

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5458109号
(P5458109)

(45) 発行日 平成26年4月2日(2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月17日(2014.1.17)

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

請求項の数 3 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2011-542207 (P2011-542207)
 (86) (22) 出願日 平成21年12月1日 (2009.12.1)
 (65) 公表番号 特表2012-512048 (P2012-512048A)
 (43) 公表日 平成24年5月31日 (2012.5.31)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/066205
 (87) 國際公開番号 WO2010/077519
 (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10月31日 (2012.10.31)
 (31) 優先権主張番号 12/337,075
 (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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】傾斜側壁を備える成形研磨粒子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

傾斜側壁をそれぞれ有する成形研磨粒子を含み、前記成形研磨粒子のそれぞれが、アルミナを含み、厚さtによって隔てられる第1面及び第2面を有し、前記成形研磨粒子が、

前記第2面と前記傾斜側壁との間の、約95度～約130度の抜き勾配角、又は前記第1面と前記第2面との間の、前記厚さtの約0.5～約2倍の半径Rを有する前記傾斜側壁、のいずれかを更に含む、研磨粒子。

【請求項2】

前記第1面及び前記第2面の外辺部が、実質的に三角形の形状を含む、請求項1に記載の研磨粒子。 10

【請求項3】

前記抜き勾配角が、約95度～約120度である、請求項2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、及びそれらの研磨粒子から作製される研磨物品は、製品の製造において、多種多様な材料及び表面の、研磨、仕上げ、又は研削のために有用である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0002】

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。

【0003】

三角形の成形研磨粒子、及びそれらの三角形の成形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。一実施形態では、この研磨粒子の形状は正三角形を含む。三角形の成形研磨粒子は、優れた切削率を有する研磨物品の製造のために有用である。

【課題を解決するための手段】

10

【0004】

成形研磨粒子は、概して、無作為に破碎された研磨粒子に勝る性能を有し得る。研磨粒子の形状を制御することによって、結果的にもたらされる研磨物品の性能を制御することが可能である。本発明者らは、約95度～約130度の抜き勾配角を有する傾斜側壁を備える成形研磨粒子を作製することにより、いくつかの予想外の利益が生じることを見出した。

【0005】

第1に、傾斜側壁を備える成形研磨粒子は、コーティングされた研磨物品のマイクロート上に、側壁の抜き勾配角に対応する角度で安置される傾向がある。90度以外の抜き勾配角は、研磨布紙中の成形研磨粒子を安置させる側壁が、その抜き勾配角によって傾斜しているために、成形研磨粒子を、コーティングされた研磨物品中の裏材に対して、90度の配向を有することなく傾かせる結果をもたらすと考えられる。成形研磨粒子は、粒子を安置させる角度付きの側壁によって、ほとんどが一方の側に倒れ込んでいるか、又は傾いているため、それらの粒子は、裏材に対して90度未満の配向角を有し、それによって切削率を高めることができる。

20

【0006】

第2に、傾斜側壁を備える成形研磨粒子は、成形研磨粒子の異なる側面に関して、異なる抜き勾配角を有し得る。例えば、正三角形は、第1側壁を第1の抜き勾配角で有し、第2側壁を第2の抜き勾配角で有し、第3側壁を第3の抜き勾配角で有し、これら第1、第2、及び第3の抜き勾配角は、異なるものとすることができます。3つの異なる側壁の角度を有する成形研磨粒子から作製されて得られるコーティングされた研磨物品は、3つの側壁のそれぞれで降着する粒子の、均一な分布を有する傾向がある。したがって、コーティングされた研磨物品は、成形研磨粒子の先端部に関して、裏材からの互いに異なる3つの高さを有する傾向がある。最大の抜き勾配角でマイクロートと接触する側壁は、最も低い先端部高さを有し、中間の抜き勾配角を有する側壁は、中間の先端部高さを有し、最小の抜き勾配角を有する側壁は、最も高い先端部高さを有することになる。結果として、コーティングされた研磨物品は、裏材に対して互いに異なる3つの配向角、及び互いに異なる3つの先端部高さを有する、成形研磨粒子を保有することになる。そのようなコーティングされた研磨物品は、成形研磨粒子のより高い先端部が摩滅する傾向にあるために、成形研磨粒子のより短い未使用的先端部がワーカピースと接触することによって、その研磨物品が磨耗する際に、より均一な切削性能を保有することになると考えられる。

30

【0007】

それゆえ、一実施形態では、本開示は、傾斜側壁をそれぞれ有する成形研磨粒子を含む、研磨粒子に関し、成形研磨粒子のそれぞれは、アルミナを含み、厚さtによって隔てられた第1面及び第2面を有する。この成形研磨粒子は、第2面と傾斜側壁との間の、約95度～約130度の抜き勾配角、又は第1面と第2面との間の、厚さtの約0.5～約2倍の半径Rを有する傾斜側壁のいずれかを更に含む。

40

【0008】

当業者は、本明細書の説明があくまで例示的な実施形態の説明であって、本開示のより広範な態様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態様は、例示的な

50

構成において具現化されることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】成形研磨粒子の一実施形態の平面図。

【図1B】図1Aの成形研磨粒子の側面図。

【図1C】図1Aの成形研磨粒子から作製されたコーティングされた研磨物品の側面図。

【図2】成形研磨粒子の顕微鏡写真。

【図3】図2の成形研磨粒子から作製されたコーティングされた研磨物品の上面の顕微鏡写真。

【図4A】成形研磨粒子の別の実施形態の平面図。

10

【図4B】図4Aの成形研磨粒子の側面図。

【図4C】図4Aの成形研磨粒子から作製されたコーティングされた研磨物品の側面図。

【図5A】成形研磨粒子の別の実施形態の平面図。

【図5B】図5Aの成形研磨粒子の側面図。

【図5C】図5Aの成形研磨粒子から作製されたコーティングされた研磨物品の側面図。

【図6】異なる抜き勾配角を有する成形研磨粒子に関する、切削率対時間のグラフ。

【図7】異なる抜き勾配角を有する成形研磨粒子に関する、総切削量対時間のグラフ。

【図8】米国特許第5,366,523号に従って作製された従来技術の研磨粒子の顕微鏡写真。

【図9】図8の従来技術の研磨粒子の断面の顕微鏡写真。

20

【図10】図8の従来技術の研磨粒子の断面の顕微鏡写真。

【図11】傾斜側壁を備える成形研磨粒子の断面の顕微鏡写真。

【0010】

本明細書及び図中で繰り返し使用される参照記号は、本開示の同じ若しくは類似の機構又は要素を表すものとする。

【0011】

定義

本明細書で使用するとき、「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】

本明細書で使用するとき、用語「研磨材分散液」とは、成形用空洞内に導入される、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】

本明細書で使用するとき、用語「前駆成形研磨粒子」とは、研磨材分散液が成形用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、成形用空洞から取り出して、その後の加工業中にその成型形状を実質的に保持することができる固化体を形成する、未焼結の粒子を意味する。

40

【0014】

本明細書で使用するとき、用語「成形研磨粒子」とは、その研磨粒子の少なくとも一部が、成形前駆研磨粒子の形成に使用される成形用空洞から複製された所定の形状を有する、セラミック研磨粒子を意味する。研磨材の破片の場合（例えば、米国特許仮出願第61/016965号に記載のような）を除き、成形研磨粒子は、一般に、その成形研磨粒子の形成に使用された成形用空洞を実質的に複製する、所定の幾何学形状を有する。本明細書で使用される成形研磨粒子としては、機械的破碎作業によって得られる研磨粒子は除外される。

【発明を実施するための形態】

【0015】

50

傾斜側壁を備える成形研磨粒子

図1A、図1B、及び図1Cを参照すると、傾斜側壁22を備える例示的な成形研磨粒子20が示される。傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を作製する材料は、アルミナを含む。アルミナ粒子は、酸化アルミニウムー水和物の分散液から作製することができ、この分散液は、本明細書で後述するように、ゲル化され、型によって成形され、その形状を保持するように乾燥され、焼成され、次いで焼成される。成形研磨粒子の形状は、粒塊を形成する結合剤（この粒塊は、結合剤中に研磨粒子を含み、次いで研磨粒子は、一定の成形構造体に形成される）を必要とすることなく、保持される。

【0016】

一般的には、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20は、第1面24及び第2面26を有し、かつ厚さtを有する、薄い本体を含む。第1面24及び第2面26は、少なくとも1つの傾斜側壁22によって、互いにつながっている。一部の実施形態では、2つ以上の傾斜側壁22が存在する場合があり、各傾斜側壁22に関する傾斜又は角度は、図1Aに示すように同じであってもよく、あるいは図4Aに示すように異なっていてもよい。

【0017】

一部の実施形態では、第1面24が実質的に平面状であるか、第2面26が実質的に平面状であるか、又は両面とも実質的に平面状である。あるいは、これらの面は、2008年12月17日に出願され、代理人整理番号64716US002を有する、表題「Disk-Shaped Abrasive Particles With A Recessed Surface」の、同時係属米国特許出願第12/336,961号で、より詳細に論じられているように、凹状又は凸状であってもよい。更には、2008年12月17日に出願され、代理人整理番号64765US002を有する、表題「Shaped Abrasive Particles With An Opening」の、同時係属米国特許出願第12/337,112号で、より詳細に論じられているように、これらの面を貫通する開口部又は孔が存在してもよい。

【0018】

一実施形態では、第1面24及び第2面26は、互いに実質的に平行である。他の実施形態では、第1面24及び第2面26は、一方の面が他方の面に対して傾斜し、各面に接する想像線が一点で交差するように、非平行であってもよい。傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20の、傾斜側壁22は、様々なものとことができ、一般に、第1面24及び第2面26の外辺部29を形成する。一実施形態では、第1面24及び第2面26の外辺部29は、幾何学形状であるように選択され、第1面24及び第2面26は、同一の幾何学形状を有するように選択されるが、それらは寸法が異なっており、一方の面が他方の面よりも大きい。一実施形態では、第1面24の外辺部29、及び第2面26の外辺部29は、図示の三角形の形状であった。

【0019】

図1B及び図1Cを参照すると、第2面26と傾斜側壁22との間の抜き勾配角 θ を変更して、各面の相対的寸法を変化させてもよい。本発明の様々な実施形態では、抜き勾配角 θ 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度とすることができる。実施例で示されるように、抜き勾配角 θ に関する特定の範囲が、傾斜側壁を備える成形研磨粒子から作製されたコーティングされた研磨物品の、驚くべき研削性能の向上を生み出すことが判明している。

【0020】

ここで図1Cを参照すると、裏材42の第1主表面41が、研磨材層によって覆われた、コーティングされた研磨物品40が示される。この研磨材層は、マイクロコート44、及びマイクロコート44によって裏材42に付着する、傾斜側壁22を備える複数個の成形研磨粒子20を含む。傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を、裏材42に更に付着又は接着させるために、サイズコート46が適用される。

【0021】

10

20

30

40

50

図示のように、傾斜側壁 22 を備える成形研磨粒子 20 の大部分は、一方の側に倒れ込んでいるか、又は傾いている。このことは、傾斜側壁 22 を備える成形研磨粒子 20 の大部分が、裏材 42 の第 1 主表面 41 に対して 90 度未満の配向角 θ を有するという結果をもたらす。この結果は、傾斜側壁を備える成形研磨粒子を適用する静電塗装法が、裏材に最初に粒子を適用する際に、本来は、90 度の配向角 θ で粒子を配向させる傾向があることから、予想外なものである。この静電界は、傾斜側壁を備える成形研磨粒子の上方に配置された裏材に、粒子を適用する際に、粒子を垂直に整列させる傾向がある。更には、静電界は、粒子を加速させて、マイクロート中へ 90 度の配向で移動させる傾向がある。ウェブを裏返した後、サイズコート 46 の適用前又は適用後のいずれかのある時点で、重力下、あるいはマイクロート及び / 又はサイズコートの表面張力下で、粒子は倒れ掛かって、傾斜側壁 22 で安置される傾向がある。コーティングされた研磨物品の作製プロセスにおいて、成形研磨粒子が倒れ掛けり、傾斜側壁 22 によってマイクロートに付着するための十分な時間が、マイクロート及びサイズコートが硬化して固まり、それ以上の回転が阻止される前に、存在すると考えられる。図示のように、傾斜側壁を備える成形研磨粒子が適用され、傾くことが可能になると、成形研磨粒子の最先端部 48 は、概して同一の高さ h を有する。

【0022】

この傾斜配向を更に最適化するために、傾斜側壁を備える成形研磨粒子は、オープンコートの研磨材層として、裏材に適用される。クローズドコートの研磨材層は、作製機を通過する単一パスにおいて、研磨物品のマイクロートに適用可能な、研磨粒子又は研磨粒子のブレンドの最大重量として定義される。オープンコートは、適用可能な最大グラム重量よりも軽い重量の、コーティングされた研磨物品のマイクロートに適用される研磨粒子又は研磨粒子のブレンドの量である。オープンコートの研磨材層は、研磨粒子による 100 % 未満のマイクロート被覆率をもたらし、それにより、図 3 で最も良に示されるように、粒子間に、空き領域及び可視の樹脂層が残されることになる。本発明の様々な実施形態では、研磨材層中の空き領域パーセントは、約 10 % ~ 約 90 %、又は約 30 % ~ 約 80 % にすることができる。

【0023】

傾斜側壁を備える成形研磨粒子を、裏材に過度に適用した場合には、マイクロート及びサイズコートの硬化の前に、粒子が傾くか又は倒れ込むことを可能にする、粒子間の空隙の存在が、不十分になると考えられる。本発明の様々な実施形態では、オープンコートの研磨材層を有するコーティングされた研磨物品中の成形研磨粒子の、50 %、60 %、70 %、80 %、又は 90 % 超が、90 度未満の配向角 θ を有して倒れ込むか又は傾いている。

【0024】

理論に束縛されるものではないが、90 度未満の配向角 θ は、傾斜側壁を備える成形研磨粒子の、切削性能の向上を結果的にもたらすと考えられる。驚くべきことに、この結果は、コーティングされた研磨物品内での、Z 軸を中心とする成形研磨粒子の回転配向とは関わりなく生じる傾向がある。図 1C は、全ての粒子が同一方向に整列して示されるように理想化されているが、実際の研磨布紙ディスクは、図 3 で最も良に示されるように、無秩序に分布して回転される粒子を含むことになる。研磨ディスクは回転しており、成形研磨粒子は無秩序に分布しているため、一部の成形研磨粒子は、90 度未満の配向角 θ でワーカピースに食い込み、ワーカピースは最初に第 2 面 26 に衝突するが、一方で近傍の成形研磨粒子は、正確に 180 度回転しており、ワーカピースはその成形研磨粒子の裏面及び第 1 面 24 に衝突する可能性がある。粒子の無秩序な分布、及びディスクの回転によって、成形研磨粒子の半分未満は、ワーカピースを最初に、第 1 面 24 ではなく第 2 面 26 に衝突させ得る。しかしながら、規定の回転方向、及びワーカピースとの規定の接觸点を有する研磨ベルトに関しては、図 1C で理想化されるように、各成形研磨粒子が 90 度未満の配向角 θ で移動し、ワーカピースを第 2 面 26 に最初に食い込ませることを確実にするために、傾斜側壁を備える成形研磨粒子をベルト上に整列させることができ場合がある

10

20

30

40

50

。本発明の様々な実施形態では、コーティングされた研磨物品の研磨材層中の、傾斜側壁を備える成形研磨粒子の少なくとも大部分に関する配向角₁は、約50度～約85度、又は約55度～約85度、又は約60度～約85度、又は約65度～約85度、又は約70度～約85度、又は約75度～約85度、又は約80度～約85度とすることができます。

【0025】

ここで図2及び図3を参照すると、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20の顕微鏡写真が示される。図3では、抜き勾配角₁は、約120度であり、成形研磨粒子は、正三角形を含んでいた。各三角形の側辺は、より大きな第1面24の外辺部で、約1.6mmと測定された。この成形研磨粒子は、約0.38mmの厚さを有していた。図2の成形研磨粒子から作製されて得られた研磨布紙ディスクの表面を、図3に示す。示されるように、成形研磨粒子の大部分は、メイクコート中に、傾斜側壁の1つで安置されている。図3のコーティングされた研磨物品の研磨材層中の、傾斜側壁を備える成形研磨粒子の大部分に関する、配向角₁は、約60度である。

【0026】

図4A～図4Cを参照すると、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20の第2の実施形態が示される。傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を作製する材料は、アルミナを含む。アルミナ粒子は、酸化アルミニウム一水和物の分散液から作製することができ、この分散液は、本明細書で後述するように、ゲル化され、型によって成形され、その形状を保持するように乾燥され、焼成され、次いで焼結される。成形研磨粒子の形状は、粒塊を形成する結合剤（この粒塊は、結合剤中に研磨粒子を含み、次いで研磨粒子は、一定の成形構造体に形成される）を必要とすることなく、保持される。

【0027】

一般的には、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20は、第1面24及び第2面26を有し、かつ厚さtを有する、薄い本体を含む。第1面24及び第2面26は、少なくとも、第1抜き勾配角52を有する第1傾斜側壁50によって、及び第1抜き勾配角とは異なる値に選択される第2抜き勾配角56を有する第2傾斜側壁54によって、互いにつながっている。図示の実施形態では、第1面及び第2面はまた、他の2つの抜き勾配角のいずれとも異なる値の第3抜き勾配角60を有する第3傾斜側壁58によっても、互いにつながっている。

【0028】

図示の実施形態では、第1抜き勾配角、第2抜き勾配角、及び第3抜き勾配角は、全て互いに異なる値である。例えば、第1抜き勾配角52は120度とすることができます、第2抜き勾配角56は110度とすることができます、第3抜き勾配角60は100度とすることができます。3つの異なる抜き勾配角を有する成形研磨粒子から作成されて得られたコーティングされた研磨物品40は、図4Cに示すように、3つの異なる側壁のそれぞれで降着する成形研磨粒子の、均一な分布を有する傾向がある。したがって、このコーティングされた研磨物品は、成形研磨粒子の先端部48に関して、裏材からの互いに異なる3つの高さを有する傾向がある。最大の抜き勾配角でメイクコートと接触する第1傾斜側壁50は、最も低い先端部高さh1を有し、中間の抜き勾配角を有する第2傾斜側壁54は、中間の先端部高さh2を有し、最小の抜き勾配角を有する第3傾斜側壁58は、最も高い先端部高さh3を有することになる。結果として、コーティングされた研磨物品は、裏材に対して互いに異なる3つの配向角₁、及び互いに異なる3つの先端部高さを有する成形研磨粒子を保有することになる。そのようなコーティングされた研磨物品は、成形研磨粒子のより高い先端部が摩滅して鈍くなる傾向にあるために、成形研磨粒子のより短い未使用的先端部がワークピースと接触することによって、その研磨物品が磨耗する際に、より均一な切削性能を保有することになると考えられる。

【0029】

一部の実施形態では、第1面24が実質的に平面状であるか、第2面26が実質的に平面状であるか、又は両面とも実質的に平面状である。あるいは、これらの面は、2008年12月17日に出願され、代理人整理番号64716US002を有する、表題「Di

10

20

30

40

50

s h - S h a p e d A b r a s i v e P a r t i c l e s W i t h A R e c e s s e d S u r f a c e」の、同時係属米国特許出願第12/336,961号で、より詳細に論じられているように、凹状又は凸状であってもよい。更には、2008年12月17日に出願され、代理人整理番号64765US002を有する、表題「S h a p e d A b r a s i v e P a r t i c l e s W i t h A n O p e n i n g」の、同時係属米国特許出願第12/337,112号で、より詳細に論じられているように、これらの面を貫通する開口部又は孔が存在してもよい。

【0030】

一実施形態では、第1面24及び第2面26は、互いに実質的に平行である。他の実施形態では、第1面24及び第2面26は、一方の面が他方の面に対して傾斜し、各面に接する想像線が一点で交差するように、非平行であってもよい。傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20の、第1傾斜側壁、第2傾斜側壁、及び第3傾斜側壁は、様々なものとすることができる、それらは一般に、第1面24及び第2面26の外辺部29を形成する。一実施形態では、第1面24及び第2面26の外辺部29は、幾何学形状であるように選択され、第1面24及び第2面26は、同一の幾何学形状を有するように選択されるが、それらは寸法が異なっており、一方の面が他方の面よりも大きい。一実施形態では、第1面24の外辺部29、及び第2面26の外辺部29は、図示の三角形の形状であった。

【0031】

図4B及び図4Cを参照すると、成形研磨粒子20の、第2面26と、対応する傾斜側壁との間の、第1抜き勾配角、第2抜き勾配角、及び第3抜き勾配角を、それらの抜き勾配角の少なくとも2つが異なる値であるように、また望ましくは、3つ全てが異なる値であるように、変化させることができる。本発明の様々な実施形態では、第1抜き勾配角、第2抜き勾配角、及び第3抜き勾配角は、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～110度、又は約95度～約105度、又は約95度～約100度とすることができる。

【0032】

ここで図4Cを参照すると、裏材42の第1主表面41が、研磨材層によって覆われた、コーティングされた研磨物品40を示す。この研磨材層は、マイクロート44、並びに第1傾斜側壁、第2傾斜側壁、又は第3傾斜側壁のいずれかが、マイクロート44によって裏材42に付着している、複数個の成形研磨粒子20を含む。傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を、裏材42に更に付着又は接着させるために、サイズコート46が適用される。

【0033】

図示のように、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20の大部分は、一方の側に倒れ込んでいるか、又は傾いている。このことは、第1の実施形態に関して前述したように、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20の大部分が、裏材42の第1主表面41に対して、90度未満の配向角を有するという結果をもたらす。

【0034】

この傾斜配向を更に最適化するために、傾斜側壁を備える成形研磨粒子は、オープンコートの研磨材層として、裏材に適用される。オープンコートの研磨材層は、研磨粒子による100%未満のマイクロート被覆率をもたらし、それにより、図3で最も示されるように、粒子間に、空き領域及び可視の樹脂層が残されることになる。本発明の様々な実施形態では、研磨材層中の空き領域パーセントは、約10%～約90%、又は約30%～約80%にすることができる。

【0035】

傾斜側壁を備える成形研磨粒子を、裏材に過度に適用した場合には、マイクロート及びサイズコートの硬化の前に、成形研磨粒子が傾くか又は倒れ込むことを可能にする、成形研磨粒子間の空隙の存在が、不十分になると考えられる。本発明の様々な実施形態では、オープンコートの研磨材層を有するコーティングされた研磨物品中の成形研磨粒子の、50%、60%、70%、80%、又は90%超が、90度未満の配向角を有して倒れ込

10

20

30

40

50

むか又は傾いている。

【0036】

理論に束縛されるものではないが、前述のように、90度未満の配向角¹⁰は、傾斜側壁を備える成形研磨粒子の、切削性能の向上を結果的にもたらすと考えられる。本発明の様々な実施形態では、コーティングされた研磨物品の研磨材層中の、傾斜側壁を備える成形研磨粒子の少なくとも大部分に関する配向角¹⁰は、約50度～約85度、又は約55度～約85度、又は約60度～約85度、又は約65度～約85度、又は約70度～約85度、又は約75度～約85度、又は約80度～約85度とすることができます。

【0037】

ここで図5A～図5Bを参照すると、本発明の第3の実施形態が示される。この実施形態では、傾斜側壁22は、図1A～図1Cで示す実施形態に関する抜き勾配角の代わりに、半径Rによって画定される。半径Rによって画定される傾斜側壁22もまた、図5Cに示すように、コーティングされた研磨物品を形成する際に、成形研磨粒子20が倒れ込むか又は傾く結果をもたらすことが判明している。正三角形を含む成形研磨粒子であって、各三角形の側辺が、より大きな第1面24の外辺部で約1.6mmと測定され、約0.38mmの厚さを有する成形研磨粒子は、120度の抜き勾配角、又は0.51mmの半径Rで、同一の切削性能を有することが、研削試験によって示されている。本発明の様々な実施形態では、半径Rは、成形研磨粒子の厚さtの、約0.5～約2倍とすることができます。

【0038】

第2の実施形態と同様に、側壁のそれぞれに関して半径Rを変化させ、コーティングされた研磨物品中で、成形研磨粒子が様々な角度に傾くか又は倒れ込む結果を生じさせることができる。

【0039】

傾斜側壁を備える成形研磨粒子を、裏材に過度に適用した場合には、マイクコート及びサイズコートの硬化の前に、成形研磨粒子が傾くか又は倒れ込むことを可能にする、成形研磨粒子間の空隙の存在が、不十分になると考えられる。本発明の様々な実施形態では、オープンコートの研磨材層を有するコーティングされた研磨物品中の成形研磨粒子の、50%、60%、70%、80%、又は90%超が、90度未満の配向角³⁰を有して倒れ込むか又は傾いている。

【0040】

第1の実施形態、第2の実施形態、又は第3の実施形態のいずれかに関して、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20は、様々な三次元形状を有し得る。外辺部29の幾何学形状は、三角形、矩形、円形、橢円形、星型、又は他の規則的若しくは不規則的な多角形の形状とすることができます。一実施形態では、正三角形を使用し、別の実施形態では、二等辺三角形を使用する。本開示の目的上、実質的に三角形の形状としては、側辺の1つ以上が弓状であり得、及び／又は三角形の先端部が弓状であり得る、3つの側辺を有する多角形も含まれる。

【0041】

更には、成形研磨粒子の様々な傾斜側壁は、同じ抜き勾配角、又は異なる抜き勾配角を有し得る。更にまた、側壁の1つが、約95度以上の抜き勾配角を有する傾斜側壁である限りにおいて、90度の抜き勾配角を、1つ以上の側壁に対して使用することができる。

【0042】

傾斜側壁を備える成形研磨粒子20は、様々な体積測定アスペクト比を有し得る。体積測定アスペクト比は、体積の重心を通る最大の断面積を、重心を通る最小の断面積で除算した比率として定義される。一部の形状に関しては、最大の断面積、又は最小の断面積は、その形状の外面幾何学形状に対して、傾いているか、角度が付いているか、又は傾斜している平面となる場合がある。例えば、球体は、1.000の体積測定アスペクト比を有することになるが、一方で立方体は、1.414の体積測定アスペクト比を有することになる。長さAに等しい各側辺、及びAに等しい均一な厚さを有する、正三角形の形態の成

10

20

30

40

50

形研磨粒子は、1.54の体積測定アスペクト比を有することになり、この均一な厚さを0.25Åに低減した場合には、体積測定アスペクト比は、2.64に増大する。より大きな体積測定アスペクト比を有する成形研磨粒子は、向上し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では、傾斜側壁を備える成形研磨粒子に関する体積測定アスペクト比は、約1.15超、又は約1.50超、又は約2.0超、あるいは約1.15～約10.0、又は約1.20～約5.0、又は約1.30～約3.0とすることができる。

【0043】

傾斜側壁を備える成形研磨粒子は、その成形研磨粒子の突端部又は角において、遙かに小さい曲率半径を有し得る。米国特許第5,366,523号(Rowenhortsら)に開示され、図8に示す正三角形の成形研磨粒子は、平均先端半径に関しては、103.6マイクロメートルの、三角形の突端部に関する曲率半径(その突端部の周りの、一方の側面から隣の側面までを測定した)を有していた。この曲率半径は、倒立光学顕微鏡と接続させたClemex Image Analysisプログラムなどの画像解析、又は他の好適な画像解析プログラムを使用して、第1面又は第2面の研磨断面から測定することができる。各三角形の頂点に関する曲率半径は、100倍率で断面視した場合の、各頂点における3つの点を決定することにより、試算することができる。直線状縁部から湾曲の開始部分への推移が存在する、先端部の湾曲の開始部分、先端部の頂点、及び湾曲した先端部から直線状縁部へと戻る推移部分に、点を置く。次に、画像解析ソフトウェアが、これら3つの点(湾曲の開始、中間点、及び終了)によって定義される弧線を描き、曲率半径を算出する。少なくとも30の頂点に関する曲率半径を測定し、平均値を求めて、平均先端半径を決定する。現行の方法によって作製される成形研磨粒子は、図2と図8の比較によって最良に示されるように、遙かに精密に作製される。したがって、成形研磨粒子に関する平均先端半径は、遙かに小さい。本開示に従って作製される成形研磨粒子に関する平均先端半径は、19.2マイクロメートル未満として測定されている。本発明の様々な実施形態では、平均先端半径は、75マイクロメートル未満、又は50マイクロメートル未満、又は25マイクロメートル未満とすることができます。より鋭利な先端部は、使用中の成形研磨粒子の、より攻撃的な切削、破碎の改善を促進すると考えられる。

【0044】

より鋭利な先端部を有することに加えて、成形研磨粒子は、遙かに精密に画定された側壁を有し得る。ここで図9及び図10を参照すると、図8の従来技術の成形研磨粒子の面を通って垂直に取った研磨断面の顕微鏡写真が示される。示されるように、側壁(頂部表面)は、凹状又は凸状のいずれかとなる傾向があり、均一な平面状ではない。断面が取られる場所に応じて、同一の側壁が、1つの形状から別の形状へと変遷する場合がある。図10を参照すると、側壁は、前景では凸状であるが、後景では凹状である。

【0045】

図11を参照すると、98度の抜き勾配角を有する傾斜側壁を備える成形研磨粒子の面を通って垂直に取った研磨断面の顕微鏡写真が示される。第1面24(右側の垂直表面)は、上述の代理人整理番号64716US002の同時係属特許出願に記載されるよう、凹状である。凹状表面は、スコップ、スプーン、又は凹状に研ぎ出された彫刻等の刃と同様に、使用中により多くの材料を除去することによって、研削性能を向上させると考えられる。第2面26は、実質的に平面状である(左側の垂直表面)。最後に、側壁(頂部表面)は、均一な平面状である。均一な平面状とは、側壁が、一方の面から他方の面に凸状である領域、又は一方の面から他方の面に凹状である領域を有さず、側壁表面の少なくとも50%、又は少なくとも75%、又は少なくとも85%が平面状であることを意味する。断面に示されるように、側壁が90度の角度で切断され、研磨されている場合、実質的に直線状の縁部が現れる(頂部の側壁表面が、切断された断面の前側表面と出会う場所に)。均一な平面状の側壁は、典型的には、側壁の長さに沿った、実質的に全ての切断面で、その実質的に直線状の縁部を有することになる。均一な平面状の側壁は、側壁が第1面及び第2面と交差する場所に、より良好に画定された(より鋭利な)縁部を提供し、こ

10

20

30

40

50

のことはまた、研削性能を向上させると考えられる。

【0046】

本開示に従って作製される、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20は、研磨物品中に組み込むか、又は、遊離した形態で使用することができる。研磨粒子は、一般的には、使用前に、所定の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、粗粒から細粒までの、粒径の範囲を有する。研磨の技術分野では、この範囲は、「粗粒」画分、「対照」画分、及び「細粒」画分と呼ばれる場合がある。研磨工業公認の等級規格に従って等級分けされた研磨粒子は、数値限界内の各公称等級に関する粒径分布を指定している。このような工業的に認められた等級規格(すなわち、研磨工業指定の公称等級)としては、American National Standards Institute, Inc. (ANSI) 規格、Federation of European Producers of Abrasive Products (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。10

【0047】

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、ANSI 40、ANSI 50、ANSI 60、ANSI 80、ANSI 100、ANSI 120、ANSI 150、ANSI 180、ANSI 220、ANSI 240、ANSI 280、ANSI 320、ANSI 360、ANSI 400、及びANSI 600が挙げられる。FEPA等級表記としては、P8、P12、P16、P24、P36、P40、P50、P60、P80、P100、P120、P150、P180、P220、P320、P400、P500、P600、P800、P1000、及びP1200が挙げられる。JIS等級表記としては、JIS8、JIS12、JIS16、JIS24、JIS36、JIS46、JIS54、JIS60、JIS80、JIS100、JIS150、JIS180、JIS220、JIS240、JIS280、JIS320、JIS360、JIS400、JIS600、JIS800、JIS1000、JIS1500、JIS2500、JIS4000、JIS6000、JIS8000、及びJIS10,000が挙げられる。20

【0048】

あるいは、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20は、ASTM E-11「Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes.」に準拠するU.S.A. Standard Test Sieveを使用して、公称ふるい分け等級に、等級分けすることができる。ASTM E-11は、指定の粒径に従って材料を分類するための、枠内に装着した織金網の媒体を使用す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、-18+20として表すことができ、これは、成形研磨粒子20が、ASTM E-11の18号ふるいの規格に一致する試験用ふるいを通過し、ASTM E-11の20号ふるいの規格に一致する試験用ふるい上に残ることを意味する。一実施形態では、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20は、その粒子のほとんどが、18号メッシュの試験用ふるいを通過し、20号、25号、30号、35号、40号、45号、又は50号メッシュの試験用ふるい上に残り得るような、粒径を有する。本発明の様々な実施形態では、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20は、-18+20、-20+25、-25+30、-30+35、-35+40、-40+45、-45+50、-50+60、-60+70、-70+80、-80+100、-100+120、-120+140、-140+170、-170+200、-200+230、-230+270、-270+325、-325+400、-400+450、-450+500、又は-500+635を含む、公称ふるい分け等級を有し得る。3040

【0049】

一態様では、本開示は、研磨工業指定の公称等級又は公称ふるい分け等級を有する、複数個の成形研磨粒子を提供し、これら複数個の研磨粒子の少なくとも一部分は、傾斜側壁50

22を備える成形研磨粒子20である。別の態様では、本開示は、本開示に従って作製される、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を等級分けし、研磨工業指定の公称等級又は公称ふるい分け等級を有する、傾斜側壁22を備える複数個の成形研磨粒子20を提供することを含む方法を、提供する。

【0050】

所望により、研磨工業指定の公称等級又は公称ふるい分け等級を有する、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を、他の既知の研磨材、又は非研磨粒子と混合することができる。一部の実施形態では、複数個の研磨粒子の総重量を基準として、研磨工業指定の公称等級又は公称ふるい分け等級を有する複数個の研磨粒子の、少なくとも5重量%、10重量%、15重量%、20重量%、25重量%、30重量%、35重量%、40重量%、45重量%、50重量%、55重量%、60重量%、65重量%、70重量%、75重量%、80重量%、85重量%、90重量%、95重量%、若しくは更に100重量%が、本開示に従って作製される、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20である。10

【0051】

傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20との混合に好適な粒子としては、従来の研磨粒、希釈粒、又は米国特許第4,799,939号及び同第5,078,753号に記載されるもののような、腐食性粒塊が挙げられる。従来の研磨粒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、立方晶窒化ホウ素、ダイヤモンドなどが挙げられる。希釈粒の代表的な例としては、大理石、セッコウ、及びガラスが挙げられる。傾斜側壁22を有する異なった形状の成形研磨粒子20のブレンド（例えば、三角形及び正方形）、又は異なった抜き勾配角を有する成形研磨粒子20のブレンド（例えば、120度の抜き勾配角を有する粒子と混合させた、98度の抜き勾配角を有する粒子）を、本発明の物品中で使用することができる。20

【0052】

傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20はまた、表面コーティングを有してもよい。表面コーティングは、研磨物品中の、研磨粒と結合剤との間の接着を改善することが知られており、又は、成形研磨粒子20の静電蒸着を補助するために使用することができる。そのような表面コーティングは、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。更には、表面コーティングは、成形研磨粒子のキャッピングを防ぐことができる。キャッピングとは、研磨中のワークピースからの金属粒子が、成形研磨粒子の頂部に溶着するようになる現象を表す用語である。上記の機能を果たす表面コーティングは、当業者には既知である。30

【0053】

傾斜側壁を備える成形研磨粒子を有する研磨物品

図1C、図4C、及び図5Cを参照すると、コーティングされた研磨物品40は、第1の結合剤の層を有する裏材42を含み、この第1の層は、以降はメイクコート44と称され、裏材42の第1主表面41を覆って適用される。傾斜側壁22を備える複数個の成形研磨粒子20が、メイクコート44に付着するか、又は部分的に埋め込まれて、研磨材層を形成する。傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を、以降はサイズコート46と称される、第2の結合剤の層が覆って存在する。メイクコート44の目的は、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を、裏材42に固定することであり、サイズコート46の目的は、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を補強することである。傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20の大部分は、先端部48すなわち頂点が、裏材42から離れる方向に向き、成形研磨粒子が、傾斜側壁22で安置され、図示のように倒れ込むか又は傾くように、配向される。40

【0054】

メイクコート44及びサイズコート46は、樹脂性接着剤を含む。メイクコート44の樹脂性接着剤は、サイズコート46の樹脂性接着剤と同じであっても、又は異なっていて50

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、アクリル化エポキシ樹脂、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、マイクロコート44又はサイズコート46、あるいは両方のコートは、例えば、充填剤、研削助剤、潤滑剤、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などの、当該技術分野で既知の添加剤を更に含み得る。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。

【0055】

研削助剤を、コーティングされた研磨物品に適用することができる。研削助剤は、その添加が、研磨の化学的プロセス及び物理的プロセスに対して有意な効果を及ぼし、それによって改善された性能をもたらす粒子材料として定義される。研削助剤は、多種多様な材料を包含し、無機系であっても、又は有機系であってもよい。研削助剤の化学物質群の例としては、ワックス、有機ハロゲン化合物、ハロゲン塩、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、ペントアクロロナフタレンなどの塩素化ワックス、及びポリ塩化ビニルが挙げられる。ハロゲン塩の例としては、塩化ナトリウム、カリウム水晶石、ナトリウム水晶石、アンモニウム水晶石、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、場合によっては、この組み合わせが相乗効果を生み出し得る。一実施形態では、研削助剤は、水晶石、又はテトラフルオロホウ酸カリウムとした。こうした添加剤の量は、所望の特性が得られるように調節することができる。スーパーサイズコーティングを利用することもまた、本開示の範囲内である。スーパーサイズコーティングは、典型的には、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などの材料から製造することができる。

【0056】

傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20を、結合研磨物品、不織布研磨物品、又は研磨ブラシ中で利用可能であることもまた、本発明の範囲内である。結合研磨材は、結合剤によって互いに結合され、定形の塊を形成する、傾斜側壁22を備える複数個の成形研磨粒子20を含み得る。結合研磨材用の結合剤は、金属性、有機系、又はガラス質とすることができます。不織布研磨材は、有機結合剤によって纖維状不織布ウェブへと結合された、傾斜側壁22を備える複数個の成形研磨粒子20を含む。

【0057】

傾斜側壁を備える成形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、シード添加された研磨材分散液、又はシード添加されていない研磨材分散液のいずれかの提供を伴う。このアルミナ前駆体組成物は、揮発性成分である液体を含む場合が多い。一実施形態では、揮発性成分は水である。研磨材分散液は、成形用空洞を充填して成形型表面を複製することが可能になるよう、研磨材分散液の粘度を十分に低くするために、十分な量の液体を含むべきであるが、その後の、成形用空洞からの液体の除去を、極端に費用がかかるものにするほど多量の液体を含むべきではない。一実施形態では、研磨材分散液は、2重量%～90重量%の、酸化アルミニウム水和物(ベーマイト)の粒子などの、アルミナに転換可能な粒子を含み、少なくとも10重量%、又は50重量%～70重量%、若しくは50重量%～60重量%の、水などの揮発性成分を含む。一方で、一部の実施形態における研磨材分散液は、30重量%～50重量%、又は40重量%～50重量%の固体を含有する。

10

20

30

40

50

【0058】

ベーマイト以外の酸化アルミニウム水和物もまた、使用することができる。ベーマイトは、既知の技術によって調製可能であり、又は市販物を入手してもよい。市販のベーマイトの例としては、商標「DISPERAL」及び商標「DISPAL」（双方ともSasol North America, Inc.より入手可能）、あるいは商標「HiQ-40」（BASF Corporationより入手可能）を有する製品が挙げられる。これらの酸化アルミニウム一水和物は比較的純粋であり、すなわち、一水和物以外の水和相を、たとえ含んでいるとしても比較的少なく含み、また高表面積を有する。結果的に得られる、傾斜側壁22を備える成形研磨粒子20の物理的特性は、一般に、研磨材分散液で使用される材料の種類に応じて変化する。

10

【0059】

一実施形態では、研磨材分散液はゲル状である。本明細書で使用するとき、用語「ゲル」は、液体中に分散した固体の、三次元ネットワークである。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、研磨粒子の望ましい一部の特性を強化する機能、又はその後の焼結工程の有効性を増大させる機能を果たし得る。修正用添加剤、又は修正用添加剤の前駆体は、可溶性塩、典型的には水溶性塩の形態とすることができます。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、ジルコニア、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、及びこれらの混合物の、酸化物の前駆体とすることができます。研磨材分散液中に存在可能な、これらの添加剤の具体的な濃度は、当該技術分野に基づいて変動し得る。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り、研磨材分散液をゲル化させる。また、一定の時間をかけて加熱することにより、研磨材分散液をゲルに誘導することもできる。

20

【0060】

研磨材分散液はまた、水和又は焼成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もできる。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核となる他の任意の材料の、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な量とするべきである。そのような研磨材分散液の核形成は、米国特許第4,744,802号（Schwabel）に開示されている。

30

【0061】

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、すなわちコロイド状の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。多塩基酸もまた使用することができるが、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場合がある。ベーマイトの一部の市販供給源は、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。

【0062】

40

研磨材分散液は、任意の好適な手段、例えば、酸化アルミニウム一水和物を、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一水和物のスラリーを形成し、そこに解膠剤を添加することによって、容易に形成することができる。気泡を形成する傾向、又は混合中に空気が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添加することができる。湿潤剤、アルコール、又はカップリング剤などの追加的な化学物質を、所望により添加することができる。アルミナ研磨粒は、米国特許第5,645,619号（Ericksonら、1997年7月8日）に開示されているように、シリカ及び酸化鉄を含有し得る。アルミナ研磨粒は、米国特許第5,551,963号（Larmie、1996年9月3日）に開示されているように、ジルコニアを含有し得る。あるいは、アルミナ研磨粒は、米国特許第6,277,161号（Castro、2

50

001年8月21日)に開示されているような、マイクロ構造又は添加剤を有し得る。

【0063】

第2のプロセス工程は、少なくとも1つの成形用の空洞、好ましくは複数個の空洞を有する、成形型の提供を伴う。この成形型は、概して平面状の底部表面、及び複数個の成形用空洞を有し得る。複数個の空洞を、生産用具内に形成することができる。生産用具は、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ブ、又はダイとすることができます。生産用具は、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、又はこれらの組み合わせなどの熱可塑性樹脂、あるいは熱硬化性材料が挙げられる。一実施形態では、用具全体が、高分子材料又は熱可塑性材料で作製される。別の実施形態では、複数個の空洞の表面などの、乾燥工程中にゾル-ゲルと接触する用具表面は、高分子材料又は熱可塑性材料を含み、用具の他の部分は、他の材料で作製することができる。好適な高分子コーティングを金型に適用して、実施例の方法によって、その表面張力特性を変更してもよい。10

【0064】

高分子用具又は熱可塑性用具は、金属製マスター用具から複製することができる。このマスター用具は、生産用具に所望されるパターンの、反転パターンを有する。マスター用具は、生産用具と同じ方法で作製することができる。一実施形態では、マスター用具を、例えばニッケルのような金属から作製し、ダイヤモンド旋削することができる。高分子シート材料をマスター用具と共に加熱して、この2つと一緒に加圧成形することにより、高分子材料を、マスター用具パターンでエンボス加工することができる。高分子材料又は熱可塑性材料はまた、マスター用具上へ押出加工するか、又は流延させて、次に加圧成形することもできる。熱可塑性材料を冷却して固化させ、生産用具を製造する。熱可塑性生産用具を利用する場合には、その際に、熱可塑性生産用具を歪ませて、その寿命を制限する恐れがある、過度の熱が発生しないように注意するべきである。生産用具又はマスター用具の、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)2030に見出すことができる。

【0065】

空洞へのアクセスは、成形型の、上面又は底面の開口部から可能である。場合によつては、空洞は、成形型の厚さ全体にわたって延びていてよい。あるいは、空洞は、成形型の厚さの一部分のみにわたって延びていてよい。一実施形態では、上面は、成形型の底面と実質的に平行であり、空洞は、実質的に均一な深さを有している。成形型の少なくとも一方の面、すなわち空洞が形成される面は、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。

【0066】

空洞は、指定の三次元形状を有する。一実施形態では、空洞の形状は、上側から見た場合、三角形であり、空洞の底面が上面の開口部より若干小さいような、傾斜側壁を有するものとして説明することができる。傾斜側壁は、研削性能を向上させ、成形型からの前駆研磨粒子の取り出しをより容易にすると考えられる。別の実施形態では、成形型は、複数個の三角形の空洞を含む。複数個の三角形の空洞のそれぞれは、正三角形を含む。40

【0067】

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などであつて、全てが、実質的に均一の深さの寸法を有する、他の空洞の形状を使用してもよい。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。所定の空洞の深さは、均一であつてもよく、あるいはその長さ及び/又は幅に沿つて変化してもよい。所定の成形型50

の空洞は、同じ形状であってもよく、又は異なる形状であってもよい。

【0068】

第3のプロセス工程は、任意の従来技術によって、成形型内の空洞を、研磨材分散液で充填する工程を伴う。一部の実施形態では、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。所望により、離型剤を使用して、成形型からの粒子の取り出しを補助することができる。典型的な離型剤としては、ピーナツオイル、若しくは鉛油、魚油などの油、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、及びグラファイトが挙げられる。一般的には、離型剤が所望される場合は、水又はアルコールなどの液体中、約0.1重量%～約5重量%の、ピーナツオイルなどの離型剤を、ゾル・ゲルと接触する生産用具表面に適用し、約0.1mg/in²(0.016mg/cm²)～約3.0mg/in²(0.465mg/cm²)、又は約0.1mg/in²(0.016mg/cm²)～約5.0mg/in²(0.775mg/cm²)の離型剤を、成形型の単位面積当たりに存在させる。¹⁰一実施形態では、成形型の上面を、研磨材分散液でコーティングする。研磨材分散液を圧送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内に完全に押し入れることができる。空洞に入り込まない研磨材分散液の残余部分は、成形型の上面から取り除いて再利用することができる。一部の実施形態では、研磨材分散液の少量部分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に存在しない。スクレーパ又はならし棒によって加えられる圧力は、典型的には、100psi(689.5kPa)未満、又は50psi(344.7kPa)未満、又は10psi(68.9kPa)²⁰未満である。一部の実施形態では、研磨材分散液の露出表面が、上面を実質的に超えて延在することではなく、結果的に得られる成形研磨粒子20の、厚さの均一性が確保される。

【0069】

第4のプロセス工程は、揮発性成分を除去して、分散液を乾燥させる工程を伴う。望ましくは、揮発性成分を、高速な蒸発速度で除去する。一部の実施形態では、蒸発による揮発性成分の除去は、その揮発性成分の沸点を超える温度で行なわれる。乾燥温度の上限は、成形型を作製する材料に応じて変わる場合が多い。ポリプロピレン用具に関しては、その温度は、このプラスチックの融点未満とするべきである。

【0070】

一実施形態では、固体が約40～50%の水分散液、及びポリプロピレン成形型に関しては、乾燥温度は、約90～約165、又は約105～約150、又は約105～約120とすることができます。より高い温度は、より大きい開口部の形成をもたらし得るが、また、その成形型としての耐用寿命を制限する、ポリプロピレン用具の劣化の原因にもなり得る。³⁰

【0071】

一実施形態では、ベーマイトゾル・ゲルのサンプルを、以下の処方を使用して作製した：商標名「DISPERAL」を有する酸化アルミニウム－水和物粉末(1600部)を、水(2400部)及び70%硝酸水溶液(72部)を含有する溶液と、11分間、高剪断混合することにより分散させた。得られたゾル・ゲルを、コーティングの前に少なくとも1時間、エージングした。このゾル・ゲルを、深さ28ミル(0.71mm)及び各側辺に付き110ミル(2.79mm)の三角形形状の成形用空洞を有し、成形型の側壁と底部との間に既定の抜き勾配角⁴⁰を有する傾斜側壁を有する、生産用具内に押し入れた。

【0072】

ゾル・ゲルは、生産用具の開口部が完全に充填されるように、パテナイフを用いて空洞内に押し入れた。メタノール中1%のピーナツオイルの離型剤を使用して、約0.5mg/in²(0.078mg/cm²)のピーナツオイルが成形型の表面に適用されるように、生産用具をコーティングした。生産用具のシートを、空気対流式オープン内に45で5分間置くことにより、余剰のメタノールを除去した。ゾル・ゲルコーティングされた生産用具を、空気対流式オープン内に45で少なくとも45分間置き、乾燥させた。超音波ホーン上を通過させることにより、前駆成形研磨粒子を生産用具から取り出した⁵⁰

。これらの前駆成形研磨粒子を焼成して、傾斜側壁 22 を備える成形研磨粒子 20 を製造することができる。

【0073】

第 5 のプロセス工程は、傾斜側壁を備える前駆成形研磨粒子の、成形用空洞からの取り出しを伴う。傾斜側壁を備える前駆成形研磨粒子は、成形用空洞から粒子を取り出すための、重力、振動、超音波振動、真空、又は加圧空気といったプロセスを、単独で又は組み合わせて、成形型に対して使用することにより、空洞から取り出すことができる。

【0074】

傾斜側壁を備える前駆研磨粒子は、成形型の外で更に乾燥させることができる。研磨材分散液を、成形型内で望ましいレベルまで乾燥させる場合には、この追加的な乾燥工程は必要ない。しかしながら、場合によっては、この追加的な乾燥工程を用いて、研磨材分散液が成形型内に残留する時間を最小限に抑えることが、経済的である場合がある。典型的には、前駆成形研磨粒子を、10 ~ 480 分間、又は 120 ~ 400 分間、50 ~ 160、又は 120 ~ 150 の温度で、乾燥させる。

【0075】

第 6 のプロセス工程は、傾斜側壁 22 を備える前駆成形研磨粒子の焼成を伴う。焼成工程の間、本質的に全ての揮発性材料が除去され、研磨材分散液中に存在していた多様な成分は、金属酸化物へと形質転換される。前駆成形研磨粒子は、一般的には、400 ~ 800 の温度まで加熱され、遊離水、及びいずれの結合揮発性材料の 90 重量 % 超が除去されるまで、この温度範囲内に維持される。任意選択的な工程では、含浸プロセスによる修正用添加剤の導入が望ましい場合がある。焼成した前駆成形研磨粒子の孔内に、水溶性塩を、含浸によって導入することができる。次いで、この前駆成形研磨粒子を、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。

【0076】

第 7 のプロセス工程は、焼成した前駆成形研磨粒子を焼結させて、アルミナ粒子を形成する工程を伴う。焼結する前は、焼成した前駆成形研磨粒子は、完全には高密度化されていないため、成形研磨粒子として使用するための所望の硬度が欠如している。焼成した前駆成形研磨粒子を 1,000 ~ 1,650 度の温度まで加熱し、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、焼結が行われるこのレベルの転換を達成するために、焼成した前駆成形研磨粒子をこの焼結温度に曝露しなければならない時間の長さは、様々な因子に応じて変化するが、通常は、5 秒 ~ 48 時間が典型的である。別の実施形態では、焼結工程の持続時間は、1 分 ~ 90 分の範囲である。焼結の後、傾斜側壁を備える成形研磨粒子は、10 GPa、16 GPa、18 GPa、20 GPa 以上の Vickers 硬度を有し得る。

【0077】

焼成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、廃棄物などを除去する工程などの、他の工程を使用して、記載のプロセスを修正することができる。更にまた、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。本開示のプロセスの修正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。更には、傾斜側壁を備える成形研磨粒子は、2008 年 12 月 17 日に出願され、代理人整理番号 64792US002 を有する、表題「Shaped Abrasive Particles With Grooves」の、同時係属米国特許出願第 61/138,268 号に記載されるように、一方の面上に溝を有してもよい。これらの溝は、成形型からの前駆成形研磨粒子の取り出しを、より容易にさせることができるものである。溝は、成形用空洞の底面の複数個の隆起部によって形成される。成形研磨粒子の作製方法に関する更なる情報は、2008 年 12 月 17 日に出願され、代理人整理番号 63512US002 を有する、表題「Method Of Making Abrasive Shards, Shaped Abrasive Particles With An

10

20

30

40

50

Opening, Or Dish-Shaped Abrasive Particles」の、米国特許出願第12/337,001号に開示されている。

【実施例】

【0078】

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特定の材料及びその量、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、及び比率は、重量による。

【0079】

REOドープした、傾斜側壁を備える成形研磨粒子の調製

10

ベーマイトゾル・ゲルのサンプルを、以下の処方を使用して作製した：商標名「DISPERAL」を有する酸化アルミニウム一水和物粉末（1600部）を、水（2400部）及び70%硝酸水溶液（72部）を含有する溶液と、11分間、高剪断混合することにより分散させた。得られたゾル・ゲルを、コーティングの前に少なくとも1時間、エージングした。このゾル・ゲルを、深さ28ミル（0.71mm）及び各側辺に付き110ミル（2.79mm）の三角形形状の成形用空洞を有する、生産用具内に押し入れた。成形型の側壁と底部との間の抜き勾配角は、各生産用具に関して異なるものとした。抜き勾配角は、第1用具に関しては90度、第2用具に関しては98度、第3用具に関しては120度、及び最後の用具に関しては135度とした。抜き勾配角98度の生産用具は、成形用空洞の50%が、三角形の一側辺と90度の角度で交差する、空洞の底面から盛り上がる8つの平行な隆起部を備えるように製造され、残りの空洞は、平滑な底部成形面を有していた。上述の代理人整理番号64792US002の特許出願に記載されるように、平行な隆起部は、0.277mm毎に間隔が置かれ、隆起部の断面は、高さ0.0127mm、及び先端部での各隆起部の側辺間の角度45度を有する、三角形であった。ゾル・ゲルを、生産用具の開口部が完全に充填されるように、パテナイフを用いて空洞内に押し入れた。メタノール中1%のピーナッツオイルの離型剤を使用して生産用具をコーティングし、約0.5mg/in²（0.078mg/cm²）のピーナッツオイルを生産用具に適用した。生産用具のシートを、空気対流式オープン内に45度5分間置くことにより、余剰のメタノールを除去した。ゾル・ゲルコーティングされた生産用具を、空気対流式オープン内に45度少なくとも45分間置き、乾燥させた。超音波ホーン上を通過させることにより、前駆成形研磨粒子を生産用具から取り出した。この前駆成形研磨粒子を、約650度焼成し、次いで以下の濃度の硝酸混合溶液（酸化物として報告された）を含浸させた：それぞれ1.8%の、MgO、Y₂O₃、Nd₂O₃、及びLa₂O₃。余剰の硝酸溶液を除去し、開口部を有する飽和前駆成形研磨粒子を乾燥させ、その後、この粒子を再び650度焼成し、約1400度焼結させた。焼成及び焼結は双方とも、回転式管状釜を使用して実行した。

20

【0080】

4つの異なる抜き勾配角を有する傾斜側壁を備える成形研磨粒子を作製した後、研磨布紙ディスクを作製した。傾斜側壁を備える成形研磨粒子を、7/8インチ（2.2cm）のセンター穴を有する、直径7インチ（17.8cm）の纖維ディスク上に、表1に示すフェノール系のメイクコート樹脂及びサイズコート樹脂を使用して、静電塗装した。これらのフェノール樹脂は、レゾール型フェノール・ホルムアルデヒド樹脂、すなわち1~5%水酸化カリウムによって触媒される、1.5:1~2.1:1（フェノール：ホルムアルデヒド）凝縮物から作製することができる。

30

【0081】

40

【表1】

表1：マイクロート及びサイズコートの製剤

成分	マイクロート	サイズコート
フェノール樹脂	49. 15%	29. 42%
水	10. 19%	18. 12%
炭酸カルシウム	40. 56%	0. 0%
水晶石	0. 0%	50. 65%
Emulon A(BASF)	0. 10%	1. 81%
	100. 0%	100. 0%

10

【0082】

傾斜側壁を備える成形研磨粒子の研削性能を、以下の手順を使用して、1045中炭素鋼を研削することにより評価した。直径7インチ(17.8cm)の評価用研磨ディスクを、7インチ(17.8cm)のリブ付きディスクパッド面板(St. Paul, Minnesotaの3M Companyより入手した「80514 Extra Hard Red」)を装備した回転研削盤に取り付けた。次に、研削盤を稼動させ、0.75×0.75インチ(1.9×1.9cm)の予め計量した1045棒鋼の末端面を、12ポンド(5.4kg)の荷重下で押し付けた。この荷重下で、このワークピースを押し付けて得られる、研削盤の回転速度を、5000rpmとした。ワークピースを、これらの条件下で、合計50回にわたる10秒研削間隔(パス)で研磨した。各10秒間隔の後、ワークピースを室温まで冷却させ、計量して、研磨作業による切削量を測定した。試験結果は、各間隔に関する増分切削量、及び除去された総切削量として報告した。所望により、好適な設備を用いて試験を自動化することができる。

20

【0083】

図6及び図7を参照すると、切削率対時間、及び総切削量対時間がプロットされている。示されるように、90度を超える抜き勾配角を備えた傾斜側壁を有する成形研磨粒子は、90度の抜き勾配角を有する同等の成形研磨粒子よりも、性能が有意に優れていた。抜き勾配角が135度に近づくにつれて、傾斜側壁を備える成形研磨粒子の性能は、急速に悪化し始める。135度の抜き勾配角を有する成形研磨粒子を、98度の抜き勾配角を有する成形研磨粒子と比較した場合、初期の切削率は同等であったが、総切削量は有意に低減した。120度の抜き勾配角を有する成形研磨粒子は、98度の抜き勾配角を有する成形研磨粒子のブレンド(溝あり、及び溝なし)と比べ、約20%の初期切削の改善、及びほぼ同じ総切削量を有していたが、これは予想外であった。更に驚くべきことに、90度から98度への、わずか8度の抜き勾配角の変化を有する成形研磨粒子は、飛躍的に性能が向上した。初期切削率は、ほぼ2倍であり、全試験持続時間の間、その切削率は比較的一定に維持された。より一貫性のあるこの切削率は、上述の代理人整理番号64792US002の係属特許出願に記載されるような、溝を有する成形研磨粒子50%と溝を有さない成形研磨粒子50%とのブレンドを使用した結果であると考えられる。

30

【0084】

40

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、全体的に若しくは部分的に互換可能、又は組み合わせ可能であることが理解される。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、一貫した方法で、その全体が参考として本明細書に組み込まれる。これらの組み込まれた参照部分と本明細書との間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。

【図 1 A】

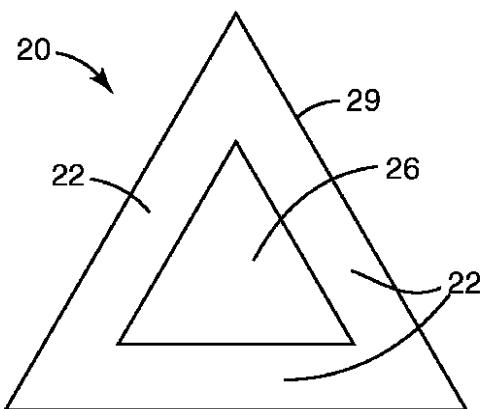


Fig. 1A

【図 1 B】

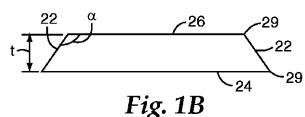


Fig. 1B

【図 1 C】

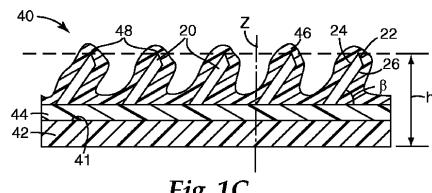


Fig. 1C

【図 2】

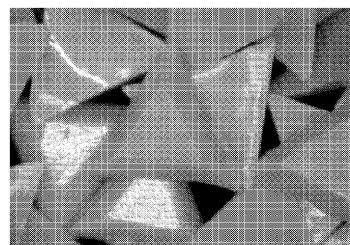


Fig. 2

【図 3】

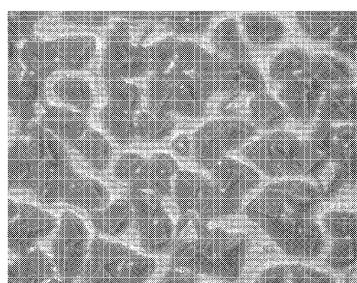


Fig. 3

【図 4 A】

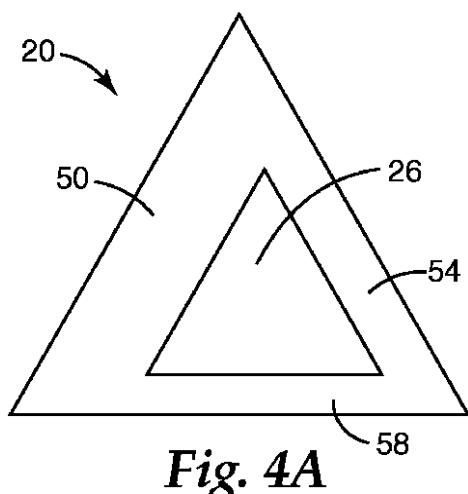


Fig. 4A

【図 4 B】

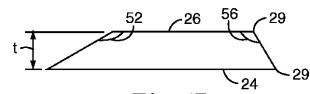


Fig. 4B

【図 4 C】

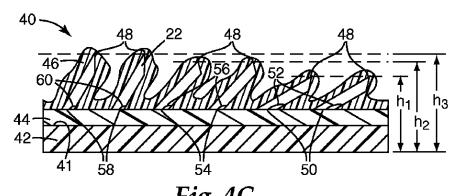


Fig. 4C

【図 5 B】

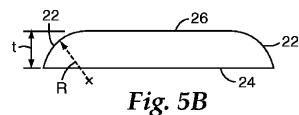


Fig. 5B

【図 5 C】

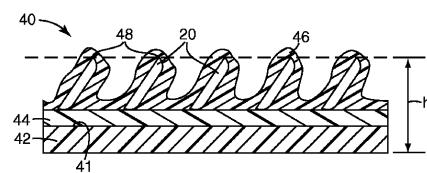


Fig. 5C

【図 5 A】

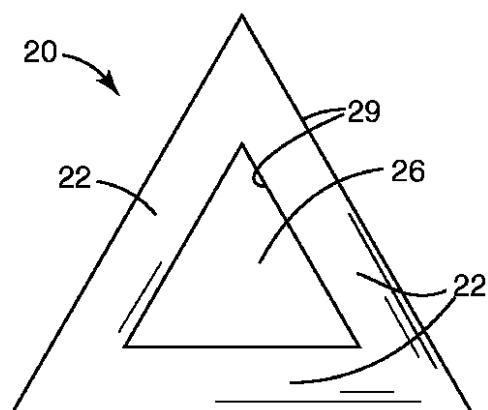


Fig. 5A

【図 6】

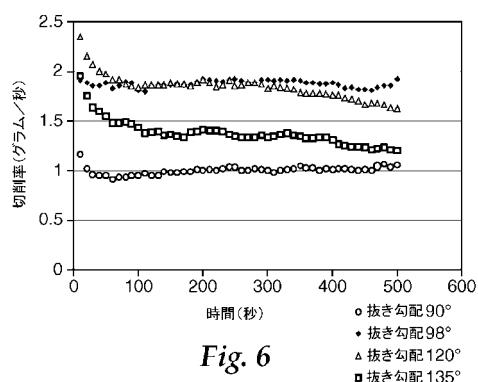


Fig. 6

【図 7】

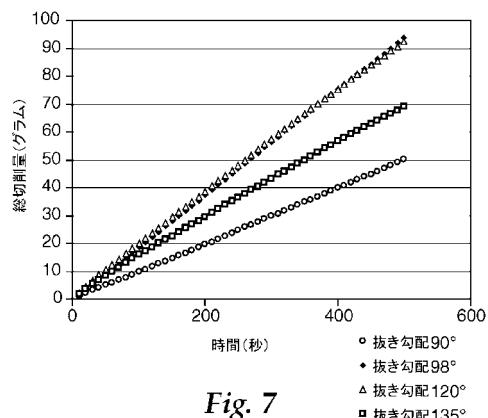


Fig. 7

○ 抜き勾配 90°
◆ 抜き勾配 98°
△ 抜き勾配 120°
□ 抜き勾配 135°

【図 8】

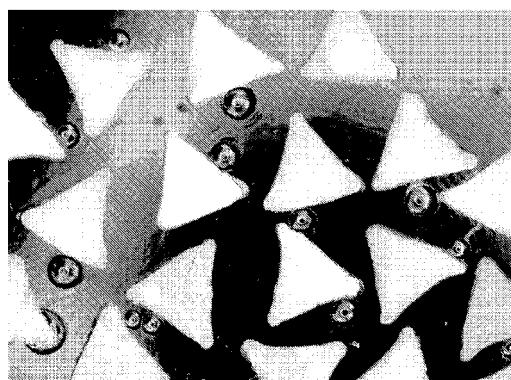


Fig. 8

従来技術

【図 9】

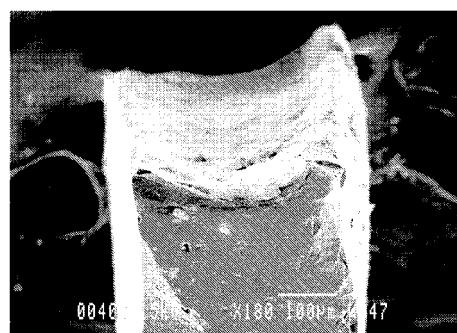


Fig. 9

従来技術

【図 10】

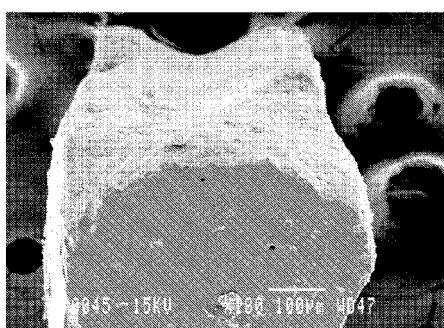


Fig. 10

従来技術

【図 11】

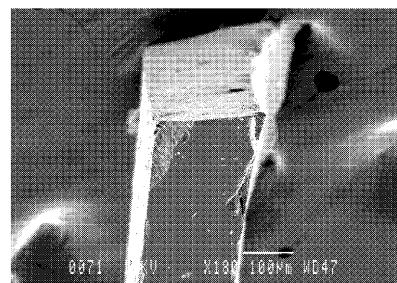


Fig. 11

フロントページの続き

- (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， 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 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 カラー， 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 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

審査官 橋本 卓行

- (56)参考文献 特表平7 - 509508 (JP, A)
特開平7 - 206431 (JP, A)
特開平7 - 315833 (JP, A)
特開2004 - 155630 (JP, A)
特表2007 - 537891 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24D 3 / 00