

(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
2020年10月29日(29.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/217618 A1

(51) 国際特許分類:

B22F 1/00 (2006.01) *C10M 105/22* (2006.01)
B22F 3/02 (2006.01) *C10M 105/32* (2006.01)
C10N 20/00 (2006.01) *C10M 105/58* (2006.01)
C10N 40/20 (2006.01) *C10M 105/68* (2006.01)
C22C 33/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/003003

(22) 国際出願日: 2020年1月28日(28.01.2020)

(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 2019-082258 2019年4月23日(23.04.2019) JP
PCT/JP2019/028551 2019年7月19日(19.07.2019) JP

(71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 島本 葉菜子(SHIMAMOTO Hanako); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 松岡 良輔(MATSUOKA Ryouzuke); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 芦塚 康佑(ASHIZUKA Kohsuke); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 宇波 繁(UNAMI Shigeru); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉 村 憲 司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館3 6階 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: MIXED POWDER FOR POWDER METALLURGY

(54) 発明の名称: 粉末冶金用混合粉

(57) Abstract: This mixed powder for powder metallurgy contains (a) an iron-based powder and (b) a lubricant, and combines fluidity of the mixed powder, ejectability during casting, and compressibility of the cast body. The (b) lubricant comprises a low-melting-point lubricant having a melting point of 86°C or lower and a high-melting-point lubricant having a melting point of over 86°C. The low-melting-point lubricant has at least one group selected from the group consisting of an amide group, an ester group, an amino group, and a carboxyl group. The proportion of the low-melting-point lubricant (b) relative to the entirety of the lubricant is 5% by mass or more but less than 90% by mass. When (b1) bound lubricant is defined as the (b) lubricant adhered to the surface of the (a) iron-based powder, and (b2) free lubricant is defined as the (b) lubricant not adhered to the surface of the (a) iron-based powder, the ratio of the mass of the (b2) free lubricant with respect to the mass of the (b1) bound lubricant is between 0 and 15 inclusive, and the amount of the low-melting-point lubricant contained as the (b2) free lubricant is less than 0.10 parts by mass, with respect to 100 parts by mass of the iron-based powder.

(57) 要約: 混合粉の流動性、成型時の抜出性、および成型体の圧縮性を兼ね備えた (a) 鉄基粉末および (b) 潤滑剤を含有する粉末冶金用混合粉であって、 (b) 潤滑剤は、融点が86℃以下である低融点潤滑剤と融点が86℃超である高融点潤滑剤とからなり、低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも1つを有し、 (b) 潤滑剤の全体に対する低融点潤滑剤の割合が5質量%以上90質量%未満であり、 (a) 鉄基粉末の表面に付着している (b) 潤滑剤を (b1) 結合潤滑剤、 (a) 鉄基粉末の表面に付着していない (b) 潤滑剤を (b2) 遊離潤滑剤としたとき、 (b1) 結合潤滑剤の質量に対する (b2) 遊離潤滑剤の質量の比が0以上15以下であり、 (b2) 遊離潤滑剤として含まれる低融点潤滑剤の量が、鉄基粉末100質量部に対して0.10質量部未満である、粉末冶金用混合粉。

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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).

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：粉末冶金用混合粉

技術分野

[0001] 本発明は、粉末冶金用混合粉 (mixed powder for powder metallurgy) に関し、特に、流動性と、成形時の抜出し性および圧縮性に優れた粉末冶金用混合粉に関する。

背景技術

[0002] 粉末冶金技術は、複雑な形状の部品を、製品形状に極めて近い形状に成形でき、しかも高い寸法精度で製造できる手法であり、粉末冶金技術によれば切削コストを大幅に低減することができる。そのため、粉末冶金製品は各種の機械や部品として、多方面に利用されている。

[0003] 粉末冶金では、主原料となる鉄基粉末 (iron-based powder) に、必要に応じて銅粉、黒鉛粉、リン化鉄粉などの合金用粉末や、Mn S等の切削性改善用粉末、及び潤滑剤を混合した、混合粉（以下、「粉末冶金用混合粉」または単に「混合粉」という）が用いられる。

[0004] このような粉末冶金用混合粉を成形して製品を製造する上で、該粉末冶金用混合粉に含まれる潤滑剤が果たす役割は極めて大きい。以下、潤滑剤の作用について説明する。

[0005] まず、潤滑剤は、混合粉を金型で成形する際の潤滑作用を有している。この作用は、さらに次の2つに大別される。一つは、混合粉に含まれる粒子間の摩擦を低減する作用である。成形時、潤滑剤が粒子間に入りこんで摩擦を小さくすることにより、粒子の再配列が促される。もう一つは、成形に用いられる金型と粒子との間の摩擦を低減する作用である。金型表面に存在する潤滑剤が該金型と粒子との間に入り込むことで、金型－粒子間の摩擦が低減される。上記2つの作用により、成形時に混合粉を高い密度まで圧縮することが可能となる。

[0006] さらに、潤滑剤は、金型内で圧縮成形された混合粉（成型体）を金型から

取り出す（拔出す）際にも潤滑作用を発揮する。一般的に、成型体の金型からの拔出しは、パンチによって押し出すことによって行われるが、成型体と金型表面との摩擦により大きな摩擦抵抗が生じる。この際にも、混合粉に含まれる潤滑剤のうち、金型表面に存在するものによって摩擦力が低減される。

[0007] このように、粉末冶金用混合粉に含まれる潤滑剤は、成形時に非常に大きな役割を果たす。しかし、潤滑剤が必要となるのは成形と、金型からの拔出しが終わるまでであり、それ以降は不要であるだけでなく、成型体の焼結時には消失して、最終的な焼結体には残留しないことが求められる。

[0008] また、一般に潤滑剤は鉄基粉末に比べて付着力が強いため、混合粉の流動性を悪化させる。さらに潤滑剤は、比重が鉄基粉末に比べ小さいため、多量に添加すると成型体の密度が低下するという問題がある。

[0009] さらに、粉末冶金用混合粉において用いられる潤滑剤には、結合剤として機能することが求められる場合がある。ここで、結合剤とは、主成分である鉄基粉末の表面に、添加成分である合金用粉末などを付着させるための成分を指す。一般的な粉末冶金用混合粉は、鉄基粉末に、合金用粉末、切削性改善用粉末、及び潤滑剤などの添加成分を混合しただけであるが、このような状態の混合粉では、混合粉の内部で各成分が偏析する場合がある。特に、合金用粉として一般的に用いられる黒鉛粉は、他の成分に比べて比重が小さいため、混合粉を流動させたり、振動させたりすること容易に偏析する。このような偏析を防止するために、鉄基粉末の表面に結合剤を介して添加成分を付着させることが提案されている。このような粉末は、粉末冶金用混合粉の1種であるが、偏析防止処理粉とも呼ばれる。偏析防止処理粉では、添加成分が鉄基粉末に付着しているため、上述したような成分の偏析を防止できる。

[0010] このような偏析防止処理粉に用いられる結合剤としては、潤滑剤としても機能する化合物がしばしば採用される。これは、結合剤にも潤滑性能をもたせることで、混合粉に添加する結合剤と潤滑剤の総量を減らすことができる

からである。

[0011] このような粉末冶金用混合粉は、一般に、300～1000MPaの圧力でプレス成形して、所定の部品形状とした後、1000℃以上の高温で焼結し、最終的な部品形状とされる。その際、混合粉に含まれる潤滑剤及び結合剤の総量は、一般的には、鉄基粉末100質量部に対し0.1～2質量部程度である。成形の密度を高くするためには潤滑剤及び結合剤の添加量は少ないほうがよい。したがって、潤滑剤には、少量の添加で潤滑性に優れることが求められる。

[0012] 潤滑剤の潤滑性能は、潤滑剤に含まれる化合物の融点の影響を大きく受ける。比較的融点の低い化合物が含まれると、融点の高い化合物のみからなる潤滑剤に比べて、圧縮成形時に混合粉内部から金型壁面に潤滑剤が染み出しやすくなるので、抜出性と圧縮性が向上する。

[0013] しかし、低融点の潤滑剤のみを使用した場合、混合粉の流動性が悪くなることが知られている。そこで、混合粉の流動性、成型時の抜出性、および成型体の圧縮性を両立させるために、低融点の潤滑剤と高融点の潤滑剤を併用する技術が提案されている。

[0014] 例えば、特許文献1では、オレイン酸アミドやエルカ酸アミドなどの比較的低融点の化合物と、エチレンビスステアリン酸アミドのような高融点の化合物の混合物を溶融噴射で球形にした潤滑剤を遊離潤滑剤として使用することが提案されている。

[0015] また、特許文献2では、低融点のオレイン酸アミドと高融点のエチレンビスステアリン酸アミドの溶融混合物を急速冷却して作成した準安定相を含む潤滑剤を遊離潤滑剤として使用することが提案されている。

[0016] さらに、特許文献3では、融点が50～120℃の第1の潤滑剤と、融点が140～250℃の第2の潤滑剤を遊離潤滑剤として使用することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0017] 特許文献1：特開2005-307348号公報

特許文献2：特表2003-509581号公報

特許文献3：特開2011-184708号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] しかし、特許文献1で提案されている技術においては、潤滑剤を製造するために、融点の異なる2つの潤滑剤を溶融混合したのち、溶融噴射で球形化する必要がある。また、特許文献2で提案されている技術では、準安定相を含む潤滑剤を製造するために、融点の異なる2つの潤滑剤を溶融混合したのち、急速冷却する必要がある。このように、これらの技術では、潤滑剤の製造に特殊なプロセスが必要であり、製造コストが高くなるという問題があった。

[0019] また、特許文献3で提案されている技術では、第1の潤滑剤として、円形度が0.9以上である潤滑剤を用いる必要がある。円形度が0.9以上である潤滑剤を製造するためには、スプレードライ等の特殊な方法を用いる必要があるため、やはり製造コストが高くなる。

[0020] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、潤滑剤の製造プロセスに関する制約なしに、入手容易な潤滑剤を使用し、混合粉の流動性、成型時の拔出性、および成型体の圧縮性を兼ね備えた粉末冶金用混合粉を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0021] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その要旨は以下のとおりである。

[0022] 1. (a) 鉄基粉末および(b) 潤滑剤を含有する粉末冶金用混合粉であって、

前記(b) 潤滑剤が脂肪酸金属石けんを含み、

前記(b) 潤滑剤は、融点が86℃以下である低融点潤滑剤と融点が86℃超である高融点潤滑剤とからなり、

前記低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも1つを有し、

前記（b）潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義されるR1が5質量%以上90質量%未満であり、

前記（a）鉄基粉末の表面に付着している前記（b）潤滑剤を（b1）結合潤滑剤、前記（a）鉄基粉末の表面に付着していない前記（b）潤滑剤を（b2）遊離潤滑剤と定義したとき、

前記（b1）結合潤滑剤の質量に対する前記（b2）遊離潤滑剤の質量の比として定義されるR2が0以上15以下であり、

前記（b2）遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量R3が、鉄基粉末100質量部に対して0.10質量部未満である、粉末冶金用混合粉。

[0023] 2. （a）鉄基粉末、（b）潤滑剤、ならびに（c）カーボンブラックおよび（d）炭酸塩の少なくとも一方を含有する粉末冶金用混合粉であって、

前記（b）潤滑剤が脂肪酸金属石けんを含まず、

前記（b）潤滑剤は、融点が86℃以下である低融点潤滑剤と融点が86℃超である高融点潤滑剤とからなり、

前記低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも1つを有し、

前記（b）潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義されるR1が5質量%以上90質量%未満であり、

前記（a）鉄基粉末の表面に付着している前記（b）潤滑剤を（b1）結合潤滑剤、前記（a）鉄基粉末の表面に付着していない前記（b）潤滑剤を（b2）遊離潤滑剤と定義したとき、

前記（b1）結合潤滑剤の質量に対する前記（b2）遊離潤滑剤の質量の比として定義されるR2が0以上15以下であり、

前記（b2）遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量R3が、鉄基粉末100質量部に対して0.10質量部未満である、粉末冶金用混合粉

。

[0024] 3. 前記 (b 1) 結合潤滑剤および (b 2) 遊離潤滑剤が、炭素数 11 以上のアルキル基および炭素数 11 以上のアルケニル基の少なくとも一方を有する脂肪酸誘導体を含む、上記 1 または 2 に記載の粉末冶金用混合粉。

[0025] 4. 前記高融点潤滑剤として、融点が 100℃ 以上である潤滑剤を含有し、前記 (b) 潤滑剤の全体に対する前記融点が 100℃ 以上である潤滑剤の割合として定義される R 4 が 10 質量% 以上である、上記 1～3 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[0026] 5. 前記高融点潤滑剤が、脂肪酸アミド、脂肪酸金属石けん、およびそれらの混合物からなる群より選択される少なくとも 1 つである、上記 1～4 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[0027] 6. 前記低融点潤滑剤が不飽和結合を含む脂肪鎖を有するモノアミドである、上記 1～5 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[0028] 7. (e) 合金用粉末および (f) 切削性改善剤の一方または両方をさらに含有する、上記 1～6 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[0029] 8. 前記 (e) 合金用粉末および (f) 切削性改善剤の一方または両方が、前記 (b 1) 結合潤滑剤によって前記 (a) 鉄基粉末の表面に付着している、上記 7 に記載の粉末冶金用混合粉。

[0030] また、他の実施形態における本発明の要旨は、次の通りである。

[0031] (a) 鉄基粉末および (b) 潤滑剤を含有する粉末冶金用混合粉であって、前記 (b) 潤滑剤に脂肪酸金属石けんが含まれない場合には、さらに、(c) カーボンブラックおよび (d) 炭酸塩の少なくとも一方を含有し、前記 (b) 潤滑剤は、融点が 86℃ 以下である低融点潤滑剤と融点が 86℃ 超である高融点潤滑剤とからなり、

前記低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも 1 つを有し、

前記 (b) 潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義される R 1 が 5 質量% 以上 90 質量% 未満であり、

前記（a）鉄基粉末の表面に付着している前記（b）潤滑剤を（b 1）結合潤滑剤、前記（a）鉄基粉末の表面に付着していない前記（b）潤滑剤を（b 2）遊離潤滑剤と定義したとき、

前記（b 1）結合潤滑剤の質量に対する前記（b 2）遊離潤滑剤の質量の比として定義される R_2 が0以上15以下であり、

前記（b 2）遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量 R_3 が、鉄基粉末100質量部に対して0.10質量部未満である、粉末冶金用混合粉。

[0032] さらに、別の実施形態における本発明の要旨は、次の通りである。

[0033] 1. （a）鉄基粉末および（b）潤滑剤を含有する粉末冶金用混合粉であって、

前記（b）潤滑剤が脂肪酸金属石けんを含み、

前記（b）潤滑剤は、融点が86℃以下である低融点潤滑剤と融点が86℃超である高融点潤滑剤とからなり、

前記低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも1つを有し、

前記（b）潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義される R_1 が5質量%以上90質量%未満であり、

前記（b）潤滑剤は、前記（a）鉄基粉末の表面に付着している（b 1）結合潤滑剤と、前記（a）鉄基粉末の表面に付着していない（b 2）遊離潤滑剤とからなり、

前記（b 2）遊離潤滑剤の質量に対する前記（b 1）結合潤滑剤の質量の比として定義される R_2 が0.10～9.0であり、

前記（b 2）遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量 R_3 が、鉄基粉末100質量部に対して0.10質量部未満である、粉末冶金用混合粉。

[0034] 2. （a）鉄基粉末、（b）潤滑剤、ならびに（c）カーボンブラックおよび（d）炭酸塩の少なくとも一方を含有する粉末冶金用混合粉であって、

前記（b）潤滑剤が脂肪酸金属石けんを含まず、

前記（b）潤滑剤は、融点が 86°C 以下である低融点潤滑剤と融点が 86°C 超である高融点潤滑剤とからなり、

前記低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも1つを有し、

前記（b）潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義される R_1 が5質量%以上90質量%未満であり、

前記（b）潤滑剤は、前記（a）鉄基粉末の表面に付着している（b1）結合潤滑剤と、前記（a）鉄基粉末の表面に付着していない（b2）遊離潤滑剤とからなり、

前記（b2）遊離潤滑剤の質量に対する前記（b1）結合潤滑剤の質量の比として定義される R_2 が0.10～9.0であり、

前記（b2）遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量 R_3 が、鉄基粉末100質量部に対して0.10質量部未満である、粉末冶金用混合粉。

[0035] 3. 前記（b1）結合潤滑剤および（b2）遊離潤滑剤が、炭素数11以上のアルキル基および炭素数11以上のアルケニル基の少なくとも一方を有する脂肪酸誘導体を含む、上記1または2に記載の粉末冶金用混合粉。

[0036] 4. 前記高融点潤滑剤として、融点が 100°C 以上である潤滑剤を含有し、
前記（b）潤滑剤の全体に対する前記融点が 100°C 以上である潤滑剤の割合として定義される R_4 が10質量%以上である、上記1～3のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[0037] 5. 前記高融点潤滑剤が、脂肪酸アミド、脂肪酸金属石けん、およびそれらの混合物からなる群より選択される少なくとも1つである、上記1～4のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[0038] 6. 前記低融点潤滑剤が不飽和結合を含む脂肪鎖を有するモノアミドである、上記1～5のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[0039] 7. （e）合金用粉末および（f）切削性改善剤の一方または両方をさらに

含有する、上記 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[0040] 8. 前記 (e) 合金用粉末および (f) 切削性改善剤の一方または両方が、前記 (b 1) 結合潤滑剤によって前記 (a) 鉄基粉末の表面に付着している、上記 7 に記載の粉末冶金用混合粉。

[0041] また、他の実施形態における本発明の要旨は、次の通りである。

(a) 鉄基粉末および (b) 潤滑剤を含有する粉末冶金用混合粉であって、前記 (b) 潤滑剤に脂肪酸金属石けんが含まれない場合には、さらに、(c) カーボンブラックおよび (d) 炭酸塩の少なくとも一方を含有し、前記 (b) 潤滑剤は、融点が 86℃以下である低融点潤滑剤と融点が 86℃超である高融点潤滑剤とからなり、

前記低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも 1 つを有し、

前記 (b) 潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義される R 1 が 5 質量%以上 90 質量%未満であり、

前記 (b) 潤滑剤は、前記 (a) 鉄基粉末の表面に付着している (b 1) 結合潤滑剤と、前記 (a) 鉄基粉末の表面に付着していない (b 2) 遊離潤滑剤とからなり、

前記 (b 2) 遊離潤滑剤の質量に対する前記 (b 1) 結合潤滑剤の質量の比として定義される R 2 が 0.10 ～ 9.0 であり、

前記 (b 2) 遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量 R 3 が、鉄基粉末 100 質量部に対して 0.10 質量部未満である、粉末冶金用混合粉。

発明の効果

[0042] 本発明の粉末冶金用混合粉は、優れた流動性と、成形時における優れた拔出性および圧縮性を兼ね備える。また、本発明の粉末冶金用混合粉に含まれる潤滑剤は、特殊な製造プロセスを必要とせず、商業的に容易に入手可能な潤滑剤を用いることができる。さらに、カーボンブラックおよび炭酸塩の少なくとも一方を添加した場合には、焼結時の炉の汚れの原因となる金属石け

んを添加せずとも、良好な流動性、拔出性、および圧縮性を実現することができる。

発明を実施するための形態

[0043] 以下、本発明の実施形態について具体的に説明する。なお、以下の説明においては、とくに断らない限り「%」は「質量%」を指すものとする。

[0044] 本発明の一実施形態における粉末冶金用混合粉は、下記（a）及び（b）を必須成分として含有する。また、（b）潤滑剤に金属石けんが含まれない場合には、（c）および（d）の少なくとも一方を必須成分として含有する。言い換えると、本発明の一実施形態における粉末冶金用混合粉は、（a）鉄基粉末および（b）潤滑剤を含有する粉末冶金用混合粉であって、前記（b）潤滑剤に脂肪酸金属石けんが含まれない場合には、さらに、（c）カーボンブラックおよび（d）炭酸塩の少なくとも一方を含有する。また、本発明の他の実施形態における粉末冶金用混合粉は、上記成分に加え、さらに任意に下記（e）および（f）の少なくとも一方を含有することができる。以下、これらの各成分について説明する。

（a）鉄基粉末

（b）潤滑剤

（c）カーボンブラック

（d）炭酸塩

（e）合金用粉末

（f）切削性改善剤

[0045] （a）鉄基粉末

上記鉄基粉末としては、特に限定されることなく任意の鉄基粉末を用いることができる。前記鉄基粉末の例としては、鉄粉や合金鋼粉が挙げられる。前記合金鋼粉としては、例えば、予合金鋼粉（pre-alloyed steel powder）、部分拡散合金化鋼粉（partially diffusion-alloyed steel powder）、およびハイブリッド鋼粉（hybrid steel powder）からなる群より選択される少なくとも1つを用いることが好ましい。ここで、予合金鋼粉とは、合金元素

を溶製時に予め合金化した合金鋼粉であり、完全合金化鋼粉とも称される。部分拡散合金化鋼粉とは、核としての鉄粉と、前記鉄粉の表面に付着した少なくとも1つの合金元素粒子からなり、前記鉄粉と前記合金元素粒子とが拡散接合している粉末を指す。また、ハイブリッド鋼粉とは、予合金化鋼粉の表面にさらに合金元素粒子を拡散付着させた粉末を指す。前記合金元素としては、例えば、C、Cu、Ni、Mo、Mn、Cr、V、及びSiからなる群より選択される1または2以上を用いることができる。

[0046] なお、ここで「鉄基粉末」とは、Feを50%以上含む金属粉末を指す。また、「鉄粉」とは、Fe及び不可避不純物からなる粉末を指し、本技術分野においては一般的に「純鉄粉」と称される。

[0047] 前記鉄基粉末は、任意の方法で製造することができる。例えば、前記鉄基粉末は、還元鉄基粉末、アトマイズ鉄基粉末、またはそれらの混合物であってよい。還元鉄基粉末は、酸化鉄を還元して製造される鉄基粉末である。アトマイズ鉄基粉末は、アトマイズ法によって製造される鉄基粉末である。また、還元鉄基粉末またはアトマイズ鉄基粉末の表面に合金元素を拡散付着させた粉末を、上記鉄基粉末として用いることもできる。

[0048] 上記鉄基粉末としては、任意のサイズのものをを用いることができるが、メジアン径D₅₀が30～120 μmである鉄基粉末を用いることが好ましい。

[0049] 粉末冶金用混合粉の全質量に対する鉄基粉末の質量の割合は、特に限定されないが、86質量%以上とすることが好ましく、90%以上とすることがより好ましい。

[0050] (b) 潤滑剤

本発明で使用する潤滑剤は、融点が86℃以下である低融点潤滑剤と融点が86℃超である高融点潤滑剤とからなる。以下、前記低融点潤滑剤と高融点潤滑剤のそれぞれについて説明する。

[0051] ・低融点潤滑剤

本発明で使用する潤滑剤は、融点が86℃以下である潤滑剤（以下、「低

融点潤滑剤」という)を必須成分として含有する。前記低融点潤滑剤を添加することにより、成形体を金型から抜き出す際の抜出力を低減することができる。

[0052] 前記低融点潤滑剤としては、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも1つを有する潤滑剤を使用する。前記低融点潤滑剤は、脂肪酸誘導体であることが好ましく、炭素数11以上のアルキル基および炭素数11以上のアルケニル基の少なくとも一方を有する脂肪酸誘導体であることがより好ましい。上記炭素数の上限は特に限定されないが、入手の容易さの観点からは、30以下とすることが好ましく、22以下とすることがより好ましい。

[0053] より具体的には、前記低融点潤滑剤は、脂肪酸モノアミド、脂肪酸エステル、脂肪族アミン、および脂肪酸からなる群より選択される少なくとも1つであることが好ましい。

[0054] 前記脂肪酸モノアミドとしては、例えば、オレイン酸アミド、およびエルカ酸アミドが挙げられる。前記脂肪酸エステルとしては、例えば、脂肪族アルコールと脂肪酸とのエステル、ショ糖脂肪酸エステル、およびグリセリン脂肪酸エステルが挙げられる。前記脂肪族アミンとしては、例えば、ステアリルアミンおよびベヘニルアミンが挙げられる。前記脂肪酸としては、例えば、ステアリン酸およびベヘン酸が挙げられる。前記脂肪酸としては、例えば、ステアリン酸、ベヘン酸、ラウリン酸が挙げられる。

[0055] 前記低融点潤滑剤は、不飽和結合を含む脂肪鎖を有するモノアミドであることがより好ましい。その理由は以下の通りである。上に挙げた官能基の中でもアミド基は特に金型との相互作用が大きい官能基である。そのため、脂肪酸モノアミドは、金型を用いた成形において高い潤滑性を発揮すると期待される。ただし、脂肪酸モノアミドは一般的に融点が高いため、圧縮成形時に金型と成形体の隙間に染み出しにくいという欠点がある。しかし、不飽和結合を含む脂肪鎖を有するモノアミドは、不飽和結合を含むため融点が低く、したがって、極めて高い潤滑性を発揮することができる。前記不飽和結合

を含む脂肪酸を有するモノアミドとしては、例えば、オレイン酸アミドおよびエルカ酸アミドが挙げられる。

[0056] 前記低融点潤滑剤の融点の下限はとくに限定されない。しかし、金型を用いて混合粉を成形する際には、摩擦熱によって金型温度が上昇し、拔出し性に悪影響を及ぼす場合がある。したがって、常温付近においてのみならず金型温度が上昇した場合でも優れた拔出し性を得るという観点からは、前記低融点潤滑剤の融点を45℃以上とすることが好ましく、50℃以上とすることがより好ましく、55℃以上とすることがさらに好ましい。

[0057] また、工業的規模での生産においては、数千～数万個の部品を連続で成形するため、金型温度が75℃～80℃といった高温に達する場合がある。そのため、大量生産において金型温度が高温となった際にも優れた拔出し性を得るという観点からは、前記低融点潤滑剤の融点を75℃以上とすることが好ましい。前記観点からは、特に、前記低融点潤滑剤として、80℃以上の融点を有する脂肪酸モノアミドおよび75℃以上の融点を有する脂肪酸の少なくとも一方を用いることが好ましい。

[0058] R1：5%以上90%未満

上述したように、前記低融点潤滑剤は、成形体を金型から抜き出す際の抜出力を低減する効果を有している。前記効果を得るためには、前記(b)潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義されるR1を5%以上とする必要がある。そのため、R1を5%以上、好ましくは10%以上とする。一方、前記低融点潤滑剤の割合が過剰となると、混合粉の流動性が低下する。そのため、R1を90%未満、好ましくは85%以下、より好ましくは80%以下とする。混合粉の流動性と成形体の拔出し性を両立させるためには、R1を5%以上90%未満とすることが重要である。なお、R1は下記の式で求めることができる。

$$R1 \text{ (質量\%)} = (\text{低融点潤滑剤の質量}) / (\text{潤滑剤の全質量}) \times 100$$

[0059] 上記潤滑剤の少なくとも一部は、前記(a)鉄基粉末の表面に付着しており、残部は前記鉄基粉末の表面に付着していない。鉄基粉末の表面に付着し

ている潤滑剤を（b 1）結合潤滑剤、鉄基粉末の表面に付着していない潤滑剤を（b 2）遊離潤滑剤と定義する。前記遊離潤滑剤は必ずしも含まれている必要はない。言い換えると、前記潤滑剤のすべてが結合潤滑剤であってもよい。また、遊離潤滑剤が存在する場合には、上記潤滑剤は、前記鉄基粉末の表面に付着している（b 1）結合潤滑剤と、前記鉄基粉末の表面に付着していない（b 2）遊離潤滑剤とからなる。なお、前記低融点潤滑剤の少なくとも一部は、前記鉄基粉末の表面に直接付着（結合）していることが好ましい。前記低融点潤滑剤は、全部が前記鉄基粉末の表面に直接付着（結合）していてもよい。

[0060] R 2 : 0 ~ 1.5

前記（b 1）結合潤滑剤の質量に対する前記（b 2）遊離潤滑剤の質量の比として定義される R 2 は 0 以上 1.5 以下とする。本発明の粉末冶金用混合粉は遊離潤滑剤を含んでいなくてもよく、したがって R 2 は 0 であってもよい。一方、R 2 が 1.5 より大きいと、該粉末冶金用混合粉の流動性が悪くなる。そのため、R 2 は 1.5 以下、好ましくは 1.0、0 以下とする。なお、R 2 は下記の式で求めることができる。

$$R 2 = (\text{遊離潤滑剤の質量}) / (\text{結合潤滑剤の質量})$$

[0061] なお、抜き出し性をさらに向上させるという観点からは、前記（b 2）遊離潤滑剤の質量に対する前記（b 1）結合潤滑剤の質量の比として定義される R 5 を 0.10 ~ 9.0 とすることが好ましい。R 5 は、0.15 以上とすることがより好ましい。また、R 5 は、7.0 以下とすることがより好ましく、6.0 以下とすることがさらに好ましい。なお、R 5 は R 2 の逆数であり、下記の式で求めることができる。

$$R 5 = 1 / R 2 = (\text{結合潤滑剤の質量}) / (\text{遊離潤滑剤の質量})$$

[0062] R 3 : 0.10 質量部未満

上述したように、前記低融点潤滑剤は、成形体を金型から抜き出す際の抜出力を低減する効果を有している。しかし、前記低融点潤滑剤が遊離潤滑剤として存在している場合、該低融点潤滑剤は混合粉の流動性を低下させる。

前記低融点潤滑剤の大部分を結合潤滑剤として存在させることにより流動性の低下を防止することができる。そのため、前記（b 2）遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量 R 3 を、鉄基粉末 100 質量部に対して 0.10 質量部未満とする。一方、R 3 は低ければ低いほどよいため下限は特に限定されず、R 3 は 0 質量部であってよい。

[0063] 本発明の混合粉は、後述するように、任意に、（e）合金用粉末および（f）切削性改善剤の一方または両方をさらに含有することができる。その際、上記（b 1）結合潤滑剤を、合金用粉末や切削性改善剤などの添加成分を鉄基粉末の表面に付着させるための結合剤として利用することもできる。結合潤滑剤によって添加成分を鉄基粉末の表面に付着させることにより、混合粉中における前記添加成分の偏析を防止することができる。この場合、前記結合潤滑剤は、潤滑剤と結合剤とを兼ねる。

[0064] ・高融点潤滑剤

本発明で使用する潤滑剤は、融点が 86℃以下である潤滑剤（低融点潤滑剤）を含有し、残部は、融点が 86℃超である潤滑剤（以下、「高融点潤滑剤」という）である。すなわち、前記潤滑剤は、融点が 86℃以下である低融点潤滑剤と融点が 86℃超である高融点潤滑剤からなる。低融点潤滑剤に加えて高融点潤滑剤を用いることにより、混合粉の流動性を向上させることができる。

[0065] 前記高融点潤滑剤としては、任意のものを用いることができる。前記高融点潤滑剤は、脂肪酸誘導体であることが好ましく、炭素数 11 以上のアルキル基および炭素数 11 以上のアルケニル基の少なくとも一方を有する脂肪酸誘導体であることがより好ましい。上記炭素数の上限は特に限定されないが、入手の容易さの観点からは、30 以下とすることが好ましく、22 以下とすることがより好ましい。

[0066] 前記高融点潤滑剤は、脂肪酸アミド、脂肪酸金属石鹸、およびそれらの混合物であることが好ましい。前記脂肪酸アミドとしては、脂肪酸モノアミドおよび脂肪酸ビスアミドのいずれも用いることができる。

[0067] 前記脂肪酸モノアミドとしては、例えば、ステアリン酸アミドおよびベヘン酸アミドが挙げられる。前記脂肪酸ビスアミドとしては、例えば、N, N'-エチレンビスステアリン酸アミドおよびN, N'-エチレンビスオレイン酸アミドが挙げられる。前記脂肪酸金属石鹼としては、例えば、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸リチウム、ステアリン酸カルシウム、ステアリン酸マグネシウム、ステアリン酸バリウム、ステアリン酸アルミニウムが挙げられる。

[0068] 粉末冶金用混合粉の流動性をさらに向上させるという観点からは、前記高融点潤滑剤が、融点が100℃以上である潤滑剤を含有することが好ましい。

[0069] R4：10%以上

融点が100℃以上である潤滑剤を使用する場合、流動性向上効果をさらに高めるために、上記潤滑剤の全体に対する、前記融点が100℃以上である潤滑剤の割合として定義されるR4を、10%以上とすることが好ましい。

[0070] 一方、前記高融点潤滑剤の融点の上限は特に限定されない。しかし、入手の容易さの観点からは、250℃以下の融点を有する高融点潤滑剤を用いることが好ましく、230℃以下の融点を有する高融点潤滑剤を用いることがより好ましい。

[0071] 潤滑剤に脂肪酸金属石鹼が含まれる場合、前記高融点潤滑剤は該脂肪酸金属石鹼だけでもよいが、さらに、脂肪酸金属石鹼以外の高融点潤滑剤を1種類以上含むことが好ましく、脂肪酸金属石鹼以外の高融点潤滑剤を2種類以上含むことがより好ましい。中でも、前記高融点潤滑剤が、第1の高融点潤滑剤として、融点が86℃超である脂肪酸金属石鹼、第2の高融点潤滑剤として、脂肪酸金属石鹼以外の融点が86℃超100℃以下である高融点潤滑剤、および第3の高融点潤滑剤として、融点が100℃超である高融点潤滑剤を含むことが好ましい。これは、融点が異なる高融点潤滑剤を複数用いることにより、拔出性と粉体流動性のバランスをさらに優れたものとする。

ためである。

[0072] 一方、潤滑剤に脂肪酸金属石鹸が含まれない場合、前記高融点潤滑剤は1つの潤滑剤のみからなるものであってもよいが、2つ以上の潤滑剤を含むことが好ましい。たとえば、前記高融点潤滑剤が、第1の高融点潤滑剤として、融点が86℃超110℃以下の高融点潤滑剤と、第2の高融点潤滑剤として、融点が110℃超の高融点潤滑剤を含むが好ましい。これは、融点が異なる高融点潤滑剤を複数用いることにより、拔出性と粉体流動性のバランスをさらに優れたものとできるためである。

[0073] ・脂肪酸金属石けん

上述したように、上記潤滑剤は、任意に、高融点潤滑剤として脂肪酸金属石けんを含有することができる。すなわち、前記潤滑剤は、脂肪酸金属石けんを含んでいてもよく、含んでいなくてもよい。混合粉の流動性と拔出性を両立させるという観点からは、前記潤滑剤が脂肪酸金属石けんを含有することが好ましい。また、金属石けんは結合潤滑剤ではなく遊離潤滑剤として含まれることが好ましい。しかし、混合粉が脂肪酸亜鉛石けんを含有する場合、該混合粉を成型し、焼結する際に金属酸化物が生じ、炉や成形体の表面を汚染する。そのため、汚染を防止するという観点からは、前記潤滑剤は、脂肪酸金属石けんを含まないことが好ましい。

[0074] (c) カーボンブラックおよび(d) 炭酸塩

本発明の一実施形態における混合粉は、任意に、カーボンブラックおよび炭酸塩の少なくとも一方を含有することができる。カーボンブラックと炭酸塩は、いずれも、混合粉の流動性を向上させる作用を有する成分である。したがって、混合粉の流動性向上の観点からは、カーボンブラックおよび炭酸塩の少なくとも一方を添加することが好ましい。

[0075] なお、上述したように、脂肪酸金属石けんも、混合粉の流動性を向上させる作用を有している。したがって、混合粉が脂肪酸金属石けんを含有する場合には、必ずしもカーボンブラックおよび炭酸塩を添加する必要はない。しかし、混合粉が脂肪酸金属石けんを含有しない場合には、流動性を確保する

ために、カーボンブラックおよび炭酸塩の少なくとも一方が混合粉に含有される必要がある。言い換えると、本発明の混合粉は、脂肪酸金属石けん、カーボンブラック、および炭酸塩の少なくとも1つを含有する。

[0076] (c) カーボンブラック

カーボンブラックを用いる場合、該カーボンブラックの添加量は、鉄基粉末100質量部に対して0.01～3.0質量部とすることが好ましい。カーボンブラックの添加量が0.01質量部以上であれば、さらに高い流動性改善効果を得ることができる。一方、カーボンブラックの添加量が3.0質量部以下であれば、圧縮性および拔出し性の低下を防止し、より高い圧縮性および拔出し性を確保できる。

[0077] (d) 炭酸塩

前記炭酸塩としては、任意の炭酸塩を用いることができる。入手のしやすさなどから、前記炭酸塩としては、金属炭酸塩を用いることが好ましく、アルカリ金属炭酸塩およびアルカリ土類金属炭酸塩からなる群より選択される少なくとも1つを用いることが好ましい。より具体的には、炭酸カルシウム、炭酸リチウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、および炭酸マグネシウムからなる群より選択される少なくとも1つを用いることが好ましい。

[0078] 炭酸塩を使用する場合、前記炭酸塩の添加量は、鉄基粉末100質量部に対して0.05～1.0質量部とすることが好ましい。炭酸塩の添加量が0.05質量部以上であればさらに高い流動性改善効果を得ることができる。一方、炭酸塩の添加量が1.0質量部以下であれば、圧縮性および拔出し性の低下を防止し、より高い圧縮性および拔出し性を確保できる。

[0079] また、前記炭酸塩の比表面積が $3\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であれば、混合粉の流動性をさらに向上させることができる。そのため、炭酸塩の比表面積は $3\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが好ましい。

[0080] 本発明の一実施形態における混合粉は、任意に、(e) 合金用粉末および(f) 切削性改善剤の一方または両方をさらに含有することができる。

[0081] (e) 合金用粉末

合金用粉末を含有する混合粉を焼結すると、合金元素が鉄に固溶して合金化する。そのため、合金用粉末を用いることにより、最終的に得られる焼結体の強度を向上させることができる。そのため、焼結体の強度を向上させるという観点からは、合金用粉末を添加することが好ましい。

[0082] 上記合金用粉末としては、特に限定されることなく、合金成分となり得る粉末であれば任意のものを用いることができる。前記合金用粉末としては、例えば、C、Cu、Ni、Mo、Mn、Cr、V、及びSiからなる群より選択される1または2以上の粉末を用いることができる。Cを合金成分として用いる場合、前記合金用粉末として黒鉛粉を用いることが好ましい。

[0083] (f) 切削性改善剤

切削性改善剤を添加することにより、最終的に得られる焼結体の切削性（加工性）を向上させることができる。そのため、焼結体の切削性を向上させるという観点からは、切削性改善剤を添加することが好ましい。

[0084] 前記切削性改善剤としては、例えば、MnS、CaF₂、及びタルクからなる群より選択される1または2以上を用いることができる。

[0085] 上記(e)合金用粉末及び(e)切削性改善剤の添加量は特に限定されず、任意の量とすることができる。(e)合金用粉末および(e)切削性改善剤の合計量は、鉄基粉末100質量部に対して10質量部以下とすることが好ましく、7質量部以下とすることがより好ましく、5質量部以下とすることがさらに好ましい。(e)合金用粉末及び(f)切削性改善剤の合計量を上記範囲内とすることにより、焼結体の密度をさらに高め、焼結体の強度を一層向上させることができる。一方、(e)合金用粉末及び(f)切削性改善剤は必ずしも含有される必要はないため、上記鉄基粉末100質量部に対する合計量の下限は0質量部とすることができる。ただし、(e)合金用粉末及び(f)切削性改善剤が含有される場合、前記合計量は0.1質量部以上とすることが好ましく、0.5質量部以上とすることがより好ましく、1質量部以上とすることがさらに好ましい。(e)合金用粉末及び(f)切削性改善剤の合計量を上記範囲内とすることにより、それら成分の添加効果を

より高めることができる。

[0086] [混合粉の製造方法]

本発明の混合粉は、特に限定されず、任意の方法で製造することができる。本発明の一実施形態においては、上記各成分を、混合機を用いて混合することにより粉末冶金用混合粉末とすることができる。各成分の添加と混合は、1回で行うこともできるが、2回以上に分けて行うこともできる。

[0087] 潤滑剤を鉄基粉末の表面に付着させて結合潤滑剤とするためには、例えば、混合の際に潤滑剤の融点以上に加熱しつつ攪拌し、次いで、混合しながら徐々に冷却すればよい。これにより、鉄基粉末の表面が、溶融した潤滑剤によって被覆される。合金用粉末および切削性改善剤を使用する場合には、結合潤滑剤として用いる潤滑剤と同時に添加することが好ましい。それにより、鉄基粉末の表面に付着した結合潤滑剤を介して、合金用粉末、切削性改善剤などの成分が鉄基粉末の表面に固着される。なお、鉄基粉末と低融点潤滑剤とを混合した後に、前記低融点潤滑剤の融点よりも高い温度に加熱することにより、前記低融点潤滑剤の少なくとも一部を前記鉄基粉末の表面に付着（結合）させることができる。

[0088] 一方、遊離潤滑剤は、上述したように結合潤滑剤を鉄基粉末の表面に固着させた後に、別途添加、混合すればよい。遊離潤滑剤の添加と混合は、既に固着している結合潤滑剤が溶融しないよう、結合潤滑剤の融点より低い温度で実施する。

[0089] また、カーボンブラックおよび炭酸塩を用いる場合には、遊離潤滑剤と同時に添加してもよく、遊離潤滑剤と別に添加してもよい。

[0090] 混合手段としては、特に制限はなく、任意のものを使用できるが、加熱が容易であるという観点からは、高速底部攪拌式混合機、傾斜回転パン型混合機、回転クワ型混合機、及び円錐遊星スクリー形混合機からなる群より選択される1または2以上を用いることが好ましい。

実施例

[0091] (実施例1)

以下の手順で粉末冶金用混合粉を調製し、得られた粉末冶金用混合粉の特性と、該粉末冶金用混合粉を用いて作製した成型体の特性を評価した。

[0092] まず、(a) 鉄基粉末に対して、(b 1) 結合潤滑剤として用いる潤滑剤、(e) 合金用粉末を添加した。次いで、添加した潤滑剤のすべての融点より高い温度で加熱混合した後、すべての潤滑剤の融点より低い温度に冷却した。その後、(b 2) 遊離潤滑剤、(c) カーボンブラックおよび(d) 炭酸塩を添加し、室温で混合した。

[0093] (a) 鉄基粉末としては、アトマイズ法によって製造された鉄粉（純鉄粉）（J F E スチール株式会社製 J I P 3 0 1 A）を用いた。前記鉄粉のメジアン径D 5 0は8 0 μ mであった。(e) 合金用粉末としては、銅粉と黒鉛粉を使用した。前記銅粉のメジアン径D 5 0は2 5 μ m、前記黒鉛粉のメジアン径は4. 2 μ mであった。前記メジアン径D 5 0はレーザ回折式粒子径分布測定装置により測定した。

[0094] 使用した潤滑剤の種類と融点を表 1 に示す。表 1 に示した潤滑剤の内、P ～Uは脂肪酸金属石けんである。また、混合粉に含まれる各成分の添加量を表 2、3 に示す。

[0095] 次いで、得られた粉末冶金用混合粉のそれぞれについて、見掛密度、流動性、成形時の抜出力、および成形体の密度を以下の手順で評価した。測定結果を表 4、5 に示す。

[0096] （見掛密度）

見掛密度は、J I S Z 2 5 0 4 に規定された方法に従い、直径2. 5 mmのオリフィスを有する漏斗を用いて評価した。具体的には、混合粉を直径2. 5 mmのオリフィスを有する漏斗を用いて容積既知の容器内に流し込むことにより自然充填し、その後、質量を測定した。得られた質量と、前記容器の容積から、前記混合粉の見掛密度を得た。

[0097] （流動性）

粉体の流動性は、J I S Z 2 5 0 2 に規定された方法に従って評価した。具体的には、直径2. 5 mmのオリフィスを有する漏斗を使用し、前記

オリフィスから50gの混合粉が流れ落ちるまでの時間を測定し、その値を流動性の指標とした。なお、流動性が低すぎる結果、混合粉が流れ落ちなかったものについては、表4、5に「流れず」と記載した。

[0098] (抜出力)

前記粉末冶金用混合粉を用いてJPMAP 13に規定された方法に従って、686MPaの成形圧力で直径11.3mm、高さ10mmの円柱状の成型体を作製した。このとき、成型体を金型から拔出す際の最大荷重を抜出力とした。抜出力が低いほど、拔出性が優れている。

[0099] (成型体の密度)

前記成型体の密度をJIS Z 2508に規定された方法に従って測定した。前記密度は、得られた成型体の寸法と重量から算出した。この数値が高いほど、圧縮性が優れている。

[0100] 表4、5に示した結果から分かるように、本発明の条件を満たす発明例の混合粉は、混合粉の流動性、成型時の拔出性、および成型体の圧縮性を兼ね備えていた。これに対して、本発明の条件を満たさない比較例の混合粉は、混合粉の流動性、成型時の拔出性、および成型体の少なくとも一つが劣っていた。

[0101]

[表1]

表 1

記号	潤滑剤	融点 (°C)	炭素数	
			アルキル基	アルケニル基
A	エルカ酸アミド	80	－	21
B	オレイン酸アミド	76	－	17
C	ステアリン酸	70	17	－
D	ベヘン酸	76	21	－
E	ベヘニルアミン	55～65	22	－
F	ベヘン酸ベヘニル	70	21,22	－
G	ペンタエリスリトールテトラステアレート	60～65	17	－
H	ペンタエリスリトールテトラステアレートテトラベヘネート	81～86	21	－
I	モノステアリン酸グリセリンエステル	56～77	17	－
J	モノベヘン酸グリセリンエステル	76	21	－
K	ショ糖ベヘン酸エステル	63	21	－
L	ショ糖ステアリン酸エステル	58	17	－
M	ショ糖ラウリン酸エステル	47	11	－
N	EBS(エチレンビスステアリン酸アミド)	145	17	－
O	ステアリン酸アミド	102	17	－
P	ステアリン酸亜鉛	125	17	－
Q	ステアリン酸リチウム	220	17	－
R	ステアリン酸カルシウム	147～149	17	－
S	ステアリン酸マグネシウム	200	17	－
T	ステアリン酸バリウム	>225°C	17	－
U	ステアリン酸アルミニウム	110～130°C	17	－

[0102]

[表2]

表2	No.	(e) 鉄基粉末 （質量部）	(e) 合金用粉末		(b) 潤滑剤												(c) カーボン ブラック	(d) 炭酸塩		備考										
			銅 * （質量部）	黒鉛 * （質量部）	(b1) 結合剤				(b2) 遊離潤滑剤				R1 （%）	R2 （-）	R3 * （質量部）	R4 （%）		種類	添加量 * （質量部）											
					潤滑剤1	種類	添加量 * （質量部）	潤滑剤2	種類	添加量 * （質量部）	潤滑剤3	種類									添加量 * （質量部）	潤滑剤4	種類	添加量 * （質量部）	潤滑剤5	種類	添加量 * （質量部）	潤滑剤6	種類	添加量 * （質量部）
1	100	2.0	0.8	A	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
2	100	2.0	0.8	B	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
3	100	2.0	0.8	C	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
4	100	2.0	0.8	D	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
5	100	2.0	0.8	E	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
6	100	2.0	0.8	F	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
7	100	2.0	0.8	G	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
8	100	2.0	0.8	H	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
9	100	2.0	0.8	I	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
10	100	2.0	0.8	J	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
11	100	2.0	0.8	K	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
12	100	2.0	0.8	L	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
13	100	2.0	0.8	M	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例								
14	100	2.0	0.8	A	0.10	—	—	—	—	N	0.50	P	0.20	—	—	13	7.0	0	88	—	—	発明例								
15	100	2.0	0.8	A	0.10	A	0.10	O	0.25	N	0.25	P	—	—	—	13	0.3	0	88	—	—	発明例								
16	100	2.0	0.8	A	0.10	A	0.10	O	0.05	N	0.05	O	0.30	N	0.30	P	0.10	11	3.5	0	89	—	発明例							
17	100	2.0	0.8	A	0.10	O	0.10	O	0.05	N	0.05	O	0.30	N	0.30	Q	0.10	11	3.5	0	89	—	発明例							
18	100	2.0	0.8	A	0.10	O	0.10	O	0.05	N	0.05	O	0.30	N	0.30	R	0.10	11	3.5	0	89	—	発明例							
19	100	2.0	0.8	A	0.10	O	0.10	O	0.05	N	0.05	O	0.30	N	0.30	S	0.10	11	3.5	0	89	—	発明例							
20	100	2.0	0.8	A	0.10	O	0.10	O	0.05	N	0.05	O	0.30	N	0.30	T	0.10	11	3.5	0	89	—	発明例							
21	100	2.0	0.8	A	0.10	O	0.10	O	0.05	N	0.05	O	0.30	N	0.30	U	0.10	11	3.5	0	89	—	発明例							
22	100	2.0	0.8	A	0.07	—	—	—	—	—	O	0.40	N	0.40	Q	0.10	8	13	0	92	—	—	発明例							

鉄基粉末100質量部に対する量

* 鉄基粉末100質量部に対する量

[0103] [表3]

表3	No	(a) 鉄基粉末 (質量部)	(e) 合金用粉末		(b) 潤滑剤												(c) カーボン ブラック	(d) 炭酸塩		備考					
			銅＊ (質量部)	黒鉛＊ (質量部)	(b1) 結合潤滑剤				(b2) 遊離潤滑剤				R1 (%)	R2 (-)	R3＊ (質量部)	R4 (%)		添加量＊ (質量部)	種類		添加量＊ (質量部)				
					種類	添加量＊ (質量部)	種類	添加量＊ (質量部)	種類	添加量＊ (質量部)	種類	添加量＊ (質量部)													
23	100	2.0	0.8	A	0.04	—	—	N	0.56	P	0.20	P	0.20	—	—	—	—	—	比較例						
24	100	2.0	0.8	N	0.40	—	—	N	0.20	P	0.20	P	0.20	—	—	—	—	—	比較例						
25	100	2.0	0.8	A	0.48	—	—	A	0.25	P	0.07	P	0.07	—	—	9.1	0.7	0.25	9	—	比較例				
26	100	2.0	0.8	A	0.15	N	0.2	—	A	0.05	N	0.20	P	0.20	P	0.20	25	1.3	0.05	75	—	発明例			
27	100	2.0	0.8	A	0.20	N	0.2	—	N	0.20	P	0.20	P	0.20	—	—	25	1.0	0	75	—	発明例			
28	100	2.0	0.8	A	0.20	N	0.2	—	O	0.20	P	0.20	P	0.20	—	—	25	1.0	0	75	—	発明例			
29	100	2.0	0.8	A	0.20	—	—	—	N	0.40	P	0.20	P	0.20	—	—	25	3.0	0	75	—	発明例			
30	100	2.0	0.8	A	0.40	N	0.2	—	P	0.20	—	—	—	—	—	50	0.3	0	50	—	発明例				
31	100	2.0	0.8	A	0.20	B	0.2	—	N	0.20	P	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	発明例			
32	100	2.0	0.8	A	0.40	—	—	N	0.35	—	—	—	—	—	—	53	0.9	0	47	0.06	—	発明例			
33	100	2.0	0.8	A	0.20	—	—	N	0.55	—	—	—	—	—	—	27	2.8	0	73	0.05	—	発明例			
34	100	2.0	0.8	A	0.60	—	—	N	0.15	—	—	—	—	—	—	80	0.3	0	20	0.05	—	発明例			
35	100	2.0	0.8	A	0.40	—	—	N	0.30	—	—	—	—	—	—	57	0.8	0	43	—	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
36	100	2.0	0.8	A	0.20	—	—	N	0.50	—	—	—	—	—	—	29	2.5	0	71	—	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
37	100	2.0	0.8	A	0.35	N	0.35	N	0.35	—	—	—	—	—	—	50	0	0	50	—	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
38	100	2.0	0.8	A	0.10	O	0.35	N	0.35	—	—	—	—	—	—	13	0	0	88	—	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
39	100	2.0	0.8	A	0.20	N	0.20	—	N	0.15	O	0.15	O	0.15	—	29	0.8	0	71	—	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
40	100	2.0	0.8	A	0.06	—	—	—	N	0.42	O	0.42	O	0.42	—	7	14.0	0	93	—	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
41	100	2.0	0.8	A	0.20	—	—	—	N	0.50	—	—	—	—	—	29	2.5	0	71	—	—	炭酸マグネシウム	0.10	発明例	
42	100	2.0	0.8	A	0.60	—	—	—	N	0.10	—	—	—	—	—	86	0.2	0	14	—	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
43	100	2.0	0.8	N	0.40	—	—	—	N	0.35	—	—	—	—	—	0	0.9	0	100	0.05	—	—	炭酸カルシウム	0.10	比較例
44	100	2.0	0.8	N	0.40	—	—	—	N	0.30	—	—	—	—	—	0	0.8	0	100	—	—	炭酸カルシウム	0.10	比較例	
45	100	2.0	0.8	A	0.40	—	—	—	N	0.40	—	—	—	—	—	50	1.0	0	50	—	—	炭酸カルシウム	0.10	比較例	

鉄基粉末100質量部に對する量

* 鉄基粉末100質量部に対する量

[0104] [表4]

表4

No.	粉末冶金用混合粉		成形時	成型体	備考
	見掛密度 (g/cm ³)	流動性 (秒/50g)	拔出力 (MPa)	密度 (g/cm ³)	
1	3.20	28	13.2	7.16	発明例
2	3.19	28	13.2	7.17	発明例
3	3.18	29	13.0	7.15	発明例
4	3.17	29	13.2	7.17	発明例
5	3.22	27	12.9	7.16	発明例
6	3.10	30	13.1	7.17	発明例
7	3.11	30	13.2	7.17	発明例
8	3.11	30	13.1	7.16	発明例
9	3.10	30	12.8	7.21	発明例
10	3.09	30	12.8	7.21	発明例
11	3.20	28	14.0	7.21	発明例
12	3.21	28	14.2	7.20	発明例
13	3.22	27	14.5	7.19	発明例
14	3.11	31	14.0	7.16	発明例
15	3.20	28	14.0	7.19	発明例
16	3.14	28	13.5	7.19	発明例
17	3.23	27	13.0	7.19	発明例
18	3.21	28	12.9	7.21	発明例
19	3.16	28	12.8	7.21	発明例
20	3.21	29	12.8	7.21	発明例
21	3.00	29	12.4	7.21	発明例
22	3.00	32	13.0	7.19	発明例

[0105]

[表5]

表5

No.	粉末冶金用混合粉		成形時	成型体	備考
	見掛密度 (g/cm ³)	流動性 (秒/50g)	抜出力 (MPa)	密度 (g/cm ³)	
23	3.20	29	15.0	7.15	比較例
24	3.25	26	15.5	7.12	比較例
25	3.00	流れず ²	11.5	7.22	比較例
26	3.09	31	13.9	7.18	発明例
27	3.24	26	14.0	7.16	発明例
28	3.23	26	13.8	7.19	発明例
29	3.22	27	13.8	7.17	発明例
30	3.35	26	15.3	7.21	発明例
31	3.19	28	13.1	7.17	発明例
32	3.10	28	13.8	7.23	発明例
33	3.07	28	13.7	7.23	発明例
34	3.06	28	13.6	7.20	発明例
35	3.15	26	13.2	7.23	発明例
36	3.13	26	13.2	7.23	発明例
37	3.30	24	14.5	7.22	発明例
38	3.27	25	14.4	7.21	発明例
39	3.17	28	14.0	7.23	発明例
40	3.06	30	14.5	7.22	発明例
41	3.09	27	14.5	7.20	発明例
42	3.11	26	13.2	7.24	発明例
43	3.13	26	16.1	7.15	比較例
44	3.18	25	15.4	7.15	比較例
45	2.86	流れず ²	12.9	7.22	比較例

[0106] (実施例2)

実施例1と同様の手順で粉末冶金用混合粉を調製し、得られた粉末冶金用混合粉の特性と、該粉末冶金用混合粉を用いて作製した成型体の特性を評価した。ただし、銅粉と黒鉛粉は使用しなかった。また、鉄基粉末としては、純鉄粉に代えて、アトマイズ法によって製造された合金鋼粉（JFEスチール株式会社製 JIPシグマロイ415S）を使用した。前記合金鋼粉は、

鉄粉の表面にCuを拡散付着させた部分拡散合金化鋼粉である。前記合金鋼粉のメジアン径D₅₀は80μmであった。混合粉に含まれる各成分の添加量を表6に示す。

[0107] 次いで、得られた粉末冶金用混合粉のそれぞれについて、見掛け密度、流動性、成形時の抜出力、および成形体の密度を、実施例1と同様の手順で評価した。測定結果を表7に示す。

[0108] 表7に示した結果から分かるように、本発明の条件を満たす発明例の混合粉は、混合粉の流動性、成型時の抜出性、および成型体の圧縮性を兼ね備えていた。これに対して、本発明の条件を満たさない比較例の混合粉は、混合粉の流動性、成型時の抜出性、および成型体の少なくとも一つが劣っていた。実施例1および2の結果から、鉄基粉末が鉄粉であるか合金鋼粉であるかに係わらず、本発明の条件を満たす混合粉は優れた効果を奏することが分かる。同様に、合金用粉末の有無に係わらず、本発明の条件を満たす混合粉は優れた効果を奏することが分かる。

[0109]

[表6]

No.	(a) 鉄基粉末 (質量部)	(b) 潤滑剤															(c) カーボン ブラック	(d) 炭酸塩		備考		
		(b1)結合潤滑剤						(b2)遊離潤滑剤														
		潤滑剤1		潤滑剤2		潤滑剤3		潤滑剤4		潤滑剤5		潤滑剤6			R1 (%)	R2 (-)					R3 * (質量部)	R4 (%)
		種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)									
46	100	A	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	—	—	発明例		
47	100	A	0.10	—	—	—	—	N	0.50	P	0.20	—	—	13	7.0	0	88	—	—	発明例		
48	100	A	0.10	O	0.25	N	0.25	P	0.20	—	—	—	—	13	0.3	0	88	—	—	発明例		
49	100	A	0.04	—	—	—	—	N	0.56	P	0.20	—	—	5	19.0	0	95	—	—	比較例		
50	100	N	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	0	1.0	0	100	—	—	比較例		
51	100	A	0.48	—	—	—	—	A	0.25	P	0.07	—	—	91	0.7	0.25	9	—	—	比較例		
52	100	A	0.40	—	—	—	—	N	0.35	—	—	—	—	53	0.8	0	47	0.05	—	発明例		
53	100	A	0.40	—	—	—	—	N	0.30	—	—	—	—	57	0.8	0	43	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
54	100	A	0.10	O	0.35	N	0.35	O	0.15	N	0.15	—	—	9	0.4	0	91	—	炭酸カルシウム	0.10	発明例	
55	100	A	0.40	—	—	—	—	N	0.40	—	—	—	—	50	1.0	0	50	—	二	—	比較例	

鉄基粉末100質量部に對する量

* 鉄基粉末100質量部に対する量

[0110] [表7]

表7

No.	粉末冶金用混合粉		成形時	成型体	備考
	見掛密度 (g/cm ³)	流動性 (秒/50g)	抜出力 (MPa)	密度 (g/cm ³)	
46	2.99	31	16.2	7.13	発明例
47	2.90	34	17.0	7.07	発明例
48	3.08	31	17.0	7.10	発明例
49	3.08	32	18.0	7.06	比較例
50	3.04	29	18.5	7.09	比較例
51	2.79	流れず	14.5	7.19	比較例
52	2.89	31	16.8	7.20	発明例
53	2.94	28	16.2	7.20	発明例
54	3.15	28	17.4	7.18	発明例
55	2.65	流れず	15.9	7.19	比較例

[0111] (実施例3)

実施例1と同様の手順で粉末冶金用混合粉を調製した。混合粉に含まれる各成分の添加量を表8に示す。

[0112] 次いで、得られた粉末冶金用混合粉を使用して、実施例1と同様の手順で、成形時の金型温度が常温の場合と80℃の場合2条件での抜出力および成形体の密度を評価した。測定結果を表9に示す。

[0113] 表9に示した結果から分かるように、本発明の条件を満たす発明例の混合粉は、金型温度が常温の場合、拔出性・圧縮性ともに比較例よりも優れていた。また、融点が80℃以上の脂肪酸モノアミドを含むN o. 56および融点が75℃以上の脂肪酸を含むN o. 59の混合粉は、金型温度が80℃の場合においても優れた拔出性・圧縮性を示した。

[0114]

[表8]

表8	No.	(a) 鉄基粉末 (質量部)	(c) 合金用粉末		(b) 潤滑剤												備考				
			銅 * (質量部)	黒鉛 * (質量部)	(b1)結合潤滑剤						(b2)遊離潤滑剤										
					潤滑剤1		潤滑剤2		潤滑剤3		潤滑剤4		潤滑剤5		潤滑剤6			R1 (%)	R2 (-)	R3 * (質量部)	R4 (%)
					種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)	種類	添加量 * (質量部)					
	56	100	2.0	0.8	A	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	発明例
	57	100	2.0	0.8	B	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	発明例
	58	100	2.0	0.8	C	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	発明例
	59	100	2.0	0.8	D	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	50	1.0	0	50	発明例
	60	100	2.0	0.8	N	0.40	—	—	—	—	N	0.20	P	0.20	—	—	0	1.0	0	100	比較例

* 鉄基粉末100質量部に対する量

[0115] [表9]

表9

No.	金型温度:常温		金型温度:80℃		備考
	成形時	成型体	成形時	成型体	
	抜出力 (MPa)	密度 (g/cm ³)	抜出力 (MPa)	密度 (g/cm ³)	
56	13.2	7.16	11.2	7.20	発明例
57	13.2	7.17	13.2	7.21	発明例
58	13.0	7.15	13.0	7.19	発明例
59	13.2	7.17	11.2	7.21	発明例
60	15.5	7.12	15.4	7.18	比較例

請求の範囲

- [請求項1] (a) 鉄基粉末および (b) 潤滑剤を含有する粉末冶金用混合粉であって、
- 前記 (b) 潤滑剤が脂肪酸金属石けんを含み、
- 前記 (b) 潤滑剤は、融点が 86℃以下である低融点潤滑剤と融点が 86℃超である高融点潤滑剤とからなり、
- 前記低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも 1 つを有し、
- 前記 (b) 潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義される R 1 が 5 質量%以上 90 質量%未満であり、
- 前記 (a) 鉄基粉末の表面に付着している前記 (b) 潤滑剤を (b 1) 結合潤滑剤、前記 (a) 鉄基粉末の表面に付着していない前記 (b) 潤滑剤を (b 2) 遊離潤滑剤と定義したとき、
- 前記 (b 1) 結合潤滑剤の質量に対する前記 (b 2) 遊離潤滑剤の質量の比として定義される R 2 が 0 以上 1.5 以下であり、
- 前記 (b 2) 遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量 R 3 が、鉄基粉末 100 質量部に対して 0.10 質量部未満である、粉末冶金用混合粉。
- [請求項2] (a) 鉄基粉末と、(b) 潤滑剤と、(c) カーボンブラックおよび (d) 炭酸塩の少なくとも一方を含有する粉末冶金用混合粉であって、
- 前記 (b) 潤滑剤が脂肪酸金属石けんを含まず、
- 前記 (b) 潤滑剤は、融点が 86℃以下である低融点潤滑剤と融点が 86℃超である高融点潤滑剤とからなり、
- 前記低融点潤滑剤は、アミド基、エステル基、アミノ基、およびカルボキシル基からなる群より選択される少なくとも 1 つを有し、
- 前記 (b) 潤滑剤の全体に対する前記低融点潤滑剤の割合として定義される R 1 が 5 質量%以上 90 質量%未満であり、

前記（a）鉄基粉末の表面に付着している前記（b）潤滑剤を（b 1）結合潤滑剤、前記（a）鉄基粉末の表面に付着していない前記（b）潤滑剤を（b 2）遊離潤滑剤と定義したとき、

前記（b 1）結合潤滑剤の質量に対する前記（b 2）遊離潤滑剤の質量の比として定義される R_2 が 0 以上 1.5 以下であり、

前記（b 2）遊離潤滑剤として含まれる前記低融点潤滑剤の量 R_3 が、鉄基粉末 100 質量部に対して 0.10 質量部未満である、粉末冶金用混合粉。

[請求項3] 前記（b 1）結合潤滑剤および（b 2）遊離潤滑剤が、炭素数 11 以上のアルキル基および炭素数 11 以上のアルケニル基の少なくとも一方を有する脂肪酸誘導体を含む、請求項 1 または 2 に記載の粉末冶金用混合粉。

[請求項4] 前記高融点潤滑剤として、融点が 100℃以上である潤滑剤を含有し、

前記（b）潤滑剤の全体に対する前記融点が 100℃以上である潤滑剤の割合として定義される R_4 が 10 質量%以上である、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[請求項5] 前記高融点潤滑剤が、脂肪酸アミド、脂肪酸金属石けん、およびそれらの混合物からなる群より選択される少なくとも 1 つである、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[請求項6] 前記低融点潤滑剤が不飽和結合を含む脂肪鎖を有するモノアミドである、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[請求項7] （e）合金用粉末および（f）切削性改善剤の一方または両方をさらに含有する、請求項 1～6 のいずれか一項に記載の粉末冶金用混合粉。

[請求項8] 前記（e）合金用粉末および（f）切削性改善剤の一方または両方が、前記（b 1）結合潤滑剤によって前記（a）鉄基粉末の表面に付着している、請求項 7 に記載の粉末冶金用混合粉。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/003003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B22F1/00(2006.01)i, B22F3/02(2006.01)i, C10N20/00(2006.01)n, C10N40/20(2006.01)n, C22C33/02(2006.01)i, C10M105/22(2006.01)i, C10M105/32(2006.01)i, C10M105/58(2006.01)i, C10M105/68(2006.01)i
FI: B22F1/00 F, C10M105/22, B22F3/02 N, B22F1/00 V, C22C33/02 A, B22F3/02 M, C10M105/32, C10M105/58, C10M105/68, C10N40:20 Z, C10N20:00 A

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)

Int. Cl. B22F1/00, B22F3/02, C10N20/00, C10N40/20, C22C33/02, C10M105/22, C10M105/32, C10M105/58, C10M105/68

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
X A	JP 10-280005 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 20 October 1998, claims 1-4, paragraphs [0006], [0011]-[0027], tables 1, 2, fig. 1	1, 3-8 2
X Y	JP 2012-167302 A (HITACHI POWDERED METALS CO., LTD.) 06 September 2012, claims 1-6, paragraphs [0008], [0024]-[0035], table 1, fig. 1, 2	1, 3-6 2-8
Y	WO 2009/035119 A1 (JFE STEEL CORP.) 19 March 2009, page 3, lines 5-9, page 6, lines 7-16, page 14, line 13 to page 20, line 12, tables 1-4	2-8
Y	JP 2010-059517 A (JFE STEEL CORP.) 18 March 2010, paragraphs [0008], [0026]-[0034], tables 1, 2, fig. 1, 2	2-8



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
19.02.2020

Date of mailing of the international search report
03.03.2020

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/003003

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-317001 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 02 December 1998, entire text	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/003003

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 10-280005 A	20.10.1998	(Family: none)	
JP 2012-167302 A	06.09.2012	(Family: none)	
WO 2009/035119 A1	19.03.2009	US 2010/0224025 A1 paragraphs [0015], [0053], [0054], [0098]-[0114], tables 1-4 EP 2210691 A1 CN 101801566 A	
JP 2010-059517 A	18.03.2010	(Family: none)	
JP 10-317001 A	02.12.1998	US 2001/0028859 A1 entire text EP 913220 A1 WO 1998/041347 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B22F 1/00(2006.01)i; B22F 3/02(2006.01)i; C10N 20/00(2006.01)n; C10N 40/20(2006.01)n; C22C 33/02(2006.01)i; C10M 105/22(2006.01)i; C10M 105/32(2006.01)i; C10M 105/58(2006.01)i; C10M 105/68(2006.01)i FI: B22F1/00 F; C10M105/22; B22F3/02 N; B22F1/00 V; C22C33/02 A; B22F3/02 M; C10M105/32; C10M105/58; C10M105/68; C10N40:20 Z; C10N20:00 A																										
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）） B22F1/00; B22F3/02; C10N20/00; C10N40/20; C22C33/02; C10M105/22; C10M105/32; C10M105/58; C10M105/68 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年																
日本国実用新案公報	1922-1996年																									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年																									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年																									
日本国登録実用新案公報	1994-2020年																									
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 10-280005 A (川崎製鉄株式会社) 20.10.1998 (1998-10-20) 請求項1-4, 段落[0006],[0011]-[0027], 表1, 2, 図1</td> <td>1, 3-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2012-167302 A (日立粉末冶金株式会社) 06.09.2012 (2012-09-06) 請求項1-6, 段落[0008],[0024]-[0035], 表1, 図1, 2</td> <td>1, 3-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>2-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2009/035119 A1 (JFEスチール株式会社) 19.03.2009 (2009-03-19) 3ページ5-9行, 6ページ7-16行, 14ページ13行-20ページ12行, 表1-4</td> <td>2-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2010-059517 A (JFEスチール株式会社) 18.03.2010 (2010-03-18) 段落[0008],[0026]-[0034], 表1, 2, 図1, 2</td> <td>2-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 10-317001 A (川崎製鉄株式会社) 02.12.1998 (1998-12-02) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			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	X	JP 10-280005 A (川崎製鉄株式会社) 20.10.1998 (1998-10-20) 請求項1-4, 段落[0006],[0011]-[0027], 表1, 2, 図1	1, 3-8	A		2	X	JP 2012-167302 A (日立粉末冶金株式会社) 06.09.2012 (2012-09-06) 請求項1-6, 段落[0008],[0024]-[0035], 表1, 図1, 2	1, 3-6	Y		2-8	Y	WO 2009/035119 A1 (JFEスチール株式会社) 19.03.2009 (2009-03-19) 3ページ5-9行, 6ページ7-16行, 14ページ13行-20ページ12行, 表1-4	2-8	Y	JP 2010-059517 A (JFEスチール株式会社) 18.03.2010 (2010-03-18) 段落[0008],[0026]-[0034], 表1, 2, 図1, 2	2-8	A	JP 10-317001 A (川崎製鉄株式会社) 02.12.1998 (1998-12-02) 全文	1-8
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																								
X	JP 10-280005 A (川崎製鉄株式会社) 20.10.1998 (1998-10-20) 請求項1-4, 段落[0006],[0011]-[0027], 表1, 2, 図1	1, 3-8																								
A		2																								
X	JP 2012-167302 A (日立粉末冶金株式会社) 06.09.2012 (2012-09-06) 請求項1-6, 段落[0008],[0024]-[0035], 表1, 図1, 2	1, 3-6																								
Y		2-8																								
Y	WO 2009/035119 A1 (JFEスチール株式会社) 19.03.2009 (2009-03-19) 3ページ5-9行, 6ページ7-16行, 14ページ13行-20ページ12行, 表1-4	2-8																								
Y	JP 2010-059517 A (JFEスチール株式会社) 18.03.2010 (2010-03-18) 段落[0008],[0026]-[0034], 表1, 2, 図1, 2	2-8																								
A	JP 10-317001 A (川崎製鉄株式会社) 02.12.1998 (1998-12-02) 全文	1-8																								
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “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 “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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献																										
国際調査を完了した日 19.02.2020	国際調査報告の発送日 03.03.2020																									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 中西 哲也 4E 1191 電話番号 03-3581-1101 内線 3425																									

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/003003

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	10-280005	A	20.10.1998	(ファミリーなし)	
JP	2012-167302	A	06.09.2012	(ファミリーなし)	
WO	2009/035119	A1	19.03.2009	US 2010/0224025 A1	
				段落[0015],[0053]-[0054],	
				[0098]-[0114], 表1-4	
				EP 2210691 A1	
				CN 101801566 A	
JP	2010-059517	A	18.03.2010	(ファミリーなし)	
JP	10-317001	A	02.12.1998	US 2001/0028859 A1	
				全文	
				EP 913220 A1	
				WO 1998/041347 A1	