

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-294330

(P2005-294330A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 F 41/02

B 2 8 B 3/02

H 0 1 F 1/11

// C 0 4 B 35/26

F I

H 0 1 F 41/02

B 2 8 B 3/02

H 0 1 F 1/11

C 0 4 B 35/26

G

Q

B

F

テーマコード (参考)

4 G 0 1 8

4 G 0 5 4

5 E 0 4 0

5 E 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2004-103416 (P2004-103416)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000003067

T D K 株式会社

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

(74) 代理人 100100077

弁理士 大場 充

(72) 発明者 湊 誠一朗

東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T

D K 株式会社内

(72) 発明者 増澤 清幸

東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T

D K 株式会社内

F ターム (参考) 4G018 AA08 AA09 AA10 AA11 AA12

AA13 AA22 AA25 AA34 AA37

AB03 AC01 AC02 AC03 AC05

AC06 AC08 AC11 AC16

最終頁に続く

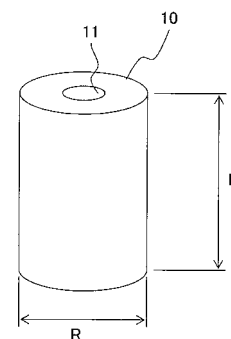
(54) 【発明の名称】 フェライト磁石の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高強度を有する円筒状のフェライト磁石を形成できるフェライト磁石の製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 フェライト磁石材料を、磁界を印加しながら加圧成形して予備成形体を得た後、予備成形体を解砕して顆粒材を得る。得られた顆粒材を、磁界を印加しながら加圧成形して本成形体を得た後、この本成形体を焼成して、円筒状で、外径 (R) とその中心軸線方向の長さ (L) との比 (L / R) が 2 . 0 以上のフェライト磁石 1 0 を得る。そして、予備成形する際には、予備成形体の密度が理論密度の 5 1 % を上回り、かつ 5 7 % 以下となるようにフェライト磁石材料を加圧成形する。また、材料に L a、C o を添加するのが好ましい。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フェライト磁石材料を、磁界を印加しながら加圧成形し、予備成形体を得る予備成形工程と、

前記予備成形体を解砕し、顆粒材を得る解砕工程と、

前記顆粒材を、磁界を印加しながら加圧成形し、本成形体を得る本成形工程と、

前記本成形体を焼成して、焼成体を得る焼成工程と、

前記焼成体を加工し、円筒状で、外径 (R) とその中心軸線方向の長さ (L) との比 (L / R) が 2 . 0 以上の磁石体を得る加工工程と、を備え、

前記予備成形工程では、前記予備成形体の密度が理論密度の 5 1 % を上回り、かつ 5 7 % 以下となるように前記フェライト磁石材料を加圧成形することを特徴とするフェライト磁石の製造方法。 10

【請求項 2】

前記予備成形工程では、前記フェライト磁石材料としてフェライト磁石粉末を用い、予備成形を乾式で行うことを特徴とする請求項 1 に記載のフェライト磁石の製造方法。

【請求項 3】

前記解砕工程では、前記顆粒材の平均粒径が 0 . 1 m m 以上 0 . 4 m m 未満となるよう、前記予備成形体を解砕することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のフェライト磁石の製造方法。

【請求項 4】

前記解砕工程では、メッシュサイズが # 4 0 を超え # 7 0 以下のスクリーンに、前記予備成形体を通すことで前記顆粒材を得ることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のフェライト磁石の製造方法。 20

【請求項 5】

前記磁石体は、六方晶構造を有するフェライトを主相とし、

式 (1) $A_{1-x}R_x(Fe_{1.2-y}M_y)_zO_{1.9}$ (ただし、A は S r、B a、C a および P b から選択され、S r を必須とする少なくとも 1 種の元素、R は希土類元素 (Y を含む) および B i から選択され、L a を必須とする少なくとも 1 種の元素、M は C o、または C o および Z n、x、y、z はモル数) で表され、

0 . 0 4 ≤ x ≤ 0 . 5

0 . 0 4 ≤ y ≤ 0 . 5

0 . 7 ≤ z ≤ 1 . 2

1 (x / y)

であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のフェライト磁石の製造方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、円筒状のフェライト磁石の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の圧縮成形法に基づく 2 極異方性円筒状フェライト磁石 (以下、単にフェライト磁石と称する) の製造においては、所要の金型に充填されたフェライト磁石粉末に対して、磁界を印加しながら予備的な成形を施した予備成形体を解砕して顆粒材にしたもの (以下、磁場顆粒材と呼ぶ) を出発原料として用いるのが一般的である。しかしながら、従来のこの種の磁場顆粒材では金型への充填性が不十分であったために、材料の充填性が悪いときには製品の寸法バラツキが大きくなったり、クラックが発生しやすくなる等の問題が生じる。このため、寸法のバラツキやクラック発生等の生産性上の問題点から、圧縮方向の高さ寸法 (L) と外径 (R) との比 (L / R) が 2 . 0 以上のフェライト磁石を、工業的に安定した状態で製造するのは極めて困難であった。 40

【0003】

従って、上記材料の充填性をできるだけ向上させることが重要である。そして、このような状態を実現するために必要なことは、その充填性の向上を阻害している材料内の含有微粉を可能な限り少なくすることである。

しかしながら、磁場顆粒材として従来のものを用いたときには、その分級処理・造粒処理や解砕処理等を適用して当該材料の含有微粉を少なくすると、最終製品の磁気特性が低下してしまうという難点があり、目標の磁石を製造する際の材料の充填性を十分に高めることは不可能であった。

【0004】

そこで、本出願人は、製品の高磁気特性と使用材料の高充填性との両立を目標として研究に努め、予備成形の処理に工夫を施すことにより、磁場顆粒材における微粉の含有割合を少なくした場合であっても、最終製品の磁気特性が劣化しない磁場顆粒材を得ることに成功した（特許文献1参照）。

10

即ち、本出願人が開発した手法によれば、フェライト磁石粉末に磁界を印加しながら乾式成形法によって得た予備成形体について、解砕処理を施すことによって顆粒材にしたものを出発原料とする。そして、この出発原料を所定の成形金型に充填して、磁界を印加しながら加圧・成形を実行する。ここで、予備成形体の密度については理論密度の42%以上51%以下とし、また、顆粒材に含まれる75 μ m以下の粒子比率を10wt%以下にすることにより、磁気特性の劣化がない磁場顆粒材を得ることができる。このようにして得た磁場顆粒材を用いることにより、良好な磁気特性を有する所望のフェライト磁石を製造することが可能となる。

20

このようにして、従来では製造が困難であった、高さ方向の寸法(L)と外径(R)との比(L/R)が2.0以上のフェライト磁石を製造することが可能となった。

【0005】

【特許文献1】特開平11-273939号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、この方法で製造したフェライト磁石は、特に高強度が要求される用途の場合、磁気特性は満足しつつも、強度が不足するという問題があった。このような用途としては、例えば、洗濯機や皿洗い機等に用いられるウォーターポンプ用のモータに組み込まれるマグネットがある。ウォーターポンプのマグネットは、ウォーターポンプを駆動するためのモータにおいて、回転駆動力を発生するロータの一部を構成する。ロータは、回転シャフトとその外周部に一体に設けられたマグネットとから構成され、このマグネットとして、円筒状のフェライト磁石が用いられる。このようなモータでは、高トルクを発生するため、ロータが回転を開始するときや回転を停止するときに、慣性により回転シャフトとマグネットとの間にせん断力が作用し、これによってマグネットが破損したり、回転シャフトから脱落したりするという問題が生じるのである。

30

本発明は、このような技術的課題に基づいてなされたもので、高強度を有する円筒状のフェライト磁石を形成できるフェライト磁石の製造方法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】

40

【0007】

かかる目的のもと、本発明のフェライト磁石の製造方法は、フェライト磁石材料を、磁界を印加しながら加圧成形し、予備成形体を得る予備成形工程と、予備成形体を解砕して顆粒材（磁場顆粒材）を得る解砕工程と、得られた顆粒材を、磁界を印加しながら加圧成形して本成形体を得る本成形工程と、本成形体を焼成して、焼成体を得る焼成工程と、焼成体を加工して、円筒状で、外径(R)とその中心軸線方向の長さ(L)との比(L/R)が2.0以上の磁石体を得る加工工程と、を備え、予備成形工程では、予備成形体の密度が理論密度の51%を上回り、かつ57%以下となるようにフェライト磁石材料を加圧成形することを特徴とする。

このように、予備成形体の密度を上記範囲とすることで、円筒状で長尺のフェライト磁

50

石を高強度なものとすることができる。また、予備成形体の密度を上記範囲とすることにより、解砕によって得られる顆粒の顆粒内密度も高くなり、充填性も向上する。

また、予備成形工程では、フェライト磁石材料としてフェライト磁石粉末を用い、予備成形を粉末状態のまま乾式で行うのが好ましい。

【0008】

ところで、解砕工程では、顆粒材の平均粒径が0.1mm以上0.4mm未満となるよう、予備成形体を解砕するのが好ましい。これには、解砕工程で、メッシュサイズが#40を超え#70以下のスクリーンに、予備成形体を通すことで顆粒材を得るのが好ましい。

【0009】

このような磁石体としては、六方晶構造を有するフェライトを主相とし、式(1) $A_x R_x (Fe_{1-z} M_z) O_{19}$ (ただし、AはSr、Ba、CaおよびPbから選択され、Srを必須とする少なくとも1種の元素、Rは希土類元素(Yを含む)およびBiから選択され、Laを必須とする少なくとも1種の元素、MはCo、またはCoおよびZn、x、y、zはモル数)で表され、

$$0.04 \leq x \leq 0.5$$

$$0.04 \leq y \leq 0.5$$

$$0.7 \leq z \leq 1.2$$

$$1 \leq (x+y)$$

であるものが好適である。

【0010】

特許文献1にも記載されているように、予備成形体の密度が高いと、これを解砕して得られる磁場顆粒材における顆粒内の密度も高くなる。そして、この顆粒内の密度が高いときには、その成形のために加圧・圧縮力が加わったときに、顆粒が潰れる可能性は極めて低い。この場合において、顆粒に加わる加圧・圧縮力だけではなく、他の顆粒からの摩擦力も大きくなり、顆粒の配向が磁界印加方向から大きく逸脱してしまう。このため、予備成形体の密度が理論密度の51%を超えると、磁気特性の劣化が著しくなる。

もちろん、強度のみが要求される用途であれば、上記したように、予備成形体の密度が理論密度の51%を超えていれば良い。しかし、強度だけでなく高い磁気特性も要求される場合は、上記のようにLa、Coを必須とするのが好ましく、これによって磁気特性の劣化を抑制し、高強度でかつ高特性のフェライト磁石を得ることが可能となるのである。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、円筒状で、外径(R)とその中心軸線方向の長さ(L)との比(L/R)が2.0以上のフェライト磁石を製造するに際し、予備成形工程において、予備成形体の密度が理論密度の51%を超え、57%以下となるようにすることで、高強度のフェライト磁石を得ることができる。また、La、Coを添加することで、高強度でかつ高い磁気特性を有したフェライト磁石を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

図1は、本実施の形態におけるフェライト磁石の概略を説明するための図である。

図1に示すように、フェライト磁石10は、外形円筒状で、その中央部には軸線方向に伸びる孔11が形成されて、リング状の断面を有している。このフェライト磁石10は、高さ方向の寸法(L)と外径(R)との比(L/R)が2.0以上とされている。

このようなフェライト磁石10は、孔11に図示しない回転シャフトが挿入・固定されることで、洗濯機、皿洗い機等のウォーターポンプ用のモータに組み込まれるマグネットを構成する。

【0013】

このようなフェライト磁石10は、六方晶構造を有するフェライトを主相とし、Sr、

10

20

30

40

50

B a、C aおよびP bから選択される少なくとも1種の元素であって、S rを必ず含むものをAとし、希土類元素（Yを含む）およびB iから選択される少なくとも1種の元素であって、L aを必須とするものをRとし、C o、またはC oおよびZ nをMとしたとき、A、R、F eおよびMを含有し、

$$\text{式(1)} \quad A_{1-x} R_x (Fe_{1-2-y} M_y)_z O_{1.9} \quad (x, y, z \text{ はモル数})$$

と表したとき、

$$0.04 \leq x \leq 0.5$$

$$0.04 \leq y \leq 0.5$$

$$0.7 \leq z \leq 1.2$$

$$1 \leq (x/y) \leq 10$$

であるものとするのが好ましい。

【0014】

さて、このようなフェライト磁石10は、以下のような工程を経て製造される。

図2は、本実施の形態におけるフェライト磁石の製造工程の流れの一例を示す図である。なお、本実施の形態で示すフェライト磁石の製造工程はあくまでも一例に過ぎず、適宜変更を加えることが可能なのは言うまでも無い。

【0015】

（原料組成物生成工程）

この図2に示すように、フェライト磁石を製造するには、まず原料粉末を所定の配合比で混合する（ステップS101）。原料粉末としては、例えば、Fe₂O₃粉末、SrCO₃粉末、SiO₂粉末、CaCO₃粉末を用いる。FeとSrが所定の比率（モル比）になるようにFe₂O₃粉末およびSrCO₃粉末を秤量し、さらにこの混合物に対してSiO₂粉末、CaCO₃粉末を所定量添加して原料組成物を得る。

【0016】

（仮焼工程）

得られた原料組成物を、アトライタ等で所定時間湿式混合し、造粒して、乾燥させた後に、所定温度で所定時間の仮焼を行うことで、仮焼体を得る（ステップS102）。

【0017】

（粉砕工程）

次いで、得られた仮焼体を粗粉砕工程、微粉砕工程を経ることでサブミクロンサイズまで粉砕し（ステップS103）、フェライト粒子からなる微粉砕粉末を得る。

粗粉砕工程では、仮焼体をローラーミル等で粗粉砕する。この後、粗粉砕された仮焼体に、磁気特性を向上させるための添加剤として、例えば、Fe₂O₃粉末、La(OH)₃粉末、Co₃O₄粉末、SiO₂粉末、CaCO₃粉末を添加し、アトライタ等で微粉砕を行う。なお、微粉砕には分散媒として水等を用いることができる。

この後、微粉砕スラリーを脱水することにより固形分濃度を調整し、これを乾燥する。得られた乾燥粉に対して、SiO₂、ステアリン酸カルシウム、昇華性バインダ（カンファ）等を添加し、これらを混合した後に、ハンマーミル等を使用して混合粉末を解砕する。

【0018】

（予備成形工程）

そして、解砕した粉末を、所定の磁場を印加しつつ予備成形する。このとき、印加する磁場は、加圧方向と平行な方向とし、いわゆる縦磁場成形とする（ステップS104）。

このとき、予備成形により得られる予備成形体は、例えば円柱状とし、その成形体密度を、理論密度の51%を超え、57%以下となるようにするのが好ましい。

【0019】

（解砕工程）

得られた予備成形体を、解砕し、磁場顆粒材を得る（ステップS105）。このとき、解砕後に得られる磁場顆粒材の平均粒径が0.1mm以上0.4mm未満となるように解砕するのが好ましい。これには、メッシュサイズが#40を超え#70以下のスクリーン

メッシュに、予備成形体を通すことで解砕を行うのが好ましい。さらに好ましくは、メッシュサイズが#50～#70のスクリーンメッシュに予備成形体を通すことで解砕を行う。

【0020】

(本成形工程)

この磁場顆粒材を用いて磁場中成形を行い、リング状の成形体を得る(ステップS106)。このとき、得られる成形体の密度は、理論密度の52～56%となるようにするのが好ましい。

磁場中成形では、加圧方向と垂直な方向とした、いわゆる横磁場成形とし、所定の強度の磁場を印加する。

【0021】

(焼成工程、加工工程)

このようにして作製した成形体を所定条件で焼成して焼結体を得る(ステップS107)。次いで焼結体を所定寸法に加工することで、フェライト磁石が得られる(ステップS108)。

【0022】

さて、本発明においては、予備成形体の密度を、理論密度の51%を超え、57%以下となるようにし、この予備成形体を、平均粒径が0.1mm以上0.4mm未満となるように解砕した磁場顆粒材を用いて圧縮成形することで、フェライト磁石を得るようにした。これにより、高さ方向の寸法(L)と外径(R)との比(L/R)が2.0以上の、長尺のフェライト磁石を得ることができ、しかもその強度が高いものとなる。従来材料では、予備成形体の密度を上記のように上げると磁気特性が低下するが、本発明においては、La、Coを添加することで、磁気特性を従来と同等以上とすることができる。

このようにして、高特性・高強度のフェライト磁石を得ることができ、高トルクが作用する、洗濯機、皿洗い機等のウォーターポンプ用のモータに組み込まれるマグネットに好適である。

【実施例1】

【0023】

原料粉末としては、例えば、 Fe_2O_3 粉末、 SrCO_3 粉末、 SiO_2 粉末、 CaCO_3 粉末を用いる。これら原料粉末を、FeとSrが所定の比率(モル比)になるように Fe_2O_3 粉末および SrCO_3 粉末を秤量し、さらにこの混合物に対して SiO_2 粉末を0.21wt%、 CaCO_3 粉末を0.09wt%添加して原料組成物を得た。この原料組成物をアトライタで1時間湿式混合し、乾燥して整粒した後に、1350℃で2時間仮焼を行った。

【0024】

仮焼体をローラーミルで粗粉碎した後に、 Fe_2O_3 粉末(平均粒径=0.3 μm)、 $\text{La}(\text{OH})_3$ 粉末(平均粒径=0.5 μm)、 Co_3O_4 粉末(平均粒径1.0～5.0 μm)、 SiO_2 粉末(平均粒径=0.01 μm)、 CaCO_3 粉末(平均粒径=1.0 μm)を添加し、アトライタで比表面積(BET)が6.5 m^2/g になるように微粉碎を行った。なお、微粉碎には分散媒として水を使用した。この時のフェライト組成は $\text{Sr}_{0.792}\text{La}_{0.208}\text{Fe}_{1.184}\text{Co}_{0.162}\text{O}_{1.9}$ である。また、 SiO_2 粉末および CaCO_3 粉末は、 $\text{CaCO}_3/\text{SiO}_2 = 1.75$ (モル比)、 $\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 = 1.96\text{wt}\%$ となるように添加した。

【0025】

微粉碎スラリーを脱水することにより固形分濃度を76wt%に調整し、これを350℃にて乾燥して水分濃度を0.3wt%以下にした。得られた乾燥粉に対して、 SiO_2 を0.06wt%、ステアリン酸カルシウムを0.4wt%、昇華性バインダ(カンファ)を0.7wt%添加し、ヘンシェルミキサーで10分間混合した後に、ハンマーミルを使用して混合粉末を1回解砕した。この時、ハンマーミルの出口側には穴径が2mmのスクリーンを配置した。

10

20

30

40

50

【0026】

以上で得られた粉末を加圧と同一方向に磁場を印加し予備成形した。予備成形により、 2.9 、 2.7 、 2.5 g/cm^3 の成形体密度（それぞれ理論密度の 56% 、 52% 、 49% ）の予備成形体を得た（ 2.5 g/cm^3 は比較例）。予備成形体の寸法は $60 \text{ mm} \times 15 \text{ mm} \times h$ とした。また、予備成形時に印加した磁場は 500 kA/m である。

【0027】

得られた予備成形体を #30（目開き 0.532 mm ）、#40（目開き 0.381 mm ）、#60（目開き 0.301 mm ）、#70（目開き 0.211 mm ）のスクリーンに通す解砕を行って磁場顆粒材を得た（#30、#40のスクリーンは比較例）。

【0028】

この磁場顆粒材を用いて磁場中成形を行い、高さ 53 mm のリング状の成形体を得た。成形密度は 2.75 g/cm^3 （理論密度の 53% ）とした。リング状の成形体は外径が長径 26 mm 、短径 22 mm の楕円状で内径は直径 7.2 mm の円形であった。磁場は加圧方向と垂直な方向に 600 kA/m の強度で印加した。

【0029】

作製した成形体を 1230°C で 1 時間焼成して焼結体を得た。次いで焼結体を外径 19 mm 、高さ 45 mm に加工して磁石体を得た。

【0030】

そしてまず、得られた磁石体を、磁化容易軸方向に 730 kA/m の磁場を印加して着磁した後、所定の測定用治具とフラックスメーターを用いて総磁束量（Total Flux）を測定した。

図3は、測定した結果のうち、予備成形体の密度を理論密度に対し 52% とした磁石体の結果を示すものである。

この図3に示すように、予備成形体の解砕に、メッシュサイズが #40 を上回るスクリーンを用いると、磁気特性（総磁束量）が向上するのが確認された。これにより、予備成形体を解砕し、磁場中成形する際の磁場顆粒材の粒径を小さくすることで、磁気特性を高めることが可能であることがわかる。

【0031】

続いて、高い磁気特性を有していた、メッシュサイズが #60 のスクリーンを用いて解砕した磁石体を用い、予備成形体の密度と磁石体の強度との関係を調べた。磁石体の強度を調べるには、着磁を行っていない磁石体の空隙にポリウレタン製のチューブを挿入し、治具を用いて上下方向からチューブを加圧し、磁石体の破壊強度を測定した。

図4は、その結果を示すものである。

この図4に示すように、予備成形体の密度を、理論密度に対し 51% を上回るようにすることで、磁石体の破壊強度が 2 kN 以上となり、高い強度が得られることが確認された。

さらに、メッシュサイズが #60 のスクリーンを用いて解砕した磁石体について、予備成形体の密度と磁気特性の結果も図5のようにまとめた。図5に示すように、磁気特性は、予備成形体の密度を、理論密度に対し 51% 以上を上回るようにすると、 $340 (\mu\text{Wb})$ を下回り、 51% 以下とした場合に比較すると低下する傾向にある。

【0032】

そこで、従来材との比較を行った。ここで、本発明を適用した試料1、2、3、従来材に相当する比較試料1とも、解砕工程においては、メッシュサイズが #60 のスクリーンを用いて予備成形体を解砕した。

比較試料1：フェライト組成を $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ とし、予備成形密度を 2.35 g/cm^3 （理論密度の 46% ）とし、顆粒化後に振動篩機を用いて造粒を行った他は、上記と同様の手法で磁石体を作製した。

試料1：予備成形密度を 2.7 g/cm^3 （理論密度の 52% ）とし、フェライト組成を $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ とした他は、上記と同様の手法で磁石体を作製した。

試料2：上記と同様の手法で得た、フェライト組成が $\text{Sr}_{0.792}\text{La}_{0.208}\text{Fe}$

10

20

30

40

50

$\text{e}_{1.1.84} \text{Co}_{0.162} \text{O}_{1.9}$ の磁石体を用いた。ここで、予備成形体の密度を 2.7 g/cm^3 (理論密度の 52%) とした。

試料 3 : 上記と同様の手法で得た、フェライト組成が $\text{Sr}_{0.792} \text{La}_{0.208} \text{Fe}_{1.1.84} \text{Co}_{0.162} \text{O}_{1.9}$ の磁石体を用いた。ここで、予備成形体の密度を 2.9 g/cm^3 (理論密度の 56%) とした。

【0033】

そして、作製した試料 1、2、3、比較試料 1 について、磁気特性および強度を、上記と同様にして測定した。

表 1 はその結果を示すものである。

【0034】

【表 1】

	組成系	予備成形密度/理論密度	Total flux(μWb)	強度(kN)
比較試料1	SrM	46%	332.8	1.15
試料1	SrM	52%	320.3	2.25
試料2	LaCo-SrM	52%	339.0	2.54
試料3	LaCo-SrM	56%	334.2	2.56

【0035】

表 1 に示すように、特許文献 1 に記載された技術を適用し、予備成形体の密度を理論密度の 46% とした比較試料 1 では、磁気特性は $332.8 (\mu\text{Wb})$ 、強度は $1.15 (\text{kN})$ であった。

これに対し、フェライト組成を比較試料 1 と同じくし、予備成形密度を本発明の範疇である理論密度の 52% に向上させた試料 1 では、強度が $2.25 (\text{kN})$ となり、比較試料 1 に比較し、著しく向上していることが確認された。しかし、磁気特性については、 $320.3 (\mu\text{Wb})$ となり、特許文献 1 にも記載されているように、予備成形密度を高めることで磁気特性が低下してしまっていることが確認された。

試料 2、3 は、図 4 および図 5 に示した結果と同様、磁気特性が $334 (\mu\text{Wb})$ 以上、強度が $2.5 (\text{kN})$ 以上となり、磁気特性は比較試料 1 の同等以上、強度は大幅に向上した。予備成形密度を等しくした試料 1、2 を比較すると、La、Co を添加することで、磁気特性が向上することが確認できた。また、試料 2、3 を比較すると、La、Co を添加した場合も、予備成形体の密度の理論密度に対する割合が高まると、磁気特性が低下する傾向にあることも確認されたが、それでも磁気特性、強度ともに、比較試料 1 を上回っている。

これにより、本発明によれば、特許文献 1 に記載された技術を適用した従来手法に比較し、予備成形密度を高めることで、強度を大幅に向上させることができることが明らかとなった。また、予備成形体の密度を上げると磁気特性が低下する傾向にあるが、La、Co を添加することで、従来手法以上に磁気特性を向上できることも確認された。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図 1】本実施の形態におけるフェライト磁石を示す図である。

【図 2】フェライト磁石の製造工程を示す図である。

【図 3】解砕工程で用いるメッシュのサイズと最終的に得られる磁石体の総磁束量との関係を示す図である。

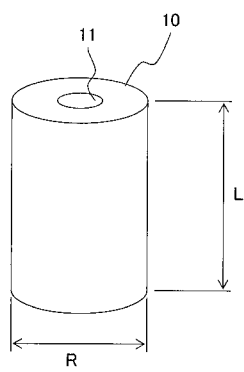
【図 4】予備成形体の密度の理論密度に対する割合と、磁石体の破壊強度との関係を示す図である。

【図 5】予備成形体の密度の理論密度に対する割合と総磁束量との関係を示すグラフである。

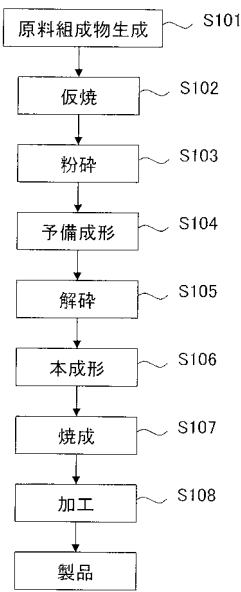
【符号の説明】

【 0 0 3 7 】
1 0 ... フェライト磁石

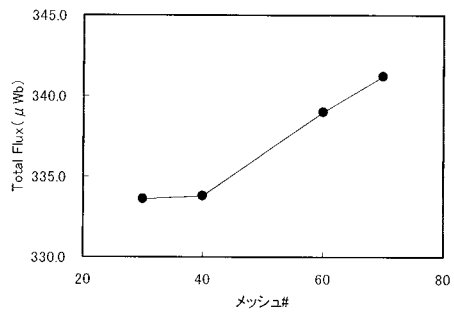
【 図 1 】



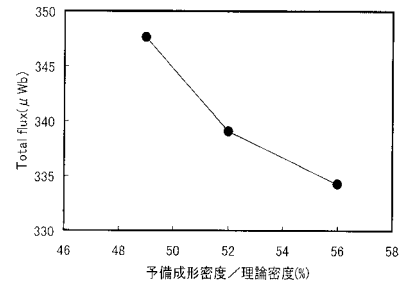
【 図 2 】



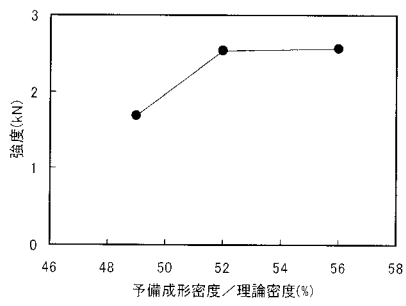
【図 3】



【図 5】



【図 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4G054 AA07 AB07 BA02 BA21
5E040 AB03 NN02
5E062 CD01 CE04 CG01