

(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2011-82365

(P2011-82365A)

(43) 公開日 平成23年4月21日(2011.4.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01F 1/08 (2006.01)	H01F 1/08 B	4K017
H01F 1/053 (2006.01)	H01F 1/04 H	4K018
C22C 38/00 (2006.01)	C22C 38/00 303D	5E040
B22F 1/00 (2006.01)	B22F 1/00 J	
B22F 3/10 (2006.01)	B22F 3/10 101	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-233839 (P2009-233839)
 (22) 出願日 平成21年10月7日 (2009.10.7)

(71) 出願人 000005083
 日立金属株式会社
 東京都港区芝浦一丁目2番1号
 (72) 発明者 藤森 信彦
 大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号 日立金属株式会社磁性材料研究所内
 (72) 発明者 深川 智機
 大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号 日立金属株式会社磁性材料研究所内
 Fターム(参考) 4K017 AA04 BA06 BB12 BB13 EA03
 EE00
 4K018 AA31 AC01 BA18 BC08 BC12
 DA18 DA32 FA08 KA45
 5E040 AA04 BD01 CA01 NN01

(54) 【発明の名称】 R-T-B系焼結磁石

(57) 【要約】

【課題】 低着磁磁界でも大きな着磁性を達成できる着磁性のよいR-T-B系焼結磁石を提供する。

【解決手段】

R-T-B系焼結磁石の着磁性を向上することを目的として、R-T-B系焼結磁石において、焼結磁石を構成する結晶粒全数に対して、隣り合う結晶粒の2粒子間のいずれにおいても R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が50%から100%であるR-T-B系焼結磁石、好ましくは、前記割合が70%から100%である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

R - T - B系焼結磁石において、
 焼結磁石を構成する結晶粒全数に対して、隣り合う結晶粒の2粒子間のいずれにおいても R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が50%から100%であるR - T - B系焼結磁石。

【請求項 2】

前記割合が70%から100%である請求項1に記載のR - T - B系焼結磁石。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、低着磁磁界でも大きな着磁性を達成できる着磁性のよいR - T - B系焼結磁石に関する。

【背景技術】

【0002】

R - T - B系焼結磁石（RはYを含む希土類元素、TはFeまたはFeとCo、Bはボロンを指す）は、回転モータ、リニアモータ、ボイスコイルモータ（VCM）等の用途に広く用いられている。

【0003】

モータ用R - T - B系焼結磁石は、未着磁の状態でもータに組み込んだ後着磁する、所謂組立着磁を採用することが多く、R - T - B系焼結磁石を実用上十分に着磁に必要な強度の磁界を印加することが困難な場合がある。着磁が不十分な磁石は、所望の磁気特性（特に残留磁束密度）を有しない。

20

【0004】

低着磁磁界でも大きな着磁性を達成できる着磁性のよいR - T - B系焼結磁石を得るように着磁性向上を図る技術が種々提案されてきた。

【0005】

特許文献1では、希土類元素R中の軽希土類元素と重希土類元素の比率が違う二種類の $R_2T_{14}B$ 系合金を準備し、混合してから粉碎し、焼結することで、結晶粒中に重希土類元素RHが多い $R_2T_{14}B$ 相と、重希土類元素RHが少ない $R_2T_{14}B$ 相と、それらの中間量の重希土類元素RHを含有する $R_2T_{14}B$ 相とが混在するR - T - B系焼結磁石を作製する技術が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-356701号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1では結晶粒中に重希土類元素RHが多い $R_2T_{14}B$ 相と、重希土類元素RHが少ない $R_2T_{14}B$ 相と、それらの中間量の重希土類元素RHを含有する $R_2T_{14}B$ 相とが混在するR - T - B系焼結磁石にて着磁性を改善するとしているが、特に組立着磁において所望の着磁性を得ることが困難であった。

40

【0008】

本発明者は、R - T - B系焼結磁石において、隣り合う結晶粒（ $R_2T_{14}B$ 相）の2粒子間における R_2O_3 化合物の存在有無が着磁性に深く関係していることを知見し、その知見に基づき本発明を完成した。

【0009】

本発明は、R - T - B系焼結磁石において、隣り合う結晶粒の2粒子間のいずれにおいても R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が50%から100%とすること

50

によって、着磁性の良い R - T - B 系焼結磁石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】

【0010】

本発明は、R - T - B 系焼結磁石において、焼結磁石を構成する結晶粒全数に対して、隣り合う結晶粒の 2 粒子間のいずれにおいても R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が 50% から 100% である R - T - B 系焼結磁石である。

【0011】

本発明の好ましい実施形態として前記割合が 70% から 100% である。

【発明の効果】

【0012】

本発明により、低着磁磁界でも大きな着磁性を達成できる着磁性のよい R - T - B 系焼結磁石を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】実施例の焼結磁石断面における SEM 写真である。

【図 2】実施例の焼結磁石断面における SEM 写真である。

【図 3】実施例の焼結磁石の TEM 写真である。

【図 4】比較例の焼結磁石断面における SEM 写真である。

【図 5】比較例の焼結磁石の TEM 写真である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

[組織]

本発明は、R - T - B 系焼結磁石において、焼結磁石を構成する結晶粒全数に対して、隣り合う結晶粒の 2 粒子間のいずれにおいても R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が 50% から 100% となっている。 R_2O_3 化合物は、結晶粒の 2 粒子間に存在する R_2O_3 化合物をいい、粒界三重点に存在する R_2O_3 化合物は請求項 1 の対象とはしない。すなわち、粒界三重点に存在する R_2O_3 化合物は着磁性には関係しないと考えられる。

【0015】

隣り合う結晶粒の 2 粒子間のいずれにおいても R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数を数え、隣り合う結晶粒の 2 粒子間のいずれかで R_2O_3 化合物が存在している結晶粒の数を数え、結晶粒全数に対して前記 R_2O_3 化合物が存在しない結晶粒の数の割合を計算している。

【0016】

結晶粒の 2 粒子間に存在する R_2O_3 化合物は、粒状結晶になりやすく、2 粒子粒界を押し拡げる (2 粒子間に R_2O_3 化合物の瘤のようなものが存在し、いわゆる動脈瘤のような組織形状となる)。磁石を着磁した際、結晶粒の 2 粒子間に存在する R_2O_3 化合物は低磁界での逆磁区の発生の起点になり、結晶粒と 2 粒子間に存在する R_2O_3 化合物の存在によって磁石の着磁性が大きく変わってくると考えられる。)

【0017】

結晶粒全数に対して R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が 50% 以上である場合、50% 未満と比べて同じ強度の着磁磁界に対する着磁性が良好となる。

【0018】

好ましくは、結晶粒全数に対して R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が 70% 以上 100% 以下である。

【0019】

[組成]

R - T - B 系焼結磁石の組成の内、R は Y を含む希土類元素であって、27.3 質量% 以上 31.2 質量% 以下であることが好ましい。重希土類元素 RH である Dy、Tb の単独または両方を必要に応じて含有できる。R が 27.3 質量% 未満であると、焼結困難

10

20

30

40

50

になるとともに、軟磁性相が生成し R - T - B 系焼結磁石の保磁力を低下させる可能性がある。一方、R が 31.2 質量%を超えると、R - T - B 系焼結磁石の残留磁束密度が低下する。

【0020】

B は 0.92 質量%以上 1.15 質量%以下の範囲であることが好ましい。B の量が 0.92 質量%未満では、軟磁性相が生成し R - T - B 系焼結磁石の保磁力を低下させる可能性がある。一方、B が 1.15 質量%を超えると、R - T - B 系焼結磁石の残留磁束密度が低下する。

【0021】

T は、残部であり、Fe または Fe および Co の 1 種または 2 種であり、Co 含有量は 20 質量%以下が好ましい。T のうち Co が 20 質量%を超えると、R - T - B 系焼結磁石の残留磁束密度が低下する。

【0022】

添加元素 M として、Al、Si、Ti、V、Cr、Mn、Ni、Zn、Zr、Nb、Mo、In、Ga、Sn、Hf、Ta、Cu、W のうち少なくとも 1 種が含まれていても良い。添加量は 2.0 質量%以下が好ましい。

【0023】

以下に、本発明による R - T - B 系焼結磁石の製造方法について詳述する。

【0024】

[原料合金]

原料合金は、通常のインゴット鑄造法、ストリップキャスト法、直接還元法などの方法で得ることができる。ここで、焼結磁石において、結晶粒の 2 粒子間への R_2O_3 化合物の生成を抑制するためには、R - T - B 系合金作製直後の含有酸素量は少なくするのが好ましい。

【0025】

[粗粉碎]

原料合金の粗粉碎は、水素脆化処理が好ましい。これは、水素吸蔵に伴う合金の脆化現象と体積膨張現象を利用して合金に微細なクラックを生じさせ粉碎する方法である。本発明の原料合金では、主相と R リッチ相との水素吸蔵量の差、即ち体積変化量の差がクラック発生の要因となることから、主相の粒界で割れる確率が高くなる。これにより微粉碎工程での負荷が低減され、酸素を含む不純物の取り込みが抑制される。

【0026】

水素脆化処理は、加圧水素に一定時間暴露することで行う。さらに、その後、温度を 400 以上 800 以下に上げて過剰な水素を放出させる処理を行う場合がある。水素脆化処理後の粗粉末は、多数のクラックを内包し、比表面積が大幅に増大していることもあって、非常に活性であり、大気中の取り扱いでは酸素量の増大が著しくなるので、He、Ar またはこれらの混合ガスなどの不活性ガス中で取り扱うことが望ましい。また、高温では窒化反応も生じる可能性があるため、可能であれば Ar 雰囲気中での取り扱いが好ましい。

【0027】

[微粉碎]

微粉碎工程は、気流式粉碎機による乾式粉碎を用いることができる。この場合、一般には、酸化を抑制するために窒素または窒素を含む不活性ガスを用いるが、磁気特性の低下を防ぐことを目的に、酸化と窒化の両方を抑制するために窒素を含まない He、Ar またはこれらの混合ガスを用いることが好ましい。

【0028】

他の微粉碎方法として、湿式粉碎法がある。具体的には、ボールミルやアトライターを用いることができる。この場合、酸素や炭素などの不純物を所定量以上取り込まないように、粉碎媒体の選定や溶媒の選定、雰囲気を選定をすることができる。例えば、非常に小径のボールを用いて高速攪拌するビーズミルでは、短時間で微細化が可能であるため、不純

10

20

30

40

50

物の影響を小さくでき、本発明に用いる微粉碎粉を得るには好ましい。

【0029】

さらに、一旦気流式粉碎機により粗く乾式粉碎し、その後ビーズミルによる湿式粉碎を行うと、短時間での粉碎が可能のため粉末に取り込まれる酸素量を少なく抑えることができる。

【0030】

湿式粉碎で用いる溶媒は、原料合金との反応性、酸化抑止力、さらに焼結前の除去の容易さを考慮して選択する。例えば、有機溶剤、特にパラフィンなどの飽和炭化水素が好ましい。

【0031】

微粉碎粉の粒度分布が広いと均一な組織からなる焼結体を得られず、 R_2O_3 化合物が発生しやすくなる恐れがある。従って、粒度は標準偏差()で $1\mu m$ 以下であることが好ましい。

【0032】

微粉碎工程後の搬送、保存では粉末の酸化抑制が重要である。これを実行するため、粉碎粉を油などの溶媒中に回収したり、酸素量が極めて少なくなるよう不活性ガス(He, Arまたはこれらの混合ガス)で制御した容器内で微粉碎粉を管理するのがよい。

【0033】

本発明では、成分の異なる複数種類のR-T-B系合金を用いて焼結磁石を作製する場合、成分の異なる複数種類のR-T-B系合金は別々に微粉碎し粉末にしてもよいし、粗粉碎後に成分の異なる複数種類のR-T-B系合金を混合してから微粉碎し粉末にしてもよい。

【0034】

本実施形態では、前記粉碎方法で作製されたR-T-B系合金粉末を、例えばロックンギミキサー内で、ステアリン酸亜鉛等の酸化防止剤を適量添加・混合し、酸化防止剤で合金粉末粒子の表面を被覆することが好ましい。

【0035】

[成形]

本発明の成形方法は、既知の方法を用いることができる。例えば、磁界中で前記微粉碎粉を金型にて加圧成形する方法である。酸素や炭素の取り込みを最小限とするため、潤滑剤等の使用は最小限にとどめることが望ましい。潤滑剤を用いる際は、焼結工程、またはその前に脱脂可能な、揮発性の高い潤滑剤を、公知のものから選択して用いてもよい。

【0036】

微粉碎粉の酸化を抑制する方策として、微粉碎粉を溶媒に混合してスラリーを形成し、そのスラリーを磁界中成形に供することが好ましい。この場合、溶媒の揮発性を考慮し、次の焼結過程において、例えば250以下で真空中で完全に揮発させることが可能な、低分子量の炭化水素を選ぶことができる。特に、パラフィンなどの飽和炭化水素が好ましい。また、スラリーを形成する場合は、微粉碎粉を直接溶媒中に回収してスラリーとしてもよい。

【0037】

[焼結]

焼結工程における雰囲気は、真空中または大気圧以下の不活性ガス雰囲気とする。ここでの不活性ガスとは、Ar及びまたはHeガスを指す。

【0038】

微粉碎工程や成形工程で用いた潤滑剤や溶媒を十分に除去するためには、300以下の温度域で30分以上8時間以下の時間、真空中または大気圧以下の不活性ガス中で保持し、脱脂処理を行った後、焼結することが好ましい。前記脱脂処理は、焼結工程とは独立に行うこともできるが、処理の効率、酸化防止等の観点から、脱脂処理後、連続して焼結を行うことが好ましい。前記脱脂工程では、前記大気圧以下の不活性ガス雰囲気で行うことが、脱脂効率上好ましい。また、さらに脱脂処理を効率的に行うため、水素雰囲気中の

10

20

30

40

50

熱処理を行うこともできる。

【0039】

焼結工程では、成形体の昇温過程で、成形体からのガス放出現象が認められる。前記ガス放出は、主に水素脆化処理工程で導入された水素ガスの放出である。前記水素ガスが放出されて初めて液相が生成するので、水素ガスの放出を充分行わせることが好ましく、例えば昇温過程の途中で700 以上850 以下の温度範囲で30分以上4時間以下の保持をすることが好ましい。

【0040】

焼結時の保持温度は例えば960 以上1100 以下とする。960 未満では、前記水素ガスの放出が不十分で焼結反応に必要な液相が充分得られず、本発明の組成では焼結反応が進行しない。即ち、 7.5 Mg/m^3 以上の焼結密度が得られない。

10

【0041】

ここで焼結体の酸素量は、0.10質量%以下が好ましい。0.10質量%以下であると、焼結工程において液相成分に多く存在する希土類元素が酸素との親和力を持つため、優先的に酸素と結合して、 R_2O_3 化合物となって粒界に残存する数が抑制されるからである。なお、酸素量は0.05質量%以下が好ましい。

【0042】

[熱処理]

焼結工程終了後、一旦300 以下にまで冷却した後、再度400 以上、焼結温度以下の範囲で熱処理を行い、保磁力を高めることができる。この熱処理は、同一温度、または温度を変えて複数回行ってよい。また、熱処理温度で保持後、徐冷することで保磁力が向上する場合もある。

20

【0043】

[加工]

本発明のR-T-B系焼結磁石には、所定の形状、寸法を得るため、一般的な切断、研削等の機械加工を施すことができる。

【0044】

[表面処理]

本発明のR-T-B系焼結磁石には、好ましくは防錆のための表面コーティング処理を施す。例えば、Niめっき、Snめっき、Znめっき、Al蒸着膜、Al系合金蒸着膜、樹脂塗装などを行うことができる。

30

【0045】

[着磁]

着磁は、パルス磁界を印加する方法や、静的な磁界を印加する方法が適用できる。なお、焼結磁石の着磁は、取り扱い上の容易さを考慮して、通常は磁気回路を組み立てた後、前記方法で着磁するが、もちろん磁石単体で着磁することもできる。

【実施例】

【0046】

[実施例1]

純度99.5質量%以上のNd、純度99.9質量%以上のTb、Dy、電解鉄、低炭素フェロボロン合金を主として、その他目的元素を純金属またはFeとの合金の形で添加して目的組成の合金を溶解し、ストリップキャスト法で鑄造し、厚さ0.3mmから0.4mmの板状合金A、Bを得た。このR-T-B系合金に850 の熱処理を真空雰囲気中で1時間行った。

40

【0047】

この合金A、Bを原料として混合し、水素加圧雰囲気の水素脆化させた後、600 まで真空中で加熱、冷却した後、合金粗粉を得た。この粗粉に対し、質量比で0.05%のステアリン酸亜鉛を添加、混合した。

【0048】

R-T-B系合金Aは、組成が質量%でNd 30.0%、B 0.94%、Co 0

50

． 87%、Ga 0.09%、Al 0.12%、Cu 0.09% 残部鉄からなる。また、R-T-B系合金Bは、主な組成が質量%でNd 20.4%、Dy 10% B 0.96%、Co 0.89%、Ga 0.09%、Al 0.09%、Cu 0.09% 残部鉄からなる。

【0049】

前記合金Aと前記合金Bとを、9：1の比率に混合した。なお、混合の際に潤滑剤を適量添加した。混合した合金は、飽和炭化水素からなる溶媒中に回収する。回収中には雰囲気気を酸素量と窒素量とが極めて少なくなるよう制御したArガスを流気した。

【0050】

次いで、気流式粉砕機（ジェットミル装置）を用いて、ArとHeからなる混合ガス気流中で乾式粉砕し、標準偏差（ σ ）を $1\mu\text{m}$ かつ粒径D50が $3.0\mu\text{m}$ となるR-T-B系合金A、Bを作製した。このとき、粉砕ガス中の酸素濃度を50ppm以下に制御している。なお、この粒径D50は、気流分散法によるレーザー回折法で得られた値である。

10

【0051】

こうして作製した混合粉末を磁界中で湿式成形して成形体を作製した。このときの磁界はおよそ0.8MA/mの静磁界で、加圧力は5MPaとした。なお、磁界印加方向と加圧方向とは直交している。

【0052】

次に、この成形体を、真空中、1020の温度範囲で2時間焼結した。焼結後の密度は $7.5\text{Mg}/\text{m}^3$ であった。得られた焼結磁石に対し、Ar雰囲気中で、600で1時間の熱処理を行い、冷却した。

20

【0053】

その後、この焼結磁石を機械的に加工することにより、 $5\text{mm} \times 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ の寸法の磁石の試料を得た。配向方向は5mmの方向である。

【0054】

焼結磁石の組成を調べたところ、組成が質量%でNd 28.6%、Dy 1.0% B 0.94%、Co 0.88%、Ga 0.08%、Al 0.1%、Cu 0.09% 残部鉄からなり、平均結晶粒径（円相当径）は $3.3\mu\text{m}$ であった。また、酸素量は980ppmであった。

30

【0055】

作製した試料の表面をGaイオンを用いたFIBにて加工し、SEM（Carl Zeiss製ULTRA55）にて加速電圧2kVにて3000倍に拡大し、図1のように観察したところ、複数視野の総面積 5.0mm^2 の視野に含まれる結晶粒全数に対して R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が60%であった。ここで、2粒子間に R_2O_3 化合物が存在しているか否かの判断は目視で行った。2粒子間に R_2O_3 化合物が存在する場合には存在しない場合に比べて2粒子間の幅が広がりかつ変動していることを確認した。存在する場合は2粒子間の幅は15nmから30nmであり、最大100nmの部分もあった。前記化合物が存在しない場合は5nm未満であった。

40

【0056】

着磁性の評価は、空芯コイルにてパルス電流により生成させた所定の着磁磁界によって、試料を着磁した後、試料の磁束をサーチコイルで測定する方法によった。着磁磁界1591kA/mでの着磁率を100%として、636kA/m、955kA/m、1273kA/m、1591kA/mでの着磁率を調べてみたところ、636kA/mで20%、955kA/mで80%、1273kA/mで97%、1591kA/mで100%の着磁率となっていた。また、残留磁束密度、保磁力をB-Hトレーサーにて測定したところ残留磁束密度は1.43T、保磁力は1250kA/mだった。

【0057】

【実施例2】

実施例1の合金Aの組成を質量%でNd 30.9%、Pr 0.1%、B 0.93

50

%、Co 0.87% Ga 0.07%、Al 0.08%、Cu 0.07% 残部鉄とし、合金Bの組成を質量%でNd 21.2%、Dy 9.9%、B 0.94%、Co 0.88%、Ga 0.07%、Al 0.06%、Cu 0.09% 残部鉄とし、焼結磁石の組成を質量%でNd 29.2%、Pr 0.2%、Dy 1.1% B 0.93%、Co 0.87% Ga 0.08%、Al 0.09%、Cu 0.07%、残部鉄としたことを除き、あとは実施例と同様に作製した試料の表面をFIBにて加工し、SEMにて加速電圧2kVにて3000倍に拡大し観察したところ、図2のように結晶粒全体に対して R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が80%であった。

【0058】

なお、平均結晶粒径(円相当径)は $3.2\mu m$ であった。また、酸素量は770ppmであった。ここで、2粒子間に R_2O_3 化合物が存在しているか否かの判断は目視で行った。2粒子間に R_2O_3 化合物が存在する場合には存在しない場合に比べて2粒子間の幅が広がりかつ変動していることを確認した。存在する場合は2粒子間の幅は15nmから30nmであり、最大100nmの部分もあった。前記化合物が存在しない場合は10nm以下であった。

10

【0059】

636kA/m、955kA/m、1273kA/m、1591kA/mでの着磁率を調べてみたところ、636kA/mで20%、955kA/mで80%、1273kA/mで98%、1591kA/mで100%の着磁率となっていた。

【0060】

また、残留磁束密度、保磁力をB-Hトレーサーにて測定したところ残留磁束密度は1.44T、保磁力は1240kA/mだった。

20

【0061】

[実施例3]

焼結後の組成がNd 28.6%、Dy 1.0% B 0.94%、Ga 0.08%、Al 0.1%、残部鉄となる1種類のR-T-B系合金粉末を用い、かつ焼結体の酸素量を500ppm以下にするために、溶解室内を無酸素雰囲気とし、酸素を含む不純物混合を防ぐため内部をボロンナイトライドでコーティングしたアルミナ坩堝で溶解したことを除き、あとは実施例1と同様に作製した試料の表面をFIBにて加工し、SEMにて加速電圧2kVにて3000倍に拡大し観察したところ、結晶粒全体に対して R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が100%であった。焼結磁石の酸素量は400ppmであった。平均結晶粒径(円相当径) $3.3\mu m$ であった。2粒子間の幅は5nm未満であった。

30

【0062】

次に試料の焼結磁石を切断し、断面から焼結磁石の2粒子間をEELS mapによるTEM解析にて確認したところ、図3のように2粒子間では R_2O_3 化合物が確認されなかった。

【0063】

[比較例1]

実施例1のR-T-B系合金に熱処理を行わず、窒素ガスで乾式粉碎する以外は実施例1と同様に焼結磁石を作製した。焼結磁石の組成を調べたところ、組成が質量%でNd 28.7%、Dy 1.0% B 0.94%、Co 0.87%、Ga 0.09%、Al 0.11%、Cu 0.09% 残部鉄からなり、平均結晶粒径(円相当径)は $3.3\mu m$ であった。また、酸素量は1900ppmであった。実施例1と同様に作製した試料の表面をFIBにて加工し、SEMにて加速電圧2kVにて3000倍に拡大し観察したところ、図4のように結晶粒全数に対して R_2O_3 化合物が存在していない結晶粒の数の割合が10%であった。大部分の2粒子粒界の厚みが15nmから25nmであり、幅が変動したものであった。

40

【0064】

また、636kA/m、955kA/m、1273kA/m、1591kA/mでの着

50

磁率を調べてみたところ、636 kA/mで15%、955 kA/mで65%、1273 kA/mで85%、1591 kA/mで100%の着磁率となっていた。また、残留磁束密度、保磁力をB-Hトレーサーにて測定したところ残留磁束密度は1.42 T、保磁力は1178 kA/mだった。

【0065】

焼結磁石を切断し、断面から焼結磁石の2粒子界面をEELS mapによるTEM解析にて確認したところ、図5において円で囲んでいる部位に R_2O_3 化合物があることが観察された。

【産業上の利用可能性】

【0066】

本発明は、低着磁磁界でも大きな着磁性を達成できる着磁性のよいR-T-B系焼結磁石を作製する。

10

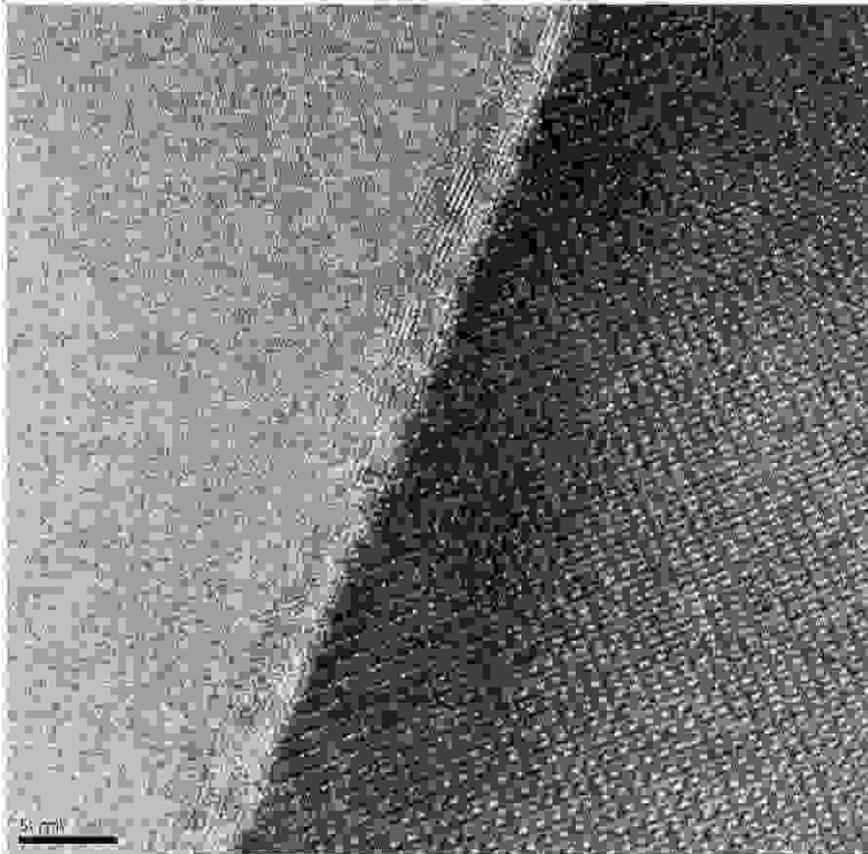
【図1】



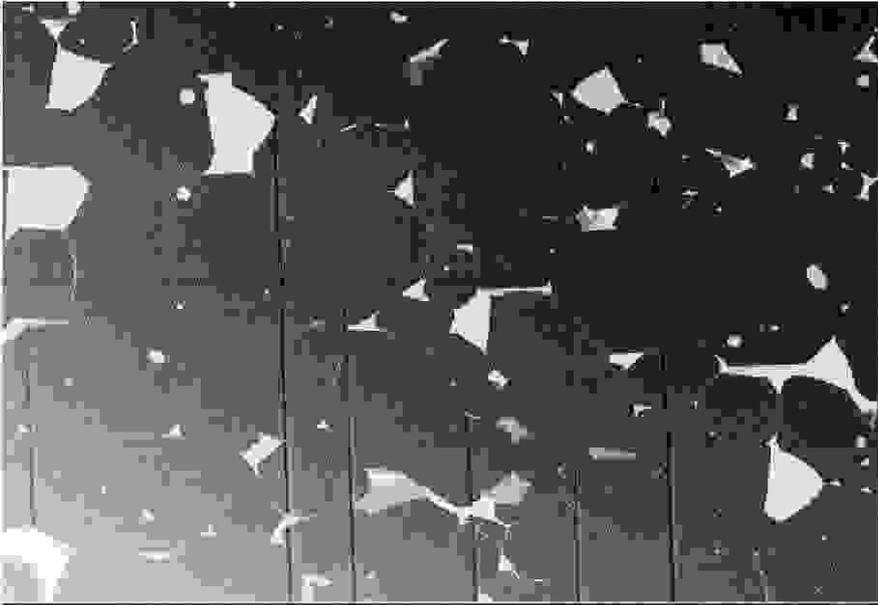
【 図 2 】



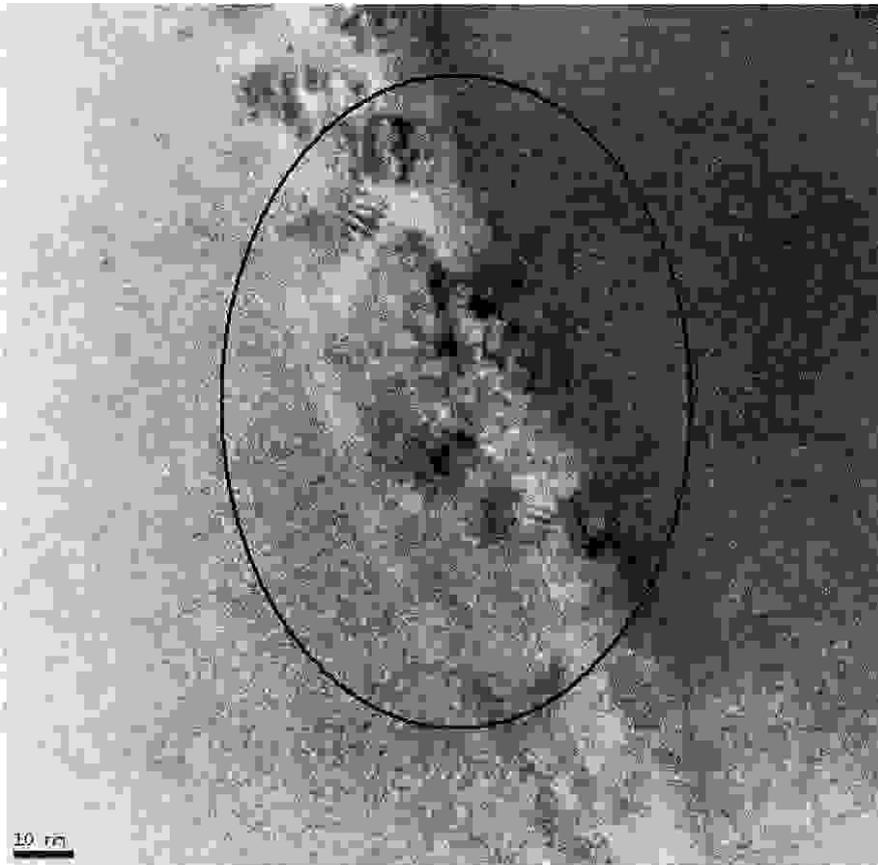
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
B 2 2 F	9/04	(2006.01)	B 2 2 F	9/04	E	