

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年2月1日 (01.02.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/013431 A1

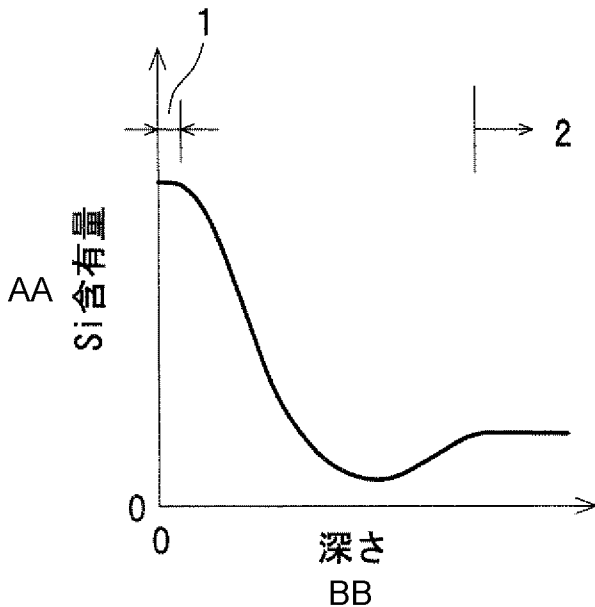
- (51) 国際特許分類:  
C21D 9/46 (2006.01) C22C 38/06 (2006.01)  
C22C 38/00 (2006.01) H01F 1/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/314632
- (22) 国際出願日: 2006年7月25日 (25.07.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2005-219114 2005年7月28日 (28.07.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オムロン株式会社 (OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP). 株式会社NEOMAXマ

- テリアル (NEOMAX MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5640043 大阪府吹田市南吹田二丁目19番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 下田 城毅 (SHIMODA, Seiki) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 高田 昌良 (TAKADA, Masayoshi) [JP/JP]; 〒8990201 鹿児島県出水市緑町50-8株式会社NEOMAX鹿児島内 Kagoshima (JP). 永楽 智博 (EIRAKU, Tomohiro) [JP/JP]; 〒8990201 鹿児島県出水市緑町50-8株式会社NEOMAX鹿児島内 Kagoshima (JP).
- (74) 代理人: 河宮 治, 外 (KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).

[ 続葉有 ]

(54) Title: ELECTROMAGNETIC STEEL SHEET COMPONENT AND METHOD FOR MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: 電磁鋼板部品およびその製造方法



AA Si CONTENT  
BB DEPTH

(57) Abstract: Disclosed is an electromagnetic steel sheet component which can show satisfactory levels of weather resistance and magnetic property even when a plated layer is not provided therein. Also disclosed is a method for manufacture of the electromagnetic steel sheet component. The component comprises an electromagnetic steel sheet base material having the following composition: Si: 0.20 to 1.20% by weight; Mn: 1.0% by weight or less; Al: 1.0% by weight or less; and the remainder: Fe and unavoidable impurities, and an SiO<sub>2</sub> layer provided on the surface of the base material. In the component, the Si content at the surface layer part including the SiO<sub>2</sub> layer (X; % by weight) and the Si content in the base material (Y; % by weight) satisfies the following relationship: X/Y = 5.2 to 11.2. The method comprises annealing the electromagnetic steel base material under a gas atmosphere composed of H<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O.

(57) 要約: 本発明は、メッキ層を有しなくても、十分な耐候性および磁気特性を有する電磁鋼板部品およびその製造方法を提供する。本発明は、Si: 0.20~1.20重量%、Mn: 1.0重量%以下、Al: 1.0重量%以下、ならびに残部: Feおよび不可避免の不純物からなる電磁鋼板母材の表面にSiO<sub>2</sub>層を有してなる電磁鋼板部品であって、SiO<sub>2</sub>層を含む表

層部におけるSi含有量をX(重量%)、電磁鋼板母材中におけるSi含有量をY(重量%)としたとき、X/Yが5.2~11.2であることを特徴とする電磁鋼板部品、および上記電磁鋼板母材をH<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oからなるガス雰囲気下で焼

[ 続葉有 ]

WO 2007/013431 A1



(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 電磁鋼板部品およびその製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は電磁鋼板部品およびその製造方法に関する。

#### 背景技術

[0002] 電磁継電器等の電磁製品に使用される電磁鋼板部品は、従来より、プレス加工された電磁鋼板母材を、磁気特性改善のための熱処理および電気特性改善のための防錆処理に供してなっている。特に、防錆処理が行われないと、耐候性が低下し錆が発生するため、良好な電氣的導通を確保できず、電磁鋼板部品としての使用に耐えない。従って、部品の完成までには、熱処理および防錆処理の2つの処理工程が必要であるので、製造時間が非常に長くなり、製造コストが問題となっていた。

[0003] 防錆処理としてはメッキ処理を行うのが一般的であり、詳しくは、最初に複数の部品を籠に入れ、その籠をメッキ液槽に浸漬させ、当該メッキ液槽の中で籠を回転させながら、メッキ処理を行う。しかしながら、籠を回転させることにより、籠内の部品同士が、衝突したり、絡み合ったりして、部品形状に影響を与えてしまう。特に、サイズの小さな部品は、形状変化した場合の影響が大きく、結果的に部品単体での不良率が大きくなる。たとえ、部品単体での不良に至らない場合でも、部品自体の寸法精度が低下するため、電磁継電器としての特性のバラツキが大きくなり、電磁継電器(製品)としての歩留まりが低下する。

[0004] また、メッキ後の部品の磁気特性低下を最小限に抑える為に、メッキ材料には磁性体であるNiが使用されるのが一般的である。しかしながら、磁性体のNiメッキを選択したとしても、部品としての磁気特性が低下することは避けられない。そのため、当該部品をリレー等の電磁継電器における可動片、鉄片、ヨークとして使用する場合、動作電圧・復帰電圧が高くなり、電磁継電器としての性能面に悪影響を与える。

[0005] さらに、可動片における摺動部においては、Niメッキが摺動磨耗し、Niメッキの磨耗粉の飛散が発生する。そのため、摺動部の摩擦抵抗が増大し、当該部品を用いた電磁継電器の動作電圧・復帰電圧が高くなり、電磁継電器の性能面に悪影響を与え

る。しかも、磨耗粉が接点に付着した場合には接触不良を引き起こす危険性がある。

- [0006] 一方、特定の軟質磁性合金を露点0～60℃の雰囲気中で酸化焼鈍して表面にFe系酸化皮膜を形成すると、Niメッキ処理を省略しても、耐候性を確保できることが報告されている(特許文献1)。しかしながら、上記のような技術でも、十分な耐候性は得られず、錆が発生し易い。

特許文献1:特開平8-203718号公報

### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明は、メッキ層を有しなくても、十分な耐候性および磁気特性を有する電磁鋼板部品およびその製造方法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

- [0008] 本発明は、Si:0.20～1.20重量%、Mn:1.0重量%以下、Al:1.0重量%以下、ならびに残部:Feおよび不可避免的不純物からなる電磁鋼板母材の表面にSiO<sub>2</sub>層を有してなる電磁鋼板部品であって、SiO<sub>2</sub>層を含む表層部におけるSi含有量をX(重量%)、電磁鋼板母材中におけるSi含有量をY(重量%)としたとき、X/Yが5.2～11.2であることを特徴とする電磁鋼板部品に関する。

- [0009] 本発明はまた、上記電磁鋼板母材をH<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oからなるガス雰囲気下で焼鈍することを特徴とする電磁鋼板部品の製造方法に関する。

#### 発明の効果

- [0010] 本発明の電磁鋼板部品は、メッキ層を有しなくても十分な耐候性を有する。

本発明においては、メッキ処理を省略できるので、以下の効果も奏する;

- ・製造コストを低減できる。
- ・部品単体を設計どおりの精度で製造できるため、部品単体での不良率を低減できるだけでなく、電磁継電器(製品)としての歩留まりも向上できる。
- ・メッキ層を有さず、一般に形成されるメッキ層厚み(5～8μm)より顕著に薄いSiO<sub>2</sub>層を有するので、磁気抵抗が少なくなり、磁気特性に優れている。特に、本発明の部品を可動片として用いたリレー等の電磁継電器は動作電圧・復帰電圧を低減でき

、電磁継電器の性能が向上する。例えば、Niメッキ層を有する部品の透磁率は8～10  $\mu$ sであるのに対して、本発明の部品は0.5  $\mu$ s程度の高透磁率を達成する。

・本発明の部品を可動片として用いた場合、可動片における摺動部においては、メッキ層磨耗粉の発生がなく、摩擦抵抗が増大することがないので、電磁継電器の動作電圧・復帰電圧の上昇をより有効に防止でき、接触不良を引き起こすこともない。

#### 図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本発明の電磁鋼板部品の表面近傍におけるSi原子分布を示す模式図である。  
[図2]本発明の電磁鋼板部品の深さ方向におけるSi含有量変化を概略的に示すグラフである。  
[図3]実施例で作製された試料のX線回折データである。  
[図4]本発明の電磁鋼板部品を適用できるリレーの概略構成図である。  
[図5]試料12(本発明)の表層近傍における金属組織を示すEPMAによる組成像写真である。  
[図6]試料17の表層近傍における金属組織を示すEPMAによる組成像写真である。

#### 符号の説明

- [0012] 1:SiO<sub>2</sub>層、2:母材、10:可動片、10a:水平部、10b:垂下部、10c:摺動部、11:コイル、12:カード、13:可動接触片、14:可動接点、15:固定接触片、16:固定接点。

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0013] 本発明の電磁鋼板部品は特定の電磁鋼板母材の表面にSiO<sub>2</sub>層を有してなる。  
[0014] 本発明において使用される電磁鋼板母材は、  
Si:0.20～1.20重量%、好ましくは0.25～1.10重量%；  
Mn:1.0重量%以下、好ましくは0.05～0.5重量%；  
Al:1.0重量%以下、好ましくは0.01～0.50重量%；ならびに  
残部:Feおよび不可避免的不純物からなっている。電磁鋼板母材はいわゆる方向性電磁鋼板又は無方向性電磁鋼板のいずれであってもよい。  
[0015] Si含有割合が小さすぎると、SiO<sub>2</sub>層が有効に形成されないので、耐候性が問題となる。Si含有割合が大きすぎる場合は表面だけではなく、表面からやや深い部分に

带状のSiO<sub>2</sub>層が形成されやすいため、この带状のSiO<sub>2</sub>層を含めた表面部分が剥がれやすく、十分な耐候性が得られないとともに、剥がれて発生した粉状あるいは片状物がNiめっきの磨耗粉と同様の悪影響を引き起こす危険性がある。

[0016] MnまたはAlの含有割合が大きすぎると、SiO<sub>2</sub>層が有効に形成されないため、耐候性が問題になる。

[0017] 不可避的不純物は、本発明において含有されないことが好ましいが、混入が避けられない原子であって、電磁鋼板母材の製造に使用される原料および添加剤などに由来するものである。そのような不可避的不純物として、例えば、Ni、Cr、C、N、P、S等が挙げられる。

[0018] 不可避的不純物の含有割合は特に制限されるものではないが、通常は以下に示す通りである；

Ni:0.1重量%以下、特に0.05重量%以下；

Cr:0.1重量%以下；

C:0.02重量%以下；

N:0.01重量%以下；

P:0.2重量%以下；

S:0.01重量%以下。

[0019] 電磁鋼板母材の上記組成中、C、N、Sはガス分析にて測定された値であり、その検出限界値は0.00001重量%である。Si、Mn、Al、Ni、Cr、Pは化学分析またはそれに準じた機器分析(原子吸光、蛍光X線あるいはICPなど)にて測定された値であり、その検出限界値は0.001重量%である。

[0020] 電磁鋼板母材の厚みは、得ようとする部品の用途に応じて適宜決定されればよく、例えば、0.5~2.0mmである。

電磁鋼板母材は通常は、後述の焼鈍処理に先立って、所定形状への加工および脱脂による清浄化が行われる。

[0021] 電磁鋼板母材表面のSiO<sub>2</sub>層は、前記電磁鋼板母材を特定の条件下で焼鈍することによって製造される。すなわち、H<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oからなるガス雰囲気下で、適切な処理温度と時間、電磁鋼板母材を保持することによって、焼鈍を行う。この処理温度と

保持時間は、1100～1150℃、30～45分が好適である。焼鈍を行うに際して、母材を常温から処理温度まで昇温させる間の昇温時間は特に制限されないが、通常は20～200分が好ましい。また母材を処理温度から80℃まで降温させる間の降温時間は、特に制限されないが、通常は20～200分が好ましい。そのような焼鈍により、母材内部の機械的歪が除去されるとともに、母材中のSi原子が優先的に母材表面にSiO<sub>2</sub>として析出して、SiO<sub>2</sub>層が形成される。

[0022] 焼鈍を行うガス雰囲気中のH<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Oとの混合割合は、本発明の目的が達成される限り特に制限はされないが、露点30～40℃が好適である。

H<sub>2</sub>Oの混合割合が小さすぎると、SiO<sub>2</sub>層が有効に形成されないため、耐候性が問題になる。逆にH<sub>2</sub>Oの混合割合が大きすぎると、形成されたSiO<sub>2</sub>層が剥離しやすくなるとともに、炉内結露が生じやすくなり、炉内雰囲気を不安定にしやすくなる。

[0023] またガス雰囲気にN<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、Ar、NH<sub>3</sub>等の他のガスが混合されると、SiO<sub>2</sub>層が有効に形成されないため、耐候性が問題になる。

[0024] SiO<sub>2</sub>層の形成は、例えば、電磁鋼板部品試料を薄膜X線回折分析に供することによって確認できる。X線回折データにおいてSiO<sub>2</sub>のピークが明瞭に現れる(例えば、図3参照)。

[0025] 本発明は、本発明の目的が達成される限り、SiO<sub>2</sub>層が上記母材組成として示したSi以外の元素およびそれらの酸化物を含有することを妨げるものではない。SiO<sub>2</sub>層の詳しい組成はEPMA、例えば、(株)島津製作所製 EPMA1600によって測定可能であるが、本発明においてSiO<sub>2</sub>層中のSi、O以外の元素の各含有量は通常は当該測定装置の定量限界値未満であることが好ましい。上記測定装置の定量限界値は0.1重量%である。

[0026] SiO<sub>2</sub>層の厚みは、本発明の目的が達成される限り特に制限されるものではなく、例えば、0.05～0.50 μm、特に0.10～0.40 μmである。

SiO<sub>2</sub>層の厚みは、ESCAによる測定とアルゴンイオンエッチング(エッチング深さ約10nm)とを繰り返し行うことによって測定可能である。本発明においては、上記測定とエッチングを繰り返し行い、SiO<sub>2</sub>層の終点を最表面のO強度の1/2と仮定することで、当該層の厚みを知見することができる。

- [0027] 前記したように、 $\text{SiO}_2$ 層は焼鈍により母材中のSi原子が優先的に母材表面に $\text{SiO}_2$ として析出することによって形成され、当該 $\text{SiO}_2$ 層のSi原子の供給源は母材であるため、得られる電磁鋼板部品は深さ方向においてSi含有量が母材組成よりも少ない部分が存在する。
- [0028] 本発明の電磁鋼板部品は、上記したように、(1)表面に $\text{SiO}_2$ 層を有すること、および(2)深さ方向においてSi含有量が母材組成よりも少ない部分が存在することに基づいて、以下に示すようなSi含有量分布を有するものと考えられる。
- [0029] 電磁鋼板部品のSi含有量分布について図1を用いて詳しく説明する。図1は電磁鋼板部品の表面近傍におけるSi原子分布を示す模式図であり、黒点がSi原子を意味する。電磁鋼板部品は表面に $\text{SiO}_2$ 層1を有するため、図1に示すように、表面部分で黒点濃度が最も高くなっている。黒点濃度は、 $\text{SiO}_2$ 層1から深さ方向に離れるに従って、次第に低くなり、その後再び上昇した後、母材組成2における黒点濃度を維持する。
- [0030] 図1の電磁鋼板部品の深さ方向におけるSi含有量変化を図2に示す。図2においてSi含有量は $\text{SiO}_2$ 層1の深さでは最大値を維持するが、表面から離れるに従って低下して最小値となる。その後は上昇に転じた後、母材組成における値を維持する。
- 図2に示すようなSi含有量変化を示すグラフは、EPMAによって作成可能である。
- [0031] 本発明の電磁鋼板部品は、 $\text{SiO}_2$ 層を含む表層部におけるSi含有量をX(重量%)、電磁鋼板母材中におけるSi含有量をY(重量%)としたとき、 $X/Y$ が5.2~11.2、好ましくは5.5~10.5、より好ましくは6.0~10.2である。そのような $X/Y$ 値を有する電磁鋼板部品は $\text{SiO}_2$ 層を有するだけでなく、最適なSi含有量分布を達成して $\text{SiO}_2$ 層の耐剥離性が向上するため、十分な耐候性を発揮できると考えられる。すなわち、上記 $X/Y$ を有する電磁鋼板部品は深さ方向のSi含有量分布において $\text{SiO}_2$ 層直下でのSi含有量の変化が比較的緩やかなので、 $\text{SiO}_2$ 層はその直下部の $\text{SiO}_2$ 成分との結合を有効に達成でき、 $\text{SiO}_2$ 層の耐剥離性が向上するものと考えられる。
- [0032]  $X/Y$ が小さすぎたり、または大きすぎたりすると、所望の耐候性が得られない。 $X/Y$ が小さすぎる場合に耐候性が悪い理由として以下の理由が考えられる。
- ・微視的に見て $\text{SiO}_2$ 層が形成されない部分が生ずる。

・欠損部のないSiO<sub>2</sub>層が形成されたとしても、表層部におけるXが小さすぎるため、Si含有量分布においてSiO<sub>2</sub>層直下でのSi含有量が急激に減少する。そのため、SiO<sub>2</sub>層がその直下部のSiO<sub>2</sub>成分との結合を有効に達成できず、SiO<sub>2</sub>層が剥離し易い。

[0033] X/Yが大きすぎる場合に耐候性が悪い理由として以下の理由が考えられる。

・表層部におけるXが大きすぎると、SiO<sub>2</sub>層が厚くなる。このことは、当該SiO<sub>2</sub>層の形成に供給された母材中のSi原子が多くなり、Si含有量が母材組成よりも少ない部分が広く生成されることを意味する。その結果、SiO<sub>2</sub>層とその直下部との間でSi含有量の差が顕著に大きくなり、Si含有量分布においてSiO<sub>2</sub>層直下でのSi含有量が急激に減少する。そのため、SiO<sub>2</sub>層がその直下部のSiO<sub>2</sub>成分との結合を有効に達成できず、SiO<sub>2</sub>層が剥離し易い。

[0034] SiO<sub>2</sub>層を含む表層部におけるSi含有量(X)は、前記した(株)島津製作所製 EPMA1600を用い、加速電圧15kV、分析面積径100 μmにて得られた値を用いている。そのような測定方法および測定条件で測定される表層部は電磁鋼板部品表面から深さ約3 μmまでの部分である。なお、SiO<sub>2</sub>層の厚みは前記した通りであるが、SiO<sub>2</sub>層の形成に供給されるのは母材中のSi原子であること、および母材中のSi含有量は前記した範囲内であることなどの技術的な理由から、SiO<sub>2</sub>層の厚みが当該表層部の厚み以上となることはない。

[0035] 電磁鋼板母材中におけるSi含有量(Y)は、焼鈍処理前において電磁鋼板母材のSi含有量を予め測定することによって得ても良いし、また処理後に得られた電磁鋼板部品において、表面から深さ約30 μmの範囲を除いた部分を測定することによって得ても良い。電磁鋼板部品から母材のSi含有量を測定する場合において、測定除外部分の深さは上記値に限定されるものではなく、母材組成が残っている深さであればよい。いずれの場合においても、測定は前記した電磁鋼板母材組成と同様の測定方法を採用すればよい。

[0036] 本発明の電磁鋼板部品はリレー等の電磁継電器等に使用される部品として有用である。

以下、本発明の電磁鋼板部品をリレーの可動片として使用する場合について図4

を用いて簡単に説明する。

[0037] 図4は基本的な構造を有するリレーの概略構成図である。図4においてコイル11に電圧が印加されると、可動片10の水平部10aはコイル11に吸引される。それに伴い、可動片10の垂下部10bは摺動部10cを支点に回動し、カード12を介して可動接触片13を押圧し、該可動接触片13の可動接点14と固定接触片15の固定接点16との接触が確保される。一方、コイル11への電圧の印加が停止されると、可動接触片13のバネ力により、可動接点14が固定接点16から解離され、可動片10の垂下部10bが押し戻される。それに伴い、可動片10の水平部10aは摺動部10cを支点に回動し、コイル11から離れる。

[0038] このようなリレーにおいて、例えば、可動片は長期にわたって摺動部を支点に回動するので、優れた磁気特性だけでなく、優れた耐候性および耐摩耗性が要求される。そのような可動片として本発明の電磁鋼板部品を用いると、上記要求は満たされ、さらに動作電圧・復帰電圧を有効に低減できる。

実施例

[0039] 表1に示す組成をもつ厚み約1mmの電磁鋼板母材を、5mm×20mm寸法に打ち抜き、炭化水素系洗浄剤にて表面を脱脂して清浄化した。その後、表2に示す条件下で焼鈍を行った。

[0040] [表1]

(重量%)

電磁鋼板 母材種	Si	Mn	AL	Ni	Cr	C	N(ppm)	P	S	Fe
1	0.27	0.31	0.26	0.02	0.06	0.005	23	0.09	0	残
2	0.99	0.22	0.28	0.01	0.03	0.002	16	0.03	0	残
3	1.98	0.20	0.33	0.02	0.03	0.002	20	0.01	0	残
4	3.01	0.19	1.10	0.01	0.03	0.003	10	0.00	0	残

[0041] [表2]

試料 番号	電磁鋼板 母材種	焼鈍条件				ガス雰囲気	
		昇温時間 (分)	処理温度 (°C)	保持時間 (分)	降温時間 (分)	ガス組成	露点 (°C)
1	1	160	1200	80	190	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	40
2	1	160	1200	160	190	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	40
3	1	60	1120	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30
4	1	60	1100	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30
5	1	60	1150	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	40
6	2	60	1150	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	-40
7	2	120	1150	60	140	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	40
8	2	60	850	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30
9	2	60	975	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30
10	2	120	1150	60	140	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	-10
11	2	60	1120	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30
12	2	60	1100	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30
13	2	60	1150	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	40
14	2	90	1150	45	105	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	40
15	2	160	1200	80	190	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	40
16	2	60	1100	30	70	H <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30
17	3	60	1100	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30
18	4	60	1100	30	70	H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	30

[0042] 得られた試料を、以下の項目について評価した。

(表面組成)

試料の表層部の組成を、前記した(株)島津製作所製 EPMA1600を用い、加速電圧15kV、分析面積φ100μmにて測定した。

また試料の薄膜X線回折分析を行った。試料3~5および11~14、17においては、明瞭なSiO<sub>2</sub>ピークが現れ、Fe系酸化物の存在は認められなかった。例えば、試料3および11のデータを図3に示す。

[0043] (耐候性)

耐候性はプレッシャークッカー試験にて評価した。詳しくは、温度125°C、相対湿度85%および絶対圧力2atmの条件下で試料を20時間保持し、表面の変色度合いに基づいて以下の基準で判断した。

- ;変色は全くなかった;
- △;変色したが、軽微であった;
- ×;変色が顕著であった。

[0044] 磁気特性は保磁力にて評価した。保持力はTOHOKU STEEL社製K-HC1000によって測定した。

以下の方法で作成されるような従来のNiメッキ層を有する試料では、保持力は0.76Oeであった。露点 $-50^{\circ}\text{C}$ の $\text{H}_2$ 雰囲気下、 $850^{\circ}\text{C}$ で60分間、電磁鋼板母材2を保持することによって焼鈍を行った。得られた試料に厚み $5\mu\text{m}$ のめっき層を形成した。

[0045] (表面直下の帯状Si酸化物層の有無)

試料表層部の断面をEPMA(X線マイクロアナライザ)で観察し、「表面直下の帯状Si酸化物層」の有無を判断した。表面直下に帯状Si酸化物層が存在すると、当該層より表面側が剥離しやすくなる。そのため、たとえ最表面に $\text{SiO}_2$ 層を有し、初期の耐候性が良好であったとしても、長期の使用による剥離によって耐候性が低下し、十分な耐候性が得られない。

試料12および試料17のEPMAによる組成像写真をそれぞれ図5および図6に示す。なお、試料断面を得るための切断および研磨によって生ずる、試料表層断面部の欠損等を防止する目的で、切断前の試料に厚さ $1\sim 5\mu\text{m}$ 程度のAl保護層を蒸着で形成した。

帯状Si酸化物層は、図5において表面直下に存在しないのに対して、図6においては表層直下に存在することは明らかである。図5、図6において最表面には $\text{SiO}_2$ 層が存在している。

[0046] [表3]

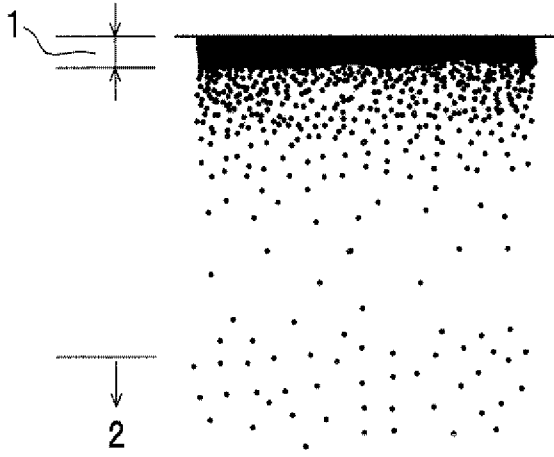
試料番号	電磁鋼板母材種	XY (重量比)	最表面のSiO <sub>2</sub> 層厚み (μm)	表面組成 EPMA (重量%)										耐候性	磁気特性保持力 (Oe)	表面直下の帯状Si酸化物層の有無			
				O	Si	Mn	AL	Ni	Cr	C	N	P	S				Fe		
1	1	4.1	*	4.6	1.1	0.6	0.6	0.6	0.4	-	-	-	-	-	-	残	×	0.45	なし
2	1	4.8	*	4.6	1.3	0.5	0.7	1.0	-	-	-	-	-	-	-	残	×	0.45	なし
3	1	5.2	0.1	5.6	1.4	1.7	0.7	0.5	-	-	-	-	-	-	-	残	△	0.41	なし
4	1	6.3	0.1	6.5	1.7	2.1	0.8	0.5	-	-	-	-	-	-	-	残	○	0.41	なし
5	1	7.4	0.15	5.8	2.0	1.0	0.7	0.3	-	-	-	-	-	-	-	残	○	0.48	なし
6	2	0.3	*	3.5	0.3	0.5	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	残	×	0.40	なし
7	2	1.1	*	4.1	1.1	0.9	0.6	0.5	-	-	-	-	-	-	-	残	×	0.48	なし
8	2	2.4	*	5.9	2.4	1.6	0.4	0.4	-	-	-	-	-	-	-	残	×	0.36	なし
9	2	4.2	*	8.9	4.2	1.2	0.6	0.3	-	-	-	-	-	-	-	残	×	0.32	なし
10	2	5.1	*	10.4	5.0	0.6	1.1	0.4	-	-	-	-	-	-	-	残	×	0.42	なし
11	2	7.0	0.3	16.7	6.9	2.7	0.7	0.3	-	-	-	-	-	-	-	残	○	0.41	なし
12	2	7.8	0.3	15.1	7.7	1.0	0.9	0.4	-	-	-	-	-	-	-	残	○	0.40	なし
13	2	10.1	0.4	18.9	10.0	1.7	1.3	0.4	-	-	-	-	-	-	-	残	○	0.42	なし
14	2	10.9	0.4	20.8	10.8	0.9	1.5	0.7	-	-	-	-	-	-	-	残	△	0.42	なし
15	2	11.7	*	18.1	11.6	1.2	1.3	0.9	-	-	-	-	-	-	-	残	×	0.38	なし
16	2	2.3	*	7.2	2.3	1.2	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	残	×	0.40	なし
17	3	6.0	*	27.2	11.9	7.8	3.6	0.4	-	-	-	-	-	-	-	残	○	*	有り
18	4	0.4	0.01	10.6	1.2	0.6	5.9	-	-	-	-	-	-	-	-	残	×	*	有り

\*は未測定を示す。  
 一は定量限界値未満を示す。

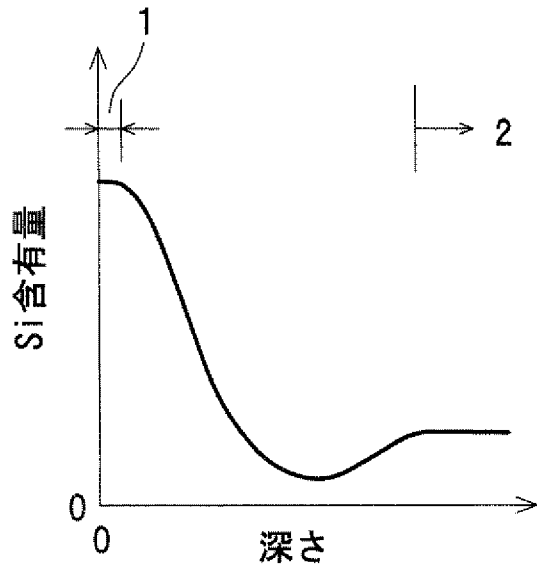
## 請求の範囲

- [1] Si:0.20~1.20重量%、Mn:1.0重量%以下、Al:1.0重量%以下、ならびに  
残部:Feおよび不可避的不純物からなる電磁鋼板母材の表面にSiO<sub>2</sub>層を有してな  
る電磁鋼板部品であつて、SiO<sub>2</sub>層を含む表層部におけるSi含有量をX(重量%)、電  
磁鋼板母材中におけるSi含有量をY(重量%)としたとき、X/Yが5.2~11.2であ  
ることを特徴とする電磁鋼板部品。
- [2] 請求項1に記載の電磁鋼板部品を用いた電磁継電器。
- [3] Si:0.20~1.20重量%、Mn:1.0重量%以下、Al:1.0重量%以下、ならびに  
残部:Feおよび不可避的不純物からなる電磁鋼板母材をH<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oからなるガ  
ス雰囲気下で焼鈍することを特徴とする電磁鋼板部品の製造方法。

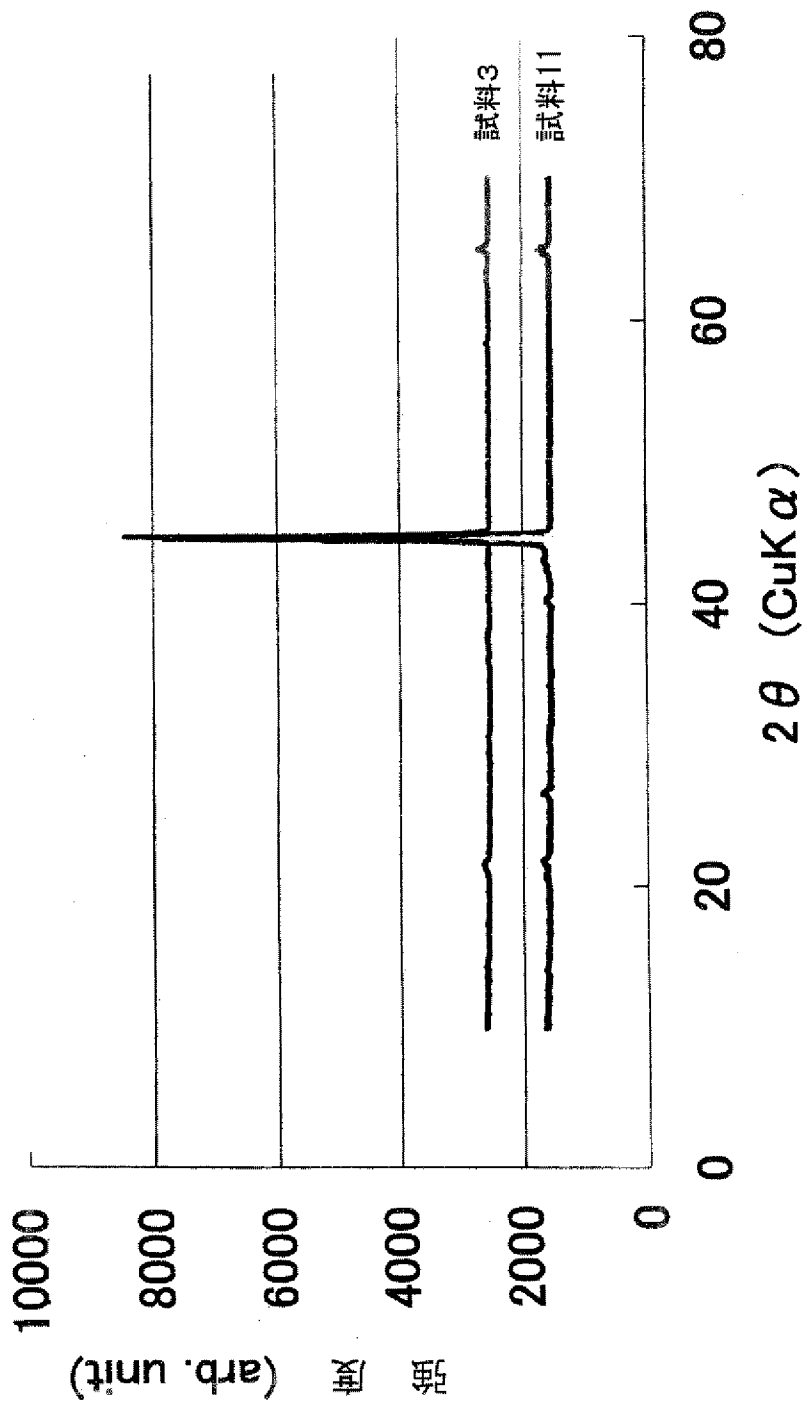
[図1]



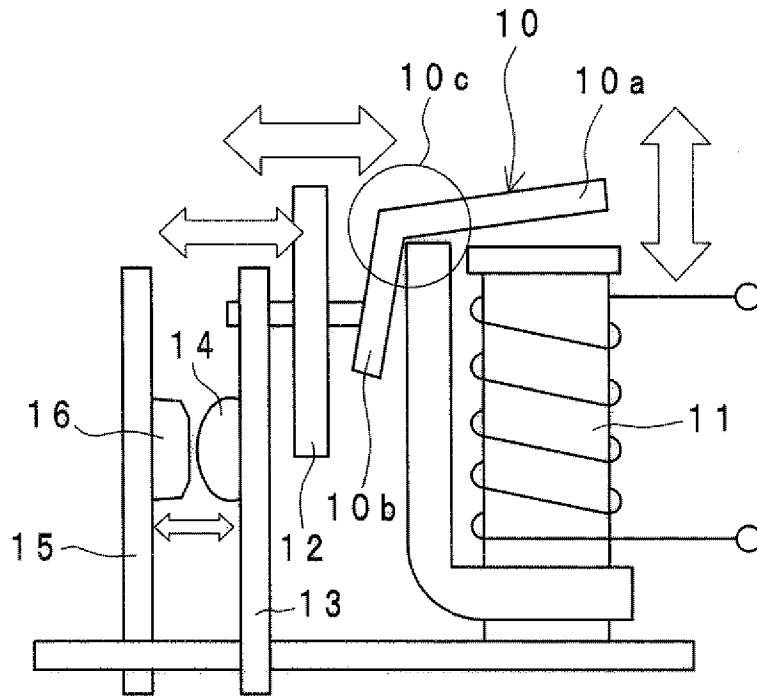
[図2]



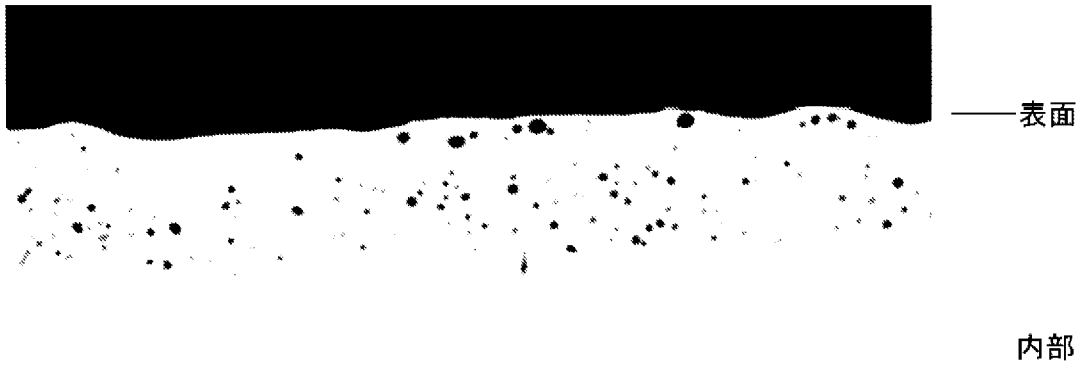
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/314632

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

C21D9/46(2006.01) i, C22C38/00(2006.01) i, C22C38/06(2006.01) i, H01F1/18 (2006.01) i

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)

C21D9/46, C22C38/00, C22C38/06, H01F1/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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 A	JP 2001-316778 A (NKK Corp.), 16 November, 2001 (16.11.01), Par. Nos. [0058], [0061] (Family: none)	3 1, 2
X A	JP 8-60252 A (NKK Corp.), 05 March, 1996 (05.03.96), Par. Nos. [0032] to [0034] (Family: none)	3 1, 2
A	JP 10-183310 A (Kawasaki Steel Corp.), 14 July, 1998 (14.07.98), Full text (Family: none)	1-3

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search  
05 October, 2006 (05.10.06)

Date of mailing of the international search report  
17 October, 2006 (17.10.06)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/314632

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-311239 A (Nippon Steel Corp.), 22 November, 1993 (22.11.93), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 3-90517 A (Kawasaki Steel Corp.), 16 April, 1991 (16.04.91), Full text (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C21D9/46(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, C22C38/06(2006.01)i, H01F1/18(2006.01)i			
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)) Int.Cl. C21D9/46, C22C38/00, C22C38/06, H01F1/18			
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 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006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 請求の範囲の番号	
X A	JP 2001-316778 A (日本鋼管株式会社) 2001.11.16, 【0058】、【0061】 (ファミリーなし)	3 1,2	
X A	JP 8-60252 A (日本鋼管株式会社) 1996.03.05, 【0032】～【0034】 (ファミリーなし)	3 1,2	
A	JP 10-183310 A (川崎製鉄株式会社) 1998.07.14, 全文 (ファミリーなし)	1-3	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「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 「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矛盾するものではなく、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 05.10.2006		国際調査報告の発送日 17.10.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 蛭田 敦	4K 3237 電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
A	JP 5-311239 A (新日本製鐵株式会社) 1993. 11. 22, 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 3-90517 A (川崎製鐵株式会社) 1991. 04. 16, 全文 (ファミリーなし)	1-3