(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-139719
(P2012-139719A)
(43)公開日　平成24年7月26日(2012.7.26)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B21B 1/26	(2006.01)	B21B	1/26	D	4E002
B21B 1/22	(2006.01)	B21B	1/22	K	4K037
B21B 3/00	(2006.01)	B21B	3/00	A	
C22C 38/00	(2006.01)	C22C	38/00	301U	
C22C 38/04	(2006.01)	C22C	38/04		

審査請求 未請求　請求項の数 2　ＯＬ　（全 11 頁）　最終頁に続く

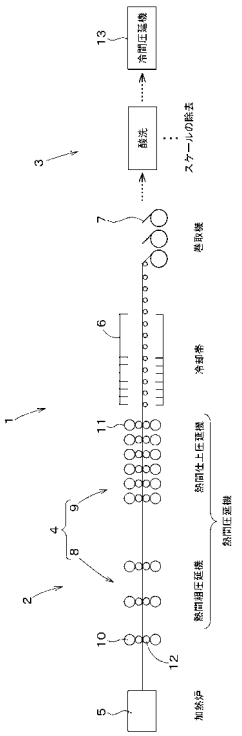
(21)出願番号　特願2011-129 (P2011-129)
(22)出願日　平成23年1月4日 (2011.1.4)

(71)出願人　000001199
株式会社神戸製鋼所
兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目１０番２６号
(74)代理人　100061745
弁理士　安田　敏雄
(74)代理人　100120341
弁理士　安田　幹雄
(72)発明者　柳　修介
兵庫県神戸市西区高塚台１丁目５番５号
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
(72)発明者　難波　茂信
兵庫県神戸市西区高塚台１丁目５番５号
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】高強度鋼板の圧延方法

(57)【要約】
【課題】　設備の増設や製造工程の複雑化を招来することなく冷間圧延機への負荷を大幅に軽減しつつ冷間圧延を行う。
【解決手段】本発明の高強度鋼板の圧延方法は、熱間圧延機と、熱間圧延機の下流側に配備されて熱間圧延された圧延材を冷却する冷却帯と、冷却帯の下流側に配備されて冷却された圧延材を巻き取る巻取機とを備える熱間圧延設備で、圧延材としてCを０．１～０．３ｍａｓｓ％、Ｍｎを１．０～３．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．８～２．０ｍａｓｓ％含む高強度鋼板を圧延するに際して、熱間圧延機の最終圧延スタンドの出側温度が８７０℃～９００℃になるように鋼板を熱間圧延した後、冷却帯中で熱間圧延された高強度鋼板を６００～７００℃の温度で１０秒以上空冷し、空冷された鋼板を熱間圧延設備の下工程で冷間圧延することを特徴とするものである。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
圧延材を熱間圧延する熱間圧延機と、当該熱間圧延機の下流側に配備されて熱間圧延された前記圧延材を冷却する冷却帯と、当該冷却帯の下流側に配備されて冷却された前記圧延材を巻き取る巻取機とを備える熱間圧延設備で、前記圧延材としてＣを０．１～０．３ｍａｓｓ％、Ｍｎを１．０～３．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．８～２．０ｍａｓｓ％含む高強度鋼板を圧延するに際して、
前記熱間圧延機の最終圧延スタンドの出側温度が８７０℃～９００℃になるように前記高強度鋼板を熱間圧延した後、前記冷却帯中で熱間圧延された高強度鋼板を６００～７００℃の温度で１０秒以上空冷し、
前記空冷された高強度鋼板を前記熱間圧延設備の下工程で冷間圧延することを特徴とする高強度鋼板の圧延方法。
【請求項２】
前記巻取機において、前記冷却帯で空冷された高強度鋼板を４５０～５５０℃の温度で巻き取ることを特徴とする請求項１に記載の高強度鋼板の圧延方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、高強度鋼板を熱間圧延に引き続いて冷間圧延するに際して冷間圧延機への負荷を低減しつつ圧延することができる高強度鋼板の圧延方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、自動車や鉄道車両のフレームなどの主要構成部にいわゆるハイテン材を用いた高強度冷延鋼板が多用されるようになっている。この高強度冷延鋼板（以下、単に鋼板という）は、熱間圧延、冷間圧延、連続焼鈍に順番で圧延されており、これらの工程の中でも特に熱間圧延機に対する負荷を下げるために熱間圧延時の加工温度を高くした条件で一般に熱間圧延が行われている。
【０００３】
ところが、自動車軽量化の流れの中で鋼板の製品板厚は薄くなる傾向にあり、その分だけ熱間圧延機に加えて冷間圧延機に対する負荷も上がる傾向にある。特に、冷間圧延工程での圧延荷重が高いＳｉ－Ｍｎ系の鋼板の場合には、１回の冷間タンデム圧延では目標板厚まで圧延できず冷間タンデム圧延工程を複数回通板しなければならない場合もあり、生産性を阻害する要因になっている。また、強度の高いこれらの鋼板では、冷間圧延で平坦度不良が発生しやすく、形状の乱れに起因する圧延トラブルや品質異常も発生している。
【０００４】
このような鋼板の製造時の問題は、自動車軽量化のニーズに対応して冷間圧延しようとする鋼板の強度が高くなればなるほど、あるいは鋼板の薄肉化が進めば進むほどますます顕在化すると考えられる。つまり、より高強度の鋼種を鋼板に用いる場合や鋼板をさらに薄肉に圧延する場合には、冷間圧延する前に鋼板の強度を下げる、言い替えれば熱間圧延上がりでの鋼板の強度を予め下げなければ冷間圧延機に対する負荷が非常に大きくなってしまう。
【０００５】
このように熱間圧延上がりでの鋼板の強度を調整する技術はいくつか開発されている。例えば、特許文献１には、熱間仕上げ圧延を完了した後のホットランテーブル上で熱延板（鋼板）のヒートパターンを制御して、熱延板をパーライト量の変動幅が一定範囲に抑えられたベイナイト主体の組織とし、冷間圧延のときに生じる板厚変動を抑制する技術が開示されている。
【０００６】
また、特許文献２や特許文献３には、熱間圧延後の熱延板に対して連続焼鈍炉あるいはバッチ式の焼鈍炉の中で焼きなましを行い、熱延板の強度を下げてから冷間圧延機に供給

することで冷間圧延機に対する負荷を低減できる技術が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２００７－１１１７０８号公報
【特許文献２】特開２００７－２３９０９７号公報
【特許文献３】特開平１１－２９８２３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
しかしながら、特許文献１に開示された熱延板のヒートパターン制御を行うと、硬質のベイナイト相が組織中に増えて鋼板の強度が上がるため、Ｓｉ－Ｍｎ系のように強度が高い鋼板を冷間圧延する場合にはむしろ冷間圧延機への負荷を大幅に増加させる虞がある。
また、特許文献２あるいは特許文献３の技術では、焼鈍により歪みが開放されるため熱延板の強度を下げることができるかもしれないが、焼鈍用の設備を新たに設ける必要があり、また焼鈍工程を加えることで高強度鋼板の製造工程が複雑なものとなるため、製造コストの高騰が避けられないという問題がある。
【０００９】
本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は熱間圧延後の冷却工程で鋼板のヒートパターンを制御することで鋼板の組織中に軟質なフェライト相を増加させ、設備の増設や製造工程の複雑化を招来することなく冷間圧延機への負荷を大幅に軽減しつつ冷間圧延を行うことができる高強度鋼板の圧延方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
前記目的を達成するため、本発明は次の技術的手段を講じている。
即ち、本発明の高強度鋼板の圧延方法は、圧延材を熱間圧延する熱間圧延機と、当該熱間圧延機の下流側に配備されて熱間圧延された前記圧延材を冷却する冷却帯と、当該冷却帯の下流側に配備されて冷却された前記圧延材を巻き取る巻取機とを備える熱間圧延設備で、前記圧延材としてＣを０．１～０．３ｍａｓｓ％、Ｍｎを１．０～３．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．８～２．０ｍａｓｓ％含む高強度鋼板を圧延するに際して、前記熱間圧延機の最終圧延スタンドの出側温度が８７０℃～９００℃になるように前記高強度鋼板を熱間圧延した後、前記冷却帯中で熱間圧延された高強度鋼板を６００～７００℃の温度で１０秒以上空冷し、前記空冷された高強度鋼板を前記熱間圧延設備の下工程で冷間圧延することを特徴とする。
【００１１】
本発明者は、ベイナイト相やパーライト相に比べて軟質なフェライト相を熱間圧延後の鋼板組織中に増加させることができれば、鋼板の強度が下がって冷間圧延機への負荷を軽減することができるのではないかと考えた。そして、熱間圧延機の最終圧延スタンドの出側温度が８７０℃～９００℃になるように鋼板を熱間圧延した後、熱間圧延された鋼板を６００～７００℃の温度で１０秒以上空冷すれば、熱間圧延後の鋼板組織中のベイナイトを中心とする第２相をフェライト相に効率良く変態させることができ、ひいては冷間圧延機への負荷を大きく軽減しつつ冷間圧延できることを知見して本発明を完成させたのである。
【００１２】
なお、前記巻取機において、前記冷却帯で空冷された高強度鋼板を４５０～５５０℃の温度で巻き取るのが好ましい。
【発明の効果】
【００１３】
本発明の高強度鋼板の圧延方法により、熱間圧延後の冷却工程で鋼板のヒートパターンを制御することで鋼板の組織中に軟質なフェライト相を増加させ、設備の増設や製造工程

の複雑化を招来することなく冷間圧延機への負荷を大幅に軽減しつつ冷間圧延を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の圧延方法に用いられる圧延設備を示す図である。

【図２】本発明の圧延方法の工程ダイヤグラムである。

【図３】熱間圧延機の最終圧延スタンドの出側温度及び鋼板の加工率を変化させた場合の加工ＴＴＴ線図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、本発明の高強度鋼板の圧延方法を以下に説明する。

本発明の圧延方法は、圧延材を熱間圧延し、熱間圧延後に空冷（冷却）してから巻き取る熱間圧延工程と、熱間圧延工程で熱間圧延された圧延材を冷間圧延する冷間圧延工程とを備えており、冷間圧延工程後に連続焼鈍などを行って高強度冷延鋼板を製造するものである。この圧延方法の圧延材Ｐには、Ｃを０．１～０．３ｍａｓｓ％、Ｍｎを１．０～３．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．８～２．０ｍａｓｓ％含むＳｉ－Ｍｎ系高張力鋼（Ｓｉ－Ｍｎ系ハイテン材）の鋼板が用いられる。

【００１６】

この鋼板Ｐ（圧延材）を熱間圧延する圧延設備１、言い替えれば本発明の圧延方法に用いられる圧延設備１は、熱間圧延ライン２と冷間圧延ライン３とを備えている。

図１に示されるように、熱間圧延ライン２は、熱間圧延機４の上流側に鋼板Ｐを加熱する加熱炉５を有しており、所定の温度に加熱した鋼板Ｐを下流側に送ることができるようになっている。熱間圧延ライン２は、加熱炉５の下流側に配備されて鋼板Ｐを熱間圧延する熱間圧延機４と、熱間圧延機４の下流側に配備されて熱間圧延された鋼板Ｐを冷却する冷却帯６とを備えている。熱間圧延ライン２は、冷却帯６の下流側に冷却帯６で冷却された鋼板Ｐを巻き取る巻取機７を備えており、冷却帯６で冷却された鋼板Ｐを一旦巻き取ってから冷間圧延ライン３に送る構成となっている。

【００１７】

なお、以下の説明において、図１の紙面の左側を圧延設備１又は圧延方法を説明する際の圧延方向の上流側と、また紙面の右側を圧延設備１又は圧延方法を説明する際の圧延方向の下流側と呼ぶ。

熱間圧延機４は熱間粗圧延機８と熱間仕上圧延機９とを有しており、これらの圧延機８、９はそれぞれ上流側から下流側にかけて複数並んだ圧延スタンド１０を備えている。それぞれの圧延スタンド１０は、鋼板Ｐを上下から挟み込んで圧延する一対のワークロール１１と、これらのワークロール１１を支持する一対のバックアップロール１２とを有する４段圧延機であり、鋼板Ｐを徐々に圧下しながら所定の板厚まで圧延できるようになっている。熱間圧延機４で圧延された鋼板Ｐは、熱間圧延機４の下流側に配備された冷却帯６に送られる。

【００１８】

冷却帯６は、内部が空洞とされた箱状に形成されており、空洞とされた内部を貫通するように鋼板Ｐが水平に通過する構造となっている。

冷却帯６の内部には、鋼板Ｐに対して冷却水又は冷却水のミストを噴き付けるノズル（図示略）が複数設けられている。冷却帯６の内部においては、鋼板Ｐは冷却水又はミストを浴びながら、あるいは冷却水やミストを含まない空気だけを噴きつけながら搬送され冷却される。そして、冷却帯６は、これらのノズルから噴き付けられる冷却水又はミストの供給量を調整することで、鋼板Ｐを所定の冷却温度や後述する巻取機７での巻取温度に合わせることができるようになっている。

【００１９】

このようにして冷却帯６で冷却された鋼板Ｐは、巻取機７に送られ、ここでコイル状態に巻き取られた後、冷間圧延機１３に送られる。

次に、上述の熱間圧延ライン２を用いた鋼板Ｐの圧延方法、すなわち本実施形態の鋼板Ｐの圧延方法について説明する。

図２に示すように、本実施形態の圧延方法は、加熱炉５で鋼板Ｐを１１００℃の雰囲気中に３０分保持して加熱し、次に加熱された鋼板Ｐを熱間粗圧延機８及び熱間仕上圧延機９で熱間圧延する構成となっている。

【００２０】

そして、本実施形態の圧延方法では、冷却帯６の上流部６ａに配備された複数のノズルから多量の冷却水又はミストを供給して鋼板Ｐの温度を７００℃まで短時間で冷却した後、冷却帯６の中央部６ｂでは冷却水などの供給を停止又は放冷することで鋼板Ｐを６００℃～７００℃で後述するように１０秒以上の時間をかけて徐々に冷却する。その後、冷却帯６の下流部６ｃに配備された複数のノズルから再び多量の冷却水又はミストを供給して鋼板Ｐの温度を後述する巻取機７での巻取温度（５００±５０℃）まで冷却する。

【００２１】

このようにして熱間圧延ライン２で熱間圧延された鋼板Ｐは、熱間圧延ライン２の下流側に配備された冷間圧延ライン３に送られ冷間圧延される。

上述の圧延方法においては、鋼板Ｐは加熱炉５で１１００℃で３０分間に亘り加熱され、次に熱間圧延機４で熱間圧延される。このとき、圧延しようとする鋼板ＰがＳｉ－Ｍｎ系のように高強度な鋼材である場合、熱間圧延時の温度が低すぎると熱間圧延機４に大きな負荷が加わるため、一般には熱間圧延機４（熱間仕上圧延機９）で鋼板Ｐの温度を高くして熱間圧延が行われる。具体的には、最終圧延スタンド１０の出側温度が９００℃以上、例えば９２０℃～９４０℃と高い温度になるように熱間圧延が行われることが多い。

【００２２】

そこで、最初に９２０℃～９４０℃のときの鋼板Ｐの金属組織を６００℃～７００℃で冷却した場合の金属組織の変化（変態）を、図３（ａ）に示されるＳｉ－Ｍｎ系高強度鋼材のＴＴＴ線図を用いて考察する。

図３（ａ）の加工温度９２０℃のときのＴＴＴ曲線から判断すると、熱間圧延後の鋼板Ｐの組織を形成するオーステナイト相（図中のＡ）がフェライト相（図中のＦ）に変態（以下、フェライト変態という）するには、６００℃～７００℃程度の温度で一定時間に亘り冷却する必要がある。このフェライト変態を開始させるのに必要な保持時間は例えば冷却温度が７００℃を例に挙げれば１８秒程度は必要である。

【００２３】

ところが、冷却帯６の長さは一般的な熱間圧延機４では１００ｍ～１５０ｍ程度、長いものでも２００ｍであり、この中を鋼板Ｐは１０ｍ／ｓの通板速度で通過するため、鋼板Ｐが冷却帯６の中に存在する時間は最大でも２０秒程度である。また、冷却帯６の上流部６ａや下流部６ｃは６００℃～７００℃の温度範囲から外れておりフェライト変態の温度帯としては有効ではない。これらの点を総合的に勘案すると、冷却帯６中で鋼材を６００℃～７００℃の温度で冷却する時間は設備上の制約から実際には２０秒を下回る時間しか許容されていないと判断される。

【００２４】

従って、熱延上がりの鋼板温度を９２０℃とすると、鋼板Ｐが冷却帯６を通過する際に６００℃～７００℃の温度で冷却される時間がフェライト変態に必要な時間を下回る可能性が高く、鋼板Ｐの金属組織が十分にフェライト変態しないまま冷間圧延工程に送られるので、フェライト相より硬質なベイナイト相で主に構成される鋼板Ｐを冷間圧延することになり、冷間圧延機１３に大きな負担を強いることになる。

【００２５】

そこで、本発明の圧延方法では、まず熱間圧延機４の最終圧延スタンド１０の出側温度が９００℃以下、好ましくは８７０℃～９００℃になるように鋼板Ｐを熱間圧延した後、熱間圧延された鋼板Ｐを６００～７００℃で１０秒以上、好ましくは１２秒以上冷却する。

つまり、図３（ｂ）の熱延上がりの鋼板温度が８５０℃のＴＴＴ線図から明らかなよう

に、鋼板温度を９００℃以下に下げるとＴＴＴ図におけるノーズが短時間側に遷移し、フェライト変態に必要な時間も短くなる。このフェライト変態に必要な時間は、鋼板温度が８５０℃の場合は（変態の温度が７００℃のときで）５秒程度であるが、８７０℃の場合で１０秒程度、９００℃の場合でも１２秒程度であり、設備上の制約から許容される時間内に収まるものとなる。

【００２６】

つまり、熱延上がりの鋼板温度を９００℃以下にすれば、フェライト変態に必要な時間が短くなるので、冷却帯６を通過する際に６００℃～７００℃の温度で鋼板Ｐを冷却する時間内で鋼板Ｐの組織が十分にフェライト変態し、ベイナイト相より軟質なフェライト相の割合（フェライト分率）が大きくなって冷間圧延の際に冷間圧延機１３に対する負荷を大きく低減することが可能となる。

【００２７】

なお、鋼板温度を従来の９２０℃以上から８７０℃～９００℃にすると、冷間圧延機１３への負担は小さくなるが、熱間圧延機４への負担は逆に大きくなる。しかし、熱間圧延条件や熱間圧延の制御技術を最適化することによりこのような熱間圧延機４への負担の増加分は相殺することができる。しかし、鋼板温度を８７０℃よりさらに低い８５０℃とすれば、熱間圧延機４への負担が大きくなり過ぎてしまい、熱間圧延条件や圧延制御技術の最適化でも負担の増加分を相殺できなくなるので、鋼板温度は８７０℃以上とされるのが好ましい。

【００２８】

また、本実施形態のように冷却帯６の長さが熱間圧延機４の中でも最も長い２００ｍである場合は、冷却帯６を通過する際に６００℃～７００℃の温度で鋼板Ｐを冷却するために１２秒程度の時間を設備上許容することができる。それゆえ、上述の場合は熱間圧延された鋼板Ｐを６００～７００℃で１２秒以上かけて冷却することもできる。

上述のようにして冷却帯６で冷却された鋼板Ｐは、巻取機７を用いて巻き取られる。この巻取機７は、４５０～５５０℃の温度で鋼材を巻き取る構成とされている。このように冷却後の鋼板Ｐを巻き取る温度を４５０℃～５５０℃とすることで、Ｓｉ－Ｍｎ系のようにシリコンが多い鋼種であってもコイル冷却中にSiO_2が表層から結晶粒界に沿って内部に濃化する、いわゆる粒界酸化を防止することが可能となる。そこで、本発明の圧延方法では、巻き取り温度の制御精度も含めて鋼板Ｐを４５０～５５０℃の温度で巻き取る構成とされている。

【００２９】

なお、巻取り温度を高温化（例えば６００℃）にすれば、自己焼鈍効果により鋼板Ｐを軟質化できる。ただし、Ｓｉを多く含む鋼種（例えばＳｉを０．８％以上含むもの）では、巻取り温度を５５０℃以上にすると、上述した粒界酸化が顕著に進行することが知られている。ホットコイルは巻取り後に酸洗により表面のスケールを除去した後にタンデム圧延工程に進むが、粒界酸化が表層から内部まで進行すると、通常の酸洗では除去できず、粒界酸化されたSiO_2が表層に粉状に残留する。この状態で後段のタンデム圧延工程に進むと、表面キズが発生する。従って、５５０℃より高い温度で巻取ることによる軟質化は、本発明のような高強度鋼板（高Ｓｉ鋼）については適用できず、より軟質のフェライト層を多く形成させる、という本願の組織制御の方法でしか鋼板Ｐ（冷間圧延用の板）を軟質化することはできない。

【００３０】

なお、ＳｉやＭｎの量が鋼板Ｐの範囲よりもっと低い鋼材については、もともと強度レベルが高くなく、軟質化は不要となる。そこで、本発明の圧延方法は、５５０℃巻取りで粒界酸化が発生し、かつ冷間圧延時の強度が高いことで、圧延能率を著しく下げる鋼種（具体的には、上述したようにＣ：　０．１～０．３ｍａｓｓ％、Ｍｎ：１～３ｍａｓｓ％、Ｓｉ：　０．８～２．０ｍａｓｓ％）を対象としている。

【実施例】

【００３１】

次に、実施例を用いて本発明の圧延方法をさらに詳しく説明する。

表１に示されるように、実施例及び比較例（従来例）は、加熱炉５を用いて加熱した鋼板Ｐを実験用の熱間圧延機４を用いて最終圧延スタンド１０の出側温度が８７２℃～９３４℃で変化するように熱間圧延し、次に冷却帯６の中で６００℃～７００℃の温度で１５秒間冷却し、次に実験用の冷間圧延機１３を用いて冷間圧延したものである。

【００３２】

【表１】

条件	加熱炉	熱間圧延工程								
		圧下率 [%]		圧延荷重 [Ton]		圧延速度 [mpm]		圧延機中での温度 [℃]		
		粗	仕上	粗	仕上	粗	仕上	粗入側	仕上入側	仕上出側
比較例（従来例）	1100℃×30分	45	37	36	30	60	100	1014	994	934
実施例１		44	37	40	33	60	100	963	938	902
実施例２		43	37	45	36	60	100	921	903	872

条件	加熱炉	冷却工程				巻取機	
		上流部	中央部		下流部		
		[℃/s]	[℃]	[sec]	[℃/s]	[℃]	
		冷却速度	冷却開始温度	冷却時間	冷却速度	冷却終了温度	保持温度×時間
比較例（従来例）	1100℃×30分	70	700	15	100	500	500℃×30分
実施例１		70	700	15	100	500	500℃×30分
実施例２		70	700	15	100	500	500℃×30分

【００３３】

実施例及び比較例の圧延に用いたテストピースは、Ｃが０．２ｍａｓｓ％、Ｓｉが１．５ｍａｓｓ％、Ｍｎが２．０ｍａｓｓ％となるように鋳造されたＳｉ－Ｍｎ系のビレットを裁断したものであり、１３ｍｍ^{t}×４０ｍｍ^{w}×１５０ｍｍ^{l}のサイズに形成されている。このテストピースは、加熱炉５で１１００℃で３０分間に亘って加熱され、次に実験用の熱間圧延機４で熱間圧延される。

【００３４】

熱間圧延機４は、熱間粗圧延機８と熱間仕上圧延機９とを有するものを用いた。この熱間圧延機４においては、熱間粗圧延機８でテストピースを圧下率４３～４５％で圧延した後、連続して熱間仕上圧延機９で圧下率３７％に仕上げ圧延した。熱間圧延機４には圧延方向の３箇所に亘ってそれぞれ非接触温度計が設けられており、これらの非接触温度計を用いて熱間粗圧延機８入側、熱間仕上圧延機９の入側及び出側（最終圧延スタンド１０の出側）でのテストピースの表面温度を計測した。

【００３５】

次に、熱間圧延後のテストピースを冷却帯６で冷却した。この冷却帯６では、鋼板Ｐは、圧延方向の上流部６ａ、中央部６ｂ、下流部６ｃに分けてそれぞれ異なる冷却条件で冷却される。冷却帯６の上流部６ａではノズルから冷却水を鋼板Ｐに噴き付けて、熱間圧延後のテストピースを７０℃／ｓの冷却速度で７００℃まで短時間に冷却した。そして、テストピースの温度が７００℃になってから冷却帯６の中央部６ｂに移送し、この中央部６ｂでテストピースを水平に案内しながら冷却水の噴射を停止して６００℃～７００℃で１５秒間に亘り空冷する。最後に、冷却帯６の下流部６ｃで、テストピースを、１００℃／ｓの冷却速度で５００℃まで冷却し、テストピースの温度が５００℃になってから巻取機７による巻き取りを開始し、４５０℃～５５０℃の温度で３０分間に亘ってテストピースを巻き取った。

【００３６】

最後に、巻き取られたテストピースを冷間圧延ライン３に送り、この冷間圧延ライン３で冷間圧延を行った。この冷間圧延機１３は、図示はしないが第１圧延機～第３圧延機を備えており、テストピースを第１圧延機で圧下率１４％、第２圧延機で圧下率２２％、第３圧延機で圧下率２０％に冷間圧延できるようになっている。

この冷間圧延機１３でテストピースを冷間圧延する際に、第１圧延機～第３圧延機のそれぞれに加わる圧延荷重を実施例と比較例とで比較して表２に示す。

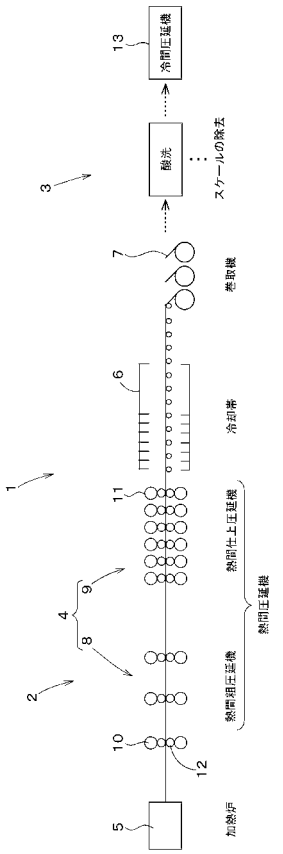
【００３７】
【表２】

条件	素材寸法	圧下率			圧延荷重		
		第１圧延機	第２圧延機	第３圧延機	第１圧延機	第２圧延機	第３圧延機
		[%]			[Ton]		
比較例（従来例）	4.5t×40w×150L	14	22	20	42.9	61.6	68.7
実施例１		14	22	20	42.0	59.0	65.5
実施例２		14	22	20	41.0	58.0	65.0

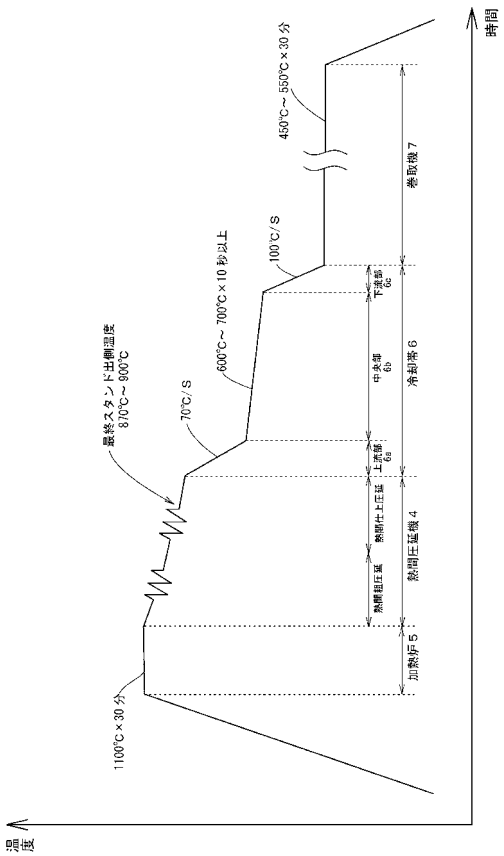
【００３８】
表１の「仕上出側の温度」の項目を比較すると分かるように、実施例１は最終圧延スタンド１０の出側での温度を比較例の９３４℃より低い９０２℃にして熱間圧延したものである。表１の「熱間圧延工程」における「圧延荷重」の結果から、このように最終圧延スタンド１０の出側での温度を低くした実施例１では圧延荷重が比較例の３６ｔより大きい４０ｔとなっており、熱間圧延機４に対する負担が若干上がっている。
【００３９】
しかし、表２の「冷間圧延」における「圧延荷重」の項目を見ると、実施例１の「圧延荷重」の方が比較例の４２．９ｔ（第１圧延機）、６１．６ｔ（第２圧延機）、６８．７ｔ（第３圧延機）より小さい４２．０ｔ（第１圧延機）、５９．０ｔ（第２圧延機）、６５．５ｔ（第３圧延機）となっており、冷間圧延機１３に対する負荷が小さくなったことが分かる。
【００４０】
また、実施例１と同様に表１の「仕上出側の温度」の項目を比較すると分かるように、実施例２は最終圧延スタンド１０の出側での温度を比較例の９３４℃より低い８７２℃にして熱間圧延したものである。表１の「熱間圧延工程」における「圧延荷重」の結果から、このように最終圧延スタンド１０の出側での温度を比較例及び実施例１よりさらに低くした実施例２では、圧延荷重が比較例の３６ｔより大きい４５ｔとなっており、熱間圧延機４に対する負担が実施例１より若干上がっている。
【００４１】
しかし、表２の「冷間圧延」における「圧延荷重」の項目を見ると、実施例２の方が比較例及び実施例１より小さい４１．０ｔ（第１圧延機）、５８．０ｔ（第２圧延機）、６５．０ｔ（第３圧延機）となっており、冷間圧延機１３に対する負荷がさらに小さくなったことが分かる。
以上の結果を総合的に勘案すると、熱間圧延機４の最終圧延スタンド１０の出側温度を８７０℃～９００℃にすれば、ＴＴＴ線図に示されるノーズの位置が短時間側に遷移してフェライト変態に必要な時間が短くなり、設備上の制約から許容される時間内で鋼板Ｐの組織が十分にフェライト変態し、鋼板Ｐの組織中に軟質なフェライト相がさらに増加して冷間圧延機１３への負荷を大幅に軽減しつつ冷間圧延を行うことができると判断される。
【００４２】
本発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、発明の本質を変更しない範囲で各部材の形状、構造、材質、組み合わせなどを適宜変更可能である。
【符号の説明】
【００４３】
１　圧延設備
２　熱間圧延ライン
３　冷間圧延ライン
４　熱間圧延機
５　加熱炉
６　冷却帯
６ａ冷却帯の上流部
６ｂ冷却帯の中央部

６ｃ冷却帯の下流部
７　巻取機
８　熱間粗圧延機
９　熱間仕上圧延機
１０　圧延スタンド
１１　ワークロール
１２　バックアップロール
１３　冷間圧延機

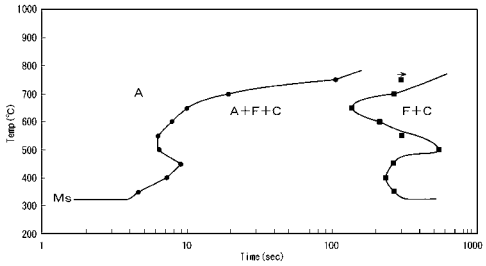
【図１】



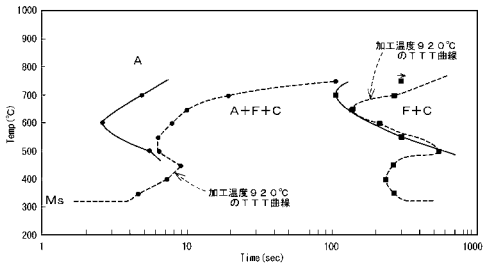
【図２】



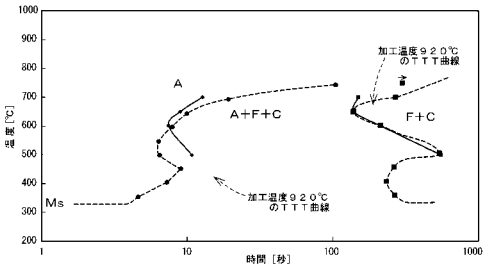
【図３】



（ａ）加工温度９２０℃．加工率５０％の加工ＴＴＴ曲線



（ｂ）加工温度８５０℃．加工率５０％の加工ＴＴＴ曲線



（ｃ）加工温度９２０℃．加工率７０％の加工ＴＴＴ曲線

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
Ｃ２１Ｄ　9/46　(2006.01)	Ｃ２１Ｄ　9/46　Ｆ	

(72)発明者　赤水　宏
兵庫県加古川市金沢町１番地　株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所内
(72)発明者　小林　正宜
兵庫県加古川市金沢町１番地　株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所内
(72)発明者　佐野　研一
兵庫県加古川市金沢町１番地　株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所内

Ｆターム(参考) 4E002 AA07 AD01 AD05 BA01 BC07 BD03 BD07 CB01
4K037 EA06 EA15 EA16 EA27 EA28 EB05 EB09 FA02 FC04 FD04
FD05 FD08 FE01 FE06 JA02 JA03