

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 18 年 4 月 13 日 (2006.4.13)

【公開番号】特開 2005-79509 (P2005-79509A)

【公開日】平成 17 年 3 月 24 日 (2005.3.24)

【年通号数】公開・登録公報 2005-012

【出願番号】特願 2003-311322 (P2003-311322)

【国際特許分類】

**H 0 1 F 1/33 (2006.01)**

**B 2 2 F 1/00 (2006.01)**

**B 2 2 F 1/02 (2006.01)**

**B 2 2 F 3/00 (2006.01)**

【F I】

H 0 1 F 1/33

B 2 2 F 1/00 B

B 2 2 F 1/02 E

B 2 2 F 3/00 D

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 2 月 24 日 (2006.2.24)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属磁性粒子と、前記金属磁性粒子の表面を取り囲み、硫黄、セレン、チタンおよびアルミニウムからなる群より選ばれた少なくとも一種を含む絶縁被膜とを有する複数の複合磁性粒子を成形することによって成形体を形成する工程と、

前記成形体を温度 400 以上 900 以下で熱処理する工程とを備え、

前記成形体を形成する工程は、前記複数の複合磁性粒子が有機物で接合された前記成形体を形成する工程を含み、

前記絶縁被膜の厚みは、0.005 μm 以上 20 μm 以下である、軟磁性材料の製造方法。

【請求項 2】

前記絶縁被膜はケイ素をさらに含む、請求項 1 に記載の軟磁性材料の製造方法。

【請求項 3】

金属磁性粒子と、前記金属磁性粒子の表面を取り囲み、ケイ素を含む絶縁被膜とを有する複数の複合磁性粒子を成形することによって成形体を形成する工程と、

前記成形体を温度 400 以上 800 未満で熱処理する工程とを備え、

前記成形体を形成する工程は、前記複数の複合磁性粒子が有機物で接合された前記成形体を形成する工程を含み、

前記絶縁被膜の厚みは、0.005 μm 以上 20 μm 以下である、軟磁性材料の製造方法。

【請求項 4】

前記熱処理する工程は、前記成形体を 15 分以上 100 時間以下熱処理する工程を含む、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の軟磁性材料の製造方法。

【請求項 5】

前記金属磁性粒子は鉄を含み、鉄に対する前記絶縁被膜の拡散係数は、 $1 \times 10^{-18}$  ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) 以上  $1 \times 10^{-14}$  ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) 以下である、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の軟磁性材料の製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の軟磁性材料の製造方法によって形成された軟磁性材料であって、

$8.0 \times 10^3$  ( $\text{A}/\text{m}$ ) の磁場を印加した場合の磁束密度  $B$  が 1.6 (テスラ) 以上であり、電気抵抗率が 300 ( $\mu\text{cm}$ ) 以上である、軟磁性材料。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

この発明に 1 つの局面に従った軟磁性材料の製造方法は、金属磁性粒子と、金属磁性粒子の表面を取り囲む絶縁被膜とを有する複数の複合磁性粒子を成形することによって成形体を形成する工程と、成形体を温度 400 以上 900 以下で熱処理する工程とを備える。絶縁被膜は、硫黄 (S)、セレン (Se)、チタン (Ti) およびアルミニウム (Al) からなる群より選ばれた少なくとも一種を含む。成形体を形成する工程は、複数の複合磁性粒子が有機物で接合された成形体を形成する工程を含む。絶縁被膜の厚みは、0.005  $\mu\text{m}$  以上 20  $\mu\text{m}$  以下である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

このように構成された軟磁性材料の製造方法によれば、絶縁被膜に含まれる硫黄、セレン、チタンまたはアルミニウムは、金属磁性粒子に対して比較的小さい拡散係数を有する。このため、成形体を熱処理する場合に、比較的高い温度で熱処理したとしても、これらの元素が金属磁性粒子に拡散することを抑制できる。この際、成形体を熱処理する温度が 400 よりも低い場合、熱処理による効果を十分に得ることができない。また、成形体を熱処理する温度が 900 よりも高い場合、絶縁被膜に含まれる元素が金属磁性粒子に拡散することによって、絶縁被膜が消失したり、金属磁性粒子中の不純物の濃度が増加するおそれがある。そこで、本発明に従った温度範囲で成形体を熱処理することによって、絶縁被膜に含まれる元素の拡散を抑制するとともに、熱処理による効果を十分に得ることができる。これにより、所望の磁気的特性を有する軟磁性材料を形成することができる。

また、成形体を形成する工程は、複数の複合磁性粒子が有機物で接合された成形体を形成する工程を含む。このように構成された軟磁性材料によれば、複数の複合磁性粒子の各々の間には有機物が介在している。そこで有機物は、潤滑剤としての機能を発揮する。このため、成形体を形成する工程において絶縁被膜が破壊されることを抑制できる。これにより、所望の磁気的特性を有する軟磁性材料を形成することができる。

成形体を形成する工程において、公知技術である温間成形法や金型潤滑法を用いることによって、成形体の高密度化および占積率の増大が実現し、磁気的特性の向上につながる。温間成形時の粉末温度は、100 から 180 が好ましい。

また、絶縁被膜の厚みは、0.005  $\mu\text{m}$  以上 20  $\mu\text{m}$  以下である。このように構成された軟磁性材料によれば、絶縁被膜を絶縁膜として機能させるとともに、所望の磁気的特性を有する軟磁性材料を実現することができる。つまり、絶縁被膜の厚みが 0.005  $\mu\text{m}$  よりも小さい場合、絶縁被膜による絶縁性を確保することができない。また、絶縁被膜の厚みが 20  $\mu\text{m}$  を超える場合、軟磁性材料に占める絶縁被膜の体積比率が大きくなり、

所望の磁気的特性を得ることができない。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

この発明の別の局面に従った軟磁性材料の製造方法は、金属磁性粒子と、金属磁性粒子の表面を取り囲む絶縁被膜とを有する複数の複合磁性粒子を成形することによって成形体を形成する工程と、成形体を温度400以上800未満で熱処理する工程とを備える。絶縁被膜は、ケイ素(Si)を含む。成形体を形成する工程は、複数の複合磁性粒子が有機物で接合された成形体を形成する工程を含む。絶縁被膜の厚みは、0.005  $\mu\text{m}$ 以上20  $\mu\text{m}$ 以下である。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

このように構成された軟磁性材料の製造方法によれば、絶縁被膜に含まれるケイ素は、金属磁性粒子に対して比較的小さい拡散係数を有する。このため、成形体を熱処理する場合に、比較的高い温度で熱処理したとしても、ケイ素が金属磁性粒子に拡散することを抑制できる。この際、成形体を熱処理する温度が400よりも低い場合、熱処理による効果を十分に得ることができない。また、成形体を熱処理する温度が800以上である場合、絶縁被膜に含まれるケイ素が金属磁性粒子に拡散することによって、絶縁被膜が消失したり、金属磁性粒子中の不純物の濃度が増加するおそれがある。そこで、本発明に従った温度範囲で成形体を熱処理することによって、絶縁被膜に含まれるケイ素の拡散を抑制するとともに、熱処理による効果を十分に得ることができる。これにより、所望の磁気的特性を有する軟磁性材料を形成することができる。

また、成形体を形成する工程は、複数の複合磁性粒子が有機物で接合された成形体を形成する工程を含む。このように構成された軟磁性材料によれば、複数の複合磁性粒子の各々の間には有機物が介在している。そこで有機物は、潤滑剤としての機能を発揮する。このため、成形体を形成する工程において絶縁被膜が破壊されることを抑制できる。これにより、所望の磁気的特性を有する軟磁性材料を形成することができる。

成形体を形成する工程において、公知技術である温間成形法や金型潤滑法を用いることによって、成形体の高密度化および占積率の増大が実現し、磁気的特性の向上につながる。温間成形時の粉末温度は、100から180が好ましい。

また、絶縁被膜の厚みは、0.005  $\mu\text{m}$ 以上20  $\mu\text{m}$ 以下である。このように構成された軟磁性材料によれば、絶縁被膜を絶縁膜として機能させるとともに、所望の磁気的特性を有する軟磁性材料を実現することができる。つまり、絶縁被膜の厚みが0.005  $\mu\text{m}$ よりも小さい場合、絶縁被膜による絶縁性を確保することができない。また、絶縁被膜の厚みが20  $\mu\text{m}$ を超える場合、軟磁性材料に占める絶縁被膜の体積比率が大きくなり、所望の磁気的特性を得ることができない。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 6

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 削除

【補正の内容】