

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6621419号  
(P6621419)

(45) 発行日 令和1年12月18日(2019.12.18)

(24) 登録日 令和1年11月29日(2019.11.29)

(51) Int.Cl.	F 1
C 22 C 38/00	(2006.01) C 22 C 38/00 302 H
C 22 C 38/54	(2006.01) C 22 C 38/54
C 21 D 8/02	(2006.01) C 21 D 8/02 D

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-560351 (P2016-560351)
(86) (22) 出願日	平成27年3月12日 (2015.3.12)
(65) 公表番号	特表2017-512907 (P2017-512907A)
(43) 公表日	平成29年5月25日 (2017.5.25)
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/020122
(87) 国際公開番号	W02015/153092
(87) 国際公開日	平成27年10月8日 (2015.10.8)
審査請求日	平成30年3月9日 (2018.3.9)
(31) 優先権主張番号	14/231,778
(32) 優先日	平成26年4月1日 (2014.4.1)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)

(73) 特許権者	501187033 エイティーアイ・プロパティーズ・エルエルシー 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
(74) 代理人	100140109 弁理士 小野 新次郎
(74) 代理人	100075270 弁理士 小林 泰
(74) 代理人	100101373 弁理士 竹内 茂雄
(74) 代理人	100118902 弁理士 山本 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】二相ステンレス鋼

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

重量基準で、

11.5% ~ 12% のクロム、  
 0.8% ~ 1.5% のマンガン、  
 0.75% ~ 1.5% のニッケル、  
 0% ~ 0.5% のケイ素、  
 0% ~ 0.2% のモリブデン、  
 0% ~ 0.0025% のホウ素、  
 0% ~ 0.025% の炭素、  
 0% ~ 0.01% の硫黄、  
 0% ~ 0.03% の窒素、

任意に、銅とリンのうちの少なくとも 1 種、ここで銅は最大 0.25% の量で存在し、そして存在する炭素、窒素、リン、及び硫黄の総濃度が 0.1% を越えない、ならびに残部の鉄及び不純物、

からなる、二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼であって、

前記鋼が、300 以上のブリネル硬度 (HB)、および 50 ft - 1 b 以上である - 40 でのシャルピー V ノッチ衝撃エネルギー (CVN) を有し、そして CVN (ft - 1 b) + (0.4 × HB) が、160 以上である、二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## 【請求項 2】

モリブデン含量が 0 ~ 0 . 1 % である、請求項 1 に記載の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## 【請求項 3】

ニッケル含量が 1 . 0 % ~ 1 . 5 % である、請求項 1 に記載の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## 【請求項 4】

マンガン含量が 1 . 0 % ~ 1 . 5 % である、請求項 1 に記載の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## 【請求項 5】

ホウ素含量が 0 . 0 0 2 % ~ 0 . 0 0 2 5 % である、請求項 1 に記載の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

10

## 【請求項 6】

前記鋼が 450HB 以上の硬度を達成する加工硬化特性を有する、請求項 1 に記載の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## 【請求項 7】

重量基準で、

11 . 5 % ~ 12 % のクロム、

1 . 0 % ~ 1 . 5 % のマンガン、

1 . 0 % ~ 1 . 5 % のニッケル、

20

0 % ~ 0 . 5 % のケイ素、

0 % ~ 0 . 1 % のモリブデン、

0 % ~ 0 . 0 0 2 5 % のホウ素、

0 % ~ 0 . 0 2 5 % の炭素、

0 % ~ 0 . 0 1 % の硫黄、

0 % ~ 0 . 0 3 % の窒素、

任意に、銅とリンのうちの少なくとも 1 種、ここで銅は最大 0 . 2 5 % の量で存在し、そして存在する炭素、窒素、リン及び硫黄の総濃度が約 0 . 1 % を越えない、ならびに残部の鉄及び不純物、

からなる、請求項 1 に記載の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

30

## 【請求項 8】

ホウ素含量が 0 . 0 0 2 % ~ 0 . 0 0 2 5 % である、請求項 7 に記載の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## 【請求項 9】

請求項 1 に記載の二相ステンレス鋼を含む、製造物品。

## 【請求項 10】

前記製造物品が、オイルサンド抽出に使用される部品及び装置、並びに製糖に使用される部品及び装置から選択される、請求項 9 に記載の製造物品。

## 【請求項 11】

請求項 7 に記載の二相ステンレス鋼を含む、製造物品。

40

## 【請求項 12】

前記製造物品が、オイルサンド抽出に使用される部品及び装置、並びに製糖に使用される部品及び装置から選択される、請求項 11 に記載の製造物品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、フェライトと焼戻しマルテンサイトの微細構造を有する、二相ステンレス鋼に関する。特に、本開示は耐アブレシブ摩耗性を含む耐摩耗性用途のための、向上した硬度を有するコスト効率の高いステンレス鋼に関する。

## 【背景技術】

50

## 【0002】

二相ステンレス鋼は、望ましい特性の組み合わせを発現することができ、そのためオイルサンド抽出や製糖産業などの幅広い産業上の用途に有用である。これらの鋼は、一般的にフェライトマトリックス中に分散されている焼戻しマルテンサイトの微細構造によって特徴づけられる。

## 【0003】

二相ステンレス鋼の例は、ATI 412（商標）ステンレス鋼（UNS 41003）である。これは、典型的には、重量基準で11.75%のクロム（Cr）、0.90%のマンガン（Mn）、0.70%のケイ素（Si）、0.40%のニッケル（Ni）、0.030%の硫黄（S）、0.020%の炭素（C）、0%～0.040%のリン（P）、0%～0.030%の窒素（N）を含み、残部が鉄（Fe）及び他の不可避的不純物である。ATI 412（商標）ステンレス鋼は、典型的には、約766で焼鈍された場合には約177のブリネル硬度（HB）を有し、約843で焼鈍された場合には約258のブリネル硬度を有する。

## 【0004】

もう1つの二相ステンレス鋼はDuracorr（登録商標）鋼であり、これは重量基準で11.0%～12.5%のCr、0.20%～0.35%のモリブデン（Mo）、0%～1.50%のMn、0%～1.00%のNi、0%～0.70%のSi、0%～0.040%のP、0%～0.030%のN、0%～0.025%のC、0%～0.015%のSを含み、残部がFeである。特に、Duracorr（登録商標）ステンレス鋼は合金元素として、すなわち不可避的な不純物ではなく意図的な合金添加物として、Moを含んでいる。しかしながら、Moのコストが上昇してきていることから、特定の用途のためにはDuracorr（登録商標）ステンレス鋼はコストがかかりすぎる場合がある。Duracorr（登録商標）ステンレス鋼は典型的には約223HBの硬度を有しているが、名目硬度300HBを示すように製造される場合があり、このグレードはDuracorr（登録商標）300ステンレス鋼として市販されている。Duracorr（登録商標）とDuracorr（登録商標）300ステンレス鋼は、ほぼ同じ組成を有するが、Duracorr（登録商標）300ステンレス鋼の硬度は260HB～360HBと様々である。しかし、Duracorr（登録商標）300ステンレス鋼の上昇した硬度は、韌性の低下を伴う。例えば、-40におけるDuracorr（登録商標）300ステンレス鋼のシャルピーVノッチ衝撃エネルギーは平均でわずか約15ft-lbである。

## 【0005】

耐アブレシブ摩耗性及び/または耐摩耗性を有するステンレス鋼が必要とされる用途では、Duracorr（登録商標）300ステンレス鋼で得られるよりも高い韌性と組み合わされた、例えば最大約350HBなどの高い硬度レベルが望まれる場合がある。更に、特定の用途では、例えば最大450～500HBの稼働時加工硬化特性が必要とされる場合がある。加えて、そのような合金はコスト効率が高いことが望ましい。

## 【発明の概要】

## 【0006】

本開示の1つの非限定的な態様によれば、高硬度二相フェライト・マルテンサイト系ステンレス鋼の実施形態が述べられる。ステンレス鋼は、重量基準で約11.5%～約12%のCrと、約0.8%～約1.5%のMnと、約0.75%～約1.5%のNiと、0%～約0.5%のSiと、0%～約0.2%のMoと、0%～約0.0025%のB、Fe、及び不純物とを含有する。ある非限定的な実施形態では、本開示にかかるステンレス鋼は、CVN (ft-lb) + (0.4 × HB) が約160以上になるようなブリネル硬度（HB）及び-40でのシャルピーVノッチ衝撃エネルギー（CVN）を示す。

## 【0007】

本開示の別の非限定的な態様によれば、高硬度二相フェライト・マルテンサイト系ステンレス鋼を含む製造物品のある実施形態が述べられる。ステンレス鋼は、重量基準で約1

10

20

30

40

50

1.5%～約12%のCrと、約0.8%～約1.5%のMnと、約0.75%～約1.5%のNiと、0%～約0.5%のSiと、0%～約0.2%のMoと、0%～約0.025%のB、Fe、及び不純物とを含有する。ある非限定的な物品の実施形態によれば、ステンレス鋼は、CVN (ft - 1b) + (0.4 × HB) が約160以上になるようなブリネル硬度 (HB) 及び -40°でのシャルピーVノッチ衝撃エネルギー (CVN) を示す。

#### 【0008】

本明細書に記載のステンレス鋼及び製造物品の特徴及び利点は、添付の図面を参照することによってより深く理解することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

10

#### 【0009】

【図1】ある従来のステンレス鋼と比較した、本開示にかかるステンレス鋼の非限定的な実施形態のブリネル硬度とV-ノッチ衝撃エネルギーをプロットしたグラフである。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0010】

読者は、本開示にかかるステンレス鋼及び製造物品のある非限定的な実施形態に関する以降の詳細な記載を考慮した上で、上述の詳細及びその他を理解するであろう。読者はまた、本明細書に記載のステンレス鋼及び製造物品の製造または使用の際に、そのような追加的な詳細のいくらかを理解し得る。

#### 【0011】

20

非限定的な実施形態についての本明細書の記載及び請求項において、実際に実施されている実施例の中あるいは別段の指示がある場合を除いて、成分、合金、物品、製造条件等の量または特性を表現する全ての数値は、いかなる場合にも用語「約」によって修飾されているとして理解されるべきである。したがって、逆の指示がない限り、以下の記載及び添付の特許請求の範囲の中で説明されているあらゆる数値パラメーターは、本開示にかかるステンレス鋼及び製造物品を得るために求められる望ましい特性に基づいて変化し得る近似値である。少なくとも、そして請求項の範囲への均等論の適用を制限しようすることなしに、各数値パラメーターは報告されている有効桁数の数字を考慮して、及び通常の端数処理法を適用することによって、少なくとも解釈されるべきである。

#### 【0012】

30

全体または一部が参照により本明細書に包含されるとされているあらゆる特許、刊行物、または他の開示資料は、その包含される資料が、本開示で説明されている既存の定義、記述、または他の開示資料と相反しない範囲に限り、本明細書に包含される。そのようなものとして、そして必要な限度において、本明細書に説明されている開示は、参照により本明細書に包含されているあらゆる相反する資料よりも優先される。参照により本明細書に包含されるとされているが、本開示で説明されている既存の定義、記述、または他の開示資料と相反するあらゆる資料またはその一部は、包含される資料と既存の開示資料との間に矛盾が生じない限度においてのみ包含される。

#### 【0013】

本開示は、1つには、有利な硬度を有し、耐アブレシブ摩耗性及び/または耐摩耗性が必要とされる様々な用途での使用に好適な、コスト効率が高い二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼に関する。特には、本開示にかかる二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼のある実施形態は、重量基準で約11.5%～約12%のCr、約0.8%～約1.5%のMn、約0.75%～約1.5%のNi、0%～約0.5%のSi、0%～約0.2%のMo、0%～約0.0025%のB、Fe、及び不純物を含む。ある実施形態では、ステンレス鋼は、CVN (ft - 1b) + (0.4 × HB) が約160以上であることを満たす、ブリネル硬度 (HB) 及び -40°でのシャルピーVノッチ衝撃エネルギー (CVN) を示す。

#### 【0014】

Crは、耐腐食性を付与するために本開示の合金中に入れられる場合がある。十分な耐

40

50

腐食性を付与するためには、約 11.5% (重量基準) 以上の C r 含量が必要とされ得る。他方で、過剰の C r は望ましくない (1) フェライト相の安定化、及び / または (2) シグマ相などの相の脆化、を生じさせる場合がある。したがって、本開示にかかるステンレス鋼のある実施形態は、約 11.5 重量% ~ 約 12 重量% の C r 成分を含む。

#### 【 0015 】

Mn は、加工硬化特性を改善するために本開示の合金中に入れられる場合がある。望ましい加工硬化の効果を得るためにには、約 0.8% (重量基準) 以上の Mn 含量が必要とされ得る。他方で、過剰の Mn はステンレス鋼の加工中に望ましくない偏析を生じさせる場合がある。したがって、本開示にかかるステンレス鋼のある実施形態は、約 0.8 重量% ~ 約 1.5 重量% の Mn 成分を含む。ある別の実施形態では、ステンレス鋼の Mn 含量は約 1.0 重量% ~ 約 1.5 重量% であってもよい。本開示にかかるステンレス鋼のある実施形態では、他の合金元素の添加と組み合わせて Mn を添加することによって加工硬化性に有利な影響を与えることができ、その結果約 450HB 以上の硬度を得ることができる。

10

#### 【 0016 】

Ni は、二相 (マルテンサイト - フェライト) 合金のマルテンサイト相の安定化を補助するために本開示の合金中に入れられる場合がある。Duracorr (登録商標) 300 ステンレス鋼よりも高いレベルでマルテンサイトを含む材料を得るためにには、約 0.75 重量% 以上の Ni 含量が必要とされ得る。いかなる理論にも拘束されることを意図するものではないが、合金のニッケル成分は、熱処理時のオーステナイトの形成を安定化し、炭素拡散のための時間を増加できることにより、合金のマルテンサイト相の硬度を高め得る。他方で、Ni のコストの高さのため、Ni 成分は制限することが望ましい場合がある。したがって、本開示にかかる鋼のいくつかの実施形態では、約 0.75% ~ 約 1.5% (重量基準) の Ni 成分を含むことで、Duracorr (登録商標) 300 ステンレス鋼の典型的な韌性よりも高い韌性と組み合わされた、最大約 350HB の高い硬度レベルを有する、コスト効率の高い二相ステンレス鋼が提供される。更なる実施形態では、本開示にかかるステンレス鋼の Ni 含有量は約 1.0 重量% ~ 約 1.5 重量% であってもよい。

20

#### 【 0017 】

本開示にかかるステンレス鋼のある実施形態では、Si の量は、(1) 二相ステンレス鋼のフェライト相の不安定化、及び / または (2) シグマ相などの相の脆化の回避、のために制限される場合がある。したがって、本開示にかかる鋼のある実施形態は、0 重量% 以上約 0.5 重量% 以下の Si を含む。

30

#### 【 0018 】

本開示にかかるステンレス鋼のある実施形態では、Mo の量は、(1) 二相ステンレス鋼のフェライト相の不安定化、及び / または (2) シグマ相などの相の脆化の回避、のために制限される場合がある。したがって、本開示にかかる鋼のある実施形態は、0 重量% 以上約 0.2 重量% 以下の Mo を含む。本開示にかかる鋼のある別の実施形態では、Mo の濃度は、0 重量% 以上約 0.1 重量% 以下である。

40

#### 【 0019 】

B は、マルテンサイトの硬度を向上させるために本開示の二相ステンレス鋼に入れられる場合がある。本開示にかかる鋼のある実施形態は、0 重量% ~ 約 0.0025 重量% の B を含む。鋼のある実施形態では、B の含量は約 0.002 重量% ~ 約 0.0025 重量% とすることができます。

#### 【 0020 】

本開示の合金における不可避的な元素及び不純物としては、例えば C、N、P、及び S のうちの 1 種以上を挙げることができる。本開示にかかるステンレス鋼のある実施形態では、これらの元素の総含量は 0.1 重量% 以下である。ある実施形態では、本明細書に開示の鋼中に C は 0.025 重量% を超えない量で存在してもよい。ある実施形態では、本明細書に開示の鋼中に S は 0.01 重量% を超えない量で存在してもよい。ある実施形態

50

では、本明細書に開示の鋼中にNは0.03重量%を超えない量で存在してもよい。本開示にかかる合金の実施形態では、不可避的な量の様々な金属元素も存在していてもよい。例えば、本開示にかかる合金のある非限定的な実施形態では、最大0.25重量%のCu(銅)が含まれていてもよい。

#### 【0021】

ある非限定的な実施形態によれば、本開示にかかる二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼は、重量基準で、約11.5%～約12%のCr、約1.0%～約1.5%のMn、約1.0%～約1.5%のNi、0%～約0.5%のSi、0%～約0.1%のMo、0%～約0.0025%のB、0%～約0.025%のC、0%～約0.01%のS、0%～約0.03%のN、Fe、及び不純物を含む。ある実施形態では、ステンレス鋼はPも更に含む。ある実施形態では、C、N、P、及びSの総濃度は約0.1重量%以下である。ある実施形態では、鋼中のBの濃度は約0.002%～約0.0025%である。ある実施形態では、鋼は約0.25重量%を超えないCuを含む。

#### 【0022】

ある非限定的な実施形態によれば、本開示にかかる二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼は、重量基準で、約11.5%～約12%のクロム、約0.8%～約1.5%のマンガン、約0.75%～約1.5%のニッケル、0%～約0.5%のケイ素、0%～約0.2%のモリブデン、0%～約0.0025%のホウ素、0%～約0.025%の炭素、0%～約0.01%の硫黄、0%～約0.03%の窒素、銅とリンのうちの少なくとも1種である任意成分、鉄、並びに不純物、から本質的になる。

#### 【0023】

ある非限定的な実施形態によれば、本開示にかかる二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼は、重量基準で、約11.5%～約12%のクロム、約1.0%～約1.5%のマンガン、約1.0%～約1.5%のニッケル、0%～約0.5%のケイ素、0%～約0.1%のモリブデン、0%～約0.0025%のホウ素、0%～約0.025%の炭素、0%～約0.01%の硫黄、0%～約0.03%の窒素、銅とリンのうちの少なくとも1種である任意成分、鉄、並びに不純物、から本質的になる。

#### 【0024】

ある非限定的な実施形態によれば、本開示にかかる二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼は、重量基準で、約11.5%～約12%のクロム、約0.8%～約1.5%のマンガン、約0.75%～約1.5%のニッケル、0%～約0.5%のケイ素、0%～約0.2%のモリブデン、0%～約0.0025%のホウ素、0%～約0.025%の炭素、0%～約0.01%の硫黄、0%～約0.03%の窒素、任意選択的な銅とリンのうちの少なくとも1種、鉄、並びに不純物、からなる。

#### 【0025】

ある非限定的な実施形態によれば、本開示にかかる二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼は、重量基準で、約11.5%～約12%のクロム、約1.0%～約1.5%のマンガン、約1.0%～約1.5%のニッケル、0%～約0.5%のケイ素、0%～約0.1%のモリブデン、0%～約0.0025%のホウ素、0%～約0.025%の炭素、0%～約0.01%の硫黄、0%～約0.03%の窒素、銅とリンのうちの少なくとも1種である任意成分、鉄、並びに不純物、からなる。

#### 【0026】

既知の鋼では、一般的に硬度は韌性と反比例する。本開示では、ブリネル硬度(HB)が硬度の基本的な尺度であり、-40でのシャルピーVノッチ衝撃エネルギー(CVN)が韌性の基本的な尺度である。図1を参照すると、本開示にかかる鋼のある実施形態については、鋼のCVN(ft-1b)+(0.4×HB)が約160以上である。本開示にかかる鋼のある実施形態では、硬度は約300HB以上であり、CVNは約50ft-1b以上である。ある実施形態では、本開示にかかる鋼は約450HB以上の、使用時の加工硬化特性を有する。

#### 【0027】

10

20

30

40

50

## 実施例

表1には、本発明の開示にかかる二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼のある実施形態、従来のATI 412(商標)ステンレス鋼、及び従来のDuracorr(登録商標)300ステンレス鋼の、組成及び特定の特性が記載されている。表1に列挙されている3つの合金のヒートを溶解して重さ約15,000lbのスラブにし、約1950°Fの温度で圧延して約6mmの厚さの材料を製造した。圧延工程に続いて、鋼を766または843で15分間焼鈍し、空冷した。

### 【0028】

表1に列挙されている実験用鋼の実施形態の機械特性を測定し、列挙されている2つの従来の鋼と比較した。3つの合金についてのブリネル硬度及び-40°FでのCVN(ft-lb)が表1に示されている。引張試験は、ゲージ長約5cm、厚さ約0.5cmの寸法の試料に対して、タンゲステンカーバイド球状圧子を使用して、米国材料試験協会(ASTM)規格A370に従って室温で行った。シャルピー試験は、ASTM規格A370及びE23に従って、約10mm×2.5mmの寸法の横方向試料に対して-40°Fで行った。これらの試料はASTM-A370に対してはサイズが小さいと考えらるため、測定した衝撃エネルギーは表1の標準サイズ試験片値に変換された。

### 【0029】

表1の実験結果によって示されるように、本開示の実験用鋼試料は、従来の合金と比較して非常に好ましい硬度及び韌性(CVN衝撃エネルギー)を示した。これは全く予期しなかったことであり、非常に驚くべきことである。同程度の硬度及び韌性を有する市販の合金は典型的には炭素鋼であり、これは腐食環境には耐えられないであろう。

### 【0030】

ある想定される非限定的な実施形態では、本開示にかかる二相ステンレス鋼は、例えば電気炉中の出発物質の溶解、AODによる脱炭、及びインゴットへの鋳造などの、従来のステンレス鋼の製造方式を用いて作製することができる。インゴットは、例えば連続鋳造またはインゴット鋳込などによって鋳造されてもよい。ある実施形態では、鋳込材料は熱処理(オーステナイト化)されていてもよいし、圧延のままの状態で売られていてもよい。

### 【表1】

本発明の鋼の実施形態		従来の鋼		
重量%		ATI 412(商標)合金	Duracorr(登録商標)合金	
C	0.022	0.01-0.025	0-0.025	
Mn	0.89	0.8-1	0-1.5	
P	0.027	0-0.04	0-0.04	
S	0.0014	0-0.004	0-0.015	
Si	0.44	0.45-0.75	0-0.7	
Cr	11.92	11.5-12	11-12.5	
Ni	0.97	0.3-0.75	0-1	
N	0.023	0-0.03	0-0.03	
Mo	0.091	0-0.2	0.2-0.35	
Cu	0.17	0.25	0	
B	0.0003	0	0	
焼鈍温度	圧延のまま	843°C	766°C	843°C
ブリネル硬度	340	322	177	258
-40°CでのCVN(ft-lb)	26-34	56-62	65-90	7-49
CVN(ft-lb)+(0.4×HB)	162-170	185-191	136-161	111-152
				119-159

10

20

30

40

50

## 【0031】

本開示にかかる合金の潜在的な用途は多岐にわたる。上で記載及び証明されているよう に、本明細書に記載の二相ステンレス鋼は、耐アブレシブ摩耗性及び／または耐摩耗性が 重要とされる数多くの用途で使用することができる。本開示にかかる鋼が特に有利になる 製造物品としては、例えば、オイルサンド抽出で使用される部品及び装置、並びに製糖で 使用される部品及び装置が挙げられる。本開示にかかるステンレス鋼の他の用途は当業者 に明白であろう。当業者は、従来の製造技術を使用して、本開示にかかるステンレス鋼か らこれらの製造物品及び他の製造物品を容易に製造することができる。

## 【0032】

上述の記載は、必然的に限られた数の実施形態のみについて示しているが、当業者によ り、本明細書で記載及び説明されている実施例の合金及び物品及び他の詳細の様々な変更 がなされ得ること、並びに全てのそのような修正が本明細書に示されている及び添付の請求 項中にある本開示の原理及び範囲を超えないであろうことを関連技術分野の当業者は認 識するであろう。例えば、本開示では本開示にかかるステンレス鋼の限られた数のみにつ いて必然的に示してきたが、そして本開示ではステンレス鋼を含む製造物品の限られた数 のみについて必然的に論じてもきたが、本開示及び関連する請求項はそのように限定され ないことが理解されるであろう。当業者であれば、本明細書に開示の必然的に限られた数 の実施形態に倣って、及びその趣旨の範囲内で、追加的な鋼の組成を容易に突き止める であろうし、また追加的な製造物品を製造できる。したがって、本発明は本明細書に開示 されているもしくは包含されている具体的な実施形態に限定されず、請求項によって規定 される本発明の原理及び範囲内の改良の網羅も意図されていることが理解される。広いそ の発明概念から逸脱することなしに上述の実施形態の変更が可能であること、当業者に理 解されるであろう。

10

20

30

## [発明の態様]

## [1]

重量基準で、

約11.5%～約12%のクロム、

約0.8%～約1.5%のマンガン、

約0.75%～約1.5%のニッケル、

0%～約0.5%のケイ素、

0%～約0.2%のモリブデン、

0%～約0.0025%のホウ素、

鉄、及び

不純物、

を含む、二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼であって、

前記鋼がCVN (ft-1b) + (0.4 × HB) が、約160以上になるようなブリ ネル硬度 (HB) 及び -40 でのシャルピーバイノッチ衝撃エネルギー (CVN) を有す る、二相フェライト-マルテンサイト系ステンレス鋼。

## [2]

モリブデン含量が0～約0.1%である、[1]の二相フェライト-マルテンサイト系 ステンレス鋼。

40

## [3]

ニッケル含量が約1.0%～約1.5%である、[1]の二相フェライト-マルテンサ イト系ステンレス鋼。

## [4]

マンガン含量が約1.0%～約1.5%である、[1]の二相フェライト-マルテンサ イト系ステンレス鋼。

## [5]

ホウ素含量が約0.002%～約0.0025%である、[1]の二相フェライト-マ ルテンサイト系ステンレス鋼。

50

## [ 6 ]

前記鋼の硬度が約 300 H B 以上であり、前記鋼の C V N が約 50 f t - l b 以上である、[ 1 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## [ 7 ]

前記鋼が最大約 450 H B 以上の硬度の加工硬化特性を有する、[ 1 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## [ 8 ]

重量基準で、

約 11.5 % ~ 約 12 % のクロム、

約 1.0 % ~ 約 1.5 % のマンガン、

約 1.0 % ~ 約 1.5 % のニッケル、

0 % ~ 約 0.5 % のケイ素、

0 % ~ 約 0.1 % のモリブデン、

0 % ~ 約 0.0025 % のホウ素、

0 % ~ 約 0.025 % の炭素、

0 % ~ 約 0.01 % の硫黄、

0 % ~ 約 0.03 % の窒素、

鉄、及び

不純物、

を含む、[ 1 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

10

## [ 9 ]

銅とリンのうちの少なくとも 1 種を更に含む、[ 8 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## [ 10 ]

存在する炭素、窒素、リン、及び硫黄の総濃度が約 0.1 重量 % を越えない、[ 8 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

20

## [ 11 ]

ホウ素含量が約 0.002 % ~ 約 0.0025 % である、[ 8 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

## [ 12 ]

30

重量基準で、

約 11.5 % ~ 約 12 % のクロム、

約 0.8 % ~ 約 1.5 % のマンガン、

約 0.75 % ~ 約 1.5 % のニッケル、

0 % ~ 約 0.5 % のケイ素、

0 % ~ 約 0.2 % のモリブデン、

0 % ~ 約 0.0025 % のホウ素、

0 % ~ 約 0.025 % の炭素、

0 % ~ 約 0.01 % の硫黄、

0 % ~ 約 0.03 % の窒素、

任意に、銅とリンのうちの少なくとも 1 種、

鉄、及び

不純物、

から本質的になる、[ 1 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

40

## [ 13 ]

重量基準で、

約 11.5 % ~ 約 12 % のクロム、

約 1.0 % ~ 約 1.5 % のマンガン、

約 1.0 % ~ 約 1.5 % のニッケル、

0 % ~ 約 0.5 % のケイ素、

50

0 % ~ 約 0 . 1 % のモリブデン、  
0 % ~ 約 0 . 0 0 2 5 % のホウ素、  
0 % ~ 約 0 . 0 2 5 % の炭素、  
0 % ~ 約 0 . 0 1 % の硫黄、  
0 % ~ 約 0 . 0 3 % の窒素、  
任意に、銅とリンのうちの少なくとも 1 種、  
鉄、及び  
不純物、

から本質的になる、[ 1 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

[ 1 4 ]

10

重量基準で、  
約 1 1 . 5 % ~ 約 1 2 % のクロム、  
約 0 . 8 % ~ 約 1 . 5 % のマンガン、  
約 0 . 7 5 % ~ 約 1 . 5 % のニッケル、  
0 % ~ 約 0 . 5 % のケイ素、  
0 % ~ 約 0 . 2 % のモリブデン、  
0 % ~ 約 0 . 0 0 2 5 % のホウ素、  
0 % ~ 約 0 . 0 2 5 % の炭素、  
0 % ~ 約 0 . 0 1 % の硫黄、  
0 % ~ 約 0 . 0 3 % の窒素、

任意に、銅とリンのうちの少なくとも 1 種、  
鉄、及び

不純物、からなる、[ 1 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

[ 1 5 ]

20

重量基準で、  
約 1 1 . 5 % ~ 約 1 2 % のクロム、  
約 1 . 0 % ~ 約 1 . 5 % のマンガン、  
約 1 . 0 % ~ 約 1 . 5 % のニッケル、  
0 % ~ 約 0 . 5 % のケイ素、  
0 % ~ 約 0 . 1 % のモリブデン、  
0 % ~ 約 0 . 0 0 2 5 % のホウ素、  
0 % ~ 約 0 . 0 2 5 % の炭素、  
0 % ~ 約 0 . 0 1 % の硫黄、  
0 % ~ 約 0 . 0 3 % の窒素、

任意に、銅とリンのうちの少なくとも 1 種、  
鉄、及び  
不純物、

からなる、[ 1 ] の二相フェライト - マルテンサイト系ステンレス鋼。

[ 1 6 ]

30

[ 1 ] の二相ステンレス鋼を含む、製造物品。

[ 1 7 ]

40

前記製造物品が、オイルサンド抽出に使用される部品及び装置、並びに製糖に使用される部品及び装置から選択される、[ 1 6 ] の製造物品。

[ 1 8 ]

[ 1 2 ] の二相ステンレス鋼を含む、製造物品。

[ 1 9 ]

前記製造物品が、オイルサンド抽出に使用される部品及び装置、並びに製糖に使用される部品及び装置から選択される、[ 1 8 ] の製造物品。

[ 2 0 ]

[ 1 3 ] の二相ステンレス鋼を含む、製造物品。

50

## [ 2 1 ]

前記製造物品が、オイルサンド抽出に使用される部品及び装置、並びに製糖に使用される部品及び装置から選択される、[ 2 0 ] の製造物品。

## [ 2 2 ]

[ 1 4 ] の二相ステンレス鋼を含む、製造物品。

## [ 2 3 ]

前記製造物品が、オイルサンド抽出に使用される部品及び装置、並びに製糖に使用される部品及び装置から選択される、[ 2 2 ] の製造物品。

## [ 2 4 ]

[ 1 5 ] の二相ステンレス鋼を含む、製造物品。

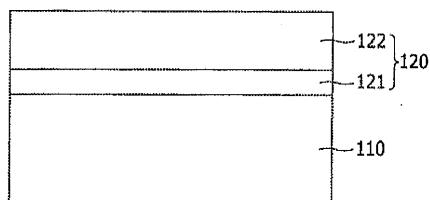
10

## [ 2 5 ]

前記製造物品が、オイルサンド抽出に使用される部品及び装置、並びに製糖に使用される部品及び装置から選択される、[ 2 4 ] の製造物品。

## 【図1】

100



---

フロントページの続き

(74)代理人 100112634

弁理士 松山 美奈子

(72)発明者 ベリー, デヴィッド・シー

アメリカ合衆国ペンシルバニア州 15301, ワシントン, ウィローブルック・ドライブ 123

2

(72)発明者 ベイリー, ロナルド・イー

アメリカ合衆国ペンシルバニア州 15216, ピッツバーグ, オーク・フォレスト・ドライブ 3

13

審査官 鈴木 葉子

(56)参考文献 中国特許出願公開第 102899587 (CN, A)

特開 2008-138270 (JP, A)

特開 2009-007658 (JP, A)

韓国公開特許第 10-2003-0037751 (KR, A)

特開 2002-220640 (JP, A)

特開 2003-213381 (JP, A)

特開 2003-328083 (JP, A)

特開 2005-171377 (JP, A)

特開 2008-163359 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 22 C 38/00 - 38/60