

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 10 月 27 日(27.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/170761 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/002044
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 15 日(15.04.2016)
- (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 2015-086981 2015 年 4 月 21 日(21.04.2015) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中村 徹之(NAKAMURA, Tetsuyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 寒川 孝(SAMUKAWA, Takashi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E ス

チール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 藤澤光幸(FUJISAWA, Mitsuyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 上 力(KAMI, Chikara); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉村 憲司(SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 1 号 霞が関コモンゲート西館 3 6 階 Tokyo (JP).

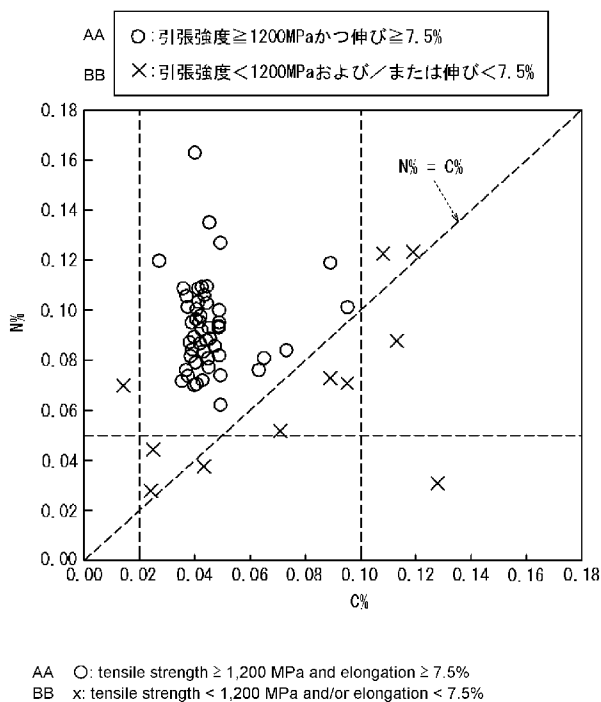
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[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

FIG. 1



(質量%) を表す。

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a martensitic stainless steel which is capable of having a good balance between excellent strength and processability, while achieving excellent corrosion resistance. A martensitic stainless steel according to the present invention is characterized by having a component composition that contains, in mass%, 0.020% or more but less than 0.10% of C, from 0.01% to 2.0% (inclusive) of Si, from 0.01% to 3.0% (inclusive) of Mn, 0.050% or less of P, 0.050% or less of S, from 10.0% to 16.0% (inclusive) of Cr, from 0.01% to 0.80% (inclusive) of Ni, from 0.001% to 0.50% (inclusive) of Al and more than 0.050% but 0.20% or less of N, while satisfying $N\% \geq C\%$, with the balance made up of Fe and unavoidable impurities. In this connection, C% and N% represent the content of C (mass%) in the steel and the content of N (mass%) in the steel, respectively.

(57) 要約: 本発明は、優れた強度と加工性を両立でき、さらには、優れた耐食性が得られるマルテンサイト系ステンレス鋼を提供することを目的とする。本発明に係るマルテンサイト系ステンレス鋼は、質量%で、C: 0.020%以上0.10%未満、Si: 0.01%以上2.0%以下、Mn: 0.050%以下、P: 0.050%以下、S: 0.050%以下、Cr: 10.0%以上16.0%以下、Ni: 0.001%以上0.50%以下およびN: 0.050%超0.20%以下を含有するとともに、 $N\% \geq C\%$ の関係を満たし、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる成分組成とすることを特徴とする。ここで、C%およびN%は、それぞれCおよびNの鋼中含有量



SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： マルテンサイト系ステンレス鋼

技術分野

[0001] 本発明は、強度と伸び、さらには耐食性にも優れたマルテンサイト系ステンレス鋼に関するものである。

背景技術

[0002] 自動車の排気系部品の各部品間は、排ガス、冷却水、潤滑油等の漏れを防止する目的でガスケットと呼ばれるシール部品でシールされている。ガスケットは、管内の圧力変動等によって隙間が広がった場合と狭まった場合のいずれの場合にもシール性能を発揮しなければならないため、ビードと呼ばれる凸部が加工されている。ビードは使用中に圧縮とその緩和が繰り返されるため、高い引張強度が必要となる。また、ビードの形状によっては厳しい加工を施される場合があるため、ガスケット用材料には優れた加工性も要求されている。さらに、ガスケットは使用中、排ガスや冷却水等に曝されるため、耐食性も必要とされる。ガスケット用材料の耐食性が十分でないと、腐食を起因として破壊が生じてしまう場合もある。

[0003] 従来、ガスケット用材料としては強度と加工性を高い水準で両立したオーステナイト系ステンレス鋼のSUS301（17質量％Cr－7質量％Ni）やSUS304（18質量％Cr－8質量％Ni）等が多く使用されてきた。しかし、オーステナイト系ステンレス鋼は高価な元素であるNiを多く含有するため、材料コスト面で大きな課題を有している。また、オーステナイト系ステンレス鋼には、応力腐食割れに対する感受性が高いという課題もある。

[0004] これに対し、Ni含有量が少ないため安価で、焼入れ熱処理によって高い強度が得られるステンレス鋼として、SUS403（12質量％Cr－0.13質量％C）などのマルテンサイト系ステンレス鋼、さらにはマルテンサイトを含む複層組織を有するステンレス鋼が提案されている。

[0005] 例えば、特許文献1には、窒素含有雰囲気中で焼入れ熱処理を行うことにより、表層部を窒素化させてオーステナイト相を形成することで疲労特性の改善を図ったマルテンサイト系ステンレス鋼およびマルテンサイト+フェライト二相系ステンレス鋼が開示されている。

特許文献2には、オーステナイト+フェライトの二相温度域で焼入れを行うことで硬度と加工性を両立させたマルテンサイト+フェライト二相系ステンレス鋼が開示されている。

特許文献3には、窒素含有雰囲気中で熱処理を行うことで表層部がマルテンサイト+残留オーステナイト相、内層部がマルテンサイト単相である複層組織ステンレス鋼が開示されている。

[0006] また、特許文献4には、複層化熱処理の後に時効処理を行うことではね特性を向上させたマルテンサイト+フェライト二相系ステンレス鋼が開示されている。

特許文献5には、冷間圧延率を規定することで所期した硬さを有するマルテンサイト+フェライト二相系ステンレス鋼が開示されている。

特許文献6には、表層部をマルテンサイト+残留オーステナイトの二相としたステンレス鋼が開示されている。

特許文献7には、SUS403等に窒素を吸収させて表層部に窒素化合物を析出させたステンレス鋼が開示されている。

特許文献8には、最外表面から少なくとも1 μ mの深さの表層部がマルテンサイト単相の層で覆われている複層組織ステンレス鋼が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2002-38243号公報

特許文献2：特開2005-54272号公報

特許文献3：特開2002-97554号公報

特許文献4：特開平3-56621号公報

特許文献5：特開平8-319519号公報

特許文献6：特開2001-140041号公報

特許文献7：特開2006-97050号公報

特許文献8：特開平7-316740号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、特許文献1～3のステンレス鋼はいずれも、C量を多くすることにより強度を高めているため、加工性の面に問題を残している。

[0009] また、特許文献4のステンレス鋼は、C量が多いかまたはNi量が多い場合に所望の硬度が得られる。しかし、C量が多い場合は加工性が不十分となる問題があり、Ni量が多い場合にはコストが高くなるという問題がある。

さらに、特許文献5のステンレス鋼は、冷間圧延により加工性が低下してしまうという問題がある。また、特許文献6および7のステンレス鋼に関しても、加工性が不十分であり、これら特許文献5～7のステンレス鋼について、強度と加工性の両立が十分に達成されているとはいいがたい。

加えて、特許文献8のステンレス鋼についても、C量が多く加工性に劣るか、またはC量、N量ともに少ないため十分な強度を確保できない、もしくはCr量が多いため十分な強度が確保できないという問題を残している。

[0010] このように、マルテンサイト系ステンレス鋼は応力腐食割れに対する感受性が小さく、コスト面でもオーステナイト系ステンレス鋼に比べて安価であるが、加工性に劣るという問題がある。また、焼入れしたマルテンサイト系ステンレス鋼に対して、焼戻しと呼ばれる比較的低温での熱処理を施すことにより、加工性を向上させることが可能となるが、その場合には、Cr炭化物の析出による強度や耐食性の低下の問題が生じる。

[0011] 本発明は、上記の問題を解決するために開発されたものであって、優れた強度と加工性を両立でき、さらには、優れた耐食性が得られるマルテンサイト系ステンレス鋼を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 発明者らは、マルテンサイト系ステンレス鋼の強度と加工性、耐食性に関

する研究、特にC量およびN量が強度と加工性、耐食性に与える影響について研究を行い、以下の知見を得た。

(1) Cは焼入れ後の強度を上げる効果は大きいものの、加工性、特に伸びを大きく低下させてしまう。一方、Nは、強度を上げる効果はCに比べると若干劣るものの、伸びの低下はCに比べて小さい。このため、強度と伸びをバランス良く高めるにはNを活用することが有効である。

(2) C_r量およびN_i量を適正化したうえで、Cを抑制しつつNを多くし、かつN量をC量以上とすることにより、十分な強度を確保しつつ、優れた伸び、ひいては優れた強度－伸びバランスを有するマルテンサイト系ステンレス鋼が得られる。

(3) C量が多くなる場合は、粗大なC_r炭化物が析出することにより耐食性が低下しやすい。これに対し、N量が多くなる場合は、C_r窒化物が析出するものの、この窒化物は炭化物に比べて粗大化しにくい。このため、上記(2)のようにC量およびN量を制御することにより、焼入れ後および焼戻し後の耐食性の低下を最小限に留めることが出来る。

本発明は、上記の知見に基づき、さらに検討を加えた末に完成されたものである。

[0013] すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

1. 質量%で、

C : 0.020%以上0.10%未満、

Si : 0.01%以上2.0%以下、

Mn : 0.01%以上3.0%以下、

P : 0.050%以下、

S : 0.050%以下、

Cr : 10.0%以上16.0%以下、

Ni : 0.01%以上0.80%以下、

Al : 0.001%以上0.50%以下および

N : 0.050%超0.20%以下

を含有するとともに、下記式（１）の関係を満足し、残部がF eおよび不可避免的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼。

記

$$N \% \geq C \% \quad (1)$$

ここで、C %およびN %は、それぞれCおよびNの鋼中含有量（質量%）を表す。

[0014] 2. 質量%で、さらに、

C u : 0. 0 1 %以上5. 0 %以下、

M o : 0. 0 1 %以上0. 5 0 %以下および

C o : 0. 0 1 %以上0. 5 0 %以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有するとともに、C uを1. 0 %以上含有する場合には、M nを0. 0 1 %以上1. 0 %以下とする前記1に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

[0015] 3. 質量%で、さらに、

T i : 0. 0 1 %以上0. 5 0 %以下、

N b : 0. 0 0 2 %以上0. 1 5 %未満、

V : 0. 0 1 %以上0. 5 0 %以下および

Z r : 0. 0 1 %以上0. 5 0 %以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有する前記1または2に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

[0016] 4. 前記N bおよびVを、N b : 0. 0 0 2 %以上0. 0 5 0 %未満、V : 0. 0 1 %以上0. 1 0 %未満として含有するとともに、下記式（２）の関係を満足する前記3に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

記

$$N b \% + V \% \leq C \% + N \% \quad (2)$$

ここで、C %、N %、N b %およびV %は、それぞれC、N、N bおよびVの鋼中含有量（質量%）を表す。

[0017] 5. 質量%で、さらに、

B : 0.0002%以上0.0100%以下、

Ca : 0.0002%以上0.0100%以下および

Mg : 0.0002%以上0.0100%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有することを特徴とする前記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。

[0018] 6. 引張強度が1200MPa以上でかつ伸びが7.5%以上であることを特徴とする前記1～5のいずれかに記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

[0019] 7. 引張強度が1200MPa以上でかつ伸びが7.5%以上であり、極限変形能が0.7以上である前記4または5に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、優れた強度と加工性を両立し、さらには焼入れ処理のみを行う場合だけではなく焼入－焼戻し処理を行う場合であっても優れた耐食性を有するマルテンサイト系ステンレス鋼を得ることができる。また、本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼は、自動車のガスケット部品に好適に用いることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]種々の成分組成とした鋼板における引張強度および伸びの評価結果を、C量およびN量に対してプロットしたものである。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明を具体的に説明する。

まず、本発明のステンレス鋼の成分組成について説明する。なお、成分組成における元素の含有量の単位はいずれも「質量%」であるが、以下、特に断らない限り単に「%」で示す。

[0023] C : 0.020%以上0.10%未満

Cは、高温でオーステナイト相を安定化させて、焼入れ熱処理後のマルテンサイト量を増加させる。マルテンサイト量が増加すると高強度化する。また、Cは、マルテンサイト自体を硬くして鋼を高強度化する。その効果はC

の0.020%以上の含有で得られる。しかし、C量が0.10%以上になると、加工性が低下し易く、優れた強度－伸びバランスを得るのが困難となる。また、Cは鋼中のCrと結びついて炭化物として析出するため、Cが過度に増加すると、鋼に固溶するCrの量が減少して鋼の耐食性が低下する。なお、これ以降、特に断らない限り鋼に固溶するCrの量を単に鋼中Cr量と称す。従って、C量は0.020%以上0.10%未満の範囲とする。C量が0.050%以上のときに焼入れ後に焼戻し熱処理を行うと、加工性は向上するが強度の低下が大きくなり、優れた強度－伸びバランスが得られなくなる場合がある。このような観点から、C量は0.050%未満とすることが好ましい。

[0024] Si : 0.01%以上2.0%以下

Siは、鋼の強度を増加させるのに有効な元素であり、その効果はSiの0.01%以上の含有で得られる。しかし、Siは高温でフェライト相を形成しやすくする元素であり、その量が2.0%を超えると、焼入れ熱処理後のマルテンサイト量が減少して所定の強度が得られなくなる。従って、Si量は0.01%以上2.0%以下の範囲とする。好ましくは0.3%超、1.0%以下である。

[0025] Mn : 0.01%以上3.0%以下

Mnは、高温でオーステナイト相を安定化させる効果を持つ元素であり、焼入れ熱処理後のマルテンサイト量を増加させることが出来る。また、鋼の強度を高める効果も有する。これらの効果は、Mnの0.01%以上の含有で得られる。しかし、Mn量が3.0%を超えると、鋼の加工性が低下する。従って、Mn量は0.01%以上3.0%以下とする。好ましくは0.3%超、2.0%以下の範囲である。さらに好ましくは0.7%超、1.6%以下の範囲である。ただし、後述するCuを1.0%以上含有する場合に、1.0%超のMnを含有すると、鋼の加工性が低下するとともに焼入れ性も低下してしまう。このため、Cuを1.0%以上含有する場合は、Mn量を1.0%以下とすることが必要である。

[0026] P : 0.050%以下

Pは、靱性を低下させる元素であり、極力少ないほうが望ましい。従って、P量は0.050%以下とする。好ましくは0.040%以下である。より好ましくは0.030%以下である。なお、P量の下限は特に限定されるものではないが、過度の脱Pは製造コストの増加を招くため、通常0.010%程度である。

[0027] S : 0.050%以下

Sは、成形性と耐食性を低下させる元素であり、極力少ないほうが望ましい。従って、S量は0.050%以下とする。好ましくは0.010%以下である。より好ましくは、0.005%以下である。なお、S量の下限は特に限定されるものではないが、過度の脱Sは製造コストの増加を招くため、通常0.001%程度である。

[0028] Cr : 10.0%以上16.0%以下

Crは、耐食性を確保するために重要な元素であり、その効果はCrの10.0%以上の含有で得られる。一方、Cr量が16.0%を超えると、鋼が硬質化して製造性や加工性が低下する。また、フェライト相が形成されやすくなるため、焼入れ熱処理後のマルテンサイト量が減少してしまう。マルテンサイト量が減少すると強度が低下してしまう。従って、Cr量は10.0%以上16.0%以下の範囲とする。好ましくは11.0%以上、14.0%以下である。

[0029] Ni : 0.01%以上0.80%以下

Niは、高温においてオーステナイト相を安定化させる元素であり、焼入れ熱処理後のマルテンサイト量を増加させる効果を有する。また、鋼の高強度化にも寄与することが出来る。これらの効果はNiの0.01%以上の含有で得られる。一方、Ni量が0.80%を超えると、加工性が低下して、優れた強度－伸びバランスが得られなくなる。従って、Ni量は0.01%以上0.80%以下の範囲とする。好ましくは0.50%未満である。より好ましくは0.30%未満である。

[0030] Al : 0.001%以上0.50%以下

Alは脱酸に有効な元素であり、その効果は0.001%以上の含有で得られる。しかし、Alは高温でフェライト相を安定化させる元素であり、その量が0.50%を超えると、焼入れ熱処理後に十分なマルテンサイト量を確保できなくなる。このため、Al量は0.001%以上0.50%以下の範囲とする。好ましくは0.02%以上、0.35%以下である。より好ましくは0.02%以上、0.10%以下である。

[0031] N : 0.050%超0.20%以下

Nは、Cと同様にマルテンサイト系ステンレス鋼の強度を大きく増加させることが出来る本発明に重要な元素である。また、Nは高温でオーステナイト相を安定化させて、焼入れ熱処理後のマルテンサイト量を増加させるとともにマルテンサイト自体を硬くして鋼を高強度化する。その効果は、Nの0.050%超の含有で得られる。一方、N量が0.20%を超えると、加工性が低下する。従って、N量は0.050%超0.20%以下の範囲とする。好ましくは、0.050%超、0.12%未満の範囲である。また、N量が0.060%超の場合に焼入れ後に焼戻し熱処理を行うと、Nが焼戻し熱処理時に微細な窒化物として析出することにより、伸びを低下させることなく強度を増加させることが出来る。このような観点から、N量は0.060%超とすることがより好ましい。さらに好ましくは0.070%超である。

[0032] また、本発明のステンレス鋼では、上記の成分組成を満足する、特にC量およびN量を上記の範囲に調整するとともに、これらC量およびN量について、下記式(1)の関係を同時に満足させることが、極めて重要である。

記

$$N\% \geq C\% \quad (1)$$

ここで、C%およびN%は、それぞれCおよびNの鋼中含有量(質量%)を表す。

以下、本発明において、C量およびN量を上記の範囲に調整した上で、上掲式(1)の関係を満足させることに至らしめた実験について説明する。

[0033] (実験1)

質量%で、S i : 0.01%以上2.0%以下、M n : 0.01%以上3.0%以下、P : 0.050%以下、S : 0.050%以下、C r : 10.0%以上16.0%以下、N i : 0.01%以上0.80%以下およびA l : 0.001%以上0.50%以下で含有するとともに、CおよびN量を種々変化させた成分組成を有する鋼塊を真空溶解炉で溶製・鑄造した。1200℃に加熱後、熱間圧延を行って厚さ25mm×幅150mmのシートバーとした。このシートバーを700℃の炉中に10時間保持し軟質化した。ついで、このシートバーを1100℃に加熱後、熱間圧延して板厚：4mmの熱延板とした。ついで、この熱延板を700℃の炉中に10時間保持する焼鈍を行い、熱延焼鈍板とした。ついで、この熱延焼鈍板を冷間圧延により板厚：0.2mmの冷延板とし、この冷延板を900～1100℃の温度範囲内で焼入れ熱処理を行ったのち、冷却した。なお、この際の冷却速度は、いずれについても1℃/sec以上とした。さらに、一部の冷延板については、上記焼入れ熱処理後の冷却ののち、200～600℃の温度範囲内で焼戻し熱処理を行った。

上記のようにして作製したマルテンサイト系ステンレス鋼冷延板（焼入れまま材および焼入れ－焼戻し材）を用い、圧延方向を長手方向とするJIS 5号引張試験片を作製し、室温引張試験に供し、引張強度（T.S.）および伸び（E L）を測定した。原標点距離は50mm、引張速度は10mm/minとし、試験は各鋼N＝2で行い、平均値で評価した。なお、伸び（E L）は、破断した二つの試験片を試験片の軸が直線上になるように深く突き合わせ、最終標点距離を測定し、次式により算出した。

$$E L (\%) = (L u - L 0) / L 0 \times 100$$

ここで、E Lは伸び（破断伸び）、L 0は原標点距離、L uは最終標点距離である。

評価結果をCおよびN量に対してプロットし、図1に示す。図1中の「○」および「×」は、次の意味である。

○：引張強度（T.S.） $\geq 1200\text{MPa}$ かつ伸び（EL） $\geq 7.5\%$
×：引張強度（T.S.） $< 1200\text{MPa}$ および／または伸び（EL） $< 7.5\%$

[0034] 図1より、C量およびN量をそれぞれ0.020%以上0.10%未満、0.050%超0.20%以下の範囲に調整するとともに、上掲式（1）の関係を満足させることで、十分な強度を確保しつつ、優れた伸びが得られることがわかる。また、上掲式（1）の関係を満足させた場合であっても、C量および／またはN量が所定の範囲外となる場合には、十分な強度および／または伸びが得られなかった。

このため、本発明のステンレス鋼では、C量およびN量をそれぞれ上記の範囲に調整するとともに、上掲式（1）の関係を満足させることとしたのである。

[0035] 上述したように、CおよびNはいずれもマルテンサイト系ステンレス鋼の高強度化に有効な元素である。しかし、C量が増加すると加工性が大きく低下するため、C量を抑制する必要がある。このCの代わりに、加工性の低下が小さくて高強度化が可能なNの含有量を増加させることにより、優れた強度と優れた加工性を両立させることが可能となる。

また、図1に示すように、C量およびN量をそれぞれ0.020%以上0.10%未満、0.050%超0.20%以下の範囲に調整しつつ、上掲式（1）の関係を満足させなければ、高強度および高加工性を満足するステンレス鋼は得られない。特に、 $N\% < C\%$ の場合は、鋼の強度－伸びバランスに対する影響はCが支配的となり、Cにより鋼が過度に高強度化されて加工性が低下するため、加工性を低下させずに高強度化できるNの効果が有効に発揮されない。この点、 $N\% \geq C\%$ とすることで、Nが強度－伸びの支配因子となり、加工性を低下させずに高い強度を得る効果が得られる。また、 $N\% < C\%$ の場合は、焼入れ熱処理後の冷却時または焼戻し熱処理時に粗大な炭化物が優先的に析出するため、耐食性が低下する。一方、 $N\% \geq C\%$ となる場合には、粗大な炭化物よりも優先的に微細な窒化物が析出する。この微

細な窒化物は、粗大な炭化物に比べて鋼の耐食性への悪影響が少ないため、耐食性の低下を防止できる。

このように、強度、加工性（伸び）および耐食性のいずれもが優れた鋼を得るためには、Nの効果を最大限活用する必要があり、そのためには、C量およびN量をそれぞれ0.020%以上0.10%未満、0.050%超0.20%以下の範囲に調整し、かつ上掲式（1）の関係を満足させることが必要となる。

[0036] なお、上掲式（1）について、好ましくは $N\% \geq 1.05 \times C\%$ 、さらに好ましくは $N\% \geq 1.16 \times C\%$ である。ただし、 $N\% > 5 \times C\%$ になると粗大な窒化物が生成し、強度と耐食性がともに低下してしまうので、 $N\% \leq 5 \times C\%$ とすることが好ましい。

[0037] また、CとNは高強度化に有効であるが、 $C\% + N\% < 0.10\%$ になると十分な効果を得ることが出来ない場合が生じるので、 $C\% + N\% \geq 0.10\%$ とするのが好ましい。

[0038] 以上、基本成分について説明したが、本発明のステンレス鋼は、必要に応じて、Cu、MoおよびCoのうちから選ばれる1種または2種以上、Ti、Nb、VおよびZrのうちから選ばれる1種または2種以上、さらにはB、CaおよびMgのうちから選ばれる1種または2種以上を以下の範囲で含有することができる。

[0039] Cu：0.01%以上5.0%以下

Cuは、焼入れ熱処理の冷却時に、鋼中に微細に析出して鋼を高強度化する。一方、Cuは微細に析出するため、伸びへの悪影響は少ない。このような高強度化の効果は、Cuの0.01%以上の含有で得られる。しかし、Cu量が5.0%を超えると、高強度化の効果が飽和するのみならず、鋼が硬質化し加工性が低下する。従って、Cuを含有する場合は、0.01%以上5.0%以下の範囲とする。好ましくは0.05%以上、3.5%以下である。より好ましくは0.5%超、3.0%以下である。

また、Cuは、焼戻し熱処理時に、鋼中に微細に析出して強度のみならず

、耐力をも大きく増加させる効果を有する。その効果は、Cuの1.0%以上の含有で得られる。ただし、この場合に1.0%超のMnを含有すると、鋼の加工性が低下するとともに焼入れ性も低下してしまう。このため、Cuを1.0%以上含有する場合は、Mn量を1.0%以下とすることが必要である。

[0040] Mo : 0.01%以上0.50%以下

Moは、固溶強化により鋼の強度を増加させる元素であり、その効果は0.01%以上の含有で得られる。しかし、Moは高価な元素であり、またその量が0.50%を超えると、鋼の加工性が低下する。従って、Moを含有する場合は、0.01%以上0.50%以下の範囲とする。好ましくは0.02%以上、0.25%以下である。

[0041] Co : 0.01%以上0.50%以下

Coは、鋼の靱性を向上させる元素であり、その効果は0.01%以上の含有で得られる。一方で、Coは高価な元素であり、またその量が0.50%を超えると、上記の効果が飽和するのみならず、加工性が低下する。従って、Coを含有する場合は、0.01%以上0.50%以下の範囲とする。好ましくは0.02%以上、0.25%以下である。より好ましくは0.02%以上、0.10%以下である。

[0042] Ti : 0.01%以上0.50%以下

Tiは、Cと結びついて炭化物として、Nと結びついて窒化物として析出することで、焼入れ熱処理後の冷却時にCr炭化物やCr窒化物が生成するのを抑制して、鋼の耐食性を向上させる効果を有する。その効果はTiの0.01%以上の含有で得られる。一方で、Ti量が0.50%を超えると、粗大なTi窒化物が析出し、鋼の靱性が低下する。従って、Tiを含有する場合は、0.01%以上0.50%以下の範囲とする。好ましくは0.02%以上、0.25%以下である。

[0043] Nb : 0.002%以上0.15%未満

Nbは、結晶粒径を微細化して高強度化と加工性を向上させる効果を有す

る。その効果はNbの0.002%以上の含有で得られる。また、Nbは、Cと結びつき微細な炭化物として析出することで、粗大なCr炭化物の析出を抑制し、極限変形能を向上させる効果も有する。ガasketのビード（凸部）のような局所的に厳しい加工が施される場合、加工性向上の方法として、通常の引張試験で得られる伸びを向上させる方法とともに、極限変形能を向上させる方法も有効である。さらに、Nbは、Cr炭化物の析出を抑制することで、鋼中Cr量の減少を防止することができ、耐食性を向上させる効果も有する。一方、Nb量が0.15%以上になると、Nbの炭化物が多量に析出して鋼に固溶するCの量が減少し、マルテンサイト相の強度能が低下する。従って、Nbを含有する場合は、0.002%以上0.15%未満の範囲とする。好ましくは0.005%以上、より好ましくは0.020%以上である。また、好ましくは0.100%以下、より好ましくは0.050%未満、さらに好ましくは0.030%以下である。

[0044] V : 0.01%以上0.50%以下

Vは、高温での強度の向上とともに耐食性の向上に有効な元素である。鋼中に固溶したCやNは、Crと優先的に結びついて炭化物または窒化物（これ以降、炭化物と窒化物を併せて炭・窒化物と呼ぶ場合もある）として析出する。Crの炭・窒化物が析出すると、炭・窒化物になった量だけ鋼中Cr量が減少し、鋼の耐食性が低下してしまう。Vを含有している場合、CやNは、CrよりもVと優先的に結びつき、V炭・窒化物として微細に析出する。このため、Vを含有することによりCrの炭・窒化物の析出が抑制され、鋼の耐食性低下を防止することが出来る。また、Vは、特に、鋼中に固溶したNと優先的に結びついて微細な窒化物として析出することで、粗大なCr窒化物の析出を抑制し、極限変形能を向上させる効果も有する。これらの効果は、Vの0.01%以上の含有で得られる。しかし、V量が0.50%を超えると、粗大なVの炭・窒化物が析出して加工性および靱性が低下する。また、これらの粗大なVの炭・窒化物は腐食の起点となりやすく、このため却って耐食性が低下する。従って、Vを含有する場合は、0.01%以上0

、50%以下の範囲とする。好ましくは0.02%以上である。また、好ましくは0.25%以下、より好ましくは0.10%未満、さらに好ましくは0.05%以下である。

[0045] また、上述したように、NbはCと結びついて炭化物として析出する傾向を、VはNと結びついて窒化物として析出する傾向を有する。このため、NbおよびVを、Nb：0.002%以上0.050%未満、V：0.01%以上0.10%未満として同時に含有させ、さらに下記式（2）の関係を満足させることで、高い強度を維持しつつ、極限変形能をより高めることができる。

記

$$Nb\% + V\% \leq C\% + N\% \quad (2)$$

ここで、C%、N%、Nb%およびV%は、それぞれC、N、NbおよびVの鋼中含有量（質量%）を表す。

[0046] すなわち、NbおよびVは、それぞれCおよびNと結びついて炭化物、窒化物として析出するため、Nb、Vの含有量が増加するほど、鋼中のC量およびN量が減少して、強度が低下し易くなる。このため、高い強度を維持しつつ、極限変形能を高める観点からは、NbおよびVを所定の範囲に調整して同時に含有させ、さらにNb量およびV量の合計量について、C量およびN量の合計量との間で所定の関係を満足させる、具体的には、Nb：0.002%以上0.050%未満、V：0.01%以上0.10%未満として、上掲式（2）の関係を満足させることが特に有効である。

なお、Nbは、より好ましくは0.005%以上、さらに好ましくは0.020%以上である。また、よりさらに好ましくは0.030%以下である。

Vは、より好ましくは0.02%以上である。また、さらに好ましくは0.05%以下である。

上掲式（2）については、 $(Nb\% + V\%) \times 1.5 \leq C\% + N\%$ の関係を満足させることがより好ましい。

[0047] Zr : 0.01%以上0.50%以下

Zr は、Cと結びついて炭化物として、Nと結びついて窒化物として析出することで、Cの炭化物化および窒化物化を抑制して鋼の耐食性を向上させる効果を有する。また、 Zr は、鋼を高強度化させる効果も有する。これらの効果は Zr の0.01%以上の含有で得られる。一方、 Zr 量が0.50%を超えると、粗大な Zr の炭化物や窒化物が析出するため、靱性の低下を招く。従って、 Zr を含有する場合は、0.01%以上0.50%以下の範囲とする。好ましくは0.02%以上、0.25%以下である。

[0048] B : 0.0002%以上0.0100%以下

B は、加工性を向上させるのに有効な元素である。その効果は B の0.0002%以上の含有で得られる。一方、 B 量が0.0100%を超えると、鋼の加工性および靱性が低下する。また、 B が鋼中のNと結びついて窒化物として析出するため、マルテンサイト量が減少して鋼の強度が低下する。従って、 B を含有する場合は、0.0002%以上0.0100%以下の範囲とする。好ましくは0.0005%以上、0.0050%以下である。より好ましくは0.0010%以上、0.0030%以下である。

[0049] Ca : 0.0002%以上0.0100%以下

Ca は、連続鋳造の際に発生しやすい介在物析出によるノズルの閉塞を防止するのに有効な成分である。その効果は Ca の0.0002%以上の含有で得られる。一方、 Ca 量が0.0100%を超えると、表面欠陥が発生する。従って、 Ca を含有する場合は、0.0002~0.0100%の範囲とする。より好ましくは0.0002%以上、0.0030%以下である。より好ましくは0.0005%以上、0.0020%以下である。

[0050] Mg : 0.0002%以上0.0100%以下

Mg は、炭・窒化物の粗大化を抑制するのに有効な元素である。炭・窒化物が粗大に析出すると、それらが脆性割れの起点となるため靱性が低下する。この靱性向上の効果は Mg の0.0002%以上の含有で得られる。一方、 Mg 量が0.0100%を超えると、鋼の表面性状が悪化する。従って、

Mgを含有する場合は、0.0002%以上0.0100%以下の範囲とする。好ましくは0.0002%以上、0.0030%以下である。より好ましくは0.0005%以上、0.0020%以下である。

[0051] 上記以外の成分は、Feおよび不可避免の不純物である。

なお、本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼は、上記した基本成分、さらには必要に応じて、Cu、MoおよびCoのうちから選ばれる1種または2種以上、Ti、Nb、VおよびZrのうちから選ばれる1種または2種以上、さらにはB、CaおよびMgのうちから選ばれる1種または2種以上を所定量含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物からなる成分組成とすることが好ましい。

[0052] また、本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼の組織は、1200MPa以上の高強度材を得るためマルテンサイト相を主体とした組織、具体的には、組織全体に対する体積率で80%以上のマルテンサイト相と残部をフェライト相および／または残留オーステナイト相とした組織となる。ただし、体積率で90%以上がマルテンサイトであることが好ましく、マルテンサイト単相であってもよい。

なお、マルテンサイト相の体積率は、最終冷延板から断面観察用の試験片を作製し、王水によるエッチング処理を施してから、10視野について倍率100倍で光学顕微鏡による観察を行い、組織形状とエッチング強度からマルテンサイト相とフェライト相および残留オーステナイト相とを区別した後、画像処理によりマルテンサイト相の体積率を求め、その平均値を算出することで求めることができる。

[0053] 次に、本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼の好適製造方法について説明する。

本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼は、上記成分組成からなる鋼を転炉、電気炉等の溶解炉で溶製し、さらに取鍋精錬、真空精錬等の2次精錬を経て、連続鋳造法あるいは造塊一分塊圧延法で鋼片（スラブ）とし、熱間圧延、熱延板焼鈍、酸洗を施し熱延焼鈍板とする。さらに、冷間圧延、焼入れ

熱処理、必要に応じて酸洗、焼戻し熱処理等の各工程を経て冷延板とする方法で製造することができる。

[0054] 例えば、転炉あるいは電気炉等で溶鋼を溶製し、VOD法またはAOD法により二次精錬を行い上記成分組成とした後、連続鑄造法によりスラブにする。この時、C量を抑制しつつN量を多くし、かつN量をC量以上とするために、必要に応じて、窒化クロム等の窒素含有原料の添加、または窒素ガスの吹き込みによって、N量を所定の値とする。このスラブを1000～1250℃に加熱して、熱間圧延により所望の板厚の熱延板とする。この熱延板を600℃～800℃の温度でバッチ焼鈍を施した後、ショットブラストと酸洗により酸化スケールを除去して熱延焼鈍板とする。この熱延焼鈍板を、さらに冷間圧延し、焼入れ熱処理して冷却することにより、冷延板とする。冷間圧延工程では、必要に応じて中間焼鈍を含む2回以上の冷間圧延を行ってもよい。1回または2回以上の冷間圧延からなる冷延工程の総圧下率は60%以上、好ましくは80%以上とする。焼入れ熱処理条件は、所望の特性（強度、伸び）を得る観点からは、900℃～1200℃の範囲で行うのが好ましい。より好ましくは950℃以上、1100℃以下の範囲である。焼入れ熱処理後の冷却速度は、所望の強度を得るためには1℃/sec以上であることが好ましい。焼入れ熱処理後の冷却ののち、必要に応じて焼戻し熱処理を行っても良い。また、焼戻し熱処理に関しては、所望の特性を得る観点から、200℃～600℃の範囲で行うのが好ましい。より好ましくは300℃以上、500℃以下の範囲である。さらに、焼入れ熱処理および焼戻し熱処理後には酸洗処理を行っても良い。また、焼入れ熱処理および焼戻し熱処理を、水素を含む還元雰囲気で行うことで、酸洗を省略したBA仕上げとしても良い。

[0055] このようにして製造して得た冷延板製品は、それぞれの用途に応じた曲げ加工、ビード加工、穴あけ加工等を施し、自動車のエンジンから排気系部品の間でシール材として使用されるガスケット部品等に成形される。その他、ばね性が求められる部材へ使用することも出来る。必要に応じて、部品に成

形した後に焼入れ熱処理を行っても良い。

実施例

[0056] 表1に示す成分組成を有する30kg鋼塊を真空溶解炉で溶製・鋳造した。1200℃に加熱後、熱間圧延を行って厚さ25mm×幅150mmのシートバーとした。このシートバーを700℃の炉中に10時間保持し軟質化した。ついで、このシートバーを1100℃に加熱後、熱間圧延して板厚：4mmの熱延板とした。ついで、この熱延板を700℃の炉中に10時間保持する焼鈍を行い、熱延焼鈍板とした。ついで、この熱延焼鈍板を冷間圧延により板厚：0.2mmの冷延板とし、表2に示す温度で焼入れ熱処理を行ったのち、冷却した。なお、この際の冷却速度は、いずれについても1℃/sec以上とした。さらに、一部の冷延板については、焼入れ熱処理後の冷却ののち、表2に示す温度で焼戻し熱処理を行った。

[0057] <組織観察>

上記のようにして作製したマルテンサイト系ステンレス鋼冷延板（焼入れまま材および焼入れ－焼戻し材）について、断面観察用の試験片を作製し、王水によるエッチング処理を施してから、10視野について倍率100倍で光学顕微鏡による観察を行い、組織形状とエッチング強度からマルテンサイト相とフェライト相を区別した後、画像処理によりマルテンサイト相の体積率を求め、その平均値を算出した。なお、本発明例であるNo. 1～No. 58およびNo. 73～82では、組織全体に対する体積率で80%以上がマルテンサイト相であった。また、比較例であるNo. 59、No. 60、No. 61、No. 63、No. 64、No. 67～No. 69、No. 71およびNo. 72でも、組織全体に対する体積率で80%以上がマルテンサイト相であった。しかし、比較例であるNo. 62、No. 65、No. 66およびNo. 70では、組織全体に対する体積率でマルテンサイト相は80%未満であった。

[0058] <引張試験>

また、上記のようにして作製したマルテンサイト系ステンレス鋼冷延板（

焼入れまま材および焼入れ－焼戻し材）を用い、圧延方向を長手方向とする J I S 5 号引張試験片を作製し、J I S Z 2 2 4 1 に準拠して室温引張試験に供し、引張強度（T. S.）、耐力（P. S.）、伸び（E L）および極限変形能（ ε_L ）を測定した。原標点距離は 5 0 m m、引張速度は 1 0 m m / m i n とし、試験は各鋼 N = 2 で行い、平均値で評価した。

なお、伸び（E L）は、破断した二つの試験片を試験片の軸が直線上になるように深く突き合わせ、最終標点距離を測定し、次式により算出した。

$$E L (\%) = (L_u - L_0) / L_0 \times 100$$

ここで、E L は伸び（破断伸び）、L 0 は原標点距離、L u は最終標点距離である。

また、引張試験後の引張試験片の破断面における板幅 W と板厚 T を計測し、引張試験前の引張試験片の板幅 W₀ と板厚 T₀ とともに次式により極限変形能 ε_L を算出した。

$$\varepsilon_L = - \{ \ln (W / W_0) + \ln (T / T_0) \}$$

ここで、 ε_L は極限変形能、W は引張試験後の引張試験片の破断面における板幅、W₀ は引張試験前の引張試験片の板幅、T は引張試験後の引張試験片の破断面における板厚、T₀ は引張試験前の引張試験片の板厚である。

評価結果を表 2 に併記する。なお、評価基準は以下の通りである。

・ 引張強度（T S）

◎：合格（特に優れている） 1 4 0 0 M P a 以上

○：合格 1 2 0 0 M P a 以上 1 4 0 0 M P a 未満

×：不合格 1 2 0 0 M P a 未満

・ 伸び（E L）

◎：合格（特に優れている） 8. 5 % 以上

○：合格 7. 5 % 以上 8. 5 % 未満

×：不合格 7. 5 % 未満

・ 耐力（P. S.）

◎：合格（特に優れている） 1 1 5 0 M P a 以上

○：合格 1050MPa以上1150MPa未満

×：不合格 1050MPa未満

・極限変形能 (ε_l)

◎：合格（特に優れている） 0.7以上

○：合格 0.5以上0.7未満

×：不合格 0.5未満

[0059] <耐食性評価試験>

上記で作製した冷延板（焼入れまま材および焼入れ－焼戻し材）から、60mm幅×80mm長の試験片を切り出し、自動車技術会規格 自動車用材料腐食試験方法（JASO M 609－91）に従い、耐食性評価試験を行った。試験片表面は#600エメリー紙で研磨仕上げとし、裏面全面および表面周囲5mmはシールで被覆した。試験は5%塩水噴霧（2時間）－60℃乾燥（4時間）－50℃湿潤（2時間）を1サイクルとし、15サイクル実施した後に表面の腐食面積率を測定した。試験はN=2とし、腐食面積率が多い方をその冷延板の評価とした。

得られた結果を表2に併記する。なお、評価基準は以下の通りである。

◎：合格（特に優れている） 腐食面積率が30%未満

○：合格 腐食面積率が30%以上60%未満

×：不合格 腐食面積率が60%以上

[0060]

[表1-1]

表1	鋼No.	成分組成(質量%)																			Nb%/C%	(C%+N%)* /(Nb%+V%)	備考
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	N	Cu	Mo	Co	Ti	Nb	V	Zr	B	Ca	Mg			
	1	0.044	0.36	0.46	0.022	0.004	12.9	0.08	0.02	0.108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.45	-	発明例
	2	0.041	0.55	1.10	0.029	0.002	11.1	0.12	0.01	0.093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.28	-	発明例
	3	0.041	0.58	0.35	0.030	0.002	11.9	0.10	0.03	0.071	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.72	-	発明例
	4	0.095	0.56	0.88	0.028	0.001	13.3	0.13	0.02	0.101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.07	-	発明例
	5	0.027	0.32	1.45	0.034	0.001	14.2	0.09	0.02	0.120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.44	-	発明例
	6	0.043	0.43	1.05	0.032	0.003	15.6	0.19	0.04	0.109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.54	-	発明例
	7	0.063	0.58	1.21	0.026	0.003	10.9	0.15	0.05	0.076	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.21	-	発明例
	8	0.089	1.58	0.67	0.028	0.003	12.4	0.09	0.09	0.119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.34	-	発明例
	9	0.043	0.43	2.42	0.027	0.002	14.3	0.18	0.15	0.106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.45	-	発明例
	10	0.038	0.42	0.38	0.028	0.003	14.5	0.64	0.02	0.102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.67	-	発明例
	11	0.040	0.51	1.25	0.040	0.002	12.6	0.07	0.03	0.163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.10	-	発明例
	12	0.042	0.44	1.52	0.028	0.002	11.6	0.19	0.04	0.093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.22	-	発明例
	13	0.065	0.51	1.37	0.035	0.001	12.5	0.17	0.28	0.081	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.25	-	発明例
	14	0.045	0.55	0.69	0.030	0.002	11.4	0.08	0.08	0.135	-	-	-	-	0.143	-	-	-	-	-	3.00	-	発明例
	15	0.048	0.32	1.54	0.026	0.002	11.1	0.12	0.02	0.127	-	-	-	0.14	-	-	-	-	-	-	2.59	-	発明例
	16	0.039	0.33	0.62	0.035	0.002	12.4	0.20	0.01	0.070	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	1.77	-	発明例
	17	0.044	0.37	0.96	0.032	0.002	14.3	0.12	0.01	0.103	-	-	-	-	-	0.09	-	-	-	-	2.34	-	発明例
	18	0.038	0.41	1.15	0.040	0.003	10.6	0.20	0.02	0.087	-	-	-	-	-	-	0.0014	-	-	-	2.27	-	発明例
	19	0.049	0.51	0.37	0.038	0.002	11.2	0.14	0.05	0.062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0009	1.26	-	発明例
	20	0.042	0.30	0.37	0.035	0.002	12.1	0.07	0.10	0.109	-	-	-	-	-	-	-	0.0008	-	-	2.63	-	発明例
	21	0.036	0.33	0.71	0.029	0.003	12.6	0.14	0.03	0.107	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	3.01	-	発明例
	22	0.037	0.39	0.59	0.033	0.002	12.3	0.19	0.02	0.074	-	-	-	-	-	-	-	0.0008	0.0011	-	2.00	-	発明例
	23	0.045	0.34	1.16	0.031	0.002	10.9	0.17	0.02	0.088	-	-	-	0.07	0.095	-	-	-	-	-	1.95	-	発明例
	24	0.039	0.30	0.96	0.034	0.003	11.6	0.13	0.07	0.084	1.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.16	-	発明例
	25	0.040	0.51	0.86	0.025	0.001	13.3	0.08	0.02	0.100	3.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.51	-	発明例
	26	0.039	0.51	0.75	0.026	0.001	12.6	0.14	0.01	0.096	2.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.45	-	発明例
	27	0.044	0.33	0.83	0.036	0.002	11.3	0.07	0.05	0.085	1.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.93	-	発明例
	28	0.044	0.56	0.96	0.036	0.002	10.6	0.19	0.03	0.081	1.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.82	-	発明例
	29	0.037	0.39	0.98	0.032	0.002	12.3	0.20	0.05	0.106	3.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.84	-	発明例
	30	0.043	0.39	0.81	0.036	0.003	13.0	0.17	0.24	0.086	3.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.98	-	発明例
	31	0.040	0.34	0.79	0.031	0.002	10.6	0.08	0.19	0.099	2.22	-	-	-	0.122	-	-	-	-	-	2.51	-	発明例
	32	0.049	0.49	0.88	0.029	0.003	13.3	0.06	0.09	0.074	2.95	-	-	0.22	-	-	-	-	-	-	1.50	-	発明例
	33	0.046	0.57	0.34	0.040	0.002	13.5	0.06	0.07	0.086	3.89	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	1.85	-	発明例
	34	0.042	0.37	0.66	0.034	0.002	10.7	0.07	0.02	0.098	3.57	-	-	-	-	0.19	-	-	-	-	2.35	-	発明例
	35	0.044	0.47	0.95	0.034	0.001	11.1	0.18	0.05	0.109	4.20	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-	2.50	-	発明例
	36	0.048	0.49	0.90	0.035	0.002	13.8	0.05	0.07	0.100	1.88	-	-	-	-	-	-	0.0012	-	-	2.06	-	発明例

* Nb:0.002%以上0.05%未満かつV:0.01%以上0.10%未満の場合のみ

[0061] [表1-2]

表1(続き)

鋼No.	成分組成(質量%)																			N%/C%	(C%+N%)* /(Nb%+V%)	備考
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	N	Cu	Mo	Co	Ti	Nb	V	Zr	B	Ca	Mg			
37	0.047	0.50	0.94	0.035	0.002	14.2	0.11	0.02	0.085	2.10	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0007	1.81	-	発明例
38	0.036	0.59	0.66	0.039	0.003	12.3	0.10	0.03	0.072	4.28	-	-	-	-	-	-	-	0.0010	-	2.03	-	発明例
39	0.040	0.31	0.92	0.027	0.003	12.3	0.14	0.05	0.080	3.87	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	1.99	-	発明例
40	0.042	0.36	0.90	0.032	0.002	11.5	0.09	0.01	0.072	1.43	-	-	-	0.055	-	-	0.0018	-	-	1.69	-	発明例
41	0.073	0.48	0.72	0.029	0.002	12.1	0.20	0.01	0.084	0.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.15	-	発明例
42	0.049	0.40	0.33	0.038	0.001	14.2	0.28	0.01	0.094	0.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.93	-	発明例
43	0.049	0.34	0.71	0.035	0.002	13.6	0.18	0.10	0.082	-	-	-	-	-	0.26	-	-	-	-	1.66	-	発明例
44	0.040	0.51	0.51	0.035	0.002	10.6	0.09	0.13	0.071	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-	1.75	-	発明例
45	0.041	0.54	1.50	0.026	0.003	12.1	0.05	0.08	0.104	-	-	-	-	-	0.17	-	-	-	-	2.53	-	発明例
46	0.038	0.42	1.48	0.031	0.001	13.9	0.20	0.02	0.082	-	-	-	-	-	0.41	-	-	-	-	2.14	-	発明例
47	0.040	0.47	0.31	0.026	0.003	14.1	0.07	0.02	0.090	-	-	-	-	-	0.32	-	-	-	-	2.23	-	発明例
48	0.045	0.42	0.33	0.035	0.003	13.0	0.17	0.03	0.083	2.80	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	1.84	-	発明例
49	0.049	0.59	1.57	0.032	0.003	12.0	0.13	0.07	0.093	-	-	-	-	-	0.32	-	-	-	-	1.91	-	発明例
50	0.043	0.43	1.56	0.032	0.003	11.2	0.07	0.05	0.087	-	-	-	-	0.087	0.16	-	-	-	-	2.02	0.5	発明例
51	0.038	0.57	0.98	0.038	0.003	12.9	0.06	0.06	0.102	-	-	-	0.08	-	0.10	-	-	-	-	2.68	-	発明例
52	0.036	0.51	0.65	0.034	0.002	11.9	0.07	0.11	0.076	-	0.19	-	-	-	0.39	-	-	-	-	2.10	-	発明例
53	0.036	0.45	1.49	0.038	0.001	11.4	0.19	0.02	0.109	-	-	-	-	-	0.19	0.04	-	-	-	3.04	-	発明例
54	0.046	0.60	1.14	0.031	0.001	13.4	0.05	0.03	0.093	-	-	-	-	-	0.14	-	0.0015	-	-	2.01	-	発明例
55	0.042	0.42	1.54	0.035	0.002	12.4	0.10	0.02	0.097	-	-	-	-	-	0.33	-	-	0.0008	-	2.33	-	発明例
56	0.041	0.56	0.37	0.025	0.002	14.2	0.16	0.04	0.082	-	-	-	-	-	0.06	-	-	0.0011	-	1.99	-	発明例
57	0.042	0.51	0.58	0.028	0.003	13.1	0.08	0.01	0.083	-	-	0.05	-	-	0.16	-	-	-	-	1.97	-	発明例
58	0.045	0.49	0.58	0.025	0.001	11.2	0.12	0.02	0.078	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.74	-	発明例
59	0.128	0.35	0.46	0.020	0.004	12.7	0.07	0.09	0.031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	-	比較例
60	0.113	0.56	1.57	0.028	0.003	14.0	0.10	0.03	0.088	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.78	-	比較例
61	0.095	0.60	0.86	0.035	0.002	11.5	0.11	0.04	0.071	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.75	-	比較例
62	0.041	2.18	0.63	0.034	0.001	12.7	0.22	0.02	0.070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.70	-	比較例
63	0.047	0.31	3.36	0.030	0.001	13.8	0.09	0.10	0.100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.12	-	比較例
64	0.068	0.40	1.55	0.034	0.001	11.6	0.28	0.15	0.083	1.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.22	-	比較例
65	0.024	0.56	0.99	0.033	0.001	11.5	0.27	0.02	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.17	-	比較例
66	0.047	0.58	0.66	0.033	0.002	16.7	0.18	0.07	0.093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.98	-	比較例
67	0.089	0.47	1.22	0.036	0.001	11.4	0.14	0.05	0.073	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.82	-	比較例
68	0.108	0.47	1.22	0.036	0.001	11.4	0.14	0.06	0.123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.14	-	比較例
69	0.119	0.47	1.22	0.036	0.001	11.4	0.14	0.03	0.123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.03	-	比較例
70	0.039	0.35	0.99	0.026	0.002	11.3	0.14	0.06	0.074	-	-	-	-	-	0.88	-	-	-	-	1.88	-	比較例
71	0.048	0.56	0.65	0.038	0.001	9.3	0.18	0.08	0.107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.22	-	比較例
72	0.052	0.49	0.66	0.032	0.001	14.1	0.87	0.02	0.089	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.71	-	比較例

* Nb:0.002%以上0.050%未満かつV:0.01%以上0.10%未満の場合のみ

[0062] [表1-3]

鋼No.		成分組成(質量%)																		N%/C%	(C%+N%) [*] /(Nb%+V%)	備考	
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	N	Cu	Mo	Co	Ti	Nb	V	Zr	B	Ca				Mg
73		0.048	0.36	0.48	0.035	0.002	12.8	0.08	0.03	0.104	-	-	-	-	0.022	0.03	-	-	-	-	2.17	2.9	発明例
74		0.046	0.47	0.32	0.028	0.001	12.1	0.11	0.10	0.113	-	-	-	-	0.006	0.08	-	-	-	-	2.46	1.8	発明例
75		0.049	0.28	0.55	0.030	0.003	11.7	0.09	0.05	0.089	0.42	-	-	-	0.010	0.03	-	-	-	-	1.82	3.5	発明例
76		0.039	0.35	0.41	0.030	0.002	13.0	0.07	0.04	0.096	-	-	-	-	0.048	0.01	0.03	-	-	-	2.46	2.3	発明例
77		0.049	0.78	0.45	0.032	0.002	13.4	0.12	0.04	0.106	-	-	-	-	0.029	0.02	-	-	-	0.0012	2.16	3.2	発明例
78		0.045	0.18	0.56	0.025	0.002	12.5	0.10	0.02	0.108	-	-	-	-	0.018	0.05	-	-	0.0011	-	2.40	2.3	発明例
79		0.053	0.44	0.37	0.034	0.001	11.9	0.08	0.03	0.094	-	-	0.02	-	0.033	0.02	-	-	-	-	1.77	2.8	発明例
80		0.077	0.52	0.22	0.036	0.003	13.3	0.22	0.02	0.099	-	-	-	0.02	0.020	0.02	-	-	-	-	1.29	4.4	発明例
81		0.061	0.34	0.44	0.032	0.003	12.4	0.05	0.05	0.088	-	-	-	-	0.042	0.04	-	0.0009	-	-	1.44	1.8	発明例
82		0.045	0.38	0.50	0.033	0.002	11.8	0.14	0.04	0.082	-	0.25	-	-	0.009	0.01	-	-	-	-	1.82	6.7	発明例
83		0.040	0.61	0.28	0.029	0.002	12.3	0.12	0.03	0.073	-	-	-	-	0.045	0.08	-	-	-	-	1.83	0.9	発明例

* Nb:0.002%以上0.060%未満かつV:0.01%以上0.10%未満の場合のみ

[0063] [表2-1]

表2

鋼No.	製造条件		評価結果					備考
	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	引張 強度	耐力	伸び	極限 変形能	耐食性	
1	1000	300	◎	○	◎	○	○	発明例
2	950	400	◎	○	◎	○	○	発明例
3	1030	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
4	980	焼戻なし	○	○	○	○	○	発明例
5	1050	200	◎	○	◎	○	○	発明例
6	1000	500	◎	○	◎	○	○	発明例
7	950	焼戻なし	○	○	○	○	○	発明例
8	930	焼戻なし	○	○	○	○	○	発明例
9	1100	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
10	1050	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
11	1000	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
12	1080	200	◎	○	◎	○	○	発明例
13	1030	焼戻なし	○	○	○	○	○	発明例
14	1030	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
15	1000	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
16	1150	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
17	980	400	◎	○	◎	○	○	発明例
18	950	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
19	1000	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
20	1030	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
21	1100	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
22	950	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
23	1000	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例
24	980	500	◎	◎	◎	○	○	発明例
25	1000	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
26	1030	600	◎	◎	◎	○	○	発明例
27	1000	500	◎	◎	◎	○	○	発明例
28	1000	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
29	1030	200	◎	◎	◎	○	○	発明例
30	1030	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
31	1030	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
32	980	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
33	1030	400	◎	◎	◎	○	○	発明例
34	1000	焼戻なし	○	◎	◎	○	◎	発明例
35	980	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
36	1030	300	◎	◎	◎	○	○	発明例
37	1030	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
38	1000	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
39	980	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
40	1030	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
41	1000	焼戻なし	○	◎	○	○	○	発明例
42	980	焼戻なし	○	◎	◎	○	○	発明例
43	1000	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
44	980	300	◎	○	◎	○	◎	発明例
45	1000	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
46	1030	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
47	1030	200	◎	○	◎	○	◎	発明例
48	980	600	◎	◎	◎	○	◎	発明例
49	1050	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
50	1000	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
51	1030	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
52	1080	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
53	1050	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
54	1030	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
55	1030	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
56	1030	400	◎	○	◎	○	◎	発明例
57	1100	焼戻なし	○	○	◎	○	◎	発明例
58	1000	焼戻なし	○	○	◎	○	○	発明例

[0064] [表2-2]

表2(続き)

鋼No.	製造条件		評価結果					備考
	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	引張 強度	耐力	伸び	極限 変形能	耐食性	
59	1030	焼戻なし	○	○	×	×	×	比較例
60	1050	焼戻なし	○	○	×	×	×	比較例
61	1000	500	×	×	○	×	○	比較例
62	980	焼戻なし	×	×	○	×	○	比較例
63	1030	焼戻なし	○	○	×	×	○	比較例
64	1050	焼戻なし	○	◎	×	×	○	比較例
65	1050	焼戻なし	×	×	○	○	○	比較例
66	1000	焼戻なし	×	×	○	○	○	比較例
67	1030	300	×	×	○	○	○	比較例
68	980	焼戻なし	○	○	×	×	×	比較例
69	1000	400	×	×	○	×	×	比較例
70	1050	焼戻なし	×	×	×	×	×	比較例
71	1030	焼戻なし	○	○	○	○	×	比較例
72	1050	焼戻なし	○	○	×	×	○	比較例
73	1050	焼戻なし	○	○	◎	◎	◎	発明例
74	1030	300	◎	○	◎	◎	◎	発明例
75	1000	焼戻なし	◎	○	◎	◎	◎	発明例
76	1030	200	◎	○	◎	◎	◎	発明例
77	1050	300	◎	○	◎	◎	◎	発明例
78	1030	焼戻なし	○	○	◎	◎	◎	発明例
79	1000	200	◎	○	○	◎	◎	発明例
80	1050	200	◎	○	○	◎	◎	発明例
81	1050	300	◎	○	○	◎	◎	発明例
82	1030	焼戻なし	○	○	◎	◎	◎	発明例
83	1000	200	◎	○	◎	○	◎	発明例

[0065] 表1より、本発明例であるN o. 1～58および73～83はいずれも、強度と伸びの両方が優れており、また耐力、極限変形能、耐食性についても十分なものであった。特に、1.0%以上のCuを含有するN o. 24～40および48は、焼入れ後の耐力が高く優れている。また、Vを0.01%以上含有するN o. 34および43～57は、耐食性に特に優れている。さらに、NbおよびVをそれぞれNb:0.002%以上0.050%未満、V:0.01%以上0.10%未満として含有し、 $Nb\% + V\% \leq C\% + N\%$ の関係式を満足するN o. 73～82は、極限変形能に特に優れている。

[0066] 一方、Cが適正範囲外で高い比較例N o. 59(SUS403相当)およびN o. 60では、強度および耐力は合格となったが、伸びと極限変形能、耐食性が不合格となった。 $N\% < C\%$ ($N\% / C\% < 1$)となる比較例N o. 61については、焼戻しにより伸びは合格となったが、強度と耐力、極限変形能が不合格となった。Siが適正範囲外で高い比較例N o. 62については、焼入れ後のマルテンサイト量が少なく強度、耐力、さらには極限変形

能が不合格となった。Mnが適正範囲外で高い比較例No. 63は強度、耐力が高くなりすぎ、伸びと極限変形能が不合格となった。比較例No. 64はCu量が多い上にMn量も多いため、伸びと極限変形能が不合格となった。比較例No. 65はN量が低く適正範囲から外れるため、強度と耐力が不合格となった。比較例No. 66はCr量が適正範囲より高く外れるため、焼入れ後のマルテンサイト量が少なく、強度と耐力が不合格となった。No. 67はN%<C%となるため、焼戻し後の強度と耐力が不合格となった。比較例No. 68は、C量が適正範囲より高く、伸びと極限変形能、さらには耐食性が不合格となり、また比較例No. 69は、同様にC量が高いため、焼戻し後の伸びは合格となったものの、強度と耐力、極限変形能、さらには耐食性が不合格となった。比較例No. 70はV量が多いため、焼入れ後のマルテンサイト量が少なく、強度と耐力、さらには伸びと極限変形能、耐食性も不合格となった。比較例No. 71はCr量が低いため、耐食性が不合格となった。比較例No. 72はNi量が多いため、伸びと極限変形能が不合格となった。

産業上の利用可能性

[0067] 本発明のマルテンサイト系ステンレス鋼は、強度（引張強度、耐力）と加工性（伸び、さらには極限変形能）の両方が優れているため、ガスケット部材として好適である。また、耐ばね性が必要とされる部品に用いて好適である。

請求の範囲

[請求項1]

質量%で、

C : 0.020%以上0.10%未満、

Si : 0.01%以上2.0%以下、

Mn : 0.01%以上3.0%以下、

P : 0.050%以下、

S : 0.050%以下、

Cr : 10.0%以上16.0%以下、

Ni : 0.01%以上0.80%以下、

Al : 0.001%以上0.50%以下および

N : 0.050%超0.20%以下

を含有するとともに、下記式(1)の関係を満足し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼。

記

$$N\% \geq C\%$$

(1)

ここで、C%およびN%は、それぞれCおよびNの鋼中含有量(質量%)を表す。

[請求項2]

質量%で、さらに、

Cu : 0.01%以上5.0%以下、

Mo : 0.01%以上0.50%以下および

Co : 0.01%以上0.50%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有するとともに、Cuを1.0%以上含有する場合には、Mnを0.01%以上1.0%以下とする請求項1に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

[請求項3]

質量%で、さらに、

Ti : 0.01%以上0.50%以下、

Nb : 0.002%以上0.15%未満、

V : 0.01%以上0.50%以下および

Zr : 0.01%以上0.50%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有する請求項1または2に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

[請求項4] 前記NbおよびVを、Nb : 0.002%以上0.050%未満、
V : 0.01%以上0.10%未満として含有するとともに、下記式
(2) の関係を満足する請求項3に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

記

$$Nb\% + V\% \leq C\% + N\% \quad (2)$$

ここで、C%、N%、Nb%およびV%は、それぞれC、N、NbおよびVの鋼中含有量(質量%)を表す。

[請求項5] 質量%で、さらに、

B : 0.0002%以上0.0100%以下、

Ca : 0.0002%以上0.0100%以下および

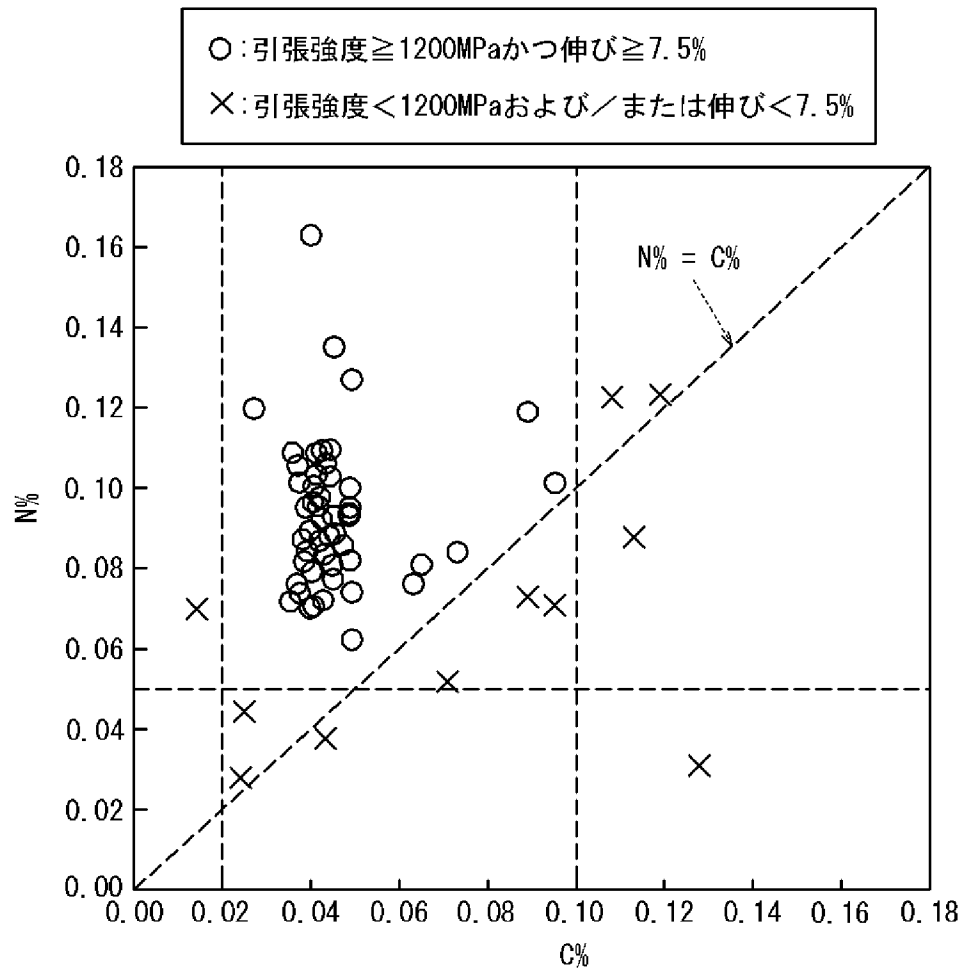
Mg : 0.0002%以上0.0100%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含有する請求項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。

[請求項6] 引張強度が1200MPa以上でかつ伸びが7.5%以上である請求項1～5のいずれかに記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

[請求項7] 引張強度が1200MPa以上でかつ伸びが7.5%以上であり、
極限変形能が0.7以上である請求項4または5に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼。

[図1]

FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/002044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)n

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)

C22C38/00-C22C38/60

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

DWPI(Thomson Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 63-028829 A (Nippon Steel Corp.), 06 February 1988 (06.02.1988), claim 1; table 1, steel no.5 (Family: none)	1 2-7
X A	JP 2-217444 A (Nippon Steel Corp.), 30 August 1990 (30.08.1990), claim 1; table 1, No.31 & US 5049210 A claim 1; table 1, No.31 & EP 384317 A1	1 2-7
X A	JP 2010-106315 A (Nippon Steel & Sumikin Stainless Steel Corp.), 13 May 2010 (13.05.2010), claim 1; table 1, steel No.14, 20 (Family: none)	2 1, 3-7

☒ 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 application or patent 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
07 July 2016 (07.07.16)

Date of mailing of the international search report
19 July 2016 (19.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/002044

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 8-109444 A (Nippon Steel Corp.), 30 April 1996 (30.04.1996), claim 1; paragraph [0017]; table 1, the present invention 2, 4 (Family: none)	2 1,3-7
X A	WO 2006/061881 A1 (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 15 June 2006 (15.06.2006), claim 1; table 1, sample material no.9 & US 2009/0098008 A1 claim 1; table 1, No.9 & EP 1840237 A1 & CN 101076612 A	5 1-4,6-7
X Y A	JP 2001-107195 A (Daido Steel Co., Ltd.), 17 April 2001 (17.04.2001), claim 1; paragraph [0023]; table 1, invention steel 3 (Family: none)	1 2-3,5-6 4,7
X A	JP 59-211552 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 November 1984 (30.11.1984), claim 1; page 4, lower left column, lines 1 to 11; table 1, steel type 9 (Family: none)	2 1,3-7
X A	JP 3-075335 A (Nippon Steel Corp.), 29 March 1991 (29.03.1991), claim 1; page 4, lower right column, lines 5 to 9; table 1, No.1 (Family: none)	2 1,3-7
X A	JP 10-245656 A (Hitachi Metals, Ltd.), 14 September 1998 (14.09.1998), claim 1; paragraphs [0017], [0022]; table 1, steel No.2, 9, 14, 32; table 2 (Family: none)	2-4,6-7 1,5
X A	JP 2-247360 A (Nippon Steel Corp.), 03 October 1990 (03.10.1990), claim 1; page 4, lower left column, lines 11 to 16; table 1, No.4, 21 & US 5049210 A claim 1; column 4, lines 32 to 38; table 2, No.44, 61 & EP 384317 A1	2,5 1,3-4,6-7
Y A	JP 2004-099990 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 02 April 2004 (02.04.2004), claim 1; paragraphs [0061] to [0062]; table 1, steel 5; table 2 (Family: none)	2,6 1,3-5,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/002044

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 61-174361 A (Nippon Steel Corp.), 06 August 1986 (06.08.1986), claims; table 1, No.2 (Family: none)	2 1, 3-7
Y A	JP 2002-146489 A (Kawasaki Steel Corp.), 22 May 2002 (22.05.2002), claim 1; table 2, steel No.H, J, N & US 2004/0096352 A1 claim 1; table 1, steel No.H, J, N & WO 2002/018666 A1 & EP 1314791 A1 & CN 101906587 A & KR 10-2003-0034165 A	3, 5 1-2, 4, 6-7
A	JP 7-278758 A (Nippon Steel Corp.), 24 October 1995 (24.10.1995), (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, C22C38/60(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)n

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.Cl. C22C38/00-C22C38/60

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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）

DWPI (Thomson Innovation)

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 請求項の番号
X A	JP 63-028829 A（新日本製鐵株式会社）1988.02.06, 特許請求の範囲（1）、第1表鋼番5 （ファミリーなし）	1 2-7
X A	JP 2-217444 A（新日本製鐵株式会社）1990.08.30, 特許請求の範囲（1）、第1表No. 31 & US 5049210 A, claim 1, TABLE 1 No.31 & EP 384317 A1	1 2-7

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

07.07.2016

国際調査報告の発送日

19.07.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

佐藤 陽一

4 K

5573

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 請求項の番号
X A	JP 2010-106315 A (新日鐵住金ステンレス株式会社) 2010.05.13, 【請求項1】、【表1】鋼No. 14、20 (ファミリーなし)	2 1, 3-7
X A	JP 8-109444 A (新日本製鐵株式会社) 1996.04.30, 【請求項1】、【0017】、【表1】本発明2、4 (ファミリーなし)	2 1, 3-7
X A	WO 2006/061881 A1 (住友金属工業株式会社) 2006.06.15, 請求の範囲[1]、[表1]供試材番号9 & US 2009/0098008 A1, claim 1, TABLE 1 No.9 & EP 1840237 A1 & CN 101076612 A	5 1-4, 6-7
X Y A	JP 2001-107195 A (大同特殊鋼株式会社) 2001.04.17, 【請求項1】、【0023】、【表1】発明鋼3 (ファミリーなし)	1 2-3, 5-6 4, 7
X A	JP 59-211552 A (三菱重工業株式会社) 1984.11.30, 特許請求の範囲(1)、第4頁左下欄第1-11行、第1表鋼種9 (ファミリーなし)	2 1, 3-7
X A	JP 3-075335 A (新日本製鐵株式会社) 1991.03.29, 特許請求の範囲(1)、第4頁右下欄第5-9行、第1表No. 1 (ファミリーなし)	2 1, 3-7
X A	JP 10-245656 A (日立金属株式会社) 1998.09.14, 【請求項1】、【0017】、【0022】、【表1】鋼No. 2、9、 14、32、【表2】 (ファミリーなし)	2-4, 6-7 1, 5
X A	JP 2-247360 A (新日本製鐵株式会社) 1990.10.03, 特許請求の範囲(1)、第4頁左下欄第11-16行、第1表No. 4、21 & US 5049210 A, claim 1, column 4 lines 32-38, TABLE 2 No.44,61 & EP 384317 A1	2, 5 1, 3-4, 6-7
Y A	JP 2004-099990 A (住友金属工業株式会社) 2004.04.02, 【請求項1】、【0061】-【0062】、【表1】鋼5、【表2】 (ファミリーなし)	2, 6 1, 3-5, 7

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 請求項の番号
Y A	JP 61-174361 A (新日本製鐵株式会社) 1986. 08. 06, 特許請求の範囲、第 1 表 N o . 2 (ファミリーなし)	2 1, 3-7
Y A	JP 2002-146489 A (川崎製鐵株式会社) 2002. 05. 22, 【請求項 1】、【表 2】鋼 N o . H、J、N & US 2004/0096352 A1, claim 1, TABLE 1 Steel No. H, J, N & WO 2002/018666 A1 & EP 1314791 A1 & CN 101906587 A & KR 10-2003-0034165 A	3, 5 1-2, 4, 6-7
A	JP 7-278758 A (新日本製鐵株式会社) 1995. 10. 24 (ファミリーなし)	1-7