

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4018905号

(P4018905)

(45) 発行日 平成19年12月5日(2007.12.5)

(24) 登録日 平成19年9月28日(2007.9.28)

(51) Int. Cl.		F I		
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C	38/00 3 O 1 Y
C 2 1 D	8/06	(2006.01)	C 2 1 D	8/06 A
C 2 2 C	38/04	(2006.01)	C 2 2 C	38/04
C 2 2 C	38/32	(2006.01)	C 2 2 C	38/32

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2001-573058 (P2001-573058)	(73) 特許権者	000006655
(86) (22) 出願日	平成13年4月4日(2001.4.4)		新日本製鐵株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2001/002930		東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(87) 国際公開番号	W02001/075186	(74) 代理人	100077517
(87) 国際公開日	平成13年10月11日(2001.10.11)		弁理士 石田 敬
審査請求日	平成15年8月5日(2003.8.5)	(74) 代理人	100092624
(31) 優先権主張番号	特願2000-102721 (P2000-102721)		弁理士 鶴田 準一
(32) 優先日	平成12年4月4日(2000.4.4)	(74) 代理人	100113918
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 亀松 宏
		(74) 代理人	100082898
			弁理士 西山 雅也
		(72) 発明者	土田 喜一朗
			北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株 式会社 室蘭製鐵所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械構造用熱間圧延線材・棒鋼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 : 0.1% ~ 0.5%、Si : 0.01% ~ 0.5%、Mn : 0.3 ~ 1.5%、残部 Fe 及び不可避免的不純物からなる鋼であって、ミクロ組織がフェライトとパーライトからなり、J I S G 0 5 5 2 で規定するフェライト結晶粒度番号が11番以上であって、円相当直径が2 μm以下で、かつアスペクト比で3以下の粒状炭化物を面積率で5 ~ 40%を含有し、かつ下記式(1)及び(2)により規定される引張強度と絞り値を有し、限界圧縮率が80%以上であることを特徴とする機械構造用熱間圧延線材・棒鋼。

$$T S = 573 \times C e q + 257$$

$$R A = 23 \times C e q + 75$$

但し、 $C e q = C + S i / 7 + M n / 5 + C r / 9 + M o / 2$ (質量%)

T S : 引張強度 (M P a)

R A : 絞り値 (%)

【請求項2】

質量%で、さらに、Cr : 0.2% ~ 2.0%、Mo : 0.1% ~ 1.0%、B : 0.005%以下のうち1種または2種以上含有することを特徴とする請求項1記載の機械構造用熱間圧延線材・棒鋼。

【請求項3】

質量%で、さらに、Ti : 0.005% ~ 0.04%、Nb : 0.005% ~ 0.1%

のうち1種または2種を含有することを特徴とする請求項1または2記載の機械構造用熱間圧延線材・棒鋼。

【請求項4】

請求項1から3の何れかに記載の鋼成分を有する鋼を850 以上1000 以下の温度範囲で熱間粗圧延し、850 以上1000 以下の温度範囲で仕上圧延後、550 以上650 以下の温度まで、冷速0.1 /S以上の範囲で冷却し、その後直ちに650 以上720 以下の炉雰囲気温度に15分以上90分以下保持し、その後放冷することを特徴とする機械構造用熱間圧延線材・棒鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、機械構造用熱間線材・棒鋼及びその製造方法に関し、さらに詳しくは自動車用部品、建設用部品等の製造に関して、熱間圧延に引き続き、2次加工工程で必須とされている軟化焼鈍処理にて得られる強度及び変形能などの機械特性を熱間圧延ままで達成できる軟質線材・棒鋼及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、自動車用部品、建設機械用部品等は、熱間圧延線材・棒鋼に軟化焼鈍を施して冷間加工性を確保した後に、引抜き、冷間鋳造等の冷間加工により成形し、焼入れ焼戻しを施して製造されている。この軟化焼鈍工程は、例えば、機械部品の一つであるボルトを熱間圧延線材から製造する場合、冷間加工量の少ないスタッドボルト等では約650 で2時間の低温焼鈍を、六角ボルト等では約700 で3時間の通常焼鈍を、また、冷間加工量の多いフランジ付きボルト等では約720 で20時間の球状化焼鈍を施して冷間加工性を確保している。このように、軟化焼鈍工程は長時間を要し、さらに、焼鈍処理のコストは近年エネルギー高騰のため、機械部品等の製造コストのなかで大きなウエイトを占めるようになってきている。このため、生産性の向上及び省エネルギーの観点から、冷間加工前の軟化焼鈍を省略する技術が種々提案されている。例えば、冷間加工性の優れた低合金鋼の製造方法である特開昭57-73123号公報、構造用鋼線・棒鋼の直接軟化処理方法である特開昭58-58235号公報や直接軟化線棒材の製造方法である特開平2-185920号公報や冷間加工に適した機械構造用鋼の製造方法である特開平8-209236号公報等が提案されている。

20

30

【0003】

しかしながら、これらの製造方法で得られる熱間圧延ままでの線材・棒鋼の冷間加工性は、従来の軟化焼鈍を施した線材・棒鋼に比較して不十分であり、いまだ実用化のために満足できる熱間圧延ままでの機械構造用軟質線材・棒鋼が得られていないのが現状である。

【0004】

本発明者らは、上記課題に取り組む、特願平11-146625で、焼鈍材並みに軟質化した鋼材を提案したが、さらに加工度の大きな場合でも従来の軟化焼鈍材以上の冷間加工性が得られる鋼材が求められてきた。

【0005】

40

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記現状に鑑み、従来の熱間圧延後に軟化焼鈍を施した線材・棒鋼と同等の冷間加工性を有する熱間圧延ままでの機械構造用線材・棒鋼及びその製造方法を提供することを課題とするものである。なお、本発明でいう「熱間圧延」とは熱間での圧延と、それに引続く大気温度までの冷却過程での熱処理（制御冷却を含む）とを総称するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、軟化焼鈍によって得られた線材・棒鋼の組織と絞り値（変形能）に着目し、熱間圧延ままで軟化焼鈍と同等な組織と絞り値（変形能）を得ることにより冷間加工

50

性を確保することを研究した。

【0007】

図1は、CH45K鋼の熱間圧延線材に通常の軟化処理(700 × 3 hr)を施した顕微鏡写真(4000倍)である。図1に示すように、鋼のミクロ組織はフェライト1とパーライトからなっていて、パーライト中の板状セメンタイトの一部が分断した炭化物2の組織となっている。鋼の軟化は、鋼組織中の所定量のフェライト分率及びパーライト中のセメンタイトの分断に起因し、線材の冷間加工性が確保される。

【0008】

本発明者は、所定の鋼組成の鋼片に、850 ~ 1000 以下の温度範囲で熱間粗圧延し、700 以上1000 以下の温度範囲で仕上圧延後、550 以上 650 以下の温度まで、冷速 0.1 / S 以上の範囲で冷却し、その後直ちに、650 以上 720 以下の炉雰囲気温度に15分以上90分以下保持し、放冷して得た線材・棒鋼は、図2(a)の顕微鏡写真及び図2(b)の顕微鏡写真の模式図に示すように、組織中のフェライト1のフェライト分率が高く、パーライトが分断し、球状化した粒状炭化物4、及び粒界に析出した粒状炭化物5に示すように、パーライト3中のセメンタイトの一部が球状化した新規な鋼組織が得られること、かつ熱間圧延ままで高い絞り値を有しているので冷間加工性が確保できることを知見して本発明を完成した。

【0009】

本発明の要旨は、以下の通りである。

【0010】

(1) 質量%で、

C : 0.1% ~ 0.5%、

Si : 0.01% ~ 0.5%、

Mn : 0.3% ~ 1.5%、

残部Fe及び不可避不純物からなる鋼であって、ミクロ組織がフェライトとパーライトからなり、JIS G 0552で規定するフェライト結晶粒度番号が11番以上であって、円相当直径が2 μm以下で、かつアスペクト比で3以下の粒状炭化物を面積率で5 ~ 40%を含有し、かつ引張強度TS (MPa) $573 \times C_{eq} + 257$ 、絞り値RA (%) $- 23 \times C_{eq} + 75$ (但し、 $C_{eq} = C + Si / 7 + Mn / 5 + Cr / 9 + Mo / 2$) を有し、限界圧縮率が80%以上であることを特徴とする機械構造用熱間圧延線材・棒鋼。

【0011】

(2) 質量%でさらに、

Cr : 0.2% ~ 2.0%、

Mo : 0.1% ~ 1.0%、

B : 0.005% 以下

のうち1種または2種以上含有することを特徴とする上記(1)項記載の機械構造用熱間圧延線材・棒鋼。

【0012】

(3) 質量%でさらに、

Ti : 0.005% ~ 0.04%、

Nb : 0.005% ~ 0.1%、

のうち1種または2種を含有することを特徴とする上記(1)または(2)項記載の機械構造用熱間圧延線材・棒鋼。

【0013】

(4) 上記(1) ~ (3)項の内のいずれかに記載の鋼成分を有する鋼を850 ~ 1000 以下の温度範囲で熱間粗圧延し、700 以上1000 以下の温度範囲で仕上圧延後、550 以上 650 以下の温度まで、冷速 0.1 / S 以上の範囲で冷却し、その後、650 以上 720 以下の炉雰囲気温度に15分以上90分以下保持し、その後放冷することを特徴とする機械構造用熱間圧延線材・棒鋼の製造方法。

【0014】

10

20

30

40

50

【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳細に説明する。

【0015】

従来の熱間圧延線材・棒鋼は、鋼組織がフェライトとラメラパーライトから構成されていて、強度が高く、熱間圧延ままで冷間加工することは困難である。そのため、冷間加工の前に軟化焼鈍を施し、冷間加工後に焼入れ焼戻しの熱処理を行い所定の強度の成形加工部品としている。

【0016】

本発明は、軟化焼鈍を施したと同等以上の強度と絞り値を有する線材・棒鋼を熱間圧延ままで得ることにより、熱間圧延ままで冷間加工を行うことを可能にしたものであり、特に変形能に優れた絞り値 $RA(\%) = 23 \times Ceq + 75$ (但し、 $Ceq = C + Si / 7 + Mn / 5 + Cr / 9 + Mo / 2$) を有することを特徴とする機械構造用熱間圧延線材・棒鋼を提案するものである。

10

【0017】

図3は、従来の熱間圧延ままの線材、通常焼鈍後の線材及び本発明の熱間圧延ままの線材の強度の比較を示す図である。図中の1)は従来の熱間圧延ままの線材で、2)は熱間圧延後に通常焼鈍した線材で、そして3)は本発明の熱間圧延ままの線材の強度を示している。

【0018】

図3に示すように、C量の(0.25~0.45%)が異なる線材のいずれにおいても、本発明の熱間圧延ままの線材3)は、従来の熱間圧延ままの線材1)よりも60~100MPa強度が低下し、大幅な軟質化が達成されている。本発明3)の強度は、2)熱間圧延後に通常焼鈍した線材とほぼ同等もしくは本発明の方がより軟質化することを確認している。また、図4は、熱間圧延後に通常焼鈍した線材2)及び本発明の熱間圧延ままの線材3)の絞り値の比較を示す図である。本発明の熱間圧延ままの線材3)は、熱間圧延後に通常焼鈍した線材2)よりも軟質化かつ絞り値の向上が達成されていることが分かる。従来技術では、冷間鍛造加工度の厳しい条件で、鋼材が割れる現象が見られたが、本発明の熱間圧延ままの線材3)は、圧縮率80%以上でも割れないことを確認している。(80%以上は、測定機のダイス破損の危険性があるため試験不可)

20

軟質化を達成するために必要な粒状炭化物は、円相当直径が2 μ m以下で、かつアスペクト比で3以下の粒状炭化物である。この粒状炭化物は、焼鈍によって板状炭化物が分断して生じる炭化物とは明確に区別される。さらに、80%圧縮率でも割れない高変形能を有するためには、絞り値は $RA(\%) = 23 \times Ceq + 75$ (但し、 $Ceq = C + Si / 7 + Mn / 5 + Cr / 9 + Mo / 2$) が必要となる。

30

【0019】

焼鈍した線材と同様の軟質化を達成するためには、ミクロ組織中に存在するフェライトの結晶粒が微細化し、JIS G 0552で規定する結晶粒度番号で11以上であることが必要である。フェライト結晶粒度番号が11未満となると、パーライト中に存在するセメンタイトの粒状化が不十分となって、所望の軟質化を達成することができない。さらに、軟質化のためには、粒状炭化物の量は面積率で5~40%必要であるが、10%以上とすることが望ましい。

40

【0020】

熱間圧延ままの素材は、金型を用いて冷間鑄造により成形部品とするものであるため、例えば、素材の強度が100MPa低下(軟質化)すれば、金型寿命が4~5倍向上する。従って、本発明の圧延ままの線材・棒鋼は、金型寿命を大幅に向上させるために、引張強度 $TS(MPa) = 573 \times Ceq + 257$ (但し、 $Ceq = C + Si / 7 + Mn / 5 + Cr / 9 + Mo / 2$) を満たすものである。上記関係を満たさないと変形能が確保されず軟化焼鈍省略が困難となる。

【0021】

次に、本発明における対象鋼の成分を限定した理由について述べる。

【0022】

50

Cは、機械構造用部品としての強度を増加するために必要な元素であるが、0.1%未満では最終製品の強度が不足し、また0.5%を超えるとむしろ最終製品の靱性の劣化を招くので、C含有量を0.1~0.5%とした。

【0023】

Siは、脱酸元素として及び固溶体硬化による最終製品の強度を増加させることを目的として添加するが、0.01%未満ではこれらの硬化は不十分であり、一方、0.5%を超えるとこれらの硬化は飽和し、むしろ靱性の劣化を招くので、Si含有量を0.01~0.5%とした。なお、鋼の脱酸は、Siによる脱酸のほかにAl脱酸も採用される。特に酸素含有量を低くするには強力なAl脱酸の適用が望ましい。このような場合、鋼中に0.2%以下のAlが残留することがあるが、本発明ではかかるAlの残留を許容できる。

10

【0024】

Mnは、焼入れ性の向上を通じて、最終製品の強度を増加させるのに有効な元素であるが、0.3%未満ではこの効果が不十分であり、一方、1.5%を超えるとこの効果は飽和し、むしろ靱性の劣化を招くので、Mn含有量を0.3~1.5%とした。

【0025】

また、Sは鋼中に不可避免的に含有される部分であって、鋼中でMnSとして存在し、被削性の向上及び組織の微細化に寄与するので、本発明においてはS：0.1%以下許容できる。しかし、Sは冷間成形加工にとっては有害な元素であるから、被削性を必要としない場合には、0.035%以下に抑制することが好ましい。

【0026】

20

さらに、Pも鋼中に不可避免的に含有される成分であるが、Pは鋼中で粒界偏析を起こし、靱性劣化の原因となるので、0.035%以下に抑制することが好ましい。

【0027】

以上が本発明が対象とする鋼の基本成分であるが、本発明ではさらに、Cr、Mo、Bの1種または2種以上を含有させることができる。これらの元素は焼入れ性の増加等により最終製品の強度を増加させるために添加する。但し、これらの元素の多重添加は熱間圧延ままでベイナイト、マルテンサイト組織を生じて硬さの増加を招き、また経済性の点で好ましくないため、その含有量を、Cr：0.2~2.0%、Mo：0.1~1.0%、B：0.005%以下とした。

【0028】

30

さらに、本発明においては、粒度調整の目的で、Ti、Nbの1種または2種を含有させることができる。しかしながら、Ti含有量が0.005%未満、Nb含有量が0.005%未満では、その効果が不十分であり、一方、Ti含有量が0.04%超、Nb含有量が0.1%超となると、その効果は飽和し、むしろ靱性を劣化させるので、これらの含有量を、Ti：0.005~0.04%、Nb：0.005~0.1%とした。

【0029】

次に、本発明の機械構造用線材・棒鋼の製造方法について述べる。

【0030】

本発明は、請求項1~3のいずれかに記載の鋼に熱間圧延を施し、オーステナイト粒の細粒化を行い、次いで、冷却することによりフェライト・パーライト変態を完了させ、引き続き加熱（リヒート）することにより、新規な鋼組織を持った線材・棒鋼とする。得られた線材・棒鋼は、熱間圧延ままで軟質化及び高い絞り値を有しているため、冷間加工性の良い機械構造用線材・棒鋼とすることができる。

40

【0031】

本発明では、鋼片を850~1000以下の温度範囲で熱間粗圧延し、700以上1000以下の温度範囲で仕上圧延後、550以上650以下の温度まで、冷速0.1/s以上の範囲で冷却し、フェライト・パーライト変態を完了させ、650以上720以下の炉雰囲気温度に15分以上90分以下保持し、放冷して放冷する。

【0032】

熱間粗圧延850~1000未満としたのは、850未満では圧延機負荷の点から圧延が

50

困難となり、また1000 以上となるとオーステナイト結晶粒が粗大化して、圧延後のフェライト結晶粒度番号が11番以上のものが得られないためである。仕上圧延は1000 以上になると、フェライト結晶粒度番号が11番以上のものが得られないため、本発明では、許容できる上限を1000 とした。なお、700 未満の仕上温度では、オーステナイトとフェライトの2相域での圧延となり、圧延後に均一微細なフェライト・パーライト組織が得られず、一部アシキュラーなフェライト・ベイナイト組織となり好ましくない。従って、700 以上1000 以下の温度範囲で仕上圧延を行う。

【0033】

また、冷速 $0.1 / S$ 以上の範囲で冷却し、フェライト・パーライト変態を完了させているが、冷速 $0.1 / S$ 以上の範囲を外れると変態までの時間が長くなり工業的に生産できないために規定している。望ましくは、 $0.1 / S \sim 50 / S$ の範囲である。さらに、仕上圧延後、フェライト・パーライト変態を完了させる温度範囲を550 以上650 以下としている。パーライト変態終了時の鋼材温度が550 未満では、その後の加熱において温度上昇されにくいコイル内部の鋼材温度が650 以上温度範囲に達するまでに長時間(90分以上)を要するため生産性の著しい低下によるコスト上昇を招くため好ましくないことと、550 以下まで冷却すると硬質なベイナイト組織が生成する鋼種もあるので、下限温度は550 とする。また、パーライト変態終了時の鋼材温度が650 以上では、パーライト変態完了までに長時間を要し、生産性の低下及び冷却ライン長がいたずらに長くなり設備費の増加を伴い経済的でないため、上限温度は650 とする。

【0034】

フェライト・パーライト変態を完了させた後の加熱温度範囲及び加熱時間をそれぞれ650 以上720 以下、15分以上90分以下とした理由は、650 よりも低い温度ではセメントタイトの粒状化、フェライト分率の増加が達成できなくなり軟質化及び高い絞り値が得られないためである。また720 よりも高い温度ではフェライト・パーライト組織の一部が再びオーステナイト化してしまい、その後放冷により強度が高くなってしまう。よって加熱温度範囲は650 以上720 以下とする。さらに加熱時間15分よりも短い時間では、十分にコイル内部まで温度が上がらず、所望の軟質化及び絞り値が得られないため、15分以上とした。90分以上では、設備的な面から生産性の著しい低下によるコスト上昇を招き、好ましくないため加熱時間は90分以下とする。

【0035】

この結果、ミクロ組織がフェライトとパーライトからなり、JIS G 0552で規定するフェライト結晶粒度番号が11番以上であって、円相当直径が $2 \mu m$ 以下で、かつアスペクト比で3以下の粒状炭化物を面積率で5~40%を含有し、引張強度 $TS (MPa) = 573 \times C_{eq} + 57$ 、絞り値 $RA (\%) = 23 \times C_{eq} + 75$ (但し、 $C_{eq} = C + Si / 7 + Mn / 5 + Cr / 9 + Mo / 2$)を有し、限界圧縮率が80%以上である線材・棒鋼を得ることが可能となる。

【0036】

【実施例】

以下に、本発明の実施例により、さらに具体的に示す。

【0037】

表1にとも試材の化学成分を示す。これらはいずれも転炉溶製後に連続鋳造で製造された。162mm角鋼片に分塊圧延後、表2に示す圧延条件で11mm経線材に圧延した。本発明法の圧延水準1)は、950 で熱間粗圧延し、700 以上1000 以下の温度範囲である900 で仕上圧延後、リング状に巻き取り、直ちに熱湯槽に浸漬することにより550 以上650 以下の温度範囲である600 まで冷却し、その後直ちにコイル状に成形し、コイルを炉内で移動しながら700 で30分加熱後、炉外にて放冷した。比較例水準2)は、850 ~1000 の温度範囲よりも高い1050 で熱間粗圧延し、その他の条件は本発明法の圧延水準1)と同様に処理して表3の記号(2, 11, 20)に示す線材を得た。

【0038】

比較例水準3)は、仕上圧延温度を700 以上1000 以下の温度範囲よりも高い1050 で仕上圧延し、その他の条件は本発明法の圧延水準1)と同様に処理して表3の記号(3

10

20

30

40

50

、12、21) に示す線材を得た。比較例水準4) は、冷却終点温度を 550 以上 650 以下よりも高い 660 まで冷却し、その他の条件は本発明法の圧延水準1) と同様に処理して表3の記号(4、13、22) に示す線材を得た。比較例水準5) は、炉雰囲気温度 650 以上 720 以下の温度範囲よりも低い 600 で、比較例水準6) は、炉雰囲気温度 650 以上 720 以下の温度範囲よりも高い 730 で加熱し、その他の条件は本発明法の圧延水準1) と同様に処理して表3の記号(5、6、14、15、23、24) に示す線材を得た。

【0039】

比較例水準7) は、15分以上90分以下の範囲よりも短い10分間保持し、その他の条件は本発明法の圧延水準1) と同様に処理して表3の記号(7、16、25) に示す線材を得た。比較例水準8) は、900 で熱間粗圧延し、750 で仕上圧延後、搬送ラインに徐冷カバーをかけ、さらに巻き取られたコイルを徐冷炉により調整冷却を行い、その後放冷し、表3の記号(8、17、26) に示す線材を得た。比較例水準9) は、1000 で熱間粗圧延し、900 の仕上圧延後、コイル搬送ラインに徐冷カバーをかけることにより調整冷却を行い、その後放冷した。さらに、冷却後のコイルを 700 × 4 hr 保定後放冷の条件で軟化焼鈍を行い、表3の記号(9、18、27) に示す線材を得た。

【0040】

仕上った線材から、JIS2号引張試験片と直径10 mm × 長さ15mmの冷間圧縮試験片を作成し、引張試験と両端拘束冷間圧縮試験を行い、引張強さ、絞り、限界圧縮率を求めた。また、組織上の特徴として、ミクロ組織、フェライト分率、フェライト結晶粒度番号及び粒状炭化物の面積率を本発明と比較例を対比して表3に示す。これからも明らかのように、本発明の1、10、19は、比較例8、17、26よりも高い絞り値及び高い限界圧縮率となっている。また、本発明材は、「比較例の圧延9、18、27の圧延材 + 軟化焼鈍」材と同等以上の軟質化、絞り値、限界圧縮率レベルを達成していることが確認できた。

【0041】

【表1】

単位：質量%

鋼No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Al	B	Ti	Nb	Ceq
A	0.44	0.23	0.78	0.014	0.025	0.05	0.00	0.023	-	-	-	0.634
B	0.35	0.19	0.80	0.015	0.022	1.00	0.18	0.033	-	-	-	0.738
C	0.24	0.19	0.96	0.020	0.018	0.17	0.00	0.030	0.0020	0.02	0.05	0.478

【0042】

【表2】

10

20

30

圧延水準	圧延材線径 (mm)	粗圧延温度 (°C)	仕上圧延温度 (°C)	冷却終点温度 (°C)	冷却速度 (°C/S)	炉雰囲気温度 (°C)	熱処理時間 (分)	備考
1)	11	950	900	600	10	700	30	本発明
2)	11	1050	900	600	5	700	30	比較例
3)	11	1000	1050	600	10	700	30	"
4)	11	950	900	660	20	700	30	"
5)	11	950	900	600	10	640	90	"
6)	11	950	900	600	5	730	15	"
7)	11	950	900	650	0.1	700	10	"

10

圧延水準	圧延材線径 (mm)	粗圧延温度 (°C)	仕上圧延温度 (°C)	700~650°C 平均冷速 (°C/S)	備考
8)	11	900	750	0.1	—
9)	11	1000	900	0.5	冷却後の軟化焼鈍 700°C×4時間

20

【0043】

【表3】

記号	区分	水準	鋼 No	圧延ま材材 (as-rolled)					軟化焼鈍材			
				引張強度 (MPa)	絞り値 (%)	限界圧縮率 (%)	ミクロ組織	F分率 (%)	F粒度番号	粒状炭化物面積率 (%)	引張強度 (MPa)	絞り値 (%)
1	本発明	1)	A	575	60.0	80%以上	F+P粒状	70	11.5	12	—	—
2	比較例	2)		603	58.3	—	F+P粒状	58	9.5	7	—	—
3	"	3)		604	56.0	—	F+P粒状	53	9.5	5	—	—
4	"	4)		605	58.0	—	F+P粒状	55	11.0	4	—	—
5	"	5)		612	56.3	—	F+P粒状	49	11.1	6	—	—
6	"	6)		617	54.2	—	F+P粒状	55	11.2	8	—	—
7	"	7)		602	56.3	—	F+P粒状	52	11.0	7	—	—
8	"	8)		591	54.0	65%	F+P粒状	68	11.5	10	—	—
9	"	9)		704	52.0	—	F+P	48	8.7	0	589	59.0
10	本発明	1)	B	615	59.0	80%以上	F+P粒状	60	11.8	8	—	—
11	比較例	2)		630	53.1	—	F+P粒状	52	9.5	6	—	—
12	"	3)		633	52.8	—	F+P粒状	53	10	8	—	—
13	"	4)		638	51.4	—	F+P粒状	57	11.0	9	—	—
14	"	5)		638	54.2	—	F+P粒状	54	11.1	5	—	—
15	"	6)		640	51.8	—	F+P粒状	55	11.3	7	—	—
16	"	7)		651	52.4	—	F+P粒状	53	11.4	6	—	—
17	"	8)		632	55.0	65%	F+P粒状	55	11.7	5	—	—
18	"	9)		734	49.0	—	F+P	45	8.6	0	619	57.0
19	本発明	1)	C	430	85.0	80%以上	F+P粒状	85	12.1	30	—	—
20	比較例	2)		440	63.0	—	F+P粒状	84	8.9	8	—	—
21	"	3)		460	62.3	—	F+P粒状	83	9.0	6	—	—
22	"	4)		461	61.5	—	F+P粒状	84	11.2	7	—	—
23	"	5)		455	59.2	—	F+P粒状	80	11.4	8	—	—
24	"	6)		457	60.2	—	F+P粒状	79	12.0	5	—	—
25	"	7)		462	58.9	—	F+P粒状	62	11.0	7	—	—
26	"	8)		544	56.3	65%	F+P粒状	85	12.1	7	—	—
27	"	9)		562	55.0	—	F+P	64	8.8	0	529	63.0

F:フェライト P:パーライト Zw:ベイナイト 粒状C:粒状炭化物

【0044】

【発明の効果】

本発明の機械構造用熱間圧延線材・棒鋼は、熱間圧延ままで軟質化及び高絞り値を有しており、従来の冷間加工前に軟化焼鈍を施した線材・棒鋼と同等以上の軟質度、絞り値、限界圧縮率を得られている。従って、従来のように冷間加工前に軟化焼鈍を施す必要がないため生産性の向上及び省エネルギーを達成でき、また、冷間加工に用いる金型寿命を大幅に向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

図1は、CH45K鋼の熱間圧延線材に通常焼鈍(700 × 3hr)を施した鋼組織の顕微鏡写真(×4000)である。

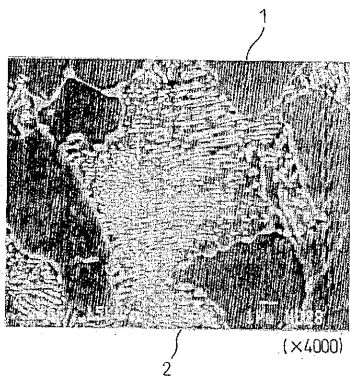
図2(a)、図2(b)は本発明の熱間圧延ままの線材の鋼組織についての顕微鏡写真(×4000)である。

図3は、従来の熱間圧延ままの線材、通常焼鈍後の線材及び本発明の熱間圧延ままの線材の強度の比較を示す図である。

図4は、従来の熱間圧延ままの線材、通常焼鈍後の線材及び本発明の熱間圧延ままの線材の絞り値の比較を示す図である。

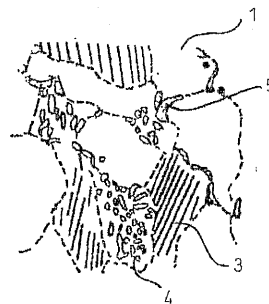
【図1】

Fig.1



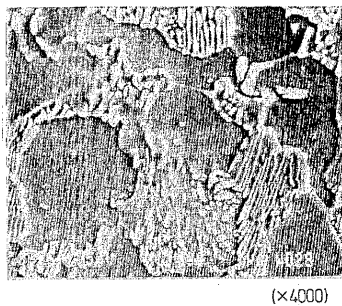
【図2(b)】

Fig.2(b)



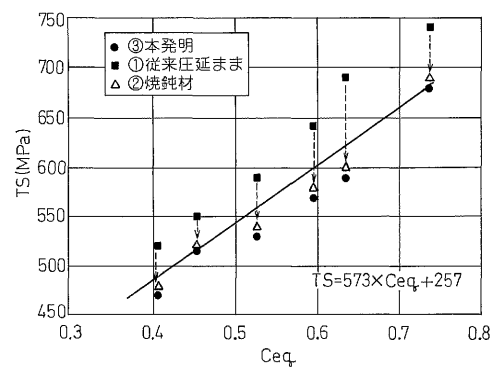
【図2(a)】

Fig.2(a)



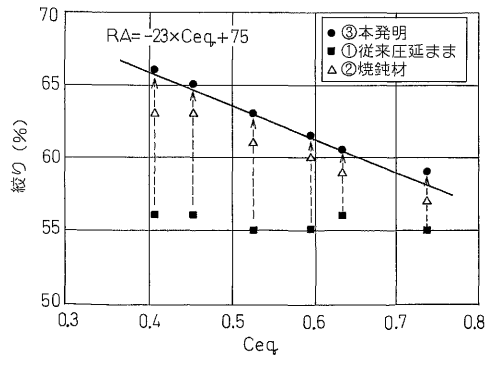
【図3】

Fig.3



【 図 4 】

Fig.4



フロントページの続き

- (72)発明者 田邊 孝治
北海道室蘭市仲町1 2 番地 新日本製鐵株式会社 室蘭製鐵所内
- (72)発明者 安達 鋼治
北海道室蘭市仲町1 2 番地 新日本製鐵株式会社 室蘭製鐵所内
- (72)発明者 伊藤 誠司
北海道室蘭市仲町1 2 番地 新日本製鐵株式会社 室蘭製鐵所内

審査官 蛭田 敦

- (56)参考文献 特開平0 2 - 2 1 3 4 1 6 (J P , A)
特開平1 1 - 1 2 4 6 5 5 (J P , A)
特開昭6 2 - 1 6 4 8 2 3 (J P , A)
特開平0 5 - 1 7 1 2 6 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

C22C 38/00 ~ 38/60
C21D 8/06
C21D 9/52