

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7165719号
(P7165719)

(45)発行日 令和4年11月4日(2022.11.4)

(24)登録日 令和4年10月26日(2022.10.26)

(51)国際特許分類

B 2 4 B	37/26 (2012.01)	F I	B 2 4 B	37/26
B 2 4 B	37/30 (2012.01)		B 2 4 B	37/30
B 2 4 B	37/22 (2012.01)		B 2 4 B	37/22
H 0 1 L	21/304 (2006.01)		H 0 1 L	21/304 6 2 2 F

請求項の数 14 (全27頁)

(21)出願番号 特願2020-505906(P2020-505906)
 (86)(22)出願日 平成30年8月2日(2018.8.2)
 (65)公表番号 特表2020-529332(P2020-529332
 A)
 (43)公表日 令和2年10月8日(2020.10.8)
 (86)国際出願番号 PCT/IB2018/055815
 (87)国際公開番号 WO2019/026021
 (87)国際公開日 平成31年2月7日(2019.2.7)
 審査請求日 令和3年7月30日(2021.7.30)
 (31)優先権主張番号 62/541,362
 (32)優先日 平成29年8月4日(2017.8.4)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)

(73)特許権者 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国,ミネソタ州 5513
 3-3427,セントポール,ポスト
 オフィス ボックス 33427,スリー
 エム センター
 100130339
 弁理士 藤井 憲
 (74)代理人 100110803
 弁理士 赤澤 太朗
 (74)代理人 100135909
 弁理士 野村 和歌子
 (74)代理人 100133042
 弁理士 佃 誠玄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 平坦性が向上された微細複製研磨表面

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

複数のチャネルによって分離された複数の隆起したセルを含む研磨層を備え、
 前記複数の隆起したセルのそれぞれは、

複数の微細構造を含む微細構造化作業表面であって、前記複数の微細構造の頂部が上面を画定し、前記複数の微細構造の基部がベース面を画定する、微細構造化作業表面と、

前記複数のチャネルの壁を画定する実質的に垂直なチャネル表面であって、チャネル面を画定するチャネル表面と、

前記作業表面の縁部と前記チャネル表面の上縁部との間のオフセット表面と、
 を含み、

前記オフセット表面は、変位した材料の非平面部分を含み、前記変位した材料の山部が前記作業表面に平行な変位面を画定し、

前記変位面が、前記オフセット表面より上方、且つ、前記ベース面より下方にある、物品

【請求項2】

前記上面からの前記変位面の深さは、少なくとも $10 \mu m$ である、請求項1に記載の物品。

【請求項3】

前記上面、前記チャネル面、及び前記オフセット表面は、オフセット体積を画定する、
 請求項1に記載の物品。

【請求項 4】

前記作業表面の前記縁部は、隣接するチャネル面からオフセット幅又はオフセット長さだけオフセットされている、請求項3に記載の物品。

【請求項 5】

前記オフセット幅又はオフセット長さは、前記作業表面の幅又は長さの約1%～約50%である、請求項4に記載の物品。

【請求項 6】

前記隆起したセルは、多角形である、請求項1に記載の物品。

【請求項 7】

前記複数のセルは、ヘリンボーン、クロスハッチ、又は湾曲パターンである、請求項1に記載の物品。 10

【請求項 8】

前記オフセット表面は、階段状表面、角度付き表面、及び湾曲表面のうちの少なくとも1つである、請求項1に記載の物品。

【請求項 9】

前記オフセット表面は、実質的に垂直な上部と傾斜した下部とを含む、請求項1に記載の物品。

【請求項 10】

前記研磨層とは異なる熱膨張係数を有する第2の層を前記研磨層の下方に更に備える、請求項1に記載の物品。 20

【請求項 11】

基材を保持するように構成されたキャリヤアセンブリと、

請求項1に記載の物品を備える研磨パッドと、

前記研磨パッドに連結されたプラテンと、

流体成分と研磨成分とを含む研磨溶液と、

を備え、

前記研磨パッドを前記基材に対して移動させるように構成されているシステム。

【請求項 12】

主表面を有する基材を準備することと、

請求項1に記載の前記物品を備える研磨パッドを準備することと、 30

流体成分及び研磨成分を含む研磨溶液を含むことと、

前記研磨パッドと前記基材の前記主表面とを相対運動させながら、前記基材の前記主表面を前記研磨パッド及び前記研磨溶液と接触させることと、

を含む、方法。

【請求項 13】

請求項1に記載の前記物品の作業表面と、前記チャネル表面と、前記オフセット表面と、に対応する構造化表面を有する微細構造複製ツール。

【請求項 14】

前記構造化表面は、微細構造複製プロセス中の材料の変位に適応するオフセット表面を形成するように構成されている、請求項13に記載の微細構造複製ツール。 40

【発明の詳細な説明】**【背景技術】****【0001】**

化学機械研磨（C M P）は、表面のトポグラフィを平滑化するためのプロセスである。研磨パッドを高速で回転させ、研磨パッドの表面に物品を押し付ける。研磨パッドと物品との間の接触面に研磨スラリーを添加する。研磨スラリーは物品に接触し、物品から材料を除去する。

【0002】

C M Pは、集積回路の製造に使用することができる。例えば、集積回路の製造中、酸化物層は、リソグラフィによって形成された溝を有してもよく、酸化物層上に銅層を堆積さ

10

20

30

40

50

せて溝を充填してもよい。C M P プロセスは、集積回路の表面上の余分な銅を除去して、酸化物層を露出させ、溝内に単離した銅ワイヤを残すことができる。半導体製造が、より複雑な集積回路内でのより小型の及びより高密度の要素に移るにつれて、小さな公差でより多くの平坦化工程を行う必要があり得る。

【発明の概要】

【0003】

本開示の実施形態によれば、物品は研磨層を含む。研磨層は、複数のチャネルによって分離された複数の隆起したセルを含む。複数の隆起したセルのそれぞれは、微細構造化作業表面と、実質的に垂直なチャネル表面と、作業表面の縁部とチャネル表面の上縁部との間のオフセット表面と、を含む。微細構造化作業表面は、複数の微細構造を含む。複数の微細構造の上部は上面を画定し、複数の微細構造の基部はベース面を画定する。実質的に垂直なチャネル表面は、複数のチャネルのうちの1つのチャネルの壁を画定し、チャネル表面はチャネル面を画定する。

10

【0004】

いくつかの実施例では、システムは、基材を保持するように構成されたキャリヤアセンブリと、上述の物品を含む研磨パッドと、研磨パッドに連結されたプラテンと、流体成分及び研磨成分を含む研磨溶液と、を含む。システムは、研磨パッドを基材に対して移動させるように構成されている。

【0005】

いくつかの実施例では、方法は、主表面を有する基材と、上記物品を含む研磨パッドと、流体成分及び研磨成分を含む研磨溶液と、準備することを含む。いくつかの実施形態において、本方法は、研磨パッドと基材とを相対運動させながら、基材の表面を研磨パッド及び研磨溶液と接触させることを更に含む。

20

【0006】

本発明の1つ以上の実施形態の詳細を、添付の図面及び以下の明細書に示す。本発明のその他の特徴、目的、及び利点は、明細書及び図面、並びに特許請求の範囲から明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0007】

図中の同様の記号は、同様の要素を示している。点線は任意選択的な又は機能的な構成要素を示し、破線は表示されていない構成要素を示す。

30

【0008】

【図1】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、物品及び方法を利用するための例示的な研磨システムの概略図である。

【0009】

【図2】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的な研磨パッドの一部の斜視上面図である。

【0010】

【図3A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、ヘリンボーンパターンで配置された複数の直線状の連続チャネルを有する研磨層の図である。

40

【0011】

【図3B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、クロスハッチパターンで配置された複数の直線状の連続チャネルを有する研磨層の図である。

【0012】

【図3C】は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、クロスハッチパターンで配置された複数の湾曲した連続チャネルを有する研磨層の図である。

【0013】

【図3D】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、クロスハッチパターンで配置された複数の直線状の不連続チャネルを有する研磨層の図である。

【0014】

50

【図 4 A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的なセルの斜視図である。

【0015】

【図 4 B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、オフセット体積を有する例示的なセルの斜視図である。

【0016】

【図 4 C】本明細書で論じるいくつかの実施形態に係る、オフセット体積を有する例示的なセルのプロファイルを示す図である。

【0017】

【図 5 A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的なセルの概略断面図である。

10

【0018】

【図 5 B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的なセルの概略断面図である。

【0019】

【図 5 C】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的なセルの概略断面図である。

【0020】

【図 5 D】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的なセルの概略断面図である。

【0021】

20

【図 5 E】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的なセルの概略断面図である。

【0022】

【図 5 F】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的なセルの概略断面図である。

【0023】

【図 5 G】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、例示的なセルの概略断面図である。

【0024】

【図 6 A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、微細構造を有する表面層の一部の概略断面図である。

30

【0025】

【図 6 B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、微細構造及び空洞を有する表面層の一部の概略断面図である。

【0026】

【図 6 C】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、研磨粒子を含む研磨材複合体の微細構造を有する表面層の一部の概略断面図である。

【0027】

【図 6 D】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、突起及び細孔を含む微細構造を有するセルの作業表面の一部を示す概略断面図である。

40

【0028】

【図 7】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、基材を研磨するための例示的方法のフローチャートである。

【0029】

【図 8 A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、セルの走査電子顕微鏡写真である。

【0030】

【図 8 B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、セルの高さマップである。

【0031】

【図 8 C】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、図 8 B のセルの高さマップの断

50

面図である。

【0032】

【図9A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、セルの高さマップである。

【0033】

【図9B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、セルの接触領域のシミュレートされたマップである。

【0034】

【図10A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、セルの高さマップである。

【0035】

【図10B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、セルの接触領域のシミュレートされたマップである。 10

【発明を実施するための形態】

【0036】

化学機械研磨（C M P）プロセスは、研磨スラリーを物品の表面に接触させることによって、物品から材料を除去することができる。C M P 研磨パッドは、C M P 研磨パッド上に微細構造化表面を形成する微細複製技術を用いて作製することができる。微細複製は、製造工具内でポリマーを注型成形又は成形することによってトポグラフィ特徴部が作製される作製技術を含んでもよい。これらの微細複製技術は、ポリマーを変位させることによって微細構造を形成することができる。例えば、エンボス加工では、ポリマー溶解物をネガ型上に押し出してよい。ポリマー溶解物に圧力を加えて、ポリマー溶解物を微細構造に対応するネガ型のトポグラフィ特徴部へと押し進めることができる。例えば、細孔又は空洞を形成するように構成された微細複製工具は、材料を変位させて細孔又は空洞を形成してもよい。ポリマー溶解物を冷却して、微細構造を有する固体ポリマーフィルムを形成してもよい。生産工具からポリマーを取り外す際、一連のトポグラフィ的特徴部がポリマー表面に存在する。 20

【0037】

ポリマーが微細複製プロセス中に変位すると、変位したポリマーは、研磨パッド上に不均一な活性研磨表面を作り出す隆起又は沈下構造を形成し得る。例えば、上記のエンボス加工例では、溝を形成するように構成された微細複製工具の突起部は、溝を形成するために使用される工具の隆起部に沿ってポリマーフィルムの縁部及び角部にポリマーが凝集するようにポリマーを十分に変位させることができる。研磨又は予備研磨の間、これらの隆起した縁部及び角部が、研磨表面の残りの部分よりも前に、又はより大きく摩耗されることによって、除去速度を低下させる基材の不均一な研磨を引き起こす場合がある。 30

【0038】

いかなる特定の理論にも限定されないが、ポリマーの凝集の1つの要因は、微細複製工具のサグによって生じる歪みに起因し得ることが理論化されている。例えば、円筒形ロールは、以下の式に示されるように、微細複製工具の曲率によって生成されるサグを有し得る。

【0039】

【数1】

$$SAG = R - \sqrt{(R^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2)}$$

40

【0040】

上記の式において、S A G は工具のサグを表し、R は工具の半径を表し、D はダウンツール寸法におけるセル長を表す。150 mm の曲率半径を有する 42 mm のレンズの場合、S A G は約 15 ミクロンであり得る。欠陥へのポリマー凝集のもう1つの要因は、冷却時のポリマーの膨張及び / 又は収縮に起因し得る。

【0041】

50

ポリマーの変位の別の要因は、2つ以上の層間の熱膨張係数（CTE）の不整合に起因し得る。例えば、研磨パッドは、研磨層と、研磨層とは異なるCTEを有するサブパッド又は接着層などの1つ以上の二次層と、を有してもよい。作製中、研磨パッドの研磨層は、微細構造が複製された後に冷却されるホットポリマー溶解物であってもよい。冷却中、研磨層は、二次層とは異なる速度で収縮して、ポリマーの変位を引き起こし得る。ポリマーは、CTEの不整合の方向に応じて正の変位若しくは山部、又は負の変位若しくは谷部を形成することによって変位され得る。このポリマー変位は、押出成形などのポリマーを直接変位させる微細複製方法だけでなく、圧縮成形などのポリマーを直接変位させない微細複製方法にも適用することができる。

【0042】

図8Aは、セルの縁部に沿った過剰なポリマーの凝集によって引き起こされる欠陥を有する例示的な調整セルを示す走査電子顕微鏡写真である。例示的な調整セルは、隆起した突起と沈下した細孔とを含む微細構造を有する。調整中、研磨パッドの研磨表面は、粗さ又は突起高さなどの特定の研磨特性のため、隆起した突起の表面を露出させるように研削されてもよい。セルの角部における過剰なポリマー欠陥は、欠陥付近の微細構造を隆起又は沈下させる結果、調整表面の調整期間の延長及び非平坦性をもたらす。図8Bは、隆起した欠陥を含むセルの高さマップであり、図8Cは、図8Bのセルの高さマップの断面図である。図8Bに見られるように、研磨パッド上のセルの縁部は、セルの2つの側面上で隆起している。これらの隆起した縁部は、研磨パッドを作製するために使用される微細複製工具の後縁部に対応する場合があり、材料が欠陥を形成する可能性が最も高い部分である。図8Cに見られるように、縁部における研磨パッドの高さは、研磨パッドの残りの部分よりもかなり高いため、他の突起が調整される前に縁部の突起間のランド部に到達し得る。

【0043】

本開示は、研磨パッドの活性研磨表面上の平坦性を向上させるように構成された特徴部を有する研磨パッドに関する。研磨パッドは、チャネルによって分離された複数の研磨セルを含んでもよい。研磨セルは、作業表面と、作業表面に隣接するオフセット体積と、を有してもよい。このオフセット体積は、研磨パッドの微細複製中又は微細複製後に変位したポリマーの膨張又は収縮体積として作用し得る。結果として得られる研磨パッドは、調整及び試運転時間を低減するより均一なパッド厚を有し、これにより、スラリー消費を更に低減し、パッド寿命を延ばすことができる。上述の研磨パッドを製造するように構成された複製工具は、精密な設計を有し、研磨パッドを製造するための活性作業表面の一貫した複製を作製することができる。

【0044】

CMPプロセスは、本明細書で論じる物品及び技術を使用して、基材から材料を除去することができる。図1は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による物品及び方法を利用するための例示的な研磨システム10を概略的に示す。システム10は、プラテン12、駆動アセンブリ14、キャリヤアセンブリ16、基材20、研磨溶液30、及び研磨パッド40を含んでもよい。プラテン12は、研磨パッド40を収容及び/又は固定するように構成されてもよい。駆動アセンブリ14は、プラテン12に連結され、プラテン12及びそれに対応して研磨パッド40を回転させるように構成されてもよい。キャリヤアセンブリ16は、基材20に連結されてもよく、基材20を回転させ、研磨パッド40の面にわたって基材20を移動させ、基材20の研磨表面18において基材20を研磨パッド40に押圧するように構成されてもよい。研磨溶液30及び研磨パッド40は、単独で又は組み合わせて、研磨表面18において基材20の材料を除去することができる。

【0045】

円形の片面研磨システム10について上述したが、他の研磨システムを使用してもよい。例えば、両面研磨機の場合のように、2つ以上の研磨パッドが、基材と接触してもよい。他の例示的なシステムとしては、振動研磨機や両面研磨機などが挙げられるが、これらに限定されない。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

基材は、研磨及び／又は平坦化が所望される任意の基材であってよい。例えば、基材は、金属、金属合金、金属酸化物、セラミック、ポリマーなどであってもよい。いくつかの実施形態では、本開示の方法は、超硬基材、例えば、サファイア、ケイ素、炭化ケイ素、石英、又はケイ酸塩ガラスを研磨するのに特に有用であり得る。基材は、1つ以上の研磨される表面を含んでいてもよい。

【 0 0 4 7 】

研磨パッド40は、材料変位欠陥が低減された均一な研磨表面を提供する複数のセル及びチャネルで構成された研磨層を含んでもよい。図2は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、研磨パッド40の研磨層46の斜視上面図である。研磨層46は、複数のチャネル42によって分離された複数の隆起したセル50を含んでもよい。複数のセル50の各セルは、微細構造化作業表面44を含み得る。作業表面44は、研磨される基材表面に隣接し、研磨される基材表面と少なくとも一部接触する研磨層46の表面を意味する。サイズにより明示的に示されていないが、各微細構造化作業表面44は、図5A～5Dに更に示されるように、作業表面44から延在する複数の微細構造を含んでもよい。

10

【 0 0 4 8 】

複数のセル50は、基材から材料を除去し、研磨パッド40の全寿命にわたってパッド40を研磨するための実質的に一貫した作業表面44を提供するように構成されてもよい。実質的に均一な作業表面は、研磨パッド40上の均一な圧力が、研磨中に基材に大きな局所圧力変化を起こさないように、実質的に均一面を有する研磨表面であってもよい。図3A及び3Bにより詳細に説明されるように、複数のセル50は、セルの研磨寿命を通じて各自のセルの作業表面44の下方に製造欠陥を含むオフセット体積を提供することによって、製造欠陥のマイナスの表面効果を低減するように構成することができる。複数のセル50は、研磨層46の表面の一部又は全部にわたって分散されてもよい。複数のセル50のセル間の空間は、複数のチャネル42のチャネルを形成してもよい。

20

【 0 0 4 9 】

複数のセル50は、様々な形状及びサイズを有してもよい。複数のセル50は、突起摩耗、圧力プロファイル、担持面積、チャネル体積、表面積、チャネル面積、光学スラリー流、セル高さなどの様々な要因に関して構成される形状及びサイズを有してもよい。複数のセルの形状としては、矩形及び三角形などの多角形、円形及び橢円形などの円形、並びに反復パターンによって形成され得る他の形状を挙げることができるが、これらに限定されない。いくつかの実施例では、セル50は、セル高さ、セル幅、及びセル長さを有してもよい。いくつかの実施例では、セル長さ又は直径は100μm～1cmの範囲であってもよく、セル幅又は直径は100μm～1cmの範囲であってもよい。いくつかの実施例では、セル高さが研磨パッド40の寿命を通じて各セルの微細構造化作業表面44に適応するように選択されることにより、各セルは、微細構造を含み、研磨パッド40に所望量の摩耗を提供するのに十分な厚さとなり得る。いくつかの実施例では、セル高さが、複数のチャネルのうちの1つ以上のチャネル壁を収容するように構成されることにより、複数のチャネルの各チャネルは、所望の速度で研磨スラリーを収容及び移送するのに十分な高さを有し得る。いくつかの実施例では、セル高さが、研磨中に複数のセル50が十分に移動することを可能にするように構成されることにより、研磨力は、移動し得ないセルよりも接触面積全体にわたってより正規化された力分布を有することができる。例えば、セル高さが大きいほど、研磨パッドはより高い可撓性及び歪みを有することができ、より均一な研磨表面をもたらし得る。いくつかの実施例では、セル高さは、10μm～1mmの範囲であってもよい。

30

【 0 0 5 0 】

複数のチャネル42は、研磨中に研磨スラリーを収容及び移送するように構成されてもよい。複数のチャネル42は、流量、使用済み研磨剤の除去、材料の除去など、研磨流体の所望の流体流特性に応じて、蛇行経路に沿って研磨流体をガイドするように構成された形状及びパターンを有してもよい。例えば、研磨流体を節約するために、研磨パッド40

40

50

からの研磨流体の流量を低減することが望ましい場合がある。複数のチャネルは、研磨流体の保持時間が増加するように、研磨流体用の蛇行経路を形成するように構成されてもよい。他の実施例では、研磨パッド40の研磨表面からの使用済み研磨流体及び/又は除去された研磨パッド又は基材材料の流量を増加させることが望ましい場合がある。複数のチャネルは、研磨溶液の流速を低減するように、及び/又は研磨溶液を作業表面44に逆流させるように構成されてもよい。複数のチャネル42は、研磨溶液の分布及び研磨層の柔軟性を向上させると共に、研磨パッドからの削り屑の除去を容易にし得る。

【0051】

複数のチャネル42は、チャネル幅及びチャネル高さの変動を含む、様々なサイズを有してもよい。複数のチャネル42の高さ及び幅は、研磨パッドの速度、研磨溶液の粘度、研磨溶液の研磨剤サイズ、及び研磨表面の接触や研磨溶液の移動などに影響を及ぼす他の要因に基づいて選択することができる。例えば、複数のチャネル42の幅は、特定の研磨パッドの速度及び研磨溶液の粘度に関して、研磨溶液が研磨表面まで適切に移動し得るようを選択されてもよい。いくつかの実施例では、チャネル幅は、約100μm～約20mmの範囲であってもよい。いくつかの実施例では、チャネル高さは、約50μm～約15mmの範囲、又はセルの高さまでの範囲であってもよい。

10

【0052】

複数のセル50及び複数のチャネル42は、上主表面44上にパターンを形成してもよい。パターンは、研磨パッドの速度、研磨器の種類(回転又は線状など)、並びに研磨中の研磨表面の接触及び/又は研磨溶液の移動に影響を及ぼす他の要因を含む様々な要因に基づいて選択されてもよい。いくつかの実施例では、複数のセル50は、上主表面44にわたって均一に分布されて対称パターンを形成してもよく、いくつかの実施例では、複数のセル50は、非対称パターンを有してもパターンを有さなくてもよい。いくつかの実施例では、複数のセル50及び複数のチャネル42のパターンは、複数のチャネル42内の流体保持時間が増加するようにチャネルの経路を形成するように構成される。いくつかの実施例では、パターンは、図2の例に示されるように、ヘリンボーンパターンである。

20

【0053】

図3A～図3Dは、複数のチャネルの様々なパターンを有する研磨層の図である。図3Aは、ヘリンボーンパターンで配置された複数の直線的な不連続チャネル42Aを有する研磨層46Aの図である。ヘリンボーンパターンは、ハードストップ及び方向変化を含む蛇行経路を有する。図3Bは、クロスハッチパターンで配置された複数の直線状の連続チャネル42Bを有する研磨層46Bの図である。クロスハッチパターンは、図3Aのヘリンボーンパターンのような蛇行経路を有さなくてもよく、微細複製工具を使用してより簡単に作製することができる。図3Cは、クロスハッチパターンで配置された複数の湾曲した連続チャネル42Cを有する研磨層46Cの図である。複数の湾曲した連続チャネル42Cは、連続的な正弦波微細複製工具からの微細複製を可能にしつつ、より蛇行した経路を作り出すことができる。図3Dは、クロスハッチパターンで配置された複数の直線的な不連続チャネルを有する研磨層の図である。

30

【0054】

図2を再び参照すると、研磨パッド40は、様々な形状及びサイズを有してもよい。研磨パッド40は、プラテン12の形状又は駆動アセンブリ14の移動など、システム10の特徴と適合する形状及びサイズを有してもよい。いくつかの実施例では、研磨パッド40は、円形の研磨形態などの円形状であっても、シート又はベルト研磨形態などの矩形状であってもよい。いくつかの実施例では、研磨パッド40は、25～100cmの範囲の直径、又は500～7500cm²の範囲の表面積を有してもよい。

40

【0055】

研磨パッド40は、特定の基材を研磨するための任意の好適な厚さを有してもよい。研磨パッド40の厚さは、研磨層46の剛性に影響を及ぼし得、次いで、研磨される基材20の研磨結果、特に平面性及び/又は平坦性に影響を及ぼし得る。いくつかの実施形態では、研磨パッド層の厚さは、0.125mm～10mmの範囲である。いくつかの実施形

50

態では、研磨パッド構成の形状は、多層研磨パッド構成が取り付けられるプラテン 1 2 の形状に適合し得る。例えば、研磨パッド構成は、多層研磨パッド構成を取り付けるプラテンの直径に対応する直径を有する円形又は環形の形状で構成されてもよい。いくつかの実施形態では、研磨パッド構成は、± 10 %の公差内のプラテン 1 2 の形状に適合してもよい。

【 0 0 5 6 】

研磨パッド 4 0 は、例えば、成形、押出成形、エンボス加工、及びこれらの組み合わせを含む形成中に材料を変位させる様々な方法に従って形成することができる。例示的な実施形態では、研磨層 4 6 及び任意のその他の研磨パッド層をポリマー材料で形成してよい。例えば、研磨パッド 4 0 の研磨層 4 6 層は、熱可塑性材料、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリエチレンテレフタラート、ポリエチレンオキシド、ポリスルホン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリイミド、ポリフェニレンスルフィド、ポリスチレン、ポリオキシメチレンプラスチック等、熱硬化性樹脂、例えば、ポリウレタン、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ポリイミド及び尿素ホルムアルデヒド樹脂、放射線硬化樹脂又はこれらの組み合わせから形成されてよい。いくつかの実施形態では、研磨パッド層のいずれかは、例えば、銅、スズ、亜鉛、銀、ビスマス、アンチモン、又はこれらの合金などの軟質金属材料から形成されてもよい。研磨パッド層は、1つの材料層のみから本質的になっていてもよいし、多層構造を有してもよい。

【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態において、研磨パッド 4 0 は、1つ以上の追加の層を含んでいてよい。例えば、研磨パッドは、感圧接着剤、ホットメルト接着剤、又はエポキシなどの接着剤層を含んでいてもよい。「サブパッド」、例えば熱可塑性層、例えばポリカーボネート層は、パッドにより大きな剛性を付与でき、グローバル平坦性のために使用できる。サブパッドはまた、圧縮可能な材料の層、例えば発泡材料層を含んでいてもよい。熱可塑性層及び圧縮可能材料層の両方の組み合わせを含むサブパッドも使用することができる。

【 0 0 5 8 】

先の実施形態は、面状である研磨層 4 6 を有する研磨パッドに関して説明してきたが、任意の数の非面状配向が、所定の開示の範囲から逸脱することなく採用されてもよいことを理解されたい。例えば、研磨層 4 6 は、連続ベルトの形態であってもよい。このような非面状研磨パッドは、研磨される基材と接触するように研磨パッドを回転させることができる適切なキャリヤアセンブリ（例えば、プラテン 1 2 又は車軸）に連結することができる。

【 0 0 5 9 】

研磨層 4 6 は、ポリマーシートから形成されてもよい。研磨層 4 6 の形成中に、材料は、複数のチャネル 4 2 、及び複数のセル 5 0 の微細構造化作業表面 4 4 を含む複数のセル 5 0 を作製するために、又は熱膨張若しくは収縮によって変位されてもよい。上述したように、この材料は、縁部などのセル 5 0 の一部に集合又は沈降して、作業表面 4 4 に欠陥を生じさせる場合がある。研磨表面におけるこれらの欠陥を低減するために、微細複製工具は、研磨表面の下のセル 5 0 の縁部に沿った欠陥を収容又は最小化するようにセル 5 0 を設計することによって、これらの欠陥を補償することができる。セル 5 0 は、変位した材料がオフセット体積に集合し得るようにオフセット体積を形成するように構成されて、研磨上の材料の表面接触作用を低減又は排除することができる。図 3 A 及び 3 B は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、セル 5 0 の斜視図である。これらの実施例では、セル 5 0 は、製造中の材料の変位及び / 又は膨張を補償する特徴部を含んでもよい。

【 0 0 6 0 】

図 4 A は、セル 5 0 のセル設計の斜視図である。図 4 A の実施例では、セル 5 0 は、微細複製工具が製造するように設計された理想的なセル設計であってもよい。以下の図 4 B に示すように、変位した材料は、セル 5 0 の表面が、図 4 A の設計により、粗面化される、変更される、又は別の方法で一貫性でなくなる、及び / 又は面外となるように、セル 5

10

20

30

40

50

0の縁部に集まることができる。セル50は、図2の研磨層46の複数のセル50からのセルであってもよい。セル50は、微細構造化作業表面44、実質的に垂直なチャネル表面52、及び作業表面44の縁部とチャネル表面52の上縁部との間のオフセット表面54を含み得る。

【0061】

作業表面44は、図1の基材20などの基材に接触し、微細構造及び／又は研磨溶液中の研磨剤を使用して基材を研磨するように構成されてもよい。いくつかの実施例では、作業表面44は、作業表面44全体にわたって接触力が比較的一定となるように、実質的に面状であってもよい。作業表面44は、以下の図6A～図5Dに示されるように、突起及び細孔などの微細構造を含んでもよい。図4Aの例では、作業表面44は長さ60及び幅64を有する矩形であるが、他の実施例では、作業表面44は、円形、三角形、又は研磨に有用な任意の他の形状を有してもよい。傾斜したオフセット表面54を有する実施例では、作業表面44が減少するにつれて、長さ60及び幅64が増加し得る。

10

【0062】

セル50は、チャネル表面52によって横方向に結合されてもよい。チャネル表面52は、図2の複数のチャネル42のうちのチャネルの壁として機能するように構成されてもよい。チャネル表面52は、複数のチャネル42のうちの1つのチャネルの壁を画定してもよい。図4Aの例では、チャネル表面52は、セル50の矩形形状を形成する4つの別個の表面を含むが、他の実施例では、チャネル表面52は、円形、三角形、又は任意の他の有用な形状などの他の形状を形成してもよい。いくつかの実施例では、チャネル表面52は、作業表面44と同じ形状を境界とする。いくつかの実施例では、チャネル表面52は、作業表面44の面に対して実質的に垂直であってもよい。各チャネル表面52は、チャネル面を画定し得る。オフセット表面54は、以下の図4Cでより詳細に説明するように、作業表面44の面からオフセット表面68の最大設計深さまでの深さを表すオフセット深さ68を有し得る。

20

【0063】

オフセット表面54は、作業表面44の縁部とチャネル表面52の上縁部との間のセル50の表面によって画定されてもよい。オフセット表面54は、下記図5A～5Gに示されるように、様々な表面配向を含んでもよい。作業表面44の縁部は、オフセット長さ62及びオフセット幅66によって、チャネル表面52の隣接面からオフセットされてもよい。傾斜したオフセット表面54を有する実施例では、作業表面44が減少するにつれて、オフセット長さ62及びオフセット幅66の大きさは研磨中に減少し得る。いくつかの実施例では、オフセット幅66及び／又はオフセット長さ62は、約10μm～1mmであってもよい。いくつかの実施例では、オフセット幅66及び／又はオフセット長さ62は、作業表面44の幅60及び／又は長さ64の約1%～約50%であってもよい。

30

【0064】

オフセット表面54は、研磨層46のセル50の製造中に変位した材料に適応するオフセット体積を形成するように構成されてもよい。図4Bは、オフセット体積56を有するセル50の斜視図である。オフセット体積56は、作業表面44に隣接する体積を表し得る。変位した材料58は、オフセット体積56内及びオフセット表面54の上方の点線によって示される、セル50の製造中に変位した材料を表し得る。オフセット体積56は、研磨層46のセル50の製造中に変位した材料58に適応するように構成されてもよい。変位した材料58は、実際にはオフセット表面54から分離して示されているが、変位した材料58の表面が、オフセット表面54の一部を形成してもよい。

40

【0065】

オフセット体積56は、作業表面44の面、チャネル表面52の面、及びオフセット表面54の面によって画定されてもよい。いくつかの実施例では、オフセット体積56は、作業表面44の共平面からオフセットされた体積であってもよい。例えば、オフセット体積56は、例えば、材料除去により変位した材料の膨張用の空の体積であってもよい、又はCTEの不整合により変位した材料の収縮用の固体材料であってもよい。いくつかの実

50

施例では、作業表面 4 4 の面は、作業表面 4 4 の予想される最小高さを表してもよく、この最小高さは、作業表面 4 4 が摩耗し得る最大深さと相関させることができる。例えば、作業表面 4 4 は、セル 5 0 のオフセット表面 5 4 の最大予想欠陥高さの実質的に上方にあるように構成されてもよく、最大予想欠陥高さを越えると、作業表面 4 4 が摩耗する際に、オフセット表面の欠陥が研磨に干渉し得る。作業表面 4 4 が摩耗し得る最大深さは、閾値深さと相関する深さであってもよく、閾値を超える深さの研磨結果は許容不能とみなされる。例えば、作業表面 4 4 の面上又はその上方の欠陥は、かかる欠陥が少量である限り、研磨にほぼ影響を及ぼさない軽微な研磨効果を引き起こす場合がある。いくつかの実施例では、作業表面 4 4 の面は、予想侵入高さを表し得る。例えば、研磨パッド 4 0 の調整中に、作業表面 4 4 が摩耗して、特定のテクスチャ又は作業表面特性のセットを達成し得る。欠陥高さが実質的に大きい（ $5 \mu m$ 超など）実施例では、作業表面 4 4 の面は、欠陥が侵入後に作業表面 4 4 の実質的に下方に留まるように、侵入高さを考慮することができる。欠陥高さが実質的に小さい（ $5 \mu m$ 未満など）実施例では、作業表面 4 4 の面は欠陥の閾値内にあり、そのため、侵入中に欠陥が除去され、侵入後に作業表面 4 4 の非平坦性をもたらし得ない。

【 0 0 6 6 】

変位した材料 5 8 は、セル 5 0 の縁部に蓄積された変位材料の量を表し得る。図 4 B の例に見られるように、変位した材料 5 8 の高さは、作業表面 4 4 の高さよりも小さい、又は作業表面 4 4 の意図される最終加工厚さよりも小さいため、研磨中に作業表面 4 4 は、変位した材料 5 8 の上方又は実質的に上方の面（例えば、基材に接触する変位した材料 5 8 の 10% 未満）を形成する。変位した材料 5 8 は、典型的には、微細複製工具の構成により、セル 5 0 の縁部に配置されてもよいが、変位した材料は、オフセット体積 5 6 の任意の部分に延在して、任意のトポグラフィ構造をとることもできる。変位した材料

【 0 0 6 7 】

作業表面 4 4 と変位した材料 5 8 との間の深さの関係を図 4 C に示すことができる。図 4 C は、オフセット体積を有する例示的なセルのプロファイルを示す図である。上面 8 3 、チャネル面 5 5 、及びオフセット表面 5 4 は、オフセット体積 5 6 を画定し得る。作業表面 4 4 は、微細構造化作業表面 4 4 を形成する複数の微細構造 8 2 を含んでもよい。複数の微細構造 8 2 の上部は上面 8 3 を画定し、複数の微細構造 8 2 の基部はベース面 8 5 を画定する。ベース面 8 5 は、上面 8 3 からのベース面深さ 8 7 を有してもよい。研磨中、作業表面 4 4 の面の高さは、上面 8 3 からベース面 8 5 まで低減されてもよい。ベース面深さ 8 7 は、作業表面 4 4 が摩耗し得る深さを表してもよい。例えば、ベース面深さ 8 7 は、複数の微細構造 8 2 の平均高さであってもよい。研磨の不整合を低減するために、変位した材料 5 8 は、ベース面 8 5 の下方に限定されてもよい。

【 0 0 6 8 】

オフセット表面 5 4 は、作業表面 4 4 の面からオフセット表面 6 8 の最大設計深さまでの深さを表すオフセット深さ 6 8 を有し得る。いくつかの実施例では、オフセット深さは、作業表面 4 4 からの実際の最大距離であってもよい。最大設計深さは、オフセット表面 5 4 の最大設計深さ 6 8 を表す、作業表面 4 4 に平行なオフセット表面 5 3 を形成し得る。

【 0 0 6 9 】

オフセット表面 5 4 は、変位した材料 5 8 の非平面部分を含み得る。非平面部分は、設計されたオフセット表面 5 4 の実質的に面外の部分を含んでもよい。変位した材料 5 8 の山部は、作業表面 4 4 に平行な変位面 5 7 を画定し得る。変位面 5 7 は、上面 8 2 の下方に変位深さ 5 9 を形成してもよい。いくつかの実施例では、変位面 5 7 は、変位した材料 5 8 が研磨とほぼ干渉しないように、ベース面 8 5 の下方にある。いくつかの実施例では、変位した材料 5 8 は、変位した材料 5 8 の体積の 90% 超がオフセット表面 5 3 とベース面 8 5 との間にある場合、ベース面 8 5 の実質的に下方にあってもよい。いくつかの実施例では、変位した材料は、変位した材料 5 8 のベース面 8 5 上の表面積が作業表面 4 4 の表面積の 5% 未満である場合、変位した材料は、ベース面 8 5 の実質的に下方にあってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

いくつかの実施形態では、変位した材料 5 8 は、研磨層 4 6 と第 2 の層との C T E の不整合に起因して、隆起した又は凹んだ特徴部であってもよい。例えば、研磨パッド 4 0 は、研磨層とは異なる熱膨張係数を有する第 2 の層を研磨層の下方に含んでもよい。第 2 の層よりも研磨層 4 6 の熱膨張係数が高い場合、変位した材料 5 8 は、チャネル表面 5 2 に沿って、かつオフセット表面 5 4 の下方に隆起した特徴部を含んでもよい。第 2 の層よりも研磨層 4 6 の熱膨張係数が低い場合、変位した材料 5 8 は、チャネル表面 5 2 に沿って、かつオフセット表面 5 4 の下方に凹んだ特徴部を含んでもよい。

【 0 0 7 1 】

図 4 A ~ 4 C では、変位した材料 5 8 を作業表面 4 4 の下方に制限するように構成されたオフセット表面 5 4 に関して説明されているが、いくつかの実施例では、オフセット表面 5 4 は、変位した材料 5 8 が作業表面 4 4 と実質的に同一面上にあるように構成されてもよい。例えば、変位した材料 5 8 は、特定のオフセット体積 5 6 を充填することが予想され得る。オフセット表面 5 4 は、変位面 5 7 が、公差内に収まる上面 8 3 の上方の変位深さ 5 9 又は変位高さを有するように構成されてもよい。公差は、研磨パッド 4 0 の調整中に作業表面 4 4 が低減される調整深さと相關され得る。変位した材料 5 8 を公差内に収めることができるオフセット表面 5 4 の構成に関しては、例えば、図 5 F 及び 5 G を参照されたい。いくつかの実施例では、変位深さ 5 9 は 5 μm 未満であってもよい。いくつかの実施例では、変位深さ 5 9 は、ベース面深さ 8 7 又は複数の微細構造 8 2 の平均高さより大きくてもよい。

10

【 0 0 7 2 】

オフセット表面 5 4 は、様々な表面配向を有してもよい。上述したように、オフセット表面 5 4 のトポロジーは、製造中に材料が変位するにつれて、設計された形状から変化し得る。オフセット表面 5 4 は、変位した材料 5 8 が、ベース面 8 5 の下方に実質的に収容され得る、又は上面 8 3 の公差内に実質的に収まり得るように構成されてもよい。

20

【 0 0 7 3 】

オフセット表面 5 4 は、作業表面 4 4 の面に対して実質的に平行である（「水平」）、作業表面 4 4 の面に対して実質的に垂直である（「垂直」）、湾曲、角度付き、段付きなどに設計された 1 つ以上の表面を有してもよい。図 5 A、5 B、5 C、5 D、5 E、5 F 及び 5 G は、代替的なオフセット表面構成を有するユニットセル 5 0 を有する研磨パッド 4 0 の設計を示す図である。図 5 A ~ 5 G の特徴部は、必ずしも縮尺通りに描かれていない。図 5 A は、研磨パッド 4 0 の表面特徴部に関して説明されているが、同様の特徴部が図 5 B ~ 5 G 及び図示されていない実施形態にも存在し得ると理解される。

30

【 0 0 7 4 】

図 5 A は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、垂直構成要素及び水平構成要素を有するオフセット表面を含むセル 5 0 A の概略断面図である。セル 5 0 A は、作業表面 4 4、チャネル表面 5 2、及びオフセット表面 5 4 A を含んでもよい。作業表面 4 4 の面、チャネル表面 5 2 の面、及びオフセット表面 5 4 A は、オフセット体積 5 6 A を画定し得る。セル 5 0 A は、セル 5 0 A の対向側の 2 つのチャネル表面 5 2 間の断面積 7 0 を含んでもよい。オフセット表面 5 4 A は、実質的に垂直な構成要素及び実質的に水平な構成要素を含み得る。オフセット表面 5 4 A の垂直構成要素及び水平構成要素は、オフセット体積 5 6 A を提供するように構成されることにより、セル形成中に変位した材料 5 8 A は、オフセット体積 5 6 A にほぼ制限され得る。いくつかの実施例では、セル 5 0 は、作業表面 4 4 と断面積 7 0 が特定の比を有するように設計されてもよい。

40

【 0 0 7 5 】

セル 5 0 形成中、材料は、微細構造化作業表面 4 4、オフセット表面 5 4、及び複数のチャネル 4 2 の形成に起因して変位され得る。変位される材料の量を低減することにより、オフセット体積を低減させる、及び / 又は作業表面面積を増加させることができる。いくつかの実施例では、セルのオフセット表面は、除去される材料の量を低減するように角度付けされて、オフセット体積 5 6 を生成することができる。図 5 B は、本明細書で論じ

50

るいくつかの実施形態による、角度付きのオフセット表面を含むセル 50 B の概略断面図である。オフセット表面 54 B は、作業表面 44 の縁部からチャネル表面 52 の縁部までの角度付き表面を含んでもよい。いくつかの実施例では、角度付きオフセット表面 54 B は、平坦な表面であってもよい。傾斜したオフセット表面 54 B は、作業表面 44 の縁部において比較的小さく、チャネル表面 52 の縁部において比較的大きいオフセット体積 56 B を形成することができ、変位した材料 58 B がそこに凝集する可能性が高い。例えば、チャネル表面 52 の縁部におけるオフセット体積 56 B の高さは、セル 50 A のオフセット体積 56 A の高さとほぼ同じ高さであり得る一方、オフセット体積 56 B は、オフセット体積 56 A よりも実質的に小さくして、材料変位を減らすことができる。

【 0076 】

研磨中、作業表面 44 が摩耗する際、作業表面 44 が均一領域を有することが望ましい場合がある。例えば、図 5 B のセル 50 B を有する研磨パッドは、オフセット表面 54 B を下方に角度付けすることにより、作業表面 44 B の表面積を増大させてもよい。いくつかの実施例では、オフセット表面は、オフセット体積 56 を生成するために除去される材料の量を低減しつつ、作業表面 44 の均一な領域を提供するように構成されてもよい。図 5 C は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、実質的に垂直な上部と実質的に角度付けされた下部とを有するオフセット表面を含む、セル 50 C の概略断面図である。オフセット表面 54 C は、作業表面 44 が摩耗する際、作業表面 44 の実質的に一定の表面積を呈するように構成された実質的に垂直な上部を含んでもよい。オフセット表面 54 C は、上記の図 5 B で説明したように、変位した材料 58 C の量を低減してオフセット体積 56 C を生成する、実質的に角度付けされた下部を更に含んでもよい。

【 0077 】

セル 50 の形成中、材料は、チャネル表面 52 近傍のオフセット表面 54 の縁部まで変位され得る。いくつかの実施例では、オフセット表面は、オフセット体積 56 を生成するために除去される材料の量を更に低減するように湾曲していくてもよい。図 5 D は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、実質的に垂直な上部と湾曲した下部とを有するオフセット表面を含む、セル 50 D の概略断面図である。オフセット表面 54 D は、オフセット体積 56 D を作り出すために、変位した材料 58 D の量を更に低減するように湾曲した下部を含んでもよい。例えば、チャネル表面 52 の縁部におけるオフセット体積 56 D の高さは、セル 50 C のオフセット体積 56 C の高さとほぼ同じ高さであり得る一方、湾曲したオフセット体積 56 D は平坦な角度付きオフセット体積 56 C よりも小さくして、材料の変位をより小さくしてもよい。

【 0078 】

セル 50 を形成するために使用されるいくつかの微細複製工具は、角度付き又は湾曲したオフセット表面 54 を容易に又は正確に形成することができない。いくつかの実施例では、オフセット表面 54 は、変位した材料の量を低減するように角度付けされて、平坦な垂直表面及び水平表面を使用してオフセット体積 56 を生成してもよい。図 5 E は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、段付きオフセット表面 54 E を含むセル 50 E の概略断面図である。段差付きオフセット表面 54 E は、セル 50 B と同様、作業表面 44 の縁部において比較的小さく、チャネル表面 52 の縁部において比較的大きいが、平坦な垂直表面及び水平表面を有する工具によって形成されたオフセット体積 56 E を形成してもよい。段付きオフセット表面 54 E は、図 5 E に示すように均等な間隔を含んでもよい、又は段付きオフセット表面 54 E の進行が非線形（例えば、湾曲）であるように不均一な間隔を含んでもよい。

【 0079 】

セル形成中又は後に、研磨層 46 と第 2 の層との間の CTE の不整合は、変位した材料をオフセット体積へ膨張又は収縮させることができる。いくつかの実施例では、オフセット表面 54 は、オフセット体積 56 内外への膨張又は収縮を考慮するように構成されてもよい。図 5 F は、凸状である湾曲したオフセット表面 54 F を含むセル 50 F の断面図である。変位した材料 58 F は、オフセット体積 56 F へと膨張し得る。図 5 G は、凹状で

10

20

30

40

50

ある湾曲したオフセット表面 5 4 G を含むセル 5 0 G の断面図である。変位した材料 5 8 G は、オフセット体積 5 6 G から収縮することができる。オフセット体積 5 6 A ~ 5 6 F とは対照的に、オフセット体積 5 6 G は、作業表面 4 4 からオフセットされ、変位した材料が収縮し得る材料の体積である。結果として生じる変位した材料 5 8 F 又は 5 8 G が実質的に小さい場合、オフセット表面 5 6 F 又は 5 6 G は、作業表面 4 4 と実質的に同一面上にあってもよく、作業表面 4 4 の実質的に下方にないため、研磨欠陥を引き起こすことを回避し得る。

【 0 0 8 0 】

セル 5 0 は、様々なオフセット長さ、オフセット幅、及びオフセット高さを有し得る。オフセット長さ及びオフセット幅は、変位されることが予想される材料の量、材料の熱膨張係数、作業表面 4 4 の所望の表面積、チャネル幅及び高さ、微細構造の高さなどを含むが、これらに限定されない多数の要因により、オフセット長さ及びオフセット幅を選択することができる。いくつかの実施例では、オフセット長さ、幅、又は直径は、 $10 \mu\text{m} \sim 1 \text{mm}$ の範囲であってもよい。いくつかの実施例では、オフセット長さ、幅、又は直径は、セル長、幅、又は直径の 1 % ~ 5 0 % であってもよい。いくつかの実施例では、オフセット高さは、各セルが研磨パッド 4 0 に所望量の摩耗を提供するのに十分な厚さを有するように、各自のセル上の微細構造化作業表面に適応するように構成されてもよい。いくつかの実施例では、オフセット高さは、作業表面 4 4 の複数の微細構造の平均高さ未満であってもよい。いくつかの実施例では、オフセット高さは、複数のチャネルのうちの 1 つ以上のチャネル壁に適応するように構成されてもよく、そのため、複数のチャネルの各チャネルは、所望の速度で研磨溶液を収容及び移送するのに十分な高さを有する。いくつかの実施例では、オフセット高さは、セル高さ又はチャネル高さ及び幅と相関し得る。例えば、セル高さ又はチャネル高さ及び幅が増加するにつれて、より多くの材料を微細複製中に変位させることができ、より大きなオフセット体積及び対応するオフセット高さを必要とする。いくつかの実施例では、オフセット高さ及びセル幅は、1 : 5 ~ 1 : 5 0 の範囲の比を有し得る。

【 0 0 8 1 】

再び図 4 A ~ 4 C を参照すると、研磨層 4 6 を形成するための微細複製工具は、作業表面 4 4 、チャネル表面 5 2 、及びオフセット表面 5 4 に対応する構造化表面で構成されてもよい。構造化表面は、微細複製中の材料の変位に適応し得るオフセット表面 5 4 に対応する部分を備えて構成されてもよい。いくつかの実施例では、構造化表面は、変位面 5 7 がベース面 8 5 の下方にあるように、オフセット表面 5 4 に対応する部分を有して構成されてもよい。いくつかの実施例では、構造化表面は、変位深さ 5 9 が上面 8 3 の公差内に収まるように、オフセット表面 5 4 に対応する部分を有して構成されてもよい。

【 0 0 8 2 】

研磨層 4 6 は、微細構造化作業表面 4 4 を含んでもよい。研磨層 4 6 のセル 5 0 は、各セル 5 0 の作業表面 4 4 の面から延びる複数の微細構造を含んでもよい。いくつかの実施例では、複数の微細構造は、研磨溶液の研磨粒子と接触して、基材 2 0 から材料を除去するように構成されてもよい。いくつかの実施例では、複数の微細構造は、基材 2 0 と直接接触して基材 2 0 から材料を除去するための研磨材として構成されてもよい。

【 0 0 8 3 】

いくつかの実施形態では、微細構造は、平坦又は凹凸表面（例えば、曲面、表面窪みなど）を有する基材 2 0 との接触、及び基材の研磨を促進するように構成されてもよい。図 6 A は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、突起 8 2 A を含む微細構造を有する、セル 5 0 の作業表面の概略断面図である。図 6 A の実施例では、突起 8 2 A は、研磨パッド 4 0 のセル 5 0 と一体的に形成されてもよい、又はセル 5 0 に結合されてもよい。いくつかの実施例では、突起 8 2 A は、研磨要素に屈曲を付与して、表面輪郭を有する基材の研磨に適応するように微細構造を屈曲し得るように構成されたステムを含んでもよい。突起 8 2 A は、凸状、球形、半球形、凹状、カップ形状、矩形、正方形、又は任意の他の所望の断面形状である断面形状を有してもよい。微細構造は、作業表面にわたってラン

10

20

30

40

50

ダムに配置されてもよく、又は作業表面にわたってパターン、例えば繰り返しパターンで配置されてもよい。パターンとして、正方配列、及び六方配列等が挙げられるが、これらに限定されない。微細構造の例としては、参照により本明細書に組み込まれる、国際出願公開第2016 / 183126 A1号を参照されたい。

【0084】

いくつかの実施例では、研磨パッド40は、研磨パッド40のセルの作業表面に延びて微細構造を形成する空洞によって形成された複数の微細構造を含んでもよい。図6Bは、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、突起82B及び空洞84を含む微細構造を有する、セル50の作業表面の一部の概略断面図である。空洞は、任意の所望の距離だけ研磨パッド40内に延びてもよい(研磨パッド40を完全に通過することにより、空洞を通るスラリー流を可能にすることを含む)。空洞84は、任意のサイズ及び形状を有してもよい。例えば、キャビティ84の形状は、立方体、円筒形、プリズム形、半球形、直方体、角錐形、切頭角錐形、円錐形、切頭円錐形、十字形、弓状若しくは平坦な底部表面を持つ柱状、又はこれらの組み合わせ等の多数の幾何学的形状の中から選択され得る。あるいは、空洞84のいくつか又は全てが不規則形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、空洞84のそれぞれは、同じ形状を有する。あるいは、任意の数の空洞84が、他の任意の数の空洞とは異なる形状を有してもよい。空洞84は、空洞が行及び列に並べられる構成で提供する、パターン(例えば、渦巻状、螺旋状、コークスクリュー状、又は格子状)に分布する、又は「ランダム」に(すなわち、規則的なパターンではない)分布することができる。微細構造の空洞の例としては、参照により本明細書に組み込まれる、米国出願公開第2016 / 0221146 A1号を参照されたい。

10

【0085】

いくつかの実施形態では、研磨パッド40は、固定研磨パッドであってもよく、複数の微細構造は、研磨粒子を含む研磨材複合体であってもよい。図6Cは、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、研磨粒子86を含む研磨材複合体の突起82Cを含む微細構造を有する、セル50の作業表面の一部の概略断面図である。固定研磨パッドは、二次元の、例えば、研磨粒子の層が1以上の樹脂若しくはバインダ層により裏材に保持された従来の研磨シートであってもよく、又は固定研磨パッドは、三次元固定研磨材、すなわち、分散した研磨粒子を含有する樹脂若しくはバインダ層であってもよく、樹脂/研磨複合体が使用中に摩耗すること及び/又はドレッシングが研磨粒子の未使用の層を露出させることを可能にするのに適切な高さを有する、樹脂/研磨複合体を形成する。砥粒物品は、第1の表面及び作業面を有する、三次元、テクスチャード、軟質の固定砥粒構造を含んでいてもよい。作業面は、複数の精密な形状の砥粒複合体を含んでいてもよい。精密な形状の砥粒複合体は、樹脂相及び砥粒相を含んでいてもよい。研磨複合微細構造の例としては、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第7,160,178 B2号を参照されたい。精密な形状の砥粒複合体は、三次元、テクスチャード、軟質の固定砥粒構造を形成する配列に配置されていてもよい。砥粒物品は、パターン化された砥粒構造を含んでいてもよい。TRIZACT砥粒の商品名で入手可能な砥粒物品及び3M Company(ミネソタ州、セントポール)から入手可能なTRIZACTダイヤモンドタイル砥粒が、例示的なパターン化砥粒である。パターン化砥粒物品は、ダイ、成形型又は他の手法から精密に配列及び製造される、砥粒複合体のモノリシックな列を含む。こうしたパターン化砥粒物品は、砥粒加工、研磨、又は同時に砥粒加工及び研磨を実行できる。

20

30

【0086】

いくつかの実施形態では、研磨パッド40は、突起及び/又は細孔を含む微細構造を有してもよい。図6Dは、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、突起82D及び細孔88を含む微細構造を有する、セル50の作業表面の一部の概略断面図である。細孔88の形状は、特に限定されず、円筒形、半球形、立方体、直方柱、三角柱、六角柱、三角錐、四、五、及び六角錐、角錐台、円錐形、円錐台等を含み得るが、それらに限定されない。細孔88の形状は、全て同じでよく、又は組み合わせが用いられてもよい。いくつかの実施形態において、細孔88の深さは、それぞれの正確に成形された細孔に隣接するラ

40

50

ンド領域の厚さ未満である、すなわち正確に成形された細孔は、ランド領域の厚さ全体を貫通する貫通穴ではない。これによって、細孔は作業面の近傍の流体を捕らえ、かつ保有することができる。正確に成形された突起 8 8 は、均一に分配され得る、すなわち、研磨層の表面にわたって単一の面密度を有し得る、又は研磨層 1 0 の表面にわたって異なる面密度を有し得る。細孔 8 8 は、研磨層の表面にわたってランダムに配置されてもよい、又は研磨層にわたって、例えば繰り返しパターン等のパターンで配置されてもよい。パターンとして、正方配列、及び六方配列等が挙げられるが、これらに限定されない。パターンの組み合わせを用いてもよい。突起及び細孔の例としては、参照により本明細書に組み込まれる、国際出願公開第 2 0 1 5 / 1 5 3 6 0 1 A 1 号を参照されたい。

【 0 0 8 7 】

いくつかの実施形態では、研磨溶液 3 0 が、研磨作業において研磨パッド 4 0 と共に使用されてもよい。いくつかの実施形態では、本開示の研磨溶液 3 0 (一般に「スラリー」と呼ばれる) は、分散した及び / 又は懸濁した研磨材複合体を有する流体成分を含んでいてもよい。

【 0 0 8 8 】

種々の実施形態では、流体成分は、非水性又は水性であってよい。非水性流体成分としては、アルコール、アセテート、ケトン、有機酸、エーテル、又はこれらの組み合わせが挙げられる。水性流体成分は、上記の非水性流体のいずれかを含む、非水性流体成分を(水に加えて)含んでよい。流体成分が水性流体と非水性流体の両方を含むとき、得られる流体成分は、均質である、すなわち単相溶液であってもよい。例示的な実施形態では、流体成分は、研磨材複合体粒子が流体成分に不溶性であるように選択することができる。

【 0 0 8 9 】

いくつかの実施形態では、流体成分は、例えば、分散助剤、レオロジー変性剤、腐食防止剤、pH調整剤、界面活性剤、キレート剤 / 錯化剤、不動態化剤、発泡防止剤、及びこれらの組み合わせ等の 1 種以上の添加剤を更に含んでよい。分散助剤は、多くの場合、整合性のない又は好ましくない研磨性能をもたらす場合がある、スラリー中の凝集粒子の沈下、沈降、沈殿及び / 又は軟凝聚を防ぐために添加される。有用な分散剤としては、比較的高分子量の脂肪族又は脂環式ハロゲン化物及びアミンの反応生成物であるアミン分散剤が挙げられる。レオロジー変性剤としては、剪断減粘剤及び剪断増粘剤が挙げられる。剪断減粘剤としては、ポリオレフィンポリマー材料上にコーティングされたポリアミドワックスが挙げられる。剪断増粘剤としては、ヒュームドシリカ、水溶性ポリマー、及び非水性ポリマーが挙げられる。流体成分に添加することができる腐食防止剤には、金属を劣化させ得る研磨プロセスの酸性副生成物を中和できる、トリエタノールアミン、脂肪族アミン、オクタン酸オクチルアミン等のアルカリ性物質、並びにドデセニルコハク酸又は無水物及びオレイン酸等の脂肪酸とポリアミンとの縮合生成物が挙げられる。使用することができる好適な pH 調整剤には、アルカリ金属水酸化物、アルカリ土類金属水酸化物、塩基性塩、有機アミン、アンモニア及びアンモニウム塩が挙げられる。また、緩衝系を用いてもよい。緩衝剤は、酸性から中性近くそして塩基性までの範囲にまたがるように調節することができる。使用することができる界面活性剤には、イオン性及び非イオン性界面活性剤が挙げられる。非イオン性界面活性剤としては、親水性及び疎水性セグメントを含有するポリマーが挙げられる。イオン性界面活性剤には、カチオン性界面活性剤とアニオン性界面活性剤の両方を挙げることができる。アニオン性界面活性剤は、水中で、両親媒性アニオンと、通常はアルカリ金属 (Na^+ 、 K^+) 又は第四級アンモニウムであるカチオンとに解離する。界面活性剤は、単独で又は 2 種以上の組み合わせで使用することができる。

【 0 0 9 0 】

配位子及びキレート剤等の錯化剤は、特に、用途が金属仕上げ又は研磨に関する場合であって、使用中に金属の削り屑及び / 又は金属イオンが流体成分中に存在し得るとき、流体成分に含めることができる。金属の酸化及び溶解は、錯化剤の添加によって促進することができる。これらの化合物は、金属に結合して、水性及び非水性液体中の金属又は金属酸化物の溶解度を高めることができる。錯化剤としては、1 つのカルボキシル基 (すなわ

10

20

30

40

50

ち、単官能性カルボン酸)又は複数のカルボン酸基(すなわち、多官能性カルボン酸)を有するカルボン酸及びその塩が挙げられる。不動態化剤は、研磨する基材20上に不動態化層を作製するために、流体成分に添加することができ、これにより、基材20の除去速度を変更したり、又は基材20が2つ以上の異なる材料を含む表面を備える場合に、1つの材料の除去速度を別の材料に対して調整したりすることができる。使用され得る発泡阻害剤としては、シリコーン、エチルアクリレートと2-エチルヘキシルアクリレートとのコポリマー、及び乳化破壊剤が挙げられる。流体成分中で有用であり得る他の添加剤には、酸化剤及び/又は漂白剤、例えば過酸化水素、硝酸、硝酸第二鉄等の遷移金属錯体、潤滑剤、殺生物剤、石鹼等が挙げられる。様々な実施形態において、研磨溶液中の添加剤クラスの濃度、すなわち、1つの添加剤クラスからの1つ以上の添加剤の濃度は、研磨溶液の重量に基づいて少なくとも約0.01重量%かつ約20重量%未満であってもよい。

【0091】

研磨材複合体は、多細孔質セラミック研磨材複合体を含んでもよい。多孔質セラミック研磨材複合体は、多孔質セラミックマトリックス中に分散された個々の研磨粒子を含んでもよい。本明細書で使用する場合、「セラミックマトリックス」という用語は、ガラス質と結晶質の両方のセラミック材料を含む。例示的な実施形態では、セラミックマトリックスの少なくとも一部は、ガラス質セラミック材料を含む。種々の実施形態では、セラミックマトリックスは、金属酸化物、例えば、酸化アルミニウム、酸化ホウ素、酸化ケイ素、酸化マグネシウム、酸化ナトリウム、酸化マンガン、酸化亜鉛及びこれらの混合物を含むガラスを含んでもよい。本明細書で使用する場合、「多孔質」という用語は、その集合体全体にわたって分布する細孔又は間隙を有することを特徴とするセラミックマトリックスの構造を記述するために用いられる。細孔は、複合体の外表面に向かって開かれてもよいし、塞がれていてもよい。セラミックマトリックス中の細孔は、セラミック研磨材複合体の破損の制御を助け、使用済み(すなわち劣化した)研磨粒子が複合体から放出されるようになると考えられる。細孔はまた、研磨材物品と加工物との界面から削り屑及び使用済み研磨粒子を除去するための経路をもたらすことにより、研磨材物品の性能(例えば、切削速度及び表面仕上げ)を向上させ得る。空隙は、複合体の少なくとも約4体積%かつ複合体の95体積%未満を含んでもよい。いくつかの実施形態では、研磨粒子には、ダイヤモンド、立方晶窒化ホウ素、溶融酸化アルミニウム、セラミック酸化アルミニウム、熱処理した酸化アルミニウム、炭化ケイ素、炭化ホウ素、アルミナジルコニア、酸化鉄、セリア、ガーネット及びこれらの組み合わせを挙げることができる。種々の実施形態では、本開示の研磨材複合体粒子は、充填剤、カップリング剤、界面活性剤及び発泡抑制剤等の任意選択の添加剤も含んでもよい。これらの材料の量は、所望の特性をもたらすように選択され得る。

【0092】

研磨複合体は、研磨複合体の1つ以上(最大で全て)が空洞内に少なくとも部分的に配置され得るように、研磨パッド40の微細構造のサイズ及び形状に対してサイズと形状が決定されてもよい。より具体的には、研磨複合体は、研磨複合体の1つ以上(最大で全て)が、空洞又は微細構造間に完全に受容されたときに、少なくとも空洞の開口部又は微細構造の間隙を越えて延在する部分を有するように、空洞又は微細構造に対してサイズと形状が決定されてもよい。本明細書で使用するとき、「完全に受容された」という語句は、空洞又は微細構造の間隙内の複合体の位置に関連する際、複合体が非破壊的圧縮力(例えば、以下で論じるように、研磨動作中に存在する力)の印加時に空洞又は微細構造間隙内で達成され得る。このように、以下で更に詳細に説明するように、研磨作業中、研磨溶液30の研磨複合粒子は、空洞又は微細構造の間隙内に受容され(例えば、摩擦力を介して)保持されることによって、研磨作業表面として機能することができる。

【0093】

種々の実施形態では、研磨材複合体粒子は、精密な形状であってもよいし、不規則な形状(すなわち精密でない形状)であってもよい。精密な形状のセラミック研磨材複合体は、任意の形状(例えば、立方体、ブロック状、円筒形、角柱形、角錐形、切頭角錐形、円

10

20

30

40

50

錐形、切頭円錐形、球形、半球形、十字形又は柱様)であってよい。研磨材複合体粒子は、異なる形状及び/又はサイズの研磨材複合体の混合物であってもよい。あるいは、研磨材複合体粒子は、同じ(又は実質的に同じ)形状及び/又はサイズを有してもよい。精密でない形状の粒子には、回転槽円体が挙げられ、例えば、噴霧乾燥プロセスにより形成することができる。様々な実施形態において、流体成分中の研磨材複合体の濃度は、少なくとも0.065重量%かつ6.5重量%未満であってもよい。いくつかの実施形態では、セラミック研磨材複合体とその作製にて使用される剥離剤の両方を流体成分中に含めることができる。これらの実施形態では、流体成分中の研磨材複合体及び剥離剤の濃度は、少なくとも0.1重量%及び1.0重量%未満であってもよい。

【0094】

10

いくつかの実施形態では、本開示の研磨材複合体粒子は、研磨材スラリーに有益な特性を付与する試薬で表面改質(例えば、共有結合、イオン結合又は機械的結合)を施してよい。例えば、ガラス表面を酸又は塩基でエッティングして、適切な表面pHをもたらすことができる。共有結合による改質表面は、1種以上の表面処理剤を含む表面処理で粒子を反応させることによって作製することができる。表面処理剤は、改質を施す表面の疎水的性質又は親水的性質を調整するために使用することができる。スパッタリング、真空蒸発、化学蒸着(CVD)、又は溶融金属技術を用いることができる。

【0095】

本開示は更に、上述の研磨パッドを使用した基材の研磨の方法に関する。図7は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、基材を研磨するための例示的な方法のフローチャートである。本方法は、研磨システム、例えば図1に関して記載したものを使用して、又は任意の他の従来の研磨システム、例えば片面若しくは両面研磨及びラッピングを用いて実施することができる。

20

【0096】

いくつかの実施形態において、基材の研磨方法は、研磨される基材20などの基材を準備すること(90)を含んでもよい。本方法は、研磨パッド40及び研磨溶液30などの、研磨パッドを準備すること(92)と、研磨溶液を準備すること(94)と、を更に含んでもよい。いくつかの実施形態において、本方法は、研磨パッドと基材(96)とを相対運動させながら、基材の表面を研磨パッド及び研磨溶液と接触させることを更に含んでもよい。例えば、図1の研磨システムを参照すると、プラテン12がキャリヤアセンブリ16に対して移動(例えば、並進及び/又は回転)させられる際、キャリヤアセンブリ16は、研磨溶液30が存在する状態で、基材20を(プラテン12に結合され得る)研磨パッド40の研磨表面18に対して押圧することができる。また、キャリヤアセンブリ16が、プラテン12に対して移動(例えば、並進及び/又は回転)させられてもよい。圧力及び相対運動の結果として、研磨粒子(研磨パッド40及び/又は研磨溶液30内/上に含有され得る)は、基材20の表面から材料を除去することができる。

30

【0097】

例示的実施形態において、本開示のシステム及び方法は、超硬基材、例えば、サファイアのA、R、又はC面の仕上げに特に適する。完成したサファイアの結晶、シート、又はウェハは、例えば、発光ダイオード産業及び携帯ハンドヘルドデバイス用カバー層に有用である。かかる用途において、本システム及び方法は、材料の永続的な除去を提供する。更に、本開示のシステム及び方法は、通常用いられる小さい粒子サイズで実現される表面仕上げと同等の表面仕上げをもたらしつつ、通常用いられる大きい研磨粒子サイズで実現される除去速度と同程度の除去速度を提供できることが見出された。更にまた、本開示のシステム及び方法は、固定式研磨パッドで必要とされるようなパッドの広範囲なドレッシングを行うことなく、持続的な除去速度をもたらすことができる。

40

【0098】

本開示の操作を、以下の詳細な実施例に関連して更に説明する。これらの実施例は、様々な具体的な好ましい実施形態及び技術を更に示すために提供される。しかしながら、本開示の範囲内に留まりつつ、多くの変更及び修正を加えることができるということが理解

50

されるべきである。

【実施例】

【0099】

研磨パッドの作製

【0100】

研磨パッドを次のとおり作製した。ポリカーボネートのシートを、米国特許第6,285,001号に記載されるようにレーザ研磨して、原型工具を形成した。原型工具をニッケルでメッキし、ニッケルネガを形成した。いくつかのニッケルネガを形成し、一緒に溶接してエンボス加工ロールを形成した。エンボス加工ロールは、米国特許出願公開第2010/0188751号に記載されるように、熱可塑性ポリウレタン用のエンボス加工プロセスにおいて使用されて研磨層を形成した。以下、研磨層の変形について説明する。

10

【0101】

オフセット体積

【0102】

いくつかの実施例では、研磨層は、上述のように、微細複製中のポリマー変位のためのオフセット体積を生成する凹縁部を有するセルを有してもよい。第1の実施例では、研磨層は、ベース層の縁部から15ミクロンの高さ凹み、500ミクロンオフセットされている。第2の実施例では、研磨層は、ベース層の縁部から30ミクロンの高さ凹み、750ミクロンオフセットされている。

20

【0103】

図9Aは、第1の実施例の研磨パッド内のセルの高さマップである。図9Bは、10ミクロンの摩耗後の、第1の実施例の研磨パッド内のセルの接触領域のシミュレートされたマップである。図9Bのドットは、研磨パッドがウェハと接触する領域を示す。図9Bに見られるように、作業層はウェハと不均一な接触を有し、ベース層は左縁部及び上縁部においてウエハースと有意に接触している。

20

【0104】

図10Aは、第2の実施例の研磨パッド内のセルの高さマップである。図10Bは、10ミクロンの摩耗後の、第2の実施例の研磨パッド内のセルの接触領域のシミュレートされたマップである。図10Bに見られるように、作業層はウェハと均一な接触を有し、ベース層は、第1の実施例よりも著しく低い接触を有する。

30

【0105】

本発明の様々な実施形態を説明した。これらの実施形態及び他の実施形態は、以下の特許請求の範囲に含まれる。

なお、以上の各実施形態に加えて以下の態様について付記する。

(付記1)

複数のチャネルによって分離された複数の隆起したセルを含む研磨層を備え、

前記複数の隆起したセルのそれぞれは、

複数の微細構造を含む微細構造化作業表面であって、前記複数の微細構造の頂部が上面を画定し、前記複数の微細構造の基部がベース面を画定する、微細構造化作業表面と、

前記複数のチャネルの壁を画定する実質的に垂直なチャネル表面であって、チャネル面を画定するチャネル表面と、

前記作業表面の縁部と前記チャネル表面の上縁部との間のオフセット表面と、

を含む、物品。

(付記2)

前記オフセット表面は、変位した材料の非平面部分を含み、前記変位した材料の山部が、前記作業表面に平行な変位面を画定する、付記1に記載の物品。

(付記3)

前記変位面は、前記ベース面の下方にある、付記2に記載の物品。

(付記4)

前記上面からの前記変位面の深さが、前記複数の微細構造の平均高さよりも大きい、付

40

50

記 2 に記載の物品。

(付記 5)

前記上面からの前記変位面の深さは、少なくとも 10 μm である、付記 2 に記載の物品。

(付記 6)

前記上面からの前記変位面の深さは、5 μm 未満である、付記 2 に記載の物品。

(付記 7)

前記上面、前記チャネル面、及び前記オフセット表面は、オフセット体積を算定する、付記 6 に記載の物品。

(付記 8)

前記作業表面の前記縁部は、隣接するチャネル面からオフセット幅又はオフセット長さだけオフセットされている、付記 7 に記載の物品。

(付記 9)

前記オフセット幅又はオフセット長さは、約 10 μm ~ 1 mm である、付記 8 に記載の物品。

(付記 10)

前記オフセット幅又はオフセット長さは、前記作業表面の幅又は長さの約 1 % ~ 約 50 % である、付記 8 に記載の物品。

(付記 11)

前記隆起したセルは、多角形である、付記 1 に記載の物品。

(付記 12)

前記隆起したセルは、矩形、三角形、円形、又は橢円形である、付記 1 に記載の物品。

(付記 13)

前記複数のチャネルの少なくとも一部は、前記物品の長さにわたって連続的である、付記 1 に記載の物品。

(付記 14)

前記複数のチャネルの少なくとも一部は、前記物品の長さにわたって不連続である、付記 1 に記載の物品。

(付記 15)

前記複数のセルは、ヘリンボーン、クロスハッチ、又は湾曲パターンである、付記 14 に記載の物品。

(付記 16)

前記微細構造化作業表面は、複数の細孔及び複数の凹凸を含む、付記 15 に記載の物品。

(付記 17)

前記オフセット表面の少なくとも一部は、実質的に垂直な段付き表面を有する、付記 16 に記載の物品。

(付記 18)

前記オフセット表面は、階段状表面、角度付き表面、及び湾曲表面のうちの少なくとも 1 つである、付記 17 に記載の物品。

(付記 19)

前記オフセット表面は、実質的に垂直な上部と傾斜した下部とを含む、付記 18 に記載の物品。

(付記 20)

前記研磨層とは異なる熱膨張係数を有する第 2 の層を前記研磨層の下方に更に備える、付記 1 に記載の物品。

(付記 21)

基材を保持するように構成されたキャリヤーセンブリと、

付記 1 に記載の物品を備える研磨パッドと、

前記研磨パッドに連結されたプラテンと、

流体成分と研磨成分とを含む研磨溶液と、

を備え、

10

20

30

40

50

前記研磨パッドを前記基材に対して移動させるように構成されているシステム。

(付記 2 2)

主表面を有する基材を準備することと、

付記 1 に記載の前記物品を備える研磨パッドを準備することと、

流体成分及び研磨成分を含む研磨溶液を含むことと、

前記研磨パッドと前記基材の前記主表面とを相対運動させながら、前記基材の前記主表面を前記研磨パッド及び前記研磨溶液と接触させることと、

を含む、方法。

(付記 2 3)

付記 1 に記載の前記物品の作業表面と、前記チャネル表面と、前記オフセット表面と、 10
に対応する構造化表面を有する高精細ツール。

(付記 2 4)

前記構造化表面は、高精細中の材料の変位に適応するオフセット表面を形成するように
構成されている、付記 2 3 に記載の高精細ツール。

(付記 2 5)

前記変位した材料が前記ベース面の下方にくるように、前記構造化表面は、前記オフセ
ット表面に対応する部分を有して構成されている、付記 2 3 に記載の高精細ツール。

(付記 2 6)

前記変位した材料が前記上面の公差内に収まるように、前記構造化表面は、前記オフセ
ット表面に対応する部分を有して構成されている、付記 2 3 に記載の高精細ツール。

(付記 2 7)

前記公差は、 $5 \mu m$ 未満である、付記 2 6 に記載の高精細ツール。

【図面】

【図 1】

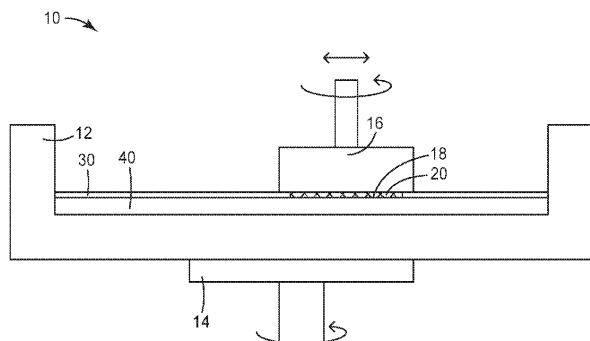


FIG. 1

【図 2】

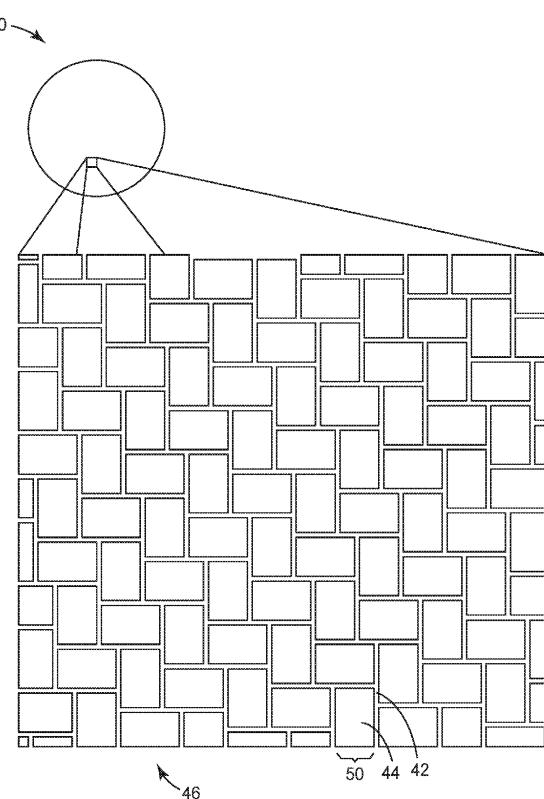


FIG. 2

10

20

30

40

50

【図 3 A】

46A

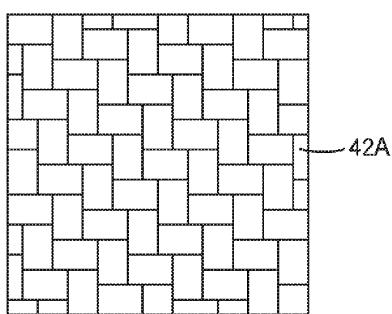


FIG. 3A

【図 3 B】

46B

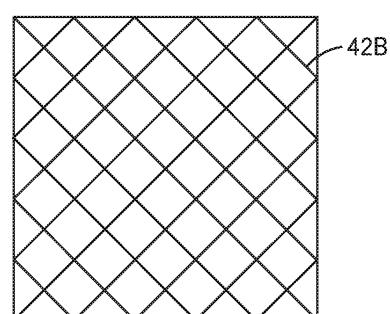


FIG. 3B

10

【図 3 C】

46C

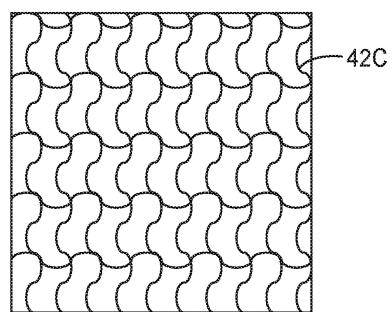


FIG. 3C

【図 3 D】

46D

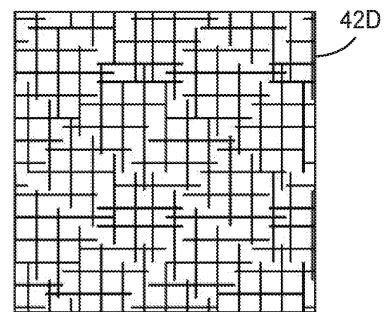


FIG. 3D

20

30

40

50

【図 4 A】

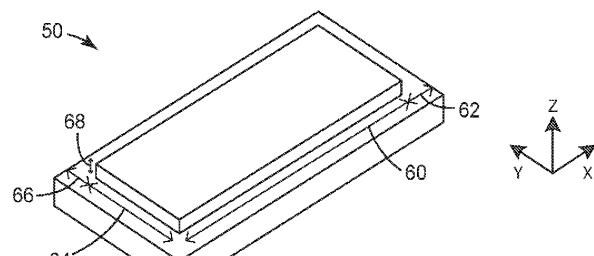


FIG. 4A

【図 4 B】

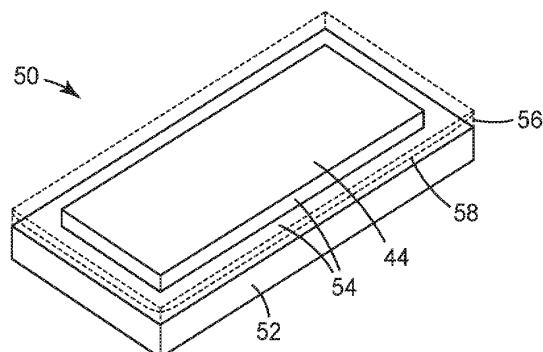


FIG. 4B

10

【図 4 C】

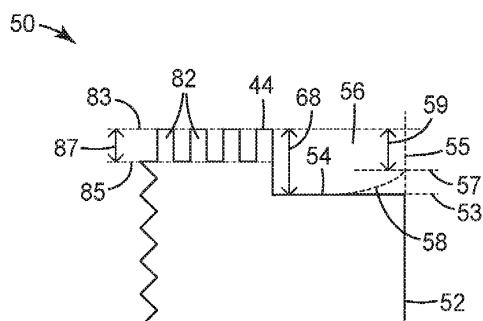


FIG. 4C

【図 5 A】

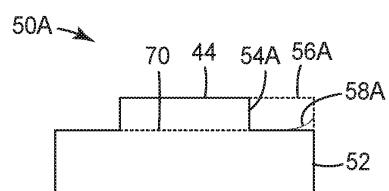


FIG. 5A

20

【図 5 B】

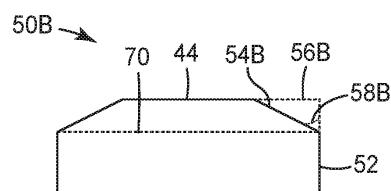


FIG. 5B

【図 5 C】

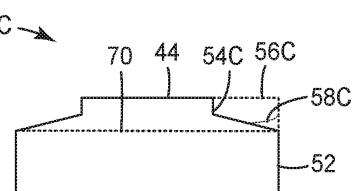


FIG. 5C

30

40

50

【図 5 D】

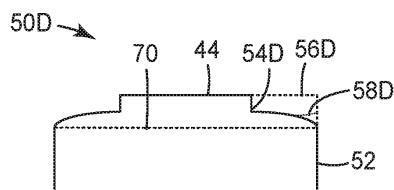


FIG. 5D

【図 5 E】

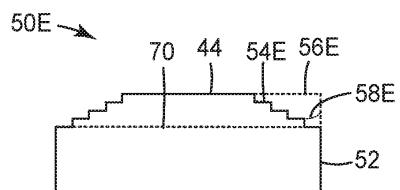


FIG. 5E

【図 5 F】

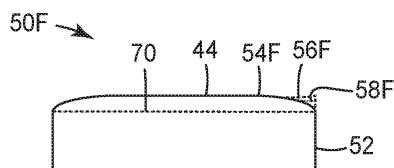


FIG. 5F

【図 5 G】

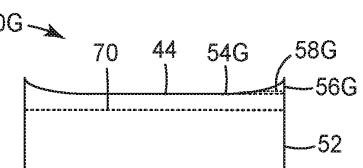


FIG. 5G

10

【図 6 A】



FIG. 6A

【図 6 B】

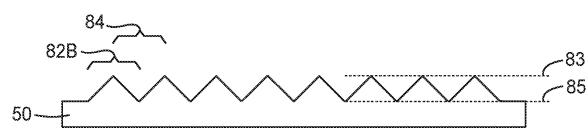


FIG. 6B

20

【図 6 C】

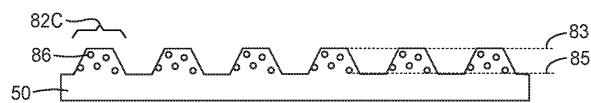


FIG. 6C

【図 6 D】



FIG. 6D

30

40

50

【図 7】

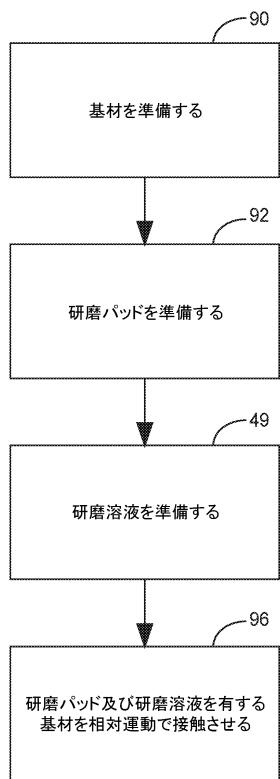


FIG. 7

10

20

30

40

50

【図 8 A】

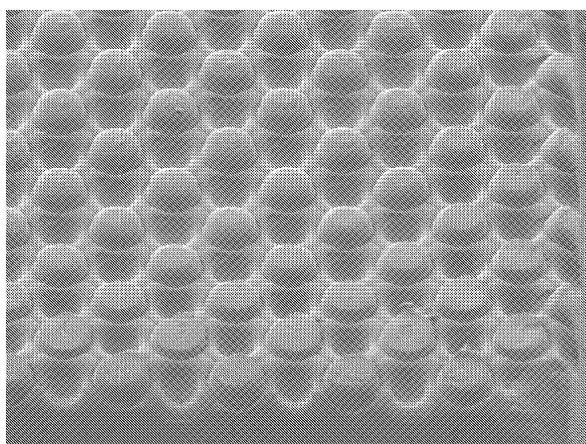


FIG. 8A

【図 8 B】

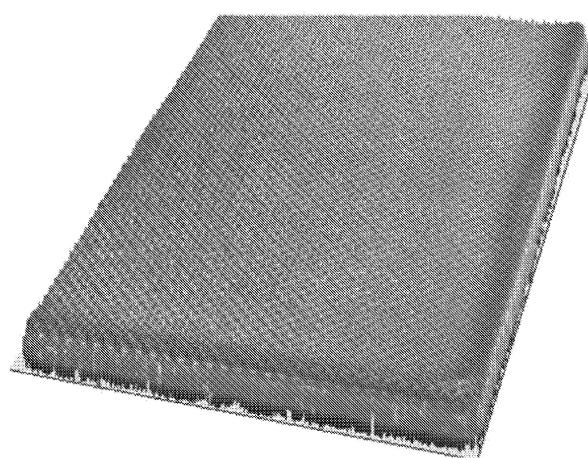


FIG. 8B

【図 8 C】

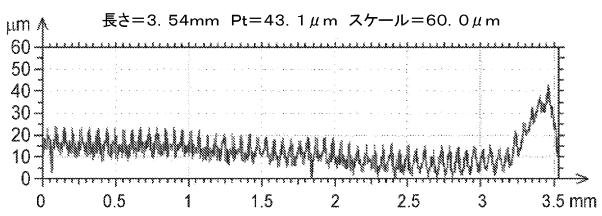


FIG. 8C

【図 9 A】

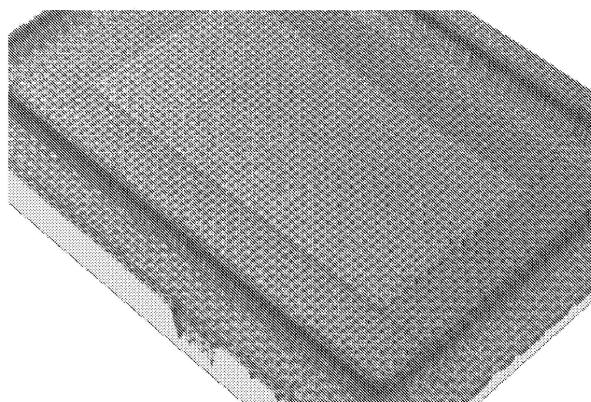
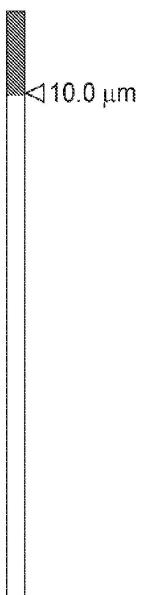
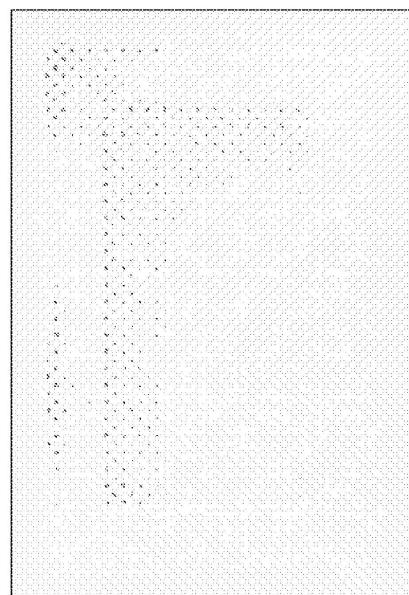


FIG. 9A

【図 9 B】



10

投影面積(%)

□96.1 ■3.92

FIG. 9B

20

【図 10 A】

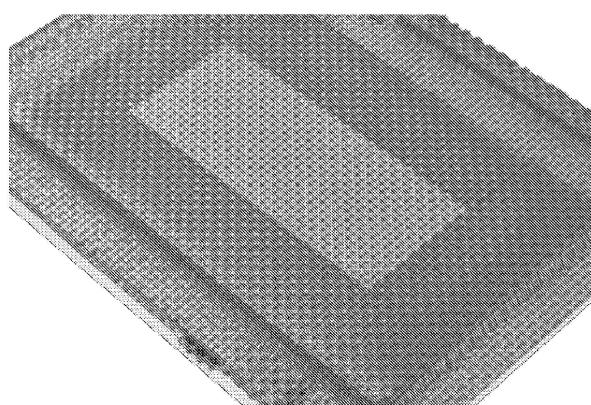
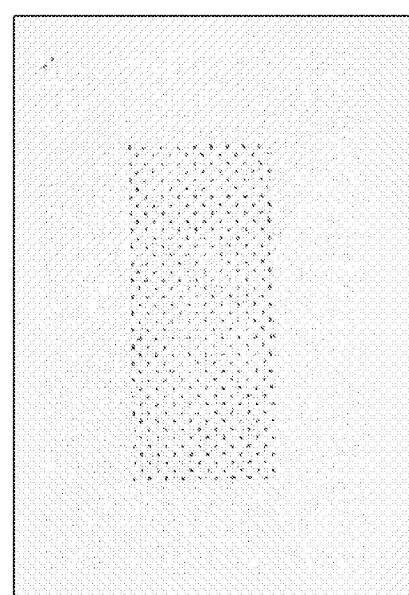


FIG. 10A

【図 10 B】



30

投影面積(%)

□96.1 ■3.92

FIG. 10B

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100171701
弁理士 浅村 敬一

(72)発明者 マイヤー, ケネス エー. ピー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

(72)発明者 サリバン, ジョン ジェイ.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

(72)発明者 リューク, ブライアン ダブリュ.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

(72)発明者 レフー, デュイ ケー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

(72)発明者 ムラディアン, デイヴィッド ジェイ.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

(72)発明者 スラマ, デイビッド エフ.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
33427, スリーエム センター

審査官 須中 栄治

(56)参考文献 国際公開第2017/062719 (WO, A1)
特表2017-510470 (JP, A)
特表平08-511210 (JP, A)
特開2013-193181 (JP, A)
米国特許出願公開第2006/0178099 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B24B37/00 - 37/34
H01L21/304; 21/463