

(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
2024年10月31日(31.10.2024)



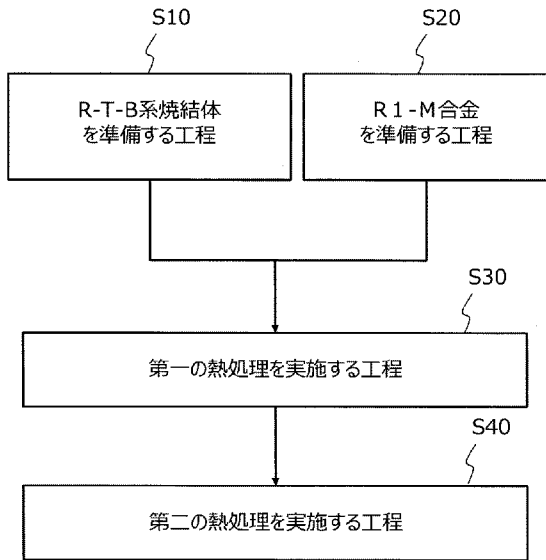
(10) 国際公開番号
WO 2024/225313 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 1/057 (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/016059
- (22) 国際出願日: 2024年4月24日(24.04.2024)
- (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 2023-074816 2023年4月28日(28.04.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社プロテリアル(**PROTERIAL, LTD.**) [JP/JP]; 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 國吉 太 (**KUNIYOSHI, Futoshi**); 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 株式会社プロテリアル内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 山尾 憲人 (**YAMAO, Norihito**); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース青山特許事務所 Osaka (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, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

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

(54) 発明の名称: R-T-B系焼結磁石

[図1]



S10 Step for preparing R-T-B based sintered body
S20 Step for preparing R1-M alloy
S30 Step for performing first heat treatment
S40 Step for performing second heat treatment

(57) Abstract: Provided is an R-T-B sintered magnet containing 26.5-31.5 mass% of R (R is a rare earth element and contains, at least, one or two elements selected from the group consisting of Nd and Pr), 0.40-1.50 mass% of M (M is at least one element selected from the group consisting of Ga, Cu, Zn, Al and Si, and necessarily contains Cu), 0.85-0.94 mass% of B, and not less than 61.5 mass% of T (T is made of Fe and Co, and not less than 90% of T, in terms of mass ratio, is Fe), having 0.05-0.30 mass% of O, not more than 0.20 mass% of Tb, and not more than 0.30 mass% of Dy, and

[続葉有]

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

satisfying the expression below, wherein in a range from a surface to a depth of 200 μm , the concentration of the one or two elements selected from the group consisting of Nd and Pr and the Cu concentration gradually decreases in the depth direction from the surface. $26.0 \text{ mass}\% \leq ([\text{Nd}] + [\text{Pr}] + [\text{Ce}] + [\text{La}] + [\text{Dy}] + [\text{Tb}]) - 12([\text{O}] + [\text{C}]) \leq 27.7 \text{ mass}\%$

(57) 要約：R：26.5質量%以上31.5質量%以下（Rは希土類元素であり、少なくとも、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種を含む）、M：0.40質量%以上1.50質量%以下（MはGa、Cu、Zn、AlおよびSiからなる群から選択される少なくとも1種であり、Cuを必ず含む）、B：0.85質量%以上0.94質量%以下、T：61.5質量%以上（Tは、FeとCoであり、質量比でTの90%以上がFeである）、を含み、O：0.05質量%以上0.30質量%以下、Tb：0.20質量%以下、およびDy：0.30質量%以下、であり、かつ下式を満たしており、表面から深さ200 μm までの範囲で、前記NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種の濃度とCu濃度とが、前記表面から深さ方向に漸減するR-T-B系焼結磁石。 $26.0 \text{ 質量}\% \leq ([\text{Nd}] + [\text{Pr}] + [\text{Ce}] + [\text{La}] + [\text{Dy}] + [\text{Tb}]) - 12([\text{O}] + [\text{C}]) \leq 27.7 \text{ 質量}\%$

明 細 書

発明の名称： R－T－B系焼結磁石

技術分野

[0001] 本開示は、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は希土類元素うちの少なくとも1種であり、TはFeまたはFeとCoであり、Bは硼素である）は、永久磁石の中で最も高性能な磁石として知られている。このため、R－T－B系焼結磁石は、電気自動車（EV、HV、PHV）等の自動車分野、風力発電等の再生可能エネルギー分野、家電分野、産業分野等のさまざまなモータに使用されている。R－T－B系焼結磁石は、これらモータの小型・軽量化、高効率・省エネルギー化（エネルギー効率の改善）に欠かせない材料である。また、R－T－B系焼結磁石は、電気自動車用の駆動モータに使用されており、内燃機関エンジン自動車から電気自動車へ代替されることで、二酸化炭素等の温室効果ガスの削減（燃料・排ガスの削減）による地球温暖化防止にも寄与している。このように、R－T－B系焼結磁石は、クリーンエネルギー社会の実現に大きく貢献している。

[0003] R－T－B系焼結磁石は、主として $R_2T_{14}B$ 型化合物からなる結晶粒と、この結晶粒の粒界部分に位置する粒界相とから構成されている（例えば特許文献1）。特許文献1は、 $R_2T_{14}B$ 主相結晶粒と、隣接する二つの $R_2T_{14}B$ 主相結晶粒間の二粒子粒界相とを含み、該二粒子粒界相の厚みは5nm以上500nm以下であり、かつ強磁性体とは異なる磁性を有する相からなることを特徴とする希土類焼結磁石を開示している。

結晶粒を構成する $R_2T_{14}B$ 型化合物は高い飽和磁化と異方性磁界を持つ強磁性材料であり、R－T－B系焼結磁石の特性を左右する。

[0004] R－T－B系焼結磁石は、高温で保磁力 H_c （以下、単に「 H_c 」という）が低下するため不可逆熱減磁が起こるという問題がある。そのため、特に

電気自動車用モータに使用される R-T-B 系焼結磁石では、高温下でも高い H_{cJ} を有する、すなわち室温においてより高い H_{cJ} を有することが要求されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2014-209546 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] $R_2T_{14}B$ 型化合物中の軽希土類元素 RL（主に Nd、Pr）を重希土類元素 RH（主に Tb、Dy）で置換すると、 H_{cJ} が向上することが知られている。しかし、 H_{cJ} が向上する一方、 $R_2T_{14}B$ 型化合物相の飽和磁化が低下するために残留磁束密度 B_r （以下、単に「 B_r 」という）が低下してしまうという問題がある。また、特に Tb は、もともと資源量が少ないうえ産出地が限定されている等の理由から、供給が不安定であり、価格変動するなどの問題を有している。そのため、Tb をできるだけ使用せず（使用量をできるだけ少なくして）、 B_r の低下を抑制しつつ、高い H_{cJ} を得ることが求められている。

[0007] 特許文献 1 に開示された希土類焼結磁石は、Tb などの重希土類元素 RH の使用量を低減しつつ、高温での H_{cJ} の低下を抑制できるとされているが、重希土類元素 RH を含む焼結磁石に比べると磁気特性（ B_r および H_{cJ} ）が劣っている。近年特に電気自動車用モータなどにおいては、 B_r と H_{cJ} のさらなる向上が求められている。

[0008] そこで、本発明の一実施形態は、Tb などの重希土類元素 RH の使用量を低減しつつ、 B_r および H_{cJ} をさらに向上することのできる 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

[0009] 本発明の態様 1 は、

R : 26.5質量%以上31.5質量%以下 (Rは希土類元素であり、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種を含む)、

M : 0.40質量%以上1.50質量%以下 (MはGa、Cu、Zn、AlおよびSiからなる群から選択される少なくとも1種であり、Cuを必ず含む)、

B : 0.85質量%以上0.94質量%以下、および

T : 61.5質量%以上 (Tは、FeとCoであり、質量比でTの90%以上がFeである)、を含み、

O : 0.05質量%以上0.30質量%以下、

Tb : 0.20質量%以下、および

Dy : 0.30質量%以下、

であり、かつ以下の式(1)を満たしており、

表面から深さ200 μ mまでの範囲で、前記NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種の濃度と、Cu濃度とが、前記表面から深さ方向に漸減する、R-T-B系焼結磁石である。

$$26.0\text{質量}\% \leq ([Nd] + [Pr] + [Ce] + [La] + [Dy] + [Tb]) - 12([O] + [C]) \leq 27.7\text{質量}\% \quad (1)$$

ここで、[Nd]、[Pr]、[Ce]、[La]、[Dy]、[Tb]、[O]および[C]は、それぞれ、質量%で示すNd、Pr、Ce、La、Dy、Tb、OおよびCの含有量である。

[0010] 本発明の態様2は、

Mとして、Gaを必ず含み、Gaの含有量は0.3質量%以上であり、かつ、表面から深さ200 μ mまでの範囲で、Ga濃度が漸減していない、態様1に記載のR-T-B系焼結磁石である。

発明の効果

[0011] 本発明の実施形態によれば、Tbなどの重希土類元素RHの使用量を低減しつつ、 B_r と H_c をさらに向上した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

[0012] [図1]図1は、本発明の実施形態に係るR-T-B系焼結磁石の製造方法の工程例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明者は、R-T-B系焼結磁石において、重希土類の使用量を減らしつつ、磁気的特性（特に、 B_r と H_{cJ} ）を向上するために鋭意検討した。そして、R-T-B系焼結磁石のB含有量が $R_2T_{14}B$ 化合物の化学量論組成と比べて低い「低ボロン」組成の場合に、希土類元素Rや金属元素Mの粒界拡散による磁石特性改善の効果が高まることがわかった。更に、 $R_2T_{14}B$ 化合物において、Bの一部が炭素（C）によって置換されていても同様の効果が得られることがわかった。更に検討の結果、主相である $R_2T_{14}B$ 化合物中のBと置換していたCが、焼結工程により、粒界中の希土類酸化物と結合し、粒界中に希土類酸素炭素化合物（R-O-C化合物）を生成することがわかった。また、この場合の原子比が、 $R : (C, O) = 1 : 1$ である点も分かった。このようなR-O-C化合物が粒界に生成されると、その分、主相である $R_2T_{14}B$ 化合物を構成するCの含有量が低下する。前述したように、 $R_2T_{14}B$ 化合物におけるBの一部がCによって置換されていても、「低ボロン」による効果が得られる。したがって、主相である $R_2T_{14}B$ 化合物を構成するCの含有量が低下することにより、BおよびCの総量を実効的に減少する。また、粒界にR-O-C化合物が形成されることは、原料合金に含まれる希土類元素Rの一部がR-O-C化合物の生成に消費されることを意味する。なお、R-O-C化合物（希土類酸炭化物）は、R-O化合物（希土類酸化物）およびR-C化合物（希土類炭化物）を含むものとする。

[0014] 以上のことから本発明者は、低ボロンのR-T-B系焼結体の表面から内部へ希土類元素Rや金属元素Mを拡散する場合、拡散による磁石特性改善効果を最適化するには、粒界の厚さや構成を制御する必要があると想定した。さらに、適切な含有量となるように制御されたRは、低ボロン組成のR-

T-B系焼結磁石において、RやMの粒界拡散による磁石特性改善の効果を高めると想定した。これらの知見を基に検討した結果、後述する式(1)を満たし、Bの含有量および、M(Ga、Cu、Zn、AlおよびSi)の含有量を適正量に制御した特定の成分組成のR-T-B系焼結磁石に、R(NdおよびPr)およびCuを磁石表面から拡散で導入することにより、優れた磁気的特性を有するR-T-B系焼結磁石が得られることを見出し、本願の実施形態に係る発明を完成するに至った。

[0015] 以下、実施形態に係るR焼結磁石（以下単に「焼結磁石」と称することがある）について詳細に説明する。

[0016] <R-T-B系焼結磁石>

R-T-B系焼結磁石は、

R : 26.5質量%以上31.5質量%以下（Rは希土類元素であり、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種を含む）、

M : 0.40質量%以上1.50質量%以下（MはGa、Cu、Zn、AlおよびSiからなる群から選択される少なくとも1種であり、Cuを必ず含む）、

B : 0.85質量%以上0.94質量%以下、および

T : 61.5質量%以上（Tは、FeとCoであり、質量比でTの90%以上がFeである）、を含み、

O : 0.05質量%以上0.30質量%以下、

Tb : 0.20質量%以下、および

Dy : 0.30質量%以下である。

[0017] 焼結磁石に含まれる重希土類元素RH（特にTbおよびDy）は、従来よりも少ない含有量であることが望ましい。焼結磁石は、RHを含有していなくてもよい。つまり、焼結磁石におけるRHの含有量の下限は0質量%である。

Tbの含有量は、0.10質量%以下に制限されていることが好ましい。

また、Dyの含有量は、0.20質量%以下に制限されていることが好ま

しい。

[0018] 焼結磁石は、以下の式（１）を満たしている。

$$26.0 \text{ 質量}\% \leq ([Nd] + [Pr] + [Ce] + [La] + [Dy] + [Tb]) - 12([O] + [C]) \leq 27.7 \text{ 質量}\% \quad (1)$$

ここで、 $[Nd]$ 、 $[Pr]$ 、 $[Ce]$ 、 $[La]$ 、 $[Dy]$ 、 $[Tb]$ 、 $[O]$ および $[C]$ は、それぞれ、質量％で示すNd、Pr、Ce、La、Dy、Tb、OおよびCの含有量である。なお、焼結磁石が、Nd、Pr、Ce、La、Dy、Tb、OおよびCのいずれか１種以上を含まない場合は、当該含まない元素の含有量は「0質量％」であるとして、式（１）に代入する。

[0019] 上記式（１）を満足するように、焼結磁石中のR（特に、Nd、Pr、Ce、La、Dy、Tb）、OおよびCの含有量が調整されることによって、高い B_r 及び H_c を得ることができる。焼結磁石中のC（炭素）の含有量は、0.05質量％以上0.18質量％以下が好ましい。なお、Cの含有量は、粉碎や成形時に添加される潤滑剤の添加量により調整され得る。

好ましくは、式（１）は、26.0質量％以上27.5質量％以下であり、より好ましくは26.3質量％以上27.4質量％以下であり、特に好ましくは27.0質量％以上27.4質量％以下である。Tbなどの重希土類元素RHの使用量をより低減しつつ、高い B_r 及び H_c を得ることができる。

[0020] 焼結磁石の各成分組成について詳述する。

[0021] (R：26.5質量％以上31.5質量％以下)

Rは希土類元素であり、NdおよびPrからなる群から選択される１種または２種を含む。Rの含有量は、26.5質量％以上31.5質量％以下である。Rの含有量が26.5質量％未満であると焼結時の緻密化が困難となる可能性があり、31.5質量％を超えると主相比率が低下して B_r が低下する可能性がある。Rの含有量は、好ましくは26.8質量％以上30.0質量％以下である。Rがこのような範囲であれば、より高い B_r を得ることができる。

[0022] (M : O. 40質量%以上1. 50質量%以下)

MはGa、Cu、Zn、AlおよびSiからなる群から選択される少なくとも1種であり、Cuを必ず含む。Mの含有量 (Ga、Cu、Zn、AlおよびSiの含有量の合計) は、0. 40質量%以上1. 50質量%以下である。Mがこの範囲であると、高い H_{cJ} を達成し得る。

焼結磁石は、MとしてCuを必ず含むが、さらにGaを含むことが好ましく、 H_{cJ} をさらに向上し得る。

[0023] さらに本発明者は検討の結果、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種と、Cuと、Gaの一部または全量と、を拡散工程で拡散して製造した焼結磁石と比べて、焼結体にGaを0. 3質量%以上含有させ、そのGaの全量を原料由来 (つまり、焼結磁石用合金に含まれている) として製造した上で、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種と、Cuと、の拡散を行うことで、顕著により高い H_{cJ} を達成し得る、ということを見出した。すなわち、本開示の焼結磁石は、MとしてCuおよびGaを必ず含み、Gaの含有量は0. 3質量%以上であり、かつ、表面から深さ200 μ mまでの範囲で、Ga濃度が表面から深さ方向に漸減していないことが好ましい。Ga濃度が表面から深さ方向に漸減していないということは、Gaを含む拡散源を用いて、磁石表面から磁石内部に向かって拡散する工程を行っていないことを示している。

[0024] Cuは、上述したように、焼結工程後に行われる拡散工程で焼結体表面から拡散されたCuに由来することが好ましく、 H_{cJ} を向上することができる。焼結磁石に含まれるCuの全量が拡散由来であってもよいが、Cuの一部を原料由来としてもよい。

[0025] Ga、Cu、Zn、AlおよびSiの各々の好ましい含有量は、以下の通りである。

Ga : 0. 3質量%超0. 80質量%以下、

Cu : 0. 1質量%超0. 70質量%以下、

Zn : 0質量%以上0. 2質量%以下、

A l : 0 質量%以上 0. 8 質量%以下、および

S i : 0 質量%以上 0. 2 質量%以下。

[0026] (B : 0. 8 5 質量%以上 0. 9 4 質量%以下)

Bの含有量は、0. 8 5 質量%以上 0. 9 4 質量%以下である。焼結磁石がBを本開示の範囲内で含有することにより、高い H_{cJ} を達成し得る。0. 8 5 質量%以上 0. 9 0 質量%以下が好ましく、0. 8 7 質量%以上 0. 8 8 質量%以下がより好ましく、 H_{cJ} をさらに向上し得る。

[0027] (O : 0. 0 5 質量%以上 0. 3 0 質量%以下)

Oの含有量は、0. 0 5 質量%以上 0. 3 0 質量%以下である。焼結磁石がOを本開示の範囲内で含有することにより、高い H_{cJ} を達成し得る。

[0028] (T b : 0. 2 0 質量%以下)

T bの含有量は、0. 2 0 質量%以下であり、好ましくは0. 1 0 質量%以下である。T bを含むことにより、焼結磁石の H_{cJ} を向上することができるが、過剰に含むと B_r が低下する。T bは資源量が少ないうえ産出地が限定されているため、できるだけ使用量を低減することが望まれ、T bを含有しないこと（つまり、T b含有量が0 質量%であること）が好ましい。

[0029] (D y : 0. 3 0 質量%以下)

D yの含有量は、0. 3 0 質量%以下であり、好ましくは0. 2 0 質量%以下である。D yを含有しなくてもよい（つまり、D y含有量は0 質量%であってもよい）。T bと同様に、D yを含むことにより、焼結磁石の H_{cJ} を向上することができるが、過剰に含むと B_r が低下する。

[0030] (T : 6 1. 5 質量%以上)

Tは、F eとC oであり、質量比でTの9 0 %以上がF eである。

焼結磁石に含まれるTの含有量は6 1. 5 質量%以上であり、 B_r を向上することができる。特に好ましくは、焼結磁石の成分組成において、残部は、Tおよび不可避免的不純物である。例えば、R、M、B、O、およびCを含み、T b、D yおよび後述する任意添加元素を含まない焼結磁石であれば、R、M、B、O、およびCの残部がTおよび不可避免的不純物であることが好ま

しい。

なお、Tの一部としてCoを含有してもよく、耐食性を向上させることができるが、Tの含有量に対するCoの含有量の比率が10%を超えると、高い B_r が得られない可能性がある。

[0031] 焼結磁石は、ジジム合金(Nd-Pr)、電解鉄、フェロボロンなどに通常含有される不可避免の不純物としてCr、Mn、La、Ce、Sm、Ca、Mgなどを含有することができる。さらに、製造工程中に含有される不可避免の不純物として、N(窒素)などを例示できる。

また、実施形態に係る焼結磁石は、1種以上の他の元素(任意添加元素)を含んでもよい。例えば、このような元素として、Ag、In、Sn、Ti、Ge、Y、H、F、P、S、V、Ni、Mo、Hf、Ta、W、Nb、Zr、Pb、Biなどを少量(各々0.1質量%程度)含有してもよい。このような元素は、合計で例えば1.0質量%程度含まれてもよい。この程度であれば、高温において高い H_c を有するR-T-B系焼結磁石を得ることが十分に可能である。

[0032] 実施形態における焼結磁石は、表面から深さ200 μ mまでの範囲で、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種の濃度が、表面から深さ方向に漸減している。これに加えて、表面から深さ200 μ mまでの範囲で、Cu濃度も、表面から深さ方向に漸減している。このような濃度分布を有する焼結磁石は、焼結磁石の製造時に、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種と、Cuとを含む拡散源を用いて、磁石表面から磁石内部に向かって拡散する工程を行うことで得られる。

焼結磁石の製造時に拡散工程を行うことで、得られる焼結磁石の磁気特性を向上し得る。

なお、Ga濃度は、表面から深さ200 μ mまでの範囲で漸減していないことが好ましい。つまり、Gaを含む拡散源を用いて拡散する工程は、行わないことが好ましい。

[0033] 表面から深さ200 μ mまでの範囲におけるNd、PrおよびCuの濃度

は、焼結磁石の断面において、磁石表面から磁石中央付近に向かって、深さ $200\text{ }\mu\text{m}$ までの範囲を、エネルギー分散型X線分光方法（EDX）により線分析（ライン分析）することにより確認することができる。なお、表面に垂直な方向で且つその表面の端部から $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上離れた断面で測定するのが好ましい。ライン分析する際は、測定断面の外周から $200\text{ }\mu\text{m}$ 以内の範囲を測定することにならないように、測定断面の端部から $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上離れた領域内で、表面（測定断面の外周）と直交する方向に測定を行う。

Gaの濃度についても、同様に測定することで確認できる。

[0034] <R-T-B系焼結磁石の製造方法>

以下、本開示のR-T-B系焼結磁石の製造方法の実施形態を説明する。

[0035] 本実施形態における製造方法は、図1に示されるように、R-T-B系焼結体を準備する工程S10と、R1-M合金を準備する工程S20と、第一の熱処理を実施する工程S30と、第二の熱処理を実施する工程S40と、を含み得る。工程S30は、R-T-B系焼結体表面の少なくとも一部にR1-M合金の少なくとも一部を接触させ、真空又は不活性ガス雰囲気中、 700°C 以上 950°C 以下の温度で第一の熱処理を実施することにより、R1およびMを磁石内部に拡散させる工程（拡散工程）である。工程S40は、第一の熱処理が実施されたR-T-B系焼結磁石に対して、真空又は不活性ガス雰囲気中、 400°C 以上 750°C 以下の温度で、かつ前記第一の熱処理温度よりも低い温度で第二の熱処理を実施する工程である。以下、これらの各工程をより詳細に説明する。

[0036] （R-T-B系焼結体を準備する工程）

まず、R-T-B系焼結体（以下単に「焼結体」と称することがある）の組成について説明する。

[0037] 本実施形態で用いる焼結体において特徴的な点のひとつは、焼結体に含有されるR、酸素量、炭素量などを調整し、最終的に前述の式（1）を満足する焼結磁石を作製することにある。このため、この焼結体では、 $0.85\text{ 質量}\% \leq [\text{B}] \leq 0.94\text{ 質量}\%$ 、 $25.8\text{ 質量}\% \leq ([\text{Nd}] + [\text{Pr}] +$

$[Ce] + [La] + [Dy] + [Tb] - 12([O] + [C]) \leq 27.5$ 質量%、 0.05 質量% $\leq [O] \leq 0.30$ 質量% の関係を満足する焼結体を準備することが好ましい。このような焼結体に対して、後述する拡散工程を行うことにより、焼結体内部に R や M などが過剰に拡散されず、かつ、粒界拡散を大幅に促進させることが可能になる。

[0038] この工程で準備する焼結体は、例えば以下の組成を有する。

R : 26.3 質量%以上 31.3 質量%以下 (R は、希土類元素であり、Nd および Pr からなる群から選択される 1 種または 2 種を含む)、

B : 0.85 質量%以上 0.94 質量%以下、

T : 61.5 質量%以上 (T は、Fe と Co であり、質量比で T の 90% 以上が Fe である)、

M : 0.40 質量%以上 1.50 質量%以下 (M は Ga、Cu、Zn、Al および Si からなる群から選択される少なくとも 1 種であり、Cu を必ず含む)、

Tb : 0.20 質量%以下、および

Dy : 0.30 質量%以下、を含む。

好ましくは、残部は T、および不可避免の不純物からなる。

[0039] 次に焼結体の準備方法について説明する。

[0040] まず、R-T-B 系焼結磁石用合金 (以下単に「焼結磁石用合金」と称することがある) を準備した後、この合金を例えば水素粉砕法などによって粗く粉砕する。

[0041] 焼結磁石用合金の製造方法を例示する。上述した組成となるように事前に調整した金属または合金を溶解し、鋳型に入れて凝固させるインゴット casting 法により合金インゴットを得ることができる。また、上述した組成となるように事前に調整した金属または合金の溶湯を単ロール、双ロール、回転ディスク、または回転円筒鋳型等に接触させて急冷し、急冷凝固合金を作製するストリップキャスト法によって合金を作製してもよい。また、遠心 casting 法など、他の急冷法によってフレーク状の合金を製造してもよい。

[0042] 本発明の実施形態においては、インゴット法と急冷法のどちらの方法により製造された合金も使用すること可能であるが、ストリップキャスト法などの急冷法により製造された合金を用いることが好ましい。急冷法によって作製した合金の厚さは、通常0.03mm以上1mm以下の範囲にあり、フレーク形状である。合金溶湯は冷却ロールの接触した面（ロール接触面）から凝固し始め、ロール接触面から厚さ方向に結晶が柱状に成長する。急冷合金は、従来のインゴット鑄造法（金型鑄造法）によって作製された合金（インゴット合金）と比較して、短時間で冷却されているため、組織が微細化され、結晶粒径が小さい。また粒界の面積が広い。Rリッチ相は粒界内に大きく広がるため、急冷法はRリッチ相の分散性に優れる。このため水素粉砕法により粒界で破断し易い。急冷合金を水素粉砕することで、水素粉砕粉（粗粉砕粉）のサイズを例えば1.0mm以下とすることができる。このようにして得た粗粉砕粉を、例えばジェットミルで粉砕する。

[0043] 本実施形態では、最終的に得られる焼結磁石の酸素含有量を特定範囲（0.05質量%以上0.30質量%以下）になるように粉砕の条件を調整する。ジェットミル粉砕では、窒素等の不活性雰囲気中で粉砕する。粉砕は、例えば加湿雰囲気中でジェットミル粉砕してもよい。好ましくは、粉末粒子を小さくする（平均粒度 d_{50} が $2.0\mu\text{m}$ 以上 $10.0\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは、 d_{50} が $2.0\mu\text{m}$ 以上 $8.0\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは、平均粒径が $2.0\mu\text{m}$ 以上 $4.5\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは平均粒径が $2.0\mu\text{m}$ 以上 $3.5\mu\text{m}$ 以下）。粉末粒子を小さくすることにより、高い H_c を得ることができる。

[0044] なお、平均粒度（ d_{50} ）は、気流分散式レーザー回折法（JIS Z 8825：2013年改訂版に準拠する）により測定することができる。すなわち、本明細書において、平均粒度は、小粒径側からの積算粒度分布（体積基準）が50%となる粒径（メジアン径）を意味する。

[0045] 焼結体の作製に用いる微粉末は、前記の各条件を満たしていれば、一種類の原料合金（単一原料合金）から作製してもよいし、二種類以上の原料合金

を用いてそれらを混合する方法（ブレンド法）によって作製してもよい。

[0046] 好ましい実施形態では、磁場中プレスによって上記の微粉末から粉末成形体を作製した後、この粉末成形体を焼結して、R-T-B系焼結体を得る。

[0047] 粉末成形体の作製は、磁場中プレスでは酸化抑制の観点から、不活性ガス雰囲気中でのプレス、または湿式プレスによって、粉末成形体を形成する方が好ましい。特に湿式プレスでは、粉末成形体を構成する粒子の表面は、油剤などの分散剤によって被覆されて、大気中の酸素や水蒸気との接触が抑制される。このため、プレス工程の前後あるいはプレス工程中に、粒子が大気によって酸化されることを防止または抑制することができる。よって、焼結磁石の酸素含有量を所定範囲内に制御しやすい。磁場中湿式プレスを行う場合、微粉末に分散媒を混ぜたスラリーを用意し、湿式プレス装置の金型のキャビティに供給して磁場中でプレス成形する。

[0048] 粉末成形体の焼結は、好ましくは、温度950℃以上1150℃以下の範囲で行なう。焼結による酸化を防止するために、雰囲気中の残留ガスは、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガスにより置換され得る。得られた、焼結体に対しては、熱処理を行ってもよい。熱処理温度、熱処理時間などの熱処理条件は、公知の条件を採用することができる。

[0049] なお、焼結体は成形などを行わず、例えば特開2006-19521などに記載されているPLP（Press-Less Process）法など、公知の方法を用いて焼結体を準備してもよい。

[0050] （R1-M合金を準備する工程）

本実施形態では、R1とMを、焼結体の表面から内部に拡散させる。このため、これらの拡散の対象とする元素を含有する合金（これを「R1-M合金」と称する）を準備する。

[0051] まず、R1-M合金の組成について説明する。R1-M合金におけるR1は希土類であり、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種であり、R1の含有量は、好ましくは、R1-M合金全体の65質量%以上95質量%以下であり、より好ましくは70質量%以上95質量%以下であ

る。R 1－M合金におけるMは、Ga、Cu、Zn、AlおよびSiからなる群から選択された少なくとも1種であり、Cuを必ず含む。好ましい形態では、MはCu、Zn、およびSiからなる群から選択された少なくとも1種であり、Cuを必ず含む。Mの含有量は、好ましくは、R 1－M合金全体の5質量%以上35質量%以下であり、より好ましくはR 1－M合金全体の5質量%以上30質量%以下である。

[0052] R 1－M合金の形状およびサイズは、特に限定されず、任意である。R 1－M合金は、フィルム、箔、粉末、ブロック、粒子などの形状をとり得る。

[0053] 次にR 1－M合金の作製方法を説明する。

[0054] R 1－M合金は、一般的な焼結磁石の製造方法において採用されている原料合金の作製方法、例えば、金型鑄造法やストリップキャスト法や単ロール超急冷法（メルトスピニング法）やアトマイズ法などを用いて準備することができる。また、R 1－M合金は、前記によって得られた合金をピンミルなどの公知の粉碎手段によって粉碎されたものであってもよい。

[0055] （第一の熱処理を実施する工程（拡散工程））

前述の方法によって準備した焼結体の表面の少なくとも一部に、R 1－M合金の少なくとも一部を接触させ、真空又は不活性ガス雰囲気中、700℃以上950℃以下の温度（第一の熱処理温度）で第一の熱処理を実施する。第一の熱処理は、R 1およびMを焼結体内部に拡散させるための工程であり（つまり、拡散工程）、熱処理によって、R 1－M合金からR 1およびMを含む液相が生成し、その液相を形成する元素が焼結体の表面から、当該焼結体中の粒界を経由して焼結体の内部に拡散導入される。

[0056] 第一の熱処理温度が700℃未満であると、R 1およびMを含む液相量が少なすぎて高い H_{cJ} を得ることができない。一方、950℃を超えると H_{cJ} が低下する可能性がある。第一の熱処理温度は、好ましくは、850℃以上950℃以下であり、より高い H_{cJ} を得ることができる。また、好ましくは、第一の熱処理（700℃以上950℃以下）が実施された焼結体を、第一の熱処理温度から300℃まで、5℃/分以上の冷却速度で冷却することが

好ましく、より高い H_c を得ることができる。さらに好ましくは、当該冷却速度は $15^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以上である。

[0057] 第一の熱処理は、焼結体表面に、任意形状のR1-M合金を配置し、公知の熱処理装置を用いて行うことができる。例えば、焼結体表面をR1-M合金の粉末層で覆い、第一の熱処理を行うことができる。例えば、R1-M合金を分散媒中に分散させたスラリーを焼結体表面に塗布した後、分散媒を蒸発させてR1-M合金層と焼結体とを接触させ、第一の熱処理を行うことができる。分散媒として、アルコール（エタノール等）、アルデヒドおよびケトンを例示できる。また、例えば、公知のスパッタ装置などにより、焼結体表面にR1-M合金膜を成膜させ、第一の熱処理を行うことができる。また、焼結体に重希土類元素RHを導入する場合は、RHを含むR1-M合金を用いる方法だけでなく、R1-M合金と共に重希土類元素RHのフッ化物、酸化物、酸フッ化物等を焼結体表面に配置して、第一の熱処理を行ってもよい。重希土類元素RHのフッ化物、酸化物、酸フッ化物としては、例えば、 TbF_3 、 DyF_3 、 Tb_2O_3 、 Dy_2O_3 、 TbOF 、 DyOF が挙げられる。

[0058] R1-M合金は、R1-M合金の少なくとも一部が焼結体の少なくとも一部に接触していれば、その配置位置は特に問わない。

[0059] (第二の熱処理を実施する工程)

第一の熱処理が実施された焼結体に対して、真空又は不活性ガス雰囲気中、 400°C 以上 750°C 以下で、かつ、第一の熱処理温度よりも低い温度で熱処理を行う。本開示においてこの熱処理を第二の熱処理という。第二の熱処理を行うことにより、高い H_c を得ることができる。第二の熱処理を行う温度（第二の熱処理温度）が第一の熱処理温度よりも高い場合、または第二の熱処理温度が 400°C 未満または 750°C を超える場合は、高い H_c を得られない可能性がある。

実施例

[0060] R-T-B系焼結体が表1のNo. A~Hに示す組成となるように各元素

の原料を秤量し、ストリップキャスティング法により合金を作製した。得られた各合金を水素粉碎法により粗粉碎し粗粉碎粉を得た。次に、得られた粗粉碎粉に、潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を粗粉碎粉に添加して混合した後、気流式粉碎機（ジェットミル装置）を用いて、窒素気流中で乾式粉碎し、平均粒度 d_{50} が $3\ \mu\text{m}$ の微粉碎粉（合金粉末）を得た。

[0061] 前記微粉碎粉に、潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を微粉碎粉に添加、混合した後磁界中で成形して、粉末成形体を得た。なお、成形装置には、磁界印加方向と加圧方向とが直交するいわゆる直角磁界成形装置（横磁界成形装置）を用いた。得られた粉末成形体を、真空中、 1000°C 以上 1090°C 以下（サンプル毎に焼結による緻密化が十分起こる温度を選定）で4時間焼結し、R-T-B系焼結体を得た。得られたR-T-B系焼結体の密度は $7.5\text{ Mg}/\text{m}^3$ 以上であった。得られたR-T-B系焼結体の組成を表1に示す。表1における各成分は、高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-OES）を使用して測定した。また、O（酸素）含有量は、ガス融解－赤外線吸収法によるガス分析装置を使用して測定し、C（炭素）含有量は、燃焼－赤外線吸収法によるガス分析装置を使用して測定した。R1-M合金の組成（表2）も、同様の測定方法にて測定した。

[0062] [表1]

No.	R-T-B系焼結体の組成（質量％）								
	Nd	Pr	B	Co	Al	Cu	Ga	Zr	Fe
A	22.7	5.4	0.88	0.11	0.05	0.04	0.01	0.11	bal.
B	22.8	5.4	0.88	0.11	0.05	0.04	0.11	0.11	bal.
C	22.8	5.4	0.88	0.11	0.05	0.04	0.52	0.11	bal.
D	22.8	5.4	0.90	0.11	0.05	0.04	0.01	0.11	bal.
E	22.9	5.4	0.90	0.11	0.05	0.04	0.11	0.11	bal.
F	22.8	5.4	0.90	0.11	0.05	0.04	0.52	0.11	bal.
G	22.8	5.4	0.92	0.11	0.05	0.04	0.01	0.11	bal.
H	22.9	5.4	0.96	0.11	0.05	0.04	0.01	0.11	bal.

[0063] R1-M合金がおよそ表2のNo. aに示す組成となるように各元素の原

料を秤量し、それらの原料を溶解して、単ロール超急冷法（メルトスピニング法）によりリボンまたはフレーク状の合金を得た。得られた合金を、乳鉢を用いてアルゴンガス雰囲気中で粉砕した後、目開き $425\mu\text{m}$ の篩を通過させ、R1-M合金を準備した。得られたR1-M金の組成を表2に示す。

[0064] [表2]

No.	R1-M合金の組成 (質量%)	
	Pr	Cu
a	90	10

[0065] 表1のNo. A～HのR-T-B系焼結体を切断、研削加工し、 $7.4\text{mm} \times 7.4\text{mm} \times 7.4\text{mm}$ の立方体とした。次に、No. A～HのR-T-B系焼結体の全面に、R-T-B系焼結体100mass%に対してR1-M合金（No. a）を3質量%散布した。表3に示すNo. 1のR-T-B系焼結磁石は、表1のNo. AのR-T-B系焼結体および表2のNo. aのR1-M合金を用いて拡散工程を行ったものである。No. 2～8も同様に記載している。

その後、50Paに制御した減圧アルゴンガス中で、 900°C で4時間の熱処理（第一の熱処理）を行った後、室温まで冷却した。更に、50Paに制御した減圧アルゴンガス中で、 480°C で3時間の熱処理（第二の熱処理）を行った後、室温まで冷却して、R-T-B系焼結磁石（No. 1～8）を作製した。

[0066] 得られたR-T-B系焼結磁石の組成と、式（1の中辺（つまり、 $[\text{Nd}] + [\text{Pr}] + [\text{Ce}] + [\text{La}] + [\text{Dy}] + [\text{Tb}]$ ） $-12([\text{O}] + [\text{C}])$ ）の値を表3に示す。表3における各成分は、高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-OES）を使用して測定した。また、O（酸素）含有量は、ガス融解－赤外線吸収法によるガス分析装置を使用して測定し、C（炭素）含有量は、燃焼－赤外線吸収法によるガス分析装置を使用して測定した。

[0067] なお、表3の組成については以下の通りである。

・C e、L a、D y、およびT bの含有量は検出限界以下であったため、R含有量は、N d含有量とP r含有量を合計して算出した。

・Z nおよびS iの含有量は検出限界以下であったため、M含有量は、C u含有量、G a含有量、およびA l含有量を合計して算出した。

・焼結体で検出されたZ rなどを含め、他の元素を最大で1質量％程度含むと仮定しても、残部T (F e、C o)は61.5質量％を上回っていた。

[0068] 得られたR-T-B系焼結磁石に機械加工を施して、7mm×7mm×7mmの磁石サンプルとし、BHトレーサにより磁気特性(B_r および H_{cJ})を測定した。測定結果を表3に示す。また、No. 1~8の磁石断面における磁石表面から磁石中央部付近までをEDXにより線分析(ライン分析)を行った。No. 1~8いずれも、P r濃度およびC u濃度の各々が、磁石表面から深さ200 μ mまでの範囲において、表面から深さ方向(磁石表面から磁石中央部方向)に漸減している(徐々に濃度が低くなっている)ことを確認した。また、No. 1~8いずれも、G a濃度が、磁石表面から深さ200 μ mまでの範囲において、表面から深さ方向に漸減していないことを確認した。

[0069] [表3]

No.	R-T-B系焼結磁石の組成(質量%)									磁気特性		拡散条件		備考
	R	式(1)	B	Cu	Ga	Al	M	O	C	Br	HcJ	R-T-B 系焼結体	R1-M 合金	
										(T)	(kA/m)			
1	29.5	26.9	0.86	0.31	0.00	0.05	0.36	0.10	0.12	1.45	1165	A	a	比較例
2	29.6	27.0	0.87	0.31	0.10	0.05	0.46	0.10	0.12	1.44	1442	B	a	本発明例
3	29.9	27.4	0.87	0.33	0.49	0.05	0.87	0.09	0.12	1.42	1806	C	a	本発明例
4	29.7	27.1	0.89	0.31	0.00	0.05	0.36	0.10	0.12	1.46	1064	D	a	比較例
5	29.7	27.1	0.88	0.31	0.10	0.05	0.46	0.10	0.12	1.44	1367	E	a	本発明例
6	29.7	27.2	0.89	0.31	0.47	0.05	0.83	0.09	0.12	1.44	1530	F	a	本発明例
7	29.4	26.8	0.90	0.29	0.00	0.04	0.33	0.10	0.12	1.47	1192	G	a	比較例
8	29.0	26.4	0.95	0.23	0.00	0.05	0.28	0.10	0.12	1.48	1118	H	a	比較例

[0070] 表3に示すように、本発明例である、No. 2、3、5および6は、T bを含有せず、残留磁束密度(B_r)が1.40T以上、かつ保磁力(H_{cJ})が1300kA/m以上であった。このように、T bなどの重希土類元素R Hの使用量を低減しつつ、高い B_r と高い H_{cJ} を有するR-T-B系焼結磁石が

得られた。これに対して、Mの濃度やBの濃度が本開示の範囲から外れている比較例（No. 1、4、7および8）は、残留磁束密度（ B_r ）が1.40 T以上と高い B_r が得られたが、保磁力（ H_{cJ} ）が1300 kA/m未満であり、高い H_{cJ} が得られなかった。

[0071] 本出願は、出願日が2023年4月28日である日本国特許出願、特願2023-074816を基礎出願とする優先権主張を伴い、それらの記載内容の全てが、参照することにより本明細書に援用される。

請求の範囲

[請求項1] R : 26.5質量%以上31.5質量%以下 (Rは希土類元素であり、NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種を含む)、

M : 0.40質量%以上1.50質量%以下 (MはGa、Cu、Zn、AlおよびSiからなる群から選択される少なくとも1種であり、Cuを必ず含む)、

B : 0.85質量%以上0.94質量%以下、および

T : 61.5質量%以上 (Tは、FeとCoであり、質量比でTの90%以上がFeである)、を含み、

O : 0.05質量%以上0.30質量%以下、

Tb : 0.20質量%以下、および

Dy : 0.30質量%以下、

であり、かつ以下の式(1)を満たしており、

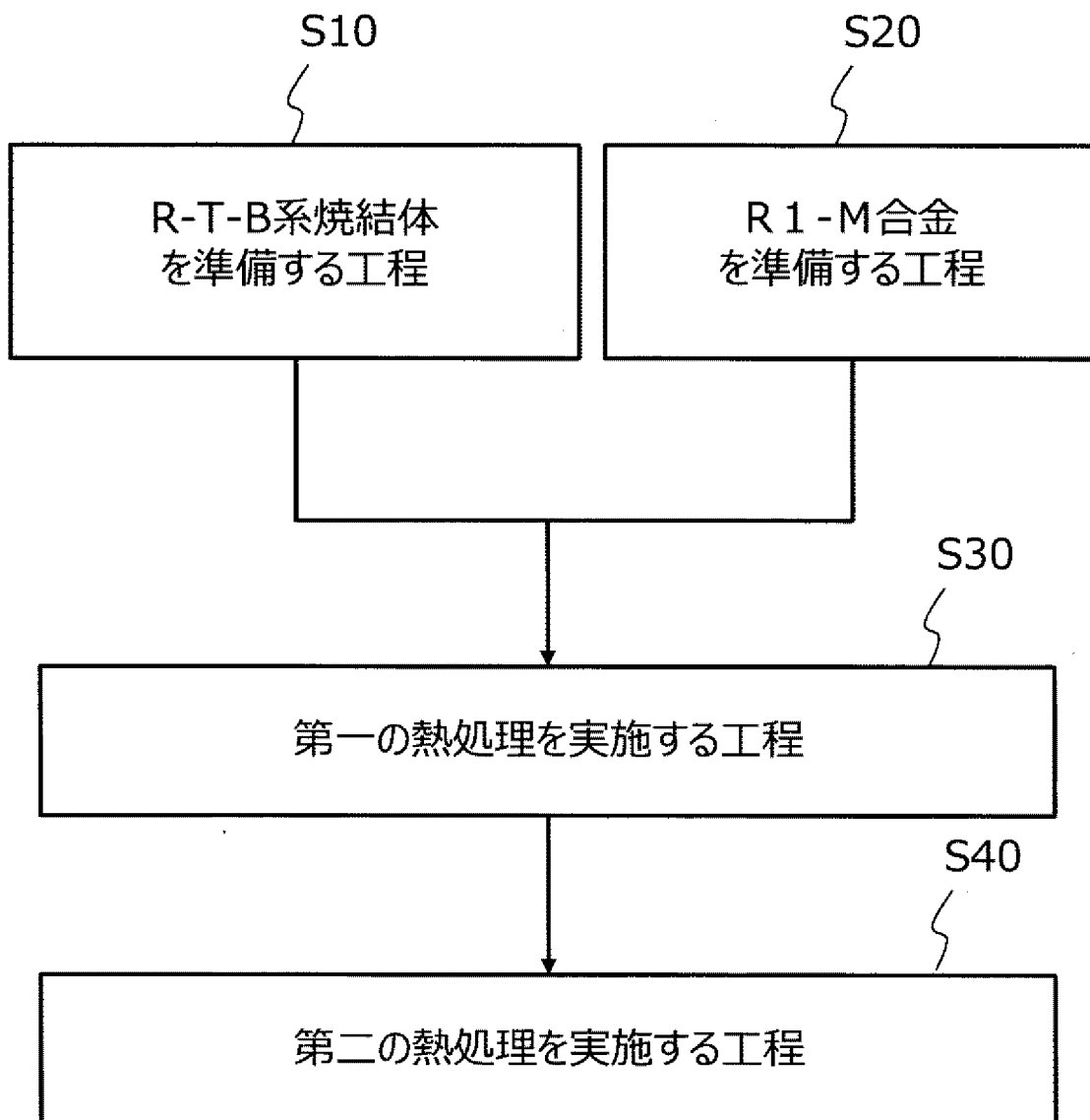
表面から深さ200μmまでの範囲で、前記NdおよびPrからなる群から選択される1種または2種の濃度と、Cu濃度とが、前記表面から深さ方向に漸減する、R-T-B系焼結磁石。

$$26.0\text{質量}\% \leq ([Nd] + [Pr] + [Ce] + [La] + [Dy] + [Tb]) - 12([O] + [C]) \leq 27.7\text{質量}\% \quad (1)$$

ここで、[Nd]、[Pr]、[Ce]、[La]、[Dy]、[Tb]、[O]および[C]は、それぞれ、質量%で示すNd、Pr、Ce、La、Dy、Tb、OおよびCの含有量である。

[請求項2] Mとして、Gaを必ず含み、Gaの含有量は0.3質量%以上であり、かつ、表面から深さ200μmまでの範囲で、Ga濃度が漸減していない、請求項1に記載のR-T-B系焼結磁石。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/016059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01F 1/057 (2006.01)i; C22C 38/00 (2006.01)i FI: H01F1/057 170; C22C38/00 303D 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) H01F1/057; C22C38/00 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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 7248169 B1 (PROTERIAL LTD.) 29 March 2023 (2023-03-29) paragraphs [0001]-[0080], fig. 1-3	1-2
A	JP 2020-92122 A (TDK CORPORATION) 11 June 2020 (2020-06-11)	1-2
A	JP 7044218 B1 (HITACHI METALS, LTD.) 30 March 2022 (2022-03-30)	1-2
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01 July 2024		Date of mailing of the international search report 16 July 2024
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/JP2024/016059

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	7248169	B1	29 March 2023	WO	2023/181770	A1	
				paragraphs [0001]-[0081], fig. 1-3			
JP	2020-92122	A	11 June 2020	US	2020/0176155	A1	
				DE	102019132700	A	
				CN	111261353	A	
JP	7044218	B1	30 March 2022	US	2023/0260684	A1	
				WO	2022/065242	A1	
				CN	116368585	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01F 1/057(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i

FI: H01F1/057 170; C22C38/00 303D

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））

H01F1/057; C22C38/00

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

日本国実用新案公報

1922 - 1996年

日本国公開実用新案公報

1971 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024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 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 請求項の番号
X	JP 7248169 B1（株式会社プロテリアル） 29.03.2023（2023 - 03 - 29） [0001] - [0080]，図1 - 3	1 - 2
A	JP 2020-92122 A（TDK株式会社） 11.06.2020（2020 - 06 - 11）	1 - 2
A	JP 7044218 B1（日立金属株式会社） 30.03.2022（2022 - 03 - 30）	1 - 2

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

“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）

“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

“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

“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

“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

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.07.2024

国際調査報告の発送日

16.07.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

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）

井上 健一 5D 9373

電話番号 03-3581-1101 内線 3549

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2024/016059

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	7248169	B1	29.03.2023	WO	2023/181770	A1	
				[0 0 0 1] - [0 0 8 1] , 図 1 - 3			

JP	2020-92122	A	11.06.2020	US	2020/0176155	A1	
				DE	102019132700	A	
				CN	111261353	A	

JP	7044218	B1	30.03.2022	US	2023/0260684	A1	
				WO	2022/065242	A1	
				CN	116368585	A	
