

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-258935

(P2011-258935A)

(43) 公開日 平成23年12月22日(2011.12.22)

(51) Int.Cl.

**H01F 1/053** (2006.01)  
**H01F 1/08** (2006.01)  
**C22C 38/00** (2006.01)

F 1

H 01 F 1/04  
H 01 F 1/08  
C 22 C 38/00  
C 22 C 38/00

テーマコード(参考)

5 E O 4 O

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-99465 (P2011-99465)  
(22) 出願日 平成23年4月27日 (2011.4.27)  
(31) 優先権主張番号 特願2010-111743 (P2010-111743)  
(32) 優先日 平成22年5月14日 (2010.5.14)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000002060  
信越化学工業株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目6番1号  
(74) 代理人 100079304  
弁理士 小島 隆司  
(74) 代理人 100114513  
弁理士 重松 沙織  
(74) 代理人 100120721  
弁理士 小林 克成  
(74) 代理人 100124590  
弁理士 石川 武史  
(72) 発明者 福井 和也  
福井県越前市北府二丁目1番5号 信越化  
学工業株式会社磁性材料研究所内

最終頁に続く

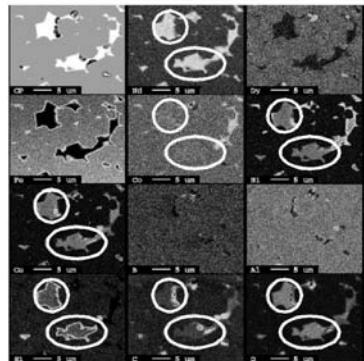
(54) 【発明の名称】 R-T-B 系希土類焼結磁石

## (57) 【要約】

【解決手段】 R (RはY及びScを含む希土類元素のうちの1種又は2種以上の組み合わせ)、T (TはFe、又はFe及びCo)、B、Ni、Si、Cu、及びM (MはGa、Zr、Nb、Hf、Ta、W、Mo、Al、V、Cr、Ti、Ag、Mn、Ge、Sn、Bi、Pb及びZnから選ばれる1種又は2種以上の組み合わせ)を含有し、Rが2.6~3.6質量%、Bが0.5~1.5質量%、Niが0.1~2.0質量%、Siが0.1~3.0質量%、Cuが0.05~1.0質量%、Mが0.05~4.0質量%、残部がT及び不可避不純物である組成を有する焼結体からなるR-T-B系希土類焼結磁石。

【効果】 本発明のNd-Fe-B系希土類焼結磁石は、NiとSiとCuとが複合添加されており、これにより、高磁気特性、かつ高耐食性の希土類焼結磁石を提供することができる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

R (RはY及びScを含む希土類元素のうちの1種又は2種以上の組み合わせ)、T (TはFe、又はFe及びCo)、B、Ni、Si、Cu、及びM (MはGa、Zr、Nb、Hf、Ta、W、Mo、Al、V、Cr、Ti、Ag、Mn、Ge、Sn、Bi、Pb及びZnから選ばれる1種又は2種以上の組み合わせ)を含有し、Rが26～36質量%、Bが0.5～1.5質量%、Niが0.1～2.0質量%、Siが0.1～3.0質量%、Cuが0.05～1.0質量%、Mが0.05～4.0質量%、残部がT及び不可避不純物である組成を有する焼結体からなることを特徴とするR-T-B系希土類焼結磁石。

10

## 【請求項 2】

焼結体が、上記不可避不純物として、O、C及びNから選ばれる1種又は2種以上を含むことを特徴とする請求項1記載のR-T-B系希土類焼結磁石。

## 【請求項 3】

焼結体中のO(酸素)量が8000ppm以下、C(炭素)量が2000ppm以下、N(窒素)量が1000ppm以下であることを特徴とする請求項2記載のR-T-B系希土類焼結磁石。

## 【請求項 4】

焼結体中に $R_{2-T_{14}}-B_1$ 相を主相として含み、該相の平均結晶粒径が3.0～10.0μmであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載のR-T-B系希土類焼結磁石。

20

## 【請求項 5】

R、Co、Si、Ni及びCuを含む化合物の相が、焼結体中に析出していることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載のR-T-B系希土類焼結磁石。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、良好な磁気特性及び耐食性を有する希土類焼結磁石に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

Nd-Fe-B系磁石は、鉄と、安価であって資源的に豊富で安定供給が可能なNd及びBとの組み合わせにより安価に製造できると共に、高磁気特性（最大エネルギー積はフェライト系磁石の10倍程度）を有する。そのため、電子機器など種々の製品に利用され、また、ハイブリッドカー用のモーターや発電機などにも採用され、使用量が増えている。

30

## 【0003】

しかし、Nd-Fe-B系磁石は、優れた磁力を有するものの、軽希土類のNdとFeとを主成分としているため、耐食性に乏しく、通常雰囲気中でも時間の経過とともに錆が発生してくる。そのため、Nd-Fe-B系磁石は、磁石素体の表面上に樹脂やめっき等からなる保護層が設けられた構成とされることが多い。

40

## 【0004】

特開平2-4939号公報（特許文献1）には、磁石素体の耐食性を向上させる手段として、Feの一部をCoとNiで複合置換する方法が開示されている。しかし、Feの一部をNiで置換した場合、磁石の保磁力が大きく低下するという問題があり、実用化には至っていない。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

## 【特許文献1】特開平2-4939号公報

## 【発明の概要】

50

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0006】**

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、良好な磁気特性と高い耐食性とを実現した希土類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】**

**【0007】**

本発明者は、かかる課題を解決するために鋭意検討を行った結果、Nd - Fe - B系焼結磁石において、耐食性を向上させるためにFeの一部をNiで置換することにより生じる保磁力低下の問題を、Nd - Fe - B系焼結磁石に対して、Niと共に、SiとCuとを複合添加することにより抑制することができ、耐食性を向上させつつ、保磁力の低下を効果的に抑制することができることを知見し、本発明をなすに至った。10

**【0008】**

従って、本発明は、下記のR - T - B系希土類焼結磁石を提供する。

**請求項1：**

R (RはY及びScを含む希土類元素のうちの1種又は2種以上の組み合わせ)、T (TはFe、又はFe及びCo)、B、Ni、Si、Cu、及びM (MはGa、Zr、Nb、Hf、Ta、W、Mo、Al、V、Cr、Ti、Ag、Mn、Ge、Sn、Bi、Pb及びZnから選ばれる1種又は2種以上の組み合わせ)を含有し、

Rが26～36質量%、Bが0.5～1.5質量%、Niが0.1～2.0質量%、Siが0.1～3.0質量%、Cuが0.05～1.0質量%、Mが0.05～4.0質量%、残部がT及び不可避不純物である組成を有する焼結体からなることを特徴とするR - T - B系希土類焼結磁石。20

**請求項2：**

焼結体が、上記不可避不純物として、O、C及びNから選ばれる1種又は2種以上を含むことを特徴とする請求項1記載のR - T - B系希土類焼結磁石。

**請求項3：**

焼結体中のO(酸素)量が8000ppm以下、C(炭素)量が2000ppm以下、N(窒素)量が1000ppm以下であることを特徴とする請求項2記載のR - T - B系希土類焼結磁石。

**請求項4：**

焼結体中に $R_2 - T_{14} - B_1$ 相を主相として含み、該相の平均結晶粒径が3.0～10.0 $\mu m$ であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載のR - T - B系希土類焼結磁石。30

**請求項5：**

R、Co、Si、Ni及びCuを含む化合物の相が、焼結体中に析出していることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載のR - T - B系希土類焼結磁石。

**【発明の効果】**

**【0009】**

本発明のNd - Fe - B系希土類焼結磁石は、NiとSiとCuとが複合添加されており、これにより、高磁気特性、かつ高耐食性の希土類焼結磁石を提供することができる。40

**【図面の簡単な説明】**

**【0010】**

【図1】実施例2の焼結磁石の電子顕微鏡写真及びEPMA写真である。

【図2】比較例6の焼結磁石の電子顕微鏡写真及びEPMA写真である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0011】**

以下、本発明について詳細に説明する。

本発明のR - T - B系希土類焼結磁石(希土類永久磁石)は、R (RはY及びScを含む希土類元素のうちの1種又は2種以上の組み合わせ)、T (TはFe、又はFe及びCo)、B、Ni、Si、Cu、及びM (MはGa、Zr、Nb、Hf、Ta、W、Mo、50

A<sub>1</sub>、V、Cr、Ti、Ag、Mn、Ge、Sn、Bi、Pb及びZnから選ばれる1種又は2種以上の組み合わせ)を含有する。

#### 【0012】

Rは、Y及びScを含む希土類元素のうちの1種又は2種以上の組み合わせであり、希土類元素として具体的には、Y、Sc、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Yb及びLuが挙げられ、Nd、Pr、Dyが特に好ましい。希土類元素は1種単独で用いてもよいが、2種以上を組み合わせて用いることがより好ましい。具体的には、NdとDyとの組み合わせ、NdとPrとの組み合わせ、NdとPrとDyとの組み合わせが好適である。

#### 【0013】

本発明において、Rの量は、26質量%未満では保磁力が著しく減少する可能性が高く、一方、36質量%を超えると、Rリッチ相の量が必要以上に増えるため、残留磁化が低くなり、結果として磁気特性が低下する可能性が高い。そのため、焼結体中のRの含有量が26～36質量%であることが好ましい。特に、27～29質量%であると、4相共存領域中の微細な-N<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>相等の析出を制御しやすくより好ましい。

#### 【0014】

本発明のR-T-B系希土類焼結磁石は、B(ホウ素)を含有する。Bの量は、0.5質量%未満では、Nd<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>相の析出により保磁力が著しく低下することとなり、1.5質量%を超えると、Bリッチ相(組成により変わるが、多くの場合はNd<sub>1+x</sub>Fe<sub>4</sub>B<sub>4</sub>相)の量が増えて、残留磁化が低くなってしまうため、焼結体中のBの含有量が0.5～1.5質量%、特に0.8～1.3質量%であることが好ましい。

#### 【0015】

本発明のR-T-B系希土類焼結磁石は、Ni、Si及びCuの3成分をいずれも必須成分として含有する。R-T-B系希土類焼結磁石中にNiを添加すると、R-T-B系希土類焼結磁石の耐食性を向上させることができるもの、Niのみの添加では、保磁力の低下が引き起こされる。Ni、Si及びCuの3成分すべてを添加することで、R-T-B系希土類焼結磁石の耐食性を向上させつつ、保磁力の低下を効果的に抑制することができる。

#### 【0016】

Niの量は、0.1質量%未満では、十分な耐食性が得られず、2.0質量%を超えると、残留磁化及び保磁力が著しく低下してしまうため、焼結体中のNiの含有量が0.1～2.0質量%、特に0.2～1.0質量%であることが好ましい。

#### 【0017】

Siの量は、0.1質量%未満では、Niの添加により低下した保磁力が十分に回復せず、3.0質量%を超えると残留磁化が著しく低下してしまうため、焼結体中のSiの含有量が0.1～3.0質量%、特に0.2～1.5質量%であることが好ましい。

#### 【0018】

Cuの量は、0.05質量%未満では、保磁力(iHc)の増加の効果が非常に少なく、1.0質量%を超えると、残留磁束密度(Br)の減少が大きくなるため、焼結体中のCuの含有量が0.05～1.0質量%、特に0.1～0.4質量%であることが好ましい。

#### 【0019】

本発明のR-T-B系希土類焼結磁石は、更に添加元素Mを含有する。MはGa、Zr、Nb、Hf、Ta、W、Mo、Al、V、Cr、Ti、Ag、Mn、Ge、Sn、Bi、Pb及びZnから選ばれる1種又は2種以上の組み合わせである。これらの元素のなかでも、Ga、Zr、Nb、Hf、Al、Tiが特に好ましい。

#### 【0020】

添加元素Mは、保磁力を上昇させる等の目的に応じて用いられるものであるが、0.05質量%未満では、その効果がほとんど発揮されず、4.0質量%を超えると、残留磁化が著しく減少するおそれがある。そのため焼結体中のMの好ましい含有量は、0.05～

4 . 0 質量 % であり、 0 . 1 ~ 2 . 0 質量 % であることがより好ましい。

【 0 0 2 1 】

本発明の R - T - B 系希土類焼結磁石は、 T で示される成分として、 F e 、又は F e 及び C o を含有する。 T の含有量は、 焼結体全体 ( 1 0 0 質量 % ) から、 上述した R 、 B 、 N i 、 S i 、 C u 、 M 、及び後述する不可避不純物の含有量を除いた残部である。

【 0 0 2 2 】

R - T - B 系希土類焼結磁石には、 通常、 不可避不純物が含まれる。 この不可避不純物は、 少量であれば磁石の磁気特性等に影響するものではないが、 通常、 不可避不純物（上述した特定成分以外の元素）の量は、 1 質量 % ( 1 0 0 0 0 p p m ) 以下であることが好ましい。

10

【 0 0 2 3 】

不可避不純物として、 典型的には、 O ( 酸素 ) 、 C ( 炭素 ) 及び N ( 窒素 ) が挙げられる。 本発明の R - T - B 系希土類焼結磁石は、 O 、 C 及び N から選ばれる 1 種又は 2 種以上を含有していてもよい。

【 0 0 2 4 】

R - T - B 系希土類焼結磁石は、 酸化しやすい合金系であるために、 微粉碎等の磁石製造工程中で、 酸素濃度が上がって、 得られた磁石が酸素を含有する場合がある。 通常の磁石製造での酸素の含有は、 本発明の効果を損なうものではないが、 焼結体中の酸素量が 8 0 0 0 p p m を超えると、 残留磁束密度、 保磁力が大きく減少する場合があるため、 8 0 0 0 p p m 以下、 特に 5 0 0 0 p p m 以下であることが好ましい。 なお、 一般的な製造工程で製造された希土類焼結磁石は、 通常、 酸素を 5 0 0 p p m 以上で含んでいる場合が多い。

20

【 0 0 2 5 】

また、 残留磁束密度を向上させるために、 磁石の製造工程で潤滑剤を添加する場合があるが、 潤滑剤等の添加物からの混入、 原料の不純物としての混入、 更には、 B の一部を置換する目的で、 炭素源となる材料を添加する場合などによって、 得られた磁石が炭素を含有する場合がある。 通常の磁石製造での炭素の含有は、 本発明の効果を損なうものではないが、 焼結体中の炭素量が 2 0 0 0 p p m を超えると、 保磁力が大きく減少する場合があるため、 2 0 0 0 p p m 以下、 特に 1 0 0 0 p p m 以下であることが好ましい。 なお、 一般的な製造工程で製造された希土類焼結磁石は、 通常、 炭素を 3 0 0 p p m 以上で含んでいる場合が多い。

30

【 0 0 2 6 】

更に、 磁石製造において、 微粉碎工程などは窒素雰囲気で行われる場合が多いため、 得られた磁石が窒素を含有する場合がある。 通常の磁石製造での窒素の含有は、 本発明の効果を損なうものではないが、 焼結体中の窒素量が 1 0 0 0 p p m を超えると、 焼結性及び角型性が低下する場合があり、 更には、 保磁力も大きく減少する場合があるため、 1 0 0 0 p p m 以下、 特に 5 0 0 p p m 以下であることが好ましい。 なお、 一般的な製造工程で製造された希土類焼結磁石は、 通常、 窒素を 1 0 0 p p m 以上で含んでいる場合が多い。

【 0 0 2 7 】

R - T - B 系希土類焼結磁石を構成する結晶相には、 主相として R<sub>2</sub> - T<sub>14</sub> - B<sub>1</sub> 化合物の相が含まれ、 本発明の R - T - B 系希土類焼結磁石も、 この R<sub>2</sub> - T<sub>14</sub> - B<sub>1</sub> 相を含む。 R<sub>2</sub> - T<sub>14</sub> - B<sub>1</sub> 相の平均結晶粒径は、 耐食性を左右するものではないが、 3 . 0 μm 未満では、 焼結体の配向度が低くなつて残留磁束密度が減少してしまうおそれがあり、 1 0 . 0 μm 以上では、 保磁力が減少してしまうおそれがあるため、 3 . 0 ~ 1 0 . 0 μm であることが好ましい。

40

【 0 0 2 8 】

また、 N d - F e - B 系希土類焼結磁石は、 焼結体中の粒界相が保磁力の発現に大きな役割を果たしており、 耐食性の観点からも粒界相の劣化の抑制が重要であることが知られている。 本発明の N d - F e - B 系希土類焼結磁石は、 N i 、 S i 及び C u を複合添加することで、 高耐食性と高い磁気特性を両立した磁石となる。 特に、 本発明の N d - F e -

50

B系希土類焼結磁石は、その焼結体の粒界相に、R、Co、Si、Ni及びCuを含む化合物の相、特に、R、Co、Si、Ni及びCuと、O、C及びNから選ばれる1種又は2種以上とを含む化合物の相が析出してあり、この相の存在が、高耐食性と高い磁気特性を両立に寄与しているものと考えられる。

#### 【0029】

本発明のNd-Fe-B系希土類焼結磁石は、常法に従い、母合金を粗粉碎、微粉碎、成形、焼結させることにより得ることができる。

#### 【0030】

母合金は原料金属又は合金を、真空又は不活性ガス、好ましくはAr雰囲気中で溶解したのち、平型やブックモールドに铸込む、又はストリップキャストにより铸造することで得ることができる。また、本発明のNd-Fe-B系希土類焼結磁石の主相であるR<sub>2</sub>-T<sub>14</sub>-B<sub>1</sub>相の組成に近い合金と、焼結温度で液相助剤となるRリッチな合金とを別々に作製し、粗粉碎後に秤量混合する、いわゆる2合金法も本発明には適用可能である。この場合、主相組成に近い合金は、铸造時の冷却速度や合金組成に依存してNd-Feが残存しやすいため、R<sub>2</sub>-T<sub>14</sub>-B<sub>1</sub>相の量を増やす目的で、必要に応じて、真空又はAr雰囲気中で700～1200℃で1時間以上熱処理する均質化処理を施す。液相助剤となるRリッチな合金については铸造法の他に、いわゆる液体急冷法も適用できる。

10

#### 【0031】

上記合金は、通常0.05～3mm、特に0.05～1.5mmに粗粉碎される。粗粉碎工程にはブラウンミル、水素粉碎などが用いられ、ストリップキャストにより作製された合金の場合は水素粉碎が好ましい。粗粉は、例えば高压窒素を用いたジェットミルなどにより、通常0.2～30μm、特に0.5～20μmに微粉碎される。なお、合金の粗粉碎、混合、微粉碎のいずれかの工程において、必要に応じて、潤滑剤等の添加剤を添加することができる。

20

#### 【0032】

微粉末は、磁界中圧縮成形機で成形され、焼結炉に投入される。焼結は、真空又は不活性ガス雰囲気中、通常900～1250℃、特に1000～1100℃で、0.5～5時間行われる。焼結後は、冷却し、必要に応じて、更に、300～600℃で、0.5～5時間、真空又は不活性ガス雰囲気中で、熱処理(時効処理)することにより、本発明のNd-Fe-B系希土類焼結磁石を得ることができる。

30

#### 【実施例】

#### 【0033】

以下、実施例及び比較例を示し、本発明を具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に制限されるものではない。

#### 【0034】

##### [実施例1～4、比較例1～6]

出発原料として、Nd、電解鉄、Co、フェロボロン、Al、Cu、Ni、フェロシリコンを使用し、質量比で、

27.5Nd-5.0Dy-BAL.Fe-1.0Co-1.0B-0.2Al-0.1Cu-0.5Ni-ySi (y=0、0.2、0.4、0.6、0.8)、又は  
27.5Nd-5.0Dy-BAL.Fe-1.0Co-1.0B-0.2Al-0.1Cu-xNi (x=0、0.2、0.4、0.6、0.8)

40

の組成に配合し、高周波溶解炉のAr雰囲気中にて溶解铸造した後、このインゴットを1120℃、Ar雰囲気中にて12時間溶体化処理を行った。得られた合金を窒素雰囲気中にて粗粉碎して30メッシュ以下とし、潤滑剤として0.1質量%のラウリン酸を、Vミキサーを用いて混合し、更に、窒素気流中ジェットミルにて平均粒径5μm程度に微粉碎した。その後、これらの微粉を成型装置の金型に充填し、15kOeの磁界中で配向し、磁界に垂直方向に0.5ton/cm<sup>2</sup>の圧力で成型し、それらの成型体を1100℃で2時間、Ar雰囲気中で焼結し、更に冷却した後、500℃で1時間、Ar雰囲気中で熱処理し、各々の組成の焼結磁石材料を得た。

50

## 【0035】

得られた焼結磁石材料の磁気特性及び耐食性を評価した。磁気特性はB Hトレーサにて測定を行った。耐食性の評価に関しては、P C T（プレッシャークッカー試験）にて、120、2気圧、100時間後の、試験片の試験前の表面積当たりの質量減を測定した。

## 【0036】

得られた磁気特性とP C Tの結果を表1に示す。表1から、Niを0.5質量%添加し、Siを添加していない比較例4と、Niを0.5質量%添加し、更に、Siを添加した実施例1～4とを比較することで、Siを添加することにより、耐食性が向上していることがわかる。また、表1から、Siを添加せず、Niの添加量を増加させることで、その耐食性を向上させた場合、Niの増加量に伴い、保磁力が減少していることがわかる。特に、P C Tの質量減が5 g / cm<sup>2</sup>を下回るような高耐食性の領域での保磁力低下が非常に大きい。一方、NiとSiを同時に添加した実施例1～4では、Siの添加量の増加に伴い、保磁力が増大しており、耐食性の向上も大きい。特に、Siを添加した実施例1～4は、これらよりNiの含有率が高い比較例5、6に比べて、磁気特性、耐食性共に優れていた。

10

## 【0037】

## 【表1】

	Ni (質量%)	Si (質量%)	Cu (質量%)	Br (kG)	iHc (kOe)	PCT (g/cm <sup>2</sup> )
実施例1	0.5	0.2	0.1	12.70	19.82	1.3
実施例2	0.5	0.4	0.1	12.59	20.76	0.7
実施例3	0.5	0.6	0.1	12.47	21.59	0.3
実施例4	0.5	0.8	0.1	12.34	22.35	0.2
比較例1	0	0	0.1	13.01	21.01	105.2
比較例2	0.2	0	0.1	12.91	20.53	52.5
比較例3	0.4	0	0.1	12.86	19.32	13.1
比較例4	0.5	0	0.1	12.82	18.81	10.5
比較例5	0.6	0	0.1	12.77	17.26	6.5
比較例6	0.8	0	0.1	12.65	14.55	1.6

20

30

## 【0038】

実施例2及び比較例6の焼結磁石材料の断面の電子顕微鏡写真及びE P M A写真を図1, 2に示す。図1, 2のいずれにおいても、各写真は、1段目左が電子顕微鏡像、それ以外は、各々、1段目中がNd、1段目右がDy、2段目左がFe、2段目中がCo、2段目右がNi、3段目左がCu、3段目中がB、3段目右がAl、4段目左がSi、4段目中がC、4段目右がOのE P M A像である。E P M A像においては、周囲に比べて白い部分に、各元素が存在していることが示される。

## 【0039】

実施例2(図1)では、円又は橢円で示したR(Nd)、Co、Ni、Cu、Si、C及びOのE P M A像の同じ位置にこれらの元素が存在していることが示され、焼結体中に、R-Co-Si-Ni-Cu-O-Cを含む化合物の相が析出しているのがわかる。一方、比較例6(図2)では、R(Nd)、Co、Ni、Cu、C及びOが存在する位置に、Siが認められない。Nd-Fe-B系希土類焼結磁石では、焼結体中の粒界相が保磁力の発現と耐食性に大きな役割を果たしていることが知られているが、この結果から、NiとSiとCuの複合添加により、焼結体中に析出したR、Co、Si、Ni及びCuを含む化合物の相が、保磁力の増加と耐食性の向上に大きく寄与しているものと考えられる。

40

## 【0040】

[実施例5～9、比較例7]

50

出発原料として、Nd、電解鉄、Co、フェロボロン、Al、Cu、Ni、フェロシリコンを使用し、質量比で、

27.5Nd - 5.0Dy - BAL.Fe - 1.0Co - 1.0B - 0.2Al - zCu  
- 0.5Ni - 0.6Si (z = 0, 0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 1.0)

の組成に配合し、高周波溶解炉のAr雰囲気中にて溶解铸造した後、このインゴットを1120、Ar雰囲気中にて12時間溶体化処理を行った。得られた合金を窒素雰囲気中にて粗粉碎して30メッシュ以下とし、潤滑剤として0.1質量%のラウリン酸を、Vミキサーを用いて混合し、更に、窒素気流中ジェットミルにて平均粒径5μm程度に微粉碎した。その後、これらの微粉を成型装置の金型に充填し、25kOeの磁界中で配向し、磁界に垂直方向に0.5ton/cm<sup>2</sup>の圧力で成型し、それらの成型体を1100で2時間、Ar雰囲気中で焼結し、更に冷却した後、500で1時間、Ar雰囲気中で熱処理し、各々の組成の焼結磁石材料を得た。  
10

#### 【0041】

得られた焼結磁石材料の磁気特性及び耐食性を評価した。磁気特性はBHTレーザにて測定を行った。耐食性の評価に関しては、PCT（プレッシャークッカー試験）にて、120、2気圧、100時間後の、試験片の試験前の表面積当たりの質量減を測定した。

#### 【0042】

得られた磁気特性とPCTの結果を表2に示す。表2から、Cuを添加していない比較例7では、保磁力が13.95kOeと低いことがわかる。しかし、Cuを添加した実施例5～9では、Cu添加量の増加により保磁力が増大していることがわかる。以上のことから、Ni添加による保磁力減少の抑制には、Si、Cuのどちらか一方の添加では効果は小さく、SiとCuの複合添加がより効果が大きいことがわかる。耐食性に関しては、Cuを添加していない比較例7の耐食性が低いため、高い耐食性を得るには、Si、Cu及びNiの同時添加が効果的である。  
20

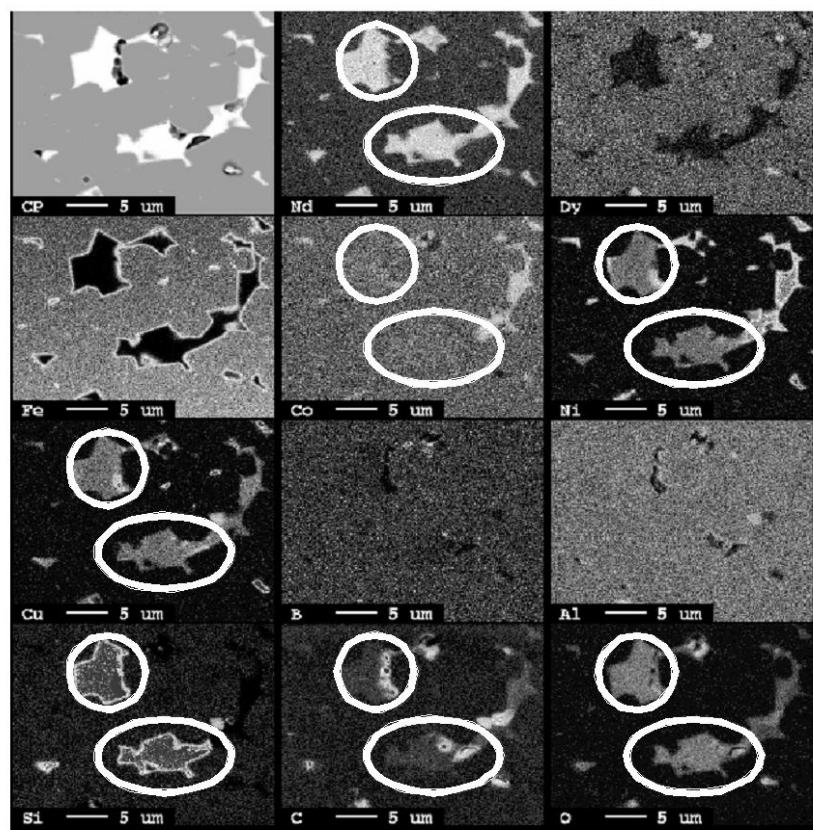
#### 【0043】

#### 【表2】

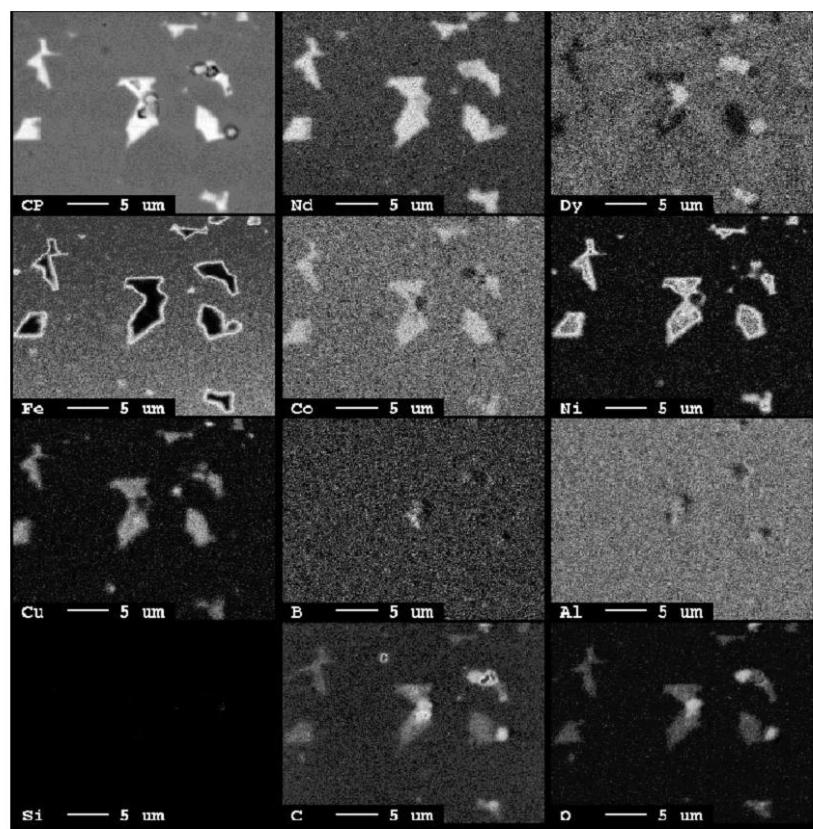
	Ni (質量%)	Si (質量%)	Cu (質量%)	Br (kG)	iHc (kOe)	PCT (g/cm <sup>2</sup> )
実施例5	0.5	0.6	0.05	12.49	18.11	0.5
実施例6	0.5	0.6	0.10	12.47	21.59	0.3
実施例7	0.5	0.6	0.20	12.42	23.03	0.3
実施例8	0.5	0.6	0.40	12.26	23.88	0.2
実施例9	0.5	0.6	1.00	11.88	24.02	0.3
比較例7	0.5	0.6	0	12.50	13.95	3.9

30

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 橋本 貴弘

福井県越前市北府二丁目1番5号 信越化学工業株式会社磁性材料研究所内

F ターム(参考) 5E040 AA04 AA19 BD01 CA01 NN01 NN06