

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6025330号
(P6025330)

(45) 発行日 平成28年11月16日(2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int.Cl.
B24D 3/00 (2006.01)F 1
B 2 4 D 3/00 3 2 0 A
B 2 4 D 3/00 3 3 0 E
B 2 4 D 3/00 3 4 0

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-542206 (P2011-542206)
 (86) (22) 出願日 平成21年12月1日 (2009.12.1)
 (65) 公表番号 特表2012-512047 (P2012-512047A)
 (43) 公表日 平成24年5月31日 (2012.5.31)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/066199
 (87) 國際公開番号 WO2010/077518
 (87) 國際公開日 平成22年7月8日 (2010.7.8)
 審査請求日 平成24年7月9日 (2012.7.9)
 審判番号 不服2014-18932 (P2014-18932/J1)
 審判請求日 平成26年9月22日 (2014.9.22)
 (31) 優先権主張番号 12/337,112
 (32) 優先日 平成20年12月17日 (2008.12.17)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 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 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100128381
 弁理士 清水 義憲
 (74) 代理人 100107456
 弁理士 池田 成人
 (74) 代理人 100139000
 弁理士 城戸 博兒

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】開口部を有する成形された研磨粒子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

開口部を有する成形された研磨粒子であって、
 前記成形された研磨粒子が アルミナを含み、厚さ10~1000マイクロメートルに
 よって離隔される外辺部を有する第1の面及び第2の面を有し、
 前記開口部が前記第1の面及び前記第2の面を貫通する、研磨粒子。

【請求項2】

前記第1の面及び前記第2の面の外辺部が三角形を含み、前記第1の面又は前記第2の
 面が一方の面よりも小さい、請求項1に記載の研磨粒子。

【請求項3】

前記開口部が実質的に三角形を含む、請求項2に記載の研磨粒子。

【請求項4】

前記成形された研磨粒子の嵩密度が1.35g/cm³未満である、請求項1に記載の
 研磨粒子。

【請求項5】

前記成形された研磨粒子は、前記外辺部が閉鎖多角形を含み、前記開口部の外周部が前
 記外辺部と同形状である閉鎖多角形を含む形状である、請求項1に記載の研磨粒子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

研磨粒子及びこれらの研磨粒子から作製される研磨物品は、物品の製造工程において広範な材料及び表面を研磨、仕上げ、又は研削するために有用である。したがって、研磨粒子及び／又は研磨物品のコスト、性能、又は寿命を改善する必要性が引き続き存在する。

【0002】

三角形の研磨粒子及びこれらの三角形の研磨粒子を使用する研磨物品は、米国特許第5,201,916号(Berg)、同第5,366,523号(Rowenhurst)、及び同第5,984,988号(Berg)に開示されている。一実施形態において、この研磨粒子の形は正三角形を含む。三角形の研磨粒子は、優れた削り取りレートを有する研磨物品の製造に有用である。

【発明の概要】

10

【課題を解決するための手段】

【0003】

成形された研磨粒子は、概して、ランダムに破碎された研磨粒子に勝る性能を有することができる。研磨粒子の形を調整することによって、研磨物品がもたらす性能を調整することが可能である。本発明者らは、開口部、穴又は開口を有する成形された研磨粒子を作製することによって、複数の予期しない利点がもたらされることを見出した。

【0004】

第1に、開口部を有する成形された研磨粒子は、開口部を有さない、同様に成形された研磨粒子と比較して、改善された削り取りレートを有する。理論に束縛されるものではないが、改善された削り取りレートは、成形された研磨粒子が使用されるにつれて生じる磨耗平面の寸法の低減に起因すると考えられる。典型的には、成形された研磨粒子がより大きく磨耗するにつれて、より大きい磨耗平面が成形された研磨粒子の作業面に現れ、成形された研磨粒子が目づぶれする。反対に、開口部を有する成形された研磨粒子が磨耗するにつれて、磨耗平面の寸法は、成形された研磨粒子が開口部まで磨耗するまでは、当初増加する。この時点で、開口部が存在することにより、これまで存在していた1つのより大きい磨耗平面ではなく、2つのより小さい磨耗平面をもたらして、磨耗平面の総寸法を効果的に低減させる。新たに形成されたより小さい磨耗平面は、成形された研磨粒子を研ぎ直して、開口部を有さない、同様に成形された研磨粒子よりも性能を改善する。

20

【0005】

第2に、いくつかの形態において、成形された研磨粒子の開口部は、開口部を有さない、同様に成形された研磨粒子の上に配置できるよりも多くの研削助剤又はスーパーサイズ化合物を保持できるリザーバとして機能できる。更に、開口部を有する成形された研磨粒子の表面及び中央に研削助剤が存在するため、成形された研磨粒子の初回使用時及びその後開口部を有する成形された研磨粒子が開口部に配置される研削助剤リザーバまで磨耗する時点の両方で研削助剤が存在することになり、切削性能を改善する。

30

【0006】

最後に、いくつかの実施形態において、成形された研磨粒子の開口部は、メークコート又はサイズコートを用いて成形された研磨粒子を裏材により強固に付着させて、使用中の成形された研磨粒子の「シェリング」を低減するための基準点として機能してよいと考えられる。開口部を有する成形された研磨粒子を使用して被覆された研磨物品が形成された場合、硬化したメークコート又はサイズコートは、成形された研磨粒子を完全に貫通できる。したがって、粒子の側面への接着によって付着しているだけの同様に成形された研磨粒子と比較して、開口部を有する成形された研磨粒子は、より強固に被覆に付着している。側面だけで接着されている、開口部を有さない、同様に成形された研磨粒子とは対照的に、開口部を有する成形された研磨粒子は、本質的にメークコート又はサイズコートに「綴じられる」。これは、被覆が開口部を貫通し、それにより粒子をより強固に把持するためである。

40

【0007】

したがって、一実施形態において、本開示は、それぞれ開口部を有する成形された研磨粒子を含む研磨材に關し、成形された研磨粒子のそれぞれは アルミナを含み、厚さ t を

50

有する側壁によって離隔される第1の面及び第2の面を有する。

【0008】

当業者は、この説明があくまで実施例の説明であって、本開示のより広範な観点を制限することを意図するものでなく、それらのより広範な観点が実施例の構築に具現化されていることを理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】開口部を有する成形された研磨粒子の一実施形態の平面図。

【図1B】図1Aの成形された研磨粒子の一実施形態の側面図。

【図1C】図1Aの成形された研磨粒子の別の実施形態の側面図。

10

【図2A】部分的に磨耗した、開口部を有さない成形された研磨粒子の側面図。

【図2B】三角形の底辺で研磨物品に付着した場合の図1Aの部分的に磨耗した、成形された研磨粒子の側面図。

【図2C】三角形の先端部で研磨物品に付着した場合の図1Aの部分的に磨耗した、成形された研磨粒子の側面図。

【図3】開口部を有さない、同様に成形された研磨粒子と比較した、開口部を有する成形された研磨粒子の顕微鏡写真。

【図4】開口部を有する成形された研磨粒子の別の実施形態の顕微鏡写真。

【図5】開口部を有する成形された研磨粒子の他の実施形態。

【図6】複数の開口部を有する成形された研磨粒子を有する研磨物品。

20

【図7】複数の成形型の空洞を有する生産工具内の、開口部を有する成形された研磨粒子の別の実施形態の顕微鏡写真。

【図8】研削性能のグラフ。

【図9】研削性能の別のグラフ。

【0010】

明細書及び図中で繰り返し使用される参照記号は、本開示の同じ又は類似の特徴又は要素を表すことを意図する。

【0011】

定義

本明細書で使用されているように、「含む」、「有する」、及び「包含する」という単語の形態は、法律的に同意義でありかつ制約されない。それゆえ、列挙されている要素、機能、工程又は制限に加えて、列挙されていない付加的な要素、機能、工程又は制限が存在し得る。

30

【0012】

本明細書で使用される「研磨材分散液」という用語は、成形型の空洞に導入されるアルミナに転換可能なアルミナ前駆体を意味する。この組成物は、揮発性成分が十分に除去されて研磨材分散液の固化が生じるまでの研磨材分散液を指す。

【0013】

本明細書で使用される「成形された研磨粒子の前駆体」という用語は、成形型の空洞から取り出すことができ、後に続く加工作業中にその成型された形を実質的に保持できる固化されたボディを形成するために、研磨材分散液が成形型の空洞内にあるときに研磨材分散液から十分な量の揮発性成分を除去することによって生成される未焼結粒子を意味する。

40

【0014】

本明細書で使用される「成形された研磨粒子」という用語は、成形された研磨粒子の前駆体の形成に使用される成形型の空洞から複製される所定の形を有する研磨粒子の少なくとも一部を有するセラミックの研磨粒子を意味する。研磨破片の場合（例えば、米国特許出願第61/016965号に記載）を除き、成形された研磨粒子は、一般に、成形された研磨粒子の形成に使用された成形型の空洞を実質的に複製する、所定の幾何学的形状を有することになる。本明細書で使用される「成形された研磨粒子」は、機械的な粉碎作

50

業によって得られる研磨粒子を除く。

【発明を実施するための形態】

【0015】

開口部を有する成形された研磨粒子

図1A、1B、及び1Cを参照すると、例示の開口部22を有する成形された研磨粒子20が図示されている。開口部22を有する成形された研磨粒子20が作製される材料は、アルミナを含む。アルミナの成形された研磨粒子は、本明細書で後述するように、ゲル化され、型で成形され、その形を維持するために乾燥され、か焼され、焼結された、酸化アルミニウム一水和物の分散により作製されてよい。成形された研磨粒子の形は、次に成形された構造体に形成される、結合剤中の研磨粒子を含む粒塊を形成するための結合剤を必要とせずに維持される。

【0016】

一般に、開口部22を有する成形された研磨粒子20は、第1の面24と、第2の面26とを有し、厚さtを有する薄型のボディを含む。いくつかの実施形態において、第1の面24及び第2の面26は、より厚い側壁28によって相互に連結される。他の実施形態において、より厚い側壁28を有するのではなく、側壁28は、面と側壁とが接する薄縁部又は先端部に向かって面が先細になる粒子について最小化されてよい。いくつかの実施形態において、第1の面24は実質的に平面であるか、第2の面26は実質的に平面であるか、又は両面が実質的に平面である。あるいは、面は凹状又は凸状であってよい。一実施形態において、第1の面24及び第2の面26は相互に実質的に平行である。他の実施形態において、第1の面24及び第2の面26は、1つの面が他の面に対して傾斜しており、各面に接する想像線がある点で交差するように非平行であってよい。開口部22を有する成形された研磨粒子20の側壁28は様々であってよく、第1の面24及び第2の面26の外辺部29を形成する。一実施形態において、第1の面24及び第2の面26の外辺部29は幾何学的形状であるように選択され、第1の面24及び第2の面26は同一の幾何学的形状を有するように選択される。ただし、これらは寸法が異なり、1つの面が他の面よりも大きくてよい。一実施形態において、第1の面24の外辺部29及び第2の面26の外辺部29は、図示される三角形であった。

【0017】

一実施形態において、開口部22は、図1B及び1Cに最もよく示されるように、第1の面24及び第2の面26を完全に貫通する。他の実施形態において、開口部22は止まり穴を含む。止まり穴は、両面を完全に貫通しなくてよい。後述するように、止まり穴又は開口部は、それにもかかわらず、生じる磨耗平面の寸法を低減すること、成形された研磨粒子の基材への付着を促進すること、又は成形された研磨粒子の嵩密度を大幅に低減することができる。一実施形態において、開口部22の寸法は、第1の面24又は第2の面26の面積と比較して相当に大きい。図1Aに最もに最もよく示されるように、開口部22は、成形された研磨粒子20の外辺部29の形に厳密に近似する三角形を含んだ。したがって、開口部22を有する成形された研磨粒子20は、それぞれの末端部で接合されて閉鎖多角形を形成する、複数のバー30の一体接続を含んだ。

【0018】

本発明の様々な実施形態において、開口面積を第1の面24又は第2の面26のいずれか大きい方の表面積で除した開口比は、約0.05～約0.95、又は約0.1～約0.9、又は約0.1～約0.7、約0.05～約0.5、又は約0.05～約0.3であってよい。この計算の目的では、表面積は、外辺部29で囲まれた面積に基づいている（開口部22による面積は差し引かない）。後述するように、面の寸法に対してより大きい開口部22を有する成形された研磨粒子20は、改善された切削性能を有すると考えられる。図3の開口部22を有する成形された研磨粒子20は0.23の平均開口比を有し、図4の開口部22を有する成形された研磨粒子20は0.05の開口比を有した。

【0019】

本発明の様々な実施形態において、第1の面24の面積又は寸法と第2の面26の面積

10

20

30

40

50

又は寸法とは、実質的に等しい。本発明の他の実施形態において、第1の面24又は第2の面26は、一方の面よりも小さくてよい。図1B及び1Cを参照すると、成形された研磨粒子20の第2の面26と側壁28とがなす抜き勾配は様々であり、各面の相対的寸法を変化させてよい。本発明の一実施形態において、抜き勾配は、両面が実質的に等しくなるように約90度であってよい。本発明の別の実施形態において、抜き勾配は、第1の面24の面積が第2の面26の面積よりも大きくなるように、90度超であってよい。本発明の別の実施形態において、抜き勾配は、第1の面24の面積が第2の面26の面積よりも小さくなるように、90度未満であってよい。本発明の様々な実施形態において、抜き勾配は、約95度～約130度、又は約95度～約125度、又は約95度～約120度、又は約95度～約115度、又は約95度～約110度、又は約95度～約105度、又は約95度～約100度であってよい。10

【0020】

理論に束縛されるものではないが、90度以外の抜き勾配は、成形された研磨粒子20を被覆された研磨物品50内の裏材52に対して90度に配向させるのではなく、成形された研磨粒子20を傾けると考えられる。これは、被覆された研磨材内の成形された研磨粒子20の底辺(側壁28)が、抜き勾配によって傾斜するためである。成形された研磨粒子20は、それらが留まっている角度つきの底辺が原因で、大部分が先細であったり、片側に傾いているので、裏材52に対して90度未満の配向角度を有してよく、したがって、同時係属中の米国特許出願第12/337,075号、名称「Shaped Abrasive Particles With A Sloping Sidewall」(代理人整理番号64869US002、2008年12月17日出願)に詳述されるように削り取りレートを改善する。20

【0021】

次に図2A～2Cを参照すると、点線で示されるように、粒子の元の高さの約1/3を磨耗した状態で、3種類の成形された研磨粒子が図示されている。図2Aは、被覆された研磨物品50を作製するために通常どおり配向されている、同様に成形された、中空ではない成形された研磨粒子を示す。粒子の先端部が摩滅しているので、磨耗平面32は、粒子の目つぶれを開始しているように見える。粒子の形が原因で、より多くの成形された研磨粒子が使い果たされるにつれて、磨耗平面の寸法は、典型的には、より大きくなる。したがって、磨耗平面の寸法が増加し続けるにつれて、成形された研磨粒子の切削性能は著しく低下し得る。30

【0022】

図2Bは、開口部22を有する成形された研磨粒子20が磨耗した状態(被覆された研磨物品50内でその先端部又は頂点を上に配向した場合)を示す。成形された研磨粒子20の先端部は摩滅しているので、磨耗平面の寸法は、粒子の現在の高さに関わらず、比較的一定のままである。この結果は、成形された研磨粒子の高さが低減するにつれて、開口部22の形が、加工対象物と接触する成形された研磨粒子の面積を比較的一定に残す場合に生じ得る。図示される成形された研磨粒子では、2つの磨耗平面32の寸法は、最初の頂点が使い果たされてから、2つの側面バーが使い果たされるまで極めて小さいままであり得る。2つの側面バーが使い果たされた時点で、磨耗平面の長さは成形された研磨粒子の幅に近づく。理論に束縛されるものではないが、より大きい開口部22及びより小さい磨耗平面32を有する成形された研磨粒子20は、より小さい開口部22又は開口部を持たずにより大きい磨耗平面32を有する成形された研磨粒子20よりも、優れた切削をもたらすと考えられる。40

【0023】

図2Cは、開口部22を有する成形された研磨粒子20が磨耗した状態(被覆された研磨物品50内でその先端部又は頂点を下に配向した場合)を示す。大きい磨耗平面32が当初存在したが、物質が取り除かれ、成形された研磨粒子が開口部22まで磨耗すると、磨耗平面32の寸法は著しく低下する。したがって、底辺が上になり、先端部が下になるように配向された成形された研磨粒子であっても、開口部22の存在から利点を得ること50

ができる。

【0024】

開口部22を有する成形された研磨粒子20は、中空ではない、開口部を持たない成形された研磨粒子を上回る、複数の予期しない利点を有することができる。第1に、開口部22を有する成形された研磨粒子20は、実施例並びに図7及び8に示されるように、中空ではない成形された研磨粒子と比較して、改善された削り取りレートを有する。理論に束縛されるものではないが、改善された削り取りレートは、成形された研磨粒子が使用されるにつれて磨耗平面32の寸法が低減することに起因すると考えられる。典型的には、成形された研磨粒子がより大きく磨耗するにつれて、より大きい磨耗平面32が成形された研磨粒子の作業面に現れ、成形された研磨粒子が目づぶれする。反対に、開口部22を有する成形された研磨粒子20が磨耗するにつれて、磨耗平面32の寸法は、粒子が開口部22まで磨耗するまでは、当初増加し得る。この時点で、開口部22が存在することにより、これまで存在していた1つのより大きい磨耗平面ではなく、2つのより小さい磨耗平面をもたらして、磨耗平面32の総寸法を効果的に低減させる。新たに形成されたより小さい磨耗平面32は、成形された研磨粒子20を研ぎ直して、成形された、中空ではない成形された研磨粒子よりも性能を改善させる。
10

【0025】

第2に、いくつかの形態において、成形された研磨粒子20の開口部22は、中空ではない、開口部22を有さない成形された研磨粒子の上に配置できるよりも多くの研削助剤又はスーパーサイズ化合物を保持できるリザーバとして機能できる。更に、開口部22を有する成形された研磨粒子20の表面及び中央に研削助剤が存在するため、成形された研磨粒子の初回使用時及びその後開口部22を有する成形された研磨粒子20が開口部22に配置される研削助剤リザーバまで磨耗する時点の両方で研削助剤が存在することになり、切削性能を改善させる。
20

【0026】

最後に、いくつかの実施形態において、成形された研磨粒子20の開口部22は、メークコート54又はサイズコート58を用いて成形された研磨粒子20を裏材52により強固に付着させて、使用中の開口部22を有する成形された研磨粒子20の「シェリング」を低減するための基準点として機能してよいと考えられる。開口部22を有する成形された研磨粒子20を使用して被覆された研磨物品50が形成された場合、硬化したメークコート又はサイズコート58は、成形された研磨粒子20を完全に貫通できる。したがって、成形された研磨粒子の側面への接着によって付着しているだけの、中空ではない成形された研磨粒子と比較して、開口部22を有する成形された研磨粒子20はより強固に被覆に付着している。側面だけで接着されている、中空ではない成形された研磨粒子とは対照的に、開口部22を有する成形された研磨粒子20は、本質的にメークコート又はサイズコート58に「綴じられる」。これは、被覆が開口部22を貫通し、それにより成形された粒子をより強固に把持するためである。
30

【0027】

被覆された研磨物品50における本発明の様々な実施形態において、開口部22を有する成形された研磨粒子20の開口部22は、メークコート、サイズコート、スーパーサイズコート、研削助剤、空隙、又はこれらの任意の組み合わせを含んでよい。
40

【0028】

次に図3及び4を参照すると、開口部22を有する成形された研磨粒子20の顕微鏡写真が示されている。図3は、開口部22を有する成形された研磨粒子20と、同様に成形された皿状の研磨粒子との比較を示す。皿状の研磨粒子によってもたらされる研削の改善についての詳細は、米国特許出願第12/336,961号、名称「Dish-Shaped Abrasive Particles With A Recessed Surface」(2008年12月17日出願、代理人整理番号64716US002)に開示されている。図3では、第1の面24及び第2の面26の上又は下外辺部29は、正三角形を形成する。図4では、第1の面24及び第2の面26の上又は下外辺部29は
50

、二等辺三角形を形成する。

【0029】

開口部22を有する成形された研磨粒子20を作製する主要な方法は、2つある。どちらの方法においても、複数の成形型の空洞を有するプラスチック又は高分子の生産工具を使用して、複数の成形された研磨粒子の前駆体を形成する。1つの方法において、乾燥工程中にゾルゲルが成形型の空洞の縁部及び側部方向に移動する傾向にあり、成形された研磨粒子20に開口部22が形成されるように、ゾルゲルの乾燥速度が制御される。図3では、示されている全ての成形された研磨粒子20が、同一の生産工具を使用して作製された。ただし、乾燥条件及び乾燥速度を変化させて、右側に示される開口部22を有する成形された研磨粒子20が作製された。もう1つの机上の方法では、生産工具内の成形型の空洞は、ゾルゲルが成形型の空洞の中心部又はその他の部分を塞がないようにし、その結果、成形された研磨粒子の前駆体に開口部22を形成する、開口部22の形の直立成形型要素を有してよいと考えられる。ブンドケーキの中心に穴を残す、「ブンド」ケーキ型に類似の成形型の空洞を使用することにより、成形された研磨粒子20のそれぞれに開口部22を形成できる。

【0030】

上述の異なる、開口部22を有する成形された研磨粒子20の作製方法のために、結果として生じる開口部22の輪郭は大きく異なることがある。図1B及び図3～4に最もよく示されるように、制御乾燥方法を用いる場合、開口部22の内表面34は、第1の面24の開口部の寸法が第2の面26の開口部の寸法よりも大きくなるように、凸状であるか、湾曲している。湾曲は、制御乾燥工程中のゾルゲルにおけるメニスカスの形成に起因すると考えられる。乾燥が進行するにつれて、ゾルゲルはポリプロピレン成形型の縁部方向及び縁部上に吸い上げられ、成形された研磨粒子20の開口部22及び湾曲した内表面34を残す。図1Cに最もよく示されるように、開口部22が直立成形型要素を有する成形型によって形成される場合、内表面34の輪郭は制御可能である。内表面34の輪郭は、直立成形型要素の形に応じて、平面、凸状、又は凹状であってよい。加えて、内表面34は、各面の開口部22の寸法が異なるように先細であってよい。内表面34は、成形された研磨粒子20が成形型から最も容易に放出され、乾燥工程中の成形された研磨粒子20のひび割れを防ぐために、開口部22が成形型の空洞の上部でより狭く、成形型の空洞の底部でより広いように、先細表面でなくてはならないと考えられる。

【0031】

図5を参照すると、開口部22を有する成形された研磨粒子20は、様々な3次元形状であってよい。外辺部29の幾何学的形状は、三角形、矩形、円形、橢円形、星形、又は他の正多角形若しくは非正多角形であってよい。開口部22は、図5Aに示されるように、外辺部29と同じ形を有するように選択されてよい。したがって、開口部22を有する成形された研磨粒子20は、それぞれの末端部で接合されて閉鎖多角形を形成する、複数のバー30の一体接続を含んでよい。あるいは、図5B及び5Cに示されるように、開口部22の形は、外辺部29の形とは異なるように選択されてよい。開口部22の主要機能（削り取りレートの改善、研削助剤リザーバ、又は低減されたシェリング）に応じて、開口部22の寸法及び/又は形は、異なる機能をより効果的に実行するために様々なであってよい。一実施形態において、外辺部29は正三角形を含む。本開示の目的のために、実質的に三角形の形状は三角錐も含み、1つ以上の辺が弓状であってよい、及び/又は三角形の先端が弓状であってよい。

【0032】

ほとんどの場合、成形された研磨粒子20の最短面寸法の長さの成形された研磨粒子20の厚さに対する比率は、少なくとも1:1、又は少なくとも2:1、又は少なくとも5:1、又は少なくとも6:1である。本明細書で使用される「厚さ」という用語は、その平面構造にわたって異なる厚さを有する粒子に適用する場合、最小厚さを意味する。粒子が実質的に均一の厚さの場合、最小、最大、中間、及び平均厚さは、実質的に等しくなる。例えば、三角形の場合、厚さが「a」に等しければ、三角形の最短辺の長さは、好み

10

20

30

40

50

くは少なくとも「2a」である。2つ又はそれ以上の最短面寸法が等しい長さである粒子の場合、このような関係は引き続き維持される。ほとんどの場合、成形された研磨粒子20は、少なくとも3辺を有する多角形であり、各辺の長さは粒子の厚さよりも大きい。円形、橢円形、又は非常に短い辺を有する多角形という特別な場合には、円の直径、橢円形の最小直径、又は非常に短辺の多角形の周りに外接され得る円の直径が粒子の最短面寸法と見なされる。粒子の厚さは、好ましくは約10~1000マイクロメートルの範囲である。この縦横比は、成形された研磨粒子20の改善された性能をもたらすことができる。

【0033】

開口部22を有する成形された研磨粒子20は、様々な体積縦横比を有してよい。体積縦横比は、体積の重心を貫通する最大断面積を体積の重心を貫通する最小断面積で除した比率として定義される。一部の形状では、最大断面積及び最小断面積は、その形の外部形状に対して平面傾斜しているか、角度がついているか、又は傾斜していてよい。例えば、球体は1.000の体積縦横比を有するが、立方体は1.414の体積縦横比を有する。長さAに等しい各辺及びAに等しい厚さを有する正三角形の形状の成形された研磨粒子は、1.54の体積縦横比を有する。厚さが0.25Aに減少すると、体積縦横比は2.64に増加する。より大きい体積縦横比を有する開口部を有する成形された研磨粒子は、改善された切削性能を有すると考えられる。本発明の様々な実施形態において、開口部を有する成形された研磨粒子の体積縦横比は、約1.15超、又は約1.50超、又は約2.0超、又は約1.15~約10.0、又は約1.20~約5.0、又は約1.30~約3.0であってよい。

10

【0034】

開口部22を有する成形された研磨粒子20の別の特徴は、ANSI B74.4「Procedure for Bulk Density of Abrasive Grains」(1992年)で検査したときに、嵩密度が極めて低いことであってよい。開口部22は、全体の寸法を減らさずに成形された研磨粒子20の質量を大幅に低減できるので、結果として生じる嵩密度は極めて低くてよい。更に、成形された研磨粒子20の嵩密度は、単に粒子の開口部22の寸法及び形を変化させることによって、容易に変更され、制御されてよい。いくつかの用途において、このような陶化結合砥粒ホイール、低嵩密度研磨粒子は、よりよい研削性能を有してよい。

20

【0035】

30

図3の中空ではない三角形の嵩密度は、1.40g/cm³と測定された。図3の開口部を有する三角形の嵩密度は、0.91g/cm³と測定された。図4の開口部を有する二等辺三角形の嵩密度は、0.89g/cm³と測定された。本発明の様々な実施形態において、開口部22を有する成形された研磨粒子20の嵩密度は、1.35g/cm³未満、又は1.20g/cm³未満、又は1.00g/cm³未満、又は0.90g/cm³未満であってよい。

【0036】

本開示に従って作製される開口部22を有する成形された研磨粒子20は、研磨物品に組み込まれるか、粉状(loose form)で用いられてよい。研磨粒子は、一般に、使用前に、定められた粒径分布に等級分けされる。そのような分布は典型的には、粗粒子から微粒子までのある範囲の粒径を有している。研磨の技術分野において、この範囲は、ときには「粗い」画分、「統制された」画分、及び「細かい」画分と呼ばれる。研磨業界公認の等級基準に従って等級分けされた研磨粒子は、各公称等級に対する粒径分布を数量的限界内で指定している。このような工業的に認められた等級分け規格(すなわち、研磨工業規格の公称等級)としては、アメリカ規格協会(ANSI)規格、研磨製品の欧州生産者連盟(FEPA)規格及び日本工業規格(JIS)規格として知られているものが挙げられる。

40

【0037】

ANSI等級表記(すなわち、公称等級として指定される)としては、ANSI 4、ANSI 6、ANSI 8、ANSI 16、ANSI 24、ANSI 36、AN

50

S I 4 0 、 A N S I 5 0 、 A N S I 6 0 、 A N S I 8 0 、 A N S I 1 0 0 、 A N S I 1 2 0 、 A N S I 1 5 0 、 A N S I 1 8 0 、 A N S I 2 2 0 、 A N S I 2 4 0 、 A N S I 2 8 0 、 A N S I 3 2 0 、 A N S I 3 6 0 、 A N S I 4 0 0 、 及び A N S I 6 0 0 が挙げられる。 F E P A 等級表記としては、 P 8 、 P 1 2 、 P 1 6 、 P 2 4 、 P 3 6 、 P 4 0 、 P 5 0 、 P 6 0 、 P 8 0 、 P 1 0 0 、 P 1 2 0 、 P 1 5 0 、 P 1 8 0 、 P 2 2 0 、 P 3 2 0 、 P 4 0 0 、 P 5 0 0 、 P 6 0 0 、 P 8 0 0 、 P 1 0 0 0 、 及び P 1 2 0 0 が挙げられる。 J I S 等級表記としては、 J I S 8 、 J I S 1 2 、 J I S 1 6 、 J I S 2 4 、 J I S 3 6 、 J I S 4 6 、 J I S 5 4 、 J I S 6 0 、 J I S 8 0 、 J I S 1 0 0 、 J I S 1 5 0 、 J I S 1 8 0 、 J I S 2 2 0 、 J I S 2 4 0 、 J I S 2 8 0 、 J I S 3 2 0 、 J I S 3 6 0 、 J I S 4 0 0 、 J I S 6 0 0 、 J I S 8 0 0 、 J I S 1 0 0 0 、 J I S 1 5 0 0 、 J I S 2 5 0 0 、 J I S 4 0 0 0 、 J I S 6 0 0 0 、 J I S 8 0 0 0 、 及び J I S 1 0 , 0 0 0 が挙げられる。
10

【 0 0 3 8 】

あるいは、開口部 2 2 を有する成形された研磨粒子 2 0 は、 A S T M E - 1 1 「 S t a n d a r d S p e c i f i c a t i o n f o r W i r e C l o t h a n d S i e v e s f o r T e s t i n g P u r p o s e s 」に準拠する U . S . A . S t a n d a r d T e s t S i e v e s を使用して公称スクリーニング等級に等級分けされてよい。 A S T M E - 1 1 は、指定の粒径に従って材料を分類するために、枠にはめた織布ワイヤクロスを媒体として用いる試験用ふるいの設計及び構造の要件を規定している。典型的な表記は、 - 1 8 + 2 0 のように表される場合があり、これは、研磨粒子が A S T M E - 1 1 の 1 8 号ふるいの規格に一致する試験用ふるいを通過するものであり、 A S T M E - 1 1 の 2 0 号ふるいの規格に一致する試験用ふるいに残るものであることを意味する。一実施形態において、開口部 2 2 を有する成形された研磨粒子 2 0 は、大部分の粒子が 1 8 号のメッシュ試験用ふるいを通過し、 2 0 、 2 5 、 3 0 、 3 5 、 4 0 、 4 5 、又は 5 0 号のメッシュ試験用ふるいに残るような粒径を有する。本発明の様々な実施形態において、開口部 2 2 を有する成形された研磨粒子 2 0 は、 - 1 8 + 2 0 、 - 2 0 + 2 5 、 - 2 5 + 3 0 、 - 3 0 + 3 5 、 - 3 5 + 4 0 、 - 4 0 + 4 5 、 - 4 5 + 5 0 、 - 5 0 + 6 0 、 - 6 0 + 7 0 、 - 7 0 + 8 0 、 - 8 0 + 1 0 0 、 - 1 0 0 + 1 2 0 、 - 1 2 0 + 1 4 0 、 - 1 4 0 + 1 7 0 、 - 1 7 0 + 2 0 0 、 - 2 0 0 + 2 3 0 、 - 2 3 0 + 2 7 0 、 - 2 7 0 + 3 2 5 、 - 3 2 5 + 4 0 0 、 - 4 0 0 + 4 5 0 、 - 4 5 0 + 5 0 0 、又は - 5 0 0 + 6 3 5 を含む公称スクリーニング等級を有することができる。
20

【 0 0 3 9 】

一態様において、本開示は、研磨工業規格の公称等級又は公称スクリーニング等級を有する複数の成形された研磨粒子を提供し、少なくとも複数の研磨粒子の一部は、開口部 2 2 を有する成形された研磨粒子 2 0 である。別の態様において、本開示は、研磨工業規格の公称等級又は公称スクリーニング等級を有する開口部 2 2 を有する複数の成形された研磨粒子 2 0 を提供するために、本開示に従って作製された開口部 2 2 を有する成形された研磨粒子 2 0 を等級分けする工程を含む方法を提供する。
30

【 0 0 4 0 】

所望により、研磨工業規格の公称等級又は公称スクリーニング等級を有する開口部 2 2 を有する成形された研磨粒子 2 0 を他の既知の研磨粒子又は非研磨粒子と混合することができる。いくつかの実施形態において、複数の研磨粒子の総重量に基づき、研磨工業規格の公称等級又は公称スクリーニング等級を有する複数の研磨粒子の少なくとも 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 重量 % 、あるいは 1 0 0 重量 % さえが、本開示に従って作製された開口部 2 2 を有する成形された研磨粒子 2 0 である。
40

【 0 0 4 1 】

開口部 2 2 を有する成形された研磨粒子 2 0 との混合に適した粒子としては、従来の研磨グレイン、希釈グレイン、又は米国特許第 4 , 7 9 9 , 9 3 9 号及び同第 5 , 0 7 8 , 7 5 3 号に記載されるなどの侵食性粒塊 (erodable agglomerates) が挙げられる。従来
50

の研磨グレインの代表的な例としては、溶融酸化アルミニウム、シリコンカーバイド、ガーネット、溶融アルミナジルコニア、キュービック窒化ホウ素、ダイヤモンドなどが挙げられる。希釈グレインの代表的な例としては、大理石、せっこう、及びガラスが挙げられる。開口部 22 を有し、異なる形状（例えば、三角形及び正方形）に成形された研磨粒子 20 のブレンド又は異なる寸法の開口部を有する成形された研磨粒子 20 のブレンドは、本発明の物品に使用されてよい。

【0042】

開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 は、表面被覆を有してもよい。表面被覆は、研磨物品の研磨グレインと結合剤との接着を改善することで知られており、又は成形された研磨粒子 20 の静電蒸着を支援するために使用することができる。このような表面被覆は、米国特許第 5,213,591 号、同第 5,011,508 号、同第 1,910,444 号、同第 3,041,156 号、同第 5,009,675 号、同第 5,085,671 号、同第 4,997,461 号、及び同第 5,042,991 号に記載されている。加えて、表面被覆は、成形された研磨粒子のキャッピングを防ぐことがある。キャッピングとは、研磨中の加工対象物からの金属粒子が成形された研磨粒子の頂上部に溶接されるようになる現象を表す用語である。上記の機能を発揮する表面被覆は、当業者には既知である。

10

【0043】

開口部を有する成形された研磨粒子を有する研磨物品

図 6 を参照すると、被覆された研磨物品 50 は、裏材 52 の第 1 の主表面 52 に塗布される結合剤の第 1 の層（以下、メークコート 54 と呼ぶ）を有する裏材 52 を含む。メークコート 54 に付着する又は部分的に埋め込まれるのは、開口部 22 を有する複数の成形された研磨粒子 20 であり、研磨層を形成する。開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 には、結合剤の第 2 の層（以下、サイズコート 58 と呼ぶ）が塗布される。メークコート 54 の目的は、開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 を裏材 52 に固定することであり、サイズコート 58 の目的は、開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 を補強することである。開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 は、示されるように先端部又は頂点が裏材 52 から離れるように、又は裏材 52 に向いて配向されてよい。前述したように、開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 の開口部 22 は、メークコート 54、サイズコート 58、スーパーサイズコート、研削助剤、空隙、又は被覆された研磨物品 50 の製造方法及びこの特定の研磨物品の用途に使用される開口部 22 の主要目的に応じたこれらの任意の組み合わせを含んでよい。

20

【0044】

メークコート 54 及びサイズコート 58 は、樹脂性接着剤を含む。メークコート 54 の樹脂性接着剤は、サイズコート 58 の樹脂性接着剤と同じものでも異なるものでもよい。これらのコートに好適な樹脂性接着剤の例としては、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、アクリル酸エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、及びこれらの組み合わせが挙げられる。樹脂性接着剤に加えて、メークコート 54 若しくはサイズコート 58、又は両方のコートは、例えば、充填剤、研削助剤、湿潤剤、界面活性剤、染料、顔料、カップリング剤、接着促進剤、及びこれらの組み合わせのような当該技術分野で既知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、粘土、メタケイ酸カルシウム、ドロマイド、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。

30

【0045】

研削助剤は粒子材料として定義され、その添加が研磨の化学的及び物理的な工程に顕著な影響を及ぼし、それによって改善された性能をもたらす。前述したように、開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 は、開口部 22 が研削助剤リザーバとして機能する結果として改善された性能を有することができると考えられる。成形された研磨粒子 20 は、開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 の静電蒸着よりも前に研削助剤で満たされた開口部 22 を有するので、この機能を実行できると考えられる。

40

50

【0046】

研削助剤は、広範な様々な材料を包含し、また無機系又は有機系であり得る。研削助剤の薬品群の例としては、ワックス、有機ハロゲン化合物、ハロゲン化物塩、並びに金属及びその合金が挙げられる。有機ハロゲン化合物は、典型的には、研磨の間に分解し、ハロゲン酸又はガス状のハロゲン化合物を放つ。そのような材料の例としては、テトラクロロナフタレン (tetrachloronaphthalene)、ペンタクロロナフタレンのような塩素化ワックス、及びポリ塩化ビニルなどが挙げられる。ハロゲン化物塩の例としては、塩化ナトリウム、カリウム氷晶石、ナトリウム氷晶石、アンモニウム氷晶石、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、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、イオウ、有機イオウ化合物、グラファイト、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本発明の範囲内であり、また場合によっては、これによって相乗効果がもたらされることがある。一実施形態において、研削助剤はクリオライト又はテトラフルオロホウ酸カリウムであった。このような添加剤の量は、所望の性状をもたらすために調整されてよい。スーパーサイズコートを使用することもまた、本発明の範囲内である。スーパーサイズコートは、典型的に、結合剤及び研削助剤を含有する。結合剤は、フェノール樹脂、アクリレート樹脂、エポキシ樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、及びこれらの組み合わせのような材料から生成することができる。

【0047】

開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 を結合された研磨物品、不織研磨物品、又は研磨ブラシで使用してよいこともまた、本発明の範囲内である。結合された研磨材は、結合剤によって共に結合されて成形された塊を形成する開口部 22 を有する複数の成形された研磨粒子 20 を含んでよい。結合された研磨材に使用される結合剤は、金属、有機、又はガラス質であってよい。不織研磨材は、有機結合剤によって纖維状不織ウェブへと結合される開口部 22 を有する複数の成形された研磨粒子 20 を含む。

【0048】

開口部を有する成形された研磨粒子の作製方法

第 1 のプロセス工程は、アルミナに転換可能なシードされた又はシードされていない研磨材分散液のいずれかを提供する工程を伴う。アルミナ前駆体組成物は、揮発性成分である液体を含むことが多い。一実施形態において、揮発性成分は水である。研磨材分散液は、成形型の空洞を充填して成形型表面を複製することを可能にするために、研磨材分散液の粘性を十分に低くするために十分な量でありながらも、後に成形型の空洞から液体を除去することを実現不可能なほど高価にしない程度の量の液体を含まなくてはならない。一実施形態において、研磨材分散液は、アルミナに転換可能な、酸化アルミニウム一水和物 (ベーマイト) のような粒子を 2 重量 % ~ 90 重量 %、及び水のような揮発性成分を少なくとも 10 重量 %、又は 50 重量 % ~ 70 重量 %、又は 50 重量 % ~ 60 重量 % 含む。逆に、いくつかの実施形態における研磨材分散液は、固体を 30 重量 % ~ 50 重量 %、又は 40 重量 % ~ 50 重量 % 含有する。

【0049】

また、ベーマイト以外の酸化アルミニウム水和物を使用してもよい。ベーマイトは、既知の技術によって調製すること、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、Sasol North America, Inc. から入手可能な「DISPERAL」及び「DISPAL」(どちらも商標)、あるいは BASF 社から入手可能な「HiQ-40」(商標)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る。すなわち、一水和物以外の水和物の相をたとえ含んでいるとしても比較的少なく含み、高い表面積を有する。結果として生じる、開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 の物理的性状は、一般に、研磨材分散液で使用される材料の種類によって異なる。

【0050】

10

20

30

40

50

一実施形態において、研磨材分散液はゲル状である。本明細書で使用される「ゲル」とは、液体に分散された3次元網状組織の固体である。研磨材分散液は、修正用添加剤又は修正用添加剤の前駆体を含有することができる。修正用添加剤は、研磨粒子のいくつかの所望の性状を強化するため又は後の焼結工程の効果を増すために機能することができる。修正用添加剤又は修正用添加剤の前駆体は、溶解性の塩の形状であってよく、典型的には水溶性の塩であってよい。これらは、典型的には、金属含有化合物からなり、マグネシウム、亜鉛、鉄、シリコン、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、プラセオジウム、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、及びこれらの混合物の酸化物の前駆体であってよい。研磨材分散液中に存在できるこれらの添加剤の具体的な濃度は、当該技術に基づき変動する場合がある。典型的には、修正用添加剤又は修正用添加剤の前駆体の導入によって、研磨材分散液はゲルになる。また、一定の時間をかけて加熱することによって研磨材分散液をゲル化することもできる。

【0051】

研磨材分散液は、また、水和又はか焼した酸化アルミニウムからアルミナへの形質転換を促進するために成核剤を含有することができる。本開示に好適な成核剤としては、アルミナ、酸化第二鉄又はその前駆体、酸化チタン及びチタン酸塩、酸化クロム、並びにこの形質転換の成核剤となるであろう他の任意の物質の微粒子が挙げられる。成核剤を使用する場合、その量は、アルミナの形質転換を引き起こすために十分でなくてはならない。そのような研磨材分散液に核を生成する工程は、米国特許第4,744,802号(Schawabe1)に開示されている。

【0052】

研磨材分散液に解膠剤を添加して、より安定したヒドロゾル又はコロイド状研磨材分散液を製造することができる。好適な解膠剤は、酢酸、塩酸、ギ酸、及び硝酸のような一塩基酸又は酸化合物である。多塩基酸を使ってもよいが、多塩基酸は研磨材分散液を急速にゲル化し、取り扱い又は追加的な成分の導入を困難にする。ペーマイトのいくつかの商用ソースは、安定した研磨材分散液の形成を助ける(吸収されたギ酸又は硝酸のような)酸タイターを含有する。

【0053】

研磨材分散液は任意の好適な手段、例えば、単純に酸化アルミニウムー水和物を解膠剤含有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って形成することができる。気泡を形成する傾向又は混合中に空気を混入する傾向を低減するために、消泡剤又は他の好適な化学物質を加えることができる。湿潤剤、アルコール、又はカップリング剤のような追加的な化学物質を所望により追加することができる。アルミナ研磨材のグレインは、1997年7月8日付の米国特許第5,645,619号(Ericksonら)に開示されているように、シリカ及び酸化鉄を含有することができる。アルミナ研磨材グレインは、1996年9月3日付の米国特許第5,551,963号(Larmie)に開示されているように、ジルコニアを含有することができる。あるいは、アルミナ研磨材グレインは、2001年8月21日付の米国特許第6,277,161号(Castro)に開示されているように、ミクロ構造又は添加剤を有することができる。

【0054】

第2のプロセス工程は、少なくとも1つの成形型の空洞、好ましくは複数の空洞を有する成形型を用意する工程を伴う。成形型は、一般に平面の底面と複数の成形型の空洞とを有してよい。複数の空洞は、生産工具内で形成することができる。生産工具は、ベルト、シート、連続ウェブ、輪転グラビアのようなコーティングロール、コーティングロール上に載置されるスリープ、又はダイであることが可能である。生産工具は、高分子材料を含む。好適な高分子材料の例としては、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な

10

20

30

40

50

どの熱可塑性材料、又は熱硬化性材料が挙げられる。一実施形態において、工具全体が高分子材料又は熱可塑性材料で作製される。別の実施形態において、乾燥工程中にゾルゲルと接触する複数の空洞の表面（成形型底面及び成形型側壁）のような工具表面は、高分子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で作製することができる。好適な高分子被覆を金属工具に適用して、実施例の方法によって表面張力性状を変更することができる。

【0055】

高分子又は熱可塑性工具は、金属マスター工具を完全に複製するものであってよい。マスター工具は、生産工具に所望の逆パターンを有する。マスター用具は、製造用具と同様の方法で製造することも可能である。一実施形態において、マスター工具を、例えばニッケルのような金属で作製し、ダイヤモンドターニング加工することができる。高分子又は熱可塑性シート材料をマスター工具と共に加熱して、2つと一緒に加圧成形することにより、マスター工具パターンにて高分子又は熱可塑性シート材料がエンボス加工されるようにしてよい。高分子又は熱可塑性材料はまた、マスター工具上へと押出加工又はキャスティングし、次に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て製造用具が製造される。熱可塑性生産工具が使用される場合、熱可塑性生産工具を歪めて寿命を制限することが可能な過度の熱を生成しないよう注意が必要である。生産工具又はマスター工具の設計及び製作に関する更なる情報は、米国特許第5,152,917号（Pieperら）、同第5,435,816号（Spurgeonら）、同第5,672,097号（Hoopmanら）、同第5,946,991号（Hoopmanら）、同第5,975,987号（Hoopmanら）、同第6,129,540号（Hoopmanら）に見出すことができる。

10

【0056】

空洞へは、成形型の上面又は底面にある開口部から達することができる。場合によっては、空洞は成形型の厚さ全体に延在することができる。あるいは、空洞は成形型の厚さの一部分のみに延在することができる。一実施形態において、上面は、ほぼ均一の深さを有する空洞を伴う成形型の底面とほぼ平行である。成形型の少なくとも1つの側部、すなわち空洞が形成される側部は、揮発性成分除去の工程の間、周囲の大気に曝露したままにすることができる。

20

【0057】

30

空洞は、所定の3次元形状を有する。一実施形態において、空洞の形は上から見たときに傾斜側壁を有する三角形であり、つまり、空洞の底面は上面の開口部よりわずかに小さいものであると説明できる。傾斜側壁は、成形された研磨粒子の前駆体を成形型から容易に取り出せるようにし、研磨粒子の研削性能を改善させると考えられる。本発明の様々な実施形態において、抜き勾配は、約95度～約130度、又は約95度～約125度、又は約95度～約120度、又は約95度～約115度、又は約95度～約110度、又は約95度～約105度、又は約95度～約100度であってよい。別の実施形態において、成形型は複数の三角形の空洞を含む。複数の三角形の空洞のそれぞれは、正三角形を含む。

【0058】

40

あるいは、円形、矩形、正方形、六角形、星形、又はこれらの組み合わせのような、全てがほぼ均一の深さの寸法を有する、他の空洞の形を使用してもよい。深さの寸法は、上面から底面の最下点までの垂直距離と等しい。加えて、空洞は、角錐、台形角錐、切頭球、切頭回転橈円、円錐、及び台形円錐のような他の立体形状の逆の形を有することができる。与えられた空洞の深さは、均一であってもよく、又はその長さ及び/又は幅に沿って変化してもよい。与えられた成形型の空洞は、同じ形であってもよく、又は異なる形であってもよい。

【0059】

成形型の空洞は、成形工程中に成形された研磨粒子の前駆体を貫通する開口部を作製するのに十分な距離を空洞の底面から立ち上がる、直立成形要素を含んでよい。したがつ

50

て、成形型の空洞は「ブント」ケーキ作りに使用される「ブント」ケーキ型に類似してよい。直立成形型要素は、上述のプロセスを使用して空洞に複製されて、高分子生産工具を作製してよい。

【0060】

第3のプロセス工程は、任意の従来の技法によって研磨材分散液を成形型の空洞に充填する工程を伴う。いくつかの実施形態において、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、成形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してよい。典型的な離型剤としては、例えば、ピーナッツオイル、又は鉛油、魚油のような油、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、及びグラファイトが挙げられる。一般に、離型剤を所望の場合、成形型のユニット領域ごとに約 0.1 mg/in^2 (0.0155 mg/cm^2) ~ 約 3.0 mg/in^2 (0.465 mg/cm^2)、又は約 0.1 mg/in^2 (0.0155 mg/cm^2) ~ 約 5.0 mg/in^2 (0.775 mg/cm^2) の離型剤が存在するように、液体中(水又はアルコールなど)約 0.1 重量% ~ 約 5 重量%の離型剤(ピーナッツオイルなど)が、ゾルゲルと接触する生産工具の表面に塗布される。一実施形態において、成形型の上面は、研磨材分散液で被覆される。研磨材分散液をポンプして上面に載せることができる。次に、スクレーパ又はならし棒を使用して、研磨材分散液を成形型の空洞に完全に押し入れることができる。空洞に入らない研磨材分散液の残りの部分は、成形型の上面から取り出してリサイクルすることができる。いくつかの実施形態において、少量の研磨材分散液が上面に残る場合があり、他の実施形態では上面には分散液が実質的でない。スクレーパ又はならし棒に加える圧力は、典型的には、 100 psi (689.5 kPa) 未満、又は 50 psi (344.7 kPa) 未満、又は 10 psi (68.9 kPa) 未満である。いくつかの実施形態において、研磨材分散液の曝露された表面が実質的に上面を超えて延在することではなく、結果として生じる成形された研磨粒子 20 の均一な厚さが確保される。

【0061】

第4のプロセス工程は、揮発性成分を除去して分散液を乾燥させ、それによって成形された研磨粒子 20 に開口部 22 を作る工程を伴う。望ましくは、揮発性成分は高蒸発速度で除去する。十分量の揮発成分を研磨材分散液から急速に除去して分散液を急速に凝固させ、それによって開口部 22 の形成をもたらす大きいメンスカスを形成する必要がある。

【0062】

いくつかの実施形態において、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超える温度で生じる。乾燥温度の上限は、成形型を作製する材料に依存することが多い。ポリプロピレン工具では、温度はこのプラスチックの融点未満でなくてはならない。

【0063】

一実施形態において、固体が約 40 ~ 50 %の水分散液とポリプロピレン成形型では、乾燥温度は約 90 ~ 約 165 、又は約 105 ~ 約 150 、又は約 105 ~ 約 120 が可能である。高温はより大きい開口部の形成をもたらすことができるが、ポリプロピレン工具に劣化をもたらして成形型としての耐用年数を制限することもあり得る。

【0064】

一実施形態において、脱イオン水 600 部と、硝酸 400 を 24 部と、ベーマイトアルミナ(DISPERAL, Sasol North America Inc. (Houston TX)) 400 部と、シリカゾル(Eka Nobel, Inc. (Augusta GA))から入手したNycol 215) 45.6部と、水中 9 %の酸化鉄(Fe_2O_3)溶液 76.2 部とを混合し、その後、高速ミキサーで 2 分間混合してゾルを調製した。混合物を 1 時間放置して、ゾルゲルを形成させた。

【0065】

各辺約 90 ミル(2.286 mm)及び 30 ミル(0.762 mm)厚の正三角形の開口部を有する高分子工具の内部をこのゾルゲルで被覆し、パテナイフでゾルゲルを開口部に押し入れた。被覆された工具をテンターフレームに取り付け、被覆の表面温度が 21

10

20

30

40

50

に達するまで、145に設定した炉 (LAB DRYER LTE、Warner Mathis USA, Inc. (Concord, North Carolina)) 及び被覆の表面に2000 RPMで送風するように設定したファンに配置した。結果として生じた成形された研磨粒子の前駆体は、図7に示されるように、均一に中央開口部22を有した。これらの成形された研磨粒子の前駆体を焼成して、開口部22を有する成形された研磨粒子20を製造できる。

【0066】

第5のプロセス工程は、開口部を有する成形された研磨粒子の前駆体を成形型の空洞から取り出す工程を伴う。開口部を有する成形された研磨粒子の前駆体は、成形型の空洞から粒子を取り出すために重力、振動、超音波振動、真空、又は加圧空気のいずれか1つのプロセス又は組み合わせを成形型に対して用いることによって、空洞から取り出すことができる。

【0067】

開口部を有する成形された研磨粒子の前駆体は、成形型の外で更に乾燥させてよい。成形型内で望ましいレベルに研磨材分散液を乾燥する場合、追加的な乾燥工程は必要ない。しかし、場合によっては、この追加的な乾燥工程を採用して、成形型内に研磨材分散液がある時間を最低限にすることが経済的である場合がある。典型的には、成形された研磨粒子の前駆体を10~480分間、又は120~400分間、50~160、又は120~150の温度で乾燥することになる。

【0068】

第6のプロセス工程は、開口部を有する成形された研磨粒子の前駆体をか焼する工程を伴う。か焼工程の間に、本質的に全ての揮発性材料が除去され、研磨材分散液に存在していた多様な成分が形質転換されて金属酸化物になる。成形された研磨粒子の前駆体は、一般に、400~800の温度に加熱して、遊離水及び90重量%を超す任意のバウンドされた揮発性材料が除去されるまで、この温度範囲内に維持する。選択的工程において、所望により、含浸プロセスによって修正用添加剤を導入することができる。か焼された、成形された研磨粒子の前駆体の孔に、水溶性の塩を含浸によって導入することができる。次に、成形された研磨粒子の前駆体を再び予備焼成する。この選択については、欧洲特許出願第293,163号に詳述されている。

【0069】

第7のプロセス工程は、か焼された、成形された研磨粒子の前駆体を焼結して、アルミナ粒子を形成する工程を伴う。焼結前は、か焼された、成形された研磨粒子の前駆体は完全には緻密化されていないので、研磨粒子として使用するための所望の硬度が足りない。か焼された、成形された研磨粒子の前駆体を1,000~1,650の温度に加熱し、実質的に全てのアルミナー水和物(又は同等のもの)がアルミナに転換し、気孔率が15体積%未満に低減されるまで、それらをこの温度範囲内に維持することによって焼結を行う。このレベルの転換を達成するために、か焼された、成形された研磨粒子の前駆体をこの焼結温度に曝露しなくてはならない時間の長さは、多様な因子に依存するが、通常、5秒~48時間が典型的である。別の実施形態において、焼結工程の持続時間は1分間~90分間の範囲である。焼結後、成形された研磨粒子は、10GPa、16GPa、18GPa、20GPa以上のヴィッカース硬度を有してよい。

【0070】

記述したプロセスを修正するために、か焼温度から焼結温度まで材料を急速に加熱する工程、研磨材分散液を遠心分離してスラッジ、廃棄物等を除去する工程、といったような他の工程を使用することができる。更に、所望により2つ以上のプロセス工程を組み合わせることによってこのプロセスを修正することができる。本開示のプロセスを修正するために使用できる従来のプロセス工程は、米国特許第4,314,827号(Leitheiser)に詳述されている。開口部を有する成形された研磨粒子の作製方法に関する詳細については、同時係属中の米国特許出願第12/337,001号、名称「Method Of Making Abrasive Shards, Shaped Abras

10

20

30

40

50

ive Particles With An Opening, Or Dish-Shaped Abrasive Particles」(代理人整理番号 63512US002、2008年12月17日出願)に記載されている。加えて、同時係属中の米国特許出願第 61/138,268 号、名称「Shaped Abrasive Particles With Grooves」(代理人整理番号 64792US002、2008 年 12 月 17 日出願)に記載されるように、開口部を有する成形された研磨粒子は面の 1 つに溝を有してよい。溝は、成形型から成形された研磨粒子の前駆体を取り出すことをより容易にすることが見出されている成形型の空洞の底面の複数の隆起部によって形成される。

【実施例】

10

【0071】

本開示の目的及び利点を以下の非限定的な実施例で更に例示する。これらの実施例において列挙されるその特定の材料及び量、並びに他の条件及び詳細は、本開示を過度に制限しないと解釈されるべきである。特に記載のない限り、実施例及び本明細書の残りの部分における全ての部、パーセント、及び比率などは、重量による。

【0072】

赤色ドープの成形された研磨粒子 20 の調製

次の配合を使用してペーマイトゾルゲルの試料を作製した。つまり、水(7087部)及び 70% の含水硝酸(212部)を含有する溶液を 13 分間高せん断混合することによって、商品名「DISPERAL」を有する酸化アルミニウムー水和物粉末(4824部)を分散させた。結果として生じるゾルゲルは、1 時間放置してから被覆した。ゾルゲルは、28 ミル(0.711 mm)の深さ及び各辺 110 ミル(2.794 mm)の三角形の成形型の空洞を有する生産工具に押し入れた。側壁と成形型の底面とがなす抜き勾配は 98 度であった。生産工具は、成形型の空洞の 50% が、三角形の一辺と 90 度の角度で交差する空洞の底面から上がる 8 つの平行の隆起部を有し、残りの空洞が平滑な成形型底面を有するように製造された。上記で参照された代理人整理番号 64792US002 の特許出願に記述されているように、平行な隆起部は 0.277 mm 每の定間隔で置かれ、隆起部の断面は、高さ 0.0127 mm で、それぞれの隆起部の側部が先端となす角度が 45 度の三角形であった。ゾルゲルは、生産工具の全ての開口部が完全に埋まるよう、真空スロットダイコーティングステーションを使用して空洞に押し入れた。離型剤(水中 2% のピーナッツオイル)を使用して、生産工具に約 1 mg/in² (0.155 mg/cm²) のピーナッツオイルを塗布した。ゾルゲルで被覆された生産工具を、10 フィート/分(3.05 m/分)で 27 フィート(8.23 m)の空気対流炉を通過させた。13.5 フィート(4.11 m)のゾーン 1 区域は、60% の気流速度において 135、13.5 フィート(4.11 m)のゾーン 2 区域は、40% の気流速度において 121 に設定した。超音波ホーンを通過させることにより、成形された研磨粒子の前駆体を生産工具から取り出した。成形された研磨粒子の前駆体を約 650 でか焼し、次に、(酸化物として報告された)濃度がそれぞれ 1.8% の MgO、Y₂O₃、Nd₂O₃ 及び La₂O₃ 硝酸混合液で飽和した。過剰な酢酸溶液を除去し、飽和した、開口部を有する成形された研磨粒子の前駆体を乾燥させ、その後粒子を 650 で再か焼し、約 1400 で焼結した。か焼及び焼結のいずれも、回転管状窯を使用して実行した。

【0073】

開口部を有する赤色ドープの成形された研磨粒子 20 の調製

2 回目の使用時に、ピーナッツオイル離型剤で生産工具を再処理しないことを除いて、上述の手順に従った。成形型の空洞に存在するピーナッツオイルを低減させることは、個々の三角形の粒子に開口部 22 を作製するための条件と考えられた。

【0074】

結果として生じた三角形の研磨剤のそれぞれは、中心付近に開口部 22 を有した。図 3 は、2 種類の調製手順による成形された研磨粒子 20 を示す。

【0075】

20

30

40

50

上述の開口部 22 を有する成形された研磨粒子 20 の 2 種類の試料を、 - 18 + 20 メッシュ (U S A Standard Testing Sieves) の寸法に等級分けし、すべての破片又は形の壊れた粒子を取り除いた。続いて、炭酸カルシウム充填メークコート、クリオライト充填サイズコート、及びホウフッ化カリウム (KBF₄) 充填スーパーサイズコートを使用して纖維ディスク裏材を被覆した。合計 4 種類のロットを調製した。

【 0076 】

1. 開口部を有する三角形 (ディスクあたり 18 g の鉱物)
2. 開口部を有する三角形 (ディスクあたり 9 g の鉱物)
3. 開口部を有さない三角形 (ディスクあたり 18 g の鉱物)
4. 321 CUBITRON grain (ランダムに粉碎) (- 18 + 20 メッシュ、ディスクあたり 18 g の鉱物)

10

【 0077 】

ディスクの研削性能は、304ステンレス鋼の加工対象物でのスライド作用研削試験を使用して評価した。研磨材と加工対象物との間で 12 ポンド (53.4 N) 又は 18 ポンド (80.1 N) のいずれかの負荷力を使用した。このスライド作用試験は、研磨布紙ディスクの切削速度を測定することを目的としたものである。それぞれの研磨材ディスクを使用して、304ステンレス鋼の加工対象物の 1.25 cm × 1.8 cm の面を研削した。使用したグラインダーは、一定荷重のディスクグラインダーであった。加工物と研磨ディスクとの間の定荷重は、荷重バネによって与えられた。グラインダー用の支持パッドは、アルミニウム製支持パッドであって、縁から中央 3.5 cm に向かって内へ延びる約 7 度の傾斜であった。ディスクは、止めナットでアルミニウム製パッドに固定し、5,000 rpm で作動させた。取り出した金属の量 (グラム単位) を 1 分間隔で記録した。ディスクにかける加工対象物の負荷は約 5.4 kg (12 ポンド) (図 8) 又は 8.2 kg (18 ポンド) (図 9) であった。

20

【 0078 】

図 8 及び 9 を参照すると、開口部 22 を有する三角形の研磨粒子 20 は、中空ではない、三角形の研磨粒子又はランダムに粉碎されたグレインよりも著しく優れた性能を示した。具体的には、開口部 22 を有するわずか 9 グラムの成形された研磨粒子 20 を有するディスクは、同一の形状ではあるが開口部を有さない 18 g の研磨材を有するディスクよりも優れた性能を示した。

30

【 0079 】

当業者は、より具体的に添付の「請求項」に記載した本開示の趣旨及び範囲から逸脱せずに、本開示への他の修正及び変更を行うことが可能である。様々な実施形態の態様は、様々な実施形態の他の形態と全体的に、若しくは一部的に互換可能、又は結合され得るということが理解される。特許状への上記の出願の中で引用されている全ての参照、特許、又は特許出願は、全体として一貫した方法で参照することにより本明細書に組み込まれる。これらの組み込まれた参照と本明細書との間に部分的に不一致又は矛盾がある場合、先行する記述の情報が優先するものとする。当業者が請求項の開示を実行することを可能にするために与えられた先行する記述は、本請求項及びそれと等しい全てのものによって定義される本開示の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。

40

【図 1 A】

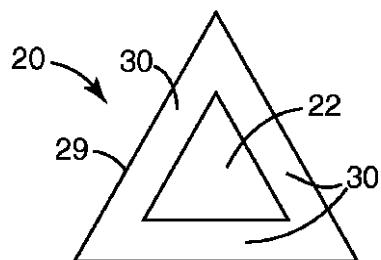


Fig. 1A

【図 1 B】

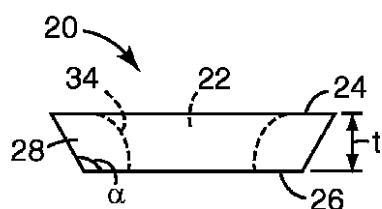


Fig. 1B

【図 1 C】

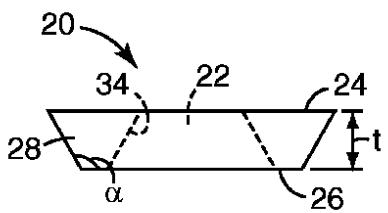


Fig. 1C

【図 2 A】

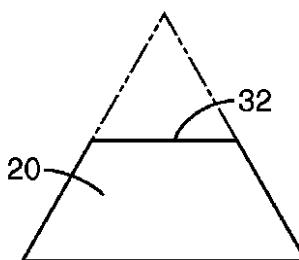


Fig. 2A

【図 2 B】

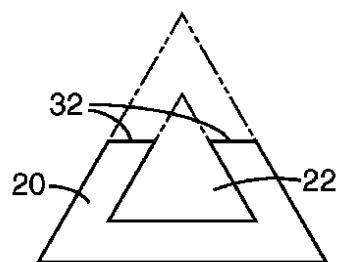


Fig. 2B

【図 3】

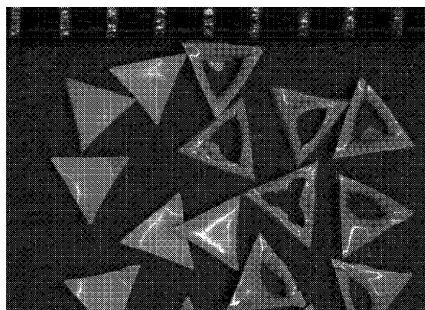


Fig. 3

【図 2 C】

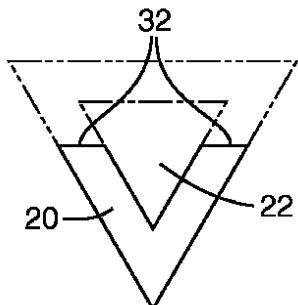


Fig. 2C

【図 4】

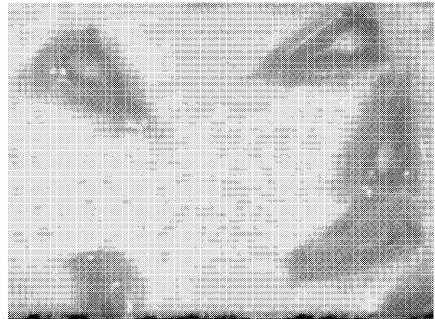


Fig. 4

【図 5 A】

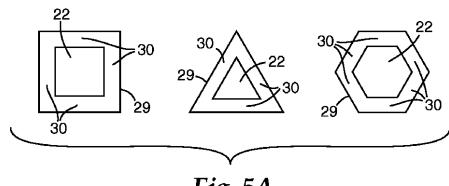


Fig. 5A

【図 5 B】

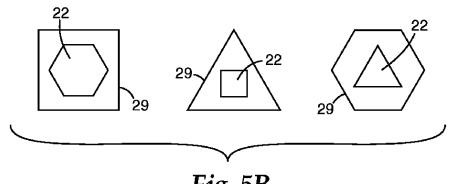


Fig. 5B

【図 5 C】

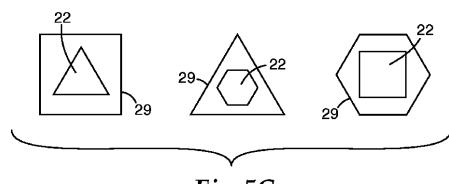


Fig. 5C

【図 6】

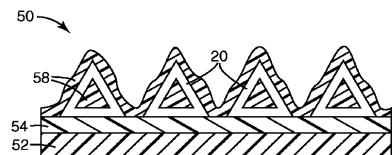


Fig. 6

【図 7】

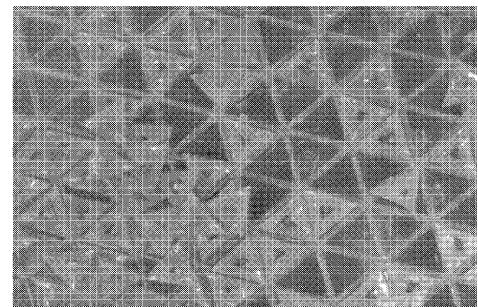


Fig. 7

【図 8】

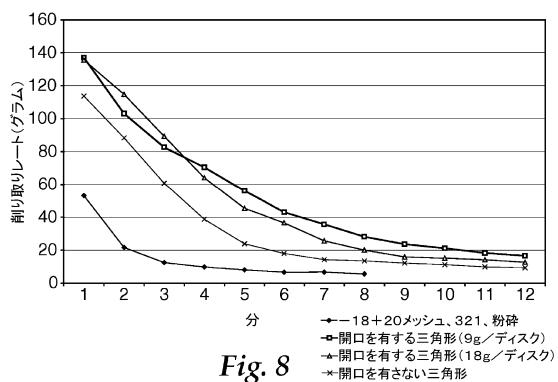


Fig. 8

【図 9】

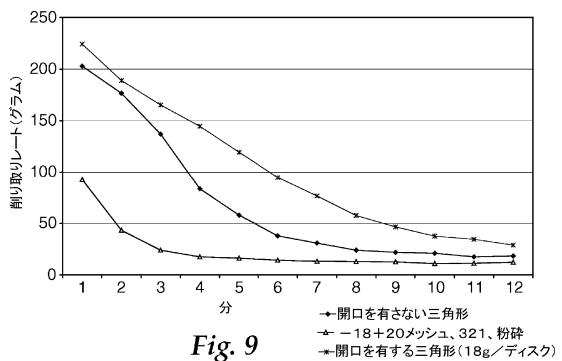


Fig. 9

フロントページの続き

(74)代理人 100152191

弁理士 池田 正人

(72)発明者 エリクソン, ドワイト ディー.

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 キュラー, スコット アール.

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 アディフリス, ネガス ビー.

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 ボーデン, ジョン ディー.

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 ハース, ジョン ディー.

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

合議体

審判長 西村 泰英

審判官 久保 克彦

審判官 落合 弘之

(56)参考文献 特開2002-346934 (JP, A)

特開平1-303626 (JP, A)

特開2006-192540 (JP, A)

米国特許出願公開第2002/0026752 (US, A1)

米国特許出願公開第2005/0020190 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24D 3/00