

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5130221号
(P5130221)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月9日(2012.11.9)

(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 38/04 (2006.01) C 2 2 C 38/04

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2008-536963 (P2008-536963)	(73) 特許権者	390035426
(86) (22) 出願日	平成18年10月10日(2006.10.10)		エス・エム・エス・ジーマーク・アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2009-512783 (P2009-512783A)		ドイツ連邦共和国、40237 デュッセルドルフ、エドゥアルト・シユレーマン・ストラッセ、4
(43) 公表日	平成21年3月26日(2009.3.26)	(74) 代理人	100069556
(86) 国際出願番号	PCT/EP2006/009755		弁理士 江崎 光史
(87) 国際公開番号	W02007/048497	(74) 代理人	100111486
(87) 国際公開日	平成19年5月3日(2007.5.3)		弁理士 鍛冶澤 實
審査請求日	平成21年5月21日(2009.5.21)	(72) 発明者	ヘンニヒ・ヴォルフガング
(31) 優先権主張番号	102005051052.3		ドイツ連邦共和国、41469 ノイス、シェルムラター・ストラッセ、49
(32) 優先日	平成17年10月25日(2005.10.25)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチフェイズ構造の熱間ストリップの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱間圧延された状態から最後の圧延スタンド(6')の後で冷却を制御することにより TRIP鋼の熱間ストリップを製造するための方法であって、

40~70%のフェライト、15~45%のベイナイトおよび5~20%の残留オーステナイトからなる構造が得られるように、薄肉スラブ鑄造兼圧延設備(CSP設備)(1)において、0.12~0.25%のC、0.05~1.8%のSi、1.0~2.0%のMn、残部がFeおよび不可避不純物からなる所定の化学的組成で、圧延方式と冷却方式を組み合わせ、熱間ストリップ(7)の製造を行い、

d < 8 μmのきわめて微細なオーステナイト結晶粒を生じるために、熱間ストリップ(7)の仕上げ圧延が、最後の変形の際に準安定オーステナイトの範囲内のAr3のすぐ上の770~830の温度で行われ、

最後の圧延スタンド(6')の直後に、320~480のベイナイト形成範囲内のストリップ温度までの熱間ストリップ(7)の制御された2段階冷却を、650~730の停止時間を伴って行い、この停止時間の開始がフェライト領域内への冷却曲線(26)の侵入によって決定され、停止時間の持続時間が少なくとも40%のフェライトへのオーステナイトの変態によって決定され、

熱間ストリップ(7)の2段階の制御冷却が、間隔において並べて配置され、かつ、水噴霧ヘッド(13)を有する水冷却領域(11₁、12)からなる冷却ライン(10)で行われ、

10

20

この水噴霧ヘッドは、所定の水量を熱間ストリップ（7）の上面と下面に均一に噴霧することを特徴とする方法。

【請求項2】

使用鋼種の化学的組成と熱間ストリップの形状寸法とに依存して、冷却速度が $V = 30 \sim 150 \text{ K/s}$ に調節されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

冷却速度が $V = 50 \sim 90 \text{ K/s}$ に調節されることを特徴とする請求項2に記載の方法

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、熱間圧延された状態から最後の圧延スタンドの後で冷却を制御することにより、高強度であると共にきわめて良好な変形特性を有するマルチフェイズ構造の、TRIP鋼（変態誘起塑性）と称される熱間ストリップを製造するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

この構造の生成はTRIP鋼の場合複雑である。なぜなら、フェライトとベイナイトのほかに、第3相が残留オーステナイトとしてもしくはそれに続く変形の後でマルテンサイトとして存在するからである。TRIP鋼は今日ではほとんどが2段階焼鈍サイクルで製造される。出発材料は、焼鈍処理によって二相空間内で約50% - 50% の出発構造が生じる熱間ストリップまたは冷間ストリップである。オーステナイトが炭素に対して高い溶解性を有するので、より高い炭素濃度が生じる。焼鈍処理の後で、フェライト範囲とパーライト範囲のそばを通過してベイナイト範囲内まで迅速な冷却が行われる。このベイナイト範囲には、若干の停止時間が等温で設けられる。オーステナイトはその一部がベイナイトに変態し、残りのオーステナイトが同時に炭素を更に含有する。それによって、マルテンサイト開始温度 M_s は周囲温度よりも低い値に低下し、従って残留オーステナイトは周囲温度でも存在し続ける。最終構造は40~70%のフェライト、15~40%のベイナイトおよび5~20%の残留オーステナイトからなっている。

20

【0003】

TRIP鋼の特別な効果は、外側の塑性変形が発生するときの、マルテンサイトへの準安定残留オーステナイトの変態である。マルテンサイトへのオーステナイトの変態の際、容積が増大する。この容積増大はオーステナイトだけでなく周囲の構成成分によってもたらされる。フェライトのマトリックスは可塑化される。これは更に、より強い硬化を生じ、結果的により大きな塑性伸びをもたらすことになる。このようにして製造された鋼については、高い強度と高い延性のすぐれた組み合わせが生じる。従って、特に自動車工業における使用に適している。

30

【0004】

TRIP鋼を製造するために現在ではそのほとんどが工業的に使用される上記のプロセス制御は、圧延過程の後の付加的な焼鈍処理と冷却処理を必要とするので複雑であり、コストがかかる。従って、熱間ストリップ生成用の工業的製造装置で、このTRIP鋼を熱間ストリップとして直接製造することが試みられた。欧州特許第 1 396 549号明細書（特許文献1）には、TRIP特性を有しかつパーライトを含まない熱間圧延された鋼ストリップを、連続的な作業プロセスで製造するための方法が記載されている。この場合、鉄のほかに不可避の不純物である0.06~0.3%のC、0.1~3.0%のSi、0.3~1.1%のMn（このSiとMnの合計は1.5~3.5%である）および0.005~0.15%の元素TiとNbの少なくとも一方を重要な成分として含み、そして最大0.8%のCr、最大0.8%のCuおよび最大1.0%のNiの1つまたは複数を選択的に含む溶融鋼が、薄肉スラブに鑄造される。この薄肉スラブは850~1050°Cの入口温度でもって焼鈍炉内で10~60分間1000~1200°Cで焼き鈍される。スケールを除去した後で、薄肉スラブは750~1000°Cで仕上げ圧延され

40

50

、300～530℃の巻取り温度まで冷却される。その際、制御して行われる冷却は2段階で実施され、第1段の冷却速度は少なくとも150K/s、好ましくは300K/sであり、冷却休止時間は4～8秒である。その代わりに、停止時間なしに10～70K/sの冷却速度で、制御冷却を連続的に行うことが提案される。最後に、第3の方法では、熱間ストリップを第1段において約80℃超の温度まで1～7秒以内冷却し、続いて空気冷却によって巻取り温度まで冷却する。上記の方法のやり方ほかに、Tiおよび/またはNbの存在が重要である。というのは、これらの元素が熱間圧延の開始まで溶けており、その後の析出等の際に、熱間ストリップの微細性、残留オーステナイト含有量の上昇およびその安定性を改善するからである。

【特許文献1】欧州特許第 1 396 549号明細書

10

【特許文献2】欧州特許第 1 108 072 B1号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この従来技術から出発して、本発明の課題は、焼鈍処理とさらに必ずしも必要ではない合金元素の追加を完全に省略することができる、既存の設備でのTRIP鋼の簡単かつ経済的な製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この課題は請求項1の特徴に従って、40～70%のフェライト、15～45%のベイナイトおよび5～20%の残留オーステナイトからなる構造が得られるように、薄肉スラブ鑄造兼圧延設備(CSP設備)において、0.12～0.25%のC、0.05～1.8%のSi、1.0～2.0%のMn、残部Feおよび普通の随伴元素を含む使用鋼種の所定の化学的組成で、圧延方式と冷却方式を組み合わせ、熱間ストリップの製造を行い、

20

きわめて微細なオーステナイト結晶粒($d < 8 \mu\text{m}$)を生じるために、熱間ストリップの仕上げ圧延が、最後の変形の際に準安定オーステナイトの範囲内のAr3のすぐ上の770～830℃の温度で行われ、

最後の圧延スタンドの直後に、320～480℃のベイナイト形成範囲内のストリップ温度までの熱間ストリップの冷却が制御して2段階でかつ約650～730℃での停止時間で行われ、この停止時間の開始がフェライト領域内への冷却曲線の侵入によって決定され、停止時間の持続時間が少なくとも40%のフェライトへのオーステナイトの変態によって決定されることによって解決される。

30

【0007】

上記の通常の方法と異なり、本発明の範囲では、仕上げ圧延されたオーステナイト系熱間ストリップの場合に、最後の圧延スタンドの直後に、冷却ライン内で2段階冷却することにより、TRIP鋼にとって典型的な構造が生じる。その際、この構造の発生は、膨大なプロセスノウハウと、必要なプロセスパラメータのきわめて正確な維持とを必要とする。熱間幅広ストリップラインでTRIP鋼を製造するための許容差域が狭いので、薄肉スラブ鑄造兼圧延技術の導入以来、次のような設備構成が使用可能である。すなわち、従来の熱間ストリップラインと比較して、熱間ストリップとしてTRIP鋼を直接製造するためにはるかに良好な前提を提供する設備構成が使用可能である。厚さ、幅および長さにおける温度均一性が高いので、一定の機械的特性を有するTRIP鋼を再現可能に製造することができる。その際使用される既存の鑄造圧延設備の慣用の冷却ラインの長さが短いので、TRIP構造を有する熱間ストリップの製造は特別な圧延方式および冷却方式でのみ可能である。

40

【0008】

本発明による圧延方式は、後続の冷却ラインにおいてフェライト変態を加速するように作用する、最後の変形の際のきわめて微細なオーステナイト粒($d < 8 \mu\text{m}$)を発生する働きをする。従って、ストリップの仕上げ圧延は、準安定オーステナイトの範囲内のAr

50

3のすぐ上の770～830°Cの温度で行われる。

【0009】

冷却方式の効果的な実施は、供される短い冷却全体時間内で所望な変態程度を達成するために、化学的組成の所定の限界値を維持することを必須条件としている。従って、TRIP鋼の製造のために提案された化学的な分析は、0.12～0.25%のC、0.05～1.8%のSi、1.0～2.0%のMn、残部Feおよび普通の随伴元素の限度内で変動する。

【0010】

その際、冷却方式では、選択されて異なる冷却速度を有する2段階冷却が行われる。650～730°Cの温度での停止時間の開始は、フェライト領域内への冷却曲線の侵入によって決定される。そして、後続の短い冷却停止において、目的である、少なくとも40%のフェライトへのオーステナイトの変態が行われる。この停止時間に第2冷却段が直接続き、この第2冷却段では、320～480°Cの温度への熱間ストリップの冷却が行われる。この温度で、少なくとも15%のベイナイトへのオーステナイトの変態が行われる。

10

【0011】

冷却方式は、短い停止時間の実施のほかに、両冷却段のための正確に定められた冷却速度によって決定される。この冷却速度は、熱間ストリップの形状寸法と使用鋼種の化学的組成とに依存して、 $V = 30 \sim 150 \text{ K/s}$ 、好ましくは $V = 50 \sim 90 \text{ K/s}$ である。この冷却速度について付け加えると、鑄造圧延設備の慣用の冷却ラインにおいて供される時間が短いので、 30 K/s よりも小さな冷却速度は不可能であり、一方、互いに間隔をおいて並べて配置された水冷領域からなるこのような冷却ラインにおいて 150 K/s よりも大きな冷却速度は同様に達成不可能である。

20

【0012】

本発明の方法によって製造された、0.45～0.75の範囲内の降伏比 $R_{p0.2} / R_m$ を有する異なる強度レベルのための、TRIP鋼特性を有する熱間ストリップは、次の引張り強度 R_m と破断伸びA:

$R_m = 600 \sim 700 \text{ MPa}$	= >	A > 25%
$R_m = 700 \sim 800 \text{ MPa}$	= >	A > 23%
$R_m = 800 \sim 900 \text{ MPa}$	= >	A > 21%
$R_m = 900 \sim 1000 \text{ MPa}$	= >	A > 18%
$R_m > 1000 \text{ MPa}$	= >	A > 15%

30

からなる特性組み合わせを有する。

【0013】

次に、図に略示した実施例に基づいて、本発明の他の詳細および効果を詳しく説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1には、慣用のCSP設備1が概略的に示してある。このCSP設備は図示した例では搬送方向に(図において左から右へ)、主構成要素、すなわち2個の鑄片2を有する鑄造装置と、鑄片ガイド3と、炉移送装置を有する均熱炉4と、マルチスタンド圧延機6と、冷却ライン10と、コイラ8とからなっている。

40

【0015】

図2には、CSP設備1の変更された冷却ライン10が示してある。この冷却ラインは本発明による冷却を実施するために必要であり、二相鋼を製造するために欧州特許第1108072B1号明細書(特許文献2)によって既に知られている。最後の仕上げ圧延スタンド6'の後に配置されたCSP設備1の変更されたこの冷却ライン10は、互いに間隔をおいて並べて配置された、水噴霧ヘッド13を有する制御可能な複数の水冷領域11₁₋₇、12を備えている。この水噴霧ヘッドから、所定の水量が熱間ストリップ7の上面と下面に均一に噴霧される。冷却ライン10内での水冷段11₁₋₇、12の

50

位置決めと、水冷段の数および間隔と、各水冷段 1 1₁、₇、1 2 の水噴霧ヘッド 1 3 の数は、調節すべき冷却条件に水冷段 1 1₁、₇、1 2 を最適に適合させるために、両冷却段の目標冷却速度を特に可変調節できるように選定されている。それ故、噴霧される水量の制御によって、冷却中も、冷却速度の必要な変更を行うことができる。

【 0 0 1 6 】

最初の冷却段の最後の水冷段 1 1₇ に対してより大きな空間的間隔において、他の水冷段 1 2 が配置されている。この他の水冷段によって、第 2 の冷却段が実施される。この水冷段 1 2 内には、短い距離で強力な強制冷却を行うために、第 1 冷却段の水冷領域 1 1₁、₇ よりもはるかに多い数の水噴霧ヘッド 1 3 が設けられている。第 1 冷却段の最後の水冷段 1 1₇ と第 2 冷却段の水冷段 1 2 との間の空間的な間隔は、所定のストリップ速度の際に本発明に従ってオーステナイトを少なくとも 4 0 % のフェライトに変態させるために必要な停止時間を生じるような大きさに選定されている。

【 0 0 1 7 】

図 3 は、フェライト、パーライトおよびベイナイトのための変態線と $A c_3$ 、 $A c_1$ および M_s のための温度線 (2 0、2 1、2 2、2 4) とを有する Z T U (時間 - 温度 - 変態) グラフである。Z T U グラフのこの変態線または温度線の位置に対して既存のもしくは添加された合金元素がどのような影響を及ぼすかが、変態線の水平移動矢印 2 7 と温度線の垂直移動矢印 2 8 とによって見分けやすくなっている。この Z T U グラフには、二相鋼 (D P 鋼) を製造するための冷却曲線 2 5 と、本発明に従って T R I P 鋼を製造するための冷却曲線 2 6 とが例示的に記入されている。冷却の開始時の出発温度がほぼ同じ ($A c_3$ より高い) で、停止時間温度がほぼ同じ ($A c_1$ より高い) である場合、冷却の異なる経過と出発鋼の異なる組成とによって、大きく異なる構造組成が得られる。記入した二相鋼の冷却曲線 2 5 に相応して、この冷却曲線はフェライト領域にのみ達し、室温 2 3 のはるか上方にあるマルテンサイト開始温度線 2 2 の下方で終わっている。従って、所望のごとくフェライトとマルテンサイトだけから、二相構造が得られる。これに対して、T R I P 鋼を本発明に従って製造するための冷却曲線 2 6 は先ず最初にフェライト領域を通過し、そしてベイナイト領域を通過し、室温 2 3 の下方にあるマルテンサイト開始温度 2 4 の上方で終わっている。従って、冷却時にマルテンサイトへの変態が起こらず、本発明に従ってフェライト、ベイナイトおよび残留オーステナイト部分からなる構造が得られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 C S P 設備を示す。

【 図 2 】 C S P 設備の変更された冷却ラインを示す。

【 図 3 】 二相鋼と T R I P 鋼の冷却曲線を Z T U グラフで示す。

【 符号の説明 】

【 0 0 1 9 】

- | | |
|---------------------------------|----------------|
| 1 | C S P 設備 |
| 2 | 2 個の鋳片を有する鋳造装置 |
| 3 | 鋳片ガイド |
| 4 | 均熱炉 |
| 5 | 炉移送装置 |
| 6 | マルチスタンド圧延機 |
| 6' | 最後の圧延スタンド |
| 7 | 熱間ストリップ |
| 8 | コイラ |
| 9 | 温度測定部 |
| 1 0 | 冷却ライン |
| 1 1 ₁ 、 ₇ | 水冷領域 |
| 1 2 | 水冷領域 |
| 1 3 | 水噴霧ヘッド |

10

20

30

40

50

- 2 0 A c ₃ 温度線
- 2 1 A c ₁ 温度線
- 2 2 二相鋼のマルテンサイト開始温度線
- 2 3 室温線
- 2 4 T R I P 鋼のマルテンサイト開始温度線
- 2 5 二相鋼の冷却曲線
- 2 6 T R I P 鋼の冷却曲線
- 2 7 変態線の水平移動矢印
- 2 8 温度線の垂直移動矢印

【図1】

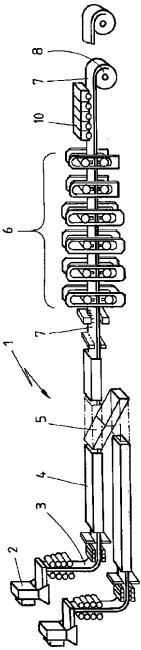


FIG.1

【図2】

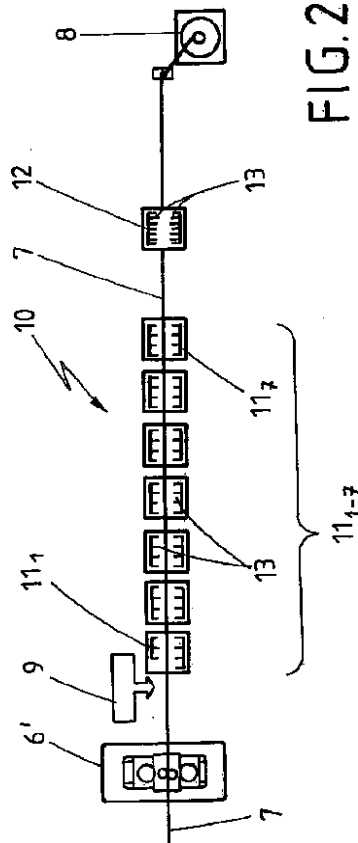
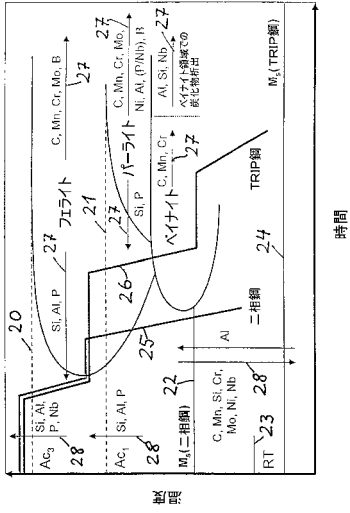


FIG.2

11₁₋₇

【 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 シュブロック・アウグスト
ドイツ連邦共和国、4 0 4 7 4 デュッセルドルフ、カイザーヴェルター・ストラッセ、1 9 7
- (72)発明者 オーラート・ヨーアヒム
ドイツ連邦共和国、5 0 6 7 4 ケルン、リヒャルト・ヴァーグナー・ストラッセ、2 9
- (72)発明者 ビルゲン・クリスティアン
ドイツ連邦共和国、4 0 4 7 6 デュッセルドルフ、ベヒャーストラッセ、1 6

審査官 鈴木 毅

- (56)参考文献 特開2 0 0 0 - 0 8 7 1 4 1 (J P , A)
特開2 0 0 0 - 2 3 9 7 8 3 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)
- | | | | |
|------|-------|---|-------|
| C22C | 38/00 | - | 38/60 |
| C21D | 8/00 | - | 8/04 |
| C21D | 9/46 | - | 9/48 |