

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2022年6月16日(16.06.2022)



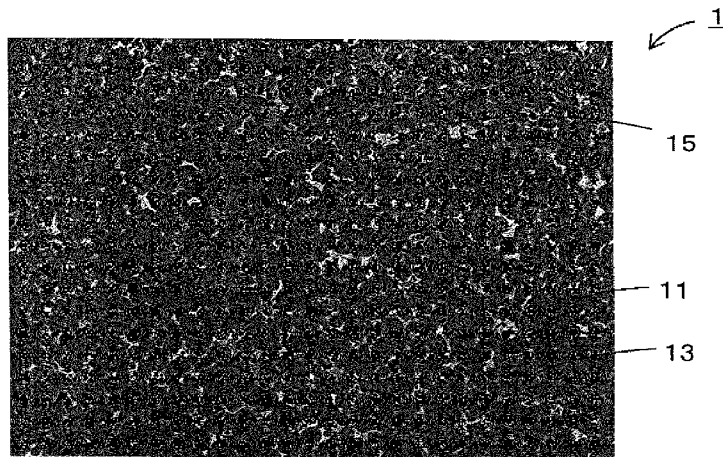
(10) 国際公開番号

**WO 2022/123991 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*C22C 38/00* (2006.01) *B22F 3/00* (2021.01)  
*H01F 1/057* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/041374
- (22) 国際出願日: 2021年11月10日(10.11.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2020-204543 2020年12月9日(09.12.2020) JP
- (71) 出願人: T D K株式会社(TDK CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 古田 敦(KODA, Atsushi); 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP). 諏訪 孝裕(SUWA, Takahiro); 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP). 工藤 光(KUDO, Hikaru); 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 前田・鈴木国際特許業務法人(MAEDA & SUZUKI); 〒1010003 東京都千代田区一ツ橋2丁目5番5号 岩波書店一ツ橋ビル8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: R-T-B PERMANENT MAGNET

(54) 発明の名称: R-T-B系永久磁石



(57) Abstract: [Problem] To provide a low-cost rare earth magnet that contains Ce and has a high intrinsic coercivity (HcJ). [Solution] An R-T-B permanent magnet that contains: main-phase grains composed of an  $R_2T_{14}B$  compound (where R is a rare earth element, T is a transition metal element, and B is boron); and grain boundaries. R includes Ce. The R-T-B permanent magnet has a Ce content of 15-35 mass% with respect to the total R content. The grain boundaries include an R-rich phase and an R-T phase. In a cross section of the R-T-B permanent magnet, the

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

surface area ratio S(R-T) of the R-T phases with respect to the grain boundaries is 0.60-0.85.

- (57) 要約: 【課題】 Ce を含む低コストな希土類磁石であって、H c J が高い希土類磁石を得る。  
【解決手段】  $R_2T_{14}B$  化合物 (R は希土類元素、T は遷移金属元素、B はホウ素) からなる主相粒子と、粒界と、を含む R-T-B 系永久磁石である。R は Ce を含む。R-T-B 系永久磁石における R の合計含有量に対する Ce の含有量が 15 質量%以上 35 質量%以下である。粒界は R リッチ相および R-T 相を含む。R-T-B 系永久磁石の断面において、粒界に対する R-T 相の面積比率を S (R-T) として、S (R-T) が 0.60 以上 0.85 以下である。

## 明 細 書

発明の名称 : R－T－B系永久磁石

### 技術分野

[0001] 本発明は、R－T－B系永久磁石に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、RとしてCeを含むR－T－B系永久磁石であって、R－T相を所定の範囲内で含む磁石が記載されている。上記の特徴により、抗折強度が向上したR－T－B系永久磁石を得ることができる。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018－174323号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0004] 一般的に、希土類元素の中ではCeのコストが低い。そのため、Ceを用いて十分な磁気特性、特に十分な保磁力（HcJ）を有する希土類磁石を得ることが求められている。

[0005] 本発明は、Ceを含む低コストな希土類磁石であって、HcJが高い希土類磁石を得ることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明に係るR－T－B系永久磁石は、

R<sub>2</sub>T<sub>14</sub>B化合物（Rは希土類元素、Tは遷移金属元素、Bはホウ素）からなる主相粒子と、粒界と、を含むR－T－B系永久磁石であって、

RはCeを含み、

前記R－T－B系永久磁石におけるRの合計含有量に対するCeの含有量が15質量%以上35質量%以下であり、

前記粒界はRリッチ相およびR－T相を含み、

前記R－T－B系永久磁石の断面において、前記粒界に対する前記R－T

相の面積比率を  $S(R-T)$  として、 $S(R-T)$  が 0.60 以上 0.85 以下である。

[0007] Ga の含有量が 0 質量%以上 0.2 質量%以下であってもよい。

[0008] La および Y を実質的に含まなくてもよい。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施例1のSEM画像である。

[図2]比較例2のSEM画像である。

[図3]比較例3のSEM画像である。

[図4]比較例4のSEM画像である。

[図5]縦軸を  $H_c J$ 、横軸を  $H_a$  としたグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明を、実施形態に基づき説明する。本発明の R-T-B 系永久磁石は、R-T-B 系焼結磁石とすることができる。

[0011] (組成)

R-T-B 系焼結磁石の組成について説明する。R は希土類元素である。R はセリウム (Ce) を含む。R が Ce を含むことで、原料コストが低下する。さらに、後述する R-T 相を粒界に含みやすくなる。また、R-T-B 系焼結磁石の原料コストおよび R-T-B 系焼結磁石の磁気特性を好適に制御するため、R としてネオジム (Nd) およびプラセオジム (Pr) から選択される 1 種以上を含むことが好ましい。

[0012] T は、遷移金属元素である。T は鉄族元素 (鉄 (Fe), コバルト (Co), およびニッケル (Ni)) であってもよい。T は、Fe であってもよく、Fe と Co との組合せであってもよい。B はホウ素である。

[0013] さらに、R-T-B 系焼結磁石は遷移金属元素以外の金属元素から選択される 1 種以上を含んでもよい。例えばアルミニウム (Al) およびガリウム (Ga) から選択される 1 種以上を含んでもよい。さらに、炭素 (C) を含んでもよい。

[0014] 以下、R-T-B 系焼結磁石における各元素の含有量について説明する。

- [0015] R-T-B系焼結磁石における各元素の含有量には特に制限はない。Rの合計含有量は、R-T-B系焼結磁石全体を100質量%として、30.00質量%以上34.00質量%以下であってもよく、32.00質量%以上34.00質量%以下であってもよい。なお、以下に示す各元素の含有量は、特に記載が無い限り、R-T-B系焼結磁石全体を100質量%とした場合の含有量である。
- [0016] Bの含有量は、0.70質量%以上0.95質量%以下であってもよく、0.80質量%以上0.90質量%以下であってもよい。
- [0017] Coの含有量は0.50質量%以上3.00質量%以下であってもよく、2.00質量%以上3.00質量%以下であってもよい。
- [0018] R-T-B系焼結磁石はGaを含んでもよく、Gaを含まなくてもよい。Gaの含有量は0質量%以上0.20質量%以下であってもよく、0質量%以上0.10質量%以下であってもよい。Gaの含有量が少ないほどS（R-T）（粒界に対するR-T相の面積比率）が小さくなる傾向にある。また、Gaの含有量が少ないほどHcJが向上する傾向にある。
- [0019] R-T-B系焼結磁石はAlを含んでもよく、Alを含まなくてもよい。Alの含有量は0.20質量%以上1.00質量%以下であってもよく、0.30質量%以上0.90質量%以下であってもよい。
- [0020] R-T-B系焼結磁石はTとして銅（Cu）を含んでもよく、Cuを含まなくてもよい。Cuの含有量は0質量%以上0.50質量%以下であってもよく、0質量%以上0.25質量%以下であってもよい。
- [0021] R-T-B系焼結磁石はTとしてジルコニウム（Zr）を含んでもよく、Zrを含まなくてもよい。Zrの含有量は0.10質量%以上1.00質量%以下であってもよく、0.40質量%以上0.60質量%以下であってもよい。
- [0022] Rの合計含有量に対するCeの含有量は15質量%以上35質量%以下である。15質量%以上25質量%以下であってもよい。Rの合計含有量に対するCeの含有量が上記の範囲内であることにより、後述するS（R-T）

が0.60以上0.85以下となりやすくなる。その結果、 $HcJ$ および後述する $HcJ/Ha$ が高くなりやすくなる。また、 $R$ の合計含有量に対する $Ce$ の含有量が15質量%以上であることにより、原料コストが十分に低下しやすくなる。 $R$ の合計含有量に対する $Ce$ の含有量が少なすぎる場合には、原料コストが十分に低下しない。他の希土類元素よりも低価格であるメリットが希土類元素を含む原料金属の種類を増やすことにより製造工程が煩雑になるデメリットに相殺されてしまうためである。

[0023] 重希土類元素の合計含有量は0質量%以上0.10質量%以下であってもよい。重希土類元素の含有量が多いほど $HcJ$ が上昇しやすくなるが高コストとなる。また、重希土類元素の含有量が多いほど $Br$ が低下しやすくなる。重希土類元素とは $Gd$ ,  $Tb$ ,  $Dy$ ,  $Ho$ ,  $Er$ ,  $Tm$ ,  $Yb$ ,  $Lu$ のことをいう。

[0024] また、 $R$ としてイットリウム( $Y$ )およびランタン( $La$ )を実質的に含まないことが好ましい。 $Y$ および $La$ を実質的に含まないとは、 $R$ に対する $Y$ および $La$ の含有量が合計で0.5質量%以下であるという意味である。 $Y$ および $La$ を実質的に含む場合には、後述する $R-T$ 相が形成されにくくなり、 $S(R-T)$ が0.60以上にしにくくなる。そして、 $R-T$ 相による $HcJ$ の向上効果が得られにくくなる。さらに、 $Y$ を含む場合には主相粒子の異方性磁界も低下しやすくなる。 $La$ を含む場合には主相粒子の異方性磁界も低下しやすくなり、耐食性も低下しやすくなる。

[0025]  $R-T-B$ 系焼結磁石は $C$ を含んでもよく、 $C$ を含まなくてもよい。 $C$ の含有量は0質量%以上0.3質量%以下であってもよい。

[0026]  $Fe$ は $R-T-B$ 系焼結磁石の構成要素における実質的な残部であってもよい。 $Fe$ が実質的な残部であるとは、 $R$ ,  $B$ ,  $Co$ ,  $Ga$ ,  $Al$ ,  $Cu$ ,  $Zr$ および $C$ からなる群以外に含まれる元素が $Fe$ および不可避免的不純物のみであるという意味である。そして、不可避免的不純物の含有量が $R-T-B$ 系焼結磁石に対して合計で0.5質量%以下(0を含む)であってもよい。

[0027] (微細構造)

以下、R-T-B系焼結磁石1について、図面、特に図1を用いて説明する。なお、図1は後述する実施例1の断面を電界放射型走査型電子顕微鏡（FE-SEM）で観察して得られた反射電子像である。FE-SEMで観察して得られた反射電子像のことを単にSEM画像と呼ぶ場合がある。

[0028] R-T-B系焼結磁石1の一つの断面をSEMで観察すると、図1に示すように主相粒子11、および、粒界に存在する複数種の粒界相が見える。そして、複数種の粒界相は、それぞれ組成に応じた色の濃淡や結晶系に応じた形状を有する。

[0029] 例えば、FE-SEMに付属したエネルギー分散型X線分光器（EDS）、電子線マイクロアナライザ（EPMA）、透過電子顕微鏡（TEM）等を用いて各粒界相を点分析し組成を明らかにすることで、それらがどのような粒界相であるかを特定することができる。

[0030] さらに各粒界相の結晶構造を透過電子顕微鏡（TEM）により確認してもよい。TEMにより各粒界相の結晶構造を確認することで、各粒界相をさらに明確に特定することができる。

[0031] R-T-B系焼結磁石1は、図1のSEM画像に示すように、主相粒子11および主相粒子11の間に存在する粒界を含む。主相粒子11は、 $R_2T_{14}B$ 化合物からなる。 $R_2T_{14}B$ 化合物は、 $R_2T_{14}B$ 型の正方晶からなる結晶構造を有する化合物である。主相粒子11はSEM画像では黒色である。主相粒子11の大きさには特に制限はないが、円相当径が概ね $1.0\mu m \sim 10.0\mu m$ である。

[0032] 粒界は、多粒子粒界や二粒子粒界を含む。多粒子粒界とは3つ以上の主相粒子に囲まれた粒界であり、二粒子粒界とは隣り合う2つの主相粒子の間に存在する粒界である。

[0033] 粒界は、少なくとも2種類の粒界相を含む。図1では、R-T相13、および、Rリッチ相15を含む。なお、主相粒子11と、R-T相13と、Rリッチ相15と、でSEM画像での明るさを比較すると、主相粒子11が最も暗く、Rリッチ相15が最も明るい。

- [0034] R-T相13は、RとTとの含有比率が原子数比で概ね1:2である。具体的には、Rの含有量が20.0at%以上40.0at%以下であり、Tの含有量が55.0at%以上80.0at%以下である。そして、R-T相13に含まれるR、T以外の元素の含有量が合計10.0at%以下である。なお、R、TおよびR、T以外の元素の含有量は、酸素(O)、炭素(C)および窒素(N)を除いた含有量である。
- [0035] Rリッチ相15は、Rの含有量が40.0at%以上であり、Tの含有量がR-T相13よりも低い相を指す。Tの含有量は55.0at%以下であってもよい。なお、RおよびTの含有量は、O、CおよびNを除いた含有量である。
- [0036] R-T-B系焼結磁石の一の断面において、粒界に対するR-T相13の面積比率をS(R-T)として、S(R-T)が0.60以上0.85以下である。
- [0037] 本発明者らは、低コストであるがNd、Prと比べてHcJを低下させる希土類元素であるCeを用いたR-T-B系焼結磁石において、S(R-T)を上記の範囲内とすることにより、HcJが向上することを見出した。S(R-T)が上記の範囲内である場合にHcJが向上するメカニズムが完全に解明されているわけではない。本発明者らは、以下に示すメカニズムを推察している。
- [0038] Rリッチ相15は主相粒子11の磁気分断を促進させる。その結果、Rリッチ相15を含むことでHcJを向上させることができる。
- [0039] R-T相13は主相粒子11よりもRの合計含有量に対するCeの含有量が大きくなりやすい。R-T相13が形成される際に主相粒子11からCeを排出させるためである。その結果、主相粒子11におけるCe以外のR、具体的にはNdの含有量が高くなる。そして、主相粒子11における異方性磁界が高くなる。
- [0040] 上記のRリッチ相15とR-T相13とがS(R-T)が0.60以上0.85以下であるように含まれる場合には、主相粒子11の磁気分断を促進



させる効果と主相粒子 1 1 から Ce を排出させる効果とが両立する。その結果、高い H c J を有する R-T-B 系焼結磁石になる。

[0041] なお、粒界に対する R リッチ相 1 5 の面積比率には特に制限はないが、粒界における R-T 相 1 3 以外の部分が R リッチ相 1 5 であることが好ましい。具体的には、粒界に対する R リッチ相 1 5 および R-T 相 1 3 以外の相の面積割合が、10.0%以下(0%を含む)であることが好ましい。

[0042] S(R-T)を算出するためのSEM画像の観察範囲の面積には特に制限はないが、S(R-T)を算出するために十分に広い範囲とする。例えば観察範囲の面積は0.01mm<sup>2</sup>以上としてもよい。

[0043] (製造方法)

以下、R-T-B系焼結磁石を製造する方法の一例について説明する。R-T-B系焼結磁石を製造する方法は、以下の工程を有する。

- [0044] (a) R-T-B系焼結磁石用合金(原料合金)を作製する合金準備工程  
(b) 原料合金を粉砕する粉砕工程  
(c) 得られた合金粉末を成形する成形工程  
(d) 成形体を焼結し、R-T-B系焼結磁石を得る焼結工程  
(e) R-T-B系焼結磁石を時効処理する時効処理工程  
(f) R-T-B系焼結磁石を加工する加工工程  
(g) R-T-B系焼結磁石の粒界に重希土類元素を拡散させる粒界拡散工程  
(h) R-T-B系焼結磁石に表面処理する表面処理工程

[0045] [合金準備工程]

R-T-B系焼結磁石用合金を準備する(合金準備工程)。以下、合金準備方法の一例としてストリップキャスト法について説明するが、合金準備方法はストリップキャスト法に限定されない。

[0046] R-T-B系焼結磁石の組成に対応する原料金属を準備し、真空またはArガスなどの不活性ガス雰囲気中で準備した原料金属を溶解する。その後、溶解した原料金属を鋳造することによってR-T-B系焼結磁石の原料とな

る原料合金を作製する。なお、以下の記載では、1合金法について説明するが、第1合金と第2合金との2合金を混合して原料粉末を作製する2合金法でもよい。

[0047] 原料金属の種類には特に制限はない。例えば、希土類金属、純鉄、純コバルト、さらにはフェロボロン（FeB）等の化合物、希土類合金等の合金を使用することができる。原料金属を鑄造する鑄造方法には特に制限はない。例えばインゴット鑄造法やストリップキャスト法やブックモールド法や遠心鑄造法などが挙げられる。得られた原料合金は、凝固偏析がある場合は必要に応じて均質化処理（溶体化処理）を行ってもよい。

[0048] [粉碎工程]

原料合金を作製した後、原料合金を粉碎する（粉碎工程）。粉碎工程は、粒径が数百 $\mu\text{m}$ ～数 $\text{mm}$ 程度になるまで粉碎する粗粉碎工程と、粒径が数 $\mu\text{m}$ 程度になるまで微粉碎する微粉碎工程との2段階で行ってもよいが、微粉碎工程のみの1段階で行ってもよい。

[0049] （粗粉碎工程）

原料合金を粒径が数百 $\mu\text{m}$ ～数 $\text{mm}$ 程度になるまで粗粉碎する（粗粉碎工程）。これにより、原料合金の粗粉碎粉末を得る。粗粉碎は、例えば原料合金に水素を吸蔵させた後、異なる相間の水素吸蔵量の相違に基づいて水素を放出させ、脱水素を行なうことで自己崩壊的な粉碎を生じさせること（水素吸蔵粉碎）によって行うことができる。脱水素の条件には特に制限はないが、例えば300～650℃、アルゴン（Ar）フロー中または真空中で脱水素を行う。

[0050] 粗粉碎の方法は、上記の水素吸蔵粉碎に限定されない。例えば、不活性ガス雰囲気中にて、スタンプミル、ジョークラッシャー、ブラウンミル等の粗粉碎機を用いて粗粉碎を行ってもよい。

[0051] 高い磁気特性を有するR-T-B系焼結磁石を得るために、粗粉碎工程から後述する焼結工程までの各工程の雰囲気は、低酸素濃度の雰囲気とすることが好ましい。酸素濃度は、各製造工程における雰囲気の制御等により調節

される。各製造工程の酸素濃度が高いと原料合金を粉砕して得られる合金粉末中の希土類元素が酸化してR酸化物が生成されてしまう。R酸化物は、焼結中に還元されず、R酸化物の形でそのまま粒界に析出する。その結果、得られるR-T-B系焼結磁石の保磁力 $H_c J$ が低下しやすくなる。そのため、例えば、各工程（微粉砕工程、成形工程）は酸素濃度を100ppm以下の雰囲気を実施することが好ましい。

[0052] （微粉砕工程）

原料合金を粗粉砕した後、得られた原料合金の粗粉砕粉末を平均粒子径が数 $\mu m$ 程度になるまで微粉砕する（微粉砕工程）。これにより、原料合金の微粉砕粉末を得ることができる。微粉砕粉末に含まれる粒子のD50には特に制限はない。例えば、D50が1.0 $\mu m$ 以上10.0 $\mu m$ 以下であってもよい。

[0053] 微粉砕は、粉砕時間等の条件を適宜調整しながら、例えば気流式粉砕機（ジェットミル）等の微粉砕機を用いて粗粉砕した粉末の更なる粉砕を行なうことで実施される。以下、ジェットミルについて説明する。ジェットミルは、高圧の不活性ガス（たとえば、Heガス、N<sub>2</sub>ガス、Arガス）を狭いノズルより開放して高速のガス流を発生させ、この高速のガス流により原料合金の粗粉砕粉末を加速して原料合金の粗粉砕粉末同士の衝突やターゲットまたは容器壁との衝突を発生させて粉砕する微粉砕機である。

[0054] 原料合金の粗粉砕粉末を微粉砕する際には潤滑剤、例えば、有機物潤滑剤や固体潤滑剤を添加してもよい。有機物潤滑剤としては、例えばオレイン酸アミド、ラウリン酸アミド、ステアリン酸亜鉛などが挙げられる。固体潤滑剤としては、例えばグラファイトなどが挙げられる。潤滑剤を添加することで、成形工程において磁場を印加した際に配向が生じやすい微粉砕粉末を得ることができる。有機物潤滑剤および固体潤滑剤は、いずれか一方のみを使用してもよいが、両方を混合して使用してもよい。

[0055] [成形工程]

微粉砕粉末を目的の形状に成形する（成形工程）。成形工程では、微粉砕

粉末を、磁場中に配置された金型内に充填して加圧することによって、微粉碎粉末を成形し、成形体を得る。このとき、磁場を印加しながら成形することで、微粉碎粉末の結晶軸を特定の方向に配向させた状態で成形することができる。得られる成形体は、特定方向に配向するので、より磁性の強い異方性を有するR-T-B系焼結磁石が得られる。成形時に、成形助剤を添加してもよい。成形助剤の種類には特に制限はない。上記の潤滑剤を用いてもよい。

[0056] 加圧時の圧力は、例えば30MPa以上300MPa以下としてもよい。印加する磁場は、例えば1.0T以上5.0T以下としてもよい。印加する磁場は静磁場に限定されず、パルス状磁場とすることもできる。また、静磁場とパルス状磁場とを併用することもできる。

[0057] なお、成形方法としては、上記のように微粉碎粉末をそのまま成形する乾式成形のほか、微粉碎粉末を油等の溶媒に分散させたスラリーを成形する湿式成形を適用することもできる。

[0058] 微粉碎粉末を成形して得られる成形体の形状は特に限定されるものではなく、例えば直方体、平板状、柱状、リング状、C型等、所望とするR-T-B系焼結磁石の形状に応じた形状とすることができる。

[0059] [焼結工程]

得られた成形体を真空または不活性ガス雰囲気中で焼結し、R-T-B系焼結磁石を得る（焼結工程）。焼結温度は、組成、粉碎方法、粒度と粒度分布の違い等、諸条件により調整する必要がある。焼結温度には特に制限はないが、例えば950℃以上1100℃以下としてもよい。焼結時間には特に制限はないが、例えば2時間以上10時間以下としてもよい。焼結時の雰囲気には特に制限はない。例えば、不活性ガス雰囲気としてもよく、100Pa未満の真空雰囲気としてもよい。

[0060] [時効処理工程]

成形体を焼結した後、R-T-B系焼結磁石を時効処理する（時効処理工程）。焼結後、得られたR-T-B系焼結磁石を焼結時よりも低い温度でR

ー T ー B 系焼結磁石に時効処理を施す。

[0061] 時効処理では、時効温度は 550℃以上 650℃以下、時効時間は 10 分以上 300 分以下とする。R として Ce を含み、R の合計含有量に対する Ce の含有量が 15 質量%以上 35 質量%以下である場合には、上記の条件で時効処理を行うことにより、S (R ー T) を所定の範囲内としやすくなる。

[0062] 時効温度が低すぎる場合には、S (R ー T) が大きくなりすぎる傾向にある。時効温度が高すぎる場合には、S (R ー T) が小さくなりすぎる傾向にある。どちらの場合でも HcJ を向上させることができない。また、時効温度が高すぎる場合には、SEM 画像では R ー T 相に見える明るさの相であっても、実際に点分析すると R と T との存在比率が 1 : 2 から大きく離れており R ー T 相ではない場合が多くなる。

[0063] 時効処理時の雰囲気には特に制限はない。例えば大気圧以上の圧力の不活性ガス雰囲気（例えば、He ガス、Ar ガス）としてもよい。また、時効処理工程は後述する加工工程の後に行ってもよい。

[0064] [加工工程]

得られた R ー T ー B 系焼結磁石は、必要に応じて所望の形状に加工してもよい（加工工程）。加工方法は、例えば切断、研削などの形状加工や、バレル研磨などの面取り加工などが挙げられる。

[0065] [粒界拡散工程]

加工された R ー T ー B 系焼結磁石の粒界に対して、さらに重希土類元素を拡散させてもよい（粒界拡散工程）。粒界拡散の方法には特に制限はない。例えば、塗布または蒸着等により重希土類元素を含む化合物を R ー T ー B 系焼結磁石の表面に付着させた後に熱処理を行うことで実施してもよい。また、重希土類元素の蒸気を含む雰囲気中で R ー T ー B 系焼結磁石に対して熱処理を行うことで実施してもよい。粒界拡散により、R ー T ー B 系焼結磁石の HcJ をさらに向上させることができる。

[0066] [表面処理工程]

以上の工程により得られた R ー T ー B 系焼結磁石は、めっきや樹脂被膜や

酸化処理、化成処理などの表面処理を施してもよい（表面処理工程）。これにより、耐食性をさらに向上させることができる。

[0067] なお、上記の製造方法では、加工工程、粒界拡散工程、表面処理工程を行っているが、これらの工程は必ずしも行う必要はない。

[0068] 以上のようにして得られる R-T-B 系焼結磁石は、Ce を含みながら HcJ が良好な R-T-B 系焼結磁石となる。

[0069] 本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。例えば、本発明に係る永久磁石は熱間加工によって製造されていてもよい。すなわち、Ce を所定の範囲内で含み、R リッチ相および R-T 相を含み、かつ、S (R-T) が 0.60 以上 0.85 以下であれば、焼結磁石以外の永久磁石であってもよい。

[0070] 本発明の R-T-B 系永久磁石は、一般的な R-T-B 系永久磁石の用途に用いることができる。例えば、自動車の回転機などに用いることができる。

## 実施例

[0071] 以下、実施例により発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0072] （合金準備工程）

原料合金として表 1 に示す組成の合金 A～F を準備した。なお、TRE は希土類元素の合計含有量を意味する。表 1 に記載されていない希土類元素の含有量は合計で 0.01 質量%未満である。

[0073] まず、所定の元素を有する原料金属を準備した。原料金属としては、それぞれ純度 99.9% である Nd、Pr、Ce、Fe、Co、FeB、Al、Cu、Zr および Ga を準備した。

[0074] 次に、これらの原料金属を、表 1 に示す組成の合金が得られるように秤量し、ストリップキャスト法により表 1 に示す組成の薄板形状の原料合金を準備した。そして、試料ごとに表 2 に示す合金を原料合金として選択した。

[0075] (粉砕工程)

合金準備工程により得られた原料合金を粉砕し、合金粉末を得た。粗粉砕と微粉砕との2段階で粉砕を行った。粗粉砕は、水素吸蔵粉砕により行った。原料合金に対して水素を室温で吸蔵させた後、Arフロー中、600℃で5時間、脱水素を行った。粗粉砕により、数百 $\mu\text{m}$ ～数mm程度の粒径の合金粉末を得た。

[0076] 微粉砕は、粗粉砕で得られた合金粉末100質量部に対して潤滑剤としてオレイン酸アミドを0.1質量部、添加し、混合した後にジェットミルを用いて高圧窒素ガス雰囲気中で行った。微粉砕は、合金粉末のD50が3.5 $\mu\text{m}$ 程度となるまで行った。

[0077] (成形工程)

粉砕工程により得られた混合粉末を磁場中で成形して成形体を得た。混合粉末を電磁石の間に配置された金型内に充填した後に、電磁石により磁場を印加しながら加圧して成形した。具体的には、混合粉末を2.2Tの磁場中、110MPaの圧力で圧粉成形した。磁場を印加する方向はプレス方向と垂直な方向とした。

[0078] (焼結工程)

得られた成形体を焼結して焼結体を得た。焼結温度を1000℃、焼結時間を4時間として焼結体を得た。焼結時の雰囲気は真空雰囲気とした。

[0079] (時効工程)

得られた焼結体に時効処理を行いR-T-B系焼結磁石を得た。時効処理は時効温度を表2に記載した温度とし、時効時間を1.5時間とした。

[0080] (評価)

各実施例および比較例において最終的に得られたR-T-B系焼結磁石の組成が原料合金の組成と同一の組成、すなわち表1に示す組成となっていることは、蛍光X線分析法、誘導結合プラズマ質量分析法(ICP法)、およびガス分析により組成分析することで確認した。

[0081] 各実施例および比較例の原料合金から作成されたR-T-B系焼結磁石の

磁気特性をB-Hトレーサーを用いて測定した。磁気特性として、 $H_c J$ を室温で測定した。結果を表2に示す。 $H_c J$ は1400 kA/m以上を良好とした。

[0082] 以下、各R-T-B系焼結磁石の組成から算出される異方性磁界( $H_a$ )の計算値の算出方法について説明する。

[0083] まず、表1に記載した各合金の組成を原子%に換算する。換算した結果を表3に示す。

[0084] 次に、各合金の組成について希土類元素の合計含有量に対する各希土類元素の含有量の原子数比を算出する。算出した結果を表4に示す。

[0085]  $Nd_2Fe_{14}B$ 結晶、 $Pr_2Fe_{14}B$ 結晶、 $Ce_2Fe_{14}B$ 結晶など、Rが1種類である場合には、 $R_2Fe_{14}B$ 結晶の $H_a$ の文献値が知られている。文献値を表4に示す。

[0086] そして、各希土類元素を含む $R_2Fe_{14}B$ 結晶の $H_a$ の文献値に各希土類元素の原子数比を掛け合わせて得られた値を合計することにより、各 $R_2Fe_{14}B$ 合金の組成から算出される $H_a$ の計算値が算出される。算出した結果を表4に記載する。また、表1、表2にも $H_a$ の計算値を適宜記載している。

[0087] 本実施例では、 $H_a$ の計算値に対する $H_c J$ の割合を算出した。すなわち、 $R_2T_{14}B$ 合金の $H_a$ の計算値に対して実際に得られるR-T-B系焼結磁石の $H_c J$ の割合を評価した。結果を表2に記載する。 $H_c J/H_a$ は28.00%以上を良好とし、29.75%以上をさらに良好とした。 $H_c J/H_a$ が高いほど、効率的に保磁力が向上しているといえる。

[0088] 粒界に対するR-T相の面積比率S(R-T)の算出については、下記の方法で行った。

[0089] まず、R-T-B系焼結磁石をエポキシ系樹脂に埋め込んだ。そして、R-T-B系焼結磁石を切断し、得られた断面を研磨した。研磨には市販の研磨紙を用いた。具体的には、番手が180~2000である市販の研磨紙を複数種類、準備した。そして、番手の低い研磨紙から順番に用いてR-T-B系焼結磁石の断面を研磨した。最後に、バフおよびダイヤモンド砥粒を用



いて研磨した。なお、研磨時に水などの液体は用いなかった。粒界に含まれる成分が腐食することを避けるためである。

[0090] 得られた焼結体の断面にイオンミリング処理を行い、最表面の酸化膜や窒化膜等の影響を取り除いた。次に、FE-SEMを用いて焼結体の断面を観察した。観察倍率は1000倍とした。観察により得られた反射電子像のコントラストから、主相粒子および粒界が含まれることを確認し、粒界（多粒子粒界）に複数種類の粒界相が含まれることを確認した。また、粒界相に対して適宜FE-SEMに付属したEDSによる点分析を行うことにより、比較例2以外の実験例では粒界にRリッチ相およびR-T相が含まれることを確認した。比較例2ではR-T相が含まれなかった。なお、点分析では、原料合金作製時に意図的に添加した元素、すなわち表1に記載した元素の含有量を分析した。そして、粒界に対するR-T相の面積比率 $S(R-T)$ を算出した。結果を表2に示す。なお、図1は実施例1の、図2は比較例2の、図3は比較例3の、図4は比較例4の、反射電子像である。

[0091]

[表1]

| 合金 | 単位:質量% |       |      |       |      |      |      |      |      |      |       | Ha<br>(kOe) | Ha<br>(kA/m) |
|----|--------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------------|--------------|
|    | TRE    | Nd    | Pr   | Ce    | Co   | B    | Al   | Cu   | Zr   | Ga   | Fe    |             |              |
| A  | 33.00  | 20.99 | 5.41 | 6.60  | 2.00 | 0.83 | 0.50 | 0.05 | 0.50 | 0.00 | 63.12 | 62.79       | 4997         |
| B  | 33.00  | 22.30 | 5.75 | 4.95  | 2.00 | 0.83 | 0.50 | 0.30 | 0.50 | 0.00 | 62.87 | 64.88       | 5163         |
| C  | 33.00  | 17.05 | 4.40 | 11.55 | 2.00 | 0.83 | 0.50 | 0.30 | 0.50 | 0.00 | 62.87 | 56.55       | 4500         |
| D  | 33.85  | 19.88 | 0.00 | 13.97 | 0.51 | 0.82 | 0.14 | 0.07 | 0.14 | 0.00 | 64.47 | 51.47       | 4096         |
| E  | 33.00  | 20.99 | 5.41 | 6.60  | 2.00 | 0.83 | 0.50 | 0.14 | 0.50 | 0.20 | 62.83 | 62.79       | 4997         |
| F  | 33.00  | 20.99 | 5.41 | 6.60  | 2.00 | 0.83 | 0.50 | 0.30 | 0.50 | 0.60 | 62.27 | 62.79       | 4997         |

[0092] [表2]

| 試料   | 合金 | Ce/TRE<br>(質量比) | Ga    | 時効温度<br>[°C] | S(R-T)      | HcJ         | Ha     | HcJ/Ha |
|------|----|-----------------|-------|--------------|-------------|-------------|--------|--------|
|      |    |                 | [質量%] |              |             | [kA/m]      | [kA/m] | [%]    |
| 実施例1 | A  | 0.20            | 0.00  | 550          | 0.79        | 1490        | 4997   | 29.82  |
| 実施例2 | A  | 0.20            | 0.00  | 600          | 0.75        | 1522        | 4997   | 30.46  |
| 実施例3 | A  | 0.20            | 0.00  | 650          | 0.64        | 1504        | 4997   | 30.10  |
| 比較例1 | A  | 0.20            | 0.00  | 400          | <b>0.86</b> | <b>1279</b> | 4997   | 25.60  |
| 比較例2 | A  | 0.20            | 0.00  | 900          | <b>0.00</b> | <b>1130</b> | 4997   | 22.62  |
| 実施例4 | B  | 0.15            | 0.00  | 600          | 0.68        | 1536        | 5163   | 29.75  |
| 実施例2 | A  | 0.20            | 0.00  | 600          | 0.75        | 1522        | 4997   | 30.46  |
| 実施例5 | C  | 0.35            | 0.00  | 600          | 0.80        | 1426        | 4500   | 31.69  |
| 比較例3 | D  | 0.41            | 0.00  | 600          | <b>0.91</b> | <b>1109</b> | 4096   | 27.07  |
| 実施例2 | A  | 0.20            | 0.00  | 600          | 0.75        | 1522        | 4997   | 30.46  |
| 実施例6 | E  | 0.20            | 0.20  | 600          | 0.65        | 1469        | 4997   | 29.40  |
| 比較例4 | F  | 0.20            | 0.60  | 600          | <b>0.45</b> | <b>1362</b> | 4997   | 27.26  |

[0093]

[表3]

| 合金 | 単位:原子% |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|    | TRE    | Nd    | Pr   | Ce   | Co   | B    | Al   | Cu   | Zr   | Fe    |
| A  | 15.44  | 9.72  | 2.57 | 3.15 | 2.27 | 5.13 | 1.24 | 0.05 | 0.37 | 75.51 |
| B  | 15.43  | 10.34 | 2.73 | 2.36 | 2.27 | 5.13 | 1.24 | 0.32 | 0.37 | 75.25 |
| C  | 15.49  | 7.90  | 2.08 | 5.51 | 2.27 | 5.13 | 1.24 | 0.32 | 0.37 | 75.19 |
| D  | 16.00  | 9.29  | 0.00 | 6.72 | 0.59 | 5.13 | 0.34 | 0.07 | 0.10 | 77.76 |
| E  | 15.45  | 9.73  | 2.57 | 3.15 | 2.27 | 5.13 | 1.24 | 0.15 | 0.37 | 75.21 |
| F  | 15.47  | 9.74  | 2.57 | 3.15 | 2.27 | 5.14 | 1.24 | 0.32 | 0.37 | 74.62 |

[0094] [表4]

| 合金 | Nd/TRE<br>(原子数比) | Nd <sub>2</sub> Fe <sub>14</sub> B<br>Ha(kA/m) | Pr/TRE<br>(原子数比) | Pr <sub>2</sub> Fe <sub>14</sub> B<br>Ha(kA/m) | Ce/TRE<br>(原子数比) | Ce <sub>2</sub> Fe <sub>14</sub> B<br>Ha(kA/m) | Haの計算値<br>(kA/m) |
|----|------------------|------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|------------------|
| A  | 0.63             | 5330                                           | 0.17             | 6930                                           | 0.20             | 2390                                           | 4997             |
| B  | 0.67             | 5330                                           | 0.18             | 6930                                           | 0.15             | 2390                                           | 5163             |
| C  | 0.51             | 5330                                           | 0.13             | 6930                                           | 0.36             | 2390                                           | 4500             |
| D  | 0.58             | 5330                                           | 0.00             | 6930                                           | 0.42             | 2390                                           | 4096             |
| E  | 0.63             | 5330                                           | 0.17             | 6930                                           | 0.20             | 2390                                           | 4997             |
| F  | 0.63             | 5330                                           | 0.17             | 6930                                           | 0.20             | 2390                                           | 4997             |

[0095] (実施例1～3、比較例1、2)

実施例1～3および比較例1、2は全て用いた原料合金が同一であり、時効温度を変化させた点以外は同条件で実施した試料である。Haの計算値も全て同一である。

[0096] Rの合計含有量に対するCeの含有量が15質量%以上35質量%以下であり、時効温度が550～650℃である実施例1～3はS(R-T)が0.60以上0.85以下であった。これに対し、時効温度が400℃と低い比較例1はS(R-T)が大きくなった。時効温度が900℃と高い比較例2はR-T相が含まれなかった。その結果、実施例1～3は比較例1、2と比較してHcJおよびHcJ/Haが高くなった。

[0097] (実施例2、4、5、比較例3)

実施例4、5、比較例3は、実施例2について主にRの合計含有量に対するCeの含有量を変化させて実施した試料である。Ceの含有量が多いほどHaの計算値が低下する。

[0098] Rの合計含有量に対するCeの含有量が15質量%以上35質量%以下である実施例4、5は、実施例2と同様にS(R-T)が0.60以上0.85以下であった。これに対し、Rの合計含有量に対するCeの含有量が多い比較例3はS(R-T)が大きくなった。その結果、比較例3は実施例2、4、5と比較してHcJ/Haが低くなった。

[0099] 図5は横軸をHa、縦軸をHcJとして実施例2、4、5、および、比較例3をプロットし、さらにHcJ/Ha=28.00%、29.75%の線を引いたグラフである。各実施例はHcJ/Haが大きいのにに対し、比較例

は  $H_c J / H_a$  が小さい。

[0100] (実施例 2、6、比較例 4)

実施例 6、比較例 4 は、実施例 2 について主に  $G_a$  の含有量を変化させて実施した試料である。 $H_a$  の計算値は全て同一である。

[0101]  $G_a$  の含有量が多いほど  $S(R-T)$  が小さくなった。 $S(R-T)$  が 0.60 以上 0.85 以下である実施例 2、6 は  $S(R-T)$  が小さい比較例 4 と比較して  $H_c J$  および  $H_c J / H_a$  が高くなった。

### 符号の説明

[0102] 1 . . . R-T-B 系焼結磁石

1 1 . . . 主相粒子

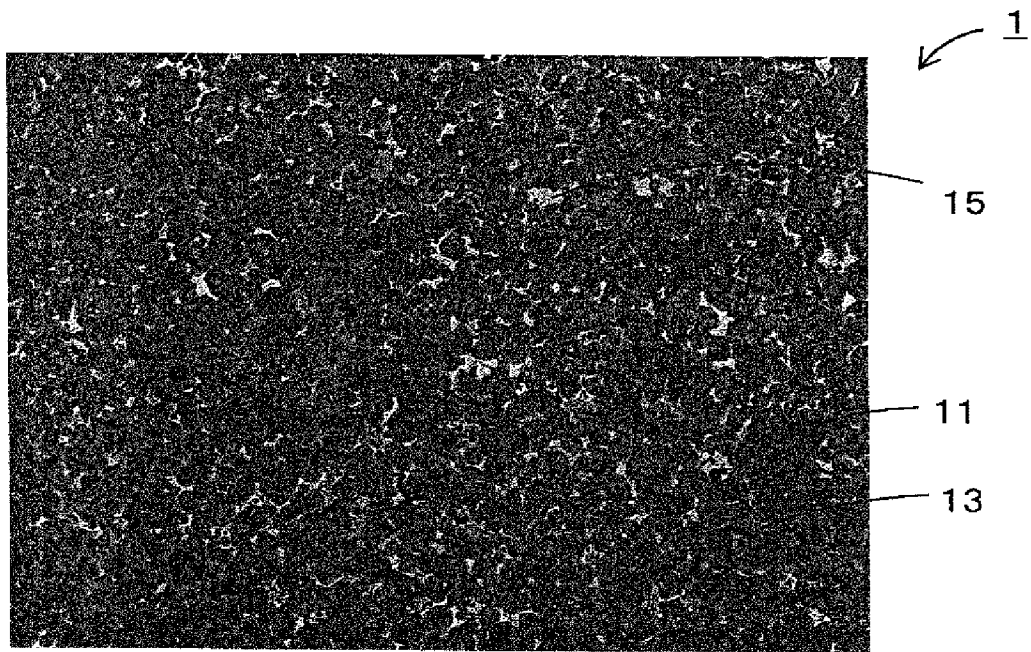
1 3 . . . R-T 相

1 5 . . . R リッチ相

### 請求の範囲

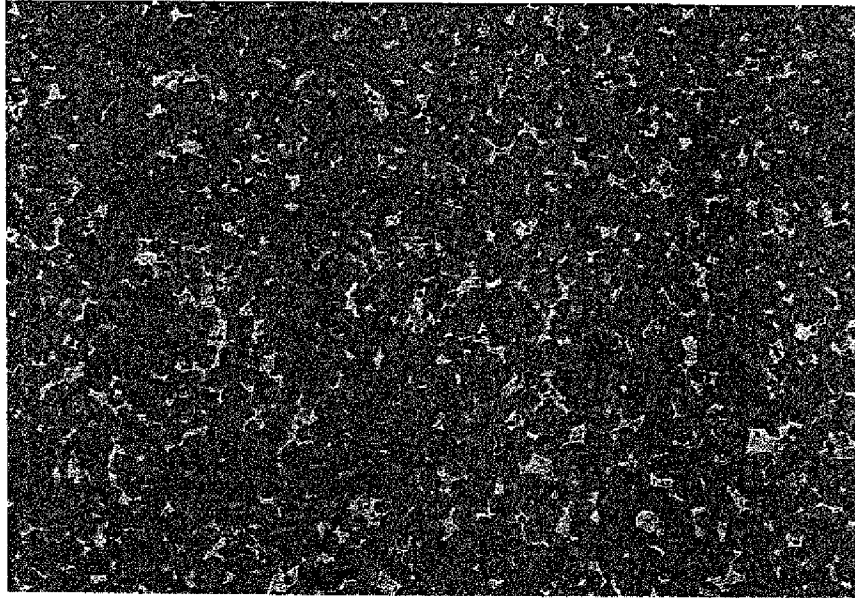
- [請求項1]  $R_2T_{14}B$  化合物（ $R$ は希土類元素、 $T$ は遷移金属元素、 $B$ はホウ素）からなる主相粒子と、粒界と、を含む $R-T-B$ 系永久磁石であって、
- $R$ は $Ce$ を含み、
- 前記 $R-T-B$ 系永久磁石における $R$ の合計含有量に対する $Ce$ の含有量が15質量%以上35質量%以下であり、
- 前記粒界は $R$ リッチ相および $R-T$ 相を含み、
- 前記 $R-T-B$ 系永久磁石の一の断面において、前記粒界に対する前記 $R-T$ 相の面積比率を $S(R-T)$ として、 $S(R-T)$ が0.60以上0.85以下である $R-T-B$ 系永久磁石。
- [請求項2]  $Ga$ の含有量が0質量%以上0.2質量%以下である請求項1に記載の $R-T-B$ 系永久磁石。
- [請求項3]  $La$ および $Y$ を実質的に含まない請求項1または2に記載の $R-T-B$ 系永久磁石。

[図1]

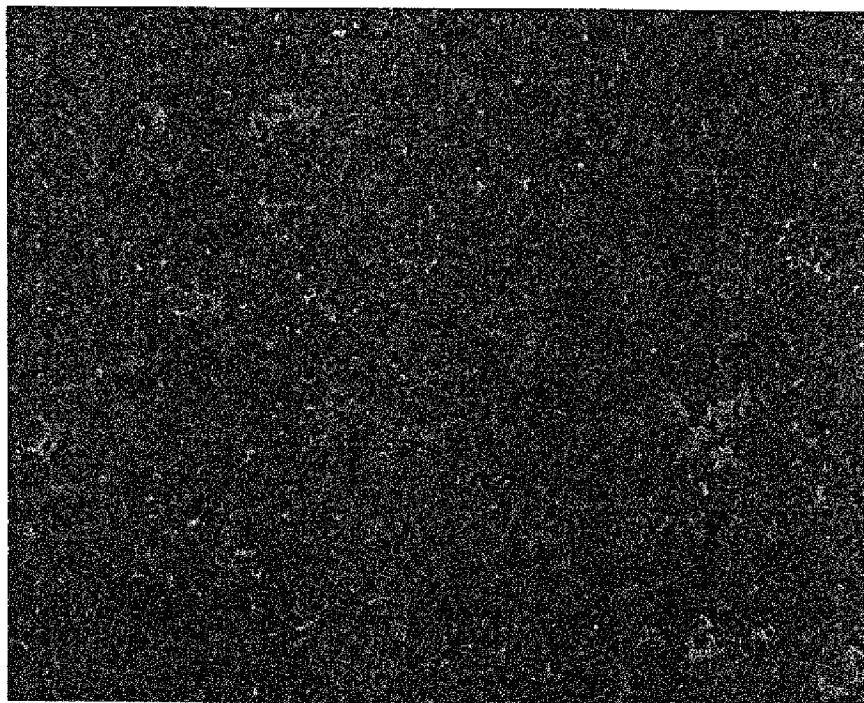




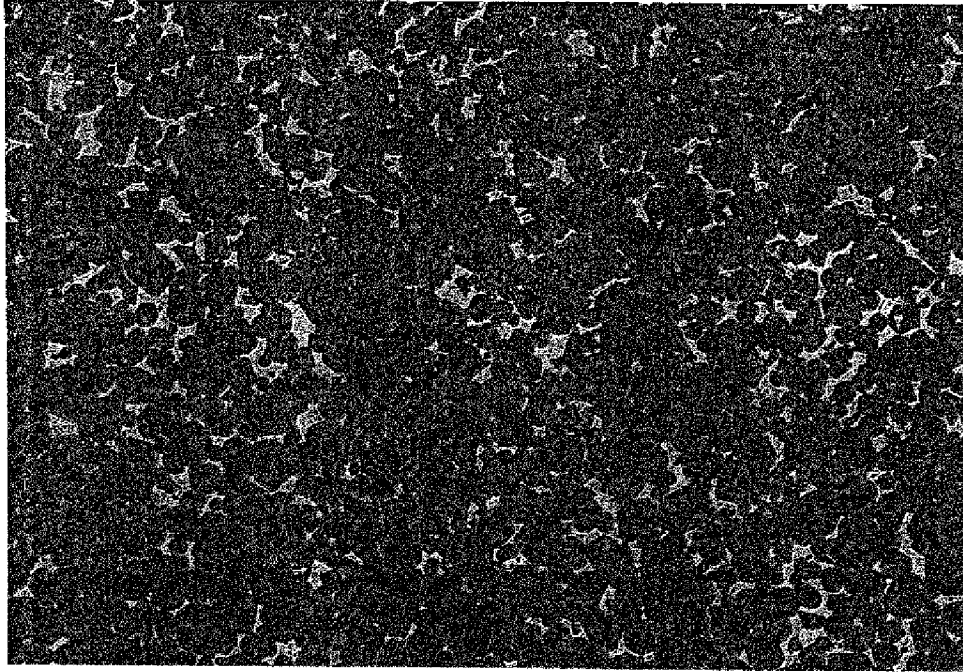
[図2]



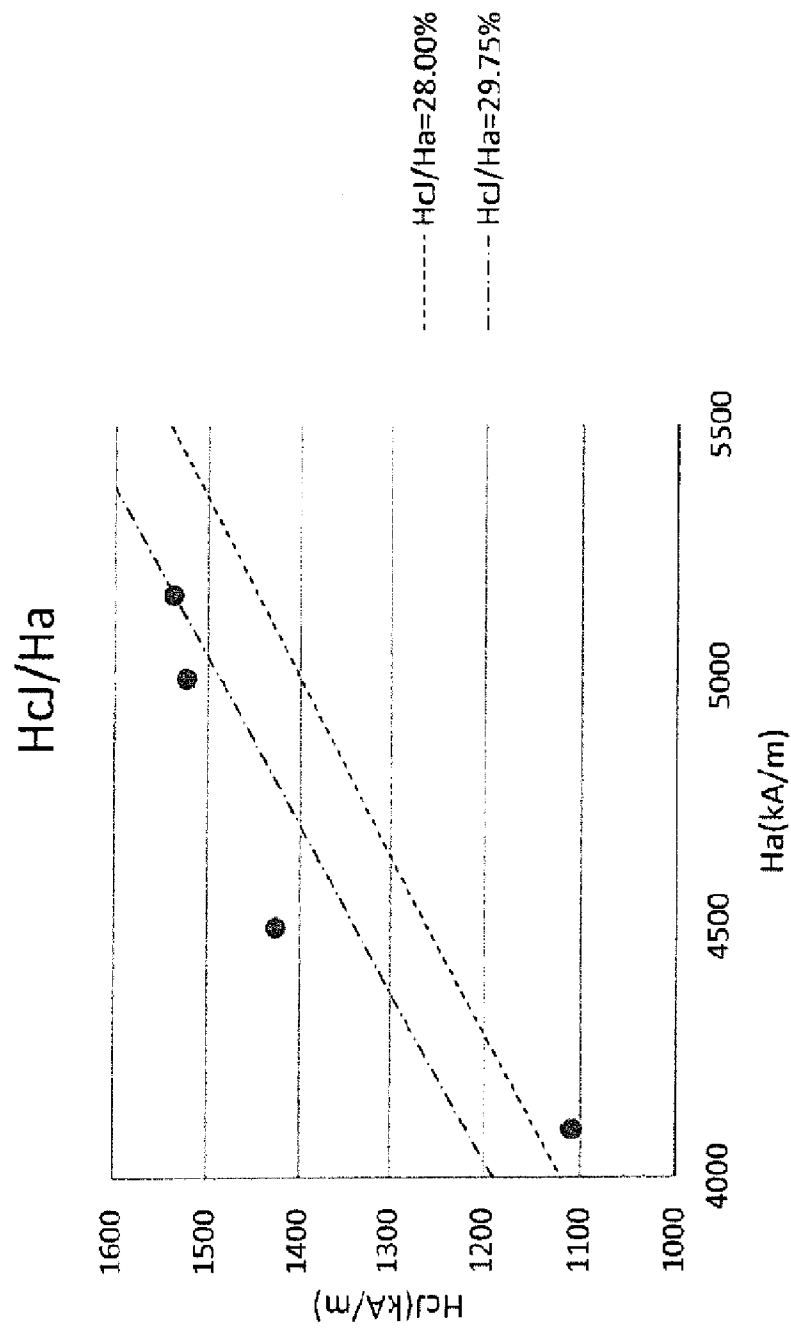
[図3]



[図4]



[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/041374

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****C22C 38/00**(2006.01)i; **H01F 1/057**(2006.01)i; **B22F 3/00**(2021.01)i

FI: H01F1/057 170; B22F3/00 F; C22C38/00 303D; C22C38/00 304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C38/00; H01F1/057; B22F3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2018-174323 A (TDK CORP.) 08 November 2018 (2018-11-08)<br>paragraphs [0002], [0016], [0017], [0021], [0045], [0058], [0059], [0066], [0071], fig. 2 | 1-3                   |
| A         | CN 108022708 A (BAOTOU JINSHAN MAGNETIC MATERIALS CO., LTD.) 11 May 2018<br>(2018-05-11)<br>paragraphs [0029], [0036]-[0038]                            | 1-3                   |
| A         | WO 2018/181594 A1 (TDK CORP.) 04 October 2018 (2018-10-04)<br>paragraphs [0060], [0078], [0079]                                                         | 1-3                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 January 2022

Date of mailing of the international search report

01 February 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/041374**

| Patent document<br>cited in search report |             |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2018-174323 | A  | 08 November 2018                     | (Family: none)                                         |                                      |
| CN                                        | 108022708   | A  | 11 May 2018                          | (Family: none)                                         |                                      |
| WO                                        | 2018/181594 | A1 | 04 October 2018                      | CN 110537232 A<br>paragraphs [0091], [0112],<br>[0114] |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|------------------------------------------|--|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>C22C 38/00(2006.01)i; H01F 1/057(2006.01)i; B22F 3/00(2021.01)i<br>FI: H01F1/057 170; B22F3/00 F; C22C38/00 303D; C22C38/00 304                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| B. 調査を行った分野                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>C22C38/00; H01F1/057; B22F3/00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                   |                | 日本国実用新案公報    | 1922 - 1996年                                                    | 日本国公開実用新案公報                     | 1971 - 2022年                                    | 日本国実用新案登録公報                            | 1996 - 2022年                                                        | 日本国登録実用新案公報                                                   | 1994 - 2022年      |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1922 - 1996年                                                                                                      |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1971 - 2022年                                                                                                      |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1996 - 2022年                                                                                                      |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1994 - 2022年                                                                                                      |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 引用文献の<br>カテゴリー*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                 | 関連する<br>請求項の番号 |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2018-174323 A (TDK株式会社) 08.11.2018 (2018 - 11 - 08)<br>0002, 0016-0017, 0021, 0045, 0058-0059, 0066, 0071段落、図2 | 1-3            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | CN 108022708 A (BAOTOU JINSHAN MAGNETIC MAT CO LTD) 11.05.2018 (2018 - 05 - 11)<br>0029, 0036-0038段落              | 1-3            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WO 2018/181594 A1 (TDK株式会社) 04.10.2018 (2018 - 10 - 04)<br>0060, 0078-0079段落                                      | 1-3            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table> |                                                                                                                   |                | * 引用文献のカテゴリー | “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの | “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの | “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの | “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの | “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | “&” 同一パテントファミリー文献 | “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 |  | “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 |  |
| * 引用文献のカテゴリー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの                                               |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | “&” 同一パテントファミリー文献                                                                                                 |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査を完了した日<br><br>19.01.2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 国際調査報告の発送日<br><br>01.02.2022                                                                                      |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>後藤 嘉宏 5D 3660<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3551                                             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
PCT/JP2021/041374

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献    | 公表日                |
|------|-------------|----|------------|----------------|--------------------|
| JP   | 2018-174323 | A  | 08.11.2018 | (ファミリーなし)      |                    |
| CN   | 108022708   | A  | 11.05.2018 | (ファミリーなし)      |                    |
| WO   | 2018/181594 | A1 | 04.10.2018 | CN 110537232 A | 0091, 0112, 0114段落 |