(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
2016 年 9 月 29 日(29.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/152678 A1

(51) 国際特許分類:
C22F 1/18 (2006.01) *C22C 14/00* (2006.01)
B21B 3/00 (2006.01) *C22F 1/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058330

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 16 日(16.03.2016)

(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 2015-063256 2015 年 3 月 25 日(25.03.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.)) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目２番４号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 君島 一也(KIMIJIMA, Kazuya). 小林 正宜(KOBAYASHI, Masanori). 塩釜 徹(SHIOGAMA, Tohru). 田村 圭太郎(TAMURA, Keitaro). 藤井 康之(FUJII, Yasuyuki).

(74) 代理人: 小谷 悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島２丁目２番２号大阪中之島ビル２階 Osaka (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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2016/152678 A1

(54) **Title**: METHOD FOR MANUFACTURING ROLLED SHEET FOR COLD-ROLLING AND METHOD FOR MANUFACTURING PURE TITANIUM SHEET

(54) 発明の名称 : 冷間圧延用圧延板の製造方法、及び純チタン板の製造方法

(57) **Abstract**: An aspect of the present invention is a method for manufacturing a rolled sheet for cold-rolling, the method being characterized in: being provided with a hot-rolling step for forming a rolled sheet by hot-rolling a pure titanium material and winding same in a coil, and an annealing step for annealing the rolled sheet after the hot-rolling step; the winding temperature in the hot-rolling step being 500°C or less; and the annealing step being controlled so that the area ratio of recrystallized grains in the microstructure of the rolled sheet after annealing is at least 90% and the mean grain size of the recrystallized grains is 5 μm to 10 μm.

(57) 要約: 本発明の一局面は、純チタン素材を熱間圧延し、コイル状に巻き取ることにより圧延板とする熱間圧延工程と、前記熱間圧延工程後の圧延板を焼鈍する焼鈍工程とを備え、前記熱間圧延工程における巻取り温度が５００℃以下であり、前記焼鈍工程は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率が９０％以上、再結晶粒の平均粒径が５μｍ以上１０μｍ以下になるように制御することを特徴とする冷間圧延用圧延板の製造方法である。

明　細　書

発明の名称 ：

冷間圧延用圧延板の製造方法、及び純チタン板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、冷間圧延用圧延板の製造方法及び純チタン板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 表面酸化及び熱収縮を抑制し、精度の高い製品を得ることができる工業用純チタン板の製造法として冷間圧延法が知られている。この冷間圧延法は、一般に、熱間圧延工程、焼鈍工程、第１冷間圧延工程、中間焼鈍工程、第２冷間圧延工程、及び仕上げ焼鈍工程を備える。この冷間圧延法は、前記熱間圧延工程及び前記焼鈍工程で得られた圧延体を、前記第１冷間圧延工程で一旦中間厚まで圧延し、中間焼鈍工程を経て、再度、冷間圧延（第２冷間圧延工程）を行うことにより、中間厚まで圧延した圧延板を製品厚まで圧延する。つまり、前記冷間圧延法は、冷間圧延工程と焼鈍工程とを繰り返し行うことで徐々に圧延板を薄くするものである。この冷間圧延法は、第１冷間圧延工程及び第２冷間圧延工程の総圧下率をそれぞれ小さくすることで、圧延板の割れや破断を防止している。

[0003] 一方、今日では、工業用純チタン板の需要増や製造コスト低減等への要請の高まりから、工程の省略が求められている。

[0004] この工程の省略に関し、例えば、第１冷間圧延工程及び中間焼鈍工程の省略が検討されている。しかしながら、第１冷間圧延工程及び中間焼鈍工程を省略すると、第２冷間圧延工程における総圧下率を大幅に高める必要がある。このため、この従来の方法では、この第２冷間圧延工程における冷間圧延時に圧延板の延性を充分に保つことができず、この冷間圧延時に圧延板の端部割れや破断を生じるおそれがある。

[0005] これに対し、このような端部割れや破断を防止するための方法として、熱

間圧延工程で得られる圧延板の厚みを薄くして、第２冷間圧延工程での総圧下率を低くすることが考えられる。しかしながら、このような方法によると、熱間圧延工程でのミスロールを生じるおそれや、熱間圧延工程の次の焼鈍工程での酸洗歩留りが悪化するおそれがある。

[0006] また、第１冷間圧延工程及び中間焼鈍工程の省略とは異なる別の工程の省略方法（第１冷間圧延工程及び中間焼鈍工程以外の工程を省略する方法）としては、例えば、特許文献１及び特許文献２に記載の方法が挙げられる。

[0007] 特許文献１には、加熱温度を８４０℃以上９２０℃未満として一方向に圧下率を９５％以上の熱間圧延を行った後、焼鈍を行わない高強度純チタン板の製造方法が記載されている。

[0008] 特許文献２には、熱間圧延終了後のチタン板を強制的に冷却し、５００℃以下の温度で巻き取るチタン熱延板の製造方法が記載されている。この方法によれば、焼鈍を行わずともそのままで冷間圧延用素材に供することができる旨が開示されている。すなわち、熱間圧延工程と第１冷間圧延工程との間の焼鈍工程を省略することが可能なチタン熱延板の製造方法が提案されている。また、この製造方法は、熱間圧延終了後にチタン板を急冷却し、粒成長を起こさない温度で巻き取ることによって、焼鈍工程を経なくても製品の材質を均一にすることができる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２０１３－１８１２４６号公報

特許文献2：特開昭５７－１０８２５２号公報

発明の概要

[0010] 本発明は、冷間圧延工程間に行われる中間焼鈍工程を行わなくても、冷間圧延時の端部割れを充分に抑制できる冷間圧延用圧延板の製造方法及び純チタン板の製造方法の提供を目的とする。

[0011] 本発明の一局面は、純チタン素材を熱間圧延し、コイル状に巻き取ることにより、圧延板とする熱間圧延工程と、前記熱間圧延工程後の圧延板を焼鈍

する焼鈍工程とを備え、前記熱間圧延工程における巻取り温度が、５００℃以下であり、かつ前記焼鈍工程は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率が９０％以上、前記再結晶粒の平均粒径が５μｍ以上１０μｍ以下になるように制御することを特徴とする冷間圧延用圧延板の製造方法である。

[0012] 前記並びにその他の本発明の目的、特徴及び利点は、以下の詳細な記載と添付図面から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における結晶粒及び再結晶粒の平均粒径と圧延板のビッカース硬さとの関係を示す図である。

[図2]図２は、冷間圧延時に生じた圧延板の端部割れを示す顕微鏡写真である。

発明を実施するための形態

[0014] 特許文献１に記載の製造方法は、熱間圧延工程の加熱温度が高いため、この加熱によって、圧延板の表面に比較的厚い酸化層が形成されやすい。このため、この製造方法によると、圧延板表面に疵が生じる可能性が高い。また、この製造方法は、熱間圧延工程後に焼鈍を行わないため、圧延板が充分な延性を有さず、冷間圧延した場合に端部割れが生じるおそれがある。

[0015] また、特許文献２に記載の製造方法は、熱間圧延後にチタン板を急冷却するため、このチタン板のミクロ組織の結晶粒径は極めて微細となる。このため、この製造方法によって得られたチタン板は、充分な延性を有しない。したがって、このようなチタン板に焼鈍を行わず直接冷間圧延を行うと、両端割れが生じるおそれがある。

[0016] 本発明者等は、熱間圧延工程及び焼鈍工程の条件を調整することにより、その後に行われる冷間圧延工程時の端部割れの発生に影響を与えることを見出した。

[0017] そこで、本発明者等は、製造コストの低減を図るための、工程の省略として、第１冷間圧延工程と第２冷間圧延工程との間の中間焼鈍工程（冷間圧延

工程間に行われる中間焼鈍工程）を省略することに着目し、以下の本発明に想到するに到った。

[0018] 以下、本発明に係る実施形態について説明するが、本発明は、これらに限定されるものではない。

[0019] 本発明の一実施形態に係る冷間圧延用圧延板の製造方法は、純チタン素材を熱間圧延して、コイル状に巻き取ることにより、圧延板とする熱間圧延工程と、前記熱間圧延工程後の圧延板を焼鈍する焼鈍工程とを備える。前記熱間圧延工程は、巻取り温度が、５００℃以下である。また、前記焼鈍工程は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率が９０％以上、かつ前記再結晶粒の平均粒径が５μｍ以上１０μｍ以下になるように制御する。

[0020] このような製造方法によれば、冷間圧延工程間に行われる中間焼鈍工程を行わなくても、冷間圧延時の端部割れを充分に抑制できる冷間圧延用圧延板を製造することができる。すなわち、冷間圧延時の端部割れを抑制しつつ、製造コストの低減を図ることができる冷間圧延用圧延板を製造することができる。

[0021] このことは、以下のことによると考えられる。まず、前記熱間圧延工程において、熱間圧延した圧延板をコイル状に巻き取る温度（巻取り温度）が前記範囲内とされているので、前記熱間圧延工程によって得られる圧延板のミクロ組織における結晶粒径は微細かつ略均一となりやすい。このため、前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び再結晶粒の平均粒径を前記範囲内に制御しやすい。

[0022] なお、従来の知見によると、冷間圧延前に行う焼鈍工程では、結晶粒径をできるだけ大きくすることが好ましいとされている。

[0023] これに対し、本発明者等は、結晶粒径が小さくなるに従い、結晶粒界が増加し、この結晶粒界が冷間圧延時の圧延板の端部割れを抑制することを見出した。この理由については定かではないが、この結晶粒界によって生じる微細な割れが冷間圧延時に圧延板の内部に割れが広がる障害となることが考え

られる。このため、前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び平均粒径を前記範囲内とすることで、圧延板が冷間圧延時に充分な延性を有するとともに、冷間圧延時の端部割れを的確に防止することができる。したがって、前記冷間圧延用圧延板の製造方法によれば、冷間圧延工程間に行われる中間焼鈍工程を行わなくても、冷間圧延時の端部割れを充分に抑制できる冷間圧延用圧延板を製造することができる。すなわち、従来の中間焼鈍工程を省略して冷間圧延を行うことで、冷間圧延時の圧延板の端部割れを抑制しつつ、製造コストの低減を図ることができる。

[0024] また、本発明の他の一実施形態に係る純チタン板の製造方法は、前記冷間圧延用圧延板の製造方法により得られた冷間圧延用圧延板を、中間焼鈍を行わずに冷間圧延する冷間圧延工程を備える。つまり、前記純チタン板の製造方法は、前記熱間圧延工程と前記焼鈍工程と、前記冷間圧延工程とを備える。

[0025] このような製造方法によれば、前記冷間圧延工程で、中間焼鈍を行わなくても、冷間圧延時の端部割れが充分に抑制された純チタン板が得られる。前記純チタン板の製造方法は、前記冷間圧延用圧延板（前記焼鈍工程によって得られた圧延板）を、中間焼鈍を行わず冷間圧延することで、冷間圧延時の端部割れが抑制された純チタン板を容易かつ確実に製造することができる。また、前記従来の製造方法のように、熱間圧延工程と第１冷間圧延工程との間の焼鈍工程を省略する場合、熱間圧延工程によって圧延板の表面に形成された酸化層を除去するために酸洗処理が必要となる。これに対し、前記中間焼鈍工程を省略すると、この中間焼鈍工程において酸化層が形成されないため中間焼鈍後の酸洗処理も同時に省略することができる。よって、前記純チタン板の製造方法は、前記従来の製造方法に比べてコスト低減効果が高い。

[0026] なお、前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、上述したように、前記純チタン板の製造方法に含まれるため、以下では、前記純チタン板の製造方法を説明する。

[0027] 前記純チタン板の製造方法は、冷間圧延法による純チタン板の製造方法として用いられる。前記純チタン板の製造方法は、前記熱間圧延工程と、前記焼鈍工程と、前記冷間圧延工程とを備える。また、前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、このうち、前記熱間圧延工程と、前記焼鈍工程とを備える。

[0028] ＜熱間圧延工程＞

前記熱間圧延工程では、まず、純チタン素材を熱間圧延する。この純チタン素材は、等級数が大きくなるほど、安価になる。一方、この純チタン素材は、等級数が大きくなるほど、Ｆｅ、Ｏ等の含有量が多くなり固溶強化能が増すため、硬くなる。このため、このような純チタン素材は、等級数が大きくなるほど、延性が低下し、冷間圧延時に端部割れが生じやすい。これに対し、本実施形態に係る純チタン板の製造方法は、比較的硬い第２種以上の等級の純チタン素材を用いても、冷間圧延時の端部割れを抑制することができる。このことから、第１種以外の比較的安価な純チタン素材を用いることができる。中でも、前記純チタン素材の等級としては、冷間圧延時の端部割れを的確に防止できる点から、第２種が、特に好ましい。

[0029] なお、本発明において、「純チタン素材」とは、ＪＩＳ－Ｈ４６００（１９６４）に規定される１種から４種までの純チタン材をいい、Ｆｅ、Ｏ等の微量の不純物を含有するものも含む。

[0030] 前記熱間圧延工程では、まず、前記純チタン素材のスラブを加熱炉で加熱する。この加熱温度の下限としては、７５０℃が好ましく、７８０℃がより好ましい。一方、この加熱温度の上限としては、８３０℃が好ましく、８１０℃がより好ましい。前記加熱温度が前記下限に満たないと、スラブの軟化が不充分となり圧延しにくくなるおそれがある。逆に、前記加熱温度が前記上限を超えると、スラブ表面に形成される酸化層が厚くなり、圧延時に表面疵が生じるおそれがある。

[0031] 次に、前記熱間圧延工程では、この加熱したスラブを前記加熱温度下で粗圧延した後、この粗圧延したスラブを仕上げ圧延する。前記仕上げ圧延温度の下限としては、６５０℃が好ましく、６７０℃がより好ましい。一方、前

記仕上げ圧延温度の上限としては、７５０℃が好ましく、７３０℃がより好ましい。前記仕上げ圧延温度が前記下限に満たないと、圧延板の軟化が不充分となり圧延しにくくなるおそれがある。逆に、前記仕上げ圧延温度が前記上限を超えると、圧延板の表面に形成される酸化層が厚くなり圧延時に表面疵が生じるおそれがある。なお、前記粗圧延に用いる粗圧延機及び仕上げ圧延に用いる仕上げ圧延機としては、公知の複数段式の圧延機を用いることができる。

[0032] 前記仕上げ圧延後の圧延板の平均厚みとしては、例えば、３ｍｍ以上４ｍｍ以下とすることができる。前記仕上げ圧延後の圧延板の平均厚みが前記下限に満たないと、熱間圧延工程でミスロールが発生するおそれがある。また、後述する焼鈍工程での酸洗歩留りが悪化するおそれもある。逆に、前記仕上げ圧延後の圧延板の平均厚みが前記上限を超えると、前記純チタン板の製造方法によって得られる純チタン板を充分に薄くすることが困難になるおそれがある。

[0033] 次に、前記熱間圧延工程では、前記仕上げ圧延によって得られる圧延板を冷却した上でコイル状に巻き取る。このようにして得られた熱間圧延工程後の圧延板は、コイル状に巻き取られた熱間圧延コイルである。

[0034] 前記熱間圧延工程において、コイル状に巻き取る前に圧延板を冷却する際の冷却速度の下限としては、２０℃／秒が好ましく、５０℃／秒がより好ましい。前記冷却速度が前記下限に満たないと、冷却時間が長くなることに起因して圧延板中に粗大な結晶粒が生じるおそれがあり、その結果、後述する冷間圧延時に端部割れが発生するおそれがある。なお、前記冷却速度は速い方が好ましいため、その上限は特に限定されるものではないが、前記冷却速度の上限としては、例えば、２００℃／秒とすることができる。また、この冷却方法としては、例えば、水冷が挙げられる。

[0035] 前記熱間圧延工程後の圧延材を巻き取る温度（熱間圧延コイルの巻取り温度）の上限としては、５００℃であり、４５０℃がより好ましく、４００℃がさらに好ましい。前記熱間圧延コイルの巻取り温度が前記上限を超えると

、コイルの巻き取り後に圧延板のミクロ組織が再結晶化及び粗大化するおそれがある。また、これにより、後述の焼鈍工程において圧延板のミクロ組織が再結晶化しにくくなり、また、再結晶しても粒径がさらに粗大化するおそれがある。なお、前記熱間圧延コイルの巻取り温度は低いほど、圧延板のミクロ組織の均一化を促進できるため、その下限は、特に限定されるものではないが、冷却時間が長くなるのを防止する点から、例えば、１００℃とすることができる。

[0036] 前記コイル巻き取り後の圧延板のミクロ組織は再結晶化しないことが好ましい。また、前記コイル巻き取り後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率の上限としては、５％が好ましく、３％がより好ましく、１％がさらに好ましい。前記コイル巻き取り後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率が前記上限を超えると、焼鈍後の粒子が粗大化するおそれがある。なお、前記コイル巻き取り後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率は低い方が好ましいため、その下限としては、０％とすることができる。

[0037] なお、本発明において、「ミクロ組織における再結晶粒の面積率」とは、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）にて観察した全ミクロ組織の面積に対する再結晶粒の面積の比（再結晶粒の面積／全ミクロ組織の面積）をいう。

[0038] 前記コイル巻き取り後の圧延板のミクロ組織における結晶粒の平均粒径の上限としては、５μｍが好ましく、３μｍがより好ましい。前記コイル巻き取り後の圧延板のミクロ組織における結晶粒の平均粒径が前記上限を超えると、焼鈍後の再結晶粒が粗大化するおそれがある。なお、前記コイル巻き取り後の圧延板のミクロ組織における結晶粒の平均粒径の下限としては、特に限定されるものではなく、例えば、０．５μｍとすることができる。

[0039] なお、本発明において、「平均粒径」とは、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いて観察視野内に観察される複数の粒子の真円相当の直径の平均をいう。

[0040] ＜焼鈍工程＞

前記焼鈍工程では、前記熱間圧延工程後の圧延板を焼鈍する。前記焼鈍工程では、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率が９０％以上、かつ再結晶粒の平均粒径が５μｍ以上１０μｍ以下になるように制御する。前記焼鈍工程は、前記熱間圧延工程後の圧延板を昇温する昇温工程と、前記昇温工程後の圧延板を、前記昇温工程での昇温状態（前記昇温工程での昇温温度）で保持する保持工程とを有する。前記焼鈍工程では、後述するように、比較的短時間で焼鈍する必要があるため、連続焼鈍炉を用いることが好ましい。この焼鈍炉の加熱方式としては、特に限定されるものではなく、例えば、直下バーナー炉を用いることができる。

[0041] （昇温工程）

前記昇温工程では、コイル巻き取り後（前記熱間圧延工程後）の圧延板を６５０℃以上７５０℃以下に昇温することが好ましい。前記昇温温度の下限としては、６７０℃がより好ましい。一方、前記昇温温度の上限としては、７３０℃がより好ましい。前記純チタン板の製造方法においては、前記粗圧延及び仕上げ圧延で圧延板に生じた歪みは、コイルの巻き取りまでにほとんど回復する。そのため、コイル巻き取り後の圧延板のミクロ組織には圧延による歪みはほとんど残存しない。従って、このような圧延板を前記温度未満で昇温してもこのミクロ組織における結晶を再結晶化することはできないおそれがある。逆に、前記昇温温度が前記上限を超えると、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の粒径が大きくなりすぎるおそれがある。なお、前記昇温工程における前記温度は、圧延板の温度を測定することで得られる値をいう。

[0042] （保持工程）

前記保持工程は、前記昇温工程後に圧延板を昇温状態で保持する工程である。すなわち、前記保持工程は、前記昇温工程後の圧延板を、前記昇温工程での昇温温度で保持する。前記保持工程における保持時間ｔ［秒］は、前記昇温温度Ｔ［℃］が６５０℃以上６８０℃未満の場合、１６０秒間以下２００秒間以下であることが好ましく、１６０秒間超２００秒間以下であること

がより好ましい。また、前記保持時間ｔ［秒］は、前記昇温温度Ｔ［℃］が６８０℃以上７２０℃未満の場合、８０秒間以上１６０秒間以下であることが好ましい。また、前記保持時間ｔ［秒］は、前記昇温温度Ｔ［℃］が７２０℃超７５０℃以下の場合、４０秒間以上８０秒間以下であることが好ましく、４０秒間以上８０秒間未満であることがより好ましい。すなわち、前記保持工程における保持時間ｔ［秒］は、下記（１）～（３）の条件を満たすことが好ましく、（２）、（４）、及び（５）の条件を満たすことがより好ましい。

[0043] （１）６５０℃≦Ｔ＜６８０℃の場合、１６０秒≦ｔ≦２００秒

（２）６８０℃≦Ｔ≦７２０℃の場合、８０秒≦ｔ≦１６０秒

（３）７２０℃＜Ｔ≦７５０℃の場合、４０秒≦ｔ≦８０秒

（４）６５０℃≦Ｔ＜６８０℃の場合、１６０秒＜ｔ≦２００秒

（５）７２０℃＜Ｔ≦７５０℃の場合、４０秒≦ｔ＜８０秒

但し、前記Ｔは、昇温工程での昇温温度［℃］を示す。

[0044] 前記保持工程における保持時間ｔが前記下限に満たないと、前記熱間圧延工程で得られた圧延板のミクロ組織における結晶を再結晶化できないおそれがある。逆に、前記保持工程における保持時間ｔが前記上限を超えると、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の粒径が大きくなりすぎるおそれがある。これに対し、前記純チタン板の製造方法は、前記焼鈍工程で前記圧延板を前記範囲内の温度に昇温した上、昇温後の圧延板を前記温度及び時間で保持することによって、圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び再結晶粒を上述の範囲内に制御することができる。中でも、前記保持工程における昇温温度Ｔ及び保持時間ｔとしては、前記（２）の条件を満たすことが好ましい。前記昇温工程での昇温温度Ｔが６８０℃以上７２０℃以下である場合、前記保持工程における保持時間ｔを比較的広い範囲に調整することができる。なお、前記保持工程では、昇温温度に基づいて圧延板を前記（１）～（３）の温度に保持することが好ましく、前記（２）、前記（４）、及び前記（５）の条件を満たすことがより好ましい。このため、前記保持

工程では、圧延板の温度が最も高くなりやすい焼鈍炉の出口又は出口直後で圧延板の温度を管理するのが好ましい。この圧延板の温度の計測方法としては、特に限定されるものではないが、コイル巻き取り後の圧延板の全長を連続的に精度よく計測できる放射温度計が好ましい。

[0045] 前記焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の面積率の下限としては、９５％がより好ましく、９８％がさらに好ましく、１００％が特に好ましい。前記焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の面積率が前記範囲内であることによって、冷間圧延時の端部割れを容易かつ確実に防止することができる。なお、前記焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の面積率は高い方が好ましいため、その上限としては、１００％とすることができる。

[0046] 前記焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の平均粒径の下限としては、６μｍがより好ましい。一方、前記焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の平均粒径の上限としては、８μｍがより好ましい。前記焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の平均粒径が前記範囲内であることによって、冷間圧延時の端部割れを容易かつ確実に防止することができる。

[0047] なお、前記純チタン板の製造方法は、前記焼鈍工程後に、前記熱間圧延工程及び前記焼鈍工程によって圧延板表面に形成された酸化層を除去する酸洗工程を有することが好ましい。この酸化層の除去は、例えば、デスケーラによって行うことができる。

[0048] （焼鈍後のミクロ組織における結晶粒及び再結晶粒の平均粒径と圧延板の硬さとの関係）

ここで、図１を参照して、焼鈍後のミクロ組織における結晶粒及び再結晶粒の平均粒径と圧延板の硬さとの関係について説明する。図１に示すように、熱間圧延工程後に焼鈍を行わない場合（図１の「未焼鈍材」）、及び熱間圧延工程後に焼鈍を行っても焼鈍後のミクロ組織が再結晶化されていない場合（図１の「焼鈍材（未再結晶）」）には、結晶粒の平均粒径は熱間圧延工程後のままである。このため、結晶粒の平均粒径が小さいことに起因して圧延板のビッカース硬さが極めて高くなる。この結果、このような圧延板を冷

間圧延すると、図２に示すように圧延板の延性が低いことに起因する端部割れが生じる（なお、図２の上側が冷間圧延前の圧延板、下側が冷間圧延後の圧延板である。）。また、焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の面積率が低い場合（図１の「焼鈍材（一部再結晶）」）にも、ビッカース硬さは充分に低くならない。このため、このような圧延板を冷間圧延すると端部割れが生じる。

[0049] これに対し、焼鈍後のミクロ組織における結晶粒が全て再結晶化されている場合（図１の「焼鈍材（すべて再結晶）」）、この再結晶粒の平均粒径の大小にかかわらず、ビッカース硬さは、ほぼ一定の低さに保たれる。このため、圧延板が充分な延性を有し、冷間圧延時の端部割れが抑制される。

[0050] なお、「ビッカース硬さ」とは、ＪＩＳ－Ｚ２２４４（２００９）に記載の「ビッカース硬さ試験－試験方法」に準拠して、試験力を９．８Ｎとして測定した値をいう。

[0051] ＜冷間圧延工程＞

前記冷間圧延工程では、前記焼鈍工程後の圧延板（前記冷間圧延用圧延板）を冷間圧延する。この冷間圧延工程では、中間焼鈍を行わない。また、前記冷間圧延工程で、総圧下率を８５％超とすることが好ましい。すなわち、この冷間圧延工程では、中間焼鈍を行わず、かつ、総圧下率を８５％超とすることが好ましい。前記冷間圧延用圧延板の製造方法により得られた冷間圧延用圧延板（前記前記焼鈍工程後の圧延板）は、冷間圧延工程間に行われる中間焼鈍工程を行わなくても、冷間圧延時の端部割れを抑制できるので、前記冷間圧延工程では、中間焼鈍を行わずに、総圧下率を８５％超となるまで冷間圧延することが好ましい。

[0052] なお、前記冷間圧延に用いる圧延機としては、公知の圧延機を用いることができ、例えば、１基のミルで繰り返し圧延するリバース圧延機を用いることができる。

[0053] 前記冷間圧延工程での総圧下率の下限としては、８６％がより好ましく、８８％がさらに好ましい。前記冷間圧延工程での総圧下率を前記範囲内とす

ることで、得られる純チタン板の厚みを充分に薄くしつつ、この純チタン板の端部割れを防止することができる。なお、前記冷間圧延工程での総圧下率の上限としては、特に限定されるものではないが、得られる純チタン板の端部割れを防止する点からは、例えば、９０％とすることができる。

[0054] 前記冷間圧延工程後の純チタン板の平均厚みとしては、１ｍｍ未満が好ましい。また、前記冷間圧延工程後の純チタン板の平均厚みの上限としては、０．８ｍｍがより好ましい。前記純チタン板の製造方法は、前記冷間圧延工程後の純チタン板の平均厚みを前記範囲内になるよう充分薄くしても、この純チタン板の端部割れを防止することができる。なお、前記冷間圧延工程後の純チタン板の平均厚みの下限としては、特に限定されるものではないが、例えば、０．５ｍｍとすることができる。

[0055] ＜利点＞

前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、前記熱間圧延工程における熱間圧延コイルの巻取り温度が前記範囲内とされているので、前記熱間圧延工程によって得られる圧延板のミクロ組織における結晶粒径は微細かつ略均一となりやすい。このため、前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び再結晶粒の平均粒径を前記範囲内に制御しやすい。

[0056] なお、従来の知見によると、冷間圧延前に行う焼鈍工程では、結晶粒径をできるだけ大きくすることが好ましいとされている。

[0057] これに対し、本発明者等は、結晶粒径が小さくなるに従い、結晶粒界が増加し、この結晶粒界が冷間圧延時の圧延板の端部割れを抑制することを見出した。この理由については定かではないが、この結晶粒界によって生じる微細な割れが冷間圧延時に圧延板の内部に割れが広がる障害となることが考えられる。このため、前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び平均粒径を前記範囲内とすることで、圧延板が冷間圧延時に充分な延性を有するとともに、冷間圧延時の端部割れを的確に防止することができる。したがって、前記冷間圧延用圧延板の

製造方法によれば、従来の中間焼鈍工程（冷間圧延工程間に行われる中間焼鈍工程）を行わなくても、冷間圧延時の端部割れを充分に抑制できる冷間圧延用圧延板を製造することができる。すなわち、前記冷間圧延用圧延板の製造方法によると、従来の中間焼鈍工程を省略して冷間圧延を行うことで、冷間圧延時の圧延板の端部割れを抑制しつつ、製造コストの低減を図ることができる。

[0058] 前記純チタン板の製造方法は、前記冷間圧延用圧延板の製造方法を用いた純チタン板の製造方法である。前記純チタン板の製造方法は、前記冷間圧延用圧延板の製造方法により得られた圧延板（前記焼鈍工程によって得られた圧延板）を中間焼鈍を行わず冷間圧延する。そうすることで、冷間圧延時の端部割れが抑制された純チタン板を容易かつ確実に製造することができる。また、前記従来の製造方法のように熱間圧延工程と第１冷間圧延工程との間の焼鈍工程を省略する場合、熱間圧延工程によって圧延板の表面に形成された酸化層を除去するために酸洗処理が必要となる。これに対し、前記中間焼鈍工程を省略すると、この中間焼鈍工程において酸化層が形成されないため中間焼鈍後の酸洗処理も同時に省略することができるので、前記純チタン板の製造方法は、前記従来の製造方法に比べてコスト低減効果が高い。

[0059] 前記純チタン板の製造方法は、例えば、比較的延性が高い第１種の純チタン素材を用いる場合、仕上げ圧延後の圧延板の平均厚みを比較的大きくしても、冷間圧延工程での総圧下率を高めることで得られる純チタン板の厚みを充分に薄くすることができる。また、前記純チタン板の製造方法は、コイル巻き取り後の圧延板にトリミングを行い、圧延板端部の凹凸を除去することによってトリミング無しの場合に比べて冷間圧延時の端部割れをさらに抑制しやすくなる。なお、このトリミングは、前記焼鈍工程の前で行うのが好ましい。

[0060] 本明細書は、上述したように、様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

[0061] 本発明の一局面は、純チタン素材を熱間圧延し、コイル状に巻き取ること

により圧延板とする熱間圧延工程と、前記熱間圧延工程後の圧延板を焼鈍する焼鈍工程とを備え、前記熱間圧延工程における巻取り温度が５００℃以下であり、前記焼鈍工程は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率が９０％以上、再結晶粒の平均粒径が５μｍ以上１０μｍ以下になるように制御することを特徴とする冷間圧延用圧延板の製造方法である。

[0062] 前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、熱間圧延工程における熱間圧延コイルの巻取り温度が前記範囲内とされているので、熱間圧延工程によって得られる圧延板のミクロ組織における結晶粒径は微細かつ略均一となりやすい。このため、前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び再結晶粒の平均粒径を前記範囲内に制御しやすい。なお、従来の知見によると、冷間圧延前に行う焼鈍工程ではできるだけ結晶粒径を大きくすることが好ましいとされている。これに対し、本発明者らは、結晶粒径が小さくなるに従い結晶粒界が増加し、この結晶粒界が冷間圧延時の圧延板の端部割れを抑制することを見出した。この理由については定かではないが、この結晶粒界によって生じる微細な割れが冷間圧延時に圧延板の内部に割れが広がる障害となることが考えられる。そのため、前記冷間圧延用圧延板の製造方法は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び平均粒径を前記範囲内とすることで、圧延板が冷間圧延時に充分な延性を有するとともに、冷間圧延時の端部割れを的確に防止することができる。したがって、前記冷間圧延用圧延板の製造方法によれば、従来の中間焼鈍工程（冷間圧延工程間に行われる中間焼鈍工程）を行わなくても、冷間圧延時の端部割れを充分に抑制できる冷間圧延用圧延板を製造することができる。すなわち、前記冷間圧延用圧延板の製造方法によると、従来の中間焼鈍工程を省略して冷間圧延を行うことで、冷間圧延時の圧延板の端部割れを抑制しつつ、製造コストの低減を図ることができる。

[0063] また、前記冷間圧延用圧延板の製造方法において、前記焼鈍工程が、前記熱間圧延工程後の圧延板を６５０℃以上７５０℃以下に昇温する昇温工程と、前記昇温工程後の圧延板を、前記昇温工程での昇温温度で保持する保持工

程とを有し、前記保持工程における保持時間ｔ［秒］が、下記（１）～（３）の条件を満たすことが好ましい。

[0064] （１）６５０℃≦Ｔ＜６８０℃の場合、１６０秒≦ｔ≦２００秒

（２）６８０℃≦Ｔ≦７２０℃の場合、８０秒≦ｔ≦１６０秒

（３）７２０℃＜Ｔ≦７５０℃の場合、４０秒≦ｔ≦８０秒

但し、前記Ｔ［℃］は、昇温工程での昇温温度を示す。

[0065] このように、前記焼鈍工程として、前記熱間圧延工程後の圧延板を前記範囲内の温度に昇温した上で、昇温後の圧延板を、前記温度で、前記範囲内の時間保持することによって、従来の中間焼鈍工程（冷間圧延工程間に行われる中間焼鈍工程）を行わなくても、冷間圧延時の端部割れをより抑制できる冷間圧延用圧延板を製造することができる。このことは、圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び再結晶粒を的確に制御することができることによると考えられる。

[0066] また、本発明の他の一局面は、前記冷間圧延用圧延板の製造方法により得られた冷間圧延用圧延板を、中間焼鈍を行わずに、冷間圧延する冷間圧延工程を備えることを特徴とする純チタン板の製造方法である。すなわち、本発明の他の一局面は、前記冷間圧延用圧延板の製造方法を用いた純チタン板の製造方法であって、前記焼鈍工程後の圧延板を冷間圧延する工程をさらに備え、前記冷間圧延工程で、中間焼鈍を行わないことを特徴とする純チタン板の製造方法である。

[0067] 前記純チタン板の製造方法は、前記焼鈍工程によって得られた圧延板を、中間焼鈍を行わず冷間圧延することで、冷間圧延時の端部割れが抑制された純チタン板を容易かつ確実に製造することができる。また、前記従来の製造方法のように、熱間圧延工程と第１冷間圧延工程との間の焼鈍工程を省略する場合、熱間圧延工程によって圧延板の表面に形成された酸化層を除去するために酸洗処理が必要となる。これに対し、前記中間焼鈍工程を省略すると、この中間焼鈍工程において酸化層が形成されないため中間焼鈍後の酸洗処理も同時に省略することができるので、前記純チタン板の製造方法は、前記

従来の製造方法に比べてコスト低減効果が高い。

[0068] また、前記純チタン板の製造方法において、前記冷間圧延工程で、総圧下率を８５％超とすることが好ましい。前記純チタン板の製造方法は、焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の面積率及び平均粒径が前記範囲内とされているので、前記冷間圧延工程で総圧下率を前記範囲内としても、冷間圧延時の圧延板の端部割れを充分に抑制することができる。

[0069] 以上説明したように、本発明の冷間圧延用圧延板の製造方法及び純チタン板の製造方法は、冷間圧延時の端部割れを抑制しつつ、製造コストの低減を図ることができる。

実施例

[0070] 以下、実施例によって本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0071] 表１に示す成分の純チタンスラブを製造した上、この純チタンスラブを表１の条件で熱間圧延することで、平均厚み３．６ｍｍの熱間圧延コイルＡ，Ｂを製造した。

[0072] [表1]

	純チタンスラブの成分				熱間圧延条件			
熱間圧延コイル	O (mass%)	Fe (mass%)	残部	等級	加熱温度 (℃)	仕上げ圧延温度 (℃)	巻取り温度 (℃)	平均粒径 (μm)
A	0.101	0.112	Ti＋不可避的不純物	2種	795	690	435	1.4
B	0.083	0.097	Ti＋不可避的不純物	2種	810	705	620	14.7

[0073] 次に、前記Ａ，Ｂの熱間圧延コイルの幅方向両端部（各端部２０ｍｍ）にトリミングを施した後、これらの熱間圧延コイルを長手方向に分割した。また、各分割片を表２に示す条件で焼鈍した上、酸洗処理を行って表面に形成

された酸化層を除去した。これにより、実施例１～８の圧延板及び比較例１～１０の圧延板を得た。なお、前記焼鈍は、コークス炉ガス（ＣＯＧ）バーナを用いた直火炉で行った。また、ＣＯＧバーナの火炎は、圧延板に触れさせず、この圧延板の幅方向の温度偏差が小さくなるように配慮した。

[0074] また、実施例１～８の圧延板及び比較例１～１０の圧延板（試験材）のミクロ組織における再結晶粒の平均粒径及び面積率を以下の方法で測定した。

[0075] 試験材の表面を研磨して、表層部、板厚１／４部、及び板厚中心部のそれぞれの圧延面において、０．５ｍｍ角（圧延方向、板幅方向に各０．５ｍｍ）の領域を、電界放出型走査顕微鏡（ＦＥＳＥＭ）を用いて、後方錯乱電子回折像（ＥＢＳＰ）による組織観察を行うことによって、各再結晶粒の円相当直径を測定し、その平均を算出した。また、前記組織観察により、全ミクロ組織の面積及び再結晶粒の面積を測定し、全ミクロ組織の面積に対する再結晶粒の面積の比（再結晶粒の面積／全ミクロ組織の面積）を算出した。

[0076]

[表2]

圧延板	熱間圧延コイル	昇温温度（℃）	保持時間（sec）	再結晶粒の面積率（%）	平均粒径（μm）	
					再結晶粒のみ	結晶粒及び再結晶粒
実施例1	A	650	160	96	5.1	5.2
実施例2	A	650	200	100	7.4	7.4
実施例3	A	680	80	97	5.1	5.2
実施例4	A	680	160	100	7.2	7.2
実施例5	A	720	80	98	6.3	6.3
実施例6	A	720	160	100	9.6	9.6
実施例7	A	750	40	94	5.5	5.6
実施例8	A	750	80	100	9.8	9.8
比較例1	A	630	200	8	4.8	1.5
比較例2	A	650	120	14	4.9	1.9
比較例3	A	680	50	9	4.9	1.6
比較例4	A	720	60	66	5.0	3.8
比較例5	A	720	180	100	11.2	11.2
比較例6	A	750	20	21	4.9	2.3
比較例7	A	750	100	100	11.2	11.2
比較例8	A	770	80	100	13.4	13.4
比較例9	B	700	100	0	—	14.7
比較例10	B	800	140	100	25.9	25.9

[0077] 続いて、各実施例及び各比較例の圧延板を、単スタンド可逆式の冷間圧延機

（ワークロール、中間ロール及びバックアップロールからなる６段型ミル、ワークロール径：１４５ｍｍ、ワークロール肌：ダル仕上げ）で冷間圧延した。なお、この冷間圧延の狙い厚は、０．５０ｍｍ（総圧下率８６％）とした。また、この冷間圧延のパス回数は、２１～２５回であった。この冷間圧延によって狙い厚に達するまでに端部割れが生じるか否かを観察した。また同時に、コイル側面から目視することで端部割れの発生のタイミングを観察した。この観察結果を表３に示す。

[0078] [表3]

圧延板	端部割れの有無	端部割れの発生のタイミング	
		板厚（mm）	総圧下率（%）
実施例1	無	―	―
実施例2	無	―	―
実施例3	無	―	―
実施例4	無	―	―
実施例5	無	―	―
実施例6	無	―	―
実施例7	無	―	―
実施例8	無	―	―
比較例1	有	0.69	81
比較例2	有	0.61	83
比較例3	有	0.69	81
比較例4	有	0.59	84
比較例5	有	0.56	84
比較例6	有	0.69	81
比較例7	有	0.57	84
比較例8	有	0.65	82
比較例9	有	0.68	81
比較例10	有	0.74	79

[0079] ［評価結果］

表１に示すように、Ｂの熱間圧延コイルは、コイルの巻取り温度が高すぎるため、コイルの巻き取り後にミクロ組織における結晶粒が再結晶化及び粗

大化している。このため、このＢの熱間圧延コイルを用いた比較例９，１０の圧延板は、表２に示すように焼鈍後の結晶粒及び再結晶粒が粗大となった。この結果、表３に示すように冷間圧延における狙い厚に達する前に端部割れが発生した。

[0080] また、比較例１～４，６の圧延板は、表２に示すように、昇温温度が低すぎるか又は保持時間が短すぎるため、焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の面積率が低く、その結果得られる粒子径も小さい。このため、圧延板が十分な延性を有さず、表３に示すように冷間圧延における狙い厚に達する前に端部割れが発生した。一方、比較例５，７，８の圧延板は、表２に示すように昇温温度が高すぎるか又は保持時間が長すぎるため、焼鈍後のミクロ組織における再結晶粒の平均粒径が粗大となっている。このため、表３に示すように冷間圧延における狙い厚に達する前に端部割れが発生した。

[0081] これに対し、実施例１～８の圧延板は、昇温温度、保持時間等を適切に調整することで、端部割れを生じることなく冷間圧延を完了することができた。

産業上の利用可能性

[0082] 以上説明したように、本発明によれば、冷間圧延時の端部割れを抑制しつつ、製造コストの低減を図ることができる冷間圧延用圧延板の製造方法が提供される。また、本発明によれば、安価で高品質な純チタン板を製造するのに適している純チタン板の製造方法が提供される。

請求の範囲

[請求項1] 純チタン素材を熱間圧延し、コイル状に巻き取ることにより、圧延板とする熱間圧延工程と、前記熱間圧延工程後の圧延板を焼鈍する焼鈍工程とを備え、

前記熱間圧延工程における巻取り温度が、５００℃以下であり、

前記焼鈍工程は、焼鈍後の圧延板のミクロ組織における再結晶粒の面積率が９０％以上、かつ前記再結晶粒の平均粒径が５μｍ以上１０μｍ以下になるように制御することを特徴とする冷間圧延用圧延板の製造方法。

[請求項2] 前記焼鈍工程が、

前記熱間圧延工程後の圧延板を６５０℃以上７５０℃以下に昇温する昇温工程と、

前記昇温工程後の圧延板を、前記昇温工程での昇温温度で保持する保持工程とを有し、

前記保持工程における保持時間ｔ［秒］が、下記（１）～（３）の条件を満たす請求項１に記載の冷間圧延用圧延板の製造方法。

（１） ６５０℃≦Ｔ＜６８０℃の場合、１６０秒≦ｔ≦２００秒

（２） ６８０℃≦Ｔ≦７２０℃の場合、８０秒≦ｔ≦１６０秒

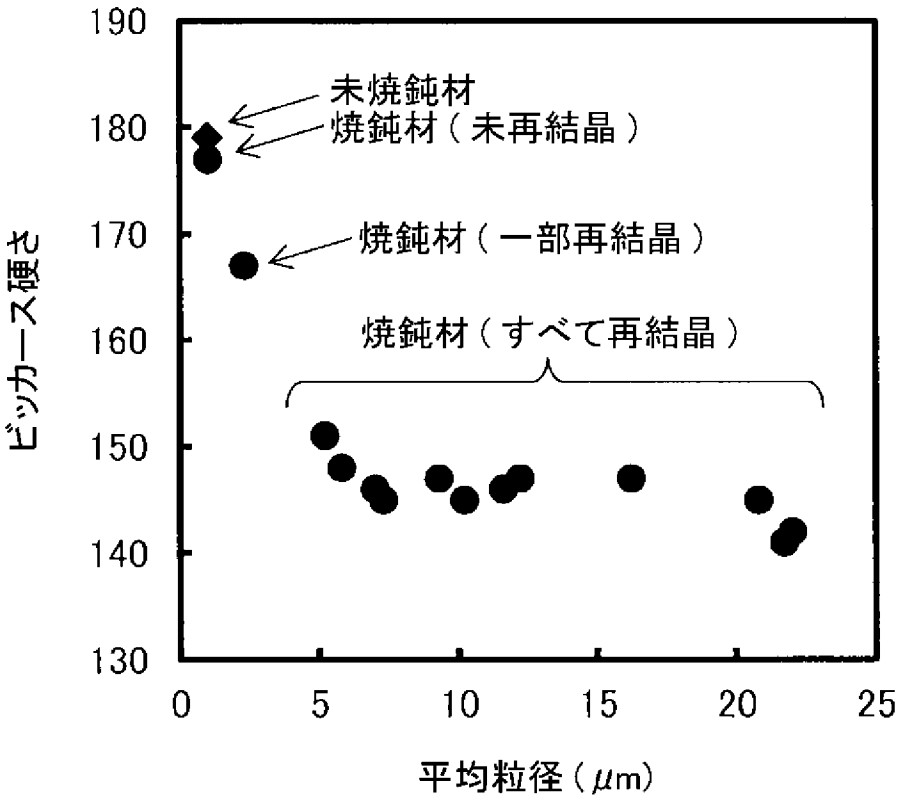
（３） ７２０℃＜Ｔ≦７５０℃の場合、４０秒≦ｔ≦８０秒

上記（１）～（３）中、前記Ｔは、昇温工程での昇温温度［℃］を示す。

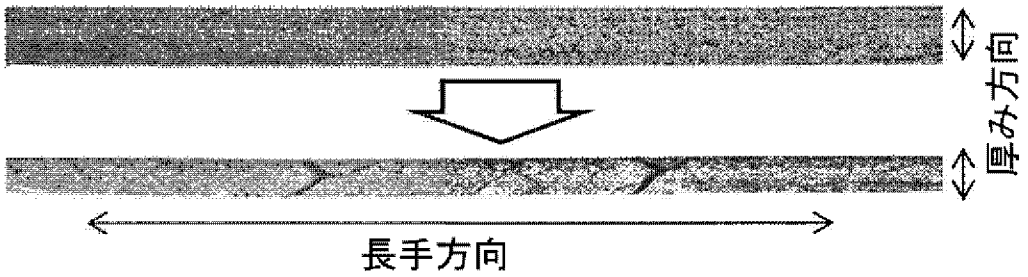
[請求項3] 請求項１又は請求項２に記載の冷間圧延用圧延板の製造方法により得られた冷間圧延用圧延板を、中間焼鈍を行わずに冷間圧延する冷間圧延工程を備えることを特徴とする純チタン板の製造方法。

[請求項4] 前記冷間圧延工程で、総圧下率を８５％超とする請求項３に記載の純チタン板の製造方法。

[図1]


190
180
170
160
150
140
130
ビッカース硬さ
未焼鈍材
焼鈍材（未再結晶）
焼鈍材（一部再結晶）
焼鈍材（すべて再結晶）
0
5
10
15
20
25
平均粒径（μm）

[図2]


厚み方向
長手方向

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/058330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C22F1/18(2006.01)i, *B21B3/00*(2006.01)i, *C22C14/00*(2006.01)n, *C22F1/00*(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)
C22F1/18, B21B3/00, C22C14/00, C22F1/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 63-114952 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 19 May 1988 (19.05.1988), (Family: none)	1-4
A	JP 8-67955 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 12 March 1996 (12.03.1996), (Family: none)	1-4
A	JP 2004-285457 A (Kobe Steel, Ltd.), 14 October 2004 (14.10.2004), (Family: none)	1-4

☐ 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	Date of mailing of the international search report
06 June 2016 (06.06.16)	14 June 2016 (14.06.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５８３３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22F1/18(2006.01)i, B21B3/00(2006.01)i, C22C14/00(2006.01)n, C22F1/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22F1/18, B21B3/00, C22C14/00, C22F1/00

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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
A	JP 63-114952 A (住友金属工業株式会社) 1988.05.19, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 8-67955 A (住友金属工業株式会社) 1996.03.12, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2004-285457 A (株式会社神戸製鋼所) 2004.10.14, (ファミリーなし)	1-4

☐　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	国際調査報告の発送日
０６．０６．２０１６	１４．０６．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｋ　３３４９
川村　裕二
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３５