

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4635000号
(P4635000)

(45) 発行日 平成23年2月16日 (2011. 2. 16)

(24) 登録日 平成22年11月26日 (2010. 11. 26)

(51) Int. Cl.	F I	
H O 1 F 1/26 (2006. 01)	H O 1 F 1/26	
H O 1 F 1/00 (2006. 01)	H O 1 F 1/00	C
B 2 2 F 1/02 (2006. 01)	B 2 2 F 1/02	C
B 2 2 F 3/00 (2006. 01)	B 2 2 F 1/02	G
B 2 2 F 3/02 (2006. 01)	B 2 2 F 3/00	B
請求項の数 8 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-511636 (P2006-511636)	(73) 特許権者	394026471
(86) (22) 出願日	平成17年3月28日 (2005. 3. 28)		日本科学冶金株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/005694		大阪府寝屋川市大成町 1 3 番 3 号
(87) 国際公開番号	W02005/096325	(74) 代理人	100101454
(87) 国際公開日	平成17年10月13日 (2005. 10. 13)		弁理士 山田 卓二
審査請求日	平成20年3月6日 (2008. 3. 6)	(74) 代理人	100091524
(31) 優先権主張番号	特願2004-105312 (P2004-105312)		弁理士 和田 充夫
(32) 優先日	平成16年3月31日 (2004. 3. 31)	(74) 代理人	100132241
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 岡部 博史
		(74) 代理人	100081422
			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100098280
			弁理士 石野 正弘
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 機能性材料の組成物及びその製造方法及び製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機能性粒子と機能性粒子同士を結着する結着材を混合する混合工程と、該混合工程で得られた混合造粒粉末を酸化雰囲気中で焼成しながら複数の機能性粒子が酸化被膜で被覆された機能性粒子集合体を作製する焼成工程とを有することを特徴とする機能性粒子集合体の製造方法。

【請求項 2】

混合造粒粉末に占める結着材の体積比が 0 . 5 % ~ 1 0 % であることを特徴とする請求項 1 に記載の機能性粒子集合体の製造方法。

【請求項 3】

混合造粒粉末を酸化雰囲気中で焼成する前に減圧して余分な吸着水分を除去することを特徴とする請求項 1 あるいは 2 に記載の機能性粒子集合体の製造方法。

【請求項 4】

前記焼成工程において金属球を絶縁材で被覆した粉砕ボールにより機能性粒子集合体を粉砕することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の機能性粒子集合体の製造方法。

【請求項 5】

複数の機能性粒子が絶縁材で被覆された機能性粒子集合体の製造装置であって、
機能性粒子と機能性粒子同士を結着する結着材が投入される投入口を有する混合容器と、該混合容器を回転させる回転駆動手段と、前記混合容器に酸化性ガスを供給するガス供

給手段と、該ガス供給手段から供給される酸化性ガスを加熱する加熱手段と、前記混合容器の内部を減圧する減圧手段とを備え、前記投入口から機能性粒子と結着材を投入して、前記減圧手段により前記混合容器の内部を減圧し、前記回転駆動手段により前記混合容器を回転しながら前記ガス供給手段から前記混合容器に酸化性ガスを供給し、該酸化性ガスを前記加熱手段により加熱することにより複数の機能性粒子が酸化被膜で被覆された機能性粒子集合体を製造することを特徴とする機能性粒子集合体の製造装置。

【請求項 6】

前記混合容器は中央部の直径が両端部の直径より大きく設定され、その内面には軸線に対し傾斜した凸状の複数の粉末ガイドが形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の機能性粒子集合体の製造装置。

10

【請求項 7】

請求項 5 あるいは 6 に記載の製造装置を使用した請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の機能性粒子集合体の製造方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の製造方法により製造したことを特徴とする機能性粒子集合体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軟磁気特性、電磁波吸収特性、熱伝導性等の機能を有する機能性粒子を絶縁性材料で被覆した機能性材料の組成物及びその製造に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

機能性材料の一つである軟質フェライトは、軽量で電気抵抗が高いという性質があり、その粉末が合成樹脂中に分散した軟磁性樹脂組成物は、トランス、チョークコイル、インダクタ等に利用されている。

【0003】

しかしながら、軟質フェライトの粉末を分散させた軟磁性樹脂組成物は、電気抵抗が高い成形体には有利ではあるが、飽和磁束密度が高くないことから、高い飽和磁束密度が要求される成形体にはまだまだ十分な組成物と言えるものではなかった。

【0004】

30

一方、金属系軟磁性材料は、飽和磁束密度は高いが電気抵抗が低いという欠点がある。

【0005】

そこで、合成樹脂と軟磁性材料とを含有した軟磁性樹脂組成物であって、軟磁性材料として、Ni - Zn系フェライトあるいはMg - Zn系フェライトの酸化物系磁性体粉末と、表面に電気絶縁層を形成した金属系磁性体粉末とを組み合わせる使用することにより、高い透磁率を有するとともに、耐電圧と飽和磁束密度が共に高い軟磁性樹脂組成物が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開平 11 - 31612 号公報（第 2 頁）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

特許文献 1 に記載の機能性材料の組成物を含む従来の組成物は、造粒して焼結し粉碎して機能性粒子とした後、この機能性粒子を樹脂に混合し、射出成形、押出成形、圧縮成形等により所望の形状の成形体に成形している。この機能性粒子は、単純な工程で製造できるというメリットがある反面、粒子同士が接触して電気伝導性が生じると不都合な用途には使用できない。また、機能性粒子の充填量を減らすと粒子同士の接触は低減できるが、機能そのものも低下する。

【0007】

そこで、機能性粒子の表面に絶縁性を持たせるための種々の絶縁方法も提案されており、これらの方法によれば、機能性粒子の充填量を高くしても絶縁性を高くできるメリット

50

はあるものの、必ずしも射出成形等に適した粒度が得られるわけではなく、次のような問題もある。

従来の粒子絶縁方法	問題点
樹脂被覆	粉末が微粉になるほど、また異形状になるほど、絶縁に必要な樹脂量が増大し、充填量を高くできない。
めっき	絶縁性めっきは限定されるため、汎用性に乏しい。
酸化被膜（熱）	粉末が微粉になるほど、また異形状になるほど、酸化される部分が多くなり、機能の低下をもたらす。
CVD、PVD等	絶縁に十分な膜厚を得るためには長い処理時間を必要とし、コストが高くなる。
メカニカルアロイング、メカノフュージョン等の機械的被覆	メカニカルアロイングは生産性が低い。また、被覆材料として樹脂を用いた場合は、樹脂被覆と同じ問題が生じる。

10

【0008】

20

本発明は、従来技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、微粉末や異形状の粉末でも充填量を高くすることができ、成形性に優れるとともに、汎用性が高く、絶縁性と機能性のバランスがとれた機能性材料の組成物及びその製造方法及び製造装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、本発明は、複数の機能性粒子が絶縁材で被覆された多数の機能性粒子集合体を樹脂に充填したことを特徴とする機能性樹脂材料である。

【0010】

また、前記複数の機能性粒子に絶縁性機能性粒子を体積比で50%以下添加するのが好ましく、前記絶縁性機能性粒子は機能性粒子の酸化物であってもよい。

30

【0011】

さらに、前記複数の機能性粒子は軟磁気特性及び電磁波吸収特性の少なくとも一つに優れた特性を有するのが好ましい。

【0012】

また、本発明は、上述した機能性樹脂材料を使用してペレットを作製する工程と、ペレットを射出成形して成形体を得る工程とを有する成形体の製造方法を提供するものである。

【0013】

さらに、本発明は、機能性粒子と機能性粒子同士を結着する結着材を混合する混合工程と、該混合工程で得られた混合造粒粉末を酸化雰囲気中で焼成しながら複数の機能性粒子が酸化被膜で被覆された機能性粒子集合体を作製する焼成工程とを有する機能性粒子集合体の製造方法を提供するものである。

40

【0014】

この場合、混合造粒粉末に占める結着材の体積比は0.5%～10%であるのが好ましく、混合造粒粉末を酸化雰囲気中で焼成する前に減圧して余分な吸着水分を除去するのがよい。

【0015】

焼成工程では、金属球を絶縁材で被覆した粉碎ボールにより機能性粒子集合体を粉碎するのがよい。

50

【 0 0 1 6 】

また、本発明は、複数の機能性粒子が絶縁材で被覆された機能性粒子集合体の製造装置を提供するものであり、機能性粒子と機能性粒子同士を結着する結着材が投入される投入口を有する混合容器と、該混合容器を回転させる回転駆動手段と、前記混合容器に酸化性ガスを供給するガス供給手段と、該ガス供給手段から供給される酸化性ガスを加熱する加熱手段と、前記混合容器の内部を減圧する減圧手段とを備え、前記投入口から機能性粒子と結着材を投入して、前記減圧手段により前記混合容器の内部を減圧し、前記回転駆動手段により前記混合容器を回転しながら前記ガス供給手段から前記混合容器に酸化性ガスを供給し、該酸化性ガスを前記加熱手段により加熱することにより複数の機能性粒子が酸化被膜で被覆された機能性粒子集合体を製造することを特徴とする。

10

【 0 0 1 7 】

混合容器は中央部の直径が両端部の直径より大きく設定され、その内面には軸線に対し傾斜した凸状の複数の粉末ガイドが形成されているのが好ましい。

【 0 0 1 8 】

また、本発明は、別の機能性粒子集合体の製造方法を提供するものであり、機能性粒子と、射出成形温度よりも高い軟化温度を有する絶縁材とを混合して混合体を作製し、混合体を造粒して複数の機能性粒子が絶縁材で被覆された機能性粒子集合体を作製し、機能性粒子集合体に占める絶縁材の体積比を 5 % ~ 3 0 % に設定したことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この場合、減圧状態で混合体を造粒するのが好ましい。

20

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、複数の機能性粒子が絶縁材で被覆された多数の機能性粒子集合体を樹脂に充填し、必要に応じて複数の機能性粒子に絶縁性機能性粒子を添加するようにしたので、微粉末や異形状の粉末でも充填量を高くすることができ、成形性において優れている。また、汎用性が高く、絶縁性と機能性を両立させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】図 1 は本発明にかかる機能性粒子集合体の断面図である。

【図 2】図 2 は本発明にかかる別の機能性粒子集合体の断面図である。

30

【図 3】図 3 は本発明にかかる機能性粒子集合体の製造装置の概略構成図である。

【図 4 A】図 4 A は図 3 の製造装置に設けられた混合容器の変形例を示す斜視図である。

【図 4 B】図 4 B は図 4 A の混合容器の軸線に直交する方向に二分した場合の一方の側壁内面の展開図である。

【図 5】図 5 は本発明にかかる機能性樹脂材料の断面図である。

【図 6】図 6 は図 5 の機能性樹脂材料を使用して成形体を成形する場合のブロック図である。

【符号の説明】

【 0 0 2 2 】

- 2 機能性粒子、
- 4 絶縁材、
- 5 絶縁性機能性粒子、
- 6 混合容器、
- 8 ガス供給手段、
- 1 0 加熱手段、
- 1 2 減圧手段、
- 1 4 排気手段、
- 1 6 回転ローラ、
- 1 8 投入口、
- 2 0 , 2 2 , 2 4 開閉弁、

40

50

- 26 粉末ガイド、
- 28 樹脂、
- A 機能性粒子集合体。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明にかかる機能性材料の組成物を示しており、軟磁気特性、電磁波吸収特性、熱伝導性の少なくとも一つに優れた特性を有する複数の機能性粒子2と、これらの機能性粒子2を被覆する絶縁材4とで構成される機能性粒子集合体Aとして造粒されている。

10

【0024】

従来の機能性材料の組成物は、機能性粒子の一粒一粒が絶縁材で被覆されているのに対し、本発明にかかる機能性材料の組成物は、複数の機能性粒子2が絶縁材4で被覆されて機能性粒子集合体Aを構成しており、機能性粒子集合体Aの中の機能性粒子2は一粒一粒が絶縁されているとは限らず、ある機能性粒子2は隣りの機能性粒子2と接触している場合もある。

【0025】

また、図2に示されるように、複数の機能性粒子2の間に複数の絶縁性機能性粒子5を点在させることで、機能性粒子2間をある程度絶縁することができ、さらに絶縁性が向上する。

20

【0026】

機能性粒子2としては、軟磁気特性、電磁波吸収特性、熱伝導性等に優れた材料が選定され、例えば以下に示す材料が好ましい。

(1) 軟磁性材料

- ・純鉄系軟磁性材料としては、メタル粉、窒化鉄粉等。
- ・鉄基合金系軟磁性材料としては、Fe-Si-Al合金(センダスト)粉末、スーパーセンダスト粉末、Ni-Fe合金(パーマロイ)粉末、Co-Fe合金粉末、純鉄系軟磁性材料、Fe-Si-B系合金粉末等。

- ・フェライト系材料。

(2) 電磁波吸収材料

- ・カーボン系フィラー カーボンブラック、黒鉛、カーボン繊維あるいはこれらの混合物。

- ・フェライト系材料。

(3) 熱伝導材料

- ・Cu、Ni、Al、Cr及びそれらの合金粉末。
- ・AlN、BN、Si₃N₄、SiC、Al₂O₃、BeO等のセラミック粉末。

(4) 合成樹脂

- ・ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-酢酸ビニル共重合体、アイオノマー等のポリオレフィン。

- ・ナイロン6、ナイロン66、ナイロン6/66、ナイロン46、ナイロン12等のポリアミド。

- ・ポリフェニレンスルフィド、ポリフェニレンスルフィドケトン、ポリフェニレンスルフィドスルホン等のポリアリーレンスルフィド。

- ・ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、全芳香族ポリエステル等のポリエステル。

- ・ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリアミドイミド等のポリイミド系樹脂。

- ・ポリスチレン、アクリロニトリル-スチレン共重合体等のポリスチレン系樹脂。

- ・ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、塩化ビニル-塩化ビニリデン共重合体、塩素化ポリエチレン等の塩素含有ビニル系樹脂。

- ・ポリアクリル酸メチル、ポリメタクリル酸メチル等のポリ(メタ)アクリル酸エス

30

40

50

テル。

- ・ポリアクリロニトリル、ポリメタクリロニトリル等のアクリロニトリル系樹脂。
- ・テトラフルオロエチレン／パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、ポリテトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン／ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリフッ化ビニリデン等のフッ素樹脂。
- ・ポリジメチルシロキサン等のシリコーン樹脂ポリフェニレンオキシド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトン、ポリアリレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン等の各種エンジニアリングプラスチック。
- ・ポリアセタール、ポリカーボネート、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルホルマール、ポリビニルブチラール、ポリブチレン、ポリイソブチレン、ポリメチルペンテン、ブタジエン樹脂、ポリエチレンオキシド、オキシベンゾイルポリエステル、ポリパラキシレン樹脂等の各種熱可塑性樹脂。
- ・エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂等の熱硬化性樹脂等、及びこれらの２種以上の混合物。

10

【００２７】

図３は、本発明にかかる機能性粒子集合体Ａの製造装置を示しており、機能性粒子２を酸化してその周囲に絶縁材としての酸化膜を形成するために使用される。この製造装置は、円筒状の混合容器６と、混合容器６の一端部に接続されたガス供給手段８及び加熱手段１０と、混合容器６の他端部に接続された減圧手段（例えば、真空ポンプ）１２及び排気手段１４とを備えている。混合容器６の周面は回転ローラ１６に当接しており、回転ローラ１６を駆動手段（図示せず）で回転することにより混合容器６は回転する。また、混合容器６の端面には、機能性粒子２を混合容器６に投入するための投入口１８が形成されている。

20

【００２８】

なお、図３における２０，２２，２４はそれぞれ開閉弁を示している。

【００２９】

図１に示される機能性粒子集合体Ａを図３に示される製造装置を使用して製造する方法を以下説明する。

【００３０】

まず、混合容器６の投入口１８から多数の機能性粒子２をＰＶＡ（ポリビニルアルコール）等の結着材とともに投入し、開閉弁２２を開放して減圧手段１２により混合容器６の内部が所定の圧力（例えば、１ Torr = 133 Pa）に低下するまで真空引きすることで、投入された機能性粒子２あるいは結着材に吸着された余分な水分が除去される。次に、減圧手段１２を停止し開閉弁２２を閉止するとともに、駆動手段で回転ローラ１６を回転駆動して混合容器６を回転させる。同時に、開閉弁２０，２４を開放して、ガス供給手段８から酸化性ガス（例えば、空気、酸素と不活性ガスの混合気体等）を混合容器６に供給し、混合容器６に供給される酸化性ガスを加熱手段１０により加熱しながら、排気手段１４で混合容器６内に充填されたガスを排気する。

30

【００３１】

なお、機能性粒子２あるいは結着材には多量の水分が含まれているが、その量は季節あるいは他の要因で変化する。酸化量の大小は特性に影響を及ぼすことから、あらかじめ除去するために減圧手段１２は設けられている。

40

【００３２】

以上の工程により、複数の機能性粒子２と結着材とが混合した混合造粒粉末がまず作製され、この混合造粒粉末が酸化雰囲気中で焼成されて一体化するとともに酸化被膜により被覆された機能性粒子集合体Ａが所定のサイズに造粒される。この機能性粒子集合体Ａの場合、酸化被膜が絶縁材４として機能する。この機能性粒子集合体Ａは樹脂に充填され、後述するように射出成形、押出成形、圧縮成形等により所望の形状の成形体に成形されるが、機能性粒子集合体Ａのサイズが成形に適したサイズより大きい場合、機能性粒子２とともに金属球を絶縁材で被覆した粉碎ボールを混合容器６に投入すると、機能性粒子集合

50

体 A の造粒時、機能性粒子集合体 A が粉碎ボールで粉碎され、成形に適したサイズとなる。

【 0 0 3 3 】

また、図 2 に示される機能性粒子集合体 A を製造する場合、多数の機能性粒子 2 及び結着材とともに多数の絶縁性機能性粒子 5 が混合容器 6 に投入されるが、所定の機能性を確保するために、絶縁性機能性粒子 5 の投入量は機能性粒子 2 に対し体積比で 5 0 % 以下が好ましい。絶縁性機能性粒子 5 としては、機能性粒子 2 の酸化物であってもよい。

【 0 0 3 4 】

さらに、混合造粒粉末に占める結着材は、体積比で 0 . 5 % ~ 1 0 % の範囲が好ましく、0 . 5 % 以下では造粒不能となり、1 0 % を超えると結着材の残留物が多くなり、酸化

10

【 0 0 3 5 】

なお、図 3 に示される製造装置は、酸化被膜を絶縁材 4 として使用する装置であって、酸化法以外の装置では、ガス供給手段 8 及び排気手段 1 4 を設ける必要がない。この場合、混合容器 6 には、機能性粒子 2 と絶縁材が投入口 1 8 より投入されるが、混合及び造粒して得られた機能性粒子集合体 A を例えば射出成形で所望の形状に成形する場合、射出成形温度よりも高い軟化温度を持つ熱可塑性樹脂あるいは熱硬化性樹脂が絶縁材として使用される。

【 0 0 3 6 】

また、機能性粒子集合体に占める絶縁材の体積比は 5 % ~ 3 0 % に設定され、5 % 未満の場合、造粒物の強度あるいは絶縁性が不十分となり、3 0 % を超えると樹脂成形品の特性が低下する。

20

【 0 0 3 7 】

さらに、混合及び造粒を減圧状態で行うと、機能性粒子集合体 A 中に気泡が混入するのを防止することができる。

【 0 0 3 8 】

また、図 3 に示される装置は、混合容器 6 を回転ローラ 1 6 で回転するようにしたが、混合容器 6 に従動ギヤを取り付けるとともに、駆動手段に駆動ギヤを取り付け、駆動ギヤと従動ギヤを噛み合わせるにより混合容器 6 を回転するようにしてもよい。さらに、混合容器 6 には一つの投入口 1 8 を設けたが、2 つの投入口を設け、機能性粒子 2、絶縁材等の原料を別々に混合容器 6 に投入することもできる。また、加熱手段 1 0 でガス供給手段 8 から供給されるガスを加熱するようにしたが、混合容器 6 に近接して加熱手段 1 0 を取り付け、混合容器 6 を加熱手段 1 0 により直接加熱することもできる。さらに、減圧手段 1 2 と排気手段 1 4、あるいは、ガス供給手段 8 と減圧手段 1 2 を三方コックで切り替えるようにすることもできる。

30

【 0 0 3 9 】

図 4 A は、混合容器 6 の変形例の斜視図を示しており、図 4 B はこの混合容器 6 を軸線に直交する方向に二分し、その一方の側壁を展開した場合の側壁の内面を示している。

【 0 0 4 0 】

図 4 A に示される混合容器 6 は、中央部の直径が両端部の直径より大きく、軸線に直交する方向に二分した場合、その各々は円錐台の形状を呈している。この混合容器 6 に機能性粒子等の原料を投入し、回転して造粒するに際し、直径が大きい中心部に原料が集まるのを避けるために、図 4 B に示されるように、側壁内面には、軸線に対し所定の角度 θ だけ傾斜した凸状の複数の粉末ガイド 2 6 が所定の間隔で形成されている。

40

【 0 0 4 1 】

この混合容器 6 に機能性粒子等の原料を投入すると、原料は直径が大きい中心部に集まる傾向にあるが、混合容器 6 の回転とともに原料は傾斜した粉末ガイド 2 6 により両端部に向かって略一様に分散し、所定の造粒が行われる。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、本発明にかかる機能性樹脂材料を示しており、造粒した多数の機能性粒子集合

50

体 A を樹脂 28 に充填したものであり、図 6 に示されるように、例えば射出成形等の樹脂材料として使用される。

【0043】

さらに詳述すると、図 3 に示される製造装置等を使用して、図 1 あるいは図 2 に示されるような機能性粒子集合体 A をまず作製し、機能性粒子集合体 A と樹脂 28 を混練してペレットを作製し、さらにペレットは射出成形により所望の形状の成形体に成形される。

【0044】

なお、樹脂 28 にガラス繊維、炭素繊維等のフィラーを添加して成形体の強度を向上することも可能で、熱伝導性材料を充填した樹脂 28 に炭素繊維のフィラーを添加すると、熱伝導性ばかりでなく電磁波吸収特性も向上する。

10

【実施例】

【0045】

本発明にかかる機能性粒子集合体が充填された機能性樹脂材料で以下の形状の多数の試料を作製し、絶縁性の評価に適した交流磁気特性である直流重畳特性を調べた。

・試料形状

内径：12.6 mm

外径：20.2 mm

高さ：6.3 mm

【0046】

(1) アモルファス粉末及びフェライト粉末を機能性粒子及び絶縁性機能性粒子としてそれぞれ選定し、機能性粒子の絶縁材としてエポキシ樹脂粉末を選定するとともに、機能性粒子集合体が充填される樹脂として 6 ナイロンを選定し、その直流重畳特性を調べた。機能性粒子の充填率（機能性粒子集合体中に占める機能性粒子の体積率）を 90% に設定し、最終充填率（最終試料中に含まれる機能性粒子の体積率）を 60% に設定するとともに、測定装置、直流重畳電流及びその他の条件は以下のとおりであった。

20

・測定装置

ヒューレットパッカード社製 HP - 4284A

ヒューレットパッカード社製 HP - 42841A

（2 台を 1 組として使用）

・周波数：10 kHz

30

・直流重畳電流：10 A

・測定室温度：23

・測定室湿度：50%

・アモルファス粉末

粉末組成： $(\text{Fe}_{0.97} \text{Cr}_{0.03})_{76}(\text{Si}_{0.5} \text{B}_{0.2})_{22} \text{C}_2$

平均粒径：20 μm

・フェライト粉末

粉末組成： $(\text{MnZn})\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$

平均粒径：5 μm

・機能性粒子集合体平均粒径：100 μm

40

【0047】

直流重畳特性を表 1 に示す。

【表 1】

アモルファス粉末 (vol%)	フェライト粉末 (vol%)	直流重畳 (%)
100	0	96
98	2	96
95	5	95
90	10	95
80	20	94
60	40	93
50	50	91
40	60	85

10

【0048】

なお、直流重畳電流値は0Aでのインダクタンス値を100%としたときの値(%)で、測定試料に巻く銅線のターン数は、0Aでのインダクタンス値が10 μ Hに最も近くなるターン数とした。

【0049】

表1において、直流重畳特性は、電流値が90%以上を「認容可」とすると、フェライト粉末(絶縁性機能性粒子)を体積比で50%以下添加すればよいことになる。

20

【0050】

(2)従来の機能性粒子と本発明にかかる機能性粒子集合体の直流重畳特性を調べ両者の比較検証を行った。従来の機能性粒子としてアモルファス粉末粒子を採用する一方、本発明にかかる機能性粒子集合体には上記(1)と同じものを使用し、機能性粒子の充填率を90%に設定した。

【0051】

直流重畳特性を表2に示す。

【表 2】

最終充填率 (vol%)	直流重畳 (%)	
	従来の機能性粒子 アモルファス粉末の み (vol%)	機能性粒子集合体 (vol%)
50	100	98
60	90	96
65	83	96
70	40	90
72	5	88

30

【0052】

表2より、本発明にかかる機能性粒子集合体は従来の機能性粒子より直流重畳特性において優れていることがわかる。

【0053】

(3)本発明にかかる機能性粒子集合体において、絶縁材の充填量が直流重畳特性に与える影響を調べた。

【0054】

最終充填率を50%及び60%に設定したときの直流重畳特性をそれぞれ表3及び表4に示す。

40

【表 3】

絶縁材 (vol%)	直流重量 (%)
1	3 0
3	9 1
5	9 2
1 0	9 7
1 5	9 8
2 5	9 7
3 0	9 8
3 5	9 7

10

【表 4】

絶縁材 (vol%)	直流重量 (%)
1	5
3	3 7
5	9 0
1 0	9 0
1 5	9 1
2 5	9 1
3 0	9 2
3 5	成形不可

20

【0 0 5 5】

表 3 及び表 4 より、機能性粒子集合体中に占める絶縁材の体積比は 5 % ~ 3 0 % が適当であることがわかる。

30

【0 0 5 6】

なお、絶縁材の充填量が 1 vol% の場合、ほとんど造粒されていなかった。

【0 0 5 7】

(4) 上記 (1) ~ (3) の各測定に使用した本発明にかかる機能性粒子集合体は、酸化法以外の方法で作製したのに対し、この測定では、図 4 A に示される製造装置 (酸化法) を使用して機能性粒子集合体を作製し、結着材 (P V A) の充填量が直流重量特性に与える影響を調べた。機能性粒子集合体が充填される樹脂として 6 ナイロンを選定し、最終充填率は 6 0 % に設定した。製造装置の仕様は以下のとおりであった。

- ・ガス加熱温度：4 5 0
- ・酸化ガス：空気 (流量：5 リットル / 分)
- ・混合容器
 - 大径部 (中央部) 直径：1 0 0 m m
 - 長さ：1 5 0 m m
 - 回転速度：6 0 r p m
- ・加熱処理時間：2 0 分
- ・減圧：1 Torr = 1 3 3 Pa (1 分)
- ・アモルファス粉末

40

粉末組成：(Fe_{0.97} Cr_{0.03})₇₆(Si_{0.5} B_{0.2})₂₂ C₂
 平均粒径：1 5 0 μ m

【0 0 5 8】

50

直流重量特性を表 5 に示す。

【表 5】

結着材 (vol%)	直 流 重 量 (%)
0 . 1	造粒せず
0 . 3	8 4
0 . 5	9 1
1	9 1
5	9 2
1 0	9 4
1 5	9 5

10

【 0 0 5 9 】

表 5 において、結着材の充填量が 1 5 vol % の場合、0 A でのインダクタンス値が 1 0 μ H に最も近くなるように測定試料に巻いた銅線のターン数は、結着材の充填量が 1 0 vol % 以下の場合に比べてかなり多かったことから、混合造粒粉末に占める結着材の体積比は 0 . 5 % ~ 1 0 % が適当である。

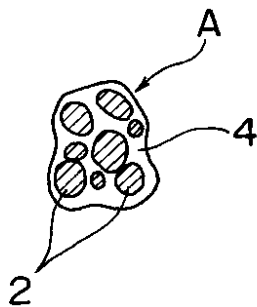
【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 0 】

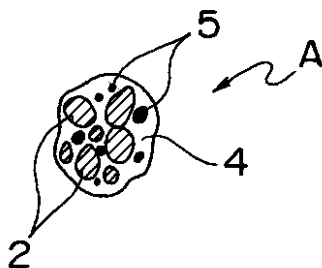
本発明にかかる機能性粒子集合体は、微粉末や異形状の粉末でも充填量を高くすることができるばかりでなく、成形性に優れるとともに、汎用性が高く、絶縁性と機能性のバランスがとれているので、優れた軟磁気特性、電磁波吸収特性、熱伝導性が要求される製品に有用である。

20

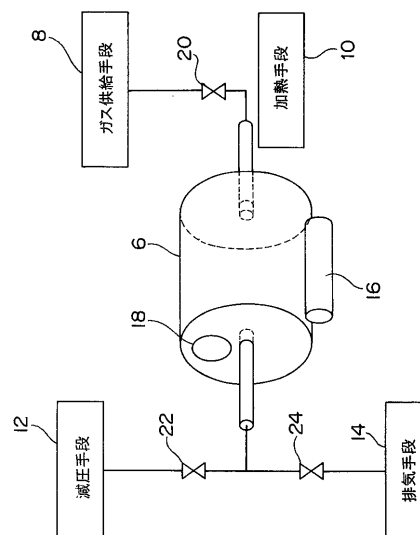
【図 1】



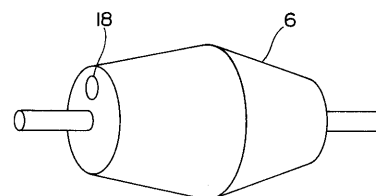
【図 2】



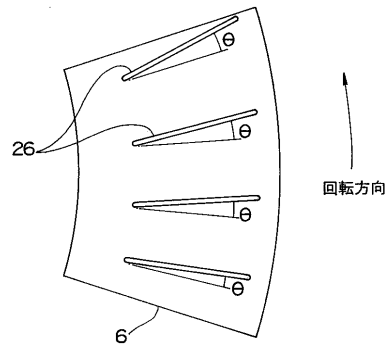
【図 3】



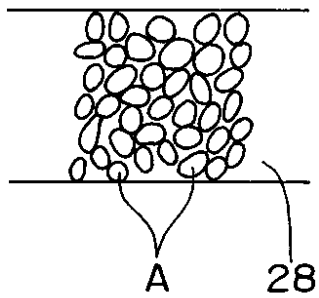
【図 4 A】



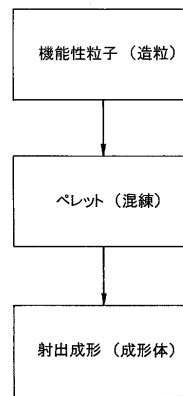
【図 4 B】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 F 1/33 (2006.01) B 2 2 F 3/02 S
H 0 1 F 1/33

(72)発明者 松川 清喬
大阪府寝屋川市大成町 1 2 番 3 2 号 日本科学冶金株式会社内
(72)発明者 石原 耕三
大阪府寝屋川市大成町 1 2 番 3 2 号 日本科学冶金株式会社内
(72)発明者 政野 和博
大阪府寝屋川市大成町 1 2 番 3 2 号 日本科学冶金株式会社内
(72)発明者 田中 敏和
大阪府寝屋川市大成町 1 2 番 3 2 号 日本科学冶金株式会社内

審査官 山田 正文

(56)参考文献 国際公開第 9 8 / 0 0 8 2 3 3 (W O , A 1)
特開平 0 2 - 1 9 8 1 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 7 5 7 8 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 0 5 5 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 6 2 4 4 4 (J P , A)
特開平 0 5 - 1 2 9 1 1 9 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 7 7 2 2 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01F 1/26
B22F 1/02
B22F 3/00
B22F 3/02
H01F 1/00
H01F 1/33