

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3652751号  
(P3652751)

(45) 発行日 平成17年5月25日(2005.5.25)

(24) 登録日 平成17年3月4日(2005.3.4)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

HO 1 F 1/08  
HO 1 F 1/053

HO 1 F 1/08 A  
HO 1 F 1/04 H

請求項の数 1 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平7-273471 (22) 出願日 平成7年9月26日(1995.9.26) (65) 公開番号 特開平9-92515 (43) 公開日 平成9年4月4日(1997.4.4)     審査請求日 平成14年9月11日(2002.9.11)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000183417 株式会社NEOMAX 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号 (74) 代理人 100075535 弁理士 池条 重信 (74) 代理人 100125450 弁理士 河野 広明 (72) 発明者 三野 修嗣 大阪府三島郡島本町江川2丁目15-17 住友特殊金属株式会社 山崎製作所内 (72) 発明者 浅野 正宏 大阪府三島郡島本町江川2丁目15-17 住友特殊金属株式会社 山崎製作所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 異方性ボンド磁石

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平均再結晶粒径が  $0.05\ \mu\text{m} \sim 50\ \mu\text{m}$  の  $\text{R}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  正方晶相からなる再結晶粒の集合組織を有する、平均粒度  $10\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$  の異方性 R - Fe - B 系磁石粉末と、前記磁石粉末との合計に対して平均粒度  $0.5\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$  のフェライト磁石粉末  $2\ \text{wt}\% \sim 30\ \text{wt}\%$  と、 $1\ \text{wt}\% \sim 10\ \text{wt}\%$  の樹脂とからなり、異方性 R - Fe - B 系磁石粉末間隙にフェライト磁石粉末が充填されており、ボンド磁石中の空孔率が  $6.1\%$  以下であり、かつ大気中にて 100 に 1000 時間放置後の減磁率が  $6.4\%$  以下である異方性ボンド磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、耐熱性、耐候性と共に磁気特性、特に残留磁束密度（以下  $B_r$  という）、最大磁気エネルギー積（以下  $(BH)_{\text{max}}$  という）および角型性のすぐれた異方性ボンド磁石に係り、R - Fe - B 系合金鑄塊あるいは前記鑄塊を粉砕して得られた粗粉碎粉を特定の熱処理条件の  $\text{H}_2$  処理法により、特定の平均再結晶粒径を有する正方晶の  $\text{R}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  相の再結晶粒集合組織を有する異方性磁石粉末となし、これに特定量の微細なフェライト磁石粉末およびバインダーの樹脂を配合混合後、成形して得られた耐熱性、耐候性並びに  $B_r$ 、 $(BH)_{\text{max}}$ 、角型性のすぐれた異方性ボンド磁石に関する。

【0002】

## 【従来の技術】

一般にボンド磁石は焼結磁石に比して、磁気特性では劣るにもかかわらず、機械的強度にすぐれ、且つ形状の自由度が高いこと等より、近年、その利用範囲が急速に拡大している。かかるボンド磁石は、磁石粉末と有機バインダー、金属バインダー等により結合して成形されるが、ボンド磁石の磁気特性は使用する磁石粉末の磁気特性に左右される。

## 【0003】

ボンド磁石用磁石粉末としては、(1) R - Fe - B系鋳塊を機械的粉砕法、あるいは $H_2$ 吸蔵崩壊法により得られた磁石粉末や、あるいは、(2) 液体急冷法やアトマイズ法によって、溶融合金から超急冷して得られた磁石粉末が利用されている。

## 【0004】

前者の(1) 磁石粉末では、 $R_2Fe_{14}B$ 相が粒内破壊して粉砕されるので、 $R_2Fe_{14}B$ 相がRリッチ相で囲まれた組織にならず、 $R_2Fe_{14}B$ 相の一部にRリッチ相が一部付着した組織となり、また、粉砕時に磁石粉末に歪が残留するため、粉砕のままでは保磁力 $iH_c$ は3kOe以下に低下し、歪取り熱処理した磁石粉末や $R_2Fe_{14}B$ 相粒界部にRリッチ相を形成させる集合粉末とした磁石粉末でも、ボンド磁石用粉末として使用した場合、成型圧力の増加に伴って、ボンド磁石の $iH_c$ は大幅に低下し、また、バインダーの硬化時にも磁気特性が低下する欠点がある。

## 【0005】

一方、後者の(2) 磁石粉末の場合は、個々の $R_2Fe_{14}B$ 相の結晶粒の結晶方向が任意で粉末の磁気特性が等方性であるため、ボンド磁石自体も等方性であるため、高磁気特性が望めず、実用的には用途が制限される問題がある。

## 【0006】

また、低価格かつ、高性能なボンド磁石を得るためにフェライト磁石粉末に高性能のR - Fe - B系磁石粉末を添加配合した高性能ボンド磁石が提案されているが、前記R - Fe - B系磁石粉末は超急冷粉、あるいは鋳塊粉砕粉の等方性の磁石粉末であり、磁気特性の改善向上は小さかった(特開昭61 - 284906号、特開昭63 - 287003号、特開平2 - 78204号、特開平3 - 181104号、特開平3 - 222303号)。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

そこで、最近、異方性ボンド用磁石粉末として、R - Fe - B系合金鋳塊あるいは粉砕後の粗粉砕粉を特定の熱処理条件の $H_2$ 処理法により、 $R_2Fe_{14}B$ 正方晶相からなる再結晶集合組織となした異方性R - Fe - B系磁石粉末が提案されている(特開平1 - 132106号)。

## 【0008】

前記異方性磁石粉末を用いて異方性ボンド磁石を製造する方法としては、前記磁石粉末にバインダーとして溶剤にて液状化した樹脂を添加配合後、溶剤を蒸発させて前記粉末を乾燥後、圧縮成形し、さらにバインダー硬化のためのキュア熱処理する工程などが一般に知られている。

## 【0009】

しかし、原料粉末の異方性磁石粉末は非常に酸化され易いうえ、予め磁石粉末をカップリング処理等で粉末表面を被覆しても、成形時の応力によって磁石粉末には割れが発生し、活性な金属面が露出してより酸化され易くなり、また、成形したボンド磁石は密度が低くて空孔部が多く、前記空孔部に $O_2$ 、 $H_2O$ が容易に侵入してボンド磁石が酸化し、磁気特性が時間とともに劣化する問題があった。さらに成形時に磁石粉末が割れることは、磁石粉末へ多量の歪を導入することを意味し、保磁力および角型性の劣化を生じる関点からも好ましくなかった。

## 【0010】

この発明は、上述の異方性ボンド磁石の問題を解消し、成形時に磁石粉末に割れを生ずることなく、耐熱性、耐候性と共に磁気特性、特に $B_r$ 、 $(BH)_{max}$ および角型性のすぐれた異方性ボンド磁石の提供を目的としている。

10

20

30

40

50

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

従来の異方性ボンド磁石の問題点を解決すべく、発明者らは、成形したボンド磁石中の空孔部を減少させる方法について、種々検討を加えた結果、前記磁石粉末にバインダーとして樹脂を配合混合する前、もしくは配合混合と同時に、あるいは配合混合した後に、特定量の微細なフェライト磁石粉末を配合混合することにより、フェライト磁石粉末は成形時に磁石粉末間隙、あるいは薄く樹脂にて被覆された磁石粉末間隙に優先的に充填され、かかる現象により、ボンド磁石中の空孔率が減少すること、また、磁石粉末間隙を占めるフェライト磁石粉末は成形時に生じる磁石粉末局部への応力集中を緩和し、磁石粉末の割れを抑制することを知見した。

10

## 【0012】

また、発明者らは、1)空孔部の減少によって、磁石内部への $O_2$ 、 $H_2O$ の侵入が防止され、耐熱性、耐候性が顕著に向上すること、2)従来空孔部であった部分がフェライト磁石粉末によって、置換されるため、そのため磁気特性、とくに $B_r$ 、 $(BH)_{max}$ が向上すること、3)さらに磁石粉末の割れ抑制によって、ボンド磁石中の非常に活性な金属破面が減少するので、耐熱性、耐候性は一段と向上し、4)また、歪の導入も抑制されるので、磁気特性、特に角型性が向上すること、5)かかる作用効果が相乗され、ボンド磁石の耐熱性、耐候性の向上、および磁気特性の改善向上に有効なることを知見し、この発明を完成した。

## 【0013】

すなわち、この発明は、平均再結晶粒径が $0.05\mu m \sim 50\mu m$ の $R_2Fe_{14}B$ 正方晶相からなる再結晶粒の集合組織を有する、平均粒度 $10\mu m \sim 300\mu m$ の異方性R-Fe-B系磁石粉末と、前記磁石粉末との合計に対して平均粒度 $0.5\mu m \sim 5\mu m$ のフェライト磁石粉末 $2wt\% \sim 30wt\%$ と、 $1wt\% \sim 10wt\%$ の樹脂とからなり、異方性R-Fe-B系磁石粉末間隙にフェライト磁石粉末が充填されており、ボンド磁石中の空孔率が $6.1\%$ 以下であり、かつ大気中にて100に1000時間放置後の減磁率が $6.4\%$ 以下である異方性ボンド磁石である。

20

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

この発明において、 $R_2Fe_{14}B$ 正方晶相からなる再結晶集合組織の磁石粉末は、R-Fe-B系合金鑄塊あるいは前記鑄塊を粗粉碎して得られた粗粒を均質化处理するか、または、均質化处理せずに $H_2$ ガス雰囲気中で昇温し、温度 $750 \sim 950$ に30分~8時間の $H_2$ ガス雰囲気中に保持した後、引き続いて温度 $750 \sim 950$ に5分~4時間の真空雰囲気中に保持した後、冷却し、粉碎して得られるものである。

30

## 【0015】

かかる異方性R-Fe-B系磁石粉末の平均粒度を $5\mu m \sim 500\mu m$ に限定した理由は、 $5\mu m$ 未満では酸化し易く作業中に燃える恐れがあり、また、 $500\mu m$ を超えると磁石粉末として実用的ではないので好ましくないことにあり、好ましい平均粒度は $10\mu m \sim 300\mu m$ である。

## 【0016】

また、異方性R-Fe-B系磁石粉末の平均再結晶粒径は、 $0.05\mu m$ 未満では着磁が困難となり、 $50\mu m$ を超えると $iH_c$ (保磁力)が $5kOe$ 以下となり、磁気特性が低下するため、 $0.05\mu m \sim 50\mu m$ の範囲とし、好ましい平均再結晶粒径は $0.1\mu m \sim 10\mu m$ である。

40

## 【0017】

この発明において、磁石粉末に配合混合するフェライト磁石粉末の平均粒度は、 $0.5\mu m$ 未満では実際の製造上困難であり、また、 $10\mu m$ を超えるとフェライト磁石粉末の磁気特性低下が大きく、また、成形時の空孔低減効果や、応力緩和効果、すなわち磁石粉末の割れ抑制効果が少なく、耐熱性、耐候性並びに磁気特性向上の効果が少ないので好ましくなく、フェライト磁石粉末の粒度は $0.5\mu m \sim 10\mu m$ とする。好ましいフェライト

50

磁石粉末の粒度は  $0.5 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$  である。

【0018】

また、フェライト磁石粉末の配合量は、磁石粉末との合計に対して、 $0.5 \text{wt}\%$ 未満では空孔率低減効果、すなわち耐熱性、耐候性ならびに磁気特性の改善効果が得られず、また $50 \text{wt}\%$ を超えるとボンド磁石の磁気特性を劣化するので、 $0.5 \text{wt}\% \sim 50 \text{wt}\%$ とする。好ましいフェライト磁石粉末の配合量は $2 \text{wt}\% \sim 30 \text{wt}\%$ である。

【0019】

また、バインダーとしての樹脂の配合量は、 $1 \text{wt}\%$ 未満ではボンド磁石の強度が十分に得られず、また $10 \text{wt}\%$ を超えると磁気特性の劣化を招来するので好ましくないため、樹脂の配合量は $1 \text{wt}\% \sim 10 \text{wt}\%$ とする。

樹脂としては、熱硬化性あるいは熱可塑性の公知の樹脂で良く、固状の樹脂は溶媒にて液状化バインダーとして使用してもよく、溶媒はボンド磁石の成型前に加熱揮発してもよい。また、ボンド磁石の成形は圧縮成形の他、射出成形や押し出し成形など公知の方法いずれでも良い。

【0020】

この発明の磁石粉末に用いる希土類元素Rは、組成の $10$ 原子% $\sim 30$ 原子%を占めるが、Nd, Pr, Dy, Ho, Tbのうち少なくとも1種、あるいはさらに、La, Ce, Sm, Gd, Er, Eu, Tm, Yb, Lu, Yのうち少なくとも1種を含むものが好ましい。また、通常Rのうち1種をもって足りるが、実用上は2種以上の混合物(ミッシュメタル、シジム等)を入手上の便宜等の理由により用いることができる。なお、このRは純希土類元素でなくてもよく、工業上入手可能な範囲で製造上不可避な不純物を含有するものでも差し支えない。

【0021】

Rは、上記系磁石粉末における必須元素であって、 $10$ 原子%未満では結晶構造が鉄と同一構造の立方晶組織となるため、高磁気特性、特に高保磁力が得られず、 $30$ 原子%を超えるとRリッチな非磁性相が多くなり、残留磁束密度( $B_r$ )が低下してすぐれた特性の永久磁石が得られない。よって、Rは、 $10$ 原子% $\sim 30$ 原子%の範囲が望ましい。

【0022】

Bは、上記系磁石粉末における必須元素であって、 $2$ 原子%未満では菱面体構造が主相となり、高い保磁力( $iH_c$ )は得られず、 $28$ 原子%を超えるとBリッチな非磁性相が多くなり、残留磁束密度( $B_r$ )が低下するため、すぐれた永久磁石が得られない。よって、Bは $2$ 原子% $\sim 28$ 原子%の範囲が望ましい。

【0023】

Feは、上記系磁石粉末において必須元素であり、 $65$ 原子%未満では残留磁束密度( $B_r$ )が低下し、 $80$ 原子%を超えると高い保磁力が得られないので、Feは $65$ 原子% $\sim 80$ 原子%の含有が望ましい。

また、Feの一部をCoで置換することは、得られる磁石の磁気特性を損なうことなく、温度特性を改善することができるが、Co置換量がFeの $20\%$ を超えると、逆に磁気特性が劣化するため、好ましくない。Coの置換量がFeとCoの合計量で $5$ 原子% $\sim 15$ 原子%の場合は、( $B_r$ )は置換しない場合に比較して増加するため、高磁束密度を得るために好ましい。

【0024】

また、R, B, Feのほか、工業的生産上不可避的不純物の存在を許容でき、例えば、Bの一部を $4.0 \text{wt}\%$ 以下のC、 $2.0 \text{wt}\%$ 以下のP、 $2.0 \text{wt}\%$ 以下のS、 $2.0 \text{wt}\%$ 以下のCuのうち少なくとも1種、合計量で $2.0 \text{wt}\%$ 以下で置換することにより、永久磁石の製造性改善、低価格化が可能である。

【0025】

さらに、Al, Ti, V, Cr, Mn, Bi, Nb, Ta, Mo, W, Sb, Ge, Ga, Sn, Zr, Ni, Si, Zn, Hfのうち少なくとも1種は、磁石粉末に対してその保磁力、減磁曲線の角型性を改善あるいは製造性の改善、低価格化に効果があるため添加

10

20

30

40

50

することができる。なお、添加量の上限は、ボンド磁石の  $(BH)_{max}$  を  $14 \text{ MGOe}$  以上とするには、 $(Br)$  が少なくとも  $8 \text{ kG}$  以上必要となるため、該条件を満たす範囲が望ましい。

配合混合に用いるフェライト磁石粉末は、化学式  $\text{MO} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{M} = \text{Ba}, \text{Sr}, \text{Pb}$ ) で表される M 型、及び化学式  $2 \text{MO} \cdot \text{BaO} \cdot 8 \text{Fe}_2\text{O}_3$  で表される W 型などいずれであってもよい。なお、この発明においては、フェライト磁石の他に、R-Fe-B 系超急冷磁石粉末、R-Co 系磁石粉末、R-Fe-N 系磁石粉末を複合混合してもよい。

【0026】

【実施例】

実施例 1

原料として真空溶解炉にて溶解鑄造し、表 1 に組成を表す R-Fe-B 系磁石用合金鑄塊を得た。これらの合金鑄塊を温度  $1120$ 、時間 10 時間で Ar 雰囲気中にて均質化処理を行った。

前記鑄塊を加熱炉に挿入し、 $760 \text{ Torr}$  の  $\text{H}_2$  ガスとして、加熱炉内の温度を室温から温度  $850$  に上昇し、引き続いて温度  $850$  に 3 時間保持した後、 $850$  に 1 時間保持して脱  $\text{H}_2$  を行って、真空度  $1 \times 10^{-5} \text{ Torr}$  になるまで排気冷却した。

【0027】

その後、鑄塊を Ar 雰囲気中で  $300 \mu\text{m}$  以下になるまで粉碎して、R-Fe-B 系磁石粉末を得た。得られた磁石粉末は平均結晶粒径  $0.5 \mu\text{m}$  の  $\text{R}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  正方晶相からなる再結晶粒の集合組織を有する異方性磁石粉末であった。得られた平均粒径  $150 \mu\text{m}$  の前記異方性磁石粉末に平均粒度  $1.4 \mu\text{m}$  のストロンチウムフェライト ( $\text{SrO} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 粉末を前記磁石粉末との合計に対して  $10 \text{ wt}\%$  配合後、V 型混合器にて 30 分間混合し、さらに、バインダーとして  $3 \text{ wt}\%$  のエポキシ樹脂を配合混合後、真空乾燥し、 $12 \text{ kOe}$  の磁場中で成形圧  $7 \text{ ton/cm}^2$  で成形後、温度  $170$  に 1 時間保持して硬化し、異方性ボンド磁石を得た。

【0028】

得られた異方性ボンド磁石の磁気特性、角型性および空孔率と耐候性試験結果を表 2 に表す。

ここで、空孔率は、磁石粉末、フェライト磁石粉末ならびに樹脂の密度と配合比、および成形したボンド磁石の実測密度から計算によって求めた。

また、耐熱性、耐候性試験の試験条件は大気中で  $100 \times 1000$  時間の条件で、試験中の磁束の経時変化を測定した。なお、磁束の経時変化試験方法は試験片を着磁した後、磁束を測定し、ついで大気中にて  $100$  に  $1000$  時間放置後、再び試験片を着磁し磁束を測定し、再着磁によっても復元しない減磁率、すなわち永久的な減磁率を算出した。この永久的な減磁は磁石の腐食等による変質に起因するものであり、耐熱性、耐候性向上の判定指標となり得る。

【0029】

実施例 2

実施例 1 にて得られた磁石粉末にバインダーとして  $3 \text{ wt}\%$  のエポキシ樹脂を配合混合後、真空乾燥し、次いで、実施例 1 に記載のストロンチウムフェライト磁石粉末を前記磁石粉末との合計に対して  $10 \text{ wt}\%$  配合混合する以外は、実施例 1 と同一の製造条件にて異方性ボンド磁石を作製し、得られた異方性ボンド磁石の磁気特性、空孔率および耐候性試験結果を表 2 に表す。

【0030】

実施例 3

実施例 1 にて得られた組成 No. 2 の磁石粉末に、実施例 1 に記載のストロンチウムフェライト磁石粉末を、前記磁石粉末との合計に対して  $0 \sim 50 \text{ wt}\%$  の範囲で配合量を変えて混合する以外は実施例 1 と同一の製造条件にて異方性ボンド磁石を作成し、得られた異方性ボンド磁石の磁気特性を図 1 に、空孔率および耐候性試験結果を図 2 に表す。

【0031】

10

20

30

40

50

## 実施例 4

実施例 1 にて得られた組成 No. 2 の磁石粉末に、ボールミル粉碎時間を変えて作成した 0.5  $\mu\text{m}$ 、0.9  $\mu\text{m}$ 、1.4  $\mu\text{m}$ 、2.5  $\mu\text{m}$ 、5.1  $\mu\text{m}$ 、7.9  $\mu\text{m}$ 、10.7  $\mu\text{m}$  の各平均粒径のストロンチウムフェライト磁石粉末をそれぞれ、前記磁石粉末との合計に対して 10 wt% 配合混合する以外は実施例 1 と同一の製造条件にて異方性ボンド磁石を作成し、得られた異方性ボンド磁石の磁気特性を図 3 に、空孔率と耐候性試験結果を図 4 に示す。

【 0 0 3 2 】

## 比較例 1

実施例 1 にて得られた磁石粉末にフェライト磁石粉末を配合混合しない以外は実施例 1 と同一の製造条件にて異方性ボンド磁石を作成し、得られた異方性ボンド磁石の磁気特性、角型性および空孔率と耐候性試験結果を表 2 に表す。

【 0 0 3 3 】

【表 1】

組成 No.	組成(at%)				
	R	Fe	Co	B	添加物
1	Nd 12.8	71.2	10.0	6.0	
2	Nd 12.8	65.2	15.0	6.0	Ga 1.0
3	Nd 10 Pr 3	70.0	11.0	6.0	
4	Nd 13	75.0	5.0	3.0	Ga 1.0 C 3.0

【 0 0 3 4 】

【表 2】

10

20

30

		ボンド磁石の磁気特性			角型性 (kOe)	空孔率 (%)	耐候性試験後の 永久的な減磁(%)
		Br(kG)	(BH)max (MGOe)	iHc(kOe)			
実 施 例 1	1	9.30	17.9	12.21	4.35	2.7	5.3
	2	9.30	18.5	12.94	5.17	2.0	3.5
	3	9.09	17.5	13.29	4.93	2.9	5.6
	4	8.91	16.5	12.08	4.27	2.2	4.2
実 施 例 2	1	9.30	17.9	12.19	4.31	3.0	5.5
	2	9.33	18.8	12.89	5.10	2.5	3.9
	3	9.07	17.4	13.27	4.91	2.8	5.7
	4	8.92	16.5	12.06	4.22	2.2	4.8
比 較 例 1	1	9.28	17.8	12.16	4.22	8.5	12.1
	2	9.28	18.3	12.81	4.83	8.2	10.4
	3	9.07	17.3	13.21	4.70	8.6	12.9
	4	8.90	16.3	11.96	4.16	8.5	11.6

10

20

## 【 0 0 3 5 】

## 【 発明の効果 】

この発明による異方性ボンド磁石は、R - F e - B系合金鑄塊あるいは前記鑄塊を粉碎して得られた粗粉碎粉を、特定の熱処理条件のH<sub>2</sub>処理法により、特定の平均再結晶粒径を有する正方晶のR<sub>2</sub>F e<sub>14</sub>B相の再結晶粒集合組織を有する異方性磁石粉末となし、所定量の微細なフェライト磁石粉末とバインダーの樹脂を配合混合後、成形して得られたもので、実施例に明らかなように、耐熱性、耐候性並びに磁気特性にすぐれている。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 混合したフェライト磁石粉末（平均粒度4.4 μm）の量（wt%）と得られたボンド磁石の磁気特性との関係を示すグラフである。

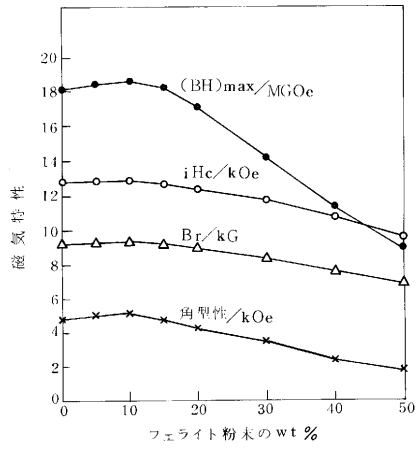
30

【 図 2 】 混合したフェライト磁石粉末（平均粒度4.4 μm）の量（wt%）と得られたボンド磁石の空孔率（%）及び耐候性試験後の永久減磁率（%）との関係を示すグラフである。

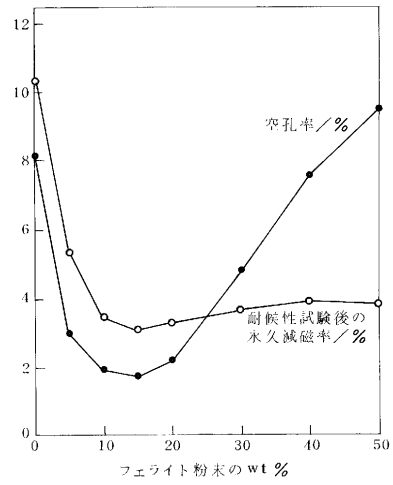
【 図 3 】 10 wt% 混合したフェライト磁石粉末の平均粒径（μm）と得られたボンド磁石の磁気特性との関係を示すグラフである。

【 図 4 】 10 wt% 混合したフェライト磁石粉末の平均粒径（μm）と得られたボンド磁石の空孔率（%）及び耐候性試験後の永久減磁率（%）との関係を示すグラフである。

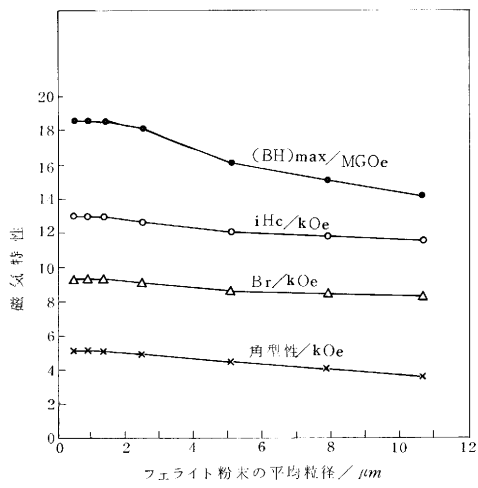
【 図 1 】



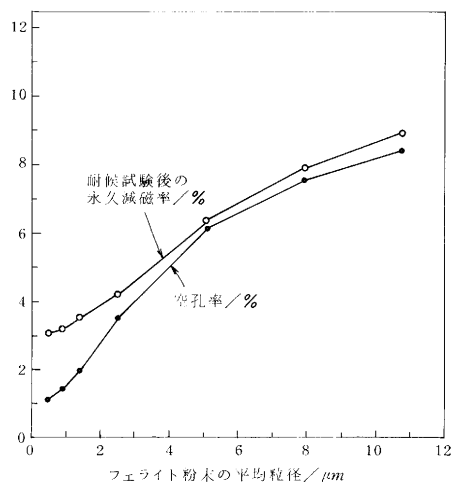
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】





---

フロントページの続き

(72)発明者 辻本 秀治

大阪府三島郡島本町江川2丁目15-17 住友特殊金属株式会社 山崎製作所内

審査官 竹井 文雄

(56)参考文献 特開昭62-257703(JP,A)

特開平07-115010(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H01F1/00-1/117