

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6524716号
(P6524716)

(45) 発行日 令和1年6月5日(2019.6.5)

(24) 登録日 令和1年5月17日(2019.5.17)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46 T
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 W
C 2 2 C 38/06 (2006.01)	C 2 2 C 38/06
C 2 2 C 38/58 (2006.01)	C 2 2 C 38/58

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-41690 (P2015-41690)	(73) 特許権者	000006655
(22) 出願日	平成27年3月3日(2015.3.3)		日本製鉄株式会社
(65) 公開番号	特開2016-160501 (P2016-160501A)		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(43) 公開日	平成28年9月5日(2016.9.5)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成29年11月6日(2017.11.6)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100077517
			弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100113918
			弁理士 亀松 宏
		(74) 代理人	100187702
			弁理士 福地 律生
		(74) 代理人	100140121
			弁理士 中村 朝幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工性に優れた熱延鋼板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C：0.001～0.2213%、Si：0.01～2.00%、Mn：0.12～3.00%、P：0.01%以下、S：0.01%以下、Al：0.001～0.10%、N：0.01%以下、O：0.01%以下を含み、

残部は、Feと不可避的不純物である熱延鋼板を製造する方法であって、

熱間圧延終了後、熱延鋼板を300以下に冷却し、巻き取る直前に、100/秒以上の急速加熱で、400以上750以下の温度域に加熱して5秒以下保熱し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取ることを特徴とする加工性に優れた熱延鋼板の製造方法。

【請求項2】

質量%で、C：0.001～0.30%、Si：0.01～2.00%、Mn：0.12～3.00%、P：0.01%以下、S：0.01%以下、Al：0.001～0.10%、N：0.01%以下、O：0.01%以下を含み、

残部は、Feと不可避的不純物である熱延鋼板を製造する方法であって、

熱間圧延終了後、熱延鋼板を300以下に冷却し、そのまま巻き取り、その後、巻き戻す工程で、巻き取る直前に、100/秒以上の急速加熱で、400以上Ac3点+20以下の温度域に加熱して5秒以下保熱し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取り、前記巻き戻す工程での巻き取り前の冷却過程において、300以上500以下の温度域で、0.1秒以上300秒以下保熱し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取る

ことを特徴とする加工性に優れた熱延鋼板の製造方法。

【請求項3】

質量%で、さらに、Ti、Nb、Mo、V、Cr、Ca、REM、Zr、Cu、Ni及びBの1種又は2種以上を、合計で0.1%以下含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の加工性に優れた熱延鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工性に優れた熱延鋼板の製造方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

自動車や産業機械の構造材、その他各種用途の基礎材として幅広く使用されている熱延鋼板は、通常、加熱炉で、所定の温度に加熱されたスラブを粗圧延機で粗圧延し、次いで、複数の圧延スタンドからなる仕上げ圧延機で所要板厚に圧延し、圧延後、冷却帯で、所要温度に冷却した後、巻取機で巻き取って製造されている。

【0003】

巻き取った熱延鋼板には、板幅方向及び/又は長手方向の機械的性質（特に、加工性）が均等であることが求められるが、実際には、その製造過程において、鋼板の板幅方向及び/又は長手方向に温度差が生じて材質が均質にならず、均一な機械的性質が得られないのが実情である。

20

【0004】

特に、粗圧延中におけるスラブの長手方向端部及び幅方向端部の温度低下が、仕上げ圧延中の熱延鋼板の耳波や中伸びの原因となる。耳波や中伸びが生じないまでも、板幅方向及び/又は長手方向において均一な材質が得られず、均一な機械的性質、特に加工性が得られない。

【0005】

これまで、スラブの幅方向及び/又は長手方向の温度分布の不均一に起因する熱延鋼板の材質の不均一を解消する技術が幾つか提案されている。

【0006】

例えば、特許文献1には、加熱炉で加熱したスラブを粗圧延機で粗圧延し、仕上げ圧延機で仕上げ圧延する鋼板の熱間圧延方法において、粗圧延機と仕上げ圧延機との間に、板幅以上の鉄心幅のトランスバース型誘導加熱装置を、鋼板の上下に対向させて傾動可能に配設し、該トランスバース型誘導加熱装置の上、下、又は、両方を板幅方向に傾動することにより、粗圧延された鋼板の幅方向温度分布が均一化するように加熱昇温量を調整する鋼板の熱間圧延方法が提案されている。

30

【0007】

特許文献2には、加熱炉で加熱したスラブを粗圧延し、仕上げ圧延する鋼板の熱間圧延方法において、鋼板幅より幅狭の鉄心幅を有するトランスバース型誘導加熱装置により、鋼板中央低温部だけを加熱し、かつ、鋼板の幅より幅広の鉄心幅を有するトランスバース型誘導加熱装置により、鋼板中央部よりもエッジ部の昇温量が大きい加熱を行う幅方向材質特性のばらつきがない鋼板の熱間圧延方法が提案されている。

40

【0008】

特許文献3には、スキッドレールに載置されたスラブを加熱炉で加熱して、これを粗圧延機及び仕上げ圧延機により熱間圧延する熱間圧延装置において、上記粗圧延機から搬出された鋼板における幅方向の温度分布を検出する温度分布検出手段と、上記温度検出手段により温度検出された鋼板の幅方向の中心位置からワークサイド側を幅方向にシフトしながら加熱する第1の誘導加熱コイルと、当該中心位置からドライブサイド側を幅方向にシフトしながら加熱する第2の誘導加熱コイルとを少なくとも有する誘導加熱手段と、上記温度検出手段により検出された温度分布に基づいて、上記誘導加熱コイル毎に電力とシフト量を演算する演算手段と、上記演算手段により上記誘導加熱コイル毎に演算された電力

50

とシフト量に基づいて、上記各誘導加熱コイルによる加熱動作を互いに独立して制御する加熱制御手段とを備える熱間圧延装置が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2004-034069号公報

【特許文献2】特開2004-050183号公報

【特許文献3】特開2007-237240号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献1～3の技術は、仕上げ圧延に供する鋼板の温度分布を均一化し、仕上げ圧延後の鋼板の材質の均質化を図る技術であるが、実際には、仕上げ圧延時に生じる圧延速度の変動によって、仕上げ圧延に供する鋼板の温度分布を、板幅方向及び/又は長手方向において、狙い通りに均一化することは難しい。

【0011】

特に、仕上げ圧延後の熱延鋼板において、ランアウトテーブル上で実施される冷却条件を制御し、板幅方向及び/又は長手方向における材質を均一にして、機械的性質、特に、加工性を均等化することは困難である。

【0012】

そこで、本発明は、従来技術の現状に鑑み、仕上げ圧延後の熱延鋼板の板幅方向及び/又は長手方向における材質を極力均一化し、加工性を高めることを課題とし、該課題を解決する熱延鋼板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】

【0013】

本発明者らは、上記課題を解決する手法について鋭意検討した。本発明者らは、仕上げ圧延後、巻き取るまでの間、又は、巻取り後に、熱延鋼板に何らかの熱処理を施せば、ミクロ組織を改善し、材質を均一化できると発想し、仕上げ圧延後、冷却帯で冷却した熱延鋼板に加熱処理を施し、材質及び機械的性質を調査した。

【0014】

その結果、仕上げ圧延後、冷却帯で冷却した熱延鋼板に加熱処理を施せば、熱延鋼板の板幅方向及び長手方向の材質が均一化し、加工性が顕著に向上することが判明した。この点については後述する。

【0015】

本発明は、上記知見に基づいてなされたもので、その要旨は以下のとおりである。

【0016】

(1) 質量%で、C:0.001~0.2213%、Si:0.01~2.00%、Mn:0.12~3.00%、P:0.01%以下、S:0.01%以下、Al:0.001~0.10%、N:0.01%以下、O:0.01%以下を含み、残部は、Feと不可避免的不純物である熱延鋼板を製造する方法であって、熱間圧延終了後、熱延鋼板を300
以下に冷却し、巻き取る直前に、100 / 秒以上の急速加熱で、400 以上750
以下の温度域に加熱して5秒以下保熱し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取る
ことを特徴とする加工性に優れた熱延鋼板の製造方法。

【0017】

(2) 質量%で、C:0.001~0.30%、Si:0.01~2.00%、Mn:
0.12~3.00%、P:0.01%以下、S:0.01%以下、Al:0.001~
0.10%、N:0.01%以下、O:0.01%以下を含み、残部は、Feと不可避免的
不純物である熱延鋼板を製造する方法であって、熱間圧延終了後、熱延鋼板を300
以下に冷却し、そのまま巻き取り、その後、巻き戻す工程で、巻き取る直前に、100 /
秒以上の急速加熱で、400 以上Ac3点+20 以下の温度域に加熱して5秒以下保熱

10

20

30

40

50

し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取ることを特徴とする加工性に優れた熱延鋼板の製造方法。

【0018】

(3) 前記巻き戻す工程での巻取り前の冷却過程において、300 以上500 以下の温度域で、0.1秒以上300秒以下保熱し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取ることを特徴とする前記(2)に記載の加工性に優れた熱延鋼板の製造方法。

【0019】

(4) 質量%で、さらに、Ti、Nb、Mo、V、Cr、Ca、REM、Zr、Cu、Ni及びBの1種又は2種以上を、合計で0.1%以下含むことを特徴とする前記(1)~(3)のいずれかに記載の加工性に優れた熱延鋼板の製造方法。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、熱延鋼板のミクロ組織における炭化物の分散態様を制御して、板幅方向及び長手方向における加工性が優れた熱延鋼板を歩留り良く製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】熱延鋼板の製造工程を示す図である。

【図2】熱履歴の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

20

本発明の基本思想は、熱間圧延終了後の熱延鋼板に、冷却後、所要の熱履歴を加え、炭化物の結晶粒内での分散態様を均一化して、熱延鋼板の加工性を改善することである。

【0023】

上記基本思想を実現する、本発明の加工性に優れた熱延鋼板の製造方法（以下「本発明製造方法」ということがある。）は、熱延鋼板を、連続熱延工程で製造する方法であって、

(i) 熱間圧延終了後、熱延鋼板を300 以下に冷却し、巻き取る直前に、急速加熱で、好ましくは100 /秒以上の加熱速度で、400 以上750 以下の温度域に加熱して5秒以下保熱し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取る、又は、

(ii) 熱間圧延終了後、熱延鋼板を300 以下に冷却し、そのまま巻き取り、その後、巻き戻す工程で、巻き取る直前に、急速加熱で、好ましくは100 /秒以上の加熱速度で、400 以上Ac3点+20 以下の温度域に加熱して5秒以下保熱し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取ることを特徴とする。

30

【0024】

さらに、本発明製造方法は、

(iii) 前記(ii)の巻き戻す工程での巻取り前の冷却過程において、300 以上500 以下の温度域で、0.1秒以上300秒以下保熱し、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取ることを特徴とする。

【0025】

まず、本発明製造方法について説明する。

【0026】

図1に、熱延鋼板の製造工程を示す。粗圧延後の粗バーS'に、複数の圧延スタンドF1、F2・・・Fnからなる仕上げ圧延機1で仕上げ圧延を施して熱延鋼板Sとし、冷却手段2で冷却した後、巻取機3で巻き取る。

【0027】

本発明製造方法においては、巻取機3の前に加熱手段4を配置し、巻き取る直前の熱延鋼板を、所要の加熱速度で、所要の加熱温度に加熱して保熱し、熱延鋼板の板厚方向及び長手方向における材質を均質化する。この点が、本発明製造方法の特徴である。

【0028】

50

以下、詳細に説明する。

【0029】

熱間圧延終了後の熱延鋼板を、通常の冷却手段で300以下に冷却する。冷却温度が300を超えると、次の熱処理(400以上750以下で保熱、又は、400以上Ac3点+20以下で保熱)との連携で発現する材質均一化効果の発現程度が不十分となる。好ましくは270以下である。

【0030】

次に、材質均一化効果を得るため、300以下に冷却した熱延鋼板を、(i)巻き取る直前に、400以上750以下に急速加熱するか、又は、(ii)巻き取った後、巻き戻す工程で、巻き取る直前に、400以上Ac3点+20以下に急速加熱する。

10

【0031】

急速加熱手段は、急速加熱が可能な加熱手段が好ましい。急速加熱手段は、応答性のよい電気加熱、例えば、通電加熱や誘導加熱が好ましい。

【0032】

急速加熱の際の加熱速度は、100/秒以上が好ましい。加熱速度が100/秒未満であると、加熱装置の加熱帯が長くなり、設備負荷が大きくなり過ぎる。より好ましくは300/秒以上である。加熱速度の上限は、特に、限定されないが、1000/秒を超えると、電力負荷が大きくなり過ぎるので、加熱速度は1000/秒以下が好ましい。より好ましくは900/秒以下である。

【0033】

急速加熱で到達する加熱温度が400未満であると、材質均一化効果の発現程度が不十分であるので、加熱温度は400以上とする。好ましくは430以上である。

20

【0034】

300以下に冷却した熱延鋼板を巻き取る直前の急速加熱で到達する加熱温度が750を超えると、加熱負荷が大きくなり過ぎるので、加熱温度は750以下とする。好ましくは720である。

【0035】

400以上750以下の温度域に急速加熱された熱延鋼板を、その温度域で5秒以下保熱する。保熱が5秒を超えると、結晶粒内において、炭化物が分散せず、所要のミクロ組織が得られないので、保熱は5秒以下とする。好ましくは3秒以下である。保熱後は、熱延鋼板を、そのまま巻き取るか、又は、冷却して巻き取る。

30

【0036】

保熱後、冷却して巻き取る際、冷却速度は50/秒以上が好ましい。これは、その後に生じる変態や析出を、より短時間で均一に発現させるためである。一方、冷却速度を300/秒以上としても、上記効果が飽和するだけであり、生産性が低下するので、冷却速度は300/秒以下が好ましい。

【0037】

また、300以下に冷却した熱延鋼板を巻き取った後の巻き戻す工程で、巻き取る直前の急速加熱で到達する加熱温度の上限は、上記上限の750とは異なり、Ac3点を基準として、Ac3点+20とする。加熱温度がAc3点+20を超えると、加熱負荷が大きくなり過ぎるので、加熱温度はAc3点+20以下とする。好ましくは850以下である。

40

【0038】

400以上Ac3点+20以下の温度域に急速加熱された熱延鋼板を、その温度域で5秒以下保熱する。保熱が5秒を超えると、結晶粒内において、炭化物が分散せず、所要のミクロ組織が得られないので、保熱は5秒以下とする。好ましくは3秒以下である。保熱後は、熱延鋼板を、そのまま巻き取るか、又は、冷却して巻き取る。

【0039】

保熱後、冷却して巻き取る際、冷却速度は50/秒以上が好ましい。これは、その後に生じる変態や析出を、より短時間で均一に発現させるためである。一方、冷却速度を3

50

00 /秒以上としても、上記効果が飽和するだけであり、生産性が低下するので、冷却速度は300 /秒以下が好ましい。

【0040】

本発明製造方法において、300 以下に冷却した熱延鋼板を、(i)冷却後、巻き取る直前に400 750 以下に急速加熱して保熱する熱処理、又は、(ii)冷却後、巻き取った後の巻き戻す工程で、巻き取る直前、400 以上Ac3点+20 以下に急速加熱して保熱する熱処理により、熱延鋼板の板幅方向及び長手方向の材質が均一化し、加工性が顕著に向上する理由について、本発明者らは、次のように推察している。

【0041】

仕上げ圧延中、熱延鋼板のミクロ組織(結晶粒)内に分散した炭化物が、冷却後の上記熱処理により、より分散して、熱延鋼板の板幅方向及び長手方向における材質が均一化するので、熱延鋼板の加工性が顕著に向上する。

【0042】

さらに、本発明製造方法においては、300 以下に冷却した熱延鋼板を巻き取った後の巻き戻す工程において、巻き取る前の冷却過程で、図2に示す熱履歴を、熱延鋼板に施してもよい。

【0043】

即ち、300 以下に冷却した熱延鋼板を巻き取った後、巻き戻す工程において、400 以上Ac3点+20 以下に急速加熱して保熱する熱処理(図2中、保熱A)の後、巻き取る前の冷却過程で、300 以上500 以下の温度域で、0.1秒以上300秒以下保熱する熱処理(図2中、保熱B)を行い、保熱後、そのまま、又は、冷却して巻き取ってもよい。

【0044】

この保熱により、一旦巻き取った熱延鋼板において、炭化物がより分散するので、材質が均一化され、ミクロ組織が適切に制御されるので、熱延鋼板の加工性が顕著に向上する。

【0045】

保熱温度が300 未満、又は、保熱時間が0.1秒未満では、変態や析出が十分に進行せず、熱延鋼板の加工性が向上しないので、保熱時間は300 以上、保熱時間は0.01秒以上が好ましい。より好ましくは350 以上、10秒以上である。

【0046】

一方、保熱温度が500 を超える、又は、保熱時間が300秒を超えると、変態や析出が十分に進行しすぎて、熱延鋼板の加工性が低下するので、保熱温度は500 以下、保熱時間は300秒以下が好ましい。より好ましくは450 以下、250秒以下である。

【0047】

保熱後、冷却して巻き取る際、冷却速度は50 /秒以上が好ましい。これは、その後には生じる変態や析出を、より短時間で均一に発現させるためである。一方、冷却速度を300 /秒以上としても、上記効果が飽和するだけで、生産性が低下するので、冷却速度は300 /秒以下が好ましい。

【0048】

本発明製造方法においては、300 以下への冷却、及び、急速加熱と保熱の連携熱処理で、熱延鋼板に、自在に、所要のミクロ組織を作り込み、熱延鋼板の加工性を顕著に向上させることができる。

【0049】

本発明製造方法では、前述したように、仕上げ圧延後の冷却工程以降において、熱延鋼板に加える熱履歴が重要であるので、本発明製造方法における熱間圧延において、熱間圧延に供する鋼片の加熱温度と粗圧延条件、及び、熱延鋼板の仕上げ圧延条件は、特に、特定の温度、条件に限定されず、通常の温度範囲及び条件範囲で実施し得るが、以下、好ましい条件について説明する。

10

20

30

40

50

【0050】

<加熱温度：1000～1300 >

熱間圧延に供する鋼片の加熱温度は、通常の範囲内の1000～1300 が好ましい。1000 未満では、その後の仕上げ圧延において、所要の仕上げ温度を確保できないばかりでなく、スケールの剥離性が劣化し、表面疵の発生が懸念されるので、加熱温度は1000 以上が好ましい。より好ましくは1050 以上である。

【0051】

一方、1300 を超えると、スケール生成量が多くなり、歩留の低下が懸念されるばかりでなく、製造コストの上昇を招くので、加熱温度は1300 以下が好ましい。より好ましくは1250 以下である。

10

【0052】

<仕上げ圧延温度：Ar3点～1000 >

仕上げ圧延温度も、通常の範囲内のAr3～1000 が好ましい。Ar3点未満であると、熱延鋼板のミクロ組織が不均一となり、加工性が劣化するので、仕上げ圧延温度はAr3点以上が好ましい。より好ましくはAr3点+20 以上である。一方、1000 を超えると、ミクロ組織が粗大化して、加工性が劣化するので、仕上げ圧延温度は1000 以下が好ましい。より好ましくは980 以下である。

【0053】

上記連携熱処理で発現する材質均一化効果は、熱延鋼板に熱履歴を付与することにより発現するよる効果であるので、熱延鋼板の成分組成に、直接依らない効果である。それ故、本発明熱延鋼板は、基本的に、特定の成分組成の熱延鋼板に限定されないが、上記材質均一化効果を顕著に確保し得る点で、Cを、質量%で、0.0005～0.30%を含む熱延鋼板が好ましい。好ましいC量について説明する。なお、以下、%は、質量%を意味する。

20

【0054】

<C：0.0005～0.30% >

Cは、鋼板に要求される強度及び加工性に依りて添加する元素である。0.0005%未満では添加効果が発現しないので、Cは0.0005%以上が好ましい。より好ましくは0.0010%以上である。一方、0.30%を超えると、加工性が低下するので、Cは0.30%以下が好ましい。より好ましくは0.20%以下である。

30

【0055】

本発明熱延鋼板は、Cの他、Si：0.20～2.00%、Mn：0.50～2.00%、P：0.01%以下、S：0.01%以下、Al：0.001～0.10%、N：0.01%以下、O：0.01%以下、必要に応じ、Ti、Nb、Mo、V、Cr、Ca、REM、Zr、Cu、Ni及びBの1種又は2以上を合計で0.1%以下を含む熱延鋼板が好ましい。以下に、各元素の限定理由を説明する。

【0056】

<Si：0.20～2.00% >

Siは、強度の向上に寄与する元素である。0.20%未満では、添加効果が発現しないので、Siは0.20%以上が好ましい。より好ましくは0.50%以上である。一方、2.00%を超えると、硬くなりすぎて、加工性が低下するので、Siは2.00%以下が好ましい。より好ましくは1.70%以下である。

40

【0057】

<Mn：0.50～3.00% >

Mnは、強度の向上に寄与する元素である。0.50%未満では、添加効果が発現しないので、Mnは0.50%以上が好ましい。より好ましくは0.80%以上である。一方、3.00%を超えると、硬くなりすぎて、加工性が低下するので、Mnは3.00%以下が好ましい。より好ましくは2.00%以下である。

【0058】

<P：0.01%以下 >

50

Pは、不純物元素であるので、少ないほど好ましく、0.01%以下が好ましい。より好ましくは0.005%以下である。下限は0%を含むが、0.0001%以下に低減すると、製造コストが大幅に上昇するので、実用鋼板上、0.0001%が実質的な下限である。

【0059】

< S : 0.01%以下 >

Sは、Pと同様に、不純物元素であるので、少ないほど好ましく、0.01%以下が好ましい。より好ましくは0.005%以下である。下限は0%を含むが、0.0001%以下に低減すると、製造コストが大幅に上昇するので、実用鋼板上、0.0001%が実質的な下限である。

10

【0060】

< Al : 0.001 ~ 0.10% >

Alは、脱酸のために添加する元素である。0.001%未満であると、添加効果が発現しないので、Alは0.001%以上が好ましい。より好ましくは0.005%以上である。一方、0.10%を超えると、添加効果が飽和するとともに、脱酸生成物が鋼板中に残存し、加工性が低下するので、0.10%以下が好ましい。より好ましくは0.05%以下である。

【0061】

< N : 0.01%以下 >

Nは、鋼原料から不可避免的に混入する元素であるので、少ないほど好ましく、0.01%以下が好ましい。より好ましくは0.005%以下である。下限は0%を含むが、0.0001%以下に低減すると、製造コストが大幅に上昇するので、実用鋼板上、0.0001%が実質的な下限である。

20

【0062】

< O : 0.01%以下 >

Oは、鋼板中に不可避免的に残留する元素であるので、少ないほど好ましく、0.01%以下が好ましい。より好ましくは0.005%以下である。下限は0%を含むが、0.0001%以下に低減すると、製造コストが大幅に上昇するので、実用鋼板上、0.0001%が実質的な下限である。

【0063】

本発明熱延鋼板は、上記元素の他、必要に応じ、Ti、Nb、Mo、V、Cr、Ca、REM、Zr、Cu、Ni及びBの1種又は2以上を、本発明熱延鋼板の特性を阻害しない範囲、例えば、合計で0.1%以下を含有してもよい。

30

【0064】

本発明熱延鋼板において、上記成分組成の残部は、Feと不可避免的不純物である。

【実施例】

【0065】

次に、本発明の実施例について説明するが、実施例での条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

40

【0066】

< 実施例1 >

表1に示す成分組成の鋳片を連続鋳造で製造し、表2、表3(表2の続き)、及び、表4(表3の続き)に示す熱延-冷却条件で、熱延、冷却、及び、再加熱を行い、そのまま巻き取った。

【0067】

【 表 1 】

(質量%)

鋼	C	Si	Mn	P	S	Al	O	N	B	REM	Ti	Nb	V	Cr	Mo	Cu	Ni	Ar3(°C)	Ac3(°C)	備考
A	0.0015	0.01	0.12	0.008	0.005	0.033	0.0024	0.0035										895	913	発明鋼
B	0.0331	0.05	0.21	0.005	0.003	0.028	0.0022	0.0024	0.0021									883	908	発明鋼
C	0.0552	0.02	0.31	0.005	0.004	0.028	0.0034	0.0028		0.0057	0.032							870	914	発明鋼
D	0.0641	0.01	0.55	0.006	0.003	0.025	0.0051	0.0027	0.0021		0.007	0.033						858	895	発明鋼
E	0.0752	0.02	1.35	0.008	0.011	0.031	0.0036	0.0033										822	869	発明鋼
F	0.0812	0.25	1.03	0.005	0.003	0.028	0.0028	0.0024					0.052					842	893	発明鋼
G	0.0885	0.01	0.35	0.011	0.008	0.022	0.0042	0.0028	0.0015	0.0038								858	895	発明鋼
H	0.0923	0.02	1.23	0.007	0.005	0.054	0.0033	0.0037	0.0025					0.005				821	875	発明鋼
I	0.1052	1.53	1.48	0.008	0.014	0.019	0.0038	0.0054	0.0034					0.12				865	929	発明鋼
J	0.1212	0.01	0.55	0.005	0.005	0.035	0.0028	0.0043	0.0021		0.134							839	942	発明鋼
K	0.1457	0.02	1.56	0.006	0.009	0.057	0.0032	0.0027							0.015			790	861	発明鋼
L	0.2213	0.12	1.25	0.011	0.011	0.031	0.0031	0.0021	0.0021									783	862	発明鋼
M	0.2981	0.08	2.01	0.006	0.008	0.027	0.0028	0.0018	0.0021	0.0053	0.016	0.048						726	835	発明鋼
N	0.3322	0.03	1.53	0.008	0.004	0.039	0.0016	0.0017	0.0012		0.022	0.052						732	848	比較鋼
O	0.1521	2.33	1.75	0.005	0.012	0.023	0.0024	0.0056										874	952	比較鋼
P	0.0350	0.01	3.15	0.008	0.003	0.025	0.0054	0.0022		0.0075								763	817	比較鋼
Q	0.0450	0.02	1.62	0.006	0.002	0.019	0.0124	0.0034								0.015	0.009	821	861	比較鋼

* アンダーラインは本発明の範囲外

$$Ac3=910-203 \times (\text{質量}\%C)^{1/2} + 45 \times (\text{質量}\%Si) - 30 \times (\text{質量}\%Mn) - 20 \times (\text{質量}\%Cu) - 15 \times (\text{質量}\%Ni) + 11 \times (\text{質量}\%Cr) + 32 \times (\text{質量}\%Mo) + 104 \times (\text{質量}\%V) + 400 \times (\text{質量}\%Ti) + 200 \times (\text{質量}\%Al)$$

$$Ar3=900-326 \times (\text{質量}\%C) + 40 \times (\text{質量}\%Si) - 40 \times (\text{質量}\%Mn) - 21 \times (\text{質量}\%Cu) - 36 \times (\text{質量}\%Ni) - 25 \times (\text{質量}\%Cr) - 30 \times (\text{質量}\%Mo)$$

【 0 0 6 8 】

【 冊 2 】

表 2

鋼 記号	熱延-冷却条件							炭化物 析出状態 Hv-σ	スキニング (%)	最終板厚 (mm)	引張特性			備考
	加熱温度 (°C)	仕上温度 (°C)	冷却速度 (°C/秒)	冷却終点温度 (°C)	加熱速度 (°C/秒)	再加熱温度 (°C)	巻取温度 (°C)				引張強度 (MPa)	伸び (%)	σ	
A	a-1	1250	920	100	300	100	700	700	2.5	312	21	48.5	2.5	發明法
	a-2	1200	910	100	250	300	700	700	4.5	327	17	49.1	3.1	發明法
	a-3	1230	910	100	<100	500	650	650	3.2	341	15	47.7	2.9	發明法
	a-4	1250	900	500	<100	1000	600	600	3.5	356	14	46.8	3.3	發明法
	a-5	1250	930	1500	<100	100	500	500	2.0	364	23	45.9	3.4	發明法
	a-6	1200	920	50	300	50	700	700	2.5	328	52	44.2	7.7	比較法
	a-7	1200	900	100	500	300	700	700	3.0	314	48	45.1	6.8	比較法
B	b-1	1180	890	100	300	100	700	700	2.5	452	23	34.2	2.3	發明法
	b-2	1250	910	100	250	300	700	700	4.5	465	18	34.6	2.1	發明法
	b-3	1200	910	100	<100	500	650	650	3.2	474	19	34.3	2.1	發明法
	b-4	1230	900	500	<100	1000	600	600	3.5	481	19	34.8	2.2	發明法
	b-5	1250	930	1500	<100	100	500	500	2.0	502	22	33.8	2.5	發明法
	b-6	1200	920	50	300	50	700	700	2.5	441	51	35.2	8.2	比較法
	b-7	1200	900	100	500	300	700	700	3.0	439	45	35.3	7.8	比較法
C	c-1	1250	910	100	300	100	650	650	2.5	599	21	31.2	3.5	發明法
	c-2	1200	900	100	250	300	600	600	4.5	611	19	30.9	2.9	發明法
	c-3	1230	880	100	<100	500	650	650	3.2	632	19	31.1	2.5	發明法
	c-4	1250	900	500	<100	1000	600	600	3.5	655	18	31.3	2.3	發明法
	c-5	1250	880	1500	<100	100	550	550	2.0	673	17	32.1	2.9	發明法
	c-6	1200	890	50	300	50	680	680	2.5	582	55	33.1	8.9	比較法
	c-7	1200	900	100	500	300	600	600	3.0	571	51	33.9	9.3	比較法
D	d-1	1180	860	100	300	100	600	600	2.5	688	22	26.3	3.4	發明法
	d-2	1250	880	100	250	300	600	600	4.5	701	19	26.2	3.2	發明法
	d-3	1200	870	100	<100	500	650	650	3.2	715	18	25.9	2.9	發明法
	d-4	1230	890	500	<100	1000	600	600	3.5	731	17	24.9	2.7	發明法
	d-5	1250	880	1500	<100	100	500	500	2.0	752	17	24.7	2.8	發明法
	d-6	1200	880	50	300	50	600	600	2.5	679	67	28.1	9.3	比較法
	d-7	1200	900	100	500	300	650	650	3.0	672	61	27.9	11.1	比較法
E	e-1	1250	900	100	300	100	700	700	2.5	692	21	27.3	2.9	發明法
	e-2	1200	850	100	250	300	700	700	4.5	713	19	26.9	3.1	發明法
	e-3	1230	880	100	<100	500	650	650	3.2	722	20	27.1	2.6	發明法
	e-4	1250	860	500	<100	1000	600	600	3.5	745	18	27.3	2.5	發明法
	e-5	1250	880	1500	<100	100	500	500	2.0	762	16	26.8	2.8	發明法
	e-6	1200	850	50	300	50	700	700	2.5	667	71	28.9	10.3	比較法
	e-7	1200	900	100	500	300	700	700	3.0	683	62	28.3	12.3	比較法

*アンダーラインは本発明の範囲外

【 0 0 6 9 】

【 表 3 】

表3(表2の続き)

鋼記号	熱延-冷却条件										炭化物析出状態 Hv-σ	スキャンパス (%)	最終板厚 (mm)	引張特性			備考
	加熱温度 (°C)	仕上温度 (°C)	冷却速度 (°C/秒)	冷却終点温度 (°C)	加熱速度 (°C/秒)	再加熱温度 (°C)	巻取温度 (°C)	引張強度 (MPa)	伸び (%)	σ							
	F-1	1180	850	100	300	100	700	700	15	2.5				2.5	665	19	
F-2	1250	900	100	250	300	700	700	16	1.2	1.2	673	22	25.9	3.3	発明法		
F-3	1200	880	100	<100	500	650	650	11	2.5	2.5	681	17	26.1	2.9	発明法		
F-4	1230	860	500	<100	1000	600	600	10	1.5	1.5	692	18	25.8	2.7	発明法		
F-5	1250	880	1500	<100	100	500	500	9	1.5	1.5	707	16	26.1	2.6	発明法		
F-6	1200	860	50	300	50	700	700	38	2.1	2.1	648	69	28.3	11.2	比較法		
F-7	1200	900	100	500	300	700	700	38	1.0	1.0	659	72	28.4	10.9	比較法		
g-1	1180	850	100	300	100	700	700	17	2.5	2.5	671	18	25.9	3.3	発明法		
g-2	1250	900	100	250	300	700	700	18	1.2	1.2	681	21	25.2	3.9	発明法		
g-3	1200	880	100	<100	500	650	650	16	2.5	2.5	692	16	26.1	3.1	発明法		
g-4	1230	860	500	<100	1000	600	600	19	1.5	1.5	711	18	25.8	2.7	発明法		
g-5	1250	880	1500	<100	100	500	500	8	1.5	1.5	724	16	26.1	2.6	発明法		
g-6	1200	860	50	300	50	700	700	39	2.1	2.1	662	71	27.6	10.9	比較法		
g-7	1200	900	100	500	300	700	700	41	1.0	1.0	672	81	28.1	12.1	比較法		
h-1	1250	880	100	300	100	700	700	16	2.5	2.5	771	20	23.3	3.4	発明法		
h-2	1200	900	100	250	300	700	700	21	1.2	1.2	781	21	22.5	4.1	発明法		
h-3	1230	880	100	<100	500	650	650	15	2.5	2.5	792	19	22.9	3.6	発明法		
h-4	1250	870	500	<100	1000	600	600	19	1.5	1.5	811	18	22.1	2.9	発明法		
h-5	1250	880	1500	<100	100	500	500	10	1.5	1.5	824	16	24.1	2.6	発明法		
h-6	1200	880	50	300	50	700	700	41	2.1	2.1	762	78	24.8	11.9	比較法		
h-7	1200	900	100	500	300	700	700	45	1.0	1.0	772	89	23.9	13.1	比較法		
I-1	1250	850	100	300	100	700	700	15	2.5	2.5	835	19	21.8	2.8	発明法		
I-2	1200	900	100	250	300	700	700	23	1.2	1.2	845	18	22.2	3.9	発明法		
I-3	1230	880	100	<100	500	650	650	18	2.5	2.5	855	21	21.8	3.6	発明法		
I-4	1250	870	500	<100	1000	600	600	19	1.5	1.5	862	18	22.9	2.8	発明法		
I-5	1250	880	1500	<100	100	500	500	15	1.5	1.5	885	15	22.6	2.6	発明法		
I-6	1200	880	50	300	50	700	700	49	2.1	2.1	821	75	23.9	10.8	比較法		
I-7	1200	900	100	500	300	700	700	51	1.0	1.0	831	83	23.5	11.3	比較法		
J-1	1250	850	100	300	100	700	700	18	2.5	2.5	962	22	21.1	3.1	発明法		
J-2	1200	900	100	250	300	700	700	25	1.2	1.2	988	25	20.8	3.7	発明法		
J-3	1230	880	100	<100	500	650	650	18	2.5	2.5	991	19	21.1	3.5	発明法		
J-4	1180	870	500	<100	1000	600	600	20	1.5	1.5	1056	18	22.1	2.9	発明法		
J-5	1250	880	1500	<100	100	500	500	17	1.5	1.5	1088	15	21.5	2.3	発明法		
J-6	1150	880	50	300	50	700	700	55	2.1	2.1	977	69	22.8	9.8	比較法		
J-7	1200	900	100	500	300	700	700	61	1.0	1.0	981	72	22.3	10.1	比較法		

*アウンダーラインは本発明の範囲外

【 0 0 7 0 】

【表 4】

鋼	記号	熱延-冷却条件						炭化物析出状態 Hv-σ	スキムパス (%)	最終板厚 (mm)	引張特性			備考	
		加熱温度 (°C)	仕上温度 (°C)	冷却速度 (°C/秒)	冷却終点温度 (°C)	加熱速度 (°C/秒)	再加熱温度 (°C)				巻取温度 (°C)	引張強度 (MPa)	伸び (%)		σ
K	k-1	1250	870	100	300	100	700	25	2.5	2.5	985	23	19.8	3.3	発明法
	k-2	1200	900	100	250	300	700	21	1.2	4.5	1066	21	19.2	2.9	発明法
	k-3	1230	880	100	<100	500	650	20	2.5	3.2	1189	18	18.9	2.8	発明法
	k-4	1180	870	500	<100	1000	600	15	1.5	3.5	1225	17	18.1	2.5	発明法
	k-5	1250	880	1500	<100	100	500	17	1.5	2.0	1096	20	19.3	3.1	発明法
	k-6	1150	850	50	300	50	700	62	2.1	2.5	981	72	19.6	9.5	比較法
	k-7	1230	880	100	500	300	700	69	1.0	3.0	977	81	19.5	10.3	比較法
L	l-1	1250	850	100	300	100	700	23	2.5	2.5	1033	22	18.9	3.2	発明法
	l-2	1200	900	100	250	300	700	21	1.2	4.5	1065	21	18.1	3.1	発明法
	l-3	1230	880	100	<100	500	650	21	2.5	3.2	1104	25	17.8	3.6	発明法
	l-4	1180	850	500	<100	1000	600	19	1.5	3.5	1125	23	18.2	3.2	発明法
	l-5	1250	900	1500	<100	100	500	17	1.5	2.0	1154	21	18.9	3.5	発明法
	l-6	1150	840	50	300	50	700	73	2.1	2.5	985	86	19.1	9.9	比較法
	l-7	1230	890	100	500	300	700	77	1.0	3.0	991	82	19.3	10.9	比較法
M	m-1	1250	850	100	300	100	700	23	2.5	2.5	1201	24	17.1	3.3	発明法
	m-2	1200	900	100	250	300	700	27	1.2	4.5	1221	23	16.5	3.4	発明法
	m-3	1230	880	100	<100	500	650	26	2.5	3.2	1233	23	16.7	3.8	発明法
	m-4	1180	850	500	<100	1000	600	25	1.5	3.5	1255	22	16.8	3.8	発明法
	m-5	1250	900	1500	<100	100	500	24	1.5	2.0	1279	21	16.2	3.2	発明法
	m-6	1150	840	50	300	50	700	78	2.1	2.5	1181	88	18.3	10.5	比較法
	m-7	1230	890	100	500	300	700	81	1.0	3.0	1192	91	17.9	11.1	比較法
N	n-1	1200	900	100	250	300	700	77	1.2	2.5	1378	75	11.1	8.6	比較法
	n-2	1230	880	100	<100	500	650	68	2.5	4.5	1433	78	10.9	8.2	比較法
	n-3	1180	850	500	<100	1000	600	65	1.5	3.2	1498	69	9.9	7.9	比較法
	n-4	1250	900	1500	<100	100	500	59	1.5	3.5	1511	72	9.1	7.3	比較法
	n-1	1200	900	100	250	300	700	76	1.2	2.5	1088	68	18.1	8.9	比較法
	n-2	1230	880	100	<100	500	650	63	2.5	4.5	1121	62	17.8	9.3	比較法
	n-3	1180	870	500	<100	1000	600	59	1.5	3.2	1205	59	17.5	9.2	比較法
O	o-1	1250	850	100	250	300	300	81	1.2	2.5	487	56	35.2	7.9	比較法
	o-2	1230	880	100	<100	500	550	77	2.5	4.5	491	48	34.8	8.3	比較法
	o-3	1180	910	500	<100	1000	600	71	1.5	3.2	511	45	35.1	8.1	比較法
	o-4	1250	900	1500	<100	100	500	67	1.5	3.5	521	43	34.9	7.8	比較法
	p-1	1250	850	100	250	300	300	81	1.2	2.5	487	56	35.2	7.9	比較法
	p-2	1230	880	100	<100	500	550	77	2.5	4.5	491	48	34.8	8.3	比較法
	p-3	1180	910	500	<100	1000	600	71	1.5	3.2	511	45	35.1	8.1	比較法
Q	q-1	1250	900	1500	<100	100	500	12	1.5	3.5	551	61	32.9	8.7	比較法
	q-2	1230	880	100	<100	500	550	17	2.5	4.5	522	69	33.3	9.1	比較法
	q-3	1180	870	500	<100	1000	600	20	1.5	3.2	543	65	33.1	8.8	比較法
	q-4	1250	900	1500	<100	100	500	12	1.5	3.5	551	61	32.9	8.7	比較法

表 4 (表 3 の続き)

*アアンダーラインは本発明の範囲外

【0071】

巻き取った熱延板から、JIS Z 2201に記載の5号試験片を採取し、JIS Z 2241に記載の試験方法に従って引張試験を実施するとともに、結晶粒内においてマイクロビッカース硬度計で硬度：Hv（荷重：100g）を測定し、そのばらつきで、結晶粒内の炭化物の分散状態を評価した。結果を表2～4に併せて示す。

【0072】

本発明に従った発明法では、炭化物の析出に起因する硬度のばらつき（Hv-）が小さく、その結果、引張強度（MPa）及び伸び（%）のばらつき（）が小さい。一方、仕上げ圧延後の熱履歴が本発明の範囲から外れると、炭化物の析出に起因する硬度のばらつき（Hv-）が大きくなり、それに伴って、引張強度（MPa）及び伸び（%）のばらつき（）が大きくなる。

10
20
30
40
50

【0073】

さらに、C量が本発明の範囲を超えると(表1中、鋼N、参照)、強度が高くなり過ぎて、加工性が劣化するばかりでなく、炭化物の析出が不均一となり、引張強度(MPa)及び伸び(%)のばらつき()が大きい。また、Si量が本発明の範囲を超えると(表1中、鋼O、参照)、炭化物の析出が不均一となり、やはり、引張強度(MPa)及び伸び(%)のばらつき()が大きい。

【0074】

Mn量が本発明の範囲を超えると(表1中、鋼P、参照)、偏析や析出したMnSの影響を受け、炭化物の析出が不均一となり、やはり、引張強度(MPa)及び伸び(%)のばらつき()が大きい。鋼中のO量が多くなり過ぎると(表1中、鋼Q、参照)、介在物が多くなり過ぎて、引張強度(MPa)や伸び(%)のばらつき()が、発明法におけるばらつき()を超えている。

10

【0075】

<実施例2>

表1に示す鋼D及び鋼Mを用い、表5に示す熱延-冷却条件で、板厚：2mmの熱延鋼板を製造し巻き取った。巻き取った熱延鋼板を巻き戻す際に、表5に示す熱履歴で再加熱処理を実施し、1%のスキンパス圧延を実施した。

【0076】

得られた熱延鋼板から、実施例1と同様に、JIS Z 2201に記載の5号試験片を採取し、JIS Z 2241に記載の試験方法に従って引張試験を実施するとともに、結晶粒内において、マイクロビッカース硬度計で硬度：Hv(荷重：100g)を測定し、そのばらつきで、炭化物の分散状態を評価した。結果を表6(表5の続き)に示す。

20

【0077】

【 表 5 】

表 5

No.	鋼	Ac3	熱延 - 冷却条件				再加熱処理						
			加熱温度 (°C)	仕上温度 (°C)	冷却速度 (°C/秒)	巻取温度 (°C)	加熱速度 (°C/秒)	加熱温度 (°C)	加熱時間 (秒)	冷却速度 (°C/秒)	保熱温度 (°C)	保熱時間 (秒)	
1								100	450	1	100	-	-
2								200	600	5	300	-	-
3								300	750	3	100	250	5
4	D	895	1200	900	300	250		1000	850	2	250	400	10
5								50	600	5	200	-	-
6								100	930	1	100	350	200
7								300	800	3	100	600	10
8								100	450	1	100	-	-
9								200	600	5	300	-	-
10								300	750	3	100	250	5
11	M	835	1250	900	100	RT		1000	850	2	250	400	10
12								50	600	5	200	-	-
13								100	930	1	100	350	200
14								300	800	3	100	600	10

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

【表 6】

表 6 (表 5 の続き)

No.	鋼	Ac3	炭化物 析出状態 Hv-σ	引張特性				備考
				引張強度 (MPa)	σ	伸び (%)	σ	
1	D	895	17	623	21	27.1	2.4	発明法
2			14	703	17	26.2	2.1	発明法
3			23	654	24	28.3	2.8	発明法
4			20	674	22	27.4	2.6	発明法
5			54	714	62	25.3	6.6	比較法
6			28	722	24	18.2	2.6	比較法
7			68	599	68	27.3	7.1	比較法
8	M	835	21	1223	24	14.6	2.9	発明法
9			23	1088	21	15.6	2.3	発明法
10			27	1124	26	14.6	2.9	発明法
11			28	1231	23	13.8	2.7	発明法
12			61	1112	68	13.8	6.3	比較法
13			26	1322	25	11.2	2.8	比較法
14			72	996	72	19.8	8.4	比較法

10

20

【 0 0 7 9 】

本発明に従った発明法では、炭化物の析出に起因する硬度のばらつき (Hv-) が小さく、その結果、引張強度 (MPa) 及び伸び (%) のばらつき () が小さい。一方、一旦巻き取った後に実施する熱処理において、加熱速度が本発明の範囲よりも低く外れると、結晶粒内に析出する炭化物の析出状態のばらつき (Hv-) が大きくなり、その結果、引張強度 (MPa) 及び伸び (%) のばらつき () が大きい。

【 0 0 8 0 】

また、一旦巻き取った後の熱処理において、再加熱温度が本発明の範囲よりも高く外れると、組織が粗大化したり、不均一になるため、引張強度 (MPa) 及び伸び (%) のばらつき () が大きい。さらに、一旦巻き取った後の熱処理において、冷却途中で実施する保熱における保熱温度が、本発明の範囲より高く外れると、炭化物が粗大化すること起因し、引張強度 (MPa) 及び伸び (%) のばらつき () が大きい。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 1 】

前述したように、本発明によれば、熱延鋼板のミクロ組織における炭化物の分散態様を制御して、板幅方向及び長手方向における加工性が優れた熱延鋼板を歩留り良く製造することができる。よって、本発明は、鋼板製造産業において適用可能性が高いものである。

【符号の説明】

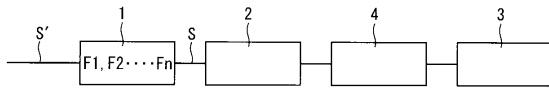
40

【 0 0 8 2 】

- 1 仕上げ圧延機
- F1、F2、・・・、Fn 圧延スタンド
- 2 冷却手段
- 3 巻取機
- 4 加熱手段
- S' 粗バー
- S 熱延鋼板

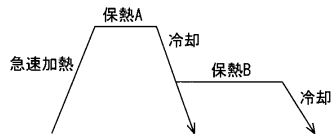
【 図 1 】

図1



【 図 2 】

図2



フロントページの続き

(74)代理人 100111903

弁理士 永坂 友康

(74)代理人 100172269

弁理士 徳 永 英男

(72)発明者 川 崎 薫

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

(72)発明者 亀田 正春

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

審査官 鈴木 葉子

(56)参考文献 特開2014-173151(JP,A)

特開2013-181208(JP,A)

特開平08-325643(JP,A)

特開平05-009588(JP,A)

特開2005-146379(JP,A)

特開2007-138189(JP,A)

国際公開第2014/188966(WO,A1)

特開2004-034069(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 38/00 - 38/60

C21D 8/00 - 8/10

C21D 9/46 - 9/48