

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5804792号
(P5804792)

(45) 発行日 平成27年11月4日(2015.11.4)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(51) Int.Cl.	F 1	
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z
C 2 2 C 38/38 (2006.01)	C 2 2 C 38/38	
C 2 2 C 38/58 (2006.01)	C 2 2 C 38/58	
C 2 1 D 8/02 (2006.01)	C 2 1 D 8/02	D
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46	R
請求項の数 6 (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-134416 (P2011-134416)	(73) 特許権者	503378420 新日鐵住金ステンレス株式会社 東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(22) 出願日	平成23年6月16日(2011.6.16)	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(65) 公開番号	特開2013-1962 (P2013-1962A)	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
(43) 公開日	平成25年1月7日(2013.1.7)	(74) 代理人	100087413 弁理士 古賀 哲次
審査請求日	平成26年2月7日(2014.2.7)	(74) 代理人	100113918 弁理士 亀松 宏
		(74) 代理人	100140121 弁理士 中村 朝幸
		(74) 代理人	100111903 弁理士 永坂 友康
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C：0.02超～0.07%、Si：0.01～1.0%、Mn：0.01～2.0%、P：0.005～0.05%、S：0.0001～0.02%、Cr：13.0超～22.0%、N：0.001～0.1%、Al：0.0001～1.0%、Sn：0.10超～0.6%、残部Fe及び不可避免的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼板において、下記式(2)で定義するpが、下記式(1)を満たすことを特徴とする熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

$$5 \quad p \quad 55 \quad \dots (1)$$

$$p = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 52Al - 57.5Sn + 189 \quad \dots (2)$$

ここで、C、N、Ni、Mn、Cu、Cr、Si、Al、及び、Snは、各元素の含有量。

【請求項2】

前記式(1)に替え、下記式(1')を満たすことを特徴とする請求項1に記載の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

$$10 \quad p \quad 40 \quad \dots (1')$$

【請求項3】

前記フェライト系ステンレス鋼板が、さらに、質量%で、Mg：0.005%以下、B：0.005%以下、Ca：0.005%以下、La：0.1%以下、Y：0.1%以下

、Hf：0.1%以下、REM：0.1%以下の1種又は2種以上含有していることを特徴とする請求項1又は2に記載の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

【請求項4】

前記フェライト系ステンレス鋼板が、さらに、質量%で、Nb：0.3%以下、Ti：0.3%以下、Ni：1.0%以下、Cu：1.0%以下、Mo：1.0%以下、V：1.0%以下、Zr：0.5%以下、Co：0.5%以下の1種又は2種以上を含有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

【請求項5】

請求項1～4のいずれか1項に記載の成分組成を有するステンレス鋼スラブを1100～1300に加熱して熱間圧延に供し、熱間圧延終了後の鋼板を700～1000で巻き取ることの特徴とする熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板の製造方法。

【請求項6】

前記熱間圧延終了後の鋼板に、焼鈍を施さないか、又は、700～1000で連続焼鈍又は箱焼鈍を施すことを特徴とする請求項5に記載の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フェライト系ステンレス鋼板、特に、熱間加工性と耐錆性に優れた省合金型のフェライト系ステンレス鋼板と、その製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フェライト系ステンレス鋼板は、家電・厨房機器及び建築建材の内外装用として、幅広い分野で使用されている。これは、フェライト系ステンレス鋼板が、レアメタルであり、近年、価格高騰の著しいNiを多量に含有するオーステナイト系ステンレス鋼板に比べ、経済性に優れているからである。

【0003】

Crを11～13%程度含む低Crフェライト系ステンレス鋼には、JIS鋼種で、SUS405、SUS410L、SUH409、及び、C量を低減したSUH409Lなどがある。これらの低Crフェライト系ステンレス鋼は、ステンレス鋼の中で最も低廉で、良好な加工性を備えているが、Cr量が少ないので、耐食性には限界があり、家電・厨房機器及び建築建材などの一般耐久消費材として必要な耐食性を備えていない。

【0004】

そのため、一般耐久消費材としての用途には、Crを14～20%程度を含む中Crフェライト系ステンレス鋼が広く使用されていて、なかでも、Crを17%程度含むSUS430が特に使用されている。

【0005】

前記用途に用いる中Crフェライト系ステンレス鋼には、中性塩化物環境での孔食、発錆に対する耐食性が優れていることが要求される。通常、SUS430の耐食性を改善するためにCやNを低減するが、SUS430の他、CやNを低減し、NbやTiなどの安定化元素を添加した高純度フェライト系ステンレス鋼がある。

【0006】

JIS鋼種としては、SUS430LXがあり、SUS430LXの上位鋼種として、Cu、Ni、Moなどを添加し、かつ、Cr量を増大したSUS430J1LやSUS436J1Lなどがある。

【0007】

Ni、Mo、Nb、Tiに加え、ステンレス鋼の主要元素であるCrは、レアメタルで

10

20

30

40

50

あり、価格変動に伴う経済性の問題を抱えている。それ故、これらレアメタルの使用に依存することなく、低Crフェライト系ステンレス鋼及びSUS430の耐食性を改善して、用途を拡大することが課題となる。

【0008】

省資源及び経済性の観点から上記課題を解決するため、微量のSnやSbを使用して、低Crフェライト系ステンレス鋼の耐粒界腐食性を改善する検討がなされている。

【0009】

特許文献1には、C：0.001～0.30%、N：0.001～0.050%、Cr：10.0～30.0%、S：0.010%以下、P：0.040%以下、Mn：0.01～1.0%、Si：0.01～1.0%、Ni：1.0%以下、O：0.010%以下を含有し、Sn：0.005～0.10%、Sb：0.005～0.10%の1種又は2種を含有する表面性状に優れたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。このステンレス鋼におけるSn及びSbの量は、実質的には0.05%未満である。

10

【0010】

特許文献2には、C：0.03～0.25%、Si：0.25～0.6%、Mn：2%以下、P：0.035%以下、S：0.01%以下、Cr：11～15.5%、Ni：0.6%以下、Cu：0.8%以下、Mo：0.05%以下、Sn：0.03～0.15%、V：0.1%以下、Al：0.03%以下、N：0.01～0.08%を含有し、300～600Hvの高硬度を特徴とした耐食性に優れたマルテンサイト系ステンレス鋼が開示されている。

20

【0011】

特許文献3～5には、Mgの微量添加を前提として、非金属介在物の制御と耐食性改善に効果がある、W、V、Zr、Co、Se、Ta、Re、Y、La、HfのレアメタルやSnを微量添加した、耐食性、表面特性、加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。

【0012】

特許文献3及び5に記載のフェライト系ステンレス鋼は、C、Nを低減し、TiやNbなどの安定化元素を添加した高純度フェライト系ステンレス鋼である。特許文献4に記載のフェライト系ステンレス鋼は、Mg：12～60ppm、C：0.039～0.1%、N：0.0002～0.05%の高Mg含有フェライト系ステンレス鋼である。

30

【0013】

これまで、本発明者らは、省資源と経済性の観点から、CrやMo添加によらず、Snの添加により、耐錆性や加工性を改善した高純度フェライト系ステンレス鋼を開示している。Snは、Cuとともに、鉄鋼材料において代表的なトランプエレメントであるので、リサイクルした鉄源をSn源として有効に利用できる。

【0014】

特許文献6及び7には、Cr：13～22%、Sn：0.001～1%で、C、N、Si、Mn、Pを低減し、必要に応じて、TiやNbの安定化元素を添加した高純度フェライト系ステンレス鋼が開示されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】特開平11-92872号公報

【特許文献2】特開2010-215995号公報

【特許文献3】特開2001-11582号公報

【特許文献4】特開2001-288543号公報

【特許文献5】特開2001-294991号公報

【特許文献6】特開2009-174036号公報

【特許文献7】特開2010-159487号公報

【非特許文献】

50

【 0 0 1 6 】

【非特許文献 1】Metal Treatment、(1964)、p.230、245

【非特許文献 2】エコマテリアルとしてのステンレス鋼とリサイクル、日本鉄鋼協会材料と組織の特性部会、2000年10月2日発行、9頁

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 7 】

これまで、中Crフェライト系ステンレス鋼において、レアメタルに頼らずに、SnやMgの微量添加で耐食性を改善することが検討されているが、検討対象は、その添加量が0.05%未満のフェライト系ステンレス鋼に限られていた。それ故、中Crフェライト系ステンレス鋼は、一般耐久消費材に適用し得る耐食性を備えるまでに至っていない。

10

【 0 0 1 8 】

Snの添加効果は、Hv300以上のマルテンサイト系ステンレス鋼や、CやNを低減した高純度フェライト系ステンレス鋼で発現するが、用途の拡大を図るのに十分な耐食性は得られていない。

【 0 0 1 9 】

そこで、本発明は、レアメタルに頼ることなく、リサイクルした鉄源から有効利用が期待できるSnに着眼し、中Crフェライト系ステンレス鋼及びSUS430の耐食性を改善して、一般耐久消費材への適用が可能な省合金型のフェライト系ステンレス鋼板を提供することを目的とする。

20

【 0 0 2 0 】

本発明者らは、Snを添加して、中Crフェライト系ステンレス鋼の耐食性を改善するにあたり、熱間加工性の改善が製造上の課題となることを見いだした。非特許文献 2 には、Snはステンレス鋼の熱間加工性に有害であり、オーステナイト系ステンレス鋼においてはSn<0.01%と低く抑えることが開示されているが、Snを添加したフェライト系ステンレス鋼については具体的な開示がなく、これまで課題として認識されていない。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 1 】

本発明者らは、前記課題を解決するため、中Crフェライト系ステンレス鋼において、Sn添加で製造上の課題となる熱間加工性と、製品の耐錆性に着眼して鋭意研究を行い、下記(a)~(d)の知見を得るに至った。

30

【 0 0 2 2 】

(a) Snは、高純度フェライト系ステンレス鋼の耐錆性の向上に有効な元素であるが、高純度フェライト系ステンレス鋼に限らず、低Crフェライト系ステンレス鋼及び中Crフェライト系ステンレス鋼においても、微量のSn添加で耐錆性が向上し、かつ、下記式で定義するpを5 ≤ p ≤ 55に調整すると、良好な熱間加工性を得ることができる。なお、下記式については後述する。

【 0 0 2 3 】

$$p = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 52Al - 57.5Sn + 189$$

40

pは、非特許文献 1 に開示されている、1100 加熱時に生成するオーステナイト量の最大値を表す指標である。

【 0 0 2 4 】

(b) 熱間加工性は、CやNを低下して高温での変形抵抗を下げるか、又は、Mg、B、Caなどのを微量添加して粒界強度を高めることで改善できる。

【 0 0 2 5 】

(c) また、熱間加工性は、スラブ加熱温度と熱延終了温度を高くして高温での変形抵抗を小さくすることで改善できる。

【 0 0 2 6 】

(d) 耐錆性は、Nb、Tiの安定化元素を添加するか、又は、リサイクルした鉄源から

50

Ni、Cu、Mo、Vなどが混入することで改善できる。

【0027】

本発明は、上記(a)～(d)の知見に基づいてなされたもので、その要旨は、以下の通りである。

【0028】

(1) 質量%で、C：0.02超～0.07%、Si：0.01～1.0%、Mn：0.01～2.0%、P：0.005～0.05%、S：0.0001～0.02%、Cr：13.0超～22.0%、N：0.001～0.1%、Al：0.0001～1.0%、Sn：0.05～1.0%、残部Fe及び不可避免的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼板において、下記式(2)で定義するpが、下記式(1)を満たすことを特徴とする熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

$$5 \quad p \quad 55 \quad \dots (1)$$

$$p = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 52Al - 57.5Sn + 189 \quad \dots (2)$$

ここで、C、N、Ni、Mn、Cu、Cr、Si、Al、及び、Snは、各元素の含有量。

【0029】

(2) 前記式(1)に替え、下記式(1')を満たすことを特徴とする前記(1)に記載の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

$$10 \quad p \quad 40 \quad \dots (1')$$

【0030】

(3) 前記フェライト系ステンレス鋼板が、さらに、質量%で、Mg：0.005%以下、B：0.005%以下、Ca：0.005%以下、La：0.1%以下、Y：0.1%以下、Hf：0.1%以下、REM：0.1%以下の1種又は2種以上含有していることを特徴とする前記(1)又は(2)に記載の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

【0031】

(4) 前記フェライト系ステンレス鋼板が、さらに、質量%で、Nb：0.3%以下、Ti：0.3%以下、Ni：1.0%以下、Cu：1.0%以下、Mo：1.0%以下、V：1.0%以下、Zr：0.5%以下、Co：0.5%以下の1種又は2種以上を含有することを特徴とする前記(1)～(3)のいずれかに記載の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板。

【0032】

(5) 前記(1)～(4)のいずれかに記載の成分組成を有するステンレス鋼スラブを1100～1300に加熱して熱間圧延に供し、熱間圧延終了後の鋼板を700～1000で巻き取ることを特徴とする熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板の製造方法。

【0033】

(6) 前記熱間圧延終了後の鋼板に、焼鈍を施さないか、又は、700～1000で連続焼鈍又は箱焼鈍を施すことを特徴とする前記(5)に記載の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板の製造方法。

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、レアメタルに頼らずに、リサイクルした鉄源中のSnを有効に利用して、中Crフェライト系ステンレス鋼及びSUS430の耐食性を改善して、一般耐久消費材への適用が可能な省合金型のフェライト系ステンレス鋼板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】 pと熱間加工性の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0036】

以下、本発明について説明する。

【0037】

本発明の熱間加工性と耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼板（以下「本発明鋼板」ということがある。）は、質量％で、C：0.02超～0.07%、Si：0.01～1.0%、Mn：0.01～2.0%、P：0.005～0.05%、S：0.0001～0.02%、Cr：13.0超～22.0%、N：0.001～0.1%、Al：0.0001～1.0%、Sn：0.05～1.0%、残部Fe及び不可避免の不純物からなるフェライト系ステンレス鋼板において、下記式（2）で定義する p が、下記式（1）を満たすことを特徴とする。

【0038】

$$5 \quad p \quad 55 \quad \dots (1)$$

$$p = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 52Al - 57.5Sn + 189 \quad \dots (2)$$

ここで、C、N、Ni、Mn、Cu、Cr、Si、Al、及び、Snは、各元素の含有量である。

【0039】

(I)本発明鋼板の成分組成を限定する理由を、まず説明する。以下、「%」は「質量%」を意味する。

【0040】

Cは、熱間加工性と耐錆性を劣化させる元素である。熱間加工性と耐錆性の劣化を抑制するため、上限を0.3%とする。過度の低減は精錬コストの増加に繋がるため、下限を0.02超%とする。好ましくは、製造性や耐錆性を考慮して0.02超～0.07%である。

【0041】

Siは、脱酸元素として有効であり、かつ、耐錆性を高める元素である。添加効果を得るため、0.01%以上添加する。過度な添加は靱性や加工性の低下を招くので、上限を1.0%とする。好ましくは効果と製造性を考慮して0.1～0.6%とする。より好ましくは0.15～0.5%である。

【0042】

Mnは、硫化物を形成して、耐錆性を阻害する元素である。耐錆性の低下を抑制するため、上限を2.0%とする。過度の低減は精錬コストの増加に繋がるため、下限を0.01%とする。好ましくは、耐錆性と製造性を考慮して0.05～0.6%とする。より好ましくは0.15～0.5%である。

【0043】

Pは、製造性や溶接性を阻害する元素である。製造性や溶接性の低下を抑制するため、上限を0.05%とする。過度の低減は精錬コストの増加に繋がるため、下限を0.005%とする。好ましくは、製造コストを考慮して0.01～0.04%とする。より好ましくは0.01～0.03%である。

【0044】

Sは、熱間加工性や耐錆性を劣化させる元素である。熱間加工性や耐錆性の劣化を抑制するため、上限を0.02%とする。過度の低減は精錬コストの増加に繋がるので、下限を0.0001%とする。好ましくは、耐錆性や製造コストを考慮して0.0002～0.01%とする。より好ましくは0.0005～0.005%である。

【0045】

Crは、Snを添加した本発明鋼板の耐錆性を高めるのに必須の元素である。耐錆性向上効果を得るため、13.0%超を添加する。上限は、製造性の観点から22.0%とする。SUS430と比較した経済性から、好ましくは13.0超～18.0%とする。性能と合金コストを考慮して、14.0～16.0%がより好ましい。

【0046】

10

20

30

40

50

Nは、Cと同様に耐錆性を劣化させる元素である。耐錆性の劣化を抑制するため、上限を0.1%とする。過度の低減は精錬コストの増加に繋がるので、下限を0.001%とする。好ましくは、耐錆性や製造コストを考慮して0.01~0.05%とする。より好ましくは0.01~0.03%である。

【0047】

Alは、Siと同様に脱酸に有効で、かつ、耐錆性を高める元素である。添加効果を得るため、0.0001%以上を添加する。過度な添加は靱性や溶接性の低下を招くので、上限を1.0%とする。好ましくは、添加効果と製造性を考慮して0.001~0.5%とする。より好ましくは0.005~0.1%である。

【0048】

Snは、Cr、Ni、Mo等のレアメタルに頼ることなく、目標とする耐錆性を確保するのに必須の元素である。また、Snは、フェライト形成元素として作用し、 p を小さくするとともに、接種効果により、凝固組織を微細化する元素である。そのため、従来、 p が小さい時に発生する鋼塊の置き割れは、Sn添加による凝固組織の微細化で改善できる。

【0049】

本発明鋼板においては、目標とする耐錆性を得るために添加する。上限は、製造性の観点から1.0%とすることができるが、SUS430と比較した経済性から、0.10超~0.6%とする。性能と合金コストを考慮すると、0.10超~0.3%がより好ましい。

【0050】

Mg、B、Caは、鋼の清浄度又は粒界強度を高め、Sn添加鋼の熱間加工性を改善するのに有効な元素である。必要に応じて、いずれも0.0001%以上添加するが、0.005%を超えると、製造性が低下するので、いずれも、上限を0.005%とする。好ましくは、効果と製造性を考慮して0.0003~0.003%とする。

【0051】

La、Y、Hf、REMは、熱間加工性や鋼の清浄度を高め、耐錆性や熱間加工性を著しく向上させる元素である。必要に応じて、いずれも0.001%以上添加するが、過度の添加は、合金コストの上昇と製造性の低下に繋がるので、いずれも、上限を0.1%とする。好ましくは、添加効果、経済性、及び、製造性を考慮して、1種又は2種以上の合計で0.001~0.05%とする。

【0052】

NbとTiは、C、Nを固定する安定化作用により、耐錆性を向上させる元素である。必要に応じて、いずれも0.01%以上添加するが、過度な添加は、合金コストの上昇や再結晶温度上昇に伴う製造性の低下に繋がるので、いずれも、上限を0.3%とする。好ましくは、添加効果、合金コスト、及び、製造性を考慮して、Nb、Tiの1種又は2種の合計で0.02~0.2%とする。

【0053】

Ni、Cu、Mo、V、Zr、Coは、Snとの相乗効果で耐錆性を高める元素である。必要に応じて添加するが、Ni、Cu、Moは、いずれも0.1%以上を添加し、V、Zr、Coは、いずれも0.01%以上を添加する。過度な添加は、合金コストの上昇や製造性の低下に繋がるので、Ni、Cu、Mo、Vは、上限を1.0%とし、Zr、Coは、上限を0.5%とする。

【0054】

(II)次に、式(2)で定義する p と、Sn添加鋼の熱間加工性を確保するため、 p の範囲を限定する式(1)について説明する。 p は、1100に加熱した時に生成するオーステナイト量の最大値を示す指標である。本発明者らは、Snの添加効果を実験的に求め、非特許文献1に記載されている相の最大相分率を推定する経験式に、Snの項「 $-57.5Sn$ 」を新たに加え、下記式を得た。

【0055】

10

20

30

40

50

$$p = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 52Al - 57.5Sn + 189$$

ここで、C、N、Ni、Mn、Cu、Cr、Si、Al、及び、Snは、各元素の含有量である。

【0056】

本発明者らが実施した実験とその結果、及び、推察される作用機構について説明する。0.2%のSnを含有する13~16%Cr鋼を、50kg、真空中で溶解し、鑄造した鋼塊から42mm厚のブロック試験片を作製し、1カ月間放置した後、熱間圧延実験を行った。

【0057】

熱間圧延実験においては、ブロック試験片を1120 に加熱し、総圧下率88% (8パス)、仕上げ温度700~900 で、5mm厚の熱延板を製造し、熱延板の両サイドで耳割れ発生の有無を調査し、熱間加工性の良否を判定した。

【0058】

耳割れは、pの上昇に伴い発生し、13%Crを境に、13%以下では、上限値が上昇した。熱間加工割れは、フェライト相と高温で生成するオーステナイト相との相境界で発生する頻度が高い。このことは、Snの溶解度が小さいオーステナイト相が生成することで、Snが、フェライト相側へ吐き出される過程で、オーステナイト/フェライトの結晶粒界に偏析し、粒界強度が低下しと推定される。

【0059】

Cr量が13%以下の場合、高温での変形抵抗が小さいので、pの上限値が上昇したと考えられる。他方、pが小さくなると、鋼塊の置き割れが助長される。Snは、フェライト形成元素であるとともに、接種効果により、凝固組織を微細化する元素である。そのため、従来、pが小さい時に発生する鋼塊の置き割れは、Sn添加による凝固組織の微細化で改善できる。

【0060】

また、Snのフェライト形成元素としての寄与は、Crとの比較で、微量添加にも拘らず大きい。本発明者らは、実験で行った組織観察から、1100 でのフェライト形成能は、Crの5倍と決定し、係数を「-57.5 (= -11.5 × 5)」と決定した。

【0061】

さらに、0.2%Sn添加鋼で冷延焼鈍板を作製し、SUS410L (12%Cr) と SUS430 (17%Cr) を比較材とし、JIS Z 2371に準拠して、35%、5%NaCl水溶液による塩水噴霧試験を行い、耐錆性を評価した。評価面は、湿式ペーパー#600で研磨して仕上げ、噴霧時間は48時間とした。

【0062】

SUS410Lは、評価面で発錆し、Sn添加の13~16%Cr鋼は、SUS430と同様に発錆しなかった。その結果、Sn添加による耐錆性の向上効果を確認することができた。

【0063】

本発明鋼板では、所要の熱間加工性を確保するため、上記式(2)で定義するpを、下記式(1)で限定する。

$$5 \leq p \leq 55 \quad \dots (1)$$

【0064】

上記(1)式で示すように、目標とする熱間加工性は、Crが13.0%超の場合、p55以下で確保できる。なお、目標とする熱間加工性は、前述した熱間圧延実験で耳割れが発生しないことを意味する。

【0065】

熱間加工性は、pの低下に伴い向上する。しかし、pが過度に小さくなると、置き割れ感受性が高くなり、置き割れに起因する熱間加工割れが誘発される。それ故、pの下限は、Cr:13.0%超で、5とする。効果と製造性を考慮すると、好ましい範囲は

10

20

30

40

50

、Cr : 13.0%超の場合、10 p 40である。

【0066】

(III)本発明鋼板の製造方法における条件を限定する理由について説明する。

【0067】

熱間圧延に供するステンレス鋼スラブの加熱温度は、熱間加工割れを誘発するオーステナイト相の生成を抑制し、熱間圧延時の変形抵抗を小さくするため、1100以上とする。加熱温度を過度に高くすると、結晶粒の粗大化により表面性状が劣化するし、また、加熱時のスラブ形状が悪化する恐れがあるので、上限は1300とする。熱間加工性と製造性の観点から、好ましくは1150~1250である。

【0068】

熱間圧延後の鋼板を巻き取る温度は、熱間加工性の観点から、加熱温度を高くするために700以上とする。700未満の場合、巻取り時の表面割れやコイルの形状不良を誘発する恐れがある。過度に巻取り温度を高くすると、内部酸化物の生成や粒界酸化を助長して、表面性状が劣化するので、上限は1000とする。熱間加工性と製造性の観点から、好ましくは700~900である。

【0069】

熱間圧延後、熱延板焼鈍を実施するか、又は、省略して、1回の冷間圧延又は中間焼鈍を挟む2回以上の冷間圧延を実施する。熱延鋼板の焼鈍は、再結晶を促進する700以上で、連続焼鈍又はバッチ式の箱焼鈍で行う。過度に焼鈍温度を高くすると、表面性状と酸洗脱スケール性の低下を招くので、上限は1000とする。表面性状の観点から、好ましくは700~900である。

【0070】

冷間圧延後の仕上げ焼鈍は、酸化性雰囲気中又は還元性雰囲気中で行う。焼鈍温度は、再結晶、表面性状、脱スケール性を考慮すると、700~900が好ましい。酸洗方法は特に限定するものではなく、工業的に常用されている方法でよい。例えば、アルカリソルトバス浸漬+電解酸洗+硝酸浸漬を行ってもよいし、電解酸洗は、中性塩電解や硝酸電解等を行う。

【実施例】

【0071】

次に、本発明の実施例について説明するが、実施例での条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

【0072】

(実施例1)

表1に示す成分組成を有するフェライト系ステンレス鋼を、150kg、真空中で溶製し、鑄塊を1000~1300に加熱して熱間圧延に供し、500~700で巻き取り、板厚3.0~6.0mmの熱延鋼板を製造した。

【0073】

10

20

30

【表 1】

表 1	(質量%)													他
	C	Si	Mn	P	S	Cr	N	Al	Sn	Ni	Cu	γp		
2A	0.022	0.35	0.25	0.021	0.0021	14.3	0.033	0.03	0.17	0	0	35.7		
2B	0.075	0.45	0.31	0.025	0.0025	14.2	0.012	0.04	0.11	0	0	51.4		
2C	0.011	0.11	0.45	0.022	0.0007	14.8	0.025	0.05	0.25	0	0	20.1		
2D	0.035	0.72	0.42	0.021	0.0021	13.8	0.021	0.05	0.31	0	0	29.1		
2E	0.032	0.08	0.11	0.035	0.0018	14.4	0.022	0.04	0.17	0	0	35.2		
2F	0.038	0.25	1.25	0.028	0.0021	15.2	0.008	0.02	0.21	0	0	26.7		
2G	0.022	0.55	0.02	0.021	0.0021	14.1	0.033	0.01	0.15	0	0	36.3		
2H	0.025	0.28	0.32	0.024	0.0055	15.8	0.038	0.03	0.20	0	0	21.6		
2I	0.022	0.35	0.15	0.021	0.0003	13.2	0.015	0.02	0.33	0	0	30.5		
2J	0.035	0.25	0.35	0.023	0.0005	16.2	0.058	0.03	0.22	0	0	30.0	Ni:0.15	
2K	0.015	0.15	0.08	0.021	0.0006	14.6	0.022	0.002	0.21	0.15	0	27.8		
2L	0.033	0.09	0.55	0.022	0.0006	13.4	0.035	0.68	0.33	0	0	13.7		
2M	0.018	0.12	0.11	0.023	0.0008	14.9	0.033	0.04	0.56	0	0	6.1		
2N	0.055	0.31	0.45	0.031	0.0015	17.2	0.038	0.01	0.09	0	0	26.1		
2O	0.025	0.30	0.35	0.023	0.0021	14.7	0.028	0.02	0.15	0	0	32.9	B:0.0006	
2P	0.018	0.25	0.45	0.023	0.0021	14.8	0.028	0.02	0.31	0	0	20.9	Ca:0.0006, La:0.02	
2Q	0.025	0.33	0.55	0.023	0.0021	14.5	0.028	0.02	0.15	0	0	36.3	Y+HF+REM:0.09	
2R	0.022	0.45	0.21	0.023	0.0021	14.4	0.018	0.02	0.15	0.25	0	33.5	Nb:0.07, Ni:0.25	
2S	0.026	0.32	0.35	0.023	0.0021	14.1	0.022	0.02	0.21	0	0.2	35.6	Cu:0.2, Mo:0.1, V:0.3	
2T	0.022	0.38	0.12	0.023	0.0021	14.3	0.021	0.02	0.15	0.15	0	33.9	Mg:0.0004, Ti:0.06, Ni:0.15	
2U	0.022	0.38	0.12	0.023	0.0021	14.3	0.021	0.02	0.15	0	0	30.5	Zr:0.03, Co:0.02	
2V*	0.310	0.50	0.15	0.023	0.0021	14.2	0.015	0.05	0.21	0	0	143.6		
2W*	0.025	0.30	2.20	0.025	0.0025	14.6	0.012	0.05	0.15	0	0	38.0		
2X*	0.023	0.30	0.35	0.023	0.0210	14.3	0.028	0.02	0.21	0	0	33.3		
2Y*	0.011	0.50	0.25	0.025	0.0025	14.3	0.110	0.03	0.12	0	0	68.4		
2Z*	0.024	0.30	0.35	0.023	0.0021	14.4	0.021	0.02	0.04	0	0	39.0		
2ZA*	0.031	0.45	0.33	0.023	0.0021	14.6	0.035	1.05	0.15	0	0	-15.5		
2ZB*	0.004	0.55	0.08	0.025	0.0018	14.6	0.006	0.08	0.19	0	0	4.8		
2ZC*	0.055	0.35	0.55	0.023	0.0015	13.8	0.025	0.02	0.14	0	0	55.9		
SUS430	0.070	0.30	0.65	0.035	0.0030	16.6	0.035	0.005	0.00	0.10	0.10	48.0	Ti:0.25	
SUS430LX	0.005	0.12	0.15	0.002	0.0011	16.5	0.011	0.045	0.00	0	0	3.8	Ti:0.27	

(注) *は本発明の成分組成外であることを示す。0:添加なしであることを示す。

【0074】

熱延鋼板に、箱焼鈍又は連続焼鈍を模擬して焼鈍を施し、又は、焼鈍を省略して、1回又は中間焼鈍を挟む2回の冷間圧延を施し、板厚0.4~0.8mmの冷延鋼板を製造した。冷延鋼板には、再結晶が完了する温度780~900で、仕上げ焼鈍を施した。仕上げ焼鈍は、酸化性雰囲気焼鈍又は光輝焼鈍を行った。比較鋼は、SUS430(17Cr)、SUS430LX(17Cr)を使用した。

【0075】

熱間加工性は、熱延板の耳割れ発生の有無を調査して評価した。耳割れが全く発生しないものを「○」、端面から鋼板表面に及ぶ耳割れが発生したものを「×」、耳割れが鋼板表面に及ばないものを「△」とした。耳割れ評価指標が「○」と「△」のものを発明例とした。

【0076】

耐錆性は、JIS Z 2371に準拠する塩水噴霧試験と、さらに、80、0.5% NaCl水溶液中に168時間浸漬する浸漬試験を行って評価した。比較鋼の浸漬試験による発錆程度は、SUS430で“全面発錆”、SUS430LXで“発錆なし”となった。そこで、評価指標は、SUS430と同等の発錆を「○」、SUS430LXと同等の“発錆なし”を「△」とした。なお、SUS410L相当の発錆と穴あきを示したものは「×」とした。

10

【0077】

表2に、製造条件と試験結果をまとめて示す。

【0078】

【表 2】

表 2

	No	鋼	加熱 ℃	巻取り ℃	熱延板焼鈍 (°C)		熱間加工性 (耳割れ有無)	耐錆性		備考	
					連続焼鈍	箱焼鈍		噴霧	浸漬		
発 明 成 分	1	2A	1210	780	-	810	○	○	○	発明例	
	2		1210	780	830	-	○	○	○	発明例	
	3		1210	780	省略		○	○	○	発明例	
	4		1080*	600*	830	-	△	○	○	発明例	
	5		1120	660*	830	-	△	○	○	発明例	
	6		1090*	700	830	-	△	○	○	発明例	
	7	2B	1220	750	820	-	○	○	○	参考例	
	8	2C	1230	790	-	810	○	○	○	参考例	
	9	2D	1180	740	800	-	○	○	○	発明例	
	10	2E	1190	750	-	810	○	○	○	発明例	
	11	2F	1220	760	-	820	○	○	◎	発明例	
	12	2G	1180	740	-	820	○	○	○	発明例	
	13	2H	1230	810	810	-	○	○	◎	発明例	
	14	2I	1160	720	800	-	○	○	○	発明例	
	15	2J	1190	740	800	-	○	○	◎	発明例	
	16	2K	1180	760	-	810	○	○	○	参考例	
	17	2L	1150	700	-	820	○	○	○	発明例	
	18	2M	1210	780	-	810	○	○	◎	参考例	
	19	2N	1190	730	-	850	○	○	◎	参考例	
	20	2O	1180	720	省略		○	○	○	発明例	
	21	2P	1170	720	800	-	○	○	◎	参考例	
	22	2Q	1190	730	-	820	○	○	○	発明例	
	23	2R	1180	740	-	810	○	○	○	発明例	
	24	2S	1170	710	-	810	○	○	○	発明例	
	25	2T	1160	700	-	810	○	○	○	発明例	
	26	2U	1160	700	-	810	○	○	○	発明例	
比 較 成 分	27	2V*	1180	730	-	800	×	×	×	比較例	
	28	2W*	1190	760	-	800	○	×	×	比較例	
	29	2X*	1170	720	-	810	○	×	×	比較例	
	30	2Y*	1150	710	810	-	×	×	×	比較例	
	31	2Z*	1210	780	820	-	○	×	×	比較例	
	32	2ZA*	1180	760	830	-	×	○	○	比較例	
	33	2ZB*	1180	760	820	-	×	○	○	比較例	
	34	2ZC*	1180	760	830	-	×	○	○	比較例	
	35	SUS430							○	○	参考
	36	S430LA							○	◎	参考

(注) *印は本発明の規定から外れていることを示す。×印は本発明の目標から外れていることを示す。-:実施していないことを意味する。

【 0 0 7 9 】

表 2 において、試験番号 1 ~ 3、7 ~ 26 は、本発明で規定する成分組成及び p と、製造条件を満足するフェライト系ステンレス鋼に係る試験例である。これらの鋼板においては、本発明で目標とする熱間加工性と、SUS430 と同等又は SUS430LX と遜色ない耐錆性が得られている。なお、SUS430LX と遜色ない耐錆性を示した鋼板は、Cr を 14.5 % 以上含有している。

10

20

30

40

50

【0080】

試験番号4～6は、本発明で規定する成分組成及び p を有するが、製造条件が本発明で規定する製造条件から外れるフェライト系ステンレス鋼に係る試験例である。これら鋼板においては、耳割れを抑止できなかったが、目標とする熱間加工性は得られている。

【0081】

試験番号27～31は、成分組成及び p が、本発明で規定する成分組成及び p から外れるフェライト系ステンレス鋼に係る試験例である。これらの鋼板においては、目標とする熱間加工性と耐錆性の両方又は片方が得られていない。

【0082】

試験番号32～34は、本発明で規定する成分組成を有するが、 p が、本発明で規定する p から外れるフェライト系ステンレス鋼に係る試験例である。これらの鋼板においては、目標とする耐錆性が得られているが、目標とする熱間加工性が得られていない。試験番号32のフェライト系ステンレス鋼においては、 p が小さいため、置き割れに起因する割れが熱間加工により顕在化している。

10

【0083】

ここで、図1に、 p と熱間加工性の関係を示す。図1から、 S_n 添加鋼において良好な熱間加工性を得るためには、 p を本発明で規定する5～55の範囲に調整する必要があることが解る。

【産業上の利用可能性】

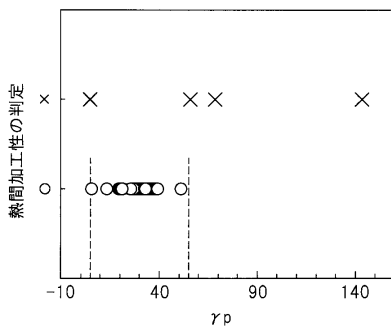
【0084】

20

本発明によれば、レアメタルの使用に頼ることなく、リサイクルした鉄源中の S_n を有効に利用して、中 Cr フェライト系ステンレス鋼及び $SUS430$ の耐食性を改善して、一般耐久消費材への適用が可能な省合金型のフェライト系ステンレス鋼板を提供することができる。よって、本発明は、ステンレス鋼製造及び利用産業において利用可能性が高いものである。

【図1】

図1



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 2 1 D 9/46 Z

(72)発明者 秦野 正治
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金ステンレス株式会社内

(72)発明者 石丸 詠一朗
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金ステンレス株式会社内

(72)発明者 高橋 明彦
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金ステンレス株式会社内

審査官 田口 裕健

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 1 5 9 4 8 7 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 8 8 5 4 3 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 3 1 3 1 5 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 1 2 0 0 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 2 2 5 1 3 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C 2 2 C 3 8 / 0 0 - 3 8 / 6 0