

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7273796号  
(P7273796)

(45)発行日 令和5年5月15日(2023.5.15)

(24)登録日 令和5年5月2日(2023.5.2)

(51)国際特許分類	F I
B 2 4 B 37/26 (2012.01)	B 2 4 B 37/26
B 2 4 B 37/22 (2012.01)	B 2 4 B 37/22
B 2 4 B 37/005 (2012.01)	B 2 4 B 37/005 A
H 0 1 L 21/304 (2006.01)	H 0 1 L 21/304 6 2 2 F

請求項の数 15 (全21頁)

(21)出願番号	特願2020-511324(P2020-511324)	(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 55133 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
(86)(22)出願日	平成30年8月21日(2018.8.21)	(74)代理人	100130339 弁理士 藤井 憲
(65)公表番号	特表2020-531298(P2020-531298 A)	(74)代理人	100135909 弁理士 野村 和歌子
(43)公表日	令和2年11月5日(2020.11.5)	(74)代理人	100133042 弁理士 佃 誠玄
(86)国際出願番号	PCT/IB2018/056320	(74)代理人	100171701 弁理士 浅村 敬一
(87)国際公開番号	WO2019/038675		
(87)国際公開日	平成31年2月28日(2019.2.28)		
審査請求日	令和3年8月20日(2021.8.20)		
(31)優先権主張番号	62/550,055		
(32)優先日	平成29年8月25日(2017.8.25)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
前置審査			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表面突起研磨パッド

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

繰り返し微細構造を有する表面層であって、  
平面を画定する頂部主表面と、  
前記頂部主表面の反対側の底部主表面と、  
前記頂部主表面の前記平面から延びる複数の突起であって、前記頂部主表面の表面積の約0.1%~約40%の面密度を有する複数の突起と、  
前記複数の突起から延びる複数の微細構造と、を備える表面層；及び、  
前記底部主表面において前記表面層の少なくとも一部に結合されたベース層、  
を備え、  
前記繰り返し微細構造は、前記表面層と一体形成されるとともに、前記頂部主表面にわたって均一に分布している、物品。

## 【請求項2】

前記複数の突起の各々は、少なくとも約20μmの突起高さを有する、請求項1に記載の物品。

## 【請求項3】

前記複数の突起の各々は、少なくとも約1mmの突起幅を有する、請求項1に記載の物品。

## 【請求項4】

前記複数の突起の少なくとも一部は、円形突起である、請求項1に記載の物品。

**【請求項 5】**

前記複数の突起の少なくとも一部は、軸方向の縞状突起である、請求項 1 に記載の物品。

**【請求項 6】**

前記複数の突起の少なくとも一部は、平行縞状突起である、請求項 1 に記載の物品。

**【請求項 7】**

前記複数の突起は、2つの隣接する突起間に少なくとも 1 cm の間隔を有する、請求項 1 に記載の物品。

**【請求項 8】**

前記ベース層は、前記頂部主表面の前記平面から延びる前記複数の突起に対応する複数の構造を含む、請求項 1 に記載の物品。

10

**【請求項 9】**

中間層を更に備え、前記中間層は、前記表面層の少なくとも一部と前記ベース層の少なくとも一部との間に複数のスペーサを備え、かつ前記頂部主表面の前記平面から延びる前記複数の突起に対応する、請求項 1 に記載の物品。

**【請求項 10】**

前記複数の突起は、前記頂部主表面の表面積の約 1 % ~ 約 10 % の面密度を有する、請求項 1 に記載の物品。

**【請求項 11】**

前記複数の突起は、100 平方インチ当たりの突起が約 3 ~ 約 200 個の密度を有する、請求項 1 に記載の物品。

20

**【請求項 12】**

基材を保持するように構成されたキャリアアセンブリと、

請求項 1 に記載の物品を備える研磨パッドと、

前記研磨パッドに結合されたプラテンと、

流体成分及び研磨剤成分を含む研磨スラリーと、を含み、

前記研磨パッドを前記基材に対して相対的に移動させるように構成されている、システム。

**【請求項 13】**

前記研磨パッドの前記複数の突起は、前記基材の幅よりも小さい間隔を有する、請求項 12 に記載のシステム。

30

**【請求項 14】**

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、

流体成分及び研磨剤成分を含む研磨スラリーを準備することと、

前記研磨パッドと前記基材の前記主表面との間に相対運動が存在する間に、前記基材の前記主表面を前記研磨パッド及び前記研磨スラリーに接触させることと、を含む方法。

**【請求項 15】**

前記基材の前記主表面上に力変調を発生させることを更に含み、前記力変調のピークは、前記基材の前記主表面と前記研磨パッドの突起とが接触することに対応する、請求項 14 に記載の方法。

40

**【発明の詳細な説明】****【背景技術】****【0001】**

ラッピングは、光学構成要素の製造及び半導体ウェハの生産を含む、多くの異なる産業において重要な仕上げ技術である。ラッピング技術は、一般に、固定研磨剤ラッピング及びスラリーラッピングの 2 つの基本カテゴリーに分類することができる。

**【0002】**

固定研磨剤ラッピングは、その名称が意味するように、物品（表面、パッドなど）の中に組み込まれるか、又は物品上に接着された研磨剤要素を用いる。固定研磨剤物品を回転させ、ラッピング / 研磨される基材を固定研磨剤表面に押し付けて、所望の結果を得る。

50

**【0003】**

スラリーラッピングもまた、表面のトポグラフィを平滑化するための一般的なプロセスである。片面動作又は両面動作のいずれかで実施され、(一般に、組み込まれた研磨剤要素がない)研磨パッドが回転され、研磨パッドの表面に対して基材が押し付けられ、一方で、研磨パッドと基材との間の接触面に研磨剤スラリーが追加される。研磨剤スラリーは、パッド及び基材の両方に接触し、基材から材料を除去する。

**【発明の概要】****【0004】**

本開示の実施形態によると、物品は、表面層と、表面層の少なくとも一部に結合されたベース層とを含む。表面層は、平面を画定する頂部主表面と、頂部主表面の反対側の底部主表面とを含む。頂部主表面は、表面全体にわたって繰り返される微細構造を備え、微細構造の一部に高さを加える複数の突起を伴う。

10

**【0005】**

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アアセンブリと、上述の物品を含む研磨パッドと、研磨パッドに結合されたプラテンと、流体成分及び研磨剤成分を含む研磨スラリーと、を含む。システムは、研磨パッドを基材に対して相対的に移動させるように構成されている。

**【0006】**

いくつかの実施例では、方法は、主表面を有する基材と、上述の物品を含む研磨パッドと、流体成分及び研磨剤成分を含む研磨スラリーとを準備することを含む。本方法は、研磨パッドと基材の主表面との間に相対運動が存在する間に、基材の主表面を研磨パッド及び研磨スラリーに接触させることを更に含む。

20

**【0007】**

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】****【0008】**

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

**【0009】**

【図1A】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片面研磨システムの一例の概略図を示す。

**【0010】**

【図1B】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両面研磨システムの一例の概略図を示す。

**【0011】**

【図2】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の一例の斜視上面図を示す。

**【0012】**

【図3A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、円形突起を有する研磨パッドの一例の斜視上面図を示す。

40

**【0013】**

【図3B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、平行縞状突起を有する研磨パッドの一例の斜視上面図を示す。

**【0014】**

【図3C】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、軸方向の縞状突起を有する研磨パッドの一例の斜視上面図を示す。

**【0015】**

【図4A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、複数の突起を含む頂部主表面を

50

有する研磨パッドの一例の斜視上面図を示す。

【0016】

【図4B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による図4Aの研磨パッドの一例に対する半径方向力経路の予想グラフである。

【0017】

【図5A】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の一例の概略断面図を示す。

【0018】

【図5B】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の一例の概略断面図を示す。

10

【0019】

【図5C】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の一例の概略断面図を示す。

【0020】

【図6A】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、微細構造を有する研磨パッドの一例の表面層の断片の概略断面図を示す。

【0021】

【図6B】本明細書で論じるいくつかの実施形態による、微細構造及びキャビティを有する研磨パッドの一例の表面層の断片の概略断面図を示す。

20

【0022】

【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図である。

【0023】

【図8】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の写真である。

【0024】

【図9A】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上の突起の摩耗の写真である。

【0025】

【図9B】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上の下部領域の摩耗の写真である。

30

【0026】

【図10A】本明細書で論じる実施形態による研磨パッドに対する、材料除去速度と突起厚さのグラフである。

【0027】

【図10B】本明細書で論じる実施形態による研磨パッドに対する、材料除去速度と研磨時間のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0028】

スラリーラッピングプロセスは、研磨剤スラリーを研磨パッドの表面に対して接触させることにより、基材から材料を除去する。研磨剤スラリーは、ラッピングプロセス中に継続的に供給されて、研磨作用によって使い尽くされ老廃物になって失われた研磨剤スラリーを置き換える。特定の基材を研磨するのに要する時間が長いほど、老廃物になって失われ得る研磨剤スラリーは、より多くなる。

40

【0029】

本開示は、基材上に圧力変調をもたらすための表面突起を含む研磨パッドを含む。研磨パッドは、複数の突起と、突起から延びる複数の微細構造とを含む表面層を有する。複数の突起は、表面層の研磨表面に局所的な圧力を付与するように構成されてもよい。複数の微細構造は、研磨剤スラリーと相互作用して、基材から材料を除去するように構成されてもよい。本明細書に記載されるような突起を有する研磨パッドで基材を研磨することにより、研磨機は、より速い速度で材料を除去する圧力変調を基材上に印加できる。

50

## 【0030】

ラッピングプロセスは、本明細書で論じられ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1A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研磨システム10Aの一例の概略図を示す。システム10Aは、プラテン12A、駆動アセンブリ14A、研磨ヘッドアセンブリ16A、基材20、研磨スラリー30、及び研磨パッド40を含んでもよい。プラテン12A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14Aは、プラテン12Aに結合され、プラテン12A、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。研磨ヘッドアセンブリ16Aは、基材20に結合されてもよく、基材20を回転させ、研磨パッド40の平面にわたって基材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に対して押し付けるように構成されてもよい。研磨スラリー30及び研磨パッド40を単独で又は組み合わせて、研磨表面18において基材20の材料を除去してもよい。

## 【0031】

円形の片面研磨システム10A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、研磨パッドは、円形に駆動されるよりはむしろ、単一の次元にわたって直線的に送り込まれる研磨ベルトであってもよい。別の実施例として、両面研磨機におけるように、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、ベルト研磨機、振動研磨機、両面研磨機などが挙げられるが、これらに限定されない。

## 【0032】

図1B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両面研磨システム10Bの一例の図を示す。システム10Bは、2つのプラテン12B、2つの駆動アセンブリ14B、1つ以上のキャリア16B、基材20、研磨スラリー(図示せず)、及び2つの研磨パッド40を含んでもよい。プラテン12B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14Bは、プラテン12Bに結合され、プラテン12B、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。キャリア16Bは、基材20に結合されてもよく、基材20を回転させ、研磨パッド40の平面にわたって基材20を移動させ、基材20の研磨表面において基材20を研磨パッド40に押し付けるように構成されてもよい。研磨スラリー及び研磨パッド40を単独で又は組み合わせて、研磨表面において基材20の材料を除去してもよい。

## 【0033】

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、サファイア、ケイ素、炭化ケイ素、石英、又はケイ酸塩ガラスなどの超硬基材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もよい。

## 【0034】

研磨パッド40は、基材20からの材料の除去速度を増加させるために複数の突起を有して構成されてもよい。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の斜視上面図を示す。研磨パッド40は、頂部主表面42を有してもよく、頂部主表面42は、頂部主表面42にわたって分布する複数の突起44を含む。サイズゆえに明示的に示していないが、頂部主表面42は、複数の突起44から延びる複数の繰り返し微細構造を含んでもよい。研磨パッド40は、研磨剤を実質的に含まなくてもよい。

## 【0035】

いかなる特定の理論にも限定されるものではないが、圧力変調及び局所的流体移動の一方又は両方によって、突起44が基材20の材料除去速度を増加させ得ることが理論付けられる。図1に記載される研磨システム10などの研磨アセンブリは、研磨パッド40上に特定の力又は負荷を印加してもよい。研磨パッド40の複数の突起44が、突起44の研磨表面において力を集中及び局所化することができる。突起44間の空間により、使用

10

20

30

40

50

済み研磨流体を研磨表面から除去することが可能になり、一方で、新しい研磨流体が突起 4 4 の研磨表面に移動することが可能になり得る。研磨表面における局所的な力、及び研磨表面における研磨剤の更新の存在及び／又は組み合わせにより、研磨パッド 4 0 が、突起 4 4 のない研磨パッドよりも速い速度で基材 2 0 から材料を除去することが可能になり得る。本明細書に記載されるように、材料の除去速度は、プレストンの式、並びに上述の材料除去理論によって表されるような基本的な物質除去原理に関する要因及び特性によって変更されてもよい。

#### 【 0 0 3 6 】

図 4 A は、複数の突起 4 4 を含む頂部主表面 4 2 を有する例示的な研磨パッド 4 0 である。この例では、研磨パッド 4 0 は、8 つの突起 4 4 を通って延び、動作中の研磨パッド 4 0 の（横方向の動きを考慮しない）研磨経路を表す半径方向力経路 4 3 を有する。例えば、研磨パッド 4 0 は、半径方向力経路 4 3 に沿った静止点が、回転中に 8 つの突起 4 4 のそれぞれと接触するように回転し得る。図 4 B は、図 4 A の例示的な研磨パッド 4 0 の片面研磨機の動作における半径方向力経路 4 3 の予想グラフである。図 4 B は、半径方向力プロファイル 6 1 の半径  $r$  に沿った固定点において受ける力  $F$  を示し得る。グラフに示すように、研磨パッド 4 0 は、突起 4 4 における増加した力と、頂部主表面 4 2 の平面 5 7 における減少した力との間でサイクルする変調力又は変調圧力を加える。変調力は突起高さと相関してもよく、変調周波数は突起間隔と相関してもよく、変調周期性は突起幅／直径と相関してもよい。研磨パッド 4 0 が両面研磨機に結合される実施例では、力プロファイルは、より複雑な変化を有し得る。

10

#### 【 0 0 3 7 】

再び図 2 を参照すると、複数の突起 4 4 は、頂部主表面 4 2 にわたって分布してもよい。いくつかの実施例では、複数の突起 4 4 は、頂部主表面 4 2 の平面の上方に、突起 4 4 の表面積として特徴付けられる表面積を有してもよい。突起 4 4 の表面積は、頂部主表面 4 2 の総表面積に対して表現できる。いくつかの実施例では、頂部主表面 4 2 にわたる突起 4 4 の面密度は、頂部主表面 4 2 の総表面積の約 0.1 % ~ 約 40 % の範囲にあってもよい。いくつかの実施例では、突起 4 4 の面密度は、頂部主表面 4 2 の総表面積の約 1 % ~ 約 25 % の範囲にあってもよい。突起 4 4 の表面積及び／又は面密度は、研磨パッド速度、荷重、研磨スラリー粘度、及び局所研磨力、研磨表面接触、研磨スラリー移動など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。例えば、突起 4 4 の表面積は、特定の研磨パッド速度及び研磨流体粘度に対して、研磨流体が研磨表面に適切に移動し得る一方で、突起 4 4 が材料除去のために基材 2 0 に頻繁に接触し得るよう選択されてもよい。いくつかの実施例では、頂部主表面 4 2 上の複数の突起 4 4 の分布は、所与の面積に対する突起 4 4 の数を表す突起面密度として特徴付けることができる。いくつかの実施例では、突起の面密度は、100 平方インチ当たり約 3 ~ 約 200 個の範囲の突起であってもよい。

20

30

#### 【 0 0 3 8 】

複数の突起 4 4 が、頂部主表面 4 2 上にパターンを形成してもよい。パターンは、研磨パッド速度、研磨機タイプ（例えば、回転又は線形）、並びに動作中に突起が基材 2 0 と接触する方向及び頻度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、複数の突起 4 4 は、頂部主表面 4 2 にわたって均等に分布して対称パターンを形成してもよい一方で、いくつかの実施例では、複数の突起は、非対称パターンを有するか、又はパターンを持たなくともよい。

40

#### 【 0 0 3 9 】

複数の突起 4 4 は、様々な形状及びサイズを有してもよい。複数の突起 4 4 は、突起摩耗、圧力プロファイルなどの様々な要因のために構成され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、突起 4 4 は、実質的に 2 次元又は 3 次元の形状、凸状、球形、半球形、矩形、正方形、又は任意の他の所望の断面形状を有してもよい。いくつかの実施例では、突起は、縞、リングなどの実質的に 1 次元の形状を有してもよい。いくつかの実施例では、突起は、丸形、正方形、傾斜状、凹状、カップ形状などの表面プロファイル

50

を有してもよい。

【0040】

いくつかの実施例では、突起44は、突起高さ、突起幅、及び突起間隔を有してもよい(例えば、後述する図5Aの突起高さ56、突起幅54、及び突起間隔52を参照のこと)。突起高さは、所望の変調力と相関してもよく、突起幅は、所望の変調位相と相関してもよく、突起間隔は、所望の変調周波数と相関してもよい。突起高さ、幅/直径、及び間隔に影響を及ぼし得る追加の要因としては、基材のサイズ、研磨機の速度などが挙げられる。いくつかの実施例では、突起高さは、少なくとも約10μmであってもよい。いくつかの実施例では、突起高さは、約20μm～約500μmの範囲にあってもよい。いくつかの実施例では、突起幅は、約0.1cm～約10cmの範囲にあってもよい。いくつかの実施例では、突起間隔は、少なくとも約1cmであってもよい。いくつかの実施例では、突起間隔は、約1cm～約10cmの範囲にあってもよい。突起高さ及び突起間隔は、例えば、突起高さが増加するにつれて、突起間隔がそれに応じて増加し得るように関連してもよい。いくつかの実施例では、突起高さ及び突起幅は、約1:10,000～約1:100の範囲の比を有してもよい。突起高さ及び突起間隔は、例えば、突起高さが増加するにつれて、突起幅がそれに応じて増加し得るように関連してもよい。いくつかの実施例では、突起高さ及び突起間隔は、約1:10,000～約1:100の範囲の比を有してもよい。

10

【0041】

図3Aは、本明細書で論じるいくつかの実施形態による円形突起44Aを有する研磨パッド40の一例の斜視上面図を示す。複数の円形突起44Aは、頂部主表面42Aにわたって分布してもよい。いくつかの実施例では、複数の円形突起は同じ直径及び間隔を有してもよい一方で、他の実施例では、複数の円形突起44Aは、異なる直径及び/又は間隔を有してもよい。いくつかの実施例では、複数の円形突起44Aの直径は、約1mm～10cmであってもよく、複数の円形突起44Aの間隔は、約1cm～10cmであってもよい。

20

【0042】

図3Bは、本明細書で論じるいくつかの実施形態による平行縞状突起44Bを有する研磨パッド40の一例の斜視上面図を示す。複数の平行縞状突起44Bは、頂部主表面42Bにわたって分布してもよい。いくつかの実施例では、複数の平行縞状突起44Bは、同じ幅、長さ、及び間隔を有してもよい一方で、他の例では、複数の平行縞状突起44Bは、異なる幅、長さ、及び/又は間隔を有してもよい。いくつかの実施例では、複数の平行縞状突起44Bの幅は、約1mm～10cmであってもよく、複数の平行縞状突起44Bの長さは、約1cmであってもよく、研磨パッド40の幅、及び複数平行縞状突起44Bの間隔は、約1cm～約25cmであってもよい。

30

【0043】

図3Cは、本明細書で論じるいくつかの実施形態による、軸方向の縞状突起44Cを有する研磨パッド40の一例の斜視上面図を示す。複数の軸方向の縞状突起44Cは、頂部主表面42Cにわたって分布してもよい。いくつかの実施例では、複数の軸方向の縞状突起44Cは、同じ幅、長さ、及び軸方向の間隔を有してもよい一方で、他の例では、複数の軸方向の縞状突起44Cは、異なる幅、長さ、及び/又は軸方向の間隔を有してもよい。いくつかの実施例では、複数の軸方向の縞状突起44Cの幅は、約1mm～10cmであってもよく、複数の軸方向の縞状突起44Cの長さは、約1cmであってもよく、研磨パッド40の幅、及び複数の軸方向の縞状突起44Cの軸方向の間隔は、約5度～約90度であってもよい。

40

【0044】

いくつかの実施例では、研磨パッド40は、繰り返し微細構造を形成する、頂部主表面42の平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、研磨スラリーの研磨剤粒子と相互作用して、基材20から材料を除去するように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、微細構造は、平坦な又は起伏を有する表

50

面（例えば、曲面、表面窪みなど）を有する基材 20 に接触し、基材 20 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微細構造 64 を有する表面層 46 の断片の概略断面図を示す。図 6 A の例では、微細構造 64 は、研磨パッド 40 の表面層 46 と一体形成されるか、又は研磨パッド 40 の表面層 46 に結合されてもよい。いくつかの実施例では、微細構造 64 は、研磨要素に屈曲を付与するように構成されたシステムを含んでもよい。微細構造 64 は、凸状、球形、半球形、凹状、カップ形状、長方形、正方形である断面形状、又は任意の他の所望の断面形状を有してもよい。微細構造 64 は、頂部主表面 42 にわたって、単一の面密度（すなわち、単位面積当たりの研磨要素の数）を有して均一に分布してもよく、又は、頂部主表面 42 にわたって、ランダムな又は系統的な様式で変化する面密度を有してもよい。いくつかの実施例では、微細構造 64 は、複数の突起 44 の少なくとも一部の上に分布してもよい。微細構造 64 は、頂部主表面 42 を横切ってランダムに配置されてもよく、又は、頂部主表面 42 にわたって、あるパターンで、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、国際公開第 2016/183126 (A1) 号を参照されたい。

#### 【 0045 】

いくつかの実施例では、研磨パッド 40 は、キャビティ 66 によって形成された複数の微細構造 54 を含んでもよく、キャビティは、頂部主表面 42 及び底部主表面 48 のいずれか又は両方から研磨パッド 40 の表面層 46 の中に延びて、微細構造を形成する。図 6 B は、本明細書で論じるいくつかの実施形態による微細構造 64 及びキャビティ 66 を有する表面層 46 の断片の概略断面図を示す。キャビティは、研磨パッド 40 の中に任意の所望の距離で延びてもよい（研磨パッド 40 を完全に貫通し、それによりスラリーがキャビティを通って流れることを可能にすることを含む）。キャビティ 66 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 66 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。代替として、キャビティ 66 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、キャビティ 66 のそれぞれは、同じ形状を有する。代替として、任意の数のキャビティ 66 が他の任意の数のキャビティとは異なる形状を有してもよい。キャビティ 66 は、キャビティが行及び列に整列され、パターン（例えば、螺旋状、つる巻き状、コルク抜き、又は格子の様式）にて分布するか、又は「ランダム」アレイ（すなわち、系統的パターンではない）にて分布する配置で提供され得る。微細構造のキャビティの例としては、参照により本明細書に組み込まれる、米国特許出願公開第 2016/0221146 (A1) 号を参照されたい。

#### 【 0046 】

いくつかの実施形態では、研磨パッド 40 は、1 つ以上の追加の層を含んでもよい。例えば、研磨パッドは、感圧性接着剤、ホットメルト接着剤、又はエポキシ等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な材料の層の両方の組み合わせを含むサブパッドもまた使用できる。加えて又は代わりに、帯電気除去若しくはセンサ信号モニタリングのための金属フィルム、光透過のための光学的に透明な層、加工物のより微細な仕上げのための発泡層、又は研磨表面に「ハードバンド」若しくは硬い領域を付与するためのリブ付き材料が含まれていてもよい。

#### 【 0047 】

いくつかの実施形態では、研磨パッド 40 は、2 つ以上の研磨パッド層を有する表面層 46 を含む多層研磨パッド配置として形成されてもよく、研磨パッド層はそれぞれ、結合配置を介して積層体の対応する隣接層に取り外し可能に結合されている。いくつかの実施

形態では、研磨パッド40は、表面層、頂部両面接着剤層、サブパッド、及び底部両面接着剤層を含んでもよい。頂部及び底部両面接着剤層のそれぞれは、底部接着剤層と、上部接着剤層と、上部接着剤層と底部接着剤層との間のキャリア層とを含んでもよい。複数のパッド層の例としては、参照により本明細書に組み込まれる、米国特許出願公開第2016/0229023号を参照されたい。

#### 【0048】

例示的な実施形態では、任意の研磨パッド層をポリマー材料で形成してもよい。例えば、研磨パッド40の（以下の図5A～図5Cに記載される）表面層46、中間層60、及び／又はベース層50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レート、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、ポリイミド及びウレア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もよい。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、又はこれらの合金類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構成されていてもよく、又は多層構造を有してもよい。

10

#### 【0049】

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の移動などのシステム10のフィーチャと適合性のあ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、円形の研磨形態のような円形の形状、又はシート状若しくはベルト状の研磨形態のような矩形形状を有してもよい。いくつかの実施例では、研磨パッド40は、25～150cmの範囲の直径、又は500～17500cm<sup>2</sup>の範囲の表面積を有してもよい。複数の突起44は、研磨パッド40の頂部主表面42の平面から延びてもよい。頂部主表面42の平面は、研磨パッド40のプロファイルから見たとき、頂部主表面42の表面高さの中央値を表し得る（例えば、図4Aの平面57を参照のこと）。

20

#### 【0050】

研磨パッド40は、任意の厚さを有してもよい。研磨パッド40の厚さは、表面層46の剛性に影響を及ぼす場合があり、剛性は次に、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、0.125mm～5mm、又は約0.25mm～5mmの範囲にある。いくつかの実施形態では、研磨パッド配置の形状を、多層研磨パッド配置が上に装着されるプラテン12の形状に適合させてもよい。例えば、研磨パッド配置は、多層研磨パッド配置が装着され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、研磨パッド配置は、プラテン12の形状に±10%の公差内で適合し得る。

30

#### 【0051】

前述の実施形態は、平面であるベース層50を有する研磨パッドに関して記載されてきたが、任意の数の非平面の方向が、事前設定された開示の範囲から逸脱しない範囲で用いられてもよいことを理解されたい。例えば、ベース層50は、連続的なベルトの形態であってもよい。追加の例として、ベース層50は、プロペラ様構成で、又はフェスツーンの束として提供されてもよい。そのような非平面研磨パッドを、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アアセンブリ（例えば、プラテン12又はアクセル）に結合させることができる。

40

#### 【0052】

研磨パッド40は、例えば、モールディング、押出加工、エンボス加工、及びこれらの組み合わせを含む様々な方法に従って形成することができる。突起44は、研磨パッド40内に様々な構成で含まれてもよい。図5A、図5B、及び図5Cは、それぞれ、上層、

50

底層、及び中間層の可変層厚さを通して形成された突起 4 4 を有する研磨パッド 4 0 の図である。図 5 A ~ 図 4 C のフィーチャは必ずしも縮尺通りに描かれていません。図 5 A は、研磨パッド 4 0 の表面フィーチャに関して説明できるが、同様のフィーチャが図 5 B 及び図 5 C、並びに図示されていない実施形態において存在してもよいと理解されている。

#### 【 0 0 5 3 】

図 5 A 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 4 0 A の概略断面図を示す。研磨パッド 4 0 A は、表面層 4 6 A 及びベース層 5 0 A を含む。表面層 4 6 A は、頂部主表面 4 2 及び底部主表面 4 8 A を含む。表面層 4 6 A は、頂部主表面 4 2 の上にある繰り返し微細構造と、頂部主表面 4 2 の平面 5 7 から延びる複数の突起 4 4 を含んでもよい。ベース層 5 0 A は、底部主表面 4 8 A において表面層 4 6 A に結合されている。ベース層 5 0 A は、1 つ以上のサブパッド又は接着剤層を含んでもよい。この例では、底部主表面 4 8 A は実質的に平坦であり、表面層 4 6 A の厚さの変動によって突起 4 4 が形成されている。図 5 A の例では、突起 4 4 は、例えば、平坦な表面層上に突起 4 4 を押出成形して表面層 4 6 A を形成することによって形成されてもよい。

#### 【 0 0 5 4 】

各突起 4 4 は、平面 5 7 からの突起高さ 5 6 だけ延びている。各突起 4 4 は、少なくとも 1 つの次元で突起幅 5 4 を有する。例えば、突起 4 4 が実質的に 1 次元プリズムであって、プリズムがその長さに沿って研磨パッド 4 0 にわたって延び得る場合、突起幅 5 4 はプリズムの長さではなく幅であり得る。2 つの突起 4 4 は、研磨経路に沿って突起間隔 5 2 を有してもよい。例えば、半径方向研磨パッドは、研磨パッドの半径に沿った突起間隔 5 2 を有してもよく、それにより、研磨パッドの動作中に突起間隔 5 2 が突起間の変調の谷間を表してもよい。各突起高さ 5 6 は、研磨パッド 4 0 A 上で同じであっても、又は異なっていてもよい。

#### 【 0 0 5 5 】

図 5 B 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 4 0 B の概略断面図を示す。研磨パッド 4 0 B は、表面層 4 6 B 及びベース層 5 0 B を含む。ベース層 5 0 B は、1 つ以上のサブパッド又は接着剤層を含んでもよい。表面層 4 6 B は、頂部主表面 4 2 及び底部主表面 4 8 B を含む。この例では、底部主表面 4 8 B が実質的に構造化され、ベース層 4 6 B の厚さの変動によって突起 4 4 が形成されている。図 5 B の例では、突起 4 4 は、例えば、構造化されたベース層 5 0 B 上に表面層 4 6 B を形成することによって形成されてもよい。各突起高さ 5 6 は、研磨パッド 4 0 B 上で同じであっても、又は異なっていてもよい。

#### 【 0 0 5 6 】

図 5 C 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 4 0 C の概略断面図を示す。研磨パッド 4 0 C は、表面層 4 6 C、ベース層 5 0 C、及び中間層 6 0 を含む。ベース層 5 0 C は、1 つ以上のサブパッド又は接着剤層を含んでもよい。ベース層 5 0 C は、底部主表面 4 8 C の一部において表面層 4 6 C に結合されている。中間層 6 0 は、上側表面 5 8 及び下側表面 6 2 において表面層 4 6 C に結合されている。中間層 6 0 は全て同じ高さであってもよいが、研磨パッド 4 0 C 上で異なる高さを有してもよい。この実施例では、中間層 6 0 は、別個のスペーサを含むが、他の実施例では、中間層 6 0 は連続的であってもよい。この実施例では、底部主表面 4 8 C は実質的に平坦であり、突起 4 4 は、中間層 6 0 の追加の厚さによって形成されている。図 5 C の例では、突起 4 4 は、例えば、ベース層 5 0 C 上への中間層 6 0 の堆積、及びベース層 5 0 C 並びに中間層 6 0 上への表面層 4 6 C の形成によって形成されてもよい。各突起高さ 5 6 は、研磨パッド 4 0 C 上で同じであっても、又は異なっていてもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態では、研磨スラリー 3 0 は、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。本開示の研磨スラリー 3 0 は流体成分を含んでいてもよく、この流体成分は、その中に分散及び / 又は懸濁された研磨剤複合体を有する。

#### 【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

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を挙げることができる。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、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、研磨剤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。

#### 【0059】

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／又は軟凝集を防ぐために添加される。有用な分散剤としては、脂肪族又は脂環族のハロゲン化物及びアミンの、比較的高分子量の反応生成物であるアミン分散剤を挙げることができる。レオロジー変性剤としては、剪断減粘剤及び剪断増粘剤を挙げることができる。剪断減粘剤は、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を含んでもよい。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を挙げることができる。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整することができる。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は、親水性及び疎水性セグメントを含有するポリマーを含んでもよい。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<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>）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。

#### 【0060】

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、金属と結合して、水性液体及び非水性液体中の金属又は金属酸化物の溶解度を増加させることができる。錯化剤としては、1つのカルボキシル基（すなわち、一官能性カルボン酸）、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を挙げることができる。不動態化剤を流体成分に添加して、研磨される基材20上に不動態化層を形成することができ、これにより、基材20からの材料の除去速度を変更し、又は基材20が2つ以上の異なる材料を含む表面を含む場合には、1つの材料の除去速度をもう1つの材料に対して調整する。使用できる発泡防止剤としては、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、及び解乳化剤が挙げられる。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。様々な実施形態では、研磨スラリー中の添加剤クラスの濃度、すなわち、単一の添加剤クラスからの1つ以上の添加剤の濃度は、研磨スラリーの重量に対して少なくとも約0.01重量%、かつ約20重量%未満であってよい。

#### 【0061】

研磨剤複合体は、多孔質セラミック研磨剤複合体を含んでもよい。多孔質セラミック研

10

20

30

40

50

磨剤複合体は、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空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、セラミック研磨剤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、研磨剤粒子と加工物との界面から削り屑及び使用済み研磨剤粒子を除去するための経路をもたらすことにより、研磨剤粒子の性能（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、セリヤ、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、本開示の研磨剤複合体粒子は、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。

#### 【0062】

研磨剤複合体は、研磨剤複合体の1つ以上（最大で全て）がキャビティ内に少なくとも部分的に配設され得るように、研磨パッド40の微細構造のサイズ及び形状に対して寸法決めされ成形されてもよい。より具体的には、研磨剤複合体のうちの1つ以上（最大で全て）が、キャビティ又は微細構造の間に完全に収容されたときに、キャビティ開口又は微細構造間隙を越えて延びる少なくとも一部を有するように、研磨剤複合体はキャビティ又は微細構造に対して寸法決めされ成形されてもよい。本明細書で使用する場合、「完全に収容される」という語句は、キャビティ又は微細構造間隙内の複合体の位置に関連する場合、非破壊的圧縮力（以下で論じるように、研磨作業中に存在するものなど）を適用した際に、複合体がキャビティ又は微細構造間隙内で達成し得る最も深い位置を指す。このようにして、以下で更に詳細に説明するように、研磨作業中、研磨スラリー30の研磨剤複合体粒子は、キャビティ又は微細構造間隙内に（例えば、摩擦力を介して）収容されるか又は留められ、それにより研磨剤作用面として機能し得る。

#### 【0063】

種々の実施形態では、研磨剤複合体粒子は、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剤複合体は、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。研磨剤複合体粒子は、異なる形状及び/又はサイズの研磨剤複合体の混合物であってもよい。あるいは、研磨剤複合体粒子は、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、回転楕円体が挙げられ、例えば、噴霧乾燥プロセスにより形成することができる。様々な実施形態では、流体成分中の研磨剤複合体の濃度は、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、セラミック研磨剤複合体とその作製にて使用される離型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、流体成分中の研磨剤複合体及び離型剤の濃度は、少なくとも0.1重量%、かつ1.0重量%未満であってもよい。

#### 【0064】

いくつかの実施形態では、本開示の研磨剤複合体粒子は、研磨剤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。

#### 【0065】

本開示は、基材を研磨するための方法に、更に関する。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方法のフロー図である。この方法は、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できる。

10

#### 【0066】

いくつかの実施形態では、基材を研磨する方法は、研磨される基材、例えば基材20を準備すること(70)を含んでもよい。本方法は、研磨パッド(72)及び研磨スラリー(74)、例えば、それぞれ、研磨パッド40及び研磨スラリー30を準備することを更に含んでもよい。方法は、研磨パッドと基材との間に相対運動が存在する間に、基材の表面を研磨パッド及び研磨スラリーに接触させること(76)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がキャリアアセンブリ16に対して相対的に移動(例えば、並進及び/又は回転)する際に、キャリアアセンブリ16が、研磨スラリー30の存在下で、(プラテン12に結合されてもよい)研磨パッド40の研磨表面18に抗して、基材20に圧力を適用してもよい。加えて、キャリアアセンブリ16が、プラテン12に対して相対的に移動(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、(研磨パッド40及び/又は研磨スラリー30内/上に含有され得る)研磨剤粒子は、基材20の表面から材料を除去してもよい。

20

#### 【0067】

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している。完成したサファイア結晶、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の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、パッドの広範囲にわたる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。

30

#### 【0068】

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されるべきである。

#### 【実施例】

#### 【0069】

研磨パッドの構造

40

#### 【0070】

図8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の写真である。17個の5/8インチの直径のバンパー(テープ)を、高精細フィルム(microreplicated film)のパターニングされた面に接着した。16個のバンパーをAC500穴開け器テンプレートを使用して置き、単一のバンパーを研磨パッドの外縁上に置いた。ベース基材は、接着剤830を有する両面ポリエステルテープであった。使用中、テープの片面を高精細フィルム及びバンパーに接着した一方で、他方の面を研磨機プラテンに接着した。

#### 【0071】

研磨パッドの使用

50

## 【0072】

Peter-Wolters, GmbH, Rendsburg, Germany から入手可能な両面研磨機、モデル AC 500 を使用して A 面サファイアウェハを研磨した。

## 【0073】

図 9 A 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上の突起の摩耗の写真である。図 9 B 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上の下部領域の摩耗の写真である。数時間の研磨後、突起の頂部は、図 9 A 及び図 9 B に示すように、下部領域と比較して著しく摩耗した。

## 【0074】

研磨パッドの性能

10

## 【0075】

上述の研磨パッドを使用して、A 面サファイアを定常状態で 3 ~ 5 時間研磨した。研磨パッドを、Peter Wolters AC 500 両面研磨機上で、Trizact Composite Slurry DT-100 と共に使用した。除去速度及び突起高さを、20 回の 30 分バッチで測定した。

## 【表 1】

バンプ厚さ(μm)	除去速度(μm/分)	(nm)	(nm)
0	1.24	12.2	195
45	1.82	15.4	259
107	2.04	18.8	219
220	2.14	18.9	240
Gen 2パッド	0.92	11.9	187

20

## 【0076】

図 10 A は、本明細書で論じる実施形態による研磨パッドに対する、材料除去速度と突起厚さのグラフである。グラフに示すように、突起(「バンプ」)厚さが増加するにつれて、除去速度は概ね増加した。図 10 B は、本明細書で論じる実施形態による研磨パッドに対する材料除去速度と研磨時間の、3 つのサンプルに対するグラフである。グラフに示すように、除去速度は、研磨期間にわたって比較的一定であった。

## 【0077】

30

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)

繰り返し微細構造を有する表面層であって、

平面を画定する頂部主表面と、

前記頂部主表面の反対側の底部主表面と、

前記頂部主表面の前記平面から延びる複数の突起であって、前記頂部主表面の表面積の約 0.1% ~ 約 40% の面密度を有する複数の突起と、

前記複数の突起から延びる複数の微細構造と、を備える表面層；及び、

前記底部主表面において前記表面層の少なくとも一部に結合されたベース層、

を備える、物品。

(付記 2)

前記複数の突起の各々は、少なくとも約 20 μm の突起高さを有する、付記 1 に記載の物品。

(付記 3)

前記複数の突起の各々は、少なくとも約 1 mm の突起幅を有する、付記 1 に記載の物品。

(付記 4)

前記複数の突起の少なくとも一部は、円形突起である、付記 1 に記載の物品。

(付記 5)

40

50

前記複数の突起の前記一部は、前記物品の長さにわたって延びている、付記 4 に記載の物品。

(付記 6)

前記複数の突起の少なくとも一部は、軸方向の縞状突起である、付記 1 に記載の物品。

(付記 7)

前記複数の突起の前記一部は、前記物品の半径方向に延びている、付記 6 に記載の物品。

(付記 8)

前記複数の突起の少なくとも一部は、平行縞状突起である、付記 1 に記載の物品。

(付記 9)

前記複数の突起は、2つの隣接する突起間に少なくとも 1 cm の間隔を有する、付記 1 に記載の物品。

10

(付記 10)

前記ベース層は、感圧性接着剤を含む、付記 1 に記載の物品。

(付記 11)

前記ベース層は、前記頂部主表面の前記平面から延びる前記複数の突起に対応する複数の構造を含む、付記 1 に記載の物品。

(付記 12)

中間層を更に備え、前記中間層は、前記表面層の少なくとも一部と前記ベース層の少なくとも一部との間に複数のスペーサを備え、かつ前記頂部主表面の前記平面から延びる前記複数の突起に対応する、付記 1 に記載の物品。

20

(付記 13)

前記複数の微細構造の各々は、約 1 mm 未満の微細構造高さを有する、付記 1 に記載の物品。

(付記 14)

前記複数の突起は、前記頂部主表面の表面積の約 1 % ~ 約 10 % の面密度を有する、付記 1 に記載の物品。

(付記 15)

前記複数の突起は、100 平方インチ当たりの突起が約 3 ~ 約 200 個の密度を有する、付記 1 に記載の物品。

(付記 16)

30

基材を保持するように構成されたキャリアアセンブリと、

付記 1 に記載の物品を備える研磨パッドと、

前記研磨パッドに結合されたプラテンと、

流体成分及び研磨剤成分を含む研磨スラリーと、を含み、

前記研磨パッドを前記基材に対して相対的に移動させるように構成されている、システム。

(付記 17)

前記研磨パッドの前記複数の突起は、前記基材の幅よりも小さい間隔を有する、付記 1 6 に記載のシステム。

(付記 18)

40

主表面を有する基材を準備することと、

付記 1 に記載の物品を備える研磨パッドを準備することと、

流体成分及び研磨剤成分を含む研磨スラリーを準備することと、

前記研磨パッドと前記基材の前記主表面との間に相対運動が存在する間に、前記基材の前記主表面を前記研磨パッド及び前記研磨スラリーに接触させることと、を含む方法。

(付記 19)

前記基材の前記主表面上に力変調を発生させることを更に含み、前記力変調のピークは、前記基材の前記主表面と前記研磨パッドの突起とが接触することに対応する、付記 1 8 に記載の方法。

(付記 20)

50

前記力変調は、前記研磨パッドの前記複数の突起の高さに対応する振幅、前記研磨パッドの前記複数の突起の間隔に対応する周波数、及び前記研磨パッドの前記複数の突起の幅に対応する周期性を含む、付記 19 に記載の方法。

## 【図面】

【図 1 A】

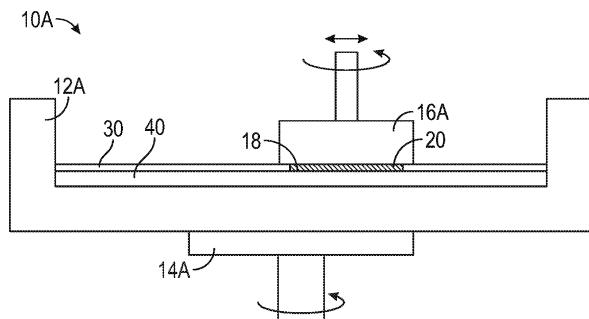


FIG. 1A

【図 1 B】

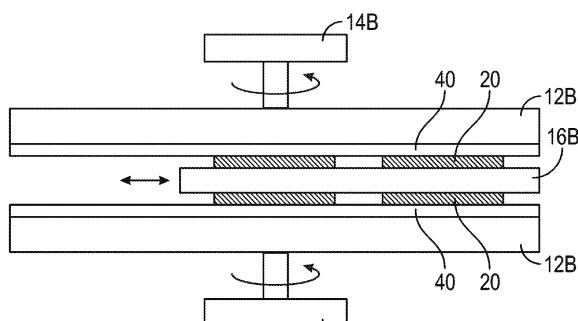


FIG. 1B

【図 2】

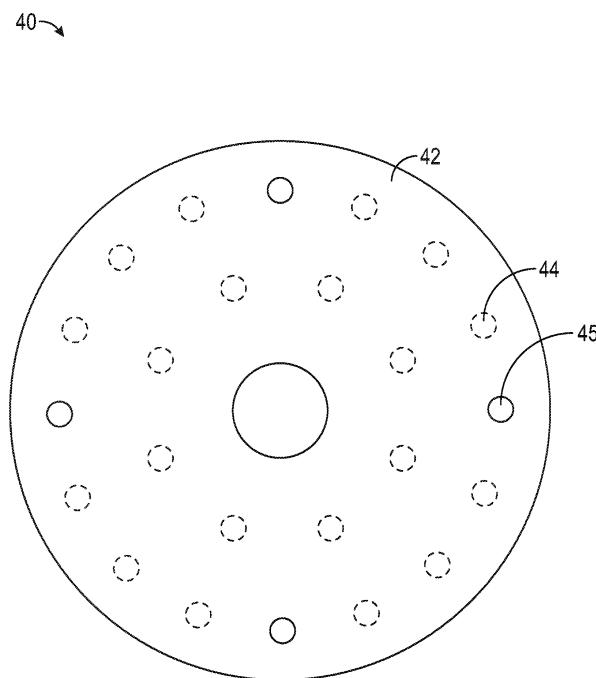


FIG. 2

【図 3 A】

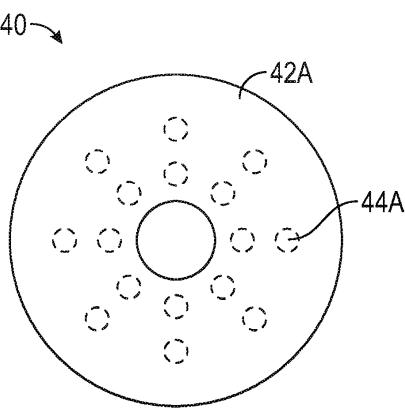


FIG. 3A

20

30

40

50

10

【図 3 B】

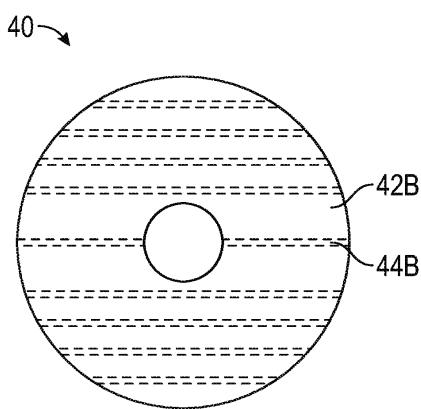


FIG. 3B

【図 3 C】

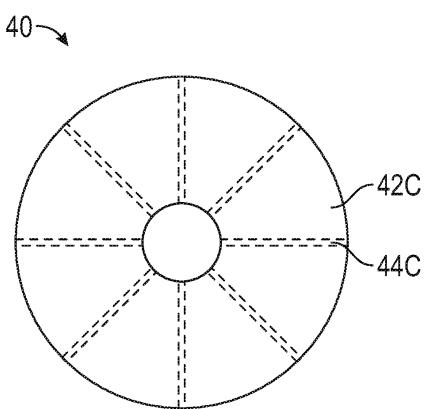


FIG. 3C

【図 4 A】

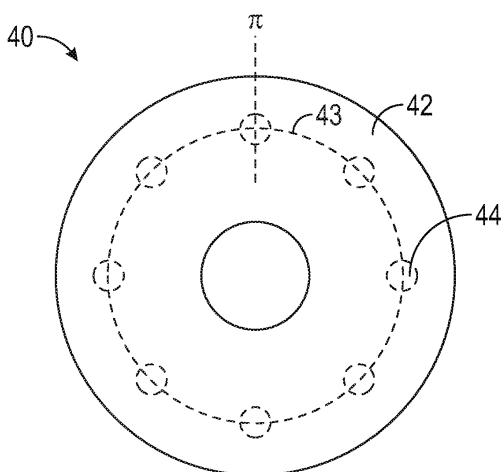


FIG. 4A

【図 4 B】

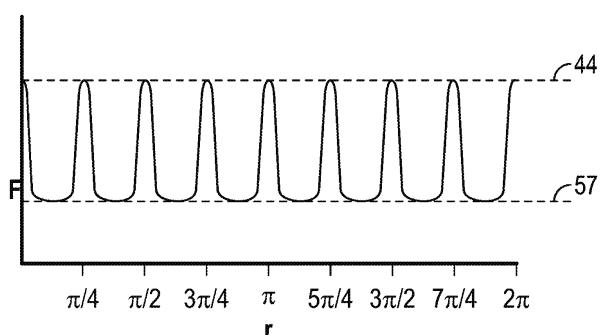


FIG. 4B

30

40

50

10

【図 5 A】

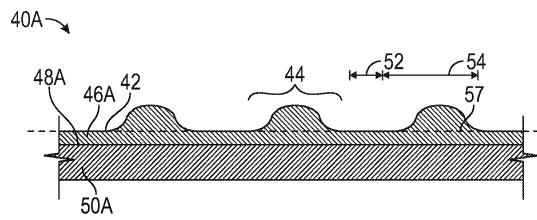


FIG. 5A

【図 5 B】

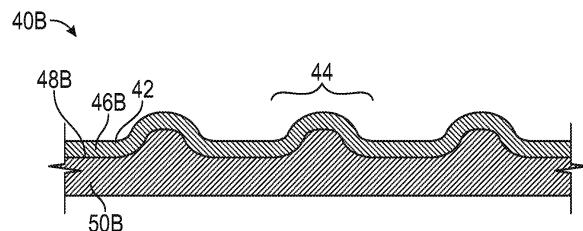


FIG. 5B

10

【図 5 C】

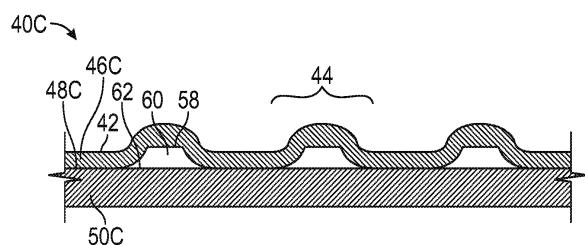


FIG. 5C

【図 6 A】



FIG. 6A

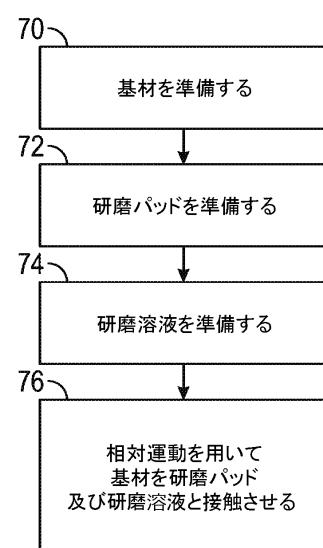
20

【図 6 B】



FIG. 6B

【図 7】



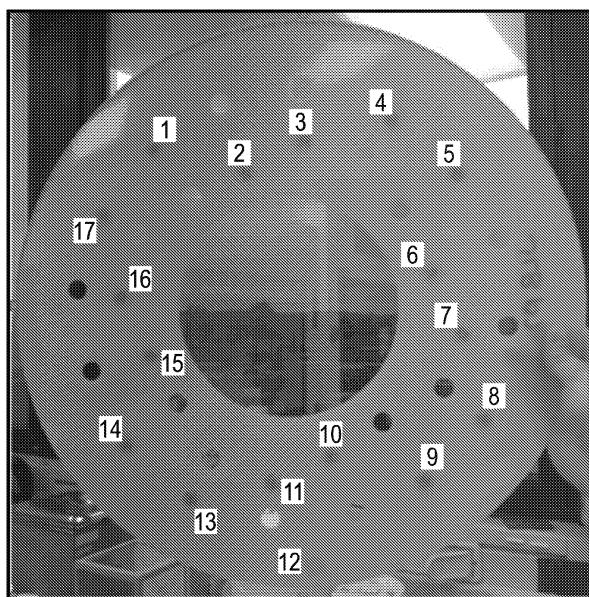
30

FIG. 7

40

50

【図 8】



【図 9 A】

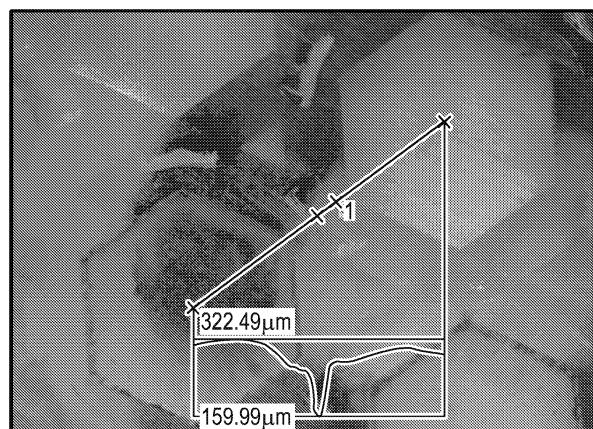


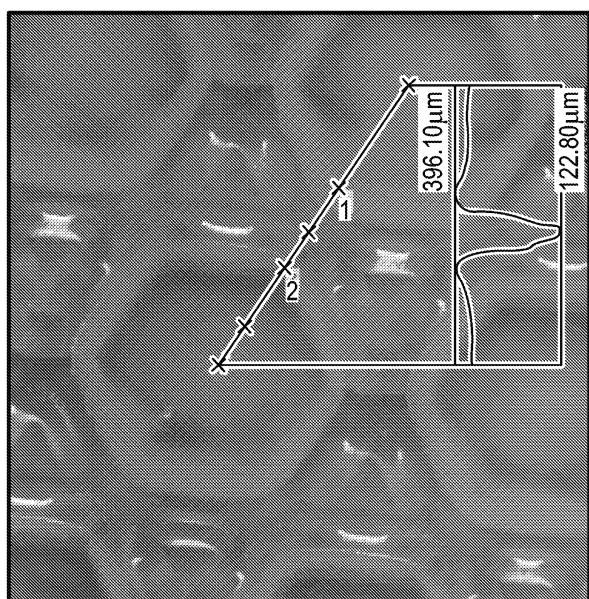
FIG. 9A

10

FIG. 8

20

【図 9 B】



【図 10 A】

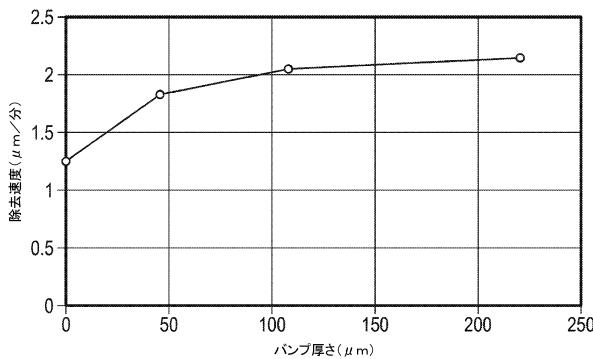


FIG. 10A

30

FIG. 9B

40

50

【図 10B】

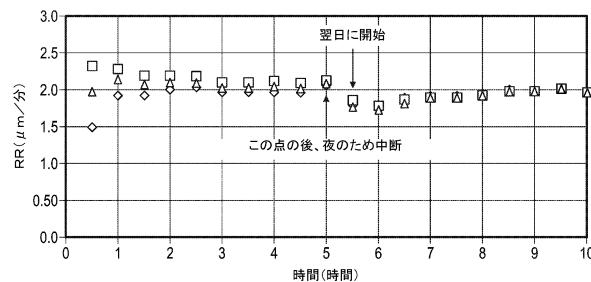


FIG. 10B

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(72)発明者 タン, リアン スーン  
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 コード, エリック シー.  
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 レアバッケン, ジャスティン 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

審査官 須中 栄治

(56)参考文献 特表2009-534202 (JP, A)  
国際公開第2017/062719 (WO, A1)  
実開昭61-187657 (JP, U)  
米国特許出願公開第2001/0019940 (US, A1)  
特開2007-190678 (JP, A)  
特表2005-514217 (JP, A)  
特開昭63-016980 (JP, A)  
特開2010-046791 (JP, A)  
特開2009-082995 (JP, A)  
特開2017-042910 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
B24B37/00 - 37/34  
B24D3/00 - 99/00  
H01L21/304; 21/463