

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4371072号
(P4371072)

(45) 発行日 平成21年11月25日(2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int. Cl.		F I		
C 2 2 C 38/00	(2006.01)	C 2 2 C 38/00	3 0 1 U	
C 2 2 C 38/18	(2006.01)	C 2 2 C 38/18		
C 2 1 D 6/00	(2006.01)	C 2 1 D 6/00	R	

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-94997 (P2005-94997)	(73) 特許権者	000002118 住友金属工業株式会社
(22) 出願日	平成17年3月29日 (2005.3.29)		大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(65) 公開番号	特開2006-274348 (P2006-274348A)	(74) 代理人	100081352 弁理士 広瀬 章一
(43) 公開日	平成18年10月12日 (2006.10.12)	(72) 発明者	吉井 達雄 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内
審査請求日	平成19年3月22日 (2007.3.22)	審査官	河野 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高炭素鋼板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C: 0.50~1.00%、Si: 0.35%以下、Mn: 0.60~0.90%、P: 0.015%以下、S: 0.0030%以下、Cr: 0.30~0.60%、sol. Al: 0.005~0.080%、N: 0.0050%以下、残部Feおよび不純物からなり、さらに、Cr含有量およびMn含有量が下記(1)式を満足し、フェライトの平均結晶粒径が10μm以上であるとともに、球状化炭化物のうち粒径が1.0μm以上であるものの個数比率が50%以上であることを特徴とする高炭素鋼板。

$$1.2 \quad (Mn / 55) / (Cr / 52) \quad 2.0 \dots \dots (1)$$

ただし、(1)式における符号MnおよびCrは、いずれも、鋼中における各元素の含有量(質量%)を示す。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高炭素鋼板に関する。例えば、本発明は、熱処理後のビッカース硬度で650以上を要求されるような高強度鋼板部品の素材に供される高炭素鋼板に関するものであり、熱処理前においては軟質で良好な成形性を備え、かつ熱処理後においては硬度に比して優れた耐摩耗性を備える高炭素鋼板に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車のミッション部品等には、その複雑な動きや耐久性の観点から、非常に高い強度と耐摩耗性が要求される。

耐摩耗性を向上させる手段としてC rを添加する方法が一般に知られる。しかしながら、C r等の合金元素を単に添加するのみで何ら工夫を施すことなく製造される鋼板は、合金元素の影響により硬化し、熱処理前の素材段階における成形性が劣化する。

【0003】

一方、成形性と耐摩耗性とを具備する鋼板として、以下の技術が提案されている。

特許文献1には、成形性と耐摩耗性とに優れた熱処理用鋼板が開示されている。

特許文献2には、耐摩耗性に優れた加工面を有する加工部材の製造方法およびそれに供する加工部材用高強度鋼板が開示されている。

10

【0004】

さらに、特許文献3には、耐摩耗性及び打抜き加工性に優れたオートマチックトランスミッションプレート用冷延鋼板が開示されている。

【特許文献1】特開2002-121647号公報

【特許文献2】特開2003-268491号公報

【特許文献3】特開2003-277883号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

自動車のミッション用の部品等には、素材として供される鋼板を成形して鋼板部材とし、この鋼板部材に焼入れ焼戻しやオーステンパー等の熱処理を施すものがあり、熱処理前の素材段階における鋼板については軟質で良好な加工性を有することが、また熱処理後の鋼板部材については高い強度と耐摩耗性とを有することが、それぞれ要求される。

20

【0006】

熱処理後の鋼板部材について耐摩耗性を確保するには、CやC r等の含有量が多いほうが有利であるが、これにより、熱処理前の素材段階における鋼板の成形性の劣化を招くことにつながる。

【0007】

一方、熱処理前の素材段階における鋼板を軟質化することにより良好な成形性を確保しようとしてCやC r等の含有量を減らすと、熱処理後の硬度が低下し、熱処理後の鋼板部材について必要な強度が確保できなくなったり耐摩耗性が劣化したりする。

30

【0008】

特許文献1に開示されている熱処理用鋼板のC含有量は0.25~0.40%（本明細書においては特にことわりがない限り「%」は「質量%」を意味するものとする）であり、しかも鋼中の炭化物としてグラファイトの含有をある程度許容するものである。鋼中の炭化物をグラファイト化させることは、鋼板の降伏点（Y P）や引張強度（T S）を低下させることには有効な手段であるものの、グラファイト自体は延性に乏しいために曲げ加工等の際にその部分から亀裂を生じ易く、真に成形性に優れるとは云えない。また、この熱処理用鋼板は、C含有量が少ないために耐摩耗性も充分とは云えない。

【0009】

特許文献2に開示されている加工部材用高強度鋼板のC含有量は0.05~0.25%であり、しかも成形後に塗装焼付け処理程度の低温熱処理を施すものであり、本発明のように焼入れ等の高温熱処理を施すことを前提とするものとは用途が異なる。

40

【0010】

さらに、特許文献3に開示されているオートマチックトランスミッションプレート用冷延鋼板のC含有量は0.15~0.25%であり、かつ成形後に熱処理を施さないものであり、高温熱処理に供することを前提とするものとは用途が異なる。

【0011】

これらの技術は、C含有量が少ないことからある程度良好な成形性を示すものの、耐摩耗性の点では充分であるとは云えない。

50

【課題を解決するための手段】**【0012】**

本発明者は、上述した課題を解決するために、熱処理前の素材段階における高炭素鋼板の組成および組織について鋭意検討を行った結果、以下に列記する知見(1)及び(2)を得た。

【0013】

(1)熱処理後の鋼板部材の耐摩耗性には、鋼板部材の硬度のみならず鋼板部材中の炭化物が重要な働きをする。すなわち、素材として供される高炭素鋼板は、一般に、鋼板部材に成形加工された後に焼入れ焼戻し等の熱処理が施されて使用されるが、この熱処理の際に、炭化物を総てオーステナイト中に固溶させるのではなく適度に未固溶炭化物として残留させることが有効である。そして、この未固溶炭化物の硬度が鋼板部材の耐摩耗性に大きく影響を及ぼす。この未固溶炭化物は、MnとCrが溶け込み複炭化物となっており、高炭素鋼板におけるMnとCrとの原子数比 $\{(Mn/55)/(Cr/52)\}$ を特定の範囲内とすることにより耐摩耗性を著しく向上することができる。

10

【0014】

(2)熱処理前の素材段階における鋼板を軟質にするには、C、Mn、Cr等の合金元素の含有量を低減することが有効であるが、鋼板部材の強度と耐摩耗性とを確保するためには、ある程度含有させることが必要となり、鋼組成のみで鋼板の軟質化を図ることには限界がある。そこで、フェライトの粒径および球状化炭化物の分布を特定の範囲内とすることにより、従来材よりも合金元素の含有量に比して軟質化することが可能となり、素材段階における鋼板について良好な加工性を実現することができる。

20

【0015】

本発明は、これらの新規な知見(1)及び(2)に基づくものである。

本発明は、C:0.50~1.00%、Si:0.35%以下、Mn:0.60~0.90%、P:0.015%以下、S:0.0030%以下、Cr:0.30~0.60%、sol.Al:0.005~0.080%、N:0.0050%以下、残部Feおよび不純物からなり、さらに、Cr含有量およびMn含有量が、(1)式: $1.2 \cdot \{(Mn/55)/(Cr/52)\} \cdot 2.0$ を満足し、フェライトの平均結晶粒径が10μm以上、望ましくは50μm以下であるとともに、球状化炭化物のうち粒径が1.0μm以上であるものの個数比率が50%以上であることを特徴とする高炭素鋼板である。ただし、(1)式における符号MnおよびCrは、いずれも、鋼中における各元素の含有量(質量%)を示す。

30

【発明の効果】**【0016】**

本発明により、熱処理後のビッカース硬度で650以上を要求されるような高強度鋼板部品の素材に供される高炭素鋼板であって、熱処理前においては軟質で良好な成形性を備え、熱処理後においては硬度に比して優れた耐摩耗性を備える高炭素鋼板を得ることができる。

【0017】

より具体的には、本発明により、熱処理前の素材段階における鋼板の状態では、ビッカース硬度が170以下と非常に軟質でありながら、熱処理後の鋼板部材の状態では、ビッカース硬度が650以上と高い強度を備えるとともに優れた耐摩耗性を備える高炭素鋼板を得ることができる。

40

【0018】

このため、本発明は、自動車のミッション部品等の用途に利用価値の高い発明である。

【発明を実施するための最良の形態】**【0019】**

以下、本発明に係る高炭素鋼板を実施するための最良の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

本実施の形態の高炭素鋼板の限定理由を説明する。

50

【 0 0 2 0 】

C : 0 . 5 0 ~ 1 . 0 0 %

C は、焼入れ焼戻しあるいはオーステンパー、さらには必要に応じて浸炭処理等の熱処理を施した後における、硬度、耐摩耗性さらには疲労強度を向上させる。本発明においては、熱処理後のビッカース硬度で 650 以上を確保するために、C 含有量を 0.50% 以上とする。一方、過剰に含有させると熱処理前の冷間加工性や熱処理後の靱性が劣化するため、C 含有量を 1.00% 以下とする。好ましい C 含有量は、0.65% 以上 0.80% 以下である。

【 0 0 2 1 】

Si : 0 . 3 5 % 以下

Si は、多量に含有すると Si 酸化物を形成して熱処理後の鋼材の疲労強度の低下を招く。そこで、Si 含有量を 0.35% 以下とする。好ましくは 0.20% 以下である。

10

【 0 0 2 2 】

Mn : 0 . 6 0 ~ 0 . 9 0 %

Mn は、本発明において重要な元素である。すなわち、Mn は、セメントナイト中に固溶してセメントナイトの硬度を増加させることにより耐摩耗性を向上する。さらに、熱処理時の焼入性の確保を容易にしたり、あるいは靱性向上のための焼戻し温度およびオーステンパー温度を上昇させる。そこで、Mn 含有量を 0.60% 以上とする。しかし、0.90% を超えて含有すると、熱延鋼板が過度に硬化するため、後続して行う酸洗や冷間圧延等を困難にするとともに、本発明の重要なポイントでもある熱処理前における鋼板の加工性の確保にも悪影響を及ぼす。このため、Mn 含有量を 0.60% 以上 0.90% 以下とする。好ましくは、0.70% 以上 0.85% 以下である。

20

【 0 0 2 3 】

P : 0 . 0 1 5 % 以下

P は、固溶強化元素であることから熱処理前の鋼板の加工性を劣化させる。また、靱性を劣化させる。したがって、P はなるべく少ないほうがよく、P 含有量を 0.015% 以下とする。好ましくは 0.010% 以下である。

【 0 0 2 4 】

S : 0 . 0 0 3 0 % 以下

S は、本発明の中で重要な位置を占める。すなわち、S は介在物として存在し、鋼板の延性を低下させるばかりか、耐摩耗性を劣化させる。したがって、S はなるべく少ないほうがよく、S 含有量を 0.0030% 以下とする。好ましくは 0.0020% 以下である。

30

【 0 0 2 5 】

Cr : 0 . 3 0 ~ 0 . 6 0 %

Cr は、本発明の中で耐摩耗性を確保する点で最も重要な元素である。Mn と同様に、セメントナイト中に固溶してセメントナイトの硬度を増加させることにより耐摩耗性の向上に寄与する。さらに、熱処理時の焼入性の確保を容易にしたり、あるいは靱性向上のための焼戻し温度およびオーステンパー温度を上昇させる作用を有する。そこで、Cr 含有量を 0.30% 以上とする。しかし、0.60% を超えて含有させると、熱延鋼板が過度に硬化するため、後続して行う酸洗や冷間圧延等を困難にするとともに、本発明の重要なポイントでもある熱処理前における鋼板の加工性の確保にも悪影響を及ぼす。このため、Cr の含有量を 0.30% 以上 0.60% 以下とする。好ましくは、0.45% 以上 0.55% 以下である。

40

【 0 0 2 6 】

sol . Al : 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 8 0 %

Al は、鋼の溶製過程で脱酸剤として添加される。また、N を AlN として固定する作用も有する。Al 含有量が 0.005% 未満では脱酸作用が不十分であり、一方 0.080% を超えると清浄度が低下して表面性状が劣化する。このため、Al 含有量を 0.005% 以上 0.080% 以下とする。好ましくは 0.020% 以上 0.040% 以下である

50

【0027】

N含有量：0.0050%以下

Nは、鋼中に不可避免的に含有される不純物元素であり、Alと結び付いてAlNを形成し、フェライト粒径の粗大化を阻害することにより、熱処理前の鋼板の加工性が損なわれる。したがって、N含有量を0.0050%以下とする。好ましくは0.0040%以下である。

【0028】

Cr含有量およびMn含有量： $1.2 \frac{(Mn/55)}{(Cr/52)} \geq 2.0$

Mn、Crはいずれも鉄炭化物に溶け易い元素である。セメンタイトにこれらの元素が固溶すると、一部のFeが置換されてM₃Cと表される複炭化物になると考えられる。この際、鉄炭化物に溶ける元素の個数比が、耐摩耗性の確保に必要とされる炭化物の性質を決定する重要な因子である。すなわち、MnとCrとの原子数比 $\{(Mn/55)/(Cr/52)\}$ が $1.2 \frac{(Mn/55)}{(Cr/52)} \geq 2.0$ の関係を満たすときに、炭化物が大きな耐摩耗性の向上効果を発揮する。好ましくは、 $1.4 \frac{(Mn/55)}{(Cr/52)} \geq 1.8$ である。

【0029】

上記以外は、Feおよび不純物である。

また、熱処理前の素材段階における鋼板の組織は、素材としての加工性に重大な影響を及ぼすばかりか、熱処理そのものにも影響を与え、また、熱処理後の鋼板部材における耐摩耗性にも影響を及ぼす。このため、本実施の形態の高炭素鋼板の組織を説明する。

【0030】

フェライトの平均結晶粒径：10μm以上

フェライトの結晶粒径は、熱処理前の鋼板の軟質性に大きな影響を及ぼす。具体的には、フェライトの平均結晶粒径が10μm未満では、熱処理前の鋼板を軟質化して成形性を確保することが困難になる。したがって、フェライトの平均結晶粒径を10μm以上とする。フェライトの平均結晶粒径の上限は特に規定しないが、フェライトの平均結晶粒径が50μm超であると、粒径を大きくすることに要する製造コストの増加が著しくなるので、フェライトの平均結晶粒径を50μm以下とすることが好ましい。

【0031】

このフェライトの平均結晶粒径は、鋼板表面から板厚1/4深さの部位の領域で0.2mm×0.2mmの視野を500倍で撮影した組織写真から観察されるフェライト粒径の平均値として、規定される。

【0032】

球状化炭化物のうち粒径が1.0μm以上であるものの個数比率：50%以上

球状化炭化物の粒径は、熱処理前の鋼板の加工性に大きな影響を及ぼすのはもちろんのこと、本発明の重要なポイントである耐摩耗性に対しても大きな影響を及ぼす。すなわち、炭化物の粒径が大きいほうが熱処理前の素材段階における鋼板の加工性を確保することを容易にするとともに、熱処理中における炭化物の固溶を抑制して未固溶炭化物の残存させることを容易にして、耐摩耗性に好影響を及ぼす。具体的には、球状化炭化物のうち粒径が1.0μm以上であるものの個数比率が50%以上である状態が最も良好である。

【0033】

球状化炭化物の粒径の測定は、ピクリン酸アルコールでエッチングしたミクロ組織を走査型電子顕微鏡によって観察し、さらに2000倍で撮影した写真を画像解析して、個々の炭化物の面積を測定し、この測定値から個々の炭化物の円相当径を算出して、その大きさを測定することにより、行われる。

【0034】

このように、本実施の形態の高炭素鋼板は、MnとCrとの原子数比 $\{(Mn/55)/(Cr/52)\}$ を所定の範囲内とすることによって成形加工された後に行われる焼入れ焼戻し等の熱処理の際に、炭化物を総てオーステナイト中に固溶させるのではなくMn

10

20

30

40

50

とCrとが溶け込んだ未固溶炭化物として適度に残留させることができ、この未固溶炭化物の硬度により鋼板部材の耐摩耗性を大きく向上することができるとともに、フェライトの平均結晶粒径、および粒径が $1.0\ \mu\text{m}$ 以上である球状炭化物の個数比率を、それぞれ $10\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下、 50% 以上とすることにより、従来材よりも合金元素の含有量に比較して軟質化することができ、熱処理前の素材段階における鋼板を軟質にして、良好な加工性を確保することができる。

【0035】

このため、本実施の形態によれば、熱処理後のビッカース硬度で650以上を要求されるような高強度鋼板部材の素材に供される高炭素鋼板であって熱処理前においては軟質で良好な成形性を備え、さらに熱処理後においては硬度に比して優れた耐摩耗性を備える高炭素鋼板、より具体的には、熱処理前の素材段階における鋼板の状態ではビッカース硬度が170以下と非常に軟質でありながら熱処理後の鋼板部材の状態ではビッカース硬度が650以上と高い強度を備えるとともに優れた耐摩耗性を備える高炭素鋼板が提供される。このため、例えば自動車のミッション部品等の用途に利用価値が高い高炭素鋼板が提供される。

10

【実施例】

【0036】

本発明を実施例に基づいて、さらに具体的に説明する。

表1-1、1-2に示す化学成分を有する鋼を溶製した。そして、表2-1、2-2に示すように、連続鑄造によりスラブとし、このスラブを 1250 に加熱してから、仕上げ温度 860 及び巻取温度 550 で $3.6\ \text{mm}$ 厚の熱延コイルを製造し、次いで、この熱延コイルを酸洗して黒皮スケールを除去した後、 $690\sim 720$ で25時間、並びに 750 で6時間の炭化物球状化焼鈍（前焼鈍）を行い、中間処理として、冷間圧延機による $2.0\sim 2.8\ \text{mm}$ 厚までの冷間圧延（中間冷延1、2）と、バッチ焼鈍炉での 700 で20時間の焼鈍（中間焼鈍1、2）とを、1回ないし2回繰返して行った後、仕上げ処理として、 $1.8\ \text{mm}$ までの冷間圧延（仕上冷圧）と 690 で4時間の焼鈍（仕上焼鈍）とを行って、90種の高炭素鋼板を製造した。

20

【0037】

これらの高炭素鋼板について、上述した方法によってフェライトの平均結晶粒径、球状炭化物のうち粒径が $1.0\ \mu\text{m}$ 以上であるものの個数比率、及びビッカース硬度を測定した。測定結果を表1-1、1-2に併せて示す。

30

【0038】

【表 1 - 1】

試材 No.	化学成分 (質量%)								Mn/55 Cr/52	平均 結晶粒径 μm	炭化物粒径 d ≥ 1.0 μm 比 %	熱処理前 硬度 Hv	熱処理後 硬度 Hv	摩耗量 mm ³ Mm ² · mm
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sol. Al	N						
1	0.75	0.21	0.51	0.008	0.0020	0.31	0.035	0.0025	1.56	9.1	33	191	641	1.33
2	0.73	0.22	0.53	0.007	0.0010	0.41	0.038	0.0028	1.22	25.1	57	167	649	1.54
3	0.72	0.21	0.55	0.011	0.0030	0.52	0.037	0.0029	1.00	23.1	62	166	647	1.82
4	0.72	0.23	0.54	0.009	0.0020	0.60	0.045	0.0035	0.85	9.2	45	206	645	1.77
5	0.75	0.20	0.56	0.007	0.0030	0.48	0.041	0.0038	1.10	26.6	55	167	649	1.65
6	0.75	0.21	0.53	0.012	0.0010	0.30	0.036	0.0037	1.67	18.7	35	178	648	1.38
7	0.73	0.22	0.67	0.007	0.0020	0.52	0.035	0.0022	1.22	9.2	60	215	715	1.58
8	0.72	0.21	0.68	0.009	0.0010	0.30	0.032	0.0021	2.14	24.9	57	167	711	1.67
9	0.72	0.23	0.69	0.008	0.0010	0.39	0.041	0.0028	1.67	57.8	62	158	711	1.32
10	0.75	0.20	0.66	0.010	0.0020	0.51	0.040	0.0030	1.22	9.1	35	198	720	1.58
11	0.72	0.21	0.85	0.010	0.0010	0.39	0.039	0.0035	2.06	25.1	55	167	711	1.55
12	0.75	0.23	0.84	0.008	0.0009	0.50	0.038	0.0033	1.59	26.0	30	172	720	1.36
13	0.73	0.22	0.67	0.007	0.0020	0.22	0.035	0.0022	2.88	9.3	60	211	648	2.08
14	0.72	0.21	0.68	0.009	0.0010	0.25	0.032	0.0021	2.57	25.1	57	162	649	1.95
15	0.72	0.23	0.69	0.008	0.0010	0.24	0.041	0.0028	2.72	55.8	62	155	645	1.97
16	0.75	0.20	0.66	0.010	0.0020	0.25	0.040	0.0030	2.50	9.0	35	198	648	1.85
17	0.72	0.21	0.85	0.010	0.0010	0.24	0.039	0.0035	3.35	25.2	55	165	649	2.72
18	0.75	0.23	0.84	0.008	0.0009	0.26	0.038	0.0033	3.05	48.3	30	171	647	1.89
19	0.73	0.22	0.67	0.007	0.0020	0.68	0.035	0.0022	0.93	9.3	60	215	715	1.88
20	0.72	0.21	0.68	0.009	0.0010	0.65	0.032	0.0021	0.99	35.7	57	178	711	1.65
21	0.72	0.23	0.69	0.008	0.0010	0.66	0.041	0.0028	0.99	25.2	62	182	711	1.63
22	0.75	0.20	0.66	0.010	0.0020	0.65	0.040	0.0030	0.96	9.2	35	207	720	1.73
23	0.72	0.21	0.68	0.010	0.0010	0.68	0.039	0.0035	0.95	25.7	55	182	711	1.75
24	0.75	0.23	0.66	0.008	0.0009	0.66	0.038	0.0033	0.95	48.7	30	173	720	1.73
25	0.74	0.22	0.67	0.009	0.0040	0.35	0.038	0.0033	1.81	8.8	60	210	718	1.65
26	0.72	0.20	0.68	0.010	0.0030	0.36	0.037	0.0035	1.79	25.2	57	167	711	1.45
27	0.72	0.23	0.69	0.012	0.0020	0.33	0.036	0.0037	1.98	52.1	62	166	711	1.43
28	0.75	0.20	0.66	0.007	0.0010	0.32	0.039	0.0033	1.95	9.1	35	189	720	1.45
29	0.72	0.21	0.65	0.009	0.0020	0.35	0.041	0.0038	1.76	27.6	55	166	711	1.38
30	0.75	0.23	0.63	0.008	0.0030	0.36	0.040	0.0039	1.65	61.8	30	174	720	1.29
31	0.74	0.22	0.77	0.009	0.0040	0.45	0.038	0.0033	1.62	8.8	60	211	718	1.38
32	0.72	0.20	0.75	0.010	0.0030	0.44	0.037	0.0035	1.61	25.2	57	167	711	1.36
33	0.72	0.23	0.74	0.012	0.0020	0.47	0.036	0.0037	1.49	52.1	62	151	711	1.35
34	0.75	0.20	0.76	0.007	0.0010	0.48	0.039	0.0033	1.50	9.1	35	189	720	1.39
35	0.72	0.21	0.75	0.009	0.0020	0.46	0.041	0.0038	1.54	27.6	55	164	711	1.45
36	0.75	0.23	0.75	0.008	0.0030	0.47	0.040	0.0039	1.51	61.8	30	174	720	1.47
37	0.74	0.22	0.85	0.009	0.0040	0.57	0.038	0.0033	1.41	8.8	60	225	718	1.45
38	0.72	0.20	0.86	0.010	0.0030	0.58	0.037	0.0035	1.40	25.7	57	167	711	1.39
39	0.72	0.23	0.85	0.012	0.0020	0.56	0.036	0.0037	1.44	52.1	62	158	711	1.38
40	0.75	0.20	0.84	0.007	0.0010	0.58	0.039	0.0033	1.37	9.1	35	195	720	1.33
41	0.72	0.21	0.86	0.009	0.0020	0.55	0.041	0.0038	1.48	29.2	55	166	711	1.32
42	0.75	0.23	0.85	0.008	0.0030	0.56	0.040	0.0039	1.44	61.8	30	172	720	1.38
43	0.75	0.22	0.94	0.006	0.0020	0.51	0.038	0.0031	1.74	9.1	60	215	720	1.44
44	0.75	0.23	0.97	0.008	0.0010	0.53	0.041	0.0028	1.73	26.4	57	172	720	1.46
45	0.73	0.20	0.96	0.008	0.0010	0.51	0.041	0.0028	1.78	53.5	62	173	715	1.43
46	0.76	0.20	0.95	0.008	0.0010	0.49	0.040	0.0030	1.83	9.3	35	175	720	1.45
47	0.76	0.20	0.97	0.008	0.0010	0.45	0.041	0.0028	2.04	26.2	55	175	720	1.51
48	0.75	0.20	0.98	0.008	0.0010	0.44	0.040	0.0030	2.11	61.2	30	172	720	1.67

10

20

30

40

【 0 0 3 9 】

【表 1 - 2】

試材 No.	化学成分 (質量%)								Mn/55 Cr/52	平均 結晶粒径 μm	炭化物粒径 $d \geq 1.0 \mu\text{m}$ 比 %	熱処理前		熱処理後		摩耗量 mm^3 $\text{mm}^2 \cdot \text{mm}$
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sol. Al	N				硬度 Hv	硬度 Hv			
	49	0.85	0.22	0.62	0.006	0.0020	0.51	0.038				0.0031	1.15	9.1	60	
50	0.86	0.23	0.61	0.008	0.0010	0.53	0.041	0.0028	1.09	26.8	57	168	722	1.61		
51	0.87	0.20	0.62	0.008	0.0010	0.51	0.041	0.0028	1.15	53.5	62	160	723	1.58		
52	0.84	0.20	0.61	0.008	0.0010	0.49	0.040	0.0030	1.18	9.3	35	201	725	1.55		
53	0.88	0.20	0.62	0.008	0.0010	0.45	0.041	0.0028	1.30	26.3	55	168	725	1.50		
54	0.86	0.20	0.63	0.008	0.0010	0.44	0.040	0.0030	1.35	61.2	30	167	726	1.43		
55	0.95	0.22	0.62	0.006	0.0020	0.33	0.038	0.0031	1.78	9.1	60	231	722	1.41		
56	0.96	0.23	0.65	0.008	0.0010	0.32	0.041	0.0028	1.92	23.7	57	168	728	1.49		
57	0.97	0.20	0.64	0.008	0.0010	0.38	0.041	0.0028	1.59	53.5	62	167	728	1.38		
58	0.94	0.20	0.63	0.008	0.0010	0.45	0.040	0.0030	1.32	9.3	35	196	730	1.44		
59	0.97	0.20	0.62	0.008	0.0010	0.35	0.041	0.0028	1.67	22.8	55	168	722	1.35		
60	0.96	0.20	0.67	0.008	0.0010	0.39	0.040	0.0030	1.62	61.2	30	169	730	1.32		
61	1.07	0.20	0.62	0.010	0.0020	0.32	0.040	0.0030	1.83	8.9	35	218	722	1.44		
62	1.06	0.23	0.84	0.008	0.0009	0.50	0.040	0.0030	1.59	23.5	70	173	720	1.37		
63	1.08	0.23	0.83	0.008	0.0009	0.52	0.040	0.0030	1.51	8.1	57	260	718	1.43		
64	1.10	0.23	0.82	0.008	0.0009	0.48	0.040	0.0030	1.62	25.5	70	195	720	1.35		
65	1.05	0.23	0.84	0.008	0.0009	0.50	0.040	0.0030	1.59	8.3	60	268	720	1.38		
66	0.43	0.23	0.81	0.008	0.0009	0.51	0.035	0.0025	1.50	23.7	55	159	601	1.43		
67	0.52	0.23	0.81	0.008	0.0009	0.51	0.035	0.0025	1.50	23.7	55	167	652	1.43		
68	0.53	0.23	0.61	0.008	0.0010	0.53	0.041	0.0028	1.09	27.8	57	168	653	1.66		
69	0.51	0.20	0.62	0.008	0.0010	0.51	0.041	0.0028	1.15	53.5	62	157	651	1.68		
70	0.53	0.20	0.61	0.008	0.0010	0.49	0.040	0.0030	1.18	9.3	35	195	652	1.55		
71	0.52	0.20	0.62	0.008	0.0010	0.45	0.041	0.0028	1.30	24.5	55	168	655	1.49		
72	0.55	0.20	0.63	0.008	0.0010	0.44	0.040	0.0030	1.35	61.2	30	150	652	1.41		
73	0.72	0.23	0.74	0.008	0.0009	0.39	0.035	0.0025	1.79	9.1	65	235	711	1.38		
74	0.75	0.23	0.75	0.008	0.0009	0.22	0.035	0.0025	3.22	25.1	65	167	649	2.35		
75	0.76	0.23	0.88	0.008	0.0009	0.35	0.035	0.0025	2.38	58.2	50	159	720	1.78		
76	0.78	0.23	0.95	0.008	0.0009	0.45	0.035	0.0025	2.00	9.2	55	230	715	1.59		
77	0.78	0.23	0.85	0.008	0.0009	0.75	0.035	0.0025	1.07	24.5	64	167	715	1.69		
78	0.77	0.23	0.84	0.008	0.0009	0.50	0.035	0.0025	1.59	67.1	38	151	725	1.35		
79	0.55	0.21	0.71	0.010	0.0020	0.58	0.035	0.0025	1.16	9.1	60	210	650	1.61		
80	0.54	0.22	0.73	0.008	0.0009	0.57	0.038	0.0028	1.21	25.1	57	166	650	1.56		
81	0.56	0.21	0.75	0.008	0.0009	0.56	0.037	0.0029	1.27	58.2	62	158	652	1.52		
82	0.54	0.23	0.77	0.008	0.0009	0.58	0.045	0.0035	1.26	9.2	45	198	650	1.54		
83	0.55	0.20	0.76	0.008	0.0009	0.59	0.041	0.0038	1.22	26.6	55	166	652	1.56		
84	0.54	0.23	0.74	0.010	0.0020	0.58	0.036	0.0037	1.21	67.1	35	155	651	1.56		
85	0.66	0.21	0.82	0.010	0.0020	0.52	0.041	0.0028	1.49	9.1	60	208	682	1.41		
86	0.64	0.22	0.81	0.010	0.0020	0.51	0.041	0.0028	1.50	28.1	57	167	673	1.42		
87	0.65	0.21	0.78	0.010	0.0020	0.48	0.041	0.0028	1.54	58.2	62	160	677	1.37		
88	0.66	0.23	0.80	0.010	0.0020	0.51	0.041	0.0028	1.48	9.2	45	196	682	1.39		
89	0.64	0.21	0.74	0.010	0.0020	0.45	0.041	0.0028	1.55	27.5	55	161	673	1.41		
90	0.66	0.22	0.79	0.010	0.0020	0.52	0.041	0.0028	1.44	67.1	35	153	682	1.43		

10

20

30

【 0 0 4 0 】

【表 2 - 1】

試材 No.	製 造 工 程							
	熱延厚 mm	前焼鈍	中間冷延① mm	中間焼鈍①	中間冷延② mm	中間焼鈍②	仕上冷延 mm	仕上焼鈍
1	3.6	690°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
2	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
3	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
4	3.6	720°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
5	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
6	3.6	690°C25hr	2.7	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
7	3.6	750°C6hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
8	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
9	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
10	3.6	690°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
11	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
12	3.6	690°C25hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
13	3.6	750°C6hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
14	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
15	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
16	3.6	690°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
17	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
18	3.6	690°C25hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
19	3.6	750°C6hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
20	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
21	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
22	3.6	690°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
23	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
24	3.6	690°C25hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
25	3.6	750°C6hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
26	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
27	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
28	3.6	690°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
29	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
30	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
31	3.6	750°C6hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
32	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
33	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
34	3.6	690°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
35	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
36	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
37	3.6	750°C6hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
38	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
39	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
40	3.6	690°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
41	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
42	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
43	3.6	750°C6hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
44	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
45	3.6	750°C6hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr
46	3.6	690°C25hr	2.8	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
47	3.6	750°C6hr	2.1	700°C20hr	-	-	1.8	690°C4hr
48	3.6	690°C25hr	2.5	700°C20hr	2.1	700°C20hr	1.8	690°C4hr

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

【表 2 - 2】

試材 No.	製 造 工 程							
	熱延 mm	前焼鈍	中間冷延① mm	中間焼鈍①	中間冷延② mm	中間焼鈍②	仕上冷延 mm	仕上焼鈍
49	3.6	750℃6hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
50	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
51	3.6	750℃6hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
52	3.6	690℃25hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
53	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
54	3.6	690℃25hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
55	3.6	750℃6hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
56	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
57	3.6	750℃6hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
58	3.6	690℃25hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
59	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
60	3.6	690℃25hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
61	3.6	690℃25hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
62	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
63	3.6	750℃6hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
64	3.6	750℃6hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
65	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
66	3.6	750℃6hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
67	3.6	750℃6hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
68	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
69	3.6	750℃6hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
70	3.6	690℃25hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
71	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
72	3.6	690℃25hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
73	3.6	750℃6hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
74	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
75	3.6	750℃6hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
76	3.6	750℃6hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
77	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
78	3.6	690℃25hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
79	3.6	750℃6hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
80	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
81	3.6	750℃6hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
82	3.6	720℃25hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
83	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
84	3.6	690℃25hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
85	3.6	750℃6hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
86	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
87	3.6	750℃6hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr
88	3.6	720℃25hr	2.8	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
89	3.6	750℃6hr	2.1	700℃20hr	-	-	1.8	690℃4hr
90	3.6	690℃25hr	2.5	700℃20hr	2.1	700℃20hr	1.8	690℃4hr

10

20

30

40

【 0 0 4 2 】

次に、これらの高炭素鋼板から3cm×3cmの試料を打抜き、この試料を800で30分間均熱した後、60の油中へ焼入れを行い、その後150で30分間焼戻す熱処理を行った。

【 0 0 4 3 】

この後、表面研磨を行い、図1に概要を示す大越式摩耗試験機により表面の摩耗試験を行った。なお、図1における符号Pは摩耗試験時の負荷荷重を示し、符号Vは摩耗速度を示し、符号Lは摩耗距離(図示しない)を示し、符号 b_0 は摩耗痕の幅を示し、符号rは回転円板の半径を示し、さらに、符号Bは回転円板の厚さを示す。

50

【0044】

本実施例では、 $P = 67$ (N)、 $V = 0.76$ (m/s)、 $L = 400$ (m)、 $r = 30$ (mm)、 $B = 3.0$ (mm)とするとともに、相手材としてSCM415を用いて、摩耗試験を行った。そして、摩耗量 (mm^3) を測定した。

【0045】

また、熱処理後のビッカース硬度も測定した。

摩耗試験の結果および熱処理後のビッカース硬度を表1に併せて示す。

また、図2は、各試料の摩耗量が 1.5 ($\text{mm}^3 / (\text{mm}^2 \cdot \text{mm})$)未満である試料を印(摩耗量小)として、摩耗量が 1.5 ($\text{mm}^3 / (\text{mm}^2 \cdot \text{mm})$)以上 1.6 ($\text{mm}^3 / (\text{mm}^2 \cdot \text{mm})$)未満である試料を印(摩耗量中)として、さらに摩耗量が 1.6 ($\text{mm}^3 / (\text{mm}^2 \cdot \text{mm})$)以上である試料を×印(摩耗量大)として、各試料の母材である高炭素鋼板のCr量及びMn量をプロットして示すグラフである。なお、図2には、各試料の母材である高炭素鋼板のMnとCrとの原子数比 $\{(Mn/55)/(Cr/52)\}$ が、 1.0 、 1.2 、 1.4 、 1.6 、 1.8 、 2.0 及び 2.2 となる直線を併記してある。

10

【0046】

図2のグラフから理解されるように、MnとCrとの原子数比 $\{(Mn/55)/(Cr/52)\}$ が 1.2 ($(Mn/55)/(Cr/52)$) 2.0 の関係を満たすときには、摩耗量小又は摩耗量中であり、炭化物が大きな耐摩耗性の向上効果を発揮することがわかるとともに、原子数比 $\{(Mn/55)/(Cr/52)\}$ が 1.4 ($(Mn/55)$ 20 $(Cr/52)$) 1.8 の関係を満たすときには、摩耗量小であり、炭化物がさらに大きな耐摩耗性の向上効果を発揮することがわかる。

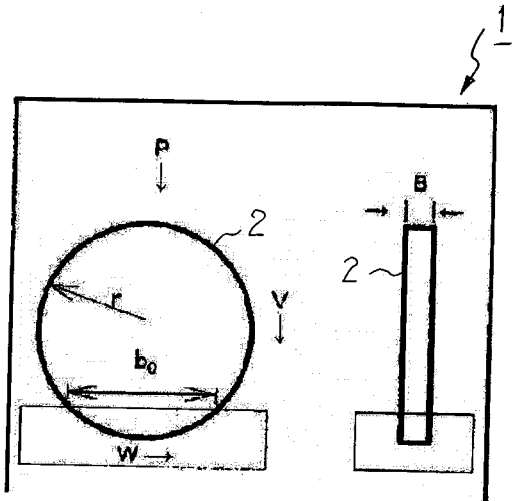
【図面の簡単な説明】

【0047】

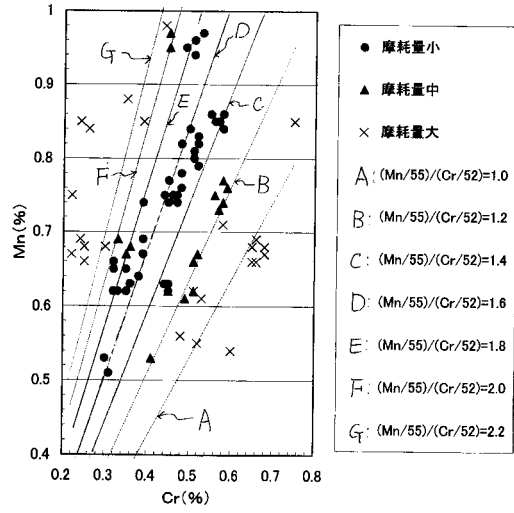
【図1】大越式摩耗試験機の概要を示す説明図である。

【図2】摩耗試験の結果を示すグラフである。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 202742 (JP, A)
特開2000 - 265239 (JP, A)
特開平04 - 045243 (JP, A)
特開平06 - 093374 (JP, A)
特開平08 - 193245 (JP, A)
特開2001 - 081528 (JP, A)
特開平06 - 271935 (JP, A)
特開2001 - 220642 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 1/00 - 49/14
C21D 6/00