

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月22日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

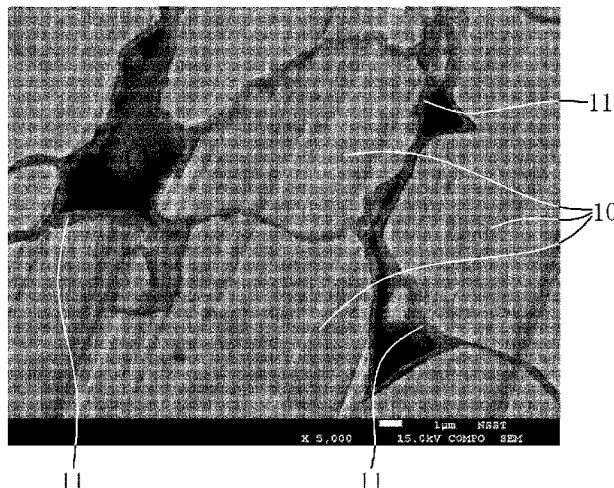
WO 2016/148137 A1

- (51) 国際特許分類:
B22F 3/11 (2006.01) C22C 33/02 (2006.01)
C22C 1/05 (2006.01) F16C 33/12 (2006.01)
C22C 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058142
- (22) 国際出願日: 2016年3月15日(15.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-056393 2015年3月19日(19.03.2015) JP
特願 2016-042469 2016年3月4日(04.03.2016) JP
- (71) 出願人: N T N 株式会社 (NTN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 八代 尚樹 (YASHIRO Naoki); 〒5110867 三重県桑名市陽だまりの丘5丁目105番 N T N 株式会社内 Mie (JP). 大平 晃也 (OOHIRA Kouya); 〒5110867 三重県桑名市陽だまりの丘5丁目105番 N T N 株式会社内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 城村 邦彦, 外 (SHIROMURA Kunihiko et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目15番26号 江原特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MACHINE COMPONENT AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 機械部品及びその製造方法



(57) Abstract: A machine component (an oil-containing bearing 1) comprises a green compact comprising a raw material powder that has been compressed and molded, said raw material powder including iron powder and copper powder and said green compact being heat-treated at in an oxidized atmosphere (e.g., in air). Iron particles 10 and copper particles 20 are bonded via oxide coatings 11, 21 generated on the surface of each particle. The maximum coating thickness of the oxide coatings 11, 21 in an area 300 μm ± 10 μm from the surface of the green compact is no more than 1 μm.

(57) 要約: 機械部品(含油軸受1)は、鉄粉及び銅粉を含む原料粉末を圧粉成形してなる圧粉体を酸化性雰囲気中(例えば空気中)で加熱処理したものである。鉄粒子10及び銅粒子20は、各粒子の表面に生成された酸化物皮膜11、21を介して結合されている。圧粉体の表面から300 μm ± 10 μmの領域における酸化物皮膜11、21の最大膜厚は1 μm以下である。



WO 2016/148137 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：機械部品及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、機械部品及びその製造方法に関する。より詳しく述べるならば、本発明は、金属粉末を圧粉成形することにより得た圧粉体を、焼結させることなく高強度化させた機械部品およびその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、粉末冶金の分野においては、金属粉末を主に含む原料粉末を混合し、圧粉成形した後、800℃を超える高温の炉中で焼結させて製品とするのが一般的であった。尚、以下では、金属粉末を圧粉成形して焼結処理を施さないものを圧粉体と呼び、さらに焼結処理を施した焼結体と区別することとする。

[0003] 粉末冶金とは、JIS Z 2500：2000によれば、金属粉の製造、又は金属粉からフォーミングと焼結工程によって製品を製造する冶金技術の部門のことで、鋳造や鍛造とは異なる技術である。粉末冶金では、以下のような工程で製品を製造するのが一般的である。

- (1) 原料となる金属粉末、潤滑剤粉末、黒鉛粉末等の混合
- (2) 圧粉成形
- (3) 融点以下での焼結
- (4) 矯正（サイジング）
- (5) （必要に応じた）熱処理、含油等の後加工

[0004] 中でも、(3)の焼結工程は、鉄系材料の場合800℃以上の高温域で処理されるのが一般的であり、そのコストは、製造コスト全体の1/4～1/2を占める。さらに、高温での焼結工程を経ることにより、圧粉体が膨張・収縮するため、目的の寸法ないし精度に収めるために(4)の矯正工程が不可欠である。

[0005] また、焼結工程は、一般に、窒素やアルゴンなどの不活性ガスや、水素な

どの還元性ガス、またはそれらの混合ガス中、あるいは真空中など、非酸化性雰囲気中で行われる。これは、焼結時に金属粉末の表面に酸化物皮膜が形成されるのを抑制し、粒子間の融着を促進することが目的である。このような焼結工程を経ることで、金属粒子間の融着、ネッキングが起こり、強度が向上するのであるが、より低温での処理で十分な強度が担保されれば、製造コストが低減できるだけでなく、寸法変化を抑制でき、矯正工程を省略することが可能となる。

[0006] 従来、上記のような高温での焼結工程を経ることなく、圧粉体を高強度化させる方法としては、次のような検討がなされている。

[0007] 特許文献 1 に示されている圧粉体の強化方法は、成形用潤滑剤として金属石けんを添加した金属粉末を圧粉成形した後、その圧粉体を金属石けんの融点以上、脱ろう温度以下の温度に加熱するものである。これにより、圧粉体の機械的強度が著しく増加する。そのメカニズムは、圧粉体に内在する空孔中の金属石けんが、熱処理により熔融し、連続した層を形成して凝固し、この層の密度が圧粉体の強度を高めるものと推定されている（特許文献 1 の特許請求の範囲、第 2 欄第 10～12 行、第 3 欄第 22～25 行参照）。

[0008] 特許文献 2 には、圧粉体を焼結することなく水蒸気黒化処理により結合して鉄系焼結部品を製造することが記載されている。そのメカニズムは、水蒸気黒化処理により、圧粉体の全表面を酸化膜で覆ったものになり、表面粒子相互が結合固化して全体として所定の強度を有する物体になる、というものである（特許文献 2 の第 2 ページ左下欄第 8～11 行）。尚、同文献に示されている鉄系「焼結」部品は、800℃以上の高温で加熱する焼結工程を経ないため、本明細書中では「圧粉体」に分類されるものである。

[0009] 特許文献 3 には、鉄粉からなる圧粉体を酸化性雰囲気中で 400～700℃に加熱して各鉄粉の表面に鉄酸化物を生成させ、この鉄酸化物により鉄粉同士を固結させる鉄系機械部品が示されている。具体的には、圧粉体を加熱することで、まず個々の鉄粉の表面が酸化して鉄酸化物が生成され、この鉄酸化物が圧粉体内の空孔を充填し同時に互いに網状につながることで、個々

の粒子が強固に結合される。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特公昭61-011282号公報

特許文献2：特開昭63-072803号公報

特許文献3：特公昭51-43007号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 特許文献1に記載された技術の目的は、あくまで圧粉体を成形工程から焼結炉まで搬送する間の欠けや割れを防止することであり、そのままでは製品としての強度を有していない。したがって、当然ながら、焼結工程の省略を示唆するものではない。よって、高温での焼結工程を踏まなければ、製品として使用できるだけの強度が担保できないばかりか、焼結前の処理であるため、通常の焼結製品に比べて1工程増えることになり、却ってコストアップの要因となる。

[0012] 特許文献2には、圧粉体に水蒸気黒化処理を施して酸化膜を形成することで強度を高めることが示されているが、実際、どの程度の強度が得られるのかについては一切記載されておらず、具体例として挙げられている軟磁性材料部品のように、それほど高い強度が求められていない用途に限られている。また、水蒸気雰囲気中では、金属粉末の各粒子の表面に酸化物皮膜が形成されやすく、圧粉体の内部空孔の大部分が埋められてしまうため、用途によっては好ましくない場合がある。例えば、上記のような部品を、内部空孔に油を含浸させた含油軸受として使用する場合、内部空孔が酸化物で埋められることで、内部に含浸される油量が低減され、十分な潤滑性を得ることができない恐れがある。

[0013] 特許文献3の技術においても、圧粉体を酸化性雰囲気中で加熱して酸化物を生成させることで、圧粉体の内部空孔が酸化物で埋められるため、上記と

同様に、用途によっては好ましくない場合がある。

- [0014] 以上のような事情に鑑み、本発明は、酸化物皮膜を介して金属粉末の粒子同士を結合した圧粉体からなる機械部品において、十分な強度を付与しつつ、内部空孔を確保することを目的とする。尚、ここでは、JIS Z 2507「焼結軸受 - 圧環強さ試験方法」による圧環強さが120MPa以上であれば、機械部品としての使用に耐える強度を有するものとする。

課題を解決するための手段

- [0015] 上記の目的を達成するためになされた本発明は、金属粉末の粒子同士が、各粒子の表面に生成された酸化物皮膜を介して結合された圧粉体からなる機械部品であって、前記圧粉体の表面から深さ $300\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ の領域における前記酸化物皮膜の最大膜厚が $1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするものである。
- [0016] また、上記の目的を達成するためになされた本発明は、金属粉末を含む原料粉末を圧粉成形して圧粉体を得る工程と、前記圧粉体を酸化性雰囲気中で加熱処理することにより、前記金属粉末の粒子同士を、各粒子の表面に生成される酸化物皮膜を介して結合する工程とを経る機械部品の製造方法であって、前記圧粉体の表面から深さ $300\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ の領域における前記酸化物皮膜の最大膜厚が $1\mu\text{m}$ 以下となるように、前記加熱処理の条件を設定したことを特徴とするものである。
- [0017] このように、本発明では、圧粉体の内部、具体的には表面から深さ $300\mu\text{m}$ 付近、より具体的には表面から $300\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ の領域において、金属粉末の各粒子の表面に生成された酸化物皮膜の最大膜厚を $1\mu\text{m}$ 以下とした。本発明者らの検証によれば、このような極薄の酸化物皮膜でも、機械部品として必要な強度（具体的には、圧環強さ120MPa以上）が得られることが判明した。このように酸化物皮膜を薄くすることで、圧粉体の内部空孔が酸化物皮膜で埋められる割合が低減され、圧粉体の空孔率を十分に確保することができる。
- [0018] 上記機械部品において、圧粉体の表層（具体的には、表面から深さ 30μ

m以内の領域)における前記酸化物皮膜の最大膜厚は、圧粉体の内部(具体的には、表面から深さ $300\mu\text{m}\pm 10\mu\text{m}$ の領域)における前記酸化物皮膜の最大膜厚の2倍以上とすることが好ましい。このように、圧粉体の表層に形成される酸化物皮膜を厚くすることで、防錆性や耐食性の向上が期待できる。

[0019] 本発明に係る機械部品は、例えば、鉄のみを主成分とした圧粉体や、鉄及び銅を主成分とした圧粉体で構成することができる。

[0020] 圧粉体を加熱処理する際の酸化性雰囲気としては、例えば水蒸気雰囲気が考えられる。しかし、圧粉体を水蒸気雰囲気中で加熱すると、金属粉末の各粒子の表面に酸化物皮膜が生成されやすいため、圧粉体の内部における酸化物皮膜の厚さを $1\mu\text{m}$ 以下に制御することが困難となる。また、炉内に十分な量の水蒸気を導入し、且つ高温高压に保持するためには、設備が大掛かりになり、コスト高を招く。そこで、圧粉体の加熱処理は、水蒸気雰囲気よりも酸化物皮膜の生成速度が遅い酸化性雰囲気、具体的には、酸素又は空気、あるいはこれらに対して不活性ガスを混合した酸化性ガスの何れかの雰囲気中で行うことが好ましい。尚、空気雰囲気とは、炉内に純空気を供給した雰囲気や、雰囲気制御しない大気雰囲気を含む。

[0021] 上記のように、圧粉体の内部における酸化物皮膜を薄くすることで、圧粉体の空孔率を8%以上にすることが可能となる。

[0022] 上記の機械部品は、内部空孔に油が含浸された含油軸受、特に、軸受面に動圧溝等の動圧発生部が形成された含油軸受として好適に使用することができる。

発明の効果

[0023] 以上のように、本発明によれば、酸化物皮膜を介して金属粉末の粒子同士を結合した圧粉体からなる機械部品において、十分な強度を付与しつつ、内部空孔を確保することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の一実施形態に係る機械部品としての含油軸受の断面図である。

[図2A]上記含油軸受の表層における断面組織の写真である。

[図2B]上記含油軸受の表層から深さ300 μ m付近における断面組織の写真である。

[図3A]比較例に係る含油軸受の表層における断面組織の拡大写真である。

[図3B]図3Aの含油軸受の表層から深さ300 μ m付近における断面組織の拡大写真である。

[図4A]本発明の他の実施形態に係る含油軸受の断面組織の拡大写真である。

[図4B]図4Aの含油軸受の表層から深さ300 μ m付近における断面組織の拡大写真である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明に係る機械部品を、内部に油が含浸された含油軸受に適用した場合について説明する。

[0026] 図1に示す含油軸受1は、円筒状を成した圧粉体からなり、内部空孔に油が含浸されている。含油軸受1の内周面1aは、内周に挿入された軸2を支持する軸受面として機能する。軸2が回転すると、温度上昇に伴って含油軸受1の内部空孔に含浸された油が軸2との摺動部に滲み出し、これにより摺動部に常に潤沢な油が供給され、潤滑性が高められる。

[0027] 本実施形態の含油軸受1を構成する圧粉体は、鉄粉と銅粉とを主成分とする。図2A及び図2Bは、後述する実施例17に相当する圧粉体、具体的にはFe+60%Cu組成の圧粉体に、空気雰囲気中で500℃×30分の酸化処理を施したものの断面組織の拡大写真{FE-SEMのBSE（反射電子）像}である。図2Aは表層の断面写真、図2Bは内部（表面から深さ300 μ m付近）の断面写真である。図中、表面が比較的平滑な粒子（色合いが濃い方の粒子）が鉄粒子10であり、樹枝状の粒子（色合いが薄い方の粒子）が銅粒子20である。鉄粒子10及び銅粒子20の表面には、それぞれ鉄酸化物皮膜11及び銅酸化物皮膜21が生成されている。この酸化物皮膜11、21を介して、鉄粒子10同士、銅粒子20同士、あるいは鉄粒子10と銅粒子20とが結合されている。尚、全ての粒子同士が酸化物皮膜11

、21を介して結合されているわけではなく、一部の粒子同士は、酸化物皮膜11、21を介さずに直接接触し、融着している。

[0028] 図2Aに示す圧粉体の表層の断面写真では、鉄粒子10及び銅粒子20の表面に酸化物皮膜11、21が生成されていることがはっきりと確認できる。一方、図2Bに示す圧粉体の内部の断面写真では、酸化物皮膜の存在がほとんど確認できない。しかし、実物の圧粉体の破断面を目視で確認すると、内部にも酸化による黒色化が確認されたため、内部の各粒子の表面に酸化物皮膜が生成されていることは間違いない。これらから、圧粉体の内部では、膜厚が極小の酸化物皮膜が生成されていると考えられる。内部（例えば、表面から深さ300 μm ±10 μm の領域）における酸化物皮膜の最大膜厚は、図2Bで確認が困難な程度であることから、少なくとも1 μm 以下、あるいは0.5 μm 以下、さらには0.3 μm 以下であると考えられる。このように内部における酸化物皮膜の膜厚が極小であっても、含油軸受等の機械部品として要求される強度、具体的には圧環強さ120MPa以上を有している。尚、酸化物皮膜の「最大」膜厚とは、酸化物皮膜のうち、偶発的に形成された局所的な厚肉部を除く部分における最大膜厚を言うものとする。

[0029] このように、圧粉体の内部における酸化物皮膜の膜厚を極小とすることで、含油軸受1の空孔率を十分に確保することができる。具体的には、含油軸受1の空孔率を、8%以上、好ましくは11%以上とすることができる。これにより、含油軸受1の内部空孔に十分な量の油を含浸させることができる。また、強度を確保するためには、含油軸受1の空孔率を、27%以下、好ましくは24%以下とすることが望ましい。尚、空孔率の測定は、以下のような方法で行われる。JIS Z 2501:2000に記載のアルキメデス法で計測・算出した圧粉体の乾燥密度を $\rho(\text{dry})$ 、該圧粉体を構成する基材粉末（潤滑剤粉末は除く）の真密度を $\rho(\text{powder})$ としたとき、その密度比から下式により空孔率が算出される。

$$\text{空孔率}(\%) = 100 - \{ \rho(\text{dry}) / \rho(\text{powder}) \} \times 100$$

例えば、Fe粉のみから成る、加熱処理後の圧粉体の乾燥密度が5.8g

／ cm^3 の場合、空孔率は、 $100 - (5.8 / 7.87) \times 100 \div 26.3\%$ となる。

[0030] また、図2A及び図2Bから、圧粉体の表層（例えば、表面から深さ30 μm 以内の領域）における酸化物皮膜の最大膜厚が、内部における酸化物皮膜の最大膜厚よりも厚いことは明らかであり、少なくとも2倍以上、あるいは5倍以上、さらには10倍以上になっていると考えられる。このように、表層中の各粒子の表面に比較的厚い酸化物皮膜を形成することで、防錆効果や耐食性の向上が期待できる。以上のように、含油軸受1を構成する圧粉体の内部の酸化物皮膜を極薄にすると共に、表層の酸化物皮膜を厚くすることで、防錆性及び耐食性に優れ、且つ、潤滑性の高い含油軸受1を得ることができる。

[0031] 上記のような現象は、鉄粉を主体とする鉄系の圧粉体の場合でも確認されている。図3A、Bは、鉄粉のみからなる圧粉体を窒素雰囲気中で加熱処理を施したもの（後述する比較例9に相当）の断面組織の拡大写真であり、図4A、Bは、鉄粉のみからなる圧粉体を酸素分率20vol%の窒素／酸素2成分混合系雰囲気中で加熱処理を施したもの（後述する実施例26に相当）の断面組織の拡大写真である。図3A、4Aは表層、図3B、4Bは内部（表面から深さ300 μm 付近）の断面を示す。図3A、Bに示す圧粉体は、表層及び内部の何れにおいても、鉄粒子10の表面に酸化被膜は認められない。一方、図4A、Bに示す圧粉体は、表層及び内部の何れにおいても、鉄粒子10の表面に酸化被膜11が形成されている。図4A、Bに示す圧粉体の表層における酸化物被膜11が、内部における酸化物被膜よりも厚いことは明らかであり、少なくとも最大被膜が2倍以上となっている。これにより、上記と同様の効果を得ることができる。

[0032] 含油軸受1は、混合工程、圧粉工程、脱脂工程、酸化工程、含油工程を経て製造される。以下、各工程を詳しく説明する。

[0033] (1) 混合工程

混合工程は、各種金属粉末を混合し、原料粉末を作製する工程である。原

料粉末は、主成分として鉄粉又は銅粉あるいはこれらの双方を含み、本実施形態では鉄粉及び銅粉を含む。鉄粉は、製法（例えば、アトマイズ法、還元法、スタンプ法、カルボニル法など）を問わず使用可能である。銅粉も、製法（電解法、アトマイズ法、還元法、スタンプ法など）を問わず使用可能である。また、主成分が鉄または銅である合金粉（例えば、予合金化したプレアロイ粉、部分的に拡散合金化させた部分拡散合金粉）や、複数種の金属粉を事前に混合したプレミックス粉を使用することも可能である。また、潤滑性向上や高強度化などのため、S n、Z nなどの低融点金属粉末や、黒鉛やカーボンブラックなどの炭素系粉末を原料粉末に添加してもよい。

[0034] さらに、後述する圧粉工程における原料粉末と金型との潤滑、あるいは原料粉末同士の潤滑を担保するべく、潤滑剤を原料粉末に添加してもよい。潤滑剤としては、金属セッケンやアミドワックスなどが使用できる。潤滑剤は、粉末として原料粉末に混合する他、上記に挙げた潤滑剤を溶剤に分散させ、金属粉末に噴霧又は浸漬させ、溶剤成分を揮発・除去することで、潤滑剤を金属粉末の表面に被覆させてもよい。

[0035] （２）圧粉工程

圧粉工程は、上記混合工程で作製した原料粉末を金型に供給し、圧粉成形することで、円筒状の圧粉体を得る工程である。圧粉工程の手法は特に問わず、一軸加圧成形の他、多軸CNCプレスによる成形、射出成形（MIM）などが適用可能である。

[0036] 通常、焼結部品においては密度が高い方が強度は向上する。しかし、本実施形態のように、圧粉体に酸化処理を施すことで高強度化を図る場合は、圧粉密度が高すぎると、圧粉体内部まで空気等の酸化性ガスが侵入できず、酸化皮膜の形成が圧粉体のごく表層に限られるため、却って強度が低下する恐れがある。この点に鑑み、圧粉密度は、 7.2 g/cm^3 以下、好ましくは 7.0 g/cm^3 以下とするのがよい。一方、圧粉密度が低すぎると、取扱い時に欠けや割れが発生してしまう（ラトラ値が大きい）、粒子間距離が長過ぎて酸化皮膜が粒子間にわたって形成されない、といった懸念がある。こ

の点に鑑み、圧粉密度は、 5.8 g/cm^3 以上、好ましくは 6.0 g/cm^3 以上とするのがよい。尚、圧粉密度の測定は、寸法測定法による。

[0037] (3) 脱脂工程

脱脂工程は、圧粉体を加熱して、圧粉体に含まれる潤滑剤成分を除去（脱ろう）する工程である。本実施形態の脱脂工程は、潤滑剤の分解温度より高く、後述の酸化工程よりも低い温度で行われ、例えば 350°C で90分間加熱される。従来の手法では、圧粉体に含まれる潤滑剤成分は、焼結工程において高温に保持されるために分解し、焼結後の製品中には含まれない。しかし、本発明を適用した場合、圧粉体の密度や処理温度、保持時間によっては潤滑剤成分が残存し得る。そのため、酸化処理に先立ち、あらかじめ潤滑剤成分を分解・除去するための脱脂工程を設け、脱脂工程後に連続して同じ雰囲気中で酸化処理をする、といった手法を取ることが望ましい。ただし、脱脂工程を設けずに、潤滑剤を含有したまま酸化処理をしても、高強度化が図れることは確認済みである。また、脱脂工程を、別途の加熱装置を用いて、酸化工程とは異なる雰囲気（例えば、不活性ガスや還元性ガス、真空中など）で実施してもよい。

[0038] (4) 酸化工程

酸化工程は、圧粉体を酸化性雰囲気中で加熱して、金属粉末（特に主成分となる鉄粉及び銅粉）の各粒子の表面に酸化物皮膜を生成させ、この酸化物皮膜を介して粒子同士を結合することで、圧粉体の強度を高める工程である。本実施形態では、上記で示した酸化物皮膜が得られるように、酸化工程の処理条件（加熱温度、加熱時間、加熱雰囲気）が設定される。具体的に、本実施形態の酸化工程における加熱温度は、 350°C 以上、好ましくは 450°C 以上に設定される。また、加熱温度が高すぎると、圧粉体の寸法変化が大きくなるため、加熱温度は 600°C 以下とすることが好ましい。加熱時間は、5分～2時間の範囲で、適宜設定される。加熱雰囲気は、積極的な酸化を促すために酸化性雰囲気とされる。ただし、水蒸気雰囲気は、酸化物皮膜の生成速度が速く、内部における膜厚が $1 \mu\text{m}$ を超えやすいため、これよりも

酸化物皮膜の生成速度が遅い酸化性雰囲気とすることが好ましい。具体的には、空気又は酸素、あるいはこれらに窒素やアルゴンなどの不活性ガスを混合した酸化性ガスの何れかの雰囲気中で加熱することが好ましい。尚、加熱雰囲気中の酸素分率が2 vol %以上であれば、含油軸受などの機械部品として使用に耐える、圧環強さ120 MPa以上の強度が得られる。

[0039] 鉄粉の表面に形成される鉄酸化物皮膜は、 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 、 FeO の2種類以上の混相である。銅粉の表面に形成される銅酸化物皮膜は、 CuO 、 Cu_2O 、 Cu_{2+1}O の2種類以上の混相である。これらの酸化物皮膜の比率は、材料および処理条件によって異なる。

[0040] この酸化工程により、金属粉末の各粒子の表面に生成される酸化物皮膜が、金属粉末の粒子間に行き渡ってネットワークを形成することで、従来のような高温での焼結による結合力を代替し、圧粉体が高強度化される。また、本実施形態では、主成分となる鉄粉及び銅粉の全粒子が酸化物皮膜を介して接合されているわけではなく、一部の粒子同士が酸化物皮膜を介することなく直接接触して融着している。酸化工程を経た圧粉体の強度は、含油軸受や摺動部材等の焼結機械部品に必要とされる強度、具体的には圧環強さ120 MPa以上、好ましくは150 MPa以上とされる。

[0041] 上記の酸化工程による高強度化は、従来の一般的な焼結部材で使用される、鉄又は銅あるいはこれらの双方を種々の割合で混合した材質（鉄系、銅系、鉄－銅系、又は銅－鉄系）の圧粉体に適用できる。従って、上記の酸化工程は、銅と鉄の配合比率に関わらず適用することができ、例えば銅の比率が50 wt. %以上の銅鉄系の圧粉体にも適用できる。

[0042] 上記の酸化工程は、従来の高温での焼結工程と比べて処理温度が低いため、寸法変化が小さく、材質、処理条件、製品形状、寸法等によってはその後の矯正（サイジング）工程を省略することが可能となる。これに伴い、製造工程が短縮化され、コストが低減できると共に、製品及び圧粉成形用の金型の設計が容易になる。

[0043] 上記の酸化工程は、圧粉体の形状や寸法によらず適用可能である。また、

酸化工程を施した圧粉体の表面は酸化物皮膜で覆われるため、防錆効果が高く、場合によっては防錆処理が不要となる。また、酸化工程の処理温度が比較的低いいため、この処理温度を超える温度で変性、分解するような添加剤（例えば摺動性や潤滑性を有する材料）を添加して、製品の高機能化を図ることも可能である。

[0044] （５）含油工程

含油工程は、酸化処理を施した圧粉体の内部空孔に潤滑油を含浸させる工程である。具体的には、減圧環境下で圧粉体を潤滑油中に浸漬した後、大気圧に戻すことにより、圧粉体の内部気孔に潤滑油が入り込む。このとき、圧粉体の金属粉末の内部に形成される酸化物皮膜の膜圧が $1\ \mu\text{m}$ 以下であることで、圧粉体の空孔率が十分に確保されるため、圧粉体の内部に十分な量の油を含浸させることができる。以上により、本実施形態に係る含油軸受１が完成する。

[0045] 上記の含油軸受は、軸を接触支持するものに限らず、軸との間のラジアル軸受隙間に満たされた油の動圧作用で軸を非接触支持するものであってもよい。この場合、含油軸受の内周面に、動圧発生部（例えば、ヘリングボーン形状やスパイラル形状等の動圧溝）を形成してもよい。

[0046] 本発明に係る圧粉体からなる機械部品は、十分な強度を有しているため、軟磁性材料等のそれ程高い強度が求められていない分野に限らず、上記実施形態のような含油軸受や他の摺動部材、あるいは摺動面に樹脂層を形成した複合軸受の金属基体に適用することができる。

実施例 １

[0047] 上記の機械部品の製造方法において、好ましい条件を確認するために、以下の試験を行った。いずれの試験においても、金属粉末として還元鉄粉及び電解銅粉を、圧粉成形用潤滑剤としてアミドワックス系粉末潤滑剤を用いた。また、いずれの圧粉体も、SKD11製金型を用いたフローティングダイ方式による一軸加圧成形によって、内径 $\phi 6\text{mm}$ ×外径 $\phi 12\text{mm}$ ×軸方向長さ 5mm となるように成形した。潤滑剤は、金属粉合計重量に対して0.

7 wt.%添加した。特に記載のない場合、加熱には雰囲気調整が可能なバッチ式加熱炉を用いた。加熱時の酸化性ガスの流量は0.1 L/min、その他不活性または還元性ガスの流量は2.0 L/minとした。加熱時の昇温速度は10°C/min、冷却は室温となるまで炉冷とした。

[0048] 種々の条件を変更させて得られた試験片は、JIS Z 2507に記載の方法に従って測定、算出した圧環強さによって評価した。評価に用いたのは試験片3個について測定した圧環強さの平均値である。使用した試験装置は、株式会社島津製作所製、オートグラフAG-5000Aである。圧環強さとは、圧環荷重から一定の方法で求められる円筒状圧粉体の強さをいい、圧環荷重とは、円筒形の圧粉体を軸に平行な二面で圧縮して割れが生じ始めたときの荷重をいう。圧環強さ（単位：MPa）の判定基準は、120未満で不可（バツ）、120以上150未満で可（丸）、150以上で良（二重丸）とした。尚、各試験片のうち、圧環強さが120 MPa以上のもの（可あるいは良）を実施例、圧環強さが120 MPa未満のもの（不可）を比較例とした。以下に各試験の詳細について記述する。

[0049] (ア) 圧粉密度の検討

基材金属粉として還元鉄粉のみを用い、寸法測定法による圧粉密度が5.5～7.4 g/cm³の圧粉体を作製し、純空気で置換した炉中において、350°C×90分間潤滑剤を脱ろうさせた後に500°Cで30分間加熱、酸化させた。条件および評価結果を表1に記載する。

[0050] [表1]

	材質	圧粉密度 g/cm ³	加熱条件 °C×分	雰囲気	圧環強さ MPa	判定
比較例1	Feのみ	5.5	500×30	純空気	103	×
比較例2		7.4			110	×
実施例1		5.8			145	○
実施例2		6.0			160	◎
実施例3		6.5			165	◎
実施例4		7.0			153	◎
実施例5		7.2			142	○

[0051] 圧粉密度が 5.5 g/cm^3 未満の低密度であると、加熱する前の状態の圧粉体の強度が不足し、加熱前のハンドリング時に欠けや割れが発生しやすい（ラトラ値が大きい）。また、このような低密度の圧粉体を純空气中で加熱しても、圧環強さは高々 100 MPa 程度であり、すべり軸受やその他の機械部品として使用するのに耐える 120 MPa には満たない。

[0052] 一方、圧粉密度が 5.8 g/cm^3 を超えると前述のような欠けや割れが発生しにくくなり、且つ、加熱処理後の圧環強さは 120 MPa を超える水準となる。通常の焼結部品であれば、圧粉体を高密度化するほど高強度化するが、本発明では、粒子間の融着以上に、酸化物皮膜同士のネットワーク形成による高強度化が支配的である。このため、密度が高すぎると圧粉体内部まで十分な酸素が供給されず、酸化物皮膜の形成が圧粉体表層領域に限定されてしまい、却って強度は低下する傾向にある。さらに密度を 7.4 g/cm^3 まで高めると、圧環強さは 110 MPa まで低下した。

[0053] 以上の結果から、圧粉密度が $5.8 \sim 7.2 \text{ g/cm}^3$ の範囲では、圧粉体の圧環強さは 120 MPa 以上を有しており、さらに圧粉密度が $6.0 \sim 7.0 \text{ g/cm}^3$ の範囲では、同 150 MPa を超えている。従って、圧粉密度は、 $5.8 \sim 7.2 \text{ g/cm}^3$ 、好ましくは $6.0 \sim 7.0 \text{ g/cm}^3$ の範囲が適正と言える。

[0054] (イ) 加熱温度・時間の検討

上述の実施例2と同じ、密度 6.0 g/cm^3 の純鉄粉から成る圧粉体を種々の温度および時間、純空气中で加熱し、圧環強さに与える影響を調査した。加熱時の最高温度および時間を除く条件は実施例2と同等である。条件および評価結果を表2に記載する。

[0055]

[表2]

	材質	圧粉密度 g/cm ³	加熱条件 °C × 分	雰囲気	圧環強さ MPa	判定
比較例3	Feのみ	6.0	未処理	—	15	×
比較例4			300 × 30	純空気	76	×
比較例5			500 × 1		82	×
実施例6			350 × 30		122	○
実施例7			400 × 30		138	○
実施例8			450 × 30		152	◎
実施例2			500 × 30		160	◎
実施例9			600 × 30		190	◎
実施例10			500 × 5		154	◎
実施例11			500 × 30		160	◎
実施例12			500 × 120		171	◎

[0056] まず未処理（圧粉体まま）では圧環強さ 15 MPa と非常に低い。また、300℃では強度の向上が不十分であり、100 MPa 未満であった。一方、350℃以上にすることで120 MPa 以上まで高強度化し、さらに450～600℃の範囲では150 MPa 以上まで高強度化した。また、処理温度を500℃としても、処理時間が1分では十分高強度化せず80 MPa 程度であった。しかし、5分以上に延長することで、いずれも150 MPa 以上に高強度化した。以上の結果から、加熱温度は350℃以上、好ましくは450℃以上とし、処理時間は5分間以上とすることが適正と言える。

[0057] (ウ) 処理雰囲気の検討

上述の実施例2と同じ、密度 6.0 g/cm³ の純鉄粉から成る圧粉体を種々の雰囲気中で加熱し、加熱処理時の雰囲気が圧環強さに与える影響を調査した。加熱時の雰囲気を除く条件は実施例2と同等である。また、実施例14に記載した大気とは、実施例2の純空気と異なり、純空気のガスを供給したのではなく、雰囲気制御なしのバッチ式大気炉中で加熱したことを意味する。条件および評価結果を表3に記載する。

[0058]

[表3]

	材質	圧粉密度 g/cm ³	加熱条件 °C × 分	雰囲気	圧環強さ MPa	判定
比較例6	Feのみ	6.0	500 × 30	水素	42	×
比較例7				窒素	37	×
実施例2				純空気	160	◎
実施例13				酸素	178	◎
実施例14				大気	162	◎

[0059] 加熱時の雰囲気を水素（還元性）および窒素（不活性）とした際には、加熱処理前の 15 MPa から比較すると 2 倍以上に向上してはいるものの、必要水準である 120 MPa には遠く及ばない。一方、酸素および酸素を含む純空気あるいは大気雰囲気では、150 MPa 以上の圧環強さを示し、十分高強度化していることが分かる。

[0060] ここで、（イ）加熱温度・時間の検討結果も含めて考えると、不活性ガスまたは還元性ガスでの強度向上は、一部鉄粉間の融着に由来するものと考ええる。しかしこの融着は低温では起きないため、300°C で加熱した比較例3では強度が十分向上しなかったと考えられる。非酸化性ガス中においても、処理温度を上げれば120 MPa 以上まで高強度化すると考えられるが、実施例2、13、14の水準の強度を得るには、従来の焼結と同等水準の高温加熱が必要になる可能性が高い。一方、比較例6、7と同じ加熱条件で実施例2、13、14が150 MPa 以上の圧環強さを示したことから、鉄粉間の融着に加えて、酸化性雰囲気中での加熱により酸化物皮膜のネットワークも粒子間に形成されることが、高強度化には必要であると言える。

[0061] 以上より、600°C 以下の低温で十分高強度化させるには、酸素または酸素と不活性ガスの混合ガスのような酸化性雰囲気が重要と言える。

[0062] さらに、加熱処理時の雰囲気中の酸素分率が圧環強さに与える影響を調査した。上述の実施例3と同じ、密度 6.5 g/cm³ の純鉄粉から成る圧粉体を加熱処理する際、処理雰囲気を窒素／酸素の2成分系とし、その体積分率を変化させた。窒素／酸素2成分の合計流量を 2.0 L/min に統一し、各成分の流量比を変えることで雰囲気を調整した。なお、加熱時の雰囲気を

除く脱脂条件や昇降温条件は実施例 3 と同等である。条件および評価結果を表 4 に記載する。

[0063] [表4]

	材質	圧粉密度, g/cm ³	加熱条件 °C × 分	酸素分率, vol. %	ガス流量, L/min		圧環強さ, MPa	判定
					窒素	酸素		
比較例9	Feのみ	6.5	500 × 30	0	2	0	45	×
実施例23				2	1.96	0.04	150	◎
実施例24				5	1.9	0.1	176	◎
実施例25				10	1.8	0.2	173	◎
実施例26				20	1.6	0.4	179	◎
実施例27				50	1	1	184	◎
実施例28				100	0	2	186	◎

[0064] 処理雰囲気中の酸素分率が 2 vol % 以上であれば、圧環強さは 150 MPa 以上の水準となった。また、酸素分率の増大に伴って、強度は概ね向上しているが、5 vol % 以上、特に 10 vol % 以上では、強度の向上は緩やかになっている。酸素分率が低い方が、圧粉体の内部における酸化被膜を薄くして内部空孔を確保することができる。従って、処理雰囲気中の酸素分率を 2 vol % 以上 10 vol % 以下（好ましくは 5 vol % 以下）とすれば、十分な強度及び空孔率を有する圧粉体を得ることができると言える。

[0065] (エ) 材質の検討

上述の実施例 2 を基に、電解銅粉を 20 ～ 80 wt. % 添加した実施例 15 ～ 18 を用意し、圧粉密度 6.0 g/cm³ の圧粉体を得た。また、鉄、銅を主成分とせず、酸化物皮膜を形成させ得る材質として純 Al 粉末の圧粉体を用意し、比較例 8 とした。ただし、Al 粉は真密度が低い上に圧粉成形が困難であることから、圧粉密度は 1.9 g/cm³ であった。圧粉体の材質および比較例 8 の密度を除く条件は、実施例 2 と同等である。条件および評価結果を表 5 に記載する。

[0066]

[表5]

	材質	圧粉密度 g/cm ³	加熱条件 ℃×分	雰囲気	圧環強さ MPa	判定
比較例8	Alのみ	1.9	500×30	純空気	41	×
実施例2	Feのみ	6.0			160	◎
実施例15	Fe+20%Cu				152	◎
実施例16	Fe+40%Cu				147	○
実施例17	Fe+60%Cu				134	○
実施例18	Fe+80%Cu				128	○

[0067] 鉄または銅を主成分とする実施例2、15～18は120MPa以上を示しており、銅比率が20wt.%以下の場合には150MPa以上であった。一方、酸化雰囲気中での加熱により、鉄粉の場合と同様に酸化物皮膜の形成とそれに伴う高強度化が期待された比較例8では、40MPa程度の圧環強さに留まった。

[0068] 以上より、本手法は酸化物皮膜を形成し得る金属全てに適用できるわけではなく、鉄または銅を主成分とした際に顕著であると言える。ただし、今後の調査によって、その他金属を主成分とした際でも高強度化できる事例が見つかる可能性がある。

[0069] (オ) 潤滑剤の脱ろう工程（脱脂工程）の有無の検討

上述の実施例2では、酸化物皮膜を形成させるための純空気中での加熱工程に先立ち、同じく純空気中で成形用潤滑剤を脱ろうしていた。ここでは各種雰囲気において事前に潤滑剤を脱ろうさせた場合、または事前の脱ろう工程を踏むことなく加熱した際の結果から、脱ろう条件について検討した。加熱前の脱ろう工程を除く条件は実施例2と同等である。条件および評価結果を表6に記載する。

[0070] [表6]

	材質	圧粉密度 g/cm ³	加熱条件 °C×分	雰囲気	脱脂工程	圧環強さ MPa	判定
実施例2	Feのみ	6.0	500×30	純空気	有(純空気中)	160	◎
実施例19					有(窒素中)	172	◎
実施例20					有(真空中)	180	◎
実施例21					無	133	○

[0071] 成形用潤滑剤の脱ろう工程の有無や、脱ろう時の雰囲気によらず、いずれも 120 MPa 以上の圧環強さを有していた。ただし、脱ろう工程の無い実施例 21 よりも脱ろう工程有の実施例 2、19、20の方が強度が高かった。また、圧粉体内部に残存する潤滑剤の量（残渣）が最も少ないと推測される、真空中で脱ろうした実施例 20 が 180 MPa 程度まで最も高強度化したことから、潤滑剤の除去が高強度化には有用であると言える。

符号の説明

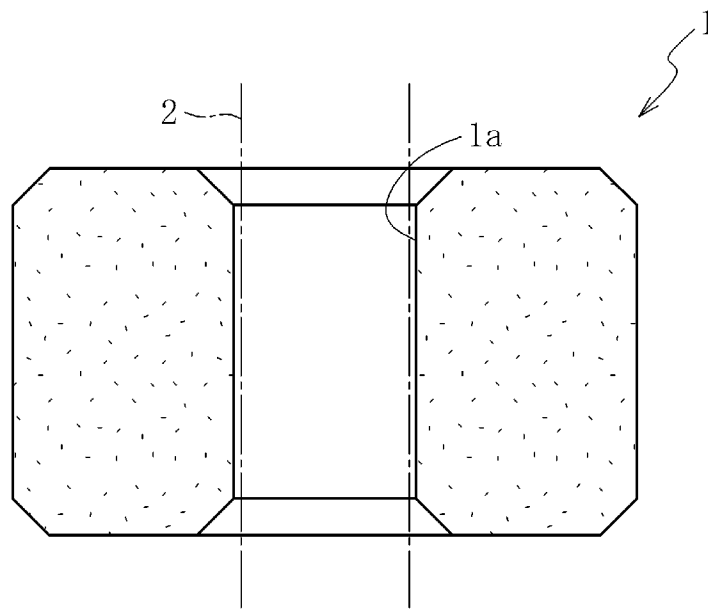
- [0072] 1 含油軸受
2 軸
10 鉄粒子
11 鉄酸化物皮膜
20 銅粒子
21 銅酸化物皮膜

請求の範囲

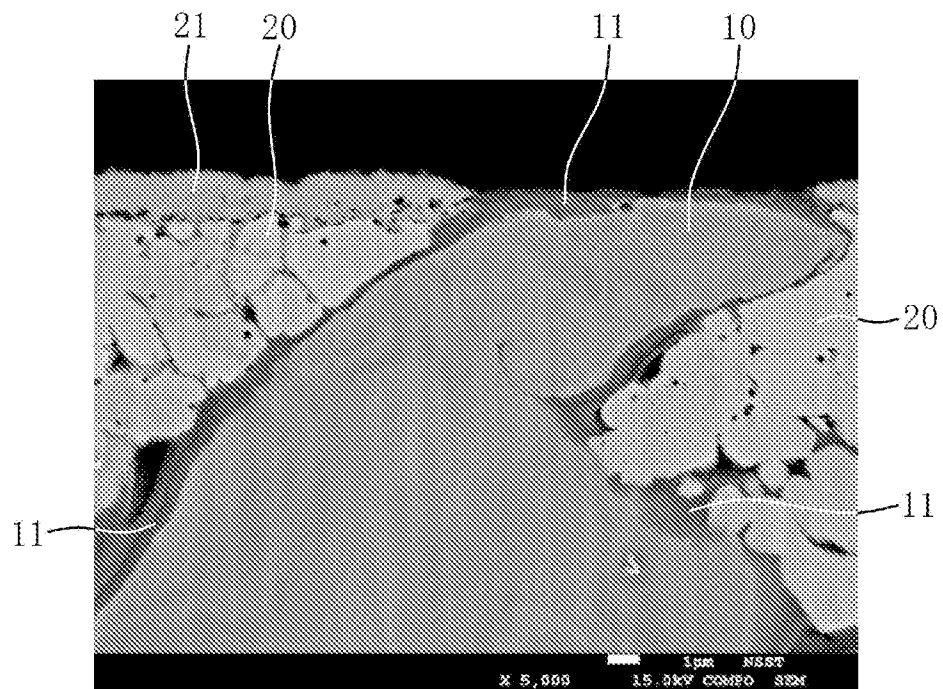
- [請求項1] 金属粉末の粒子同士が、各粒子の表面に生成された酸化物皮膜を介して結合された圧粉体からなる機械部品であって、
前記圧粉体の表面から深さ $300\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ の領域における前記酸化物皮膜の最大膜厚が $1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする機械部品。
- [請求項2] 前記圧粉体の表面から深さ $30\mu\text{m}$ 以内の領域における前記酸化物皮膜の最大膜厚が、前記圧粉体の表面から深さ $300\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ の領域における前記酸化物皮膜の最大膜厚の2倍以上である請求項1に記載の機械部品。
- [請求項3] 前記圧粉体の主成分が鉄及び銅である請求項1又は2に記載の機械部品。
- [請求項4] 前記圧粉体の空孔率が8%以上である請求項1～3の何れか1項に記載の機械部品。
- [請求項5] 内周面に軸受面を有し、内部空孔に油が含浸された含油軸受として使用される請求項1～4の何れか1項に記載の機械部品。
- [請求項6] 前記軸受面に動圧発生部が形成された請求項5に記載の機械部品。
- [請求項7] 金属粉末を含む原料粉末を圧粉成形して圧粉体を得る工程と、
前記圧粉体を酸化性雰囲気中で加熱処理することにより、前記金属粉末の粒子同士を、各粒子の表面に生成される酸化物皮膜を介して結合する工程とを経る機械部品の製造方法であって、
前記圧粉体の表面から深さ $300\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ の領域における前記酸化物皮膜の最大膜厚が $1\mu\text{m}$ 以下となるように、前記加熱処理の条件を設定したことを特徴とする機械部品の製造方法。
- [請求項8] 前記加熱処理が、酸素又は空気、あるいはこれらに対して不活性ガスを混合した酸化性ガスの何れかの雰囲気中で行われる請求項7に記載の機械部品の製造方法。
- [請求項9] 前記酸化性ガスに含まれる酸素が10vol%以下である請求項8

に記載の機械部品の製造方法。

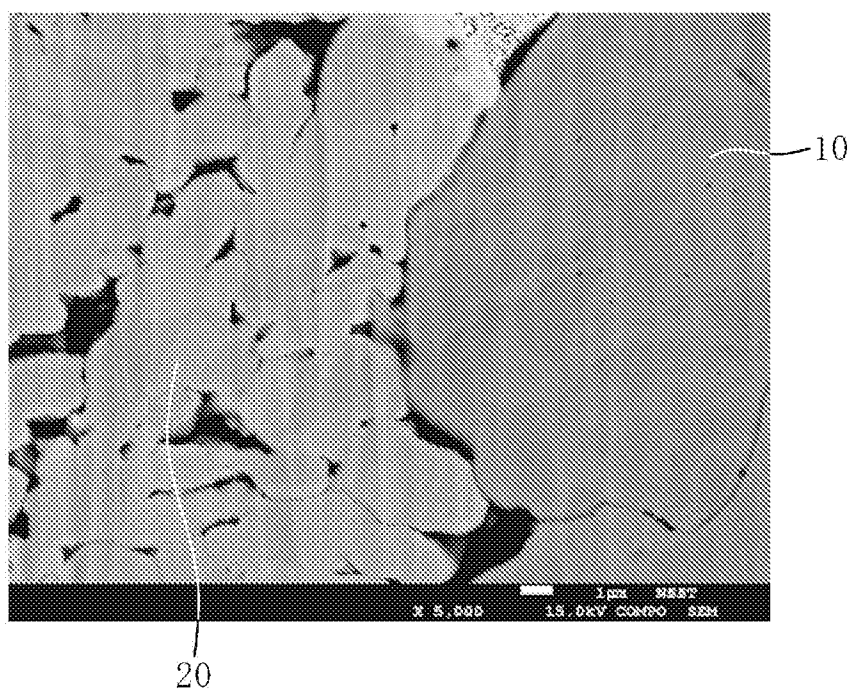
[図1]



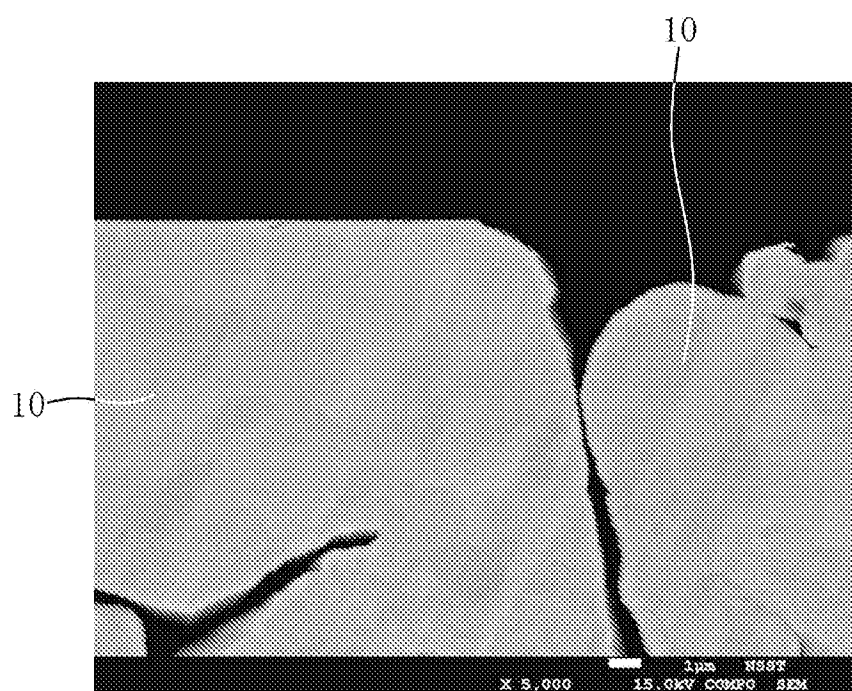
[図2A]



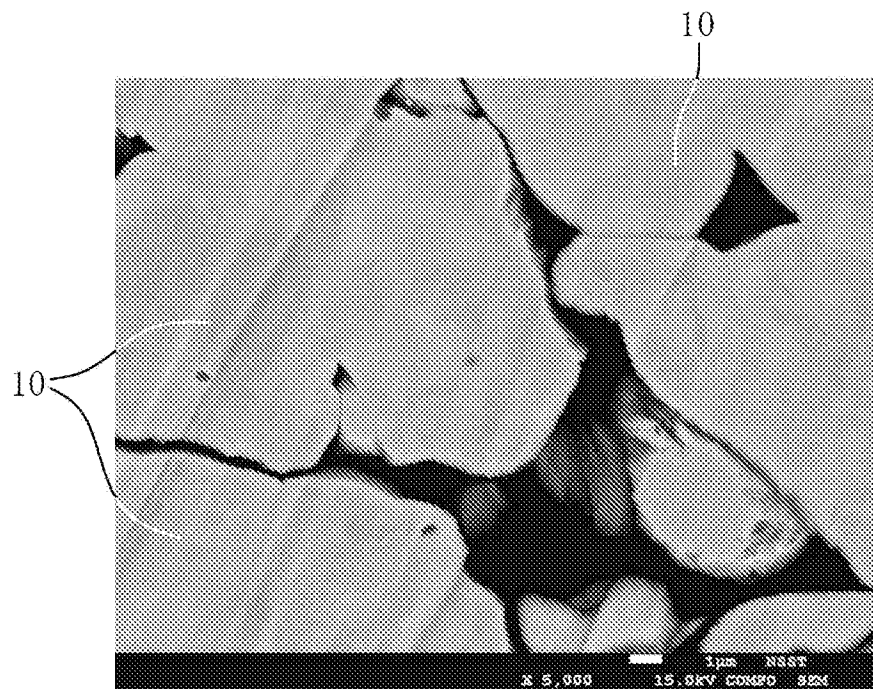
[図2B]



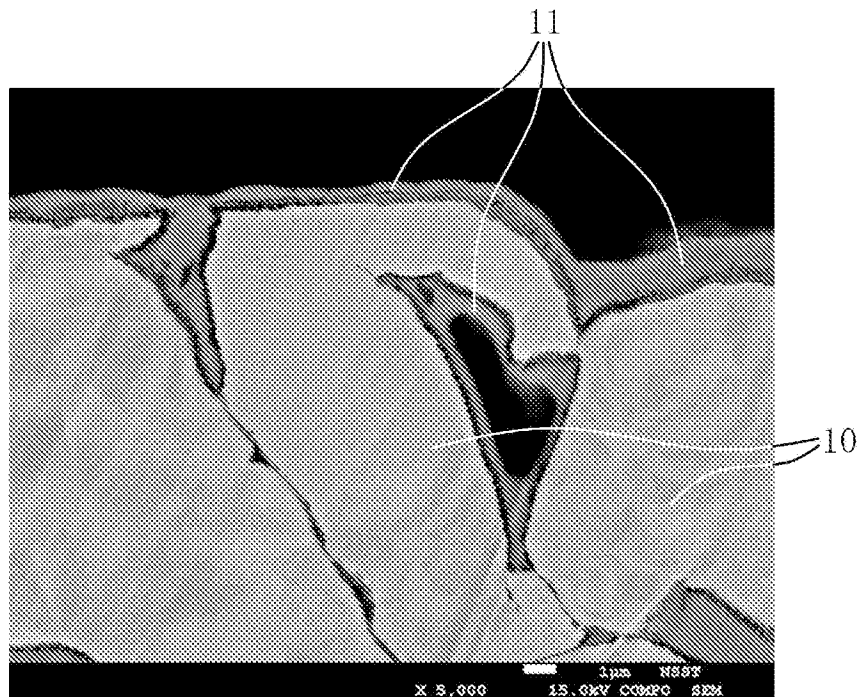
[図3A]



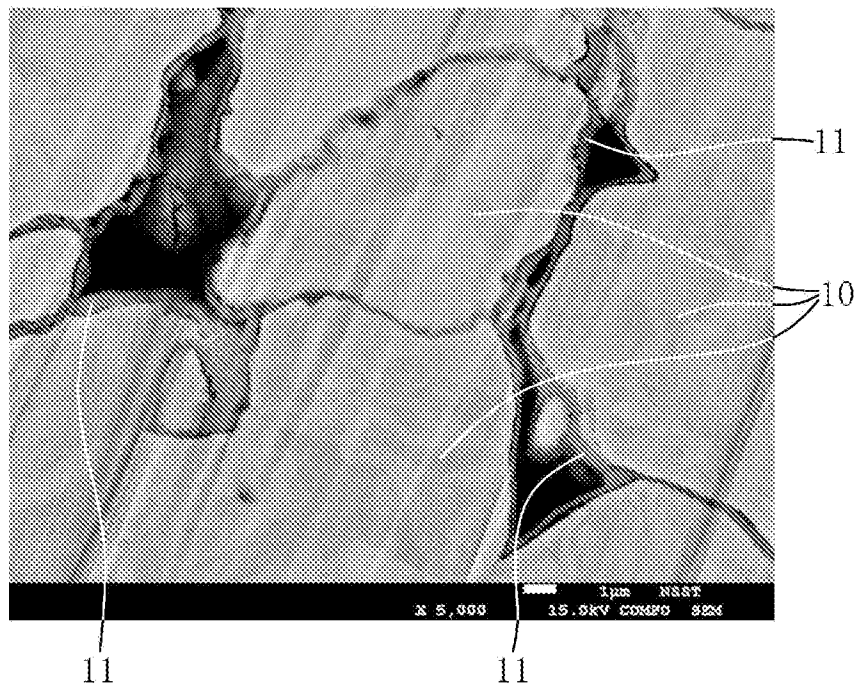
[図3B]



[図4A]



[図4B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058142

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22F3/11(2006.01)i, C22C1/05(2006.01)i, C22C1/08(2006.01)i, C22C33/02(2006.01)i, F16C33/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B22F3/11, C22C1/05, C22C1/08, C22C33/02, F16C33/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 57-063602 A (Alliages Frittes SA), 17 April 1982 (17.04.1982), claims; page 2, lower right column; page 3, upper left column & EP 45706 B1 & FR 2487235 A1 & ES 8205608 A1 & CA 1182310 A & LU 83508 A1 & IT 1194144 B	1-11
Y	JP 2014-240518 A (Sumitomo Electric Sintered Alloy, Ltd.), 25 December 2014 (25.12.2014), claims (Family: none)	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 May 2016 (17.05.16)

Date of mailing of the international search report
31 May 2016 (31.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B22F3/11(2006.01)i, C22C1/05(2006.01)i, C22C1/08(2006.01)i, C22C33/02(2006.01)i, F16C33/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B22F3/11, C22C1/05, C22C1/08, C22C33/02, F16C33/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 57-063602 A（アリアジュ・フリッテ・ソシエテ・アノニム） 1982.04.17, 特許請求の範囲、第2頁右下欄、第3頁左上欄 & EP 45706 B1 & FR 2487235 A1 & ES 8205608 A1 & CA 1182310 A & LU 83508 A1 & IT 1194144 B	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- | | |
|---|---|
| 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの |
| 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの |
| 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

17.05.2016

国際調査報告の発送日

31.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

米田 健志

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

4 X

8924

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-240518 A (住友電工焼結合金株式会社) 2014. 12. 25, 特許 請求の範囲 (ファミリーなし)	1 - 1 1