

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4611590号
(P4611590)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl.

F 1

B24D 3/06 (2006.01)

B24D 3/06
B24D 3/00 (2006.01)B24D 3/00
B24D 3/00A
330D
340

請求項の数 3 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2001-527010 (P2001-527010)
 (86) (22) 出願日 平成12年4月3日 (2000.4.3)
 (65) 公表番号 特表2003-510193 (P2003-510193A)
 (43) 公表日 平成15年3月18日 (2003.3.18)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2000/008787
 (87) 国際公開番号 WO2001/023630
 (87) 国際公開日 平成13年4月5日 (2001.4.5)
 審査請求日 平成19年3月29日 (2007.3.29)
 (31) 優先権主張番号 09/405,466
 (32) 優先日 平成11年9月24日 (1999.9.24)
 (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 100062144
 弁理士 青山 葉
 (74) 代理人 100088801
 弁理士 山本 宗雄
 (72) 発明者 ゲイリー・エム・パルグレン
 アメリカ合衆国55133-3427ミネ
 ソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス
 ・ボックス33427

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】酸素スカベンジャー金属を含有する融合研磨体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

融合金属マトリックス研磨体であって、該融合金属マトリックス研磨体が、複数の金属被覆研磨粒子および融合金属マトリックスを含み、

該金属被覆研磨粒子のそれぞれが研磨粒子を含み、

該研磨粒子が、チタン、クロムおよびそれらの合金から選択される金属を含む外側接着促進コーティングを有し、

該融合金属マトリックスが、青銅、コバルト、タンゲステン、銅、鉄、ニッケル、クロムおよびそれらの混合物から選択される結合金属を含み、該融合金属マトリックスの0.1~10重量%が、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、マンガン、ケイ素、チタン、ジルコニウムおよびそれらの組み合わせから選択される、酸素スカベンジャー金属の微粉末を含み、

該融合金属マトリックス中に該金属被覆研磨粒子を分布し、該融合金属マトリックスが該金属被覆研磨粒子と結合して一体化する、
融合金属マトリックス研磨体。

【請求項2】

前記金属マトリックス研磨体が所定の温度および所定の圧力で融合され、前記酸素スカベンジャー金属が、前記研磨粒子上の前記接着促進コーティングを構成する前記金属によって得られる酸素分圧よりも低い酸素分圧を与える、請求項1に記載の融合金属マトリックス研磨体。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の融合金属マトリックス研磨体を製造する方法であって、当該方法は、

(a) 融合性組成物を提供するステップ、および

(b) ステップ(a)の融合性組成物を焼結、鑄付け、溶融または含浸することによつて、該融合性組成物を融合するステップ
を含み、

該融合性組成物が、

チタン、クロムおよびそれらの合金から選択される接着促進金属で被覆した複数の研磨粒子、および

青銅、コバルト、タンクステン、銅、鉄、ニッケル、クロムおよびそれらの混合物から選択される結合金属の粉末
を含み、

該融合性組成物の 0.1 ~ 10 重量 % が、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、
マンガン、ケイ素、チタン、ジルコニウムおよびそれらの組み合わせから選択される酸素
スカベンジャー金属の微粉末を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

背景

本発明は、融合金属結合研磨体 (fused metal bond abrasive bodies) およびその製造方法に関する。

【0002】

超研磨粒子 (たとえば、ダイヤモンドおよび立方晶窒化ホウ素) を研磨体中に保持するために金属マトリックスを使用することは公知である。そのような金属マトリックス研磨体は、ペンシリエッジ型ホイールのような研削ホイールなどで利用可能である。理想的には、金属マトリックスと研磨粒子との結合は、研磨粒子が加工品を研磨しているときに研磨粒子をマトリックス中に保持するのに十分な強度をもつていなければならない。

【0003】

そのような金属マトリックス中の研磨粒子の保持性を改良するために金属コーティングを使用しうることも公知である。たとえば、金属炭化物の形成によりダイヤモンドの表面に化学的に結合する炭化物形成金属でダイヤモンド研磨粒子を有利に被覆しうる。金属コーティングは、典型的には平滑で結合させるのが難しいダイヤモンドもしくは立方晶窒化ホウ素の研磨粒子の表面へテクスチャーを付与しうる。テクスチャー表面にすると、機械的接着によって金属マトリックス中に被覆研磨粒子をより強固に保持できるようになる可能性がある。接着促進コーティングに好適な金属としては、たとえば、モリブデン、チタン、およびクロムが挙げられる。これらの金属は、高温塗法もしくは蒸着法によって適用しうる。

【0004】

典型的には、金属マトリックス研磨体は融合プロセスによって形成される。融合プロセスは周知であり、たとえば、焼結、鑄付け、溶融、含浸もしくはそれらの組み合わせが挙げられる。金属マトリックス研磨体を形成するために、典型的には金属粉末と研磨粒子とを含有する融合性組成物が、互いに結合するように金属粉末粒子を一体化させるのに十分な時間をかけて所定の温度に加熱される。たとえば、焼結プロセスによる融合は、典型的には、空気雰囲気中、比較的高温、たとえば、700 ~ 1100 、かつ高圧で行われる。そのような条件下では、焼結性組成体の種々の成分の酸化が起こる可能性がある。研磨粒子上の非常に薄い接着促進コーティングが酸化されるとコーティングの接着促進機能が劣化するおそれがあることが確認されている。したがって、酸化を低減もしくは回避すべく、材料および技術の開発が行われてきた。

【0005】

酸化が最小限に抑えられた一つの方法は、接着促進コーティング上に耐酸化性層を被覆する方法である。しかしながら、この方法では、少なくとも 2 種の材料で被覆しなければな

10

20

30

40

50

らないので、研磨粒子にかかる費用が増大する。さらに、外側コーティングは接着促進コーティングにうまく接着しないおそれがあるため、研磨粒子と金属マトリックスとの境界が弱くなる可能性がある。米国特許第5,024,860号には、マトリックス内での保持性を向上させるためにダイヤモンド粒子上の多層コーティングの一部分としてクロム、チタンもしくはジルコニウムの炭化物を形成する層の使用が報告されている。2層の炭化物形成層、すなわち、第1の薄いベース層および第2の厚い耐酸化性層が適用される。この厚い多層構造は、より薄い単一コーティングよりも増大した耐酸化性を提供する。

【0006】

また、窒素雰囲気などの非酸化雰囲気中もしくは非常に低い空気圧下で融合（たとえば、焼結）を行うことにより酸化を最小限に抑えうる可能性がある。しかしながら、このタイプのプロセスは、非酸化雰囲気の提供に伴ってコストが高くなりかつプロセスが複雑になるため望ましくない。特に、非酸化雰囲気中での融合は、典型的には、高価な真空炉を用いて行われる。このほか、融合性組成物が、融合プロセス中に燃焼除去される有機化合物（たとえば、バインダー）を含有している場合、非酸化雰囲気の管理はさらに複雑になる。酸化を最小限に抑えうる他の方法は、粉末を融合する前に金属粉末から金属酸化物汚染物質を除去して清浄化する方法である。この清浄化法では、さらなる処理ステップおよび関連費用が加わる。

【0007】

以上のように、研磨粒子上の接着促進コーティングの酸化を低減するために利用しうるが、ここで望まれるのは、融合研磨体に含まれる研磨粒子上の接着促進金属コーティングの酸化を低減させるより便利な方法である。

【0008】

概要

本発明は、金属マトリックスによって結合されて一体化された複数の金属被覆研磨粒子を含んでなる融合研磨体を提供する。金属被覆研磨粒子にはそれぞれ、外側接着促進金属コーティングを有する研磨粒子が含まれる。融合研磨体にはまた、少なくとも有効量の酸素スカベンジャー金属が含まれる。好適な酸素スカベンジャー金属は、研磨粒子上の金属コーティングに対して競争的に酸化されるように選択される。このようにして、研磨体の融合中に存在する酸素は少なくとも部分的に酸素スカベンジャー金属と反応するため、金属被覆研磨粒子は酸化から保護される。その結果、研磨粒子上の接着促進コーティングの酸化は少なくとも低減され、好ましくは回避される。好適な酸素スカベンジャー金属は、研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属に対して所与の金属が競争的に酸化されるかを所与の融合温度で予測するエリンガム図を用いて選択されうる。

【0009】

本明細書中で使用する場合、「競争的に酸化する」という用語は、研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属が酸素と反応する速度と少なくとも等しい速度で、好ましくはそれよりも速い速度で酸素スカベンジャー金属が酸素と反応することを意味する。より特定的には、エリンガム図に関して、好適な酸素スカベンジャー金属は、（1）研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属によって融合温度で提供される酸素分圧よりも低いかもしくはそれに等しい酸素分圧を融合温度で提供するか、または（2）研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属によって融合温度で提供される酸化のギブズ自由エネルギーよりも低いかもしくはそれに等しい酸化のギブズ自由エネルギーを融合温度で提供する。

【0010】

したがって、本発明の好ましい実施形態では、酸素スカベンジャー金属は、研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属によって融合温度で提供される酸素分圧よりも低いかもしくはそれに等しい酸素分圧を融合温度で提供する。

【0011】

本発明の他の好ましい実施形態では、酸素スカベンジャー金属は、研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属によって融合温度で提供される酸化のギブズ自由エネルギー

10

20

30

40

50

よりも低いかもしくはそれに等しい酸化のギブズ自由エネルギーを融合温度で提供する。

【0012】

本発明のさらに他の好ましい実施形態では、研磨粒子は、ダイヤモンド、立方晶窒化ホウ素を含み、研磨粒子上の外側接着促進コーティングは、チタン、クロム、もしくはそれらの合金を含む。

【0013】

本発明のさらに他の好ましい実施形態では、酸素スカベンジャー金属は、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、ジルコニウムもしくはそれらの組み合わせを含み、約0.1～10重量%の範囲の量で融合性組成物中に存在する。

【0014】

本発明の融合研磨体では、研磨粒子は、融合金属マトリックス全体にわたってランダムにもしくは非ランダムに分布しうる。非ランダムに分布させる場合、研磨粒子は、研磨粒子の実質的に平行な平面層内の融合金属マトリックス中に濃縮させることが可能である。

【0015】

本発明の金属マトリックス研磨体は、切削ホイールおよび研削ホイールに使用するに特に適している。したがって、本発明のさらに他の好ましい実施形態では、本発明の金属マトリックス研磨体を少なくとも一つ含んでなる切削ホイールもしくは研削ホイールが提供される。

【0016】

本発明はまた、上記の融合金属マトリックス研磨体を製造する方法を提供する。この方法には、

(a) 複数の金属被覆研磨粒子と、

結合金属粉末と、

有効量の酸素スカベンジャー金属粉末と、

を含有する融合性組成物を提供するステップと、

(b) 該融合性組成物を焼結、鑄付け、溶融もしくは含浸することによって該ステップ(a)の該融合性組成物を融合するステップと、

が含まれる。

【0017】

本明細書中で使用する場合、以下の用語は以下の意味を有する。

【0018】

「融合」とは、金属粉末のような金属粒子が熱の適用によって互いに結合されるプロセスを表す用語である。金属粒子の融合は、焼結、鑄付け、溶融、含浸もしくはそれらの組み合わせなどの方法によって達成されうる。金属粒子の融合は、融合される金属粉末の融点を超えるかもしくはそれ未満の温度で行うことが可能であり、融合性組成物に圧力を印加することが含まれていてもよい。

【0019】

「融合性」とは、融合することのできる組成体を表す用語である。

【0020】

「焼結」とは、液相の形成に必要な温度よりも低い温度における固相反応による金属粒子の結合を表す用語である。本発明の融合性組成物は、典型的には約700～1100の範囲の温度および約100～500kg/cm²の範囲の圧力で焼結される。

【0021】

「鑄付け」とは、連結される金属粒子よりも低い融点を有する材料を用いて金属粒子を結合させるプロセスを表す用語である。

【0022】

「溶融」とは、熱の適用により金属粒子を固体から液体に変換することによって金属粒子を互いに結合させるプロセスを表す用語である。

【0023】

「含浸」とは、固体の細孔中に液状物質を進入させるプロセスを表す用語である。

10

20

30

40

50

【0024】

本発明の好ましい実施形態では、酸素スカベンジャー金属は、実質的に純粋な金属の形態で融合性組成物に添加される。実質的に純粋とは、少なくとも50重量%以上の酸素スカベンジャー金属、より好ましくは80重量%以上の酸素スカベンジャー金属、さらにより好ましくは95重量%以上の酸素スカベンジャー金属、最も好ましくは99重量%以上の酸素スカベンジャー金属を含む形態で融合性組成物に酸素スカベンジャー金属を添加することを意味する。

【0025】

本発明の他の好ましい実施形態では、融合性組成物は、バインダー、最も好ましくはポリビニルピチラールのような高分子材料をさらに含有する。

10

【0026】

本発明のさらに他の好ましい実施形態では、結合金属粉末および酸素スカベンジャー金属粉末は、第1の主面と第2の主面とを有するシート状の結合材層の形態で提供される。融合前、研磨粒子は、融合性組成物を形成するように結合材層の少なくとも一つの主面上に分布している。研磨粒子は、結合材層の主面上に非ランダム配列で分布させうる。

【0027】

本発明のさらに他の好ましい実施形態では、以下の方法、すなわち、

(a) 金属粉末と、有効量の酸素スカベンジャー金属と、バインダーとを含有する結合材層をシートの形態で提供することと、

(b) 第1の主面と、第2の主面と、該第1の主面から該第2の主面まで延在する複数の開口とを有する多孔性シート材料を提供することと、

20

(c) 該多孔性シート材料の一つの主面に接着テープを接着することと、

(d) 集成体を形成するように該多孔性材料の少なくともいくつかの開口中に金属被覆研磨粒子を位置づけることと、

(e) 融合性組成物を形成するようにステップ(a)の該結合材層の少なくとも一つの主面上に接触させてステップ(d)の該集成体を配置することと、

を含んでなる方法に従って融合性組成物を製造する。

【0028】

この方法の好ましい実施形態では、ステップ(e)の融合性組成物を2~10,000層に亘り重ねることにより、金属被覆研磨粒子の2層以上の本質的に平行な平面層を含む融合性組成物を製造する。その後、金属被覆研磨粒子の2層以上の本質的に平行な平面層を含む研磨体を提供すべく融合性組成物を融合させる。

30

【0029】

詳細な説明

本発明は、研磨粒子の保持性の改良された融合金属マトリックス研磨体を提供する。特に、本発明は、金属マトリックス全体にわたって分布した複数の金属被覆研磨粒子を含んでなる融合金属マトリックス研磨体を提供する。金属被覆研磨粒子はそれぞれ、外側接着促進金属コーティングを有する研磨粒子を含有する。金属マトリックスは、結合金属と少なくとも有効量の酸素スカベンジャー金属とを含有する。酸素スカベンジャー金属は、融合プロセス中に存在する酸素と反応することにより接着促進コーティングの酸化を低減する最も好ましくは回避する働きをする。

40

【0030】

次に図1について説明する。この図には、本発明の融合研磨体10の実施形態の斜視図が示されている。融合研磨体10は、切削ホイールもしくは研削ホイールに使用するのに好適な円弧状セグメントの形態である。融合研磨体10は、複数の金属被覆研磨粒子13を全体にわたって分布させてなる金属マトリックス12を含んでいる。図1Aは、切断線1Aに沿って得られた融合研磨体10の断面図である。図1Aに示されているように、金属被覆研磨粒子13は、金属マトリックス12全体にわたってランダムに分布している。各金属被覆研磨粒子13は、外側接着促進金属コーティング16を有する研磨粒子14を含有している。研磨粒子14は、最も好ましくはダイヤモンドを含有するが、立方晶窒化ホウ素

50

のような他の研磨粒子もまた本発明の範囲内にある。外側接着促進金属コーティング16は、好ましくはチタンもしくはクロムを含有する。融合研磨体10は、複合塊中で金属被覆研磨粒子13を結び付けて一体化させる金属マトリックス12を含んでいる。金属マトリックス12は、少なくとも1種の結合金属と有効量の酸素スカベンジャー金属とを含有する。

【0031】

次に図2について説明する。この図には、本発明の焼結された研磨体20の実施形態の斜視図が示されている。焼結された研磨体20は、切削ホイールもしくは研削ホイールに使用するのに好適な円弧状セグメントの形態である。焼結された研磨体20は、複数の金属被覆研磨粒子23を全体にわたって分散させてなる金属マトリックス22を含んでいる。金属マトリックス22は、複合塊中で金属被覆研磨粒子23を結び付けて一体化させる働きをする。図2Aは、切断線2Aに沿って得られた焼結された研磨体20の断面図である。この実施形態では、金属被覆研磨粒子23は、実質的に平行な平面層27、28および29内の金属マトリックス22全体にわたって分布している。金属マトリックス22は、少なくとも1種の結合金属と有効量の酸素スカベンジャー金属とを含有している。各金属被覆研磨粒子23は、外側接着促進金属コーティング26を有する研磨粒子24を含有している。好ましくは、研磨粒子23はダイヤモンドを含有するが、立方晶窒化ホウ素のような他の研磨粒子もまた本発明の範囲内にある。外側接着促進金属コーティング26は、好ましくはチタンもしくはクロムを含有する。

【0032】

研磨粒子

本発明の融合研磨体に使用するのに好適な研磨粒子は、金属もしくは金属合金を含有する少なくとも1層の接着促進コーティングを有している。金属コーティングは、研磨粒子と金属マトリックスとの接着性を増大させる働きをする。ダイヤモンド研磨粒子の場合、金属接着促進コーティングは、典型的にはダイヤモンドと一緒にになって炭化物を形成することができる金属を含有する。このようにして、金属接着促進コーティングは、ダイヤモンド研磨粒子との化学結合を有利に形成する。金属コーティングはまた、金属マトリックスと研磨粒子との化学反応を防止する働きをする可能性もある。そのような化学反応は、ダイヤモンドの望ましくない黒鉛化を引き起こして、結果としてダイヤモンドの硬度、強度および耐摩耗性の低下を招くおそれがある。好適な炭化物形成金属としては、たとえば、モリブデン、チタンおよびクロムが挙げられる。金属コーティングは、典型的には約0.5~5μmの範囲の厚さを有しており、任意の好適な方法、たとえば、高温塩適用もしくは金属蒸着を用いて研磨粒子に適用しうる。

【0033】

好適な研磨粒子としては、金属マトリックスに改良された接着性を付与する1層以上の金属コーティングで被覆しうる任意のタイプの研磨粒子が挙げられる。好ましい研磨粒子としてはダイヤモンド粒子および立方晶窒化ホウ素粒子が挙げられるが、他のタイプの研磨粒子も本発明の範囲内にある。研磨粒子は、融合研磨体に有用な任意のサイズであってよい。典型的には、研磨粒子のサイズは、約0.1~1000μmの範囲、より好ましくは約40~1000μmの範囲、最も好ましくは約60~700μmの範囲である。好ましい研磨粒子は、チタンを含有する外側接着促進コーティングを有するダイヤモンドを含有する。そのような研磨粒子は、商品名「MBS-960TI2」としてGeneral Electric Co. (Washington, OH) から、およびDe Beersから市販されている。クロムを含有する外側接着促進コーティングを有するダイヤモンド研磨粒子はまた、General Electricから商品名「MBS-960CR2」としても市販されている。

【0034】

金属マトリックス

本発明の融合研磨体は、研磨粒子を結合して一体化させる働きをする金属マトリックスを含んでいる。金属マトリックスは、少なくとも1種の結合金属と少なくとも1種の酸素ス

10

20

30

40

50

カベンジャー金属とを含有する。

【0035】

結合金属

本発明の融合研磨体に好適な結合金属としては、たとえば、青銅、コバルト、タンゲステン、銅、鉄、ニッケル、スズ、クロム、またはそれらの混合物もしくは合金が挙げられる。このほかの検討項目として、結合金属の特定の組成は、融合研磨体の使用目的を熟知した当業者によって選択可能である。たとえば、研磨粒子の所望の硬度、耐摩耗性、耐衝撃性、接着性などを提供するように、種々の結合金属を選択しうる。多くの研削ホイール用途では、結合金属は、主として、銅、鉄、ニッケル、スズ、クロム、および炭化タンゲステンを含有し、ホウ素、シリカ、コバルトおよびリンが副次量（たとえば、それぞれ約1重量%未満）で含まれる。結合金属は、典型的には融合研磨体の約75～99体積%、より好ましくは融合研磨体の約75～85体積%を占める。

10

【0036】

結合金属は、好ましくは、一体化された金属マトリックスを形成するように融合される金属粉末もしくは金属粉末の混合物から形成される。金属粉末の融合は、焼結、鑄付け、溶融もしくは含浸プロセスを用いて行いうる。好ましくは、金属粉末は、たとえば、約700～1100の温度で加熱することにより、焼結プロセスを用いて融合される。好適な金属粉末は、Lucas Milhaupt, Inc. (Cudacky, WI) および Wall Colomony Corp. (Madison, WI) から市販されている。

20

【0037】

酸素スカベンジャー金属

金属マトリックスはまた、有効量の酸素スカベンジャー金属を含有している。酸素スカベンジャー金属は、研磨体の焼結中に存在する任意の酸素の少なくとも一部分を捕捉する働きをする。本明細書中で使用する場合、「スカベンジャー」という用語は、不要な物質を除去するかもしくは不活性化させるために混合物に添加される物質を意味する。酸素の捕捉は、融合性組成物の融合中に存在する酸素の少なくとも一部分と酸素スカベンジャー金属が反応する酸化プロセスによって行われる。この反応が起こると、酸素スカベンジャー金属は酸化物に変換される。一例として、アルミニウム(Al)は、酸素(O₂)と反応して酸化アルミニウム(Al₂O₃)を形成することにより、酸素スカベンジャー金属として機能しうる。

30

【0038】

研磨体の焼結中に存在する酸素と反応（すなわち、捕捉）することによって、酸素スカベンジャー金属は、研磨粒子上の接着促進コーティングを酸化から保護する働きをする。保護とは、酸素スカベンジャー金属が研磨粒子上の接着促進金属コーティングと相互作用もしくは直接反応することは意味するものではない。もっと正確に言えば、酸素スカベンジャー金属は、犠牲酸化剤すなわち酸素の「ゲッター」として機能する。融合処理中に存在する酸素の少なくとも一部分は、酸素スカベンジャー金属によって捕捉されるので、研磨粒子上の接着促進金属コーティングと反応（すなわち、酸化）しない。研磨粒子上の接着促進金属コーティングと比較して、好適な酸素スカベンジャー金属は競争的に酸化する。先に定義したように、「競争的酸化」という用語は、研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属が酸素と反応する速度と少なくとも等しい速度、好ましくはそれよりも速い速度で酸素スカベンジャー金属が酸素と反応することを意味する。

40

【0039】

特定の融合研磨体に好適な酸素スカベンジャー金属を選択する際、エリンガム図を使用すると選択が容易になる可能性がある。エリンガム図は、所与の温度で所与の金属と平衡した状態で存在する酸素の分圧（これ以降、pO₂）を予測するために使用しうる。図3にエリンガム図を示す。エリンガム図はまた、David R. Gaskell, Introduction to the Metallurgical Thermodynamics, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Co, pag

50

e 287の図10.13にも見いだしうる。このエリンガム図は、参照により本明細書に組み入れられるものとする。

【0040】

次に図3について説明する。この図には、エリンガム図が示される。エリンガム図は、いくつかの金属酸化反応に対する「エリンガム線」を含んでいる。たとえば、アルミニウムの酸化に対するエリンガム線は、反応式 $4 / 3 \text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow 2 / 3 \text{Al}_2\text{O}_3$ で記されている。エリンガム図のx軸に沿って、単位の温度目盛が付けられている。エリンガム図のy軸に沿って、ジュール／モル単位の $G_{\text{o}_x \text{i}_d}$ 目盛が付けられている。対象の特定の金属酸化反応に関してエリンガム図を利用するには、最初に、対象の温度に対応する垂直線（すなわち、y軸に平行な線）と対象の金属酸化に対するエリンガム線との交点の位置を図上で決定する。次に、この点と、図の左上隅に位置する「O」と記した点とを結ぶ線を引く。その後、図の下側および右側の $p\text{O}_2$ 目盛と交差するまで、これらの2点で定義された線を延長する。 $p\text{O}_2$ 目盛上のこの交点は、対象の温度において対象の金属と平衡状態にある $p\text{O}_2$ (気圧) に等しい。

【0041】

先に概説した手順を用いて、本発明の融合研磨体に好適な酸素スカベンジャー金属は、研磨粒子の外側接着促進コーティングを構成する金属によって融合温度で提供される平衡 $p\text{O}_2$ に等しいかもしくはそれよりも小さい平衡 $p\text{O}_2$ を融合温度で提供する。好適な酸素スカベンジャー金属は、研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属に対して競争的に酸化される。一例として、800の温度で図3のエリンガム図を用いると、チタンと平衡状態にある $p\text{O}_2$ は約 $10^{-3.6}$ 気圧 ($10^{-3.4}$ kPa) である。800のアルミニウムについては、平衡 $p\text{O}_2$ は約 $10^{-4.2}$ 気圧 ($10^{-4.0}$ kPa) である。アルミニウムと平衡状態にある $p\text{O}_2$ がチタンと平衡状態にある $p\text{O}_2$ よりも小さいので、800で融合される研磨体に対して研磨粒子上の接着促進金属コーティングとしてチタンを用いる場合、アルミニウムは好適な酸素捕捉金属である。研磨粒子上の接着促進コーティングとしてチタンを用いる場合に使用しうる酸素捕捉金属としては、たとえば、アルミニウム、カルシウム、マグネシウムおよびチタンならびにそれらの混合物が挙げられる。チタンを除くと、これらの物質に対するエリンガム線は、エリンガム図上でチタンに対する線の下側に現われる。

【0042】

所与の接着促進コーティングと併用するのに適した好ましい酸素スカベンジャー金属を予測する他の方法は、酸素スカベンジャー金属および接着促進コーティングを構成する金属の両方について融合条件での酸化のギブズ自由エネルギー（これ以降、 $G_{\text{o}_x \text{i}_d}$ ）を決定することである。好適な酸素スカベンジャー金属は、同一条件において研磨粒子上の接着促進コーティングを構成する金属の $G_{\text{o}_x \text{i}_d}$ よりも小さいかもしくはそれと等しい $G_{\text{o}_x \text{i}_d}$ を融合条件で有するであろう。

【0043】

次に図3を用いて説明する。対象の温度における対象の金属酸化反応に対する $G_{\text{o}_x \text{i}_d}$ は、エリンガム図から決定することが可能である。最初に、対象の温度に対応する垂直線と対象の金属酸化反応に対するエリンガム線との交点の位置を図上で決定する。次に、y軸と交差するまで、この点からx軸に平行に水平線を引く。この交点は、対象の温度における対象の金属酸化反応に対する $G_{\text{o}_x \text{i}_d}$ に等しい。

【0044】

有用な酸素スカベンジャー金属および接着促進コーティングに対する $G_{\text{o}_x \text{i}_d}$ および $p\text{O}_2$ を、1気圧 (101.325 kPa) の圧力および950の温度における値として表1にまとめて示す。

【0045】

【表1】

表1

	ΔG_{oxid} (ジュール/モル)	p_{O_2} (気圧)
クロム	-5.1×10^5	1.0×10^{-22} (1.0×10^{-20} kPa)
マンガン	-6.1×10^5	7.6×10^{-27} (7.7×10^{-25} kPa)
ケイ素	-6.9×10^5	3.1×10^{-30} (3.1×10^{-28} kPa)
チタン	-7.2×10^5	1.4×10^{-31} (1.4×10^{-29} kPa)
アルミニウム	-8.2×10^5	1.3×10^{-35} (1.3×10^{-33} kPa)
ジルコニウム	-8.3×10^5	2.5×10^{-36} (2.5×10^{-34} kPa)
マグネシウム	-9.7×10^5	5.3×10^{-42} (5.4×10^{-40} kPa)
カルシウム	-1.0×10^6	2.2×10^{-43} (2.2×10^{-41} kPa)

10

David R. Lide, Editor, Handbook of Chemistry and Physics, 76th Edition (1995-1996), CRC Press, 1995, pages 5-72 to 5-75.

【0046】

エリンガム図および表1に示されているように、研磨粒子上の接着促進金属コーティングとしてチタンを選択した場合、好適な酸素スカベンジャー金属としては、たとえば、アルミニウム、カルシウム、マグネシウムおよびチタンが挙げられる。また、研磨粒子上の接着促進金属コーティングとしてクロムを選択した場合、好適な酸素スカベンジャー金属としては、たとえば、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、マンガン、ケイ素およびチタンが挙げられる。

20

【0047】

有効量の酸素スカベンジャー金属を融合性組成物に添加しなければならない。本明細書中で使用する場合、「有効量」という表現は、本明細書に記載された試験手順の少なくとも一つによって測定される研磨体の金属マトリックス中の研磨粒子の改良された保持性を提供するために特定の融合性組成物で必要となる酸素スカベンジャー金属の量を意味する。酸素スカベンジャー金属の有効量は融合性組成物ごとに変化しうると考えられる。たとえば、有効量は、酸素捕捉金属の物理的および組成的形態、融合中の雰囲気下に存在する酸素の量、融合温度、融合性組成物を構成する物質中に存在する酸素の量、酸素スカベンジャー金属の融点ならびに融合される研磨体の形状および形態などの因子に依存する可能性がある。ただし、ここに記載の因子に限定されるものではない。たとえば、酸素スカベンジャー金属が、生成する焼結された研磨体の物理的性質に有害な影響を及ぼすおそれのある場合、有効量を超える酸素スカベンジャー金属の追加は、望ましくないこともある。たとえば、アルミニウム含有量が高いと（たとえば、約10重量%よりも多いと）、いくつかの研磨用途において研磨体が軟らかくなりすぎることもある。典型的には、酸素スカベンジャー金属は、融合性組成物の約0.1~10重量%を占め、より好ましくは融合性組成物の約0.25~5重量%を占め、最も好ましくは融合性組成物の約0.5~2重量%を占めるであろう。

30

【0048】

好ましくは、酸素捕捉金属は、微細な金属粉末の物理的形態で提供され、融合性組成物全体にわたって一様に分散されるであろう。一様に分散された微細な金属粉末の形態で提供された場合、酸素スカベンジャー金属は融合性組成物全体にわたって存在し、融合性組成物全体にわたって存在するおそれのある酸素と反応することができるので、酸素と酸素スカベンジャー金属との反応の動力学的（すなわち、拡散）阻害は最小限に抑えられるであろう。さらに、単位質量あたりの金属粉末の表面積は、典型的には粒子サイズの減少に伴って増加するであろう。表面積が大きいほど、酸素スカベンジャー金属の反応性は増大する。したがって、酸素スカベンジャー金属用の好ましい金属粉末は、約5~200 μmの範囲、より好ましくは約15~120 μmの範囲の粒子サイズを有する。

40

50

【0049】

酸素スカベンジャー金属の組成形態もまた、特定の融合性組成物に必要な金属の有効量に影響を及ぼす可能性がある。好ましくは、酸素スカベンジャー金属は、合金などではなく実質的に純粋な金属の形態で融合性組成物に組み入れられるであろう。熱力学的には、酸素スカベンジャー金属の化学的活性は、合金中の酸素スカベンジャー金属のモル分率とほぼ等しくなるであろう。したがって、酸素スカベンジャー金属でない（もしくはそれほど有効でない酸素スカベンジャー金属である）別の金属との合金の形態である酸素スカベンジャー金属の合金は、酸素スカベンジャー金属が実質的に純粋な（すなわち非合金の）形態で供給された場合よりも有効性は低いであろう。また、酸素スカベンジャー金属の反応速度は、合金を通過する酸素スカベンジャー金属の拡散速度によって制限されるであろう。10

。拡散阻害が起こると、酸素スカベンジャー金属による酸素捕捉の効率が低下し、結果として研磨粒子上の接着促進コーティングの酸化が促進されるおそれがある。実質的に純粋とは、少なくとも約50重量%以上の酸素スカベンジャー金属、より好ましくは約80重量%以上の酸素スカベンジャー金属、最も好ましくは約95重量%以上の酸素スカベンジャー金属、特に最も好ましくは99重量%以上の酸素スカベンジャー金属を含む形態で融合性組成物に酸素スカベンジャー金属が添加されることを意味する。さらに、酸素スカベンジャー金属が硫黄や酸素のような非金属で実質的に汚染されていないことが好ましい。非金属で実質的に汚染されていないとは、酸素スカベンジャー金属との反応生成物を形成しうる非金属汚染物質をより少ない化学量論量で、好ましくは、酸素スカベンジャー金属との反応生成物を形成しうる非金属汚染物質を10%未満の化学量論量で含有する形態で酸素スカベンジャー金属が提供されることを意味する。アルミニウムなどのいくつかの酸素スカベンジャー金属では、金属の表面の酸化を妨害する不浸透性酸化物層を伴って酸素スカベンジャー金属の表面が酸化されるおそれがあることは分るであろう。20

【0050】

融点もまた、特定の融合性組成物に必要な酸素スカベンジャー金属の有効量に影響を及ぼす可能性がある。好ましくは、酸素スカベンジャー金属の融点は、融合温度よりも低い温度である。これにより、酸素スカベンジャー金属の溶融および融合性組成物全体にわたる流動が可能になり、結果として融合プロセス中に存在する酸素をより効率的に捕捉できると思われる。

【0051】

酸素捕捉金属が存在しても研磨粒子上の接着促進コーティングの酸化は完全には回避されない可能性があり、典型的には、完全には回避されることは分るであろう。もっと正確に言えば、有効量の酸素スカベンジャー金属は、研磨粒子と金属マトリックスとの接着性が酸素スカベンジャー金属の存在しない場合よりも増大するように研磨粒子上の接着促進コーティングの実質的な酸化を防止する働きをする。30

【0052】

融合性組成物および融合研磨体を製造する方法

本発明の融合研磨体の一実施形態では、研磨粒子はマトリックス全体にわたってランダムに分布している。そのような研磨体を製造するためには、最初に、金属粉末、複数の金属被覆研磨粒子、有効量の酸素スカベンジャー金属およびいずれかの所望の任意成分（たとえば、有機バインダー、硬質粒子（たとえば、炭化タンゲステン粒子））を組み合わせることにより融合性組成物を製造する。有機バインダーとしては、ポリビニルブチラールなどのポリマーが挙げられる。有機バインダーは、金属粉末を一体化して物理的に取り扱うことのできるグリーン体として知られる造形塊を生成すべく融合性組成物に組み込まれる。好ましくは、融合プロセス中有機バインダーを燃焼除去しなければならないという事情から、有機バインダーは、所望の性質を提供するのに必要な最小量で融合性組成物に組み込まれる。場合により、得られる融合研磨体の耐摩耗性を増大させるために、炭化タンゲステンのような硬質粒子を融合性組成物に添加してもよい。典型的には、硬質粒子は、融合性組成物の約10～50重量%の範囲の量で添加されるが、組成体の中にはこの範囲外の量が有利である可能性もある。有機バインダーを溶媒和させるのに必要な量で有機溶40

媒を融合性組成物に添加してもよい。典型的な有機溶媒としては、たとえば、メチルエチルケトンが挙げられる。有機溶媒は、バインダーを溶媒和させるのに最低限必要な量で融合性組成物に添加される。

【0053】

融合性組成物を製造した後、次に、グリーン状態の圧縮体を形成すべくプレスを用いて金型中で冷間圧縮する。その後、グリーン状態の圧縮体を融合させる。融合は、融合性組成物を焼結、鑑付け、溶融および/または含浸することによって行いうる。本発明の好ましい実施形態では、融合性組成物を焼結する。焼結温度は、典型的には約700～1100の範囲であり、典型的な焼結時間は、約5～30分の範囲である。焼結プロセス中に圧力を印加してもよい。典型的な焼結圧力は、約100～500kg/cm²の範囲である。融合後、得られた融合研磨体を所望のサイズおよび形状に切削することも可能である。
10

【0054】

本発明の融合研磨体の他の実施形態では、研磨粒子は、金属マトリックス全体にわたって非ランダムに分布している。たとえば、研磨粒子は、金属マトリックス内に濃縮された1層以上の実質的に平面の層であってもよい。そのような焼結された研磨体は、たとえば、米国特許第5,380,390号(Tsellesin)に報告されている方法によって形成しうる。

【0055】

研磨粒子の実質的に平行な平面層を有する研磨体(たとえば、図2を参照されたい)の製造方法については、「超研磨切削面」という名称の米国特許出願第08/882,434号(1997年6月25日出願)に報告されている。図4は、研磨粒子の実質的に平行な平面層を有する研磨体50の製造に使用することのできる層の積み重ねを示す研磨体50の分解断面図である。説明のために、研磨体50は、三つの層52、54および56だけから構成されている。しかしながら、研磨体50は、異なる層数で構成することも可能であり、典型的には1～10,000層で構成される。研磨体の層数は、たとえば、研磨体の所望の使用に基づいて選択してもよい。たとえば、研磨体を過酷な研磨用途に使用する場合、もしくは研磨体のエッジを研磨面として使用する場合、多層研磨体が望ましいと思われる。研磨体の主面が研磨面として使用される軽度の研磨用途では、単層研磨体が望ましいと思われる。各層52、54および56は、それぞれ結合材層62、64および66、それぞれ多孔材層72、74および76、ならびに金属被覆研磨粒子90を含有するそれぞれ研磨粒子層82、84および86を含んでいる。各層52、54および56はまた、それぞれ多孔材層72、74および76の一方の面上に配置されたそれぞれ接着剤層92、94および96を含んでおり、各接着剤層は、感圧接着剤を含む少なくとも一つの面を有している。接着剤層92、94および96の接着面は、それぞれ多孔層72、74および76に対して位置づけられている。このようにして、研磨粒子層82、84および86の金属被覆研磨粒子90をそれぞれ多孔層72、74および76の開口に配置した場合、金属被覆研磨粒子90は接着剤層92、94および96に接着し、結果として研磨粒子90は多孔層72、74および76の開口に保持されることになる。上記の多孔層は、たとえば、メッシュタイプの材料(たとえば、織布および不織布のメッシュ材料、金属および非金属のメッシュ材料)、蒸着された材料、粉末材料もしくは粉末ファイバー材料、ならびにグリーン圧縮体から選択しうる。ただし、これらはいずれも、材料全体にわたって分布した細孔もしくは開口を有する。種々の層の順序もしくは配置が図示されたものと異なっていてもよいことは分るであろう。
20
30
40

【0056】

研磨粒子が接着剤層に受容された後、多孔層を接着剤層から分離もしくは除去してもよい。焼結プロセスで使用される研磨粒子を保持するための接着剤基材の使用については、米国特許第5,380,390号(Tsellesin)および米国特許第5,620,489号(Tsellesin)ならびに米国特許出願第08/728,169号(1996年10月9日出願)に開示されている。

【0057】

層 52、54 および 56 は、研磨体 50 を形成するために上部 プラテン 98 および 下部 プラテン 100 により一緒に圧縮される。研磨体 50 に好適な焼結プロセスは当技術分野で公知であり、たとえば、米国特許第 5,620,489 号 (Tsellesin) に報告されている。各層 52、54 および 56 に 2 層以上の結合層を組み込むことも考えられる。

【0058】

上記の製造プロセスを実施する場合、結合材層 62、64 および 66 を構成する結合材は、研磨粒子層 82、84 および 86 と一緒に焼結しうる任意の材料であってよい。好ましくは、結合材層 62、64 および 66 は、軟質で容易に変形可能な可撓性材料 (SEDF) である。SEDF の製造法は、当技術分野で公知であり、米国特許第 5,620,489 号に報告されている。そのような SEDF は、金属結合材料 (たとえば、金属粉末もしくは金属粉末の混合物)、バインダー、溶媒、シンナーおよび可塑剤を含有するペーストまたはスラリーを形成することにより生成できる。好ましくは、酸素スカベンジャー金属は、ペーストもしくはスラリーに組み込まれるが、層 52、54、56 の間に酸素スカベンジャー金属を提供してもよい。好ましくは、酸素スカベンジャー金属を層間に提供する場合、それは研磨粒子層 82、84 および 86 上に散布されるが、より好ましくは、接着剤層 92、94 および 96 に接着するように適用される。しかしながら、積重体を構成するそれぞれすべての層間に酸素スカベンジャー金属を提供する必要はないことは分るであろう。金属結合材料としては、たとえば、青銅、コバルト、タンゲステン、銅、鉄、ニッケル、スズ、クロム、またはそれらの混合物もしくは合金を含む金属粉末が挙げられる。場合により、たとえば、得られる研磨体に耐摩耗性を付与するために、炭化タンゲステン粒子のような硬質粒子をスラリーに添加してもよい。場合により、研磨粒子をペーストもしくはスラリーに組み込んでもよい。バインダー樹脂としては、たとえば、ポリビニルブチラールが挙げられるが、場合により、ポリエチレングリコールやジオクチルフタレートなどの可塑剤樹脂が含まれていてもよい。SEDF の配合成分は、以下の供給業者を含めていくつかの供給業者から市販されている。Sulzer Metco, Inc. (Troy, MI)、All-Chemie, Ltd. (Mount Pleasant, SC)、Transmet Corp. (Columbus, OH)、Valimet, Inc. (Stockton, CA)、CSM Industries (Cleveland, OH)、Engelhard Corp. (Seneca, SC)、Kulite Tungsten Corp. (East Rutherford, NJ)、Sinterloy, Inc. (Selon Mills, OH)、Scientific Alloys Corp. (Clifton, NJ)、Chemalloy Company, Inc. (Bryn Mawr, PA)、SCM Metal Products (Research Triangle Park, NC)、F.W. Winter & Co. Inc. (Camden, NJ)、GFS Chemicals Inc. (Powell, OH)、Aremco Products (Ossining, NY)、Eagle Alloys Corp. (Cape Coral, FL)、Fusion, Inc. (Cleveland, OH)、Goodfellow, Corp. (Berwyn, PA)、Wall Colmonoy (Madison Hts, MI) および Alloy Metals, Inc. (Troy, MI)。

【0059】

スラリーは、ナイフコーターなどのコーティング装置を用いて剥離剤被覆ポリエステルフィルムなどのキャリヤーシート上にキャストされる。その後、スラリーから揮発性成分 (たとえば、有機溶媒) を蒸発させるために、キャストされたスラリーを室温でもしくは熱を加えて固化もしくは硬化させる。溶媒の一部分はコーティング後に乾燥除去され、残りの有機化合物は焼結プロセス中に燃焼除去されるであろう。また、特筆すべき点として、すべての結合層 62、64、66 は必ずしも同一の組成である必要はない。

【0060】

材料が実質的に多孔性 (すなわち、約 30% ~ 99.5% の多孔度) であり好ましくは非ランダムに離間して配置された複数の開口を有するかぎり、多孔性材料は実際上任意の材

10

20

30

40

50

料であってよい。好適な材料は、有機もしくは金属の不織もしくは織物のメッシュ材料であり、具体的には、銅、青銅、亜鉛、鋼、もしくはニッケルのワイヤーメッシュまたは織維メッシュ（たとえば、炭素もしくは黒鉛）が挙げられる。本発明で使用するのに特に好適なのは、ステンレス鋼ワイヤーメッシュ、エキスパンドメタル材料、および低融解温度メッシュタイプ有機材料である。図4に示された実施形態では、メッシュは、多孔層72、74および76を形成すべく、第2のセットの平行ワイヤーと垂直に交差する第1のセットの平行ワイヤーから形成されている。多孔性材料の開口部は、金属被覆研磨粒子よりも大きくても小さくてもよい。好ましくは、多孔性材料の孔に嵌入するような直径および形状のダイヤモンド研磨粒子を金属被覆研磨粒子90として使用する。多孔性材料の孔よりもわずかに大きい研磨粒子および/または複数の粒子を多孔性材料の孔に嵌入するのに十分な程度に小さい粒子を使用することも考えられる。

10

【0061】

接着剤層92、94および96は、少なくとも一時的に研磨粒子を保持するのに十分な粘着特性を有する材料、たとえば、感圧接着剤を表面上に有する可撓性基材から形成することができる。接着剤を有するそのような基材は、当技術分野で周知である。接着剤は、製造中、研磨粒子を保持することができなければならず、好ましくは、焼結ステップ中、灰分が残らないように燃焼除去されなければならない。使用可能な接着剤の例は、一般にBook Tape #895 (Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, MN) から市販されている)と呼ばれる感圧接着剤である。

20

【0062】

本発明の融合研磨体は、切削ホイールおよび研削ホイールに利用しうる。図5について説明する。この図には、本発明の融合研磨体を含む切削ホイールもしくは研削ホイール110の実施形態の斜視図が示されている。ホイール110は、形状が実質的に円筒状であり、本発明の融合研磨体112を含んでいて、好ましくは、第1の支持プレート114と第2の支持プレート116とにはさまれている。融合研磨体112は、単一の円筒状造形塊を含んでいてもよいし、もしくはいくつかの周辺に延在する円弧状セグメント（たとえば、図1を参照されたい）から構成されていてもよい。融合研磨体112は、融合金属マトリックス120全体にわたって分散された複数の研磨粒子118を含んでいる。研磨粒子118はそれぞれ、外側接着促進金属コーティング（図示されていない）を有している。融合金属マトリックス120は、結合金属と有効量の酸素スカベンジャー金属とを含有する。金属マトリックス120中の研磨粒子118の分布は、ランダムであっても非ランダムであってもよく、たとえば、研磨粒子の平面層であってもよいと考えられる。図6では、金属被覆研磨粒子は、金属マトリックス全体にわたってランダムに分布している。研削ホイールおよび切削ホイール中の種々の研磨粒子の分布および配向については、1999年2月24日出願の米国特許出願第09/256,837号(Cessenaら)に報告されている。

30

【0063】

焼結された研磨体112の外側研磨面124は、ホイール110の円周面126の一部分に延在する実質的に円筒状の帯である。ホイール110は、その中心に、ホイール110を完全に貫通する内腔128を有している。内腔128は、ホイール110を回転させるための回転可能なシャフト（図示されていない）へのホイール110の取り付けを可能にする。したがって、内腔128を貫通して配置される回転可能なシャフトは、ホイール110の回転軸線111に沿って延在するであろう。また、取付孔130を用いて中央シャフト（図示されていない）を有する実質的に円形の取付プレート（図示されていない）をホイール110に取り付けることによって、回転可能なシャフトにホイール110を取り付けることも考えられる。回転可能なシャフト上でもしくは該シャフトによりホイール110を回転させることによって、ホイール110の円周面126に対して加工品を保持して研磨面124により研磨することができるので、結果として加工品を適切に造形、研削もしくは切削することができる。

40

50

【0064】

実施例

以下の実施例により本発明についてさらに具体的に説明するが、これらの実施例に限定されるものではない。実施例中の部、パーセント、比などはすべて、別段の記載がないかぎり重量基準である。

【0065】

表2に示されているスラリー組成物を提供すべく、市販の金属粉末を混合した。スラリーを調製するために使用した金属粉末は、約50μmのメジアン粒径を有し、Lucas Milhaupt, Inc. (Cudacky, WI) および Wall Colmonoy Corp. (Madison, MI) から市販されているものであった。ポリビニルブチラールは、Solutia Inc. (St. Louis, MO) から商品名「BUTVAR B-76」として市販されているものであった。Santicizer 160は、Solutia Inc. (St. Louis, MO) から市販されているものであった。

【0066】

【表2】

表2

材料	重量部	
銅	39.23	
鉄	32.01	20
ニッケル	9.16	
スズ	3.97	
クロム	2.83	
ホウ素	0.40	
シリカ	0.51	
炭化タンクステン	10.92	
コバルト	0.78	
リン	0.20	
有機物:		
メチルエチルケトン	11.58	
ポリビニルブチラール	1.43	
Santicizer 160	0.65	30

【0067】

実施例1～3：

実施例1～3では、以下に示される種々の量のアルミニウム粉末を添加することにより、表3に示された基準のスラリー組成物に変更を加えた。

スラリー1：有機物を除くスラリーの全重量を基準にして0.25重量%のアルミニウム粉末。

スラリー2：有機物を除くスラリーの全重量を基準にして0.50重量%のアルミニウム粉末。

スラリー3：有機物を除くスラリーの全重量を基準にして1重量%のアルミニウム粉末。

スラリーA：アルミニウム粉末を添加しなかった。

【0068】

使用したアルミニウム粉末は、商品名「ALUMINUM METAL, FINEST POWDER, A-559」としてFisher Scientific Company (Fair Lawn, New Jersey) から市販されているものであった。テープの厚さを制御するためにナイフコーナーを用いてスラリー1～3およびスラリーAをキャストし、金属テープにした。ポリエステル剥離ライナー上にスラリーをキャストした

。溶媒蒸発後の金属テープの最終面密度は、約 0.75 グラム / インチ² (0.116 グラム / cm²) であった。

【0069】

最初にステンレス鋼メッシュの一方の面に感圧性接着テープを接着することによりダイヤモンド / テープ積層体層を製造した。ステンレス鋼メッシュは、1インチあたり約 165 本のワイヤー (1 cmあたり 65 本のワイヤー) を有し、0.019 インチ (0.483 mm) ワイヤーで製造されたものであった。接着テープは、商品名「845 BOOK TAPE」として Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, MN から市販されているものであった。それ 10 ぞれ 1 個のダイヤモンドがメッシュの各孔を満たしてテープの接着面に接着するように、ダイヤモンド研磨粒子をワイヤーメッシュ上に落下させた。研磨粒子は、厚さ約 1 μm のチタンの外側コーティングを有するダイヤモンドを含有していた。ダイヤモンド研磨粒子は、約 170 / 200 米国標準メッシュのサイズを有し、商品名「MBG-640TI」として General Electric Co., Worthington, Ohio から市販されているものであった。スクリーンの開口 1 つあたり 1 個を超えるダイヤモンド研磨粒子は除去した。

【0070】

ダイヤモンドを接着テープに接着させた後、テープからワイヤーメッシュを引き剥がし、ダイヤモンドを正方形配列でテープに接着された状態にした。その後、ダイヤモンド / テープ積層体層を、上記のキャストされた金属テープの層の正面に接触させて配置した。キャストされた金属テープの他方の正面を、厚さ 0.010 インチ (0.254 mm) の銅の金属層に接触させて配置した。結果として、各サンプルは、1 層のダイヤモンド層、1 層の金属テープ層、および 1 層の銅金属層を有していた。

【0071】

酸化銅 (II) 粉末をドープすることにより、比較例 B および実施例 4 を製造した。酸化銅 (II) ドープの目的は、焼結金属マトリックス中のチタン被覆ダイヤモンド研磨粒子の接着性に及ぼす酸素の有害な影響を実証すべく、焼結する前に組成体に酸素を導入するためであった。

【0072】

比較例 B :

比較例 A に次の変更を加えて比較例 B を製造した。比較例 A のときと同様にダイヤモンド / テープ積層体を製造した後、積層体に酸化銅 (II) 粉末を散布し、テープの露出接着面に接着させた。過剰の粉末は除去した。

【0073】

実施例 4 :

比較例 A に次の変更を加えて実施例 4 を製造した。比較例 A のときと同様にダイヤモンド / テープ積層体を製造した後、酸化銅 (II) 粉末とアルミニウム粉末との混合物を積層体に散布した。108 グラムの酸化銅 (II) と一緒に 20 グラムのアルミニウムをボルミリング処理に付すことにより、混合物を製造した。この混合物は、酸化銅 (II) を銅に還元するのに必要な量よりも化学量論的に約 50 % 過剰のアルミニウムを含有していた。酸化銅 (II) 粉末とアルミニウムとの混合物をテープ上の露出接着面に接着させた。過剰の粉末は除去した。

【0074】

隣接するサンプルを厚さ 0.25 インチ (0.365 cm) の黒鉛プレートで分離させた状態で、実施例 1 ~ 4 および比較例 A ~ B を互いに積み重ねた。次に、6 個のサンプルおよび黒鉛スペーサープレートを含む積重体を、オープン内の液圧式焼結プレス中に配置した。その後、表 3 に示されている焼結プロファイルに従って積重体を空气中で焼結した。

【0075】

【表 3】

時間 (秒)	温度 (°C)	圧力 (kg/cm ²)	
0	20	0	
550	420	100	
730	420	100	
950	550	100	
1130	550	100	
1210	590	100	
1240	590	100	
1750	880	200	
2110	880	200	
2430	1007	200	10
2790	1007	200	
2970	870	250	
3330	850	400	

【0076】

試験手順1：ロッカードラム試験：

高圧下で研磨材を試験すべく設計されたロッカードラム試験機を利用して、実施例および比較例の焼結研磨体の試験を行った。ロッカードラム試験機は、直径13インチおよび幅16インチのモーター駆動式ドラムを備えていた。5.5インチ(13.97cm)のストロークでドラムが前後に振動(回転)するように、ドラムはモータにより偏心リンクを介して駆動される。各前後動サイクルは1秒を要する。4個の研磨材サンプルをドラムの表面に取り付けることができ、そして4個の独立したピボットアームがそれぞれ、各サンプルに対して試験加工品を保持する。水ラインが各サンプルに提供され、各サンプルの表面上で冷却水をゆっくりと流動させる。冷却水の流量は、結果的に、1000サイクルあたり約1ガロンの水が各サンプル上を流動する量である。

20

【0077】

試験手順1のロッカードラム試験を用いて、実施例4および比較例Bをそれぞれ1000サイクルで試験した。使用した加工品は、サンプルの表面に垂直に保持された0.1875インチ(0.476cm)角形鋼ロッドであった。8ポンド(3.63kg)の荷重をかけて、加工品をサンプルに押圧した。ロッカードラム試験を行なった後、研磨材サンプルのそれぞれの表面上に観察可能な摩耗線が存在していた。

30

【0078】

ロッカードラム試験の後、実施例4および比較例Bの研磨体を目視検査した。比較例B上の摩耗線は、実施例4上の摩耗線よりも著しく高輝度であった。摩耗線の輝度が高いほど、より多くの研磨粒子がロッカードラム試験中にサンプルから剥落したこと示している。サンプルの写真を倍率1.4で撮影した。図6および7は、それぞれ比較例Bおよび実施例4のディジタル画像である。各図中の摩耗線は130と記されている。

40

【0079】

ロッカードラム試験を用いて、実施例1～3および比較例Aを1000サイクルで試験した。使用した加工品は、研磨体の表面に垂直に保持された0.1875インチ(0.476cm)角形鋼ロッドであった。8ポンド(3.63kg)の荷重をかけて、加工品を研磨体に押圧した。次に、10ポンド(4.54kg)の荷重をかけて、3000サイクルでロッカードラム試験を行った。得られたサンプルを倍率1.4で写真撮影した。

【0080】

摩耗線の顕微鏡観察により、サンプルの表面からダイヤモンドが除去された小さな領域を明確化した。摩耗線の輝度は、ダイヤモンドが剥落した後で金属が磨耗により平滑化されたことに起因するものであった。図8～11は、それぞれ比較例Aおよび実施例1～3の

50

ディジタル画像である。各図中の摩耗線は 140 と記されている。比較例 A (図 8) が最大の摩耗を示す。実施例 1 、 2 および 3 (それぞれ図 9 ~ 11) は、それぞれ、アルミニウムの添加量が増加するにつれて摩耗量が減少することを示している。

【 0081 】

試験手順 2 : ウォータージェット侵食試験 :

高圧ウォータージェットを利用して実施例および比較例の研磨体からダイヤモンド研磨粒子を剥落させた。各サンプルから剥落した研磨粒子の数を、研磨体の焼結金属マトリックスと研磨粒子との接着性の尺度として使用した。

【 0082 】

高圧ウォータージェット装置は、商品名「 RE 2000 NT CNC 」として Romero Engineering Inc. , Fort Worth , TX から市販されているウォータージェットを備えていた。このウォータージェットを、商品名「 SV - I V Intensifier 」として Inersoll - Rand Co. , Water Jet Systems , KS から市販されている増圧器に接続した。 Jet Edge , Minneapolis , MN から市販されている 4 ノズル空気圧ロボットスイベルヘッドを介してサンプルに水を送出した。試験中、スイベルヘッドを約 1800 rpm で回転させた。ウォータージェット中を通過する水の流量は、 44,000 psi (303 MPa) の圧力で毎分約 1 ガロンであった。

【 0083 】

各サンプルを横切ってウォータージェットを 2 回パスさせた。パス中、スイベルヘッドをサンプルの表面から 2.5 インチ (6.35 cm) に位置づけた。各パス中、ウォータージェットによりサンプル上の幅約 1 インチ (2.54 cm) の領域を洗浄した。 2 回目のパスは、 1 回目のパスによって洗浄されなかったサンプル領域上を行った。サンプルを横切る 1 回目のパスは、毎分 50 インチ (127 cm / 分) で行われ、実質的な数のダイヤモンド研磨粒子の剥落は起こらなかった。 2 回目のパスは、毎分 15 インチ (38.1 cm / 分) の速度でおこなった。このパスにより、実質的な数のダイヤモンド研磨粒子が研磨体から剥落した。商品名「 NIKON SMZ - 2 T STEREO - ZOOM 」として市販されている顕微鏡を用いて、サンプル表面の写真を撮影した。

【 0084 】

10 ~ 63 倍の範囲の倍率を有する顕微鏡を用いてサンプルの目視検査を行うことにより、水流によって剥落したダイヤモンド研磨粒子の数を測定した。各サンプルの表面の写真を一定の倍率で撮影し、写真中のダイヤモンド研磨粒子の数を数えた。サンプル中に最初に存在していたダイヤモンド研磨粒子の正方形配列を用いて、サンプル間のダイヤモンド研磨粒子数の比較を行うことが可能であった。結果を表 4 に報告する。

【 0085 】

【 表 4 】

表 4

	サンプル中の 研磨粒子の数	研磨粒子の保持性 (対照に対する増加 %)
比較例 A	98	100% (實施例 1 ~ 3 に対する対照)
実施例 1	131	141%
実施例 2	141	152%
実施例 3	148	159%
比較例 B	40	100% (實施例 4 に対する対照)
実施例 4	85	213%

【 0086 】

本明細書中に開示されている特許および特許出願は、個別に組み入れられたときと同じよ

10

20

30

40

50

うに参照により本明細書に組み入れるものとする。以上の説明は例示を目的とするものであって限定を意図したものではないことを理解しなければならない。本発明の種々の修正態様および変更態様は、本発明の範囲および精神から逸脱することなく以上の説明から当業者には自明なものとなるであろう。また、本発明は本明細書に記載の例示的実施形態に過度に限定されるべきものではないことを理解しなければならない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 切削工具もしくは研削工具のセグメントの形態の本発明の融合金属マトリックス研磨体の斜視図である。

【図 1 A】 切断線 1 A で得られた図 1 の融合金属マトリックス研磨体の断面図である。

【図 2】 切削工具もしくは研削工具のセグメントの形態の本発明の融合金属マトリックス研磨体の斜視図である。

10

【図 2 A】 切断線 2 A で得られた図 2 の融合金属マトリックス研磨体の断面図である。

【図 3】 エリンガム図である。

【図 4】 本発明の融合金属マトリックス研磨体の断面分解図である。

【図 5】 本発明の研削ホイールの斜視図である。

【図 6】 ロッカードラム試験に付された後の融合金属マトリックス研磨体の表面のデジタル画像である。

【図 7】 ロッカードラム試験に付された後の本発明の融合金属マトリックス研磨体の表面のデジタル画像である。

【図 8】 ロッカードラム試験に付された後の融合金属マトリックス研磨体の表面のデジタル画像である。

20

【図 9】 ロッカードラム試験に付された後の本発明の融合金属マトリックス研磨体の表面のデジタル画像である。

【図 10】 ロッカードラム試験に付された後の本発明の融合金属マトリックス研磨体の表面のデジタル画像である。

【図 11】 ロッカードラム試験に付された後の本発明の融合金属マトリックス研磨体の表面のデジタル画像である。

【図1】

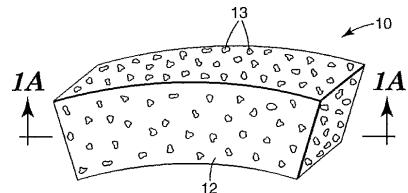


Fig. 1

【図1A】

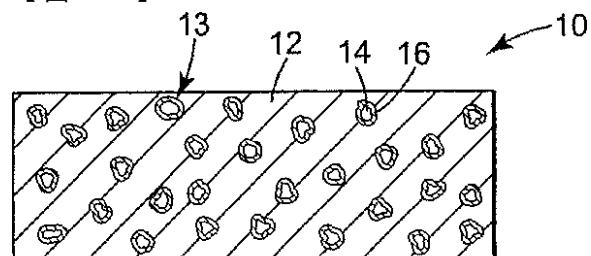


Fig. 1A

【図2A】

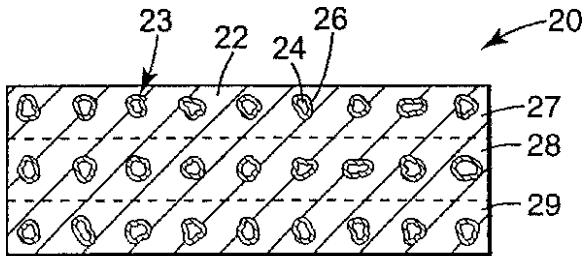


Fig. 2A

【図2】

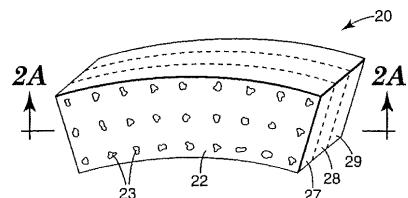


Fig. 2

【図3】

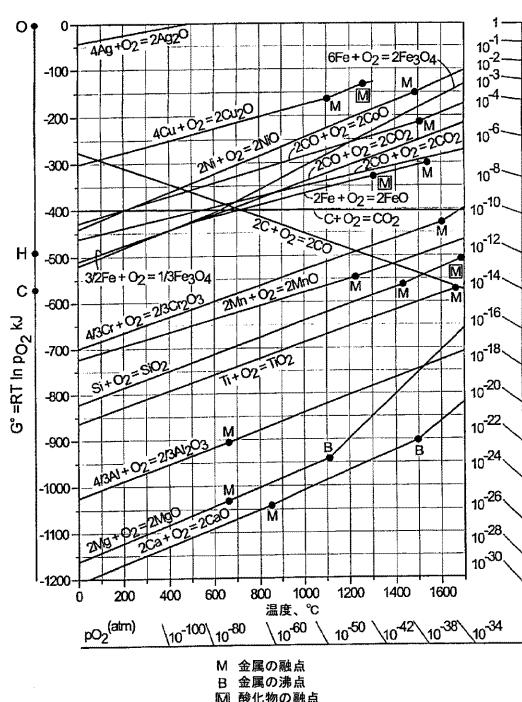


Fig. 3

【図4】

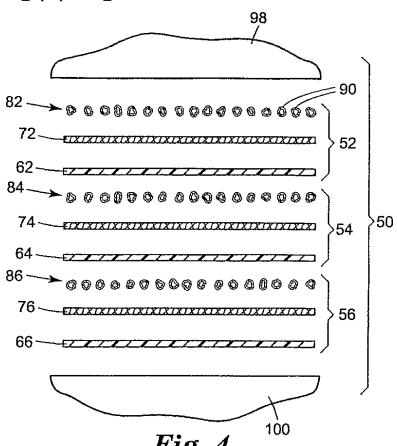


Fig. 4

【図5】

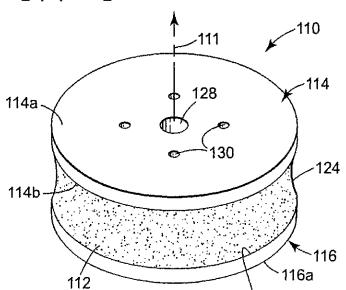


Fig. 5

【図6】

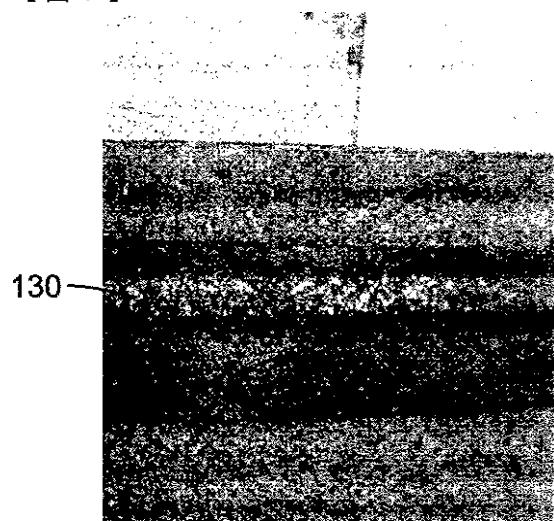


Fig. 6

【図7】

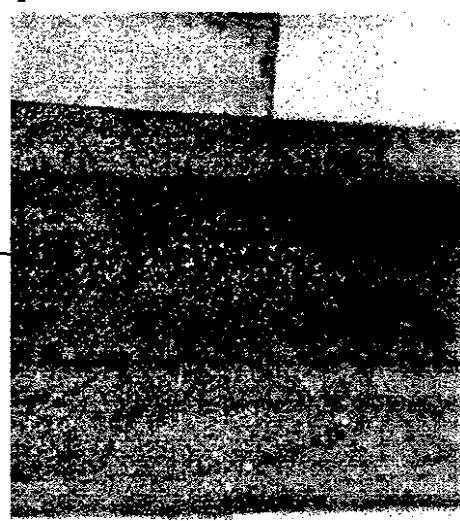


Fig. 7

【図8】

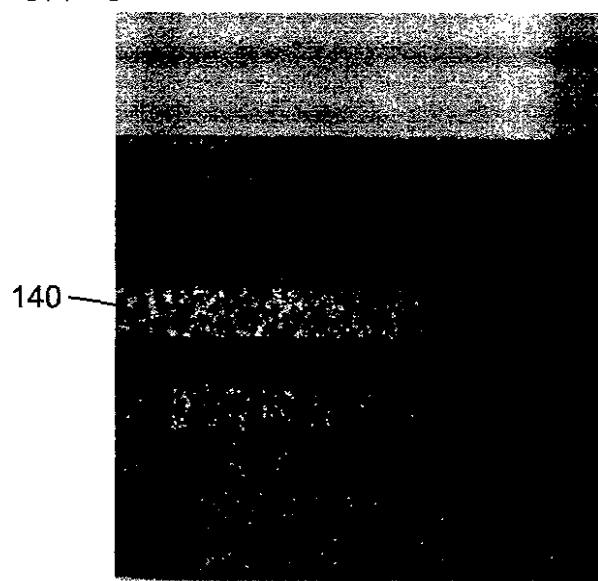


Fig. 8

【図9】

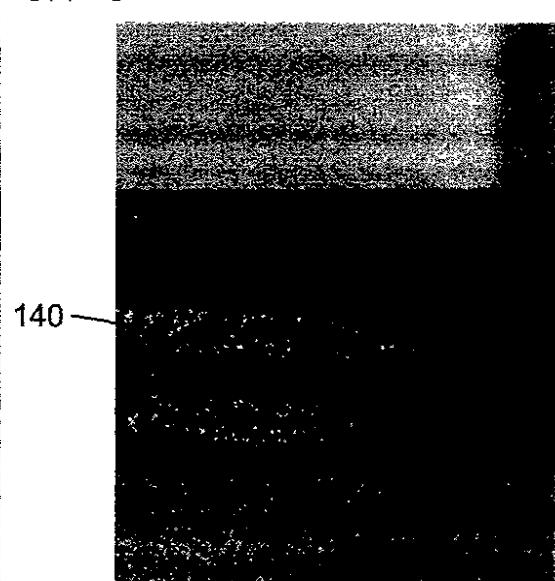
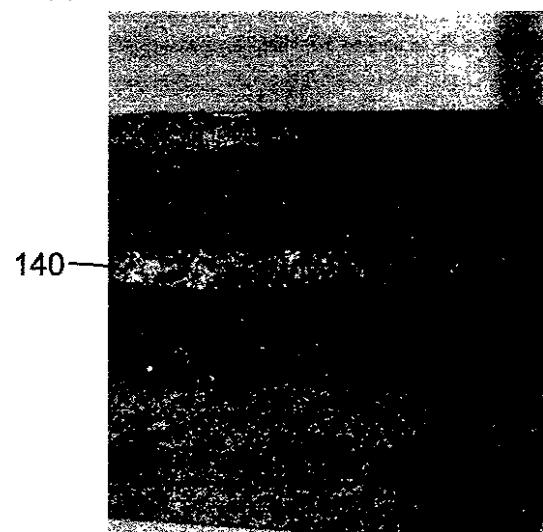
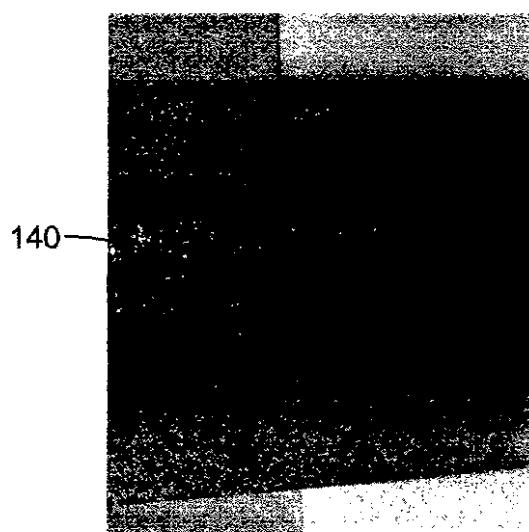


Fig. 9

【図10】

*Fig. 10*

【図11】

*Fig. 11*

フロントページの続き

審査官 段 吉享

(56)参考文献 特公平05-037792(JP, B2)
特開平10-249734(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24D 3/00-18/00

B24B 53/00-57/04

B28D 1/00-7/04