

(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
2012年4月5日(05.04.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/042865 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 22/00 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
B32B 15/08 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
C21D 8/12 (2006.01) H01F 1/16 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01) H01F 1/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/005455
- (22) 国際出願日: 2011年9月28日(28.09.2011)
- (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 2010-222916 2010年9月30日(30.09.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渡辺 誠(WATANABE, Makoto) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 岡部 誠司(OKABE, Seiji) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 高

宮 俊人(TAKAMIYA, Toshito) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉村 憲司(SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

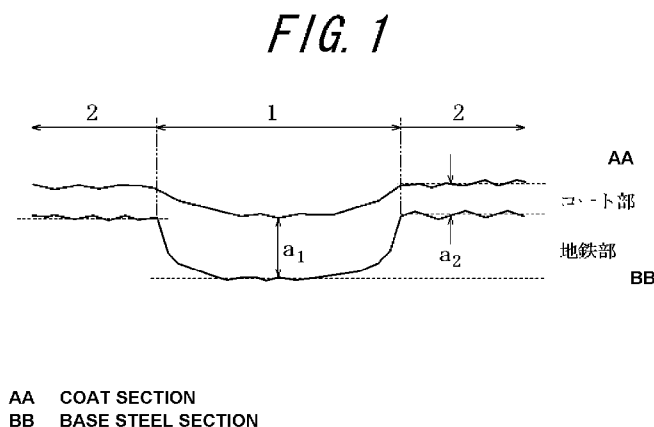
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ORIENTED ELECTROMAGNETIC STEEL PLATE

(54) 発明の名称: 方向性電磁鋼板

[図1]



$$a_2 \leq 2.5 \dots (2)$$

(57) Abstract: The present invention is capable of reducing localized film release of an insulating film and, as a result, obtaining an oriented electromagnetic steel plate with excellent corrosion resistance and insulation characteristics, by controlling a_1 and a_2 such that formulas (1) and (2) are satisfied wherein a_1 (μm) is the film thickness of an insulating coating in the bottom surface section of a linear groove and a_2 (μm) is the insulating coating film thickness of the steel plate surface other than in the linear groove section. $0.3 \mu\text{m} \leq a_2 \leq 3.5 \mu\text{m} \dots (1)$; $a_1/a_2 \leq 2.5 \dots (2)$.

(57) 要約: 本発明に従い、線状溝の底面部における絶縁コーティングの膜厚を a_1 (μm)、線状溝部以外の鋼板表面の絶縁コーティング膜厚を a_2 (μm) とするとき、これら a_1 および a_2 が、以下の式(1)および(2)の関係を満足するように制御することによって、局所的な絶縁コーティングの被膜剥離を低く抑えることができ、その結果、優れた耐食性および絶縁性を有する方向性電磁鋼を得ることができる。
 $0.3 \mu\text{m} \leq a_2 \leq 3.5 \mu\text{m} \dots (1) \quad a_1/a_2 \leq 2.5 \dots (2)$



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：方向性電磁鋼板

技術分野

[0001] 本発明は、トランスなどの鉄心材料に用いる方向性電磁鋼板に関するものである。

背景技術

[0002] 方向性電磁鋼板は、主にトランスの鉄心として利用され、その磁化特性が優れていること、特に鉄損が低いことが求められている。

そのためには、鋼板中の二次再結晶粒を、(110)[001]方位（いわゆる、ゴス方位）に高度に揃えることや、製品鋼板中の不純物を低減することが重要である。しかしながら、結晶方位の制御や、不純物を低減することは、製造コストとの兼ね合い等で限界がある。そこで、鋼板の表面に対して物理的な手法で不均一歪を導入し、磁区の幅を細分化して鉄損を低減する技術、すなわち磁区細分化技術が開発されている。

[0003] 例えば、特許文献1には、最終製品板にレーザを照射し、鋼板表層に高転位密度領域を導入し、磁区幅を狭くすることで、鋼板の鉄損を低減する技術が提案されている。

また、特許文献2には、仕上げ焼鈍済みの鋼板に対して、882～2156MPa（90～220kgf/mm²）の荷重で地鉄部分に深さ：5 μm超の溝を形成したのち、750℃以上の温度で加熱処理することにより、磁区を細分化する技術が提案されている。

さらに、特許文献3には、鋼板の圧延方向とほぼ直角な方向に、幅が30 μm以上300 μm以下、深さが10 μm以上70 μm以下であって、圧延方向の間隔が1 mm以上である線状刻み目（溝）を導入する技術が提案されている。

上記したような種々の磁区細分化技術の開発により、鉄損特性が良好な方向性電磁鋼板が得られるようになってきている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特公昭57-2252号公報

特許文献2：特公昭62-53579号公報

特許文献3：特公平3-69968号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、通常、鋼板表面に溝を形成する技術においては、コーティング塗布時に、溝部分に周囲からの液が流れ込むため、溝底面部は厚く塗られ易く、溝部と溝部以外のコーティング膜厚差が大きくなる。その結果、コーティングによる張力の分布状態が不均一になり、溝部に、局所的な強い応力がかかるといった問題があった。

さらには、ライン通板などで外部応力がかかった場合、上記のような局所的な応力がかかった部位では、被膜が外部応力に耐え切れなくなり、部分的に剥落して、欠陥ができる。このような欠陥部が生じると、防錆性が劣化するだけでなく、絶縁抵抗もなくなってしまうという問題が生じる。

[0006] 本発明は、上記の現状に鑑み開発されたものであり、磁区細分化用の溝を形成した方向性電磁鋼板であって、局所的な絶縁コーティングの被膜剥離を低く抑えることができ、優れた耐食性および絶縁性を有する方向性電磁鋼板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] すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

1. 線状溝を設けた鋼板の表面に、絶縁コーティングを施した方向性電磁鋼板において、該線状溝の底面部における該絶縁コーティングの膜厚を a_1 (μm)、該線状溝部以外の鋼板表面の該絶縁コーティング膜厚を a_2 (μm)とすると、これら a_1 および a_2 が、下記式(1)および(2)の関係を満足する方向性電磁鋼板。

$$0.3\mu\text{m} \leq a_2 \leq 3.5\mu\text{m} \quad \cdots (1)$$

$$a_1 / a_2 \leq 2.5 \quad \cdots (2)$$

[0008] 2. 前記絶縁コーティングが、粘度が1.2cP以上のコーティング処理液をロールコーターにて塗布し、乾燥して得たものである前記1に記載の方向性電磁鋼板。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、局所的な絶縁コーティングの被膜剥離を低く抑えることができ、優れた耐食性および絶縁性を有する方向性電磁鋼板を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明のパラメータ、線状溝底面部のコーティング膜厚 a_1 (μm)と、線状溝部以外のコーティング膜厚 a_2 (μm)とを示した模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明について具体的に説明する。

通常、鋼板の表面に線状溝（以下、単に溝ともいう）を形成する際には、鋼板の絶縁性を確保するために、溝を形成したのち、鋼板表面にフォスフェイト被膜を形成させ、さらにその上に、絶縁のための被膜（以下、絶縁コーティング、または、単にコーティングという）を付与する。

[0012] 上記フォスフェイト被膜は、方向性電磁鋼板を製造する際の脱炭焼鈍において、鋼板表面に SiO_2 主体の内部酸化層を形成し、その上に MgO を含有する焼鈍分離剤を塗布して、高温・長時間で仕上焼鈍を行うことによって、内部酸化層と MgO の両者を反応させて形成するものである。

他方、フォスフェイト被膜に上塗りして付与する絶縁コーティングは、コーティング液を塗布し、焼き付けることで付与される。

これらの被膜は、鋼板との間に熱膨張率の差を有するために、高温で形成し、付与された後に常温に冷却されると、収縮率の小さい被膜が鋼板に引っ張り応力を与える働きがある。

[0013] 絶縁コーティングは、その膜厚が大きくなると、鋼板への付与張力が増大

して鉄損改善効果が高くなる。その一方で、実機トランスに組んだ際の占積率（地鉄の比率）が低下し、また素材鉄損に対するトランス鉄損（ビルディングファクター）が低下するという傾向があった。そのため、従来は、鋼板全体としての膜厚（単位面積当たりの目付量）のみを制御していた。

[0014] ここに、図1に、線状溝底面部のコーティング膜厚 a_1 と、線状溝部以外のコーティング膜厚 a_2 とを模式図で示す。なお、図中、1は線状溝部、2は線状溝部以外である。また、 a_1 および a_2 の下端はいずれも、絶縁コーティングとフォルステライト被膜との界面である。

発明者らは、前記した課題を検討したところ、図1に示したコーティング膜厚 a_1 と、コーティング膜厚 a_2 とを適正に制御することで、前記課題が解決できることを見出した。

[0015] 上記したコーティング膜厚 a_2 は、本発明に従う以下の式(1)を満足する必要がある。というのは、コーティング膜厚 a_2 が $0.3\mu\text{m}$ より小さいと、絶縁コーティングの厚みが薄すぎるため、層間抵抗や防錆性が劣化するからである。一方、 a_2 が $3.5\mu\text{m}$ を超えると、実機トランスに組んだ場合の占積率が增大するからである。

$$0.3\mu\text{m} \leq a_2 \leq 3.5\mu\text{m} \quad \cdots (1)$$

[0016] 次に、本発明における重要なポイントは、前記コーティング膜厚 a_1 と、コーティング膜厚 a_2 とが以下の式(2)の関係を満足する必要がある。

$$a_1 / a_2 \leq 2.5 \quad \cdots (2)$$

というのは、この比を上記の範囲内に収めることによって、コーティングによる鋼板への張力のかかり方を均一にすることができるため、局所的に強い応力がかかる箇所が抑制され、被膜の剥落現象も起きなくなるからである。なお、上記式(2)の下限值は、0.4とすることが張力のかかり方をより均一にするために好ましい。

[0017] また、本発明では、絶縁コーティングを形成する際に、コーターロールとして硬質なロールを用いることが好ましい。さらに、その際、コーティング液の粘度を 1.2cP 以上とすることが望ましい。なお、コーティング液の粘度は

、液温が25℃における値とする。

というのは、上記した粘度を満足することで、コーティング液塗布後、液が溝部に流れ込み過ぎて、溝底面部の膜厚 a_1 が不必要に厚くなるのを防ぐことができるからである。

[0018] 本発明において、方向性電磁鋼板用スラブの成分組成は、磁区細分化効果の大きい二次再結晶が生じる成分組成であればよい。なお、二次再結晶粒のゴス方位からのずれ角が小さいほど、磁区細分化による鉄損低減効果は大きくなるため、ゴス方位からのずれ角は 5.5° 以内とすることが好ましい。

ここで、ゴス方位からのずれ角は $(\alpha^2 + \beta^2)$ の平方根であり、 α は α 角（二次再結晶粒方位の圧延面法線方向（ND）軸における(110)[001]理想方位からのずれ角）、 β は β 角（二次再結晶粒方位の圧延直角方向（TD）軸における(110)[001]理想方位からのずれ角）をそれぞれ意味するものとする。なお、ゴス方位のずれ角の測定は、 280×30 mmサンプルを、5 mmピッチで方位測定した。その際、粒界等を測定したときの異常値は削除して、 α 角と β 角の絶対値の平均値を算出し、それぞれ上記 α および β の値とした。従って、上記 α および β の値は結晶粒ごとの平均値ではなく、面積平均となる。

また、以下の組成および製造方法における数値範囲及び選択的元素・工程は、代表的な方向性電磁鋼板の製造方法を紹介したものであり、本発明はこれらに限定されない。

[0019] 本発明でインヒビターを利用する場合は、例えばAl-N系インヒビターを利用する場合であればAlおよびNを、またMn-S・Mn-Se系インヒビターを利用する場合であればMnとSeおよび／またはSを適量含有させればよい。勿論、両インヒビターを併用してもよい。この場合におけるAl、N、SおよびSeの好適含有量はそれぞれ、Al：0.01～0.065質量％、N：0.005～0.012質量％、S：0.005～0.03質量％、Se：0.005～0.03質量％である。

[0020] さらに、本発明は、Al、N、S、Seの含有量を制限した、インヒビターを使用しない方向性電磁鋼板にも適用することができる。

この場合には、Al、N、SおよびSe量はそれぞれ、Al：100質量ppm以下、

N : 50質量ppm以下、S : 50質量ppm以下、Se : 50質量ppm以下に抑制することが好ましい。

[0021] 本発明の方向性電磁鋼板用スラブの基本成分および任意添加成分について具体的に述べると次のとおりである。

C : 0.15質量%以下

Cは、熱延板組織の改善のために添加をするが、0.15質量%を超えると製造工程中に磁気時効の起こらない50質量ppm以下までCを低減することが困難になるため、0.15質量%以下とすることが好ましい。なお、下限に関しては、Cを含まない素材でも二次再結晶が可能であるので特に設ける必要はない。

[0022] Si : 2.0~8.0質量%

Siは、鋼の電気抵抗を高め、鉄損を改善するのに有効な元素であるが、含有量が2.0質量%に満たないと十分な鉄損低減効果が達成できず、一方、8.0質量%を超えると加工性が著しく低下し、また磁束密度も低下するため、Si量は2.0~8.0質量%の範囲とすることが好ましい。

[0023] Mn : 0.005~1.0質量%

Mnは、熱間加工性を良好にする上で必要な元素であるが、含有量が0.005質量%未満ではその添加効果に乏しく、一方1.0質量%を超えると製品板の磁束密度が低下するため、Mn量は0.005~1.0質量%の範囲とすることが好ましい。

[0024] 上記の基本成分以外に、磁気特性改善成分として、次に述べる元素を適宜含有させることができる。

Ni : 0.03~1.50質量%、Sn : 0.01~1.50質量%、Sb : 0.005~1.50質量%、Cu : 0.03~3.0質量%、P : 0.03~0.50質量%、Mo : 0.005~0.10質量%およびCr : 0.03~1.50質量%のうちから選んだ少なくとも1種

Niは、熱延板組織を改善して磁気特性を向上させるために有用な元素である。しかしながら、含有量が0.03質量%未満では磁気特性の向上効果が小さく、一方1.50質量%を超えると二次再結晶が不安定になり磁気特性が劣化する。

る。そのため、Ni量は0.03～1.50質量%の範囲とするのが好ましい。

[0025] また、Sn, Sb, Cu, P, MoおよびCrはそれぞれ磁気特性の向上に有用な元素であるが、いずれも上記した各成分の下限に満たないと、磁気特性の向上効果が小さく、一方、上記した各成分の上限量を超えると、二次再結晶粒の発達が阻害されるため、それぞれ上記の範囲で含有させることが好ましい。

なお、上記成分以外の残部は、製造工程において混入する不可避免の不純物およびFeである。

[0026] 次に、上記した成分組成を有するスラブは、常法に従い加熱して熱間圧延に供するが、鑄造後、加熱せずに直ちに熱間圧延してもよい。薄鑄片の場合には熱間圧延しても良いし、熱間圧延を省略してそのまま以後の工程に進んでもよい。

[0027] さらに、必要に応じて熱延板焼鈍を施す。この時、ゴス組織を製品板において高度に発達させるためには、熱延板焼鈍温度として800～1200℃の範囲が好適である。熱延板焼鈍温度が800℃未満であると、熱間圧延でのバンド組織が残留し、整粒した一次再結晶組織を実現することが困難になり、二次再結晶の発達が阻害される。一方、熱延板焼鈍温度が1200℃を超えると、熱延板焼鈍後の粒径が粗大化しすぎるために、整粒した一次再結晶組織の実現が極めて困難となる。

[0028] 熱延板焼鈍後は、1回または中間焼鈍を挟む2回以上の冷間圧延を施した後、一次再結晶焼鈍を行い、焼鈍分離剤を塗布する。一次再結晶焼鈍中、あるいは、一次再結晶焼鈍後、二次再結晶開始までの間に、インヒビターを強化する目的で、鋼板を窒化させるなどすることもできる。二次再結晶焼鈍前に焼鈍分離剤を塗布した後に、二次再結晶およびフォーステライト被膜の形成を目的として最終仕上げ焼鈍を施す。

[0029] なお、以下に説明するように、本発明に従う溝の形成は、最終の冷間圧延後であれば、一次再結晶焼鈍の前後や、二次再結晶焼鈍の前後、平坦化焼鈍の前後など、いずれのタイミングで形成しても問題はない。但し、張力コーティング後に溝を形成する場合は、溝形成位置の被膜を一旦取り除いてから

、後述する手法にて溝を形成し、再び被膜を形成する工程が必要になる。従って、溝形成は、最終冷間圧延後であって、張力コーティングを被成する前に行うことが好ましい。

[0030] 最終仕上げ焼鈍後には、平坦化焼鈍を行って形状を矯正することが有効である。なお、本発明では、平坦化焼鈍前または後に、鋼板表面に張力コーティングを付与する。平坦化焼鈍前に張力コーティング処理液を塗布し、平坦化焼鈍とコーティングの焼付けを兼ねることもできる。

なお、本発明においては、鋼板に張力コーティングを付与する際、前述したように、線状溝底面部のコーティング膜厚 a_1 (μm) と線状溝部以外のコーティング膜厚 a_2 (μm) をそれぞれ適正に制御することが肝要である。

[0031] ここに、本発明においては、張力コーティングとは、鉄損低減のために鋼板に張力を与える絶縁コーティングを意味する。なお、張力コーティングとしては、シリカおよびリン酸塩を主成分とするもの、複合水酸化物系のコーティング、ホウ酸アルミニウム系のコーティング、等であれば、いずれもが有利に適合するが、張力コーティング剤としては、上記のように粘度を1.2cP以上とすることが望ましい。

[0032] 本発明での溝の形成は、従来公知の溝の形成方法、例えば、局所的にエッチング処理する方法、刃物などでけがく方法、突起つきロールで圧延する方法などが挙げられるが、最も好ましい方法は、最終冷延後の鋼板に印刷等によりエッチングレジストを付着させたのち、非付着域に電解エッチング等の処理により溝を形成する方法である。というのは、機械的に溝を形成させる方法は、刃物、ロール等の磨耗が激しく、溝の幅や深さが不均一になるため、安定した磁区細分化効果が得られにくいためである。

[0033] 本発明で鋼板表面に形成する溝は、幅：50～300 μm 、深さ：10～50 μm および間隔：1.5～20.0mm程度とし、溝の形成方向は、圧延方向と直角方向に対し $\pm 30^\circ$ 程度以内とすることが好ましい。なお、本発明において、「線状」とは、実線だけでなく、点線や破線なども含むものとする。

[0034] 本発明において、上述した工程や製造条件以外については、従来公知の溝

を形成して磁区細分化処理を施す方向性電磁鋼板の製造方法を、適宜使用することができる。

実施例 1

[0035] 質量%で、C : 0.05%、Si : 3.2%、Mn : 0.06%、Se : 0.02%およびSb : 0.02%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物の組成からなる鋼スラブを連続鑄造にて製造し、1400℃に加熱後、熱間圧延により板厚 : 2.6mmの熱延板としたのち、1000℃で熱延板焼鈍を施した。ついで、1000℃での中間焼鈍を挟む2回の冷間圧延によって、最終板厚 : 0.30mmの冷延板に仕上げた。

[0036] その後、グラビアオフセット印刷によるエッチングレジストを塗布し、ついで電解エッチングおよびアルカリ液中でのレジスト剥離を行うことにより、幅 : 150 μ m、深さ : 20 μ mの線状溝を、圧延方向と直交する向きに対し10°の角度にて3mm間隔で形成した。

ついで、825℃で脱炭焼鈍を施したのち、MgOを主成分とする焼鈍分離剤を塗布し、二次再結晶と純化を目的とした最終仕上げ焼鈍を1200℃、10hの条件で実施した。

そして、コロイダルシリカ40質量部、第一リン酸マグネシウム50質量部、無水クロム酸9.5質量部、シリカ粉末0.5質量部(固形分換算)からなる張力コーティング処理液を塗布し、830℃で、張力コーティング焼付けを兼ねた平坦化焼鈍を行って製品とした。その際、表1に示すようにコート液粘度を変化させることにより、各種の膜厚条件でコーティングを塗布、乾燥して焼き付けた。これを用いて、1000kVAの油入り変圧器を製造し、占積率、錆発生率および層間抵抗をそれぞれ評価した。

なお、占積率および層間抵抗はJIS C2550に記載の方法に準拠し、錆発生率は温度 : 50℃、露点 : 50℃で、大気中に50時間保持後、錆発生率を目視判定することで測定した。

上記した測定結果をそれぞれ表1に併記する。

[0037]

[表1]

表 1

試験 No.	粘度 (cP)	溝底部膜厚 a_1 (μm)	非溝部膜厚 a_2 (μm)	a_1/a_2	占積率 (%)	錆発生率 (%)	層間抵抗 ($\Omega\cdot\text{cm}^2$)	備考
1	1.2	0.4	0.2	2.0	98.0	10	20	比較例
2	1.2	0.7	0.4	1.8	97.8	≤ 5	≥ 200	発明例
3	1.4	2.9	1.5	1.9	97.6	≤ 5	≥ 200	発明例
4	1.4	4.5	3.2	1.4	97.3	≤ 5	≥ 200	発明例
5	1.5	7.2	3.9	1.8	96.8	≤ 5	≥ 200	比較例
6	1.6	8.5	4.5	1.9	96.6	≤ 5	≥ 200	比較例
7	1.2	3.3	2.3	1.4	97.6	≤ 5	≥ 200	発明例
8	1.1	4.9	2.2	2.2	97.7	5	≥ 200	発明例
9	1.1	6.1	1.9	3.2	97.6	25	10	比較例
10	1.0	6.6	2.0	3.3	97.3	40	10	比較例

※ 占積率、層間抵抗…JIS C2550に記載の方法に準拠して測定した。
 錆発生率…温度:50°C、露点:50°Cの大気中に50時間保持後、錆発生率を目視にて判定した。

[0038] 同表に示したとおり、本発明の前掲式(1)および(2)の関係を満足する試験No. 2～4, 7 および 8 の方向性電磁鋼板は、いずれも、局所的な絶縁コーティングの被膜剥離がなく、優れた耐食性（低い錆発生率）および絶縁性（高い層間抵抗）が得られた。

しかしながら、前掲式(1)を下限で満足しない試験No. 1 や、前掲式(2)の関係を満足しない試験No. 9, 10の方向性電磁鋼板は、耐食性および絶縁性が劣っていた。また、前掲式(1)を上限で満足しない試験No. 5, 6 の方向性電磁鋼板は、占積率が劣っていた。

符号の説明

- [0039] 1 線状溝部
 2 線状溝部以外

請求の範囲

[請求項1] 線状溝を設けた鋼板の表面に、絶縁コーティングを施した方向性電磁鋼板において、該線状溝の底面部における該絶縁コーティングの膜厚を $a_1(\mu\text{m})$ 、該線状溝部以外の鋼板表面の該絶縁コーティング膜厚を $a_2(\mu\text{m})$ とするとき、これら a_1 および a_2 が、下記式(1)および(2)の関係を満足する方向性電磁鋼板。

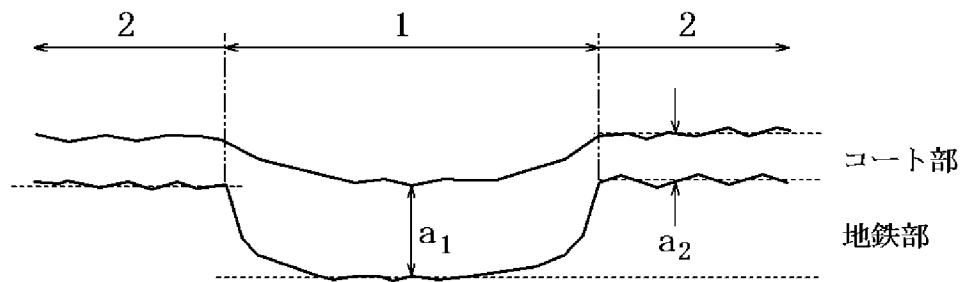
記

$$0.3\mu\text{m} \leq a_2 \leq 3.5\mu\text{m} \quad \cdots (1)$$

$$a_1 / a_2 \leq 2.5 \quad \cdots (2)$$

[請求項2] 前記絶縁コーティングが、粘度が1.2cP以上のコーティング処理液をロールコーターにて塗布し、乾燥して得たものである請求項1に記載の方向性電磁鋼板。

[図1]

FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/005455

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C22/00(2006.01)i, B32B15/08(2006.01)i, C21D8/12(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, C22C38/04(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i, H01F1/16(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)

C23C22/00, B32B15/08, C21D8/12, C22C38/00, C22C38/04, C22C38/60, H01F1/16, 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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2001-303215 A (Kawasaki Steel Corp.), 31 October 2001 (31.10.2001), claims; paragraphs [0016], [0023], [0030] to [0045]; fig. 1 (Family: none)	1, 2
X	JP 11-310882 A (Kawasaki Steel Corp.), 09 November 1999 (09.11.1999), claims; paragraphs [0072] to [0091]; fig. 1 & US 6287703 B1 & EP 971374 A1 & WO 1999/034377 A1 & DE 69838419 D & DE 69838419 T & CN 1253658 A	1, 2
X	JP 11-236682 A (Kawasaki Steel Corp.), 31 August 1999 (31.08.1999), claims; paragraphs [0074] to [0091]; fig. 2, 3 (Family: none)	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

"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
22 December, 2011 (22.12.11)

Date of mailing of the international search report
10 January, 2012 (10.01.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/005455

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 01-116085 A (Kawasaki Steel Corp.), 09 May 1989 (09.05.1989), claims; page 3, upper left column, line 17 to lower left column, line 1 (Family: none)	2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C23C22/00(2006.01)i, B32B15/08(2006.01)i, C21D8/12(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, C22C38/04(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i, H01F1/16(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（I P C））

Int.Cl. C23C22/00, B32B15/08, C21D8/12, C22C38/00, C22C38/04, C22C38/60, H01F1/16, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2001-303215 A（川崎製鉄株式会社）2001.10.31, 【特許請求の範囲】、【0016】、【0023】、 【0030】－【0045】、【図1】 （ファミリーなし）	1, 2
X	JP 11-310882 A（川崎製鉄株式会社）1999.11.09, 【特許請求の範囲】、【0072】－【0091】、【図1】 & US 6287703 B1 & EP 971374 A1 & WO 1999/034377 A1 & DE 69838419 D & DE 69838419 T & CN 1253658 A	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

2 2 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

柰屋 健太郎

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4 E

3 6 3 5

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 請求項の番号
X	JP 11-236682 A (川崎製鉄株式会社) 1999.08.31, 【特許請求の範囲】，【0074】－【0091】，【図2】，【図3】 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 01-116085 A (川崎製鉄株式会社) 1989.05.09, 特許請求の範囲，第3頁 左上欄 第17行－左下欄 第1行 (ファミリーなし)	2