

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6322145号  
(P6322145)

(45) 発行日 平成30年5月9日(2018.5.9)

(24) 登録日 平成30年4月13日(2018.4.13)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>C 2 2 C</b>	<b>38/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C	38/00	3 0 2 H
<b>C 2 2 C</b>	<b>38/44</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C	38/44	

請求項の数 14 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2014-555177 (P2014-555177)	(73) 特許権者	514197739
(86) (22) 出願日	平成25年1月30日(2013.1.30)		クラウス クーン エーデルシュタールギ
(65) 公表番号	特表2015-511272 (P2015-511272A)		ーセライ ゲーエムペーハー
(43) 公表日	平成27年4月16日(2015.4.16)		ドイツ連邦共和国 4 2 4 7 7 ラーデフ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2013/051721		オルムヴァルト オットー・ハーン・シュ
(87) 国際公開番号	W02013/113718		トラーセ 1 2 - 1 4
(87) 国際公開日	平成25年8月8日(2013.8.8)	(74) 代理人	100081776
審査請求日	平成27年11月26日(2015.11.26)		弁理士 大川 宏
(31) 優先権主張番号	102012100908.2	(72) 発明者	フランク ヴィシュノウスキー
(32) 優先日	平成24年2月3日(2012.2.3)		ドイツ連邦共和国 4 2 4 7 7 ラーデフ
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		オルムヴァルト オットー・ハーン・シュ
			トラーセ 1 2 - 1 4
		審査官	鈴木 葉子
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノッチ付き衝撃強さ及び機械加工性を改善した二相鋼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノッチ付き衝撃強さ及び機械加工性を改善した二相鋼であって、前記二相鋼が以下の化学組成から成り、Mnを含まない二相鋼。

C < 0 . 0 7 0 重量 %  
 S i < 1 . 5 重量 %  
 C r 2 1 . 0 ~ 2 3 . 0 重量 %  
 N i 1 . 0 ~ 3 . 0 重量 %  
 C u 1 . 0 ~ 3 . 0 重量 %  
 N 0 . 1 0 ~ 0 . 3 0 重量 %  
 M o < 0 . 5 重量 %

鉄及び不純物：残部

【請求項 2】

ノッチ付き衝撃強さ及び機械加工性を改善した二相鋼であって、前記二相鋼が以下の化学組成から成る二相鋼。

C < 0 . 0 7 0 重量 %  
 S i < 1 . 5 重量 %  
 M n < 0 . 5 0 重量 %  
 C r 2 1 . 0 ~ 2 3 . 0 重量 %  
 N i 2 . 0 ~ 3 . 0 重量 %

10

20

Cu 1.0 ~ 3.0 重量%  
 N 0.10 ~ 0.30 重量%  
 Mo < 0.5 重量%  
 鉄及び不純物：残部

## 【請求項 3】

前記二相鋼が、0.050 重量%以下の炭素を含有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の二相鋼。

## 【請求項 4】

前記二相鋼が、0.030 重量%以下の炭素を含有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の二相鋼。

## 【請求項 5】

前記二相鋼が、1.0 重量%未満のケイ素を含有することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のうちいずれか一項に記載の二相鋼。

## 【請求項 6】

前記二相鋼が、0.50 重量%未満のケイ素を含有することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のうちいずれか一項に記載の二相鋼。

## 【請求項 7】

前記二相鋼が、21.5 ~ 22.5 重量%のクロムを含有することを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のうちいずれか一項に記載の二相鋼。

## 【請求項 8】

前記二相鋼が、0.15 ~ 0.25 重量%の窒素を含有することを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のうちいずれか一項に記載の二相鋼。

## 【請求項 9】

フェライト相の体積分率が 35 ~ 65 % の範囲にあり、オーステナイト相の体積分率が 35 ~ 65 % の範囲にあることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のうちいずれか一項に記載の二相鋼。

## 【請求項 10】

以下の式：

$PRE = Cr [ 重量 \% ] + 3.3 Mo [ 重量 \% ] + 1.6 N [ 重量 \% ]$  によって定められる孔食指数 (PRE) が 26 超であることを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のうちいずれか一項に記載の二相鋼。

## 【請求項 11】

ノッチ付き衝撃エネルギー  $A_v$  (室温) が 80 J 超であることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のうちいずれか一項に記載の二相鋼。

## 【請求項 12】

ノッチ付き衝撃エネルギー  $A_v$  (-40 ) が 27 J 超であることを特徴とする、請求項 1 ~ 11 のうちいずれか一項に記載の二相鋼。

## 【請求項 13】

圧力及び/又は 0 未満の温度が重要である領域における、請求項 1 ~ 12 のうちいずれか一項に記載の二相鋼の使用。

## 【請求項 14】

遠心機又はデカンタ構造のドラムシェル、

圧力容器、

化学工業及び製紙業で用いるローラー、

における、請求項 1 ~ 12 のうちいずれか一項に記載の二相鋼の使用。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、新しい二相鋼、特に、ノッチ付き衝撃強さ及び機械加工性を改善した省合金型二相鋼に関する。

10

20

30

40

50

## 【0002】

従来、ステンレス特殊鋼の市場においてとりわけ重要性が高いのが、オーステナイト系ステンレス鋼である。これが次第に二相鋼に取って代わられている。現在、二相鋼には主に以下の4種類、すなわち汎用二相鋼、スーパー二相鋼、ハイパー二相鋼及び省合金型二相鋼が知られている。これらにおける違いは、化学組成、並びにさまざまな機械特性及び腐食特性である。二相鋼は、ほぼ同じ割合のフェライト相（鉄）とオーステナイト相（鉄）から成る二相組織が基盤になっている。二相鋼はその特性の組み合わせを特徴としており、フェライト相は基本的に剛性と応力腐食割れ（SCC, Stress Corrosion Cracking）に対する耐性が高く、オーステナイト相は延性と全体的な耐食性を備えている。耐食・耐酸鋼に属する二相鋼は、70年以上前から存在する。

10

## 【0003】

近年、合金元素、とりわけニッケルとモリブデンの価格が大幅に上がっている。特に、ニッケル価格の高騰がきっかけとなり、高価なニッケルとモリブデンの合金含有量が大幅に少なくても、同様の高い剛性特性と実質的に同様の腐食特性を備える特殊鋼特性を有する代替合金を調達するための開発が促進された。

## 【0004】

この開発の成果が省合金型二相鋼である。数年前まで、ニッケルとモリブデンの合金含有量が少ないこの耐食二相鋼の製造は非常に手間が掛かり高価であった。新しい製造方法により、工業生産向けの省合金型二相鋼の製造の実現に成功した。応力亀裂及び孔食に対する省合金型二相鋼の耐性は、同等のオーステナイト系特殊鋼よりも高い。熱負荷と熱伝導率が同じ場合、この鋼はあまり膨張しない。さらに、基本的に同じ割合のフェライト相とオーステナイト相から成る材料は、溶接した状態でも、オーステナイト鋼と比べて基本剛性が2倍高い。これらの特性は、建築技術において固定要素の構造的なスリム化に利用することができる。例えば、比較的少ない固定点で済むため、組み立てが簡素化し、ファサード建築では熱橋の数が減少する。省合金型二相鋼では、製造時に炭素含有量を減らすことにより、粘性が向上し、延性特性も改善する。

20

## 【背景技術】

## 【0005】

フェライト - オーステナイト系二相鋼の分野では、鍛造合金又は鑄造合金について多数の記述がある。以下に、先行技術に基づく提案を個々に説明する。

30

まず、米国特許第4798635号明細書（特許文献1）には、高い耐食性と良好な溶接性を備えたフェライト - オーステナイト系合金鋼が記載されている。この合金鋼は主に以下の元素から成る。

- C : 0.06重量%以下
- Si : 1.5重量%以下
- Mn : 2.0重量%以下
- Cr : 21.0 ~ 24.5重量%
- Ni : 2.0 ~ 5.5重量%
- Cu : 0.01 ~ 1.0重量%
- N : 0.05 ~ 0.3重量%
- 鉄及び一般的な不純物：残部

40

この場合、元素の含有量は、フェライト相の含有量が35 ~ 65%であるように互いに調整されている。この合金は、合金温度が600超であり、同時に塩化物の量が最大1000ppmである環境に特に適しており、オーステナイト相は、10 ~ 30%の範囲において冷間加工に強い。

## 【0006】

この合金は、合金費用を削減するため、鍛造分野で開発された。合金元素のニッケルとモリブデンを節約したことにより、同等の剛性を有してはいるものの、耐食性が低下した二相鋼が製造された。この合金は鑄造合金としても適している。

## 【0007】

50

さらに、国際公開第02/27056(A1)号パンフレット(欧州特許出願公開第1327008(A1)号明細書)(特許文献2)は、微細構造を有するフェライト-オーステナイト系ステンレス鋼を扱っている。このステンレス鋼は基本的に35~65体積%のフェライト相及び35~65体積%のオーステナイト相から成り、以下の化学組成(重量パーセント)を有する。

C : 0.005 ~ 0.07

Si : 0.1 ~ 2.0

Mn : 3 ~ 8

Cr : 19 ~ 23

Ni : 0.5 ~ 1.7

Mo及び/又はW : 必要に応じて、総量が最大1.0 (Mo + W / 2)

Cu : 必要に応じて、最大1.0まで

N : 0.15 ~ 0.30

鉄及び不純物 : 残部

#### 【0008】

さらに、フェライト系材料及びオーステナイト系材料、すなわちクロム当量及びニッケル当量にはそれぞれ以下の条件が該当する。

$20 < Cr_{eq} < 24.5$

$10 < Ni_{eq}$ 、このとき、

$Cr_{eq} = Cr + 1.5 Si + Mo + 2 Ti + 0.5 Nb$ 、かつ、

$Ni_{eq} = Ni + 0.5 Mn + 30(C + N) + 0.5(Cu + Co)$

#### 【0009】

合金費用をさらに削減するために、この鋼のクロム含有量をさらに減らし、高価なニッケルを一部マンガンを置き換えた。

#### 【0010】

特許文献2と同一の化学組成のステンレス鋼は、特に鑄造合金として国際公開第2009/138570(A1)号パンフレット(欧州特許出願公開第2279276(A1)号明細書)(特許文献3)に記載されている。この合金は、記載されている高いマンガン含有量、及び鍛造合金と比べて大きな粒径のために、遷移温度が変化し、また、適用温度が低い場合には材料が脆化する。

#### 【0011】

欧州特許出願公開第1867748(A1)号明細書(特許文献4)に従った先行技術に基づいて、以下の組成を有する合金も知られている。

C 0.05重量%

21重量% Cr 25重量%

1重量% Ni 2.95重量%

0.16重量% N 0.28重量%

Mn 2.0重量%

Mo + W / 2 0.5重量%

Mo 0.45重量%

W 0.15重量%

Si 1.4重量%

Al 0.05重量%

0.11重量% Cu 0.50重量%

S 0.010重量%

P 0.040重量%

B 0.0005重量%

Co 0.5重量%

REM 0.1重量%

V 0.5重量%

10

20

30

40

50

T i 0 . 1 重量 %  
 N b 0 . 3 重量 %  
 M g 0 . 1 重量 %  
 鉄及び不純物：残部

【 0 0 1 2 】

したがって、これは 2 % 以下のマンガンを含むが、銅を含まない鍛造合金である。

【 0 0 1 3 】

さらに、2010年10月13～15日にフランスのボーンで開催された二相ステンレス鋼に関する第8回会議で、U g i t e c h社の新しい合金（材料番号1.4669）が紹介された。しかしながら、この合金はマンガン含有量が1～3重量%であり、そのため、同じく本発明による合金とは区別される。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 4 7 9 8 6 3 5 号明細書

【 特許文献 2 】 国際公開第 0 2 / 2 7 0 5 6 ( A 1 ) 号パンフレット（欧州特許出願公開第 1 3 2 7 0 0 8 ( A 1 ) 号明細書）

【 特許文献 3 】 国際公開第 2 0 0 9 / 1 3 8 5 7 0 ( A 1 ) 号パンフレット（欧州特許出願公開第 2 2 7 9 2 7 6 ( A 1 ) 号明細書）

【 特許文献 4 】 欧州特許出願公開第 1 8 6 7 7 4 8 ( A 1 ) 号明細書

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 5 】

したがって、本発明の課題は、先行技術の欠点を回避し、市販されている従来の二相鋼と比べて高価な合金元素の割合が少ないながらも、良好な特性、とりわけ高い剛性及び良好な耐食性、良好な可鍛性及び加工性を備えた、フェライト - オーステナイト系ステンレス鋼を提供することである。特に、この合金ではニッケル及びモリブデンの含有量が低減されながらも、同時に、二相鋼に求められる良好な特性が実現されるはずである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 6 】

上述の課題は、本発明に従ってノッチ付き衝撃強さ及び機械加工性を改善した二相鋼により解決される。この二相鋼は以下の化学組成を有するか、又は以下から成る。

C < 0 . 0 7 0 重量 %  
 S i < 1 . 5 重量 %  
 M n < 1 . 0 重量 %  
 C r 2 1 . 0 ~ 2 3 . 0 重量 %  
 N i 1 . 0 ~ 3 . 0 重量 %  
 C u 1 . 0 ~ 3 . 0 重量 %  
 N 0 . 1 0 ~ 0 . 3 0 重量 %  
 M o < 0 . 5 重量 %

鉄及び不純物：残部

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

これに従って、改善されたノッチ付き衝撃強さ及び機械加工性を有するフェライト - オーステナイト系ステンレス鋼、特に省合金型二相鋼、好ましくは省合金型二相鍛造合金が提供される。本発明に従って、合金組成の選択により、低温（例えば - 4 0 ）であっても、高い剛性に加えて良好なノッチ付き衝撃強さを備える合金が得られた。

【 0 0 1 8 】

本発明による合金鋼は良好な溶接性も示す。溶接後の熱処理の必要性及び種類は、材料及び溶接補助剤の化学組成、部材の形態、肉厚、溶接条件、剛性特性、非破壊検査の範囲

40

50

によって、また、必要に応じて、追加的な条件の遵守に応じて異なる。

【0019】

さらに、本発明に従って得られる鋼は良好な耐食性を有する。耐孔食性指数 (PRE : pitting resistance equivalent の略語) (「孔食指数」とも呼ばれる) は、孔食又は隙間腐食に対するニッケル含有合金の耐食性を評価するのに用いられる。孔食は、一般に、金属表面上に小さく現れる、又は点状の腐食箇所を意味し、この腐食が表面の下側に著しく広がっている場合がある。隙間腐食は局所的に加速する腐食で、隙間 (接合部隙間など) の範囲に腐食が集中する。こうした形態の腐食を防ぐ鋼の能力は、合金元素の含有量によって決まる。孔食指数は、以下の式によって計算される：

$$PRE = Cr [重量\%] + 3.3 Mo [重量\%] + 16 N [重量\%]$$

10

上式では、クロム、モリブデン及び窒素元素の百分率を重量%にて式に算入する。孔食指数が高いほど、孔食又は隙間腐食に対する材料の耐性が高い。

【0020】

本発明の鋼、特に省合金型二相鑄造合金の化学組成は、ここで、以下の式で定められる26超のPRE値を有する。

$$PRE = Cr [重量\%] + 3.3 Mo [重量\%] + 16 N [重量\%] > 26$$

【0021】

さらに、本発明による二相鋼は、とりわけ良好な機械特性を備える。

【0022】

本発明に従ったRTにおける材料の最低要件は以下の通りである。

20

降伏強度 :  $R_{p0.2} > 400 \text{ MPa}$

引張強度 :  $R_m > 600 \text{ MPa}$

伸長 :  $A > 30\%$

ノッチ付き衝撃エネルギー :  $A_v > 80 \text{ J}$

$A_v (-40) > 27 \text{ J}$

【0023】

本発明による鋼は、好ましくは、その特性に基づいて二相鋼が有益である場所に用いることができる。これは例えば、特に低温であっても、高い剛性、良好な溶接性、良好な機械加工性、良好なノッチ付き衝撃強さが役割を果たす領域である。単なる例示として、遠心機又はデカンタ構造のドラムシェル、圧力容器 (溶接構造の形態でも)、化学工業及び製紙業で用いるローラーを挙げることができる。

30

【0024】

以下に、本発明による省合金型二相鋼の個々の合金元素を、その特性、鋼における重要性と相互作用に関して詳細に説明する。

合金元素は、原則的にカーバイド系、オーステナイト系又はフェライト系のいずれの材料であるかによって、つまり、どのような目的で鋼に合金するかで区別することができる。それぞれの合金元素が、その含有量に応じて鋼に固有の特性を付与している。数多くの合金元素が、場合によっては効果を高めることができるが、逆効果を有し、相互に相応に影響を及ぼし合う可能性もあるため、容易に予測できない複雑な全体的効果が生じる可能性がある。現時点での鋼における特定の合金元素は、所望の特性の要件を満たしているにすぎず、加工及び熱処理をして初めて実際に目的とする特徴を示す。

40

【0025】

炭素 (融点  $3974$ ) :

本発明による合金鋼において、炭素は任意の構成要素である。炭素はオーステナイト相を安定化させるための元素である。炭素は、鉄の合金元素として融点を低下させ、格子間溶解合金元素として剛性を高める。炭素含有量が増えると、 $M_{23}C_6$  カーバイドの形成の危険が高まり、それにより延性、粘性及び耐食性が低下する。そのため、本発明に従って、耐食性を改善するために、 $0.070$  重量%より少ない、好ましくは  $0.050$  重量%より少ない、さらに好ましくは  $0.030$  重量%より少ない炭素が用いられる。

【0026】

50

ケイ素（融点1410）：

ケイ素は、同じく本発明の合金鋼の任意の構成要素にすぎず、フェライト相安定化元素であり、脱酸剤として機能する。含有量が多いと、脆性金属間相（相及び同様の相）の形成が加速し、これにより鋼の延性が低下するという悪影響がある。ケイ素は剛性と耐摩耗性を向上させ、溶鋼の流動性を高め、それにより鑄造時の表面欠陥を低減する。ケイ素の含有量が多い場合は、添加剤でスケーリング抵抗性、耐酸性及び耐食性を高める。そのため、本発明に従って、粘性を改善するために、1.5重量%より少ない、好ましくは1.0重量%より少ない、さらに好ましくは0.50重量%より少ない含有量でケイ素が用いられる。

【0027】

マンガン（融点1221）：

マンガンはオーステナイト相安定化元素である。例えば、窒素の溶解性を高めるのに役立つ。マンガンは硫化マンガンとして硫黄と結合することにより硫化鉄の望ましくない影響を低減し、二相ステンレス鋼の溶解中に脱酸化効果を有し、また、鋼の熱加工性を改善するのに役立つ。したがって、マンガンは鍛造性及び溶接性に良い影響をもたらす。降伏強度、剛性及び耐摩耗性は、マンガンの添加によって向上する。マンガンは、引張強度と、それに伴い負荷能力も高める。しかしながら、マンガンを大量に加えると耐食性が損なわれ、望ましくない脆性金属間相が形成されやすくなる。そのため、本発明に従って、マンガン含有量は、粘性を改善するために、1.0重量%未満、さらに好ましくは0.50重量%未満に抑えられる。マンガンは、本発明による鋼において、任意の構成要素として、まったく含まなくてもよい。

【0028】

クロム（融点1920）：

本発明による鋼において、クロムは、とりわけ耐食性の保持に関して、及びフェライト相/オーステナイト相比の調整のために重要な元素である。クロムはフェライト相を安定化させる。クロム含有量が多すぎると、相のように金属間結合の形成が促進され、それに伴って材料の脆性が生じる。したがって、本発明による二相鋼では、21.0~23.0重量%のクロムが使用される。

【0029】

ニッケル（融点1455）：

ニッケルは面心立方体構造の元素で、そのため溶液焼きなまし温度の範囲内でオーステナイト相を安定化させる効果を有する。オーステナイト相の積層欠陥エネルギーを高めるため、鋼の粘性に良い影響を及ぼす。積層欠陥エネルギーが高まると、マルテンサイト相においてオーステナイト相の機械及び/又は熱変換が妨げられ、それにより鋼の粘性が向上する。クロム及びモリブデン含有量が一定でニッケル含有量が多すぎると、オーステナイト相の含有量が増え、それに伴って剛性が低下する。ニッケルの原料価格は他の合金元素と比べると高く、変動が激しいことから、ニッケルを補うために、本発明に従って、可能な限り別の合金元素が使用される。そのため、本発明に従って、ニッケルは1.0~3.0重量%、好ましくは2.0~3.0重量%の含有量で使用される。

【0030】

銅（融点1083）：

銅もオーステナイト相の安定化元素であり、さらに、特に酸性媒質中で耐食性に良い影響を及ぼす。二相鋼のフェライト相における銅の溶解性は、低温時には急激に低下するため、フェライトにおいて銅リッチ相が溶出する。これにより、降伏強度/剛性比が高まる。さらに、銅は耐孔食性又は耐腐食性を低下させる場合がある。そのため、本発明に従って、銅は1.0~3.0重量%、好ましくは1.5~2.5重量%の含有量で使用される。さらに、銅はニッケルのように低温粘性に良い影響を及ぼす。

【0031】

窒素：

窒素はオーステナイト系材料であり、つまり、オーステナイト相の構成要素を安定化さ

10

20

30

40

50

せる。通常、窒素は二相鋼の格子間に溶解しており、オーステナイト相には窒素の95%が集まっている。これによりオーステナイト相の格子歪みが大きくなり、それに伴って、オーステナイト相の硬度が向上し、また、全体的に二相鋼の剛性が向上する。オーステナイト相のこの格子歪みは、気温の低下に伴って粘性を低下させる。溶解窒素の含有量が多くなると、孔食及び隙間腐食に対する耐性も向上する。

【0032】

しかしながら、未溶解窒素は、フェライト相で窒化物を形成することによって粘性を低下させる。そのため、本発明に従って、窒素含有量は0.10~0.30重量%、好ましくは0.15~0.25重量%となる。

【0033】

モリブデン（融点2622）：

モリブデンは、本発明による二相合金鋼の任意の構成要素である。モリブデンは、フェライト相の安定化に用いられる。モリブデンは鉄と比べ、原子が非常に大きい。したがって、溶解した置換原子として、降伏強度及び引張強度の向上をもたらす。モリブデンの添加剤を加えることで、特に塩化物含有媒質において、耐食性も改善される。モリブデンの含有量が多すぎると、その製造時に鋼の脆性につながる。モリブデンは原料価格が非常に高く、揮発性であることから、0.5重量%未満のわずかな含有量でモリブデンが使用される。

【0034】

上に説明した元素の他に、本発明による鋼は、好ましくは、基本的にそれ以上の構成要素が添加されないが、鉄及び不可避の不純物のみ有する。不可避の不純物とは、例えば硫黄、リンなどである。

【0035】

したがって、本発明による二相ステンレス鋼は、とりわけ省合金型二相合金、好ましくは省合金型二相鑄造合金の形態で、オーステナイト鋼の低価格の代替物であり、これは、特に低温（例えば-40）時において改善されたノッチ付き衝撃強さ、良好な機械加工性、高い剛性及び熱後処理不要の良好な溶接性など、とりわけ良好な特性を備える。本発明の、特に鑄造合金の形態における二相ステンレス鋼は、本発明による鋼がとりわけ適しているような要求仕様があるさまざまな適用において特に有利である。

【0036】

圧力及び/又は0 未満の温度が重要である領域における本発明による二相鋼の使用も本発明の対象である。とりわけ好ましい使用として、遠心機及びデカンタ構造において、特にドラムシェル、あらゆる種類の圧力容器、化学工業及び製紙業で用いるローラーを挙げることができる。

【0037】

以下に、本発明による教えを具体的に示す実施例に基づいて本発明を解説するが、これらに限定されるものではない。

【0038】

（実施例）

本発明による二相鋼に従った化学組成を有する、以下の表1に示す溶融物を製造した。

10

20

30

40



【表 1】

溶融物	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	N
C 39895	0.030	0.040	0.027	0.0017	0.0060	22.13	2.87	0.023	1.33	0.0233
B 40674	0.027	0.026	0.036	0.0023	0.0078	22.22	2.43	0.019	1.57	0.0202
D 24640	0.033	0.034	0.046	0.0018	0.0058	22.11	2.36	0.015	1.43	0.0223

10

【0039】

表 1 に記載した溶融物について、以下の表 2 に示す室温における機械特性値を測定した。

【表 2】

溶解物	Rp 0.2 [MPa]	Rp 1.0 [MPa]	Rm [MPa]	A [%]	Z [%]	Av 1 [J]	Av 2 [J]	Av 3 [J]	Av 中間 [J]
C 39895	438	497	663	45	59	169	170	183	174
B 40674	432	486	659	42	42	222	234	200	219
D 24640	442	494	634	42	48	158	152	145	152

20

30

【0040】

低温時のノッチ付き衝撃エネルギーについて、以下の表 3 に示す特性値を算出した。

【表 3】

装入物	Av (RT)	Av (0)	Av (-20)	Av (-40)
C 39895	181	161	105	56
B 40674	218	91	67	38
D 24640	152	57	31	30

40

【0041】

算出し、表 2 及び表 3 に示した特性値は、本発明による二相鋼の有利な特性を立証している。

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-183129(JP,A)  
特開平05-230535(JP,A)  
特開2010-084220(JP,A)  
特開2010-229459(JP,A)  
特開2010-222695(JP,A)  
特開2011-068957(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0000636(US,A1)  
特開2012-180567(JP,A)

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