

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2002 年 12 月 12 日 (12.12.2002)

PCT

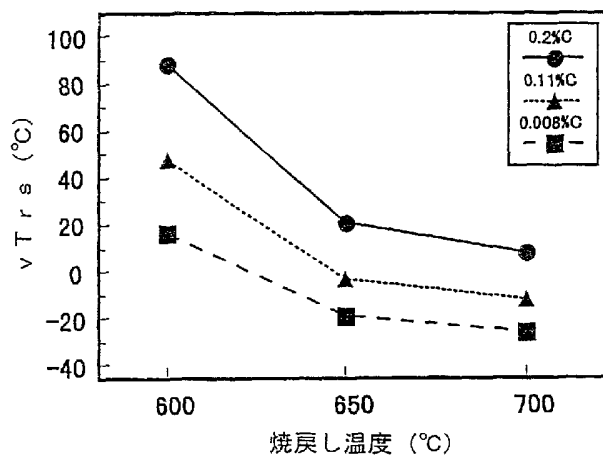
(10) 国際公開番号
WO 02/099150 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C22C 38/00 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 近藤 邦夫
(KONDO, Kunio) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 榑田 隆弘 (KUSHIDA, Takahiro) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 小溝 裕一 (KOMIZO, Yuichi) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 五十嵐 正晃 (IGARASHI, Masaaki) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/05399
- (22) 国際出願日: 2002 年 5 月 31 日 (31.05.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2001-167046 2001 年 6 月 1 日 (01.06.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友金属工業株式会社 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 森道雄, 外 (MORI, Michio et al.); 〒660-0892 兵庫県 尼崎市 東難波町五丁目 1 7 番 2 3 号 住友生命尼崎ビル 森道雄特許事務所 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: MARTENSITIC STAINLESS STEEL

(54) 発明の名称: マルテンサイト系ステンレス鋼



1...TEMPERING TEMPERATURE (°C)

(57) Abstract: A martensitic stainless steel which comprises, in mass %, 0.01 to 0.1 % of C, 9 to 15 % of Cr, 0.1 % or less of N, wherein it contains carbides present in old austenite grain boundaries in an amount of 0.5 vol % or less, or wherein carbides contained therein have a maximum short diameter of 10 to 200 nm, or wherein carbides contained therein have a ratio of an average Cr concentration to an average Fe concentration of 0.4 or less, or wherein it contains carbides of $M_{23}C_6$ type in an amount of 1 vol % or less, carbides of M_3C type in an amount of 0.01 to 1.5 vol %, and nitrides of MN type or M_2N type in an amount of 0.3 vol % or less. The martensitic stainless steel has a relatively high Cr content resulting in high strength, and also exhibits improved toughness, and accordingly has a wide range of applications including those for an oil well containing carbon dioxide and a small amount of hydrogen sulfide, in particular, an oil well pipe for a greatly deep oil well.

[続葉有]



DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

質量%で、C : 0.01 ~ 0.1%、Cr : 9 ~ 15%、N : 0.1%以下を含み、旧オーステナイト結晶粒界に存在する炭化物量を0.5体積%以下、または炭化物の最大短径長さを10 ~ 200 nm、または炭化物中の平均Cr濃度と平均Fe濃度の比を0.4以下、またはM₂₃C₆型の炭化物量を1体積%以下、M₃C型の炭化物の合計量を0.01 ~ 1.5体積%、MN型またはM₂N型の窒化物量の量を0.3体積%以下に規定することによって、C含有量が比較的高くて高強度であるにも係わらず、高靱性なマルテンサイト系ステンレス鋼を提供できる。これにより、炭酸ガスと微量の硫化水素を含む油井用、特に大深度油井用の油井管などの用途に、広く適用することができる。

明 細 書

マルテンサイト系ステンレス鋼

技術分野

05 本発明は、炭酸ガスと微量の硫化水素を含む油井やガス井（以下、これらを総称して単に「油井」という）、特に大深度油井で用いられる油井管などの用途に好適である耐食性と靱性に優れた高強度マルテンサイト系ステンレス鋼に関する。

10 背景技術

 炭酸ガスと微量の硫化水素を含む油井環境では、13%Crマルテンサイト系ステンレス鋼が多く用いられている。具体的には、API（全米石油協会）で定められているAPI-13%Cr鋼（13%Cr-0.2%C）が良好な炭酸ガス腐食性を備えることから多用されている（本
15 明細書では特にことわりがなければ、%は質量%を表す）。しかし、このAPI-13%Cr鋼は靱性が比較的低く、一般的な油井管として必要とされる強度の降伏応力552～655MPa（80～95ksi）級の鋼としては十分使用に耐えるが、大深度油井の開発に必要とされる強度の降伏応力759MPa（110ksi）級以上の鋼としては、靱
20 性が低下し、使用に耐えないという問題があった。

 近年、耐食性を向上させる目的で、C含有量を極低量にし、代わりにNiを添加した、改良型13%Cr鋼が開発されている。この改良型13%Cr鋼は、より厳しい腐食環境で用いることが可能であり、また高
25 強度にしても靱性が良好であることから、高強度が要求される条件でも使用されつつある。しかしながら、C含有量を低減すると熱間加工性、耐食性、靱性などに有害なδフェライトが析出しやすくなるので、それを抑制するために、添加Cr量、Mo量等に応じて高価なNiを適量含

有させる必要があり、価格が大幅に上昇する問題があった。

API-13%Cr鋼、改良13%Cr鋼において、高強度かつ靱性を改善する試みがいくつか提案されている。例えば、特開平8-120415号公報には、API-13%Cr鋼をベースとして、Alに固定されない有効Nを活用して強度、靱性を改善しようとする試みが示されている。しかし、この従来技術では、その実施例に示されているように、降伏応力552～655MPa（80～95ksi）級の鋼でもシャルピー衝撃試験の破面遷移温度がせいぜい-20～-30℃程度に留まっており、759MPa（110ksi）級以上の高強度において靱性を確保することはできない。

特開2000-144337号、特開2000-226614号、特開2001-26820号および特開2001-32047号の各公報には、低C含有量の改良型13%Cr鋼において高強度かつ高靱性を確保する技術が示されている。すなわち、Vの微細析出を活用するとともに、粒界の炭化物の析出をコントロールしたり、残留オーステナイトを析出させることにより高強度において高靱性を得る技術が示されている。しかし、そのために、高価なNiまたはVを相当量添加し、さらに焼戻し条件を狭い範囲にコントロールしており、API-13%Cr鋼に比較すると、大幅に価格が高くなる問題があった。

発明の開示

本発明の課題は、靱性を支配する因子を体系的に明確にすることにより靱性を向上させた、耐食性と靱性に優れた高強度マルテンサイト系ステンレス鋼を提供することにある。

発明者らは、上記の課題を達成するため、マルテンサイト系ステンレス鋼における靱性を支配する因子を体系的に調査した。その結果、従来知られていた、高Ni鋼において高温焼戻しを行って残留オーステナイ

トを析出させる方法や、V Cを優先析出させるという粒内炭化物分散方法を用いなくとも、析出炭化物の構造と組成をコントロールすることによって、大幅に靱性を改善することができることを見いだした。

発明者らは、まず、A P I - 1 3 % C r 鋼の靱性が低い原因を調査した。方法は、C含有量を変化させても δ フェライトが生成せずにマルテンサイト单相が得られる1 1 % C r - 2 % N i - F e 鋼において、C含有量を0 . 2 0 %、0 . 1 1 %、0 . 0 0 8 %に変化させた鋼を準備して、焼戻し温度を変化させた場合の組織と焼戻し後の靱性を調査した。

図1は、その結果である。横軸は焼戻し温度 (°C)、縦軸は破面遷移温度 $v T r s$ (°C) である。このように、C含有量を低減すれば、靱性は向上する。

図2は、A P I - 1 3 % C r 鋼とC含有量が同程度の0 . 2 0 %の鋼から採取した抽出レプリカの電子顕微鏡写真の一例である。この写真から分かるように、通常の焼戻しをおこなうと、多量の炭化物が生成し、しかも、その炭化物は M_3C 型ではなく、粗大な $M_{23}C_6$ 型が主体であった (M は金属元素を表す)。この $M_{23}C_6$ 型の炭化物における金属元素は少量のF eを含有するC rが主体であった。一方、C含有量が0 . 0 0 8 %の鋼では、炭化物はほとんど存在しなかった。

したがって、A P I - 1 3 % C r 鋼の靱性が低い理由は、多量に析出した $M_{23}C_6$ 型の炭化物であることが明確となった。よって、マルテンサイト系ステンレス鋼において、高靱性を得るためにはC含有量を著しく低減して、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物が析出しないようにすればよい。しかし、C含有量を低くすると高強度が得られ難くなるとともに、マルテンサイト单相を維持するためにN iの添加が必要となり、コストがアップする問題がある。

そこで、C含有量を低くしなくとも、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物を析出させず、靱性が良好となるような組織を調査した。その結果、 $M_{23}C_6$ 型の

炭化物の析出を抑制し、そのためCが過飽和に固溶した金属組織よりも、むしろ $M_{23}C_6$ 型の炭化物に比べて大きさが著しく小さい M_3C 型の炭化物を積極的に微細析出させた金属組織の方が靱性が良好になることが判明した。

05 図3は、溶体化後空冷することにより M_3C 型の炭化物を微細析出させた鋼から採取した抽出レプリカの電子顕微鏡写真の一例である。なお、基本組成は、0.06% C - 11% Cr - 2% Ni - Feである。

図4は、 M_3C 型の炭化物を微細析出させた場合と炭化物を全く析出させなかった場合の靱性を示す図である。横軸はC含有量（質量%）、
10 縦軸は破面遷移温度 vT_{rs} （℃）であり、基本組成は、11% Cr - 2% Ni - Feである。また、 M_3C 型の炭化物を析出させた鋼は、溶体化後、空冷（室温下での放冷）することにより作製し、炭化物を析出させなかった鋼は、溶体化後、急冷（水冷）することにより作製した。

これからわかるように、両者は、どのC含有量においても靱性が大きく異なり、 M_3C 型の炭化物が微細に析出した鋼（図中の■印）の方が炭化物が全く析出していない鋼（図中の□印）より著しく良好である。

15 なお、これらの鋼にはδフェライトは全く存在せず、マルテンサイト組織において炭化物の靱性に及ぼす影響が明らかになった。

また、炭化物の組成を調査したところ、 $M_{23}C_6$ 型炭化物中のMはCr主体であり、 M_3C 型の炭化物中のMはFe主体であることも判明し、
20 M_3C 型の炭化物を析出させても、 M_3C 型の炭化物ならば、耐食性は低下しないことが判明した。

これらの知見をもとに、マルテンサイト系ステンレス鋼における炭化物の靱性に及ぼす影響をさらに詳細に検討した。その結果、以下に述べる条件を満たす金属組織であれば靱性が改善されることが判明した。
25

粒内に析出する炭化物は、靱性をあまり低下させない。これに対して、旧オーステナイト結晶粒界に炭化物が多量に析出すると、靱性が大きく

低下する。炭化物の種類によらず、旧オーステナイト結晶粒界に存在する炭化物の量が0.5体積%以下であれば靱性は低下せず、むしろ向上する。

また、靱性は、炭化物の大きさにも影響され、炭化物が大きすぎると靱性は低下するが、全く炭化物がない状態よりはむしろ微細な炭化物を分散させた方が靱性は向上する。具体的には、炭化物の最大短径長さが10～200nmであれば、靱性が大幅に向上する。

さらに、靱性は、炭化物の組成にも影響され、炭化物中の平均Cr濃度[Cr]が高すぎると、靱性が低下する。一方、炭化物の種類によらず、炭化物中の平均Cr濃度[Cr]と平均Fe濃度[Fe]との比([Cr]/[Fe])が0.4以下であれば、靱性が大幅に向上する。

また更に、靱性は、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物の量、 M_3C 型の炭化物の量、およびMN型または M_2N 型の窒化物の量にも影響され、これら炭化物および窒化物の量が適切でないと、靱性が低下する。具体的には、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物の量が1体積%以下、 M_3C 型の炭化物の量が0.01～1.5体積%、MN型または M_2N 型の窒化物の量が0.3体積%以下であれば、靱性が大幅に向上する。

なお、旧オーステナイト結晶粒界とは、マルテンサイト変態する前組織であるオーステナイト状態における結晶粒界をいう。

以上の知見に基づいて完成させた本発明の要旨は、下記(1)～(4)である。

(1) 質量%で、C:0.01～0.1%、Cr:9～15%、N:0.1%以下を含み、鋼中の旧オーステナイト結晶粒界に存在する炭化物の量が0.5体積%以下であるマルテンサイト系ステンレス鋼。

(2) 質量%で、C:0.01～0.1%、Cr:9～15%、N:0.1%以下を含み、鋼中の炭化物の最大短径長さが10～200nmであるマルテンサイト系ステンレス鋼。

(3) 質量%で、C : 0.01~0.1%、Cr : 9~15%、N : 0.1%以下を含み、鋼中の炭化物中の平均Cr濃度 [Cr] と平均Fe濃度 [Fe] との比 ([Cr] / [Fe]) が0.4以下であるマルテンサイト系ステンレス鋼。

05 (4) 質量%で、C : 0.01~0.1%、Cr : 9~15%、N : 0.1%以下を含み、鋼中の $M_{23}C_6$ 型の炭化物の量が1体積%以下、 M_3C 型の炭化物の量が0.01~1.5体積%、MN型または M_2N 型の窒化物の量が0.3体積%以下であるマルテンサイト系ステンレス鋼。

10 上記(1)~(4)のマルテンサイト系ステンレス鋼は、C、CrおよびN以外に、質量%で、Si : 0.05~1%、Mn : 0.05~1.5%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、Ni : 0.1~7.0%、Al : 0.0005~0.05%を含み、残部Feおよび不純物であることが望ましい。

15 また、本発明になるマルテンサイト系ステンレス鋼は、必要に応じて、下記のA群、B群およびC群のうちの1群以上の元素を含んだものであってもよい。

A群 ; Mo : 0.05~5%およびCu : 0.05~3%の1種以上、

20 B群 ; Ti : 0.005~0.5%、V : 0.005~0.5%およびNb : 0.005~0.5%の1種以上、

C群 ; B : 0.0002~0.005%、Ca : 0.0003~0.005%、Mg : 0.0003~0.005%および希土類元素 : 0.0003~0.005%の1種以上。

25 図面の簡単な説明

図1は、基本組成が11%Cr-2%Ni-Fe鋼において、C含有量を0.20%、0.11%および0.008%に変化させた鋼の焼戻

し温度と破面遷移温度 $v T r s$ との関係を示す図である。

図2は、粗大な $M_{23}C_6$ 型の炭化物が析出した基本組成が $0.20\% C - 11\% Cr - 2\% Ni - Fe$ 鋼の抽出レプリカの電子顕微鏡写真の一例を示す図である。

05 図3は、微細な M_3C 型の炭化物が析出した基本組成が $0.06\% C - 11\% Cr - 2\% Ni - Fe$ 鋼の抽出レプリカの電子顕微鏡写真の一例を示す図である。

10 図4は、 M_3C 型の炭化物を微細析出させた場合と炭化物を全く析出させなかった場合においてC含有量と破面遷移温度 $v T r s$ との関係を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼を上記のように定めた理由について、化学組成および金属組織に分けて詳細に説明する。なお、
15 以下において、「%」は、特に断らない限り、「質量%」を意味する。

1. 化学組成

$C : 0.01 \sim 0.1\%$

20 C は、オーステナイト生成元素であり、 C を含有させることによって、同じオーステナイト生成元素である Ni 含有量を低減できるので、 C は 0.01% 以上含有させる。しかし、 C 含有量が 0.1% を超えると、 CO_2 などを含む腐食環境下における耐食性が劣化する。したがって、 C 含有量は $0.01 \sim 0.1\%$ とした。なお、 Ni 含有量を低減する観点からは C 含有量は 0.02% 以上とするのが望ましく、好ましい範囲は $0.02 \sim 0.08\%$ 、より好ましい範囲は $0.03 \sim 0.08\%$ である。
25

$Cr : 9 \sim 15\%$

Cr は、本発明の対象であるマルテンサイト系ステンレス鋼の基本元

素である。また、Crは、 CO_2 、 Cl^- 、 H_2S などを含む厳しい腐食環境下における耐食性、耐応力腐食割れ性などを確保するために重要な元素である。さらに、Crの含有量が適切な範囲であれば、焼入れ処理によって、金属組織を安定してマルテンサイトとすることができる効果を有する。これらの効果を得るために、Crは9%以上含有させる必要がある。しかし、15%を超えて含有させると、鋼の金属組織にフェライトが生成しやすくなり、焼入れ処理によって、マルテンサイト組織が得られにくくなる。したがって、Cr含有量は9～15%とした。好ましい範囲は10～14%、より好ましい範囲は11～13%である。

N：0.1%以下

Nはオーステナイト生成元素であり、Cと同様に、Ni含有量を低減することができる元素である。しかし、N含有量が0.1%を超えると、靱性が劣化する。したがって、N含有量は0.1%以下とした。好ましい含有量は0.08%以下、より好ましい含有量は0.05%以下である。

2. 金属組織

本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼は、前述したように、下記の条件aまたは条件bまたは条件cまたは条件dを満たす必要がある。

条件a：旧オーステナイト結晶粒界に存在する炭化物の量が0.5体積%以下であること。

条件b：粒内に分散した炭化物の最大短径長さが10～200nmであること。

条件c：鋼中の炭化物中に含まれる平均Cr濃度[Cr]と平均Fe濃度[Fe]との比([Cr]/[Fe])が0.4以下であること。

条件d：鋼中の M_{23}C_6 型の炭化物の量が1体積%以下、 M_3C 型の炭化物の量が0.01～1.5体積%、MN型または M_2N 型

の窒化物の量が0.3体積%以下であること。

すなわち、炭化物、なかでも $M_{23}C_6$ 型の炭化物は、旧オーステナイト結晶粒界に優先的に析出し、鋼の靱性を低下させる。旧オーステナイト結晶粒界に存在する炭化物の量が0.5体積%を超えると、靱性が向上しない。このため、本発明では、旧オーステナイト結晶粒界に存在する炭化物の量を0.5体積%以下とした。好ましくは0.3体積%以下、より好ましくは0.1体積%以下である。なお、旧オーステナイト結晶粒界には、炭化物が全く存在しないのが最も望ましい。このため、下限は特に規定しない。

粗大化した炭化物は鋼の靱性を低下させるが、粒内には炭化物が全く存在しないより、むしろ最大短径長さが10nm以上の微細な炭化物を分散させると靱性が向上する。しかし、炭化物の最大短径長さが200nmを超えると、靱性が向上しない。このため、本発明では、鋼中の炭化物の最大短径長さを10～200nmとした。なお、最大短径長さの好ましい上限は100nm、より好ましい上限は80nmである。

炭化物中の平均Cr濃度[Cr]と平均Fe濃度[Fe]との比([Cr]/[Fe])が0.4を超えると、靱性が向上せず、さらに、耐食性も低下する。このため、本発明では、鋼中の炭化物中に含まれる平均Cr濃度[Cr]と平均Fe濃度[Fe]との比([Cr]/[Fe])を0.4以下とした。好ましくは0.3以下、より好ましくは0.15以下である。なお、濃度比([Cr]/[Fe])は、小さければ小さいほどよい。このため、下限は特に規定しない。

鋼中の $M_{23}C_6$ 型の炭化物、 M_3C 型の炭化物、およびMN型または M_2N 型の窒化物の量が、それぞれ、1体積%超、0.01体積%未満または1.5体積%超、および0.3体積%超であると、靱性が向上しない。このため、本発明では、鋼中の $M_{23}C_6$ 型の炭化物、 M_3C 型の炭化物、およびMN型または M_2N 型の窒化物の量を、それぞれ、1体積

%以下、0.01～1.5体積%、0.3体積%以下とした。

さらに本発明では、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物量の好ましい上限は0.5体積%、より好ましい上限は0.1体積%、 M_3C 型の炭化物量の好ましい範囲は0.01～1体積%、より好ましい範囲は0.01～0.5体積%、MN型または M_2N 型の窒化物の量の好ましい上限は0.2体積%、より好ましい上限は0.1体積%である。なお、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物、およびMN型または M_2N 型の窒化物の量については、少なくとも少ないほどよい。このため、これら炭化物と窒化物の下限值は特に規定しない。

ここで、条件aにいう旧オーステナイト結晶粒界に存在する炭化物の量（体積率）とは、抽出レプリカ試料を作成し、無作為に選んだ $25\mu m \times 35\mu m$ の領域を2000倍の電子顕微鏡により10視野撮影し、旧オーステナイト結晶粒界に点列状に存在する炭化物の面積率を点算法で測定して求められる面積率の10視野の平均値である。

また、条件bにいう炭化物の最大短径長さとは、抽出レプリカ試料を作成し、無作為に選んだ $5\mu m \times 7\mu m$ の領域を10000倍の電子顕微鏡により10視野撮影し、各々の写真における個々の炭化物の短径と長径を画像解析により測定し、その全ての炭化物の短径長さの最大のものである。

さらに、条件cにいう炭化物中の平均Cr濃度 $[Cr]$ と平均Fe濃度 $[Fe]$ の比 $([Cr]/[Fe])$ とは、抽出残渣を化学分析して測定されるCr量とFe量（いずれも、質量%）の比である。

また更に、条件dにいう $M_{23}C_6$ 型の炭化物、 M_3C 型の炭化物およびMN型または M_2N 型の窒化物の量（体積率）とは、抽出レプリカ試料を作成し、無作為に選んだ $5\mu m \times 7\mu m$ の領域を10000倍の電子顕微鏡により10視野撮影し、各々の視野に含まれる個々の炭化物を、電子線回折法またはEDS元素分析法により、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物、 M_3

C 型の炭化物、およびMN型または M_2N 型の窒化物に同定し、その後、画像解析により、それぞれの炭化物、窒化物の面積率を求め、10視野で平均した値である。

上記の条件 a または条件 b または条件 c または条件 d を満たす金属組織を得るための熱処理条件は、前記各条件の組織が得られるならばどのような条件であってもよく、特に制限されない。しかし、従来からおこなわれているマルテンサイト系ステンレス鋼の通常の熱処理である、焼入れ後、高温、具体的には500℃を超える温度で焼戻しをおこなってはならない。その理由は、本発明で対象とするCr、Cを多く含有するマルテンサイト系ステンレス鋼では、500℃を超える高温で焼戻しすると、 $M_{23}C_6$ 型の炭化物が多量に析出するからである。

なお、前記各条件の組織は、製造時における焼入れ条件または焼入れ焼戻し条件などを鋼の化学成分に応じて適宜調整（例えば、後述する実施例に示す条件）することにより容易に得ることができるが、例えば、 M_3C 型の炭化物を微細に析出させるための熱処理条件の一例を挙げれば次の通りである。

すなわち、C、CrおよびNの含有量が本発明で規定する範囲内のマルテンサイト系ステンレス鋼を、熱間加工後急冷（水冷）した後300～450℃程度で焼戻しをおこなうか、熱間加工後空冷（室温下での放冷）する。または、 A_{c3} 変態点以上に加熱してオーステナイト相とした後（溶体化後）に、空冷（室温下での放冷）するか、あるいは300～450℃程度の低温で焼戻しをおこなう。

本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼は、以上に説明したとおりの化学組成と金属組織を満たせば、良好な靱性を示す。なお、その化学組成は、Si、Mn、P、S、NiおよびAlの含有量が以下に述べる範囲内であり、残部が実質的にFeであることが望ましい。

Si : 0.05～1%

S i は、脱酸剤として有効な元素である。しかし、その含有量が 0.05%未満では、脱酸時の A l の損失が大きくなる。一方、1%を超えて含有させると、鋼の靱性が低下する。したがって、S i 含有量は 0.05~1%とするのが望ましい。好ましい範囲は 0.1~0.5%、より好ましい範囲は 0.1~0.35%である。

M n : 0.05~1.5%

M n は、鋼の強度を高めるのに効果的な元素である。また、オーステナイト生成元素であり、焼入れ処理によって、金属組織を安定してマルテンサイトとすることができる効果を有する。しかし、後者については、その含有量が 0.05%未満では、その効果が少ない。一方、その含有量が 1.5%を超えても、その効果は飽和する。したがって、M n 含有量は 0.05~1.5%とするのが望ましい。好ましい範囲は 0.1~1.0%、より好ましい範囲は 0.1~0.8%である。

P : 0.03%以下

P は、不純物元素で、鋼の靱性に著しい悪影響を及ぼすとともに、C O₂ などを含む腐食環境における耐食性を劣化させる。そのため、P 含有量は低ければ低いほどよいが、0.03%までであれば特に問題ない。好ましくは 0.02%以下、より好ましくは 0.015%以下である。

S : 0.01%以下

S は、上記の P と同様の不純物元素で、鋼の熱間加工性に著しい悪影響を及ぼす。そのため、S 含有量は低ければ低いほどよいが、0.01%までであれば特に問題ない。好ましくは 0.005%以下、より好ましくは 0.003%以下である。

N i : 0.1~7.0%

N i は、オーステナイト生成元素であり、焼入れ処理によって、金属組織を安定してマルテンサイトとすることができる効果を有する。さらに、N i は、C O₂、C l⁻、H₂S などを含む厳しい腐食環境下にお

ける耐食性、耐応力腐食割れ性などを確保するために重要な元素である。前記の効果をj得るには0.1%以上の含有量が必要である。しかし、7.0%を超えて含有させると、高価になる。したがって、Ni含有量は0.1~7.0%とするのが望ましい。好ましい範囲は0.1~3.0%、より好ましい範囲は0.1~2.0%である。

A1: 0.0005~0.05%

A1は、脱酸剤として有効な元素である。その目的のためには0.0005%以上の含有量が必要である。一方、0.05%を超えて含有させると、靱性が劣化する。したがって、A1含有量は0.0005~0.05%とするのが望ましい。好ましい範囲は0.005~0.03%、より好ましい範囲は0.01~0.02%である。

また、上記の望ましいマルテンサイト系ステンレス鋼は、さらに必要に応じて、以下のA群、B群およびC群のうちの1群以上の元素を含有させたものであってもよい。

A群; MoおよびCuの1種以上

これらの元素は、いずれも、CO₂、Cl⁻を含む腐食環境下における耐食性を向上させる元素で、いずれの元素も0.05%以上の含有量でその効果は顕著になる。しかし、Moは5%、Cuは3%を超えて含有させると、前記の効果が飽和するだけでなく、かえって溶接熱影響部の靱性低下を招く。したがって、その含有量は、それぞれ、0.05~5%、0.05~3%とするのが望ましい。Moの好ましい範囲は0.1~2%、より好ましい範囲は0.1~0.5%、Cuの好ましい範囲は0.05~2.0%、より好ましい範囲は0.05~1.5%である。

B群; Ti、VおよびNbの1種以上

これらの元素は、いずれも、H₂Sを含む腐食環境下における耐応力腐食割れ性を向上させるとともに、高温での引張強さを向上させる元素で、いずれの元素も0.005%以上の含有量でその効果は顕著になる。

しかし、いずれの元素も 0.5% を超えて含有させると、靱性の劣化を招く。したがって、その含有量はいずれの元素も 0.005~0.5% とするのが望ましい。いずれの元素も、好ましい範囲は 0.005~0.2%、より好ましい範囲は 0.005~0.05% である。

05 C 群；B、Ca、Mg および希土類元素の 1 種以上

これらの元素は、いずれも、熱間加工性を向上させる元素で、B の場合は 0.0002% 以上、Ca、Mg および希土類元素の場合は 0.0003% 以上の含有量でその効果は顕著になる。しかし、いずれの元素も 0.005% を超えて含有させると、靱性の劣化を招くとともに、CO₂ などを含む腐食環境下における耐食性を劣化させる。したがって、その含有量は、B については 0.0002~0.005%、Ca、Mg および希土類元素については 0.0003~0.005% とするのが望ましい。いずれの元素も、好ましい範囲は 0.0005~0.0030%、より好ましい範囲は 0.0005~0.0020% である。

15 (実施例)

表 1 (次頁) に示す化学組成を有する 5 種類の鋼のブロック (厚さ 70 mm、幅 120 mm) を準備した。なお、ブロックは、容量 150 kg の真空溶解炉を用いて 5 種類の鋼を溶製し、得られたインゴットを 1250℃ で 2 時間加熱した後、鍛伸して得た。

20 《実施例 1》

各ブロックを、1250℃ に 1 時間加熱保持した後、熱間圧延して板厚 7~50 mm の鋼板を作成した。その際、熱間圧延の仕上げ温度と熱処理条件を種々変えて前記の条件 a を満たす鋼板と満たさない鋼板を作製し、引張試験、シャルピー衝撃試験、および腐食試験を行って、各鋼板の引張り性質 (降伏強さ：YS (MPa)、引張強さ：TS (MPa))、衝撃性質 (破面遷移温度：vTrs (°C)) および耐食性を調べた。

引張試験は、熱処理後の各鋼板から採取した直径 4 mm の丸棒を用い

て実施した。

表 1

代 符	化 学 組 成 (単位：質量%、残部：Feおよび不純物)															
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	Ti	V	Nb	Al	B	N	Ca
A	0.03	0.25	0.52	0.013	0.0009	1.0	10.8	1.2	0.2	-	0.04	-	0.004	-	0.027	0.0011
B	0.05	0.28	0.43	0.005	0.0008	1.5	10.7	1.4	0.8	-	0.05	-	0.025	-	0.031	0.0008
C	0.07	0.38	0.39	0.009	0.0009	0.8	11.1	0.7	0.3	0.07	0.04	-	0.002	-	0.004	0.0007
D	0.08	0.18	0.87	0.013	0.0013	-	12.2	1.3	0.1	-	0.05	-	0.015	-	0.016	0.0009
E	0.04	0.22	0.66	0.016	0.0011	-	11.6	1.7	-	0.10	0.04	0.021	0.001	0.0010	0.051	-

シャルピー衝撃試験は、熱処理後の各鋼板から採取した5 mm×10 mm×5.5 mmのサブサイズ2 mm Vノッチ試験片を用いて実施した。

腐食試験は、熱処理後の各鋼板から採取した2 mm×10 mm×2.5 mmのクーボン試験片を、0.003 atm H₂S (0.0003 MPa H₂S) - 30 atm CO₂ (3 MPa CO₂) - 5質量% NaClの水

溶液中に720時間浸漬して実施した。耐食性の評価は、腐食速度が0.05 g/m²/h以下のものを良好(○)、0.05 g/m²/hを超えるものを不芳(×)とした。

実施例1の結果を、表2に、熱間圧延の仕上げ温度、熱処理条件、前述した方法で測定した旧オーステナイト粒界に存在する炭化物量と併せて示した。

表2

試 番	鋼 代 符	熱間圧延の 仕上げ温度 (°C)	熱間圧延後の処理 (熱処理)	板厚 (mm)	旧オーステナイト結晶粒界に 存在する炭化物量 (vol.%)	引張り性質		衝撃性質 vTrs (°C)	耐 食 性
						YS (MPa)	TS (MPa)		
1	A	1,040	WQ	50	0	823	1,066	-40	○
2	A	1,050	AC+950°C×15分AC+650°C×30分AC	50	*0.6	733	974	-11	×
3	B	950	WQ	25	0	854	1,071	-49	○
4	B	950	AC+950°C×15分AC+650°C×30分AC	25	*0.7	819	1,033	-2	×
5	C	830	AC+950°C×15分AC	7	0.05	993	1,188	-35	○
6	C	850	AC+970°C×15分AC+650°C×30分AC	7	*1	952	1,148	21	×
7	D	1,000	AC+1,000°C×15分AC	30	0.1	980	1,222	-31	○
8	D	1,020	AC+1,000°C×15分AC+650°C×30分AC	30	*1.2	943	1,159	32	×
9	E	960	WQ	12	0	810	1,069	-41	○
10	E	980	AC+940°C×15分AC+650°C×30分AC	12	*0.9	756	1,001	-10	×

注1) ACは空冷(室温下での放冷)、WQは水冷を意味する。

注2) *印は本発明で規定する範囲を外れていることを示す。

表 2 から明らかなように、金属組織が本発明で規定する条件 a を満たす試番 1、3、5、7 および 9 の鋼板は、高強度で、かつ靱性、耐食性とも良好である。これに対して、化学組成は本発明で規定する条件を満たすものの、金属組織が本発明で規定する条件 a を満たさない試番 2、4、6、8 および 10 の鋼板は、高強度ではあるが、靱性が低く、かつ耐食性も悪い。

《実施例 2》

各ブロックを、1250℃に1時間加熱保持した後、熱間圧延して板厚7～50mmの鋼板を作成した。その際、熱間圧延の仕上げ温度と熱処理条件を種々変えて前記の条件 b を満たす鋼板と満たさない鋼板を製作して、各鋼板の引張り性質（降伏強さ：Y S (MP a)、引張強さ：T S (MP a))、衝撃性質（破面遷移温度：v T r s (℃)) および耐食性を調べた。

なお、引張試験、シャルピー衝撃試験および腐食試験とその評価は、実施例 1 の場合と同じである。

次頁の表 3 に、その結果を、熱間圧延の仕上げ温度、熱処理条件、前述した方法で測定した炭化物の最大短径長さと併せて示した。

表 3 から明らかなように、金属組織が本発明で規定する条件 b を満たす試番 11、13、15、17 および 19 の鋼板は、高強度で、かつ靱性、耐食性とも良好である。これに対して、化学組成は本発明で規定する条件を満たすものの、金属組織が本発明で規定する条件 b を満たさない試番 12、14、16、18 および 20 の鋼板は、高強度ではあるが、靱性が低く、かつ耐食性も悪い。

表 3

試 番	鋼 代 符	熱間圧延の 仕上げ温度 (°C)	熱間圧延後の処理 (熱処理)	板厚 (mm)	炭化物の最大短径長さ (nm)	引張り性質		衝撃性質 vTrs (°C)	耐 食 性
						YS (MPa)	TS (MPa)		
11	A	1,010	AC+920°C×15分WQ+350°C×30分AC	50	33	808	1,053	-51	○
12	A	1,020	AC+920°C×15分AC+650°C×30分AC	50	*350	727	979	-9	×
13	B	950	WQ+930°C×15分WQ+420°C×30分AC	25	50	852	1,078	-50	○
14	B	940	AC+930°C×15分AC+650°C×30分AC	25	*420	810	1,037	-6	×
15	C	990	AC+950°C×15分WQ+380°C×30分AC	18	42	984	1,193	-60	○
16	C	980	AC+950°C×15分AC+650°C×30分AC	18	*520	950	1,155	18	×
17	D	930	AC+980°C×15分WQ+360°C×30分AC	10	38	985	1,208	-61	○
18	D	930	AC+980°C×15分AC+650°C×30分AC	10	*340	942	1,159	28	×
19	E	890	AC+920°C×15分WQ+400°C×30分AC	7	45	791	1,074	-53	○
20	E	870	AC+920°C×15分AC+650°C×30分AC	7	*310	765	1,003	-8	×

注1) ACは空冷(室温下での放冷)、WQは水冷を意味する。

注2) *印は本発明で規定する範囲を外れていることを示す。

《実施例 3》

各ブロックを、1 2 5 0 °Cに1時間加熱保持した後、熱間圧延して板厚8～25mmの鋼板を作成した。その際、熱間圧延の仕上げ温度と熱処理条件を種々変えて前記の条件cを満たす鋼板と満たさない鋼板を製作し、各鋼板の引張り性質(降伏強さ: YS (MPa)、引張強さ: TS (MPa))、衝撃性質(破面遷移温度: vTrs (°C))および耐食

性を調べた。

なお、引張試験、シャルピー衝撃試験および腐食試験とその評価は、実施例1の場合と同じである。

その結果を、表4に、熱間圧延の仕上げ温度、熱処理条件、前述した方法で測定した炭化物中の平均Cr濃度と平均Fe濃度との比と併せて示した。

表4

試験番号	鋼代符	熱間圧延の仕上げ温度(°C)	熱間圧延後の処理(熱処理)	板厚(mm)	炭化物中の平均Cr濃度/平均Fe濃度	引張り性質		衝撃性質 vTrs (°C)	耐食性
						YS (MPa)	TS (MPa)		
21	A	900	AC+280°C×30分AC	12	0.11	843	1,063	-83	○
22	A	900	AC+910°C×15分AC+650°C×30分AC	12	*0.58	729	979	-13	×
23	B	950	AC+320°C×30分AC	25	0.13	867	1,088	-81	○
24	B	960	AC+940°C×15分AC+650°C×30分AC	25	*0.65	820	1,035	3	×
25	C	920	AC+280°C×30分AC	12	0.10	988	1,183	-78	○
26	C	920	AC+960°C×15分AC+650°C×30分AC	12	*0.82	949	1,141	15	×
27	D	800	AC+1,030°C×15分AC	8	0.11	1,002	1,228	-92	○
28	D	800	AC+1,020°C×15分AC+650°C×30分AC	8	*0.79	951	1,158	22	×
29	E	800	AC	20	0.11	783	1,065	-91	○
30	E	990	AC+950°C×15分AC+650°C×30分AC	20	*0.68	757	1,001	-5	×

注1) ACは空冷(室温下での放冷)を意味する。

注2) *印は本発明で規定する範囲を外れていることを示す。

表 4 から明らかなように、金属組織が本発明で規定する条件 c を満たす試番 21、23、25、27 および 29 の鋼板は、高強度で、かつ靱性、耐食性とも良好である。これに対して、化学組成は本発明で規定する条件を満たすものの、金属組織が本発明で規定する条件 c を満たさない試番 22、24、26、28 および 30 の鋼板は、高強度ではあるが、靱性が低く、かつ耐食性も悪い。

《実施例 4》

各ブロックを、1250℃に1時間加熱保持した後、熱間圧延して板厚14～25mmの鋼板を作成した。その際、熱間圧延の仕上げ温度と熱処理条件を種々変えて前記の条件 d を満たす鋼板と満たさない鋼板を作製し、各鋼板の引張り性質（降伏強さ：YS（MPa）、引張強さ：TS（MPa））、衝撃性質（破面遷移温度：vTrs（℃））および耐食性を調べた。

なお、引張試験、シャルピー衝撃試験および腐食試験とその評価は、実施例 1 の場合と同じである。

次頁の表 5 に、その結果を、熱間圧延の仕上げ温度、熱処理条件、前述した方法で測定した $M_{23}C_6$ 型の炭化物量、 M_3C 型の炭化物量および MN 型または M_2N 型の炭化物量と併せて示した。

表 5 から明らかなように、金属組織が本発明で規定する条件 d を満たす試番 31、33、35、37 および 39 の鋼板は、高強度で、かつ靱性、耐食性とも良好である。これに対して、化学組成は本発明で規定する条件を満たすものの、金属組織が本発明で規定する条件 d を満たさない試番 32、34、36、38 および 40 の鋼板は、高強度ではあるが、靱性が低く、かつ耐食性も悪い。

表 5

試 番	鋼 代 符	熱間圧延の 仕上げ温度 (°C)	熱間圧延後の処理 (熱処理)	板厚 (mm)	M ₂₃ C ₆ 型 炭化物量 (vol.%)	M ₃ C型 炭化物量 (vol.%)	MN, Mn型 窒化物量 (vol.%)	引張り性質		衝撃性質 vTrs (°C)	耐 食 性
								YS (MPa)	TS (MPa)		
31	A	990	AC+900°C×15分AC	20	0	0.08	0	825	1,057	-81	○
32	A	1,000	AC+910°C×15分AC+650°C×30分AC	20	0.6	*0	0.21	742	967	-3	×
33	B	1,000	AC+960°C×15分AC	25	0	0.12	0	853	1,073	-96	○
34	B	1,020	AC+940°C×15分AC+650°C×30分AC	25	0.8	*0	0.22	817	1,024	2	×
35	C	900	AC+980°C×15分AC	14	0	0.18	0	988	1,188	-92	○
36	C	890	AC+970°C×15分AC+650°C×30分AC	14	*1.2	*0	0.03	948	1,151	20	×
37	D	1,000	AC	22	0	0.45	0	989	1,219	-98	○
38	D	1,020	AC+1,030°C×15分AC+650°C×30分AC	22	*1.4	*0	0.09	946	1,154	26	×
39	E	940	AC+300°C×30分AC	15	0	0.11	0	795	1,069	-78	○
40	E	950	AC+900°C×15分AC+650°C×30分AC	15	0	*0	*0.34	758	993	-6	×

注1) ACは空冷（室温下での放冷）を意味する。

注2) *印は本発明で規定する範囲を外れていることを示す。

産業上の利用の可能性

本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼によれば、C含有量が比較的高くて高強度であるにも係わらず、高靱性で、しかも耐食性が良好であるので、大深度油井用の油井管用材料として極めて有効である。また、従来の改良 1.3%Cr 鋼のように C 含有量を低減する必要がないことか

ら高価なNi含有量を低減でき、コストダウンも図れる。これにより、炭酸ガスと微量の硫化水素を含む油井用、特に大深度油井用の油井管などの用途に、広く適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 質量%で、C : 0.01~0.1%、Cr : 9~15%、N : 0.1%以下を含み、鋼中の旧オーステナイト結晶粒界に存在する炭化物の量が0.5体積%以下であるマルテンサイト系ステンレス鋼。

05 2. 質量%で、C : 0.01~0.1%、Cr : 9~15%、N : 0.1%以下を含み、鋼中の炭化物の最大短径長さが10~200nmであるマルテンサイト系ステンレス鋼。

3. 質量%で、C : 0.01~0.1%、Cr : 9~15%、N : 0.1%以下を含み、鋼中の炭化物中に含まれる平均Cr濃度 [Cr] と平均Fe濃度 [Fe] との比 ([Cr] / [Fe]) が0.4以下であるマル
10 テンサイト系ステンレス鋼。

4. 質量%で、C : 0.01~0.1%、Cr : 9~15%、N : 0.1%以下を含み、鋼中のM₂₃C₆型の炭化物の量が1体積%以下、M₃C型の炭化物の量が0.01~1.5体積%以下、MN型またはM₂N型の窒化物の量が0.3体積%以下であるマルテンサイト系ステンレス鋼。
15

5. 上記の3成分以外に、質量%で、Si : 0.05~1%、Mn : 0.05~1.5%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、Ni : 0.1~7.0%、Al : 0.0005~0.05%を含み、残部Feおよび不純物である請求項1~4のいずれかに記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。
20

6. Feの一部に代えて、質量%で、Mo : 0.05~5%およびCu : 0.05~3%のうちの1種以上を含む請求項5に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

7. Feの一部に代えて、質量%で、Ti : 0.005~0.5%、V : 0.005~0.5%およびNb : 0.005~0.5%のうちの1種以上を含む請求項5または6に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。
25

8. Feの一部に代えて、質量%で、B : 0.0002~0.005%、

Ca : 0.0003 ~ 0.005%、Mg : 0.0003 ~ 0.005%
%および希土類元素 : 0.0003 ~ 0.005%のうちの1種以上を
含む請求項5 ~ 7のいずれかに記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

FIG. 1

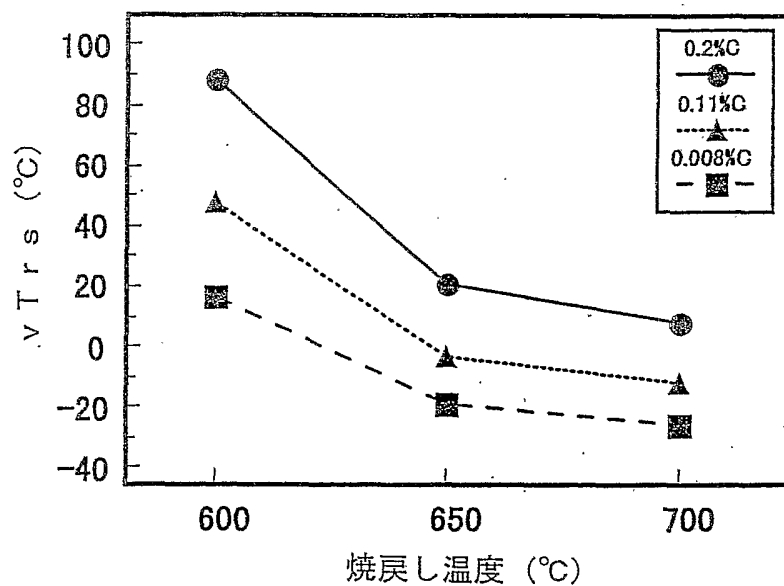


FIG. 2

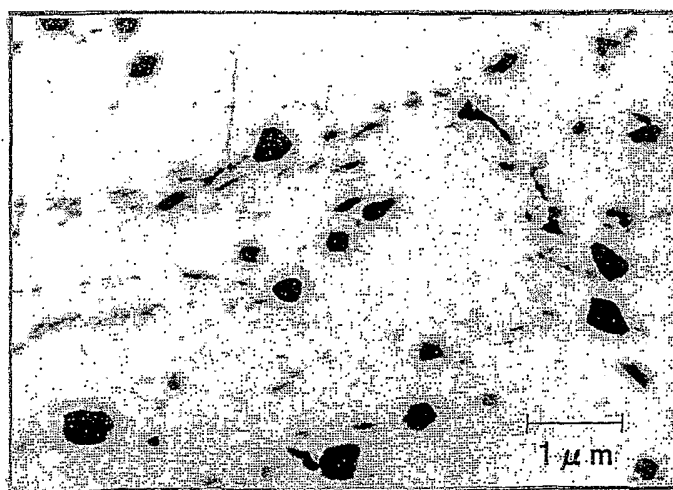
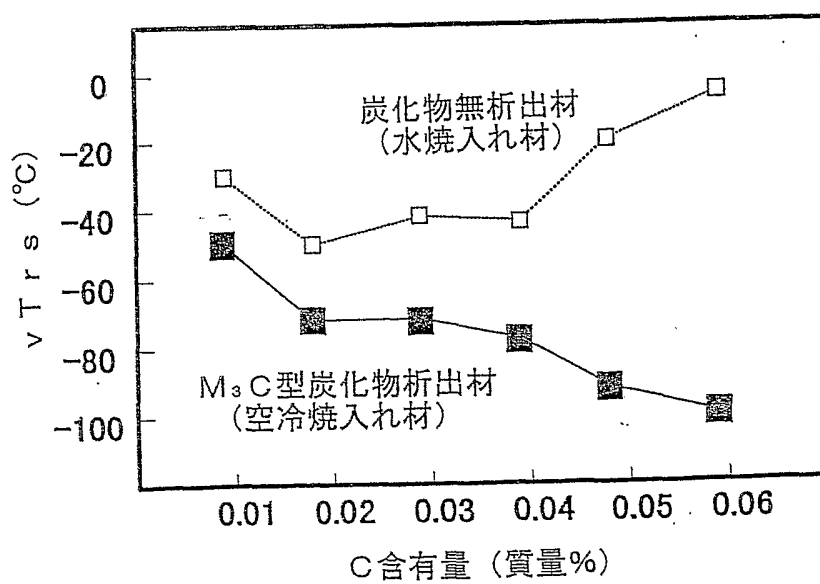


FIG. 3



FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/05399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C22C38/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C22C38/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5383983 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 24 January, 1995 (24.01.95), Full text & JP 5-287455 A	1-8
X A	JP 5-98347 A (Nippon Steel Corp.), 20 April, 1993 (20.04.93), Par. No. [0013]; table 1 (Family: none)	1, 5 2-4, 6-8
A	JP 2000-178692 A (NKK Corp.), 27 June, 2000 (27.06.00), Full text (Family: none)	1-8
A	JP 2001-32047 A (NKK Corp.), 06 February, 2001 (06.02.01), Full text (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 August, 2002 (27.08.02)Date of mailing of the international search report
10 September, 2002 (10.09.02)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/05399

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The matter common to claims 1 to 8 is "a martensitic stainless steel which comprises, in mass %, 0.01 to 0.1 % of C, 9 to 15 % of Cr, 0.1 % or less of N and contains carbides". A search carried out by the Authority has revealed that the matter has been disclosed in Documents 1 and 2, and thus is not novel, and therefore is not a special technical feature in the meaning of the second sentence of PCT Rule 13.2. Accordingly, all the claims have no matters in common.

Document 1: JP 5-98347 A (Nippon Steel Corporation) 1993. 04. 20,
claim 1

Document 2: JP 2000-178692 A (Nippon Kokan K.K) 2000. 06. 27, claim1

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C 38/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C 38/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 5383983 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.) 1995. 01. 24, 全文 & JP 5-287455 A	1-8
X	JP 5-98347 A (新日本製鐵株式会社) 1993. 04. 20, 【0013】, 【表1】 (ファミリーなし)	1, 5
A		2-4, 6-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 08. 02

国際調査報告の発送日

10.09.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

木村 孔一

4K

8315

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-178692 A (日本鋼管株式会社) 2000.06.27, 全文 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2001-32047 A (日本鋼管株式会社) 2001.02.06, 全文 (ファミリーなし)	1-8

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-8に共通の事項は、「質量%で、C:0.01~0.1%、Cr:9~15%、N:0.1%以下を含み、鋼中に炭化物が存在するマルテンサイト系ステンレス鋼」である。しかしながら、調査の結果、この事項は、文献1及び文献2に開示されており、新規でないことが明らかとなったから、PCT規則13.2の第2文の意味において、特別な技術的特徴ではない。それ故、請求の範囲全てに共通の事項はない。

文献1: JP 5-98347 A (新日本製鐵株式会社) 1993.04.20,
請求項1

文献2: JP 2000-178692 A (日本鋼管株式会社) 2000.06.27,
請求項1

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。