

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6170106号  
(P6170106)

(45) 発行日 平成29年7月26日(2017.7.26)

(24) 登録日 平成29年7月7日(2017.7.7)

(51) Int.Cl. F I  
**C 2 2 C 38/00 (2006.01)** C 2 2 C 38/00 3 0 2 A  
**C 2 2 C 38/58 (2006.01)** C 2 2 C 38/58

請求項の数 30 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-169634 (P2015-169634)	(73) 特許権者	501187033
(22) 出願日	平成27年8月28日 (2015.8.28)		エイティーアイ・プロパティーズ・エルエルシー
(62) 分割の表示	特願2013-216918 (P2013-216918) の分割		アメリカ合衆国オレゴン州97321-0580, アルバニー, ノース・イースト・オールド・セーレム・ロード 1600
原出願日	平成20年2月26日 (2008.2.26)	(74) 代理人	100140109 弁理士 小野 新次郎
(65) 公開番号	特開2015-221945 (P2015-221945A)	(74) 代理人	100075270 弁理士 小林 泰
(43) 公開日	平成27年12月10日 (2015.12.10)	(74) 代理人	100101373 弁理士 竹内 茂雄
審査請求日	平成27年9月18日 (2015.9.18)	(74) 代理人	100118902 弁理士 山本 修
(31) 優先権主張番号	60/991,016		
(32) 優先日	平成19年11月29日 (2007.11.29)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オーステナイト系のリーンステンレス鋼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

オーステナイト系のステンレス鋼であって、

重量%で、0.20までのC、2.0~9.0のMn、1.0までのSi、16.0~23.0のCr、1.0~3.0のNi、3.0までのMo、0.1~0.35のN、0.05~4.0のW、0.01までのB、1.0までのCo、残部の鉄、及び不純物からなり、3以上で10より低いフェライト価(FN)及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有し、  
ここで

$$FN = 3.34(Cr + 1.5Si + Mo + 2Ti + 0.5Cb) - 2.46(Ni + 30N + 30C + 0.5Mn + 0.5Cu) - 28.6;$$

$$MD_{30}(\quad) = 413 - 462(C + N) - 9.2(Si) - 8.1(Mn) - 13.7(Cr) - 9.5(Ni) - 17.1(Cu) - 18.5(Mo)$$

である、上記のオーステナイト系のステンレス鋼。

【請求項2】

0.5 (Mo + W / 2) 5.0である、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

【請求項3】

22より大きいPRE<sub>w</sub>値を有し、ここで

$$PRE_w = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$$

である、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 4】

22より大きく、30までのPRE<sub>w</sub>値を有し、ここで

$$PRE_w = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$$

である、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 5】

3～8.3のフェライト価を有する、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 6】

-10より低いMD<sub>30</sub>値を有する、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

10

## 【請求項 7】

Cが0.08までに限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 8】

Mnが2.0～8.0に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 9】

Mnが3.0～6.0に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 10】

Crが16.0～22.0に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

20

## 【請求項 11】

Crが17.0～21.0に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 12】

Crが17.0～20.0に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 13】

Crが16.0～18.2に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

30

## 【請求項 14】

Nが0.1～0.30に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 15】

Nが0.14～0.30に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 16】

Moが0.40～3.0に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 17】

Moが0.5～2.0に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

40

## 【請求項 18】

Bが0.008までに限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 19】

Wが0.05～0.60に限定される、請求項1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

## 【請求項 20】

Moが0.40～2.0に限定され、-10より低いMD<sub>30</sub>値を有する、請求項1に

50

記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

【請求項 2 1】

Mo が 0.40 ~ 2.0 に限定され、 $0.5 (Mo + W / 2) \leq 4.0$  である、請求項 1 に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

【請求項 2 2】

- 10 より低い MD<sub>30</sub> 値を有する、請求項 2 1 に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

【請求項 2 3】

オーステナイト系のステンレス鋼であって、

重量%で、0.20 までの C、2.0 ~ 9.0 の Mn、1.0 までの Si、16.0 ~ 23.0 の Cr、1.0 ~ 3.0 の Ni、0.40 ~ 3.0 の Mo、0.1 ~ 0.30 の N、0.05 ~ 4.0 の W、0.01 までの B、1.0 までの Co、残部の鉄、及び不純物からなり、3 ~ 10 のフェライト価、22 より大きく 30 までの PRE<sub>w</sub> 値及び 20 より低い MD<sub>30</sub> 値を有し、ここで

$$FN = \frac{3.34 (Cr + 1.5 Si + Mo + 2 Ti + 0.5 Cb) - 2.46 (Ni + 30 N + 30 C + 0.5 Mn + 0.5 Cu) - 28.6}{100}$$

$$MD_{30} ( ) = \frac{413 - 462 (C + N) - 9.2 (Si) - 8.1 (Mn) - 13.7 (Cr) - 9.5 (Ni) - 17.1 (Cu) - 18.5 (Mo)}{100}$$

PRE<sub>w</sub> = %Cr + 3.3 (%Mo) + 1.65 (%W) + 16 (%N) である、上記

のオーステナイト系のステンレス鋼。

【請求項 2 4】

Mo が 0.40 ~ 2.0 に限定され、 $0.5 (Mo + W / 2) \leq 4.0$  である、請求項 2 3 に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

【請求項 2 5】

Mn が 5.1 ~ 9.0 に限定される、請求項 2 3 に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

【請求項 2 6】

オーステナイト系のステンレス鋼を含む、製造物品であって、

該オーステナイト系のステンレス鋼が重量%で、0.20 までの C、2.0 ~ 9.0 の Mn、1.0 までの Si、16.0 ~ 23.0 の Cr、1.0 ~ 3.0 の Ni、3.0 までの Mo、0.1 ~ 0.35 の N、0.05 ~ 4.0 の W、0.01 までの B、1.0 までの Co、残部の鉄、及び不純物からなり、そして 3 以上で 10 より低いフェライト価及び 20 より低い MD<sub>30</sub> 値を有し、ここで

$$FN = \frac{3.34 (Cr + 1.5 Si + Mo + 2 Ti + 0.5 Cb) - 2.46 (Ni + 30 N + 30 C + 0.5 Mn + 0.5 Cu) - 28.6}{100}$$

$$MD_{30} ( ) = \frac{413 - 462 (C + N) - 9.2 (Si) - 8.1 (Mn) - 13.7 (Cr) - 9.5 (Ni) - 17.1 (Cu) - 18.5 (Mo)}{100}$$

である、上記の製造物品。

【請求項 2 7】

該オーステナイト系のステンレス鋼は、- 10 より低い MD<sub>30</sub> 値を有する、請求項 2 6 に記載の製造物品。

【請求項 2 8】

該オーステナイト系のステンレス鋼において、Mo は 0.40 ~ 2.0 に限定される、請求項 2 6 に記載の製造物品。

【請求項 2 9】

該物品は、低温環境及び極低温環境の少なくとも一つにおける使用のために適合している、請求項 2 6 に記載の製造物品。

【請求項 3 0】

該物品は、耐腐食性物品、耐腐食性建築用パネル、フレキシブルコネクタ、ベローズ、

10

20

30

40

50

チューブ、パイプ、煙突のライナー、送気管のライナー、プレートフレーム式熱交換器の部品、コンデンサーの部品、薬品処理設備のための部品、衛生用部品、及びエタノール製造設備又はエタノール処理設備のための部品からなる群から選択される、請求項26に記載の製造物品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、米国特許法第119条(e)に基づき、2007年11月29日出願の同時係属中の米国特許仮出願第60/991,016号の優先権を請求する。

10

【0002】

技術分野

本開示は、オーステナイト系のステンレス鋼に関する。特に、本開示は、よりニッケルの多い合金と比較して少なくとも同程度の耐腐食性と成形特性とを有する、ニッケル及びモリブデンの少ないコスト効果のあるオーステナイト系のステンレス鋼組成物に関する。

【背景技術】

【0003】

オーステナイト系のステンレス鋼は、該ステンレス鋼を幅広い様々な工業用途のために有用とする非常に望ましい特性の組み合わせを示す。これらの鋼は、ニッケル、マンガン、及び窒素などの、オーステナイトを促進しかつ安定化する元素の添加により均衡を保たれた鉄の基本組成を保有して、クロム、及びモリブデンなどの、耐腐食性を高めるフェライト促進元素の添加により室温でオーステナイト構造を維持しながら作られる。オーステナイト構造は、非常に望ましい機械的特性、特に靱性、展性、及び成形性を鋼に提供する。

20

【0004】

オーステナイト系のステンレス鋼の例としては、16~18%のクロム、10~14%のニッケル、及び2~3%のモリブデンを含有する合金である、AISIタイプ316ステンレス鋼(UNS S31600)が挙げられる。この合金における合金化の構成要素の範囲は、安定なオーステナイト構造を維持するために、特定された範囲内に維持されている。当業者には理解されるように、ニッケル、マンガン、銅、及び窒素の含有量は、例えばオーステナイト構造の安定性に寄与する。しかしながら、ニッケル及びモリブデンによるコストの増加は、なお高い耐腐食性及び良好な成形性を示すコスト効果のあるS31600の代替物の必要性を作り出している。近年、UNS S32003(AL 2003(登録商標)合金)などのリーンデュプレックス合金が、よりコストの低いS31600の代替物として用いられているが、これらの合金は良好な耐腐食性を有する一方で、およそ50%のフェライトを含有し、そのためこれらの合金はS31600よりも高い強度及び低い展性を有し、結果として、これらの合金は成形性が悪い。デュプレックスステンレス鋼はまた、S31600と比較して、高温及び低温の両方に関して使用がより限定される。

30

【0005】

別の合金代替物は、グレード216(UNS S21600)であり、米国特許第3,171,738号明細書に記載されている。S21600は17.5~22%のクロム、5~7%のニッケル、7.5~9%のマンガン、及び2~3%のモリブデンを含有する。S21600は、S31600の、ニッケルが少なくマンガンが多い変化形態であるが、S21600の強度及び耐腐食特性は、S31600の強度及び耐腐食特性よりとても高い。しかしながら、デュプレックス合金と同様に、S21600の成形性は、S31600の成形性ほど良好でない。また、S21600はS31600と同量のモリブデンを含有するために、モリブデンに関するコストの削減が存在しない。

40

【0006】

その他の例としては、タイプ201鋼(UNS S20100)及び同様のグレードと

50

して実施されるような、ニッケルをマンガンで置換してオーステナイト構造を維持する数多くのステンレス鋼が挙げられる。タイプ201鋼は、例えば、良好な耐腐食性を有するニッケルの少ない合金であるが、成形特性が悪い。S31600と同様の耐腐食性及び成形特性の両方の組み合わせを有し、一方で、コストが効率的であるようにより少ない量のニッケル及びモリブデンを含有する合金を製造出来る必要がある。更に、かかる合金は、デュプレックス合金とは違って、例えば極低温 $\sim 1000^{\circ}\text{F}$  ( $500^{\circ}\text{C}$ )の、標準的なオーステナイト系のステンレス鋼と同程度の温度用途範囲を有する必要がある。

【0007】

従って、本発明は、現在市場で手に入れることの出来ないオーステナイト系のステンレス鋼合金組成物であって、S31600と同程度の耐腐食特性を有し、原材料コストの削減を提供する、成形性のあるオーステナイト系のステンレス鋼合金組成物という解決策を提供する。従って、本発明は、ニッケル及びモリブデンの多い合金の特性と同様の特性を有する合金を有意に低い原材料コストで作り出すやり方で、Mn、Cu、及びNの元素の組み合わせを用いてNi及びMoを置換するオーステナイト系の合金である。場合により、W及びCo元素を、別個に、又は組み合わせて用いてMo及びNi元素のそれぞれと置換しても良い。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第3,171,738号明細書

20

【発明の概要】

【0009】

本発明は、よりコストのかかるニッケル及びモリブデンの元素の代わりに、マンガン、銅、及び窒素などの高価でない元素を用いるオーステナイト系のステンレス鋼である。その結果物は、S31600などのよりコストのかかる合金と少なくとも同程度の耐腐食性及び成形特性を有する、より低コストの合金である。

【0010】

本開示に従ったある実施態様は、重量%で、0.20までのC、2.0 $\sim$ 9.0のMn、2.0までのSi、16.0 $\sim$ 23.0のCr、1.0 $\sim$ 5.0のNi、3.0までのMo、3.0までのCu、0.1 $\sim$ 0.35のN、4.0までのW、0.01までのB、1.0までのCo、鉄、及び不純物を含むオーステナイト系のステンレス鋼であり、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低い $MD_{30}$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $MD_{30}$ 値は-10より低い。該鋼のとある実施態様においては、該鋼は約22より大きい $PRE_w$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、0.5 (Mo + W / 2)  $\leq$  5.0である。

30

【0011】

本開示に従ったオーステナイト系のステンレス鋼の別の実施態様は、重量%で、0.10までのC、2.0 $\sim$ 8.0のMn、1.0までのSi、16.0 $\sim$ 22.0のCr、1.0 $\sim$ 5.0のNi、0.40 $\sim$ 2.0のMo、1.0までのCu、0.12 $\sim$ 0.30のN、0.050 $\sim$ 0.60のW、1.0までのCo、0.04までのP、0.03までのS、0.008までのB、鉄、及び不純物を含み、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低い $MD_{30}$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $MD_{30}$ 値は-10より低い。該鋼のとある実施態様においては、該鋼は約22より大きい $PRE_w$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、0.5 (Mo + W / 2)  $\leq$  5.0である。

40

【0012】

本開示に従ったオーステナイト系のステンレスのまた別の実施態様は、重量%で、0.08までのC、3.0 $\sim$ 6.0のMn、1.0までのSi、17.0 $\sim$ 21.0のCr、3.0 $\sim$ 5.0のNi、0.50 $\sim$ 2.0のMo、1.0までのCu、0.14 $\sim$ 0.30のN、1.0までのCo、0.05 $\sim$ 0.60のW、0.05までのP、0.03まで

50

のS、鉄、及び不純物を含み、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有する。該鋼のとある実施態様においては、MD<sub>30</sub>値は-10より低い。該鋼のとある実施態様においては、該鋼は約22より大きいPRE<sub>w</sub>値を有する。該鋼のとある実施態様においては、0.5 (Mo + W / 2) 5.0である。

【0013】

本開示に従ったオーステナイト系のステンレス鋼の更なる実施態様は、重量%で、0.20までのC、2.0~9.0のMn、2.0までのSi、16.0~23.0のCr、1.0~5.0のNi、3.0までのMo、3.0までのCu、0.1~0.35のN、4.0までのW、0.01までのB、1.0までのCo、残分の鉄及び不純物からなり、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有する。

10

【0014】

ある実施態様においては、オーステナイト系のステンレス鋼を製造する方法は、電気アーク炉中で溶融し、AOD中で精製し、インゴット又は連続鋳造スラブに鋳造し、インゴット又はスラブを再加熱し、熱間延伸してプレート又はコイルを製造し、冷間延伸して特定の厚みにし、そしてその材料を焼き鈍し、酸洗いすることを含む。本発明に従ったその他の方法は、例えば、真空中又は特別の雰囲気下で溶融及び/又は再溶融すること、形態物に鋳造すること、あるいはスラブ又は形態物などに固められる粉末の製造などを含んでも良い。

【0015】

本開示に従った合金は、数多くの用途において用いても良い。一例に従うと、本開示の合金は、低温又は極低温環境において用いるために適合した製造物品中に含まれていても良い。本合金から作製されるか、又は本合金を含んでも良い製造物品の追加の非限定的な例は、耐腐食性物品、耐腐食性建築用パネル、フレキシブルコネクタ、ペローズ、チューブ、パイプ、煙突のライナー、送気管のライナー、プレートフレーム式熱交換器の部品、コンデンサーの部品、薬品処理設備のための部品、衛生用途において用いられる部品、及びエタノール製造又は処理設備のための部品である。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、本開示に従った合金の一実施態様、及び比較例のS31600合金に関する応力破断結果を示すグラフである。

30

【発明を実施するための形態】

【0017】

本記載及び特許請求の範囲においては、操作の実施例におけるものを除き、又は他の指示のない限り、構成要素及び製品、処理条件などの量又は性質を表現する全ての数は、全ての場合において用語「約」によって修飾されるものとして理解されるべきである。従って、反対の指示がない限りは、以下の記載及び添付の特許請求の範囲において説明する全ての数値パラメータは、本開示に従った製品及び方法において得ようと試みる望ましい特性に応じて変化しうる近似値である。最低でも、そして特許請求の範囲の均等物の教示の適用を制限しようとするものではないが、各々の数値パラメータは、少なくとも、報告された有効数字の桁を考慮し、普通の丸め手法を適用することにより解釈されるべきである。本発明のオーステナイト系のステンレス鋼を、ここで詳細に記載する。以下の記載において、他に特定の無い限り、「%」は「重量%」を表す。

40

【0018】

本発明は、オーステナイト系のステンレス鋼に向けられている。特に、本発明は、S31600と少なくとも同程度の耐腐食性及び成形特性を有するオーステナイト系のステンレス鋼組成物に向けられている。本開示に従ったオーステナイト系のステンレス鋼のある実施態様は、重量%で、0.20までのC、2.0~9.0のMn、2.0までのSi、16.0~23.0のCr、1.0~5.0のNi、3.0までのMo、3.0までのCu、0.1~0.35のN、4.0までのW、0.01までのB、1.0までのCo、鉄、及び不純物を含み、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低いMD<sub>30</sub>値を

50

有する。該鋼のとある実施態様においては、 $MD_{30}$ 値は - 10 より低い。該鋼のとある実施態様においては、該鋼は約 22 より大きい  $PRE_w$  値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $0.5 (Mo + W / 2) \leq 5.0$  である。

【0019】

本開示に従ったオーステナイト系のステンレス鋼の別の実施態様は、重量%で、0.10までのC、2.0~8.0のMn、1.0までのSi、16.0~22.0のCr、1.0~5.0のNi、0.40~2.0のMo、1.0までのCu、0.12~0.30のN、0.05~0.60のW、1.0までのCo、0.04までのP、0.03までのS、0.008までのB、鉄、及び不純物を含み、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低い $MD_{30}$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $MD_{30}$ 値は - 10より低い。該鋼のとある実施態様においては、該鋼は約22より大きい $PRE_w$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $0.5 (Mo + W / 2) \leq 5.0$  である。

10

【0020】

本開示に従ったオーステナイト系のステンレス鋼のまた別の実施態様は、重量%で、0.08までのC、3.0~6.0のMn、1.0までのSi、17.0~21.0のCr、3.0~5.0のNi、0.50~2.0のMo、1.0までのCu、0.14~0.30のN、1.0までのCo、0.05~0.60のW、0.05までのP、0.03までのS、鉄、及び不純物を含み、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低い $MD_{30}$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $MD_{30}$ 値は - 10より低い。該鋼のとある実施態様においては、該鋼は約22より大きい $PRE_w$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $0.5 (Mo + W / 2) \leq 5.0$  である。

20

【0021】

本開示に従ったオーステナイト系のステンレス鋼の更なる実施態様は、重量%で、0.20までのC、2.0~9.0のMn、2.0までのSi、16.0~23.0のCr、3.0~5.0のNi、3.0までのMo、3.0までのCu、0.1~0.35のN、4.0までのW、0.01までのB、1.0までのCo、鉄、及び不純物を含み、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低い $MD_{30}$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $MD_{30}$ 値は - 10より低い。該鋼のとある実施態様においては、該鋼は約22より大きい $PRE_w$ 値を有する。該鋼のとある実施態様においては、 $0.5 (Mo + W / 2) \leq 5.0$  である。

30

【0022】

本開示に従ったオーステナイト系のステンレス鋼の更なる実施態様は、重量%で、0.20までのC、2.0~9.0のMn、2.0までのSi、16.0~23.0のCr、1.0~5.0のNi、3.0までのMo、3.0までのCu、0.1~0.35のN、4.0までのW、0.01までのB、1.0までのCo、残分の鉄及び不純物からなり、該鋼は、10より低いフェライト価及び20より低い $MD_{30}$ 値を有する。

C：0.20%まで

Cは、オーステナイト相を安定化させ、変形により誘起されるマルテンサイト変換を防止するように働く。しかしながら、Cはまた、特に溶接の間にクロム炭化物が形成される確率を増加させ、クロム炭化物は、耐腐食性及び靱性を減少させる。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼は、0.20%までのCを有する。本発明のある実施態様においては、Cの含有量は、0.10%以下であっても良く、あるいは0.08%以下であっても良い。

40

Si：2.0%まで

2%より多くSiを有すると、シグマなどの脆い相の形成が促進され、合金中の窒素の可溶性が減少する。Siはまた、フェライト相を安定化させるので、2%より多くのSiは、オーステナイト相を維持するために追加のオーステナイト安定化剤の添加を必要とする。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼は、2.0%までのSiを有する。本開示に従ったある実施態様においては、Si含有量は1.0%以下であっても良い、本発明の別の実施態様においては、Si含有量は0.50%以下であっても良い。

50

Mn : 2.0 ~ 9.0 %

Mnはオーステナイト相を安定化させ、一般的に、有益な合金化元素である窒素の可溶性を増加させる。これらの効果を十分に生み出すために、2.0%より少なくないMn含有量が必要とされる。マンガン及び窒素は両方とも、より高価な元素であるニッケルの効果的な代用物である。しかしながら、9.0%より多くのMnは、材料の加工性および一定の環境における耐腐食性を悪化させる。また、9.0%より多いような、高いレベルのMnを有するステンレス鋼を脱炭することは難しいため、多すぎるMnの保有は材料を製造する処理コストを有意に増加させる。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼は、2.0~9.0%のMnを有する。ある実施態様においては、Mn含有量は2.0~8.0%であっても良く、あるいは3.0~6.0%であっても良い。

10

Ni : 1.0 ~ 5.0 %

少なくとも1%のNiは、フェライト及びマルテンサイト形成の両方に対して、オーステナイト相を安定化させるために必要とされる。Niはまた、靱性及び成形性を高めるように働く。しかしながら、ニッケルの比較的高いコストのために、ニッケル含有量を出来るだけ低く保つことが望ましい。本発明者らは、その他の定義された範囲の元素に加えて1.0~5.0%の範囲のNiを用いて、よりニッケルの多い合金と同様か、又はそれよりも良い耐腐食性及び成形性を有する合金を達成することが出来ることを見出した。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼は、1.0~5.0%のニッケルを有する。ある実施態様においては、Ni含有量は3.0~5.0%であっても良い。別の実施態様においては、Ni含有量は1.0~3.0%であっても良い。

20

Cr : 16.0 ~ 23.0 %

Crは、耐腐食性をステンレス鋼に与えるために添加し、また、マルテンサイト変換に対してオーステナイト相を安定化させるように働く。少なくとも16%のCrが、適切な耐腐食性を提供するために必要とされる。一方、Crは強力なフェライト安定化剤であるため、Cr含有量が23%を超えると、フェライト含有量を許容可能に低く保つために、ニッケル又はコバルトなどのよりコストのかかる合金化元素の添加が必要とされる。23%より多くのCrはまた、シグマなどの望ましくない相をより形成しがちである。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼は、16.0~23.0%のCrを有する。ある実施態様においては、Cr含有量は16.0~22.0%であっても良く、あるいは17.0~21.0%であっても良い。

30

N : 0.1 ~ 0.35 %

Nは、オーステナイトを安定化させる元素であるNi、及び腐食を高める元素であるMoの部分的な置換として合金中に含まれる。少なくとも0.10%のNが、強度及び耐腐食性、ならびにオーステナイト相を安定化させるために必要とされる。0.35%より多くのNの添加は、溶融及び溶接の間のNの可溶性を上回り、窒素の気泡を原因とする空隙を生ずる可能性がある。たとえ可溶性限界を上回らなくとも、0.35%より多くのN含有量は、窒化物粒子の沈殿の傾向を増加させ、耐腐食性及び靱性を悪化させる。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼は、0.1~0.35%のNを有する。ある実施態様においては、N含有量は0.14~0.30%であっても良く、あるいは、0.12~0.30%であっても良い。

40

Mo : 3.0 %まで

本発明者らは、許容可能な特性を維持しながら、合金のMo含有量を制限しようとしてきた。Moは、ステンレス鋼の表面上に形成し、塩化物の作用による孔食から保護する不動態酸化膜を安定化させるのに効果的である。これらの効果を得るために、Moは、この発明において、3.0%のレベルまで添加しても良い。そのコストのために、Mo含有量は0.5~2.0%であっても良く、この含有量が、適当な量のクロム及び窒素と組み合わせ必要とされる耐腐食性を提供するために適切である。3.0%を超えるMo含有量は、固化(デルタ)フェライトの割合を潜在的に問題のあるレベルに増加させることにより、熱間加工性を劣化させる。高いMo含有量はまた、シグマ相などの有害な金属間相の形成の見込みを増加させる。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼組成物は

50



、3.0%までのMoを有する。ある実施態様においては、Mo含有量は0.40~2.0%であっても良く、あるいは0.50~2.0%であっても良い。

Co: 1.0%まで

Coは、オーステナイト相を安定化させるように、ニッケルの代わりとして働く。コバルトの添加はまた、材料の強度を増加させるように働く。コバルトの上限は、好ましくは1.0%である。

B: 0.01%まで

0.0005%程度に低いBの添加物を添加してステンレス鋼の熱間加工性及び表面品質を改善しても良い。しかしながら、0.01%より多くの添加は、本合金の耐腐食性及び加工性を悪化させる。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼組成物は、0.01%までのBを有する。ある実施態様においては、B含有量は0.008%までであっても良い。

Cu: 3.0%まで

Cuは、オーステナイト安定化剤であり、Cuを用いてこの合金中のニッケルの一部分を置換しても良い。Cuはまた、還元環境における耐腐食性を改善し、積層欠陥エネルギーを減少させることによって成形性を改善する。しかしながら、3%より多くのCuの添加は、オーステナイト系のステンレス鋼の熱間加工性の減少を示した。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼組成物は、3.0%までのCuを有する。ある実施態様においては、Cu含有量は1.0%までであっても良い。

W: 4.0%まで

Wは、塩化物の孔食及び隙間腐食に対する耐性の改善において、モリブデンと同様の効果を提供する。Wはまた、モリブデンの代わりに用いた場合に、シグマ相を形成する傾向を減少させる可能性がある。しかしながら、4%より多くの添加は、本合金の熱間加工性を減少させる可能性がある。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼組成物は、4.0%までのWを有する。ある実施態様においては、W含有量は0.05~0.60%であっても良い。

$0.5 \leq (Mo + W / 2) \leq 5.0$

Mo及びWは両方とも、ステンレス鋼の表面上に形成し、塩化物の作用による孔食から保護する不動態酸化膜を安定化させるのに効果的である。Wは、耐腐食性の増加においてMoのおよそ半分(重量で)の効果であるため、必要な耐腐食性を提供するために、 $(Mo + W / 2) > 0.5\%$ が必要とされる。しかしながら、多すぎるMoの保有は金属間相の形成の見込みを増加させ、多すぎるWは材料の熱間加工性を減少させる。それ故に、 $(Mo + W / 2)$ の組み合わせは5.0%より少なくするべきである。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼組成物は、 $0.5 \leq (Mo + W / 2) \leq 5.0$ を有する。

$1.0 \leq (Ni + Co) \leq 6.0$

ニッケル及びコバルトは両方とも、フェライト形成に対してオーステナイト相を安定化させるように働く。少なくとも1.0%の $(Ni + Co)$ が、適当な耐腐食性を保証するために添加しなければならないクロム及びモリブデンなどのフェライトを安定化させる元素の存在下において、オーステナイト相を安定化させるために必要とされる。しかしながら、Ni及びCoは両方ともコストのかかる元素であるので、 $(Ni + Co)$ 含有量を6.0%より少なく保つことが望ましい。従って、本発明のオーステナイト系のステンレス鋼組成物は、 $1.0 \leq (Ni + Co) \leq 6.0$ を有する。

【0023】

本発明のオーステナイト系のステンレス鋼の残分は、鉄と、リン及び硫黄などの不可避の不純物とを含む。当業者に理解されるように、不可避の不純物は、好ましくは最も低い実施レベルに保持される。

【0024】

本発明のオーステナイト系のステンレス鋼はまた、例えば耐孔食性指数(pitting resistance equivalence number)、フェライト価、及びMD<sub>30</sub>温度などを含む、鋼の示す特性を定量化する式によって定義しても良い。

10

20

30

40

50

## 【0025】

耐孔食性指数 (PRE<sub>N</sub>) は、塩化物を含有する環境において、孔食に対して期待される合金の耐性の相対的な順位を提供する。PRE<sub>N</sub>が高いほど、良好な合金の耐腐食性が期待される。PRE<sub>N</sub>は、以下の式によって計算することができる。

## 【0026】

$$PRE_N = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 16(\%N)$$

あるいは、1.65(%W)の因数を上述の式に追加して、合金中のタングステンの存在を考慮することが出来る。タングステンはステンレス鋼の耐孔食性を改善し、その効果は重量でモリブデンの約半分である。タングステンを計算に含んだ場合には、耐孔食性指数をPRE<sub>W</sub>として示し、これは以下の式により計算される。

## 【0027】

$$PRE_W = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$$

タングステンは、本発明の合金中においてモリブデンと同様の目的に役立つ。そのため、タングステンをモリブデンの代わりとして添加して、耐孔食性の増加を提供しても良い。この式に従うと、同一の耐腐食性を維持するためには、取り除かれたモリブデンのパーセント毎にその二倍の重量パーセントのタングステンを追加すべきである。本発明の合金のとある実施態様は、22より大きいPRE<sub>W</sub>値を有し、とある好ましい実施態様においては、30程度にまで高い。

## 【0028】

本発明の合金はまた、そのフェライト価によって定義しても良い。正のフェライト価は、一般的に、フェライトの存在と相互に関連し、フェライトは合金の固化特性を改善し、熱間加工及び溶接作業の間の合金の高温割れを抑制することを助ける。それ故に、少量のフェライトは、良好な鑄造性、及び高温割れの防止のために、最初の固化した微細構造中に望まれる。一方で、多すぎるフェライトは、使用中に、限定されるものではないが、微細構造の不安定性、制限された展性、及び低下した高温機械特性を含む問題を生じる可能性がある。フェライト価は、以下の式を用いて計算することが出来る。

## 【0029】

$$FN = 3.34(Cr + 1.5Si + Mo + 2Ti + 0.5Cb) - 2.46(Ni + 30N + 30C + 0.5Mn + 0.5Cu) - 28.6$$

本発明の合金は、10までのフェライト価を有し、好ましくは正の価数、より好ましくは約3~5のフェライト価を有する。

## 【0030】

合金のMD<sub>30</sub>温度は、30%の冷間変形が50%のオーステナイトのマルテンサイトへの変換を生ずる温度として定義される。MD<sub>30</sub>温度が低いほど、材料はマルテンサイト変換に対してより耐性を有する。マルテンサイト形成に対する耐性は、より低い加工硬化速度を生じ、その結果として特に延伸用途において良好な成形性を生ずる。MD<sub>30</sub>は、以下の式に従って計算される。

## 【0031】

$$MD_{30}(\text{°C}) = 413 - 462(C + N) - 9.2(Si) - 8.1(Mn) - 13.7(Cr) - 9.5(Ni) - 17.1(Cu) - 18.5(Mo)$$

本発明の合金は、20より低いMD<sub>30</sub>温度を有し、とある好ましい実施態様においては、-10より低い。

## 【実施例】

## 【0032】

表1には、本発明の合金1~11及び比較例の合金であるCA1、S31600、S21600、及びS20100に関して、その実際の組成及び計算されたパラメータ値が挙げられている。

## 【0033】

本発明の合金1~11及び比較例の合金CA1を、実験室サイズの真空炉内で熔融し、50-lb(23kg)のインゴットに流し込んだ。これらのインゴットを再加熱し、熱

10

20

30

40

50

間圧延して約0.250インチ(0.635cm)厚の材料を製造した。この材料を焼き鈍し、プラストし、そして酸洗いした。その材料のいくつかを、0.100インチ(0.254cm)厚に冷間圧延し、残りを0.050インチ(0.127cm)又は0.040インチ(0.102cm)厚に冷間圧延した。冷間圧延された材料を、焼き鈍し、そして酸洗いした。比較例の合金であるS31600、S21600、及びS20100は、商業的に利用可能であり、これらの合金に関して示したデータは、刊行された文書から取り込んだか、又は商業販売のために近年製造されている材料のテストから測定された。

【0034】

各々の合金に関して計算したPRE<sub>w</sub>の値を、表1に示す。本明細書中で上に説明した式を用いると、24.1より大きいPRE<sub>w</sub>を有する合金はS31600材料よりも塩化物の孔食により耐性を有することが期待され、一方でより低いPRE<sub>w</sub>を有する合金はより容易に孔が開くだろう。

10

【0035】

表1中の各々の合金に関するフェライト価もまた計算した。本発明の合金のフェライト価は10よりも低く、具体的には-3.3~8.3の間である。本発明の合金のいくつかに関するフェライト価は最適な溶接性及び鑄造性のために望まれるよりもわずかに低くても良いが、溶接性の良い材料である比較例のS21600合金のフェライト価よりもなお高い。

【0036】

MD<sub>30</sub>の値もまた、表1中の合金に関して計算した。計算に従うと、全ての本発明の合金は、マルテンサイト形成に対して比較例のS31600合金より高い耐性を示す。

20

【0037】

【表1】

表1

	本発明の合金											比較例の合金			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	CA1	S31600	S21600	S20100
C	0.019	0.17	0.023	0.016	0.016	0.013	0.013	0.014	0.015	0.011	0.016	0.015	0.017	0.018	0.02
Mn	4.7	4.9	5.7	4.0	4.8	4.9	5.1	5.1	4.5	5.1	4.9	4.8	1.24	8.3	6.7
Si	0.28	0.26	0.28	0.27	0.25	0.27	0.25	0.24	0.25	0.28	0.29	0.26	0.45	0.40	0.40
Cr	18.1	18.0	18.0	18.3	18.0	18.0	18.2	18.2	17.3	18.1	18.1	16.1	16.3	19.7	16.4
Ni	4.5	4.6	4.1	4.9	4.5	4.2	4.5	1.0	4.6	4.5	3.7	3.5	10.1	6.0	4.1
Mo	1.13	1.0	1.02	1.17	0.82	1.0	1.0	1.15	0.36	1.13	0.75	0.82	2.1	2.5	0.26
Cu	0.40	0.39	0.37	0.42	0.42	0.99	1.89	0.40	0.40	0.40	0.40	0.42	0.38	0.40	0.43
N	0.210	0.142	0.275	0.161	0.174	0.185	0.216	0.253	0.184	0.153	0.158	0.138	0.04	0.37	0.15
P	0.002	0.017	0.018	0.012	0.013	0.018	0.014	0.014	0.015	0.014	0.014	0.013	0.03	0.03	0.03
S	0.0001	0.0011	0.0023	0.0015	0.0017	0.0014	0.0018	0.0015	0.0015	0.0020	0.0019	0.0015	0.0010	0.0010	0.0010
W	0.09	0.12	0.01	0.01	0.36	0.12	0.04	0.09	1.38	0.09	0.04	0.01	0.11	0.10	0.1
B	0.0001	0.0025	0.0018	0.0022	0.0020	0.0021	0.0026	0.0014	0.0013	0.0022	0.0024	0.0022	0.0025	0.0025	0.0005
Fe	70.4	70.5	70.1	70.7	70.6	70.2	68.7	73.5	70.9	69.4	71.7	73.8	68.8	62.2	71.4
Co	0.10	0.10	0.04	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.89	0.10	0.10	0.35	0.10	0.10
FN	2.8	6.7	-3.3	7.1	3.9	3.7	0.2	8.3	-0.3	7.0	7.4	3.1	4.1	-6.2	-2.3
PRE <sub>w</sub>	25.5	23.9	25.8	24.7	24.6	24.6	25.0	26.3	26.0	24.5	23.2	21.1	24.0	33.9	19.7
MD <sub>30</sub>	-52.4	-17.2	-84.1	-28.9	-27.4	-42.5	-78.3	-40.1	-11.8	-24.1	-12.2	24.6	7.8	-217.4	0.7
RMCI	0.56	0.55	0.52	0.58	0.54	0.53	0.54	0.38	0.55	0.56	0.47	0.45	1.00	0.83	0.43
降伏力	49.1	-	51.3	46.4	49.2	49.4	46.6	61.5	50.6	48.0	50.8	38.5	43.5	55	43
引張強度	108.7	-	108.5	103.3	104.6	104.1	97.6	127.6	104.6	103.7	109.9	136.3	90.6	100	100
伸び率(%)	68	-	65	56	52	48	50.0	49.5	50.8	53.5	52.5	36	56	45	56
OCH	0.45	-	0.41	0.42	0.40	0.39	0.42	0.32	0.43	0.45	0.44	0.31	0.45	-	-
SSCVN	61.7	-	59.0	69.7	65.7	66.0	54.7	51.7	56.3	53.3	57.7	68.0	70	-	-

30

40

50

## 【 0 0 3 8 】

表 1 はまた、各々の合金に関する材料コストを比較例の S 3 1 6 0 0 合金の材料コストと比較する、原材料コスト指数 ( R M C I ) を含む。 R M C I は、原材料である Fe、Cr、Mn、Ni、Mo、W、及び Co に関する 2 0 0 7 年 1 0 月の平均コストに、その合金に含有される各々の元素のパーセントを掛けて、比較例の S 3 1 6 0 0 合金における原材料のコストで除して計算した。計算された値が示すように、全ての本発明の合金は、0.6 よりも低い R M C I を有し、これは本発明の合金に含有される原材料のコストが、比較例の S 3 1 6 0 0 合金のコストの 6 0 % より低いことを意味する。比較例の S 3 1 6 0 0 合金と同様の特性を有する材料を有意に低い原材料コストで作ることが出来ることは、驚くべきことであり、先行技術からは予期し得なかった。

10

## 【 0 0 3 9 】

本発明の合金 1 及び 3 ~ 1 1 の機械的特性を測定し、比較例の合金である C A 1、及び商業的に利用可能な比較例の合金である S 3 1 6 0 0、S 2 1 6 0 0、及び S 2 0 1 0 0 の特性と比較した。測定された降伏力、引張強度、2 インチ ( 5 c m ) のゲージ長さに対する伸び率、オルセンカップ高さ ( O C H )、及び 1 / 2 サイズのシャルピー V 字溝衝撃エネルギー ( S S C V N ) が、本発明の合金 1 及び 3 ~ 1 1 に関して表 1 に示されている。引張テストは、0.100 インチ ( 0.254 c m ) のゲージ材料で実施され、シャルピーテストは、0.197 インチ ( 0.500 c m ) 厚のサンプルで実施され、そしてオルセンカップテストは、0.040 インチ ( 0.102 c m ) ~ 0.050 インチ ( 0.127 c m ) の間の厚みの材料で行われた。全てのテストは、室温で実行された。表 1 におけるデータに関する単位は以下の通りである：降伏力及び引張強度、k s i ; 伸び、パーセント；オルセンカップ高さ、インチ；シャルピー衝撃エネルギー、f t - l b s 。このデータに見られるように、本発明の合金は、比較例の S 3 1 6 0 0 合金と同程度の特性を示した。

20

## 【 0 0 4 0 】

たとえ比較例の合金である C A 1 の組成が本発明の合金の範囲内にあったとしても、その残余の元素は、M D <sub>30</sub> 及び P R E <sub>w</sub> が特許請求の範囲の外にあるように存在する。機械的なテストの結果は、C A 1 が S 3 1 6 0 0 ほどには成形性が無いことを示し、そしてその低い P R E <sub>w</sub> は、その耐孔食性が S 3 1 6 0 0 の耐孔食性ほど良好でないことを意味する。

30

## 【 0 0 4 1 】

上昇温度引張テストは、本発明の合金 1 に関して、7 0 ° F ( 2 0 )、6 0 0 ° F ( 3 0 0 )、1 0 0 0 ° F ( 5 0 0 )、及び 1 4 0 0 ° F ( 8 0 0 ) で実行した。結果を表 2 に示す。このデータは、本発明の合金 1 の性能が、上昇した温度で、比較例の S 3 1 6 0 0 合金の性能と同程度であることを説明している。

## 【 0 0 4 2 】

## 【表 2】

表 2

	温度 (°F)	降伏力 (ksi)	引張強度 (ksi)	伸び率
本発明の 合金 1	70	49.1	108.7	68.0%
	600	25.1	74.0	40.3%
	1000	21.6	63.9	36.3%
	1400	20.0	35.3	75.0%
S31600	70	43.9	88.2	56.8%
	600	28.1	67.5	33.8%
	1000	29.5	63.4	36.8%
	1400	22.1	42.0	25.0%

40

50

## 【 0 0 4 3 】

表 3 は、1300 ° F ( 7 0 0 )、22 ksi (  $1.5 \times 10^8$  Pa ) の応力の下で、本発明の合金 1 に関して実行された二つのストレス破断テストの結果を説明している。図 1 は、本発明の合金 1 に関するストレス破断の結果は、比較例の S 3 1 6 0 0 合金に関して得られるストレス破断性と同程度であることを証明している ( L M P はラーソン・ミラーパラメータであり、時間と温度を掛け合わせて単一の変数にしたものである )。

## 【 0 0 4 4 】

## 【表 3】

表 3

温度 (°F)	応力 (ksi)	時間 (時)	LMP	伸び
1300	22.0	233.6	39369	72%
1300	22.0	254.7	39435	79%

10

## 【 0 0 4 5 】

これらの新規な合金の潜在的な用途は数多くある。上に記載し、証拠を示したように、本明細書中に記載されたオーステナイト系のステンレス鋼組成物は、多くの用途において S 3 1 6 0 0 に取って代わることが出来る。更に、Ni 及び Mo の高いコストのために、S 3 1 6 0 0 から本発明の合金組成物に切り替えることによって、有意なコストの削減が認められる。その他の利益は、これらの合金が完全にオーステナイトであり、氷点下の温度での鋭い延性 - 脆性遷移 ( D B T ) か、又は 8 8 5 ° F ( 4 7 4 ) の脆化のいずれの影響も受けにくいことである。それ故に、デュプレックス合金と異なり、本合金は 6 5 0 ° F ( 3 4 0 ) より高い温度で用いることができ、低温及び極低温用途に関して主要な候補材料である。本明細書中に記載された合金の耐腐食性、成形性、及び処理性は、標準的なオーステナイト系のステンレス鋼の特性に非常に近いことが予期される。本合金から作製されるか、又は本合金を含んでいても良い製造物品の非限定的な例は、耐腐食性物品、耐腐食性建築用パネル、フレキシブルコネクタ、ベローズ、チューブ、パイプ、煙突のライナー、送気管のライナー、プレートフレーム式熱交換器の部品、コンデンサーの部品、薬品処理設備のための部品、衛生用途において用いられる部品、及びエタノール製造又は処理設備のための部品である。

20

30

## 【 0 0 4 6 】

前述の記載は限定された数の実施態様のみを必要的に示したが、当業者は、本明細書中に記載され、説明された装置及び方法、ならびに実施例のその他の詳細における様々な変化が当業者によってなされても良いことを理解するであろう。また、全てのかかる変更は、本明細書、及び添付の特許請求の範囲中に表現された本開示の原理内及び範囲内にとどまる。それ故に、本発明は本明細書中に開示されるか、又は包含されている特定の実施態様に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって定義されている本発明の原理及び範囲内の変更を包含することを意図するものであることが理解される。また、当業者には、本発明の幅広い発明概念から逸脱することなく、上述の実施態様に変化をなし得ることが理解されよう。

40

## [ 発明の態様 ]

## [ 1 ]

重量 % で、

- 0 . 2 0 までの C、
- 2 . 0 ~ 9 . 0 の M n、
- 0 . 5 0 までの S i、
- 1 6 . 0 ~ 2 3 . 0 の C r、
- 1 . 0 ~ 3 . 0 の N i、
- 3 . 0 までの M o、
- 0 . 1 ~ 0 . 3 5 の N、

50

0.05 ~ 4.0のW、

0.01までのB、

1.0までのCo、

残部の鉄、及び

不可避の不純物からなり、10より低いフェライト価(FN)及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有する、オーステナイト系のステンレス鋼であって、

$$FN = 3.34(Cr + 1.5Si + Mo + 2Ti + 0.5Cb) - 2.46(Ni + 30N + 30C + 0.5Mn + 0.5Cu) - 28.6$$
であり、

$$MD_{30}(\%) = 413 - 462(C + N) - 9.2(Si) - 8.1(Mn) - 13.7(Cr) - 9.5(Ni) - 17.1(Cu) - 18.5(Mo)$$
である

オーステナイト系のステンレス鋼。

10

[2]

0.5 (Mo + W / 2) 5.0である、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

[3]

22より大きいPRE<sub>w</sub>値を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼であって、

$$PRE_w = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$$
であるオーステナイト系のステンレス鋼。

[4]

22より大きく、30までのPRE<sub>w</sub>値を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼であって、

$$PRE_w = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$$
であるオーステナイト系のステンレス鋼。

20

[5]

0より大きく、10までのフェライト価を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

[6]

3 ~ 5のフェライト価を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

[7]

-10より低いMD<sub>30</sub>値を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

30

[8]

Cが0.08までに制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

[9]

Siが0.2 ~ 0.50に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

[10]

Mnが2.0 ~ 8.0に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

[11]

Mnが3.0 ~ 6.0に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。

[12]

Crが16.0 ~ 22.0に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼

40

。

[13]

Crが17.0 ~ 21.0に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼

。

[14]

Crが17.0 ~ 20.0に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼

。

[15]

Crが16.0 ~ 18.0に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼

50

- 。
- [ 1 6 ]  
Nが0.1 ~ 0.30に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 1 7 ]  
Nが0.14 ~ 0.30に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 1 8 ]  
Moが0.40 ~ 3.0に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 1 9 ]  
Moが0.5 ~ 2.0に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 0 ] 10  
Bが0.008までに制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 1 ]  
Wが0.05 ~ 0.60に制限される、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 2 ]  
Moが0.40 ~ 2.0に制限され、-10より低いMD<sub>30</sub>値を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 3 ]  
Moが0.40 ~ 2.0に制限され、0.5 ( Mo + W / 2 ) 4.0である、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 4 ] 20  
-10より低いMD<sub>30</sub>値を有する、20に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 5 ]  
重量%で、  
0.10までのC、  
2.0 ~ 8.0のMn、  
0.50までのSi、  
16.0 ~ 22.0のCr、  
1.0 ~ 3.0のNi、  
0.40 ~ 2.0のMo、  
0.12 ~ 0.30のN、 30  
0.05 ~ 4.0のW、  
1.0までのCo、  
0.008までのB、  
残部の鉄、及び  
0.04までのPと0.03までのSとを含む不可避の不純物からなり、10より低いフェライト価及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 6 ]  
-10より低いMD<sub>30</sub>値を有する、25に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 7 ] 40  
22より大きく、30までのPRE<sub>w</sub>値を有する、25に記載のオーステナイト系のステンレス鋼であって、 $PRE_w = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$ であるオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 2 8 ]  
重量%で、  
0.08までのC、  
3.0 ~ 6.0のMn、  
0.5までのSi、  
17.0 ~ 21.0のCr、  
1.0 ~ 3.0のNi、 50

- 0.50 ~ 2.0のMo、  
 0.14 ~ 0.30のN、  
 1.0までのCo、  
 0.05 ~ 4.0のW、  
 残部の鉄、及び  
 0.05までのPと0.03までのSとを含む不可避の不純物からなり、10より低いフェライト価及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 29 ]  
 - 10より低いMD<sub>30</sub>値を有する、28に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。 10
- [ 30 ]  
 22より大きく、30までのPRE<sub>w</sub>値を有する、28に記載のオーステナイト系のステンレス鋼であって、 $PRE_w = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$ であるオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 31 ]  
 重量%で、  
 0.20までのC、  
 2.0 ~ 9.0のMn、  
 0.50までのSi、  
 16.0 ~ 23.0のCr、 20  
 1.0 ~ 3.0のNi、  
 0.40 ~ 3.0のMo、  
 0.1 ~ 0.30のN、  
 0.05 ~ 4.0のW、  
 0.01までのB、  
 1.0までのCo、  
 残部の鉄、及び 不可避の不純物からなり、10より低いフェライト価、22より大きく、30までのPRE<sub>w</sub>値、及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有する、1に記載のオーステナイト系のステンレス鋼であって、  
 $PRE_w = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$ である、オーステナイト系のステンレス鋼。 30
- [ 32 ]  
 Moが0.40 ~ 2.0に制限され、 $0.5(Mo + W/2) < 4.0$ である、31に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 33 ]  
 Siが0.2 ~ 0.5に制限され、そしてMnが6.0 ~ 9.0に制限される、31に記載のオーステナイト系のステンレス鋼。
- [ 34 ]  
 重量%で、  
 0.20までのC、 40  
 2.0 ~ 9.0のMn、  
 0.50までのSi、  
 16.0 ~ 23.0のCr、  
 1.0 ~ 3.0のNi、  
 3.0までのMo、  
 0.1 ~ 0.35のN、  
 0.05 ~ 4.0のW、  
 0.01までのB、  
 1.0までのCo、  
 残部の鉄、及び 不可避の不純物からなるオーステナイト系のステンレス鋼であって、 50



10より低いフェライト価(FN)及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有するオーステナイト系のステンレス鋼を含む、製造物品であって、

$$FN = 3.34(Cr + 1.5Si + Mo + 2Ti + 0.5Cb) - 2.46(Ni + 30N + 30C + 0.5Mn + 0.5Cu) - 28.6$$
であり、

$$MD_{30}(\%) = 413 - 462(C + N) - 9.2(Si) - 8.1(Mn) - 13.7(Cr) - 9.5(Ni) - 17.1(Cu) - 18.5(Mo)$$
である

オーステナイト系のステンレス鋼を含む、製造物品。

[35]

該オーステナイト系のステンレス鋼は、10より低いMD<sub>30</sub>値を有する、34に記載の製造物品。

10

[36]

該オーステナイト系のステンレス鋼は、Moが0.40~2.0に制限される、34に記載の製造物品。

[37]

該物品は、低温環境及び極低温環境の少なくとも一つにおける使用のために適合している、34に記載の製造物品。

[38]

該物品は、耐腐食性物品、耐腐食性建築用パネル、フレキシブルコネクタ、ベローズ、チューブ、パイプ、煙突のライナー、送気管のライナー、プレートフレーム式熱交換器の部品、コンデンサーの部品、薬品処理設備のための部品、衛生用部品、及びエタノール製造設備又はエタノール処理設備のための部品からなる群から選択される、34に記載の製造物品。

20

[39]

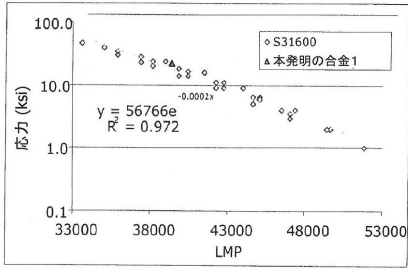
重量%で、

- 0.20までのC、
- 2.0~9.0のMn、
- 0.50までのSi、
- 16.0~23.0のCr、
- 1.0~3.0のNi、
- 0.40~3.0のMo、
- 0.1~0.30のN、
- 0.05~4.0のW、
- 0.01までのB、
- 1.0までのCo、

30

残部の鉄、及び不可避の不純物からなるオーステナイト系のステンレス鋼であって、10より低いフェライト価、22より大きく、30までのPRE<sub>w</sub>値、及び20より低いMD<sub>30</sub>値を有するオーステナイト系のステンレス鋼を含む製造物品であって、
$$PRE_w = \%Cr + 3.3(\%Mo) + 1.65(\%W) + 16(\%N)$$
である、34に記載の製造物品。

【図1】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100104374  
弁理士 野矢 宏彰
- (72)発明者 バーグストロム, デヴィッド・エス  
アメリカ合衆国ペンシルバニア州15101, アリソン・パーク, ベイフィールド・ロード 48  
09
- (72)発明者 ラコウスキ, ジェームズ・エム  
アメリカ合衆国ペンシルバニア州15101, アリソン・パーク, ウッドレイク・ドライブ 46  
03
- (72)発明者 スティナー, チャールズ・ピー  
アメリカ合衆国ペンシルバニア州15090, ウェックスフォード, マナー・ロード 360
- (72)発明者 ダン, ジョン・ジェイ  
アメリカ合衆国ペンシルバニア州16055, サーバー, リンカーン・ドライブ 122
- (72)発明者 グラップ, ジョン・エフ  
アメリカ合衆国ペンシルバニア州15068, ローワー・パレル, ウェントワース・ドライブ 3  
114

審査官 相澤 啓祐

- (56)参考文献 特開2006-183129(JP, A)  
特表2004-520491(JP, A)  
国際公開第99/032682(WO, A1)  
国際公開第00/026428(WO, A1)  
特開平05-247594(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C22C 38/00 - 38/60