

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6542793号
(P6542793)

(45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)

(51) Int.Cl.

F 1

B24B	53/017	(2012.01)	B 2 4 B	53/017	A
B24B	53/12	(2006.01)	B 2 4 B	53/12	Z
B24D	3/00	(2006.01)	B 2 4 D	3/00	3 1 O G
B24D	7/00	(2006.01)	B 2 4 D	3/00	3 2 O B
H01L	21/304	(2006.01)	B 2 4 D	7/00	P

請求項の数 8 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-558346 (P2016-558346)
(86) (22) 出願日	平成27年3月20日 (2015.3.20)
(65) 公表番号	特表2017-509500 (P2017-509500A)
(43) 公表日	平成29年4月6日 (2017.4.6)
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/021679
(87) 国際公開番号	W02015/143278
(87) 国際公開日	平成27年9月24日 (2015.9.24)
審査請求日	平成30年3月20日 (2018.3.20)
(31) 優先権主張番号	61/968,846
(32) 優先日	平成26年3月21日 (2014.3.21)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	505307471 インテグリス・インコーポレーテッド アメリカ合衆国、マサチューセッツ・O 1 8 2 1 - 4 6 0 0、ビレリカ、コンコード ・ロード・1 2 9
(74) 代理人	110002077 園田・小林特許業務法人
(72) 発明者	ギャルピン、アンドリュー アメリカ合衆国 O 1 8 8 6 マサチュー セツ州 ウエストフォード スブルース ロード 1 6
(72) 発明者	ウェルズ、ダニエル アメリカ合衆国 O 1 8 5 4 マサチュー セツ州 ローウェル ダットン ストリ ート 3 0 5 アパートメント 5 2 4 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】長尺状の切削エッジを有する化学機械平坦化パッド・コンディショナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学機械平坦化(CMP)コンディショニング・セグメントにおいて、
基材であって、おもて面および前記おもて面と一体である複数の長尺状の突起を有し、
前記複数の長尺状の突起のそれぞれは、前記おもて面と実質的に平行な長軸を形成し、前記複数の長尺状の突起のそれぞれは、前記長軸の方向に延びる1つ以上の稜線を含み、前記複数の長尺状の突起は、前記おもて面に対して垂直であるおもて方向に突出している、
基材を備え、

前記複数の長尺状の突起のそれぞれの前記長軸は、前記基材のスイープ方向に対する2つ以上の角度のうちの1つを形成し、

前記複数の長尺状の突起は、複数のクラスタにグループ分けされ、前記複数のクラスタのそれぞれは、前記複数の長尺状の突起のうち所定のパターンを形成する2つ以上の長尺状の突起を含む、

CMPコンディショニング・セグメント。

【請求項 2】

前記複数の長尺状の突起のうちの少なくとも一部の突起について、前記1つ以上の稜線のうちの1つの稜線は、複数の上位稜線のうちの1つの上位稜線である、請求項1に記載のCMPコンディショニング・セグメント。

【請求項 3】

前記複数の上位稜線のうちの所定の第1のサブセットは、第1の位置決め平面に対し第

1 の分散内にある先端を備え、

前記複数の上位稜線のうちの所定の第 2 のサブセットは、第 2 の位置決め平面に対し第 2 の分散内にある先端を備える、

請求項 2 に記載の C M P コンディショニング・セグメント。

【請求項 4】

前記第 1 の位置決め平面は、前記第 2 の位置決め平面からおもて方向にずれを有する、請求項 3 に記載の C M P コンディショニング・セグメント。

【請求項 5】

前記複数の長尺状の突起のうちの少なくとも一部の突起について、前記 1 つ以上の稜線は、共平面を画定する稜線のうちの 2 つの稜線を含む、請求項 1 に記載の C M P コンディショニング・セグメント。10

【請求項 6】

共平面を画定する稜線のうちの前記 2 つの稜線の間に長尺状のメサが形成される、請求項 5 に記載の C M P コンディショニング・セグメント。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の C M P コンディショニング・セグメントを製作する方法であって、

前記基材を提供する提供工程と、
角柱形の幾何形状の輪郭に従って前記複数の長尺状の突起を形成する形成工程であって
、前記複数の長尺状の突起は、複数のクラスタにグループ分けされ、前記複数のクラスタのそれぞれは、前記複数の長尺状の突起のうち所定のパターンを形成する 2 つ以上の長尺状の突起を含む、形成工程20
を備える方法。

【請求項 8】

前記形成工程後に前記長尺状の突起に対してコーティングを施す工程をさらに備える、請求項 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に、半導体製造機器を対象とする。より詳細には、本開示は、半導体の製造で使用される研磨パッドの清浄化用のコンディショニング・デバイスを対象とする。30

【背景技術】

【0002】

化学機械平坦化 (C M P) は、半導体の製造で広範に使用される。C M P 处理中、研磨パッド、研磨スラリ、および任意選択で化学試薬の作用によって、ウェーハ基板から材料が除去される。時間とともに、研磨パッドは C M P 处理からの残渣で詰まって鈍くなる。定期的に、研磨パッドは、パッド・コンディショナを使用して再びコンディショニングされる。パッド・コンディショナは、研磨パッド表面を研削するとともに、研磨パッドの表面上で気孔を開放して凹凸を作る。パッド・コンディショナの機能は、C M P 处理における除去速度を維持することである。40

【0003】

C M P は、半導体および記憶装置の製造における主要な生産コストである。これらの C M P コストは、研磨パッド、研磨スラリ、パッド・コンディショニング・ディスク、ならびに平坦化および研磨動作中に損耗する様々な C M P 部品と関連付けられるものを含む。C M P 处理に対する追加のコストは、研磨パッドを交換するための工具のダウンタイムと C M P 研磨パッドを較正し直すための試験ウェーハのコストとを含む。

【0004】

典型的な研磨パッドは、独立気泡ポリウレタン・フォームを備える。パッド・コンディショニング中、パッドは、パッド表面の気泡層を物理的に切削するために機械研削を受け50

る。研磨パッドの露出されている表面は、C M P処理中にウェーハから除去された使用済みの研磨スラリおよび材料などの残渣を閉じ込める開放気泡を含む。その後の各パッド・コンディショニング工程では、パッド・コンディショナは、埋め込まれている材料を含む気泡の外層を除去し、外層の下の層の除去を最小化する。研磨パッドを過剰にテキスチャリングすると、寿命が短くなるが、テキスチャリングが不足すると、C M P工程中に材料除去速度が不十分になり、ウェーハ均一性が損なわれる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

研磨パッドから材料を過度に除去することなく、より良好な制御されたパッド切削速度のために残渣の除去を向上させる、改善されたC M Pパッド・テキスチャリング性能を有するC M Pパッド・コンディショナが引き続き必要とされている。10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の様々な実施形態は、C M Pパッド・コンディショナが研磨パッドと係合するときに研磨パッドのコンディショニングされる表面を様々なスイープ角度で加工するための1つ以上の稜線を形成する、複数の長尺状の突起を含む。突起の長尺状の幾何形状のため、研磨パッドのコンディショニングされる面を様々な態様で曲げる傾向にある様々なスイープ角度が提示される。本発明者らは、コンディショニングされる面をそのように様々に操作することによって、コンディショナ・アセンブリの切削速度が高まるとともにC M P処理から残留している研磨パッドの気孔内の残渣の除去が向上し、研磨パッドの気孔がより良好に開放され、C M P処理における除去速度がより良好に維持されることを見出した。配置され記載される長尺状の突起は、C M Pパッド・コンディショナの切削速度（たとえば、 $\mu\text{m}/\text{時}$ ）を典型的な角錐突起よりも25%程度改善したことが観察された。20

【0007】

長尺状の突起に伴う長尺状のエッジの幾何形状は、尖った（たとえば、「角錐」）突起より強固な突起であるという追加の利益を提供することが可能である。すなわち、長尺状のエッジにわたって作用することによって、動作の応力は、尖った構成を有する場合より大きいせん断面積にわたって伝達され、それによって強度を高め、C M Pパッド・コンディショナからの望ましくない残渣を研磨パッドに散らばらせる可能性のある故障をより少なくする。30

【0008】

いくつかの実施形態では、長尺状の突起は、多孔質基材から形成される。気孔率は、形成処理において気孔が露出されることによって、固有の粗さを提供する。得られる粗さは、C M Pコンディショニング・パッドの切削速度をさらに向上させる。いくつかの実施形態では、得られる粗さは、粗くされた表面上に超研削砥粒粒子をより良好に捕獲することによって、長尺状の突起へ結合されることが可能である超研削砥粒粒子の付与を強化することが可能である。

【0009】

いくつかの実施形態では、粗くされた長尺状の突起は、長尺状の突起の高さの分布における固有のばらつきをさらに提供する。高さのばらつきは、異なる高さがコンディショニング中に研磨パッドのコンディショニングされる表面を取り除く程度を変化させるため、研磨パッドのコンディショニングされる表面の加工をさらに向上させることができある。いくつかの実施形態では、突起高さのばらつきは、様々な所定のレベルで意図的に標的にされる。すなわち、基材は、2つ以上の異なる平均高さを有するように形成される。40

【0010】

いくつかの実施形態は、概して長尺状の突起および/または基材上で堅く耐久性のあるコーティングを施し、コンディショニング・パッドの耐久性を改善する。

いくつかの従来のC M Pパッド・コンディショナは、コンディショナの加工面上にダイヤモンド粒子などの研削砥粒を利用することによって、粗くされた表面を提供する。砥粒50

は、典型的には、エポキシ中または金属マトリックス材料中に配置される。他のC M Pパッド・コンディショナは、スミスら(Smith et al.)による国際特許出願公開第2012/122186号に開示されるように、C M Pパッド・コンディショナの面に対して垂直に突出する粗くされた突起を実装する。さらに他のC M Pパッド・コンディショナは、ドーリングら(Doering, et al.)による国際特許出願公開第2013/166516号に開示されるように、粗くされた突起と超研削砥粒との組合せを利用する。これらの従来のC M Pパッド・コンディショナも、典型的には、砥粒および/または突起の上にコーティング、たとえばC V Dダイヤモンドコーティングを利用する。

【0011】

おもて面を備える基材を有する化学機械研磨パッド・コンディショナであって、該おもて面と一体化されている(すなわち、一体である)複数の長尺状の突起を有する化学機械研磨パッド・コンディショナによって、改善されたC M Pパッド切削速度が実現されることが可能である。複数の長尺状の突起は、おもて面に対して垂直なおもて方向に突出し、複数の長尺状の突起のそれぞれは、長尺状の棱線を形成する。一実施形態では、複数の長尺状の突起は、位置決め平面に対し分散内に複数の長尺状の突起の所定のサブセットを含み、位置決め平面は、おもて面に対して実質的に平行であり、所定のサブセットの長尺状の突起は、互いに対して固定および所定の関係で位置決め平面上に位置する。様々な実施形態では、多結晶ダイヤモンドのコーティングは、少なくとも所定のサブセットの長尺状の棱線を覆う。いくつかの実施形態では、基材は、10%以上の気孔率を有する。

【0012】

様々な実施形態では、一群の分散された超研削砥粒粒子は、基材および長尺状の突起上に配置される。一実施形態では、コーティングが、基材、長尺状の突起、および一群の分散された超研削砥粒粒子を覆う。

【0013】

本開示のC M Pパッド・コンディショナの別の変形形態は、複数の長尺状の突起を有するおもて面を有する基材を含む。該複数の長尺状の突起は、おもて面と一体化されて基材の床部から延びる。該複数の長尺状の突起は、コンディショナのおもて面に対して垂直であるおもて方向に突出し、該複数の長尺状の突起は、反復的な離間したパターンで配置される。様々な実施形態では、長尺状の突起は、基材の床部のレベルから測定される平均高さを有する。いくつかの実施形態では、一群の分散された超研削砥粒粒子は、複数の長尺状の突起を備える基材上に配置されることができ、コーティングが、長尺状の突起を備える基材と一群の分散された超研削砥粒粒子とを覆う。様々な実施形態では、コーティングは、C V Dダイヤモンドコーティングである。

【0014】

他の実質的に長尺状の突起は、五角柱形の形状、直方柱形の形状、六角柱形の形状などを含むことができる。いくつかの実施形態では、角柱形の形状は、底面またはセグメントの表面から最も遠い長尺状の先端エッジを含む。この長尺状の先端エッジは、突起の第1の側端から突起の第2の側端へ延びる。角柱は、追加の長尺状のエッジ、たとえば五角柱内に見られるものを含むことができる。丸められた角柱横断面の場合、角柱の2つの端部間の最も高い領域が、長尺状の先端エッジと見なされる。

【0015】

構造上、本開示の様々な実施形態では、化学機械平坦化(C M P)コンディショニング・セグメントは、基材を備える。その基材は、おもて面およびおもて面と一体である複数の長尺状の突起を備え、複数の長尺状の突起のそれぞれは、おもて面と実質的に平行な長軸を形成し、複数の長尺状の突起のそれぞれは、長軸の方向に延びる1つ以上の稜線を含み、複数の長尺状の突起は、おもて面に対して垂直であるおもて方向に突出する。複数の長尺状の突起のそれぞれの長軸は、基材のスイープ方向に対する2つ以上の角度のうちの1つを形成する。任意選択で、複数の長尺状の突起は、複数のクラスタにグループ分けされ、複数のクラスタのそれぞれは、複数の長尺状の突起のうち所定のパターンを形成する2つ以上の長尺状の突起を含む。様々な実施形態では、1つ以上の稜線は丸められている

10

20

30

40

50

。いくつかの実施形態では、複数のクラスタのそれぞれは、所定の場所に位置する。一実施形態では、複数のクラスタのそれぞれは、放射状パターンを形成する。任意選択で、複数のクラスタは、行または行列配置で配置される。

【0016】

様々な実施形態では、複数の長尺状の突起のうちの少なくとも一部の突起について、1つ以上の稜線のうちの1つの稜線は、複数の上位稜線を形成する上位稜線である。いくつかの実施形態では、該複数の上位稜線のうちの所定の第1のサブセットは、第1の位置決め平面に対し第1の分散内にある先端を備え、該複数の上位稜線のうちの所定の第2のサブセットは、第2の位置決め平面に対し第2の分散内にある先端を備える。第1の位置決め平面は、第2の位置決め平面からおもて方向にずれを有する。様々な実施形態では、ずれの距離は、第1の分散と第2の分散とのうちの少なくとも一方より小さい。いくつかの実施形態では、複数の長尺状の突起のうちの少なくとも一部の突起について、1つ以上の稜線は、共平面である2つの稜線を含む。一実施形態では、共平面である2つの稜線の間に長尺状のメサが形成される。様々な実施形態の基材は、10%以上70%以下の範囲内の気孔率を有することが可能である。10

【0017】

本開示の様々な実施形態では、上記のCMPコンディショニング・セグメントを製作する方法は、基材を提供する工程と、角柱形の幾何形状の輪郭に従って複数の長尺状の突起を形成する工程とを備える。一実施形態では、角柱形の幾何形状は、三角柱形の幾何形状である。提供工程において提供される基材は、炭化ケイ素を含むことが可能である。任意選択では、提供工程において提供される基材はグラファイトを含み、方法は、機械加工工程後にグラファイトを炭化ケイ素に変換する工程をさらに備える。様々な実施形態では、形成工程は、ワイヤ放電機械加工、マスク式アプレーション機械加工、ウォータージェット機械加工、光アプレーション機械加工、レーザ機械加工、および従来のミリングのうちの1つを含む。20

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本開示の一実施形態における、コンディショナを有するウェーハ研磨装置の斜視図。

【図2】本開示の一実施形態における、コンディショニング・セグメントを有するパッド・コンディショナの斜視図。30

【図3A】図2のバッキング・プレートへ取り付けるためのコンディショニング・セグメントの図。

【図3B】図3Aの図の部分拡大図。

【図3C】図3Aおよび図3Bの放射状の突起クラスタの平面図。

【図4A】本開示の一実施形態における、代替の放射状の突起クラスタを利用するコンディショニング・セグメントの平面図。

【図4B】図4Aの放射状の突起クラスタの平面図。

【図5】本開示の一実施形態における、列状の突起クラスタを利用するコンディショニング・セグメントの平面図。40

【図6】本開示の一実施形態における、線形の突起クラスタを利用するコンディショニング・セグメントの平面図。

【図7】本開示の一実施形態における三角柱形突起の等角図。

【図7A】図7の三角柱形突起の正投影図。

【図7B】図7の三角柱形突起の正投影図。

【図7C】図7の三角柱形突起の正投影図。

【図8】本開示の一実施形態における五角柱形突起の等角図。

【図8A】図8の五角柱形突起の正投影図。

【図8B】図8の五角柱形突起の正投影図。

【図8C】図8の五角柱形突起の正投影図。50

【図9】本開示の一実施形態における角錐台状突起の等角図。

【図9A】図9の角錐台状突起の正投影図。

【図9B】図9の角錐台状突起の正投影図。

【図9C】図9の角錐台状突起の正投影図。

【図10】図3Aおよび図3Bの放射状クラスタのレーザ共焦点顕微鏡画像の図。

【図10A】図10の長尺状の突起の仮定の横断面の図。

【図11】本開示の一実施形態における、点在する様々な高さである得られる長尺状の突起の側面断面拡大図。

【図12A】本開示の実施形態における、超研削粒子を利用し、異なる縦横比を有する長尺状の突起の横断面図。

10

【図12B】本開示の実施形態における、超研削粒子を利用し、異なる縦横比を有する長尺状の突起の横断面図。

【図12C】本開示の実施形態における、超研削粒子を利用し、異なる縦横比を有する長尺状の突起の横断面図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1を参照すると、本開示の一実施形態における、化学機械平坦化(CMP)処理のパッド・コンディショナ・アセンブリ32を有するウェーハ研磨装置30が示されている。示されているウェーハ研磨装置30は、上面36を有する回転台34を備え、上面36の上に研磨パッド38(高分子パッドなど)が取り付けられている。研磨パッド38は、加工面またはコンディショニングされる面40を備える。ウェーハ基板44が取り付けられているウェーハ・ヘッド42は、ウェーハ基板44が研磨パッド38の加工面40と接触するように配置される。一実施形態では、スラリ供給デバイス46が、研削スラリ48を研磨パッド38へ提供する。

20

【0020】

動作の際、回転台34が回転させられ、その結果、研磨パッド38がウェーハ・ヘッド42、パッド・コンディショナ・アセンブリ32、およびスラリ供給デバイス46の下で回転させられる。ウェーハ・ヘッド42は、下向きの力Fで研磨パッド38と接触する。同様に、ウェーハ・ヘッド42は、線形の前後の動きで回転および/または往復運動させて、その上に取り付けられたウェーハ基板44の研磨を強化することが可能である。パッド・コンディショナ・アセンブリ32もまた、研磨パッド38と接触する。パッド・コンディショナ・アセンブリ32は、典型的には回転させられるが、研磨パッド38の表面にわたって前後に平行移動させられることも可能である。

30

【0021】

機能的には、研磨パッド38は、研磨された仕上げをウェーハ基板44に対して与えるように制御された態様でウェーハ基板44から材料を除去する。パッド・コンディショナ・アセンブリ32の機能は、CMP処理からの残渣で一杯になった研磨動作からの残渣を除去すること、および研磨パッド38の気孔を開放し、それによってCMP処理における除去速度を維持することである。

【0022】

40

図2を参照すると、本開示の実施形態におけるパッド・コンディショナ・アセンブリ32が示されている。パッド・コンディショナ・アセンブリ32は、基材の取り付け面54またはバッキング・プレート56へ付けられているコンディショニング・セグメント52を備え、取り付け面54は、図1の動作中に研磨パッド38に対して近接する。一実施形態では、セグメント52は、エポキシなどの接着剤を使用して取り付け面54へ結合される。各コンディショニング・セグメント52は、図1の動作中に研磨パッド38と接触する接触面58を備える。様々な実施形態では、バッキング・プレート56の厚さ62は、包括的に0.127~1.27センチメートル(0.05~0.5インチ)の範囲内であり、いくつかの実施形態では、厚さ62は、包括的に0.127~0.381センチメートル(0.05~0.15インチ)の範囲内である(本明細書では、「包括的」であるも

50

のとして示される範囲は、記載されている範囲の端点値を含む)。

【0023】

図3A～3Cを参照すると、本開示の一実施形態におけるコンディショニング・セグメント52aが提示されている。コンディショニング・セグメント52aは、コンディショニング・セグメント52aの接触面58に対して垂直であるおもて方向72(図2)に突出する複数の長尺状の突起70を備え、長尺状の突起70は、コンディショニング・セグメント52aと一体である。各長尺状の突起70は、幅76および長さ78を形成する底部74を含み、長さ78は、幅76より大きく、長尺状の突起70の長軸80を形成する(図3C)。各長尺状の突起70は、長さ78と実質的に位置合わせされている1つ以上の長尺状の稜線82をさらに形成する。したがって、各稜線82は、長軸80の方向に長尺状である。様々な実施形態では、底部幅76に対する底部長さ78の比は、包括的に2～20の範囲内である。いくつかの実施形態では、比は、包括的に2～10の範囲内である。いくつかの実施形態では、比は、包括的に2～5の範囲内である。底部幅76および底部長さ78の寸法の非限定的な例は、それぞれ150μmおよび500μmである。10

【0024】

示されている実施形態では、複数の長尺状の突起70は、複数の突起クラスタ90にグループ分けされており、突起クラスタは、所定のパターンを形成する。コンディショニング・セグメント52aに対して、各突起クラスタ90の長尺状の突起70が「放射状」のクラスタ92aに配置され、長尺状の突起70の長軸80は中心領域86から径方向に外向きに延びる。図3Cの記載の場合、放射状クラスタ92aは、中心領域86の周りに均一に回転方向に分布している8つの長尺状の突起70を備え、各長尺状の突起70は、小数の添字の70.1～70.8で識別される。様々な実施形態では、放射状クラスタ92aは、図3Aに示されるように、列94および行96の行列配置で配置される。20

【0025】

図4Aおよび図4Bを参照すると、複数の放射状クラスタ92bを備えるコンディショニング・セグメント52bが、本開示の一実施形態における代替の配置で示されている。放射状クラスタ92bは、6つの長尺状の突起70(放射状クラスタ92aに対して提示された8つとは異なる)を備え、長尺状の突起70は、中心領域86の周りに均一に回転方向に分布している。放射状クラスタ92bの場合、各長尺状の突起70bは、小数の添字の70.01～70.06で識別される。様々な実施形態では、放射状クラスタ92bは、図4Aに示されるように、行98に対して実質的に直交するジグザグのパターン99を形成するべく、互いに対して移動されている複数の行98を提示する互い違いの配置で配置される。複数の列が、その列に対して直角のジグザグのパターンを形成するように互いに対して移動された、互い違いの配置も企図される(図示せず)。30

【0026】

本明細書では、列96および行98は実質的にまっすぐであり、互いに対して直角であるものとして示されていることに留意されたい。たとえばバッキング・プレート56の中心から既知の半径で弓状の線をたどる行など、他の配置も企図される。さらに、示されている実施形態では、「列」96は、バッキング・プレート56へ取り付けられるときにコンディショニング・セグメント52の径方向と実質的に位置合わせされるものとして示されている。そのような配置は非限定的である。すなわち、列96および行98は、径方向に対して選択された角度で斜めに配置されることが可能である。40

【0027】

放射状クラスタ92a、92bのスイープ角度は、様々な様式(たとえば放射状クラスタ92aもしくは92bの角度配向を変化させること、中心領域86の周りに均一に分布している長尺状の突起70の数を低減もしくは増大させること、中心領域86の周りに長尺状の突起70を不均一な分布で分布させること、またはこれらの組合せ)により、変えられることが可能であることが理解される。

【0028】

動作の際には、パッド・コンディショナ・アセンブリ32は、たとえば回転方向102

50

(図2、図3C、および図4B)に回転させられる。各放射状クラスタ92a、92bは回転方向102をとどり、それにより各長尺状の突起70は、それぞれの長尺状の突起70の稜線82とスイープ進行方向104との間の角度として得られるスイープ角度₁を形成する。放射状の配置のため、様々なスイープ角度₁が提示される。たとえば、スイープ角度₁(0°)、₂(+45°)、₃(90°)、および₄(-45°)を提示する放射状クラスタ92aを考慮されたい。また、スイープ角度₅(+30°)、₆(-30°)、および₃(90°)を提示する放射状クラスタ92bも考慮されたい。

【0029】

放射状の突起クラスタ92a、92b以外の突起クラスタ90も企図される。たとえば、図5を参照すると、本開示の一実施形態における、複数の列状クラスタ92cを備えるコンディショニング・セグメント52cが示されている。示されている列状クラスタ92cは、放射状クラスタ92aと同じ様々なスイープ角度₁～₄を提示するが、列状の形状に配置された長尺状の突起70を有する。列状クラスタ92cは、別法または追加として、放射状クラスタ92bのスイープ角度₅および₆を提示するように構成されることも可能である。列状クラスタ92cは、列状の配向であるものとして示されているが、列状クラスタが行で、または列状の配向と行の配向との混合で配置される実施形態も企図される。

【0030】

図6を参照すると、本開示の一実施形態における、複数の線形クラスタ92dを備えるコンディショニング・セグメント52dが示されている。各線形クラスタ92dは、同じ角度配向の複数の長尺状の突起70を備える。示されている実施形態では、線形クラスタ92dは、所与の列が複数の線形クラスタ92dからなる混合体を含む列状配置であり、放射状クラスタ92aと同じ様々なスイープ角度₁～₄を提示する。線形クラスタ92dは、別法または追加として、放射状クラスタ92bのスイープ角度₅および₆を提示するように構成されることも可能である。線形クラスタ92dは、列状の配向で線形であるものとして示されているが、線形クラスタが行の配向で、または列状の配向と行の配向との混合で線形である実施形態も企図される。

【0031】

コンディショニング・セグメント52の混合体は、同じコンディショナ・アセンブリ32上で利用されることが企図される。たとえば、非限定的な一実施形態は、交互のコンディショニング・セグメント52aおよび52bの混合体を含む。そのような配置は、いずれか1つのコンディショニング・セグメント52aまたは52b単独の場合より、さらに様々なスイープ角度₁を提示するだろう。別の実施形態は、交互のコンディショニング・セグメント52cおよび52dの混合体を含む。様々な実施形態は、4つすべてのコンディショニング・セグメント52a～52dの混合体を含み、その一方で、他の実施形態は、コンディショニング・セグメント52a～52dのうちのいずれか2つまたは3つの混合体を含む。

【0032】

様々なタイプの突起クラスタ90が同じコンディショニング・セグメント52上に備えられることがさらに企図される。たとえば、一実施形態では、放射状クラスタ92aおよび92bの混合体が同じコンディショニング・セグメント52上に備えられる。別の実施形態は、列状および線形の混合体を含む。交互のコンディショニング・セグメント52aおよび52bの場合と同様に、そのような配置は、いずれか1つのコンディショニング・セグメント52a～52d単独より、さらに様々なスイープ角度₁を提示するだろう。様々な実施形態は、4つすべての突起クラスタ92a～92dなど、突起クラスタ90の混合体を含む。他の実施形態は、突起クラスタ92a～92dのうちの2つまたは3つの混合体しか含まない。本開示の複数の長尺状の突起70の間には、单一の山を有する突起(図示せず)が点在させられることがさらに企図される。

【0033】

機能的には、コンディショニング・セグメント52a～52dと記載されている変形形

10

20

30

40

50

態とを含む上記で論じられた実施形態に対して、様々なスイープ角度 と長尺状の突起 7 0 の稜線 8 2 とを組み合わせることで、研磨パッド 3 8 のコンディショニングされる面 4 0 が様々な操作される。たとえば、コンディショニング・セグメント 5 2 a の放射状クラスタ 9 2 a の場合、所与のスイープ角度 (たとえば、図 3 C の長尺状の突起 7 0 . 2 および 7 0 . 6 のスイープ角度 2) で研磨パッド 3 8 の表面を加工する稜線 8 2 は、異なる角度 (たとえば、スイープ角度 1 、 3 、および 4) でスイープする稜線 8 2 とは異なる様で、研磨パッド 3 8 のコンディショニングされる面 4 0 を曲げる傾向にある。コンディショナ・アセンブリ 3 2 が研磨パッド 3 8 のコンディショニングされる面 4 0 上で回転および / または平行移動させられると、コンディショニングされる面 4 0 上のすべての点が複数の放射状クラスタ 9 2 a によって概して研削されるため、これらの点のそれぞれも、様々なスイープ角度 1 ~ 4 で複数の稜線 8 2 によって研削される傾向にある。(コンディショニング・セグメント 5 2 b 、 5 2 c 、および 5 2 d ならびに上記に記載されている変形形態にも同じことが当てはまることが、当業者には理解されよう。) これは、稜線 8 2 の方向を有する研削の特徴を有しない点研削しか生成しない傾向にある従来の CMP パッド・コンディショナとは対照的である。

【 0 0 3 4 】

本発明者らは、コンディショニングされる面 4 0 をそのように様々な操作することによって、コンディショナ・アセンブリ 3 2 の切削速度と CMP 处理から残留している研磨パッド 3 8 の気孔内の残渣の除去とが向上し、研磨パッド 3 8 の気孔がより良好に開放され、 CMP 处理における除去速度がより良好に維持されることを見出した。角錐形突起を有する従来のコンディショニング・パッドより最大 2 5 % の切削速度の増大が観察された。

【 0 0 3 5 】

図 7 および図 7 A ~ 7 C を参照すると、本開示の一実施形態における、長尺状の突起 7 0 に対する三角柱形の幾何形状 1 2 0 が示されている。三角柱形の幾何形状 1 2 0 は、端面視または横断面視が三角形を形成することからそのように呼ばれている。三角柱形の幾何形状 1 2 0 は、幅 7 6 および長さ 7 8 を有する前述の底部 7 4 と稜線 8 2 とを備え、長軸 8 0 を形成する。同様に、三角柱形の幾何形状 1 2 0 は、高さ 1 2 2 を形成し、側面 1 2 4 および端面 1 2 6 をさらに提示する。底部 7 4 は、面ではなく想像上の境界 1 2 8 を形成し、三角柱形の幾何形状 1 2 0 は、想像上の境界 1 2 8 をまたいでコンディショニング・セグメント 5 2 と一体であることが理解される。三角柱形の幾何形状 1 2 0 の稜線 8 2 は、「上位」稜線 1 3 0 であり、稜線 1 3 0 が、共平面の最上エッジとは異なり、単一の先端エッジまたは最上エッジを形成することを意味する。

【 0 0 3 6 】

図 8 および図 8 A ~ 8 C を参照すると、本開示の一実施形態における、長尺状の突起 7 0 に対する五角柱形の幾何形状 1 4 0 が示されている。五角柱形の幾何形状 1 4 0 は、端面視または横断面視が五角形を形成することからそのように呼ばれている。五角柱形の幾何形状 1 4 0 は、幅 7 6 および長さ 7 8 を有する前述の底部 7 4 と稜線 8 2 とを備え、長軸 8 0 を形成する。同様に、五角柱形の幾何形状 1 4 0 は、高さ 1 4 2 を形成し、側面 1 4 4 および端面 1 4 6 をさらに提示する。底部 7 4 は、面ではなく想像上の境界 1 4 8 を形成し、五角柱形の幾何形状 1 4 0 は、想像上の境界 1 4 8 をまたいでコンディショニング・セグメント 5 2 と一体であることが理解される。五角柱形の幾何形状 1 4 0 の稜線 8 2 は、上位稜線 1 5 0 と 2 つの「下位」稜線 1 5 2 とを含み、稜線 1 5 2 が上位稜線 1 5 0 より下にある (すなわち、上位稜線 1 5 0 よりバックング・プレート 5 6 の取り付け面 5 4 に近い) ことを意味する。

【 0 0 3 7 】

図 9 および図 9 A ~ 9 C を参照すると、本開示の一実施形態における、長尺状の突起 7 0 に対する角錐台状の幾何形状 1 6 0 が示されている。角錐台状の幾何形状 1 6 0 は、端面視または横断面視が錐台を形成することからそのように呼ばれている。角錐台状の幾何形状 1 6 0 は、幅 7 6 および長さ 7 8 を有する前述の底部 7 4 と稜線 8 2 とを備え、長軸 8 0 を形成する。同様に、角錐台状の幾何形状 1 6 0 は、高さ 1 6 2 を形成し、側面 1 6

10

20

30

40

50

4および端面 166 をさらに提示する。底部 74 は、面ではなく想像上の境界 168 を形成し、角錐台状の幾何形状 160 は、想像上の境界 168 をまたいでコンディショニング・セグメント 52 と一体であることが理解される。角錐台状の幾何形状 160 の稜線 82 は、上位稜線ではなく、最上にある 2 つの共平面の稜線 170 を含み、該稜線 170 間には長尺状のメサ 172 が形成される。すなわち、稜線 170 は、公称床部基準面 238 (図 11) から実質的に同じ距離である。

【0038】

長尺状のメサ 172 は、長軸 80 の方向に長尺状であり、メサ幅 174 およびメサ長さ 176 を形成し、メサ長さ 176 はメサ幅 174 より大きい。様々な実施形態では、メサ幅 174 に対するメサ長さ 176 の比は、包括的に 2 ~ 20 の範囲内である。いくつかの実施形態では、比は、包括的に 2 ~ 10 の範囲内である。いくつかの実施形態では、比は、包括的に 2 ~ 5 の範囲内である。10

【0039】

角柱形の幾何形状 120、140、および 160 は、非限定的な例として提供される。角柱形の幾何形状に対する他の横断面 (たとえば、正方形、六角形、および半円形) が企図される。稜線として識別されることが可能である角エッジを本質的には形成しない幾何形状 (たとえば、半円形) の場合、稜線は、この幾何形状の横断面の先端点を通り、横断面は、長軸 80 に対して垂直である。

【0040】

一実施形態では、長尺状の突起は、実質的に均一の高さである。別法として、1つまたは複数のコンディショニング・セグメント 52 は、各コンディショニング・セグメント 52 内に異なる公称高さの突起の組合せを含むことが可能である。同様に、コンディショニング・セグメント 52 はそれぞれ、所与のセグメント上に実質的に均一な突起プロファイルを有することが可能であるが、そのプロファイルはセグメント間で異なる。別の実施形態では、コンディショニング・セグメント 52 は、変化する長尺状の突起プロファイルの様々な組合せを有することが可能である。20

【0041】

本明細書に示されている様々なパッド・コンディショナ、パッド・コンディショナ・アセンブリ、およびコンディショニング・セグメントは、それらのサイズまたは面積に関して限定されるものではなく、たとえば標準的な直径 10.79 センチメートル (4 と 4 分の 1 インチ) の円盤構成で作製することが可能である。いくつかの実施形態では、バッキング・プレート 54 は、コンディショニング装置へ接合され、該バッキング・プレート 54 は、直径約 5.08 ~ 12.7 センチメートル (約 2 ~ 5 インチ) の範囲のディスクの形状である。当然、他の形状およびサイズも、パッド・コンディショナまたはコンディショニング・セグメント用のバッキング・プレート 54 として利用されることが可能である。30

【0042】

様々な実施形態では、コンディショニング・セグメント 52 は、ケイ素、炭化ケイ素、および窒化ケイ素などのセラミック材料から成る。セラミック材料は、たとえば、ベータ炭化ケイ素とするか、またはベータ炭化ケイ素を含むセラミック材料とすることが可能であり、別個の炭素相または過剰な炭素を含むことが可能である。40

【0043】

いくつかの実施形態では、いくつかの形成処理の 1 つを使用して長尺状の突起 70 / 突起クラスタ 90 でテキスチャリングされるパッド・コンディショナを、ニア・ネット・シェイプの多孔質グラファイト前駆体から作製する方法が実施される。テキスチャリングされたグラファイト基材は、次いで、当技術分野で知られている変換技法を使用してニア・ネット・シェイプの炭化ケイ素材料基材へ変換されることが可能である。ニア・ネット・シェイプの炭化ケイ素は、ベータ炭化ケイ素とすることが可能である。本明細書では、「ニア・ネット・シェイプ」は、最終の形状と公差とを実現するために最小の後処理機械加工しか要しない構成要素を示すために使用される。炭化ケイ素を形成することはその硬度50

のために時間のかかる処理であるため、ニア・ネット・シェイプの多孔質グラファイト前駆体をニア・ネット・シェイプの炭化ケイ素材料へ変換することによってコンディショニング・セグメント 52 を形成することは、炭化ケイ素を直接テキスチャリングすることに比べて、コスト上の利点を提供することが可能である。

【0044】

他の実施形態では、炭化ケイ素などの硬化されている基材は直接（すなわち、グラファイトのテキスチャリングおよび変換をすることなく）テキスチャリングされる。直接のテキスチャリングは、より良好な解像度の長尺状の突起 70 を提供することが可能である。

【0045】

いくつかの実施形態では、処理またはテキスチャリングされたコンディショニング・セグメント 52 は、高密度の炭化ケイ素など、低気孔率（すなわち、高密度）のセラミックである。いくつかの実施形態では、炭化ケイ素は、反応結合されている炭化ケイ素材料であり、反応結合されている炭化ケイ素は、ケイ素が気孔構造の中に入り込んでいる焼結アルファ炭化ケイ素粉末体である。この処理は、特にテキスチャリングされたコンディショニング・セグメント 52 の表面において、最終の処理されたコンディショニング・セグメント 52 の気孔率を低減させる傾向にある。10

【0046】

他の実施形態では、コンディショニング・セグメント 52 の気孔率は高い。様々な実施形態の場合、セラミック・コンディショニング要素 52 の気孔率は、10%以上70%以下の範囲内であり、いくつかの実施形態では、気孔率は、0.2%以上30%以下の範囲内であり、いくつかの実施形態では、気孔率は、2%以上20%以下の範囲内である。20

【0047】

ニア・ネット・シェイプの炭化ケイ素へ変換されるニア・ネット・シェイプのグラファイトは、ワールド・ワイド・ウェブ上で URL : www.poco.com/AdditionalInformation/Literature/ProductLiterature/SiliconCarbide/tabid/194/Default.aspx (2015年3月18日最終訪問) から入手可能な「炭化ケイ素の特性および特徴 (Properties and Characteristics of Silicon Carbide)」、エー エイチ ラッシュド (A.H.Rashed) 編、2002年、ポコ・グラファイト社 (Poco Graphite Inc.) (テキサス州ディケーター (Decatur)) (「ポコ参照」) に開示されている方法および材料によって作製されることが可能であり、該明細書は、そこに包含される明白な定義を除いて、内容を全体として本願明細書に援用される。ポコ参照は、SUPERSIC-1 という SiC 材料の特性を、典型的には 20.5% の全気孔率に対して 19% の平均開放気孔率および 2.5% の平均閉鎖気孔率を有するものとして開示している (ポコ参照、7 頁)。SUPERSIC-1 も、基材用の前駆体として使用されることが可能である。たとえば突起は、光アブレーション処理によって SUPERSIC-1 基材内に形成されて、ニア・ネット・シェイプの基材を形成することが可能である。炭化ケイ素は、同じくポコ・グラファイト社 (テキサス州ディケーター) から入手可能な SUPERSIC または SUPERSIC-3C を含むことも可能である。ニア・ネット・シェイプの炭化ケイ素へ変換されることが可能であるニア・ネット・シェイプの基材用のグラファイトも、同様にポコ・グラファイトから取得されることが可能である。30

【0048】

様々な実施形態で使用される炭化ケイ素、ならびにニア・ネット・シェイプのグラファイト前駆体およびニア・ネット・シェイプの炭化ケイ素前駆体は、ラッシュド (Rashed) らによる米国特許第 7,799,375 号明細書に開示されている方法および材料によって一部または全体が作製された多孔質かつ高密度の炭化ケイ素を含み、該明細書は、そこに包含される明白な定義を除いて、内容を全体として本願明細書に援用される。ラッシュドは、「開放気孔率を有する多孔質炭化ケイ素プリフォームが提供される。開放気孔率は、好適には、約 10% ~ 約 60% の範囲内である (a porous silicon40

on carbide preform having an open porosity is provided. The open porosity is preferably in a range of about 10% to about 60%」(ラッシュド、第5欄、第44～46行)ことを、表1に一覧にした18～19%、0.3%、0.2%、および2.3%の開放気孔率の具体例(ラッシュド、第7欄、第36～50行)とともに開示している。一例では、ポコ・グラファイトからの多孔質グラファイト基材は、一酸化ケイ素ガスの存在下において1800で加熱されて、多孔質グラファイトを多孔質炭化ケイ素基材へ変換することが可能である。したがって、いくつかの実施形態では、突起を有するニア・ネット・シェイプの多孔質グラファイト基材は、一酸化ケイ素ガスの存在下において1800で加熱されて、ニア・ネット・シェイプの多孔質グラファイトをニア・ネット・シェイプの多孔質炭化ケイ素へ変換することが可能である。
10

【0049】

コンディショニング基材またはセグメント52上に長尺状の突起70を形成するいくつかの製造方法が、当業者には利用可能である。グラファイトまたは炭化ケイ素の基材の表面上に長尺状の突起70を形成する方法の非限定的な例は、ワイヤ放電機械加工(EDM)、マスク式アブレーション機械加工、ウォータージェット機械加工、光アブレーション機械加工、レーザ機械加工、および従来のミリングを含む。例示的な機械加工技法は、マツムララ(Matsumura, et al.)による米国特許出願公開第2006/0055864号明細書、ならびにメノールら(Menor, et al.)による国際公開第2011/130300号に開示されており、それらの明細書は、そこに含まれる明白な定義を除いて、開示を全体として本願明細書に援用される。
20

【0050】

様々な実施形態では、多孔質材料の気孔寸法は、包括的に2～60μmの範囲内であり、いくつかの実施形態では、気孔寸法は、包括的に20～50μmの範囲内であり、いくつかの実施形態では、気孔寸法は、包括的に5～50μmの範囲内であり、いくつかの実施形態では、気孔寸法は、包括的に5～30μmの範囲内である。

【0051】

図10を参照すると、本開示の一実施形態における、多孔質基材を機械加工することによってもたらされる得られる角柱形突起202のレーザ共焦点顕微鏡画像200(以下、「顕微鏡写真」200)が示されている。顕微鏡写真200は、図3Aおよび図3Bに見られるような放射状クラスタ92aを示す。顕微鏡写真の長尺状の突起70は、図3Cの添字規則に従って、数値参照202.1～202.8によって個々に識別される。顕微鏡写真200には、得られる稜線204および得られるエッジ206も示されている。得られる角柱形突起202の得られるエッジ206および角は、鋭く輪郭のはっきりしたものではなく、丸みがつけられたように、すなわち丸められたように見えることに留意されたい。
30

【0052】

コンディショニング・セグメント52の気孔率および気孔寸法は、得られる角柱形突起202の形成の際の1つの因子である。たとえば、所与の角柱形の幾何形状を提供するようにコンディショニング・セグメント52をテキスチャリングすることは、気孔の空隙を露出させる傾向にあり、その結果、角柱形の幾何形状120、140、160の側面124、144、164および端面126、146、166は、穴のあいたまたは粗くされたテキスチャを呈する。同様に、露出された気孔は、顕微鏡写真200の長尺状の突起202.5および202.6上に最もよく見られるように、角柱形の幾何形状120、140、160の他の角およびエッジに加え、稜線82に不規則性およびギザギザを生じる可能性がある。同様に、図10は、顕微鏡写真200上の得られる長尺状の突起202.2、202.3、および202.4上へ三角柱型の幾何形状120の輪郭を描くことによって、理想的な三角柱のタイプの幾何形状120からの乖離を定性的に示す。
40

【0053】

したがって、いわゆる「角柱形」の幾何形状 120、140、および 160 は、図 10 に示すように、結果として生じる実際の形状の詳細な説明ではなく、得られる形状に対する所望の輪郭としてより働く理想的なまたは熱望される幾何形状を記載する。図 10 の図示は、得られる三角柱形の幾何形状 200a の得られる露出されたエッジおよび角を定性的に示し、理想的なまたは熱望される三角柱形の幾何形状 120 は、輪郭として働く。気孔率が高く気孔寸法が大きいほど、理想から逸脱する実際のまたは得られる幾何形状の逸脱も大きくなる。概して、機械加工技法も、理想的な幾何形状からの逸脱に寄与する可能性があり、特定の技法は、他の技法より粗さにさらに寄与するが、気孔率および気孔寸法が増大するにつれて、理想的な角柱形の幾何形状から得られる逸脱は、形成または機械加工技法にますます依存しなくなる。

10

【0054】

本明細書では、「輪郭に応じて」形状を形成することは、安定した非多孔質材料（金属など）において、輪郭の描かれた形状を得るために行われるように形成動作を行うことを意味する。「輪郭に応じて」形成することは、最終の形成された形状が輪郭の指定を必ずしも満たすことを意味するものではなく、その得られている形状は、基材材料の気孔率に対して関連付けられた、輪郭からの予測不能な変化および乖離を含む。このように、図 10 についての、得られる角柱形突起 202 は、熱望する理想的な三角柱形の幾何形状 120 の輪郭を正確に形成しないが、得られる角柱形突起 202 を三角柱形の幾何形状 120 の「輪郭に応じて」形成する結果である。

【0055】

多孔質基材によって提供される穴のあいたテキスチャは、概して、研磨パッドのコンディショニングにとって有利である。様々な実施形態では、穴のあいたテキスチャの影響は、特に、より高い気孔率およびより大きい気孔寸法を有する基材に、超研削砥粒に似た粗さをもたらす。いくつかの実施形態では、機械加工された多孔質材料は、コーティングを施した後、サンプリング長さが考慮されないときは包括的に $0.5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ の範囲内、および $8 \mu\text{m}$ のサンプリング長さが考慮されるときは包括的に $0.05 \mu\text{m} \sim 1.0 \mu\text{m}$ の範囲内の二乗平均平方根粗さをもたらす。本明細書では、「サンプリング長さ」とは、粗さデータが蓄積される長さである。

20

【0056】

図 10A を参照すると、本開示の一実施形態における、得られる角柱形突起 202 の仮定の横断面視 190 が提示されている。横断面視 190 も、破線で示された三角柱形の幾何形状 120 の輪郭を含み、該輪郭は、顕微鏡写真 200 の角柱形突起 202 の理想的なまたは熱望されるプロファイルを構成する。いくつかの実施形態では、コンディショニング・セグメント 52 の気孔率と機械加工処理の変化とによって生じる不規則性は、不規則なプロファイル 192 を生じさせる。不規則なプロファイル 192 は、上記に記載されているギザギザによって特徴付けられる。追加として、示されている実施形態では、その不規則性は、得られる稜線 202 に、丸められたプロファイル 194 を形成させる。

30

【0057】

丸められた稜線は、以下で図 12A ~ 12C に示すように、機械加工処理の意図的な生成物であることが可能なことにさらに留意されたい。

40

図 11 を参照すると、本開示の一実施形態における、得られる稜線 202 上のギザギザが長尺状の突起 70 の高さの分散に対して与える影響が示されている。本開示の一実施形態において、長尺状の突起 212 および 214 の第 1 および第 2 の所定のサブセットを有する基材 210 であって、長尺状の突起 212 および 214 が該基材上に一体化されておもて方向 216 に延びる基材 210 が示されている。「長尺状の突起の所定のサブセット」とは、場所、たとえばコンディショニング・セグメント 52 の接触面 58 上の座標位置、または突起クラスタ 90 内の相対位置によって識別される、長尺状の突起のサブセットである。

【0058】

長尺状の突起 212 の第 1 の所定のサブセットは、図 8 に輪郭が描かれているように、

50

得られる五角柱形の幾何形状の側面断面視であり、長尺状の突起 214 の第2の所定のサブセットは、図7に輪郭が描かれ、図10に示されているように、得られる三角柱形の幾何形状の側面断面視である。この実施形態では、突起212の第1の所定のサブセットは、公称では、1つの平均高さH1にあり、突起214の第2の所定のサブセットは、公称では、第2の平均高さH2にあり、平均高さH1は、平均高さH2より高い。「おもて方向」216とは、基材210のおもて面または「床部」218に対して実質的に垂直であり、かつ基材210のおもて面または「床部」218から離れる方へ延びる方向である。本明細書では、突起212の第1の所定のサブセット（公称では、より高い）は、別法として、「大突起」と呼ばれる。突起214の第2の所定のサブセット（公称では、より低い）は、別法として、「小突起」と呼ばれる。

10

【0059】

第1の所定のサブセット212および第2の所定のサブセット214の突起のそれぞれは、先端215を有するものとして特徴付けられることが可能である。突起212の第1の所定のサブセットは、第1の位置決め平面222に対し第1の分散220内にある先端215を有することが可能であり、第1の位置決め平面222は、おもて面218に対して実質的に平行である。本明細書では、「分散」は、突起の所定のサブセットの最も高い先端と最も低い先端との間の高さの差として定義され、高さは、位置決め平面に対して垂直であるものとして定義される。一実施形態では、突起212の第1の所定のサブセットは、互いに対して固定および所定の関係で第1の位置決め平面222近傍に位置する。

20

【0060】

突起214の第2の所定のサブセットは、第2の位置決め平面228に対し第2の分散226内にある先端215を備え、第2の位置決め平面228は、おもて面218に対して実質的に平行であり、突起214の第2の所定のサブセットは、互いに対して固定および所定の関係で第2の位置決め平面228上に位置する。

【0061】

第1の位置決め平面222および第2の位置決め平面228は、それぞれ「上部」および「下部」位置決め平面とも呼ばれ、「上部」は、基材210の床部218から最も遠いことを意味する。突起212の第1の所定のサブセットは、第2（「下部」）の位置決め平面228を通って延びることに留意されたい。

【0062】

第1の位置決め平面222は、公称では、おもて方向216に第2の位置決め平面228からずれ距離232だけれども有するものとして特徴付けられることが可能である。特定の実施形態では、ずれ距離232は、図12に示されるように、第1の分散220または第2の分散226のいずれかより大きい。ずれ距離232は、分散220もしくは226の倍数もしくは係数より大きいものとして特徴付けられるか、または固定の寸法もしくは寸法の範囲として特徴付けられることが可能である。分散220、226に対する寸法の典型的かつ非限定的な範囲は、 $5 \mu m \sim 50 \mu m$ である。いくつかの実施形態では、分散220、226は、 $10 \mu m \sim 25 \mu m$ の範囲とすることが可能である。分散220、226は、最小値より大きく最大値より小さいものとして特徴付けられることも可能である。ずれ距離232に対する分散220、226の典型的かつ非限定的な倍数または係数は、1または2より大きい。ずれ距離232に対する典型的かつ非限定的な値は、包括的に $10 \mu m \sim 80 \mu m$ の範囲内である。

30

【0063】

他の実施形態では、ずれ距離232は、第1の分散220と第2の分散226とのうちの一方または両方より小さい（図示せず）。すなわち、図12の例では、突起212の第1の所定のサブセットの突起のいくつかは、より高い平均高さH1を有する突起212の第1の所定のサブセットに属するが、考えられる限りでは、突起214の第2の所定のサブセットの第2の平均高さH2より低い先端215を有することが可能である。同様に、突起214の第2の所定のサブセットの突起のいくつかは、より低い平均高さH1を有する突起214の第2の所定のサブセットに属するが、考えられる限りでは、突起212の

40

50

第1の所定のサブセットの第1の平均高さH1より高い先端215を有することが可能である。

【0064】

一実施形態では、突起212および214の第1および第2の所定のサブセットそれぞれの第1の平均高さH1および第2の平均高さH2は、「山対谷(peak-to-valley)」の平均高さである。突起の山対谷の高さは、先端215と公称床部基準面238との間の平均距離として定義される。公称床部基準面238は、床部218の中央値レベルを通る平面である。コンディショニング・セグメント52の気孔率は、不均等に機械加工された表面をもたらす可能性がある。それにより、床部218は高度な粗さおよびランダム性を持つ可能性があり、中央値レベルを決定することが困難になる。したがって、突起の山対谷の平均高さを特徴付ける1つの様式は、大突起に対する最小の山対谷の平均高さと小突起に対する最大の山対谷の平均高さとを確立することである。そのような特徴付けは、床部基準面238の場所に関して高いレベルの不確実性を見越しておくことが可能である。別の特徴付け方法は、スミスらによる国際特許出願公開第2012/122186に開示されているように、各突起の「出っ張り高さ」を決定することである。10

【0065】

図12A～12Cを参照すると、本開示の実施形態における、超研削砥粒粒子262を利用する様々な長尺状の突起260a、260b、および260cの横断面図がそれぞれ示されている(長尺状の突起260a、260b、および260cは、本明細書では、集合的にまたは総称して長尺状の突起260と呼ばれる)。一実施形態では、超研削砥粒粒子262は、ダイヤモンド粒子を含む。超研削砥粒粒子は、エポキシなどの結合剤を利用して、長尺状の突起260へ固定されることが可能である。様々な実施形態では、長尺状の突起260は、上記でコンディショニング・セグメント52に関して記載されているように、多孔質基材から製作される。また、いくつかの実施形態では、超研削砥粒粒子262は、CVDダイヤモンドなどの堅く耐久性のあるコーティング264でコーティングされる。20

【0066】

長尺状の突起260の横断面はそれぞれ、底部幅266を形成する底部265と、丸みがつけられまたは丸められまたは丸みがつけられた稜線267とを含み、底部265と丸みがつけられた稜線267との間に高さ268が形成される。長尺状の突起260a、260b、および260cのそれぞれは、底部幅266に対する高さ268の比として定義される一意な「縦横比」を有するものとして特徴付けられる。様々な実施形態では、所与の長尺状の突起の縦横比は、包括的に0.5～5の範囲内であり、いくつかの実施形態では、包括的に0.5～3の範囲内であり、いくつかの実施形態では、包括的に1～3の範囲内である。30

【0067】

機能的には、得られる粗くされた表面は、超研削砥粒粒子262を収容するのに役立ち、結合剤をより効果的にする。超研削砥粒粒子262。縦横比は、長尺状の突起260の切削速度に対して定性的に影響する。より鋭い突起プロファイル(すなわち、より大きい縦横比を有する長尺状の突起の横断面)は、より丸められた突起プロファイル(すなわち、より小さい縦横比を有する長尺状の突起の横断面)より高い切削速度をもたらす傾向にある。40

【0068】

本明細書に開示されている追加の図および方法のそれぞれは、改善されたデバイスとその作製方法および使用方法とを提供するために、別個に、または他の特徴および方法とともに、使用されることが可能である。したがって、本明細書に開示されている特徴および方法の組合せは、その最も広い意味で本開示を実行することを必ずしも必要とせず、代わりに、単に代表的かつ好適な実施形態を特に記載するために開示される。

【0069】

実施形態に対する様々な修正は、本開示を読めば、当業者には明らかであろう。たとえ50

ば、様々な実施形態に対して記載される様々な特徴は、適切に、他の特徴と組み合わせられること、組み合わせられずに単独であること、および様々な組合せで再び組み合わせられることが可能であることが、当業者には理解されよう。同様に、上記に記載されている様々な特徴はすべて、本開示の範囲または精神に対する限定ではなく、例示的な実施形態と見なされるべきである。

【0070】

様々な実施形態は、上記に記載されている任意の個々の実施形態に示されているより少ない特徴を備えることが可能であることが、当業者には理解されよう。本明細書に記載されている実施形態は、様々な特徴が組み合わせられ得る様式の網羅的な提示を意味するものではない。したがって、実施形態は特徴の相互に排他的な組合せではなく、特許請求の範囲は、当業者には理解されるように、様々な個々の実施形態から選択される様々な個々の特徴の組合せを備えることが可能である。10

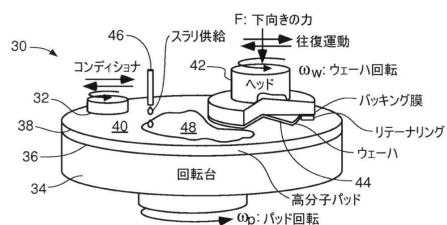
【0071】

上記の文献の参照によるあらゆる援用は、本明細書の明示的な開示に反対する主題が組み込まれないように限定される。上記の文献のあらゆる援用は、文献内に含まれる特許請求の範囲が本願明細書に援用されないように、さらに限定される。上記の文献のあらゆる援用は、本明細書に明確に含まれない限り、文献内に提供されるいかなる定義も本願明細書に援用されないように、さらに限定される。

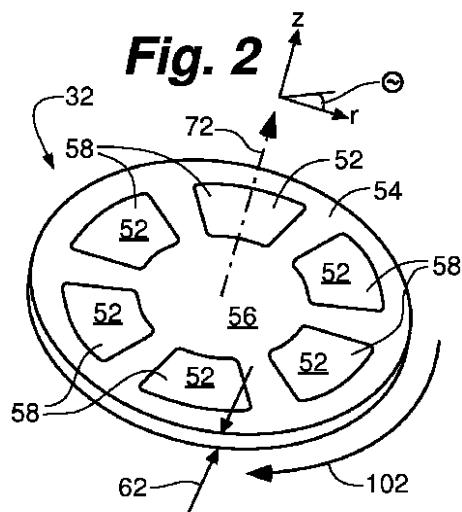
【0072】

本明細書に包含される「実施形態」、「開示」、「本開示」、「開示の実施形態」、「開示される実施形態」などに対する参照は、従来技術で認められていない本特許出願の明細書（特許請求の範囲を含む本文および図）を参照する。20

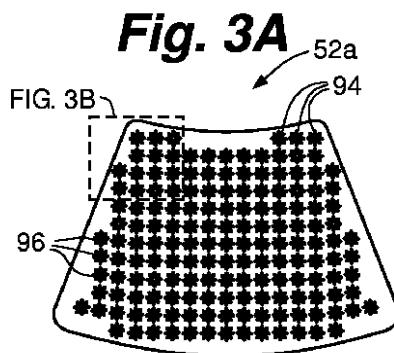
【図1】



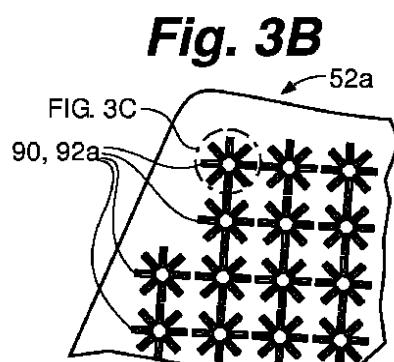
【図2】



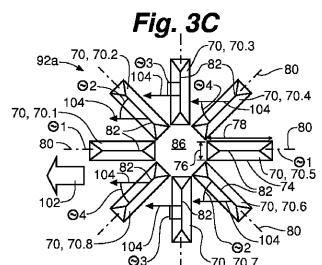
【図3A】



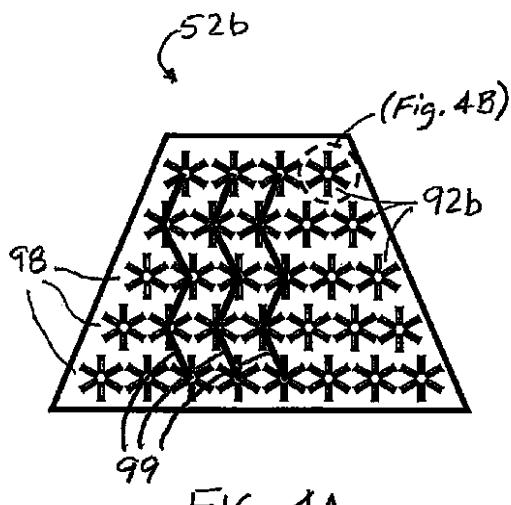
【図3B】



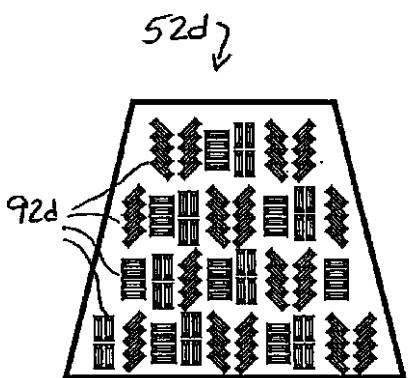
【図3C】



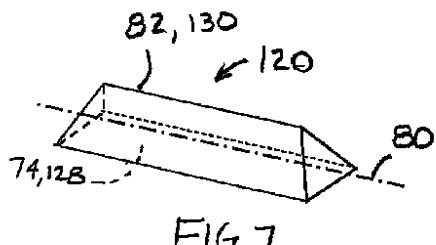
【図4A】



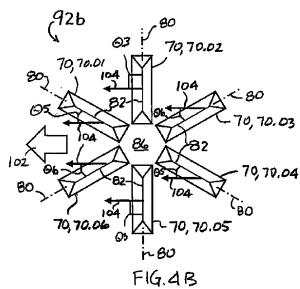
【図6】



〔四七〕



【図4B】



【図5】

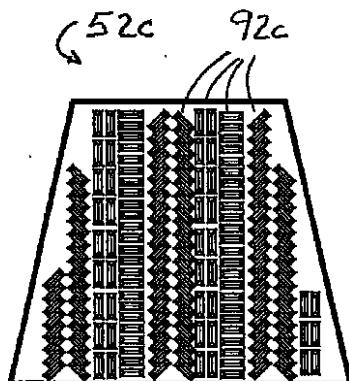


FIG. 5

【 7 A 】

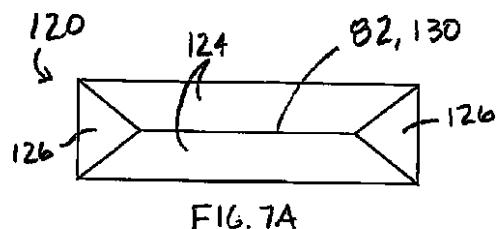


FIG. 7A

【図7B】

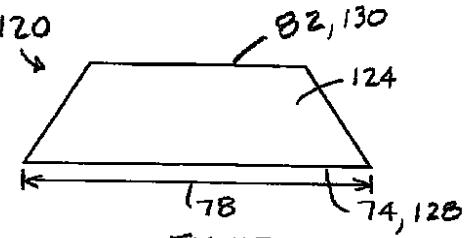
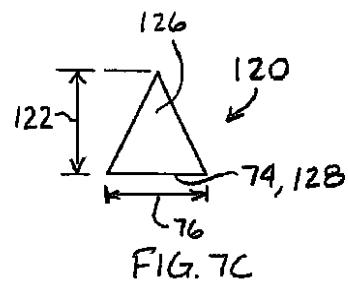
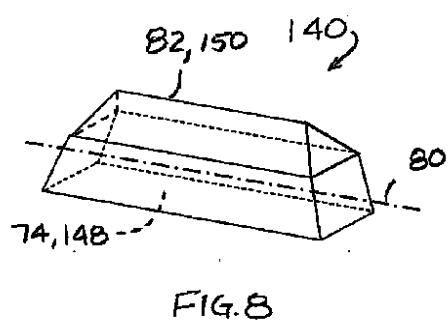


FIG. 7B

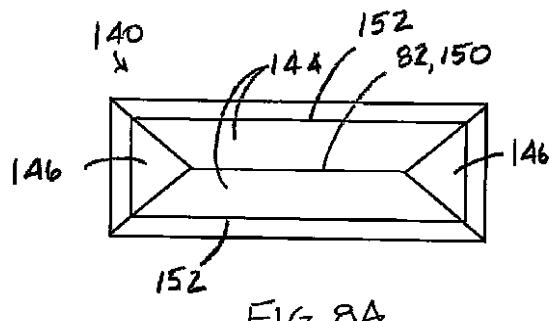
【図 7 C】



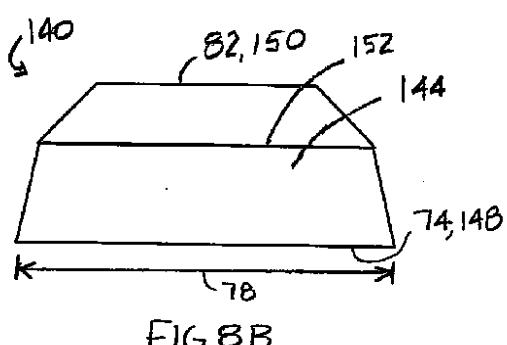
【図 8】



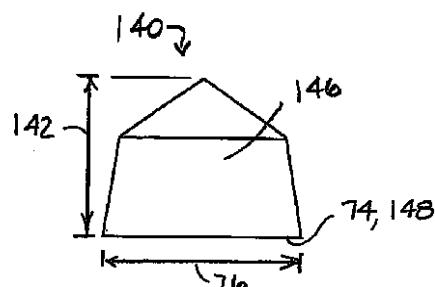
【図 8 A】



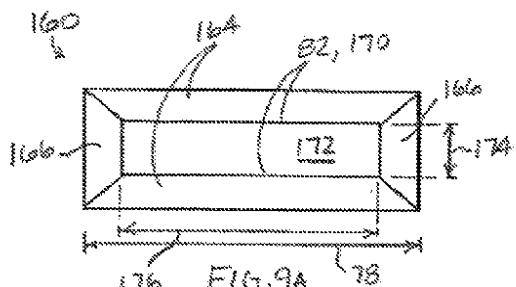
【図 8 B】



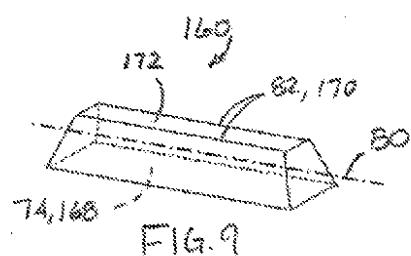
【図 8 C】



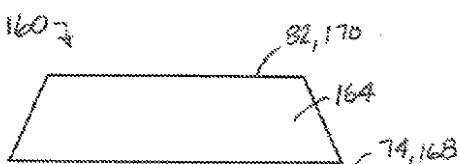
【図 9 A】



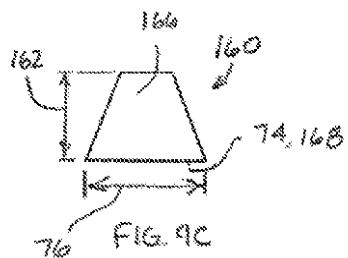
【図 9】



【図 9 B】



【図 9 C】



【図10】

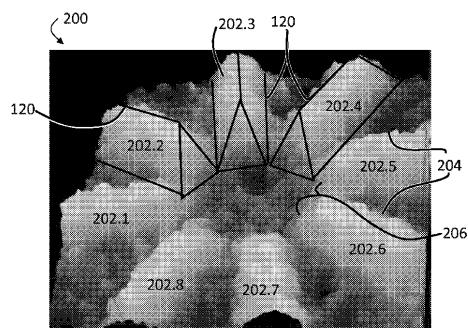


FIG. 10

【図10A】



FIG. 10A

【図11】

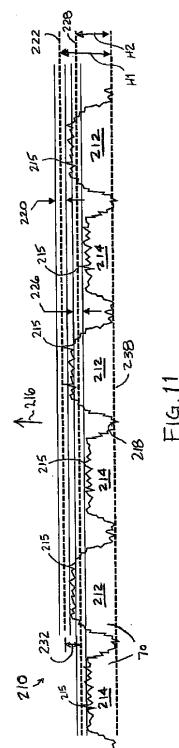


FIG. 11

【図12A】

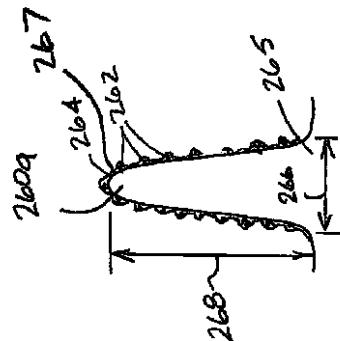
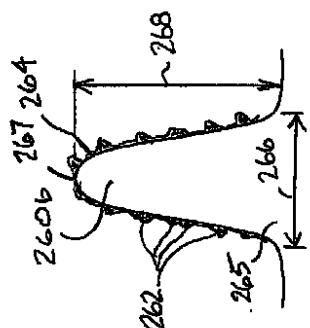


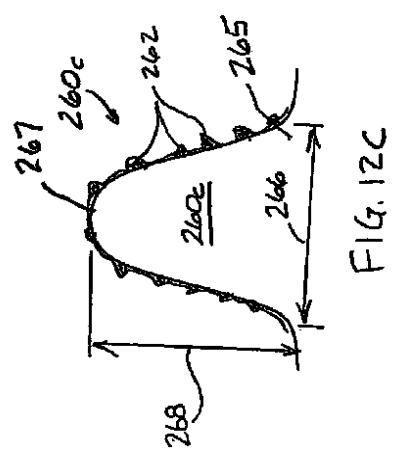
Fig. 12A

【図12B】



16. 123

【図 1 2 C】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 01 L 21/304 622 M

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 国際公開第2012 / 122186 (WO, A2)

特開2009 - 241200 (JP, A)

特開2001 - 157967 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 24 B 53 / 017

B 24 B 53 / 12

B 24 D 3 / 00

B 24 D 7 / 00

H 01 L 21 / 304