

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5162875号
(P5162875)

(45) 発行日 平成25年3月13日(2013.3.13)

(24) 登録日 平成24年12月28日(2012.12.28)

(51) Int.Cl.	F 1		
C 2 2 C 38/00	(2006.01)	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Y
C 2 2 C 38/14	(2006.01)	C 2 2 C 38/14	
C 2 2 C 38/54	(2006.01)	C 2 2 C 38/54	
C 2 1 D 8/06	(2006.01)	C 2 1 D 8/06	A
C 2 1 D 9/52	(2006.01)	C 2 1 D 9/52	1 0 3 B

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-278780 (P2006-278780)
 (22) 出願日 平成18年10月12日(2006.10.12)
 (65) 公開番号 特開2007-131944 (P2007-131944A)
 (43) 公開日 平成19年5月31日(2007.5.31)
 審査請求日 平成21年2月17日(2009.2.17)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-297699 (P2005-297699)
 (32) 優先日 平成17年10月12日(2005.10.12)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006655
 新日鐵住金株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (74) 代理人 100107892
 弁理士 内藤 俊太
 (74) 代理人 100105441
 弁理士 田中 久喬
 (72) 発明者 山崎 真吾
 君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社
 君津製鐵所内
 (72) 発明者 西田 世紀
 君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社
 君津製鐵所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伸線特性に優れた高強度線材およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C : 0.70 ~ 1.10%、Si : 0.1 ~ 1.5%、Mn : 0.1 ~ 1.0%、Al : 0.01%以下、Ti : 0.01%以下、N : 10 ~ 60質量ppm、B : (0.77 × N (ppm) - 17.4)質量ppm、もしくは5質量ppmのいずれか高い量以上、52質量ppm以下を含有し、残部はFe及び不純物からなり、パーライト組織の面積率が97%以上、残部がベイナイト、擬似パーライト、初析フェライトからなる非パーライト組織であり、パーライトブロック粒径が20μm以上45μm以下であることを特徴とする、生引き性に優れた高強度鋼線材。

【請求項2】

更にCr : 0.5%以下(0%を含まない)、Ni : 0.5%以下(0%を含まない)、Co : 0.5%以下(0%を含まない)、V : 0.5%以下(0%を含まない)、Cu : 0.2%以下(0%を含まない)、Mo : 0.2%以下(0%を含まない)、W : 0.2%以下(0%を含まない)、Nb : 0.1%以下(0%を含まない)、よりなる群から選択される少なくとも1種以上を含有することを特徴とする請求項1に記載の高強度鋼線材。

【請求項3】

鋼片を、熱間圧延後、次に示す温度Tmin ~ 950 の温度域にて巻き取りした後、800から600 までの冷速が10 / s以上であるような冷却方法にてパテントング処理を行うことを特徴とする、請求項1又は2に記載の高強度鋼線材の製造方法。

$B(\text{ppm}) - 0.77 \times N(\text{ppm}) > 0.0$ の場合は、 T_{\min} は 800、
 $B(\text{ppm}) - 0.77 \times N(\text{ppm}) \leq 0.0$ の場合は、 T_{\min} は、
 $T_{\min} = 950 + 1450 / (B(\text{ppm}) - 0.77 \times N(\text{ppm}) + 10)$

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の鋼線材を、中間パテンティングおよび冷間伸線を施すことによって製造する、引張り強さが 2800MPa 以上であることを特徴とする延性に優れた高炭素鋼線。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼線材、鋼線及びそれらの製造方法に関する。より詳しくは、例えば、自動車のラジアルタイヤや、各種産業用ベルトやホースの補強材として用いられるスチールコード、更には、ソーイングワイヤなどの用途に好適な圧延線材とその製造方法、および前記の圧延線材を素材とする鋼線に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車のラジアルタイヤや、各種のベルト、ホースの補強材として用いられるスチールコード用鋼線、あるいは、ソーイングワイヤ用の鋼線は、一般に、熱間圧延後調整冷却した線径（直径）が 4～6mm の鋼線材を、1次伸線加工して直径を 3～4mm にし、次いで、中間パテンティング処理を行い、更に 2次伸線加工して 1～2mm の直径にする。この後、最終パテンティング処理を行い、次いで、ブラスメッキを施し、更に最終湿式伸線加工を施して直径 0.15～0.40mm にする。このようにして得られた極細鋼線を、更に撚り加工で複数本撚り合わせて撚鋼線とすることでスチールコードが製造される。

【0003】

近年、製造コスト低減の目的から、上記の中間パテンティングを省略し、調整冷却した圧延線材から、最終パテンティング線径である 1～2mm までダイレクトに伸線する例が多くなってきた。このため、調整冷却した圧延線材に対して、圧延線材からのダイレクト伸線特性、いわゆる生引き性が要求されるようになり、線材の高延性および高加工性に対する要求が極めて大きくなっている。

【0004】

パテンティング線材の延性を示す指標の一つである絞り値は、オーステナイト粒径に依存し、オーステナイト粒径を微細化することによって絞り値が向上することから、Nb、Ti、B等の炭化物や窒化物をピニング粒子として用いることによってオーステナイト粒径を微細化する試みもなされている。特許文献 1 には、成分元素として Nb：0.01～0.1重量%、Zr：0.05～0.1重量%、Mo：0.02～0.5重量%よりなる群から 1種以上を含有させて極細鋼線の靱延性を一層高める技術が開示されている。特許文献 2 でも、NbC によるオーステナイト粒径の微細化が提案されている。しかしこれら添加元素は高価なためコスト増を招くこと、Nb は粗大な炭化物、窒化物を、Ti は粗大な酸化物を形成するため細い線径、例えば、直径 0.40mm 以下の線径にまで伸線すると、断線する場合があった。また、本発明者らによる検証によれば、BN のピニングにでは、絞り値に影響を及ぼすほどオーステナイト粒径を微細化することは難しい。

【0005】

さらに、特許文献 3 のように、パテンティング温度を低下させることにより線材の組織をベイナイトに調整することによって高炭素線材の伸線加工性を高める技術も提案されている。しかし、インラインで圧延線材をベイナイト化するためには溶融ソルト等に浸漬する必要があり高コストを招く虞があると同時に、メカニカルデスケーリング性を低下させる虞がある。

【0006】

【特許文献 1】特許第 2609387 号公報

【特許文献 2】特開 2001-131697 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開平8-3639号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記現状に鑑みなされたもので、その目的は、スチールコードやソーイングワイヤなどの用途に好適な生引き性に優れた高強度線材を高い生産性の下に歩留りよく廉価に提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決することのできた本発明に係る製造方法の構成は、下記(1)に示す鋼線、(2)から(3)に示す鋼線用鋼材、(4)に示す線材の製造方法、及び(5)に示す高強度鋼線の製造方法にある。

【0009】

(1) 質量%で、C:0.70~1.10%、Si:0.1~1.5%、Mn:0.1~1.0%、Al:0.01%以下、Ti:0.01%以下、N:10~60質量ppm、 $B:(0.77 \times N(\text{ppm}) - 17.4)$ 質量ppm、もしくは5質量ppmのいずれか高い量以上、52質量ppm以下を含有し、残部はFe及び不純物からなり、パーライト組織の面積率が97%以上、残部がベイナイト、擬似パーライト、初析フェライトからなる非パーライト組織であり、パーライトブロック粒径が20 μm 以上45 μm 以下であることを特徴とする、生引き性に優れた高強度鋼線材。

(2) 更にCr:0.5%以下(0%を含まない)、Ni:0.5%以下(0%を含まない)、Co:0.5%以下(0%を含まない)、V:0.5%以下(0%を含まない)、Cu:0.2%以下(0%を含まない)、Mo:0.2%以下(0%を含まない)、W:0.2%以下(0%を含まない)、Nb:0.1%以下(0%を含まない)、よりなる群から選択される少なくとも1種以上を含有することを特徴とする(1)に記載の高強度鋼線材。

(3) (1)乃至(2)に記載の化学組成を有する鋼片を、熱間圧延後、次に示す温度 $T_{\text{min}} \sim 950$ の温度域にて巻き取りした後、800から600までの冷速が10/s以上であるような冷却方法にてパテント処理を行うことを特徴とする、(1)又は(2)に記載の高強度鋼線材の製造方法。

$B(\text{ppm}) - 0.77 \times N(\text{ppm}) > 0.0$ の場合は、 T_{min} は800、

$B(\text{ppm}) - 0.77 \times N(\text{ppm}) \leq 0.0$ の場合は、 T_{min} は、

$T_{\text{min}} = 950 + 1450 / (B(\text{ppm}) - 0.77 \times N(\text{ppm}) + 10)$

(4) (1)又は(2)に記載の鋼線材を、中間パテント処理および冷間伸線を施すことによって製造する、引張り強さが2800MPa以上であることを特徴とする延性に優れた高炭素鋼線。

【0010】

本発明者らは、線材の化学組成と機械的性質が伸線加工性に及ぼす影響について調査・研究を重ね、その結果、下記の知見を得た。

(a) 引張強さを高めるためには、C、Si、Mn、Crなどの合金元素の含有量を増やせばよいが、これら合金元素の含有量の増加は伸線加工性の低下、つまり、伸線加工時の限界加工度の低下を招くため、断線する頻度が増加する。

(b) 伸線加工性は、伸線加工前、つまり熱処理後の引張り強さと破断絞り値とよい相関を示し、絞り値が引張り強さに応じたある一定値以上の場合に極めて良好な伸線加工性が得られる。

(c) BはNと化合物を形成し、固溶B量はトータルのB量、N量およびパーライト変態前の加熱温度によって決定される。固溶Bはオーステナイト粒界に偏析し、パテント処理に際するオーステナイト温度からの冷却中に、オーステナイト粒界から発生するベイナイト、フェライト、擬似パーライト等の、マイクロ組織が粗く低強度な組織、特にベイナイトの発生を抑制する。これら非パーライト組織の内、伸線性に最も悪影響を及ぼす組

10

20

30

40

50

織はベイナイトである。非パーライト組織の内、ベイナイトが占める割合は、60%以上である。固溶Bが少ないと上記効果は小さく、過剰であるとパーライト変態に先立ち、粗大な $Fe_{23}(CB)_6$ が析出し、伸線加工性が低下する。

【0011】

本発明は、上記の知見に基づいて完成されたものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の各要件について詳しく説明する。

【0013】

線材の組織および機械的性質：

本発明者らの検討によれば、パテティング線材の生引き性は、初析フェライト、擬似パーライト、ベイナイトといった非パーライト組織の量と相関があり、これら非パーライト組織の体積率を3%未満に抑制することができれば、伸線時における早期の亀裂発生が抑制され、生引き性が向上する。非パーライト組織の低減にはB添加と、熱間圧延後の巻き取り温度を、次に示す温度 T_{min} 以上の温度域にて巻き取りした後、800から600までの冷速が $10/s$ 以上であるような冷却方法にてパテティング処理を行うことが有効であることを見出した。

$B(ppm) - 0.77 \times N(ppm) > 0.0$ の場合は、 T_{min} は800、

$B(ppm) - 0.77 \times N(ppm) \leq 0.0$ の場合は、 T_{min} は、

$$T_{min} = 950 + 1450 / (B(ppm) - 0.77 \times N(ppm) + 10)$$

これにより、非パーライト体積率が3%未満で生引き性に優れた高強度線材を得ることができる。なお、パーライトブロック粒径はオーステナイト粒径とパーライト変態温度(連続冷却の場合は冷速)に依存するが、圧延線材の場合、オーステナイト粒径の極端な粗大化は生じにくく、変態温度の影響が大きい。したがってパーライトブロックが粗大化しているということは変態温度が高い(冷速が小さい)ということの意味している。オーステナイト粒が粗大化すると、例えばB添加をしても、粗大な非パーライト組織が生成するため、生引き性が劣化する。また、変態温度が高過ぎても、パーライト変態に先立ちオーステナイト粒界に粗大なB炭化物生成し、生引き性が劣化する。一方、変態温度が低すぎる(冷速が多過ぎる)と、TSが高くなりすぎ、生引き性が劣化する。検討の結果、パーライトブロック粒径が $20\mu m$ 以上 $45\mu m$ 以下であれば上記の非パーライト組織および粗大なB炭化物の生成が抑制されるとともに、TSも適正な値となり、生引き性の劣化を抑制できることを見出した。なお、巻き取り温度はデスクレーリング性の観点から、950以下であることが望ましい。

【0014】

成分組成：

C：Cは、線材の強度を高めるのに有効な元素であり、その含有量が0.70%未満の場合には2800MPa以上の高い強度を安定して最終製品に付与させることが困難であると同時に、オーステナイト粒界に初析フェライトの析出が促進され、均一なパーライト組織を得ることが困難となる。一方、Cの含有量が多すぎるとオーステナイト粒界にネット状の初析セメントライトが生成して伸線加工時に断線が発生しやすくなるだけでなく、最終伸線後における極細線材の靱性・延性を著しく劣化させる。したがって、Cの含有量を0.70~1.10質量%とした。

【0015】

Si：Siは強度を高めるのに有効な元素である。更に脱酸剤として有用な元素であり、Alを含有しない鋼線材を対象とする際にも必要な元素である。0.1質量%未満では脱酸作用が過少である。一方、Si量が多すぎると過共析鋼においても初析フェライトの析出を促進するとともに、伸線加工での限界加工度が低下する。更にメカニカルデスクレーリング(以下、MDと略記する。)による伸線工程が困難になる。したがって、Siの含有量を0.1~1.5質量%とした。

【0016】

10

20

30

40

50

Mn : MnもSiと同様、脱酸剤として有用な元素である。また、焼き入れ性を向上させ、線材の強度を高めるのにも有効である。更にMnは、鋼中のSをMnSとして固定して熱間脆性を防止する作用を有する。その含有量が0.1質量%未満では前記の効果が得難い。一方、Mnは偏析しやすい元素であり、1.0質量%を超えると特に線材の中心部に偏析し、その偏析部にはマルテンサイトやベイナイトが生成するので、伸線加工性が低下する。したがって、Mnの含有量を0.1~1.0質量%とした。

【0017】

Al : 0.01%以下 : Alの含有量は、硬質非変形のアルミナ系非金属介在物が生成して鋼線の延性劣化と伸線性劣化を招かないように0%を含む0.01%以下と規定した。

10

【0018】

Ti : 0.01%以下 : Tiの含有量は、硬質非変形の酸化物が生成して鋼線の延性劣化と伸線性劣化を招かないように0%を含む0.01%以下と規定した。

【0019】

N : 10~60ppm : Nは、鋼中でBと窒化物を生成し、加熱時におけるオーステナイト粒度の粗大化を防止する作用があり、その効果は10ppm以上含有させることによって有効に発揮される。しかし、含有量が多くなり過ぎると、窒化物量が増大し過ぎて、オーステナイト中の固溶B量を低下させる。さらに固溶Nが伸線中の時効を促進する恐れが生じてくるので、上限を60ppmとする。

【0020】

B : 5または $(0.77 \times N(\text{ppm}) - 17.4) \sim 50$ ppm : Bは固溶状態でオーステナイト中に存在する場合、粒界に濃化してフェライト、擬似パーライト、ベイナイト等の非パーライト析出の生成を抑制する。一方、Bを添加しすぎるとオーステナイト中において粗大な $\text{Fe}_3(\text{CB})_6$ 炭化物の析出を促進し、伸線性に悪影響を及ぼす。したがってBの含有量の下限値を5または $(0.77 \times N(\text{ppm}) - 17.4)$ のいずれか大きい値、上限値を50質量ppmとした。

20

【0021】

なお、不純物であるPとSは特に規定しないが、従来の極細鋼線と同様に延性を確保する観点から、各々0.02%以下とすることが望ましい。

【0022】

本発明に用いられる鋼線材は上記元素を基本成分とするものであるが、更に強度、靱性、延性等の機械的特性の向上を目的として、以下の様な選択的許容添加元素を1種または2種以上、積極的に含有してもよい。

30

Cr : 0.5%以下, Ni : 0.5%以下, Co : 0.5%以下, V : 0.5%以下, Cu : 0.2%以下, Mo : 0.2%以下, W : 0.2%以下, Nb : 0.1%以下(いずれも0%を含まない)。以下、各元素について説明する。

【0023】

Cr : 0.5%以下 Crはパーライトのラメラ間隔を微細化し、線材の強度や伸線加工性等を向上させるのに有効な元素である。この様な作用を有効に発揮させるには0.1%以上の添加が好ましい。一方、Cr量が多過ぎると変態終了時間が長くなり、熱間圧延線材中にマルテンサイトやベイナイトなどの過冷組織が生じる恐れがあるほか、メカニカルでスケーリング性も悪くなるので、その上限を0.5%とした。

40

【0024】

Ni : 0.5%以下 Niは線材の強度上昇にはあまり寄与しないが、伸線材の靱性を高める元素である。この様な、作用を有効に発揮させるには0.1%以上の添加が好ましい。一方、Niを過剰に添加すると変態終了時間が長くなるので、上限値を0.5%とした。

【0025】

Co : 1%以下 Coは、圧延材における初析セメントタイトの析出を抑制するのに有効な元素である。この様な作用を有効に発揮させるには0.1%以上の添加が好ましい。一

50

方、C oを過剰に添加してもその効果は飽和して経済的に無駄であるので、その上限値を0.5%とした。

【0026】

V: 0.5%以下 Vはフェライト中に微細な炭窒化物を形成することにより、加熱時のオーステナイト粒の粗大化を防止し、延性を向上させるとともに、圧延後の強度上昇にも寄与する。この様な作用を有効に発揮させるには0.05%以上の添加が好ましい。しかし、過剰に添加し過ぎると、炭窒化物の形成量が多くなり過ぎると共に、炭窒化物の粒子径も大きくなるため上限を0.5%とした。

【0027】

Cu: 0.2%以下 Cuは、極細鋼線の耐食性を高める効果がある。この様な作用を有効に発揮させるには0.1%以上の添加が好ましい。しかし過剰に添加すると、Sと反応して粒界中にCuSを偏析するため、線材製造過程で鋼塊や線材などに疵を発生させる。この様な悪影響を防止するために、その上限を0.2%とした。

10

【0028】

Mo: Moは、極細鋼線の耐食性を高める効果がある。この様な作用を有効に発揮させるには0.1%以上の添加が好ましい。一方、Moを過剰に添加すると変態終了時間が長くなるので、上限値を0.2%とした。

【0029】

W: Wは、極細鋼線の耐食性を高める効果がある。この様な作用を有効に発揮させるには0.1%以上の添加が好ましい。一方、Wを過剰に添加すると変態終了時間が長くなるので、上限値を0.2%とした。

20

【0030】

Nb: Nbは、極細鋼線の耐食性を高める効果がある。この様な作用を有効に発揮させるには0.05%以上の添加が好ましい。一方、Wを過剰に添加すると変態終了時間が長くなるので、上限値を0.1%とした。

【0031】

伸線条件:

請求項1に記載の鋼線材に冷間伸線を施すことにより、引張り強さが2800MPa以上であることを特徴とする延性に優れた高強度鋼線を得ることができる。冷間伸線の真ひずみは3以上、望ましくは3.5以上である。

30

【実施例】

【0032】

次に実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に含まれる。

【0033】

表1に示す化学成分の鋼のピレットを加熱後、熱間圧延により直径4~6mmの線材とし、所定の温度にて巻き取り後、ステルモア処理によって、パテンティング処理を施した。

【0034】

非パーライト体積率の測定のため、圧延線材のL断面を樹脂埋め込み後、アルミナ研磨し、飽和ピクラルにて腐食し、SEM観察を実施した。SEMの観察領域は表層、1/4D、1/2D(Dは線径)部とし、各領域にて、倍率3000にて50×40μmの面積の写真を任意に10枚撮影し、セメントが粒状に分散した擬似パーライト部、板状セメントが周囲より3倍以上の粗いラメラ間隔で分散しているベイナイト部、オーステナイトに沿って析出した初析フェライト部の面積率を、画像解析により測定した値を、非パーライト体積率とした。

40

【0035】

パーライトブロック粒径は、線材のL断面を、樹脂に埋め込み後切断研磨し、EBSP解析により方位差9°の界面で囲まれた領域を一つのブロック粒として解析し、その平均

50

体積から求めた平均粒径とした。

【0036】

パテンティング線材の生引き性は、スケールを酸洗にて除去した後、ボンデ処理によりリン酸亜鉛皮膜を付与した長さ4mの線材を10本用意し、アプローチ各25度のダイスを使用して、1パス当たりの減面率16～20%の単頭式伸線を行い、伸線破断する限界の線径および真ひずみの平均値を求めた。

【0037】

【表1】

No.	元素(質量%(B、Nを除く))																
	C	Si	Mn	P	S	B(ppm)	Al	Ti	N(ppm)	Cr	Mo	Ni	Cu	V	Co	W	Nb
1	0.70	0.30	0.45	0.019	0.025	24	0.000	0.000	20	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.82	0.20	0.51	0.015	0.013	15	0.000	0.000	12	0.20	-	-	-	-	-	-	-
4	0.92	0.25	0.46	0.019	0.025	30	0.000	0.000	60	-	0.10	-	-	-	-	-	-
5	0.87	1.20	0.5	0.008	0.007	46	0.001	0.000	50	0.20	-	0.10	-	-	-	-	-
6	1.09	0.20	0.5	0.010	0.009	25	0.000	0.001	50	0.20	-	-	-	-	0.10	0.10	-
7	0.92	0.60	0.5	0.025	0.020	30	0.001	0.000	25	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0.82	0.20	0.5	0.008	0.008	11	0.000	0.000	25	-	-	0.10	-	-	-	-	-
9	0.82	0.20	0.5	0.008	0.008	11	0.000	0.000	33	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.82	0.20	0.5	0.008	0.008	20	0.001	0.000	25	-	-	-	-	-	-	-	-
11	0.82	0.20	0.5	0.008	0.008	20	0.000	0.000	35	-	-	-	-	-	-	-	-
A	0.92	0.20	0.5	0.008	0.008	15	0.000	0.000	25	0.20	-	-	-	0.03	-	-	-
B	0.92	0.20	0.5	0.008	0.008	10	0.000	0.000	21	0.20	-	-	-	0.06	-	-	-
C	1.02	0.20	0.5	0.008	0.008	15	0.000	0.000	25	0.20	-	-	-	0.03	-	-	-
D	1.02	0.20	0.5	0.008	0.008	10	0.000	0.000	21	0.20	-	-	-	0.06	-	-	-
12	0.70	0.30	0.6	0.008	0.007	11	0.000	0.000	35	-	0.20	-	-	-	-	-	-
13	0.82	0.20	0.5	0.010	0.009	2	0.000	0.010	50	0.20	-	-	-	-	-	-	-
14	0.90	0.20	0.8	0.010	0.009	60	0.000	0.005	25	-	-	0.10	-	-	-	-	-
15	0.87	1.70	0.4	0.015	0.013	20	0.000	0.010	25	0.20	-	-	-	-	-	-	-
16	1.30	1.00	0.3	0.015	0.013	20	0.030	0.000	25	-	-	-	-	-	0.30	-	-
17	0.92	0.30	1.5	0.015	0.013	20	0.000	0.000	25	-	-	-	-	0.20	-	-	-
18	0.82	1.00	0.5	0.025	0.020	20	0.030	0.000	35	-	-	-	-	0.20	-	-	-
19	0.96	0.20	0.5	0.010	0.009	0	0.000	0.010	25	0.20	-	-	-	0.10	-	-	-
20	0.82	0.20	0.5	0.010	0.009	0	0.000	0.010	25	-	-	-	-	-	-	-	-
21	0.82	0.20	0.5	0.010	0.009	13	0.000	0.010	25	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.82	0.20	0.45	0.019	0.025	24	0.000	0.000	25	-	-	-	-	-	-	-	-

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

【 表 2 】

No.	線径 /mm	巻き取り or加熱温 度/°C	パテニング 方法	冷却 /°C/s	パテイン グ材強 度/MPa	ブロック 粒径/ μ m	絞り値 /%	T min	RA min /%	非パー ライト面 積率/%	伸線破 断線径 /mm	伸線破 断真ひ ずみ	備考
1	5.5	860	ステルモア	11	1077	30	61	800	41	1.2	1.9	2.1	
2	5.5	880	ステルモア	11	1185	32	56	800	43	2.4	2.6	1.5	
4	5.5	930	ステルモア	11	1277	43	55	895	37	2.5	2.9	1.3	
5	5.0	850	ステルモア	12	1375	22	41	800	47	2.5	2.8	1.2	
6	4.0	910	ステルモア	14	1442	37	38	888	35	2.8	2.4	1.0	
7	6.0	870	ステルモア	10	1324	29	56	800	44	2.8	2.9	1.5	
8	5.5	880	ステルモア	12	1196	28	55	871	45	1.3	2.7	1.4	
9	5.5	900	ステルモア	12	1203	35	56	891	41	2.2	2.7	1.4	
10	5.5	870	ステルモア	11	1169	24	57	800	46	2.1	2.4	1.7	
11	5.5	875	ステルモア	13	1196	31	54	864	43	1.9	2.6	1.5	
A	5.5	870	ステルモア	13	1274	32	49	848	43	1.9	2.9	1.3	
B	5.5	870	ステルモア	13	1274	27	51	860	46	1.7	2.9	1.3	
C	5.5	870	ステルモア	13	1353	30	41	848	43	1.7	2.9	1.3	
D	5.5	870	ステルモア	13	1353	28	46	860	44	1.5	2.9	1.3	
12	5.5	850	ステルモア	10	1128	30	33	894	43	3.5	3.7	0.8	初析 θ
13	5.5	870	ステルモア	10	1169	34	39	919	42	4.5	3.4	1.0	初析 α
14	5.5	860	ステルモア	11	1270	38	56	800	40	3.9	3.5	0.9	初析 θ
15	5.5	870	ステルモア	12	1435	36	28	800	36	12.6	4.0	0.7	マイクロマルテン
16	5.5	870	ステルモア	11	1657	32	23	800	22	4.7	4.1	0.6	
17	5.5	860	ステルモア	12	1352	26	39	800	45	3.8	3.6	0.8	
18	5.5	820	ステルモア	11	1305	22	39	864	49	8.2	3.3	1.0	
19	5.5	905	ステルモア	11	1306	36	42	900	40	3.6	4.1	0.4	B無し
20	5.5	905	ステルモア	11	1186	32	41	900	43	3.4	3.1	1.1	B無し
21	5.5	885	ステルモア	40	1316	16	33	861	51	2.7	3.9	1.0	急速大
22	5.5	880	ステルモア AP	2	1020	52	28	870	31	2.7	3.1	0.6	急速小

【 0 0 3 9 】

表 1 に評価材の化学組成、表 2 に試験条件、オーステナイト粒径および機械的性質を示す。

10

20

30

40

50

【0040】

表1、2において、1～11、A～Dは本発明鋼、12から21は比較鋼である。

【0041】

12、18は巻き取り温度が低いため、パテンティング処理前にBの窒化物および炭化物が析出し、固溶B量を確保できなかったため、絞り値が低かった例である。13および19～21はB量が低いあるいは無添加のため、絞り値が低かった例である。14はB量が過剰であり、多量のB炭化物および初析セメンタイトがオーステナイト粒界に析出してしまい、絞り値が低かった例である。15はSi量が過剰で、初析フェライト析出を抑制できなかった例である。16はC量が過剰で、初析セメンタイト析出を抑制できなかった例である。17はMn量が過剰で、ミクロマルテンサイトの生成を抑制できなかった例である。21はパテンティング時の冷速が高すぎ、C量の割にTSが高すぎ、延性が劣化した例である。冷速が高かったためにブロック粒径は微細化している。22はパテンティング処理時の冷速が小さく、ブロック粒径が粗大化し延性が劣化した例である。

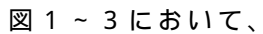
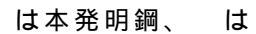
10

【0042】

図1に本発明鋼と比較鋼の非パーライト面積率と、伸線により破断する真ひずみの平均値の関係を示す。本発明鋼は破断の平均真ひずみが高く、良好な生引き性を示す。しかし、伸線限界はTSにも依存するので、図2にTSと伸線により破断する平均真ひずみの関係を示す。同一のTSで比較しても、本発明鋼は平均真ひずみが高く、良好な生引き性を示すことが分かる。図3に本発明の範囲内の化学成分、加熱条件を満たす鋼線材の内、TSが1000～1300MPaの範囲の実施例に関する、パーライトブロック粒径と伸線により破断する平均真ひずみの関係を示す。パーライトブロックサイズが20μm以上45μm以下の範囲であれば、高い生引き性を示す。

20

【0043】

図1～3において、は本発明鋼、は比較鋼を示す。

【図面の簡単な説明】

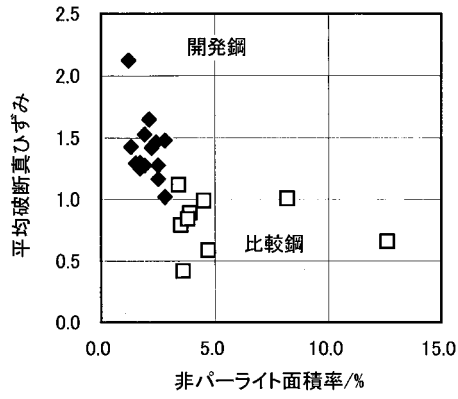
【0044】

【図1】非パーライト面積率と、伸線により破断する平均真ひずみの関係を示す。

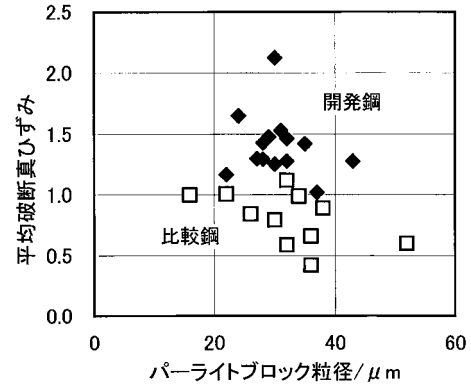
【図2】TSと伸線により破断する平均真ひずみの関係を示す。

【図3】パーライトブロック粒径と伸線により破断する平均真ひずみの関係を示す。

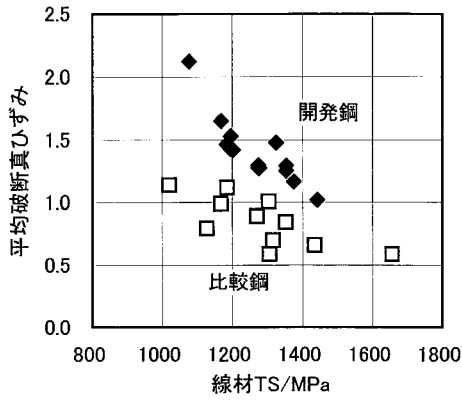
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 菊地 真樹夫
東京都千代田区大手町2 - 6 - 3 新日本製鐵株式会社内

審査官 本多 仁

(56)参考文献 特開2005 - 163082 (JP, A)
特開2004 - 091912 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C22C 38/00 - 38/60
C21D 8/06 - 8/06