

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-4969

(P2020-4969A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 F 1/057 (2006.01)	HO 1 F 1/057 1 7 0	4 K O 1 8
HO 1 F 41/02 (2006.01)	HO 1 F 41/02 G	5 E O 4 0
C 2 2 C 33/02 (2006.01)	C 2 2 C 33/02 K	5 E O 6 2
B 2 2 F 3/24 (2006.01)	B 2 2 F 3/24 K	
	B 2 2 F 3/24 B	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-118362 (P2019-118362)
 (22) 出願日 令和1年6月26日 (2019.6.26)
 (31) 優先権主張番号 201810694252.7
 (32) 優先日 平成30年6月29日 (2018.6.29)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 中国 (CN)

(71) 出願人 310005618
 煙台首鋼磁性材料株式有限公司
 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
 (74) 代理人 100139033
 弁理士 日高 賢治
 (72) 発明者 楊昆昆
 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 煙台首鋼磁性
 材料株式有限公司内
 (72) 発明者 彭衆傑
 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 煙台首鋼磁性
 材料株式有限公司内

最終頁に続く

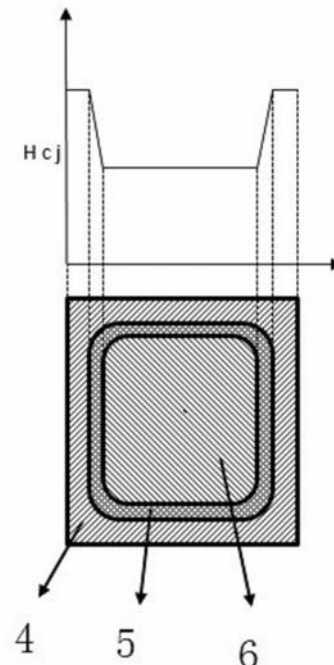
(54) 【発明の名称】 保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 Nd - Fe - B 系磁性体の磁化方向に平行な四つの表面に Dy 又は Tb の酸化物を塗布する方法による低い制御性を解決する。

【解決手段】 保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体は、磁化方向に垂直な面における所定範囲の周辺領域 4 の内部には所定の保磁力を有するよう重希土類元素が磁化方向に拡散され、中心領域 6 の内部には重希土類元素が拡散されておらず、周辺領域 4 と中心領域 6 とを繋ぐ中間領域 5 の内部には保磁力が周辺領域 4 から中心領域 6 に向かうに従って徐々に小さくなるよう重希土類元素が磁化方向に拡散されている。

【選択図】 図 7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体であって、
 前記保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体は、
 平面視において四角形、又は多角形、又は円形、又は楕円形であり、
 磁化方向に垂直な面における四角形又は多角形の各辺、或いは円形又は楕円形の円周から所定範囲の周辺領域の内部には、重希土類元素が磁化方向に拡散されており、
 磁化方向に垂直な面における中心領域の内部には、重希土類元素が拡散されておらず、
 磁化方向に垂直な面における前記周辺領域と前記中心領域とを繋ぐ中間領域の内部には、保磁力が前記周辺領域から前記中心領域に向かうに従って徐々に小さくなるよう重希土類元素が磁化方向に拡散されている、
 ことを特徴とする保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体。

【請求項 2】

前記重希土類元素が、ジスプロシウム又はテルビウムである、
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体。

【請求項 3】

前記保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体の磁化方向厚みは、2 ~ 10 mm である、
 ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体。

【請求項 4】

前記保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体が平面視四角形の場合、その長さ方向及び幅方向の最小サイズは 10 mm である、
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体。

【請求項 5】

平面視における前記 Nd - Fe - B 系磁性体の全体に対する前記周辺領域の面積比は 10 ~ 65 % である、
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体の製造方法であって、

工程 (a) : Nd - Fe - B 系磁性体を、磁化方向が垂直になるようにアルゴンガス保護庫内に配置し、ジスプロシウム、又はテルビウム、又はジスプロシウム - テルビウムを含む合金或いは化合物の粉末からなる重希土類粉末を前記 Nd - Fe - B 系磁性体の磁化方向に垂直な一方表面に均等に散布し、レーザー光を用いて前記重希土類粉末で覆われた前記 Nd - Fe - B 系磁性体の前記周辺領域を所定幅で照射し、前記 Nd - Fe - B 系磁性体の前記周辺領域に前記重希土類粉末を加熱硬化させて前記 Nd - Fe - B 系磁性体に接合させ、

工程 (b) : 前記 Nd - Fe - B 系磁性体の一方表面に残った前記重希土類粉末を除去し、

工程 (c) : 前記 Nd - Fe - B 系磁性体を 180° 反転させて、前記 Nd - Fe - B 系磁性体の磁化方向に垂直な他方表面に、前記工程 (a) 及び前記工程 (b) を実施し、

工程 (d) : 前記 Nd - Fe - B 系磁性体を真空焼結炉に投入し、真空条件又はアルゴンガス保護条件のもとで高温拡散処理及び時効処理を施す、

ことを特徴とする保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体の製造方法。

【請求項 7】

前記重希土類粉末の粒子径は、1 ~ 300 μm である、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の保磁力傾斜型 Nd - Fe - B 系磁性体の製造方法。

【請求項 8】

前記 Nd - Fe - B 系磁性体に散布する前記重希土類粉末と、前記 Nd - Fe - B 系磁

性体との質量比は、前記レーザー照射前で0.1～2%である、

ことを特徴とする請求項6又は7に記載の保磁力傾斜型Nd-F e - B系磁性体の製造方法。

【請求項9】

前記工程(d)における拡散温度は850～950、拡散時間は6～72時間、時効温度は450～650、時効時間は3～15時間である、

ことを特徴とする請求項6ないし8のいずれか1項に記載の保磁力傾斜型Nd-F e - B系磁性体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明はNd-F e - B系磁性体の加工技術分野に関し、具体的には保磁力傾斜型Nd-F e - B系磁性体及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

Nd-F e - B系磁性体は1983年の登場以降、コンピュータ、自動車、医療機器及び風力発電機器等の分野に広く応用されているが、応用過程において残留磁束密度の低下という状況が発生し易いという問題があった。多くの応用分野において、Nd-F e - B系磁性体の減磁は主に磁性体の周辺領域において生じるため、当該領域における保磁力の向上が求められていた。

20

【0003】

現在利用されている重希土類元素の拡散技術は、Nd-F e - B系磁性体の保磁力の増強に貢献しているが、通常の拡散技術は、Nd-F e - B系磁性体をジスプロシウム、テルビウム等の重希土類元素の環境に置き、且つ高温拡散及び時効処理を経て、ジスプロシウム、テルビウム元素を粒界に沿ってNd-F e - B系磁性体のNd₂Fe₁₄B相の境界へと拡散させ、Nd₂Fe₁₄Bの磁気異方性を高め、さらにはNd-F e - B系磁性体の保磁力を効果的に高めている。しかしながらこの方法では、一般的に磁性体の垂直磁化方向の二つの面の全てに重希土類材料を塗布、又は磁性体のあらゆる面に重希土類元素を塗布した後(磁性体全体を重希土類元素に埋入させることを含む)に拡散処理を施しており、この種の拡散技術は磁性体の実際の応用において減磁し易い領域に対して局所的に拡散処理を施し局所的領域の保磁力を向上させるものではなく、磁石全体に拡散させる方式であるため、磁性体全体の保磁力を高めることで実際の応用過程における抗減磁性を向上させているものの、重希土類元素の塗布面積全体が広くなり、重希土類元素全体の使用量が多くなっていた。

30

【0004】

信越化学工業株式会社の中国特許(CN101939804B公報)には、Nd-F e - B系磁性体の磁化方向に平行な四つの表面にDy又はTbの酸化物、Dy又はTbのフッ化物、あるいはDy又はTbを含む合金粉末を被覆し、高温拡散した後、磁性体を磁化方向に垂直な平面で切断して一定の厚さの磁性体とすることにより、切断面周辺の減磁し易い領域では保磁力が高く、内部ほど保磁力が低くなるNd-F e - B系磁性体が開示されている。しかしながらこの方法では、重希土類元素の拡散方向が垂直磁化方向であり、高保磁力領域のサイズ範囲は重希土類元素の拡散深度によって変化し、制御性に優れず、磁性体の実際の使用環境及び使用の要求に応じた高保磁力領域のサイズ範囲の調整が難しい、と言う課題がある。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】中国特許公報CN101939804B

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、上記従来技術が有する問題を解決することを目的とした保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体を提供することである。

【0007】

本発明のもう一つの目的は、上記保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の製造方法を提供することである。

【0008】

本発明の主たる目的は、磁性体全体の保磁力を高めることで実際の応用過程における抗減磁性を高めるといふ従来の拡散技術による重希土類元素の大量消費を無くし、さらにNd - Fe - B系磁性体の磁化方向に平行な四つの表面にDy又はTbの酸化物を塗布する方法による低い制御性、といった課題を解決するものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、本願の第一発明は、保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体であって、

前記保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体は、

平面視において四角形、又は多角形、又は円形、又は楕円形であり、

磁化方向に垂直な面における四角形又は多角形の各辺、或いは円形又は楕円形の円周から所定範囲の周辺領域の内部には、重希土類元素が磁化方向に拡散されており、

20

磁化方向に垂直な面における中心領域の内部には、重希土類元素が拡散されておらず、

磁化方向に垂直な面における前記周辺領域と前記中心領域とを繋ぐ中間領域の内部には、保磁力が前記周辺領域から前記中心領域に向かうに従って徐々に小さくなるよう重希土類元素が磁化方向に拡散されている、

ことを特徴とする。

【0010】

さらには、本願の第二の発明は、上記第一発明に係る保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の製造方法であって、

工程(a)：Nd - Fe - B系磁性体を、磁化方向が垂直になるようにアルゴンガス保護庫内に配置し、ジスプロシウム、テルビウム、又はジスプロシウム - テルビウムを含む合金或いは化合物の粉末からなる重希土類粉末を前記Nd - Fe - B系磁性体の磁化方向に垂直な一方表面に均等に散布し、レーザー光を用いて前記重希土類粉末で覆われた前記Nd - Fe - B系磁性体の前記周辺領域を所定幅で照射し、前記Nd - Fe - B系磁性体の前記周辺領域に前記重希土類粉末を加熱硬化させて前記Nd - Fe - B系磁性体に接合させ、

30

工程(b)：前記Nd - Fe - B系磁性体の一方表面に残った前記重希土類粉末を除去し、

工程(c)：前記Nd - Fe - B系磁性体を180°反転させて、前記Nd - Fe - B系磁性体の磁化方向に垂直な他方表面に、前記工程(a)及び前記工程(b)を実施し、

工程(d)：前記Nd - Fe - B系磁性体を真空焼結炉に投入し、真空条件又はアルゴンガス保護条件のもとで高温拡散処理及び時効処理を施す、

40

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明の保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体によれば、Nd - Fe - B系磁性体の実際の応用過程において周辺領域が減磁し易いという問題を解決でき、拡散処理過程を局所的な領域とすることで、重希土類元素を最大限に節約することができる。

【0012】

また本発明の保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の製造方法によれば、重希土類金属粉末のNd - Fe - B系磁性体表面への接合を、レーザー光を用いることにより、Nd -

50

Fe - B系磁性体の減磁し易い周辺領域の表面のみに重希土類被膜層を得ることができ、粒界拡散技術との組み合わせにより、Nd - Fe - B系磁性体周辺の減磁し易い領域の保磁力を高めることができ、従来の拡散技術及び拡散製品と比べて、磁性体の局所的領域の性能の制御性が高く、重希土類元素材料の利用効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】磁性体表面に重希土類粉末を均等に散布した状態の平面図である。

【図2】図1の断面図である。

【図3】重希土類粉末を散布した磁性体表面をレーザー光で照射した後の平面図である。

10

【図4】図3の断面図である。

【図5】磁性体表面をレーザー照射し且つ洗浄した後の平面図である。

【図6】図5の断面図である。

【図7】実施例によって製造される保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の周辺領域、中間領域及び中心領域の三つの領域の磁化方向に垂直な平面に沿った保磁力の分布を示す図である。

【図8】実施例によって製造される保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の周辺領域内の保磁力の磁化方向に沿った分布を示す図である。

【図9】実施例によって製造される保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の中間領域内の保磁力の磁化方向に沿った分布を示す図である。

20

【図10】実施例によって製造される保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の中心領域内の保磁力の磁化方向に沿った分布を示す図である。

【図11】実施例によって製造される保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の中心部を切断しサンプリングした図である。

【図12】実施例によって製造される保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の中心部のサンプルを示す図である。

【図13】図11に示す中心部のサンプルを1mm x 1mm x 1mmに切断した測定サンプルの断面を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

30

以下、本発明の原理及び特徴について説明するが、記載した実施例は本発明を説明するためだけのものであり、本発明の範囲に制限を加えるものではない。

【0015】

実施例1

図1、図2、図3、図4、図5、図6を参照し、実施例1に係る保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の製造方法を説明する。

サイズが20mm(H) x 20mm(W) x 5mm(T)のNd - Fe - B系磁性体1を、磁化方向に垂直になるように密接且つ均等にアルゴンガス庫内に載置し、平均粒子径が5μmのテルビウム粉末をNd - Fe - B系磁性体1の磁化方向に垂直な一方表面に均等に散布した。

40

【0016】

散布するテルビウム粉末の重量はNd - Fe - B系磁性体重量の0.5%であり、その後テルビウム粉末層2で被覆されたNd - Fe - B系磁性体1をレーザー照射装置に移動させ、レーザー光(レーザークラディング成膜法)を用いてNd - Fe - B系磁性体1の四辺の周辺2mm領域を照射し(照射面積は重希土類粉末で覆われた面積の約36%である)、当該領域内のテルビウム粉末を重希土類被膜層3となるよう加熱硬化させて、Nd - Fe - B系磁性体1の一方表面に接合させた。

【0017】

Nd - Fe - B系磁性体1の一方表面に残った未成膜のテルビウム粉末を除去(洗浄)した後、Nd - Fe - B系磁性体薄片を反転させ、磁化方向に垂直な他方表面にテルビウ

50

ム粉末を均等に散布した。

【0018】

散布するテルビウム粉末の重量は、Nd - Fe - B系磁性体重量の0.5%であり、その後レーザー光を用いてNd - Fe - B系磁性体の四辺の周辺2mm領域を照射し、当該領域内のテルビウム粉末を重希土類被膜層3となるよう加熱硬化させて、Nd - Fe - B系磁性体1の他方表面に接合させた。

【0019】

Nd - Fe - B系磁性体1の他方表面に残った未成膜のテルビウム粉末を除去した後、真空炉内へ載置し、900 x 24時間熱処理し、その後500 x 6時間の時効処理を実施して拡散処理を行い、保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体を得た。なお、拡散温度は850 ~ 950、拡散時間は6 ~ 72時間、時効温度は450 ~ 650、時効時間は3 ~ 15時間程度であればよく、特に限定されない(以下、実施例2 ~ 4についても同様)。

10

【0020】

上記によって得られた保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体は、磁化方向に垂直な面が、周辺領域4、中間領域5、中心領域6の三つの領域に分かれており、周辺領域4の内部の保磁力は垂直磁化方向に沿って所定の高い値を有し、中間領域5の内部の保磁力は周辺領域4から中心領域6に向かって徐々に低下し(保磁力は垂直磁化方向に沿って外側から内側へと徐々に低下し)、中心領域6の内部の保磁力は、垂直磁化方向及び磁化方向に沿って所定の低い値を示し、周辺領域4の内部の平均保磁力は中間領域5の内部の平均保磁力よりも大きく、中間領域5の内部の平均保磁力は中心領域6の内部の平均保磁力よりも大きくなる。なお、中間領域及びその内部は、重希土類元素が周辺領域から中心領域へと自然と拡散することによって形成されるものである。

20

【0021】

拡散・時効処理によって製造された保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の周辺領域4、中間領域5及び中心領域6の三つの領域の内部における磁気特性分布を、以下の方法により測定した。

【0022】

まず、図10及び図11に示すように、拡散・時効処理後の保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体(20mm(H) x 20mm(W) x 5mm(T))を、幅方向の中心箇所において長さ方向に沿って20mm(H) x 1mm(W) x 5mm(T)サイズの磁性体小片に切断した。

30

【0023】

その後、図12に示すように、磁性体小片を100個の1mm(H) x 1mm(W) x 1mm(T)サイズの磁性体ブロックに切断し、長さ方向(20mm)をX軸方向とし、幅方向(5mm)をY軸方向とし、座標箇所に基づき、磁性体ブロックを(X、Y)番の磁性体ブロックとした。

【0024】

例えば、X軸方向1番目の箇所及びY軸方向1番目の箇所の磁性体ブロックを(1、1)とし、X軸方向20番目の箇所及びY軸方向1番目の箇所の磁性体ブロックを(20、1)として、全ての磁性体ブロックについて性能測定試験を行い、測定試験の結果(一部の磁性体ブロック)を表1に示す。

40

【0025】

【表 1】

実施例1	サンプル番号	(1,1)		(2,1)		(3,1)		(6,1)		(8,1)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.6	29.6	13.6	29.6	13.7	27.2	13.8	18.9	13.8	18.9
	サンプル番号	(1,3)		(2,3)		(3,3)		(6,3)		(8,3)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.7	26.4	13.7	26.4	13.8	23.7	13.8	18.9	13.8	18.9
サンプル番号	(1,5)		(2,5)		(3,5)		(6,5)		(8,5)		
磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	
	13.6	29.6	13.6	29.6	13.7	27.3	13.8	18.9	13.8	18.9	
実施例2	サンプル番号	(1,1)		(3,1)		(4,1)		(8,1)		(10,1)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.6	29.6	13.6	29.6	13.7	28.1	13.8	18.9	13.8	18.9
	サンプル番号	(1,5)		(3,5)		(4,5)		(8,5)		(10,5)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.7	26.4	13.7	26.4	13.8	24.2	13.8	18.9	13.8	18.9
サンプル番号	(1,10)		(3,10)		(4,10)		(8,10)		(10,10)		
磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	
	13.6	29.6	13.6	29.6	13.7	28.2	13.8	18.9	13.8	18.9	
実施例3	サンプル番号	(1,1)		(2,1)		(3,1)		(6,1)		(8,1)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.6	25.7	13.6	25.7	13.7	23.1	13.8	18.9	13.8	18.9
	サンプル番号	(1,3)		(2,3)		(3,3)		(6,3)		(8,3)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.7	22.2	13.7	22.2	13.8	21.2	13.8	18.9	13.8	18.9
サンプル番号	(1,5)		(2,5)		(3,5)		(6,5)		(8,5)		
磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	
	13.6	25.7	13.6	25.6	13.7	23.1	13.8	18.9	13.8	18.9	
実施例4	サンプル番号	(1,1)		(2,1)		(3,1)		(6,1)		(8,1)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.6	29.6	13.6	29.6	13.7	27.6	13.8	18.9	13.8	18.9
	サンプル番号	(1,3)		(2,3)		(3,3)		(6,3)		(8,3)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.7	26.5	13.7	26.5	13.8	23.9	13.8	18.9	13.8	18.9
サンプル番号	(1,5)		(2,5)		(3,5)		(6,5)		(8,5)		
磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	
	13.6	29.6	13.6	29.6	13.7	27.6	13.8	18.9	13.8	18.9	
比較例	サンプル番号	(1,1)		(5,1)		(10,1)		(15,1)		(20,1)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9
	サンプル番号	(1,3)		(5,3)		(10,3)		(15,3)		(20,3)	
	磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj
		13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9
サンプル番号	(1,5)		(5,5)		(10,5)		(15,5)		(20,5)		
磁気特性	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	Br	Hcj	
	13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9	13.8	18.9	

10

20

30

【0026】

各磁性体ブロックの測定結果に基づく保磁力傾斜型Nd-Fe-B系磁性体の保磁力の分布を図7～図10に示す。図7は、実施例1によって製造された保磁力傾斜型Nd-Fe-B系磁性体の周辺領域4、中間領域5及び中心領域6の三つの領域における磁化方向に垂直な平面に沿った保磁力の分布を示しており、図8は周辺領域4における磁化方向に沿った保磁力の分布を示し、図9は中間領域5における磁化方向に沿った保磁力の分布を示し、図10は中心領域6における磁化方向に沿った保磁力の分布を示す図である。図示するように、実施例1に係る磁石の保磁力は、厚み方向両端面が最も高く、中心位置が最も低いV字傾斜（V字勾配）を有している。

40

【0027】

実施例2

図1、図2、図3、図4、図5、図6を参照し、実施例2に係る保磁力傾斜型Nd-Fe-B系磁性体の製造方法を説明する。

サイズが40mm(H)×40mm(W)×10mm(T)のNd-Fe-B系磁性体1を、磁化方向に垂直になるように密接且つ均等にアルゴンガス庫内に載置し、平均粒子径が100μmのテルビウム粉末をNd-Fe-B系磁性体1の磁化方向に垂直な一方面に均等に散布した。

【0028】

散布するテルビウム粉末の重量はNd-Fe-B系磁性体重量の2.0%であり、その

50

後テルビウム粉末層2で被覆されたNd - Fe - B系磁性体1をレーザー照射装置に移動させ、レーザー光を用いてNd - Fe - B系磁性体1の四辺の周辺3mm領域を照射し(照射面積は重希土類粉末で覆われた面積の約28%である)、当該領域内のテルビウム粉末を重希土類被膜層3となるよう加熱硬化させて、Nd - Fe - B系磁性体1の一方表面に接合させた。

【0029】

Nd - Fe - B系磁性体1の一方表面に残った未成膜のテルビウム粉末を除去した後、Nd - Fe - B系磁性体薄片を反転させ、磁化方向に垂直な他方表面にテルビウム粉末を均等に散布した。

【0030】

散布するテルビウム粉末の重量はNd - Fe - B系磁性体重量の2.0%であり、その後レーザー光を用いてNd - Fe - B系磁性体1の四辺の周辺3mm領域を照射し(照射面積は重希土類粉末で覆われた面積の約28%である)、当該領域内のテルビウム粉末を重希土類被膜層3となるよう加熱硬化させて、Nd - Fe - B系磁性体1の他方表面に接合させた。

【0031】

Nd - Fe - B系磁性体1の他方表面に残った未成膜のテルビウム粉末を除去した後、真空炉内へ載置し、850 x 72時間の熱処理、500 x 15時間の時効処理を実施して拡散処理を行い、保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体を得た。

【0032】

実施例1と同様の切断方法により、拡散・時効処理後のNd - Fe - B系磁性体1(40mm(H) x 40mm(W) x 10mm(T))を、幅方向の中心箇所において長さ方向に沿って40mm(H) x 1mm(W) x 10mm(T)サイズの磁性体小片に切断し、その後、当該小片を400個の1mm(H) x 1mm(W) x 1mm(T)サイズからなる磁性体ブロックに切断した。実施例1と同様に、異なる箇所の磁性体ブロックを(X、Y)番の磁性体とし、各磁性体ブロックの磁気特性を測定し、測定結果の一部を表1に記載する。測定結果は、実施例1と同様に図7~10に示すとおり保磁力分布を示した。

【0033】

上記によって得られた保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体は、磁化方向に垂直な面が、周辺領域4、中間領域5、中心領域6の三つの領域に分かれており、周辺領域4の内部の保磁力は垂直磁化方向に沿って所定の高い値を有し、中間領域5の内部の保磁力は周辺領域4から中心領域6に向かって徐々に低下し(保磁力は垂直磁化方向に沿って外側から内側へと徐々に低下し)、中心領域6の内部の保磁力は、垂直磁化方向及び磁化方向に沿って所定の低い値を有し、周辺領域4の平均保磁力は中間領域5の平均保磁力よりも大きく、中間領域5の平均保磁力は中心領域6の平均保磁力よりも大きくなる。

【0034】

実施例3

図1、図2、図3、図4、図5、図6を参照し、実施例3に係る保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の製造方法を説明する。

サイズが80mm(H) x 20mm(W) x 5mm(T)である複数のNd - Fe - B系磁性体1を磁化方向に垂直になるように密接且つ均等にアルゴンガス庫内に載置し、平均粒子径が200μmのジスプロシウム粉末をNd - Fe - B系磁性体1の磁化方向に垂直な一方表面に均等に散布した。

【0035】

散布するジスプロシウム粉末の重量はNd - Fe - B系磁性体重量の0.5%であり、その後ジスプロシウム粉末層2で被覆されたNd - Fe - B系磁性体1をレーザー照射装置に移動させ、レーザー光を用いてNd - Fe - B系磁性体1の四辺の周辺2mm領域を照射し(照射面積は重希土類粉末で覆われた面積の約24%である)、当該領域内のテルビウム粉末を重希土類被膜層3となるよう加熱硬化させて、Nd - Fe - B系磁性体1の

10

20

30

40

50

一方表面に接合させた。

【0036】

Nd - Fe - B系磁性体1の一方表面に残った未成膜のジスプロシウム粉末を除去した後、Nd - Fe - B系磁性体を反転させ、磁化方向に垂直な他方表面にジスプロシウム粉末を均等に散布した。

【0037】

散布するジスプロシウム粉末の重量はNd - Fe - B系磁性体重量の0.5%であり、その後レーザー光を用いてNd - Fe - B系磁性体1の四辺の周辺2mm領域を照射し、当該領域内のテルビウム粉末を重希土類被膜層3となるよう加熱硬化させて、Nd - Fe - B系磁性体1の他方表面に接合させた。

10

【0038】

Nd - Fe - B系磁性体1の他方表面に残った未成膜のジスプロシウム粉末を除去した後、真空炉内に際しし、950 x 6時間の熱処理、450 x 8時間の時効処理を実施して拡散処理を行い、保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体を得た。

【0039】

実施例1と同様の方法により、拡散・時効処理後のNd - Fe - B系磁性体(80mm(H) x 20mm(W) x 5mm(T))を、長さ方向の中心箇所において幅方向に沿って20mm(H) x 1mm(W) x 5mm(T)サイズの磁性体小片に切断し、その後、当該小片を100個の1mm(H) x 1mm(W) x 1mm(T)サイズの磁性体ブロックに切断した。実施例1と同様に、異なる箇所の磁性体ブロックを(X、Y)番の磁性体とし、各磁性体ブロックの磁気特性を測定し、測定結果の一部を表1に記載する。測定結果は、実施例1と同様に図7~10に示すとおり保磁力分布を示した。

20

【0040】

上記によって得られた保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体は、磁化方向に垂直な面が、周辺領域4、中間領域5、中心領域6の三つの領域に分かれており、周辺領域4の内部の保磁力は垂直磁化方向に沿って所定の高い値を有し、中間領域5の内部の保磁力は周辺領域4から中心領域6に向かって徐々に低下し(保磁力は垂直磁化方向に沿って外側から内側へと徐々に低下し)、中心領域6の内部の保磁力は、垂直磁化方向及び磁化方向に沿って所定の低い値を有し、周辺領域4の平均保磁力は中間領域5の平均保磁力よりも大きく、中間領域5の平均保磁力は中心領域6の平均保磁力よりも大きくなる。

30

【0041】

実施例4

図1、図2、図3、図4、図5、図6を参照し、実施例4に係る保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体の製造方法を説明する。

サイズが80mm(H) x 80mm(W) x 5mm(T)である複数のNd - Fe - B系磁性体1を磁化方向に垂直になるように密接且つ均等にアルゴンガス庫内に載置し、平均粒子径が250μmのテルビウム - コバルト合金粉末(テルビウムの質量比は90%)を、Nd - Fe - B系磁性体1の磁化方向に垂直な一方表面に均等に散布した。

【0042】

散布するテルビウム - コバルト合金粉末の重量はNd - Fe - B系磁性体重量の0.5%であり、その後テルビウム - コバルト合金粉末層2で被覆されたNd - Fe - B系磁性体1をレーザー照射装置に移動させ、レーザー光を用いてNd - Fe - B系磁性体1の四辺の周辺2mm領域を照射し(照射面積は重希土類粉末で覆われた面積の約10%である)、当該領域内のテルビウム - コバルト合金粉末を重希土類被膜層3となるよう加熱硬化させて、Nd - Fe - B系磁性体1の一方表面に接合させた。

40

【0043】

Nd - Fe - B系磁性体1の一方表面に残った未成膜のテルビウム - コバルト合金粉末を除去した後、Nd - Fe - B系磁性体1を反転させ、磁化方向に垂直な他方表面にテルビウム - コバルト合金粉末を均等に散布した。

【0044】

50

散布するテルビウム - コバルト合金粉末の重量はNd - Fe - B系磁性体重量の0.5%であり、その後、レーザー光を用いてNd - Fe - B系磁性体1の四辺の周辺2mm領域を照射し、当該領域内のテルビウム - コバルト合金粉末を重希土類被膜層3となるよう加熱硬化させて、Nd - Fe - B系磁性体1の他方表面に接合させた。

【0045】

Nd - Fe - B系磁性体1表面に残った未成膜のテルビウム - コバルト合金粉末を除去した後、真空炉内に載置し、900 x 24時間の熱処理、650 x 6時間の時効処理を実施して拡散処理を行い、保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体を得た。

【0046】

実施例1と同様の方法により、拡散・時効処理後のNd - Fe - B系磁性体(80mm(H) x 80mm(W) x 5mm(T))を、幅方向の中心箇所において長さ方向に沿って80mm(H) x 1mm(W) x 5mm(T)サイズの磁性体小片に切断し、その後、当該小片を400個の1mm(H) x 1mm(W) x 1mm(T)サイズの磁性体ブロックに切断した。実施例1と同様に、異なる箇所の磁性体ブロックを(X、Y)番の磁性体とし、各磁性体ブロックの磁気特性を測定し、測定結果の一部を表1に記載する。測定結果は、実施例1と同様に図7~10に示すとおり保磁力分布を示した。

10

【0047】

上記によって得られた保磁力傾斜型Nd - Fe - B系磁性体は、磁化方向に垂直な面が、周辺領域4、中間領域5、中心領域6の三つの領域に分かれており、周辺領域4の内部の保磁力は垂直磁化方向に沿って所定の高い値を有し、中間領域5の内部の保磁力は周辺領域4から中心領域6に向かって徐々に低下し(保磁力は垂直磁化方向に沿って外側から内側へと徐々に低下し)、中心領域6の内部の保磁力は、垂直磁化方向及び磁化方向に沿って所定の低い値を有し、周辺領域4の平均保磁力は中間領域5の平均保磁力よりも大きく、中間領域5の平均保磁力は中心領域6の平均保磁力よりも大きくなる。

20

【0048】

比較例

比較例として、サイズが20mm(H) x 20mm(W) x 5mm(T)であり、拡散処理を施していないNd - Fe - B系磁性体を、実施例1と同様の切断方法により、100個の1mm(H) x 1mm(W) x 1mm(T)サイズの磁性体ブロックに切断し、実施例1と同様に付番した後、磁気特性を測定し、測定結果の一部を表1に記載する。

30

【0049】

上記比較例の測定結果は、実施例1~4で作成した磁石の中心領域と同じく(図10と同じく)、保磁力は磁化方向に沿って傾斜せずに一定であった。

【0050】

なお、上記実施例におけるNd - Fe - B系磁性体は、平面視四角形の立方体として説明したが、平面視多角形、円形、楕円形の立体であってもよく、その厚みは2~10mm程度であればよく、特に限定されない。また、重希土類粉末の粒子径は、1~300μm程度であればよく、Nd - Fe - B系磁性体に散布する重希土類粉末量は、レーザー照射前において、Nd - Fe - B系磁性体に対する質量比で0.1~2%程度であればよく、特に限定されない。

40

【0051】

更に、各実施例において、平面視におけるNd - Fe - B系磁性体の全体に対する周辺領域の面積比は10~36%としたが、10~65%程度であればよい。

【0052】

以上、本願発明の具体的実施例を示したが、各実施例はいずれも本願発明の製造方法及び関連製品の特徴について詳細に説明したものに過ぎず、本発明に対し如何なる形式上の制限を加えるものでもなく、実質的に本発明技術に基づいてなされた内容は、すべて本発明の保護範囲内に属するものである。

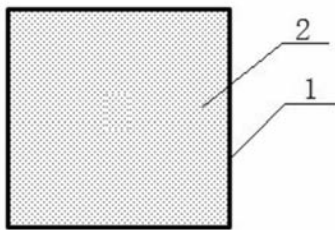
【符号の説明】

【0053】

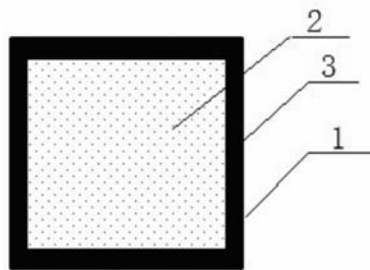
50

- 1 Nd - Fe - B系磁性体
- 2 重希土類粉末層
- 3 重希土類被膜層
- 4 周辺領域
- 5 中間領域
- 6 中心領域

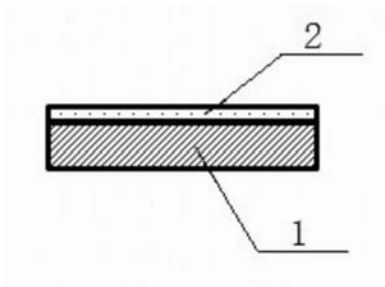
【 図 1 】



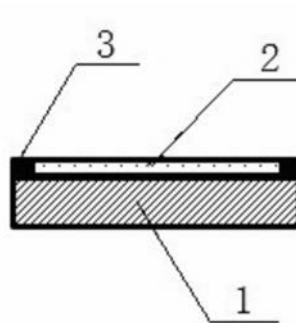
【 図 3 】



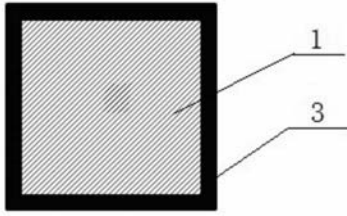
【 図 2 】



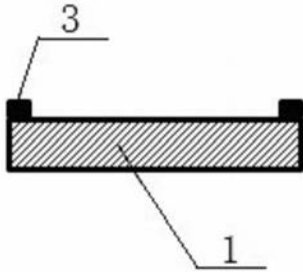
【 図 4 】



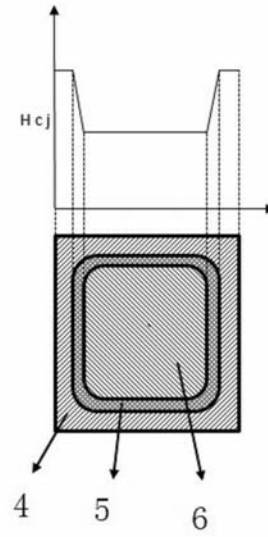
【 図 5 】



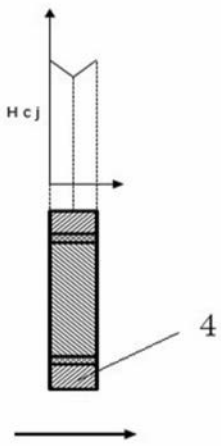
【 図 6 】



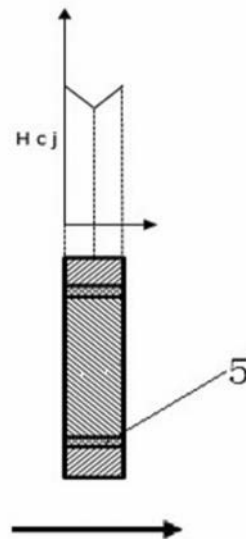
【 図 7 】



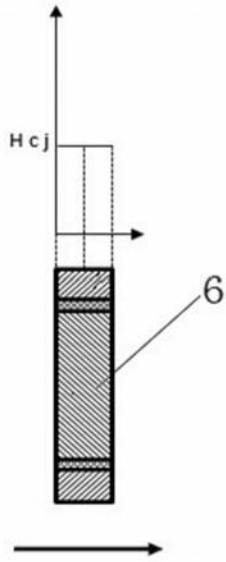
【 図 8 】



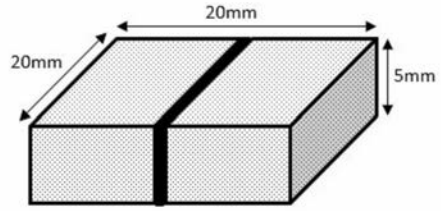
【 図 9 】



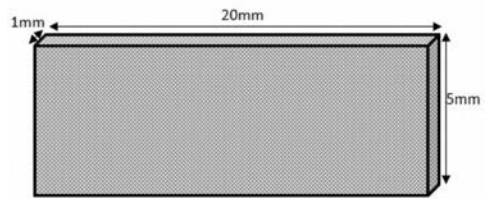
【 図 1 0 】



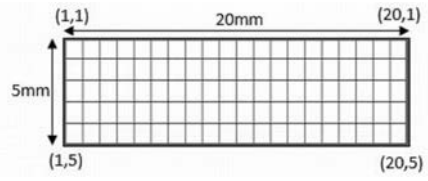
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 2 F 3/24 L

(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术産業区永達街 8 8 8 号 煙台首鋼磁性材料株式有限
公司内

F ターム(参考) 4K018 AA27 BA20 BB04 FA01 FA06 FA08 FA11 FA12 KA45
5E040 AA04 AA19 BD01 CA01 HB11 NN06 NN17 NN18
5E062 CC03 CD04 CG05 CG07