2003/0037880(US, A1)  
米国特許第06623595(US, B1)  
特表2004-513516(JP, A)  
特開2007-227443(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01L 21/3065  
H01L 21/31  
C23C 16/44