

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4863240号
(P4863240)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int. Cl. F 1
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 1 A
C 2 2 C 38/54 (2006.01) C 2 2 C 38/54

請求項の数 1 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2000-298534 (P2000-298534) (22) 出願日 平成12年9月29日 (2000. 9. 29) (65) 公開番号 特開2002-105587 (P2002-105587A) (43) 公開日 平成14年4月10日 (2002. 4. 10) 審査請求日 平成19年8月14日 (2007. 8. 14) 審判番号 不服2010-7136 (P2010-7136/J1) 審判請求日 平成22年4月5日 (2010. 4. 5)</p>	<p>(73) 特許権者 594208536 安彦 兼次 宮城県仙台市泉区高森6丁目27番9号 (73) 特許権者 503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 (74) 代理人 100080687 弁理士 小川 順三 (72) 発明者 安彦 兼次 宮城県仙台市泉区高森6丁目27番9号</p> <p>合議体 審判長 小柳 健悟 審判官 山本 一正 審判官 野田 定文</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 強度および延性の制御範囲が大きい超高純度炭素鋼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉄と炭素を溶解して得られた、成分組成が、 $C : 0.02 \sim 0.19 \text{ mass } \%$ と残部はFeおよび 80.151 mass ppm 未満の不可避の不純物とからなり、上記不可避の不純物としてのP, Sがそれぞれ 50 mass ppm 以下であり、 $Si : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $Mn : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $Al : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $B : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $Cr : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $Mo : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $Cu : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $Ni : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $Nb : 50 \text{ mass ppm}$ 以下、 $Ti : 50 \text{ mass ppm}$ 以下および $V : 50 \text{ mass ppm}$ 以下を含有し、加工および/または熱処理を施すことにより、炭化物をラメラパーライトにさせずに球状化して均一に分散させるか、マルテンサイト相以外の相を極めて少なくすることで、強度および延性の制御範囲を大きくしたことを特徴とする超高純度炭素鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車や船舶の外板、電子機器部材、洗濯機や電子レンジなどの家電機器用外装材、機械・工具部材など、広範な用途に供しうる超高純度鋼であり、特に強度および延性を加工、各種熱処理を施すことにより、広範囲に制御できる超高純度炭素鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

炭素鋼は、自動車や船舶の外板、電子機器部材、洗濯機や電子レンジなどの家電機器用外装材、機械・工具部材など、様々な分野で使用されている。そして、これらの用途に使用される鋼に求められる強度もまたさまざまであるため、これら分野で用いられる鋼は加工や熱処理を施すことにより用途に応じた特性になるよう制御される。

その際、加工や熱処理だけでは必要な特性が得られない場合、あるいはこれら加工や熱処理が設備の制約等の理由で実施困難な場合には、一般に、用途に応じた合金元素を添加することにより、強度や延性の確保を図っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、鋼の用途が増えるにしたがい、必要な強度、延性のレベルも多種となり、鋼に用いられる合金元素の種類、またその添加量が従来にもまして一層多様化してきた。このために、製造上での成分（鋼種）管理が従来よりも一層煩雑になるという問題が生じてきた。このような場合に、1つの鋼種で加工、熱処理を変えるだけで広範な強度、延性を具えた炭素鋼が供給できれば、工程の煩雑さがなくなり、その管理が容易となる筈である。

そこで、本発明は、強度や伸びが熱処理などの製造条件の変更のみで、強度および延性を広範囲に制御しうる超高純度炭素鋼を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】

大量生産に適した高炉・転炉法、あるいは電炉法等の一般的に採用されている工程で炭素鋼を製造すると、鋼中にはその製造工程で意図しない不純物元素が多量に混入してしまう。このように不可避免的に混入する不純物元素としては、P、S、O、Nなどが代表的なものとして挙げられる。

発明者らは、こうした不可避免の不純物元素を減らし、炭素のほかはできるかぎり高純度化した炭素鋼を製造し、その機械特性について研究を行った。その研究過程で、上記不純物元素だけではなく、従来は着目されていなかった元素を含む不純物元素の含有量を極少量に制限すると、当初の課題が達成できることを知見した。

【0005】

かかる知見に基づいて完成した本発明は、鉄と炭素を溶解して得られた、成分組成が、C：0.02～0.19mass%と残部はFeおよび80.151massppm未満の不可避免の不純物とからなり、上記不可避免の不純物としてのP、Sがそれぞれ50massppm以下であり、Si：50massppm以下、Mn：50massppm以下、Al：50massppm以下、B：50massppm以下、Cr：50massppm以下、Mo：50massppm以下、Cu：50massppm以下、Ni：50massppm以下、Nb：50massppm以下、Ti：50massppm以下およびV：50massppm以下を含有し、加工および/または熱処理を施すことにより、炭化物をラメラパーライトにさせずに球状化して均一に分散させるか、マルテンサイト相以外の相を極めて少なくすることで、強度および延性の制御範囲を大きくしたことを特徴とする超高純度炭素鋼である。なお、本発明にかかる超高純度炭素鋼は、所望の特性を得ることあるいは用途に応じ、焼入れ、焼戻し、焼鈍し等の各種の熱処理を施すことにより、実用に供することができる。

【0006】

【発明の実施の形態】

はじめに、成分組成を上記範囲に限定した理由を説明する。

C：0.02～0.8 mass%；

Cは、炭素鋼として必須の元素であり、強度の向上に寄与する元素である。C含有量が、0.02 mass%に満たないと、セメントイトとしての析出量と固溶強化元素としての量を満足できない。一方、0.8 mass%を超えると、共析量を超えるCが析出し、延性を損ない、圧延加工が困難となるので、0.02～0.8 mass%の範囲とする。

10

20

30

40

50

【0007】

不可避的不純物：100 mass ppm以下；

本発明においては、不可避的不純物の含有量を制限することがもっとも重要な条件である。不可避的不純物の含有量が100 mass ppmを超えると、強度、延性の制御範囲が狭くなり、本発明の目的を達成することができなくなる。

なお、不可避的不純物中でも特にP、Sはその影響が大きく現れるので、P：50 mass ppm以下、S：50 mass ppm以下に規制することが望ましい。

【0008】

Si：50 mass ppm以下、Mn：50 mass ppm以下、Al：50 mass ppm以下、B：50 mass ppm以下、Cr：50 mass ppm以下、Mo：50 mass ppm以下、Cu：50 mass ppm以下、Ni：50 mass ppm以下、Nb：50 mass ppm以下、Ti：50 mass ppm以下およびV：50 mass ppm以下；

これらの元素は、いずれも上限を50 mass ppmとして、1種または2種以上を必要に応じて含有させる。

【0009】

これら元素を添加する目的は以下のとおりである。すなわち；

Si：Siは、鋼中の酸素を酸化物の形態に固定する。しかし、多すぎると高純度化の意義が消失し、Si系酸化物として粒界や粒内に析出し、機械加工性や表面性状に悪影響を及ぼすため、50 mass ppm以下とする。

Mn：Mnは、鋼中の酸素を酸化物の形態に固定する。しかし、多すぎると高純度化の意義が消失し、鋼中のSと結びつき、MnSとして粒界や粒内に析出し、加工性を阻害するため、50 mass ppm以下とする。

Al：Alは、工業的に脱酸元素と使用されるが、鋼中に残存したものは酸化物を形成して固定される。しかし、多すぎると高純度化の意義が消失し、Al系酸化物や窒化物となり、粒界や粒内に析出し、機械加工性や表面性状に悪影響を及ぼすため、50 mass ppm以下とする。

B：Bは、数ppmの量でも粒界に偏析し、粒界を強化する作用を有するが、多すぎると高純度化の意義が消失し、酸化物や析出物を形成し加工性を阻害するため、50 mass ppm以下とする。

Cr：Crは、鋼中酸素と結びついて酸素を固定するとともに、炭化物や金属間化合物を形成するため、あまり多量では加工性に有害で、多すぎると高純度化の意義が消失する。そこで、50 mass ppm以下に制限する。

Mo：Moは、Crとほぼ同様の特性を持ち、炭化物や金属間化合物を形成しやすく、多量に含有すると加工性に有害となり、高純度化の意義が消失する。そこで、50 mass ppm以下に制限する。

Cu：Cuは、鋼中では比較的安定な元素として析出する傾向にある元素であり、微量でも表面性状に影響を及ぼす元素として知られているが、あまり多量では析出物により延性の低下と酸化被膜の強度や耐食性に悪影響を及ぼすため、50 mass ppm以下に制限する。

Ni：Niは、比較的安定な元素であるが、多量に添加しても炭素鋼本来の性質を改善させるものではないため、50 mass ppm以下に制限する。

Nb：Nbは、鋼中の自由なCを固着させる意義があるが、多すぎると高純度化の意義が消失し、酸化物として粒界や粒内に析出し有害となるため、50 mass ppm以下に制限する。

Ti：Tiは、鋼中の自由なCを固定する意義があるが、多すぎると高純度化の意義が消失し、酸化物として粒界や粒内に析出し有害となるため、50 mass ppm以下に制限する。

V：Vは、Nbと同様の効果が期待されるが、多すぎると高純度化の意義が消失し、酸化物などの介在物が粒界や粒内に析出し有害となるため、50 mass ppm以下に制限する。

【0010】

本発明鋼では、成分元素を上記鋼組成範囲とすることにより、1鋼種で、強度、延性を所望の特性になるように広範囲に制御できるようになる。このような効果が得られる機構は必ずしも明らかではないが、後述する金属組織から次のようなことが考えられる。

すなわち、本発明鋼を加熱後に徐冷した場合には、一般にみられるようなラメラパーライトを形成せずに、炭化物が球状化し、球状化した炭化物はコロニーを形成して均一に分散する。このため、一般のラメラ組織を有する鋼よりも、金属組織の変形能に優れる。また、強度が同一のC含有量であれば低くなるため、小さな応力で加工でき、かつ延性に富む材料を提供できる。

また、本発明鋼を焼入れ処理した場合には、金属組織がマルテンサイト相以外の異相の残存が極めて少なくなる。このため、残留した異相による弊害が少なくなる。均質な焼入れが可能であれば、材料特性の均一性が保たれる。また、焼入れ性に優れることから、大きな質量、形状でも、焼入れが可能になる。

【0011】

このような特性を有する本発明鋼は、とくに高純度の原料を用いることと、溶解条件について留意することによって製造することができる。

原料となる鉄および炭素の純度については、いずれも99.99 mass%以上のものを使用するのが望ましい。また、溶解時には外部からの汚染を防止するため、例えば超高真空 (1×10^{-7} Torr以下)の雰囲気中で、水冷銅るつぼを使用して溶解するのがよい。

【0012】

実施例

純度99.99 mass%以上の電解鉄および純度99.999 mass %以上のグラファイトを、 1×10^{-9} Torrの超高真空中で溶解を開始し鋼塊とした。この鋼塊を、900 °C × 30分加熱して断面寸法14mm角に鍛造し、さらに800 °C × 30分加熱を行って、溝ロールにより直径7mmの丸棒に圧延した。一方、比較材として、市販鋼の成分の炭素鋼(比較鋼2)、通常の実験室溶解にて製造可能な比較的高純度の炭素鋼(比較鋼1)を用いた。これらの鋼の成分分析結果を表1に示す。

これらの丸棒から機械加工により引張試験片を採取し、これを550 °Cの 4×10^{-5} Torrの真空雰囲気中にて加熱後、徐冷したものと、急冷(水冷)したものを試験に供した。試験片寸法は平行部が長さ20mm、断面寸法3mmとした。また、引張試験は、室温にて歪み速度は 4.2×10^{-5} s⁻¹の低速度条件で行った。

【0013】

【表1】

10

20

	成分組成 (mass ppm、ただしCはmass%)										
	C	Si	Mn	Al	B	Cr	Mo	Nb	Ti	P	S
発明鋼1	0.19	4	<0.01	0.3	0.07	0.4	<0.3	0.04	<0.2	<0.2	<1
発明鋼2	0.21	6	0.05	21	0.09	20.4	1.2	0.04	10.6	0.3	<1
比較鋼1	0.18	16	8.34	491	0.31	38.2	0.3	0.03	0.3	3.8	<1
比較鋼2	0.15	60	0.51	350	0.2	264	11.2	0.03	1	167	80.0

10

(つづき)

	成分組成 (mass ppm)										
	N	O	H	Ni	Cu	Co	As	Ba	Bi	Cd	Mg
発明鋼1	<0.9	2.1	0.4	<0.1	0.2	1.1	1.5	<0.1	<0.1	<0.001	<0.02
発明鋼2	1.2	3.7	0.7	1.3	8.2	1.7	1.6	<0.1	<0.1	<0.001	<0.02
比較鋼1	42.1	17.5	0.2	7.2	24.2	2.2	<0.3	<0.1	<0.1	0.6	0.33
比較鋼2	18.2	6.0	0.3	190	92.9	20	16.6	<0.1	<0.1	<0.001	0.17

20

(つづき)

	成分組成 (mass ppm)							CとFeを除く 成分の合計量 (mass ppm)
	Pb	Sb	Se	Sn	Te	Zn	V	
発明鋼1	<0.01	<0.3	<0.03	<0.3	<0.01	<0.1	<0.1	<13.891
発明鋼2	<0.01	<0.3	<0.03	<0.3	<0.01	<0.1	<0.1	<80.151
比較鋼1	0.29	<0.3	<0.03	2.4	<0.01	2.7	0.2	657.67 ~ 660.04
比較鋼2	0.5	1.4	<0.03	0.4	<0.01	3.4	4.4	1212.58 ~ 1228.451

30

【0014】

図1は上記超高純度炭素鋼得られた応力 - 歪み曲線を比較して示したものである。なお、この図は歪み(伸び)0の位置を横軸方向に鋼別にシフトして表している。図1からわかるように、本発明に従う超高純度炭素鋼は、急冷材では伸びは小さいが強度は高く、また徐冷材では強度は小さいが伸びは著しく大きく、その変動範囲が比較鋼よりは大きいことがわかる。図1から、それぞれの引張強度および伸びの値を読み取り、その変動範囲をまとめると表2のようになり、発明鋼は、引張強度の制御範囲が300 ~ 1330 MPa、伸びの制御範囲が10.0 ~ 50.4%まで変化している。このことから、発明鋼では、その強度、延性の制御範囲を比較鋼よりも著しく広くできるといえる。

40

また、発明鋼と比較鋼1の徐冷材の顕微鏡組織を図1に、急冷材のそれを図2にそれぞれ示す。

【0015】

【表2】

	強度の制御範囲 (MPa)	伸びの制御範囲 (%)
発明鋼 1	300 ~ 1330	10.0 ~ 50.4
発明鋼 2	350 ~ 1300	9.0 ~ 47.1
比較鋼 1	565 ~ 1100	11.6 ~ 18.0
比較鋼 2	435 ~ 1055	8.7 ~ 17.7

10

【0016】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、炭素と鉄以外の不可避的な不純物を極低範囲に制限することにより、炭化物形状、金属組織が有効に作用して、強度、延性を広範な範囲で制御することが可能となる。従って、本発明によれば、1つの成分でも熱処理により強度、靱性を多様に变化させうるので、成分の集約化も可能になる。

【図面の簡単な説明】

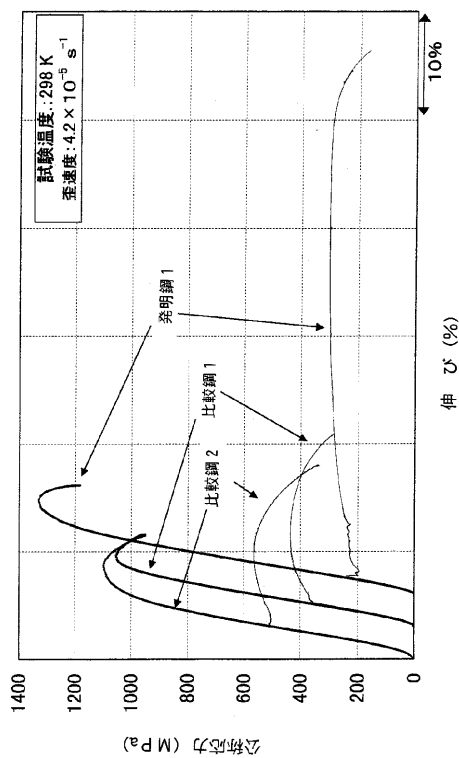
【図1】 発明鋼および比較鋼の応力 - 歪み曲線を示す図である。

【図2】 発明鋼 (a) および比較鋼 (b) を徐冷した金属組織を示す図である。

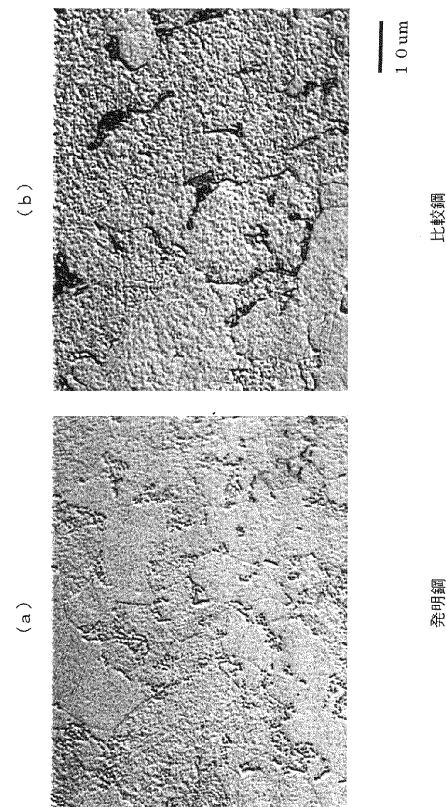
【図3】 発明鋼 (a) および比較鋼 (b) を急冷した金属組織を示す図である。

20

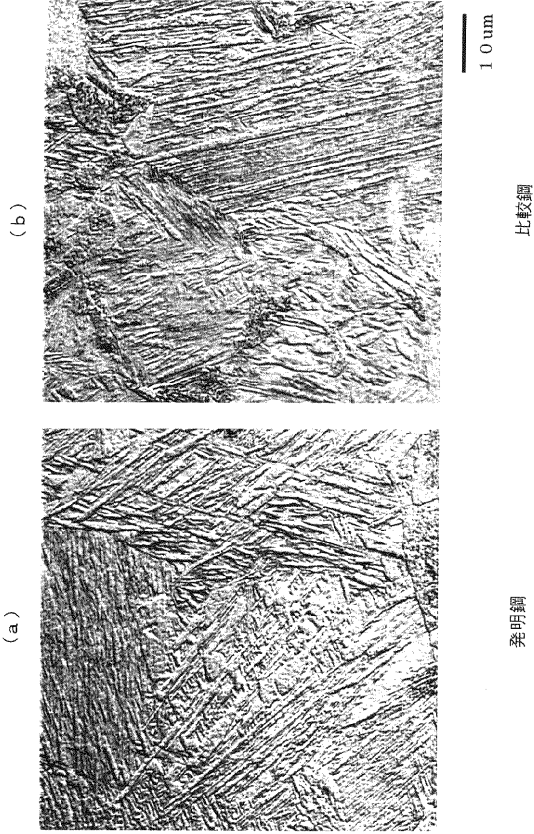
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭62-174364(JP,A)

安彦兼次,高純度鉄および鉄合金の研究,金属,株式会社アグネ,1995年 1月12日,第
65巻,第1号,第53-58頁

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

C22C38/00-38/60