

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6580245号
(P6580245)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int.Cl.	F I		
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00	3 0 2 H	
C 2 2 C 38/58 (2006.01)	C 2 2 C 38/58		
C 2 2 C 38/60 (2006.01)	C 2 2 C 38/60		
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46	Q	
C 2 1 D 6/00 (2006.01)	C 2 1 D 6/00	1 0 2 L	

請求項の数 13 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2018-500122 (P2018-500122)
 (86) (22) 出願日 平成29年2月14日 (2017.2.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/005325
 (87) 国際公開番号 W02017/141907
 (87) 国際公開日 平成29年8月24日 (2017.8.24)
 審査請求日 平成30年8月1日 (2018.8.1)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-28391 (P2016-28391)
 (32) 優先日 平成28年2月17日 (2016.2.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国 (JP)

(73) 特許権者 503378420
 日鉄ステンレス株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 林 篤剛
 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 新
 日鐵住金ステンレス株式会社内
 (72) 発明者 平出 信彦
 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 新
 日鐵住金ステンレス株式会社内
 (72) 発明者 濱田 純一
 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 新
 日鐵住金ステンレス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フェライト - オーステナイト系二相ステンレス鋼材とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、

- C : 0 . 0 0 5 % 以上、 0 . 0 5 0 % 以下、
- N : 0 . 0 5 % 以上、 0 . 3 0 % 以下、
- S i : 0 . 1 % 以上、 1 . 5 % 以下、
- M n : 0 . 1 % 以上、 7 . 0 % 以下、
- P : 0 . 0 0 5 % 以上、 0 . 1 0 0 % 以下、
- S : 0 . 0 0 0 1 % 以上、 0 . 0 2 0 0 % 以下、
- C r : 1 8 . 0 % 以上、 2 8 . 0 % 以下、
- C u : 0 . 1 % 以上、 3 . 0 % 以下、
- N i : 0 . 1 % 以上、 8 . 0 % 以下、
- M o : 0 . 1 % 以上、 5 . 0 % 以下、
- A l : 0 . 0 0 1 % 以上、 0 . 0 5 0 % 以下、
- B : 0 . 0 0 0 1 % 以上、 0 . 0 2 0 0 % 以下、
- C a : 0 . 0 0 0 1 % 以上、 0 . 0 1 0 0 % 以下、

を含有し、残部がF e 及び不可避免的不純物からなり、オーステナイト相の面積率が3 0 % 以上、7 0 % 以下であり、下記の式(I) 及び式(II) を満たすことを特徴とするろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

$$1 . 0 3 [\% C r * F] / [\% C r] \quad 1 . 4 0 \dots 式(I)$$

1.05 $[\%Mn * A] / [\%Mn]$ 1.80 ...式(II)

但し、式(1)及び式(II)中の $[\%元素記号]$ は鋼中の当該元素の含有量(質量%)、 $[\%元素記号 * F]$ はフェライト相中の当該元素の含有量(質量%)、 $[\%元素記号 * A]$ はオーステナイト相中の当該元素の含有量(質量%)を意味する。

【請求項2】

質量%で、以下の組成の少なくとも1つを満たすことを特徴とする、請求項1に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

Cr: 24.0%未満、

Ni: 4.0%未満、

Mo: 1.0%未満

10

【請求項3】

質量%で、

Si: 0.2%以上、

Mn: 4.0%未満、

Cu: 1.5%未満、

Al: 0.005%以上、

を満たすことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

20

【請求項4】

質量%で、

Mn: 2.7%超、

Ni: 1.8%超、

Cu: 0.8%超、

を満たすことを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

【請求項5】

質量%で、

Si: 0.2%以上、1.5%以下、

Mn: 2.7%超、4.0%未満、

Cr: 18.0%以上、24.0%未満、

Cu: 0.8%超、1.5%未満、

Ni: 1.8%超、4.0%未満、

Mo: 0.2%以上、1.0%未満、

Al: 0.005%以上、0.050%以下、

を満たすことを特徴とする請求項1から請求項4までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

30

【請求項6】

質量%で、更に

V: 0.001%以上、0.5%以下、

Ti: 0.001%以上、0.5%以下、

Nb: 0.001%以上、0.5%以下、

Zr: 0.001%以上、0.5%以下、

Hf: 0.001%以上、0.5%以下、

W: 0.1%以上、3.0%以下、

Sn: 0.01%以上、1.0%以下、

Co: 0.01%以上、1.0%以下、

Sb: 0.005%以上、0.3%以下、

Ta: 0.001%以上、1.0%以下、

Ga: 0.0002%以上、0.3%以下、

40

50

Mg : 0 . 0 0 0 2 % 以上、0 . 0 1 % 以下、

Bi : 0 . 0 0 1 % 以上、1 . 0 % 以下、

REM : 0 . 0 0 1 % 以上、0 . 2 % 以下、

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1から請求項5までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

【請求項7】

車両に積載され、使用時の素材温度が400 以下である流路部品用及びそれに接合する部品用に使用される請求項1から請求項6までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

10

【請求項8】

前記鋼材は鋼板または鋼管である、請求項1から請求項7までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

【請求項9】

請求項1から請求項6までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材を素材として含む車両部品。

【請求項10】

請求項1から請求項6までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材を素材として含む熱交換器。

20

【請求項11】

請求項1から請求項6までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材を素材として含む配管。

【請求項12】

請求項1から請求項6までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材を素材として含む流路用構造体。

【請求項13】

請求項1から請求項8までのいずれか一項に記載のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材の製造方法であって、最終焼鈍を、1200 以下の範囲で行い、昇温過程における500 以上、900 以下の範囲の時間 T_u (秒)が5秒以上、100秒以下であり、900 以上の時間 T_h (秒)が30秒以上であり、冷却過程における900 以下の範囲の時間 T_d (秒)が1秒以上、400秒以下であり、且つ、下記の式(III)を満たすことを特徴とするフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材の製造方法。

30

$$0.20 < (T_u + T_d) / T_h < 10.00 \quad \dots \text{式(III)}$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に積載され、使用時の素材温度が400 以下である流路部品用及びそれに接続する部品用、または、ろう付け加工を有する部品用に使用されることに最適なフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材とその製造方法に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

近年、環境問題の観点から、自動車、バス、トラック、二輪車、建設車両、農業車両、産業車両、鉄道車両等の輸送機器の燃費向上が必須課題になってきている。その解決手段の一つとして、車体の軽量化が積極的に推進されている。車体の軽量化は、部材を形成する素材の軽量化、具体的には素材板厚の薄手化に依るものが大きい。素材板厚を薄くするためには素材の高強度化が必要となる。

【0003】

50

上記車両には、水、油、空気、燃料、排ガス、水素等の各種配管または流路用構造体が積載されているが、これらの部材を形成する素材も軽量化の対象として例外ではない。耐熱性が重視されない素材温度が400以下で使用される環境や、水素であれば耐水素脆化特性が重視されない高圧でない水素環境で使用される配管または流路用構造体は、耐食性や加工性を考慮して、オーステナイト系ステンレス鋼、表面処理鋼板、銅合金等が使用されることがある。これらに対し同等以上の耐食性を保ち、高強度である素材としては、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼が候補として考え得る。また、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼とオーステナイト系ステンレス鋼で耐食性が同等である鋼種同士を比較すると、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼はNiやMoの節減により低コストにもなり、車両価格に反映されれば燃費向上した車両の普及の一助にもなり得る。

10

【0004】

上記の配管または流路用構造体は、締結用、固定用、保護用等の各種部品が複数箇所で見られることがある。また、配管同士の接合、流路用構造体の組立における接合においては、接合部形状が複雑な接合が行われることがある。これらの複数個所の接合または複雑な形状の接合にはろう付けが適しており、上記の配管または流路用構造体もろう付けされることが多い。上記の配管または流路用構造体のろう付けにはCuろうやNiろうが主に用いられる。ここで、CuろうとはCuの純金属ろう及びCuを主成分とした合金ろう、NiろうとはNiの純金属ろう及びNiを主成分とした合金ろうを指す。Cuろう付けやNiろう付けは、水素雰囲気または真空中で1000以上、1200以下程度の熱処理によって施される。

20

【0005】

つまり、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼を上記の配管または流路用構造体のような鋼材に適用するためには、ろう付け加工性が課題となる。

【0006】

また、ろう付け熱処理後においても素材自体の耐食性を担保できなければならない。N含有量の大きいフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼において熱処理を行う場合、フェライト相とオーステナイト相の相比が崩れること、窒化物が形成されること、脱窒が発生することによる耐食性の低下が懸念される。

【0007】

また、上記の配管または流路用構造体に接合する締結用、固定用、保護用等の各種部品も同様にフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼の適用が考えられ、同様の課題、即ち、ろう付け加工性とろう付け熱処理後の耐食性の問題を有する。

30

【0008】

特許文献1、2、3には、石油、天然ガスの油井管、ラインパイプ、ダム、水門、真空設備用材料、海水淡水化用材料、石油精製、化学工業などのプラントにおける配管や熱交換器等を対象とするようなフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼が開示されている。これらのステンレス鋼の適用対象としている部品はサイズが大きいため、素材としては、厚板、大径管、鋳物であることが多く、接合方法としてろう付けを適用することは難しい。そのため、特許文献1、2、3はろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に関する検討はない。また、鋼中に含まれる元素の含有量は開示されているが、各相中の元素の濃度に関する開示はない。

40

【0009】

特許文献4には、自動車モール材用フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼が、特許文献5には、燃料タンク用フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼が開示されている。これら特許は自動車部品用途であるが、ろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に関する検討はない。また、鋼中に含まれる元素の含有量は開示されているが、各相中の元素の濃度に関する開示はない。

【0010】

特許文献6には、プレス成形性に優れたフェライト オーステナイト系二相ステンレス

50

鋼が、特許文献7には、製品加工時、溶接時、熱処理時における耐脆化性特性に優れたフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼が開示されている。これら特許は薄板または小径管を対象としている特許であるが、ろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に関する検討はない。また、鋼中に含まれる元素の含有量は開示されているが、各相中の元素の濃度に関する開示はない。

【0011】

特許文献8には、形状凍結性に優れた高強度複相ステンレス鋼板が開示されている。この鋼板の用途は自動車の衝撃吸収部材であるが、ろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に関する検討はない。また、鋼中に含まれる元素の含有量は開示されているが、各相中の元素の濃度に関する開示はない。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

- 【特許文献1】特許第5170351号公報
- 【特許文献2】特開2015-110828号公報
- 【特許文献3】特許第5366609号公報
- 【特許文献4】特開平4-198456号公報
- 【特許文献5】特開2012-126992号公報
- 【特許文献6】特開2013-185231号公報
- 【特許文献7】特開2014-189825号公報
- 【特許文献8】特開2008-291282号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

特許文献1から引用文献8まではいずれも、ろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に関する検討はない。また、鋼中に含まれる元素の含有量は開示されているが、各相中の元素の濃度に関する開示はない。

【0014】

このように、車両に積載される400以下の水、油、空気、燃料、排ガス、常圧の水素等の配管または流路用構造体及びそれらに接合する締結用、固定用、保護用等の各種部品、または、ろう付け加工を有する部品においては、高強度、高耐食性であるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼の適用による軽量化及びそれによる低燃費化が期待されるが、従来技術は課題となるろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に対応する技術ではなかった。そのため、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼におけるろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性向上技術を開発する必要がある。

30

【0015】

即ち、本発明の目的はろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に優れたフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材とその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記課題を解決するために、本発明者らはフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼のろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に及ぼすオーステナイト相の面積率、各相中の各種元素の含有量の影響について鋭意検討を行った。その結果、オーステナイト相の面積率、フェライト相中のCrの含有量、オーステナイト相中のMnの含有量がろう付け加工性及びろう付け熱処理前後の耐食性に影響を及ぼすことを見出した。

40

【0017】

また、鋼板及び鋼管の製造方法において、最終焼鈍に当る冷間圧延後の仕上げ焼鈍または造管後の仕上げ焼鈍の各条件を制御することによりオーステナイト相の面積率及び各相中の各元素の含有量を制御できることを見出した。

【0018】

50

さらに、各種成分の影響を鋭意検討した結果、ろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に優れたフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼板及び鋼管とその製造方法を発明するに至った。

【0019】

すなわち、上記課題を解決することを目的とした本発明の要旨は、以下の通りである。

(1) 質量%で、

C : 0.005%以上、0.050%以下、

N : 0.05%以上、0.30%以下、

Si : 0.1%以上、1.5%以下、

Mn : 0.1%以上、7.0%以下、

P : 0.005%以上、0.100%以下、

S : 0.0001%以上、0.0200%以下、

Cr : 18.0%以上、28.0%以下、

Cu : 0.1%以上、3.0%以下、

Ni : 0.1%以上、8.0%以下、

Mo : 0.1%以上、5.0%以下、

Al : 0.001%以上、0.050%以下、

B : 0.0001%以上、0.0200%以下、

Ca : 0.0001%以上、0.0100%以下、

を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなり、オーステナイト相の面積率が30%以上、70%以下であり、下記の式(I)及び式(II)を満たすことを特徴とするろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

$$1.03 \quad [\%Cr * F] / [\%Cr] \quad 1.40 \quad \dots \text{式(I)}$$

$$1.05 \quad [\%Mn * A] / [\%Mn] \quad 1.80 \quad \dots \text{式(II)}$$

但し、式(I)及び式(II)中の[%元素記号]は鋼中の当該元素の含有量(質量%)、[%元素記号 * F]はフェライト相中の当該元素の含有量(質量%)、[%元素記号 * A]はオーステナイト相中の当該元素の含有量(質量%)を意味する。

(2) 質量%で、以下の組成の少なくとも1つを満たすことを特徴とする、本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材

Cr : 24.0%未満、

Ni : 4.0%未満、

Mo : 1.0%未満

(3) 質量%で、

Si : 0.2%以上、

Mn : 4.0%未満、

Cu : 1.5%未満、

Al : 0.005%以上、

を満たすことを特徴とする本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

(4) 質量%で

Mn : 2.7%超、

Ni : 1.8%超、

Cu : 0.8%超、

を満たすことを特徴とする本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

(5) 質量%で、

Si : 0.2%以上、1.5%以下、

Mn : 2.7%超、4.0%未満、

Cr : 18.0%以上、24.0%未満、

10

20

30

40

50

Cu : 0.8%超、1.5%未満、
 Ni : 1.8%超、4.0%未満、
 Mo : 0.2%以上、1.0%未満、
 Al : 0.005%以上、0.050%以下、
 を満たすことを特徴とする本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト
 オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

(6) 質量%で、更に

V : 0.001%以上、0.5%以下、
 Ti : 0.001%以上、0.5%以下、
 Nb : 0.001%以上、0.5%以下、
 Zr : 0.001%以上、0.5%以下、
 Hf : 0.001%以上、0.5%以下、
 W : 0.1%以上、3.0%以下、

10

Sn : 0.01%以上、1.0%以下、
 Co : 0.01%以上、1.0%以下、
 Sb : 0.005%以上、0.3%以下、
 Ta : 0.001%以上、1.0%以下、
 Ga : 0.0002%以上、0.3%以下、
 Mg : 0.0002%以上、0.01%以下、
 Bi : 0.001%以上、1.0%以下、
 REM : 0.001%以上、0.2%以下、

20

の1種または2種以上を含有することを特徴とする本発明のろう付け加工を有する部品用
 に使用されるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

(7) 車両に積載され、使用時の素材温度が400 以下である流路部品用及びそれに接
 合する部品用に使用される本発明のフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

(8) 前記鋼材は鋼板または鋼管である、本発明のろう付け加工を有する部品用に使用さ
 れるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材。

(9) 本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト系
 二相ステンレス鋼材を素材として含む車両部品。

(10) 本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト
 系二相ステンレス鋼材を素材として含む熱交換器。

30

(11) 本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト
 系二相ステンレス鋼材を素材として含む配管。

(12) 本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト
 系二相ステンレス鋼材を素材として含む流路用構造体。

(13) 本発明のろう付け加工を有する部品用に使用されるフェライト オーステナイト
 系二相ステンレス鋼材の製造方法であって、最終焼鈍を、1200 以下の範囲で行い、
 昇温過程における500 以上、900 以下の範囲の時間Tu(秒)が5秒以上、10
 0秒以下であり、900 以上の時間Th(秒)が30秒以上であり、冷却過程における
 900 以下、500 以上の範囲の時間Td(秒)が1秒以上、400秒以下であり、
 且つ、下記の式(III)を満たすことを特徴とする本発明のフェライト オーステナイト
 系二相ステンレス鋼材の製造方法。

40

$$0.20 (T_u + T_d) / T_h \leq 10.00 \quad \dots \text{式(III)}$$

【0020】

本発明によれば、ろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性に優れたフェライト
 オーステナイト系二相ステンレス鋼材とその製造方法を提供できる。

また、本発明によれば、耐食性に優れ高強度であるフェライト オーステナイト系二相
 ステンレス鋼材を、車両に積載され、使用時の素材温度が400 以下である流路部品用
 及びそれに接続する部品用、または、ろう付け加工を有する部品用に適用することができ
 、素材の薄手化による車両の軽量化等を可能とし、環境対策や部品の低コスト化等に大き

50

な効果が得られる。

また、同様に車両用部品以外のろう付け加工を有する部品用に適用することにより、素材の薄手化により部品のコンパクト化、低コスト化、熱交換性能の向上等の効果が得られる。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明を詳細に説明する。

【0022】

まず、本発明のフェライト オーステナイト二相ステンレス鋼材の、鋼組成の限定理由について説明する。ここで、鋼組成についての「%」は質量%を意味する。また、鋼組成の残部はFe及び不可避免的不純物である。

10

【0023】

(C: 0.005%以上、0.050%以下)

Cは、オーステナイト相を安定化させる元素である。しかし、過度の添加は炭化物の形成により耐食性、靱性を低下させる。したがって、0.005%以上、0.050%以下とする。更に、過度の低減はコスト増加を招き、また、過度の添加は溶接性を低下させることを考慮すると、下限は0.010%とすることが望ましく、上限は0.030%とすることが望ましい。

【0024】

(N: 0.05%以上、0.30%以下)

Nは、オーステナイト相を安定化させる元素であり、また、拡散し易い元素であるためオーステナイト相の生成速度を向上する元素である。しかし、過度の添加は窒化物の形成により耐食性、靱性を低下させる。したがって、0.05%以上、0.30%以下とする。更に、オーステナイト相の強度、耐食性を高める元素であることを考慮すると、下限は0.10%とすることが望ましい。また、過度の添加は製造時に気泡や窒化物による表面疵の発生を招き、製造性を低下させることを考慮すると、上限は0.25%とすることが望ましい。より望ましい下限は0.12%超である。より望ましい上限は、0.20%未満である。

20

【0025】

(Si: 0.1%以上、1.5%以下)

Siは、脱酸剤として添加される元素である。しかし、過度の添加は靱性を低下させる。したがって、0.1%以上、1.5%以下とする。更に、過度の低減は脱酸不良や精錬コストの増加を招き、過度の添加は加工性を低下させることを考慮すると、下限は0.2%とすることが望ましく、上限は0.7%とすることが望ましい。

30

【0026】

(Mn: 0.1%以上、7.0%以下)

Mnは、脱酸剤として添加される元素であるとともに、Nの固溶度を上げ、窒化物の形成や脱窒を抑制する。しかし、過度の添加は耐食性を低下させる。したがって、0.1%以上、7.0%以下とする。更に、オーステナイト相を安定化させる元素であることを考慮すると、下限は1.0%とすることが望ましい。また、過度の添加は熱間加工性を低下させることを考慮すると、上限は5.5%とすることが望ましい。より望ましい下限は、2.0%超である。より望ましい上限は4.0%未満である。また、Mnはろう付け熱処理時における脱窒によるオーステナイト相率の低下を抑制し、ろうの濡れ性を更に向上させると考えられる。この効果も考慮すると、最も望ましい下限は2.7%超である。

40

【0027】

(P: 0.005%以上、0.100%以下)

Pは、後述のように、ろう付け時におけるろうの濡れ性を向上させると考えられる。しかし、過度の添加は靱性、溶接性を低下させる。したがって、0.005%以上、0.100%以下とする。更に、コスト、製造性を考慮すると、下限は0.010%とすることが望ましい。上限は0.050%とすることが望ましい。より望ましい下限は、0.01

50

5%超である。より望ましい上限は、0.030%である。

【0028】

(S: 0.0001%以上、0.0200%以下)

Sは、後述のように、ろう付け熱処理時における脱窒を緩和すると考えられる。しかし、過度の添加は熱間加工性を低下させる。したがって、0.0001%以上、0.0200%以下とする。更に、コスト、製造性を考慮すると、下限は0.0003%とすることが望ましい。上限は0.0050%とすることが望ましい。より望ましい下限は、0.0003%超である。より望ましい上限は、0.0020%である。

【0029】

(Cr: 18.0%以上、28.0%以下)

Crは、基本的には耐食性を向上させる元素である。しかし、過度の添加はろう付け時におけるろうの濡れ性を低下させる。したがって、18.0%以上、28.0%以下とする。更に、強度を向上させる元素であることを考慮すると、下限は20.0%とすることが望ましい。また、過度の添加は合金コストを増加させることを考慮すると、上限は26.0%とすることが望ましい。より望ましい下限は、20.0%超である。より望ましい上限は24.0%未満である。

10

【0030】

(Cu: 0.1%以上、3.0%以下)

Cuは、耐食性を向上させる元素であるとともに、オーステナイト相を安定化させる元素である。しかし、過度の添加は熱間加工性を低下させる。したがって、0.1%以上、3.0%以下とする。更に、過度の添加は合金コストを増加させることを考慮すると、上限は2.0%とすることが望ましい。より望ましい下限は0.5%超であり、より望ましい上限は1.5%未満である。また、CuはCuろうとなじみ易くし、ろうの濡れ性を更に向上させると考えられる。この効果も考慮すると、最も望ましい下限は、0.8%超である。

20

【0031】

(Ni: 0.1%以上、8.0%以下)

Niは、耐食性を向上させる元素であるとともに、オーステナイト相を安定化させる元素である。しかし、過度の添加は合金コストを増加させる。したがって、0.1%以上、8.0%以下とする。更に、靱性を向上させる元素であることを考慮すると、下限は1.0%とすることが望ましい。また、更に合金コストを考慮すると、上限は5.0%とすることが望ましい。より望ましい下限は1.5%超である。より望ましい上限は4.0%未満である。また、NiはNiろうとなじみ易くし、ろうの濡れ性を更に向上させると考えられる。この効果も考慮すると、最も望ましい下限は、1.8%超である。

30

【0032】

(Mo: 0.1%以上、5.0%以下)

Moは、耐食性を向上させる元素である。しかし、過度の添加は熱間加工性を低下させる。したがって、0.1%以上、5.0%以下とする。更に、過度の添加は合金コストを増加させることを考慮すると、上限は4.0%とすることが望ましい。より望ましい下限は、0.2%以上である。より望ましい上限は1.0%未満である。

40

【0033】

(Al: 0.001%以上、0.050%以下)

Alは、脱酸剤として添加される元素である。しかし、後述のように、ろう付け時におけるろうの濡れ性を低下させると考えられる。したがって、0.001%以上、0.050%以下とする。更に、過度の低減は脱酸不良や精錬コストの増加を招き、過度の添加は溶接性の低下、窒化物形成による表面疵の発生、靱性の低下を招くことを考慮すると、下限は0.005%とすることが望ましく、上限は0.030%とすることが望ましい。

【0034】

(B: 0.0001%以上、0.0200%以下)

Bは、後述のように、ろう付け熱処理時における脱窒を緩和すると考えられる。また、

50

熱間加工性を向上させる元素である。しかし、過度の添加は溶接性を低下させる。したがって、0.0001%以上、0.0200%以下とする。更に、コスト、製造性を考慮すると、下限は0.0010%とすることが望ましく、上限は0.0100%とすることが望ましい。より望ましい下限は、0.0010%超である。より望ましい上限は、0.0050%以下である。

【0035】

(Ca: 0.0001%以上、0.0100%以下)

Caは、熱間加工性を向上させる元素である。しかし、過度の添加は加工性を低下させる。したがって、0.0001%以上、0.0100%以下とする。更に、コスト、製造性を考慮すると、下限は0.0010%とすることが望ましい。上限は0.0050%とすることが望ましい。

10

【0036】

加えて、本発明では、V、Ti、Nb、Zr、Hf、W、Sn、Co、Sb、Ta、Ga、Mg、Bi、REMの1種または2種以上を添加することにより、特性を更に向上させることができる。

【0037】

(V: 0.001%以上、0.5%以下)

(Ti: 0.001%以上、0.5%以下)

(Nb: 0.001%以上、0.5%以下)

(Zr: 0.001%以上、0.5%以下)

(Hf: 0.001%以上、0.5%以下)

V、Ti、Nb、Zr、Hfは、熱間加工性を向上させる元素であるとともに、溶接時にC、Nと結合しCr炭窒化物の形成を抑制し、溶接部の耐粒界腐食性を向上させる元素である。しかし、過度の添加は窒化物を形成し、表面疵の発生、靱性の低下を招き、加工性、製造性を低下させる場合もある。したがって、それぞれ0.001%以上、0.5%以下とする。

20

【0038】

(W: 0.1%以上、3.0%以下)

(Sn: 0.01%以上、1.0%以下)

(Co: 0.01%以上、1.0%以下)

(Sb: 0.005%以上、0.3%以下)

(Ta: 0.001%以上、1.0%以下)

(Ga: 0.0002%以上、0.3%以下)

W、Sn、Co、Sb、Ta、Gaは、耐食性を向上させる元素である。しかし、過度の添加は靱性、加工性、溶接性、製造性を低下させる。したがって、Wは0.1%以上、3.0%以下、Snは0.01%以上、1.0%以下、Coは0.01%以上、1.0%以下、Sbは0.005%以上、0.3%以下、Taは0.001%以上、1.0%以下、Gaは0.0002%以上、0.3%以下とする。

30

【0039】

(Mg: 0.0002%以上、0.01%以下)

Mgは、脱酸元素として添加する場合がある他、スラブの組織を微細化させ、熱間加工性、成型性を向上させる元素である。しかし、過度の添加は溶接性、表面品質を低下させる。したがって、0.0002%以上、0.01%以下とする。

40

【0040】

(Bi: 0.001%以上、1.0%以下)

Biは、冷間圧延時に発生するローピングを抑制し、製造性を向上させる元素である。しかし、過度の添加は熱間加工性を低下させる。したがって、0.001%以上、1.0%以下とする。

【0041】

(REM: 0.001%以上、0.2%以下)

50

REM (希土類元素) は、鋼の清浄度を向上し、耐錆性、熱間加工性を向上させる元素である。しかし、過度の添加は合金コストの上昇と製造性の低下を招く。したがって、それぞれ 0.001% 以上、0.2% 以下とする。なお、REM は、一般的な定義に従う。スカンジウム (Sc)、イットリウム (Y) の 2 元素と、ランタン (La) からルテチウム (Lu) までの 15 元素 (ランタノイド) の総称を指す。REM は単独で添加しても良いし、混合物の状態でも添加しても良い。

【0042】

次に、オーステナイト相の面積率について説明する。

【0043】

フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼のろう付け加工性を向上させるためには、鋼に対するろうの濡れ性を向上させる必要がある。Cu ろう及び Ni ろうの濡れ性はフェライト系ステンレス鋼より、オーステナイト系ステンレス鋼の方が良好である。そのため、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼においては、オーステナイト相が濡れ性を向上させ、フェライト相が濡れ性を低下させ、オーステナイト相の面積率が大きい程濡れ性が向上する。また、オーステナイト相の面積率が過度に小さいと、Cr 窒化物の形成による耐食性の低下、靱性不良を招く。また、オーステナイト相の面積率が過度に大きいと、耐応力腐食割れ性が低下する。したがって、オーステナイト相の面積率は、30% 以上、70% 以下とする。望ましい下限は、35% 以上である。望ましい上限は 65% 以下である。

【0044】

フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼のオーステナイト相の面積率は、フェライトスコープで測定した値を用いる。フェライトスコープは、ヘルムートフィッシャー (Helmut Fischer) 社製の、FERITSCOPE FMP30 を用いる。

【0045】

次に、各相中の各元素の含有量について説明する。

【0046】

まず、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼のろう付け加工性を向上させるためには、上述のように鋼全体のろうの濡れ性を向上させることに加え、濡れ性の悪いフェライト相の濡れ性を向上させる必要がある。濡れ性を低下させる要因としては、鋼表面に形成されている酸化皮膜がある。Fe や Cr の酸化皮膜を除去するために、ろう付けは、水素雰囲気中もしくは真空中で行われる。しかし、鋼中の Al は当該雰囲気でも僅かに含まれる水蒸気等により酸化し、過度な Cr は酸化皮膜の除去を阻害し、濡れ性を低下させる。そのためフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼の濡れ性を改善するためには、フェライト相中の Cr 及び Al の濃化度を小さくすることが有効である。

一方で Cr 及び Al は両者ともフェライト相に濃化する元素であるが、フェライト相中の Al の含有量は小さく、測定が困難である。そこで、フェライト相中の Al の含有量については、フェライト相中の Cr の濃化度と相関があるものと仮定して、フェライト相中の Cr の濃化度と濡れ性の関係を検討した。その結果、濡れ性を改善するためには式 (i) を満たせばよいことを本出願人は確認した。

$$[\%Cr * F] / [\%Cr] \quad 1.40 \quad \dots \text{式 (i)}$$

また、ろうが濡れる際には、鋼とろうの界面のろう側に、鋼成分の影響を受けた、ミクロ的な液膜相が形成されていると、考えられる。鋼中の P の含有量は大きい程、その液膜相中の P の含有量は大きく、融点は低くなり、濡れ性を補助的に向上すると考えられる。つまり、P の濃化度は大きいことがより望ましい。

また、上記の通り、フェライト相中の Al の含有量は小さいことが望ましい。しかし、フェライト相中の Al 及び P の含有量は小さく、測定が困難である。

この場合、フェライト相中の P 及び Al の含有量の規定法については以下の方法を例示できる。

フェライト相中の Cr の濃化度と、Al 及び P の濃化度が同等であると仮定し、鋼中の

10

20

30

40

50

P、Alの含有量、およびフェライト相中のCrの濃化度を用いて規定する方法がある。この場合式(ii)を満たすことがより望ましい。

$([\%P] - [\%Al]) \times [\%Cr * F] / [\%Cr] - 0.010$...式(ii)
但し、式中の[%元素記号]は鋼中の当該元素の含有量(質量%)、[%元素記号 * F]はフェライト相中の当該元素の含有量(質量%)を意味する。

なお、式(i)、式(ii)はいずれも濡れ性向上のためにフェライト相中のCr、Al、Pの濃化度を直接間接に規定するものである。ただし、フェライト相中のAl、PはCrと比べて含有量が小さく、測定が困難な割には濡れ性に及ぼす濃化度の影響がCrより小さい。よって、式(i)を少なくとも満たしていれば、濡れ性は向上する。

【0047】

次に、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼をろう付け熱処理を施す場合は、ろう付け熱処理後の耐食性が著しく低下しないことも重要である。Cuろう付け及びNiろう付けの熱処理は、最高温度が1200以下程度であり、この温度はフェライト相とオーステナイト相が共存する温度域である。そのため、耐食性を著しく低下させるような、フェライト相とオーステナイト相の相比の崩壊に至るとは考え難い。一方、ろう付け雰囲気は水素雰囲気もしくは真空であり、Nが不純物もしくはパージガスとして僅かに含まれるが、いずれも窒素分圧は非常に小さく、N含有量の大きいフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼は、脱窒する可能性がある。鋼中のNはオーステナイト相の耐食性を向上する元素であり、また、オーステナイト相率を向上する元素である。そのため、脱窒すると、オーステナイト相の耐食性の低下や、フェライト オーステナイト相率の変化によって、適正な耐食性を維持する成分バランスを崩すことになる。ここで、鋼中のMnはNの活量を低減するとともに、Nの固溶度を上げ、脱窒を抑制すると考えられる。Mnはオーステナイト相中に濃化する元素である。つまり、N含有量の大きいオーステナイト相からの脱窒を抑制するためには、オーステナイト相中のMnの濃化度を大きくすることが有効である。したがって、式(iii)を満たすこととする。

$1.05 [\%Mn * A] / [\%Mn]$...式(iii)

また、オーステナイト相中から雰囲気中に直接的に脱窒することに加え、フェライト相を経由してフェライト相から雰囲気中へと脱窒することも考えられる。そのため、オーステナイト相の過度なMn濃化は、フェライト相中の過度なMn希釈を招き、フェライト相を経由した脱窒を促進する。したがって、式(iv)を満たすこととする。

$[\%Mn * A] / [\%Mn] - 1.80$...式(iv)

更に、鋼中のSやBは表面活性元素であり、鋼表面の脱窒サイトに入ることで脱窒を緩和する可能性がある。S及びBはフェライト相中に濃化する元素である。つまり、フェライト相を経由した脱窒を抑制するためには、フェライト相中のS及びBの含有量を大きくすることが有効である。しかし、フェライト相中のS及びBの含有量は小さく、測定が困難である。そこで、フェライト相中のS及びBの含有量については式(i)と同様にフェライト相中のCrの濃化度と相関があるものと仮定してフェライト相中に濃化するCrの濃化度と耐食性の関係を検討した。その結果、耐食性を改善するためには、式(v)を満たせばよいことを本出願人は確認した。

$1.03 [\%Cr * F] / [\%Cr]$...式(v)

また、フェライト相中のS及びBの含有量の規定法については、式(v)のようにCrの濃化度を用いて規定する方法が例示できる。

フェライト相中のCrの濃化度と、S及びBの濃化度が同等であると仮定し、鋼中のS、Bの含有量およびフェライト相中のCrの濃化度を用いて規定する方法がある。この場合、式(vi)を満たすことが望ましい。

$([\%S] + [\%B]) \times [\%Cr * F] / [\%Cr] - 0.0010$...式(vi)

但し、式中の[%元素記号]は鋼中の当該元素の含有量(質量%)、[%元素記号 * F]はフェライト相中の当該元素の含有量(質量%)、[%元素記号 * A]はオーステナイト相中の当該元素の含有量(質量%)を意味する。

なお、式(v)、式(vi)はいずれも耐食性向上のためにフェライト相中のCr、S、

10

20

30

40

50

Bの濃化度を直接間接に規定するものであるが、フェライト相中のS、BはMnと比べて含有量が小さく、測定が困難な割には耐食性に及ぼす濃化度の影響がMnより小さい。そのため、式(v)を少なくとも満たしていれば、耐食性は向上する。

【0048】

上記のフェライト相中のCr濃化度については、式(i)と式(v)をまとめると、式(l)を満たすこととなる。

$$1.03 \quad [\% Cr * F] / [\% Cr] \quad 1.40 \quad \dots \text{式 (l)}$$

上記のオーステナイト相中のMn濃化度については、式(iii)と式(iv)をまとめると、式(II)を満たすこととなる。

$$1.05 \quad [\% Mn * A] / [\% Mn] \quad 1.80 \quad \dots \text{式 (II)}$$

但し、式中の[%元素記号]は鋼中の当該元素の含有量(質量%)、[%元素記号*F]はフェライト相中の当該元素の含有量(質量%)、[%元素記号*A]はオーステナイト相中の当該元素の含有量(質量%)を意味する。

【0049】

なお、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼の、フェライト相中のCr、及びオーステナイト相中のMnの含有量は、電子線マイクロアナライザ(EPM A)で測定する。EPM Aは日本電子株式会社(JEOL Ltd.)製JXA 8230型を用いる。電子銃はLaB₆を用い、分析条件は加速電圧15kV、照射電流125nAとし、ビーム直径は1μm未満の最小サイズを狙い本装置では0μmと設定する。分光器は日本電子株式会社(JEOL Ltd.)製XM 86030型を用いる。分光結晶はLiFを用い、CrK 線およびMnK 線の相対強度を求め、検量線を用いて濃度に換算する。フェライト相中のCr含有量測定用の検量線試料としては、SUS430をベースにCr含有量を質量%で18%、24%、28%に変化させたフェライト系ステンレス鋼の試料を作製する。この3つの検量線試料を用いて検量線を作製する。オーステナイト相中のMn含有量測定用の検量線試料としては、SUS304をベースにMn含有量を質量%で0.1%、1%、3%、6%、10%、15%に変化させたオーステナイト系ステンレス鋼の試料を作製する。この内から、フェライト・オーステナイト系二相ステンレス鋼のMn含有量に近い、Mn含有量の検量線試料3つを選択して用い、検量線を作製する。ただし、分析したいフェライト・オーステナイト系二相ステンレス鋼のMn含有量が、使用する3つの検量線試料の、Mn含有量の範囲に入るようにする。また、Mn含有量が0.0%であるフェライト・オーステナイト系二相ステンレス鋼は、オーステナイト相中のMn含有量も0.0%とする。なお、検量線試料のCr含有量およびMn含有量は、JIS G 1258規定のICP発光分光分析方法で、小数点以下第2位まで分析した値を正值として使用する。フェライト・オーステナイト系二相ステンレス鋼の、各相中のCrおよびMnの含有量の分析する位置は、次の様にする。供試材の断面の板厚中心付近を、0.2μmピッチでマップ分析することで、元素分布状態を調べる。Cr含有量が高い相がフェライト相で、Cr含有量が低い相がオーステナイト相である。フェライト相を5ヶ所選び、各フェライト相の中心付近のCr含有量を定量点分析で測定する。また、オーステナイト相も5ヶ所選び、各オーステナイト相の中心付近のMn含有量を定量点分析で測定する。点分析する相は他相の影響を受けないように比較的大きめな相を選び、偏析や介在物がある場合はそれらより離れた相を選ぶ。板厚中心部の偏析や介在物が顕著である場合は、板厚の1/4部付近で測定しても良い。各相5ヶ所の平均値を各相中のCrおよびMnの含有量とする。

【0050】

次に、製造方法について説明する。

本発明のフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材は、例えば鋼板または鋼管であるため、以下の説明では鋼板の製造方法および鋼管の製造方法を例に説明する。

【0051】

本発明の鋼板の製造方法については、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼を製造する一般的な工程を採用できる。一般に、転炉又は電気炉で溶鋼とし、AOD(Ar

10

20

30

40

50

gon-Oxygen-Decarburization) 炉や V O D (Vacuum-Oxygen-Decarburization) 炉などで精練して、連続鋳造法又は造塊法で鋼片とした後、熱間圧延 - 熱延板の焼鈍 - 酸洗 - 冷間圧延 - 仕上げ焼鈍 - 酸洗の工程を経て製造される。必要に応じて、熱延板の焼鈍を省略してもよいし、冷間圧延 - 仕上げ焼鈍 - 酸洗を繰り返し行ってもよい。

熱間圧延及び熱延板の焼鈍工程の条件は一般的条件で良く、例えば熱延加熱温度 1000 以上、1300 以下、熱延板焼鈍温度 900 以上、1200 以下等で行うことができる。但し、本発明は熱間圧延及び熱延板の焼鈍については製造条件を特徴とするものではなく、その製造条件は限定されるものではない。そのため、製造された鋼が本発明の効果が得られる限りにおいて、熱延条件、熱延板焼鈍の有無、熱延板焼鈍温度、雰囲気、冷延条件などは適宜選択することができる。また、仕上酸洗前の処理は一般的な処理を行って良く、例えば、ショットブラストや研削ブラシなどの機械的処理や、溶融ソルト処理や中性塩電解処理などの化学的処理を行うことができる。また、冷延、焼鈍後に調質圧延やテンションレベラーを付与しても構わない。更に、製品板厚についても、要求部材厚に応じて選択すれば良い。

【0052】

本発明の鋼管の製造方法については、ステンレス鋼管を製造する一般的な工程を採用できる。鋼板を素材とした電気抵抗溶接、TIG (Tungsten Inert Gas) 溶接、レーザー溶接等の通常のスチレンス鋼管の製造方法によって溶接管として製造して良い。必要に応じて、溶接部のビード研削、鋼管表面の機械的処理や化学的処理、焼鈍を行っても良い。

【0053】

最終焼鈍は鋼の再結晶及び圧延及び加工によるひずみの除去として重要な工程である。ただし、フェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼では、オーステナイト相の面積率、フェライト相中の Cr 及びオーステナイト相中の Mn の含有量にも影響すると考えられる。ここで、最終焼鈍とは、鋼板又は鋼管の製造工程で最終的に行った仕上げ焼鈍である。つまり、鋼板の最終焼鈍は鋼板の製造工程で最終的に行った焼鈍である。鋼管の最終焼鈍は、鋼管の製造工程で最終的に行った焼鈍、又は、その焼鈍が無い場合は、鋼板の製造工程で最終的に行った焼鈍となる。

【0054】

焼鈍温度が低く、焼鈍時間が短いと、再結晶やひずみ除去が不十分となるが、焼鈍温度が過度に高いと、フェライト相の過剰な成長を促すと考えられる。したがって、最終焼鈍は、1200 以下の範囲で行い、900 以上の時間 T_h (秒) を 30 秒以上とする。また、フェライト相とオーステナイト相への各元素の分配は時間の経過に伴い進行し、Cr はフェライト相中へ、Mn はオーステナイト相中へ、時間の経過とともに拡散していく。しかし、高温程、フェライト相の比率は増加し、フェライト相中の Cr は希釈され、オーステナイト相の比率は低下し、オーステナイト相中の Mn は過度に濃化される。そのため、フェライト相中の Cr の濃化度を高め、オーステナイト相中の Mn を過度に濃化させないためには、900 以上の時間に対する 500 以上、900 以下の範囲の時間の比率を大きくすれば良いと考えられる。一方、900 以上の時間に対する 500 以上、900 以下の範囲の時間の比率は、過度に大きいと、フェライト相中の Cr は過度に濃化され、オーステナイト相中の Mn は希釈される。したがって、上述の式 (I) 及び式 (II) を満足させるためには、昇温過程における 500 以上、900 以下の範囲の時間 T_u (秒)、900 以上の時間 T_h (秒)、冷却過程における 900 以下、500 以上の範囲の時間 T_d (秒) からなる下記式 (III) を満たすこととする。

$$0.20 < (T_u + T_d) / T_h < 10.00 \quad \dots \text{式 (III)}$$

また、昇温にかける時間が過度に小さいと、鋼の温度上昇ムラによる品質ムラが発生し、降温にかける時間が過度に小さいと形状劣化が発生することがある。一方、昇温及び降温にかける時間が過度に大きいと、相の析出による靱性の低下や、生産性の低下を招く。したがって、昇温過程における 500 以上、900 以下の範囲の時間 T_u (秒) を 5 秒以上、100 秒以下、冷却過程における 900 以下、500 以上の範囲の時間 T_d (秒) を 1 秒以上、400 秒以下とすると好ましい。

【 0 0 5 5 】

(用途)

本発明のフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材は、ろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性が要求される部材であれば、特に適用対象は限定されない。例を挙げると、車両部品、熱交換機、配管、流路用構造体の素材として用いることができる。

車両部品としては、車両に積載され、使用時の素材温度が400 以下である流路部品用及びそれに接続する部品用、または、部品の素材に適用できる。具体的には、自動車、バス、トラック、二輪車、建設車両、農業車両、産業車両、鉄道車両等の車両に積載され、使用時の素材温度が400 以下である、水、油、空気、燃料、排ガス、高圧でない水素等の配管または流路用構造体及びそれらに接合する締結用、固定用、保護用等の部品であってろう付け加工を有する部品、または、前記車両用部品以外のろう付け加工を有する部品であり、前記部品の例としては、車両のエンジン、ターボ、燃料タンク等の周辺に付属するウォータパイプ、オイルパイプ、エアパイプ、フューエルチューブ、デリバリーチューブ、ジョイントパイプ、燃料給油管、水素配管、素材温度が400 以下であるEGR (Exhaust Gas Recirculation) クーラー部品、排気系部品、これら配管または流路用構造体に接合するフランジ、ステイ、ブランケット、カバー等がある。

熱交換機としては、冷暖房、給湯器、家電、燃料電池等に付属する熱交換器が挙げられる。

配管や流路用構造体としては、車両部品以外の各種配管等及び流路用構造体も挙げられる。

【実施例】

【 0 0 5 6 】

以下、実施例により本発明の効果をより明らかなものとする。なお、本発明は、以下の実施例に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で適宜変更して実施することができる。

【 0 0 5 7 】

(実施例1)

表1に示す成分組成を有する供試材(本発明例Aから発明例Pまで、比較例Qから比較例AAまで)を真空溶解炉で溶製し、1200 に加熱後熱間圧延を行い板厚4.5mmの熱延鋼板とした。熱延鋼板を1000 で焼鈍し、酸洗した後に板厚1.5mmまで冷間圧延し、その後、表2-1および表2-3に記載の条件の仕上焼鈍を行い、酸洗を行った。このようにして得られた冷延焼鈍酸洗板を供試材として、オーステナイト相の面積率の測定、フェライト相中のCr及びオーステナイト相中のMnの含有量の測定、ろう付け加工性の評価、ろう付け熱処理後の耐食性の評価を行った。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

【表 1】

鋼 No.	化学成分 (質量%)													その他
	C	N	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Mo	Al	B	Ca	
A	0.015	0.13	0.3	2.1	0.026	0.0009	20.2	1.3	2.0	0.8	0.015	0.0009	0.0021	Mg:0.0003 Ti:0.05、Co:0.2 Bi:0.01 Sn:0.1、Zr:0.08 V:0.05、Ta:0.2 Sb:0.06、Nb:0.1 Hf:0.08、W:1.3 Ga:0.003、REM:0.04
B	0.015	0.16	0.6	3.6	0.018	0.0009	20.7	0.7	3.4	0.4	0.021	0.0023	0.0014	
C	0.010	0.14	0.7	2.8	0.016	0.0014	21.2	0.9	2.1	0.6	0.024	0.0024	0.0003	
D	0.011	0.19	0.5	2.1	0.022	0.0006	20.5	1.4	1.9	0.7	0.007	0.0003	0.0007	
E	0.021	0.14	0.4	2.1	0.008	0.0013	22.8	1.3	3.6	0.5	0.014	0.0021	0.0018	
F	0.009	0.11	0.7	1.5	0.024	0.0003	21.1	2.5	3.2	1.1	0.016	0.0010	0.0009	
G	0.021	0.10	0.5	2.5	0.013	0.0011	18.8	2.3	1.2	1.9	0.011	0.0009	0.0010	
H	0.018	0.16	0.4	2.4	0.023	0.0014	20.4	1.5	0.3	0.7	0.015	0.0015	0.0012	
I	0.031	0.12	1.2	0.8	0.017	0.0014	21.3	2.1	2.4	0.9	0.027	0.0014	0.0019	
J	0.014	0.15	0.6	1.2	0.016	0.0021	22.8	0.3	4.1	0.7	0.025	0.0026	0.0013	
K	0.009	0.17	0.6	1.3	0.031	0.0004	21.7	0.2	4.4	1.1	0.020	0.0005	0.0010	
L	0.019	0.24	0.9	5.8	0.016	0.0010	22.3	1.3	2.4	0.2	0.017	0.0007	0.0003	
M	0.017	0.10	1.3	0.5	0.023	0.0009	22.6	2.9	4.9	1.1	0.024	0.0004	0.0008	
N	0.023	0.18	0.3	1.7	0.014	0.0009	26.3	0.3	5.5	0.5	0.022	0.0013	0.0018	
O	0.015	0.16	0.5	2.4	0.014	0.0009	23.9	1.9	4.8	3.4	0.013	0.0024	0.0014	
P	0.014	0.21	0.1	0.9	0.022	0.0006	24.9	0.3	6.6	2.1	0.016	0.0007	0.0008	
Q	0.105	0.06	0.4	0.9	0.024	0.0006	21.9	1.0	3.1	0.2	0.016	0.0011	0.0019	
R	0.009	0.32	0.7	0.6	0.027	0.0014	20.6	0.4	0.5	0.3	0.014	0.0013	0.0018	
S	0.014	0.11	1.2	9.2	0.013	0.0035	20.1	1.2	3.5	0.3	0.002	0.0030	0.0013	
T	0.022	0.13	0.7	0.4	0.003	0.0013	23.1	2.0	5.6	2.4	0.016	0.0016	0.0010	
U	0.017	0.21	1.4	0.8	0.027	0.0000	22.2	1.2	2.4	0.5	0.018	0.0007	0.0019	
V	0.009	0.10	1.1	0.5	0.020	0.0008	16.2	0.7	2.5	0.3	0.016	0.0013	0.0009	
W	0.019	0.18	0.8	2.1	0.015	0.0016	28.5	2.8	6.1	0.5	0.026	0.0029	0.0017	
X	0.011	0.13	0.9	0.0	0.018	0.0014	20.5	0.0	0.0	0.2	0.028	0.0003	0.0006	
Y	0.015	0.11	1.3	0.6	0.024	0.0007	18.4	0.5	3.1	0.0	0.021	0.0015	0.0006	
Z	0.011	0.11	1.4	1.2	0.031	0.0013	21.5	3.0	4.1	1.3	0.087	0.0017	0.0009	
AA	0.019	0.18	1.4	0.6	0.024	0.0008	20.5	1.4	2.1	1.0	0.010	0.0000	0.0011	

本
発
明
例比
較
例

※1 下線部は本発明範囲外であることを示す。

※2 残部はFeと不可避不純物からなる。

【 0 0 5 9 】

(面積率および含有量測定)

オーステナイト相の面積率は、供試材の表面を上述した条件の下、フェライトスコープで測定して求めた。フェライト相中のCr及びオーステナイト相中のMnの含有量は、供試材の断面を上述した条件の下、E P M Aで分析して求めた。

【 0 0 6 0 】

(ろう付け加工性評価)

供試材のろう付け加工性を評価するために、供試材からなる上板と下板に一定の隙間を付与して、その隙間にろうを浸透させた際のフィレット形状を評価した。なお、フィレットとは隙間からはみ出したろうのことである。

具体的には、まず供試材から長さ10mm、幅30mmの上板と長さ30mm、幅50mmの下板を切り出し、上板を下板の上部中央に重ね、2枚の隙間間隔が0.3mmとなるような試験片を作製した。隙間形成材としては、板厚0.3mmのSUS304板を使用し、上板の幅方向端部の下に隙間形成材を入れて、それぞれの板がずれないように溶接で固定した。上板の片側の長さ方向端部の下に、JIS Z 3262に規定されるCuろうである、BCu-1Aを0.9g塗布し、それを純水素雰囲気中で1150℃まで加熱し、1分間保持した後冷却した。冷却後、試験片の幅方向中央部を切断し、断面観察することでフィレット形状を評価した。ろうが十分隙間に充填されて、隙間からはみ出しているものをフィレット形状良好とした。ろうが隙間からはみ出していないものや、ろうが隙間からはみ出しているが、隙間出口付近でろうが充填しきれず、切り欠きと成り得る隙間が残っているものをフィレット形状不良とした。なお、NiろうはCuろうよりろう付け性が良好であるため、ろう付け加工性の評価は基本的に上記のようにCuろうで行った。但し、本発明例については、JIS Z 3265に規定されるNiろうであるBNi-5を用いて、フィレット形状が良好であることを確認した。

【 0 0 6 1 】

(耐食性測定)

供試材のろう付け熱処理後の耐食性を評価するために、供試材のろう付け熱処理前の孔食電位とろう付け熱処理後の孔食電位を測定した。ろう付け熱処理としては、純水素雰囲気中で1150℃まで加熱し、1分間保持した後冷却した。孔食電位は、JIS G 0577で規定されるステンレス鋼の孔食電位測定方法に従い、Ar脱気下の30℃、1mol/L塩化ナトリウム水溶液中で、孔食発生電位V' C 100を測定することにより、評価した。但し、ろう付け熱処理による脱窒等は供試材の表層部に影響していると考えられる。そのため、供試材の表面処理として、研磨、不動態化処理、直前研磨のいずれも実施せず、孔食電位を測定した。ろう付け熱処理前の孔食電位が、SUS304の孔食電位より低くなる0.20V未満のものは不良とした。また、ろう付け熱処理前の孔食電位が0.20V以上のものは、ろう付け熱処理後の孔食電位が、0.20V未満となるものは不良とし、SUS316の孔食電位より高くなる0.70V超となるものは良好とした。ろう付け熱処理後の孔食電位が0.20V以上、0.70V以下のものは、ろう付け熱処理後の孔食電位が、ろう付け熱処理前の孔食電位より30%以上低下するものを、不良とした。

結果を表2-1、表2-2、表2-3、表2-4に示す。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

【表 2 - 1】

	No.	鋼 No.	最終焼鈍条件				(Ⅲ)式 中辺
			焼鈍温度 (°C)	500°C以上、900°C以下 の時間		900°C以上 の時間 Th(秒)	
				昇温過程	冷却過程		
				Tu(秒)	Td(秒)		
本 発 明 例	1	A	1060	32	28	33	1.82
	2	B	1140	19	33	123	0.42
	3	C	1060	17	10	88	0.31
	4	D	1140	24	15	62	0.63
	5	E	1030	28	34	42	1.48
	6	F	1080	24	16	48	0.83
	7	G	1160	20	10	90	0.33
	8	H	1000	17	28	57	0.79
	9	I	950	38	29	245	0.27
	10	J	1110	73	8	80	1.01
	11	K	1090	27	19	78	0.59
	12	L	1000	7	15	91	0.24
	13	M	1050	13	215	84	2.71
	14	N	1130	31	5	68	0.53
	15	O	1160	49	31	108	0.74
	16	P	1020	39	14	64	0.83

10

20

【 0 0 6 3 】

【表 2 - 2】

No.	鋼 No.	オーステナイト相の面積率		鋼中の成分含有量 (質量%)		各相中の成分含有量 (質量%)		(I)式 中辺	(II)式 中辺	ろう付け後のファイルレット形状	孔食電位VC100			(ii)式 左辺	(vi)式 左辺
		(%)	積率	[%Cr]	[%Mn]	フェライト相	オーステナイト相				①ろう付け熱処理前 (V)	②ろう付け熱処理後 (V)	②/①		
1	A	48		20.2	2.1	23.0	2.5	1.14	1.19	良好	0.47	0.42	0.89	0.013	0.0020
2	B	51		20.7	3.6	22.9	4.5	1.11	1.25	良好	0.29	0.27	0.93	-0.003	0.0035
3	C	47		21.2	2.8	24.6	3.8	1.16	1.36	良好	0.36	0.28	0.78	-0.009	0.0044
4	D	50		20.5	2.1	22.6	3.0	1.10	1.43	良好	0.72	0.58	0.81	0.017	0.0010
5	E	52		22.8	2.1	25.7	2.5	1.13	1.19	良好	0.69	0.54	0.78	-0.007	0.0038
6	F	54		21.1	1.5	24.1	1.9	1.14	1.27	良好	0.49	0.41	0.84	0.009	0.0015
7	G	43		18.8	2.5	20.5	3.1	1.09	1.24	良好	0.86	0.70	0.81	0.002	0.0022
8	H	46		20.4	2.4	22.6	2.9	1.11	1.21	良好	0.54	0.46	0.85	0.009	0.0032
9	I	51		21.3	0.8	22.2	1.1	1.04	1.38	良好	0.44	0.43	0.98	-0.010	0.0029
10	J	46		22.8	1.2	23.9	1.5	1.05	1.25	良好	0.88	0.71	0.81	-0.009	0.0049
11	K	56		21.7	1.3	25.2	1.8	1.16	1.38	良好	1.15	0.95	0.83	0.013	0.0010
12	L	59		22.3	5.8	24.6	7.4	1.10	1.28	良好	0.74	0.68	0.92	-0.001	0.0019
13	M	53		22.6	0.5	25.9	0.6	1.15	1.20	良好	0.81	0.77	0.95	-0.001	0.0015
14	N	41		26.3	1.7	28.4	2.2	1.08	1.29	良好	0.99	0.85	0.86	-0.009	0.0024
15	O	40		23.9	2.4	26.2	2.7	1.10	1.13	良好	1.18	1.08	0.92	0.001	0.0036
16	P	62		24.9	0.9	28.3	1.2	1.14	1.33	良好	1.11	1.02	0.92	0.007	0.0015

本発明例

(I)式 : $1.03 \leq [\%Cr * F] / [\%Cr] \leq 1.40$ (ii)式 : $([\%P] - [\%Al]) \times [\%Cr * F] / [\%Cr] \geq -0.010$

(II)式 : $1.05 \leq [\%Mn * A] / [\%Mn] \leq 1.80$ (vi)式 : $([\%S] + [\%B]) \times [\%Cr * F] / [\%Cr] \geq 0.0010$

【 0 0 6 4 】

【表 2 - 3】

	No.	鋼 No.	最終焼鈍条件				(Ⅲ)式 中辺
			焼鈍温度	500以上、900℃以下の 時間		900℃以上 の時間	
				昇温過程	冷却過程		
			(℃)	Tu(秒)	Td(秒)	Th(秒)	
比較 例	17	Q	1140	47	6	47	1.13
	18	R	1000	50	29	89	0.89
	19	S	1110	45	43	48	1.83
	20	T	1010	8	17	64	0.39
	21	U	1070	23	42	101	0.64
	22	V	1070	26	6	55	0.58
	23	W	1050	28	40	64	1.06
	24	X	1160	18	19	61	0.61
	25	Y	1100	12	13	40	0.63
	26	Z	1050	47	29	54	1.41
	27	AA	1100	45	32	71	1.08
	28	I	<u>1270</u>	24	39	33	1.91
	29	J	990	75	261	31	<u>10.84</u>
	30	K	1010	21	23	239	<u>0.18</u>
31	N	970	65	289	35	<u>10.11</u>	

(Ⅲ)式 : $0.20 \leq (T_u + T_d) / T_h \leq 10.00$

※下線部は本発明範囲外であることを示す。

【 0 0 6 5 】

10

20

【 表 2 - 4 】

No.	鋼 No.	オーステナイト相の面積率 (%)	鋼中の成分含有量 (質量%)		各相中の成分含有量 (質量%)		(I)式 中辺	(II)式 中辺	ろう付け後のフィレット形状	孔食電位V/C100		(ii)式 左辺	(vi)式 左辺
			[%Cr]	[%Mn]	フェライト相 [%Cr*F]	オーステナイト相 [%Mn*A]				①ろう付け熱処理前 (V)	②ろう付け熱処理後 ②/① (V)		
17	Q	46	21.9	0.9	24.4	1.2	1.11	1.33	良好	0.19		0.009	0.0019
18	R	64	20.6	0.6	23.8	0.8	1.16	1.33	良好	0.16		0.015	0.0031
19	S	55	20.1	9.2	22.5	11.2	1.12	1.22	良好	0.18		0.012	0.0073
20	T	52	23.1	0.4	25.6	0.6	1.11	1.50	不良	1.17	1.04	-0.014	0.0032
21	U	55	22.2	0.8	24.8	0.9	1.12	1.13	良好	0.74	0.51	0.010	0.0008
22	V	65	16.2	0.5	18.4	0.6	1.14	1.20	良好	0.18		0.005	0.0024
23	W	52	28.5	2.1	32.4	2.4	1.14	1.14	不良	1.17	1.12	-0.013	0.0051
24	X	27	20.5	0.0	22.4	0.0	1.09		不良	0.15		-0.011	0.0019
25	Y	58	18.4	0.6	20.9	0.9	1.14	1.50	良好	0.17		0.003	0.0025
26	Z	57	21.5	1.2	24.4	1.4	1.13	1.17	不良	1.11	1.09	-0.064	0.0034
27	AA	51	20.5	0.6	23.0	0.7	1.12	1.17	良好	0.51	0.32	0.016	0.0009
28	I	29	21.3	0.8	22.6	1.2	1.06	1.50	不良	0.19		-0.011	0.0030
29	J	46	22.8	1.2	32.6	1.2	1.43	1.00	不良	0.85	0.55	-0.013	0.0067
30	K	65	21.7	1.3	22.0	2.4	1.01	1.85	良好	0.97	0.66	0.011	0.0009
31	N	58	26.3	1.7	38.2	1.7	1.45	1.00	不良	1.17	0.81	-0.012	0.0032

比較例

(I)式 : $1.03 \leq [\%Cr*F] / [\%Cr] \leq 1.40$
(ii)式 : $([\%P] - [\%Al]) \times [\%Cr*F] / [\%Cr] \geq -0.010$
(vi)式 : $([\%S] + [\%B]) \times [\%Cr*F] / [\%Cr] \geq 0.0010$

※下線部は本発明範囲外であることを示す。

10

20

30

40

【 0 0 6 6 】

本発明例 1 から発明例 16 までは、成分組成及び最終焼鈍条件が本発明の規定の範囲内であった。オーステナイト相の面積率、フェライト相中の Cr の濃化度である式 (I)、及びオーステナイト相中の Mn の濃化度である、式 (II) を満足しており、ろう付け後のフィレット形状及びろう付け熱処理後の孔食電位ともに良好であった。

比較例 17、18、19 は、それぞれ C、N、Mn が適正範囲の上限を外れており、比較例 22、25 は、それぞれ Cr、Mo が適正範囲の下限を外れており、ろう付け熱処理前の孔食電位が不良であった。

50

比較例 20 は、P が適正範囲の下限を外れており、比較例 23、26 は、それぞれ Cr、Al が適正範囲の上限を外れており、ろう付け後のフィレット形状が不良である。

比較例 21、27 は、それぞれ S、B が適正範囲の下限を外れており、ろう付け熱処理後の孔食電位が不良であった。

比較例 24 は、Mn、Cu、Ni の下限を外れており、オーステナイト相の面積率が下限を外れ、ろう付け後のフィレット形状、及びろう付け熱処理前の孔食電位が不良であった。

比較例 29、31 は、成分組成は本発明の規定の範囲内である。ただし、最終焼鈍条件である式 (III) が適正範囲の上限を外れており、フェライト相中の Cr の濃化度である式 (I) の上限、及びオーステナイト相中の Mn の濃化度である、式 (II) の下限を外れていた。ろう付け後のフィレット形状及びろう付け熱処理後の孔食電位が不良であった。

比較例 30 は、成分組成は本発明の規定の範囲内であるが、最終焼鈍条件である式 (III) が適正範囲の下限を外れており、フェライト相中の Cr の濃化度である式 (I) の下限、及びオーステナイト相中の Mn の濃化度である式 (II) の上限を外れていた。ろう付け熱処理後の孔食電位が不良であった。

比較例 28 は、成分組成は本発明の規定の範囲内であるが、最終焼鈍温度の上限を外れており、オーステナイト相の面積率が下限を外れ、ろう付け後のフィレット形状及びろう付け熱処理前の孔食電位が不良であった。

なお、本発明例 1 から発明例 16 までについては、Ni ろうを用いてろう付け後のフィレット形状も評価しているが、いずれも良好であった。

なお、参考までに表 2 - 2 および表 2 - 4 には式 (ii) 及び、式 (vi) の左辺の計算結果も示した。その結果、比較例の中で、ろう付け後のフィレット形状が不良のものの中に式 (ii) の範囲を外れているものがあった (比較例 20、23、24、26、28、29、31)。また、ろう付け熱処理後の孔食電位が不良のものの中に、式 (vi) の範囲を外れているものがあった (比較例 21、27、30)。一方で、本発明例 1 から発明例 16 までには式 (ii) と式 (vi) の範囲を外れているものはなかった。

【0067】

以上の結果から、本発明で規定する条件を満たすフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼が、極めて優れたろう付け加工性、及びろう付け熱処理後の耐食性を有することが明らかになった。

【0068】

(実施例 2)

実施例 1 では、本発明のフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼の組成範囲等の条件と、ろう付け加工性及びろう付け熱処理後の耐食性との関係を明らかにした。

一方で、経済性を考慮すると、合金コスト、製造コスト、製造性、ろうの濡れ性が更に優れた範囲にすることが望ましい。合金コストの観点からは Cr、Ni、Mo の添加量を抑制することが望ましい。製造コストおよび製造性の観点からは特に Si、Al の下限範囲を上げ、Mn、Cu の添加量を抑制することが望ましい。また、B、Ca の添加量の下限範囲を上げ、N の添加量を抑制することも場合によっては望ましい。また、ろう付け加工性に問題ない場合であっても、ろうの濡れ性が更に向上することは、ろう材使用量の低減やより複雑なろう付け構造設計を可能とするため、経済性が向上すると考えられる。ろうの濡れ性の観点からは、Mn、Ni、Cu の下限範囲を上げることが望ましい。

【0069】

そこで、ろうの濡れ性を更に向上する本発明の効果を奏する条件をより明らかなものとするため、上述のろう付け加工性の評価で、ろう付け後のフィレット形成が良好であった成分組成、及び最終焼鈍条件の冷延焼鈍板を供試材として、ろうの濡れ広がり性を評価した。

具体的には表 1 に示す成分組成を有する供試材 (本発明例 A から本発明例 P まで) を真空溶解炉で溶製し、1200 に加熱後熱間圧延を行い板厚 4.5 mm の熱延鋼板とした。熱延鋼板を 1000 で焼鈍し、酸洗した後に板厚 1.5 mm まで冷間圧延し、その後

10

20

30

40

50

、全てに表 2 - 1 に記載の No. 1 の最終焼鈍条件で仕上焼鈍を行い、酸洗を行った。このようにして得られた冷延焼鈍酸洗板を供試材として、ろうの濡れ広がり性を評価した。

【 0 0 7 0 】

(ろうの濡れ広がり性評価)

ろう付け加工性の評価が良好であった成分組成、及び最終焼鈍条件の供試材の、ろうの濡れ性を評価するために、供試材の表面での、Ni ろうまたは Cu ろうの濡れ広がり性を評価した。

具体的には、まず供試材から長さ 50 mm、幅 50 mm の試験片を切出し、その試験片上に Ni ろうまたは Cu ろうを直径 5 mm の円状に 0.1 g 塗布した。Ni ろうとしては J I S Z 3 2 6 5 に規定される Ni ろうである B N i - 5 を、Cu ろうとしては J I S Z 3 2 6 2 に規定される Cu ろうである B C u - 1 A を用いた。ろう付け炉としては真空炉を用い、加熱時は真空引き及び窒素ガスパージにより炉内圧力が約 30 Pa となるように調整した。Ni ろうを塗布した試験片は 1200 まで加熱し、Cu ろうを塗布した試験片は 1150 まで加熱し、保持時間はいずれも 10 分とした。冷却後、試験後のろうの面積を画像解析により求め、その面積を加熱前のろう塗布面積で割った値をろう拡がり係数とした。つまり、ろう拡がり係数は (試験後のろうの面積) / (直径 5 mm の円の面積) となる。Ni ろうの濡れ性については、ろう拡がり係数が 9.0 以上となるものは良好、9.5 以上となるものは更に良好とした。Cu ろうの濡れ性については、ろう拡がり係数が 4.0 以上となるものは良好、5.0 以上となるものは更に良好とした。なお、本評価で用いた供試材、ろう材、真空炉、ろう付け熱処理条件を用い、上述のろう付け加工性の評価でフィレット形状も評価しているが、いずれもフィレット形状は良好であった。

結果を表 3 に示す。

【 0 0 7 1 】

【表 3】

鋼 No.	鋼中の成分含有量 (質量%)			ろう拡がり係数	
	[%Mn]	[%Ni]	[%Cu]	Ni ろう	Cu ろう
A	2.1	2.0	1.3	9.3	4.3
B	3.6	3.4	0.7	9.8	3.7
C	2.8	2.1	0.9	9.7	5.0
D	2.1	1.9	1.4	9.3	4.6
E	2.1	3.6	1.3	9.4	4.6
F	1.5	3.2	2.5	9.0	4.8
G	2.5	1.2	2.3	8.4	4.9
H	2.4	0.3	1.5	8.0	4.4
I	0.8	2.4	2.1	9.1	4.8
J	1.2	4.1	0.3	9.4	3.4
K	1.3	4.4	0.2	9.2	3.3
L	5.8	2.4	1.3	9.7	5.1
M	0.5	4.9	2.9	9.4	4.7
N	1.7	5.5	0.3	9.3	3.3
O	2.4	4.8	1.9	9.3	4.4
P	0.9	6.6	0.3	9.2	3.5

【 0 0 7 2 】

供試材の Ni 含有量が質量%で 1.8% 超、Mn 含有量が 2.7% 以下である A、D、E、F、I、J、K、M、N、O、P は Ni ろうの濡れ性が良好であった。

供試材の Ni 含有量が質量%で 1.8% 超、Mn 含有量が 2.7% 超である B、C、L は Ni ろうの濡れ性が更に良好であった。

供試材の Cu 含有量が質量%で 0.8% 超、Mn 含有量が 2.7% 以下である A、D、

E、F、G、H、I、M、OはCuろうの濡れ性が良好であった。

供試材のCu含有量が質量%で0.8%超、Mn含有量が2.7%超であるC、LはCuろうの濡れ性が更に良好であった。

【0073】

以上の結果から、本発明で規定する条件を満たすフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼が、更に優れたろうの濡れ性を有する条件が明らかになった。具体的な条件は以下の組成である。

Ni：1.8%超

Mn：2.7%超

Cu：0.8%超

【産業上の利用可能性】

【0074】

本発明によれば、耐食性に優れ高強度であるフェライト オーステナイト系二相ステンレス鋼材を、車両に積載され、使用時の素材温度が400 以下である流路部品用及びそれに接続する部品用、または、ろう付け加工を有する部品の素材に適用でき、素材の薄手化による車両の軽量化等を可能とし、環境対策や部品の低コスト化等に大きな効果が得られる。また、同様に車両用部品以外のろう付け加工を有する部品用に適用することにより、素材の薄手化により部品のコンパクト化、低コスト化、熱交換性能の向上等の効果が得られる。適用部品の詳細は、自動車、バス、トラック、二輪車、建設車両、農業車両、産業車両、鉄道車両等の車両に積載され、使用時の素材温度が400 以下である、水、油、空気、燃料、排ガス、高圧でない水素等の配管または流路用構造体及びそれらに接合する締結用、固定用、保護用等の部品であってろう付け加工を有する部品、または、前記車両用部品以外のろう付け加工を有する部品であり、前記部品の例としては、車両のエンジン、ターボ、燃料タンク等の周辺に付属するウォータパイプ、オイルパイプ、エアパイプ、フューエルチューブ、デリバリーチューブ、ジョイントパイプ、燃料給油管、水素配管、素材温度が400 以下であるEGR (Exhaust Gas Recirculation) クーラー部品、排気系部品、これら配管または流路用構造体に接合するフランジ、ステイ、ブランケット、カバー等がある。また、車両部品以外では、冷暖房、給湯器、家電、燃料電池等に付属する熱交換器やそれ以外の各種配管等及び流路用構造体がある。また、本発明はCuろう及びNiろうによるろう付け用途を対象としているが、これら以外のろう材を使用したろう付けも、ろうの濡れ及び、ろう付け熱処理後の耐食性の変化は、基本的には同様の物理現象によると考えられる。そのため、本発明は、Cuろう及びNiろう以外のろう材を使用する用途においても適用可能である。例えば、りん銅ろう、銀ろう、金ろう、パラジウムろう、アルミニウムろう等がある。

10

20

30

フロントページの続き

審査官 伊藤 真明

- (56)参考文献 特開2004-360035(JP,A)
特開2006-169622(JP,A)
特開2000-328142(JP,A)
特開平11-129078(JP,A)
特許第5206904(JP,B2)
欧州特許出願公開第02762597(EP,A1)
土田紀之、外3名、省資源型二相ステンレス鋼の引張特性におよぼす温度とひずみ速度の影響、
鉄と鋼、日本、2013年、第99巻、第8号、p.517~523
庄篤史、二相系ステンレス鋼の耐食性に及ぼす 相量の影響、山陽特殊製鋼技報、2003年
6月20日、Vol.10 No.1、P.42-47

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 38/00 - 38/60
C21D 6/00
C21D 9/46 - 9/48