(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7320513号
(P7320513)

(45)発行日　令和5年8月3日(2023.8.3)

(24)登録日　令和5年7月26日(2023.7.26)

(51)国際特許分類		FI		
C21D 9/46 (2006.01)		C21D	9/46	T
C21D 8/02 (2006.01)		C21D	8/02	A
C22C 38/00 (2006.01)		C22C	38/00	301A
C22C 38/14 (2006.01)		C22C	38/00	301W
		C22C	38/14	

請求項の数　6　（全8頁）

(21)出願番号　特願2020-537825(P2020-537825)
(86)(22)出願日　平成30年9月20日(2018.9.20)
(65)公表番号　特表2020-534439(P2020-534439A)
(43)公表日　令和2年11月26日(2020.11.26)
(86)国際出願番号　PCT/CN2018/106706
(87)国際公開番号　WO2019/057115
(87)国際公開日　平成31年3月28日(2019.3.28)
審査請求日　令和2年3月19日(2020.3.19)
審判番号　不服2022-2170(P2022-2170/J1)
審判請求日　令和4年2月14日(2022.2.14)
(31)優先権主張番号　201710853613.3
(32)優先日　平成29年9月20日(2017.9.20)
(33)優先権主張国・地域又は機関
中国(CN)
最終頁に続く

(73)特許権者　520097467
宝鋼湛江鋼鉄有限公司
BAOSTEEL ZHANJIANG IRON & STEEL CO., LTD.
中華人民共和国５２４０７２広東省湛江市湛江経済技術開発区島東大道１８号
(73)特許権者　302022474
宝山鋼鉄股▲分▼有限公司
中華人民共和国２０１９００ 上海市宝山区富▲錦▼路８８５号
(74)代理人　110001195
弁理士法人深見特許事務所
(72)発明者　高 興 健
中華人民共和国５２４０４７広東省湛江
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　インラインでＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

微量合金元素Ｔｉが添加された溶鋼から鋳造によって鋳片を得、加熱してから、粗圧延、仕上圧延、層流冷却及び巻取りを経て熱延コイルを得、前記熱延コイルを取り外した後、前記熱延コイルに独立で密閉な保温カバーユニットを６０分間以内に被せて、輸送チェインに沿って鋼コイル倉庫へ移動し、６０分間以上の保温時間に達したら、前記独立で密閉な保温カバーユニットから前記熱延コイルを取り出して室温まで空冷することを含むことを特徴とする、Ｔｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法；ただし、前記微量合金元素Ｔｉの含有量は≧０．０３ｗｔ％である；前記粗圧延は、温度が１０００～１２００℃であり、３～８パスの往復式圧延が行われ、且つ累積変形量が≧５０％である；さらに、前記仕上圧延は、６～７パスの連続式圧延が行われ、且つ累積変形量が≧８０％であり、仕上圧延温度が８００～９００℃である；巻取り温度は５８３～７００℃であり、前記熱延コイルの前記独立で密閉な保温カバーユニット内での冷却速度は≦１５℃／時間である。

【請求項２】

前記微量合金元素Ｔｉの添加量は０．０３～０．１０ｗｔ％であることを特徴とする、請求項１に記載のＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法。

【請求項３】

前記鋳片の加熱温度は≧１２００℃であり、均熱時間は≧６０分間であることを特徴とする、請求項１に記載のＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生

産方法。
【請求項４】
前記鋳片の加熱温度は１２００～１３００℃であり、均熱時間は１～２時間であることを特徴とする、請求項１に記載のＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法。
【請求項５】
前記熱延コイルを取り外した後、２０分間以内に前記独立で密閉な保温カバーユニットを被せることを特徴とする、請求項１に記載のＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法。
【請求項６】
前記熱延コイルの保温時間は１～５時間であることを特徴とする、請求項１に記載のＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
技術分野
本発明は高強度鋼の生産技術分野に属し、具体的には、インラインでＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
背景技術
近年、普通のＣ－Ｍｎ鋼又は低合金鋼マトリックスの化学成分に微量のＴｉ元素（０．０１～０．２０％）が添加された微量合金化熱間圧延高強度鋼は、自動車、建設機械、コンテナ、橋梁、建築、鉄道車両等の分野で広く応用されており、関連業界で軽量化設計及び製造を実現するための重要な原料になっている。鋼において、Ｔｉは微量合金添加元素として、主にＴｉＣ又はＴｉ（Ｃ、Ｎ）の形態で沈殿析出し、鋼の強度を向上させ、鋼の冷間成形性能と溶接性能を改善することができる。
【０００３】
中国特許公告番号ＣＮ１０２７０３８１２Ｂでは、「チタン微量合金化５００ＭＰａ級高強度鉄筋及びその生産方法」が開示され、鋼中のチタンによる析出強化を利用する原理を強調し、鋼の降伏強度や引張強度等の機械的性能を向上させたが、どうやって析出強化効果を向上させるかについて研究・説明していなかった。
【０００４】
中国特許公告番号ＣＮ１０２９６５５７４Ｂでは、鋳片を１２２０～１２７０℃に加熱し、オーステナイト再結晶領域及び未再結晶領域の二段階で鋼板に圧延し、自己焼戻温度に冷却して加熱歪取りを行い、鋼板の歪取りの後、段積徐冷によって析出強化作用を促進するという「チタン微量合金化低降伏比高強度熱間圧延厚鋼板及びその生産プロセス」が開示された。文献「２０５０仕上高強度鋼徐冷プロセスの予備的検討」では、析出強化効果、内部応力分布の改善及び板形状品質の向上という目的を達成するために、徐冷ウォールによってＢＳ６００ＭＣ、ＢＳ７００ＭＣ等の高強度鋼コイルの倉庫における冷却過程を制御することが紹介された。文献「６２０ｍｍ帯鋼徐冷ピットの建築方案の研究と実施」では、徐冷ピットによって、鋼コイル全体の温度が均一になるように、品質鋼コイルに４８時間の徐冷周期で温度制御冷却を行うことが提出された。しかし、実際の生産において、上記の徐冷プロセスはいずれも鋼コイルを遅れずに保温することができないと共に、保温効果も徐冷領域の環境の影響を大きく受け、特にＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼コイルの場合、有効な保温を達成することで析出強化の効果を改善することは困難である、ということが見出された。
【０００５】
中国特許公告番号ＣＮ１０２５３４１４１Ａでは、「析出強化高強度鋼のインライン誘導熱処理プロセス」が開示され、ただし、巻戻した鋼板に誘導熱処理をすることで、析出

強化相が十分に析出し、且つ散在分布状態となり、鋼板性能均一性を改善する作用を奏する。しかし、該プロセスには、まず鋼コイルをアンコイルし、次に誘導加熱技術によって昇温・保温し直す必要があり、工程が多くて、且つ誘導加熱設備を増加する必要がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

発明の内容

本発明の目的は、低コストで、高効率で、且つ周辺環境の影響を受けずにインラインでＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記目的を果たすために、本発明の技術方案は：

本発明は、Ｔｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼に、制御圧延、制御冷却、巻取りを経ってから、インラインで速やかに独立で密閉な保温カバー装置を被せることで、鋼コイルに保温徐冷を行い、巻取り残留熱を利用して鋼コイル全体の温度を均一化にし、ＴｉＣの均一的で十分な析出を促進し、且つそのサイズをナノレベルに保持し、析出強化効果向上の目的を果たす。

【０００８】

具体的には、本発明は、微量合金元素Ｔｉが添加された溶鋼から鋳造によって鋳片を得、加熱してから、粗圧延、仕上圧延、層流冷却及び巻取りを経って熱延コイルを得、取り外した後、インラインで保温カバーを被せて、輸送チェインに沿って鋼コイル倉庫へ移動し、保温時間に達したら、保温カバーから取り出して室温まで空冷することを含む、インラインでＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させる生産方法である；ただし、前記微量合金元素Ｔｉの含有量は≧０．０３ｗｔ％である；前記巻取り温度は５００～７００℃であり、前記のインラインで保温カバーを被せるのは、各熱延コイルをそれぞれ巻出した後、６０分間以内に独立で密閉な保温カバー装置を被せると意味し、前記インライン保温時間は≧６０分間である。

【０００９】

好ましくは、前記微量合金元素Ｔｉの含有量は０．０３～０．１０％である；

さらに、前記鋳片の加熱温度は≧１２００℃であり、均熱時間は≧６０分間である；

好ましくは、鋳片の加熱温度は１２００～１３５０℃であり、均熱時間は１～２時間である；

さらに、前記粗圧延は、温度が１０００～１２００℃であり、３～８パスの往復式圧延が行われ、且つ累積変形量が≧５０％である；

さらに、前記仕上圧延は、６～７パスの連続式圧延が行われ、且つ累積変形量が≧８０％であり、仕上圧延温度が８００～９００℃である。

【００１０】

好ましくは、各熱延コイルをそれぞれ取り外した後、２０分間以内に独立で保温カバーを被せる；

さらに、前記鋼コイルの保温カバー内での冷却速度は≦１５℃／時間である；

好ましくは、前記鋼コイルのインライン保温時間は１～５時間である。

【００１１】

さらに、例示的な保温カバーは、ＣＮ１０７４７０３７７Ａにおけるいずれかの実施形態で開示された帯鋼製造ラインのインライン保温徐冷装置であり、該特許の内容全体を参照により本文に援用する。

【００１２】

本発明の製造プロセスの設計の理由は以下のようである：

Ｔｉは鋼におけるＣ、Ｎ原子と強い結合力を有し、Ｔｉの添加量が適切である場合しか、各方面の要求を同時に満たすことができない。Ｔｉの含有量が＜０．０３％であると、

主にＴｉＮは形成され、オーステナイト結晶粒子の粗大化を阻害する；Ｔｉの含有量が≧０．０３％であると、ω（Ｔｉ）／ω（Ｎ）の理想の化学的配合比を超えたＴｉは、固溶の形態又は微細なＴｉＣ粒子の形態で再結晶を阻害し、析出強化作用を奏する；しかし、Ｔｉの添加量が高すぎると、結晶粒界で窒化物及び硫化物は形成され、鋼の脆化を引き起こす。よって、本発明におけるＴｉの含有量は≧０．０３％であり、好ましくは０．０３～０．１０％である。

【００１３】

圧延プロセスの設計において、なるべく多くのＴｉ原子がオーステナイト中に固溶することを保証できるように、鋳片の加熱温度は十分に高くする（例えば≧１２００℃にする）必要がある。加熱温度の上限は、加熱炉が実際に到達できる又は耐えられる温度を限界として、原則的には上限に要求を設定しない；しかし、省エネルギー・消耗低減の目的で、通常は実際の最高加熱温度を≦１３５０℃に制御する。

【００１４】

前記均熱時間は≧６０分間であり、均熱時間とは、鋳片を設定された加熱温度まで加熱した後で保温する時間である。

【００１５】

粗圧延及び仕上圧延段階において、オーステナイト再結晶圧延とオーステナイト未再結晶圧延はそれぞれ行われる。再結晶領域は高温段階（例えば粗圧延温度１０００～１２００℃）にあり、圧延抵抗力が小さく、大きな変形量によってオーステナイト結晶粒子を十分に微細化させるべきである；未再結晶領域（例えば仕上圧延温度８００～９００℃）にある圧延の目的は、結晶粒子に引張変形を生じさせ、転位と変形領域を増加させ、これで新相形成の核を増加させることにある。粗圧延及び仕上圧延過程のペースとしては、圧延段階で多すぎるＴｉの炭窒化物の析出を回避し、Ｔｉ原子をなるべく多く保存して圧延の後で析出させるように、なるべく早く完成すべきである。

【００１６】

仕上圧延終了後、変態組織構造の要求に応じて一段式前冷却、二段式冷却、或いはＵ型冷却等の制御策略を選択するが、加速冷却によってナノサイズのＴｉＣ析出が抑制される。また、実際の生産において、加速冷却過程でも巻取りの後でも、帯鋼には冷却不均一の現象が存在するし、析出強化も温度の変化に対して比較的に敏感であることにより、鋼コイルの各部位の析出相の数と大きさは不均一となり、局所領域で析出は不十分であり、力学特性に影響を与える、ということが見出された。

【００１７】

析出強化効果をさらに向上させるために、巻取り温度を、ＴｉＣが十分に析出できる温度領域である５００～７００℃の範囲に設計する；しかも、各熱延コイルをそれぞれ取り外した後、インラインで（好ましくは２０分間以内に）速やかに独立で密閉な保温カバー装置を被せ、保温時間を１～５時間にし、鋼コイルの保温カバー内での冷却速度を≦１５℃／時間にすることで、巻取り残留熱を十分に利用して鋼コイル全体の温度を均一化にし、そしてＴｉＣが十分に析出できる温度領域に適切な期間滞在させ、ＴｉＣの均一的で十分な析出を保証し、且つそのサイズをナノレベルに保持し、析出強化の作用を最高に発揮させることができる。「インライン」とは、鋼コイルを取り外した直後に保温カバーを被せることが要求されるパターンであり、鋼コイルを倉庫に入れてから保温カバーを被せるという「オフライン」パターンに比べると、（１）鋼コイルは、ＴｉＣが十分に析出できる温度領域でカバーに入ることは保証される；（２）「オフライン」パターンで、鋼コイルが保温カバーに入る前の輸送過程において、内／外周と縁部の温度降下が中部よりも遥かに大きく、鋼コイル全体の温度均一性が劣る；（３）「オフライン」パターンで、鋼コイルの変態均一性が劣り、局所領域でＴｉＣの析出が不十分であり、析出強化効果の均一な向上に不利である。

【発明の効果】

【００１８】

本発明の有利な効果は、

（１）本発明にかかる製造プロセスは、Ｔｉ微量合金化鋼コイルに保温徐冷を行うことにより、鋼コイル全体の温度を均一化にし、ＴｉＣの均一的で十分な析出を促進し、且つそのサイズをナノレベルに保持し、析出強化効果向上の目的を果たす。

【００１９】

（２）本発明は合理的な圧延プロセス設計により、革新的な巻取り後の「モノコイル式」保温徐冷プロセスも併せて、インラインで、低コストで、効率的にＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼の析出強化効果を向上させ、且つ強度特性及びその均一性を向上させることができる。

【００２０】

（３）本発明で製造されるＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼は、鋼コイルの段積徐冷方法を採用するものに比べて、その降伏強度が１０～４０ＭＰａ向上し、引張強度が１０～５０ＭＰａ向上する。

【発明を実施するための形態】

【００２１】

具体的な実施形態

以下、実施例に基づいて本発明をさらに説明する。

【００２２】

表１は本発明の実施例の肝心なプロセスパラメータであり、表２は本発明の比較例の肝心なプロセスパラメータであり、表３は本発明の実施例と比較例にかかる鋼コイルの性能である。

【００２３】

本発明の実施例のプロセスは：Ｔｉ添加量≧０．０３％の鋳片→鋳片加熱→粗圧延→仕上圧延→層流冷却→巻取り→インラインで保温カバーを被せる→保温カバーから取り出す、というものであり、それらの肝心なプロセスパラメータは表１に示す。

【００２４】

本発明の比較例のプロセスは：Ｔｉ添加量≧０．０３％の鋳片→鋳片加熱→粗圧延→仕上圧延→層流冷却→巻取り→鋼コイルの段積徐冷、というものであり、それらの肝心なプロセスパラメータは表２に示す。

【００２５】

【表１】

表１

実施例	鋼コイル厚さ（mm）	Ti添加量（%）	加熱温度（℃）	粗圧延温度（℃）	仕上圧延温度（℃）	巻取り温度（℃）	カバーを被せる時間（min）	保温時間（h）
1	1.5	0.086	1255	1113	886	603	20	4
2	4.5	0.090	1261	1116	892	583	16	4
3	1.5	0.072	1261	1118	862	612	10	2
4	6.0	0.077	1245	1037	857	591	38	2
5	2.0	0.060	1249	1082	863	607	21	2
6	2.8	0.034	1258	1094	870	586	17	2

【００２６】

【表２】

表２

比較例	鋼コイル厚さ（mm）	Ti 添加量（%）	加熱温度（℃）	粗圧延温度（℃）	仕上圧延温度（℃）	巻取り温度（℃）
1	1.5	0.086	1251	1117	897	608
2	4.5	0.090	1264	1115	883	582
3	1.5	0.072	1260	1123	861	610
4	6.0	0.077	1243	1042	853	593
5	4.0	0.060	1252	1075	869	601
6	2.8	0.034	1261	1107	874	588

【００２７】
【表３】

表３

実施例	降伏強度（MPa）	引張強度（MPa）	伸び（%）
1	792	835	23
2	773	825	22
3	771	813	21
4	636	716	20
5	620	661	26
6	573	672	23
比較例	降伏強度（MPa）	引張強度（MPa）	伸び（%）
1	761	788	20
2	754	811	22
3	743	787	22
4	604	695	21
5	587	643	26
6	533	641	22

【００２８】
表３における実施例及び比較例のデータからみれば、本発明で提供される方法によって生産されるＴｉ微量合金化熱間圧延高強度鋼は、鋼コイルの段積徐冷方法を採用するものに比べて、その降伏強度が１０～４０ＭＰａ向上し、引張強度が１０～５０ＭＰａ向上し、破断伸度が同様なレベルにあることから、本発明で提供される方法は、材料の可塑性指

標を劣化することなく、ＴｉＣによる析出強化効果を効率的に向上できる。

【００２９】

本発明の実施形態は上記実施例によって制限されるものではなく、本発明の実質的な要旨及び原理から逸脱していない他の変更、修飾、置換、組合せ、簡略化は、いずれも均等な置き換えとみなされ、本発明の保護範囲内に包含されるべきである。

フロントページの続き

(31)優先権主張番号　201810631903.8
(32)優先日　平成30年6月19日(2018.6.19)
(33)優先権主張国・地域又は機関
中国(CN)
市人民大道中４６号建行大厦１２－１５楼
(72)発明者　徐 嘉 春
中華人民共和国５２４０４７広東省湛江市人民大道中４６号建行大厦１２－１５楼
(72)発明者　王 野
中華人民共和国５２４０４７広東省湛江市人民大道中４６号建行大厦１２－１５楼
合議体
審判長　井上 猛
審判官　佐藤 陽一
審判官　山口 大志
(56)参考文献　特開２０１５－１７５００４号公報
特開２０１６－１４１８４８号公報
特開昭６１－１５９５３４号公報
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
C21D 8/02
C21D 9/46
C21D 9/66 - 9/68