

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4337268号
(P4337268)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

(51) Int.Cl. F 1
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z
C 2 2 C 38/38 (2006.01) C 2 2 C 38/38
C 2 2 C 38/60 (2006.01) C 2 2 C 38/60

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-52463 (P2001-52463)	(73) 特許権者	000003713 大同特殊鋼株式会社
(22) 出願日	平成13年2月27日(2001.2.27)		愛知県名古屋市東区東桜一丁目1番10号
(65) 公開番号	特開2002-256397 (P2002-256397A)	(74) 代理人	100104123 弁理士 荒崎 勝美
(43) 公開日	平成14年9月11日(2002.9.11)	(72) 発明者	古賀 猛 愛知県東海市加木屋町鎌吉良根 53-257
審査請求日	平成19年12月27日(2007.12.27)	(72) 発明者	清水 哲也 愛知県名古屋市天白区高島2丁目1410
		(72) 発明者	野田 俊治 岐阜県多治見市脇之島町4丁目26-11
		審査官	本多 仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で(以下同じ)、C: 0.10%以下、Si: 0.10~1.0%、Mn: 0.10~2.0%、Cr: 12.0~18.5%、N: 0.40~0.80%、Al: 0.030%未満及びO: 0.020%未満を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物から成る組成を有することを特徴とする耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼。

【請求項2】

C: 0.10%以下、Si: 0.10~1.0%、Mn: 0.10~2.0%、Cr: 12.0~18.5%、N: 0.40~0.80%、Al: 0.030%未満及びO: 0.020%未満を含有し、さらにNi: 0.20~3.0%、Cu: 0.20~3.0%、Mo: 0.20~4.0%及びCo: 0.50~4.0%のうちの1種又は2種以上を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物から成る組成を有することを特徴とする耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼。

【請求項3】

C: 0.10%以下、Si: 0.10~1.0%、Mn: 0.10~2.0%、Cr: 12.0~18.5%、N: 0.40~0.80%、Al: 0.030%未満及びO: 0.020%未満を含有し、さらにNb、V、W、Ti、Ta及びZrのうちの1種又は2種以上を各0.020~0.20%含有し、残部がFe及び不可避免的不純物から成る組成を有することを特徴とする耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼。

【請求項4】

C : 0 . 1 0 % 以下、S i : 0 . 1 0 ~ 1 . 0 %、M n : 0 . 1 0 ~ 2 . 0 %、C r : 1 2 . 0 ~ 1 8 . 5 %、N : 0 . 4 0 ~ 0 . 8 0 %、A l : 0 . 0 3 0 % 未満及びO : 0 . 0 2 0 % 未満を含有し、さらにN i : 0 . 2 0 ~ 3 . 0 %、C u : 0 . 2 0 ~ 3 . 0 %、M o : 0 . 2 0 ~ 4 . 0 % 及びC o : 0 . 5 0 ~ 4 . 0 % のうちの1種又は2種以上を含有し、またN b、V、W、T i、T a 及びZ r のうちの1種又は2種以上を各0 . 0 2 0 ~ 0 . 2 0 % 含有し、残部がF e 及び不可避的不純物から成る組成を有することを特徴とする耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼。

【請求項5】

残部のF e の一部の同量に代えてC a : 0 . 0 0 0 2 ~ 0 . 0 2 %、M g : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 % 及びB : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 % のうちの1種又は2種以上を含有することを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項記載の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼。

10

【請求項6】

残部のF e の一部の同量に代えてS : 0 . 0 3 ~ 0 . 4 %、T e : 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 5 % 及びS e : 0 . 0 2 ~ 0 . 2 0 % のうちの1種又は2種以上を含有することを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼。

【請求項7】

上記耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼の結晶粒内に2 μ m 以下の微細なクロム窒化物が析出していること特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項記載の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ある程度の耐食性を有し高硬度のステンレス鋼として、S U S 4 2 0 J 2 (C : 0 . 2 6 ~ 0 . 4 0 %、S i : 1 . 0 0 % 以下、M n : 1 . 0 0 % 以下、P : 0 . 0 4 0 % 以下、S : 0 . 0 3 0 % 以下、C r : 1 2 . 0 0 ~ 1 4 . 0 0 % を含有し、残部が実質的にF e)、S U S 4 4 0 C (C : C : 0 . 9 5 ~ 1 . 2 0 %、S i : 1 . 0 0 % 以下、M n : 1 . 0 0 % 以下、P : 0 . 0 4 0 % 以下、S : 0 . 0 3 0 % 以下、C r : 1 6 . 0 0 ~ 1 8 . 0 0 % を含有し、残部が実質的にF e) といったマルテンサイト系ステンレス鋼が用いられていた。

30

【0003】

上記マルテンサイト系ステンレス鋼は、線材、棒材、帯鋼、形鋼、鍛造品などに加工され、刃物、シャフト、軸受け、ノズル、弁座、バルブ、バネ、ねじ、ロール、タービンブレード、金型などの広い用途に使用されている。

しかし、上記マルテンサイト系ステンレス鋼のような硬度を高くしたものは、C を含有させることにより硬さを確保しているため、S U S 3 0 4、3 1 6 に代表されるオーステナイト系ステンレス鋼に比較して耐食性に劣り、屋外の水滴、水溶液などが付着するような環境下では使用できないという問題があった。

40

そのため、上記環境下で使用される部品などにおいては、めっきなどの表面処理を施して使用している。しかし、外的要因による傷やめっきが剥がれることにより母材が腐食されるという問題があった。

【0004】

さらに、ステンレス鋼の中では最も高い硬さが得られるものとされているS U S 4 4 0 C は、巨大な炭化物が生成しているため、極端に冷間加工性が劣るという欠点がある。

また、腐食環境下で多く使用されているS U S 3 0 4、3 1 6 に代表されるオーステナイト系ステンレス鋼は、耐食性に優れているが、一般にマルテンサイト系ステンレス鋼よ

50

り冷間加工性が悪く、強加工を加えても40HRC程度までしか硬さが上がらず、マルテンサイト系ステンレス鋼の焼入れ材の硬さは得られない。

【0005】

そこで、本出願人は、C：0.10～0.40%、Si：2.0%未満、Mn：2.0%未満、S：0.010%未満、Cu：0.01～3.0%、Ni：1.0超～3.0%、Cr：11.0～15.0%、Mo及びWの1種又は2種をMo+1/2W：0.01～1.0%、N：0.13～0.18%、Al：0.02%未満、O：0.010%未満を含有し、必要に応じて更にNb+Ta（Nb単独、Ta単独又はNbとTaの両方）：0.03～0.5%、Ti：0.03～0.5%、V：0.03～0.5%、B：0.001～0.01%、Ca：0.001～0.01%及びMg：0.001～0.01%の1種又は2種以上を含有し、残部が実質的にFeからなる耐食性及び冷間加工性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼を開発し、特願平11-41946号として特許出願をした。

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記特許出願のものは、C含有量を少なくして耐食性及び冷間加工性を高め、C含有量を少なくしたことによる硬さの低下をNを多く含有させることによって補っているものであるが、N含有量が十分でないため、耐食性及び硬さが十分でないという問題があった。

本発明は、上記特許出願のものより耐食性が優れ、またSUS420J2以上の冷間加工性及び焼戻し硬さを有しつつ、オーステナイト系ステンレス鋼であるSUS316と同等以上の耐食性を有するマルテンサイト系ステンレス鋼を提供することを課題としている。

20

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明者らは、耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼について鋭意研究していたところ、C含有量をより少なくし、加圧溶解によりN含有量をより多くすると、耐食性がより優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼が得られるとの知見を得た。

【0008】

また、通常の炭素を多く含有しているマルテンサイト系ステンレス鋼は、焼入れままが硬さが最も高く、焼戻し熱処理を施すと、500 近傍で若干の二次硬化が認められるものの、焼戻し温度の上昇に伴い硬さが減少していく。しかし、窒素を多量に含むと、焼戻し熱処理により、図2の写真に示すように結晶粒内に2µm以下の微細なクロム窒化物を析出し、図1に示すように550 付近まで焼入れままの硬さと同等以上の硬さが得られること、結晶粒内に析出したクロム窒化物が非常に微細なため、耐食性がほとんど劣化しないことなどの知見を得た。

30

本発明は、これらの知見に基づいて発明をしたものである。

【0009】

すなわち、本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼においては、成分組成をC：0.10%以下、Si：0.10～1.0%、Mn：0.10～2.0%、S：0.010%以下、Cr：12.0～18.5%、N：0.40～0.80%、Al：0.030%未満及びO：0.020%未満を含有し、残部がFe及び不可避的不純物から成るものとするものである。

40

【0010】

さらに、本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼においては、成分組成をC：0.10%以下、Si：0.10～1.0%、Mn：0.10～2.0%、S：0.010%以下、Cr：12.0～18.5%、N：0.40～0.80%、Al：0.030%未満及びO：0.020%未満を含有し、さらにNi：0.20～3.0%、Cu：0.20～3.0%、Mo：0.20～4.0%、Co：0.50～4.0%

50

、Nb：0.020～0.20%、V：0.020～0.20%、W：0.020～0.20%、Ti：0.020～0.20%、Ta：0.020～0.20%、Zr：0.020～0.20%、Ca：0.0002～0.02%、Mg：0.001～0.01%、B：0.001～0.01%、S：0.03～0.4%、Te：0.005～0.05%及びSe 0.02～0.20%のうち1種又は2種以上を含有し、残部がFe及び不可避的不純物から成るものとするものである。

【0011】

また、本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼においては、上記耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼の結晶粒内に2 μm以下の微細なクロム窒化物が析出しているものとするものである。

【0012】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼の成分及びその含有量を特定した理由を説明する。

C：0.10%以下

Cは、窒素ブローの抑制に寄与するが、多くなると耐食性を劣化させるので、その上限を0.10%以下とする。このCは、通常マルテンサイト系ステンレス鋼の焼入れ硬さを上昇させるために必須の元素であるが、本発明の鋼は、Nにより焼入れ硬さを上昇させることができるため、硬さの点から見れば可能な限り少ないほうが好ましい。

【0013】

Si：0.10～1.0%

Siは、脱酸剤として、冷間加工性を劣化する酸素を低減し、また耐食性を向上させるので、それらのために含有させる元素である。それらの作用効果を得るためには0.10%以上、好ましくは0.14%以上含有させる必要があるが、1.0%、好ましくは0.75%を超えると熱間加工性を劣化させ、またフェライト生成元素であるため、多量に添加すると窒素ブローを誘起するので、その含有量を0.10～1.0%とする。好ましい含有量は0.14～0.75%である。

【0014】

Mn：0.10～2.0%

Mnは、オーステナイト生成元素で、窒素の溶解量を著しく増加するので、そのために含有させる元素である。その作用効果を得るためには0.10%以上、好ましくは0.20%以上含有させる必要があるが、2.0%以上、好ましくは1.55%以上含有させると耐食性を劣化するので、その含有量を0.10～2.0%とする。好ましい含有量は0.20～1.55%である。

【0015】

S：0.03～0.40%

Sは、MnSとなって耐食性を劣化させるので、被削性が不必要な場合には低いほうが好ましい。ただ、被削性が優れたものが必要な場合には、0.03%以上含有させる必要があるが、多くなると熱間加工性、韌性、硬さ及び耐食性を劣化させるので、0.40%以下にする。

【0016】

Cr：12.0～18.5%

Crは、窒素の溶解量を増加させると共に、耐食性を向上させるので、それらのために含有させる元素である。その含有量が12.0%、好ましくは13.5%より少ないとSUS304、316と同等以上の耐食性を得るだけの窒素量である0.4%以上含有させることが困難であり、また18.5%を超えると、サブゼロ処理を施しても残留相が増加して硬さの低下を招き、コストも高くなるので、その含有量を12.0～18.5%とする。

【0017】

N：0.40～0.80%

10

20

30

40

50

Nは、侵入型元素であって、マルテンサイト系ステンレス鋼の硬さ及び耐食性を向上させるので、それらのために含有させる元素である。その含有量が0.40%、好ましくは0.43%より低いと56HRC以上の硬さが得られず、0.80%、好ましくは0.70%を超えると、窒素ブローが発生して健全な鋼塊が得られないので、その含有量を0.40~0.80%とする。好ましい含有量は0.43~0.70%である。

【0018】

Al: 0.030%未満

Alは、脱酸剤として添加する元素であるが、その含有量が0.030%以上になると、酸化物、窒化物の量が多くなって冷間加工性を低させるので、その含有量を0.030%未満とする。

10

O: 0.020%未満

Oは、他の金属元素と酸化物を形成し、冷間加工性を低下させるので、その含有量を0.020%未満とする。

【0019】

Cu: 0.50~3.0%

Cuは、オーステナイト生成元素で、オーステナイト相を多く含む凝固組織を得ることができ、窒素の溶解量を増加させると共に硫酸などの環境下で耐食性を向上させるので、それらのために含有させる元素である。それらの作用効果を得るには0.50%以上、好ましくは、0.71%以上含有させる必要があるが、3.0%、好ましくは2.1%を超えると熱間加工性を劣化させると共に、残留オーステナイトを増加させて焼入れ硬さを低下させ、また窒化物の固溶温度を上昇させるので、その含有量を0.50~3.0%とする。好ましい含有量は、0.71~2.1%である。

20

【0020】

Ni: 0.50~3.0%

Niは、Cuと同様にオーステナイト生成元素で、オーステナイト相を多く含む凝固組織を得ることができ、窒素の溶解量を増加させると共に、耐食性を向上させるので、それらのために含有させる元素である。それらの作用効果を得るには0.50%以上、好ましくは1.0%以上含有させる必要があるが、3.0%、好ましくは1.95%を超えると焼鈍後の硬さが低下せず、冷間加工性を低下し、また残留オーステナイトを増加させて焼入れ硬さを低下させ、また窒化物の固溶温度を上昇させるので、その含有量を0.50~3.0%とする。好ましい含有量は、1.0~1.95%である。

30

【0021】

Mo: 0.50~4.0%

Moは、窒素の溶解量を増加させると共に、耐食性を向上させるので、それらのために含有させる元素である。それらの作用効果を得るには0.50%以上、好ましくは1.0%以上含有させる必要があるが、4.0%、好ましくは3.0%を超えると凝固時に発生する窒素ブローの抑制に有効なオーステナイト相の確保が困難になるので、その含有量を0.50~4.0%とする。好ましい含有量は、1.0~3.0%である。

【0022】

Co: 0.50~4.0%

Coは、オーステナイト生成元素で、オーステナイト相を多く含む凝固組織を得ることができ、窒素の溶解量を増加させると共に、Ms点を高めて残留オーステナイト相を減少させるため、焼入れ後の硬さを確保するのに有効であるので、それらのために含有させる元素である。それら作用効果を得るには0.50%以上、好ましくは1.0%以上含有させる必要があるが、4.0%、好ましくは3.0%を超えると熱間加工性を劣化させると共に、窒化物の固溶温度を上昇させ、またコストも上昇させるので、その含有量を0.50~4.0%とする。好ましい含有量は1.0~3.0%である。

40

【0023】

Nb、V、W、Ti、Ta及びZr: 0.010~0.2%

Nb、V、W、Ti、Ta及びZrは、炭窒化物を形成し、そのピン止め効果により結

50

晶粒を微細化し、強度を向上させるので、それらのために含有させる元素である。それらの作用効果を得るには0.010%以上、好ましくは0.030%以上含有させる必要があるが、0.2%、好ましくは0.15%を超えると粗大な窒化物を形成し、耐食性及び疲労強度を劣化させるので、その含有量を0.010~0.2%とする。好ましい含有量は0.030~0.15%である。

【0024】

Ca: 0.0002~0.02%、Mg及びB: 0.001~0.01%

Ca、Mg及びBは、熱間加工性を向上させるので、そのために含有させる元素である。その作用効果を得るにはMg及びBでは0.001%以上含有させる必要があるが、0.01%より多いと逆に熱間加工性を低下させるので、その含有量を0.001~0.01%とする。また、Caは、熱間加工性を向上させる場合、その含有量を0.001~0.02%とするが、被削性も向上させるのでその場合、その含有量は0.0002~0.02%であるので、その範囲を0.0002~0.02%とする。

10

【0025】

Te: 0.005~0.05%

Teは、被削性を向上させるので、そのために含有させる元素である。その作用効果を得るには0.005%以上含有させる必要があるが、0.05%を超えると靱性及び熱間加工性を低下させるので、その含有量を0.005~0.05%とする。

Se: 0.02~0.20%

Seは、被削性を向上させるので、そのために含有させる元素である。その作用効果を得るには0.02%以上含有させる必要があるが、0.20%を超えると靱性を低下させるので、その含有量を0.02~0.20%とする。

20

【0026】

本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼の製造方法の一例は、上記合金組成を有する鋼を加圧可能な高周波誘導炉などの溶解炉で溶製し、インゴット、ピレットまたはスラブに鑄造し、その後このインゴットなどを熱間鍛造又は熱間圧延して必要な寸法の鋼材に製造することである。

【0027】

さらに、本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼の熱処理の一例を示すと次のとおりである。

30

焼なましは、 A_{c3} 点+30~70 で×3~5hr加熱後10~20 /hrの速度で650 付近まで炉冷し、その後空冷することによって行うことができる。

焼入れ焼戻しは、1000~1200 で0.5~1.5hr加熱後油冷して焼入れをし、その後200~700 で0.5~1.5hr加熱後空冷して焼戻しをすることによって行うことができる。

【0028】

また、本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼の用途は、刃物、シャフト、軸受け、ノズル、弁座、バルブ、パネ、ねじ、ロール、タービンブレード、金型などのSUS420J2を使用していた用途、SUS440Cを使用していた用途の一部などの耐食性に優れ、かつ高硬度の性質を必要とする用途である。

40

【0029】

【作用】

本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼は、上記成分組成にしたこと、特にN含有量を多くしたことにより、焼なまし後の冷間加工性がマルテンサイト系ステンレス鋼のSUS420J2(比較例1)より若干劣っている程度で、SUS440C(比較例2)よりかなり優れており、また焼入れ後の耐食性がオーステナイ系ステンレス鋼のSUS304(比較例3)より優れたものとなる。

さらに、焼入れ焼戻しをすると、図1に示すように550 付近まで焼入れままの硬さ以上の硬さが得られる。これは図2の写真(本発明例12の500 で焼戻しをしたものの走査型電子顕微鏡写真)に示すように結晶粒内に2µm以下の微細なクロム窒化物(白

50

い部分)を析出したためである。またこの結晶粒内に析出したクロム窒化物が非常に微細なため、表2に示すように耐食性がほとんど劣化しないものとなる。

また、焼入れ焼戻し硬さは、ステンレス鋼の中で最も硬いものとされているSUS440Cの焼入れ焼戻し硬さより高いものとなる。

【0030】

【実施例】

実施例1

下記表1に示す本発明例及び比較例の鋼を加圧可能な高周波誘導炉で50kg溶製した後、50kgの鑄塊に鑄造した。これらの鑄塊のうちの本発明例2及び熱間加工性を改善する成分を含有させたものより6×長さ110mmの試験片を採取し、熱間加工性を評価するグリーンブル試験を行い、その結果を下記表2に示す。続いて上記鑄塊を鍛伸して20mmの丸棒にした。その後健全部より素材を採取し A_{c3} 点+50で×4hr加熱後15/hrの速度で650まで炉冷し、その後空冷した。これらの丸棒より冷間加工性を評価するため、15mm×高さ22.5mmの端面拘束圧縮試験片を採取し、下記方法で端面拘束圧縮試験を行い、その結果を下記表2に示す。

10

【0031】

次に、上記丸棒より硬さ試験片、塩水噴霧試験片及び孔食電位測定用試験片を採取した。その後本発明例の試験片においては、熱処理として1150で1hr加熱後油冷する焼入れをし、焼入れ状態では残留量が多く、硬さが十分でないものはサブゼロ処理(-80)をした。また比較例の試験片においては、比較例1及び比較例2に本発明例と同じ条件で熱処理を行い、比較例3~5に1050×1hrで加熱後水冷する熱処理を行った。

20

上記熱処理をした各試験片を用いて下記方法で硬さ試験、塩水噴霧試験及び孔食電位測定を実施した。その結果を下記表2に示す。

さらに、上記丸棒より硬さ試験片、塩水噴霧試験片及び被削性試験片(本発明例2と被削性を改善する成分を含有させたもの)を採取し、1150で1hr加熱後油冷する焼入れをし、その後500で1hr加熱後空冷する焼戻しをした。これらの試験片を用いて下記方法で硬さ試験、塩水噴霧試験及び被削性試験を実施した。その結果を下記表2に示す。

なお、Pの含有量は全ての鋼種で0.03mass%以下であった。

30

【0032】

グリーンブル試験は、900~1300の範囲で50刻みで実施した。ベース鋼対比で絞り値が40%以上となる温度範囲が増加したものを、変わらなかったものを、劣化したものを×として評価した。

端面拘束圧縮試験は、15mm×高さ22.5mmの試験片を使用して端面拘束圧縮により、各減面率で10個圧縮試験を行い、割れが発生した確率が50%となる減面率を限界割れとして求めた。

硬さ測定は、HRCにて測定した。

塩水噴霧試験片は、JIS Z 2371に準拠して行い、腐食しなかつたものをA、若干腐食が見られるものをB、腐食が見られるものをC、全面が腐食しているものをDとした。

40

【0033】

孔食電位測定は、JIS G 0577に準拠して行い、 V_c 10で評価した。

被削性を評価するドリル寿命試験は、SKH51製5ストレートシャンクドリルを工具とし、潤滑剤を使用せず送り速度0.07mmで切削不能となるまで実施した。評価は、切削距離1000mmで切削不能となる切削速度で評価し、本発明例2の鋼を1.0とした時の比率で表した。

【0034】

【表1】

(mass%)

表 1 の 1

No.	C	Si	Mn	S	Cr	N	Al	O	Ni	Cu	Mo	Co	Nb	V	W	Ti	Ta	Zr	B, Ca, Mg	S, Te, Se
1	0.01	0.15	0.61	0.001	13.5	0.43	0.012	0.005												
2	0.01	0.14	0.52	0.002	15.3	0.51	0.006	0.004												
3	0.02	0.19	1.53	0.002	17.5	0.71	0.002	0.006												
4	0.05	0.71	1.20	0.002	15.3	0.48	0.006	0.003												
5	0.03	0.30	0.50	0.002	15.1	0.51	0.008	0.002	2.02											
6	0.02	0.20	0.43	0.001	14.9	0.49	0.010	0.004	1.10	1.48										
7	0.05	0.15	0.51	0.004	15.9	0.44	0.010	0.007	2.10	2.10										
8	0.05	0.35	0.24	0.001	15.3	0.52	0.011	0.006	1.10	1.01	1.50									
9	0.02	0.38	1.50	0.003	15.1	0.53	0.006	0.008	1.20	0.80		2.10								
10	0.02	0.25	0.64	0.001	15.6	0.56	0.007	0.005	1.21	1.53			0.05							
11	0.02	0.15	0.80	0.008	16.1	0.58	0.006	0.005	0.58	1.81			0.12	0.08						
12	0.03	0.23	0.65	0.001	15.5	0.55	0.007	0.006	1.01	1.60			0.15	0.12	0.05					
13	0.02	0.19	0.80	0.004	15.1	0.57	0.003	0.006	1.50	1.60				0.05	0.05	0.05				
14	0.06	0.31	0.65	0.002	14.1	0.45	0.002	0.005	0.60	0.71							0.08	0.05		
15	0.01	0.20	0.80	0.002	15.3	0.52	0.001	0.006	1.30	0.81					0.12		0.03			
16	0.01	0.16	0.51	0.005	18.2	0.48	0.001	0.004					0.08							
17	0.02	0.21	0.53	0.008	15.3	0.52	0.003	0.006						0.13						
18	0.01	0.31	0.64	0.004	15.7	0.55	0.002	0.003												
19	0.03	0.15	0.52	0.005	15.1	0.51	0.003	0.006												
20	0.01	0.21	0.61	0.006	14.8	0.48	0.004	0.002												
21	0.02	0.23	0.41	0.002	15.6	0.56	0.001	0.001												
22	0.01	0.21	0.51	0.001	14.8	0.51	0.001	0.002											Ca:0.0031	
23	0.01	0.15	0.68	0.002	15.3	0.58	0.002	0.003										0.04	B:0.0016	

本 発 明 例

10

20

30

40

(mass%)

表 1の2

No	C	Si	Mn	S	Cr	N	Al	O	Ni	Cu	Mo	Co	Nb	V	W	Ti	Ta	Zr	B, Ca, Mg	S, Te, Se
24	0.01	0.14	0.51	0.001	15.8	0.54	0.001	0.003											Mg:0.0014	S:0.21
25	0.01	0.21	0.54		15.2	0.48	0.002	0.001												
26	0.02	0.24	0.50		15.6	0.51	0.001	0.003												S:0.15 Te:0.03
27	0.01	0.23	0.48	0.001	15.1	0.47	0.002	0.004											Ca:0.0028	Se:0.18
28	0.02	0.31	0.64	0.002	17.7	0.61	0.003	0.004	0.81											S:0.14
29	0.03	0.21	0.49		18.1	0.60	0.001	0.002		0.52	1.03								B:0.0019	
30	0.01	0.25	0.51	0.003	17.3	0.57	0.002	0.004	0.53							0.06				
31	0.04	0.31	0.56	0.004	15.3	0.51	0.003	0.003				2.12			0.07				Ca:0.0016	Se:0.11
32	0.02	0.24	0.48	0.004	15.3	0.52	0.001	0.002			1.01					0.05			Mg:0.0021	Se:0.12 Te:0.04
33	0.01	0.41	0.47		14.8	0.48	0.005	0.003	0.54				0.09						Ca:0.0023	S:0.13
34	0.01	0.31	0.54	0.001	15.6	0.53	0.006	0.004						0.13						Se:0.16
35	0.01	0.25	0.53	0.003	17.2	0.51	0.004	0.002											Mg:0.0019	S:0.25
36	0.01	0.20	0.51		16.1	0.57	0.005	0.003												
1	0.31	0.21	0.45	0.030	13.2	0.01			0.08	0.08	0.01									
2	1.01	0.20	0.40	0.040	16.5	0.02			0.02	0.10	0.02									
3	0.06	0.51	1.21	0.010	18.1	0.03			7.70	0.12	0.03									
4	0.04	0.34	1.12	0.010	18.3	0.02			11.60	0.21	2.31									
5	0.20	0.18	0.18	0.003	14.1	0.14			1.10	1.02	0.89									
1	0.11	0.20	0.45	0.002	15.0	0.50	0.003	0.005												
2	0.12	0.23	0.23	0.001	15.3	0.43	0.008	0.006	0.53	0.48										
3	0.12	0.25	0.40	0.003	15.1	0.51	0.001	0.003	0.81	1.45										0.05

比較例 1 : SUS420J2、比較例 2 : SUS440C、比較例 3 : SUS304、比較例 4 : SUS316、比較例 5 : 特願平11-41946の実施例 2

【表 2】

表 2

	No.	冷間加工性 (%)	焼入れ (サブゼロ)			焼入れ焼戻し (500 °C)			熱間 加工性
			硬 さ (HRC)	耐 食 性		硬 さ (HRC)	耐食性 塩水噴霧試験	被削性	
				塩水噴霧試験	孔食電位 (VvsS. C. E)				
本 発 明	1	8 0.0	5 5.1	A	0.3 8	5 8.3	A	1.0	△
	2	7 5.0	5 6.2	A	0.4 5	5 9.5	A		
	3	7 0.0	5 8.1	A	0.6 8	6 2.1	A		
	4	7 2.5	5 6.3	A	0.4 3	5 8.8	A		
	5	7 0.0	5 6.1	A	0.4 5	5 9.3	A		
	6	7 0.0	5 5.9	A	0.4 8	5 8.7	A		
	7	7 0.0	5 5.7	A	0.4 1	5 8.1	A		
	8	7 0.0	5 6.8	A	0.6 1	5 9.2	A		
	9	6 7.5	5 6.9	A	0.5 2	5 8.9	A		
	10	7 0.0	5 6.6	A	0.4 6	5 9.5	A		
11	7 0.0	5 6.7	A	0.4 8	5 8.6	A			
12	7 0.0	5 6.6	A	0.4 8	5 8.4	A			
13	6 7.5	5 6.4	A	0.4 6	5 9.1	A			
14	7 2.5	5 5.5	A	0.4 2	5 7.9	A			
15	7 0.0	5 6.1	A	0.4 3	5 8.1	A			
例	16	7 0.0	5 5.3	A	0.5 1	5 8.5	A		
	17	7 2.5	5 5.4	A	0.3 9	5 8.1	A		
	18	7 2.5	5 6.1	A	0.4 2	5 9.1	A		
	19	7 0.0	5 5.3	A	0.4 5	5 8.1	A		
	20	7 2.5	5 5.6	A	0.3 9	5 8.8	A		
例	21	6 7.5	5 6.3	A	0.4 6	6 0.1	A	1.3	○ ○ ○
	22	7 5.0	5 6.1	A	0.4 2	5 9.8	A		
	23	7 2.5	5 6.9	A	0.5 6	6 0.8	A		
	24	7 2.5	5 6.1	A	0.5 0	5 8.7	A		
	25	—	5 5.8	A	0.2 7	5 8.8	A		
例	26	—	5 5.3	A	0.2 9	5 8.6	A	1.3	○
	27	—	5 5.1	A	0.3 1	5 8.1	A		
	28	7 0.0	5 7.6	A	0.5 2	6 0.1	A		
	29	—	5 8.2	A	0.3 5	6 1.2	A		
	30	7 0.0	5 5.9	A	0.4 8	5 8.6	A		
	31	—	5 5.8	A	0.3 1	5 8.2	A		
32	—	5 6.3	A	0.3 2	5 9.7	A			
33	—	5 5.7	A	0.2 7	5 8.3	A			
34	7 0.0	5 6.3	A	0.4 2	5 9.1	A			
35	—	5 5.7	A	0.2 9	5 8.1	A			
36	—	5 5.8	A	0.2 8	5 8.6	A			
比 較 例	1	7 2.5	5 4.5	C	0.0 1	5 2.8	D	0.9	
	2	4 0.0	6 2.3	D	-0.1 1	5 4.3	D		
	3	7 7.5	—	A	0.2 6	—	—		
	4	7 7.5	—	A	0.3 8	—	—		
	5	7 7.5	5 4.0	B	0.2 5	—	—		
参 考 例	1	7 2.5	5 7.2	A	0.4 3	6 0.2	A		
	2	7 0.0	5 7.1	A	0.4 2	6 0.3	A		
	3	7 0.0	5 5.9	A	0.4 2	5 8.1	A		

10

20

30

40

【 0 0 3 6 】

実施例 2

上記実施例 1 の本発明例 1 2 及び比較例 1 の丸棒より硬さ試験片を採取し、1150 で 1 h r 加熱後油冷する焼入れをし、その後 100 ~ 700 で 1 h r 加熱後空冷する焼戻しをした。これらの試験片を用いて上記方法で硬さ試験をし、その結果を図 1 に示す。

50

【0037】

表2の結果より、本発明例の冷間加工性（限界圧縮率）は、67.5～80.0%であり、本発明例1を除いてオーステナイト系ステンレス鋼の比較例3（SUS304）と比較例4（SUS316）及び従来のマルテンサイト系ステンレス鋼の比較例5よりやや劣っているが、従来のマルテンサイト系ステンレス鋼の比較例1（SUS420J2）と同程度であり、従来のマルテンサイト系ステンレス鋼の比較例2（SUS440C）よりかなり優れていた。

【0038】

さらに、本発明例の焼入れ後500℃で焼戻しをした硬さは、57.9～62.1HRCであり、本発明例の焼入れもしくは焼入れとサブゼロ処理をしたままの硬さの55.1～58.2HRCより約3HRC高くなっていた。一方従来のマルテンサイト系ステンレス鋼の比較例1及び2は、焼入れ後500℃で焼戻しをした硬さが52.8及び54.3HRCであり、焼入れままの硬さの54.5及び62.3HRCよりやや又は大幅に低下していた。また本発明例の焼入れ後500℃で焼戻しをした硬さは、比較例1及び比較例2の焼入れ後500℃で焼戻しをしたものと比較するとかなり高くなり、また比較例2の焼入れしたままよりやや低い程度であった。

【0039】

また、本発明例の塩水噴霧試験の結果は、焼入れもしくは焼入れとサブゼロ処理をしたままのもの及び焼入れ後500℃で焼戻しをしたもののいずれもA（腐食がないもの）であり、オーステナイト系ステンレス鋼の比較例3及び4と同程度であった。しかし、従来のマルテンサイト系ステンレス鋼の比較例1及び2は、いずれもC（腐食が見られるもの）またはD（全面が腐食しているもの）であった。

また、本発明例の孔食電位測定の結果は、0.27～0.68VvsS.C.Eでオーステナイト系ステンレス鋼の比較例3及び4と同程度のものもあるが、大部分がそれより高く、また比較例1及び2よりかなり高くなっていた。

【0040】

また、被削性を改善する成分を含有させた本発明例25～27、29、31～36は含有させない本発明例2と比較して1.1～1.3倍になっていた。

また、熱間加工性を改善する成分を含有させた本発明例22～24、28及び30は、含有させない本発明例2対比で絞り値が40%以上となる温度範囲が増加しており、熱間加工性が優れていた。

【0041】

図1の結果より、本発明例10の硬さは、焼入れままの56.6HRCから焼戻し温度が約400℃まで徐々に上昇し、そこから急に上昇し、焼戻し温度が500℃で最高の59.5HRCになっている。

これに対して、比較例1（SUS420J2）の硬さは、焼入れままの54.5HRCから焼戻し温度が約400℃まで徐々に低下し、そこから急に上昇し、焼戻し温度が500℃で52.8HRCになっているが、焼入れままの硬さより高くなっていない。

【0042】

【発明の効果】

本発明の耐食性に優れた高硬度マルテンサイト系ステンレス鋼は、上記構成にしたことにより、次のような優れた効果を奏する。

- (1) SUS420J2と比較すると、硬さがかなり高いにもかかわらず、冷間加工性が同等であり、耐食性ではかなり優れている。
- (2) SUS316と比較すると、冷間加工性はやや劣っているが、耐食性が同程度であり、硬さがかなり高くなっている。
- (3) ステンレス鋼の中で最も硬いものとされているSUS440Cと比較すると、冷間加工性及び耐食性が非常に優れており、また焼戻し硬さがかなり高くなっている。
- (4) Niを含有しないか、または少ないので、安価に製造することができる。

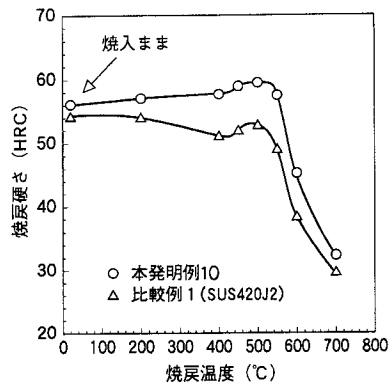
【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の本発明例10と比較例1の焼戻し温度と焼戻し硬さの関係を示すグラ

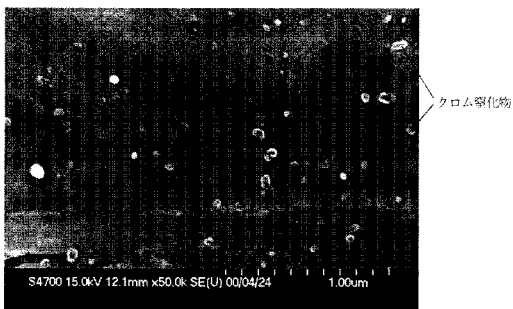
フである。

【図2】 実施例の本発明例 10 の 500 で焼戻しをしたものの走査型電子顕微鏡写真である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(56)参考文献 独国特許発明第03901470(DE, C2)

Hans Berns, Martensitic high-nitrogen steels, steel research, ドイツ, 1992年 8月
, Vol.63 No.8, Page.343-347

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 38/00-38/60