

(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 12 月 20 日(20.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/172624 A1

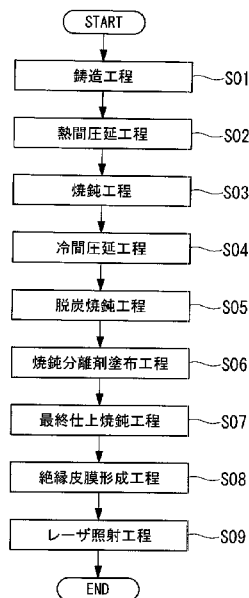
- (51) 国際特許分類:
C21D 8/12 (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)
H01F 1/16 (2006.01) *C22C 38/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/063475
- (22) 国際出願日: 2011 年 6 月 13 日(13.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 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): 坂井 辰彦(SAKAI Tatsuhiko) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 濱村 秀行(HAMAMURA Hideyuki) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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, JP, 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: MANUFACTURING METHOD FOR UNIDIRECTIONAL ELECTROMAGNETIC STEEL SHEET

(54) 発明の名称: 一方向性電磁鋼板の製造方法

【図2】



S01 CASTING STEP
S02 HOT ROLLING STEP
S03 ANNEALING STEP
S04 COLD ROLLING STEP
S05 DECARBURIZATION ANNEALING STEP
S06 ANNEALING SEPARATION AGENT APPLICATION STEP
S07 FINAL ANNEALING STEP
S08 INSULATING FILM FORMING STEP
S09 LASER IRRADIATION STEP

(57) Abstract: The present invention has the following steps: a final annealing step (S07) for annealing in a batch furnace a steel sheet (ferrite) wound into a coil, and forming a glass coating on the surface of the steel sheet (ferrite); an insulating film forming step (S08) for, after the final annealing step (S07), forming an insulating film on top of the glass coating; and a laser irradiation step (S09) for irradiating the insulating film from above with a laser beam, and for controlling the magnetic domain. In the laser irradiation step (S09), a laser beam is shone onto a surface facing the radial exterior side of the coil at the time of the final annealing step (S07).

(57) 要約: 鋼板地鉄をコイル状に巻き取った状態でバッチ式炉において焼鈍を行い、前記鋼板地鉄の表面に前記ガラス皮膜を形成する最終仕上焼鈍工程(S07)と、最終仕上焼鈍工程(S07)の後に、前記ガラス皮膜の上に絶縁皮膜を形成する絶縁皮膜形成工程(S08)と、前記絶縁皮膜の上からレーザビームを照射し、磁区制御を行うレーザ照射工程(S09)と、を有し、レーザ照射工程(S09)では、最終仕上焼鈍工程(S07)時におけるコイルの径方向外側を向く面に対して、レーザビームを照射する。



(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).

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：一方向性電磁鋼板の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、鋼板地鉄の表面にガラス皮膜及び絶縁皮膜が形成され、レーザ照射によって磁区制御された一方向性電磁鋼板の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 上述の一方向性電磁鋼板は、トランス、回転機等の電気機器の鉄芯を構成する素材として用いられている。このような一方向性電磁鋼板においては、磁化する際のエネルギー損失（鉄損）を低減することが求められる。鉄損は、渦電流損とヒステリシス損とに分類される。さらに、渦電流損は、古典的渦電流損と異常渦電流損とに分類される。

[0003] ここで、古典的渦電流損を低減するために、板表面に絶縁皮膜を形成した板厚の薄い一方向性電磁鋼板が提供されている。絶縁皮膜を形成した一方向性電磁鋼板としては、たとえば特許文献1に示すように、鋼板地鉄の表面に、ガラス皮膜が形成され、そのガラス皮膜の上にさらに絶縁皮膜が形成された2層構造のものが提案されている。

[0004] また、異常渦電流損を抑制するために、たとえば特許文献2，3に示すように、絶縁皮膜の上からレーザビームを集光・照射し、電磁鋼板の略幅方向に走査することにより、圧延方向に周期的に残留歪を有する領域を設けることにより、磁区を細分化する磁区制御法が提案されている。

[0005] 上述の一方向性電磁鋼板は、例えば、素材をケイ素鋼スラブとし、熱間圧延工程→焼鈍工程→冷間圧延工程→脱炭焼鈍工程→最終仕上焼鈍工程→絶縁皮膜形成工程→レーザ照射工程、といった手順で製造される。ここで、最終仕上焼鈍工程前の焼鈍において、鋼板地鉄の表面には、シリカ（ SiO_2 ）を主体とする酸化物層が形成される。

また、最終仕上焼鈍工程では、鋼板地鉄をコイル状に巻いた状態でバッチ式

炉を用いて熱処理を行っている。このため、最終仕上焼鈍工程における鋼板地鉄の焼き付きを防止するために、最終仕上焼鈍工程の前に、鋼板地鉄の表面にマグネシア（MgO）を主体とする焼鈍分離剤を塗布している。

そして、最終仕上焼鈍工程においては、シリカを主体とする酸化物層とマグネシアを主体とする焼鈍分離剤とが反応することにより、上述のガラス皮膜が形成される。

[0006] ところで、レーザ照射工程においては、ガラス皮膜の上に絶縁皮膜を形成し、この絶縁皮膜の上からレーザビームを照射し、磁区制御を行っている。ここで、レーザビームの照射によって、絶縁皮膜及びガラス皮膜に疵が生じることがあった。ここで、疵とは、これら皮膜の欠損剥離、浮き上がり、変質、変色等の皮膜損傷であり、目視や顕微鏡観察の外観検査にて認識できるものを指す。特に、ガラス皮膜に疵が発生した場合には、鋼板地鉄が外部に露出し、錆が発生してしまう。このため、ガラス皮膜に疵が生じた場合には、再度、絶縁皮膜を塗布する必要があった。

[0007] また、一方向性電磁鋼板においては、多くの熱処理が実施されるため、鋼板地鉄の長手方向（圧延方向）及び幅方向において、ガラス皮膜や絶縁皮膜の界面構造や厚みにばらつきが生じることがある。よって、レーザ照射条件を調整しても、鋼板地鉄全体でガラス皮膜における疵の発生を確実に抑制することが困難なことがあった。

[0008] このような状況から、従来よりも、レーザ照射によるガラス皮膜における疵の発生を抑制でき、高品質な一方向性電磁鋼板を提供することができる一方向性電磁鋼板の製造方法が求められていた。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2007-119821号公報

特許文献2：特表2003-500541号公報

特許文献3：特公平06-019112号公報

発明の概要

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一方向性電磁鋼板の製造方法は、鋼板地鉄と、この鋼板地鉄の表面に形成されたガラス皮膜と、ガラス皮膜の上に形成された絶縁皮膜と、を有する一方向性電磁鋼板の製造方法であって、前記鋼板地鉄をコイル状に巻き取った状態でバッチ式炉において焼鈍を行い、前記鋼板地鉄の表面にガラス皮膜を形成する最終仕上焼鈍工程と、前記最終仕上焼鈍工程の後に、前記ガラス皮膜の上に絶縁皮膜を形成する絶縁皮膜形成工程と、前記絶縁皮膜の上からレーザビームを照射し、磁区制御を行うレーザ照射工程と、を有し、前記レーザ照射工程では、前記最終仕上焼鈍工程時におけるコイルの径方向外側を向く面に対して、レーザビームを照射するものである。

[0011] 最終仕上焼鈍工程においては、鋼板地鉄をコイル状に巻いた状態でバッチ式炉において熱処理を行っており、コイル状とされた鋼板地鉄の径方向外側を向く面及び径方向内側を向く面にガラス皮膜が形成される。そして、絶縁皮膜形成工程では、コイル状に巻き取られた鋼板地鉄を巻き解して板状に伸ばした状態で、ガラス皮膜上に絶縁皮膜を形成する。さらに、レーザ照射工程においては、ガラス皮膜及び絶縁皮膜が形成された鋼板地鉄を板状に伸ばした状態で、板面にレーザビームを照射する。

[0012] ここで、コイル状に巻き取られた鋼板地鉄を巻き解して板状に伸ばした際には、コイルの径方向外側を向く面に形成されたガラス皮膜には圧縮応力が作用し、コイルの径方向内側を向く面に形成されたガラス皮膜には引張応力が作用することになる。また、ガラス皮膜は、引張応力には弱いが圧縮応力には強い性質を有している。

そこで、レーザ照射工程において、最終仕上焼鈍工程時におけるコイルの径方向外側を向く面、すなわち、圧縮応力が作用したガラス皮膜に対してレーザビームを照射することにより、ガラス皮膜における疵の発生を抑制することが可能となる。これにより、レーザ照射工程後に、再度、絶縁皮膜を形成する必要がなく、一方向性電磁鋼板の生産効率を大幅に向上することができる。

発明の効果

[0013] 鋼板の本体（地鉄）とガラス皮膜の密着性が劣化していない最終仕上焼鈍工程時におけるコイルの径方向外側を向く面にレーザビームを集光照射する本発明によれば、ガラス皮膜における疵の発生を確実に抑制することができ、高品質な一方向性電磁鋼板を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態である一方向性電磁鋼板の製造方法によって製造される一方向性電磁鋼板の断面説明図である。

[図2]本発明の実施形態である一方向性電磁鋼板の製造方法のフロー図である。

[図3]図2における脱炭焼鈍工程及び焼鈍分離剤塗布工程の概略説明図である。

[図4]図2における最終仕上焼鈍工程の概略説明図である。

[図5]図2における絶縁皮膜形成工程の概略説明図である。

[図6]図2におけるレーザ照射工程の概略説明図である。

[図7]本発明例の評価結果を示す図である。

[図8]比較例の評価結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、本発明の実施形態について添付した図面を参照して説明する。

[0016] 図1に示す一方向性電磁鋼板10は、鋼板地鉄11（地鉄）と、鋼板地鉄11の表面に形成されたガラス皮膜12と、ガラス皮膜12の上に形成された絶縁皮膜13と、を備えている。

鋼板地鉄11（地鉄）は、Siを含有する鉄合金で構成されている。本実施形態では、Si；2.5質量%以上4.0質量%以下、C；0.02質量%以上0.10質量%以下、Mn；0.05質量%以上0.20質量%以下、酸可溶性Al；0.020質量%以上0.040質量%以下、N；0.002質量%以上0.012質量%以下、S；0.001質量%以上0.010質量%以下、P；0.01質量%以上0.04質量%以下、残部がFe及

び不可避不純物、といった組成とされている。

また、鋼板地鉄 1 1（地鉄）の厚さは、一般的に 0. 1 5 mm 以上 0. 3 5 mm 以下とされている。

[0017] グラス皮膜 1 2 は、例えば、フォスフェイト (Mg_2SiO_4)、スピネル ($MgAl_2O_4$) 及びコージライト ($Mg_2Al_4Si_5O_{16}$)、といった複合酸化物によって構成されている。なお、このガラス皮膜 1 2 の厚さは、1 μm 前後とされている。

[0018] 絶縁皮膜 1 3 は、例えば、（特開昭 4 8－3 9 3 3 8 号公報、特公昭 5 3－2 8 3 7 5 号公報）コロイド状シリカとリン酸塩（リン酸マグネシウム、リン酸アルミニウムなど）を主体とするコーティング液や、（特開平 6－6 5 7 5 4 号公報、特開平 6－6 5 7 5 5 号公報）アルミナゾルとホウ酸を混合したコーティング液によって構成されている。本実施形態では、絶縁皮膜 1 3 は、リン酸アルミニウムとコロイダルシリカ、無水クロム酸（特公昭 5 3－2 8 3 7 5 号公報）について示す。なお、この絶縁皮膜 1 3 の厚さは、2 μm 前後とされている。

[0019] そして、この一方向性電磁鋼板 1 0 においては、絶縁皮膜 1 3 の上からレーザービームが照射されることによって、圧延方向にほぼ直交する線状の領域に残留歪が付与されている。この残留歪が付与された線状領域は、圧延方向に所定の周期で形成されており、二つの線状領域に挟まれて圧延方向に磁化が向いた領域において、圧延方向と略直交する方向の磁区幅を細分化する。

[0020] 次に、本実施形態である一方向性電磁鋼板の製造方法について説明する。

本実施形態である一方向性電磁鋼板の製造方法は、図 2 のフロー図に示すように、鑄造工程 S 0 1 と、熱間圧延工程 S 0 2 と、焼鈍工程 S 0 3 と、冷間圧延工程 S 0 4 と、脱炭焼鈍工程 S 0 5 と、焼鈍分離剤塗布工程 S 0 6 と、最終仕上焼鈍工程 S 0 7 と、絶縁皮膜形成工程 S 0 8 と、レーザー照射工程 S 0 9 と、を有している。

[0021] 鑄造工程 S 0 1 では、上述の組成に調製された溶鋼を連続鑄造機に供給し、鑄塊を連続的に製出する。

熱間圧延工程 S 0 2 では、得られた鋳塊を所定温度（例えば 1 1 5 0 ～ 1 4 0 0 °C）に加熱して熱間圧延を実施する。これにより、たとえば厚さ 1 . 8 ～ 3 . 5 m m の熱間圧延材を製出する。

[0022] 焼鈍工程 S 0 3 では、熱間圧延材に対して、例えば 7 5 0 ～ 1 2 0 0 °C × 3 0 秒 ～ 1 0 分の条件で熱処理を行う。

冷間圧延工程 S 0 4 では、焼鈍工程 S 0 3 後の熱間圧延材の表面を酸洗した上で、冷間圧延を実施する。これにより、たとえば厚さ 0 . 1 5 ～ 0 . 3 5 m m の冷間圧延材を製出する。

[0023] 脱炭焼鈍工程 S 0 5 では、冷間圧延材に対して、例えば 7 0 0 ～ 9 0 0 °C × 1 ～ 3 分の条件で熱処理を行う。ここで、脱炭焼鈍工程 S 0 5 は、図 3 に示すように、コイル状に巻き取られた冷間圧延材を板状に引き出して炉 2 1 内を走行させながら熱処理を実施する。これにより、鋼板地鉄 1 1 が製出される。また、図 3 に示すように、この脱炭焼鈍工程 S 0 5 により、鋼板地鉄 1 1 の表面にはシリカ（ SiO_2 ）を主体とする酸化物層 1 5 が形成される。焼鈍分離剤塗布工程 S 0 6 では、図 3 の○で囲んだ鋼板の断面拡大図に示すように、酸化物層 1 5 の上に、マグネシア（ MgO ）を主体とする焼鈍分離剤 1 6 を塗布する。

[0024] 最終仕上焼鈍工程 S 0 7 では、図 4 に示すように、焼鈍分離剤 1 6 を塗布された鋼板地鉄 1 1 をコイル状に巻き取った状態で、バッチ式炉 2 2 内に装入して熱処理を実施する。なお、この最終仕上焼鈍工程 S 0 7 における熱処理条件は、1 1 0 0 ～ 1 3 0 0 °C × 2 0 ～ 2 4 時間とされている。この最終仕上焼鈍工程 S 0 7 によって、シリカを主体とする酸化物層 1 5 とマグネシアを主体とする焼鈍分離剤 1 6 とが反応し、図 4 の○で囲んだ鋼板の断面拡大図に示すように、鋼板地鉄 1 1 の表面にフォステライト（ Mg_2SiO_4 ）からなるガラス皮膜 1 2 が形成される。

[0025] 絶縁皮膜成形工程 S 0 8 では、図 5 に示すように、コイル状に巻き取られた鋼板地鉄 1 1 を巻き解して板状に伸ばして搬送し、鋼板地鉄 1 1 の両面に形成されたガラス皮膜 1 2 の上に絶縁剤を塗布、焼付けを行い、絶縁皮膜 1

3を形成する。絶縁皮膜13を形成した鋼板地鉄11はコイル状に巻き取られる。

[0026] レーザ照射工程S09では、図6に示すように、コイル状に巻き取られた鋼板地鉄11を巻き解して板状に伸ばして搬送し、鋼板地鉄11の片面に向けてレーザビームを集光・照射し、電磁鋼板の略幅方向に走査する。これにより、鋼板地鉄11表面に、圧延方向にほぼ直交する線状の歪を、圧延方向について予め設定した間隔で付与する。このとき、最終仕上工程S07において、バッチ式炉22に装入された際のコイルの径方向外側を向く面に対してレーザビームを照射するように、レーザ照射装置23を配置している。レーザの光源、種類については、通常レーザ照射による磁区制御に用いられるレーザ光源であれば特に限定はされない。本実施形態では、レーザ照射工程S09では、YAGレーザを用いた例を示す。

[0027] このようにして、鋼板地鉄11の表面にガラス皮膜12及び絶縁皮膜13が形成され、レーザ照射によって磁区制御された一方向性電磁鋼板10が製造される。

[0028] 以上のような構成とされた本実施形態である一方向性電磁鋼板の製造方法によれば、最終仕上焼鈍工程S07において、焼鈍分離剤16を塗布された鋼板地鉄11をコイル状に巻き取った状態でバッチ式炉22内に装入して熱処理を実施しているので、コイル状とされた鋼板地鉄11の径方向外側を向く面及び径方向内側を向く面にそれぞれガラス皮膜12が形成される。

[0029] そして、レーザ照射工程S09では、コイル状に巻き取られた鋼板地鉄11を巻き解して板状に伸ばして搬送し、最終仕上工程S07においてバッチ式炉22に装入されたコイルの径方向外側を向く面に対してレーザビームを照射している。

[0030] ここで、コイル状に巻き取られた鋼板地鉄11を巻き解して板状に伸ばした際には、コイルの径方向外側を向く面に形成されたガラス皮膜12には圧縮応力が作用し、コイルの径方向内側を向く面に形成されたガラス皮膜12には引張応力が作用することになる。

[0031] 本実施形態では、レーザ照射工程S09において、圧縮応力が作用しているガラス皮膜12が形成されている面に対してレーザビームを照射することになる。ガラス皮膜12は、引張応力には弱い圧縮応力には強い性質を有している。これにより、ガラス皮膜12に疵が発生することが抑制され、鋼板地鉄11が外部に露出することを防止できる。

[0032] したがって、レーザ照射工程S09後に、再度、絶縁皮膜13を形成する必要がない。また、レーザ照射工程S09におけるレーザ照射条件を必要以上に制限することなく、ガラス皮膜12における疵の発生を確実に抑制することが可能となる。よって、一方向性電磁鋼板10の生産効率を大幅に向上することができる。

また、ガラス皮膜12に疵の発生が少ない高品質の一方向性電磁鋼板10を提供することができる。

実施例

[0033] 次に、本発明の効果を確認するために実施した確認実験について説明する。

まず、Si；3.0質量%、C；0.05質量%、Mn；0.1質量%、酸可溶性Al；0.02質量%、N；0.01質量%、S；0.01質量%、P；0.02質量%、残部がFe及び不可避不純物、といった組成のスラブを準備した。

このスラブに対して、1280℃で熱間圧延を実施し、厚さ2.3mmの熱間圧延材を製出した。

[0034] 次に、熱間圧延材に対して、1000℃×1分の条件で熱処理を行った。熱処理後に酸洗処理を施した上で冷間圧延を実施し、厚さ0.23mmの冷間圧延材を製出した。

この冷間圧延材に対して、800℃×2分の条件で脱炭焼鈍を実施した。そして、脱炭焼鈍後の冷間圧延材の両面に、マグネシアを主成分とする焼鈍分離材を塗布した。

[0035] 焼鈍分離材を塗布した冷間圧延材をコイル状に巻き取った状態で、バッチ式炉に装入し、1200℃×20時間の条件で最終仕上焼鈍を実施した。こ

れにより、表面にガラス皮膜が形成された鋼板地鉄を製出した。

次に、ガラス皮膜の上に、リン酸アルミニウムからなる絶縁材を塗布、焼付け（ $850^{\circ}\text{C} \times 1\text{分}$ ）し、絶縁皮膜を形成した。

[0036] そして、絶縁皮膜及びガラス皮膜が形成された鋼板地鉄に対して、レーザービームを照射し、鋼板地鉄の表面に歪を付与した。このときのレーザービームの照射条件は、出力 200W 、略楕円形状の集光スポット形状 d_l （圧延方向径） $\times d_c$ （幅方向径） $= 100\mu\text{m} \times 4000\mu\text{m}$ 、スキャン速度 $V_c = 16\text{m/s}$ 、ピッチ 4mm とした。

[0037] 本発明例では、最終仕上焼鈍時においてコイルの径方向外側を向く面に対してレーザービームを照射した。

比較例では、最終仕上焼鈍時においてコイルの径方向内側を向く面に対してレーザービームを照射した。

[0038] このようにして得られた本発明例である一方向性電磁鋼板及び比較例である一方向性電磁鋼板について、塩水噴霧試験を実施し、錆評点で評価した。なお、錆評点は、JIS K2246 5.34 湿潤試験方法に準じて、レーザー照射部の錆の発生率（目視および画像処理）によって、以下の5段階で評価した。

評点5 合格、錆発生なし、レーザー照射部が目視確認できない。顕微鏡でも確認できない。

評点4 合格、錆発生なし、レーザー照射部が顕微鏡で確認される。目視では確認できない。

評点3 合格、錆発生なし、レーザー照射部が目視確認できる。（絶縁皮膜は、変質・損傷している可能性があるが、ガラス皮膜は健全であり、絶縁性が維持されている状態）

評点2 不合格、錆発生あり、目視で離散的に錆を確認。

評点1 不合格、錆発生あり、目視で連続的に錆を確認。

なお、評点が4以上であれば、絶縁皮膜の再塗布を実施する必要がある。評価結果を、図7及び図8に示す。

[0039] 本発明例によれば、図 7 に示すように、錆評点が 4, 5 となっており、ガラス皮膜に疵が発生していないことが確認される。

一方、比較例においては、図 8 に示すように、錆評点が 1, 2, 3 となる箇所がある。多くの箇所ではガラス皮膜に疵が発生し、鋼板地鉄が露出していると判断される。

なお、上記の実施例以外の前述した他のガラス皮膜や絶縁皮膜でも、同様に圧縮応力が作用しているガラス皮膜が形成されている面に対してレーザービームを照射することにより、ガラス皮膜における疵の発生が抑制されることを確認した。さらに、照射するレーザー光として、ファイバーレーザー等を用いて疵の発生を調べて、傾向として同様の結果を得た。

以上のことから、本発明例によれば、同一のレーザー照射条件であっても、ガラス皮膜における疵の発生を抑制可能であることが確認された。

産業上の利用可能性

[0040] 本発明によれば、圧縮応力が作用しているガラス皮膜が形成されている面に対してレーザービームを照射することにより、ガラス皮膜における疵の発生が抑制された高品質な一方向性電磁鋼板を提供することができる。

符号の説明

- [0041] 1 0 一方向性電磁鋼板
- 1 1 鋼板地鉄
- 1 2 ガラス皮膜
- 1 3 絶縁皮膜
- S 0 7 最終仕上焼鈍工程
- S 0 9 レーザ照射工程

請求の範囲

[請求項1]

鋼板地鉄と、この鋼板地鉄の表面に形成されたガラス皮膜と、ガラス皮膜の上に形成された絶縁皮膜と、を有する一方向性電磁鋼板の製造方法であって、

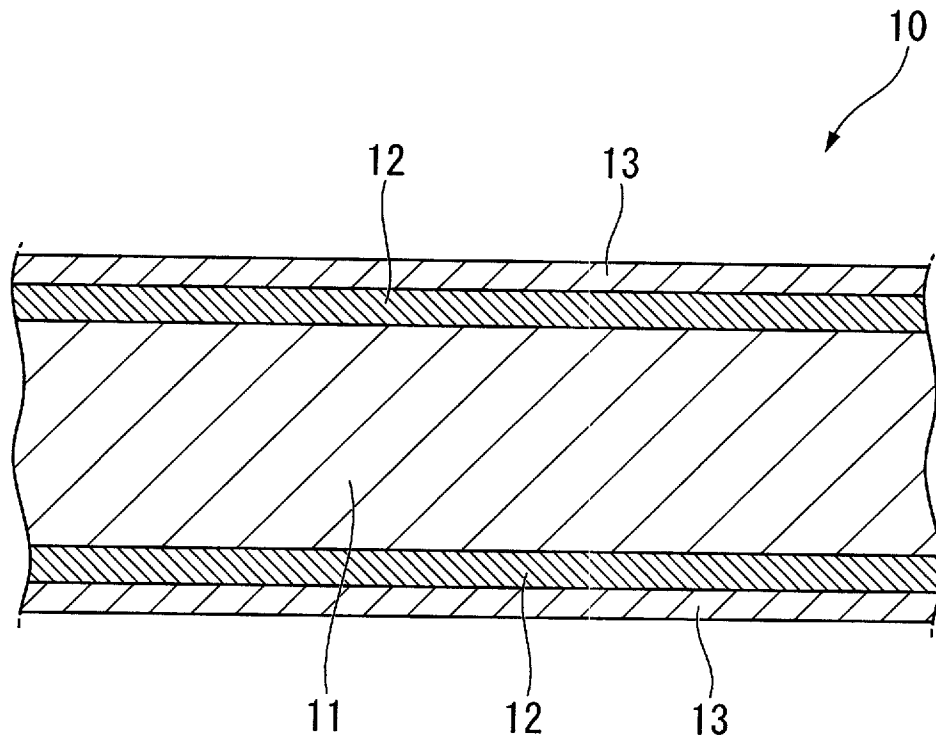
前記鋼板地鉄をコイル状に巻き取った状態でバッチ式炉において焼鈍を行い、前記鋼板地鉄の表面にガラス皮膜を形成する最終仕上焼鈍工程と、

前記最終仕上焼鈍工程の後に、前記ガラス皮膜の上に絶縁皮膜を形成する絶縁皮膜形成工程と、

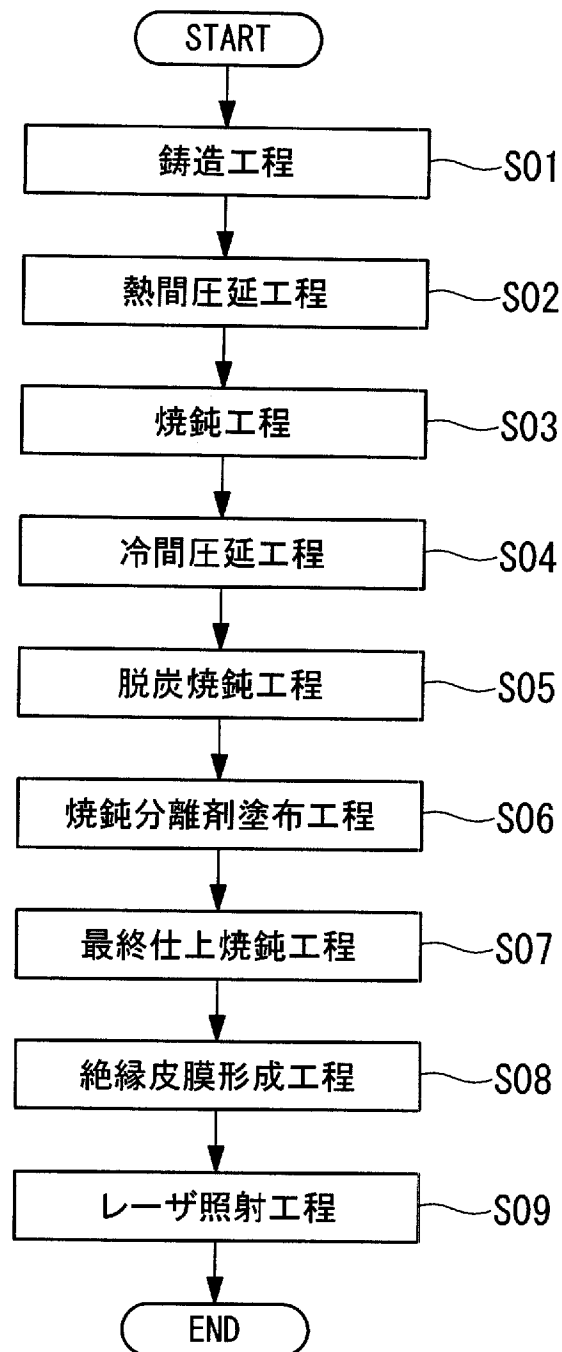
前記絶縁皮膜の上からレーザービームを照射し、磁区制御を行うレーザー照射工程と、を有し、

前記レーザー照射工程では、前記最終仕上焼鈍工程時におけるコイルの径方向外側を向く面に対して、レーザービームを照射することを特徴とする一方向性電磁鋼板の製造方法。

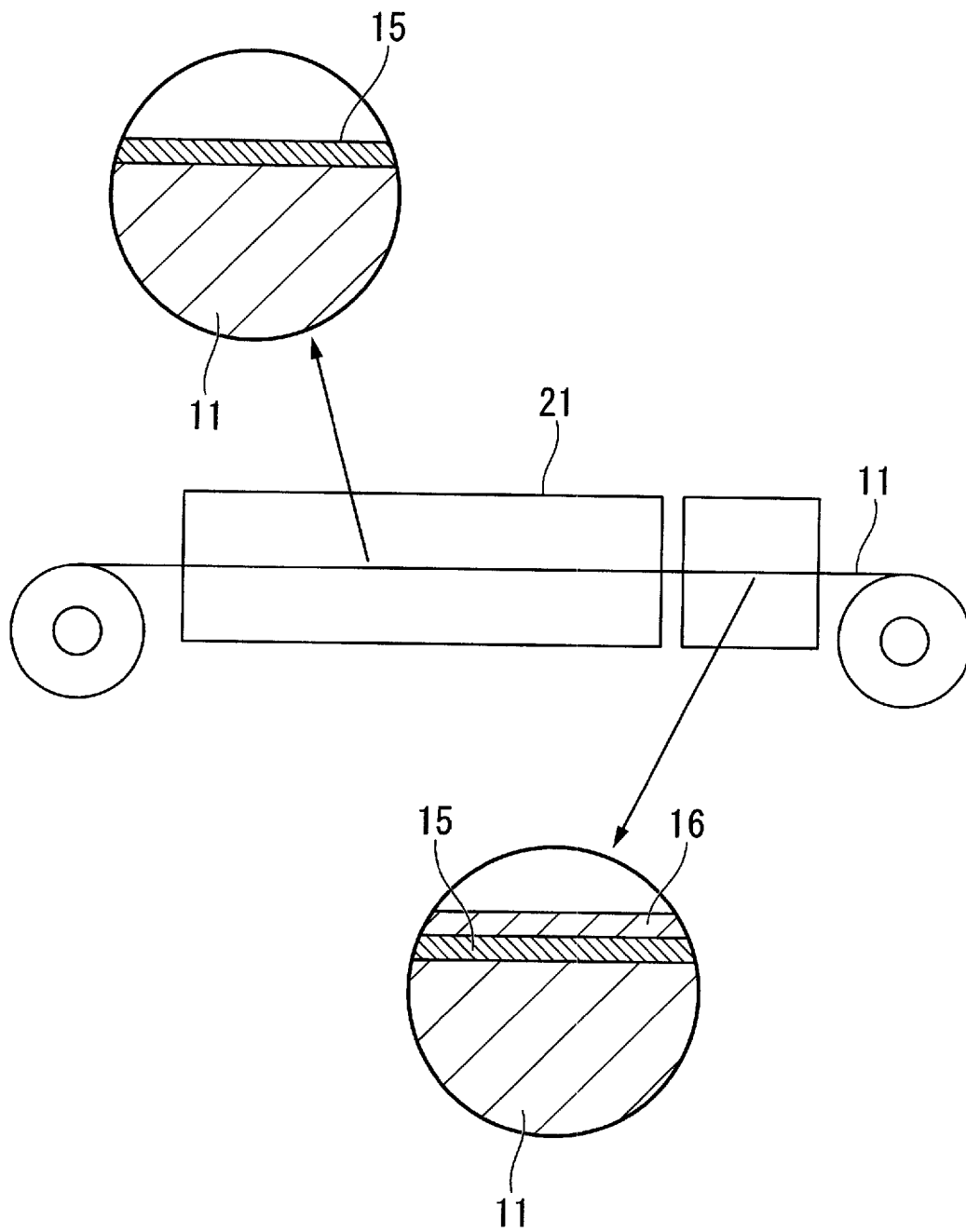
[図1]



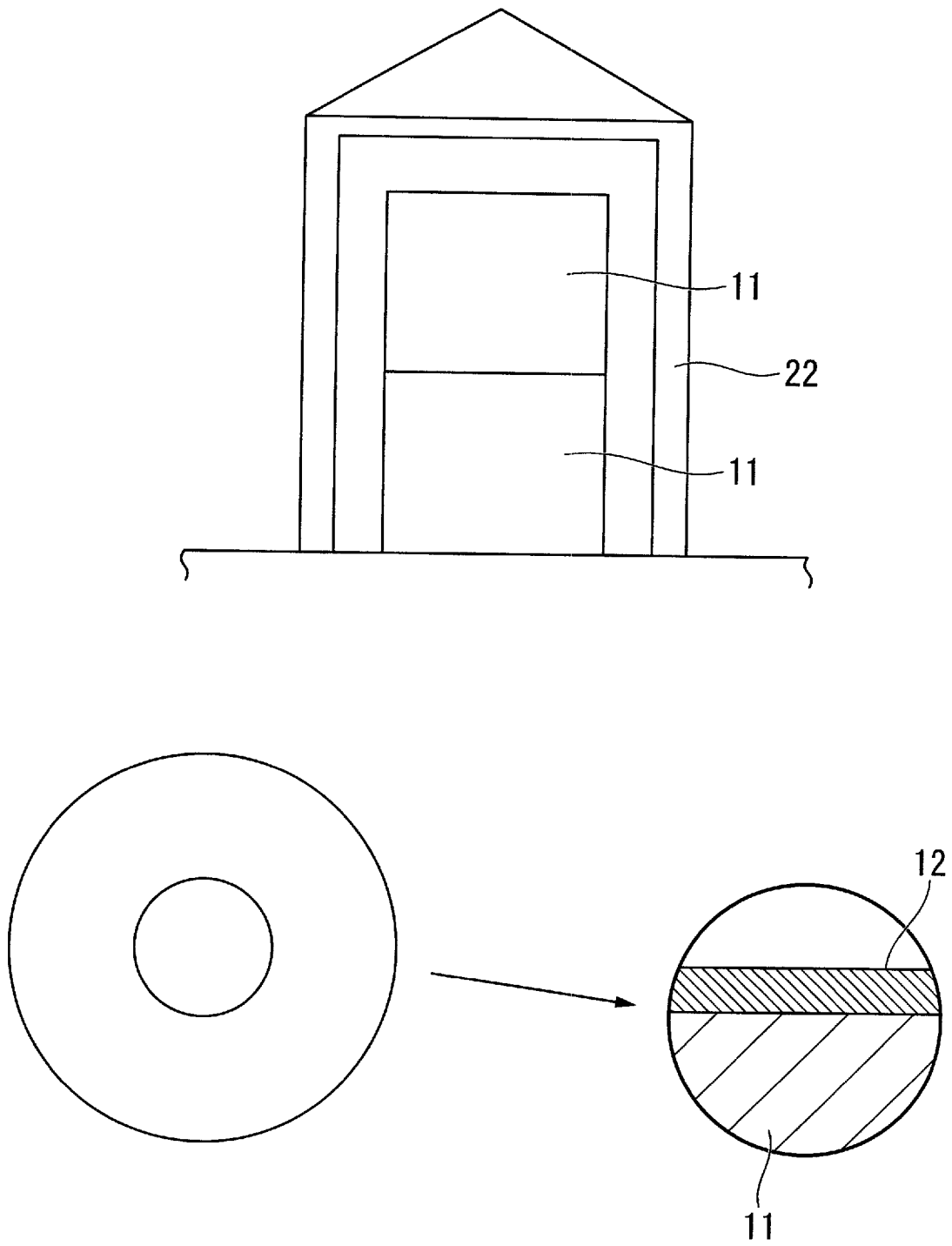
[図2]



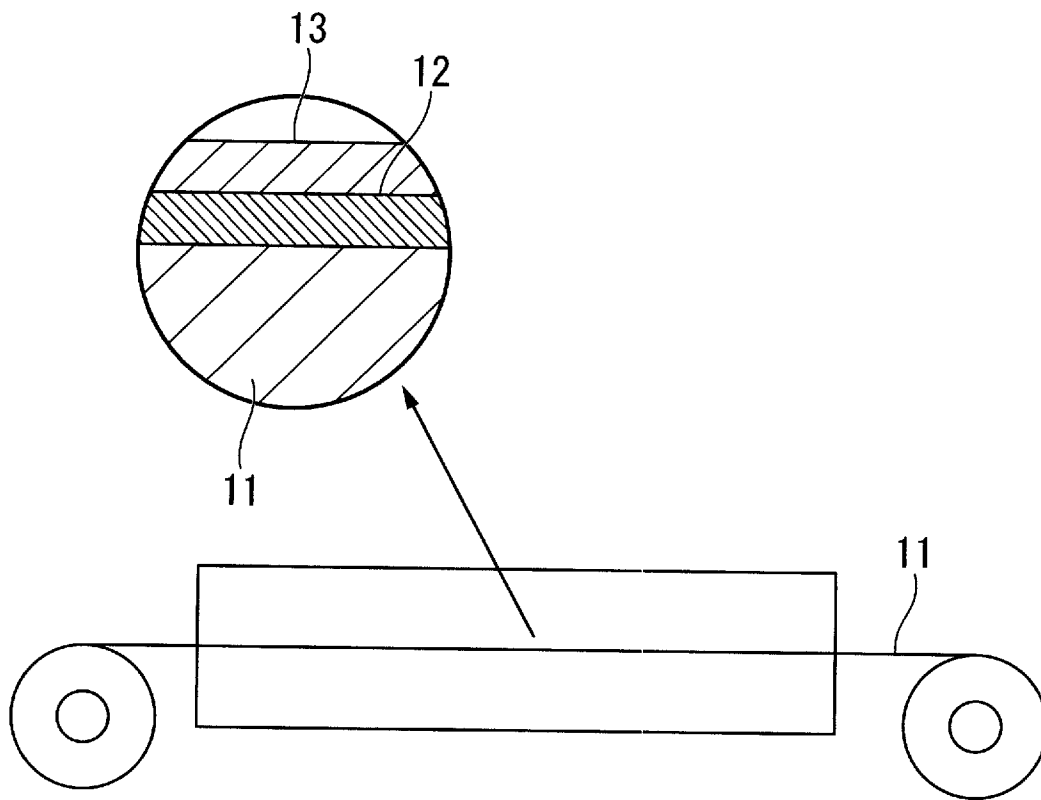
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

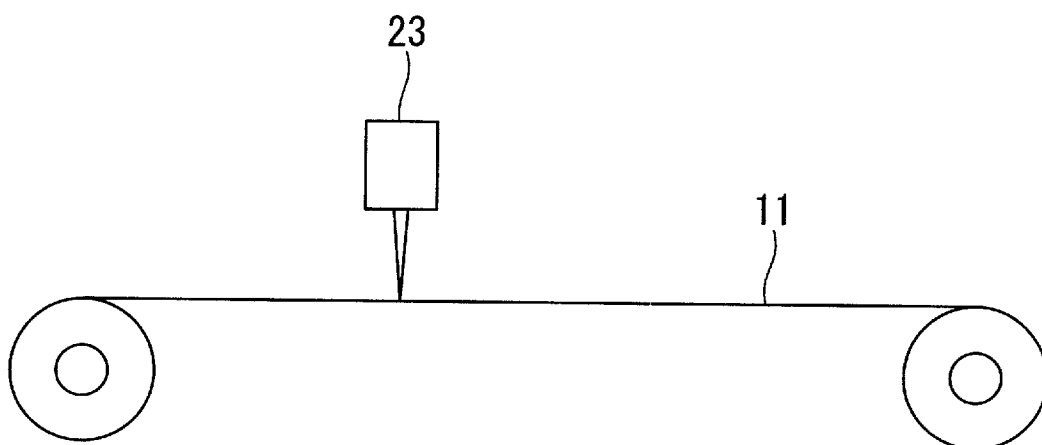


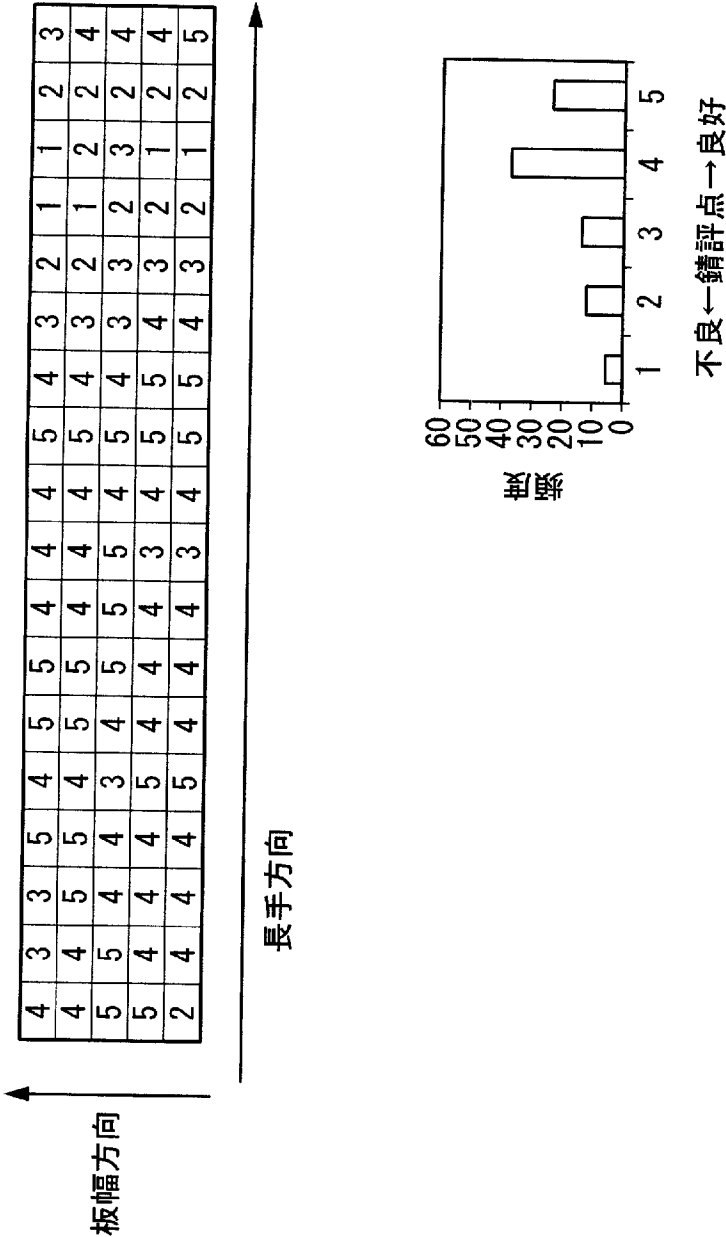
Figure 1 consists of a 5x10 grid of quality scores and a bar chart showing the distribution of scores. The grid is labeled "板幅方向" (Board Width Direction) vertically and "長手方向" (Long Hand Direction) horizontally.

5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4
5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4
5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5

The bar chart shows the frequency of scores from 1 to 5. The Y-axis is labeled "数" (Number) and ranges from 0 to 60. The X-axis is labeled "不良 ← 鑄評点 → 良好" (Defect ← Casting Evaluation Point → Good).

Score	Frequency
1	55
2	55
3	55
4	30
5	25

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063475

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D8/12(2006.01)i, H01F1/16(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)n, C22C38/06(2006.01)n

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)

C21D8/12, H01F1/16, C22C38/00, C22C38/06

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.
Y	JP 60-46325 A (Nippon Steel Corp.), 13 March 1985 (13.03.1985), claims; page 2, lower right column, line 20 to page 3, lower right column, line 1 (Family: none)	1
Y	JP 2000-109961 A (Nippon Steel Corp.), 18 April 2000 (18.04.2000), claims 1 to 6 & EP 0992591 A2 & DE 69923134 T2 & CA 2284466 A1 & KR 10-2000-0028848 & CN 1254020 A	1
A	JP 57-192223 A (Nippon Steel Corp.), 26 November 1982 (26.11.1982), claims (Family: none)	1

☐ 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
18 August, 2011 (18.08.11)

Date of mailing of the international search report
30 August, 2011 (30.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C21D8/12(2006.01)i, H01F1/16(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)n, C22C38/06(2006.01)n

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. C21D8/12, H01F1/16, C22C38/00, C22C38/06

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
Y	JP 60-46325 A (新日本製鐵株式会社) 1985. 03. 13, 特許請求の範囲, 第 2 頁右下欄第 20 行 - 第 3 頁右下欄第 1 行 (ファミリーなし)	1
Y	JP 2000-109961 A (新日本製鐵株式会社) 2000. 04. 18, 【請求項 1】 - 【請求項 6】 & EP 0992591 A2 & DE 69923134 T2 & CA 2284466 A1 & KR 10-2000-0028848 & CN 1254020 A	1
A	JP 57-192223 A (新日本製鐵株式会社) 1982. 11. 26, 特許請求の範 囲 (ファミリーなし)	1

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

1 8 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 8 . 2 0 1 1

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

伊藤 真明

4 K

3 6 4 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5