

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7542293号  
(P7542293)

(45)発行日 令和6年8月30日(2024.8.30)

(24)登録日 令和6年8月22日(2024.8.22)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 F 1/057(2006.01)	H 0 1 F 1/057 1 7 0
H 0 1 F 41/02 (2006.01)	H 0 1 F 41/02 G
C 2 2 C 28/00 (2006.01)	C 2 2 C 28/00 A
C 2 2 C 30/00 (2006.01)	C 2 2 C 30/00
C 2 2 C 30/02 (2006.01)	C 2 2 C 30/02

請求項の数 7 (全16頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2023-76528(P2023-76528)	(73)特許権者	310005618 煙台東星磁性材料株式会社 中華人民共和国山東省煙台市煙台福山高 新技術産業区永達街888号
(22)出願日	令和5年5月8日(2023.5.8)	(74)代理人	100139033 弁理士 日高 賢治
(65)公開番号	特開2023-177261(P2023-177261 A)	(72)発明者	王伝申 中華人民共和国山東省煙台市煙台福山高 新技術産業区永達街888号 煙台東星 磁性材料株式会社
(43)公開日	令和5年12月13日(2023.12.13)	(72)発明者	彭象傑 中華人民共和国山東省煙台市煙台福山高 新技術産業区永達街888号 煙台東星 磁性材料株式有限公同内
審査請求日	令和5年5月8日(2023.5.8)	(72)発明者	楊昆昆
(31)優先権主張番号	202210609436.5		
(32)優先日	令和4年5月31日(2022.5.31)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 希土類磁性体及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

主相、重希土類シェル層、結晶粒界相及び希土類リッチ相を含む R - F e - B系希土類磁性体の製造方法であって、

(ステップ1) 質量百分率で示す化学式が R 1 R H M 1 B F e 1 0 0 - - - -

である主拡散源合金の薄片を作成し、

1 5 4 5、2 0 7 0、1 0 2 5、0 . 2 5、

前記 R 1 は、N d、P r の少なくとも1つ、

前記 R H は、D y、T b の少なくとも1つ、

前記 M 1 は、A l、C u、G a の少なくとも1つ、

F e の含有量は5%未満であり、

質量百分率で示す化学式が R 2 n M 2 m である重希土類元素を含まない副拡散源合金の粉末を作成し、

5 0 n 8 0、2 0 m 5 0、

前記 R 2 は、N d、P r、C e、L a の少なくとも1つ、

前記 M 2 は、A l、C u、G a の少なくとも1つであり、

前記副拡散源合金の粉末を前記主拡散源合金の薄片の表面にコーティングし、

前記副拡散源合金の粉末がコーティングされた前記主拡散源合金の薄片を、焼結処理、水素吸着処理、脱水素処理、粉碎処理を行って拡散源合金粉末を作成し、

(ステップ2) 質量百分率で示す化学式が R 3 a M 3 b M 4 c B d F e 1 0 0 - a - b - c -

dで示される R - F e - B系希土類磁性体母材を作成し、

27 a 33、0.5 b 3、0.5 c 2.5、0.8 d 1.2であり、

前記R3は、Dy、Tb、Ho、Gd、Nd、Pr、Ceの少なくとも1つ、

前記M3は、Al、Ga、Cuの少なくとも1つ、

前記M4は、Ti、Co、Zrの少なくとも1つ、

残部はFeであり、

(ステップ3)前記R - F e - B系磁性体母材の表面に、前記拡散源合金粉末をコーティングし、拡散処理、時効処理を行って前記R - F e - B系磁性体を得るものであり、

前記(ステップ1)と前記(ステップ2)は、同時又は順序が逆であっても良く、

完成した磁性体は、前記結晶粒界相において、

質量百分率で示す化学式が  $R_{x1}Fe_{100-x1-x2}M_{x2}$ 、58 x1 63、0.6 x2 4、である相と、

質量百分率で示す化学式が  $R_{y1}Fe_{100-y1-y2}M_{y2}$ 、55 y1 65、5 y2 20、である相を含み、

前記Rは、Nd、Pr、Ce、Laの少なくとも一つ、

前記Mは、Al、Cu、Gaの少なくとも一つである、

ことを特徴とする希土類磁性体の製造方法。

#### 【請求項2】

前記(ステップ1)及び前記(ステップ3)におけるコーティング方法は、スプレーコーティング、浸漬コーティング又はシルクスクリーンコーティングのいずれかである、

ことを特徴とする請求項1に記載の希土類磁性体の製造方法。

#### 【請求項3】

前記(ステップ1)における焼結処理の温度は600~800、水素吸着処理の温度は50~200、脱水素処理の温度は450~550である、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の希土類磁性体の製造方法。

#### 【請求項4】

前記(ステップ1)における前記拡散源合金粉末の平均粒子径は、3~60μmである、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の希土類磁性体の製造方法。

#### 【請求項5】

前記(ステップ2)における前記R - F e - B系磁性体母材の元となる合金粉末の平均粒子径は、2~5μmである、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の希土類磁性体の製造方法。

#### 【請求項6】

前記(ステップ2)における前記R - F e - B系磁性体母材の焼結処理における温度は980~1060、焼結時間は6~15時間である、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載のNd - F e - B系希土類磁性体の製造方法。

#### 【請求項7】

前記(ステップ3)における拡散処理の温度は850~950、拡散時間は6~30時間であり、時効処理は2回に分けて行い、第1次時効処理の温度は700~850、処理時間は2~10時間であり、第2次時効処理の温度は450~600、処理時間は3~10時間である、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の希土類磁性体の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、R - F e - B系希土類磁性体の技術分野に属し、特に重希土類元素の使用量を減らしながらも、保磁力を高めることができるR - F e - B系希土類磁性体とその製造方法に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

10

20

30

40

50

Nd - Fe - B系焼結永久磁性体は、電子情報、医療機器設備、新エネルギー自動車、家電、ロボット等の分野で広く利用されている。過去数十年に及ぶ研究によって、Nd - Fe - B系磁性体の性能は目覚ましい発展を遂げてきた。特に、拡散技術は、重希土類元素の使用量を大幅に削減しつつ保磁力性能を維持することができる優れた技術である。

#### 【0003】

Nd - Fe - B系焼結永久磁性体の製造工程では、母材に重希土類元素Dy、Tbを添加する方法が常用されるが、この方法によると、結晶粒界の内部に重希土類元素Dy、Tbが大量に入り込み、磁性体の残留磁気と磁気特性が低下し、重希土類元素を浪費し、コストが増加してしまう。もう一つの方法として、熱処理によって拡散源を結晶粒界から磁性体の内部に浸透させて磁性体の保磁力を高める結晶粒界拡散法がある。この方法は、重希土類元素の使用量を少なくしつつ、磁性体の保磁力を大幅に向上させることができ、低コストであることから広く注目されてきた。しかしながら、昨今のDy、Tbの価格の高騰に伴い、純Dy、純Tbの拡散法も高コストとなっている。重希土類合金の拡散技術は、磁気特性の向上とともに、磁性体の製造コストを効果的に削減することができることから、重希土類合金の拡散技術の発展は、Nd - Fe - B系焼結永久磁性体の大量生産にとって、特に重要と言える。

#### 【0004】

例えば、中国特許公告番号CN101641750Bには、Nd - Fe - B系焼結磁性体の製造方法として、 $R^h$ を含む粉末を、Nd - Fe - B系焼結磁性体に塗布した後、当該Nd - Fe - B系焼結磁性体を加熱することにより、粉末中の $R^h$ をNd - Fe - B系焼結磁性体に結晶粒界を通じて拡散させる方法が開示されている。ここで、 $R^h$ はDy又は/及びTbであり、当該粉末にはAlを0.5～50重量%含み、Nd - Fe - B系焼結磁性体に含まれる酸素量が0.4重量%以下である。この発明は、異なる粉末を混合して拡散源とし、その後磁性体に拡散させて磁性体の保磁力を向上させることが主たる目的である。上記方法における拡散源は、粉末の密度が異なることから、混合工程において一定レベルで凝集してしまい、拡散後の磁性体の磁気特性が不均等であり、重希土類を含む拡散であるにも拘わらず、拡散後の保磁力の増加は大きくなく、コスト削減の目的も十分に達成できない。

#### 【0005】

また、中国特許公告番号CN106298219Bには、R - T - B希土類永久磁性体の製造方法として、a) 拡散源として $RL_uRH_vFe_{100-u-v-w-z}B_wM_z$ 希土類合金を作成し、前記RLはPr及びNdの少なくとも一つ、RHはDy、Tb、Hの少なくとも一つ、MはCo、Nb、Cu、Al、Ga、Zr、Tiの少なくとも一つであり、希土類合金はR - Fe - Bの正方晶の主相構造を含み、u、v、w、zは各物質の質量%であり、 $0 < u < 10$ 、 $35 < v < 70$ 、 $0.5 < w < 5$ 、 $0 < z < 5$ であり、b)  $RL_uRH_vFe_{100-u-v-w-z}B_wM_z$ 希土類合金の合金粉末を作成し、c) 前記合金粉末とR - T - B磁性体を共に回転拡散装置へ投入して熱拡散を行い、温度は750～950、時間は4～72時間であり、d) 時効処理は、前記回転拡散装置内に分散又は緩衝作用を奏する補助物質を添加し、当該補助物質は金属として鉄基材及びチタン基材の一つ以上であり、又は非金属のアルミナ、ジルコニアの一つ以上であり、補助物質の粒子径は10mm未満であり、前記回転拡散装置内に更に付着防止粉体を添加しても良く、付着防止粉体はアルミナ、ジルコニア、酸化ジスプロシウム、酸化テルビウム、フッ化ジスプロシウム、およびフッ化テルビウムのうちの一つ以上であり、付着防止粉末の粒子径は100μm未満である、とする技術が開示されている。

上記技術で用いる拡散源合金は、 $R^L_uR^H_vFe_{100-u-v-w-z}B_wM_z$ 希土類合金であるが、以下の問題が存在する。即ち(1)使用する拡散源に含まれるBの量が過多になると、それに対応して融点も高くなり、磁性体への拡散が難しくなり、MのTi、Zr、Nbがいずれも高融点元素であることから磁性体への拡散が難しい。(2)拡散源におけるFeの含有量が10%以上であることから、鉄の含有量が過多であり、拡散後に過剰な鉄磁性相が形成され、磁性体の $H_{c_j}$ はある程度向上するものの、Brが大幅に低

10

20

30

40

50

下し磁性体の磁気特性を向上させることができない。拡散源中に重希土類を含有するものの、拡散後の保磁力の増加は僅かであり、残留磁気が大幅に低下することから、理想の磁気特性を達成することは困難である。

【0006】

さらに、中国特許公開番号CN113593800Aには、高性能Nd-Fe-B系焼結磁性体及びその製造方法として、 $R^H_x M^1_y B_z$ 合金であって、 $R^H$ はDy、Tbの少なくとも一つ、 $M^1$ はZr、Ti、Alの少なくとも一つ、Bはホウ素、x、y、zは元素の質量%を示し、それぞれ75%  $x$  90%、0.1%  $z$  0.5%、 $y = 1 - x - z$ である発明が開示されている。この方法によれば、バレル内で拡散処理することによりNd-Fe-B系焼結磁性体のHc<sub>j</sub>を改善し、拡散工程の効率を向上させるが、保磁力の改善は僅かであり、拡散源を長期に亘って使用することで、一定の酸化と窒化が発生し、重希土類の利用率が低下し、コストが増加してしまう。さらに拡散源にTi又はZrが含まれる場合、その融点が高くなることから、拡散速度が低下し、重希土類の含有量が同様な状況では、拡散後の残留磁気の低下幅が大きく、磁性体の保磁力も大きく向上させることはできない。

10

【0007】

上記従来技術を分析すれば、重希土類合金拡散源は、(1)拡散源の融点が高すぎると拡散速度が低下し、保磁力向上が限定的となり、(2)拡散処理工程において重希土類元素の含有量が多すぎる、又はFeの含有量が多すぎると磁性体の残留磁気の低下が大きく磁気特性を向上させることができない、という二つの問題が存在することが分かる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】中国特許CN101641750B公報

【文献】中国特許CN106298219B公報

【文献】中国特許CN113593800A公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本願発明は、上記した従来技術が有する課題を解決し、重希土類合金拡散源の組成を合理的に調整し、コストを抑えつつ磁気特性に優れたR-Fe-B系磁性体、及びその製造方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するため、本願発明の希土類磁性体は、主相、重希土類シェル層、結晶粒界相及び希土類リッチ相を含むR-Fe-B系希土類磁性体であって、

前記結晶粒界相は、 $\mu$ 相及び $\beta$ 相を含み、

前記 $\mu$ 相は、質量百分率で示す化学式が $R_{x1}Fe_{100-x1-x2}M_{x2}$ 、58  $x1$  63、0.6  $x2$  4、であり、

前記 $\beta$ 相は、質量百分率で示す化学式が $R_{y1}Fe_{100-y1-y2}M_{y2}$ 、55  $y1$  65、5  $y2$  20、であり、

40

前記Rは、Nd、Pr、Ce、Laの少なくとも一つ、

前記Mは、Al、Cu、Gaの少なくとも一つである、ことを特徴とする。

【0011】

上記目的を達成するため、上記した本願発明の希土類磁性体に係る製造方法は、(ステップ1)質量百分率で示す化学式が $R1 R^H M1 B Fe_{100}$  . . . . . である主拡散源合金の薄片を作成し、

15 . . . . . 45、20 . . . . . 70、10 . . . . . 25、0.2 . . . . . 5、

前記R1は、Nd、Prの少なくとも一つ、

前記R<sup>H</sup>は、Dy、Tbの少なくとも一つ、

50

前記M1は、Al、Cu、Gaの少なくとも1つ、  
Feの含有量は5%未満であり、  
質量百分率で示す化学式が $R_2nM_2m$ である重希土類元素を含まない副拡散源合金の粉末を作成し、

$50 \leq n \leq 80$ 、 $20 \leq m \leq 50$ 、

前記R2は、Nd、Pr、Ce、Laの少なくとも1つ、

前記M2は、Al、Cu、Gaの少なくとも1つであり、

前記副拡散源合金の粉末を前記主拡散源合金の薄片の表面にコーティングし、

前記副拡散源合金の粉末がコーティングされた前記主拡散源合金の薄片を、焼結処理、  
水素吸着処理、脱水素処理、粉碎処理を行って拡散源合金粉末を作成し、

10

(ステップ2) 質量百分率で示す化学式が $R_3aM_3bM_4cB_dFe_{100-a-b-c-d}$ で示されるR-Fe-B系希土類磁性体母材を作成し、

$27 \leq a \leq 33$ 、 $0.5 \leq b \leq 3$ 、 $0.5 \leq c \leq 2.5$ 、 $0.8 \leq d \leq 1.2$ であり、

前記R3は、Dy、Tb、Ho、Gd、Nd、Pr、Ceの少なくとも1つ、

前記M3は、Al、Ga、Cuの少なくとも1つ、

前記M4は、Ti、Co、Zrの少なくとも1つ、

残部はFeであり、

(ステップ3) 前記R-Fe-B系磁性体母材の表面に、前記拡散源合金粉末をコーティングし、  
拡散処理、時効処理を行って前記R-Fe-B系磁性体を得るものであり、

前記(ステップ1)と前記(ステップ2)は、同時又は順序が逆であっても良い、  
ことを特徴とする。

20

#### 【発明の効果】

##### 【0012】

本発明によれば、以下の有益な効果を奏する。

(1) 主拡散源合金薄片 $R_nM_mBFe_{100-a-b-c-d}$ の表面に低融点に調整した副拡散合金 $R_nM_m$ をコーティングすることにより拡散速度を高めることができ、  
重希土類元素を磁性体内に送り込むことで、より多くの重希土類シェル層を形成し、磁性体の保磁力を効果的に向上させることができる。

##### 【0013】

(2) 主拡散合金薄片 $R_nM_mBFe_{100-a-b-c-d}$ の表面に低融点 $R_nM_m$ 合金をコーティングして形成される複合拡散源の粉末中にはB元素の含有量が少なく、  
拡散工程における酸化の問題を軽減し、拡散源を効率的に利用することができる。

30

##### 【0014】

(3) 主拡散源合金薄片 $R_nM_mBFe_{100-a-b-c-d}$ の表面に低融点 $R_nM_m$ 合金をコーティングして形成される複合拡散源に含まれるB及びFeが磁性体に拡散・  
浸入して新たな主相が形成され、磁性体の残留磁気が増加することで、拡散処理による残留磁気の低下を抑制できる。またFeがAl、Ga、Cuとμ層及び相を形成することにより、磁性体の保磁力を向上させることができる。

##### 【0015】

(4) 主拡散源合金薄片 $R_nM_mBFe_{100-a-b-c-d}$ の表面に低融点 $R_nM_m$ 合金をコーティングして形成される複合拡散源に含まれるB及びFeの比率は最大で10%であり、  
拡散源のコストを下げ、製造コストを削減することができる。

40

##### 【0016】

(5) 拡散源の大量生産が可能であり、拡散源粉末をコーティング法によって塗布することで利用率を大幅に高めることができ、  
磁性体の磁気エネルギー積を効果的に高め、重希土類元素の使用量を下げることで、製造コストを削減することができる。

##### 【0017】

(6) Nd-Fe-B系磁性体母材の製造には焼結だけでよく、焼結態を形成しさえすればよく、  
第1次時効及び第2次時効処理も必要無く、機械加工後に拡散及び時効処理を行うことから、  
製造コストが良好に削減され、製造された最終製品の性能も優れる。従来技

50

術と対比して、本発明は重希土類合金拡散源と対応する成分の磁性体を互いに組み合わせ、磁性体の保磁力を大幅に向上させ、軽希土類の拡散工程においてBrの低下幅が大きかったという難題を軽減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本願発明に係る磁性体のミクロ構造を電子顕微鏡で撮影した写真。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本願発明に係る希土類磁性体及びその製造方法の具体的実施例について詳細に説明する。下記実施例は、本発明の解釈のみに用いるものであり、本願発明に係る構成を限定するものではない。

10

【0020】

本願発明に係る希土類磁性体として、実施例1～18を作成した。各実施例の基本的な製造方法は共通するものであり、各実施例における相違は主拡散源合金の成分、副拡散源合金の成分、及び拡散処理する磁性体母材の成分、拡散処理温度等である。

【0021】

(拡散源の作成)

本発明に係る拡散源は、重希土類元素を含む重希土類合金(以下、主拡散源合金と言う)の薄片の表面に、重希土類元素を含まない軽希土類合金(以下、副拡散源合金と言う)の粉末をコーティングし、これを微細に粉碎して拡散源合金粉末とするものである。実施例1～18に係る主拡散源合金、及び副拡散源合金を構成する各成分は、表1に示すとおりである。

20

【0022】

主拡散源合金の化学式は $R_n R_H M B F e_{100-n-b-c-d}$ で示され、原料を真空溶錬炉に投入して溶錬し、鋳型に注入して主拡散源合金薄片を作成した。主拡散源合金薄片の平均厚さは0.25mm、合金中のC及びOの含有量は200ppm以下、Nの含有量は50ppm以下であった。

【0023】

上記した主拡散源合金薄片の表面に、化学式 $R_n M_m$ で示される副拡散源合金を粉碎した粉末をスプレーコーティング法によりコーティングした。コーティング後の拡散源合金薄片をオープンに投入して150℃以下で乾燥させた。コーティングした副拡散源合金の重量は全体の3%以下とした。

30

【0024】

乾燥後の拡散源合金薄片を、600～800℃で焼結し、且つ250～300℃で脱脂処理を行い、その後40℃未満に冷却した。冷却方法は循環気流快速冷却、冷却ガスはアルゴン、ヘリウム等の不活性ガスとした。

【0025】

その後、水素吸着処理及び脱水素処理を行い、ジェットミルによって微粉碎し、平均粒子径3～60μmの実施例1～18に係る拡散源合金粉末を作成した。水素吸着処理の温度は50～200℃、脱水素処理の温度は450～550℃であった。なお、合金薄片は水素吸着工程中において温度の局所的な上昇によって固着し、除去等が困難になることがあるため、隙間を設けて合金薄片を配置した。

40

【0026】

(磁性体母材の作成)

実施例1～18に係る拡散処理する前のR-Fe-B系磁性体母材の各成分と磁気特性は表2に示すとおりであり、化学式は $R_a M^1_b M^2_c B_d F e_{100-a-b-c-d}$ で示され、原料を真空溶錬炉に投入して溶錬し、鋳型に注入し、50℃まで冷却して合金薄片を作成した。合金薄片の平均厚さは0.25mm、合金中のC及びOの含有量は200ppm以下、Nの含有量は50ppm以下であった。

【0027】

50

上記合金薄片と潤滑剤を混合し、水素化処理を行った後にジェットミルを用いて微粉碎した。研磨ガスはアルゴンガスであり、研磨後の合金粉末の平均粒子径は2～5 μmであった。合金粉末を自動プレス機に投入し、磁場下でプレス成形して素地ブロックとし、これを焼結炉に投入し、焼結温度980～1060、焼結時間6～15時間で焼結した。冷却後、所定の寸法に機械加工を行い、実施例1～18に係る拡散処理する前のR - F e - B系磁性体母材を作成した。

【0028】

(拡散処理)

実施例1～18に係るR - F e - B系磁性体母材の表面に、スプレーコーティング法により上記実施例1～18に係る拡散源合金粉末をコーティングし、拡散処理及び時効処理を行い、最終的なR - F e - B系磁性体を作成した。拡散処理及び時効処理の具体的温度及び回数は表3に示すとおりであり、拡散処理の温度は850～950、拡散時間は6～30時間であり、時効処理は2回に分けて行い、第1次時効処理の温度は700～850、処理時間は2～10時間であり、第2次時効処理の温度は450～600、処理時間は3～10時間である。

【0029】

表1：各実施例の主拡散源合金成分、副拡散源合金成分

	主拡散源合金の成分 (質量%)	副拡散源合金の成分 (質量%)
実施例1	Pr:30%, Tb:45%, Al:10%, B:4%, Fe:残部	Pr:82%, Ga:18%
実施例2	Pr:30%, Tb:45%, Al:15%, B:3%, Fe:残部	Pr:70%, Cu:20%, Ga:10%
実施例3	Nd:20%, Tb:45%, Al:12%, Cu:13%, B:3%, Fe:残部	Pr:50%, Cu:30%, Ga:20%
実施例4	Pr:30%, Dy:45%, Al:10%, Ca:5%, B:5%, Fe:残部	Nd:60%, Cu:40%
実施例5	Pr:30%, Dy:45%, Ga:10%, Cu:5%, B:5%, Fe:残部	Nd:70%, Cu:20%, Ga:10%
実施例6	Nd:30%, Tb:45%, Cu:15%, B:2%, Fe:残部	Pr:80%, Al:20%
実施例7	Pr:30%, Dy:50%, Ga:10%, B:1%, Fe:残部	Nd:70%, La:5%, Cu:25%
実施例8	Pr:20%, Tb:50%, Ga:10%, Cu:10%, B:3%, Fe:残部	Pr:50%, Ce:5%, Cu:45%
実施例9	Pr:15%, Dy:70%, Cu:10%, B:2%, Fe:残部	Pr:75%, La:6%, Ga:19%
実施例10	Pr:15%, Dy:70%, Al:10%, B:0.5%, Fe:残部	Pr:60%, Cu:40%
実施例11	Pr:15%, Dy:70%, Al:5%, Cu:5%, B:1%, Fe:残部	Pr:65%, Ce:5%, Cu:30%
実施例12	Nd:25%, Dy:60%, Cu:10%, B:0.5%, Fe:残部	Pr:75%, Ga:25%
実施例13	Nd:25%, Tb:60%, Cu:10%, B:2%, Fe:残部	Pr:50%, La:5%, Cu:45%
実施例14	Nd:45%, Tb:30%, Cu:10%, Al:10%, B:2%, Fe:残部	Pr:75%, La:6%, Ga:19%
実施例15	Nd:30%, Dy:50%, Cu:10%, Ga:3%, B:4%, Fe:残部	Nd:70%, Cu:30%
実施例16	Pr:20%, Dy:40%, Tb:10%, Cu:10%, Al:5%, B:5%, Fe:残部	Nd:65%, Ce:5%, Cu:30%
実施例17	Pr:20%, Tb:40%, Dy:10%, Cu:10%, Al:5%, B:4%, Fe:残部	Nd:50%, Ga:10%, Cu:40%
実施例18	Pr:30%, Dy:40%, Tb:10%, Cu:10%, B:2%, Fe:残部	Nd:50%, Ga:25%, Cu:25%

【0030】

表2：各実施例に係る磁性体母材の成分及び拡散処理前の磁気特性

10

20

30

40

50



実施例	拡散温度		低温時間		第1次 時効温度		第1次 時効時間		第2次 時効温度		第2次 時効時間		拡散処理後の磁気特性				μ相	δ相
	℃	h	h	h	℃	h	℃	h	℃	h	Br	HcJ	Hk/HcJ	μ相	δ相			
実施例1	850	30	30	2	700	2	810	10	13.30	26.00	0.97	有	有					
実施例2	900	15	15	3	700	3	480	7	12.75	23.00	0.96	有	有					
実施例3	850	30	30	5	700	5	500	5	14.75	24.50	0.96	有	有					
実施例4	900	10	10	8	700	8	530	8	14.65	23.00	0.97	有	有					
実施例5	900	20	20	10	750	10	540	6	14.50	23.50	0.97	有	有					
実施例6	910	20	20	2	750	2	600	5	14.95	25.00	0.96	有	有					
実施例7	920	20	20	3	750	3	500	3	14.15	26.00	0.97	有	有					
実施例8	910	15	15	5	750	5	480	6	13.80	28.00	0.97	有	有					
実施例9	930	16	16	8	800	8	450	8	14.00	26.50	0.96	有	有					
実施例10	940	10	10	10	800	10	520	6	13.45	26.50	0.97	有	有					
実施例11	930	20	20	2	800	2	600	5	13.95	27.00	0.97	有	有					
実施例12	950	20	20	3	800	3	500	8	13.85	25.50	0.97	有	有					
実施例13	910	15	15	5	800	5	450	8	13.85	31.00	0.97	有	有					
実施例14	850	10	10	8	850	8	500	6	13.75	28.00	0.96	有	有					
実施例15	850	30	30	10	850	10	520	10	13.95	27.00	0.96	有	有					
実施例16	910	10	10	3	850	3	500	5	13.40	29.00	0.97	有	有					
実施例17	930	6	6	5	850	5	600	3	12.80	29.00	0.96	有	有					
実施例18	940	8	8	8	850	8	580	8	13.60	28.00	0.97	有	有					

10

20

30

【0032】

図1は、代表例として拡散処理後の実施例9に係る磁性体の表面をZ E I S S電子顕微鏡によって撮影した写真であり、結晶粒界相中のμ相及びδ相の存在とその位置を示している。また、表4は実施例1～18に係るμ相及びδ相の組成をEDS法によって測定した成分分析結果を示すものである。なお実施例9以外の磁性体に係るZ E I S S電子顕微鏡写真は省略するが、実施例9と同様に結晶粒界相中にμ相及びδ相を含んでいる。μ相及びδ相の存在は、結晶粒界中の反磁性結合作用を増強させ、磁性体の保磁力増強に寄与するものである。

40

【0033】

表4：各実施例におけるμ相及びδ相の組成

	$\mu$ 相	$\delta$ 相
実施例 1	$\text{Pr}_{30.5}\text{Nd}_{21.3}\text{Ce}_7\text{Fe}_{37.3}\text{Al}_{2.1}\text{Cu}_{1.8}$	$\text{Pr}_{35}\text{Nd}_{19.5}\text{Ce}_{6.5}\text{Fe}_{24.4}\text{Cu}_{7.3}\text{Al}_{5.1}\text{Ga}_{3.2}$
実施例 2	$\text{Pr}_{15.4}\text{Nd}_{35.6}\text{Ce}_{10}\text{Fe}_{35.1}\text{Cu}_{2.7}\text{Ga}_{1.2}$	$\text{Pr}_{18}\text{Nd}_{32}\text{Ce}_7\text{Fe}_{23}\text{Cu}_{12}\text{Al}_{5.5}\text{Ga}_{2.5}$
実施例 3	$\text{Nd}_{58}\text{Fe}_{39}\text{Cu}_2\text{Al}_1$	$\text{Nd}_{56.3}\text{Fe}_{29.3}\text{Cu}_{8.1}\text{Al}_4\text{Ga}_{2.3}$
実施例 4	$\text{Pr}_{36}\text{Nd}_{27}\text{Fe}_{36.4}\text{Ga}_{0.6}$	$\text{Pr}_{32}\text{Nd}_{23}\text{Fe}_{40}\text{Ga}_{3.5}\text{Al}_{1.5}$
実施例 5	$\text{Pr}_{17}\text{Nd}_{41.5}\text{Fe}_{37.5}\text{Ga}_{2.4}\text{Cu}_{1.6}$	$\text{Pr}_{15.4}\text{Nd}_{43.2}\text{Fe}_{29.7}\text{Ga}_{6.1}\text{Cu}_{4.3}\text{Al}_{1.3}$
実施例 6	$\text{Pr}_{20.5}\text{Nd}_{42}\text{Fe}_{35.2}\text{Ga}_{2.3}$	$\text{Pr}_{21.2}\text{Nd}_{44.3}\text{Fe}_{26.7}\text{Cu}_{5.6}\text{Ga}_{2.2}$
実施例 7	$\text{Pr}_{32.2}\text{Nd}_{25}\text{Fe}_{39}\text{Ga}_{2.6}\text{Al}_{1.2}$	$\text{Pr}_{25.4}\text{Nd}_{30}\text{Fe}_{30.4}\text{Ga}_{6.2}\text{Cu}_5\text{Al}_3$
実施例 8	$\text{Pr}_{30.5}\text{Nd}_{28}\text{Fe}_{37.8}\text{Cu}_{2.3}\text{Ga}_{1.4}$	$\text{Pr}_{26.3}\text{Nd}_{32.1}\text{Fe}_{26.6}\text{Cu}_{9.6}\text{Cu}_{5.4}$
実施例 9	$\text{Pr}_{23.8}\text{Nd}_{39.2}\text{Fe}_{34.3}\text{Cu}_{2.7}$	$\text{Pr}_{19.2}\text{Nd}_{36.2}\text{Fe}_{32}\text{Cu}_{11.6}\text{Al}_1$
実施例 10	$\text{Pr}_{32}\text{Nd}_{26.5}\text{Fe}_{38.8}\text{Al}_{2.7}$	$\text{Pr}_{30.2}\text{Nd}_{32}\text{Fe}_{24.7}\text{Al}_{9.7}\text{Cu}_{3.4}$
実施例 11	$\text{Pr}_{29}\text{Nd}_{33.5}\text{Fe}_{34.5}\text{Cu}_{2.1}\text{Al}_{1.9}$	$\text{Pr}_{29}\text{Nd}_{30.2}\text{Fe}_{28.1}\text{Al}_{7.2}\text{Cu}_{5.5}$
実施例 12	$\text{Nd}_{59.6}\text{Fe}_{36.7}\text{Cu}_{3.7}$	$\text{Nd}_{55.4}\text{Fe}_{24.6}\text{Cu}_{15}\text{Al}_{3.2}\text{Ga}_{2.0}$
実施例 13	$\text{Pr}_{16.4}\text{Nd}_{44.9}\text{Fe}_{34.8}\text{Cu}_{2.7}\text{Al}_{1.2}$	$\text{Pr}_{21.6}\text{Nd}_{39.8}\text{Fe}_{29.8}\text{Cu}_{5.1}\text{Ga}_{2.9}\text{Al}_{0.7}$
実施例 14	$\text{Nd}_{61}\text{Fe}_{35.4}\text{Cu}_{3.6}$	$\text{Nd}_{55}\text{Fe}_{31.2}\text{Cu}_{9}\text{Al}_{3.7}\text{Ga}_{2.1}$
実施例 15	$\text{Pr}_{20.6}\text{Nd}_{39}\text{Fe}_{36.7}\text{Cu}_{2.4}\text{Ga}_{1.3}$	$\text{Pr}_{20.3}\text{Nd}_{38.4}\text{Fe}_{31.6}\text{Cu}_{6.3}\text{Ga}_{3.4}$
実施例 16	$\text{Pr}_{31}\text{Nd}_{29.4}\text{Fe}_{36.2}\text{Cu}_{3.4}$	$\text{Pr}_{27.6}\text{Nd}_{30}\text{Fe}_{24.5}\text{Cu}_{14.7}\text{Al}_{3.2}$
実施例 17	$\text{Pr}_{28.4}\text{Nd}_{32}\text{Fe}_{35.6}\text{Al}_{2.8}\text{Ga}_{1.2}$	$\text{Pr}_{25}\text{Nd}_{40}\text{Fe}_{23}\text{Cu}_{10.5}\text{Al}_{1.5}$
実施例 18	$\text{Pr}_{30}\text{Nd}_{33}\text{Fe}_{33}\text{Cu}_{2.5}\text{Ga}_{1.5}$	$\text{Pr}_{21.3}\text{Nd}_{37.5}\text{Fe}_{23.7}\text{Cu}_{15.2}\text{Al}_{2.3}$

10

20

## 【 0 0 3 4 】

実施例 1 ~ 18 と対比するため、比較例 1 ~ 18 を作成した。各実施例と各比較例は、R - Fe - B 系磁性体母材の成分及びサイズ、拡散処理、時効処理の条件は同じとし、各実施例と各比較例との相違点は、各比較例の拡散源合金に B 及び Fe を含まない点である。その成分、含有量、プロセス条件は表 5 に示す通りである。

## 【 0 0 3 5 】

表 5 : 各比較例における拡散源成分及び拡散後の磁気特性

30

40

50

比較例	磁気薄層の比率	磁性体のサイズ		磁気温度		磁気時の保温度度		時効温度		磁気処理後の20℃における磁気特性			μ相	δ相
		mm	mm	℃	時間	℃	時間	℃	時間	Br	Hc <sub>j</sub>	Hk/Hc <sub>j</sub>		
比較例1	Pr : 45%, Tb : 45%, Al : 10%	10×10×3	10×10×3	850	30	510	10	13.15	25.00	0.97	無	有		
比較例2	Pr : 40%, Tb : 45%, Cu : 15%	10×10×4	10×10×4	900	15	480	7	12.60	22.50	0.96	無	有		
比較例3	Nd : 30%, Tb : 45%, Al : 12%, Cu : 13%	10×10×3	10×10×3	850	30	500	5	14.80	23.00	0.96	無	無		
比較例4	Pr : 40%, Dy : 45%, Al : 10%, Ga : 5%	10×10×3	10×10×3	900	10	530	8	14.50	22.00	0.97	無	無		
比較例5	Pr : 40%, Dy : 45%, Ga : 10%, Cu : 5%	10×10×4	10×10×4	900	20	540	6	14.30	22.00	0.97	無	無		
比較例6	Nd : 40%, Dy : 45%, Cu : 15%	10×10×4	10×10×4	910	20	600	5	14.20	24.50	0.96	無	無		
比較例7	Pr : 40%, Dy : 50%, Ga : 10%	10×10×4	10×10×4	920	20	500	3	13.90	24.50	0.97	無	無		
比較例8	Pr : 30%, Tb : 50%, Ga : 10%, Cu : 10%	10×10×4	10×10×4	910	15	480	6	13.70	26.50	0.96	無	無		
比較例9	Pr : 20%, Dy : 70%, Cu : 10%	10×10×5	10×10×5	930	16	450	8	13.00	24.00	0.96	無	無		
比較例10	Pr : 20%, Dy : 70%, Al : 10%	10×10×5	10×10×5	940	10	520	6	13.30	24.50	0.97	無	有		
比較例11	Pr : 20%, Dy : 70%, Al : 5%, Cu : 5%	10×10×5	10×10×5	930	20	600	5	13.20	25.00	0.97	無	有		
比較例12	Nd : 30%, Dy : 60%, Cu : 10%	10×10×6	10×10×6	950	20	500	8	13.65	23.50	0.97	無	無		
比較例13	Nd : 30%, Tb : 60%, Cu : 10%	10×10×4	10×10×4	910	15	450	8	13.70	28.50	0.96	無	有		
比較例14	Nd : 50%, Tb : 30%, Cu : 10%, Al : 10%	10×10×3	10×10×3	850	10	500	6	13.60	28.50	0.97	無	無		
比較例15	Nd : 37%, Dy : 50%, Cu : 10%, Ga : 3%	10×10×8	10×10×8	950	30	520	10	13.25	25.00	0.97	無	無		
比較例16	Pr : 35%, Dy : 40%, Tb : 10%, Cu : 10%, Al : 5%	10×10×3	10×10×3	910	10	500	5	13.25	27.00	0.97	無	有		
比較例17	Pr : 35%, Tb : 40%, Dy : 10%, Cu : 10%, Al : 5%	10×10×3	10×10×3	930	6	600	3	12.50	27.00	0.96	無	有		
比較例18	Pr : 40%, Dy : 40%, Tb : 10%, Cu : 10%	10×10×5	10×10×5	940	8	580	8	13.45	26.50	0.97	無	無		

10

20

30

40

【0036】

実施例1～18と対応する比較例1～18とを対比した。

(実施例1と比較例1との対比)

実施例1はμ相及びδ相の両方を含み、残留磁気Br = 13.30 kGs、保磁力Hcj = 26.00 kOeであるのに対し、比較例1はδ相のみを含み、Br = 13.15 kGs、Hcj = 25.00 kOeであった。実施例1の残留磁気及び保磁力は比較例1のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【0037】

(実施例2と比較例2との対比)

50

実施例 2 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B_r = 12.75 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 23.00 \text{ kOe}$  であるのに対し、比較例 2 は 相のみを含み、 $B_r = 12.60 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 22.50 \text{ kOe}$  であった。実施例 2 の残留磁気及び保磁力は比較例 2 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【0038】

(実施例 3 と比較例 3 との対比)

実施例 3 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B_r = 14.75 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 24.50 \text{ kOe}$  であるのに対し、比較例 3 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B_r = 14.60 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 23.00 \text{ kOe}$  であった。実施例 3 の残留磁気及び保磁力は比較例 3 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

10

【0039】

(実施例 4 と比較例 4 との対比)

【0040】

実施例 4 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、残留磁気  $B_r = 14.65 \text{ kGs}$ 、保磁力  $H_{cj} = 23.00 \text{ kOe}$  であるのに対し、比較例 4 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B_r = 14.50 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 22.00 \text{ kOe}$  であった。実施例 4 の残留磁気及び保磁力は比較例 4 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【0041】

(実施例 5 と比較例 5 との対比)

実施例 5 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B_r = 14.50 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 23.50 \text{ kOe}$  であるのに対し、比較例 5 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B_r = 14.30 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 22.00 \text{ kOe}$  であった。実施例 5 の残留磁気及び保磁力は比較例 5 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

20

【0042】

(実施例 6 と比較例 6 との対比)

実施例 6 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B_r = 14.35 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 25.00 \text{ kOe}$  であるのに対し、比較例 6 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B_r = 14.20 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 24.50 \text{ kOe}$  であった。実施例 6 の残留磁気及び保磁力は比較例 6 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【0043】

(実施例 7 と比較例 7 との対比)

実施例 7 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B_r = 14.15 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 26.00 \text{ kOe}$  であるのに対し、比較例 7 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B_r = 13.90 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 24.50 \text{ kOe}$  であった。実施例 7 の残留磁気及び保磁力は比較例 7 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

30

【0044】

(実施例 8 と比較例 8 との対比)

実施例 8 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B_r = 13.90 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 28.00 \text{ kOe}$  であるのに対し、比較例 8 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B_r = 13.70 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 26.50 \text{ kOe}$  であった。実施例 8 の残留磁気及び保磁力は比較例 8 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

40

【0045】

(実施例 9 と比較例 9 との対比)

実施例 9 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B_r = 14.00 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 26.50 \text{ kOe}$  であるのに対し、比較例 9 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B_r = 13.80 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 24.80 \text{ kOe}$  であった。実施例 9 の残留磁気及び保磁力は比較例 9 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【0046】

(実施例 10 と比較例 10 との対比)

実施例 10 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B_r = 13.45 \text{ kGs}$ 、 $H_{cj} = 26.5$

50

0 k O eであるのに対し、比較例 1 0 は 相のみを含み、 $B r = 1 3 . 3 0 k G s$ 、 $H c j = 2 4 . 5 0 k O e$ であった。実施例 1 0 の残留磁気及び保磁力は比較例 1 0 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 4 7 】

(実施例 1 1 と比較例 1 1 との対比)

実施例 1 1 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B r = 1 3 . 3 5 k G s$ 、 $H c j = 2 7 . 0 0 k O e$ であるのに対し、比較例 1 1 は 相のみを含み、 $B r = 1 3 . 2 0 k G s$ 、 $H c j = 2 5 . 0 0 k O e$ であった。実施例 1 1 の残留磁気及び保磁力は比較例 1 1 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 4 8 】

(実施例 1 2 と比較例 1 2 との対比)

実施例 1 2 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B r = 1 3 . 8 5 k G s$ 、 $H c j = 2 5 . 5 0 k O e$ であるのに対し、比較例 1 2 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B r = 1 3 . 6 5 k G s$ 、 $H c j = 2 3 . 5 0 k O e$ であった。実施例 1 2 の残留磁気及び保磁力は比較例 1 2 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 4 9 】

(実施例 1 3 と比較例 1 3 との対比)

実施例 1 3 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B r = 1 3 . 8 5 k G s$ 、 $H c j = 3 1 . 0 0 k O e$ であるのに対し、比較例 1 3 は 相のみを含み、 $B r = 1 3 . 7 0 k G s$ 、 $H c j = 2 8 . 5 0 k O e$ であった。実施例 1 3 の残留磁気及び保磁力は比較例 1 3 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 5 0 】

(実施例 1 4 と比較例 1 4 との対比)

実施例 1 4 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B r = 1 3 . 7 5 k G s$ 、 $H c j = 2 8 . 0 0 k O e$ であるのに対し、比較例 1 4 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B r = 1 3 . 6 0 k G s$ 、 $H c j = 2 6 . 5 0 k O e$ であった。実施例 1 4 の残留磁気及び保磁力は比較例 1 4 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 5 1 】

(実施例 1 5 と比較例 1 5 との対比)

実施例 1 5 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B r = 1 3 . 3 5 k G s$ 、 $H c j = 2 7 . 0 0 k O e$ であるのに対し、比較例 1 5 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B r = 1 3 . 2 5 k G s$ 、 $H c j = 2 5 . 0 0 k O e$ であった。実施例 1 5 の残留磁気及び保磁力は比較例 1 5 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 5 2 】

(実施例 1 6 と比較例 1 6 との対比)

実施例 1 6 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B r = 1 3 . 4 0 k G s$ 、 $H c j = 2 9 . 0 0 k O e$ であるのに対し、比較例 1 6 は 相のみを含み、 $B r = 1 3 . 2 5 k G s$ 、 $H c j = 2 7 . 0 0 k O e$ であった。実施例 1 6 の残留磁気及び保磁力は比較例 1 6 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 5 3 】

(実施例 1 7 と比較例 1 7 との対比)

実施例 1 7 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B r = 1 2 . 6 0 k G s$ 、 $H c j = 2 9 . 0 0 k O e$ であるのに対し、比較例 1 7 は 相のみを含み、 $B r = 1 2 . 5 0 k G s$ 、 $H c j = 2 7 . 0 0 k O e$ であった。実施例 1 7 の残留磁気及び保磁力は比較例 1 6 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 5 4 】

(実施例 1 8 と比較例 1 8 との対比)

実施例 1 8 は  $\mu$  相及び 相の両方を含み、 $B r = 1 3 . 6 0 k G s$ 、 $H c j = 2 8 . 0 0 k O e$ であるのに対し、比較例 1 8 は  $\mu$  相及び 相のいずれも含まず、 $B r = 1 3 . 4 5 k G s$ 、 $H c j = 2 6 . 5 0 k O e$ であった。実施例 1 8 の残留磁気及び保磁力は比較

10

20

30

40

50

例 18 のそれよりも顕著な優位性を備えている。

【 0 0 5 5 】

以上のとおり、 $R_n R H M B F e_{100-n}$  の化学式で示される主拡散源合金の表面に  $R_n M_m$  の化学式で示される副拡散源合金の粉末をコーティングして作成した拡散源合金を用いて拡散処理した本願発明に係る全ての実施例は、対応する比較例に対して、磁気特性は明らかに向上した。

10

20

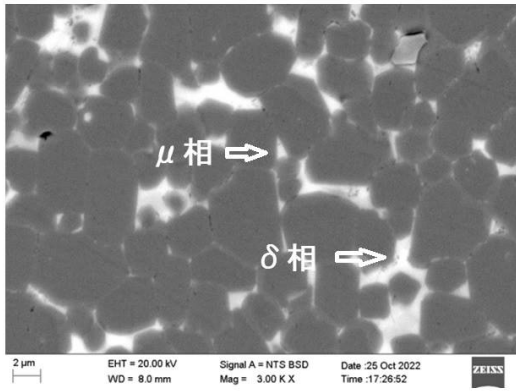
30

40

50

【図面】

【図 1】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

		F I		
<i>C 2 2 C</i>	<i>38/00 (2006.01)</i>	<i>C 2 2 C</i>	<i>38/00</i>	<i>3 0 3 D</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>3/24 (2006.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>3/24</i>	<i>B</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>1/00 (2022.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>3/24</i>	<i>K</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>1/05 (2022.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>Y</i>
<i>C 2 2 C</i>	<i>33/02 (2006.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>1/05</i>	
<i>C 2 1 D</i>	<i>6/00 (2006.01)</i>	<i>C 2 2 C</i>	<i>33/02</i>	<i>H</i>
<i>C 2 1 D</i>	<i>9/00 (2006.01)</i>	<i>C 2 1 D</i>	<i>6/00</i>	<i>B</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>3/00 (2021.01)</i>	<i>C 2 1 D</i>	<i>9/00</i>	<i>S</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>1/17 (2022.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>3/00</i>	<i>F</i>
		<i>B 2 2 F</i>	<i>1/17</i>	

中華人民共和国山東省煙台市煙台福山高新技术産業区永達街 8 8 8 号 煙台東星磁性材料株式有限  
公司内

## (72)発明者

董占吉

中華人民共和国山東省煙台市煙台福山高新技术産業区永達街 8 8 8 号 煙台東星磁性材料株式有限  
公司内

## (72)発明者

丁開鴻

中華人民共和国山東省煙台市煙台福山高新技术産業区永達街 8 8 8 号 煙台東星磁性材料株式有限  
公司内

審査官 古河 雅輝

## (56)参考文献

特開 2 0 2 1 - 0 6 1 3 0 1 ( J P , A )  
 特開 2 0 2 1 - 1 5 8 3 4 1 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 3 - 0 3 1 4 0 9 ( J P , A )  
 特開 2 0 2 2 - 0 3 7 0 8 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 7 - 2 2 8 7 7 1 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 9 - 1 6 9 6 2 1 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 3 - 2 2 5 5 3 3 ( J P , A )  
 国際公開第 2 0 1 6 / 1 3 3 0 6 7 ( W O , A 1 )  
 特開 2 0 2 1 - 0 3 4 7 1 1 ( J P , A )  
 国際公開第 2 0 2 1 / 2 0 0 8 7 3 ( W O , A 1 )  
 特開 2 0 2 1 - 1 9 0 5 8 9 ( J P , A )  
 米国特許出願公開第 2 0 2 1 / 0 3 1 3 0 9 9 ( U S , A 1 )

## (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

*B 2 2 F* 1 / 0 0 - 8 / 0 0  
*B 2 2 F* 1 0 / 0 0 - 1 2 / 9 0  
*C 2 1 D* 6 / 0 0 - 6 / 0 4  
*C 2 1 D* 9 / 0 0 - 9 / 4 4  
*C 2 1 D* 9 / 5 0  
*C 2 2 C* 1 / 0 4 - 1 / 0 5  
*C 2 2 C* 5 / 0 0 - 2 5 / 0 0  
*C 2 2 C* 2 7 / 0 0 - 2 8 / 0 0  
*C 2 2 C* 3 0 / 0 0 - 3 0 / 0 6  
*C 2 2 C* 3 3 / 0 2  
*C 2 2 C* 3 5 / 0 0 - 4 5 / 1 0  
*H 0 1 F* 1 / 0 0 - 1 / 1 1 7  
*H 0 1 F* 1 / 4 0 - 1 / 4 2  
*H 0 1 F* 4 1 / 0 0 - 4 1 / 0 4  
*H 0 1 F* 4 1 / 0 8  
*H 0 1 F* 4 1 / 1 0