

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6949833号  
(P6949833)

(45) 発行日 令和3年10月13日 (2021. 10. 13)

(24) 登録日 令和3年9月27日 (2021. 9. 27)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 2 4 B 37/26 (2012. 01)</b>	B 2 4 B 37/26
<b>H O 1 L 21/304 (2006. 01)</b>	H O 1 L 21/304 6 2 2 F
<b>B 2 4 B 37/24 (2012. 01)</b>	H O 1 L 21/304 6 2 1 D
	B 2 4 B 37/24 B

請求項の数 4 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2018-517739 (P2018-517739)	(73) 特許権者	505005049
(86) (22) 出願日	平成28年10月7日 (2016. 10. 7)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(65) 公表番号	特表2018-535104 (P2018-535104A)		ズ カンパニー
(43) 公表日	平成30年11月29日 (2018. 11. 29)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/055908		- 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オ
(87) 国際公開番号	W02017/062719		フィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエ
(87) 国際公開日	平成29年4月13日 (2017. 4. 13)		ム センター
審査請求日	令和1年10月3日 (2019. 10. 3)	(74) 代理人	100110803
(31) 優先権主張番号	62/238, 668		弁理士 赤澤 太朗
(32) 優先日	平成27年10月7日 (2015. 10. 7)	(74) 代理人	100135909
(33) 優先権主張国・地域又は機関			弁理士 野村 和歌子
	米国 (US)	(74) 代理人	100133042
(31) 優先権主張番号	62/266, 963		弁理士 佃 誠玄
(32) 優先日	平成27年12月14日 (2015. 12. 14)	(74) 代理人	100171701
(33) 優先権主張国・地域又は機関			弁理士 浅村 敬一
	米国 (US)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨パッド及びシステム、並びにその製造方法及び使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作業面及び前記作業面とは反対側を向いた第2の表面を有する研磨層であって、前記作業面は、ランド領域と、複数の細孔及び複数の突起のうちの少なくとも一方とを含み、前記ランド領域の厚さが約5 mm未満であり、前記研磨層はポリマーを含む、研磨層と、

第1主面、反対側を向いた第2主面、及び複数の中空部を有する多孔質基材と、

前記研磨層の前記ポリマーの一部が、前記多孔質基材の前記複数の中空部の少なくとも一部に埋め込まれている、境界面領域と、

を含み、

前記研磨層が、少なくとも1つのマクロチャネルを更に含み、

前記境界面領域は、前記研磨パッドの厚さを介して、前記少なくとも1つのマクロチャネルと位置が整合している、研磨パッド。

【請求項 2】

請求項1に記載の研磨パッド、及び研磨溶液を含む、研磨システム。

【請求項 3】

基材を研磨する方法であって、

請求項1に記載の研磨パッドを準備することと、

基材を準備することと、

前記研磨パッドの前記作業面を前記基材の表面に接触させることと、

前記研磨パッドの前記作業面と前記基材の表面との間の接触を維持しながら、前記研磨

パッドと前記基材とを互いに対して移動させることと

を含み、

研磨は研磨溶液の存在下で実行される、基材を研磨する方法。

【請求項 4】

ポリマーを準備することと、

複数の中空部を有し、前記ポリマーに隣接する多孔質基材を準備することと、

前記ポリマーの表面をエンボス加工して、作業面を有する研磨層を形成することであって、前記作業面が、ランド領域と、複数の細孔及び複数の突起のうちの少なくとも一方と、少なくとも 1 つのマクロチャネルとを含み、前記エンボス加工は、前記研磨層の前記ポリマーの一部が前記多孔質基材の前記複数の中空部の前記少なくとも一部に埋め込まれている境界面領域を形成する、ことと

を含み、

前記境界面領域は、前記研磨パッドの厚さを介して、前記少なくとも 1 つのマクロチャネルと位置が整合している、研磨パッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、基板の研磨に有用である研磨パッド及びシステム、並びにそのような研磨パッドの製造方法及び使用方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば半導体ウエハの表面等、基材表面を研磨するのに有用な研磨パッドは、例えば PCT 出願の WO 2015 / 153597 (A1)、同 WO 2015 / 153601 (A1)、米国特許第 5,489,233 号、同第 5,958,794 号、及び同第 6,234,875 号が、当技術分野で知られている。

【発明の概要】

【0003】

一実施形態において、本開示は、下記を含む研磨パッドを提供する。

i) 作業面及び作業面とは反対側を向いた第 2 の表面を有する研磨層であって、その作業面が、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、ランド領域の厚さが約 5 mm 未満であり、研磨層はポリマーを含む、研磨層、ii) 第 1 主面、反対側を向いた第 2 主面、及び複数の中空部を有する多孔質基材、並びに iii) 研磨層のポリマーの一部が、多孔質基材の複数の中空部の少なくとも一部に埋め込まれている、境界面領域。

【0004】

別の実施形態において、本開示は、多孔質基材が、複数の穴及び複数の貫通穴のうちの少なくとも一方を有するフィルム基材と、織基材又は不織基材と、連続気泡発泡体とのうちの少なくとも 1 つである前述の研磨パッドを含む、研磨パッドを提供する。いくつかの実施形態において、多孔質基材は連続気泡発泡体を含まない。

【0005】

別の実施形態において、本開示は、研磨層が少なくとも 1 つのマクロチャネルを更に含む、前述の研磨パッドのうちの任意の 1 つを含む研磨パッドを提供する。

【0006】

別の実施形態において、本開示は、境界面領域が、研磨パッドの厚さを介して少なくとも 1 つのマクロチャネルと位置が整合している、前述の研磨パッドを含む研磨パッドを提供する。

【0007】

別の実施形態において、本開示は、研磨層が、複数の独立した、及び / 又は相互連結したマクロチャネルを更に含む、前述の研磨パッドのうちの任意の 1 つを含む研磨パッドを提供する。

## 【0008】

別の実施形態において、本開示は、境界面領域が、研磨パッドの厚さを介して、複数の独立した、及び／又は相互連結したマクロチャネルと位置が整合している、前述の研磨パッドを含む研磨パッドを提供する。

## 【0009】

別の実施形態において、本開示は、研磨層のポリマーが熱可塑性物質である、前述の研磨パッドの任意の1つを含む研磨パッドを提供する。

## 【0010】

別の実施形態において、本開示は、研磨層が、正確に成形された突起と、正確に成形された細孔と、ランド領域の表面とのうちの少なくとも1つの上に、ナノメートルサイズの複数のトポグラフィ的特徴部を含む、前述の研磨パッドの任意のひとつを含む研磨パッドを提供する。

10

## 【0011】

別の実施形態において、本開示は、作業面が第2の表面層及びバルク層を備え、後退接触角と前進接触角とのうちの少なくとも1つは、対応するバルク層の後退接触角又は前進接触角よりも少なくとも20°小さい、前述の研磨パッドのうちの任意の1つを含む研磨パッドを提供する。

## 【0012】

別の実施形態において、本開示は、作業面が第2の表面層及びバルク層を備え、作業面の後退接触角が約50°未満である、前述の研磨パッドのうちの任意の1つを含む研磨パッドを提供する。

20

## 【0013】

更に別の実施形態において、本開示は、前述の研磨パッドのうちの任意の1つと、研磨溶液とを含む、研磨システムを提供する。

## 【0014】

別の実施形態において、本開示は基材を研磨する方法を提供し、この方法は、  
前述の研磨パッドのうちの任意の1つに従う研磨パッドを準備することと、  
基材を準備することと、  
研磨パッドの作業面を基材表面に接触させることと、  
研磨パッドの作業面と基材表面との間を接触させたまま、研磨パッド及び基材を互いに  
対して動かすことと  
を含み、研磨は研磨溶液を用いて実行される。

30

## 【0015】

更に別の実施形態において、本開示は、  
ポリマーを準備することと、  
複数の中空部を有し、ポリマーに隣接する多孔質基材を準備することと、  
ポリマーの表面をエンボス加工して、作業面を有する研磨層を形成することであって、  
作業面は、ランドと、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、エンボス加工は、研磨層のポリマーの一部が多孔質基材の複数の中空部の少なくとも一部に埋め込まれている境界面領域を形成する、ことと  
を含む、研磨パッドを製造する方法を提供する。

40

## 【0016】

別の実施形態において、本開示は、ポリマーがポリマーフィルムである、前述の方法に従う研磨パッドの製造方法を提供する。

## 【0017】

上記の本開示の概要は、本開示の各実施形態を説明することを意図したものではない。本開示の1つ以上の実施形態の詳細は、以下の説明にも記載される。本開示の他の特徴、目的及び利点は、説明及び特許請求の範囲から明らかになろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0018】

50

以下の本開示の様々な実施形態の詳細な説明を、添付図面と併せて考慮することで、本開示をより完全に理解することができる。

【図 1 A】本開示のいくつかの実施形態による、研磨層の一部の概略断面図である。

【図 1 B】本開示のいくつかの実施形態による、研磨層の一部の概略断面図である。

【図 1 C】本開示のいくつかの実施形態による、研磨層の一部の概略断面図である。

【図 2 A】本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの一部の概略断面図を示す。

【図 2 B】本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの一部の概略断面図を示す。

【図 2 C】本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの一部の概略断面図を示す。

【図 2 D】本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの一部の概略断面図を示す。

【図 2 E】本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの一部の概略断面図を示す。

【図 3】本開示のいくつかの実施形態による、研磨層の一部の概略上面図である。

【図 4 A】本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの概略断面図である。

【図 4 B】本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの概略断面図である。

【図 5】本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドを利用する研磨システムの例、及び方法の概略図である。

【図 6】本開示の実施例及び比較例による、研磨パッドの研磨層の一部の S E M 画像である。

【図 7 A】トポグラフィ的形狀の計測を定義する概略図である。

【図 7 B】トポグラフィ的形狀の計測を定義する概略図である。

【図 8 A】実施例 4 の研磨パッドの断面の S E M 画像である。

【図 8 B】境界面領域に焦点を当てた実施例 4 の研磨パッドの S E M 画像である。

【図 9 A】比較例 1 のトポグラフィ的形狀データ及び平坦性の差異を示す図である。

【図 9 B】実施例 2 のトポグラフィ的形狀データ及び平坦性の差異を示す図である。

【図 9 C】比較例 3 のトポグラフィ的形狀データ及び平坦性の差異を示す図である。

【図 9 D】実施例 4 のトポグラフィ的形狀データ及び平坦性の差異を示す図である。

【図 9 E】実施例 5 のトポグラフィ的形狀データ及び平坦性の差異を示す図である。

【図 9 F】実施例 6 のトポグラフィ的形狀データ及び平坦性の差異を示す図である。

【図 9 G】比較例 7 のトポグラフィ的形狀データ及び平坦性の差異を示す図である。 本開示を通して、別途指示しない限り、「繊維」という用語は単数形及び複数形の両方を含むものを意味する。

【発明を実施するための形態】

【0019】

基材の研磨には、様々な物品、システム、及び方法が導入されてきた。研磨物品、研磨システム、及び研磨方法は、基材の望ましい最終用途の特質に基づいて選択される。基材の望ましい最終用途の特質として、例えば表面粗さ及び欠陥（引っかき傷、ピット等）等の表面仕上げ、並びに、局所的平坦性すなわち基材の特定の領域における平坦性と、全体的すなわち基材表面全体にわたる平坦性との両方を含む平坦性が挙げられるが、限定はされない。半導体ウエハのような基材の研磨は、特に難しい課題を呈する。なぜなら、例えば表面仕上げで所望の仕様に研磨する必要のあるマイクロメートルスケール又はナノメートルスケールの特徴部のために、最終用途要件が非常に厳格であり得るためである。所望の表面仕上げを改善又は維持すると共に、研磨プロセスは、材料の取り除きも必要となることが多く、これは、基材の同じ面又は同じ層内において、単一の基材材料内の材料を取り除くこと、又は 2 つ以上の異なる材料の組み合わせを同時に取り除くことを含む。単独で、又は同時に研磨され得る材料は、電気絶縁性材料すなわち誘電体、及び例えば金属等の導電材料の両方を含む。例えば、バリア層の化学機械平坦化（CMP）に関する単一の研磨ステップの間、研磨パッドは、例えば銅等の金属、並びに / 又は接着 / バリア層、並びに / 又は例えばタンタル及び窒化タンタル等のキャップ層、並びに / 又は例えばシリコン酸化膜若しくは他のガラス等の無機質材料等の誘電材料を取り除くことが必要となり得る。研磨されるウエハ特徴部サイズと組み合わせられた、誘電層、金属層、接着 / バリア層、及び / 又はキャップ層の間の材料特性及び研磨特質の違いのため、研磨パッドに対する

10

20

30

40

50

要望は非常に厳しくなり得る。厳しい要件を満たすために、研磨パッド及びその対応する機械的特性は、パッド毎に厳密に一致させる必要がある。更に研磨特質はパッド毎に変化し、対応するウエハの処理時間及び最終的なウエハのパラメータに悪影響を与える場合がある。

#### 【 0 0 2 0 】

現在、多くのCMPプロセスは、パッドのトポグラフィを含んだ研磨パッドを導入しており、パッド表面のトポグラフィは特に重要である。トポグラフィの1つのタイプは、例えばパッド内の細孔等の、パッドの多孔性に関する。研磨パッドは一般に研磨溶液、通常はスラリー（研磨剤粒子を含有する液体）と共に使用されるので、多孔性が望ましい。多孔性によって、パッド上につける研磨溶液の一部を細孔に含有させることができる。一般的に、これはCMPプロセスを容易にすると考えられる。通常、研磨パッドは、自然界のポリマーである有機材料である。研磨パッドに細孔を含めるための現在の1つのアプローチは、ポリマー発泡体の研磨パッドを生成するものであり、細孔はパッドを作製する（泡立てる）プロセスの結果として生じる。別のアプローチは、2つ以上の異なるポリマーであるポリマーブレンドで構成されるパッドを調製するものであり、その位相は分離して2つの位相構造を形成する。ポリマーブレンドのうちの少なくとも1つは、水又は溶剤可溶性であり、研磨の前又は研磨プロセス中に抽出され、少なくともパッド作業面に、又はパッド作業面の近くに細孔を作り出す。パッドの作業面とは、例えばウエハ等の被研磨基材に隣接するパッド表面、及び被研磨基材に少なくとも部分的に接触するパッド表面である。研磨パッドに細孔を導入することは、研磨溶液の取り扱いを容易にするだけでなく、多孔性はしばしば、より柔軟なパッド又はより低い剛性のパッドをもたらすため、パッドの機械的特性も変える。パッドの機械的特性は、所望の研磨成果を得るための重要な役割も担う。しかし、泡立て又はポリマーブレンド／抽出プロセスを介して細孔を導入することは、1つのパッド内で及びパッド毎に、均一の細孔サイズ、均一の細孔分布、及び均一の合計細孔容積を得る際に、困難を生み出す。更に、パッドを作製するために使用されるいくつかのプロセスステップ（ポリマーを泡立て、ポリマーを混合してポリマーブレンドを形成する）は、実際には幾分ランダムであるため、細孔サイズ、分布、及び合計細孔容積にランダムなばらつきが発生し得る。これは、単一のパッド内のばらつき、及び異なるパッド間のばらつきを発生させ、研磨性能に許容できないばらつきを生じさせ得る。

#### 【 0 0 2 1 】

研磨プロセスにとって非常に重要なパッドのトポグラフィの第2のタイプは、パッド表面の突起に関する。例えばCMPに使用される現在のポリマーパッドは、所望のパッド表面のトポグラフィを生成するための、パッド調整プロセスを必要とすることが多い。この表面のトポグラフィは、被研磨基材の表面と物理的に接触することになる突起を含む。突起のサイズ及び分布は、パッド研磨性能に関する主要パラメータであると考えられる。一般的にパッド調整プロセスには、研磨剤粒子を有する研磨剤物品であるパッドコンディショナーを使用する。パッド表面及びコンディショナー表面を互いに対して動かしながら、パッドコンディショナーを、指定した圧力でパッド表面に接触させる。パッドコンディショナーの研磨剤粒子は、研磨パッドの表面を削り落とし、例えば突起等の所望のテクスチャーを作り出す。パッドコンディショナーを使用するプロセスは、研磨プロセスに更なる可変性をもたらす。なぜなら、パッド表面全体にわたって所望の突起のサイズ、形状、及び面密度を得ることが、調整プロセスのプロセスパラメータと、パッド表面にわたるパッド深さを通して、パッドコンディショナーの研磨面の均一性及びパッドの機械的特性の均一性をいかに良好に維持できるかとの、両方に依存するようになるからである。パッド調整プロセスによる、この更なる可変性は、研磨性能に許容できないばらつきも生じさせ得る。

#### 【 0 0 2 2 】

研磨パッドの突起に関する別のパラメータは、突起の遠位端における高さの均一性に関する。すなわち、面に対して大きくばらつく高さを有するのと対照的に、突起の遠位端は面に沿って配置される。突起の遠位端における均一の高さは、研磨性能を向上させると共

にパッドの寿命を延ばす。いくつかの製造プロセスにおいて、研磨パッドの研磨層（突起を含む研磨層）は、エンボス加工プロセスによって作製され、エンボスロールで、突起を例えばポリマーフィルム等の第1のポリマーの表面にエンボス加工して、研磨層を形成する。研磨層の作製において、例えばポリマーフィルム等の支持基材を研磨層に隣接させることが望ましい場合がある。このような構造では、支持基材は、エンボス加工中のエンボスロールの特徴部によって移動させられる、第1のポリマーの流れを制限し得る。この現象は、研磨層にエンボス加工される特徴部の、高さ／深さの増加によって悪化する。研磨層の厚さに関して、第1のポリマーの流れを制限することは、研磨層の不均一な厚さをもたらす場合があり、それによって突起の遠位端は、不均一な高さになる。突起の高さの不均一性は、研磨パッドの不均一な研磨挙動を生じさせる可能性があり、研磨パッドの寿命を縮め、研磨性能を下げる場合がある。したがって、研磨層の遠位端における高さの不均一性を、最小限に抑えるか、又は無くすることが望まれる。

10

#### 【0023】

総体的に、例えば突起、及び／又は多孔性、及び／又は均一の突起高さ等の、一定で復元可能なパッド表面のトポグラフィを、単一のパッド内及びパッド毎の両方で準備し、向上した研磨性能及び／又はより再現性のある研磨性能を可能にする、改善された研磨パッドに対する変わらぬ要望がある。

#### 【0024】

##### 定義

本明細書で使用する場合、単数形「a」、「an」及び「the」は、その内容について特に明確な断りがない限り、複数の指示対象を含むものとする。本明細書及び添付の実施形態において使用される場合、用語「又は」は、その内容が特に明確に指示しない限り、一般的に「及び／又は」を包含する意味で用いられる。

20

#### 【0025】

本明細書において使用される端点による数値範囲の記載は、その範囲内に含まれる全ての数を含む（例えば、1～5は、1、1.5、2、2.75、3、3.8、4及び5を含む）。

#### 【0026】

特に指示がない限り、本明細書及び実施形態で使用する量又は成分、特性の測定値等を表す全ての数は、全ての場合、「約」という用語によって修飾されていると解するものとする。したがって、特に指示がない限り、前述の明細書及び添付の実施形態の列挙において示す数値パラメータは、本開示の教示を利用して当業者が得ようとする所望の特性に依存して変化しうる。最低でも、請求項記載の実施形態の範囲への均等論の適用を限定する試みとしてではなく、報告される有効桁の数に照らして、通常の四捨五入を適用することにより、各数値パラメータは少なくとも解釈されるべきである。

30

#### 【0027】

「作業面（working surface）」は、被研磨基材表面に隣接し、被研磨基材表面と少なくとも一部接触する研磨パッドの表面を意味する。

#### 【0028】

研磨層の作業面に関する「細孔（pore）」は、例えば液体等の流体がその中に含有される、パッドの作業面内の窪みを意味する。細孔によって、少なくともいくつかの流体を細孔内に含有させ、細孔から流れ出ないようにすることができる。

40

#### 【0029】

「正確に成形された（precisely shaped）」とは、対応する金型キャビティ又は金型突出部の逆形状の成形形状を有し、トポグラフィ的特徴部が型から取り出された後に上記形状が維持される、例えば突起又は細孔等のトポグラフィ的特徴部を意味する。発泡プロセス、又は可溶性材料（例えば水溶性粒子）をポリマーマトリクスから除去することを介して形成された細孔は、正確に成形された細孔ではない。

#### 【0030】

「微細複製」とは、例えば金型又はエンボス加工工具等の生産工具において、ポリマー

50

(又は後でポリマーを形成するために硬化させるポリマー前駆体)をキャストイング又は成形することによって、正確に成形されたトポグラフィ的特徴部が調製され、この生産工具が、マイクロメートルサイズからミリメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を複数有する、作製技法を指す。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。ポリマー表面のトポグラフィ的特徴部は、元の生産工具の特徴部の逆形状を有する。本明細書で開示する微細複製の作製技法は、本質的に微細複製された層すなわち研磨層をもたらす。生産工具が窪みを有する場合、研磨層は微細複製された突起すなわち正確に成形された突起を含み、生産工具が突出部を有する場合、研磨層は微細複製された細孔すなわち正確に成形された細孔を有する。生産工具が窪み及び突出部を含む場合、微細複製された層(研磨層)は微細複製された突起すなわち正確に成形された突起、及び微細複製された細孔すなわち正確に成形された細孔を有することになる。

10

#### 【0031】

本開示は、限定ではないが半導体ウエハを含む基材を研磨するのに有用な物品、システム、及び方法を対象としている。パッド表面に、例えば突起等の所望のトポグラフィを形成するために、半導体ウエハの研磨に関連する厳しい寸法公差は、安定した研磨パッド材料、及びパッド調整プロセスを含む安定した研磨プロセスを用いることを必要とする。現在の研磨パッドは、それらの作製プロセスに起因して、パッド表面にわたり、かつパッドの厚さを通して、細孔サイズ、分布、及び合計容積等の主パラメータに、本質的な可変性を有する。更に、調整プロセスにおける可変性及びパッドの材料特性における可変性のために、パッド表面にわたる突起サイズ及び分布に可変性が存在し、突起の遠位端の互いに対する高さの可変性もまた存在し得る。本開示の研磨パッドは、これらの課題の多くを、正確に設計しかつ工学的に作り出した研磨パッドの作業面を準備して、突起、細孔、及びそれらの組み合わせのうちの少なくとも1つを含む、複数の復元可能なトポグラフィ的特徴部を得ることによって克服する。突起及び細孔は、1  $\mu\text{m}$ 以下の小さい寸法公差で、ミリメートルからマイクロメートルまでの寸法範囲を有するように設計される。正確に工学的に作り出された突起のトポグラフィ、及び突起の遠位端における高さの均一性のため、本開示の研磨パッドは調整プロセスなしで使用され、研磨剤パッドコンディショナー及び対応する調整プロセスを排除して、かなりのコスト節約をもたらし得る。更に、正確に工学的に作り出された細孔トポグラフィは、研磨パッドの作業面にわたって均一な細孔サイズ及び分布を保証し、それによって改善した研磨性能をもたらし、研磨溶液の使用を減少させる。

20

30

#### 【0032】

有用な研磨層、並びに本開示の研磨層を作製するための研磨材料及びプロセスは、その全体が本明細書に参照として組み入れられる、「POLISHING PADS AND SYSTEMS AND METHODS OF MAKING AND USING THE SAME」と題された、PCT出願のWO2015/153597(A1)に含まれている。

#### 【0033】

本開示のいくつかの実施形態による、研磨層10の一部の概略断面図が図1Aに示される。厚さXを有する研磨層10は、作業面12、及び作業面とは反対側を向いた第2の表面13を含む。作業面12は、正確に工学的に作り出されたトポグラフィを有する、正確に工学的に作り出された表面である。作業面は、複数の正確に成形された細孔、正確に成形された突起、及びそれらの組み合わせのうちの少なくとも1つを含む。作業面12は、深さDp、側壁16a、及び基部16bを有する複数の正確に成形された細孔16と、高さHa、側壁18a、及び幅Wdの遠位端18bを有する複数の正確に成形された突起18とを含む。正確に成形された突起、及び突起基部の幅は、それらの遠位端の幅Wdと同じであってよい。ランド領域14は、正確に成形された細孔16と正確に成形された突起18との間の領域に設けられ、作業面の一部と見做され得る。正確に成形された突起側壁18aと、それに隣接するランド領域14の表面との交点は、突起底部の位置を画定し、かつ正確に成形された突起基部18cのセットを画定する。正確に成形された細孔の側壁

40

50

16aと、それに隣接するランド領域14の表面との交点は、細孔の頂部と見做され、幅Wpを有する正確に成形された細孔の開口部16cのセットを画定する。正確に成形された突起基部、及び隣接する正確に成形された細孔の開口部は、隣接するランド領域によって決定され、突起基部は、少なくとも1つの隣接する細孔の開口部と実質的に同じ平面にある。いくつかの実施形態において、複数の突起基部は、少なくとも1つの隣接する細孔の開口部と同じ平面にある。複数の突起基部は、研磨層における突起基部の合計の、少なくとも約10%、少なくとも約30%、少なくとも約50%、少なくとも約70%、少なくとも約80%、少なくとも約90%、少なくとも約95%、少なくとも約97%、少なくとも約99%、又は更には少なくとも約100%を含んでよい。ランド領域は、隣接する正確に成形された突起と正確に成形された細孔との間の分離、隣接する正確に成形された細孔間の分離、及び/又は隣接する正確に成形された突起間の分離を含む、正確に成形された特徴部間の明確な分離領域を提供する。

10

#### 【0034】

ランド領域14は、製造プロセスによる僅かな湾曲、及び/又は厚さのばらつきはあり得るが、実質的に平坦であってよく、実質的に均一の厚さYを有する。ランド領域の厚さYは、複数の正確に成形された細孔の深さよりも大きい必要があるので、ランド領域は、突起のみを有し得る当技術分野で知られている他の研磨剤物品よりも、大きい厚さであってよい。本開示のいくつかの実施形態において、正確に成形された突起及び正確に成形された細孔の両方が研磨層に存在するとき、ランド領域を包含することによって、複数の正確に成形された突起の面密度を、複数の正確に成形された細孔の面密度とは無関係に設計することが可能となり、より高い設計の柔軟性をもたらす。これは、全体的に平坦なパッド表面の一連の交差する溝を形成することを含み得る、従来のパッドとは対照的である。交差する溝は、テクスチャー化した作業面の形成をもたらし、その溝(材料が表面から除去された領域)は、作業面の上方領域(材料が表面から除去されない領域)すなわち被研磨基材と接触する領域を画定する。この知られているアプローチにおいて、溝のサイズ、配置、及び数は、作業面の上方領域のサイズ、配置、及び数を画定する。すなわち、作業面の上方領域における面密度は、溝の面密度に依存する。研磨溶液を含有できる細孔とは対照的に、溝はパッドの長さにはわたって延びてもよく、それによって研磨溶液は溝から流れ出ることができる。特に、作業面の近傍の研磨溶液を近接して保持かつ保有できる正確に成形された細孔を包含することによって、例えばCMP等の要求される用途に、向上した研磨溶液の送達をもたらす得る。

20

30

#### 【0035】

研磨層10は、少なくとも1つのマクロチャンネルを含んでよい。図1Aは、幅Wm、深さDm、及び基部19aを有するマクロチャンネル19を示す。厚さZを有する第2のランド領域は、マクロチャンネルの基部19aによって画定される。マクロチャンネルの基部によって画定される第2のランド領域は、前述のランド領域14の一部とは見做されない。いくつかの実施形態において、1つ以上の第2の細孔(図示せず)が、少なくとも1つのマクロチャンネルの基部の少なくとも一部に含まれてよい。1つ以上の第2の細孔は、第2の細孔の開口部(図示せず)を有し、第2の細孔の開口部は、マクロチャンネル19の基部19aと実質的に同じ平面にある。いくつかの実施形態において、少なくとも1つのマクロチャンネルの基部には、第2の細孔を実質的に含まない。

40

#### 【0036】

正確に成形された細孔16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、円錐台等を含むが、それらに限定されない。正確に成形された細孔16の開口部に対する最低箇所は、穴の底部と見做される。正確に成形された細孔16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、正確に成形された細孔のうちの、少なくとも約10%、少なくとも約30%、少なくとも約50%、少なくとも約70%、少なくとも約90%、少なくとも約95%、少なくとも約97%、少なくとも約99%、又は更には少なくとも約100%は、同じ形状及び寸法で設計される。正確に成形された細

50



孔を作製するために使用される正確な作製プロセスのため、寸法公差は概ね小さい。同じ細孔寸法を有するように設計された複数の正確に成形された細孔のため、細孔寸法は均一である。いくつかの実施形態において、複数の正確に成形された細孔のサイズに対応する、例えば高さ、開口部の幅、長さ、及び径等の、少なくとも1つの距離寸法の標準偏差は、約20%未満、約15%未満、約10%未満、約8%未満、約6%未満、約4%未満、約3%未満、約2%未満、又は更には約1%未満である。標準偏差は、知られている統計技法によって測定できる。標準偏差は、少なくとも5つの細孔、少なくとも10の細孔、又は更には少なくとも20の細孔のサンプルサイズから計算され得る。サンプルサイズは、200個以下の細孔、100個以下の細孔、又は更には50個以下の細孔であってよい。サンプルは、研磨層の単一領域から、又は研磨層の複数領域からランダムに選択され得る。

10

#### 【0037】

正確に成形された細孔の開口部16cの最長寸法、例えば正確に成形された細孔16が円筒形であるときの径の寸法は、約10mm未満、約5mm未満、約1mm未満、約500 $\mu$ m未満、約200 $\mu$ m未満、約100 $\mu$ m未満、約90 $\mu$ m未満、約80 $\mu$ m未満、約70 $\mu$ m未満、又は更には約60 $\mu$ m未満であってよい。正確に成形された細孔の開口部16cの最長寸法は、約1 $\mu$ mより大きく、約5 $\mu$ mより大きく、約10 $\mu$ mより大きく、約15 $\mu$ mより大きく、又は更には約20 $\mu$ mより大きくてよい。正確に成形された細孔16の断面積、例えば正確に成形された細孔16が円筒形であるときの円の断面積は、細孔の深さを通して均一であってよい。又は正確に成形された細孔の側壁16aが開口部から基部へ内側にテーパが付いている場合、断面積は減少し得る。又は正確に成形された細孔の側壁16aが外側にテーパが付いている場合、断面積は増加し得る。正確に成形された細孔の開口部16cは、全て等しい最長寸法を有してよく、又は最長寸法は、正確に成形された細孔の開口部16c間、若しくは設計毎に異なる正確に成形された細孔の開口部16cのセット間で変化してもよい。正確に成形された細孔の開口部の幅Wpは、上述の最長寸法として与えられた値と同じであってよい。

20

#### 【0038】

複数の正確に成形された細孔の深さDpは、特に限定されない。いくつかの実施形態において、複数の正確に成形された細孔の深さは、各正確に成形された細孔に隣接するラ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14の全厚さ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。複数の正確に成形された細孔の深さは、上記で示したように限定される可能性があるが、これによって、例えば研磨溶液を研磨層を通して作業面まで提供する貫通穴、又はパッドを通す空気流の通路等の、パッド内の1つ以上の他の貫通穴を包含することが妨げられることはない。貫通穴は、ランド領域14の全厚さYを貫通する穴と定義される。いくつかの実施形態において、研磨層は貫通細孔を含まない。

30

#### 【0039】

複数の正確に成形された細孔16の深さDpは、約5mm未満、約1mm未満、約500 $\mu$ m未満、約200 $\mu$ m未満、約100 $\mu$ m未満、約90 $\mu$ m未満、約80 $\mu$ m未満、約70 $\mu$ m未満、又は更には約60 $\mu$ m未満であってよい。正確に成形された細孔16の深さは、約1 $\mu$ mより大きく、約5 $\mu$ mより大きく、約10 $\mu$ mより大きく、約15 $\mu$ mより大きく、又は更には約20 $\mu$ mより大きくてよい。複数の正確に成形された細孔の深さは、約1 $\mu$ m～約5mm、約1 $\mu$ m～約1mm、約1 $\mu$ m～約500 $\mu$ m、約1 $\mu$ m～約200 $\mu$ m、約1 $\mu$ m～約100 $\mu$ m、約5 $\mu$ m～約5mm、約5 $\mu$ m～約1mm、約5 $\mu$ m～約500 $\mu$ m、約5 $\mu$ m～約200 $\mu$ m、又は更には約5 $\mu$ m～約100 $\mu$ mであってよい。正確に成形された細孔16は、全て等しい深さを有してよく、又は深さが正確に成形された細孔16間、若しくは正確に成形された細孔16の異なるセット間で変化してもよい。

40

#### 【0040】

いくつかの実施形態において、複数の正確に成形された細孔の、少なくとも約10%、

50

少なくとも約 30 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、又は更には少なくとも約 100 %の深さは、約  $1\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $500\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $1\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $200\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $1\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $150\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $1\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $100\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $1\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $80\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $1\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $60\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $5\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $500\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $5\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $200\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $5\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $150\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $5\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $100\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $5\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $80\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $5\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $60\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $10\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $200\text{ }\mu\text{m}$ 、約  $10\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $150\text{ }\mu\text{m}$ 、又は更には約  $10\text{ }\mu\text{m}$  ~ 約  $100\text{ }\mu\text{m}$ である。

#### 【0041】

いくつかの実施形態において、複数の正確に成形された細孔の全てを含む少なくとも一部の深さは、少なくとも1つのマクロチャネルの少なくとも一部の深さ未満である。いくつかの実施形態において、複数の正確な細孔のうちの少なくとも約 50 %、少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、少なくとも約 99 %、又は更には少なくとも約 100 %の深さは、少なくとも一部のマクロチャネルの深さ未満である。

10

#### 【0042】

正確に成形された細孔 16 は均一に分布されてよく、すなわち研磨層 10 の表面にわたり単一の面密度を有してよく、又は研磨層 10 の表面にわたり異なる面密度を有してよい。正確に成形された細孔 16 の面密度は、約 1, 000, 000 /  $\text{mm}^2$  未満、約 500, 000 /  $\text{mm}^2$  未満、約 100, 000 /  $\text{mm}^2$  未満、約 50, 000 /  $\text{mm}^2$  未満、約 10, 000 /  $\text{mm}^2$  未満、約 5, 000 /  $\text{mm}^2$  未満、約 1, 000 /  $\text{mm}^2$  未満、500 /  $\text{mm}^2$  未満、約 100 /  $\text{mm}^2$  未満、約 50 /  $\text{mm}^2$  未満、約 10 /  $\text{mm}^2$  未満、又は更には約 5 /  $\text{mm}^2$  であってよい。正確に成形された細孔 16 の面密度は、約 1 /  $\text{dm}^2$  より大きく、約 10 /  $\text{dm}^2$  より大きく、約 100 /  $\text{dm}^2$  より大きく、約 5 /  $\text{cm}^2$  より大きく、約 10 /  $\text{cm}^2$  より大きく、約 100 /  $\text{cm}^2$  より大きく、又は更には約 500 /  $\text{cm}^2$  より大きくてよい。

20

#### 【0043】

投影した研磨パッド表面積に対する、正確に成形された細孔の開口部 16 c の合計断面積の割合は、約 0.5 % より大きく、約 1 % より大きく、約 3 % より大きく、約 5 % より大きく、約 10 % より大きく、約 20 % より大きく、約 30 % より大きく、約 40 % より大きく、又は更には約 50 % より大きくてよい。投影した研磨パッド表面積に対する、正確に成形された細孔の開口部 16 c の合計断面積の割合は、約 90 % 未満、約 80 % 未満、約 70 % 未満、約 60 % 未満、約 50 % 未満、約 40 % 未満、約 30 % 未満、約 25 % 未満、又は更には約 20 % 未満であってよい。投影された研磨パッドの表面積は、研磨パッドを面上に投影した形状から得られる面積である。例えば、半径  $r$  を有する円形状の研磨パッドは、半径の二乗に  $\pi$  を掛けた投影表面積、すなわち面上に投影した面積を有する。

30

#### 【0044】

正確に成形された細孔 16 は、研磨層 10 の表面にわたってランダムに配置されてよく、又は例えば研磨層 10 にわたって繰り返しパターン等のパターンで配置されてもよい。パターンとしては、正方配列、及び六方配列 (hexagonal arrays) 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。

40

#### 【0045】

正確に成形された突起 18 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、円錐台等を含むが、それらに限定されない。正確に成形された突起側壁 18 a とランド領域 14 との交点は、突起の基部と見做される。突起基部 18 c から遠位端 18 b まで計測した、正確に成形された突起 18 の最高箇所は、突起の頂部と見做され、遠位端 18 b と突起基部 18 c との間の距離が、突起の高さである。正確に成形された突起の形状の全ては同じであってよく、又は組み合わせで用いられてもよい。いくつかの実施形態において、正確に成形された突起のうちの、少なくとも約 10 %、少なくとも約 30 %、少なくとも約 50 %、少な

50

くとも約70%、少なくとも約90%、少なくとも約95%、少なくとも約97%、少なくとも約99%、又は更には少なくとも約100%は、同じ形状及び寸法を有するように設計される。正確に成形された突起を作製するために用いられる正確な作製プロセスのために、寸法公差は概ね小さい。同じ突起寸法を有するように設計された複数の正確に成形された突起のために、突起寸法は均一である。いくつかの実施形態において、例えば高さ、遠位端の幅、基部の幅、長さ、及び径等の、複数の正確に成形された突起のサイズに対応する少なくとも1つの距離寸法の標準偏差は、約20%未満、約15%未満、約10%未満、約8%未満、約6%未満、約4%未満、約3%未満、約2%未満、及び更には約1%未満である。標準偏差は、知られている統計技法によって測定できる。標準偏差は、少なくとも5つの突起、少なくとも10個の突起、又は更には少なくとも20個の突起のサンプルサイズから計算され得る。サンプルサイズは、200個以下の突起、100個以下の突起、又は更には50個以下の突起であってよい。サンプルは、研磨層の単一領域から、又は研磨層の複数領域からランダムに選択され得る。

10

#### 【0046】

いくつかの実施形態において、正確に成形された突起のうちの、少なくとも約50%、少なくとも約70%、少なくとも約90%、少なくとも約95%、少なくとも約97%、少なくとも約99%、及び更には少なくとも約100%は、固体構造である。固体構造とは、容積で少なくとも約10%未満、少なくとも約5%未満、少なくとも約3%未満、少なくとも約2%未満、少なくとも約1%未満、少なくとも約0.5%未満、又は更には0%の間隙率を含有する構造と定義する。間隙率には、例えば発泡体、又は押し抜き、ドリル加工、ダイカット、レーザー切断、ウォータージェット切断等の知られている技法によって突起に意図的に作製された加工穴に見られるような、連続気泡構造又は独立気泡構造を含み得る。いくつかの実施形態において、正確に成形された突起は加工された細孔を含まない。加工プロセスの結果、加工された穴は、例えば半導体ウエハ等の被研磨基材の表面に欠陥を生じさせる可能性のある、穴の縁部付近に望ましくない材料の変形又は盛り上がり有し得る。

20

#### 【0047】

正確に成形された突起18の断面積に関する最長寸法、例えば正確に成形された突起18が円筒形であるときの径は、約10mm未満、約5mm未満、約1mm未満、約500 $\mu$ m未満、約200 $\mu$ m未満、約100 $\mu$ m未満、約90 $\mu$ m未満、約80 $\mu$ m未満、約70 $\mu$ m未満、又は更には約60 $\mu$ m未満であってよい。正確に成形された突起18の最長寸法は、約1 $\mu$ mより大きく、約5 $\mu$ mより大きく、約10 $\mu$ mより大きく、約15 $\mu$ mより大きく、又は更には約20 $\mu$ mより大きくてよい。正確に成形された突起18の断面積、例えば正確に成形された突起18が円筒形のときの円形断面積は、突起の高さ全体で均一であってよい。又は正確に成形された突起の側壁18aが突起頂部から基部へ内側にテーパが付いている場合、断面積は減少し得る。又は正確に成形された突起の側壁18aが外側にテーパが付いている場合、断面積は増加し得る。正確に成形された突起18は、全て同じ最長寸法を有してよく、又は正確に成形された突起18間、若しくは正確に成形された突起18の設計毎の異なるセット間で、最長寸法は変化してもよい。正確に成形された突起基部の遠位端の幅Wdは、上述の最長寸法として与えられた値と同じであってよい。正確に成形された突起基部の幅は、上述の最長寸法として与えられた値と同じであってよい。

30

40

#### 【0048】

正確に成形された突起18の高さは、約5mm未満、約1mm未満、約500 $\mu$ m未満、約200 $\mu$ m未満、約100 $\mu$ m未満、約90 $\mu$ m未満、約80 $\mu$ m未満、約70 $\mu$ m未満、又は更には約60 $\mu$ m未満であってよい。正確に成形された突起18の高さは、約1 $\mu$ mより大きく、約5 $\mu$ mより大きく、約10 $\mu$ mより大きく、約15 $\mu$ mより大きく、又は更には20 $\mu$ mより大きくてよい。正確に成形された突起18は、全て同じ高さであってよく、又は正確に成形された突起18間、若しくは正確に成形された突起18の異なるセット間で、高さは変化してもよい。いくつかの実施形態において、研磨層の作業面

50

は、正確に成形された突起の第1のセット、及び正確に成形された突起の少なくとも1つの第2のセットを含み、正確に成形された突起の第1のセットの高さは、正確に成形された突起の第2のセットよりも大きい。各セットが異なる高さを有する、複数の正確に成形された突起の複数のセットを有することにより、異なる面の研磨突起をもたらす。これは、突起表面が親水性に改質された場合に特に有利である。ある程度研磨した後に突起の第1のセットは摩損（親水性表面の剥離を含む）し、それにより突起の第2のセットが被研磨基材と接触できるようになり、研磨のための新たな突起をもたらす。突起の第2のセットも親水性表面を有してよく、突起の第1のセットが摩損した後の研磨性能を高める。複数の正確に成形された突起のうちの第1のセットは、複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも1つの第2のセットの高さより、 $3\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 、又は更には $10\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 大きくてよい。

#### 【0049】

いくつかの実施形態において、研磨層と研磨基材との境界面における研磨溶液の実用性を促進するために、複数の正確に成形された突起の、少なくとも約10%、少なくとも約30%、少なくとも約50%、少なくとも約70%、少なくとも約80%、少なくとも約90%、少なくとも約95%、又は更には少なくとも100%の高さは、約 $1\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m} \sim 80\mu\text{m}$ 、約 $1\mu\text{m} \sim 60\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m} \sim 80\mu\text{m}$ 、約 $5\mu\text{m} \sim 60\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ 、約 $10\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ 、又は更には約 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ である。

#### 【0050】

正確に成形された突起18は、均一に分配され得る。すなわち、研磨層10の表面にわたって単一の面密度とされるか、又は研磨層10の表面にわたって異なる面密度を有してもよい。正確に成形された突起18の面密度は、約 $1,000,000/\text{mm}^2$ 未満、約 $500,000/\text{mm}^2$ 未満、約 $100,000/\text{mm}^2$ 未満、約 $50,000/\text{mm}^2$ 未満、約 $10,000/\text{mm}^2$ 未満、約 $5,000/\text{mm}^2$ 未満、約 $1,000/\text{mm}^2$ 未満、約 $500/\text{mm}^2$ 未満、約 $100/\text{mm}^2$ 未満、約 $50/\text{mm}^2$ 未満、約 $10/\text{mm}^2$ 未満、又は更には約 $5/\text{mm}^2$ であってよい。正確に成形された突起18の面密度は、約 $1/\text{dm}^2$ より大きく、約 $10/\text{dm}^2$ より大きく、約 $100/\text{dm}^2$ より大きく、約 $5/\text{cm}^2$ より大きく、約 $10/\text{cm}^2$ より大きく、約 $100/\text{cm}^2$ より大きく、又は更には約 $500/\text{cm}^2$ より大きくてよい。いくつかの実施形態において、複数の正確に成形された突起18の面密度は、複数の正確に成形された細孔の面密度とは関連がない。

#### 【0051】

正確に成形された突起18は、研磨層10の表面にわたってランダムに配置されてよく、又は例えば研磨層10にわたる繰り返しパターン等のパターンで配置されてもよい。パターンとしては、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。

#### 【0052】

投影した研磨パッドの合計表面積に対する遠位端18bの合計断面積は、約0.01%より大きく、約0.05%より大きく、約0.1%より大きく、約0.5%より大きく、約1%より大きく、約3%より大きく、約5%より大きく、約10%より大きく、約15%より大きく、約20%より大きく、又は更には約30%より大きくてよい。投影した研磨パッドの合計表面積に対する、正確に成形された突起18の遠位端18bの合計断面積は、約90%未満、約80%未満、約70%未満、約60%未満、約50%未満、約40%未満、約30%未満、約25%未満、又は更には約20%未満であってよい。投影した研磨パッドの合計表面積に対する、正確に成形された突起基部の合計断面積は、遠位端について説明したものと同一であってよい。

#### 【0053】

突起の高さについての平坦性の差異、すなわち与えられたサンプル（例えばセル内の正確に成形された突起のセット）における正確に成形された突起の最大高さ、最小高さとの間の高さの差は、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $25\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $15\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $12\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $7\text{ }\mu\text{m}$ 未満、又は更には $5\text{ }\mu\text{m}$ 未満であってよい。与えられた突起のサンプルの高さにおける平坦性の差異は、 $0$ より大きく、 $1\text{ }\mu\text{m}$ より大きく、 $2\text{ }\mu\text{m}$ より大きく、又は更には $3\text{ }\mu\text{m}$ より大きくてよい。サンプルサイズは、少なくとも $20$ 個の突起、少なくとも $30$ 個の突起、少なくとも $40$ 個の突起、又は更には少なくとも $50$ 個の突起であってよい。突起ピークの与えられたサンプルの高さの標準偏差は、 $8\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $6\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $4\text{ }\mu\text{m}$ 未満、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 未満、又は更には $2\text{ }\mu\text{m}$ 未満であってよい。サンプルサイズは、少なくとも $20$ 個の突起、少なくとも $30$ 個の突起、少なくとも $40$ 個の突起、又は更には少なくとも $50$ 個の突起であってよい。

10

**【0054】**

一実施形態において、本開示は、

i) 作業面及び作業面とは反対側を向いた第2の表面を有する研磨層であって、作業面が、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、ランド領域の厚さが約 $5\text{ mm}$ 未満であり、研磨層がポリマーを含む、研磨層、ii) 第1主面、反対側を向いた第2主面、及び複数の中空部を有する多孔質基材、及びiii) 研磨層のポリマーの一部が多孔質基材の中空部の少なくとも一部に埋め込まれている境界面領域、を含む研磨パッドを提供する。

**【0055】**

20

図2Aは、本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの一部の概略断面図を示す。研磨パッド60は、研磨層10、多孔質基材17、及び境界面領域90を含む。研磨層10は、上記で開示された研磨層の任意の1つであってよい。この例示的な実施形態において、研磨層10は、遠位端18bを有する正確に成形された突起18と、第2の表面13とを含む。研磨層10は、マクロチャネル19も含む。多孔質基材17は、第1主面17a、反対側を向いた第2主面17b、並びに深さDhを有する複数の中空部17v及び17v'を含む。中空部17v'は、研磨層10からのポリマーを含み、境界面領域90を形成する。境界面領域90は、研磨パッドの厚さを介して、マクロチャネル19と位置が整合している。本実施形態において、多孔質基材17は、例えば複数の穴である複数の中空部を有するフィルム基材であってよい。

30

**【0056】**

図2Bは、本開示のいくつかの実施形態による研磨パッドの一部の概略断面図を示す。研磨パッド61は、研磨層10、多孔質基材17、及び境界面領域90を含む。研磨層10は、上記で開示された研磨層のうちの任意の1つであってよい。この例示的な実施形態において、研磨層10は、遠位端18b及び第2の表面13を有する、正確に成形された突起18を含む。研磨層10はマクロチャネル19も含む。多孔質基材17は、第1主面17a及び反対側を向いた第2主面17b、並びに深さDhを有する複数の中空部17v及び17v'を有する。中空部17v'は、研磨層10からのポリマーを含み、境界面領域90を形成する。境界面領域90は、研磨パッドの厚さを介してマクロチャネル19と位置が整合している。本実施形態において、多孔質基材17は、例えば複数の貫通穴等の複数の中空部を有するフィルム基材であってよい。

40

**【0057】**

図2Cは、本開示のいくつかの実施形態による研磨パッドの一部の概略断面図を示す。研磨パッド62は、研磨層10、多孔質基材17、及び境界面領域90を含む。研磨層10は、上記で開示された研磨層のうちの任意の1つであってよい。この例示的な実施形態において、研磨層10は、遠位端18b及び第2の表面13を有する、正確に成形された突起18を含む。研磨層10はマクロチャネル19も含む。多孔質基材17は、第1主面17a及び反対側を向いた第2主面17b、並びに複数の中空部17v及び17v'を有する。中空部17v'は、研磨層10からのポリマーを含み、境界面領域90を形成する。境界面領域90は、研磨パッドの厚さを介してマクロチャネル19と位置が整合してい

50

る。境界面領域 90 は、大部分がマクロチャネル 19 の下に位置する。すなわち、境界面領域 90 は、研磨パッドの厚さを介してマクロチャネル 19 と位置が整合している。本実施形態において、多孔質基材 17 は、複数の中空部 17v' 及び繊維 171 を有する不織基材であってよい。

#### 【0058】

図 2D は、本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッドの一部の概略断面図を示す。研磨パッド 63 は、研磨層 10、多孔質基材 17、及び境界面領域 90 を含む。研磨層 10 は、上記で開示された研磨層のうちの任意の 1 つであってよい。この例示的な実施形態において、研磨層 10 は、遠位端 18b 及び第 2 の表面 13 を有する、正確に成形された突起 18 を含む。研磨層 10 はマクロチャネル 19 も含む。多孔質基材 17 は、第 1 主面 17a 及び反対側を向いた第 2 主面 17b、並びに複数の中空部 17v 及び 17v' を有する。中空部 17v' は、研磨層 10 からのポリマーを含み、境界面領域 90 を形成する。境界面領域 90 はマクロチャネル 19 の下、及び研磨層 10 と多孔質基材 17 との間の境界面全体にわたって位置する。本実施形態において、多孔質基材 17 は、複数の中空部 17v 及び繊維 171 を有する不織基材であってよい。

#### 【0059】

いくつかの実施形態において、本開示の研磨パッドの多孔質基材は、多孔質基材の周縁部の少なくとも一部を封止する縁部シール混合物を含んでよい。縁部シール混合物は、例えば気体、又は例えばスラリー等研磨溶液等の液体のうちの少なくとも 1 つの流体から、多孔質基材の周縁部の少なくとも一部を封止し得る。図 2E は研磨 63 の一部の概略断面図であり、研磨パッド 63 の多孔質基材 17 が縁部シール混合物 180 を更に含むことを除いて、研磨パッド 62 と同一である。縁部シール混合物 180 は、多孔質基材の周縁部の少なくとも一部を封止し得る。縁部シール混合物 180 は、研磨パッドが例えば研磨溶液等の液体の存在下で使用されるときに、例えば液体（研磨溶液等）が多孔質基材の中に吸収、若しくはウィッキングされるのを防ぐか、又は遅らせる。多孔質基材の周縁部の少なくとも一部を封止することによって、多孔質基材が流体を吸収できる場合に生じる研磨パッドの機械的特性の変化を、防ぐか又は最小限に抑える。いくつかの実施形態において、縁部シール混合物は、多孔質基材の周縁部の少なくとも一部を封止し得る。いくつかの実施形態において、縁部シール混合物は、多孔質基材の周縁部の少なくとも約 30%、少なくとも約 50%、少なくとも約 70%、少なくとも約 80%、少なくとも約 90%、少なくとも約 95%、少なくとも約 97%、少なくとも約 99%、又は更には少なくとも 100% を封止し得る。

#### 【0060】

縁部シール混合物は、当技術分野で知られているシーラント、コーキング材、接着剤のうちの少なくとも 1 つであってよい。縁部シール混合物は液体に対して耐性がある、例えば縁部シール混合物は、水、スラリー等の研磨溶液、及び溶媒のうちの少なくとも 1 つに対して耐性があり得る。いくつかの実施形態において、縁部シール混合物は疎水性である。縁部シール混合物は固体ポリマーであってよい。縁部シール混合物として、ポリウレタン、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、アクリレート樹脂、ポリスルフィド等が挙げられ得るが、これらに限定されない。いくつかの実施形態において、縁部シール混合物は、ホットメルト接着剤又は所定の位置で硬化する接着剤を含む。いくつかの実施形態において、縁部シール混合物は、ゴム等のエラストマーを含んでよい。例えばエラストマー組成物前駆体等の縁部シール混合物前駆体を、多孔質基材の周縁部の少なくとも一部に、多孔質基材の周縁部全体まで、かつ多孔質基材の周縁部全体を含んで適用した後に、エラストマーが形成されてよく、次に例えば加硫等でエラストマー組成前駆体を硬化される。縁部シール混合物は、例えばスプレーコーティング、ブレードコーティング、及び押出成形等の当技術分野で知られている技法によって、多孔質基材の周縁部に適用してよい。縁部シール混合物は、多孔質基材の周縁部の外側縁部をコーティングしてよく、多孔質基材の周縁領域における多孔質基材の細孔の中に埋め込まれてもよく、又はそれらの組み合わせでもよい。いくつかの実施形態において、縁部シール混合物は、最初は、例えば適切な溶

媒中に溶解されたポリマーから形成された縁部シール混合物前駆体等の、縁部シール混合物前駆体の形態であってよい。例えば乾燥等によって溶剤が除去された後、縁部シール混合物が形成され得る。いくつかの実施形態において、縁部シール混合物前駆体は、硬化させることができる混合物であり、縁部シール混合物は、縁部シール混合物前駆体を硬化させることによって形成される。いくつかの実施形態において、硬化させることは、熱硬化、例えばUV及び光硬化のうちの少なくとも1つの化学線硬化、のうちの少なくとも1つを含み得る。

#### 【0061】

境界面領域の厚さ、すなわちどれだけ境界領域が多孔質基材の中に貫入するかは、例えば研磨層の突起、細孔、及びマクロチャネルのうちの少なくとも1つの、深さ、高さ、幅、及び長さのうちの少なくとも1つである、研磨層のトポグラフィに依存してよい。境界面領域の厚さは特に制限されないが、いくつかの実施形態において、研磨層と多孔質基材との間の許容できる接合強さのために、境界面領域の少なくとも一部の厚さは、少なくとも約5  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約10  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約20  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約25  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約30  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約40  $\mu\text{m}$ 、又は更には少なくとも約50  $\mu\text{m}$ 、及び多孔質基材の厚さ以下、若しくは多孔質基材の厚さの2倍以下であってよい。いくつかの実施形態において、研磨パッドの厚さを介して少なくとも1つのマクロチャネルと位置が整合された境界面領域の、少なくとも一部の厚さは、少なくとも約5  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約10  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約20  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約25  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約30  $\mu\text{m}$ 、少なくとも約40  $\mu\text{m}$ 、又は更には少なくとも約50  $\mu\text{m}$ 、及び多孔質基材の厚さ以下、若しくは多孔質基材の厚さの2倍以下であってよい。境界面領域の最大厚さは、突起、細孔の最大深さ、及びマクロチャネルの最大深さのうちの少なくとも1つの最大高さとも一致し得る。いくつかの実施形態において、境界面領域の少なくとも一部の厚さは、約10  $\mu\text{m}$ ～約10 mm、約10  $\mu\text{m}$ ～約5 mm、約10  $\mu\text{m}$ ～約3 mm、約10  $\mu\text{m}$ ～約1000  $\mu\text{m}$ 、約10  $\mu\text{m}$ ～約800  $\mu\text{m}$ 、約10  $\mu\text{m}$ ～約600  $\mu\text{m}$ 、約10  $\mu\text{m}$ ～約400  $\mu\text{m}$ 、約25  $\mu\text{m}$ ～約10 mm、約25  $\mu\text{m}$ ～約5 mm、約25  $\mu\text{m}$ ～約3 mm、約25  $\mu\text{m}$ ～約1000  $\mu\text{m}$ 、約25  $\mu\text{m}$ ～約800  $\mu\text{m}$ 、約25  $\mu\text{m}$ ～約600  $\mu\text{m}$ 、約25  $\mu\text{m}$ ～約400  $\mu\text{m}$ 、約50  $\mu\text{m}$ ～約10 mm、約50  $\mu\text{m}$ ～約5 mm、約50  $\mu\text{m}$ ～約3 mm、約50  $\mu\text{m}$ ～約1000  $\mu\text{m}$ 、約50  $\mu\text{m}$ ～約800  $\mu\text{m}$ 、約50  $\mu\text{m}$ ～約600  $\mu\text{m}$ 、又は更には約50  $\mu\text{m}$ ～約400  $\mu\text{m}$ である。

#### 【0062】

研磨層は、例えば図1及び図2A～図2Eのマクロチャネル19等の、少なくとも1つのマクロチャネル又はマクロ溝を含んでよい。少なくとも1つのマクロチャネルは、改善された研磨溶液分布、研磨層の柔軟性をもたらすと共に、研磨パッドから削りくずを除去するのを容易にし得る。細孔とは違い、マクロチャネル又はマクロ溝は、その中にいつまでも流体を含有することはなく、流体はパッド使用中にマクロチャネルから流れ出ることができる。一般的にマクロチャネルは、正確に成形された細孔よりも、広くかつ深い。ランド領域の厚さYは、複数の正確に成形された細孔の深さよりも大きい必要があるため、一般的にランド領域は、突起のみを有し得る当技術分野で知られている他の研磨物品よりも、厚さが大きい。ランド領域をより厚くすることで、研磨層の厚さが増加する。より薄い厚さZを有し、(基部19aによって画定される)第2のランド領域を伴う、1つ以上のマクロチャネルを準備することによって、研磨パッドの向上した柔軟性が実現され得る。

#### 【0063】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つのマクロチャネルの基部の少なくとも一部は、1つ以上の第2の細孔(図1に示さず)を含み、第2の細孔の開口部は、マクロチャネル19の基部19aと実質的に同一面にある。一般的に、このタイプの研磨層の構成は、本明細書で開示された他のものほど効率的ではない。なぜなら、第2の細孔は、正確に成形された突起の遠位端からかなり離されて形成され得るからである。その後、細孔の中に含有された研磨流体は、正確に成形された突起の遠位端と被研磨基材等に作用する基

材との間の界面に十分近付けることができず、その中に含有された研磨溶液はあまり効果的ではない。いくつかの実施形態において、複数の正確に成形された細孔の開口部の合計表面積の、少なくとも約 5 %、少なくとも約 10 %、少なくとも約 30 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 99 %、又は更には少なくとも約 100 % は、少なくとも 1 つのマクロチャネルに含有されない。

【0064】

少なくとも 1 つのマクロチャネルの幅は、約 10  $\mu\text{m}$  より大きく、約 50  $\mu\text{m}$  より大きく、又は更には約 100  $\mu\text{m}$  より大きくてよい。マクロチャネルの幅は、約 20 mm 未満、約 10 mm 未満、約 5 mm 未満、約 2 mm 未満、約 1 mm 未満、約 500  $\mu\text{m}$  未満、又は更には約 200  $\mu\text{m}$  未満であってよい。少なくとも 1 つのマクロチャネルの深さは、約 50  $\mu\text{m}$  より大きく、約 100  $\mu\text{m}$  より大きく、約 200  $\mu\text{m}$  より大きく、約 400  $\mu\text{m}$  より大きく、約 600  $\mu\text{m}$  より大きく、約 800  $\mu\text{m}$  より大きく、約 1 mm 大きく、又は更には約 2 mm より大きい。いくつかの実施形態において、少なくとも 1 つのマクロチャネルの深さは、ランド領域の厚さ以下である。いくつかの実施形態において、少なくとも 1 つのマクロチャネルの少なくとも一部の深さは、少なくとも 1 つのマクロチャネルの一部に隣接するランド領域の厚さ未満である。少なくとも 1 つのマクロチャネルの深さは、約 15 mm 未満、約 10 mm 未満、約 8 mm 未満、約 5 mm 未満、約 3 mm 未満、又は更には約 1 mm 未満であってよい。

【0065】

いくつかの実施形態において、少なくとも 1 つのマクロチャネルの少なくとも一部の深さは、正確に成形された細孔の少なくとも一部の深さより大きくてよい。いくつかの実施形態において、少なくとも 1 つのマクロチャネルの少なくとも一部の深さは、正確に成形された細孔の深さより、少なくとも 5 %、少なくとも 10 %、少なくとも 20 %、少なくとも 30 %、少なくとも 50 %、少なくとも 70 %、少なくとも 80 %、少なくとも 90 %、少なくとも 95 %、少なくとも 99 %、又は更には少なくとも 100 % 大きくてよい。いくつかの実施形態において、少なくとも 1 つのマクロチャネルの少なくとも一部の幅は、正確に成形された細孔の少なくとも一部の幅よりも大きくてよい。いくつかの実施形態において、少なくとも 1 つのマクロチャネルの少なくとも一部の幅は、正確に成形された細孔の幅よりも、少なくとも 5 % より大きく、少なくとも 10 % より大きく、少なくとも 20 % より大きく、少なくとも 30 % より大きく、少なくとも 50 % より大きく、少なくとも 70 % より大きく、少なくとも 80 % より大きく、少なくとも 90 % より大きく、少なくとも 95 % より大きく、少なくとも 99 % より大きく、又は更には少なくとも 100 % より大きくてよい。

【0066】

正確に成形された細孔の深さに対する、少なくとも 1 つのマクロチャネルの深さの比率は、特に限定されない。いくつかの実施形態において、正確に成形された細孔の一部の深さに対する、少なくとも 1 つのマクロチャネルの少なくとも一部の深さの比率は、約 1.5 より大きく、約 2 より大きく、約 3 より大きく、約 5 より大きく、約 10 より大きく、約 15 より大きく、約 20 より大きく、約 25 より大きくてよい。正確に成形された細孔の少なくとも一部の深さに対する、少なくとも 1 つのマクロチャネルの少なくとも一部の深さの比率は、約 1000 未満、約 500 未満、約 250 未満、約 100 未満、又は更には 50 未満であってよい。いくつかの実施形態において、正確に成形された細孔の一部の深さに対する、少なくとも 1 つのマクロチャネルの少なくとも一部の深さの比率は、約 1.5 ~ 約 1000、約 5 ~ 約 1000、約 10 ~ 約 1000、約 15 ~ 約 1000、約 1.5 ~ 500、約 5 ~ 500、約 10 ~ 約 500、約 15 ~ 約 500、約 1.5 ~ 250、約 5 ~ 250、約 10 ~ 約 250、約 15 ~ 約 250、約 1.5 ~ 100、約 5 ~ 100、約 10 ~ 約 100、約 15 ~ 約 100、約 1.5 ~ 50、約 5 ~ 50、約 10 ~ 約 50、及び更には約 1.5 ~ 約 5 であってよい。正確に成形された細孔のこれらの比率が適用される部分は、正確に成形された細孔の少なくとも 5 %、少なくとも 10 %、少なくとも



20%、少なくとも30%、少なくとも50%、少なくとも70%、少なくとも80%、少なくとも90%、少なくとも95%、少なくとも99%、又は更には少なくとも100%を含んでよい。

【0067】

細孔の幅に対する少なくとも1つのマクロチャネルの幅の比率は、特に限定されない。いくつかの実施形態において、正確に成形された細孔の一部の幅に対する、少なくとも1つのマクロチャネルの一部の幅の比率（例えばパッドの横寸法に対して細孔が円形断面を有する場合は径）は、約1.5より大きく、約2より大きく、約3より大きく、約5より大きく、約10より大きく、約15より大きく、約20より大きく、又は更には約25より大きくてよい。正確に成形された細孔の少なくとも一部の幅に対する、少なくとも1つのマクロチャネルの少なくとも一部の幅の比率は、約1000未満、約500未満、約250未満、約100未満、又は更には約50未満であってよい。いくつかの実施形態において、正確に成形された細孔の一部の幅に対する、少なくとも1つのマクロチャネルの少なくとも一部の幅の比率は、約1.5～約1000、約5～1000、約10～約1000、約15～約1000、約1.5～500、約5～500、約10～約500、約15～約500、約1.5～250、約5～250、約10～約250、約15～約250、約1.5～100、約5～100、約10～約100、約15～約100、約1.5～50、約5～50、約10～約50、及び更には約15～約50であってよい。正確に成形された細孔のこれらの比率が適用される部分は、正確に成形された細孔の少なくとも5%、少なくとも10%、少なくとも20%、少なくとも30%、少なくとも50%、少なくとも70%、少なくとも80%、少なくとも90%、少なくとも95%、少なくとも99%、又は更には少なくとも100%を含んでよい。

【0068】

マクロチャネルは、加工、エンボス加工、及び鋳造を含むが限定しない、当技術分野で知られている任意の技法によって、研磨層の中に形成されてよい。（使用中における引っかき傷等の基材の欠陥を最小限に抑える助けとなる）研磨層の改善された表面仕上げのため、エンボス加工及び鋳造が好ましい。いくつかの実施形態において、マクロチャネルは、正確に成形された細孔及び/又は突起を形成するために使用されるエンボス加工プロセス中に作製される。これは、それらのネガティブすなわち突出した領域を、マクロチャネル自体と共にマスターツール内に形成し、次に、エンボス加工中に研磨層内に形成することによって実現される。これは特に有利である。なぜなら、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方、並びにマクロチャネルが、単一のプロセスステップで研磨層内に作製され、コスト及び時間の節約をもたらすからである。マクロチャネルは、当技術分野で知られている様々なパターンを形成するために作製され得る。様々なパターンとして、同心リング、平行線、径方向線、グリッド配列を形成する一連の線、らせん等が挙げられるが、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。図3は、本開示のいくつかの実施形態による、研磨層10の一部の上面概略図である。研磨層10は、作業面12及びマクロチャネル19を含む。マクロチャネルは、ヘリンボンパターンで準備される。図3のヘリンボンパターンは、図7に示される研磨層10に形成されるものと類似している。図7に関して、マクロチャネル19によって形成されるヘリンボンパターンは、約2.5mm×4.5mmの矩形「セル」すなわち作業面12を作り出す。マクロチャネルは、マクロチャネル基部19a（図1）に対応する第2のランド領域を準備する。第2のランド領域は、ランド領域14よりも薄い厚さZを有し、作業面12（図7及び図9参照）の個々の領域すなわち「セル」の、垂直方向に独立して動く機能を促進する。これは、研磨中の局所的平坦化を改善し得る。

【0069】

研磨層の作業面は、研磨層の表面におけるナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を、更を含んでよい。本明細書で使用される「ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部」は、約1000nm以下の長さ又は最長寸法を有する、規則的又は不規則に形成された範囲を指す。いくつかの実施形態において、正確に成形された突起、正確に成形された

細孔、ランド領域、第2のランド領域、又はそれらの任意の組み合わせは、それらの表面にナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を含む。一実施形態において、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方、並びにランド領域は、それらの表面にナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を含む。追加のトポグラフィは、パッド表面の親水特性を増加させると考えられ、これにより、研磨パッド表面にわたるスラリーの分布、ウェットティング、及び保有力を改善するものと思われる。ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部は、プラズマエッチング等のプラズマ処理、及び湿式化学エッチングを含む、当技術分野で知られている任意の方法によって形成され得るが、それらに限定されない。プラズマ処理は、その全体が本明細書に参照として組み入れられる、米国特許第8,634,146号(Davidらによる)及び米国仮特許出願第61/858670号(Davidらによる)で記載されているプロセスを含む。いくつかの実施形態において、ナノメートルサイズの特徴部は、規則的に形成された範囲、すなわち円形、正方形、六角形等の明確な形状を有する範囲であってよく、又はナノメートルサイズの特徴部は不規則な形状の範囲でもよい。範囲は、例えば六方配列又は正方配列等の規則的配列で配置されてよく、それらはランダム配列であってもよい。いくつかの実施形態において、研磨層の作業面上のナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部は、不規則な形状の範囲のランダム配列であってよい。範囲の長さスケールすなわち範囲の最長寸法は、約1000nm未満、約500nm未満、約400nm未満、約300nm未満、約250nm未満、約200nm未満、約150nm未満、又は更には約100nm未満であってよい。範囲の長さスケールは、約5nmより大きく、約10nmより大きく、約20nmより大きく、又は更には約40nmより大きくてよい。範囲の高さは、約250nm未満、約100nm未満、約80nm未満、約60nm未満、又は更には約40nm未満であってよい。範囲の高さは、約0.5nmより大きく、約1nmより大きく、約5nmより大きく、約10nmより大きく、又は更には約20nmより大きくてよい。いくつかの実施形態において、研磨層の作業面上のナノメートルサイズの特徴部は、規則的又は不規則な形状の溝を含み、それらの溝が範囲同士を分離する。溝の幅は、約250nm未満、約200nm未満、約150nm未満、約100nm未満、約80nm未満、約60nm未満、又は更には約40nm未満であってよい。溝の幅は、約1nmより大きく、約5nmより大きく、約10nmより大きく、又は更には約20nmより大きくてよい。溝の深さは、約250nm未満、約100nm未満、約80nm未満、約60nm未満、約50nm未満、又は更には40nm未満であってよい。溝の深さは、約0.5nmより大きく、約1nmより大きく、約5nmより大きく、約10nmより大きく、又は更には約20nmより大きくてよい。ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部は、非再生的と考えられる。すなわち、それらは、研磨プロセス、又は従来のCMP調整プロセスにおけるダイヤモンドパッドコンディショナーの使用等の従来の調整プロセスのいずれによっても形成又は再形成することはできないと考えられる。

#### 【0070】

ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部は、研磨層の表面の特性を変化させ得る。いくつかの実施形態において、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部は、研磨層の親水性すなわち親水特性を増加させる。ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部は、特徴部のトップ面における親水性表面、及びナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部の溝の基部における疎水性表面を含んでよい。ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を、正確に成形された突起表面、正確に成形された細孔の表面、ランド領域、及び/又は第2のランド領域表面に含める利点の1つは、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部が研磨プロセス中にすり減って突起表面からなくなった場合に、パッド表面すなわち研磨層の作業面にわたって親水特性を増加させることを含む、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部の明白な利点が維持されることである。なぜなら、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部は、研磨中に磨り減って、正確に成形された細孔の表面、及び/又はランド領域表面からなくなることがないためである。したがって、被研磨基材と接触する正確に成形された突起表面、すなわち正確に成形された突起の遠位端が、劣った湿潤

10

20

30

40

50

性を有し得るとしても、良好な表面の湿潤特質という驚くべき効果をもつ研磨層を得ることができる。したがって、正確に成形された細孔の開口部及び／又はランド領域の表面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の合計表面積を減少させることが望ましい場合がある。ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を、正確に成形された突起表面、正確に成形された細孔の表面、ランド領域、及び／又は第2のランド領域に含める別の利点は、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部の溝の幅が、CMP研磨溶液に使用されるスラリー粒子のサイズ程度であってよく、したがって、スラリー粒子の一部を、溝の中に、その後研磨層の作業面内に保持することによって研磨性能を向上させ得ることである。

#### 【0071】

いくつかの実施形態において、正確に成形された細孔の開口部の表面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率は、約4未満、約3未満、約2未満、約1未満、約0.07未満、約0.5未満、約0.4未満、約0.3未満、約0.25未満、約0.20未満、約0.15未満、約0.10未満、約0.05未満、約0.025未満、約0.01未満、又は更には約0.005未満である。いくつかの実施形態において、正確に成形された細孔の開口部の表面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率は、約0.0001より大きく、約0.0005より大きく、約0.001より大きく、約0.005より大きく、約0.01より大きく、約0.05より大きく、又は更には約0.1より大きくてよい。いくつかの実施形態において、正確に成形された細孔の開口部の表面積に対する、正確に成形された突起の突起基部の表面積の比率は、正確に成形された細孔の開口部の表面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率として説明したものと同一である。

#### 【0072】

いくつかの実施形態において、研磨パッドの合計投影面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率は、約0.7未満、約0.5未満、約0.4未満、約0.3未満、約0.25未満、約0.2未満、約0.15未満、約0.1未満、約0.05未満、約0.03未満、約0.01未満、約0.005未満、又は更には約0.001未満である。いくつかの実施形態において、研磨パッドの合計投影面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率は、約0.0001より大きく、約0.0005より大きく、約0.001より大きく、約0.005より大きく、約0.01より大きく、約0.05より大きく、又は更には0.1より大きくてよい。いくつかの実施形態において、研磨パッドの合計投影面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率は、約0.0001～約0.7、約0.0001～約0.5、約0.0001～約0.3、約0.0001～約0.2、約0.0001～約0.1、約0.0001～約0.05、約0.0001～約0.03、約0.0001～約0.2、約0.0001～約0.1、約0.0001～約0.5、約0.0001～約0.2、約0.0001～約0.1、約0.0001～約0.05、及び更には約0.0001～約0.03であってよい。いくつかの実施形態において、研磨パッドの合計投影面積に対する、正確に成形された突起の突起基部の表面積の比率は、研磨パッドの合計投影面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率として説明したものと同一である。

#### 【0073】

いくつかの実施形態において、ランド領域の表面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率は、約0.5未満、約0.4未満、約0.3未満、約0.25未満、約0.20未満、約0.15未満、約0.10未満、約0.05未満、約0.025未満、又は更には約0.01未満であって、約0.0001より大きく、約0.001より大きく、又は更には0.005より大きくてよい。いくつかの実施形態において、正確に成形された細孔の投影表面積及びランド領域の表面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率は、約0.5未満、約0.4未満、約0.3未満、約0.25未満、約0.20未満、約0.15未満、約0.10未満、約0.05未満、約0.025未

10

20

30

40

50

満、又は更には約 0.01 未満であって、約 0.0001 より大きく、約 0.001 より大きく、又は更には約 0.005 より大きくてよい。いくつかの実施形態において、ランド領域の表面積に対する、正確に成形された突起の突起基部の表面積の比率は、ランド領域の表面積に対する、正確に成形された突起の遠位端の表面積の比率として説明したものと同一である。

#### 【0074】

いくつかの実施形態において、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部の形成を含み得る表面改質技法を、研磨層の作業面を化学的に変える、又は改質するために用いることができる。例えばナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を含む、改質された研磨層の作業面の一部は、第 2 の表面層として言及され得る。改質されない研磨層の残り部分 10 は、バルク層と呼ばれ得る。図 1 B は研磨層 10' を示す。研磨層 10' は、第 2 の表面層 22 及び対応するバルク層 23 を含むことを除き、図 1 A の研磨層とほぼ同一である。本実施形態において、作業面は、第 2 の表面層 22 すなわち化学的に変えられた表面の領域と、バルク層 23 すなわち化学的に変えられていない第 2 の表面層に隣接する作業面の領域とを含む。図 1 B で示されるように、正確に成形された突起 18 の遠位端 18 b は、第 2 の表面層 22 を含むように改質される。いくつかの実施形態において、第 2 の表面層 22 の少なくとも一部における化学組成物は、バルク層 23 内の化学組成物とは異なる。例えば、作業面の最も外側の表面の少なくとも一部におけるポリマーの化学組成物は改質され、一方でこの改質された表面の下のポリマーは改質されていない。表面の改質は、様々な極性原子、分子、及び/又はポリマーによる化学的改質を含む、当技術分野で知られているポリマー表面改質を含み得る。いくつかの実施形態において、バルク層 23 内の化学組成物とは異なる、第 2 の表面層 22 の少なくとも一部における化学組成物は、シリコンを含む。第 2 の表面層 22 の厚さ、すなわち高さは特に限定されないが、正確に成形された特徴部の高さ未満であり得る。いくつかの実施形態において、第 2 の表面層の厚さは、約 250 nm 未満、約 100 nm 未満、約 80 nm 未満、約 60 nm 未満、約 40 nm 未満、約 30 nm 未満、約 25 nm 未満、又は更には約 20 nm 未満であってよい。第 2 の表面層の厚さは、約 0.5 nm より大きく、約 1 nm より大きく、約 2.5 nm より大きく、約 5 nm より大きく、約 10 nm より大きく、又は更には約 15 nm より大きくてよい。いくつかの実施形態において、正確に成形された突起の高さに対する、第 2 の表面層の厚さの比率は、約 0.3 未満、約 0.2 未満、約 0.1 未満、約 0.05 未満、約 0.03 未満、又は更には約 0.01 未満であってよく、約 0.0001 より大きく、又は更には約 0.001 より大きくてよい。正確に成形された突起が 2 つ以上の高さを有する突起を含む場合、正確に成形された最も高い突起の高さが、上記の比率を定めるために使用される。いくつかの実施形態において、研磨層の約 30% より大きい、約 40% より大きい、約 50% より大きい、約 60% より大きい、約 70% より大きい、約 80% より大きい、約 90% より大きい、約 95% より大きい、又は更には約 100% より大きい表面積が、第 2 の表面層を含む。

#### 【0075】

いくつかの実施形態において、表面層の厚さは、例えば細孔及び突起寸法（幅、長さ、深さ、及び高さ）等の研磨層寸法、研磨層厚さ、ランド領域厚さ、第 2 のランド領域厚さ 40、マクロチャネル深さ及び幅に含まれる。

#### 【0076】

いくつかの実施形態において、正確に成形された突起、正確に成形された細孔、ランド領域、第 2 のランド領域、又はこれらの任意の組み合わせは、第 2 の表面層を含む。一実施形態において、正確に成形された突起、正確に成形された細孔、及びランド領域は、第 2 の表面層を含む。

#### 【0077】

図 1 C は研磨層 10'' を示す。研磨層 10'' は、研磨層 10' の正確に成形された突起 18 の遠位端が第 2 の表面層 22 を含まないことを除き、図 1 B の研磨層とほぼ同一である。正確に成形された突起 18 の遠位端 18 b 上に第 2 の表面層 22 を有さない、 50

正確に成形された突起は、知られているマスキング技法を用いて、表面改質技法の間に遠位端をマスキングすることによって形成されるか、又は、図 1 B に示されるように、まずは正確に成形された突起 18 の遠位端 18 b 上に第 2 の表面層 22 を形成し、次に、ブレードッシングプロセス（研磨のために研磨層を使用する前に実施するドレッシングプロセス）によって、又は原位ドレッシングプロセス（実際の研磨プロセス中又は実際の研磨プロセスによって研磨層上で実施されるドレッシングプロセス）によって、第 2 の表面層 22 を遠位端 18 b からのみ除去することによって生成されてもよい。

#### 【0078】

いくつかの実施形態において、研磨層の作業面は基本的に、正確に成形された突起及びランド領域から構成され、任意選択で第 2 のランド領域を伴う。作業面は第 2 の表面層及びバルク層を更に含み、正確に成形された突起の少なくとも一部の遠位端は第 2 の表面層を含まない。いくつかの実施形態において、正確に成形された突起の遠位端のうち、少なくとも約 30 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、又は更には約 100 % は、第 2 の表面層を含まない。

#### 【0079】

いくつかの実施形態において、研磨層の作業面は、正確に成形された突起、正確に成形された細孔、及びランド領域、任意選択で第 2 のランド領域を含み、作業面は第 2 の表面層及びバルク層を更に含み、正確に成形された突起の少なくとも一部の遠位端は第 2 の表面層を含まない。いくつかの実施形態において、正確に成形された突起の遠位端のうち、少なくとも約 30 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、又は更には約 100 % は、第 2 の表面層を含まない。

#### 【0080】

第 2 の表面層は、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を含んでよい。いくつかの実施形態において、研磨層の作業面は基本的に、正確に成形された突起及びランド領域から構成され、任意選択で第 2 のランド領域を伴う。作業面は、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を更に含み、正確に成形された突起の少なくとも一部の遠位端は、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を含まない。いくつかの実施形態において、研磨層の作業面は、正確に成形された突起、正確に成形された細孔、及びランド層、任意選択で第 2 のランド層を含み、作業面はナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を更に含み、正確に成形された突起の少なくとも一部の遠位端は、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を含まない。いくつかの実施形態において、正確に成形された突起の遠位端のうち、少なくとも約 30 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、又は更には約 100 % は、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を含まない。正確に成形された突起の遠位端上に、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部のない正確に成形された突起は、知られているマスキング技法によって、表面改質技法中に遠位端をマスキングすることによって形成されてよく、又は、まずナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を正確に成形された突起の遠位端に形成して、次に、ブレードッシングプロセス若しくは原位ドレッシングプロセスによって、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を遠位端からのみ除去することによって製造されてもよい。いくつかの実施形態において、正確に成形された突起の高さに対する、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部の範囲における高さの比率は、約 0.3 未満、約 0.2 未満、約 0.1 未満、約 0.05 未満、約 0.03 未満、又は更には約 0.01 未満であってよく、約 0.0001 より大きく、又は更には約 0.001 より大きくてよい。正確に成形された突起が 2 つ以上の高さを有する突起を含む場合、正確に成形された最も高い突起の高さが、上記の比率を定めるために使用される。

#### 【0081】

いくつかの実施形態において、表面改質によって、作業面の疎水性の変化をもたらす。この変化は、接触角計測を含む様々な技法によって計測することができる。いくつかの実施形態において、作業面の接触角は、表面改質の前の接触角と比較して、表面改質の後に減少する。いくつかの実施形態において、第 2 の表面層の後退接触角、及び前進接触角の

10

20

30

40

50

うちの少なくとも1つは、対応するバルク層の後退接触角、又は前進接触角未満である。すなわち、第2の表面層の後退接触角はバルク層の後退接触角未満であり、及び/又は第2の表面層の前進接触角は、バルク層の前進接触角未満である。他の実施形態において、第2の表面層の後退接触角、及び前進接触角のうちの少なくとも1つは、対応するバルク層の後退接触角又は前進接触角よりも、少なくとも約10°小さいか、少なくとも約20°小さいか、少なくとも約30°小さいか、又は更には少なくとも約40°小さい。例えばいくつかの実施形態において、第2の表面層の後退接触角は、バルク層の後退接触角よりも、少なくとも約10°小さいか、少なくとも約20°小さいか、少なくとも約30°小さいか、又は更には少なくとも約40°小さい。いくつかの実施形態において、作業面の後退接触角は、約50°未満、約45°未満、約40°未満、約35°未満、約30°未満、約25°未満、約20°未満、約15°未満、約10°未満、又は更には約5°未満である。いくつかの実施形態において、作業面の後退接触角は約0°である。いくつかの実施形態において、後退接触角は、約0°～約50°、約0°～約45°、約0°～約40°、約0°～約35°、約0°～約30°、約0°～約25°、約0°～約20°、約0°～約15°、約0°～約10°、又は更には約0°～約5°であってよい。いくつかの実施形態において、作業面の前進接触角は、約140°未満、約135°未満、約130°未満、約125°未満、約120°未満、又は更には約115°未満である。前進接触角及び後退接触角の計測技法は、当技術分野で知られており、このような計測は、例えば本明細書で説明する「前進接触角及び後退接触角の試験方法」によって実施され得る。

#### 【0082】

研磨層の作業面に、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を含めることの特に有利な点の1つは、高い接触角を有するポリマーすなわち疎水性ポリマーが、研磨層を作製するために使用され得ることであり、更に作業面が親水性に改質され得ることである。これによって、特に研磨プロセスで使用される作業流体が水性ベースであるときに、研磨性能を促進する。これによって、研磨層は非常に多くのポリマー、すなわち優れた頑丈さを有し得るポリマーから作製することが可能になる。これによって研磨層、特に正確に成形された突起の摩耗を軽減させつつ、望ましくないほど高い接触角を得、すなわちそれらは疎水性である。したがって、長寿命のパッドと、研磨層の作業面の良好な表面湿潤性との両方の驚くべき相乗効果を有する研磨層が得られ、それによって全体的に改善された研磨性能を作り出す。

#### 【0083】

研磨パッドは、コア上に巻かれたフィルムの形態であってよく、使用中は「ロール・ツー・ロール」の形式で利用される。研磨パッドは、下記で更に説明するような、例えば円形パッド等、個々のパッドとして形成されてよい。本発明のいくつかの実施形態によると、研磨層、多孔質基材、及び境界面領域を含む研磨パッドは、サブパッドも含んでよい。図4Aは、上述の研磨パッド（例えば60、61、62、又は63等）のうちの任意の1つに従う研磨パッド70を含む、研磨パッド80を示す。研磨パッド70は、任意の上述の研磨層に従う研磨層、任意の上述の多孔質基材に従う多孔質基材、及び上述のような境界面領域を含む。研磨パッド80は、研磨層の作業面12及び多孔質基材の第2主面17b、並びに第2主面17bに隣接するサブパッド30を含む。任意選択的に、付加的な発泡体層40は、研磨パッド70の第2主面17bとサブパッド30との間に挟まれる。研磨パッド80の様々な層が、例えば感圧性接着剤（PSA）、ホットメルト接着剤、及び所定の位置で硬化する接着剤等を含む当技術分野で知られている任意の技法によって、共に接着され得る。いくつかの実施形態において、研磨パッド80は、第2主面17bに隣接する接着層（図示せず）を含む。例えばPSA転写テープ等、PSAと共に積層プロセスを用いることは、研磨パッド80の様々な層を接着するための1つの特定のプロセスである。サブパッド30は、当技術分野で知られている任意のものでよい。サブパッド30は、例えばポリカーボネート等の比較的硬質の材料の単一の層であってよく、又は例えばエラストマー発泡体等、比較的圧縮性のある材料の単一の層であってよい。サブパッド3

0は2つ以上の層も有してよく、実質的に剛体の層（例えば硬質材料、又はポリカーボネート、ポリエステル等の高モジュラス材料等）、及び実質的に圧縮性である層（例えばエラストマー又はエラストマー発泡体材料等）を含んでよい。付加的な発泡体層40は、ショアDで約20からショアDで約90までの間のデュロメータ硬さを有し得る。付加的な発泡体層40は、約125 $\mu$ m～約5mm、又は更には約125 $\mu$ m～約1000 $\mu$ mの厚さを有し得る。

#### 【0084】

1つ以上の不透明層を有するサブパッドを含む、本開示のいくつかの実施形態において、小さい穴をサブパッドに切り込んで、「窓」を作り出してよい。穴は、サブパッド全体を貫通して切られても、又は1つ以上の不透明層のみを貫通して切られてもよい。サブパッドの切断部分又は1つ以上の不透明層が、サブパッドから除去され、それによって光がこの領域に透過できる。穴は、研磨ツール圧盤の窓のエンドポイントと位置が整合するように予め位置付けられ、ツールのエンドポイント検出システムからの光を、研磨パッドを通して移動させてウエハに接触させることによって、研磨ツールのウエハエンドポイント検出システムの使用を容易にする。光ベースのエンドポイント研磨検出システムは、当技術分野で知られており、例えばカリフォルニア州サンタクララのApplied Materials, Inc. から入手可能な、MIRRA及びREFLECTION LK CMP研磨ツールで確認できる。本開示の研磨パッドは、このようなツール上で稼働するように作製されてよく、研磨ツールのエンドポイント検出システムと共に機能するように構成されたエンドポイント検出窓が、パッドに含まれてよい。一実施形態において、本開示の任意の研磨層の1つを含む研磨パッドは、サブパッドに積層され得る。サブパッドは、ポリカーボネート等少なくとも1つの硬質層、エラストマー発泡体等の少なくとも1つのコンプライアント層を含み、硬質層の弾性率はコンプライアント層の弾性率よりも大きい。コンプライアント層は、不透明で、エンドポイント検出のために必要とされる光の透過を妨げてよい。サブパッドの硬質層は、通常例えば転写接着剤又はテープ等のPSAの使用を介して、研磨層の第2の表面に積層される。積層の前又は後に、例えば標準的なキスカット方法又は手による切断によって、サブパッドの不透明なコンプライアント層に穴がダイカットされ得る。コンプライアント層の切断領域を除去して、研磨パッドに「窓」を作り出す。接着剤の残りが穴の開口部に存在する場合、例えば適切な溶媒及び/又は布等で拭うことによって、除去され得る。研磨パッドの「窓」は、研磨パッドが研磨ツール圧盤に取り付けられるとき、研磨パッドの窓の位置が研磨ツール圧盤のエンドポイント検出窓と整合するように構成される。穴の寸法は、例えば幅5cm以内、長さ20cm以内であってよい。穴の寸法は一般的に、圧盤のエンドポイント検出窓の寸法と同じであるか、又は類似する。

#### 【0085】

研磨パッドの厚さは、特に限定されない。研磨パッドの厚さは所望の厚さと一致して、適切な研磨ツールでの研磨を可能にし得る。研磨パッドの厚さは、約25 $\mu$ mより大きく、約50 $\mu$ mより大きく、約100 $\mu$ mより大きく、又は更には250 $\mu$ mより大きくてよく、約20mm未満、約10mm未満、約5mm未満、又は更には約2.5mm未満であってよい。研磨パッドの形状は、特に限定されない。パッドは、パッド形状が、使用中にパッドが装着される対応する研磨ツールの圧盤の形状と同一となるように作製され得る。円形、正方形、六角形等のパッド形状が用いられ得る。パッドの最大寸法、例えば円形パッドの径は、特に限定されない。パッドの最大寸法は、約10cmより大きく、約20cmより大きく、約30cmより大きく、約40cmより大きく、約50cmより大きく、約60cmより大きくてよく、約2.0m未満、約1.5m未満、又は更には約1.0m未満であってよい。上述のように、研磨層、サブパッド、付加的な発泡体層、及びそれらの任意の組み合わせのうちの任意の1つを含むパッドは、窓すなわち光が通過できる領域を含んでよく、例えばウエハエンドポイント検出等の研磨プロセスで用いられる、標準的なエンドポイント検出技法を可能にする。

#### 【0086】

いくつかの実施形態において、研磨層はポリマーを含む。研磨層 10 は、任意の知られているポリマーから作製されてよく、ポリマーとして、熱可塑性物質、例えばブロックコポリマーを基準とした熱可塑性エラストマー (TPE) 等の熱可塑性エラストマー、例えばエラストマー等の熱硬化性物質、及びそれらの組み合わせが挙げられる。研磨層 10 を作製するためにエンボス加工プロセスが用いられる場合、一般的に熱可塑性物質及び TPE が研磨層 10 として利用される。熱可塑性物質及び TPE として、ポリウレタン、ポリエチレン及びポリプロピレン等のポリアルキレン、ポリブタジエン、ポリイソプレン、ポリエチレンオキシド等のポリアルキレンオキシド、ポリエステル、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリスチレン、任意の前出のポリマーのブロックコポリマー等が挙げられ、これらの組み合わせを含むが、限定されない。また、ポリマーブレンドを使用してもよい。特に有用なポリマーの 1 つは熱可塑性ポリウレタンであり、オハイオ州ウィックリフの Lubrizol Corporation 社から、商品名 ESTANE 58414 で入手可能である。いくつかの実施形態において、研磨層の組成は、重量で少なくとも約 30 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、少なくとも約 99 %、又は更に少なくとも約 100 % のポリマーであってよい。

10

**【0087】**

いくつかの実施形態において、研磨層は熱可塑性物質及び熱可塑性エラストマーのうちの少なくとも 1 つを含む。いくつかの実施形態において、研磨層は熱可塑性ポリマー及び熱可塑性エラストマーを含む。いくつかの実施形態において、研磨層は熱硬化性ポリマーではない。いくつかの実施形態において、研磨層は熱可塑性物質及び熱可塑性エラストマーのうちの少なくとも 1 つの、少なくとも約 30 %、少なくとも約 40 %、少なくとも約 50 %、少なくとも約 60 %、少なくとも約 70 %、少なくとも約 80 %、少なくとも約 85 %、少なくとも約 90 %、少なくとも約 95 %、少なくとも約 97 %、少なくとも約 99 %、又は更には少なくとも約 100 % の重量を含む。

20

**【0088】**

いくつかの実施形態において、研磨層は単体のシートであってよい。単体のシートは、材料の単一の層 (すなわち例えば積層等の多層構造ではない) のみを含み、材料の単一の層は単一の組成を有する。組成は複数の構成要素、例えばポリマーブレンド又はポリマー無機複合体等を含んでよい。研磨層を形成するために必要なプロセスステップの数を最小限に抑えるので、単体シートを研磨層として使用することは、コスト利益をもたらす。単体シートを含む研磨層は、限定しないが、鋳造及びエンボス加工を含む、当技術分野で知られている技法から作製され得る。正確に成形された突起、正確に成形された穴、及び任意にマクロチャネルを有する研磨層を単一のステップで形成することができるため、単体シートが好ましい。

30

**【0089】**

研磨層 10 の硬度及び柔軟性は主として、それを作製するために使用したポリマーによって制御される。研磨層 10 の硬度は、特に限定されない。研磨層 10 の硬度は、ショア D で約 20 より大きく、ショア D で約 30 より大きく、又は更にはショア D で約 40 より大きくてよい。研磨層 10 の硬度は、ショア D で約 90 未満、ショア D で約 80 未満、又は更にはショア D で約 70 未満であってよい。研磨層 10 の硬度は、ショア A で約 20 より大きく、ショア A で約 30 より大きく、又は更にはショア A で約 40 より大きくてよい。研磨層 10 の硬度は、ショア A で約 95 未満、ショア A で約 80 未満、又は更にはショア A で約 70 未満であってよい。研磨層は柔軟であってよい。いくつかの実施形態において、研磨層はそれ自体の上に曲げることが可能であり、湾曲領域において、約 10 cm 未満、約 5 cm 未満、約 3 cm 未満、又は更には約 1 cm 未満、及び約 0.1 mm より大きい、約 0.5 mm より大きい、又は更には約 1 mm より大きい曲率半径を生成する。いくつかの実施形態において、研磨層はそれ自体の上に曲げることが可能であり、湾曲領域において、約 10 cm ~ 約 0.1 mm、約 5 cm ~ 約 0.5 mm、又は更には約 3 cm ~ 約 1 mm の曲率半径を生成する。

40

**【0090】**

50



研磨層 10 の耐用寿命を改善するために、高い頑丈さを有するポリマー材料を利用することが望ましい。これは、正確に成形された突起は、高さは小さいものの、長い使用寿命を有するようにかなり長い時間使用される必要があるという事実から、特に重要である。使用寿命は、研磨層が使用される特定のプロセスによって決定され得る。いくつかの実施形態において、使用寿命期間は、少なくとも約 30 分、少なくとも 60 分、少なくとも 100 分、少なくとも 200 分、少なくとも 500 分、又は更には少なくとも 1000 分である。使用寿命は、10000 分未満、5000 分未満、又は更には 2000 分未満であってよい。耐用寿命期間は、最終使用プロセス及び／又は被研磨基材に関する最終的なパラメータを計測することによって決定され得る。例えば、使用寿命は、（上記で定めた）特定の時間期間にわたって被研磨基材の平均除去量、若しくは除去量密度（除去量の標準偏差による計測値）を得ることによって、又は特定の時間期間にわたって基材上に均一の表面仕上げを生成することによって決定され得る。いくつかの実施形態において、研磨層は、被研磨基材の除去量の標準偏差をもたらすことができる。標準偏差は、少なくとも約 30 分、少なくとも約 60 分、少なくとも約 100 分、少なくとも約 200 分、又は更には少なくとも約 500 分の時間期間にわたって、約 0.1% ~ 20%、約 0.1% ~ 約 15%、約 0.1% ~ 約 10%、約 0.1% ~ 約 5%、又は更には約 0.1% ~ 約 3% である。時間期間は 10000 分未満であってよい。これを達成するために、例えば ASTM

D 638 で略述されるような典型的な張力試験を介して計測された、圧力対引張力の曲線よりも下に広い積分面積を有することで実証される、破損までの高い仕事量（Energy to Break Stress としても知られる）を有するポリマー材料を使用することが望ましい。破損までの高い仕事量は、より低い摩耗量の材料と相関し得る。いくつかの実施形態において、破損までの仕事量は、約 3 ジュールより大きく、約 5 ジュールより大きく、約 10 ジュールより大きく、約 15 ジュールより大きく、約 20 ジュールより大きく、約 25 ジュールより大きく、又は更には約 30 ジュールより大きい。破損までの仕事量は、約 100 ジュール未満、又は更には約 80 ジュール未満であってよい。

#### 【0091】

研磨層 10 を作製するために使用するポリマー材料は、実質的に純粋な形態で使用され得る。研磨層 10 を作製するために使用されるポリマー材料は、当技術分野で知られている充填材を含んでよい。いくつかの実施形態において、研磨層 10 は、いかなる無機研磨材料（例えば無機研磨粒子等）も実質的に含まず、すなわち研磨剤粒子を含まない。実質的に含まないということは、研磨層 10 は無機研磨剤粒子の、約 10% 未満の体積、約 5% 未満の体積、約 3% 未満の体積、約 1% 未満の体積、又は更には約 0.5% 未満の体積を含むことを意味する。いくつかの実施形態において、研磨層 10 は、実質的に無機研磨剤粒子を含有しない。研磨材料は、被研磨基材のモース硬度よりも大きいモース硬度を有する材料と定義され得る。研磨材料は、約 5.0 より大きく、約 5.5 より大きい、約 6.0 より大きい、約 6.5 より大きい、約 7.0 より大きい、約 7.5 より大きい、約 8.0 より大きい、又は更には約 9.0 より大きいモース硬度を有するものと定義され得る。最大モース硬度は、一般的に 10 とされる。研磨層 10 は、当技術分野で知られている任意の技法で作製されてよい。微細複製技法は、その全体が参照により本明細書に組み入れられる、米国特許第 6,285,001 号、同第 6,372,323 号、同第 5,152,917 号、同第 5,435,816 号、同第 6,852,766 号、同第 7,091,255 号及び米国特許出願公開第 2010/0188751 号に開示されている。

#### 【0092】

いくつかの実施形態において、研磨層 10 は以下のプロセスによって形成される。まず、ポリカーボネートのシートが、米国特許第 6,285,001 号に記載された手順に従ってレーザーアブレイトされ、ポジティブマスターツール、すなわち研磨層 10 に必要な表面トポグラフィとほぼ同じ表面トポグラフィを有するツールを形成する。次に、ポリカーボネートのマスターは、ネガティブマスターツールを形成する従来の技法を用いて、ニッケルめっきされる。次に、ニッケルのネガティブマスターツールは、例えば米国特許出願公開第 2010/0188751 号に記載されたプロセスである、エンボス加工プロセ

スに使用され、研磨層 10 を形成する。エンボス加工プロセスは、ニッケルのネガティブの表面上に溶融した熱可塑性物質又は T P E の押し出し成形を含んでよく、適切な圧力を伴って、溶融したポリマーがニッケルネガティブのトポグラフィ的特徴部に押し込まれる。溶融したポリマーを冷却したら、固体ポリマーフィルムはニッケルのネガティブから除去されてよく、それにより、所望のトポグラフィ的特徴部、すなわち正確に成形された細孔 16 及び / 又は正確に成形された突起 18 ( 図 1 A ) を有する作業面 12 を伴う、研磨層 10 を形成する。ネガティブが、マクロチャネルの所望のパターンに対応する適切なネガティブトポグラフィを含む場合、マクロチャネルは、エンボス加工プロセスを介して研磨層 10 に形成され得る。

#### 【 0 0 9 3 】

いくつかの実施形態において、研磨層 10 の作業面 12 は、微細複製プロセス中に形成されたトポグラフィの上部に、ナノメートルサイズのトポグラフィ的特徴部を更に含んでよい。これら追加の特徴部を形成するプロセスは、参照として事前に組み入れられている、米国特許第 8 , 6 3 4 , 1 4 6 号 ( D a v i d らによる ) 、及び米国仮特許出願第 6 1 / 8 5 8 6 7 0 号 ( D a v i d らによる ) で開示されている。

#### 【 0 0 9 4 】

多孔質基材は特に限定されず、複数の穴若しくは複数の貫通穴のうちの少なくとも一方を有するフィルム基材と、織基材若しくは不織基材と、連続気泡発泡体とのうちの少なくとも 1 つを含んでよい。いくつかの実施形態において、多孔質基材は連続気泡発泡体を含まない。多孔質基材はポリマーを含み得る。例えば研磨層 10 等の研磨層として上述したポリマーが、多孔質基材を形成するために使用され得る。多孔質基材は、無機繊維等の無機材料を含んでよく、無機材料として、酸化ケイ素 ( ガラス ) 及び酸化アルミニウム等の金属酸化物、炭化ケイ素、炭素等が挙げられるが、それらに限定されない。多孔質基材はセラミック繊維であってよい。

#### 【 0 0 9 5 】

多孔質基材の厚さは、特に限定されない。いくつかの実施形態において、多孔質基材の厚さは、約 10  $\mu\text{m}$  ~ 約 1000  $\mu\text{m}$ 、約 10  $\mu\text{m}$  ~ 約 500  $\mu\text{m}$ 、約 10  $\mu\text{m}$  ~ 約 400  $\mu\text{m}$ 、約 10  $\mu\text{m}$  ~ 約 300  $\mu\text{m}$ 、約 10  $\mu\text{m}$  ~ 約 200  $\mu\text{m}$ 、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 1000  $\mu\text{m}$ 、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 500  $\mu\text{m}$ 、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 400  $\mu\text{m}$ 、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 300  $\mu\text{m}$ 、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 200  $\mu\text{m}$ 、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 1000  $\mu\text{m}$ 、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 500  $\mu\text{m}$ 、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 400  $\mu\text{m}$ 、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 300  $\mu\text{m}$ 、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 200  $\mu\text{m}$ 、約 65  $\mu\text{m}$  ~ 約 1000  $\mu\text{m}$ 、約 65  $\mu\text{m}$  ~ 約 500  $\mu\text{m}$ 、約 65  $\mu\text{m}$  ~ 約 400  $\mu\text{m}$ 、約 65  $\mu\text{m}$  ~ 約 300  $\mu\text{m}$ 、約 65  $\mu\text{m}$  ~ 約 200  $\mu\text{m}$ 、約 75  $\mu\text{m}$  ~ 約 1000  $\mu\text{m}$ 、約 75  $\mu\text{m}$  ~ 約 500  $\mu\text{m}$ 、約 75  $\mu\text{m}$  ~ 約 400  $\mu\text{m}$ 、約 75  $\mu\text{m}$  ~ 約 300  $\mu\text{m}$ 、又は更には約 75  $\mu\text{m}$  ~ 約 200  $\mu\text{m}$  であってもよい。

#### 【 0 0 9 6 】

中空部を含む多孔質基材の割合、すなわち多孔質基材の中空部容積の割合は、特に限定されない。多孔質基材の中空部の容積の割合は、約 0 . 0 1 ~ 0 . 9 9 であってよい。多孔質基材の中空部の容積は、正確に成形された突起、正確に成形された細孔、及び / 又はマクロチャネルが、例えばエンボス加工プロセスを介して形成される際に研磨層から移動されるポリマーの体積の多くの部分を含有するのに十分に大きくするべきである。いくつかの実施形態において、多孔質基材の中空部の容積は、移動されるポリマーの体積の、少なくとも 70 %、少なくとも 80 %、少なくとも 90 %、少なくとも 95 %、又は更には少なくとも約 100 % であってよい。移動されるポリマーの体積は、例えばマクロチャネルの下領域等の局所であってよく、そのため、多孔質基材の中空部の容積は、多孔質基材のポリマーの移動される体積の合計よりも、大幅に大きくてよい。いくつかの実施形態において、多孔質基材の中空部の容積は、移動されるポリマーの体積の少なくとも 100 %、少なくとも 125 %、少なくとも 150 %、少なくとも 200 %、少なくとも 300 %、少なくとも 400 %、又は更には少なくとも 500 % であってよい。いくつかの実施形態において、多孔質基材の中空部の容積は、移動されるポリマーの体積の 5000 % 未

10

20

30

40

50

満、2000%未満、1500%未満、又は更には1000%未満であってよい。いくつかの実施形態において、多孔質基材の複数の中空部の容積は、研磨層のポリマーの、多孔質基材の複数の中空部の少なくとも一部に埋め込まれている部分の体積の、少なくとも100%、少なくとも125%、少なくとも150%、少なくとも200%、少なくとも300%、少なくとも400%、又は更には少なくとも500%であってよく、任意選択的に、いくつかの実施形態においては、多孔質基材の複数の中空部の容積は、研磨層のポリマーの、多孔質基材の複数の中空部の少なくとも一部に埋め込まれている部分の体積の、5000%未満、2000%未満、1500%未満、1000%未満、800%未満、600%未満、500%未満、400%未満、300%未満、200%未満であってよい。

【0097】

10

多孔質基材は、織基材又は不織基材であってよい。当技術分野で知られている織基材及び不織基材が使用され得る。織基材又は不織基材は、ポリマー繊維等のポリマー、及び/又は無機繊維等の無機材料を含み得る。いくつかの実施形態において、織基材又は不織基材のうちの少なくとも1つは、織材紙又は不織材紙、フェルト、マット及び生地すなわち布地のうちの少なくとも1つであってよい。いくつかの実施形態において、多孔質基材は織基材を含み、不織基材を含まない。いくつかの実施形態において、多孔質基材は不織基材を含み、織基材を含まない。多孔質基材の織基材及び不織基材は、有機物、無機物、又はこれらの組み合わせであってよい。多孔質基材の織基材及び不織基材は、ポリマー紙等のポリマー織基材及びポリマー不織基材、フェルト、マット、並びに/又は生地(布地)のうちの少なくとも1つを含んでよい。多孔質保護層の織基材及び不織基材は、無機紙等の機織基材及び無機不織基材、フェルト、マット、並びに/又は生地(布地)のうちの少なくとも1つを含んでよい。少なくとも1つの織基材及び不織基材は、ポリマー材料及び無機材料のうちの少なくとも1つを含んでよい。織基材及び不織基材は、例えば複数の繊維等の繊維を含んでよい。織基材及び不織基材は、ポリマー繊維及び無機繊維のうちの少なくとも1つから作製され得る。いくつかの実施形態において、織基材及び不織基材は、ポリマー繊維及び無機繊維のうちの少なくとも1つを含んでよい。いくつかの実施形態において、織基材及び不織基材は、ポリマー繊維を含み、かつ無機繊維を除外してよい。いくつかの実施形態において、織基材及び不織基材は、無機繊維を含み、かつポリマー繊維を除外してよい。いくつかの実施形態において、織基材及び不織基材は、無機繊維及びポリマー繊維の両方を含んでよい。

20

30

【0098】

いくつかの実施形態において、繊維を含む少なくとも1つの織基材及び不織基材の繊維は、長さ対幅のアスペクト比、及び長さ対厚さのアスペクト比の両方が約10より大きくてよく、幅対厚さのアスペクト比が約5未満であってよい。円形の形状である断面積を有する繊維の場合、幅及び厚さは同一であり、円形断面の直径に等しくなる。繊維の長さ対幅及び長さ対厚さのアスペクト比に関する特定の上限はない。繊維の長さ対厚さ及び長さ対幅のアスペクト比の両方は、約10~約1000000、10~約100000、約10~約1000、約10~約500、10~約250、10~約100、約10~約50、約20~約1000000、20~約100000、20~約1000、20~約500、20~約250、20~約100、又は更には約20~約50であってよい。繊維の幅及び厚さは、それぞれ、約0.001~約100 $\mu$ m、約0.001 $\mu$ m~約50 $\mu$ m、約0.001~約25 $\mu$ m、約0.001 $\mu$ m~約10 $\mu$ m、約0.001 $\mu$ m~約1 $\mu$ m、約0.01~約100 $\mu$ m、約0.01 $\mu$ m~約50 $\mu$ m、約0.01~約25 $\mu$ m、約0.01 $\mu$ m~約10 $\mu$ m、約0.01 $\mu$ m~約1 $\mu$ m、約0.05~約100 $\mu$ m、約0.05 $\mu$ m~約50 $\mu$ m、約0.05~約25 $\mu$ m、約0.05 $\mu$ m~約10 $\mu$ m、約0.05 $\mu$ m~約1 $\mu$ m、約0.1~約100 $\mu$ m、約0.1 $\mu$ m~約50 $\mu$ m、約0.1~約25 $\mu$ m、約0.1 $\mu$ m~約10 $\mu$ m、又は更には約0.1 $\mu$ m~約1 $\mu$ mであってよい。いくつかの実施形態において、繊維の厚さと幅とは、同一であってよい。

40

【0099】

50

繊維は、従来の技法を用いて、織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つに作製され得る。不織基材は、メルトブローン繊維プロセス、スパンボンドプロセス、カーディングプロセス等によって作製され得る。いくつかの実施形態において、繊維の長さ対厚さのアスペクト比、及び長さ対幅のアスペクト比は、100000より大きく、約100000より大きく、約1000000より大きく、又は更には10000000より大きくてよい。いくつかの実施形態において、繊維の長さ対厚さのアスペクト比、及び長さ対幅のアスペクト比は、約10～約100000000、約10～約100000000、約10～約100000000、約20～約1000000000、約20～約1000000000、約50～約1000000000、約50～約1000000000、又は更には約50～約1000000000であってもよい。

10

#### 【0100】

織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つは、従来の織材紙及び不織材紙、フェルト、マット、及び当技術分野で知られている生地（布地）を含んでよい。織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つは、ポリマー繊維及び無機繊維のうちの少なくとも1つを含んでよい。織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つを形成するために使用されるタイプの数、すなわちポリマー繊維のタイプ及び/又は無機繊維のタイプの数は、特に限定されない。ポリマー繊維は、1つのポリマー組成物又は1つのポリマータイプ等、少なくとも1つのポリマーを含んでよい。ポリマー繊維は、少なくとも2つのポリマー、すなわち2つのポリマー組成物又は2つのポリマータイプを含んでよい。例えば、ポリマー繊維は、ポリエチレンから成る一方のセットの繊維、及びポリプロピレンから成る他方のセットの繊維を含んでよい。少なくとも2つのポリマーが使用される場合、第1のポリマー繊維は、第2のポリマー繊維よりも低いガラス転移温度及び/又は融解温度を有し得る。第1のポリマー繊維は、織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つのポリマー繊維と一緒に融合させ、例えば織基材及び不織基材のうちの、少なくとも1つの機械的特性を改善するために使用され得る。無機繊維は、例えば1つの無機組成物又は1つの無機物タイプ等、少なくとも1つの無機物を含んでよい。無機繊維は、少なくとも2つの無機物、すなわち2つの無機組成物又は2つの無機物タイプを含んでよい。織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つは、1つのポリマー組成物又はポリマータイプ等のポリマー繊維、及び1つの無機組成物又は1つの無機物タイプ等の少なくとも1つの無機繊維のうちの、少なくとも1つを含んでよい。例えば、織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つは、ポリエチレン繊維及びガラス繊維を含んでよい。

20

30

#### 【0101】

織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つのポリマー繊維は、特に限定されない。いくつかの実施形態において、織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つのポリマー繊維は、熱可塑性物質及び熱硬化性物質のうちの少なくとも1つを含んでよい。熱可塑性物質は、熱可塑性エラストマーを含み得る。熱硬化性物質は、Bステージポリマーを含み得る。いくつかの実施形態において、織基材及び不織基材のうちの少なくとも1つのポリマー繊維として、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン、ユリアホルムアデヒド（urea-formaldehyde）樹脂、メラミン樹脂、例えばポリエチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリアミド、ポリエーテル、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリアクリレート、ポリメタキレート（polymethacrylates）、例えば、ポリエチレン及びポリプロピレン等のポリオレフィン、例えばスチレン-ブタジエン-スチレン等のスチレン並びにスチレン系ランダムコポリマー及びブロックコポリマー、ポリ塩化ビニル、並びに例えばポリフッ化ビニリデン及びポリテトラフルオロエチレン等のフッ素化ポリマー類が挙げられるが、これらに限定されない。いくつかの実施形態において、ポリマー繊維は、ポリウレタン、ポリエステル、ポリアミド、ポリエーテル、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリアクリレート、ポリメタキレート、ポリオレフィン、スチレン並びにスチレン系ランダムコポリマー及びブロックコポリマー、ポリ塩化ビニル、並びにフッ素化ポリマーのうちの少なくとも

40

50

1 つを含む。

【 0 1 0 2 】

織基材及び不織基材のうちの少なくとも 1 つの無機繊維は、特に限定されない。いくつかの実施形態において、織基材及び不織基材のうちの少なくとも 1 つの無機繊維は、セラミックを含んでよい。セラミックとして、金属酸化物に限定せず、例えばガラス及びドープガラス等の酸化ケイ素、及び酸化アルミニウムを挙げることができる。いくつかの実施形態において、織基材及び不織基材のうちの少なくとも 1 つの無機繊維として、シリコン酸化膜及び酸化アルミニウム等のセラミック、ボロン、シリコン、水和ケイ酸マグネシウム等のケイ酸マグネシウム、ケイ酸カルシウム等のケイ灰石、及び岩綿のうちの少なくとも 1 つを含むが、これらに限定されない。

10

【 0 1 0 3 】

多孔質基材は、複数の穴又は複数の貫通穴のうちの少なくとも 1 つを有するフィルム基材であってよい。穴及び貫通穴の幅又は長さは、特に限定されない。穴及び貫通穴の深さ  $D_h$  (図 2 A 及び図 2 B 参照) は、多孔質基材 17 等の多孔質基材の厚さによる限定以外は、特に限定されない。多孔質基材の第 1 主面の水平面で見たとときの穴及び貫通穴の形状は特に限定されない。穴及び貫通穴の形状として、円形、楕円形、正方形、矩形、三角形等が挙げられるが、これらに限定されない。異なる形状の混合を使用してもよい。穴及び貫通穴はランダムに配置してよく、又はパターンの形態であってもよい。穴及び貫通穴のパターンとして、方形配列、矩形配列、及び六方配列が挙げられるが、これらに限定されない。

20

【 0 1 0 4 】

多孔質基材のフィルム基材は特に限定されず、従来のライナー及び剥離ライナー、例えば、低表面エネルギーコーティングを有しても有しなくてもよいポリマーフィルムを含んでよい。フィルム基材のポリマーは、熱可塑性ポリマー及び熱硬化性ポリマーのうち少なくとも 1 つであってもよい。熱可塑性ポリマーとして、ポリエチレン及びポリプロピレン等のポリアルキレン、ポリウレタン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリスルホン、ポリストレン (polystyrene)、ポリエチレンテレフタレート及びポリエチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリブタジエン、ポリイソブレン、ポリエチレンオキシド等のポリアルキレンオキシド、エチレンビニルアセテート、セルロースアセテート、エチルセルロース、及び上述の任意のポリマーのブロックコポリマーが挙げられるが、これらに限定されない。熱硬化性ポリマーとしては、ポリイミド、ポリウレタン、ポリエステル、エポキシ樹脂、フェノールホルムアルデヒド樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、及びゴムが挙げられるが、これらに限定されない。いくつかの実施形態において、フィルム基材は誘電性ポリマーフィルム基材である。フィルム基材のポリマーはポリマーブレンドであってよい。

30

【 0 1 0 5 】

複数の穴及び / 又は貫通穴の数及び面密度は、特に限定されない。いくつかの実施形態において、複数の穴及び / 又は貫通穴の表面積の比率、すなわちフィルム基材 (第 1 主面又は第 2 主面) の合計表面積に対する、フィルム基材の表面 (第 1 主面又は第 2 主面) 上に各穴が投影された表面の合計の比率は、約 0.01 ~ 約 0.90、約 0.01 ~ 約 0.80、約 0.01 ~ 約 0.70、約 0.05 ~ 約 0.90、約 0.05 ~ 約 0.80、約 0.05 ~ 約 0.70、約 0.1 ~ 約 0.90、約 0.1 ~ 約 0.80、約 0.1 ~ 約 0.70、約 0.2 ~ 約 0.90、約 0.2 ~ 約 0.80、約 0.2 ~ 約 0.70、約 0.3 ~ 約 0.90、約 0.3 ~ 約 0.80、又は更には約 0.3 ~ 約 0.70 である。いくつかの実施形態において、複数の穴及び / 又は複数の貫通穴の個々の穴及び / 又は貫通穴の幅及び / 又は長さは、それぞれ約 5  $\mu\text{m}$  ~ 約 5 mm、約 5  $\mu\text{m}$  ~ 約 2.5 mm、約 5  $\mu\text{m}$  ~ 約 1 mm、約 5  $\mu\text{m}$  ~ 約 500  $\mu\text{m}$ 、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 5 mm、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 2.5 mm、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 1 mm、約 25  $\mu\text{m}$  ~ 約 500  $\mu\text{m}$ 、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 5 mm、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 2.5 mm、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 1 mm、約 50  $\mu\text{m}$  ~ 約 500  $\mu\text{m}$ 、約 100  $\mu\text{m}$  ~ 約 5 mm、約 100  $\mu\text{m}$  ~ 約 2.5 mm、約 100  $\mu\text{m}$  ~ 約 1 mm、又は更には約

40

50

5  $\mu\text{m}$  ~ 約 100  $\mu\text{m}$  である。いくつかの実施形態において、複数の穴及び / 又は貫通穴はパターンの形態であってよい。

【0106】

多孔質基材は連続気泡発泡体を含んでよい。当技術分野で知られている連続気泡発泡体を使用され得る。

【0107】

研磨システムに関する本開示の別の実施形態において、研磨システムは、上述の研磨パッド及び研磨溶液のうちの任意の1つを含む。研磨パッドは、上記で開示された任意の研磨層10及び多孔質基材17、並びに境界面領域を含んでよい。使用される研磨溶液は特に限定されず、当技術分野で知られている任意のものでよい。研磨溶液は水性又は非水性である場合、粒子を含まない)を有する研磨溶液と定義される。非水性溶液は、重量で水の50%未満の液相を有する研磨溶液と定義される。いくつかの実施形態において、研磨溶液はスラリー、すなわち有機物若しくは無機物の研磨剤粒子、又はそれらの組み合わせを含有する液体である。研磨溶液内の有機物若しくは無機物の研磨剤粒子、又はそれらの組み合わせの濃度は、特に限定されない。研磨溶液内の有機物若しくは無機物の研磨剤粒子、又はそれらの組み合わせの濃度は、重量で約0.5%より大きく、約1%より大きく、約2%より大きく、約3%より大きく、約4%より大きく、又は更には約5%より大きくてよく、重量で約30%未満、約20%未満、約15%未満、又は更には約10%未満であってよい。いくつかの実施形態において、研磨溶液は有機物又は無機物の研磨剤粒子を実質的に含まない。「有機物又は無機物の研磨剤粒子を実質的に含まない」とは、研磨溶液が、有機物又は無機物の研磨剤粒子の重量の、約0.5%未満、約0.25%未満、約0.1%未満、又は更には約0.05%未満を含有することを意味する。一実施形態において、研磨溶液は、有機物又は無機物の研磨剤粒子を含有しなくてもよい。研磨システムは、浅溝分離型CMPを含むがそれに限定されない、酸化ケイ素CMPに使用されるスラリー等の研磨溶液と、タングステンCMP、銅CMP、及びアルミニウムCMPを含むがそれらに限定されない、金属CMPに使用されるスラリー等の研磨溶液と、 tantalum及び窒化タンタルCMPを含むがそれらに限定されない、バリアCMPに使用されるスラリー等の研磨溶液と、サファイアのような硬い基材を研磨するために使用されるスラリー等の研磨溶液とを含む。研磨システムは、被研磨基材を更に含んでよい。

【0108】

いくつかの実施形態において、本開示の研磨パッドは、少なくとも2つの研磨パッド、すなわち研磨パッドの多層配置を含んでよい。研磨パッドの多層配置を有する研磨パッドの研磨パッドは、本開示の実施形態の任意の研磨パッドを含んでよい。図4Bは、例えば研磨パッド70及び70'等の研磨パッドの多層配置を有する研磨パッド80'を示す。研磨パッド80'は、研磨層60、61、62、又は63等の研磨層の作業面12と、多孔質基材17等の多孔質基材の第2主面17bとを有する研磨パッド70、及び、作業面12'と第2主面17b'とを有し、研磨パッド70とサブパッド30との間に配設される第2の研磨パッド70'を含む。2つの研磨層は取り外し可能に互いと連結されてよく、それによって、例えば研磨パッド70がその耐用寿命の終わりに達したとき、又は損傷を受けて使用できないときに、研磨パッド70を研磨パッドから取り外して、第2の研磨パッド70'の作業面12'を露出させることができる。そして、研磨では、第2の研磨層の新たな作業面を使用し続けることができる。研磨層の多層配置を有する研磨パッドの1つの利点は、パッドの交換に関連する休止時間及びコストが大幅に低減することである。任意の付加的な発泡体層40を、研磨パッド70と70'との間に配設してもよい。任意の付加的な発泡体層40'を、研磨パッド70'とサブパッド30との間に配設してもよい。研磨層の多層配置を有する研磨パッドの、任意の付加的な発泡体層は、同じ発泡体であっても、又は異なる発泡体であってもよい。1つ以上の任意の付加的な発泡体層は、任意の発泡体層40について前述したように、同じデュロメータ及び厚さ範囲を有してよい。

10

20

30

40

50

## 【0109】

接着層（図示せず）は、研磨パッド70の第2主面17bを第2の研磨パッド70'の作業面12'に連結するために使用され得る。接着層は、例えば転写テープ接着剤等の単一の接着層、又は例えばバックグを含み得る両面テープ等の多層の接着層を含んでよい。多層の接着層を使用する場合、接着層の接着剤は同じものであっても、又は異なるものであってもよい。研磨パッド70を第2の研磨パッド70'に取り外し可能に連結させるために接着層が使用されるとき、接着層は研磨パッド70'の作業面からきれいに取り外されてよく（接着層が研磨パッド70の第2主面17bと共に残る）、研磨パッド70の第2主面17bからきれいに取り外されてよく（接着層が研磨パッド70'の作業面12'と共に残る）、又は接着層の一部が、研磨パッド70の第2主面17b、及び第2の研磨パッド70'の作業面12'に残ってもよい。接着層は、適切な溶媒中で可溶又は分散可能であってよく、そのため溶媒は第2の研磨層10'の作業面12'に残り得る接着層の全ての残余接着剤を除去する補助をするために使用されてよく、又は、接着層が作業面12'に残った場合に、接着層の接着剤を溶解又は分散させて、第2の研磨パッド70'の第1の表面12'を露出させるために使用されてよい。

10

## 【0110】

接着層の接着剤は、感圧接着剤（PSA）であってよい。感圧性接着層が少なくとも2つの接着層を含む場合、各接着層の粘着度は、接着層を、研磨パッド70の第2主面17b又は第2の研磨パッド70'の作業面12'のいずれかから容易にきれいに取り外せるように調整され得る。一般的に、接着する表面に対して低い粘着度を有する接着層は、表面からきれいに取り外すことができる。感圧接着層が単一の接着層を含む場合、接着層の各主面の粘着度は、接着層を、研磨パッド70の第2主面17b又は研磨パッド70'の作業面12'のいずれかから容易にきれいに取り外せるように調整され得る。一般的に、接着する表面に対して低い粘着度を有する接着面は、その面からきれいに取り外すことができる。いくつかの実施形態において、第2の研磨パッド70'の作業面12'に対する接着層の粘着度は、研磨パッド70の第2主面に対する接着層の粘着度よりも低い。いくつかの実施形態において、第2の研磨パッド70'の作業面12'に対する接着層の粘着度は、研磨パッド70の第2主面17bに対する接着層の粘着度よりも大きい。

20

## 【0111】

取り外し可能に連結するとは、例えば上部研磨パッド等の研磨パッドを、例えば下部研磨パッド等の第2の研磨パッドから、第2の研磨パッドを破損させないように取り除くことができることを意味する。接着層、特に感圧性接着層は、接着層固有の剥離強度及びせん断強度によって、研磨パッドを第2の研磨パッドに、取り外し可能に連結させることができる。接着層は、低い剥離強度を有するように設計されることが望ましく、それによって研磨パッドの表面は接着層から容易に剥離することができ、しかも高いせん断強度を有することが望ましく、それによって研磨中のせん断応力下で、接着剤が表面にしっかりと接着された状態を保つ。研磨パッドは、第1の研磨パッドを第2の研磨パッドから剥離することによって、第2の研磨パッドから取り除くことができる。

30

## 【0112】

研磨パッドの多層配置を有する上述の任意の研磨パッドにおいて、接着層は感圧性接着層であってよい。接着層の感圧性接着剤として、天然ゴム、スチレンブタジエンゴム、スチレンイソプレン - スチレン（コ）ポリマー、スチレン - ブタジエン - スチレン（コ）ポリマー、（メタ）アクリル（コ）ポリマーを含むポリアクリレート、ポリイソブチレン及びポリイソブレン等のポリオレフィン、ポリウレタン、ポリビニルエチルエーテル、ポリシロキサン、シリコーン、ポリウレタン、ポリ尿素、又はこれらのブレンドを挙げることができるが、これらに限定されない。好適な溶剤可溶性接着剤又は分散性感圧接着剤として、ヘキサン、ヘプタン、ベンゼン、トルエン、ジエチルエーテル、クロロホルム、アセトン、メタノール、エタノール、水、又はこれらのブレンドに可溶性であるものを挙げることができるが、これらに限定されない。いくつかの実施形態において、感圧性接着層は、水溶性又は水和性のうちの少なくとも1つである。

40

50

## 【0113】

研磨パッドを連結する接着層を含む、研磨パッドの多層配置を有する上述の任意の研磨パッドにおいて、接着層はバックグランドを含んでよい。好適なバックグランド層材料として、紙、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリプロピレンフィルム、ポリオレフィン、又はこれらのブレンドを挙げることができるが、これらに限定されない。

## 【0114】

研磨パッドの多層配置を有する上述の任意の研磨パッドにおいて、関連する任意の与えられた研磨パッドの多孔質基材の作業面又は第2主面は、研磨パッドを第2の研磨パッドから取り除くのに役立つ剥離層を含んでよい。剥離層は、研磨パッドの表面と、研磨パッドを第2の研磨パッドに連結する隣接した接着層とに接触してよい。好適な剥離層材料として、シリコン、ポリテトラフルオロエチレン、レシチン、又はこれらのブレンドを挙げることができるが、これらに限定されない。

10

## 【0115】

1つ以上の任意の付加的な発泡体層を有する研磨パッドの多層配置を含む、上述の任意の研磨パッドにおいて、研磨パッドの多孔質基材の第2主面に隣接する付加的な発泡体層の表面は、研磨パッドの多孔質基材の第2主面に恒久的に連結され得る。恒久的に連結するとは、研磨パッドを取り除いてその下の研磨層の作業面を露出させたときに、付加的な発泡体層が研磨層から取り除かれるように設計されないこと、及び/又は、付加的な発泡体層が研磨パッドに残ることを意味する。上述のような接着層は、付加的な発泡体層の表面を、隣接して下にある研磨パッドの表面と取り外し可能に連結させるために使用され得る。使用中、恒久的に連結された付加的な発泡体層を伴う摩耗した研磨パッドを、下にある研磨パッドから取り除いて、対応する下にある研磨パッドの新たな作業面を露出させることができる。いくつかの実施形態において、隣接する付加的な発泡体層の表面を、研磨パッドの多孔質基材の隣接する第2主面に恒久的に連結するために、接着剤を使用することができ、接着剤は、研磨パッドを多層研磨パッド配置から取り除くとき、第2主面と隣接する付加的な発泡体層の表面との間の連結を維持するための所望の剥離強度を有するように、選択され得る。いくつかの実施形態において、研磨パッドの第2主面と隣接する付加的な発泡体層の表面との間の剥離強度は、反対側を向いた付加的な発泡体表面と、第2の研磨パッド等隣接して下にある研磨パッドに隣接する作業面との剥離強度よりも大きい。

20

30

## 【0116】

研磨パッドの多層配置を有する研磨パッドに含まれる研磨パッドの数は、特に限定されない。いくつかの実施形態において、研磨パッドの多層配置を有する研磨パッドの研磨パッドの数は、約2～約20、約2～約15、約2～約10、約2～約5、約3～約20、約3～約15、約3～約10、又は更には約3～約5であってよい。

## 【0117】

一実施形態において、本開示は、作業面及び作業面とは反対側を向いた第2の表面を有する研磨層を含む研磨パッドを提供し、

作業面は、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、

40

ランド領域の厚さは5mm未満であり、研磨層はポリマーを含み、

研磨層は、正確に成形された突起の表面と、正確に成形された細孔の表面と、ランド領域の表面とのうちの少なくとも1つの上の、ナノメートルサイズの複数のトポグラフィ的特徴部を含み、

少なくとも1つの第2の研磨層が、作業面及び作業面とは反対側を向いた第2の表面を有し、

作業面が、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、

ランド領域の厚さが5mm未満であり、研磨層がポリマーを含み、

少なくとも1つの第2の研磨層が、正確に成形された突起の表面と、正確に成形された

50



細孔の表面と、ランド領域の表面とのうちの少なくとも1つの上に、ナノメートルサイズの複数のトポグラフィ的特徴部を含む。

【0118】

別の実施形態において、本開示は、作業面及び作業面とは反対側を向いた第2の表面を有する研磨層を含む、研磨パッドを提供し、

作業面は、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、

ランド領域の厚さは約5mm未満であり、研磨層はポリマーを含み、

作業面は、第2の表面層及びバルク層を含み、第2の表面層の後退接触角と前進接触角とのうちの少なくとも1つが、対応するバルク層の後退接触角又は前進接触角よりも少なくとも約20°小さく、

少なくとも1つの第2の研磨層が、作業面及び作業面とは反対側を向いた第2の表面を有し、

作業面は、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、

ランド領域の厚さが約5mm未満であり、研磨層はポリマーを含み、

少なくとも1つの第2の研磨層の作業面は、第2の表面層及びバルク層を含み、第2の表面層の後退接触角と前進接触角とのうちの少なくとも1つは、対応するバルク層の後退接触角又は前進接触角よりも少なくとも20°小さい。

【0119】

別の実施形態において、本開示は、作業面及び作業面とは反対側を向いた第2の表面を有する研磨層を含む、研磨パッドを提供し、

作業面は、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも1つとを含み、

ランド領域の厚さは約5mm未満であり、研磨層はポリマーを含み、

作業面は第2の表面層及びバルク相を含み、作業面の後退接触角は約50°未満であり、

少なくとも1つの第2の研磨層が、作業面及び作業面とは反対側を向いた第2の表面を有し、

作業面は、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、

ランド領域の厚さが約5mm未満であり、研磨層はポリマーを含み、

少なくとも1つの第2の研磨層の作業面は、第2の表面層及びバルク層を含み、少なくとも1つの第2の研磨層の作業面における後退接触角が、約50°未満である。

【0120】

研磨層及び少なくとも1つの第2の研磨層を有する、研磨パッドの実施形態において、研磨パッドは、研磨層の第2の表面と、少なくとも1つの第2の研磨層の作業面との間に配設された接着層を、更に含んでよい。いくつかの実施形態において、接着層は、研磨層の第2の表面と、少なくとも1つの第2の研磨層の作業面とのうちの少なくとも1つと接触してよい。いくつかの実施形態において、接着層は、研磨層の第2の表面と、少なくとも1つの第2の研磨層の作業面との両方と接触してよい。接着剤層は、感圧性接着剤層であってよい。

【0121】

図5は、本開示のいくつかの実施形態による、研磨パッド及び方法を利用するための研磨システム100の一例を、概略で図示する。示されるように、システム100は、研磨パッド150及び研磨溶液160を含み得る。システムは、被研磨基材110、圧盤140、及びキャリヤアセンブリ130のうちの1つ以上を更に含んでよい。接着層170は、研磨パッド150を圧盤140に取り付けるために使用されてよく、研磨システムの一部であってもよい。研磨溶液160は、研磨パッド150の主表面の周りに配設される溶液の層であってよい。研磨パッド150は、本開示の任意の研磨パッドの実施形態であっ

10

20

30

40

50

てよく、本明細書で説明したような、少なくとも1つの研磨層（図示せず）及び少なくとも1つの多孔質基材（図示せず）を含み、図4A及び図4Bの研磨パッド80及び80'に関してそれぞれ説明したようなサブパッド及び/又は付加的な発泡体層を任意で含んでよい。研磨溶液は、通常研磨パッドの研磨層における作業面の上に配設される。研磨溶液は、基材110と研磨パッド150との間の境界面にも存在してよい。研磨のシステム100の動作中、駆動アセンブリ145が圧盤140を回転させ（矢印A）、研磨パッド150を動かし、研磨動作を実行できる。研磨パッド150及び研磨溶液160は、別々に、又は組み合わせさせて、機械的及び/又は化学的に基材110の主表面から材料を除去するか、又は基材110の主表面を研磨する、研磨環境を画定できる。研磨システム100で基板110の主表面を研磨するために、キャリアアセンブリ130は、研磨溶液160の存在下にて、研磨パッド150の研磨面に基板110を押し付ける。次に、圧盤140（したがって研磨パッド150）及び/又はキャリアアセンブリ130が、互いに対して移動し、研磨パッド150の研磨面にわたって、基板110を並進運動させる。キャリアアセンブリ130は、回転することができ（矢印B）、任意に水平方向に横断すること（矢印C）ができる。その結果、研磨パッド150の研磨層は、基材110の表面から材料を取り除く。いくつかの実施形態において、基材の表面から材料を除去するのを容易にするために、例えば無機研磨剤粒子等の無機研磨剤材料が、研磨層に含まれてよい。他の実施形態において、研磨層はいかなる無機研磨剤材料も実質的に含まず、研磨溶液は、有機又は無機研磨剤粒子を実質的に含まなくてよく、又は、有機若しくは無機研磨剤粒子、若しくはそれらの組み合わせを含有してもよい。図5の研磨のシステム100は、本開示の研磨パッド及び方法との関連で用いてもよい研磨システムの一例にすぎず、他の従来の研磨システムを、本開示の範囲を逸脱することなく使用できることを理解されたい。

#### 【0122】

別の実施形態において、本開示は基材を研磨する方法に関し、研磨する方法は、上述の任意の1つの研磨パッドに従う基材を準備することと、上述の任意の研磨層を含み得る研磨パッドを準備することと、研磨パッドの作業面を基材表面に接触させ、研磨パッドの作業面と基材表面との間の接触を維持しながら研磨パッド及び基材を互いに対して移動させることとを含み、研磨は研磨溶液の存在下にて実行される。いくつかの実施形態において、研磨溶液はスラリーであって、上述の任意のスラリーを含んでよい。別の実施形態において、本開示は、基材を研磨する任意の前述の方法に関し、基材は半導体ウエハである。研磨する半導体ウエハの表面を含む材料、すなわち研磨パッドの作業面と接触する材料として、誘電体材料、導電材料、バリア/接着材料、及びキャップ材料のうちの少なくとも1つが挙げられるが、これらに限定されない。誘電体材料として、シリコン酸化膜及び他のガラス等の無機誘電体材料、並びに有機誘電体材料のうちの少なくとも1つを含んでよい。金属材料として、銅、タングステン、アルミニウム、銀等のうちの少なくとも1つが挙げられるが、これらに限定されない。キャップ材料として、炭化ケイ素及び窒化ケイ素が挙げられるが、これらに限定されない。バリア/接着材料として、タンタル及び窒化タンタルのうちの少なくとも1つが挙げられるが、これらに限定されない。研磨する方法は、パッド調整又は洗浄ステップも含んでよく、これは原位置すなわち研磨中に実行され得る。パッド調整には、例えばミネソタ州セントポールの3M Company社から入手可能な、径4.25インチの、3M CMP PAD CONDITIONER BRUSH PB33A等、当技術分野で知られている任意のパッドコンディショナー又はブラシを使用してよい。洗浄には、3M Company社から入手可能な、径4.25インチの、3M CMP PAD CONDITIONER BRUSH PB33A、及び/又は水若しくは研磨パッドの溶媒リンスを用いてもよい。

#### 【0123】

別の実施形態において、本開示は、研磨パッドの研磨層における、複数の正確に成形された突起と、複数の正確に成形された細孔とのうちの少なくとも一方を形成するための方法を提供する。この方法は、複数の正確に成形された突起、及び複数の正確に成形された細孔のうちの少なくとも一方に対応するネガティブなトポグラフィ的特徴部を有するネガ

ティブマスターツールを準備することと、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体を準備することと、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体をネガティブマスターツール上にコーティングして、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体をネガティブツールに押し付け、それによってネガティブマスターツールのトポグラフィ的特徴部を溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体に伝えることと、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体が固化して凝固したポリマー層を形成するまで、溶融ポリマーを冷却すること又は硬化性ポリマー前駆体を硬化させることと、固化したポリマー層をネガティブマスターツールから取り除いて、それによって研磨パッドの研磨層内に、複数の正確に成形された突起及び複数の正確に成形された細孔のうちの少なくとも一方を形成することと、を含む。研磨パッドは、本明細書で開示された研磨パッドの実施形態の、任意の1つを含んでよい。いくつかの実施形態において、研磨パッドの研磨層における複数の正確に成形された突起、及び複数の正確に成形された細孔を同時に形成する方法は、各細孔が細孔の開口部を有すること、各突起が突起基部を有すること、複数の突起基部が、少なくとも1つの隣接する細孔の開口部と実質的に同一面にあることとを含む。ネガティブマスターツールで必要とされるネガティブなトポグラフィ的特徴部の、寸法、寸法公差、形状、及びパターンはそれぞれ、本明細書で説明された複数の正確に成形された突起及び複数の正確に成形された細孔の寸法、寸法公差、形状、及びパターンに対応する。この方法で形成される研磨層の寸法及び寸法公差は、本明細書で上述した研磨層の実施形態の寸法及び寸法公差に対応する。ネガティブマスターツールの寸法は、固化したポリマーに対する溶融ポリマーの熱膨張係数に起因する収縮率、又は硬化性ポリマー前駆体の硬化に関連する収縮率のために、修正を必要とする場合がある。

10

20

#### 【0124】

別の実施形態において、本開示は、研磨パッドの研磨層内に、複数の正確に成形された突起及び複数の正確に成形された細孔のうちの少なくとも一方、並びに少なくとも1つのマクロチャネルを同時に形成する方法を提供する。方法は、少なくとも1つの、複数の正確に成形された突起及び複数の正確に成形された細孔に対応するネガティブなトポグラフィ的特徴部、並びに少なくとも1つのマクロチャネルに対応するネガティブなトポグラフィ的特徴部を有するネガティブマスターツールを準備することと、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体を準備することと、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体をネガティブマスターツール上にコーティングして、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体をネガティブツールに押し付け、それによってネガティブマスターツールのトポグラフィ的特徴部を、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体の表面に伝えることと、溶融ポリマー又は硬化性ポリマー前駆体が固化して凝固したポリマー層を形成するまで、溶融ポリマーを冷却すること又は硬化性ポリマー前駆体を硬化させることと、固化したポリマー層をネガティブマスターツールから取り除いて、それによって研磨パッドの研磨層内に、複数の正確に成形された突起及び複数の正確に成形された細孔のうちの少なくとも一方、並びに少なくとも1つのマクロチャネルを同時に形成することと、を含む。研磨パッドは、本明細書で開示された研磨パッドの実施形態の任意の1つを含んでよい。ネガティブマスターツールで必要とされるネガティブなトポグラフィ的特徴部の、寸法、寸法公差、形状、及びパターンはそれぞれ、本明細書で説明された複数の正確に成形された突起、複数の正確に成形された細孔、及び少なくとも1つのマクロチャネルの寸法、寸法公差、形状、及びパターンに対応する。この方法で形成される研磨層の実施形態の寸法及び寸法公差は、本明細書で説明した研磨層の実施形態の寸法及び寸法公差に対応する。ネガティブマスターツールの寸法は、固化したポリマーに対する溶融ポリマーの熱膨張係数に起因する収縮率、又は硬化性ポリマー前駆体の硬化に関連する収縮率のために、修正を必要とする場合がある。

30

40

#### 【0125】

本開示の選択された実施形態は、以下を含むがそれらに限定されない。

#### 【0126】

第1実施形態では、本開示は、

50

作業面及び作業面とは反対側を向いた第2の表面を有する研磨層であって、作業面は、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、ランド領域の厚さは約5mm未満であり、ポリマーを含む研磨層と、

第1主面、反対側を向いた第2主面、及び複数の中空部を有する多孔質基材と、

研磨層のポリマーの一部は、多孔質基材の複数の中空部の少なくとも一部に埋め込まれている、境界面領域とを含む、研磨パッドを提供する。

【0127】

第2実施形態では、本開示は、多孔質基材が、複数の穴及び複数の貫通穴のうちの少なくとも一方を有するフィルム基材と、織基材又は不織基材と、連続気泡発泡体とのうちの少なくとも1つである、第1実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

10

【0128】

第3実施形態では、本開示は、多孔質基材が連続気泡発泡体を含まない、第1又は第2実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

【0129】

第4実施形態では、本開示は、研磨層が少なくとも1つのマクロチャネルを更に含む、第1～3実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0130】

第5実施形態では、本開示は、境界面領域が研磨パッドの厚さを介して少なくとも1つのマクロチャネルと位置が整合している、第4実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

20

【0131】

第6実施形態では、本開示は、研磨層が複数の独立したマクロチャネルを更に含む、第1～3実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0132】

第7実施形態では、本開示は、境界面領域が研磨パッドの厚さを介して複数の独立したマクロチャネルと位置が整合している、第6実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

【0133】

第8実施形態では、本開示は、研磨層が、複数の相互接続したマクロチャネルを更に含む、第1～3実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0134】

30

第9実施形態では、本開示は、境界面領域が、研磨パッドの厚さを介して複数の相互接続したマクロチャネルと位置が整合している、第8実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

【0135】

第10実施形態では、本開示は、多孔質基材が、多孔質基材の周縁部の少なくとも一部を封止する縁部シール混合物を含む、第1～9実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0136】

第11実施形態では、本開示は、縁部シール混合物が、多孔質基材の周縁部の少なくとも30%を封止している、第10実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

40

【0137】

第12実施形態では、本開示は、縁部シール混合物が多孔質基材の周縁部の少なくとも70%を封止している、第10実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

【0138】

第13実施形態では、本開示は、縁部シール混合物が多孔質基材の周縁部の少なくとも90%を封止している、第10実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

【0139】

第14実施形態では、本開示は、縁部シール混合物が多孔質基材の周縁部の少なくとも95%を封止している、第10実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

【0140】

50

第15実施形態では、本開示は、縁部シール混合物が多孔質基材の周縁部の少なくとも99%を封止している、第10実施形態に記載の研磨パッドを提供する。

【0141】

第16実施形態では、本開示は、境界面領域の少なくとも一部の厚さが約10 $\mu$ m~約5mmである、第1~15実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0142】

第17実施形態では、本開示は、多孔質基材の複数の中空部の容積が、研磨層のポリマーの、多孔質基材の複数の中空部の少なくとも一部に埋め込まれた部分の体積の、少なくとも100%である、第1~16実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

10

【0143】

第18実施形態では、本開示は、研磨層のポリマーが熱可塑性物質及び熱可塑性エラストマーのうちの少なくとも1つを含む、第1~17実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0144】

第19実施形態では、本開示は、研磨層が、ナノメートルサイズの複数のトポグラフィ的特徴部を、正確に成形された突起の表面、正確に成形された細孔の表面、及びランド領域の表面のうちの少なくとも1つの上に含む、第1~18実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0145】

20

第20実施形態では、本開示は、作業面が第2の表面層及びバルク層を含み、第2の表面層の後退接触角及び前進接触角のうちの少なくとも1つが、対応するバルク層の後退接触角又は前進接触角よりも少なくとも約20°小さい、第1~18実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0146】

第21実施形態では、本開示は、作業面が第2の表面層及びバルク層を含み、作業面の後退接触角が約50°未満である、第1~18実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを提供する。

【0147】

第22実施形態では、本開示は、第1~21実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッド、及び研磨溶液を含む研磨システムを提供する。

30

【0148】

第23実施形態では、本開示は、研磨溶液がスラリーである、第22実施形態に記載の研磨システムを提供する。

【0149】

第24実施形態では、本開示は、  
第1~21実施形態のいずれか1つに記載の研磨パッドを準備することと、  
基材を準備することと、  
研磨パッドの作業面を基材表面に接触させることと、  
研磨パッドの作業面と基材表面との間の接触を維持しながら、研磨パッドと基材とを互  
いに対して移動させることとを含み、  
研磨は研磨溶液の存在下で実行される、基材を研磨する方法を提供する。

40

【0150】

第25実施形態では、本開示は、研磨溶液がスラリーである、第24実施形態に記載の基材を研磨する方法を提供する。

【0151】

第26実施形態では、本開示は、  
ポリマーを準備することと、  
ポリマーに隣接し、複数の中空部を有する多孔質基材を準備することと、  
ポリマーの表面をエンボス加工して、作業面を有する研磨層を形成することであって、

50

作業面が、ランド領域と、複数の正確に成形された細孔及び複数の正確に成形された突起のうちの少なくとも一方とを含み、エンボス加工により、多孔質基材の複数の中空部の少なくとも一部に埋め込まれた、研磨層のポリマー部分を有する境界面領域が形成されることを含む、研磨パッドの製造方法を提供する。

#### 【0152】

第27実施形態では、本開示は、多孔質基材が、複数の穴及び複数の貫通穴のうちの少なくとも一方を有するフィルム基材と、織基材又は不織基材と、連続気泡発泡体とのうちの少なくとも1つである、第26実施形態に記載の研磨パッドの製造方法を提供する。

#### 【0153】

第28実施形態では、本開示は、ランド領域の厚さが約5mm未満である、第26又は27実施形態に記載の研磨パッドの製造方法を提供する。

#### 【実施例】

#### 【0154】

##### 試験方法及び調製手順

##### パッドのトポグラフィ形状の試験方法

突起特徴部の高さ、並びに個々のセルの平坦性の両方を含む、最終的なパッドのトポグラフィ形状を計測するために、Bruker Contour GT-X装置を使用した。5倍の対物レンズを使用して突起特徴部を有する個々のセルを走査し、パッド構造のトポグラフィ的画像又は高さ画像を形成するために、分析ソフトウェアで個々の走査を1つにまとめる。これらのトポグラフィ的画像から、個々の形状を抽出して、任意の必要な方向に沿ったパッドの高さのデータを得ることができる。図7Aは、個々のセル要素、及びサンプルの比較のための形状データを抽出するために用いた斜め方向を示す。図7Bは、完璧な平坦性を有する素朴なパッドのセル全体を走査した、形状の仮定的な表示を示す。これらの形状データ走査から、個々のパッドのセルの平坦性を示すデータを生成するために、セル全体の突起高さの差異が表にされる。完璧な平坦性を有すると仮定する場合、この差異はゼロである。実際の例では、この差異を、平坦性の質についての尺度とする。トポグラフィ画像からの差異の計測値を得るために、マウンテンマップソフトウェアを使用して、斜め形状に沿った、初めの30個の突起ピークの高さを計測した。マウンテンマップから得たデータ値の範囲（最小から最大）を、平坦性の差異と呼ばれる差異の尺度として用いた。30個の突起ピークの高さの標準偏差も計算され、表1に示される。

#### 【0155】

##### パッドの縁部シールの試験方法

例8からのパッドのサンプルは、イリノイ州オーロラのCabot Microelectronics社から入手可能な、商品名WIN W7300 Series Tungsten buff slurryのスラリーに24時間浸し、パッドの多孔質基材（不織基材）へのスラリーの浸透状況を外観検査した。基材内へのスラリーの浸透が、多孔質基材内にスラリーが認められないことを意味する「浸透せず」、又は多孔質基材全体にわたってスラリーが浸透したことを意味する「100%浸透」として報告される。

#### 【0156】

##### 比較例1

図6による研磨層を有する研磨パッドが、下記のように用意された。ポリカーボネートのシートが、米国特許第6,285,001号に記載の手順に従ってレーザーアブレイトされ、ポジティブマスターツール、すなわち研磨層10に必要な表面トポグラフィとほぼ同じ表面トポグラフィを有するツールを形成する。図6に見られるように、本発明の全ての例に含まれる研磨パッドは、ランド領域（14）、正確に成形された細孔（16）、及び正確に成形された突起（18）を伴う作業面（12）を有する研磨層（例えば10）を含む。突起の径は50µm、突起の間隔は90µm、細孔の径は60µmである。得られる支持面積は、この例のパターンでは概ね24%である。この場合の突起の高さは19µm、及び細孔の深さは30µmである。次に、ポリカーボネートのマスターツールに、従来の技法を用いてニッケルめっきを3回繰り返し、ニッケルのネガティブを形成した。1

8インチ幅である単一のニッケルのネガティブが、この方法で形成されると共に微細溶接され、約34インチ幅のエンボス加工のロールを形成するために、より大きいニッケルのネガティブを製造した。次にそのロールは、米国特許出願公開第2010/0188751号に記載されたものと同様の、エンボス加工プロセスに使用され、テクスチャー化した研磨層を形成した。それは薄いフィルムであり、ロール状に巻かれた。研磨層を形成するためのエンボス加工プロセスに使用されたポリマー材料は、Huntsman社（テキサス州ザウッドランズのHuntsman Advanced Materials）で、商品名Irogan A95P樹脂として入手可能な、熱可塑性ポリウレタンであった。ポリウレタンは、ショアDで約65のデュロメータで、研磨層は約17mil（0.432mm）の厚さであった。エンボス加工プロセスの間、固体PET基材は、研磨層の裏面に接触させ、接着させた。この比較例は、多孔性基材の所定の代わりに標準的な固体PETフィルム基材を使用する。

10

## 【0157】

## 実施例2

実施例2は、比較例1と同一の方法及び樹脂を用いて準備されたが、固体PETフィルム基材は不織基材に交換した。PGI社（ノースカロライナ州シャーロットのPolymer Group Inc.）からWW-229として入手可能なこの不織材料は、基本重量84.8gsmのPET/Pulp湿式材料である。得られた押し出し成形品は、樹脂が不織材料に拡散した境界面領域をもたらす。図8Aは、パッドの全断面のSEM画像を示し、図8Bは、パッドの境界面領域をより大きく拡大して示す。

20

## 【0158】

## 比較例3

比較例3は、Irogan A95P樹脂を、Desmopan 790樹脂（ペンシルバニア州ピッツバーグの、前Bayer Material Science社であったConvestro社で入手可能）に交換した以外は、比較例1と同一の方法を用いて準備した。

## 【0159】

## 実施例4

実施例4は、PETフィルム基材を不織材料シート（PGI社のWW-229）と交換した以外は、比較例3と同様に準備した。

30

## 【0160】

## 実施例5

実施例5は、Irogan A95P樹脂をEstane 58277（オハイオ州ウィクリフのLubrizol Corp社）と交換し、かつPETフィルム基材を穴開きPETフィルム基材と交換した以外は、比較例1と同様に準備した。穴開きPETフィルム基材は、概ね径300μm及び1mmピッチの中空部サイズの方形配列で、ウェブにわたって規則的に間隔をあけた円形中空部（すなわち貫通穴）を有するように、パターン化した。

## 【0161】

## 実施例6

実施例6は、実施例5と同様であるが、穴開きPETフィルム基材を、穴開きポリカーボネートのフィルム基材に交換して準備した。この穴開きポリカーボネートのフィルム基材は、方形配列で200μmピッチの、100μm平方の成形された中空部（すなわち貫通穴）を有する。

40

## 【0162】

## 比較例7

比較例7は、穴開きPETフィルム基材を固体PETフィルム基材と交換した以外は、実施例5と同様に準備した。

## 【0163】

上述の「パッドのトポグラフィ形状の試験方法」を用いて、平坦性の差異、及び計測さ

50

れた初めの30個の突起の標準偏差を求めた。

【表1】

表1

例番号	ポリマー樹脂材料	固体又は多孔質基材	平坦性の差異(μm)	標準偏差(μm)
比較例1	Huntsman A95P	固体PET	18.1	5.2
実施例2	Huntsman A95P	PGI社の不織物	6.9	1.6
比較例3	Desmopan 790	固体PET	26.0	9.5
実施例4	Desmopan 790	PGI社の不織物	13.3	4.9
実施例5	Estane 58277	穴あきPET	19.2	3.3
実施例6	Estane 58277	穴あきPC	11.8	4.7
比較例7	Estane 58277	固体PET	47.8	13.9

10

【0164】

表1は、パッド要素を、計測した初めの30の突起の平坦性の差異及び標準偏差の得られた計測値と比較している。実施例及び比較例の研磨パッドの個々のセルに対するトポグラフィ形状が、図9A～図9Gに示されている。多孔質基材を含む研磨パッドを用いて実証された、突起ピークの高さの改善された平坦性の差異、及び標準偏差は、同じ面内の突起特徴部において、より大きい割合となっている。

【0165】

実施例8

径30.5インチの研磨パッドが、固体PETフィルム基材を不織基材と交換した以外は比較例1と同様に準備された。PGI社(ノースカロライナ州シャーロットのPolymer Group Inc.)から商品名REEMAY 2295として入手可能な、この不織基材は、厚さ18.5mil(0.470mm)を有する単位重量2.95osyのспанbondポリエステル材料であった。サブパッドが研磨パッドに積層された。サブパッドは、発泡体層及びPETg層から構成した。コネチカット州ウッドストックのROGERS Corporation社から商品名Poron 4701-60-20062004-54T-URとして入手可能な発泡体層が、研磨パッドの被作業面側(非テクスチャー化側)に積層された。ミネソタ州プリマスのCrown Plastics社から入手可能な、0.30インチ(0.76mm)×36インチ(91cm)×36インチ(91cm)のシート形態のPETg層が、発泡体層の露出した主表面に積層された。ミネソタ州セントポールの3M Company社から商品名3M DOUBLE COATED TAPE 442DLとして入手可能な接着剤を、発泡体及びPETg層の両方の貼り合わせ用接着剤として使用した。径4インチ(102cm)の5枚の円形ディスクを、サブパッドを有する30.5研磨パッドからダイカットした。5枚のディスクのうちの4枚の周縁部は、縁部シール溶液(縁部シール混合物前駆体)を使用して封止した。縁部封止溶液は、オハイオ州ウィクリフのLubrizol Corporation社から商品名PEARLSTICK 46-10/12として入手可能な、ポリウレタンベレットを溶解することによって準備した。4つの封止溶液は、重量で2%、3%、4%、及び5%のポリウレタン濃度で準備した。単一のディスクの周縁部を、縁部シール溶液の1つでコーティングし、その後溶媒を室温で1時間乾燥させ、不織基材の多孔質縁部を封止する縁部シール混合物を形成した。5枚目のディスクは、対照として使用した。

20

30

40

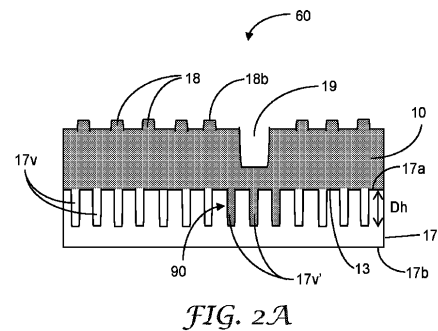
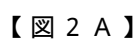
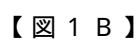
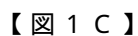
【0166】

上述の「パッドの縁部シール試験方法」を用いることで、径4インチ(102cm)の各研磨パッドディスクの多孔質基材中へのスラリーの浸透が判断された。結果を表2に示す。



表 2

【 図 1 A 】



【図 2 B】

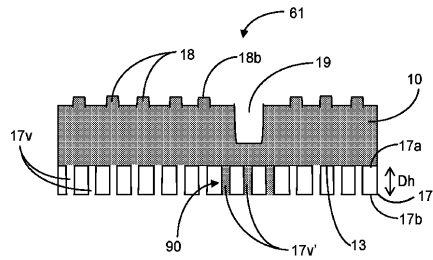


FIG. 2B

【図 2 D】

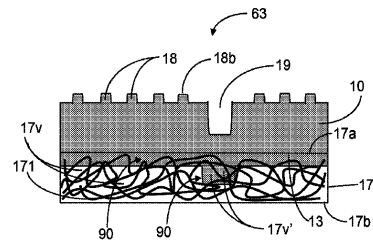


FIG. 2D

【図 2 C】

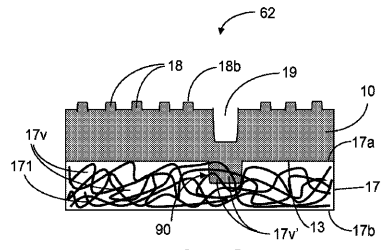


FIG. 2C

【図 2 E】

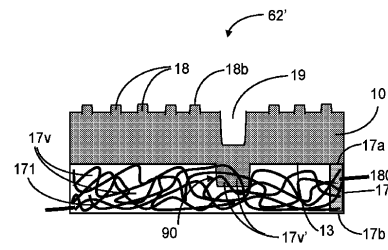


FIG. 2E

【図 3】

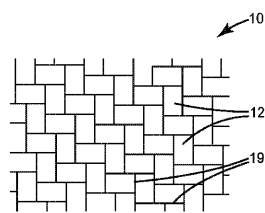


FIG. 3

【図 4 B】

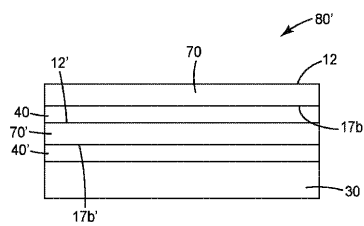


FIG. 4B

【図 4 A】

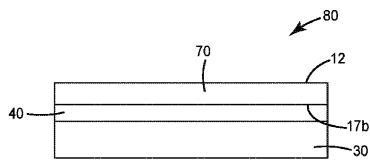


FIG. 4A

【図 5】

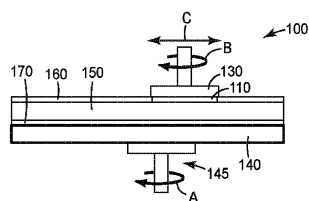


FIG. 5

【図 6】

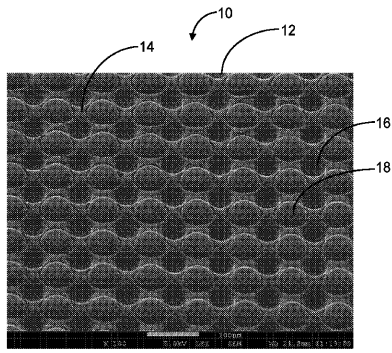


FIG. 6

【図 7 A】

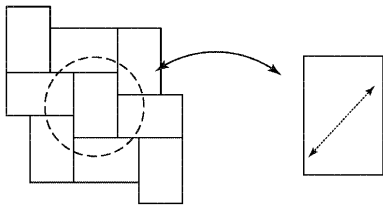


FIG. 7A

【図 7 B】

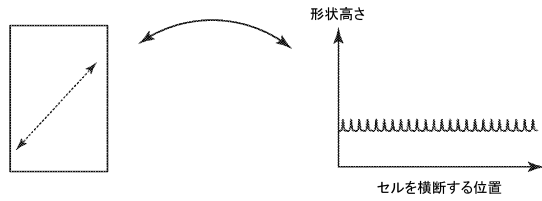


FIG. 7B

【図 8 A】

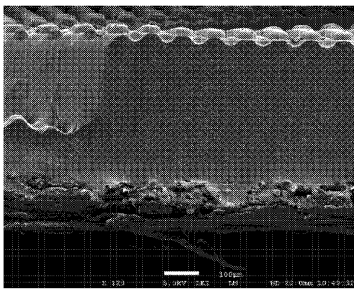


FIG. 8A

【図 8 B】

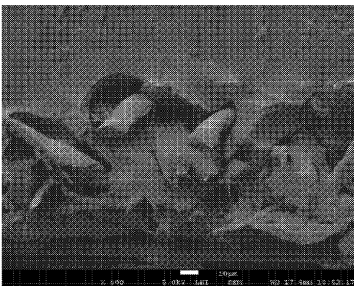


FIG. 8B

【図 9 A】

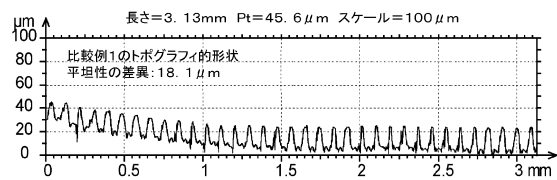
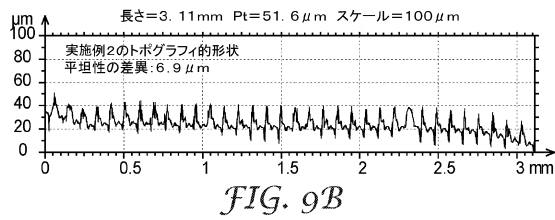
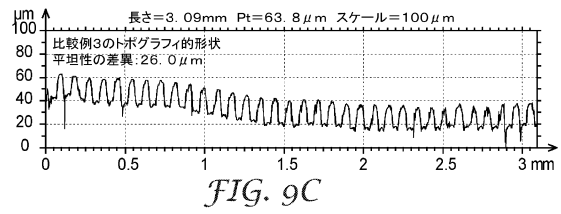


FIG. 9A

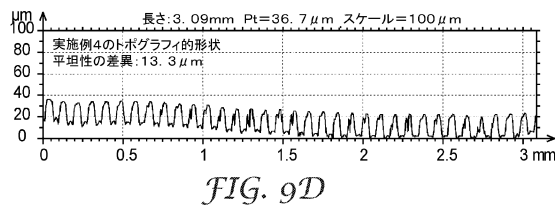
【図 9 B】



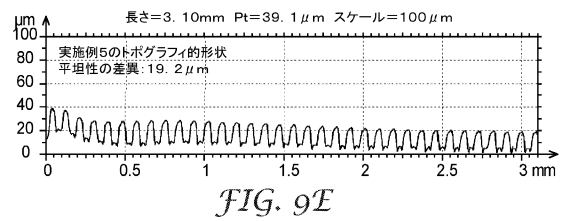
【図 9 C】



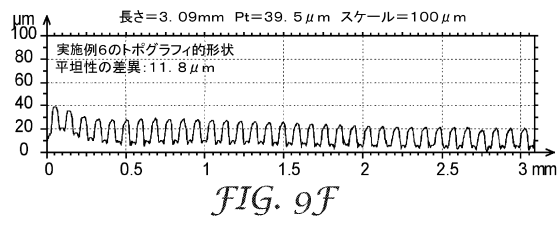
【図 9 D】



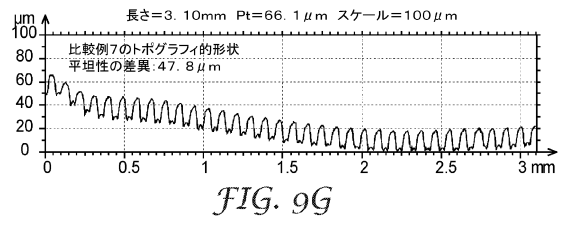
【図 9 E】



【図 9 F】



【図 9 G】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ルファー, デュイ ケー.  
アメリカ合衆国, ミネソタ州, 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, 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 山本 忠博

- (56)参考文献 特表2001-512057(JP,A)  
特表2001-526970(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B24B 37/20 - 37/26,  
H01L 21/304