

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-519468

(P2020-519468A)

(43) 公表日 令和2年7月2日(2020.7.2)

(51) Int.Cl.

**B24D 3/00** (2006.01)  
**B24D 11/00** (2006.01)  
**B24D 5/12** (2006.01)  
**B24D 11/06** (2006.01)  
**B24D 13/04** (2006.01)

F 1

B 2 4 D 3/00  
B 2 4 D 11/00  
B 2 4 D 5/12  
B 2 4 D 11/06  
B 2 4 D 13/04

テーマコード(参考)

3 C 0 6 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 42 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-562254 (P2019-562254)  
(86) (22) 出願日 平成30年5月11日 (2018.5.11)  
(85) 翻訳文提出日 令和1年11月11日 (2019.11.11)  
(86) 國際出願番号 PCT/IB2018/053300  
(87) 國際公開番号 WO2018/207145  
(87) 國際公開日 平成30年11月15日 (2018.11.15)  
(31) 優先権主張番号 62/505, 280  
(32) 優先日 平成29年5月12日 (2017.5.12)  
(33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(71) 出願人 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  
-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  
(74) 代理人 100110803  
弁理士 赤澤 太朗  
(74) 代理人 100135909  
弁理士 野村 和歌子  
(74) 代理人 100133042  
弁理士 佃 誠玄  
(74) 代理人 100171701  
弁理士 浅村 敏一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】研磨物品中の四面体研磨粒子

## (57) 【要約】

開示される様々な実施形態は研磨物品(10)に関するものである。研磨物品(10)は、主表面を画定するバッキング(12)を含む。研磨物品(10)は、バッキング(12)に取り付けられた複数の四面体研磨粒子(16)を含む研磨層を備える。四面体研磨粒子(16)は、4つの頂点(40、42、44、46)で終端する6つのエッジによって接合された4つの面を含む。4つの面のそれぞれの1つは、4つの面のうちの3つに接触し、四面体研磨粒子(16)の大部分は、実質的に同じ方向に配向された頂点(40、42、44、46)のうちの少なくとも1つを有する。

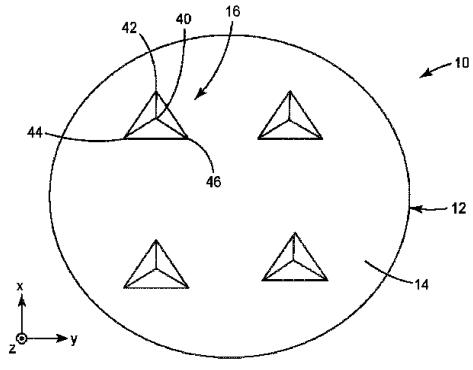


FIG. 1B

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

主表面を画定するバッキングと、  
前記バッキングに取り付けられた複数の四面体研磨粒子を含む研磨層と、  
を含む研磨物品であって、

前記四面体研磨粒子は、4つの頂点で終端する6つのエッジによって接合された4つの面を含み、前記4つの面のそれぞれの1つは、前記4つの面のうちの3つに接触し、前記四面体研磨粒子の大部分は、実質的に同じ方向に配向された前記頂点のうちの少なくとも1つを有する、研磨物品。

**【請求項 2】**

前記バッキングが、ポリマーフィルム、金属箔、織布、編布、紙、加硫纖維、短纖維、連続纖維、不織布、発泡体、スクリーン、積層体、又はこれらの組み合わせから選択される少なくとも1つの材料を含む、請求項1に記載の研磨物品。

**【請求項 3】**

前記4つの面のうちの少なくとも1つが実質的に平面である、請求項1又は2に記載の研磨物品。

**【請求項 4】**

前記四面体研磨粒子のうちの少なくとも1つが、ゾルゲル誘導アルミナを含む、請求項1～3のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 5】**

前記四面体研磨粒子のうちの少なくとも1つが、アルファアルミナを含む、請求項1～4のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 6】**

前記四面体研磨粒子のうちの少なくとも1つが、等しいサイズのエッジを有する、請求項1～5のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 7】**

前記エッジの長さが、独立して、約0.1μm～約2000μmの範囲である、請求項1～6のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 8】**

前記四面体研磨粒子の前記大部分が、前記四面体研磨粒子の約70%～約100%の範囲である、請求項1～7のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 9】**

前記大部分の前記四面体研磨粒子が、前記大部分の前記四面体研磨粒子と前記主表面との間の接触点において前記主表面に実質的に垂直な方向に沿って前記バッキングから離れるように配向された頂点を有する、請求項1～8のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 10】**

前記四面体研磨粒子の少なくとも一部分が、実質的に同じ方向に配向された3つの頂点を有する、請求項1～9のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 11】**

前記頂点の曲率半径が、独立して約0.5μm～約80μmの範囲である、請求項1～10のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 12】**

前記研磨物品が、中央部凹状研削ホイール又はその一部分である、請求項1～11のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 13】**

前記研磨物品が、カットオフホイール又はその一部分である、請求項1～12のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 14】**

前記研磨物品が、ベルト又はその一部分である、請求項1～13のいずれか一項に記載の研磨物品。

10

20

30

40

50

**【請求項 15】**

前記ベースが、複数の纖維、フィラメント、又はこれらの組み合わせを含む不織布ウェブである、請求項1～14のいずれか一項に記載の研磨物品。

**【請求項 16】**

前記研磨物品がラップブラシであり、前記ラップブラシが、  
外面を含むコアと、

前記コアの前記外面に接着された複数のラップであって、各ラップが前記不織布ウェブを含む、ラップと、を含む、請求項15に記載の研磨物品。

**【請求項 17】**

前記研磨物品が回旋状研磨ホイールであり、前記回旋状研磨ホイールは、  
外面を含むコアと、

前記コアの前記外面の周りに渦巻状に巻き付けられ、これに固着されている前記不織布ウェブと、を含む、請求項16に記載の研磨物品。

**【請求項 18】**

請求項1～17のいずれか一項に記載の研磨物品の製造方法であって、  
前記複数の四面体研磨粒子を前記パッキング上に配置することと、  
前記複数の四面体研磨粒子を前記パッキング上に接着させて、前記研磨物品を形成することと、を含む、製造方法。

**【請求項 19】**

前記複数の四面体研磨粒子を配置することが、前記粒子をドロップコーティングすること、又は前記粒子を静電コーティングすることを含む、請求項18に記載の製造方法。

**【請求項 20】**

前記複数の四面体研磨粒子を配置することが、前記複数の四面体研磨粒子をスクリーンに通すことを含む、請求項18又は19に記載の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【背景技術】****【0001】**

(関連出願の相互参照)

本出願は、2017年5月12日に出願された米国仮特許出願第62/505,280号、発明の名称「TETRAHEDRAL ABRASIVE PARTICLES IN ABRASIVE ARTICLES AND METHODS OF MAKING」に対する優先権の利益を主張するものであり、その開示の全容が参考により本明細書に組み込まれる。

**【0002】**

研磨粒子、及び研磨粒子から作製される研磨物品は、品物の製造において、広範な材料及び表面を、研磨する、仕上げる又は研削するのに有用である。したがって、研磨粒子又は研磨物品のコスト、性能、又は寿命を改善することが引き続き必要とされている。

**【発明の概要】****【0003】**

本開示は研磨物品を提供する。研磨物品は、主表面を画定するパッキングを含む。研磨物品は、パッキングに取り付けられた複数の四面体研磨粒子(tetrahedral abrasive particle)を含む研磨層を備える。四面体研磨粒子は、4つの頂点で終端する6つのエッジによって接合された4つの面を含む。4つの面のそれぞれの1つは、4つの面のうちの3つに接触し、四面体研磨粒子の大部分は、実質的に同じ方向に配向された頂点のうちの少なくとも1つを有する。

**【0004】**

本開示は研磨物品を更に提供する。研磨物品は、主表面を画定するパッキングを含む。研磨物品は、樹脂性接着剤(resinous adhesive)を含むバインダーによってパッキングに取り付けられた複数の四面体研磨粒子を含む研磨層を備える。四面体研磨粒子は、4つの頂点で終端する6つのエッジによって接合された4つの面を有する。4つの面のそれぞ

10

20

30

40

50

れの 1 つは、4 つの面のうちの 3 つに接触し、四面体研磨粒子の約 90 % ~ 約 100 % は、主表面に実質的に垂直な (perpendicular) 方向でバッキングから離れるように配向された頂点を有する。

#### 【0005】

本開示は、研磨物品の製造方法を更に提供する。研磨物品は、主表面を画定するバッキングを含む。研磨物品は、バッキングに取り付けられた複数の四面体研磨粒子を含む研磨層を備える。四面体研磨粒子は、4 つの頂点で終端する 6 つのエッジによって接合された 4 つの面を含む。4 つの面のそれぞれの 1 つは、4 つの面のうちの 3 つに接触し、四面体研磨粒子の大部分は、実質的に同じ方向に配向された頂点のうちの少なくとも 1 つを有する。研磨物品は、複数の四面体研磨粒子をバッキング上に堆積させることによって形成される。複数の四面体研磨粒子は、バッキングに付着して研磨物品を形成する。

10

#### 【0006】

本開示は、ワークピース (workpiece) を研磨する方法を更に提供する。この方法は、研磨物品の少なくとも一部分をワークピースの表面と摩擦接触させることを含む。研磨物品は、主表面に沿って表面を画定するバッキングを含む。研磨物品は、バッキングに取り付けられた複数の四面体研磨粒子を含む研磨層を備える。四面体研磨粒子は、4 つの頂点で終端する 6 つのエッジによって接合された 4 つの面を含む。4 つの面のそれぞれの 1 つは、4 つの面のうちの 3 つに接触し、四面体研磨粒子の大部分は、実質的に同じ方向に配向された頂点のうちの少なくとも 1 つを有する。研磨物品がワークピースの表面と接触すると、ワークピース又は研磨物品の少なくとも一方が他方に対して移動し、研磨物品がワークピースの表面の少なくとも一部分を研磨する。

20

#### 【0007】

本開示のいくつかの例によれば、被覆研磨物品に関連する様々な利点があり、そのいくつかは予想外のものである。例えば、いくつかの例によれば、被覆研磨物品の四面体研磨粒子の過半数は、バッキングから離れるように配向された 1 つの頂点を有することができる。これにより、多数の頂点を使用して、研磨する物品の表面に接触させることができる。表面と接触する頂点の数を増やすことにより、被覆研磨物品の切削を増加させるのに役立ち得る。いくつかの例によれば、物品の仕上がり又は表面粗さを制御することができ、それにより物品の性能を向上させ、物品の視覚的魅力を高めることができる。いくつかの例によれば、四面体研磨粒子は高度の対称性を有し、これは、被覆研磨物品の四面体研磨粒子の過半数が、バッキングから離れるように配向された 1 つの頂点を有するのに役立ち得る。いくつかの例によれば、四面体研磨粒子は、バッキングの x - y 方向に対して z 方向中心に回転させることができる。これにより、隣接する四面体研磨粒子のより緊密な充填を可能にすることができる、又は特定のパターンを形成して研磨粒子の切削を増やすことができる。更に、いくつかの例によれば、頂点の配向 (orientation) 又は研磨粒子の回転を制御することにより、隣接する研磨粒子間のチャネルの形成を補助することができ、これによりワークピースからの切屑、及び研磨物品からの切屑 (swarf) を除去するのに役立てることができる。加えて、いくつかの例によれば、被覆研磨物品は、研磨粒子のドロップコーティング又は静電コーティングのいずれかにより部分的に形成することができる。いくつかの例によると、いずれのコーティング方法でも、被覆研磨物品の四面体研磨粒子の過半数が、バッキングから離れるように配向された 1 つの頂点を有することがある。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0008】

図面は必ずしも原寸に比例して描かれていないが、図面における同様の符号は、いくつかの図全体を通して実質的に類似の構成要素を記述する。異なる接尾文字を有する同様の符号は、実質的に類似の構成要素の異なる事例を表す。図面は、例示的ではあるが限定的ではなく、本明細書で論じられる様々な実施形態を全般的に示す。

40

#### 【0009】

【図 1A】様々な実施形態による、バッキングの主表面に実質的に垂直な方向に、被覆研

50

磨物品のバッキングから離れるように配向された頂点を有する四面体研磨粒子を含む、被覆研磨物品の断面図である。

**【0010】**

【図1B】様々な実施形態による、主表面に垂直な方向を中心とした共通の回転を有する四面体研磨粒子を含む、被覆研磨物品の上面図である。

**【0011】**

【図1C】様々な実施形態による、主表面に垂直な方向を中心とした異なる回転を有する四面体研磨粒子を含む、被覆研磨物品の上面図である。

**【0012】**

【図2A】様々な実施形態による、平面を有する四面体研磨粒子の斜視図である。

10

**【0013】**

【図2B】様々な実施形態による、凹面を有する四面体研磨粒子の斜視図である。

**【0014】**

【図2C】様々な実施形態による、凸面を有する四面体研磨粒子の斜視図である。

**【0015】**

【図2D】様々な実施形態による、平面頂点を有する四面体研磨粒子の斜視図である。

**【0016】**

【図2E】様々な実施形態による、不規則な面、エッジ、及び頂点を有する四面体研磨粒子の斜視図である。

20

**【0017】**

【図3】様々な実施形態による、回旋状研磨ホイール(convolute abrasive wheel)の斜視図である。

**【0018】**

【図4A】様々な実施形態による、不織布研磨材の側面図である。

**【0019】**

【図4B】様々な実施形態による、図4Aの不織布研磨材の一部の拡大図である。

**【0020】**

【図5】様々な実施形態による、フラップブラシの斜視図である。

**【0021】**

【図6】様々な実施形態による、実施例1による被覆研磨物品の走査型電子顕微鏡画像である。

30

**【0022】**

【図7】様々な実施形態による、比較例Aによる被覆研磨物品の走査型電子顕微鏡画像である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0023】**

次に、開示された主題のいくつかの実施形態について細部にわたって言及する。実施形態の諸例は部分的に添付の図面に示されている。開示されている主題は、列挙された請求項に関連して記述されるが、例示されている主題は、これらの請求項を開示している主題に限定することを意図しないことが理解される。

**【0024】**

この文書全体にわたって、範囲の形式で表される値は、その範囲の限界として明示的に記載されている数値を含むだけでなく、その範囲内に含まれる全ての個々の数値又は部分範囲も、各数値範囲及び部分範囲が明示的に記載されている場合と同様に含むように、柔軟に解釈すべきである。例えば、「約0.1%～約5%」又は「約0.1%～5%」の範囲は、約0.1%～約5%だけでなく、個々の値(例えば、1%、2%、3%、及び4%)、及び示された範囲内の部分範囲(例えば、0.1%～0.5%、1.1%～2.2%、3.3%～4.4%)を含むと解釈されるべきである。「約X～Y」という記述は、特に断りのない限り、「約X～約Y」と同じ意味を有する。同様に、「約X、Y、又は約Z」という記述は、特に断りのない限り、「約X、約Y、又は約Z」と同じ意味を有する。

40

50

## 【0025】

本文書において、「1つの(a)」、「1つの(an)」、又は「その(the)」という用語は、文脈上明確な別段の指示がない限り、1つ以上を含めるために使用される。「又は」という用語は、特に断りのない限り非排他的な(nonexclusive)「又は」を指すために使用される。「A及びBのうちの少なくとも1つ」という記述は、「A、B、又はA及びB」と同じ意味を有する。加えて、本明細書で用いられている特に定義されていない表現又は用語は、説明のみを目的としており、限定するためではないと理解されるべきである。節の見出しの使用はいずれも、本文書の読み取りを補助することを意図しており、限定と解釈すべきではなく、節の見出しに関連する情報は、その特定の節の中又は外に存在し得る。

10

## 【0026】

本明細書に記載の方法において、行為は、時間的又は操作上の順序が明示的に記載されている場合を除いて、本開示の原理を逸脱することなく任意の順序で行うことができる。更に、特定の行為が別個に行われることが請求項で明示的に記載されていない限り、それらの行為は同時にを行うことができる。例えば、Xするという特許請求されている行為及びYするという特許請求されている行為は、単一の操作で同時にを行うことができ、結果として生じるプロセスは特許請求されているプロセスの文言上の範囲内に入る。

## 【0027】

本明細書で使用される「約」という用語は、値又は範囲のある程度の変動性、例えば、記述されている値の又は記述されている範囲の限界の10%以内、5%以内、又は1%以内を許容することができ、かつ正確な記述されている値又は範囲を含む。

20

## 【0028】

本明細書で使用するとき、用語「実質的に」は、少なくとも約50%、60%、70%、80%、90%、95%、96%、97%、98%、99%、99.5%、99.9%、99.99%、若しくは少なくとも約99.999%以上、若しくは100%といった、過半数又はほとんどを指す。

## 【0029】

図1Aは、被覆研磨物品10の断面図である。図1B及び図1Cは、被覆研磨物品10の上面図である。図1A～図1Cについては、同時に説明される。被覆研磨物品10は、x-y方向に沿って実質的に平面の主表面を画定するバッキング12を含む。バッキング12は、バッキング12の第1の表面上に適用されたマイクコート14と呼ばれることがあるバインダーの第1の層を有する。マイクコート14に取り付けられた又は部分的に埋め込まれているのは、複数の四面体研磨粒子16である。以下、サイズコート18と呼ばれる第2のバインダー層は、四面体研磨粒子16の上に分散されている。本明細書で更に説明されるように、四面体研磨粒子16の大部分は、実質的に同じ方向に配向された3つの頂点(40、42、及び44)のうちの少なくとも1つを有する。いくつかの例では、このことにより、実質的に同じ方向に配向された少なくとも1つの頂点を有する四面体研磨粒子がより少ない又は全くない対応する研磨物品と比較して、研磨物品の切削を増やすことができる。被覆研磨物品10は、任意選択の好適な研磨物品になるように形成することができる。好適な研磨物品の例としては、研削ホイール(例えば、中央部凹状研削ホイール(depressed-center grinding wheel))、カットオフホイール、連続ベルト、又はこれらの一部が挙げられる。

30

## 【0030】

バッキング12は、可撓性(flexible)又は剛性のものであり得る。可撓性バッキングを形成するのに好適な材料の例としては、ポリマーフィルム、金属箔、織布、編布、紙、加硫纖維、短纖維、連続纖維、不織布、発泡体、スクリーン、積層体、及びこれらの組み合わせが挙げられる。バッキング12は、被覆研磨物品10をシート、ディスク、ベルト、パッド、又はロールの形態にすることを可能にするように成形することができる。いくつかの実施形態において、バッキング12は、被覆研磨物品10をループ状に形成して、好適な研削機(suitable grinding equipment)で稼働できる研磨ベルトを作製できるよ

40

50

うに十分に可撓性を有してよい。

【0031】

マイクロート14は、四面体研磨粒子16をバッキング12に固定し、サイズコート18は、四面体研磨粒子16を補強するのに役立てることができる。マイクロート14及び/又はサイズコート18は、樹脂性接着剤を含み得る。樹脂性接着剤は、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、アクリレート樹脂、アミノプラスチック樹脂、メラミン樹脂、アクリル化エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、及びこれらの混合物から選択される1つ以上の樹脂を含むことができる。

【0032】

図2A～図2Eは、四面体研磨粒子16の斜視図である。図2A～図2Eに示されるように、四面体研磨粒子16は、正四面体として成形される。図2Aに示すように、四面体研磨粒子16Aは、4つの頂点(40A、42A、44A、及び46A)で終端する6つのエッジ(30A、32A、34A、36A、38A、及び39A)によって接合された4つの面(20A、22A、24A、及び26A)を有する。面のそれぞれは、エッジの他の3つの面に接触する。正四面体(例えば、6つの等しいエッジ及び4つの面を有する)が図2Aに示されているが、他の形状も許容されることが認識される。例えば、四面体研磨粒子16は、不規則(例えば、異なる長さのエッジを有する)四面体として成形することができる。

【0033】

ここで図2Bを参照すると、四面体研磨粒子16Bは、4つの頂点(40B、42B、44B、及び46B)で終端する6つのエッジ(30B、32B、34B、36B、38B、及び39B)によって接合された4つの面(20B、22B、24B、及び26B)を有する。面のそれぞれは凹状であり、各々の共通のエッジで他の3つの面に接触する。四面体対称性(tetrahedral symmetry)(例えば、三重対称性(threefold symmetry)の4つの回転軸、及び対称性の6つの反射面)を有する粒子が図2Bに示されているが、他の形状も許容されることが認識される。例えば、四面体研磨粒子16は、残りが平面である、1つ、2つ、又は3つの凹面を有することができる。

【0034】

ここで図2Cを参照すると、四面体研磨粒子16Cは、4つの頂点(40C、42C、44C、及び46C)で終端する6つのエッジ(30C、32C、34C、36C、38C、及び39C)によって接合された4つの面(20C、22C、24C、及び26C)を有する。面のそれぞれは、凸状であり、各々の共通のエッジで他の3つの面に接触する。四面体対称性を有する粒子が図2Cに示されているが、他の形状も許容されることが認識される。例えば、四面体研磨粒子16は、残りが平面状又は凹状である、1つ、2つ、又は3つの凸面を有することができる。

【0035】

ここで図2Dを参照すると、四面体研磨粒子16Dは、4つの頂点(40D、42D、44D、及び46D)で終端する6つのエッジ(30D、32D、34D、36D、38D、及び39D)によって接合された4つの面(20D、22D、24D、及び26D)を有する。四面体対称性を有する粒子が図2Dに示されているが、他の形状も許容されることが認識される。例えば、四面体研磨粒子16は、残りが平面である、1つ、2つ、又は3つの凸面を有することができる。

【0036】

図2A～2Dの描写からのずれが存在する場合がある。このような四面体研磨粒子16の例が図2Eに示されており、4つの頂点(40E、42E、44E、及び46E)で終端する6つのエッジ(30E、32E、34E、36E、38E、及び39E)によって接合された4つの面(20E、22E、24E、及び26E)を有する四面体研磨粒子16Eを示す。面のそれぞれは、各々の共通のエッジで、他の3つの面に接触する。面、エッジ、及び頂点のそれぞれは、不規則な形状を有する。

【0037】

10

20

30

40

50

四面体研磨粒子16の頂点（例えば、頂点40）のいずれか1つは、実質的に平坦な表面などの表面特徴部；三角形、矩形、六角形、若しくは多角形の周辺部を有する実質的に平坦な表面；凹曲面（concave surface）；凸曲面（convex surface）；アパートチャ（aperture）；隆起部；線若しくは複数の線；突出部；点；又は窪みを含むことができる。表面特徴部は、切削速度を変更し、形成された研磨粒子の摩耗を低減するか、又は得られる研磨物品の仕上がり（finish of the abrasive article）を変化させるように選択することができる。各頂点の曲率半径は、独立して、約0.5μm～約80μm、約0.5μm～約60μm、約0.5μm～約20μm、若しくは約1μm～約10μmの範囲であってもよい、又は約0.5μm、1、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、若しくは80μmの値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてよい。

10

## 【0038】

四面体研磨粒子16は、上記の形状要素（例えば、凸側面、凹側面、不規則側面、及び平側面）の組み合わせを有することができる。同様に、異なる形状及び／又はサイズを有する四面体研磨粒子16の組み合わせを使用することができる。

## 【0039】

四面体研磨粒子16のいずれにおいても、エッジは、同じ長さでも異なる長さでもよい。エッジ30のいずれかの長さは、任意選択の好適な長さであり得る。一例として、エッジ30の長さは、約0.5μm～約2000μm、約1μm～約200μm、若しくは約150μm～約180μmの範囲であってもよく、又は約0.1μm、0.5、1、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110、115、120、125、130、135、140、145、150、155、160、165、170、175、180、185、190、195、若しくは200μmの値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてよい。四面体研磨粒子16は、同じサイズでも異なるサイズでもよい。

20

## 【0040】

被覆研磨物品10では、四面体研磨粒子16は、研磨層の約1重量%～約90重量%、若しくは研磨物品の約10重量%～約50重量%の範囲であってもよく、又は約1重量%、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、若しくは90重量%の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてよい。図1A～図1Cに示されるように、四面体研磨粒子16の大部分は、実質的に同じ方向に配向された頂点（例えば、頂点40）のうちの少なくとも1つを有する。四面体研磨粒子16の大部分は、四面体研磨粒子16の約70%～約100%、若しくは約90%～約100%の範囲であってもよく、又は約70%、75、80、85、90、95、若しくは100%の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてよい。

30

## 【0041】

図1A～図1Cに示されるように、四面体研磨粒子16は、各粒子が、z方向において主表面に実質的に垂直な方向に沿ってバッキング12から離れるように配向された頂点（例えば、頂点40）を含むように配置されている。図1A～図1Cに示されるように、頂点40はz方向と実質的に整列している。他の例では、頂点40はz方向における正しい整列から逸脱することがある。これは、四面体研磨粒子16が、バッキング12の不均一部分（uneven portion）又は充填剤粒子の上に載っていることが原因である可能性がある。

40

## 【0042】

z方向に整列した頂点40を有する四面体研磨粒子16に加えて、その粒子16は、同じ又は異なるx-y方向に整列した3つの頂点を有することができる。これを図1B及び図1Cに示す。図1Bでは、四面体研磨粒子16のそれぞれは、同じx-y方向に整列した頂点42、44、及び46を有する。一方、図1Cでは、少なくとも2つの研磨粒子の

50

頂点 4 2、4 4、及び 4 6 が整列しないように、様々な四面体研磨粒子 1 6 が z 方向を中心には回転される。実質的に同じ方向に配向された頂点のうちの 3 つを有する四面体研磨粒子 1 6 の部分は、四面体研磨粒子 1 6 の約 1 % ~ 約 1 0 0 %、若しくは約 2 5 % ~ 約 7 5 % の範囲であってもよく、又は約 1 %、5、1 0、1 5、2 0、2 5、3 0、3 5、4 0、4 5、5 0、5 5、6 0、6 5、7 0、7 5、8 0、8 5、9 0、9 5、若しくは 1 0 0 % の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてよい。

#### 【 0 0 4 3 】

四面体研磨粒子 1 6 は、バッキング 1 2 の第 1 の側面の表面積の約 1 % ~ 約 9 5 % にわたって、バッキングの第 1 の側面の表面積の約 1 0 % ~ 約 5 0 % にわたって、又はバッキング 1 2 の第 1 の側面の表面積の約 1 %、5、1 0、1 5、2 0、2 5、3 0、3 5、4 0、4 5、5 0、5 5、6 0、6 5、7 0、7 5、8 0、8 5、9 0、又は 9 5 % の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きく分布してよい。バッキング上に四面体研磨粒子 1 6 が分布する度合いは、研磨物品 1 0 の所望の特性（例えば、切削速度又は仕上がり）に依存し得る。バッキング 1 2 上の位置に関して、四面体研磨粒子 1 6 は、パターンに従ってランダムに分布させるか、又は正確に配置することができる。

#### 【 0 0 4 4 】

研磨物品 1 0 の表面仕上がり又は表面粗さは、多くの好適な方法で測定することができる。例えば、表面仕上がりを測定して、算術平均粗さ (R A) 値 (マイクロメートル) 又は十点平均粗さ (R Z) 値 (マイクロメートル) を得ることができる。一例として、物品の R A 値は、約 0 . 1  $\mu$  ~ 約 5  $\mu$ 、若しくは約 0 . 2  $\mu$  ~ 約 4  $\mu$  の範囲であってもよく、又は約 0 . 1  $\mu$ 、0 . 2、0 . 4、0 . 6、0 . 8、1 . 0、1 . 2、1 . 4、1 . 6、1 . 8、2 . 0、2 . 2、2 . 4、2 . 6、2 . 8、3 . 0、3 . 2、3 . 4、3 . 6、3 . 8、4 . 0、4 . 2、4 . 4、4 . 6、4 . 8、若しくは 5 . 0  $\mu$  の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてよい。別の例として、物品の R Z 値は、約 4 . 0  $\mu$  ~ 約 1 5 . 0  $\mu$  若しくは約 6 . 0  $\mu$  ~ 約 1 3 . 0  $\mu$  の範囲であってもよく、又は約 4 . 0  $\mu$ 、4 . 4、4 . 8、5 . 2、5 . 6、6 . 0、6 . 4、6 . 8、7 . 2、7 . 6、8 . 0、8 . 4、8 . 8、9 . 2、9 . 6、9 . 8、1 0 . 2、1 0 . 6、1 1 . 0、1 1 . 4、1 1 . 8、1 2 . 2、1 2 . 6、1 3 . 0、1 3 . 4、1 3 . 8、1 4 . 2、1 4 . 6、若しくは 1 5 . 0  $\mu$  の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてよい。

#### 【 0 0 4 5 】

図 1 A ~ 1 C は、研磨物品 1 0 が被覆研磨物品である実施形態を示す。しかしながら、本開示の更なる実施形態によれば、追加の研磨物品が想到される。例えば、図 3、図 4 A、及び図 4 B は、回旋状研磨ホイールとしての研磨物品 1 0 の実施形態を示す。示されるように、回旋状研磨ホイール 5 0 は、コア 5 4 の周りに張力下で巻かれる不織布研磨材 5 2 を含む。

#### 【 0 0 4 6 】

図 4 A は、コア 5 4 から分離された不織布研磨材 5 2 を示す。図 4 B は、不織布研磨材 5 2 の一部の拡大図を示す。図 4 A 及び図 4 B は、同じ構成要素の多くを示し、同時に説明される。示されるように、回旋状研磨ホイール 5 0 は、反対側の実質的に平坦な表面を有する不織布研磨材 5 2 を含む。不織布研磨材 5 2 は、図 4 B により詳細に示される複数の纖維 5 4 を含む、嵩高で (lofty)、開いた、低密度の纖維ウェブであり得る。示されるように、不織布研磨材 5 2 の纖維 5 4 は、回旋状研磨ホイール 5 0 のバッキングを形成する。纖維 5 4 は、加硫纖維、短纖維、連続纖維などの任意選択の好適な纖維であり得る。纖維 5 4 は、任意選択の好適な寸法を有することができる。例えば、纖維 5 4 は、少なくとも約 2 0 ミリメートル (mm)、少なくとも約 3 0 mm、又は少なくとも約 4 0 mm、及び約 1 1 0 mm 未満、約 8 5 mm 未満、又は約 6 5 mm 未満の長さを有することができるが、より短い纖維及びより長い纖維（例えば、連続纖維又はフィラメント）も有用であり得る。纖維 5 4 は、少なくとも約 1 . 7 デシテックス (d tex、例えば、グラム /

10

20

30

40

50

10000メートル)、少なくとも約6d tex、又は少なくとも約17d tex、かつ約560d tex未満、約280d tex未満、又は約120d tex未満の纖度又は線密度を有してよいが、より小さな又はより大きな線密度を有する纖維54も有用である場合がある。異なる線密度を有する纖維54の混合物もまた、例えば、使用時に特に好ましい表面仕上がりをもたらす研磨物品を提供するために有用である場合がある。

#### 【0047】

図4Bに示すように、纖維54のそれぞれは、外面又は主表面56を有する。マイクロート14に関して記載したもののいずれかなどの硬化性樹脂を含む第1の樹脂層58が主表面56に適用される。次いで、第1の樹脂層58がコーティングされた後又は第1の樹脂層58と同時に、研磨粒子16が纖維54に適用される。第1の樹脂層コート58及び研磨粒子16の上にフェノール樹脂を含むサイズコート18を適用することができる。その後、第1の樹脂層コート58及び第1のサイズコート18は、ポリウレタンを含む第2のサイズコート60を適用する前に、樹脂が濡れてなく粘着性がなくなるまで、又は各層の個々の適用及び加熱によって連続的に部分的に硬化されるまで、互いに部分的に硬化される(either partially cured together)。

10

#### 【0048】

図4Bに示されるように、四面体成形研磨粒子(*tetrahedral shaped abrasive particle*)16の頂点(例えば、頂点40)の大部分は、実質的に同じ方向に整列している。すなわち、主表面56のプロファイルに一致する非線形軸Aに対して、四面体研磨粒子16の大部分の個々の頂点(例えば、頂点40)は、中心軸A及び主表面56に実質的に垂直な方向に配向される。主表面56の周りの個々の研磨粒子16の回転は、任意選択の好適な配向を得るように制御することができる。

20

#### 【0049】

好適な研磨物品の更なる例としては、フラップブラシが挙げられる。図5は、円筒状の中心コア62と、コア62の外周面64上にコーティングされた接着剤66の層と、複数の径方向に延びる研磨フラップ68と、を含むフラップブラシ60の斜視図である。コア62は、紙とフェノール樹脂の複合材、又はポリエステルとガラスファイバーの複合材であり得る。接着剤66は、例えばエポキシであってもよく、コア62の外面64上にコーティングされて、研磨フラップ68をコア62に接着する。

30

#### 【0050】

研磨フラップ68は、本明細書で図4A及び図4Bに示される不織布研磨フラップ52である。研磨フラップ68は、接着剤層16によってコア端部70でコア62に接着されている。研磨フラップ68は、コア62から半径方向外側に延びており、隣接する研磨フラップ68間の相対的な動きを最小限に抑えるために緊密に詰まっている。例えば、15.2cm(6in)の外径を有し、かつ128の不織布研磨フラップ68を含むフラップブラシ60の一実施形態では、フラップ68は、コア端部70でこれらの非圧縮厚さの約10%まで、及び外側端72でこれらの非圧縮厚さの約30%まで圧縮され得る。この構成では、研磨フラップのそれぞれの外側端72は、ワークピース表面に回転的に適用され得るフラップブラシ外周面74と共に形成する。

40

#### 【0051】

いくつかの例において、四面体研磨粒子16は、多操作プロセス(*multi-operation process*)に従って作製することができる。このプロセスは、任意選択のセラミック前駆体分散材料を使用して実施することができる。簡潔に述べると、このプロセスは、対応するセラミックに変換することができる種晶添加又は種晶非添加のセラミック前駆体分散体(*seeded or non-seeded ceramic precursor dispersion*) (例えば、アルファアルミニナに変換することができるベーマイトゾル-ゲル)のいずれかを作製する操作と、成形研磨粒子の所望の外形を有する1つ以上の金型キャビティ(*mold cavity*)をセラミック前駆体分散体で充填する操作と、セラミック前駆体分散体を乾燥させて前駆体四面体研磨粒子を形成する操作と、前駆体四面体研磨粒子を金型キャビティから除去する操作と、前駆体四面体研磨粒子をか焼して、か焼された前駆体四面体研磨粒子を形成する操作と、次いで、

50

か焼された前駆体四面体研磨粒子を焼結して、四面体研磨粒子 16 を形成する操作と、を含み得る。次に、このプロセスを、アルファアルミナ含有四面体研磨粒子のコンテキスト (context) においてより詳細に説明する。

#### 【0052】

このプロセスは、セラミックに変換することができるセラミック前駆体の種晶添加又は種晶非添加の分散体のいずれかを提供する操作を含むことができる。セラミック前駆体分散体は、揮発性成分である液体を含むことができる。一例では、揮発性成分は水である。分散体は、分散体の粘度を十分に低くし、金型キャビティへの充填及び金型表面の複製を可能にするために十分な量の液体を含むことができるが、後に続く液体の金型キャビティからの取り出しが非常に高価になるような大量の液体を含むことができない。一例において、セラミック前駆体分散体は、2重量%～90重量%の、酸化アルミニウム－水和物(ベーマイト)粒子等のセラミックに変換することができる粒子、及び少なくとも10重量%、又は50重量%～70重量%、又は50重量%～60重量%の、水等の揮発性成分を含む。逆に、いくつかの実施形態において、セラミック前駆体分散体は、30重量%～50重量%又は40重量%～50重量%の固体物を含む。

10

#### 【0053】

好適なセラミック前駆体分散体の例としては、酸化ジルコニアゾル、酸化バナジウムゾル、酸化セリウムゾル、酸化アルミニウムゾル、及びこれらの組み合わせが挙げられる。好適な酸化アルミニウム分散体としては、例えば、ベーマイト分散体及び他の酸化アルミニウム水和物分散体が挙げられる。ベーマイトは、公知の技術によって調製することができ、又は市販のものを入手することができる。市販のベーマイトの例としては、両方とも Sasol North America, Inc. から入手可能な商品名「DISPERAL」及び「DISPAL」を有する、又は BASF Corporation から入手可能な商品名「HIQ-40」を有する製品が挙げられる。これらの酸化アルミニウム－水和物は、比較的純粋であり、即ち、一水和物以外の水和物相を含んでいたとしても比較的小量であり、かつ高表面積を有する。更に、いくつかの実施形態では、好適な研磨粒子前駆体材料は、焼結時に単一の研磨粒子を形成する微細研磨粒子を含む。いくつかの実施形態では、研磨粒子前駆体材料は、単独で又はそれに加えて、例えば米国特許出願公開第 2016/0068729 (A1) 号 (Ericksonら) に開示されているように、焼結された際に共に融合して、焼結されたアルファアルミナセラミック本体を形成する微細アルファアルミナ粒子を含むことができる。

20

#### 【0054】

得られる四面体研磨粒子の物理的特性は、概ね、セラミック前駆体分散体に使用される材料の種類に依存し得る。本明細書で使用するとき、「ゲル」は、液体中に分散した固体の3次元ネットワークである。

30

#### 【0055】

セラミック前駆体分散体は、改質用添加剤又は改質用添加剤の前駆体を含んでいてよい。改質用添加剤は、研磨粒子のいくつかの所望の特性を強化するため、又は後に続く焼結ステップの有効性を高めるために機能することができる。改質用添加剤又は改質用添加剤の前駆体は、水溶性塩などの可溶性塩の形態とすることができる。これらは金属含有化合物を含むことができ、マグネシウム、亜鉛、鉄、ケイ素、コバルト、ニッケル、ジルコニアム、ハフニウム、クロム、イットリウム、プラセオジム、サマリウム、イッテルビウム、ネオジム、ランタン、ガドリニウム、セリウム、ジスプロシウム、エルビウム、チタンの酸化物の前駆体、及びこれらの混合物とすることができる。セラミック前駆体分散体中に存在できるこれらの添加剤の特定の濃度は、変更することができる。

40

#### 【0056】

改質用添加剤又は改質用添加剤の前駆体を導入することによって、セラミック前駆体分散体はゲルになる可能性がある。セラミック前駆体分散体はまた、蒸発によって分散体中の液体含有量を低減するために、一定期間にわたって熱を加えることによりゲルに誘導することもできる。セラミック前駆体分散体はまた、核形成剤を含有することができる。本

50

開示に好適な核形成剤としては、アルファアルミナ、アルファ酸化第二鉄若しくはその前駆体、酸化チタン及びチタン酸塩、酸化クロム、又は転移の核となる任意の他の材料の微粒子を挙げることができる。核形成剤を使用する場合、その量は、アルファアルミナの転移をもたらすのに十分な量とするべきである。

#### 【0057】

解膠剤 (peptizing agent) をセラミック前駆体分散体に添加し、より安定なヒドロゾル又はコロイド状セラミック前駆体分散体を製造することができる。好適な解膠剤は、酢酸、塩酸、ギ酸及び硝酸等の一塩基酸又は酸化合物である。多塩基酸を使用してもよいが、多塩基酸はセラミック前駆体分散体を急速にゲル化することがあり、取り扱い又は追加成分を導入することを困難にする。ペーマイトの一部の市販供給源は、安定なセラミック前駆体分散体の形成を助ける（吸収されたギ酸又は硝酸等の）酸タイターを含む。

10

#### 【0058】

セラミック前駆体分散体は、任意の好適な手段によって形成することができる。例えば、ゾルゲルアルミナ前駆体の場合、酸化アルミニウムー水和物を解膠剤を含有する水と混合することによって、又は酸化アルミニウムー水和物のスラリーを生成し、そこに解膠剤を加えることにより形成できる。

#### 【0059】

消泡剤又は他の好適な化学物質を添加し、気泡を形成する傾向又は混合中に空気が混入する傾向を低減することができる。湿潤剤、アルコール、又はカップリング剤等の追加の化学物質を必要に応じて添加することができる。

20

#### 【0060】

更なる操作は、少なくとも1つの金型キャビティを有する金型、又は金型の少なくとも1つの主表面に形成された複数のキャビティ (cavity) を有する金型を提供することを含み得る。いくつかの例では、金型は、生産工具として形成され、該生産工具は、例えば、ベルト、シート、連続ウェブ、輪転グラビア等のコーティングロール、コーティングロール上に取り付けられたスリーブ、又はダイとすることができる。一例では、生産工具はポリマー材料を含むことができる。好適なポリマー材料の例としては、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリ(エーテルスルホン)、ポリ(メチルメタクリレート)、ポリウレタン、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリスチレン、ポリプロピレン、ポリエチレン、若しくはこれらの組み合わせ等の熱可塑性樹脂、又は熱硬化性材料が挙げられる。一例では、工具全体がポリマー材料又は熱可塑性材料から作製される。別の例では、セラミック前駆体分散体が乾燥している間にセラミック前駆体分散体と接触する工具表面、例えば複数のキャビティ表面は、ポリマー材料又は熱可塑性材料を含み、工具の他の部分は、他の材料から作製することができる。好適なポリマーコーティングを金属工具に適用して、実施例の方法によって表面張力特性を変更してもよい。

30

#### 【0061】

ポリマー工具又は熱可塑性生産工具は、金属マスター工具から複製することができる。マスター工具は、生産工具に望ましい逆パターンを有することができる。マスター工具は、生産工具と同一の方法で作製することもできる。一例では、マスター工具は、金属（例えばニッケル）で作製し、ダイヤモンドターニング加工される。一例では、マスター工具は、ステレオリソグラフィを使用して少なくとも部分的に形成される。ポリマーシート材料は、マスター工具とともに、2つと一緒に加圧成形することによりポリマー材料がマスター工具パターンでエンボス加工されるように、加熱することができる。ポリマー又は熱可塑性材料をまた、マスター工具上へ押し出し又はキャスティングし (cast) 、次いで加圧成形することもできる。熱可塑性材料を冷却し、固化させ生産工具を生産する。熱可塑性生産工具を利用する場合、熱可塑性生産工具を歪めて寿命を制限し得るような過度の熱を生成しないよう注意が必要である。

40

#### 【0062】

キャビティへは、金型の天面又は底面にある開口部 (opening) からアクセスすることができる。いくつかの例では、キャビティは、金型の全厚に対して延びることができる。

50

あるいは、キャビティは、金型の厚さの一部分に対してのみ延びることができる。一例では、天面は、実質的に一様な深さを有するキャビティを備えた金型の底面と実質的に平行である。金型のうちの少なくとも1つの側、即ちキャビティが形成される側は、揮発性成分を除去するステップの間、周囲の外気に曝露したままにすることができる。

#### 【0063】

キャビティは、四面体研磨粒子を作製するための特定の3次元形状を有する。深さの寸法は、天面から底面の最下点までの垂直距離と等しい。所与のキャビティの深さは、一様とすることができる、又はその長さ及び／若しくは幅に沿って変化することができる。所与の金型のキャビティは、同一の形状又は異なる形状とすることができる。

#### 【0064】

更なる操作は、金型内のキャビティにセラミック前駆体分散体を（例えば、従来の技法によって）充填することを伴う。いくつかの例では、ナイフロールコーラー又は真空スロットダイコーラーを使用することができる。必要に応じて、金型からの粒子の取り出しを支援するために離型剤を使用することができる。離型剤の例には、ビーナツオイル又は鉛油、魚油等の油、シリコーン、ポリテトラフルオロエチレン、ステアリン酸亜鉛、及び黒鉛が挙げられる。概ね、ビーナツオイルなどの離型剤は、水又はアルコールなどの液体中で、セラミック前駆体分散体と接触する製造工具の表面に適用され、離型が必要な場合、約 $0.1\text{ mg/in}^2$  ( $0.6\text{ mg/cm}^2$ ) ~ 約 $3.0\text{ mg/in}^2$  ( $20\text{ mg/cm}^2$ )、又は約 $0.1\text{ mg/in}^2$  ( $0.6\text{ mg/cm}^2$ ) ~ 約 $5.0\text{ mg/in}^2$  ( $30\text{ mg/cm}^2$ ) の離型剤が、金型の単位面積当たりに存在するようになる。いくつかの実施形態において、金型の天面は、セラミック前駆体分散体でコーティングされる。セラミック前駆体分散体は、天面上にポンプ注入することができる。

10

20

30

40

50

#### 【0065】

更なる操作では、スクレーパ又はならし棒を使用し、セラミック前駆体分散体を金型のキャビティに完全に押し入れることができる。キャビティに入らないセラミック前駆体分散体の残りの部分は、金型の天面から除去し、再利用することができる。いくつかの例では、セラミック前駆体分散体のごく一部分が天面に残ることがあり、他の例において、天面は分散体が実質的に存在しない。スクレーパ又はならし棒により適用される圧力は、100 psi ( $0.6\text{ MPa}$ ) 未満、50 psi ( $0.3\text{ MPa}$ ) 未満、又は更には10 psi ( $60\text{ kPa}$ ) 未満とすることができる。いくつかの例では、セラミック前駆体分散体の露出した表面は、天面を実質的に超えて延びていない。

#### 【0066】

これらの例では、キャビティの露出した表面は四面体研磨粒子16の平面になることが望まれ、キャビティを（例えば、マイクロノズルアレイを使用して）オーバーフィルし、セラミック前駆体分散体をゆっくりと乾燥させることが望ましい場合がある。

#### 【0067】

更なる操作では、揮発性成分を除去し、分散体を乾燥することを伴う。揮発性成分は、高速の蒸発速度により除去することができる。いくつかの例では、蒸発による揮発性成分の除去は、この揮発性成分の沸点を上回る温度で生じる。乾燥温度の上限は、金型を作製する材料によって決まることが多い。ポリプロピレン工具に関しては、温度はプラスチックの融点未満とするべきである。一例では、固形分約40 ~ 50%の水分散体、及びポリプロピレン金型 (polypropylene mold) に対して、乾燥温度は、約90 ~ 約165、又は約105 ~ 約150、又は約105 ~ 約120であり得る。温度が上昇すると、生産速度が改善される場合があるが、ポリプロピレン工具が劣化することもあり、金型としての耐用年数が制限される。

#### 【0068】

乾燥中、セラミック前駆体分散体が収縮し、多くの場合、キャビティ壁からの後退 (retraction) を引き起こす。例えば、キャビティが平坦な壁を有する場合、得られる四面体研磨粒子は、少なくとも3つの凹状の主側面を有する傾向があり得る。現在、キャビティ壁を凹状にする（キャビティ容積が増加する）ことによって、少なくとも3つの実質的に

50

平面の主側面を有する四面体研磨粒子を得ることが可能であることが分かっている。凹部の度合いは、概ね、セラミック前駆体分散体の固形分含有量に依存する。

#### 【0069】

更なる操作は、得られた前駆体四面体研磨粒子を金型キャビティから取り出すことを伴う。前駆体四面体研磨粒子は、重力、振動、超音波振動、真空、又は加圧空気のプロセスを、単独で又は組み合わせて金型に使用し、金型キャビティから粒子を取り出すことによって、キャビティから取り出すことができる。

#### 【0070】

前駆体四面体研磨粒子は、金型の外で更に乾燥することができる。セラミック前駆体分散体を、金型内で所望のレベルに乾燥する場合には、この追加の乾燥ステップは不要である。しかし、場合によっては、この追加の乾燥ステップを採用し、金型内にセラミック前駆体分散体が滞留する時間を最低限にすることが経済的であり得る。前駆体四面体研磨粒子は、50 ~ 160、又は120 ~ 150 の温度で、10 ~ 480 分間、又は120 ~ 400 分間で乾燥される。

10

#### 【0071】

更なる操作は、前駆体四面体研磨粒子をか焼することを伴う。か焼の間、本質的に全ての揮発性材料は除去され、セラミック前駆体分散体に存在していた種々の構成成分が金属酸化物へ変換される。前駆体四面体研磨粒子は、概ね、400 ~ 800 の温度に加熱され、遊離水、及び90重量%を超える任意の揮発性結合材料(bound volatile material)が除去されるまで、この温度範囲内で維持される。任意選択のステップにおいて、含浸プロセスによって改質用添加剤を導入することが望ましい場合がある。水溶性塩は、か焼された前駆体四面体研磨粒子の孔に含浸することによって導入できる。次いで、前駆体四面体研磨粒子を再び予備焼成する。

20

#### 【0072】

更なる操作は、か焼された前駆体四面体研磨粒子を焼結して、四面体成形研磨粒子16を形成することを伴う。焼結前は、か焼された前駆体四面体研磨粒子は完全に緻密ではなく、したがって、四面体研磨粒子として使用するには所望の硬度に欠けている。焼結は、か焼された前駆体四面体研磨粒子を、1000 ~ 1650 の温度まで加熱することによって行われる。か焼された前駆体四面体研磨粒子を焼結温度に曝露して、このレベルの変換を得るために時間の長さは、様々な要因に依存するが、5秒 ~ 48時間が典型的である。

30

#### 【0073】

他の実施形態において、焼結ステップの持続時間は1分間 ~ 90分間の範囲である。焼結後、四面体研磨粒子は、10 GPa(ギガパスカル)、16 GPa、18 GPa、20 GPa、又はこれらを超えるビックース硬度を有することができる。

#### 【0074】

例えば、か焼温度から焼結温度まで材料を急速に加熱すること、及びセラミック前駆体分散体を遠心分離し、スラッジ及び/又は廃棄物を除去することなどの、追加の操作を使用して、記載したプロセスを変更することができる。更に、必要に応じて、2つ以上のプロセスステップを組み合わせることによってこのプロセスを変更することができる。

40

#### 【0075】

四面体研磨粒子16を形成するための別のプロセスは、非コロイド状固体粒子及び液体ビヒクルを含むスラリーを使用することを含むことができる。非コロイド状固体粒子は、液体ビヒクル中に懸濁され得るが、非コロイド状固体粒子のいくつかの沈殿を有することも許容される。非コロイド状固体粒子の少なくとも一部は、アルファアルミニナ又はその前駆体のうちの少なくとも1つを含む。いくつかの実施形態では、非コロイド状固体粒子は、アルファアルミニナ粒子、アルファアルミニナ前駆体粒子、又はこれらの組み合わせを含む。いくつかの実施形態では、実質的に全て(例えば、少なくとも95重量%又は少なくとも99重量%)、又は全ての非コロイド状固体粒子は、アルファアルミニナ粒子、アルファアルミニナ前駆体粒子、又はこれらの組み合わせを含む。

50

## 【0076】

アルファアルミナ粒子及び非コロイド状アルファアルミナ前駆体粒子は、個々に、又は両方が存在する場合全体で得られ、スラリーの少なくとも30、35、40、50体積%、又は更には少なくとも55体積%を含んでもよい。スラリーは、例えば、増粘剤、チキソトロープ剤、分散剤、湿潤剤、消泡剤、カップリング剤、改質剤又はその前駆体、核形成剤、解膠剤、及び/又は離型剤などの1つ以上の任意選択の添加剤を更に含んでもよい。有用な増粘剤としては、例えば、グアーガム、カルボキシメチルセルロースナトリウム、及び/又はカルボマーなどの有機増粘剤、並びに、例えばコロイド状ベーマイトなどの無機増粘剤が挙げられる。

## 【0077】

改質用添加剤は、四面体成形研磨粒子16のいくつかの所望の特性を強化するため、又は後に続く焼結ステップの有効性を高めるために機能することができる。改質用添加剤又は改質用添加剤の前駆体は、ミクロンスケール及びサブミクロンスケールの微粒子、ナノコロイド（例えば、ナノメートルスケールのコロイド）、可溶性塩、典型的には水溶性塩及び非可溶性塩の形態であり得る。これらは金属含有化合物を含むことができ、マグネシウム、亜鉛、鉄、ケイ素、コバルト、ニッケル、ジルコニウム、ハフニウム、クロム、イットリウム、プラセオジム、サマリウム、イッテルビウム、ネオジム、ランタン、ガドリニウム、セリウム、ジスプロシウム、エルビウム、チタンの酸化物の前駆体、及びこれらの混合物とすることができます。

## 【0078】

スラリーに含めるのに好適な核形成剤としては、例えば、アルファアルミナ、アルファ酸化第二鉄若しくはその前駆体、酸化チタン及びチタン酸塩、酸化クロム、又は転移の核となる任意の他の材料の微粒子が挙げられる。核形成剤を使用する場合、その量は、アルファアルミナの転移をもたらすのに十分な量である。アルファアルミナ前駆体分散体の核生成が、米国特許第4,744,802号(Schawabe)に開示されている。

## 【0079】

コロイド状ベーマイト増粘剤がスラリーに含まれる場合、解膠剤は安定性を提供するのに有用であり得る。好適な解膠剤としては、酢酸、塩酸、ギ酸及び硝酸等の、一塩基酸又は酸化物が挙げられる。多塩基酸を使用してもよいが、多塩基酸はスラリーを急速にゲル化することがあり、取り扱い又は追加成分をそこに導入することを困難にする。

## 【0080】

いくつかの実施形態では、非コロイド状固体粒子は、アルファアルミナ粒子を含む。アルファアルミナ粒子は、例えば、粉碎又は成形されてもよい。有用なアルファアルミナ粒子は、アルミニウムイオン以外の金属イオン（例えば、 $\text{Fe}^{3+}$ イオン）を含んでもよい。好適なアルファアルミナの例としては、アルファアルミナ白色溶融アルミナ(alpha alumina white fused alumina)、及び褐色溶融アルミナ(brown fused alumina)が挙げられる。

## 【0081】

いくつかの実施形態では、非コロイド状固体粒子は、アルファアルミナ前駆体粒子を含む。本明細書で使用するとき、用語「アルファアルミナ前駆体」は、アルファアルミナ以外の材料を指すことができ、これは、十分な加熱によってアルファアルミナに少なくとも部分的に（例えば、完全に）変換され得る材料を指すことができる。好適なアルファアルミナ前駆体の例としては、ベーマイト(-AlO(OH))、ダイアスポア(-AlO(OH))、バイヤライト(すなわち、-Al(OH)<sub>3</sub>)、及びギブサイト及びその多形（例えば、ドイル石(doyleite)及びノルドストランド石(nordstrandite)）が挙げられる。

## 【0082】

非コロイド状固体粒子は、単峰性又は多峰性（例えば、二峰性）であってもよい。例えば、非コロイド状固体粒子は、二峰性分布を有してもよく、約95%の非コロイド状固体粒子は、約0.7ミクロンのモードを有してもよく、約5%の非コロイド状固体粒子は、

10

20

30

40

50

約 2 ~ 3 ミクロンのモードを有してもよい。

【 0 0 8 3 】

本明細書に記載の方法及び四面体成形研磨粒子 16 は、スラリー構成成分及び得られた四面体成形研磨粒子 16 中の適度な濃度のナトリウムイオンに耐性があることが有利であり、適度な濃度のナトリウムイオンでさえ、ナトリウムイオンを含有する四面体成形研磨粒子 16 の研磨特性を著しく低下させる傾向がある従来のゾル・ゲル法とは対照的である。例えば、四面体成形研磨粒子 16 が、四面体成形研磨粒子 16 の総重量を基準にして、当量基準で、最大約 2 . 5 重量 % の酸化ナトリウム、0 . 0 3 ~ 2 . 5 重量 % の酸化ナトリウム、又は 0 . 0 5 ~ 2 . 5 重量 % の酸化ナトリウムを含有する場合でも良好な研磨特性を得ることができる。いくつかの実施形態では、四面体成形研磨粒子 16 は、四面体成形研磨粒子 16 の総重量を基準にして、当量基準で、0 . 0 5 ~ 0 . 5 重量 % の酸化ナトリウムを含有する。

10

【 0 0 8 4 】

液体ビヒクルは、水及び / 又は有機溶媒を含んでもよい。液体ビヒクルは、液体ビヒクルの少なくとも 50 、 60 、 70 、 80 、 90 重量 % 、又は更には少なくとも 95 重量 % の量の水を含む。液体ビヒクル中のいずれの有機溶媒も、水溶性であるか、又は少なくとも水混和性である。例としては、低級アルコール（例えば、メタノール、エタノール、プロパノール）、エーテル（例えば、グリム、及びジグリム）、及びラクタム（例えば、2 - ピロリドン）が挙げられる。

20

【 0 0 8 5 】

スラリーに含まれるアルファアルミナ及び / 又はアルファアルミナ前駆体の粒子は、0 . 4 ~ 2 . 0 ミクロンの範囲、又は 0 . 4 ~ 0 . 8 ミクロンの範囲の平均粒径を有するが、これは必須ではない。いくつかの実施形態では、二峰性又は更には三峰性の粒径分布が有用である。この場合、微粒子に加えて、著しく大きいサイズのものが存在する可能性がある（例えば、0 . 7 の平均粒径は、数 % の 2 ~ 5 ミクロンの粒子で補完される）。成形研磨粒子 16 の密度は、真密度の少なくとも 92 % であり得る。

30

【 0 0 8 6 】

次に、スラリーの少なくとも一部分を基材と接触させて、成形体を形成する。基材は、四面体形状を形成するための上記の工具のうちのいずれかであり得る。

【 0 0 8 7 】

スラリーを成形体に形成した後、成形体を少なくとも部分的に乾燥させて、成形研磨前駆体粒子（shaped abrasive precursor particle）を提供する。これは、例えば、オーブン、加熱プラテン、ヒートガン、又は赤外線ヒーターを使用して達成され得る。本明細書で使用するとき、用語「乾燥」は、液体ビヒクルの少なくとも一部分を除去することを指し、これは、特に水の除去を指していてもいなくてもよい。

30

【 0 0 8 8 】

液体ビヒクルは、高速の蒸発速度で除去することができる。いくつかの実施形態において、蒸発による液体ビヒクルの除去は、液体ビヒクルの沸点を上回る温度で生じる。乾燥温度の上限は、金型を作製する材料によって決まることがある。ポリプロピレン工具では、温度は、概ね、ポリプロピレンの融点未満、好ましくは軟化点未満であるべきである。

40

【 0 0 8 9 】

乾燥中、スラリーは収縮し、これはキャビティ壁からの後退を引き起こし得る。例えば、キャビティが平坦な壁を有する場合、得られる四面体成形研磨粒子 16 は、少なくとも 3 つの凹状の主側面を有する傾向があり得る。キャビティ壁を凹状にすることによって（キャビティ容積が増加する）ことにより、少なくとも 3 つの実質的に平面の主側面を有する四面体成形研磨粒子 16 を得ることができる。必要とされる凹部の度合いは、概ね、スラリーの固形分含有量に依存する。

【 0 0 9 0 】

次に、成形研磨前駆体粒子の少なくとも一部分が、粒子上に四面体形状を付与するキャビティを有する基材から分離される。これは、例えば、重力、真空、加圧空気、又は機械

50

的方法、例えば、振動（例えば、超音波振動）屈曲及び／又は叩解（beating）などによつて達成され得るが、他の方法も使用され得る。

【0091】

基材から分離されると、成形研磨前駆体粒子の少なくとも一部分は、四面体成形研磨粒子16に変換される。

【0092】

次いで、成形研磨前駆体粒子をか焼することができる。か焼の間、本質的に全ての揮発性材料は除去され、スラリーに存在していた種々の構成成分が金属酸化物へ変換される。成形研磨前駆体粒子は、概ね、400～800の温度に加熱され、遊離水、及び90重量%を超える任意の揮発性結合材料が除去されるまで、この温度範囲内で維持される。任意選択のステップにおいて、含浸プロセスによって改質用添加剤を導入することが望ましい場合がある。水溶性塩を、か焼された成形研磨前駆体粒子の孔内に含浸することによつて導入できる。次いで、成形研磨前駆体粒子を再び予備焼成する。この選択肢は、米国特許第5,164,348号(Wood)に更に記載されている。10

【0093】

か焼されたか否かにかかわらず、成形研磨前駆体粒子（又はか焼された成形研磨前駆体粒子）は焼結されて、アルファアルミナを含む四面体成形研磨粒子16を形成する。四面体成形研磨粒子16は、焼結後にセラミックである。焼結前は、（任意選択的にか焼された）成形研磨前駆体粒子は完全に緻密ではなく、したがつて、四面体成形研磨粒子16として使用するには所望の硬度に欠けている。焼結は、（任意選択的にか焼された）成形研磨前駆体粒子を1000～1650の温度に加熱することによつて行うことができる。高密度化を得るために必要とされる加熱時間は、様々な要因に依存するが、5秒～48時間の時間が無難である。この方法に関する更なる詳細は、米国特許出願公開第2015/0267097号(Rosenflanz)で確認できる。20

【0094】

研磨層は、粉碎研磨粒子(crushed abrasive particle)などの更なる研磨粒子を含むことができる。存在する場合、粉碎研磨粒子は、研磨層の約5重量%～約96重量%、若しくは約15重量%～約50重量%の範囲であつてもよく、又は約5重量%、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、若しくは96重量%の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてもよい。好適な粉碎研磨粒子の例としては、例えば、溶融酸化アルミニウム、熱処理した酸化アルミニウム、白色溶融酸化アルミニウム、商品名3M CERAMIC ABRAIVE GRAINとして3M Company(St. Paul, Minn.)から市販されているもの等のセラミック酸化アルミニウム材料、黒色炭化ケイ素、緑色炭化ケイ素、二ホウ化チタン、炭化ホウ素、炭化タングステン、炭化チタン、ダイヤモンド、立方晶窒化ホウ素、ガーネット、溶融アルミニナジルコニア、ゾル-ゲル誘導研磨粒子、酸化鉄、クロミア、セリア、ジルコニア、チタニア、ケイ酸塩、酸化スズ、シリカ（石英、ガラスピース、グラスバブルズ、及びガラスファイバーなど）、ケイ酸塩（タルク、粘土（例えば、モンモリロナイト）、長石、雲母、ケイ酸カルシウム、メタケイ酸塩カルシウム、アルミノケイ酸ナトリウム、及びケイ酸ナトリウムなど）、フリント、並びにエメリーの粉碎粒子が挙げられる。30

【0095】

研磨層は、二次形成された研磨粒子を更に含むことができる。二次形成された研磨粒子は、正三角形プレート形状などの非四面体形状を有することができる。存在する場合、二次形成された研磨粒子は、研磨層の約5重量%～約95重量%、若しくは研磨層の約20重量%～約70重量%の範囲であつてもよく、又は5重量%、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、若しくは95重量%の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてもよい。40

【0096】

研磨層は、例えば、充填剤、研削助剤、湿潤剤、界面活性剤、染料、顔料、カップリン

10

20

30

40

50

グ剤、接着促進剤、及びこれらの組み合わせなどの添加剤を更に含むことができる。充填剤の例としては、炭酸カルシウム、シリカ、タルク、クレイ、メタケイ酸カルシウム、ドロマイト、硫酸アルミニウム、及びこれらの組み合わせが挙げられる。研削助剤の好適な例としては、研磨の化学的及び物理的プロセスに影響を及ぼし、それにより性能の改善をもたらす粒子状材料が挙げられる。研削助剤は、多様な異なる材料を包含し、無機であっても有機であってもよい。研削助剤の化学物質群の例としては、ワックス、有機ハライド化合物、ハライド塩、並びに金属及びそれらの合金が挙げられる。有機ハライド化合物は、研磨中に分解し、ハロゲン酸又はガス状のハライド化合物を放出できる。こうした材料の例としては、塩素化ワックス、例えばテトラクロロナフタレン、ペンタクロロナフタレン、及びポリ塩化ビニルが挙げられる。ハライド塩の例としては、塩化ナトリウム、カリウムクリオライト、ナトリウムクリオライト、アンモニウムクリオライト、テトラフルオロホウ酸カリウム、テトラフルオロホウ酸ナトリウム、フッ化ケイ素、塩化カリウム、及び塩化マグネシウムが挙げられる。金属の例としては、スズ、鉛、ビスマス、コバルト、アンチモン、カドミウム、鉄及びチタンが挙げられる。他の研削助剤としては、硫黄、有機硫黄化合物、黒鉛及び金属硫化物が挙げられる。異なる研削助剤の組み合わせを使用することもまた、本発明の範囲内にあり、いくつかの事例において、これは、相乗的效果をもたらすことができる。一実施形態において、研削助剤は、氷晶石又はテトラフルオロホウ酸カリウムである。こうした添加剤の量は、所望の性質を付与するように調整することができる。存在する場合、添加剤は、研磨層の約5重量%～約95重量%、若しくは研磨層の約20重量%～約70重量%の範囲であってもよく、又は5重量%、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、若しくは95重量%の値について、これ未満、これと同じ、又はこれより大きくてもよい。

10

20

30

#### 【0097】

様々な方法を本開示の研磨物品のいずれかの作製に使用することができる。例えば、被覆研磨物品10は、バッキング上にマイクロート14を適用することによって形成することができる。マイクロート14は、ロールコーティングなどの任意選択の好適な技術によって適用することができる。次いで、研磨粒子16をマイクロート14上に堆積させることができる。一方、研磨粒子16とマイクロート配合物とを混合してスラリーを形成し、次いでこれをバッキング12に適用することができる。被覆研磨物品10が、四面体研磨粒子16、粉碎研磨粒子、及び二次形成された研磨粒子を含む場合、これらの粒子は、粒子型によって分類される別個の群として、又は一緒に適用され得る。研磨粒子がバッキング12上に堆積されると、マイクロート14は、高温又は室温で一定時間硬化され(cured at an elevated temperature or at room temperature for a set amount of time)、研磨粒子はバッキング12に付着する。次いで、サイズコートを、被覆研磨物品上に任意選択的に適用することができる。

#### 【0098】

研磨粒子16は、任意選択の好適な技術によってバッキング12上に堆積され得る。例えば、研磨粒子16は、バッキング12上にドロップコーティング技術又は静電コーティング技術によって堆積させることができる。ドロップコーティングでは、研磨粒子16は、マイクロート14上に堆積された自由形態である。静電コーティング技術の一例では、静電的に帯電した(electrostatically charged)振動フィーダーを使用して、研磨粒子16を、供給面(feeding surface)からバッキング12の背後に位置する導電性部材(conductive member)に向けて推進することができる。いくつかの実施形態では、供給面は実質的に水平であり得、コーティングされたバッキングは、実質的に垂直に移動することができる。研磨粒子16は、フィーダーから電荷を拾い、導電性部材によってバッキングに向かって引き寄せられる。

40

#### 【0099】

四面体研磨粒子16の場合、主表面に実質的に垂直な方向(例えば、z方向に沿った)でバッキングから離れるように配向された頂点を有するこれら粒子の高い割合を、ドロッ

50

プロテイング又は静電コーティング技術のいずれかによって得ることができる。いかなる理論にも束縛されるものではないが、本発明者らは、四面体研磨粒子16の高度な対称性により、頂点（例えば、頂点40）がバッキングから離れるように配向されると考えている。これは、各頂点（例えば、頂点40）が、面（例えば、面22）のうちの1つの反対側にあるためである。四面体研磨粒子16が、バッキング12上に載り、面のうちの1つがバッキング12と接触する確率が高く、その結果、面（例えば、面22）の反対側の頂点（例えば、頂点40）がバッキング12から離れるように配向される。

#### 【0100】

四面体研磨粒子16に関して本明細書に記載のように、これらの研磨粒子の一部は、実質的に同じ方向に（例えば、x-y方向に沿って）配向された頂点のうちの3つを有することができる。これは、例えば、堆積技術と併せて精密な開口スクリーン（apertured screen）を用いることによって達成することができる。開口スクリーンは、四面体研磨粒子16を特定の回転に位置付けするように構成することができ、それにより、四面体研磨粒子16は、いくつかの特定の配向で精密な開口スクリーンにのみ収まることができる。例えば、四面体研磨粒子16の断面よりもわずかに大きい矩形開口部は、2つの可能な180度反対のz方向回転配向のうちの1つにて、四面体研磨粒子16を配向する矩形プレートに含めることができる。

10

#### 【0101】

四面体研磨粒子16の回転を制御することに加えて、スクリーンは、四面体研磨粒子16を所定のパターンに配置するのを補助することができる。例えば、スクリーンのアパートチャは、同心円又は平行線の群として配置され得る。同心円状に配置されている四面体研磨粒子16のパターンは、操作中に回転するホイールとして成形された研磨物品によく適している場合がある。平行線に配置されている四面体研磨粒子16のパターンは、連続ベルトとして成形された研磨物品によく適している場合がある。

20

#### 【0102】

穿孔されたスクリーン（perforated screen）が使用される例では、バッキング12は、マイクコート14でコーティングされてもよく、四面体研磨粒子16を含む精密な開口スクリーン表面に平行に位置付けられてもよく、マイクコート14は、アパートチャ内の四面体研磨粒子に面している。その後、コーティングされたバッキング及び精密な開口スクリーンを接触させて、四面体研磨粒子16をマイクコート14に接着させる。四面体研磨粒子16は、例えば、スクリーン上の保持部材（retaining member）を解放するか、又は静電場を除去することによって放出される。次いで、四面体研磨粒子16は、マイクコート14上に堆積される。

30

#### 【0103】

本明細書に記載の研磨物品はワークピースを研磨するために使用できる。ワークピースを研磨することは、被覆研磨物品10の少なくとも一部分を、ワークピースの表面と摩擦接触させることを含み得る。被覆研磨物品10がワークピースと接触すると、ワークピース又は研磨物品10の少なくとも一方が他方に対して移動する。これにより、ワークピースの表面の少なくとも一部分が摩耗する。

40

#### 【0104】

用いた用語及び表現は、限定ではなく説明の用語として使用したものであり、そのような用語及び表現を使用する際、図示及び記載する特徴又はその一部分の均等物を除外する意図はなく、本開示の実施形態の範囲内で様々な修正形態が可能であることが理解される。したがって、特定の実施形態及び任意選択の特徴によって、本開示を具体的に開示したが、本明細書に開示する概念の修正形態及び変形形態を、当業者であれば用いることができ、そのような修正形態及び変形形態は、本開示の実施形態の範囲内であると見なされることが理解されるべきである。

#### 【実施例】

#### 【0105】

本開示の様々な実施形態は、例示によって提供される以下の実施例を参照することによ

50

って、よりよく理解することができる。本開示は、本明細書に記載されている実施例に限定されない。

【0106】

材料

別段の記載がない限り、全ての試薬は、Sigma - Aldrich Company (St. Louis, Missouri)などの化学ベンダから得られたか、入手可能であるか、公知の方法で合成することができる。別段の記載がない限り、全ての比は乾燥重量による。

【0107】

本実施例で使用される材料及び試薬に関する略語は表1のとおりである。

## 【表1-1】

表1:材料

略語	説明	
ACR	Allnex Inc.(Brussels, Belgium)から商品名「TMPTA」で得たトリメチロールプロパントリアクリレート	
ALOX P180	Imerys Fused Minerals (Niagara Falls, New York)から商品名「BFRPL」で得たFEPA (Federation of the European Producers of Abrasives) PグレードP180標準に従った酸化アルミニウム	10
ALOX P240	Imerys Fused Minerals (Niagara Falls, New York)から商品名「BFRPL」で得たFEPA (Federation of the European Producers of Abrasives) PグレードP240標準に従った酸化アルミニウム	
EP1	Momentive Specialty Chemicals, Inc. (Columbus, Ohio)から商標EPONEX 1510で得た、210～220g/等量のエポキシ等量重量を有するビスフェノール-Aエポキシ樹脂	
Minex 10	Unimin Corporation (New Canaan, Connecticut)から得た無水アルミノケイ酸カリウムナトリウム	
CPI 6976	Aceto Corporation (Port Washington, New York)から商品名「CPI 6976」で得た、4-チオフェニルフェニルジフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネートと、ビス[4-(ジフェニルスルホニオ)フェニル]スルフィドビス(ヘキサフルオロアンチモネート)のプロピレンカーボネート中の混合物	
BYK-W985	Altana AG (Wesel, Germany)から商品名「BYK-W 985」で得た、酸性ポリエステルの、o-フェニルフェネートナトリウムとの溶液	
Irgacure 1173	BASF Corporationから商品名「IRGACURE 1173」で得た2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニル-1-プロパン-1-オン	
PF1	フェノール対ホルムアルデヒドのモル比が1:1.5～2.1であって、2.5重量%水酸化カリウムで触媒された、フェノール-ホルムアルデヒド樹脂	20
EC-1197	American eChem Inc.(Lufkin, Texas, USA)から商品名「EC-1197」で市販されている液体ポリエステル樹脂	
AD-33	Ackros Chemicals America (New Brunswick, NJ, USA)から商品名「Interwet 33」で市販されている潤滑剤	
S9	Penn Color (Doylestown, Pennsylvania)から商品名「9S93」で市販されている紫色顔料	
UF-2026	Hexion Inc. (Columbus, Ohio)から商品名「DURITE AL-3029C」(固形分65%)で入手した尿素ホルムアルデヒド樹脂	
Tergitol	Dow Agrosciences LLC (Indianapolis, Indiana)から商品名「TERGITOL 15-S-7 SURFACTANT」で入手した多目的界面活性剤	
Devoflo 40CM X	EChem (Leeds, UK)から入手可能なステアリン酸カルシウム分散体	
JC LMV7051	BASF Corporationから商品名「JONCRYL LMV 7051」で入手可能なスチレンアクリルエマルション	
DOWICIL QK-20	Dow Chemical Company (Midland, MI)から商品名「DOWICIL Antimicrobials」で入手可能な広域スペクトル殺生物剤	30
HL27	Harcros Chemical Inc (St.Paul, Minnesota)から入手した非シリコーン消泡剤	
KATHON CG-ICP	Dow Chemical Company (Midland, Michigan)から商品名「KATHON CG / ICP」で入手可能な殺生物剤	
NH <sub>4</sub> Cl	Zaclon LLC (Cleveland, Ohio)から入手した25%の塩化アンモニウム	
AlCl <sub>3</sub>	GEO Specialty Chemicals, Inc.(Amblar, Philadelphia)から入手した塩化アルミニウム溶液(技術グレード)	
ANTIFOAM 1512	Ashland (Covington, Kentucky)から「ADVANTAGE 1512」として入手した消泡剤	
SAP1、SAP2、SAP3、SAP4	以下の「成形研磨粒子の形成」に開示されている説明に従って調製された成形研磨粒子	
AF	Dow Corning Corp.(Midland, Michigan)から商品名「DOW CORNING ANTIFOAM 1520-US」で入手可能なシリコーン消泡剤	40
CARBEZ3	Noveon, Inc.(Cleveland, Ohio)から商品名「CARBOPOL EZ-3 POLYMER」で入手可能なレオロジー調整剤	
CARBEZ3S	5重量%のCARBEZ3水溶液	
CUBITRON	3M Company (Saint Paul, Minnesota)から商品名「321 CUBITRON 120X CRUSHED GRAIN」で入手した粉碎セラミック酸化アルミニウム	
FIB1	EMS-CHEMIE GmbH &Co KG (Neumuenster, Germany)から商品名「NEXYLON PA 6.6 STAPLE FIBRES」で入手した、1.5インチ(3.81センチメートル)のステープル長を有する15デニールの高強度ナイロン6,6クリンプセット繊維	
LCD4115	Sun Chemical Corporation (Amelia, Ohio)から商品名「LCD-4115 SPECIALTY CARBON BLACK DISPERSION」で入手可能なカーボンブラック分散体	
LiSt	ステアリン酸リチウム	

## 【表1-2】

(表1の続き)

略語	説明
LiStS	PMAのBaerlocher (Cincinnati, Ohio)から商品名「LITHIUMSOAP 1」で入手可能な44.7重量%のステアリン酸リチウムの溶液
樹脂系	充填剤及び潤滑剤を含むウレタン樹脂系
SiC	Washington Mills Electro Minerals Group (Niagara Falls, New York)から商品名「150 SiC CARBOREX C-6 SILKOTE」で入手可能なシラン処理150グリット炭化ケイ素研磨粒子
AO	Treibacher (Villach, Austria)からのグレード220であるALODUR BFRPL
T403	Huntsman International LLC (Salt Lake City, Utah)から商品名「JEFFAMINE T-403 POLYETHERAMINE」で入手可能なポリエーテルアミン
T403LiSt	66.7重量%のT403と33.3重量%のLiStとの混合物
T403S	T403の25重量%溶液
TR407	Rohm&Haas (Philadelphia, Pennsylvania)からのアクリル樹脂
RPD0210	界面活性剤、Sun Chemical (Parsippany, New Jersey)
BROWNH2O	Color Corp of America (Chicago, IL)からの顔料分散体
H <sub>2</sub> O	Maplewood, MNからの水
W290H	Lanxess Corp (Pittsburgh, Pennsylvania)からの水性ポリウレタン分散体
GL720	Rohm&Haas (Philadelphia, Pennsylvania)からのアクリル樹脂
DF880	Elementis Specialties (London, UK)からのシリコーンフリー空気放出添加剤
Poly-G 20-265	Monument Chemical Group (Houston, Texas)からのポリエーテルジオール
Poly-G 76-635	Monument Chemical Group (Houston, Texas)からのポリエーテルトリオール
K1215	Evonik Goldschmidt Corporation (Hopewell, VA)からのメチルビス(ポリエトキシエタノノール)ココアンモニウムクロライド四級界面活性剤
TXIB	Eastman Chemical (Kingsport, TN)からのトリメチルペンタニルジイソブチレート
Wollastocoat 10012-400	Nyco America (Newnan, Georgia)からのケイ酸カルシウム
NO1283	Rockwood Pigments NA, Inc. (Beltsville, MD)からの顔料
HY	Southern Clay Products Inc. (Gonzales, Texas)からのケイ酸アルミニウム
120 Aluminum Oxide	Washington Mills (Niagara Falls, NY)からの粉碎酸化アルミニウム
DCF-AO	Washington Mills (Niagara Falls, NY)からの粉碎酸化アルミニウム
Mondur 257	Bayer (Leverkusen, Germany)からの高分子ジイソシアネート

## 【0108】

成形研磨粒子の形成

SAP1の形成

以下のレシピを用いて、ベーマイトのゾル-ゲルのサンプルを作製した：商品名「D I S P E R A L」(S a s o l , N o r t h A m e r i c a )を有する酸化アルミニウム一水和物粉末(800部)を、水(1200部)及び70%水性硝酸(72部)を含有する溶液と11分間、高せん断混合によって分散させた。得られたゾル-ゲルを、コーティングする前に少なくとも1時間エージングした。ゾル-ゲルを、深さ0.1ミリメートル(mm)及び各辺0.30mmである三角形の形状をした金型キャビティを有する製造工具内へ押し込んだ。金型の側壁と底部との間の抜け勾配は98度であった。このゾル-ゲルを、製造工具の開口部が完全に充填されるように、パテナイフでキャビティ内へ押し込んだ。離型剤、メタノール中0.2%ピーナッツオイルを使用して、製造工具内のオープンキャビティを充填するためにブラシを用いて、製造工具をコーティングした。余剰のメタノールを、フード内で室温にて蒸発させた。ゾル-ゲルコーティングした製造工具を室温にて少なくとも10分間空気乾燥させると、離型剤の濃度(メタノールの蒸発後)0.08mg/in<sup>2</sup>、及びコーティングの平均厚さ(メタノールの蒸発前)138ミクロンが得られた。前駆体の成形研磨粒子は、超音波ホーン上を通過させることによって、製造工具から取り出した。前駆体の成形研磨粒子を、およそ650にてか焼し、次いで、以下の濃度の混合硝酸塩溶液(酸化物として報告)で飽和させた：MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、N

10

20

30

40

50

$\text{d}_2\text{O}_3$  及び  $\text{La}_2\text{O}_3$  それぞれ 1 . 8 %。余剰の硝酸塩溶液を除去し、飽和の前駆体の成形研磨粒子を乾燥させ、その後、粒子を再び 650 にてか焼し、およそ 1400 にて焼結した。か焼及び焼結の両方を、回転チューブキルンを用いて実施した。焼成された成形研磨粒子 ( fired shaped abrasive particle ) は、約 0 . 15 ミリメートル ( 辺長 )  $\times$  0 . 04 ミリメートル厚さとした。成形研磨粒子の平均曲率半径を、粒子の開口側の面先端 ( open face tips ) の平均曲率半径として求めた。曲率半径は、開口側の面の先端を含む成形研磨粒子の開口側の面と直交する方向で見たときに、会合して先端を形成する、成形研磨粒子の開口側の面の 2 つの辺上の点であって、2 つの辺のそれが直線から曲線へ移行する点である、先端の曲線が開始する点を通る、最小円の半径として求めた。4 個の粒子から、12 の半径の平均が取られ、2 . 0 ミクロンになる。

10

#### 【 0109 】

##### S A P 2 の形成

「 S A P 1 の形成」で概ね記載されている手順を繰り返した。ただし、ゾル - ゲルは、0 . 25 mm の深さ及び各辺 0 . 30 mm の四面体形状の金型キャビティを有する製造工具に押し込んだ点が異なる。金型の側壁と底部との間の抜け勾配 は 98 度であった。焼成された成形研磨粒子は、約 0 . 15 ミリメートル ( 辺長 )  $\times$  0 . 12 ミリメートル厚さとした。得られた成形研磨粒子の平均曲率半径は、S A P 1 の形成に関する実施例において記載している曲率半径の一般的測定方法に従った測定で 2 . 0 ミクロンであった。

20

#### 【 0110 】

##### S A P 3 の形成

「 S A P 1 の形成」で概ね記載されている手順を繰り返した。ただし、ゾル - ゲルは、0 . 14 mm の深さ及び各辺 0 . 41 mm の三角形の形状をした金型キャビティを有する製造工具に押し込んだ点が異なる。金型の側壁と底部との間の抜け勾配 は 98 度であった。焼成された成形研磨粒子は、約 0 . 20 ミリメートル ( 辺長 )  $\times$  0 . 05 ミリメートル厚さとした。得られた成形研磨粒子の平均曲率半径は、S A P 1 の形成に関する実施例において記載している曲率半径の一般的測定方法に従った測定で 2 . 0 ミクロンであった。

20

#### 【 0111 】

##### S A P 4 の形成

「 S A P 1 の形成」で概ね記載されている手順を繰り返した。ただし、ゾル - ゲルは、0 . 33 mm の深さ及び各辺 0 . 41 mm の四面体形状の金型キャビティを有する製造工具に押し込んだ点が異なる。金型の側壁と底部との間の抜け勾配 は 98 度であった。焼成された成形研磨粒子は、約 0 . 20 ミリメートル ( 辺長 )  $\times$  0 . 16 ミリメートル厚さとした。得られた成形研磨粒子の平均曲率半径は、S A P 1 の形成に関する実施例において記載している曲率半径の一般的測定方法に従った測定で 2 . 0 ミクロンであった。

30

#### 【 0112 】

##### 実施例 1

###### フェノールメイク樹脂 M R 1 の調製

3 リットルの容器に、800 グラムの P F 1 、200 グラムの E C - 1197 、30 グラムの A D - 33 、及び 100 グラムの水を入れた。混合物をオーバーヘッド攪拌機で 15 分間 22 で攪拌した。

40

#### 【 0113 】

###### フェノールサイズ樹脂 S R 1 の調製

237 ml の容器に、70 グラムの P F 1 及び 30 グラムの水を入れた。混合物をオーバーヘッド攪拌機で 15 分間 22 で攪拌した。

40

#### 【 0114 】

幅 10 cm の 5 mil のポリエスチルフィルムを、0 . 025 mm に設定された 10 cm 幅のコーティングナイフを使用してメイク樹脂 M R 1 でコーティングし、約 8 . 7 g /  $\text{m}^2$  のコーティング重量を得た。ナイフは、G A R D C O ( Pompano Beach , Florida ) から市販されている。次に、S A P 2 ミネラルを、独自の静電コータ

50

ーを用いてメイク樹脂層にコーティングした。ミネラルコーティング重量は、約 38.5 g / mm<sup>2</sup> であった。被覆研磨材を 90° で 1.5 時間、及び 102° で 12 時間硬化させた。被覆研磨粒子の SEM 画像を図 6 に示す。

#### 【0115】

##### 比較例 A

実施例 1 に概ね記載されている手順を繰り返した。ただし、SAP2 の代わりに 33.5 g / m<sup>2</sup> のミネラル重量を有する SAP1 を使用した点が異なる。被覆研磨粒子の SEM 画像を図 7 に示す。

#### 【0116】

##### 実施例 2

幅 10 cm の 5 mil のポリエスチルフィルムを、0.025 mm に設定された 10 cm 幅のコーティングナイフを使用してメイク樹脂 MR1 でコーティングし、約 8.7 g / m<sup>2</sup> のコーティング重量を得た。ナイフは、GARDCO (Pompano Beach, Florida) から市販されている。次に、SAP2 ミネラルを、独自の静電コーターを用いてメイク樹脂層にコーティングした。ミネラルコーティング重量は、約 38.5 g / m<sup>2</sup> であった。被覆研磨材を 90° で 1.5 時間、及び 102° で 1 時間硬化させた。サイズ樹脂 SR1 を、塗料ローラーを用いてメイク及びミネラル構造上にコーティングした。サイズ樹脂の重量は約 29 g / m<sup>2</sup> であった。得られた構造物を 90° で 1 時間、及び 102° で 12 時間硬化させた。

10

#### 【0117】

##### 比較例 B

実施例 1 A に概ね記載されている手順を繰り返した。ただし、SAP2 の代わりに 33.5 g / m<sup>2</sup> のミネラル重量を有する SAP1 を使用した点が異なる。サイズ重量は、29 g / m<sup>2</sup> の代わりに約 25 g / m<sup>2</sup> であった。

20

#### 【0118】

##### 走査電子顕微鏡による粒子配向分析

実施例 1 及び比較例 A に従って作製した SAP1 及び SAP2 を含有する被覆研磨物品のサンプルを、サイズ樹脂の適用前に得た。続いて、各サンプルを、1/8 装着プラグ上にカーボンテープで装着し、Denton Vacuum Desk-5 スパッタコーター内の金でスパッタコーティングした。次いで、コーティングされたサンプルを有する装着プラグを、JEOL-JSM-7600F Field Emission Scanning Electron Microscope (SEM) チャンバ内に配置した。サンプルが撮像される準備が整った時点で、顕微鏡写真を 50 倍の倍率で 45 度傾けて撮影した。実施例 1 及び比較例 A のサンプルについて収集した画像の比較を図 6 及び図 7 に各々示す。単位面積当たりのバッキングから垂直に外向きに尖った先端の数（約 5.56 mm<sup>2</sup>）を手動で計数し、PSG 粒子の配向結果 (PSG particle orientation result) として以下に報告した。162 個の研磨粒子のうちの 157 個（研磨粒子の 97%）は、実施例 1 のサンプルについてバッキングから垂直に外向きに尖った先端を配向した。114 個の研磨粒子のうちの 48 個（研磨粒子の 42%）は、比較例 A のサンプルについてバッキングから垂直に外向きに尖った先端を配向した。

30

#### 【0119】

##### 性能試験 A

実施例 2 及び比較例 B から生成した被覆研磨物品を、以下の内容で試験した。幅 1.6 cm × 直径 5.4 cm の 1010 マイルドカーボンスチールリングワークピース (mild carbon steel ring workpiece) の重量を測定して、初期重量を得た。ワークピースを、ねじ山が設けられたボルトによってモーター駆動された 75 cm の円形シャフトの端部に取り付けた。次に、幅 1.8 cm × 17 cm の被覆研磨材試験サンプルを取り付けシステムに螺合し、研磨材がワークピースと接触するようにした。研磨材及びワークピースの試験接触面積は、約 1.8 cm × 1.8 cm であった。ワークピースを、試験中に少量の水流 (0.5 ml / 秒) にさらした。3.5 kg / cm<sup>2</sup> の圧力を接触領域上にかけた。試験

40

50

は、ワークピースを 100 回転 / 分で順方向に 7 秒間、次いで逆方向に 7 秒間回転させることを伴った。ワークピースを取り出し、重量を測定し、初期重量と比較して、除去された金属の量を測定した。ワークピースの表面粗さを粗面計 (profilometer) で測定し、RA (マイクロメートル) 及び RZ (マイクロメートル) として報告した。

#### 【0120】

表 2 の性能は、四面体のオープンコート (open coat) 及びチャネル形成の利点を示す。

#### 【表 2】

表2:性能試験A

説明	RA(マイクロメートル)	RZ(マイクロメートル)	切削(g)	%切削
実施例2	0.53	4.8	0.1173	249
比較例B	0.79	5.1	0.0471	100

10

#### 【0121】

##### 実施例 3

3 リットルの容器に、80 グラムの P F 1、20 グラムの E C - 1197、3 グラムの A D - 33、及び 50 グラムの水を入れた。混合物をオーバーヘッド攪拌機で 15 分間 22 で攪拌した。

#### 【0122】

幅 10 cm の 5 mil のポリエステルフィルムを、0.025 mm に設定された 10 cm 幅のコーティングナイフを使用してメイク樹脂 M R 1 でコーティングし、約 9.5 g / m<sup>2</sup> のコーティング重量を得た。ナイフは、G A R D C O (P o m p a n o B e a c h , F l o r i d a ) から市販されている。次に、S A P 2 ミネラルを、独自の静電コーターを用いてメイク樹脂層にコーティングした。ミネラルコーティング重量は、約 43 g / m<sup>2</sup> であった。被覆研磨材を 90 度 1.5 時間、及び 102 度 1 時間硬化させた。サイズ樹脂 S R 1 を、塗料ローラーを用いてメイク及びミネラル構造上にコーティングした。サイズ樹脂の重量は約 39 g / m<sup>2</sup> であった。得られた構造物を 90 度 1 時間、及び 102 度 12 時間硬化させた。

20

#### 【0123】

##### 比較例 C

サンプルは、3M (S t . P a u l , M i n n e s o t a ) から市販されている 372L (60u) のマイクロフィニッシングフィルム研磨材であった。マイクロフィニッシングフィルム研磨材は、ポリエステルフィルム上のミクロングレードの酸化アルミニウムである。

30

#### 【0124】

表 3 の性能は、四面体のオープンコート及びチャネル形成の利点を示す。

#### 【表 3】

表3:性能試験A

説明	RA(マイクロメートル)	RZ(マイクロメートル)	切削(g)	%切削
実施例4(SAP-2)	0.74	5.7	0.1758	173
比較例C(SAP-1)	0.79	5.1	0.1014	100

40

#### 【0125】

##### 実施例 4

メイク樹脂を、表 4 に列挙する組成に従って調製した。プレミックスは、70 % の E P 1 及び 30 % の A C R を混合することによって調製した。55.40 % のプレミックスに対して、0.60 % の B Y K - W 985、40 % の M i n e x 10、3 % の C P I 6976、及び 1 % の I r g a c u r e 1173。この配合物を、均質になるまで、24 にて 30 分間攪拌した。

## 【表4】

表4:メイク樹脂組成物

メイク樹脂プレミックス	組成
EP1	70.00%
ACR	30.00%
	100%
メイク樹脂	組成
プレミックス	55.40%
BYK-W985	0.60%
Minex 10	40.00%
CPI 6976	3.00%
Irgacure 819	1.00%
	100%

10

## 【0126】

70%のEP1及び30%のACRを予備混合することによって、サイズ樹脂を調製した。55.06%のプレミアムサイズのプレミックスに対して、0.59%のBYK-W985、39.95%のMinex 10、3%のCPI 6976、1%のIrgacure 1173、及び0.40%のS9。この配合物を、均質になるまで、24にて30分間攪拌した。

20

## 【0127】

ステアリン酸カルシウム系スーパーサイズ樹脂は、74.7%ステアリン酸カルシウム分散体(Devf1o 40CM X)、12%スチレンアクリルエマルション(JCLMV7051)、0.3%消泡剤(HL27)、0.13%のDOWICIL QK-20、及び0.07%のKATHON CG-ICPを、高速ミキサーを使用して、12.8%水中の殺生物剤として混合することによって調製した。この配合物を、均質になるまで、24にて攪拌した。

30

## 【0128】

フィルムパッキング(3M Company(St. Paul, Minnesota)から「SCOTCHPAK」として入手)を、10g/m<sup>2</sup>のエポキシ-アクリレートメイク樹脂でコーティングした。1組のDバルブ及び1組のVバルブの両方が600W/in(236W/cm)で動作するUVフュージョンシステムにコーティングを暴露し、樹脂を粘着性の部分的に硬化したメイクコートに変換した。次いで、90%のALOX P240及び10%のSAP2を含有する研磨粒子ブレンドを、静電粒子コーティング装置(名目上のミネラルコーティング重量52g/m<sup>2</sup>)でメイクコート上にコーティングした。次いで、ウェブを、100の名目上のウェブ温度設定で、約7秒間、赤外線ヒーターに曝露した。次いで、サイズ樹脂をメイク層と研磨粒子上に、240+(50g/m<sup>2</sup>)の名目上の乾燥コーティング重量にロールコーティングし、1組のH-バルブ及び2組のD-バルブを有するFusion UV Systemで通過させ、3つとも600W/in(236W/cm)で5~10秒間動作した。次に、それを、125の目標出口ウェブ温度(target exit web temperature)を有する赤外線オーブンを通して5分間処理した。スーパーサイズ樹脂をコーティングし、その後、10g/m<sup>2</sup>のコーティング重量でロールコート技術を用いて適用し、これは60~90ゾーンの温度設定で乾燥サイクルを通過する。次いで、得られた被覆研磨物品を、試験するまで、20~24及び相対湿度40~60%に維持した。乾燥後、この被覆研磨材のストリップを、当技術分野で知られているようなディスクに変換した。

40

50

## 【0129】

## 比較例D

実施例4に概ね記載されている手順を繰り返した。ただし、SAP2の代わりにSAP1を使用した点が異なる。

## 【0130】

## 実施例4及び比較例Dの性能試験B

試験することとなる直径6インチ(15.24cm)の研磨ディスクを、X-Yテーブルに固定されたOEMパネルを備えたX-Yテーブルの上に配置した電気回転工具上に取り付けた。3/16サーボを備えた3M Elite DA Sanderをロボットアームに取り付けた。次いで、パネルの幅に沿って、パネルの長さに沿ってY方向に横断するように工具をセットした。合計4サイクルで、各サイクルにおいてパネルの長さに沿ったこうした7回の通過を完了した。次に、回転工具を作動させ、荷重なしで6000rpmで回転させた。次いで、研磨物品を、パネルに対して2.5度の角度で、131bsのダウンフォース(5.90kg)の荷重で押し付けた。次いで、工具を作動させて、所定の経路を通って移動させた。パネルの質量を各1分間のサイクルの前後で測定して、各サイクル後のグラム単位の合計質量損失を求めた。切削を、OEMパネルの透明コーティング層から除去したグラムで測定した。表5に報告された4つの摩耗サイクルから4つの切削値全てを加えることによって、合計切削を測定した。粗面計を使用して測定した仕上がりを表6に報告した。報告された全てのデータは、6つのサンプル複製からの平均試験結果に基づくものであった。

10

20

## 【表5】

表5:切削データ

実施例	サイクル1での切削(g)	サイクル2での切削(g)	サイクル3での切削(g)	サイクル4での切削(g)	総切削(g)	サイクル4での切削のサイクル1での切削に対する比率
実施例	6.57	5.52	4.86	4.22	21.17	0.64
比較例A	5.82	5.22	4.84	4.54	20.41	0.78

## 【表6】

表6:仕上がりデータ

30

サンプル	RA(マイクロメートル)	RZ(マイクロメートル)
実施例1	1.82	11.36
比較例A	2.42	14.00

## 【0131】

## 実施例5

## P180とブレンドされた10%のSAP4を有する被覆研磨物品の作製

## マイク樹脂及びサイズ樹脂の調製

69.70gのUF-2026、0.07gのTergitol、0.15gのAntifoam 1512、及び20.0gのMinex 10を容器に添加し、室温で1時間機械的に攪拌することによってコーティング溶液を調製した。混合後、3.88gの25%NH<sub>4</sub>Cl水溶液及び4.80gの28%AlCl<sub>3</sub>水溶液を、コーティング直前に混合物に添加した。

40

## 【0132】

フィルムパッキング(3M Company(St. Paul, Minnesota)から「SCOTCHPAK」として入手)を、15g/m<sup>2</sup>のマイク樹脂でコーティングした。次いで、10%PSGミネラル粒子(SAP4及びSAP3)を有するImerys BFRPL酸化アルミニウム(ALOX P180)を、静電粒子コーティング装置を用いて、名目上のミネラルコーティング重量70g/m<sup>2</sup>でマイクコート上にコーティングした。次いで、ウェブをオープンで170℃に約2時間さらした。次いで、サイズ樹脂をマイ

50

ク層と研磨粒子上に名目上の乾燥コーティング重量（ $65\text{ g/m}^2$ ）でロールコーティングした。次に、それを、170の目標出口ウェブ温度を有するオーブンを通して2時間処理した。次いで、得られた被覆研磨物品を、試験するまで、20~24及び相対湿度40~60%に維持した。乾燥後、この被覆研磨材のストリップを、当技術分野で知られているようなディスクに変換した。

### 【0133】

#### 比較例 E

##### SAP1を有する被覆研磨物品の作製

実施例5に概ね記載されている手順を繰り返した。ただし、SAP2の代わりにSAP1を使用した点が異なる。

10

### 【0134】

#### 実施例5及び比較例Eの性能試験C

摩耗性能試験は、ベースコート／クリアコート上で180ミネラルグレード用に開発された標準試験を用いて、180の異なるロットの総切削を比較した。試験することとなる直径6インチ（15.24cm）の研磨ディスクを、X-Yテーブルに固定されたOEMパネルを備えたX-Yテーブルの上に配置した電気回転工具上に取り付けた。3/16サーボを備えた3M Elite DA Sanderをロボットアームに取り付けた。次いで、パネルの幅に沿って、パネルの長さに沿ってY方向に横断するように工具をセットした。合計4サイクルで、各サイクルにおいてパネルの長さに沿ったこうした7回の通過を完了した。次に、回転工具を作動させ、荷重なしで180分間6700rpmで回転させた。次いで、研磨物品を、パネルに対して2.5度の角度で、151bsのダウンフォースの荷重で押し付けた。次いで、工具を作動させて、所定の経路を通って移動させた。パネルの質量を各サイクルの前後で測定して、各サイクル後のグラム単位の合計質量損失を求めた。切削を、OEMパネルの透明コーティング層から除去したグラムで測定した。表7に報告された4つの摩耗サイクルから4つの切削値全てを加えることによって、合計切削を測定した。報告された全てのサンプルについて、粗面計を使用して測定した仕上がりは同様であった。報告されたデータは、3枚のディスクからの測定値の平均から得た。

20

### 【表7】

表7:X-Y試験を用いた切削測定

30

サンプル	切削1分(g)	切削2分(g)	切削3分(g)	切削4分(g)	総切削(g)	切削寿命(切削4分/切削1分)
実施例5	8.66	6.44	5.66	5.42	26.19	0.626
比較例E	11.06	7.57	6.40	4.89	29.92	0.442

### 【0135】

#### 実施例6：回旋状ホイール

##### 回旋状ホイールの製造

Rando Machine Corporation (Macedon, New York)から商品名「RANDO WEBBER」として入手可能なエアレイド纖維ウェブ形成機で、不織布ウェブを形成した。纖維ウェブはFIB1から形成された。ウェブの重量は、約125グラム/平方メートル(gsm)であった。ウェブを、水平の2本ロールコーラーに運び、50gsmの湿潤アドオン重量(wet add-on weight)でプレボンド樹脂を適用した。プレボンド樹脂の組成は以下のとおりであった(成分重量に対する割合): 44.4%の水、28.0%のT<sub>403</sub>S、18.7%のEP1、0.5%のAF、1%のLCD4115、2.9%のT<sub>403</sub>Lisit、4.5%のCARBEZ3S。コーティングされたウェブを345°F(174°C)の対流式オーブン(convective oven)に3分間通すことにより、プレボンド樹脂を非粘着状態に硬化させ、坪量176gsmのプレボンド不織布ウェブを得た。

40

### 【0136】

四面体成形研磨粒子を含むスラリーを調製し、スラリーは表8に記載の配合を有する。

50

混合中にスラリー中に強い渦を生成するように速度を調整した高せん断ミキサーを使用して、約10キログラムの重量のバッチでスラリーを調製した。

【表8】

表8. スラリーの配合

原材料	グラム単位での材料量	
	ホイールID	
	実施例1	比較サンプルA
樹脂系	5055	5055
SiC	1232	1232
SAP2	3713	
AO		3713

【0137】

以下のように、予め結合された不織布ウェブから回旋状研磨ホイールを調製した。幅15インチ(38センチメートル)×長さ360インチ(914センチメートル)の切片を、予め結合された不織布ウェブから切り取り、研磨スラリーで飽和させた。次に、飽和して予め結合されたウェブを、直径6インチ(15センチメートル)のロールからなるロールコーラーのニップに通して、1373gsmの所望のスラリーアドオン重量(slurry add-on weight)が得られるまで過剰なスラリーを除去した。典型的には、ウェブは、6フィート/分(1.83メートル/分)でニップを通過する。コーティングされ予め結合されたウェブを、215°F(102°C)に設定した強制空気オーブン(forced air oven)内に2分間置いて、溶媒の過半数を除去した。コーティングされたプレボンドウェブの渦巻き状ラップを、以下「ログ」と呼ぶ、巻き付けられた不織布研磨ウェブ及びコアの外径が約6.625インチ(16.8センチメートル)になるまで、張力下で各ラップを所定の位置に押し付ける圧力ロールによって、纖維ガラスコアの周りに巻き付けた。不織布研磨材の緩い端部をひもでログに固定し、245°F(118°C)に設定された強制空気オーブン内に35時間置いた。オーブンから取り出した後、ログを室温まで冷却し、旋盤上に取り付け、バンの外径を、ダイヤモンドポイント工具を用いて約6インチ(15.2センチメートル)まで縮小した。次に、ログを、コアの軸に垂直にダイヤモンドソーで切断して、直径約6インチ(15.2センチメートル)、幅0.5インチ(1.27センチメートル)を測定し、1インチ(2.54センチメートル)の中心穴を有するいくつかの回旋状研磨ホイールを形成した。得られた研磨物品の材料密度は、0.0221b/in<sup>3</sup>(0.61グラム/cm<sup>3</sup>)~0.0261b/in<sup>3</sup>(0.67グラム/cm<sup>3</sup>)であった。

【0138】

回旋状ホイールの性能試験

摩耗試験は、比較試験ホイールの研磨効率を測定し、二重スピンドル自動機械(dual-spindle automated machine)を使用して実施した。直径6インチ(15.24センチ)×厚さ0.5インチ(1.27センチメートル)の試験ホイールを一方のスピンドルに取り付け、直径2.0インチ(5.08cm)×厚さ0.125インチ(3.175ミリメートル)の炭素鋼管ワークピース(carbon steel tube workpiece)を他方のスピンドルに取り付けた。ワークピースを32回転/分で回転させ、研磨ホイールを3600回転/分で回転するように設定した。研磨ホイール及びワークピースを、8ポンド(3.63キログラム)の荷重で一緒に押し付けた。この試験の間、予め計量しておいたこの回転管の端部を、予め計量しておいた研磨ホイールに選択された試験荷重で15秒間隔で押し付け、続いて15秒の非接触時間を設けた。各研磨試験は、ワークピースが研磨ホイールに接触した合計時間15分を含んで合計30分間実行した。合計切削はワークピースの重量損失によって測定し、研磨ホイールの摩耗は研磨ホイールの重量損失によって測定した。結果は、各試験ホイールに対しグラムで切削及び摩耗をとして報告した。鋼切削のグラム及び

10

20

30

40

50

摩耗したホイールのグラムを表9に示す。

【表9】

表9. 試験結果

ホイール	切削(gm鋼)	摩耗(gmホイール)	研磨粒子
実施例1	27	5.8	SAP2
サンプルA	6.2	0.9	AO

【0139】

実施例8：フラップブラシ

R a n d o M a c h i n e C o r p o r a t i o n ( M a c e d o n , N e w Y o r k ) 10 から商品名「R A N D O W E B B E R」として入手可能なエアレイド繊維ウェブ形成機で、不織布ウェブを形成した。I n v i s t a ナイロンステープル、40デニール3インチ繊維、型852から作製されたウェブを、約270グラム/平方メートル(g s m)に対して、0.5インチの嵩高なウェブに形成した。ウェブを運び、70g s mの乾燥アドオン重量(dry add-on weight)でプレボンド樹脂P B 1を噴霧した。プレボンド樹脂(表10の構成成分)を、345°F(174°C)の対流式オーブンに3分間通すことによって硬化させ、340g s mのプレボンドを得た。

【0140】

表11及び表12に記載の配合を有するスラリーS1A及びS2PSGを調製して、通常の酸化アルミニウムの性能切削及び仕上がり値を、四面体精密成形研磨(tetrahedron precision shaped abrasive)SAP2と比較した。 20

【0141】

プレボンドウェブを二重ロールニップコーティングにて通して、1009g s mの所望のスラリーアドオン重量及び1349g s mの総重量を得た。コーティングされたプレボンドウェブを、160°Fに設定された強制空気オーブンに2分間通して、指触乾燥(dry to touch)まで硬化した。ウェブを、幅1.25インチ長さ20インチのストリップにスリットし、エポキシ接着剤を用いて1.25インチのコア周辺のフォーマー(former)で保持して、ログを形成した。フォーマーを93.3°Fで45分間オーブンに入れた。ログをフォーマーから取り出し、更に30分間オーブン内に置き、「綿毛(fluff)」の形状にした。 30

【0142】

オーブンから取り出した後、ログを室温まで冷却し、旋盤上に取り付けて、外径4.5インチのログを中心に合わせた。次に、ログを、コアの軸に垂直にダイヤモンドソーで切断して、1.25インチの中心穴で直径4.5インチ及び幅4.0インチのいくつかのブラシを形成した。得られた研磨物品の材料密度は、0.45グラム/cm³~0.59グラム/cm³であった。

【表10】

表10:配合PB1

製品名	量-重量%
TR407	25.1
RPD0210	0.3
BROWNH₂O	0.2
H₂O	37.4
W290H	12.3
GL720	24.6
DF880	0.001
	100

## 【表11】

表11:配合S1A

製品名	量-重量%
Ploy-G 20-265	9.0%
Poly-G 76-635	9.0%
K1215	0.4%
TXIB	2.7%
Wollastocoat 10012-400	4.6%
NO1283	1.7%
HY	0.6%
120 Aluminum Oxide	36.5%
DCF-AO	15.1%
Mondur 257	20.4%
	100.0%

10

## 【表12】

表12:配合S2PSG

製品名	量-重量%
Ploy-G 20-265	9.0%
Poly-G 76-635	9.0%
K1215	0.4%
TXIB	2.7%
Wollastocoat 10012-400	4.6%
NO1283	1.7%
HY	0.6%
SAP2	36.5%
DCF-AO	15.1%
Mondur 257	20.4%
	100.0%

20

30

## 【0143】

## フラップブラシの性能試験

X-Yテーブルを利用してブラシをスピンさせ、様々な放置時間にわたって様々なステンレス鋼（SS）基材上で下向きの圧力で往復運動させる。合計切削をワークピースの重量損失によって測定し、摩損、又はホイールの摩耗をブラシの重量損失によって測定した。

## 【表13】

表13:ステンレス鋼及びアルミニウムの仕上がりについて試験したブラシの結果

ステンレス鋼プレート	RA値(マイクロメートル)		
120 WM AO	6		
SAP2	8		
アルミニウムプレート	RA(マイクロメートル)	RZ(マイクロメートル)	光沢20°
120 WM AO	0.6	5.7	29.0
SAP2	0.7	5.7	29.4
			光沢60°
			28.8
			光沢85°
			25.0

40

## 【表14】

表14:SS穿孔プレート3#3000rpmで10分間、SS拡張プレート(チーズグラター形状)

3#3000rpmで10分間、SSフラット12#1750rpmで3分間での結果

プレート型	グレード	合計切削	摩損	摩耗率%
SS穿孔	120 AO	7.06	3.52	1
SS穿孔	SAP2	15.99	8.12	2.36
SSフラット	120 AO	0.83	0.12	0.03
SSフラット	SAP2	1.18	0.07	0.02
SS拡張	120 AO	3.09	19.04	5.45
SS拡張	SAP2	4.35	7.95	2.37

## 【0144】

用いた用語及び表現は、限定ではなく説明の用語として使用したものであり、そのような用語及び表現を使用する際、図示及び記載する特徴又はその一部分の均等物を除外する意図はなく、本開示の実施形態の範囲内で様々な修正形態が可能であることが理解される。したがって、特定の実施形態及び任意選択の特徴によって、本開示を具体的に開示したが、本明細書に開示する概念の修正形態及び変形形態を、当業者であれば用いることができ、そのような修正形態及び変形形態は、本開示の実施形態の範囲内であると見なされることが理解されるべきである。

## 【0145】

## 追加の実施形態

以下の例示的な実施形態を示すが、その番号付けは重要度を示すものと解釈されるものではない。

## 【0146】

実施形態1は、

主表面を画定するバッキングと、

マイクコートによりバッキングに取り付けられた複数の四面体研磨粒子を含む研磨層と、を含む研磨物品であって、

四面体研磨粒子は、4つの頂点で終端する6つのエッジによって接合された4つの面を含み、4つの面のそれぞれの1つは、4つの面のうちの3つに接触し、四面体研磨粒子の大部分は、実質的に同じ方向に配向された頂点のうちの少なくとも1つを有する、研磨物品を提供する。

## 【0147】

実施形態2は、バッキングが可撓性バッキングである、実施形態1に記載の研磨物品を提供する。

## 【0148】

実施形態3は、バッキングが、ポリマーフィルム、金属箔、織布、編布、紙、加硫纖維、短纖維、連続纖維、不織布、発泡体、スクリーン、積層体から選択される少なくとも1つの材料を含む、実施形態1又は2に記載の研磨物品を提供する。

## 【0149】

実施形態4は、マイクコートが樹脂性接着剤を含む、実施形態1～3のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0150】

実施形態5は、樹脂性接着剤が1つ以上の樹脂を含む、実施形態4に記載の研磨物品を提供する。

## 【0151】

実施形態6は、1つ以上の樹脂が、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、アクリレート樹脂、アミノプラスチック樹脂、メラミン樹脂、アクリル化エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、及びこれらの混合物から選択される、実施形態5に記載の研磨物品を提供する。

## 【0152】

実施形態7は、4つの面のうちの少なくとも1つが実質的に平面である、実施形態1～6のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0153】

実施形態8は、4つの面のうちの少なくとも1つが凹状である、実施形態1～7のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0154】

実施形態9は、4つの面の全てが凹状である、実施形態1～6のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0155】

実施形態10は、4つの面のうちの少なくとも1つが凸状である、実施形態1～7のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

10

## 【0156】

実施形態11は、4つの面の全てが凸状である、実施形態1～6のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0157】

実施形態12は、四面体研磨粒子のうちの少なくとも1つが、ゾルゲル誘導アルミナを含む、実施形態1～11のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0158】

実施形態13は、四面体研磨粒子のうちの少なくとも1つが、アルファアルミナを含む、実施形態1～12のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

20

## 【0159】

実施形態14は、四面体研磨粒子のうちの少なくとも1つが、その上に無機粒子のコーティングを有する、実施形態1～13のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0160】

実施形態15は、四面体研磨粒子のうちの少なくとも1つが、等しいサイズのエッジを有する、実施形態1～14のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0161】

実施形態16は、四面体研磨粒子のうちの少なくとも1つが、異なるサイズのエッジを有する、実施形態1～15のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

30

## 【0162】

実施形態17は、エッジの長さが、独立して、約0.1μm～約2000μmの範囲である、実施形態1～16のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0163】

実施形態18は、エッジの長さが、独立して、約150μm～約200μmの範囲である、実施形態1～17のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0164】

実施形態19は、四面体研磨粒子が、研磨層の約1重量%～約90重量%の範囲である、実施形態1～18のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0165】

実施形態20は、四面体研磨粒子が、研磨層の約10重量%～約50重量%の範囲である、実施形態1～19のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

40

## 【0166】

実施形態21は、四面体研磨粒子の大部分が、四面体研磨粒子の約70%～約100%の範囲である、実施形態1～20のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0167】

実施形態22は、四面体研磨粒子の大部分が、四面体研磨粒子の約90%～約100%の範囲である、実施形態1～21のいずれか1つに記載の研磨物品を提供する。

## 【0168】

実施形態23は、大部分の四面体研磨粒子が、z方向に沿ってバッキングから離れるよ

50

うに配向された頂点を有する、実施形態 1 ~ 2 2 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 6 9 】

実施形態 2 4 は、大部分の四面体研磨粒子のそれぞれが、パッキングと接触する面を有する、実施形態 1 ~ 2 3 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 7 0 】

実施形態 2 5 は、四面体研磨粒子のうちの少なくとも 1 つの頂点のうちの少なくとも 1 つが、凹曲面、凸曲面、点、アパー・チャ、隆起部、線、突出部、及び窪みから選択される少なくとも 1 つの表面特徴部を有する、実施形態 1 ~ 2 4 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

10

【 0 1 7 1 】

実施形態 2 6 は、四面体研磨粒子の少なくとも一部分が、実質的に同じ方向に配向された 3 つの頂点を有する、実施形態 1 ~ 2 5 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 7 2 】

実施形態 2 7 は、実質的に同じ方向に配向された頂点のうちの 3 つを有する四面体研磨粒子の部分が、四面体研磨粒子の約 1 % ~ 約 1 0 0 % の範囲である、実施形態 2 6 に記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 7 3 】

実施形態 2 8 は、頂点の曲率半径が、独立して約 0 . 5  $\mu\text{m}$  ~ 約 8 0  $\mu\text{m}$  の範囲である、実施形態 1 ~ 2 7 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

20

【 0 1 7 4 】

実施形態 2 9 は、四面体研磨粒子が、パッキングの第 1 の側面の表面積の約 1 0 % ~ 約 9 5 % にわたって分布している、実施形態 1 ~ 2 8 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 7 5 】

実施形態 3 0 は、四面体研磨粒子が、パッキングの第 1 の側面の表面積の約 1 0 % ~ 約 5 0 % にわたって分布している、実施形態 1 ~ 2 9 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 7 6 】

実施形態 3 1 は、四面体研磨粒子がパッキング上にランダムに分布している、実施形態 1 ~ 3 0 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

30

【 0 1 7 7 】

実施形態 3 2 は、四面体研磨粒子が、パッキング上の所定のパターンに従って分布している、実施形態 1 ~ 3 1 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 7 8 】

実施形態 3 3 は、研磨層が複数の粉碎研磨粒子を更に含む、実施形態 1 ~ 3 2 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 7 9 】

実施形態 3 4 は、粉碎研磨粒子が、研磨層の約 5 重量 % ~ 約 9 6 重量 % の範囲である、実施形態 3 3 に記載の研磨物品を提供する。

40

【 0 1 8 0 】

実施形態 3 5 は、粉碎研磨粒子が、研磨層の約 1 5 重量 % ~ 約 5 0 重量 % の範囲である、実施形態 3 3 に記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 8 1 】

実施形態 3 6 は、研磨層が、複数の二次形成された研磨粒子を更に含む、実施形態 1 ~ 3 5 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 8 2 】

実施形態 3 7 は、二次形成された研磨粒子が非四面体形状を有する、実施形態 3 6 に記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 8 3 】

50

実施形態 3 8 は、複数の二次形成された研磨粒子が、研磨層の約 5 重量 % ~ 約 9 5 重量 % の範囲である、実施形態 3 6 又は 3 7 に記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 8 4 】

実施形態 3 9 は、研磨物品が研削ホイール又はその一部分である、実施形態 1 ~ 3 8 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 8 5 】

実施形態 4 0 は、研削ホイールが、中央部凹状研削ホイール又はその一部分である、実施形態 3 9 に記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 8 6 】

実施形態 4 1 は、研磨物品が、カットオフホイール又はその一部分である、実施形態 1 ~ 3 8 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。 10

【 0 1 8 7 】

実施形態 4 2 は、研磨物品が、ベルト又はその一部分である、実施形態 1 ~ 3 8 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 8 8 】

実施形態 4 3 は、ベースが、複数の纖維、フィラメント、又はこれらの組み合わせを含む不織布ウェブである、実施形態 1 ~ 4 2 のいずれか 1 つに記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 8 9 】

実施形態 4 4 は、複数の纖維が、加硫纖維、短纖維、連続纖維、又はこれらの組み合わせを含む、実施形態 4 3 に記載の研磨物品を提供する。 20

【 0 1 9 0 】

実施形態 4 5 は、研磨物品がラップブラシであり、ラップブラシが、  
外面を含むコアと、

コアの外面に接着された複数のラップであって、各ラップが不織布ウェブを含む、  
ラップと、を含む、実施形態 4 3 又は 4 4 に記載の研磨物品を提供する。

【 0 1 9 1 】

実施形態 4 6 は、研磨物品が回旋状研磨ホイールであり、回旋状研磨ホイールは、  
外面を含むコアと、

コアの外面の周りに渦巻状に巻き付けられ、これに固着されている不織布ウェブと、を  
含む、実施形態 4 3 又は 4 4 に記載の研磨物品を提供する。 30

【 0 1 9 2 】

実施形態 4 7 は、

主表面に沿って表面を画定するバッキングと、

樹脂性接着剤を含むバインダーによってバッキングに取り付けられた複数の四面体研磨  
粒子を含む研磨層と、を含む研磨物品であって、

四面体研磨粒子が、4 つの頂点で終端する 6 つのエッジによって接合された 4 つの面を  
有し、4 つの面のそれぞれの 1 つは、4 つの面のうちの 3 つに接触し、四面体研磨粒子の  
約 9 0 % ~ 約 1 0 0 % は、これらの間の接觸点で主表面に垂直な方向に沿ってバッキング  
から離れるように配向された頂点のうちの 1 つを有する、研磨物品を提供する。

【 0 1 9 3 】

実施形態 4 8 は、実施形態 1 ~ 4 7 のいずれか 1 つに記載の研磨物品の製造方法であつ  
て、

複数の四面体研磨粒子をバッキング上に配置することと、

複数の四面体研磨粒子をバッキング上に接着させて、研磨物品を形成することと、を含  
む、製造方法を提供する。

【 0 1 9 4 】

実施形態 4 9 は、複数の四面体研磨粒子を配置することが、粒子をドロップコーティン  
グすることを含む、実施形態 4 8 に記載の製造方法を提供する。

【 0 1 9 5 】

実施形態 5 0 は、複数の四面体研磨粒子を配置することが、粒子を静電コーティングす

40

50

ることを含む、実施形態 4 8 に記載の製造方法を提供する。

【0196】

実施形態 5 1 は、複数の四面体研磨粒子を配置することが、複数の四面体研磨粒子をスクリーンに通すことを含む、実施形態 4 8 ~ 5 0 のいずれか 1 つに記載の製造方法を提供する。

【0197】

実施形態 5 2 は、ワークピースを研磨する方法を提供し、当該方法は、

実施形態 1 ~ 4 7 のいずれか 1 つに記載の研磨物品、又は実施形態 4 8 ~ 5 1 のいずれか 1 つに記載の製造方法に従って形成された研磨物品の少なくとも一部分を、ワークピースの表面と摩擦接触させることと、

ワークピース又は研磨物品のうちの少なくとも 1 つを移動させて、ワークピースの表面の少なくとも一部分を研磨することと、を含む。

10

【図 1 A】

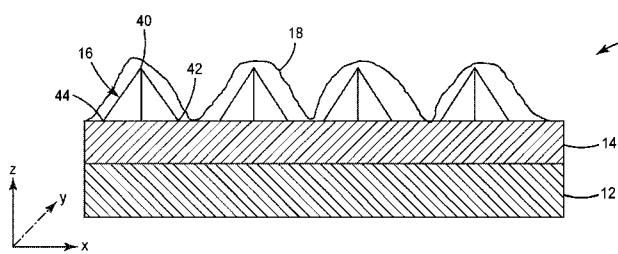


FIG. 1A

【図 1 C】

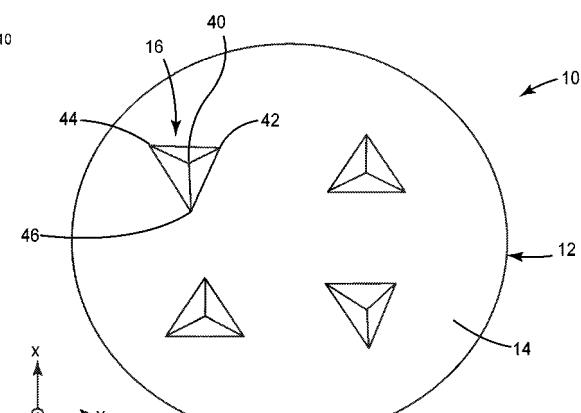


FIG. 1C

【図 1 B】

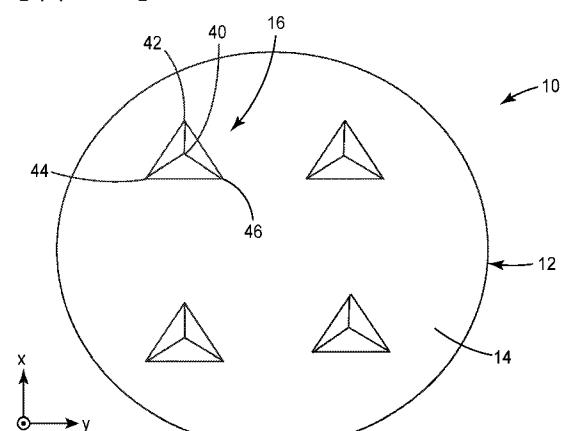


FIG. 1B

【図 2 A】

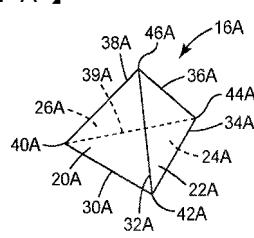


FIG. 2A

【図 2 B】

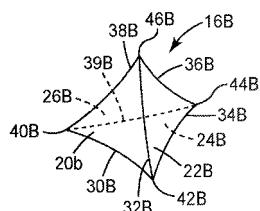


FIG. 2B

【図 2 C】

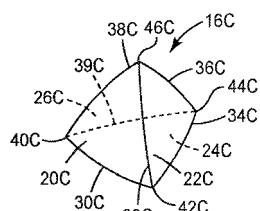


FIG. 2C

【図 2 D】

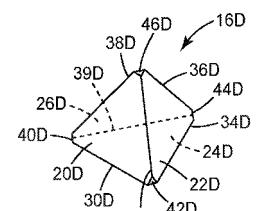


FIG. 2D

【図 2 E】

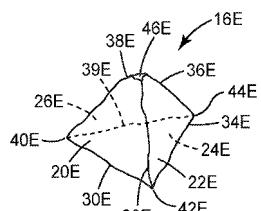


FIG. 2E

【図 3】

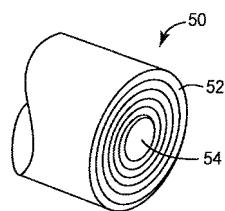


FIG. 3

【図 4 A】

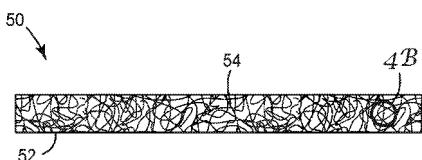


FIG. 4A

【図 4 B】

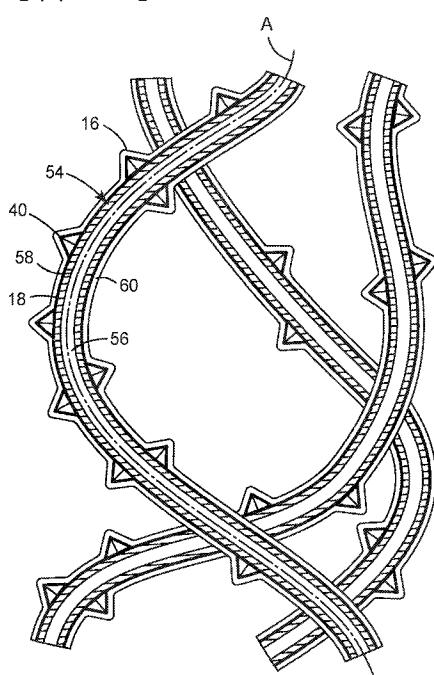


FIG. 4B

【図 5】

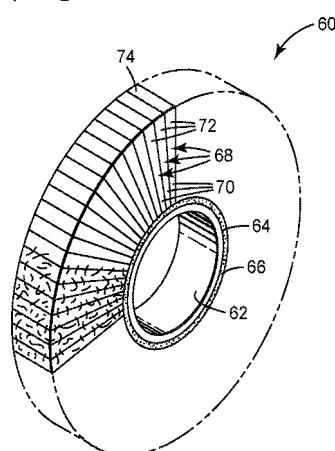


FIG. 5

【図6】

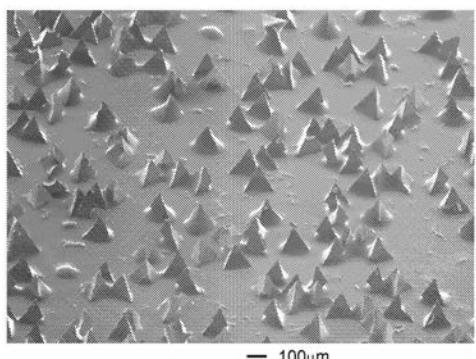


FIG. 6

【図7】

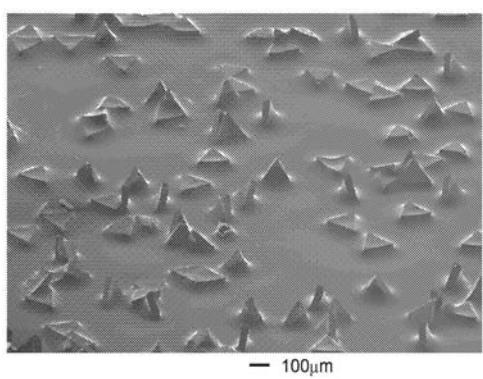


FIG. 7

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/IB2018/053300																		
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. B24D18/00 C09K3/14 B24D11/00 B24D5/12 B24D13/04 ADD.																				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B24D C09K																				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  EPO-Internal, WPI Data																				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">WO 2014/206967 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 December 2014 (2014-12-31)</td> <td style="padding: 2px;">1-4, 6, 8-10, 14, 15, 18-20</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">page 10, lines 11-24 page 15, line 26 - page 16, line 14 page 20, lines 10-29 page 54, lines 18-32 figure D1</td> <td style="padding: 2px;">5, 7, 11-13, 16, 17</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 5 453 106 A (ROBERTS ELLIS E [US]) 26 September 1995 (1995-09-26)</td> <td style="padding: 2px;">1-3, 6, 8-10</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">figures 10, 19, 22 column 4, lines 52-55 column 13, lines 6-55</td> <td style="padding: 2px;">16, 17</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">----- -----</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">-/-</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	WO 2014/206967 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 December 2014 (2014-12-31)	1-4, 6, 8-10, 14, 15, 18-20	Y	page 10, lines 11-24 page 15, line 26 - page 16, line 14 page 20, lines 10-29 page 54, lines 18-32 figure D1	5, 7, 11-13, 16, 17	X	US 5 453 106 A (ROBERTS ELLIS E [US]) 26 September 1995 (1995-09-26)	1-3, 6, 8-10	Y	figures 10, 19, 22 column 4, lines 52-55 column 13, lines 6-55	16, 17		----- -----	-/-
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	WO 2014/206967 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 December 2014 (2014-12-31)	1-4, 6, 8-10, 14, 15, 18-20																		
Y	page 10, lines 11-24 page 15, line 26 - page 16, line 14 page 20, lines 10-29 page 54, lines 18-32 figure D1	5, 7, 11-13, 16, 17																		
X	US 5 453 106 A (ROBERTS ELLIS E [US]) 26 September 1995 (1995-09-26)	1-3, 6, 8-10																		
Y	figures 10, 19, 22 column 4, lines 52-55 column 13, lines 6-55	16, 17																		
	----- -----	-/-																		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																				
Date of the actual completion of the international search  28 August 2018		Date of mailing of the international search report  07/09/2018																		
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Endres, Mirja																		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No PCT/IB2018/053300
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT
--

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>WO 2011/139562 A2 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]; SCHWABEL MARK G [US]; GIVOT MAIKEN [])            10 November 2011 (2011-11-10)            claims 1-19; figures 3A-3D            -----</p>	5,7, 11-13,16
Y	<p>WO 2016/167967 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO)            20 October 2016 (2016-10-20)            claims 1, 8            page 5, lines 3-7            -----</p>	16,17

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No PCT/IB2018/053300
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2014206967 A1	31-12-2014	EP 3013920 A1 US 2016144480 A1 WO 2014206967 A1	04-05-2016 26-05-2016 31-12-2014
US 5453106 A	26-09-1995	US 5453106 A US 5560745 A	26-09-1995 01-10-1996
WO 2011139562 A2	10-11-2011	BR 112012027030 A2 CA 2797096 A1 CN 102858496 A EP 2563549 A2 JP 5791702 B2 JP 2013525130 A KR 20130103330 A RU 2012144389 A US 2013040537 A1 WO 2011139562 A2	19-07-2016 10-11-2011 02-01-2013 06-03-2013 07-10-2015 20-06-2013 23-09-2013 10-06-2014 14-02-2013 10-11-2011
WO 2016167967 A1	20-10-2016	BR 112017022200 A2 CN 107466261 A EP 3283258 A1 JP 2018511489 A US 2018036866 A1 WO 2016167967 A1	03-07-2018 12-12-2017 21-02-2018 26-04-2018 08-02-2018 20-10-2016

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
C 0 4 B 35/111 (2006.01)	B 2 4 D 11/00	G
	B 2 4 D 13/04	
	C 0 4 B 35/111	5 0 0

(81) 指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

- (72) 発明者 ララ ロドリゲス, ラウラ エム.  
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 ジャング, チャイニカ  
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 カラー, スコット アール.  
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 アデフリス, ニーガス ビー.  
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 ミューラー, グレゴリー エス.  
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 シュワルツ, ジョン ティー.  
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 コーセ, ブライアン ジー.  
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 アルカース, ロビネット エス.  
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 92344, オーク ヒルズ, ユー.エス.ハイウェイ 3  
95 8981
- (72) 発明者 アップル, ロナルド デイヴィッド  
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 92344, オーク ヒルズ, ユー.エス.ハイウェイ 3  
95 8981
- (72) 発明者 サーバー, アーネスト エル.  
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

F ターム(参考) 3C063 AA02 AA03 AA06 AA07 AB03 AB05 AB07 BA14 BB03 BB15  
BB24 BB27 BD08 BG01 CC01