

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年12月6日 (06.12.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/138853 A1

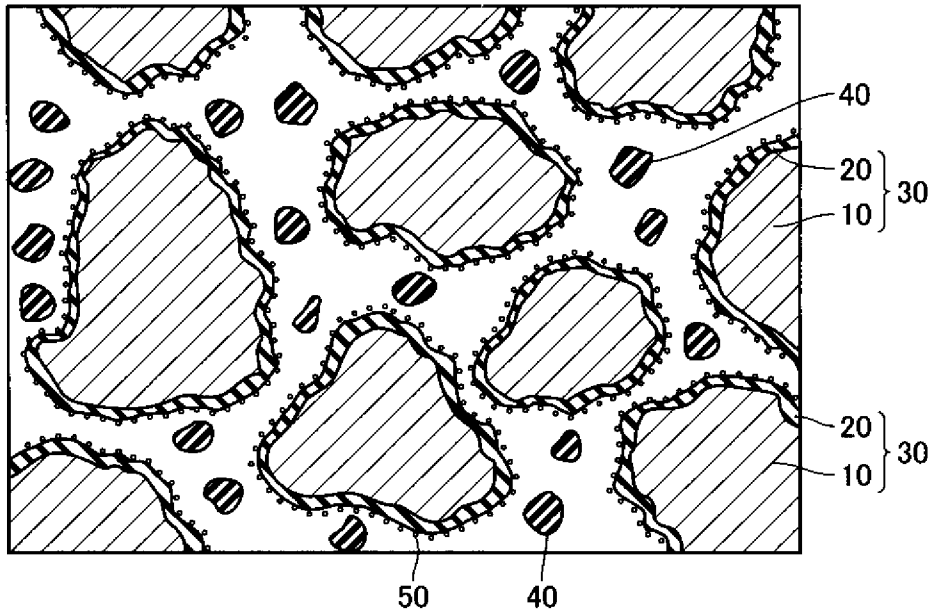
- (51) 国際特許分類:
H01F 1/26 (2006.01) H01F 1/22 (2006.01)
B22F 1/02 (2006.01) H01F 1/24 (2006.01)
C23C 22/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/059950
- (22) 国際出願日: 2007年5月15日 (15.05.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-150095 2006年5月30日 (30.05.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP). 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 五十嵐 直人 (IGARASHI, Naoto) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市

- 昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 西岡 隆夫 (NISHIOKA, Takao) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 島田 良幸 (SHIMADA, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 赤尾 剛 (AKAO, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー 22階 深見特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,

[続葉有]

(54) Title: SOFT MAGNETIC MATERIAL AND DUST CORE

(54) 発明の名称: 軟磁性材料および圧粉磁心



(57) Abstract: Disclosed is a soft magnetic material having excellent flexural strength even at high temperatures. Also disclosed is a dust core. Specifically disclosed is a soft magnetic material containing a plurality of composite magnetic particles (30) each comprising a metal magnetic particle (10) and an insulating coating film (20) surrounding the surface of the metal magnetic particle (10), an aromatic polyether ketone resin (40), and a metal soap and/or an inorganic lubricant (50) having a hexagonal crystal structure, respectively having an average particle size of not more than 2.0 μm. The insulating coating film (20) contains a phosphate.

[続葉有]

WO 2007/138853 A1



PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 高温下においても抗折強度の優れた軟磁性材料および圧粉磁心を提供する。軟磁性材料は、金属磁性粒子(10)と、金属磁性粒子(10)の表面を取り囲む絶縁被膜(20)とを有する複数の複合磁性粒子(30)と、芳香族ポリエーテルケトン樹脂(40)と、平均粒径2.0μm以下の微粒子状の金属石鹸および/または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤(50)とを備える。絶縁被膜(20)は、リン酸塩を含む。

明 細 書

軟磁性材料および圧粉磁心

技術分野

[0001] 本発明は、一般的には軟磁性材料および圧粉磁心に関し、より特定的には絶縁被膜によって覆われた複数の金属磁性粒子を備える軟磁性材料および圧粉磁心に関する。

背景技術

[0002] 近年、世界的な環境規制の強化に伴い、各自動車メーカーでは、排気ガスの低公害化、および低燃費化に関する開発が活発に進められている。そのため、従来のエンジンの機械的制御機構が電子制御機構に移行しつつあり、これに伴い、制御機構の中核部品である磁性材料の高性能化および小型化が要求されている。特に、より精密な制御を小電力で行なうことができるように、中高周波数領域での高い磁気特性を有する材料の開発が進められている。中高周波数領域で高い磁気特性を有するためには、材料が、高い飽和磁束密度と、高い透磁率と、高い電気抵抗率とを併せ持つ必要がある。一般に、金属磁性材料は、高い飽和磁束密度と透磁率とを有するが、電気抵抗率が低い($10^{-6} \sim 10^{-4} \Omega \text{ cm}$)ため、中高周波数領域で渦電流損失が大きい。そのため、磁気特性が劣化し、単体では使用が困難である。また、金属酸化物磁性材料は金属磁性材料に比べて電気抵抗率が高い($1 \sim 10^8 \Omega \text{ cm}$)ため、中高周波数領域では渦電流損失が小さく、磁気特性の劣化は少ない。しかしながら、金属酸化物磁性材料の飽和磁束密度が金属磁性材料の飽和磁束密度の $1/3 \sim 1/2$ であるため、用途に制限がある。かかる実情に鑑み、金属磁性材料と金属酸化物磁性材料とを複合化することにより、両者の欠点を補うような、高い飽和磁束密度と、高い透磁率と、高い電気抵抗率とを有する複合磁性材料が提案されている。

[0003] 上記のような複合磁性材料として、たとえば特表平10-503807号公報(特許文献1)では、鉄粉の表面にリン酸鉄の被膜が形成された複数の複合磁性粒子を、ポリフェニレンエーテルまたはポリエーテルイミドおよびアミド型オリゴマー等の有機物で接合して複合磁性材料を形成する方法が開示されている。

特許文献1:特表平10-503807号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 自動車のエンジンの制御機構で複合磁性材料を用いる場合には、上述の磁気特性だけでなく、エンジンが高温となるため、複合磁性材料に耐熱性が要求されるが、前記特許文献1に開示の軟磁性材料においては、高温下での機械的強度が十分でないという問題がある。

[0005] それゆえ本発明は、上述のような問題点を解決するためになされたものであり、高温下においても抗折強度の優れた軟磁性材料および圧粉磁心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

[0006] 本発明にしたがった軟磁性材料は、金属磁性粒子と絶縁被膜とを含む複数の複合磁性粒子と、芳香族ポリエーテルケトン樹脂と、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤とを備える。絶縁被膜は、金属磁性粒子の表面を取り囲み、リン酸塩を含む。

[0007] 上記軟磁性材料において、芳香族ポリエーテルケトン樹脂と、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤を備えた場合に、特に高温下における抗折強度の劣化が抑制されることを見出した。 400°C 以上絶縁被膜の熱分解温度未満の温度で行なう熱処理工程の際に、芳香族ポリエーテルケトンは一度融解し冷却時に再固化(結晶化)するが、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の無機潤滑剤はその際に核剤として働き、結晶化を促進したものと考えられる。金属石鹼については熱処理工程で有機の脂肪鎖部分が分解脱離するが、亜鉛あるいは酸化亜鉛等の無機亜鉛化合物として残るので、それが核剤になり得たものと考えられる。芳香族ポリエーテルケトン樹脂は、結晶化によって構造が緻密化し、分子間力の増大による耐熱性および機械物性の向上が発現する。それにより、芳香族ポリエーテルケトン樹脂が結着剤として機能する圧粉磁心の耐熱性および機械的強度も向上させるものと考えられる。

[0008] 上記軟磁性材料において好ましくは、芳香族ポリエーテルケトン樹脂の重量平均

分子量は1万以上10万以下である。10万以下とすることで、芳香族ポリエーテルケトン樹脂の熔融粘度を低くすることができる。その結果、熱処理工程時に芳香族ポリエーテルケトン樹脂が熔融した際に、芳香族ポリエーテルケトン樹脂が複合磁性粒子間に拡がりやすくなるとともに、核剤となる金属石鹼残渣および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤を芳香族ポリエーテルケトン樹脂内部に取り込みやすくなる。その結果、軟磁性材料の機械的特性を向上させることができる。また重量平均分子量を1万以上とすることにより、芳香族ポリエーテルケトン樹脂自体の強度低下を抑えることができる。

[0009] 上記軟磁性材料において好ましくは、芳香族ポリエーテルケトン樹脂の平均粒径は、金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の平均粒径の10倍以上であり、かつ、金属磁性粒子の平均粒径の2倍以下である。平均粒径を金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の10倍以上とすることにより、金属磁性粒子の流動性低下を抑制できるとともに、金属石鹼および／または無機潤滑剤の金属粒子表面への被覆の妨げとなることを抑えることができる。金属磁性粒子の平均粒径の2倍以下とすることにより、複合磁性粒子間への芳香族ポリエーテルケトン樹脂の分散を維持できる。

[0010] 上記軟磁性材料において好ましくは、金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤は、複数の複合磁性粒子に対して、0.001質量%以上0.1質量%以下含まれる。0.001質量%以上とすることで、金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤から絶縁被膜の損傷を抑える潤滑性をより得ることができる。一方、0.1質量%以下とすることで、軟磁性材料において磁束密度および強度の低下をより防止できる。

[0011] 本発明にしたがった圧粉磁心は、上述のいずれかに記載の軟磁性材料を用いて作製される。このように構成された圧粉磁心によれば、鉄損の小さい磁気的特性を実現しつつ、高温下においても抗折強度に優れた圧粉磁心とすることができる。

発明の効果

[0012] 以上説明したように、本発明の軟磁性材料によれば、鉄損の小さい磁気的特性を実現しつつ、高温下においても抗折強度に優れた圧粉磁心とすることができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の実施の形態における軟磁性材料を模式的に示す図である。
[図2]本発明の実施の形態における圧粉磁心の拡大断面図である。
[図3]本発明の実施の形態における圧粉磁心の製造方法を工程順に示すフローチャートである。

符号の説明

- [0014] 10 金属磁性粒子、20 絶縁被膜、30 複合磁性粒子、40 芳香族ポリエーテルケトン樹脂、50 金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤、60 絶縁物。

発明を実施するための最良の形態

- [0015] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には、同一の参照符号を付し、その説明は繰り返さない。

- [0016] (実施の形態)

図1は、本発明の実施の形態における軟磁性材料を模式的に示す図である。図1に示すように、本実施の形態における軟磁性材料は、金属磁性粒子10と、金属磁性粒子10の表面を取り囲む絶縁被膜20とを有する複数の複合磁性粒子30と、芳香族ポリエーテルケトン樹脂40と、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50とを備えている。絶縁被膜20は、リン酸塩を含んでいる。

- [0017] 図2は、本発明の実施の形態における圧粉磁心の拡大断面図である。なお、図2の圧粉磁心は、図1の軟磁性材料に加圧成形および熱処理を施すことによって製造されたものである。図2に示すように、本実施の形態における圧粉磁心において、複数の複合磁性粒子30の各々は、芳香族ポリエーテルケトン樹脂40によって接合されていたり、複合磁性粒子30が有する凹凸の噛み合わせなどによって接合されていたりする。絶縁物60は、軟磁性材料に含まれていた芳香族ポリエーテルケトン樹脂40や金属石鹼および／または無機潤滑剤50などが熱処理の際に変化したものである。

- [0018] 本発明の軟磁性材料および圧粉磁心において、金属磁性粒子10は、たとえば、鉄

(Fe)、鉄(Fe)－アルミニウム(Al)系合金、鉄(Fe)－シリコン(Si)系合金、鉄(Fe)－窒素(N)系合金、鉄(Fe)－ニッケル(Ni)系合金、鉄(Fe)－炭素(C)系合金、鉄(Fe)－ホウ素(B)系合金、鉄(Fe)－コバルト(Co)系合金、鉄(Fe)－リン(P)系合金、鉄(Fe)－ニッケル(Ni)－コバルト(Co)系合金および鉄(Fe)－アルミニウム(Al)－シリコン(Si)系合金などから形成されている。金属磁性粒子10は、金属単体でも合金でもよい。

[0019] 金属磁性粒子10の平均粒径は、 $30\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。金属磁性粒子10の平均粒径を $30\ \mu\text{m}$ 以上とすることにより、保磁力を低減することができる。平均粒径を $500\ \mu\text{m}$ 以下とすることにより、渦電流損を低減することができる。また、加圧成形時において混合粉末の圧縮性が低下することを抑止できる。これにより、加圧成形によって得られた成形体の密度が低下せず、取り扱いが困難になることを防ぐことができる。

[0020] なお、金属磁性粒子10の平均粒径とは、粒径のヒストグラム中、粒径の小さいほうからの質量の和が総質量の50%に達する粒子の粒径、つまり50%粒径をいう。

[0021] 絶縁被膜20は、金属磁性粒子10間の絶縁層として機能する。金属磁性粒子10を絶縁被膜20で覆うことによって、この軟磁性材料を加圧成形して得られる圧粉磁心の電気抵抗率 ρ を大きくすることができる。これにより、金属磁性粒子10間に渦電流が流れるのを抑制して、圧粉磁心の渦電流損を低減させることができる。

[0022] また、絶縁被膜20は、リン酸塩からなるものを用いる。絶縁被膜20にリン酸塩を含む金属酸化物を使用することにより、金属磁性粒子の表面を覆う被覆層をより薄くすることができる。これにより、複合磁性粒子30の磁束密度を大きくすることができ、磁気特性が向上するからである。

[0023] リン酸塩としては、鉄のリン酸塩であるリン酸鉄のほか、たとえば、リン酸マンガン、リン酸亜鉛、リン酸カルシウムおよびリン酸アルミニウムなどを用いることができる。また、リン酸塩は、少量のアルミニウムがドーブされたリン酸鉄などのリン酸の複合金属塩であっても良い。酸化物としては、たとえば、酸化シリコン、酸化チタン、酸化アルミニウムおよび酸化ジルコニウムなどを用いることができる。

[0024] なお、絶縁被膜20は、これらの金属の合金を用いても良い。絶縁被膜20は、図中

に示すように1層に形成されていても良いし、多層に形成されていても良い。

[0025] 絶縁被膜20の平均膜厚は、 $0.005\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。さらに好ましくは、絶縁被膜20の平均膜厚は、 $0.05\ \mu\text{m}$ 以上 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下である。絶縁被膜20の平均膜厚を $0.005\ \mu\text{m}$ 以上とすることによって、トンネル効果による通電を抑制することができる。 $0.05\ \mu\text{m}$ 以上とすることによって、トンネル効果による通電を効果的に抑制することができる。一方、絶縁被膜20の平均膜厚を $20\ \mu\text{m}$ 以下とすることによって、加圧成形時に絶縁被膜20がせん断破壊することを防止できる。また、軟磁性材料に占める絶縁被膜20の割合が大きくなりすぎないので、軟磁性材料を加圧成形して得られる圧粉磁心の磁束密度が著しく低下することを防止できる。絶縁被膜20の平均膜厚を $0.1\ \mu\text{m}$ 以下とすることによって、磁束密度の低下をさらに防止できる。

[0026] なお、平均膜厚とは、組成分析(TEM-EDX:transmission electron microscope energy dispersive X-ray spectroscopy)によって得られる膜組成と、誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS:inductively coupled plasma-mass spectrometry)によって得られる元素量とを鑑みて相当厚さを導出し、さらに、TEM写真により直接、被膜を観察し、先に導出された相当厚さのオーダーが適正な値であることを確認して決定されるものをいう。

[0027] 芳香族ポリエーテルケトン樹脂40としては、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルケトン(PEK)、ポリエーテルケトンケトン等を用いることができる。

[0028] また、複数の複合磁性粒子30に対して、芳香族ポリエーテルケトン樹脂40が 0.01 質量%以上 0.1 質量%以下含まれることが好ましい。 0.01 質量%以上含まれることによって、軟磁性材料および圧粉磁心の抗折強度を向上することができる。一方、 0.1 質量%以下含まれることによって、軟磁性材料および圧粉磁心に占める非磁性層の割合が制限されるため、その磁束密度の低下をより防止できるからである。

[0029] 平均粒径 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹸および/または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50について、金属石鹸としては、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、パルミチン酸リチウム、パルミチン酸カルシウム、オレイン酸リチウム、オレイン酸カルシウム等を用いることができる。また六方晶系

の結晶構造を有する無機潤滑剤としては、窒化ホウ素、二硫化モリブデン、二硫化タングステン、グラファイト等を用いることができる。

[0030] また、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50は、複数の複合磁性粒子に対して、 0.001 質量%以上 0.1 質量%以下の割合で含まれていることが好ましい。 0.001 質量%以上とすることで、金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤から絶縁被膜の損傷を抑える良好な潤滑性を得ることができる。 0.1 質量%以下とすることで、軟磁性材料において磁束密度および強度の低下をより防止できる。また、金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50の平均粒径は、 $0.8\mu\text{m}$ 以下が好ましい。 $0.8\mu\text{m}$ 以下とすることによって、圧密時の絶縁被膜20の損傷をより低減できるので、コアロスをより低減することができる。

[0031] なお、金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50の平均粒径とは、レーザー散乱回折法によって測定した粒径のヒストグラム中、粒径の小さいほうからの質量の和が総質量の50%に達する粒子の粒径、つまり50%粒径Dをいう。

[0032] 軟磁性材料の平均粒径は、 $5\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。粒径を $5\mu\text{m}$ 以上とすることによって、粉末圧縮性が低下して磁束密度が低下するためである。一方、粒径を $200\mu\text{m}$ 以下とすることによって、特に $1\text{kHz}\sim 10\text{kHz}$ の範囲内で使用する場合に、粒子内渦電流損失を抑えることができるためである。

[0033] 次に、図1に示す軟磁性材料および図2に示す圧粉磁心を製造する方法について図1～3を参照して説明する。図3は、本発明の実施の形態における圧粉磁心の製造方法を工程順に示すフローチャートである。

[0034] 図3に示すように、まず、複合磁性粒子30を作製する工程(S10)を実施する。この工程(S10)では、具体的には、以下のことを行なう。金属磁性粒子10を準備する。そして、金属磁性粒子10をたとえば 400°C 以上 900°C 未満の温度で熱処理をする。そして、金属磁性粒子10の各々の表面に絶縁被膜20を形成する。絶縁被膜20は、たとえば金属磁性粒子10をリン酸塩化成処理することによって形成することができる。これにより、複数の複合磁性粒子30が得られる。

- [0035] なお、絶縁被膜20は、たとえば金属磁性粒子10をリン酸塩化成処理することによって形成することができる。リン酸塩化成処理によって、たとえばリンと鉄とを含むリン酸鉄の他、リン酸アルミニウム、リン酸シリコン、リン酸マグネシウム、リン酸カルシウム、リン酸イットリウム、リン酸ジルコニウムなどよりなる絶縁被膜20が形成される。これらのリン酸塩絶縁被膜の形成には、溶剤吹きつけや前駆体を用いたゾルゲル処理を利用することができる。また、シリコン系有機化合物よりなる絶縁被膜20を形成してもよい。この絶縁被膜の形成には、有機溶剤を用いた湿式被覆処理や、ミキサーによる直接被覆処理などを利用することができる。
- [0036] 次に、複数の複合磁性粒子30に芳香族ポリエーテルケトン樹脂を混合する工程(S20)を実施する。この工程(S20)において、混合方法に特に制限はなく、たとえばメカニカルアロイング法、振動ボールミル、遊星ボールミル、メカノフュージョン、共沈法、化学気相蒸着法(CVD法)、物理気相蒸着法(PVD法)、めっき法、スパッタリング法、蒸着法またはゾルーゲル法などのいずれを使用することも可能である。
- [0037] 次に、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50を添加する工程(S30)を実施する。この工程(S30)では、複合磁性粒子30に所定の割合で金属石鹼および／または無機潤滑剤50を添加し、V型混合機を用いて混合することによって、本実施の形態における軟磁性材料を完成させる。なお、混合方法に特に制限はない。
- [0038] 以上の工程(S10～S30)により、図1に示される本実施の形態の軟磁性材料が得られる。なお、図2に示される圧粉磁心を製造する場合には、さらに以下の工程が行なわれる。
- [0039] 得られた軟磁性材料を加圧成形する工程(S40)を実施する。この工程(S40)では、得られた軟磁性材料を金型に入れ、たとえば、700MPaから1500MPaまでの圧力で加圧成形する。これにより、軟磁性材料が圧縮されて成形体を得られる。加圧成形する雰囲気は、不活性ガス雰囲気または減圧雰囲気とすることが好ましい。この場合、大気中の酸素によって複合磁性粒子30が酸化されるのを抑制できる。
- [0040] この加圧成形時、隣り合う複合磁性粒子30間に平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50を介在

することによって、複合磁性粒子30同士が強く擦れ合うことを防止する。この際、金属石鹼および／または無機潤滑剤50は優れた潤滑性を示すため、複合磁性粒子30の外表面に設けられた絶縁被膜20は破壊されない。これにより、絶縁被膜20が金属磁性粒子10の表面を覆う形態を維持することができ、絶縁被膜20を金属磁性粒子10間の絶縁層として確実に機能させることができる。

[0041] 次に、熱処理を行なう工程(S50)を実施する。この工程(S50)では、加圧成形によって得られた成形体に、400℃以上絶縁被膜20の熱分解温度未満の温度で熱処理を行なう。これにより、成形体の内部に存在する歪みや転位を取り除く。この際、熱処理は、絶縁被膜20の熱分解温度未満の温度で実施されているため、この熱処理によって絶縁被膜20が劣化するということがない。また、熱処理によって、芳香族ポリエーテルケトン樹脂40および平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50は、絶縁物60となる。

[0042] 熱処理後、成形体に押出し加工や切削加工など適当な加工を施すことによって、図2中に示す圧粉磁心が完成する。

[0043] 以上の工程(S10～S50)により作製された図2中に示す圧粉磁心は、好ましくは、95%以上の充填率を有する。圧粉磁心の充填率は、絶縁被膜20、芳香族ポリエーテルケトン樹脂40、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50、および複合磁性粒子30間の空孔を含んで測定された圧粉磁心の実測密度を、金属磁性粒子10の理論密度で割った値で求められる。金属磁性粒子10の理論密度には、絶縁被膜20、芳香族ポリエーテルケトン樹脂40、および平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50が考慮されていないが、これらの全体に占める割合は非常に小さいため、上述の方法により実際の充填率に近似する値を得ることができる。また、金属磁性粒子10が合金からなる場合は、たとえば金属磁性粒子10が鉄-コバルト合金から形成されている場合を想定すると、金属磁性粒子10の理論密度は、(鉄の理論密度×金属磁性粒子10に占める鉄の体積率)+(コバルトの理論密度×金属磁性粒子10に占めるコバルトの体積率)によって求めることができる。

- [0044] 以上説明したように、本発明の実施の形態における軟磁性材料によれば、金属磁性粒子10と、金属磁性粒子10の表面を取り囲み、リン酸塩を含む絶縁被膜20とを含む複数の複合磁性粒子30と、芳香族ポリエーテルケトン樹脂40と、平均粒径 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50とを備える。結合樹脂として芳香族ポリエーテルケトン樹脂40を備えることにより、熱処理を行なうと、軟磁性材料は、機械的特性を向上することができる。
- [0045] また、優れた潤滑性を示す平均粒径 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤50を備えているので、熱処理によって無機潤滑剤が劣化したり軟化したりすることを防止できる。よって、渦電流損が十分に低減されるため、コアロスの悪化を防止することができる。
- [0046] 本発明の実施の形態における圧粉磁心によれば、軟磁性材料を用いて加圧成形されている。そのため、 $12000\text{A}/\text{m}$ 以上の磁場を印加した場合の磁束密度が 16kG 以上であり、かつ電気抵抗率が $10^{-3}\ \Omega\text{cm}$ 以上 $10^2\ \Omega\text{cm}$ 以下であり、かつ励起磁束密度 2.5kG 、測定周波数を 5kHz にてフルループ(BH曲線)を描いたときのコアロス値が $1500\text{kW}/\text{m}^3$ 以下であり、かつ 200°C での抗折強度が 100MPa 以上である、優れた特性の圧粉磁心を実現することができる。なお、抗折強度(曲げ強度)は、JIS(日本工業規格)Z2238の金属材料共通試験方法に基づいて測定される値である。

実施例 1

- [0047] 本実施例では、本発明による軟磁性材料および圧粉磁心の効果を調べた。始めに、下記の表1および表2を参照して、本発明例1～12および比較例1～5の各々の圧粉磁心を以下の方法により製造した。
- [0048] [表1]

	金属 磁性粒子	絶縁被膜 (推定膜厚)	成形圧力 [MPa]	熱処理条件	潤滑剤			結合剤			
					種類	平均粒径 [μ m]	添加量 [wt%]	種類	平均分子量	平均粒径 [μ m]	添加量 [wt%]
本発明例 1	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	0.8	0.005	PEEK	43000	100	0.05
本発明例 2	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	hBN	2.0	0.005	PEEK	43000	100	0.05
本発明例 3	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	MoS ₂	2.0	0.005	PEEK	43000	100	0.05
本発明例 4	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	黒鉛	2.0	0.005	PEEK	43000	100	0.05
本発明例 5	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	0.8	0.001	PEEK	43000	100	0.05
本発明例 6	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	0.8	0.050	PEEK	43000	100	0.05
本発明例 7	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	0.8	0.005	PEEK	109000	100	0.05
本発明例 8	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	0.8	0.005	PEEK	43000	300	0.05
本発明例 9	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	0.8	0.005	PEEK	10000	100	0.05
本発明例 10	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	0.8	0.005	PEEK	100000	100	0.05
本発明例 11	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	2.0	0.005	PEEK	43000	200	0.05
本発明例 12	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	λ77リン酸 亜鉛	0.8	0.1	PEEK	43000	100	0.05

[0049] [表2]

	金属 磁性粒子	絶縁被膜 (推定膜厚)	成形圧力 [MPa]	熱処理条件	潤滑剤			結合剤			
					種類	平均粒径 [μm]	添加量 [wt%]	種類	平均 分子量	平均粒径 [μm]	添加量 [wt%]
比較例 1	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	スズリン酸 亜鉛	0.8	0.005	PPS	-	100	0.05
比較例 2	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	スズリン酸 亜鉛	0.8	0.005	PEI	-	100	0.05
比較例 3	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	スズリン酸 亜鉛	7.5	0.005	PEEK	43000	100	0.05
比較例 4	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	エポキシ スズリン酸7ミド	-	0.005	PEEK	43000	100	0.05
比較例 5	ABC100.30	リン酸塩 (100nm)	1275	420°C, 1h, N ₂	-	-	-	PEEK	43000	100	0.05

[0050] (本発明例1における圧粉磁心の作製)

金属磁性粒子としての純鉄粉(ヘガネスジャパン社製の商品名「ABC100.30」、平均粒径 $100\mu\text{m}$)を準備した。そして、当該粉末の表面についてボンデ処理を実施して、平均膜厚が 100nm のリン酸鉄からなる絶縁被膜を形成した。そして、芳香族ポリエーテルケトン樹脂として、PEEK(ビクトレックス・エムシー株式会社製、平均粒径 $100\mu\text{m}$ 、重量平均分子量43000)を、複数の複合磁性粒子に対して0.05質量%、添加した。そして、平均粒径が $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および/または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤として、平均粒径が $0.8\mu\text{m}$ のステアリン酸亜鉛(日本油脂株式会社製、平均粒径 $0.8\mu\text{m}$)を、複数の複合磁性粒子に対して0.005質量%、添加した。そして、V型混合機を用いて、1時間これらを混合して、本発明例1における軟磁性材料を準備した。その後、軟磁性材料を 1275MPa の圧力を印加して、成形体を作製した。そして、 420°C で窒素気流雰囲気において1時間、成形体を熱処理した。これにより、圧粉磁心を作製した。

[0051] (本発明例2における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例2は、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および/または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤として、六方晶系窒化ホウ素(hBN, 水島合金鉄株式会社製、平均粒径 $2\mu\text{m}$)を用いた点においてのみ異なる。

[0052] (本発明例3における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例3は、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および/または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤として、二硫化モリブデン(MoS_2 , 住鋳潤滑剤株式会社製、平均粒径 $1\mu\text{m}$)を用いた点においてのみ異なる。

[0053] (本発明例4における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例4は、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および/または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤として、グラファイト(黒鉛)を用いた点においてのみ異なる。

[0054] (本発明例5における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例5は、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤を0.001質量%添加した点においてのみ異なる。

[0055] (本発明例6における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例6は、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤を0.050質量%添加した点においてのみ異なる。

[0056] (本発明例7における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例7は、芳香族ポリエーテルケトン樹脂として、重量平均分子量が109000のPEEK(ビクトレックス・エムシー株式会社製)を用いた点においてのみ異なる。

[0057] (本発明例8における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例8は、芳香族ポリエーテルケトン樹脂として、平均粒径が $300\mu\text{m}$ であるPEEK(ビクトレックス・エムシー株式会社製)を用いた点においてのみ異なる。

[0058] (本発明例9における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例9は、重量平均分子量が10000のPEEKを用いた点においてのみ異なる。

[0059] (本発明例10における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例10は、重量平均分子量が100000のPEEKを用いた点においてのみ異なる。

[0060] (本発明例11における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例11は、無機潤滑剤の平均粒径の10倍以上であって、かつ、金属磁性粒子の平均粒径の2倍であるPEEKを用いた点においてのみ異なる。

[0061] (本発明例12における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、本発明例12は、複数の複合磁性粒子に対して、0.1質量%含まれている無機潤滑剤を用いた点においてのみ異なる。

[0062] (比較例1における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、比較例1は、芳香族ポリエーテルケトン樹脂の代わりにポリフェニレンサルファイド(PPS、出光石油化学株式会社製)を用いた点においてのみ異なる。

[0063] (比較例2における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、比較例2は、芳香族ポリエーテルケトン樹脂の代わりに非結晶性樹脂であるポリエーテルイミド(PEI、GEプラスチック株式会社製)を用いた点においてのみ異なる。

[0064] (比較例3における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、比較例3は、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の代わりに平均粒径が $7.5\mu\text{m}$ のステアリン酸亜鉛(日本油脂株式会社製)を用いた点においてのみ異なる。

[0065] (比較例4における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、比較例4は、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の代わりにエチレンビスステアリン酸アミド(日本油脂株式会社製)を用いた点においてのみ異なる。

[0066] (比較例5における圧粉磁心の作製)

基本的には本発明例1と同様であるが、比較例5は、平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤を添加しなかった点においてのみ異なる。

[0067] (コアロスの測定)

上記の圧粉磁心の各々について、外径34mm、内径20mm、厚み5mmのリング状成形体(熱処理済)に関し、一次300巻、二次20巻の巻き線を施し、磁気特性測定用試料とした。これらの試料にて、BHカーブトレーサ(理研電子株式会社製の商品名「BHS-40S10K」)を用いて鉄損を測定した。具体的には、まず、 $12000\text{A}/\text{m}$ 磁界印加時の磁束密度を測定した。そして、励起磁束密度を 2.5kG ($=0.25\text{T}$)

テスラ))、測定周波数を5kHzにて、フルループ(BH曲線)を描いた時のコアロス
測定した。測定結果は、単位体積当たりのコアロス値(W/m^3)とし、表3にその測定
結果を示す。

[0068] (抗折強度の測定)

10mm×10mm×55mmの大きさを有する三点曲げ抗折強度試験用の試験片を
製作した。三点曲げ抗折強度試験用の試験片を用いて、万能材料試験機オートグラ
フ(島津製作所株式会社製の商品名「TG-25」)により、三点曲げ抗折強度試験を
行なった。三点曲げ抗折強度試験は、常温および200℃のもと、40mmのスペンで
試験片を支持して行なった。その測定結果を表3に示す。

[0069] [表3]

試料	コアロス [kW/m ³]	3点曲げ抗折強度 [MPa]	
		RT	200℃
本発明例 1	1109	140.1	121.6
本発明例 2	1296	163.8	137.3
本発明例 3	1325	162.1	132.9
本発明例 4	1371	154.7	128.8
本発明例 5	1413	143.8	117.2
本発明例 6	1092	135.6	109.3
本発明例 7	1205	133.6	106.5
本発明例 8	1274	128.5	108.7
本発明例 9	1142	137.7	115.4
本発明例 10	1187	133.5	112.1
本発明例 11	1261	135.6	109.5
本発明例 12	987	128.8	105.4
比較例 1	1153	118.0	96.7
比較例 2	1135	121.7	93.4
比較例 3	1744	128.4	98.2
比較例 4	1420	95.3	67.4
比較例 5	1866	132.5	97.1

[0070] 表3に示すように、芳香族ポリエーテルケトン樹脂と、平均粒径2.0 μ m以下の微
粒子状の金属石鹼および六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の少なくとも一
方を備えた本発明例1~12における圧粉磁心は、低いコアロスを維持するとともに、
高い抗折強度を示した。特に、芳香族ポリエーテルケトン樹脂の重量平均分子量が
1万以上10万以下であり、芳香族ポリエーテルケトン樹脂の平均粒径が、金属石鹼

および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の平均粒径の10倍以上であって、かつ、金属磁性粒子の平均粒径の2倍以下であり、金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤は、複数の複合磁性粒子に対して、0.001質量%以上0.1質量%以下含まれている、本発明例1～6, 9～12のうち、本発明例1～6, 9～11は、200℃の高温下において非常に優れた抗折強度を示し、本発明例12は非常に低いコアロスを示した。

[0071] 一方、芳香族ポリエーテルケトン樹脂の代わりにPPSを用いた比較例1、およびPEIを用いた比較例2における圧粉磁心は、コアロスの悪化は防止できたが、室温および200℃における抗折強度は低かった。

[0072] また、平均粒径2.0 μm 以下の微粒子状の金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の代わりに、平均粒径が7.5 μm の金属石鹸(日本油脂株式会社製)を用いた比較例3における圧粉磁心は、コアロスが悪化するとともに、室温および200℃における抗折強度が低かった。

[0073] また、平均粒径2.0 μm 以下の微粒子状の金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の代わりに、エチレンビスステアリン酸アミドを用いた比較例4における圧粉磁心は、室温および200℃における抗折強度が著しく低かった。

[0074] また、平均粒径2.0 μm 以下の微粒子状の金属石鹸および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤を添加しなかった比較例5における圧粉磁心は、コアロスが著しく悪化した。

[0075] 以上説明したように、実施例1によれば、芳香族ポリエーテルケトン樹脂と、平均粒径2.0 μm 以下の微粒子状の金属石鹸および六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤の少なくとも一方を備えることにより、コアロスを上昇させず、抗折強度が向上することがわかった。

[0076] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

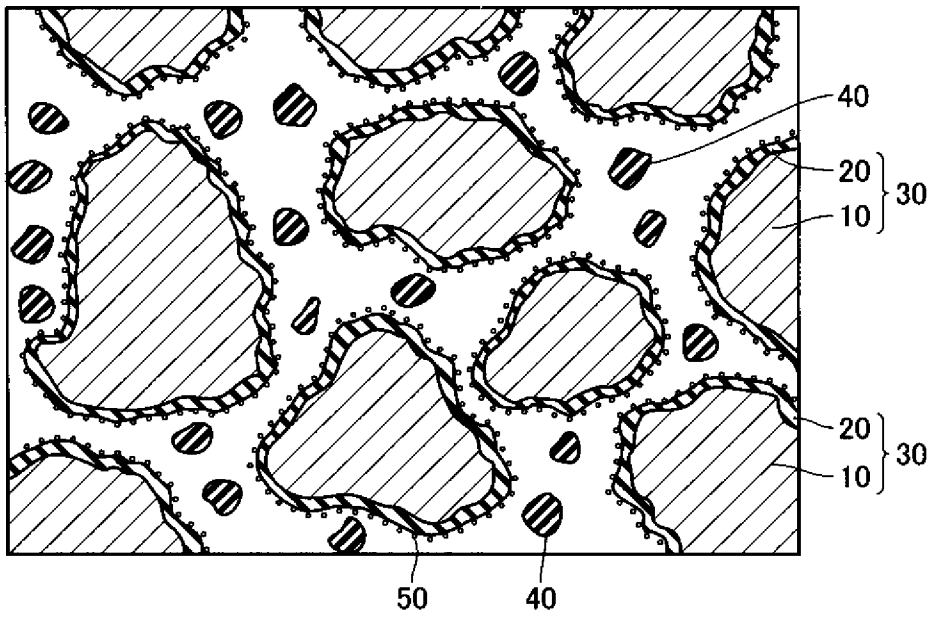
産業上の利用可能性

[0077] 本発明の軟磁性材料および圧粉磁心は、たとえば、自動車のエンジン周辺機器、モーターコア、電磁弁、リアクトルもしくは電磁部品一般に利用される。

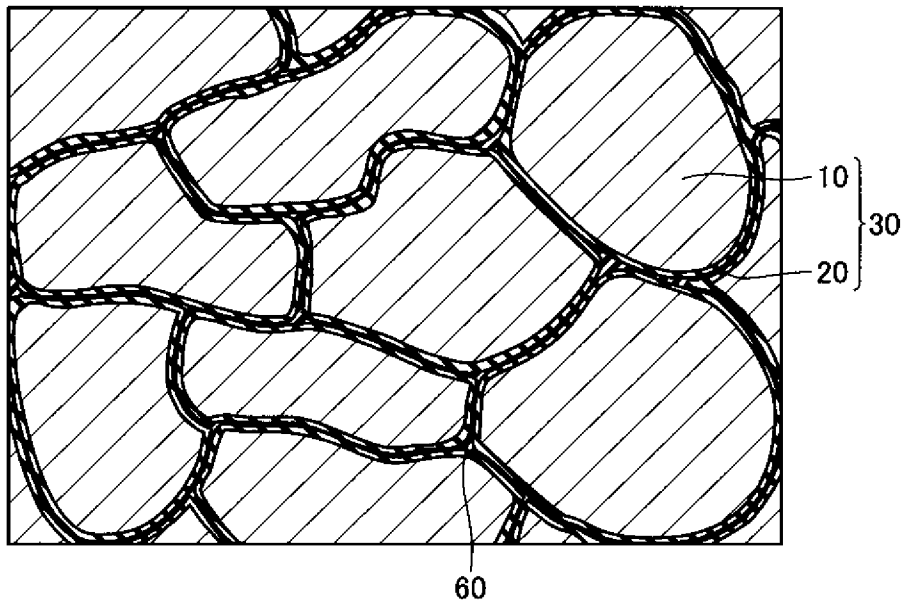
請求の範囲

- [1] 金属磁性粒子(10)と、前記金属磁性粒子(10)の表面を取り囲み、リン酸塩を含む絶縁被膜(12)とを含む複数の複合磁性粒子(30)と、
芳香族ポリエーテルケトン樹脂(40)と、
平均粒径が $2.0\mu\text{m}$ 以下の微粒子状の金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤(50)とを備える、軟磁性材料。
- [2] 前記芳香族ポリエーテルケトン樹脂(40)の重量平均分子量が1万以上10万以下である、請求の範囲第1項に記載の軟磁性材料。
- [3] 前記芳香族ポリエーテルケトン樹脂(40)の平均粒径が、前記金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤(50)の平均粒径の10倍以上であつて、かつ、前記金属磁性粒子(10)の平均粒径の2倍以下である、請求の範囲第1項に記載の軟磁性材料。
- [4] 前記金属石鹼および／または六方晶系の結晶構造を有する無機潤滑剤(50)は、前記複数の複合磁性粒子(10)に対して、0.001質量%以上0.1質量%以下含まれる、請求の範囲第1項に記載の軟磁性材料。
- [5] 請求の範囲第1項に記載の軟磁性材料を用いて作製された、圧粉磁心。

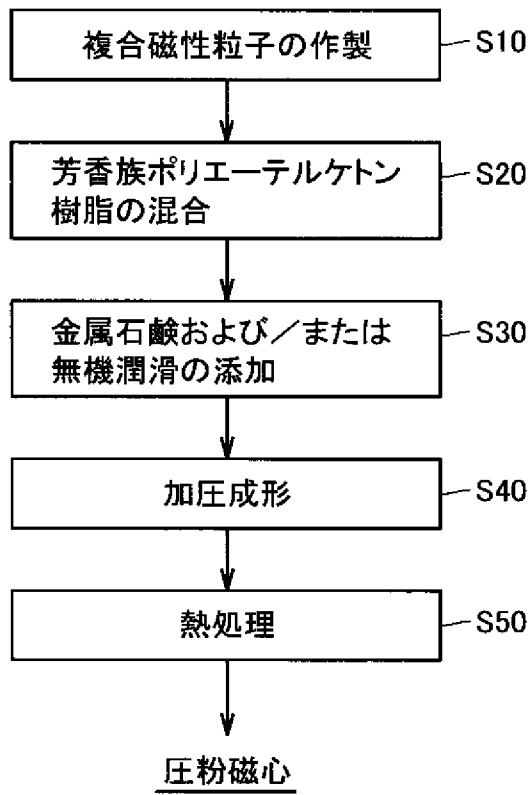
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059950

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01F1/26(2006.01) i, B22F1/02(2006.01) i, C23C22/07(2006.01) i, H01F1/22(2006.01) i, H01F1/24(2006.01) i</i></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>											
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>H01F1/26, B22F1/02, C23C22/07, H01F1/22, H01F1/24</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007</i></p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>											
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td> <p>WO 2003/038843 A1 (Sumitomo Electric Sintered Alloy, Ltd.), 08 May, 2003 (08.05.03), Full text; all drawings & US 2004/0258552 A1 & EP 1447824 A1 & CN 1575499 A</p> </td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td> <p>JP 2006-100813 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 13 April, 2006 (13.04.06), Claims; Par. No. [0033]; Fig. 2 & WO 2006/025430 A1</p> </td> <td>1-5</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	<p>WO 2003/038843 A1 (Sumitomo Electric Sintered Alloy, Ltd.), 08 May, 2003 (08.05.03), Full text; all drawings & US 2004/0258552 A1 & EP 1447824 A1 & CN 1575499 A</p>	1-5	Y	<p>JP 2006-100813 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 13 April, 2006 (13.04.06), Claims; Par. No. [0033]; Fig. 2 & WO 2006/025430 A1</p>	1-5
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
Y	<p>WO 2003/038843 A1 (Sumitomo Electric Sintered Alloy, Ltd.), 08 May, 2003 (08.05.03), Full text; all drawings & US 2004/0258552 A1 & EP 1447824 A1 & CN 1575499 A</p>	1-5									
Y	<p>JP 2006-100813 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 13 April, 2006 (13.04.06), Claims; Par. No. [0033]; Fig. 2 & WO 2006/025430 A1</p>	1-5									
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>											
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>							
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>										
<p>Date of the actual completion of the international search 12 July, 2007 (12.07.07)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 24 July, 2007 (24.07.07)</p>									
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>									
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059950

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-214207 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 06 August, 1999 (06.08.99), Par. Nos. [0015] to [0017] (Family: none)	2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01F1/26(2006.01)i, B22F1/02(2006.01)i, C23C22/07(2006.01)i, H01F1/22(2006.01)i, H01F1/24(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（I P C）） Int.Cl. H01F1/26, B22F1/02, C23C22/07, H01F1/22, H01F1/24		
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号
Y	WO 2003/038843 A1 (住友電工焼結合金株式会社) 2003.05.08, 全文, 全図 & US 2004/025 8552 A1 & EP 1447824 A1 & CN 1 575499 A	1-5
Y	J P 2006-100813 A (住友電気工業株式会社) 20 06.04.13, 【特許請求の範囲】、【0033】、図2 & W O 2006/025430 A1	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 「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 「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 12.07.2007	国際調査報告の発送日 24.07.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 山田 正文 電話番号 03-3581-1101 内線 3565	5R 8835

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 請求の範囲の番号
Y	JP 11-214207 A (日亜化学工業株式会社) 1999. 08.06, 【0015】～【0017】(ファミリーなし)	2