

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-7599

(P2020-7599A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 2 Z	4 B O 5 5
C 2 2 C 38/50 (2006.01)	C 2 2 C 38/50	4 K O 3 7
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46 R	
A 4 7 J 36/02 (2006.01)	A 4 7 J 36/02 B	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-128597 (P2018-128597)	(71) 出願人	000006655
(22) 出願日	平成30年7月5日 (2018.7.5)		日本製鉄株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
		(74) 代理人	100106909
			弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100175802
			弁理士 寺本 光生
		(74) 代理人	100134359
			弁理士 勝俣 智夫
		(74) 代理人	100188592
			弁理士 山口 洋
		(72) 発明者	澤田 正美
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 フェライト系ステンレス鋼板、クラッド材及びフェライト系ステンレス鋼板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 目視でも確認できる大きさの結晶粒を備え、意匠性に優れ、かつ、IH調理器等にも適用可能なフェライト系ステンレス鋼板を提供する。

【解決手段】 質量%で、C：0.030%以下、N：0.030%以下、Si：0.20%以上0.80%以下、Cr：15%以上20%以下、Mn：0.80%以下、Ni：1.0%以下、Cu：0.80%以下を含有し、さらに、Nb、V、Tiのうちいずれか一種または二種以上を合計で0.10%以上0.80%以下含有し、残部がFeおよび不純物からなる成分組成を有し、平均結晶粒径が100μm以上であるフェライト系ステンレス鋼板を採用する。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量 % で、

C : 0 . 0 3 0 % 以下、

N : 0 . 0 3 0 % 以下、

S i : 0 . 2 0 % 以上 0 . 8 0 % 以下、

C r : 1 5 % 以上 2 0 % 以下、

M n : 0 . 8 0 % 以下、

N i : 1 . 0 % 以下、

C u : 0 . 8 0 % 以下を含有し、

さらに、N b、V、T i のうちいずれか一種または二種以上を合計で 0 . 1 0 % 以上 0 . 8 0 % 以下含有し、

残部が F e および不純物からなる成分組成を有し、

平均結晶粒径が 1 0 0 μ m 以上であることを特徴とするフェライト系ステンレス鋼板。

【請求項 2】

周波数 2 5 k H z における比透磁率が 9 0 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のフェライト系ステンレス鋼板。

【請求項 3】

高周波誘導加熱調理に対応した機器の部材に用いられることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載のフェライト系ステンレス鋼板。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載のフェライト系ステンレス鋼板と、アルミニウム板と接合させてなることを特徴とするクラッド材。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の成分組成を有するステンレス鋼板素材に 9 0 0 ° C 以上 1 1 0 0 ° C 以下で 1 . 0 分以上の中間熱処理を施す第 1 の工程と、

板厚減少率 5 % 以上 1 0 % 以下の仕上冷間圧延を施す第 2 の工程と、

9 8 0 ° C 以上 1 1 5 0 ° C 以下で 1 . 0 分以上の仕上熱処理を施す第 3 の工程と、を順次行うことを特徴とする、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、クラッド材及びフェライト系ステンレス鋼板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鍋、フライパン、炊飯器の内釜などの I H (インダクション ヒーティング: 高周波誘導加熱) 調理に対応した機器には、ステンレス鋼板や、ステンレス鋼板を素材としたクラッド材が使用される。これらの用途では、強度や成型性などの特性に加え、消費者にアピールするため、優れた意匠性が要求される場合がある。意匠性は、時代や消費者ニーズによるところがあるが、例えば、金属の結晶粒を目視でも観察できるほどに粗大化させることで、その結晶粒組織模様とする従来にない意匠性を付与することが考えられる。また、結晶粒組織模様が表面に現れることで、ステンレス鋼板の表面にできた疵が目立ちにくくなるという効果も期待される。

【0003】

しかしながら、例えばフェライト系ステンレス鋼板において、目視でも確認できるレベルにフェライトの結晶粒を粗大化させるには、高温かつ長時間の熱処理が必要とされている。一般に、量産熱処理に使用される大気炉を用いてフェライト系ステンレス鋼板に対して高温かつ長時間の熱処理を行うと、素材表面に厚いスケールが生成する。ステンレス鋼板表面に生成したスケールは、酸洗で落とすのが難しく、また、厚いスケールの生成によ

10

20

30

40

50

って大きな板厚減少につながるという問題がある。

【0004】

また、IH調理に対応した機器として使用される金属素材には、鍋などに成型可能な成型性や耐食性に加え、電磁誘導による加熱効率を上げるため、素材の比透磁率が高いことが求められる。

【0005】

さらに、金属の結晶粒を目視でも確認できるようにしたステンレス鋼は、IH調理に対応した機器以外にも、建物の内装材または外装材、電子機器の筐体、食器、美術品など、意匠性が要求される用途への需要がある。

【0006】

特許文献1（特開2002-129292号公報）には、mass%で、C+N：0.02%以下、Si：0.3%以下、Mn：0.5%以下、Cr：11～35%、P：0.05%以下、S：0.010%以下、Al：0.02%以下を含有し、残部Feおよび不可避免の不純物からなる鋼組成を有し、表面粗さがRyで0.5μm以下である耐食性および耐水垢付着性に優れたジャーボット容器用フェライト系ステンレス冷延鋼板が記載されている。

【0007】

特許文献2（特開2013-249519号公報）には、質量%で、C：0.06%以下、N：0.06%以下、Si+Al：0.6%以上2%以下、Cr：13%以上20%以下、Mn：2.0%以下を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる成分組成を有するIH調理器で使用される調理器具用フェライト系ステンレス鋼が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2002-129292号公報

【特許文献2】特開2013-249519号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、特許文献1または2に記載されたフェライト系ステンレス鋼はいずれも、結晶粒を粗大化させたものではなく、また、特許文献1、2には、結晶粒の粗大化させるための製造方法は記載されていない。

【0010】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、目視でも確認できる大きさの結晶粒を備え、意匠性に優れ、かつ、IH調理器等にも適用可能なフェライト系ステンレス鋼板およびクラッド材を提供することを課題とする。また、本発明は、高温かつ長時間の熱処理を施すことなく目視でも確認できる大きさの結晶粒を形成可能なフェライト系ステンレス鋼板の製造方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため、本発明は以下の構成を採用する。

[1] 質量%で、

C：0.030%以下、

N：0.030%以下、

Si：0.20%以上0.80%以下、

Cr：15%以上20%以下、

Mn：0.80%以下、

Ni：1.0%以下、

Cu：0.80%以下を含有し、

さらに、Nb、V、Tiのうちいずれか一種または二種以上を合計で0.10%以上0.80%以下含有し、

残部がFeおよび不純物からなる成分組成を有し、

平均結晶粒径が100 μ m以上であることを特徴とするフェライト系ステンレス鋼板。

[2] 周波数25kHzにおける比透磁率が90以上であることを特徴とする[1]に記載のフェライト系ステンレス鋼板。

[3] 高周波誘導加熱調理に対応した機器の部材に用いられることを特徴とする、[1]または[2]に記載のフェライト系ステンレス鋼板。

[4] [1]乃至[3]の何れか一項に記載のフェライト系ステンレス鋼板と、アルミニウム板と接合させてなることを特徴とするクラッド材。

[5] [1]に記載の成分組成を有するステンレス鋼板素材に900℃以上1100℃以下で1.0分以上の中間熱処理を施す第1の工程と、

板厚減少率5%以上10%以下の仕上冷間圧延を施す第2の工程と、

980℃以上1150℃以下で1.0分以上の仕上熱処理を施す第3の工程と、を順次行うことを特徴とする、フェライト系ステンレス鋼板の製造方法。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、目視でも確認できる大きさの結晶粒を備え、意匠性に優れ、かつ、IH調理器等にも適用可能なフェライト系ステンレス鋼板およびクラッド材を提供できる。また、本発明によれば、高温かつ長時間の熱処理を施すことなく目視でも確認できる大きさの結晶粒を形成可能なフェライト系ステンレス鋼板の製造方法を提供できる。

また、本発明のフェライト系ステンレス鋼板およびクラッド材は、鍋、フライパン、炊飯器の内釜などのIH調理に対応した機器、電子機器の筐体、食器、美術品、建築材料など、意匠性が求められる分野に好適に用いることができる。

【発明を実施するための形態】

【0013】

目視でも確認できる大きさの結晶粒を備え、意匠性に優れ、かつ、IH調理器等にも適用可能なフェライト系ステンレス鋼板を得るため、本発明者らが、素材の化学成分や製造方法について詳細に検討したところ、以下の知見を得、本発明を完成させた。

【0014】

(A) 拡散の早いフェライト相が高温まで安定して存在する化学成分とすることで、熱処理時の結晶粒成長が早く、粗大な結晶粒組織が得られやすくなる。

(B) 高温での熱処理前に板厚減少率で5%以上、10%以下の冷間圧延を施すことで、熱処理時の結晶粒成長が著しく促進され、短時間の熱処理でも結晶粒が粗大化する。

(C) 結晶粒を粗大化することで、美観が生まれ、疵が目立たなくなる。

(D) 結晶粒を粗大化することで比透磁率が向上する。

【0015】

以下、本発明の実施形態であるフェライト系ステンレス鋼板、クラッド材及びフェライト系ステンレス鋼板の製造方法について説明する。

【0016】

本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板は、質量%で、C：0.030%以下、N：0.030%以下、Si：0.20%以上0.80%以下、Cr：15%以上20%以下、Mn：0.80%以下、Ni：1.0%以下、Cu：0.80%以下を含有し、さらに、Nb、V、Tiのうちいずれか一種または二種以上を合計で0.10%以上0.80%以下含有し、残部がFeおよび不純物からなる成分組成を有し、平均結晶粒径が100 μ m以上のフェライト系ステンレス鋼板である。

また、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板は、周波数25kHzにおける比透磁率が90以上であることが好ましい。

更に、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板は、高周波誘導加熱調理に対応した機器の部材に用いられることが好ましい。

10

20

30

40

50

更にまた、本実施形態のクラッド材は、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板と、アルミニウム板と接合させてなるクラッド材である。

【0017】

以下、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板の成分組成について説明する。成分組成の説明において、「%」は質量%を意味する。本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板の成分組成は、拡散の早いフェライト相が高温まで安定して存在する化学成分としている。

【0018】

C：0.030%以下

Cは、母相に固溶されるとオーステナイト相を安定化させる元素であるため、C量が多いと、高温でオーステナイト相が生成し、結晶粒成長が遅くなり、粗大な結晶粒を得ることが困難になる。また、C量が多いと鋼が硬質となり、成形性が低下する。そのため、C量は極力少ないことが好ましく、上限を0.030%以下とする。望ましくは、0.020%以下である。C量は極力少ないことが好ましいが、C量を少なくするとコスト増になるので、下限を0.001%以上にとよい。

10

【0019】

N：0.030%以下

Nは、Cと同じく、母相に固溶されるとオーステナイト相を安定化させる元素である。N量が多いと、高温でオーステナイト相が生成し、結晶粒成長が遅くなり、粗大な結晶粒を得ることが困難になる。そのため、N量は0.030%以下とする。望ましくは、0.020%以下である。N量は極力少ないことが好ましいが、N量を少なくするとコスト増になるので、下限を0.001%以上にとよい。

20

【0020】

Si：0.20%以上0.80%以下

Siは、酸化皮膜の保護性を向上させるため、0.20%以上を含有させる。一方で、Si量が多すぎると、熱間加工性を顕著に劣化させ、耳割れが発生し、手入れコストが大きくなることから、上限を0.80%以下とする。好ましくは、0.25%以上0.70%以下である。

【0021】

Cr：15%以上、20%以下

Crは、ステンレス鋼としての耐食性を確保する観点から必須の元素であり、十分な耐食性を確保する観点から15%以上とする。一方で、Cr量が多すぎると、焼鈍時に粗大な脆化相を生成させるため、20%以下とする。好ましくは、16%以上18%以下とする。

30

【0022】

Mn：0.80%以下

Mnは原料スクラップなどから混入する。Mn量を大きく低減させるにはスクラップの使用を減らす必要があり、これはコストの増大を招く。一方で、Mnが多すぎると、熱間加工性を劣化させるうえ、素材の耐食性を劣化させる。したがって、Mn量は0.80%以下とする。Mn量は極力少ないことが好ましいが、Mnを少なくするとコスト増になるので、Mnの下限は0.20%以上、より好ましくは0.10%以上であれば許容される。

40

【0023】

Ni：1.0%以下

Niは強力なオーステナイト安定化元素であり、高温でフェライト相からオーステナイト相への変態を助長する。その結果、結晶粒成長が遅くなり、粗大な結晶粒を得ることが困難になる。従って、Ni量を1.0%以下とする。望ましくは、0.3%以下とする。Niは少ないほどよく、その下限は0.001%以上とする。

【0024】

Cu：0.80%以下

50

Cuは原料スクラップなどから混入する。Cu量を大きく低減させるにはスクラップの使用を減らす必要があり、これはコストの増大を招く。一方で、CuはNiと同じく強力なオーステナイト安定化元素であり、高温でフェライト相からオーステナイト相への変態を助長する。その結果、結晶粒成長が遅くなるため、粗大な結晶粒を得ることが困難になる。従って、Cu量の上限は0.80%以下とする。望ましくは、0.70%以下とする。Cu量は極力少ないことが好ましいが、Cuを少なくするとコスト増になるので、Cuの下限は0.25%以上、0.20%以上、または0.02%以上であれば許容される。

【0025】

Nb、V、Tiのいずれか一種または二種以上を合計で：0.10%以上0.80%以下

Nb、V、Tiは、いずれもC、Nと化合物を作る元素である。C、Nが化合物になることで固溶C、Nが減り、母相のオーステナイト安定度が低下する結果、高温までフェライト相が維持され、結晶粒成長が促進される。この効果は、Nb、V、Tiのいずれか一種または二種以上を合計で0.10%以上含有することで得られる。一方、Nb、V、Tiの含有量が多すぎると、溶製時に粗大な炭化物や窒化物を形成し、熱延、冷延時の耳割れを助長したり、介在物として製品に残存し、成型性を劣化させる。従って、Nb、V、Tiの含有量の合計を0.80%以下とする。

【0026】

上記元素を除く残部は、Feおよび不純物である。不純物は、鋼原料から及び／又は製鋼過程で不可避免的に混入する元素であり、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板の特性を阻害しない範囲で許容される元素である。

【0027】

平均結晶粒径が100μm以上

目視でも確認できるレベルの結晶粒模様を現出させるためには、平均結晶粒径が大きいことが望ましい。また、結晶粒の粗大化は比透磁率を高める効果もある。比透磁率を安定して90以上にするには、平均結晶粒径を100μm以上にする必要がある。従って、平均結晶粒径を100μm以上と規定する。望ましくは150μm以上である。なお、本実施形態のステンレス鋼板はフェライト系ステンレス鋼板であるため、平均結晶粒径は、フェライトの平均結晶粒径を意味する。上限は特に規定しないが、結晶粒のサイズが鋼板や鋼板を用いて製造した製品と同等レベルのサイズになると、結晶粒模様が意味をなさないため、10mm以下とすることが望ましい。

【0028】

次に、フェライト系ステンレス鋼板の平均結晶粒径の測定方法について説明する。

フェライト系ステンレス鋼板の幅をwとしたとき、幅方向で片端から $(1/10)w$ 、 $(1/4)w$ 、 $(1/2)w$ 、 $(3/4)w$ 及び $(9/10)w$ の5箇所において、圧延方向に垂直(C断面)な断面が観察面となるように試料を採取する。全観察面の面積は 5mm^2 とし、1箇所の観察面の面積は 1mm^2 とする。各観察面の板厚方向の寸法は板厚t(mm)とする。よって、各観察面の板幅方向の長さは $1/t$ (mm)となる。観察面を鏡面研磨した後、10%シュウ酸で電解エッチングし、光学顕微鏡または走査型電子顕微鏡にてフェライトの結晶粒を観察し、結晶粒の個数を数える。観察面の板幅方向及び板厚方向の輪郭線が結晶粒上を横切ることによって、一部が観察面からはみ出す結晶粒については、その結晶粒は0.5個とカウントする。5箇所の観察面において計測したフェライトの総数を、全観察面の面積で除して、結晶粒1個あたりの面積を求める。そして、結晶粒1個あたりの面積から、結晶粒の円相当直径を求め、これを平均結晶粒径とする。

【0029】

次に、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板の製造方法を説明する。

本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板の製造方法は、上記に記載の成分組成を有するステンレス鋼板素材に900℃以上1100℃以下で1.0分以上の中間熱処理を施す第1の工程と、板厚減少率5%以上10%以下の仕上冷間圧延を施す第2の工程と、980℃以上1150℃以下で1.0分以上の仕上熱処理を施す第3の工程と、を順次行う。第1の工程においてステンレス鋼板素材を加熱することで、ステンレス鋼の組織を完全に

回復、再結晶させ、第2の工程において圧下することでひずみを与え、第3の工程において加熱することで結晶粒を粒成長させる。第2の工程においてひずみを付与することで、第3の工程において粒成長に必要な熱処理の保持時間を大幅に短縮できるようになる。

【0030】

ステンレス鋼板素材は、上記の成分組成を有する熱延鋼板、冷延鋼板、鋳造板のいずれを用いてもよい。熱延鋼板は、鋳片を熱間圧延し冷却した熱延ままの鋼板でもよく、鋳片を熱間圧延し冷却したのち熱延板焼鈍を行った鋼板でもよい。熱延板焼鈍を行う前に酸洗してもよい。冷延鋼板は、熱延板に1回以上の冷間圧延を行ったものでもよく、複数回の冷間圧延と中間焼鈍とを繰り返し行ったものでもよい。冷間圧延前に熱延鋼板を酸洗してもよい。また、鋳造板としては、溶鋼から板状に鋳造したものが挙げられる。

10

【0031】

第1の工程では、ステンレス鋼板素材に900℃以上1100℃以下で1.0分以上の中間熱処理を施す。第1の工程により、ステンレス鋼板素材の組織を完全に回復、再結晶させる。熱処理温度が900℃未満の場合や、保持時間が1.0分未満の場合は、鋼組織の回復および再結晶が不十分になり、結晶粒の粒成長が十分に進まなくなる。また、熱処理温度が1100℃を超えると、鋼板が軟化しすぎて操業が困難になる。従って、熱処理条件は熱処理温度900℃以上1100℃以下とし、保持時間を1.0分以上とする。保持時間の上限は特に制限はないが、保持時間が長いと生産性が低下し、また、スケールが厚く生成するおそれがあることから、好ましくは20分以下がよく、より好ましくは10分以下がよく、更に好ましくは3.0分以下がよい。なお、ステンレス鋼板の製造時には材質制御のため様々な熱処理が行われるところ、本実施形態の第1の工程の中間熱処理は、仕上熱処理よりも前に行う熱処理であることから、中間熱処理と称する。

20

【0032】

本実施形態では、第1の工程と第2の工程の間において酸洗を行い、第1の工程において生成したスケールを除いておくことよい。第1の工程後のステンレス鋼板素材の表面状態が良好の場合は、この酸洗は省略してもよい。

【0033】

第2の工程では、ステンレス鋼板素材に対して、板厚減少率5%以上10%以下の仕上冷間圧延を施す。第2の工程においてステンレス鋼板素材にひずみを与えることで、次の第3の工程における結晶粒の粒成長を促進させ、第3の工程の熱処理時間を短くする。板厚減少率が5%未満では、ステンレス鋼板素材に十分なひずみを与えられず、結晶粒の粒成長を促進することができない。また、板厚減少率が10%を超えると、ステンレス鋼板素材に過剰なひずみが与えられて新たな結晶粒の核が生成し、第3の工程において新たに結晶粒が生成し、結晶粒の個数密度が増大して平均結晶粒径が減少するので好ましくない。よって、板厚減少率を5~10%とする。なお、板厚減少率は、第2の工程の前後での板厚減少率である。第2の工程において冷間圧延パスを複数回行う場合の板厚減少率は、1回目の冷間圧延前の板厚 t_1 と最後の冷間圧延後の板厚 t_2 としたとき、 $100 \times (t_1 - t_2) / t_1$ となる。また、第2の工程におけるステンレス鋼板素材の温度は、室温から300℃以下の範囲までが許容される。鋼板温度が300℃を超えると、粒成長に必要な十分なひずみを与えることが困難になるので好ましくない。

30

40

【0034】

なお、ステンレス鋼板の製造時には板厚調整のため冷間圧延が行われるが、本実施形態の第2の工程の仕上冷間圧延は、本発明における最終の冷間圧延であることから、仕上冷間圧延と称している。ただし、仕上冷間圧延の実施後に、冷間圧延を全く行わないことを意味するのではなく、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板の品質や特性に影響しない範囲で、第3の工程後に、スキンプス等の軽圧下の圧延を行うことは許容される。

【0035】

第3の工程では、仕上冷間圧延後のステンレス鋼板素材に対して、980℃以上1150℃以下で1.0分以上の仕上熱処理を施す。第3の工程において結晶粒が粒成長し、平均結晶粒が100μm以上の結晶粒が得られる。熱処理温度が980℃未満の場合や、保

50

持時間が1.0分未満の場合は、結晶粒の粒成長が十分に進まなくなる。また、熱処理温度が1150℃を超えると、鋼板が軟化しすぎて操業が困難になる。従って、熱処理条件は熱処理温度980℃以上1150℃以下とし、保持時間を1.0分以上とする。保持時間の上限は特に制限はないが、保持時間が長いと生産性が低下し、また、スケールが厚く生成するおそれがあることから、好ましくは20分以下がよく、より好ましくは10分以下がよく、更に好ましくは3.0分以下がよい。

【0036】

第3の工程後の冷却は、特に制限はなく、第3の工程にて使用した加熱炉内で炉冷してもよく、加熱炉外にて自然放冷または風冷してもよく、水冷してもよい。冷却速度は第3の工程の保持温度から200℃までの平均冷却速度で、0.03℃/秒～100℃/秒の範囲がよいが、この範囲から外れても材質へ影響はない。

10

【0037】

なお、第3の工程における仕上熱処理は、本発明における最終の熱処理であることから、仕上熱処理と称している。ただし、仕上熱処理の実施後に、熱処理を全く行わないことを意味するのではなく、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板の品質や特性に影響しない範囲で、第3の工程後に、熱処理を行うことは許容される。

【0038】

以上の工程を順次行うことで、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板が得られる。

本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板は、目視でも確認できる大きさの結晶粒を備え、意匠性に優れたものとなる。また、周波数25kHzにおける比透磁率が90以上を示すので、IH調理器等にも適用できる。

20

【0039】

本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板は、アルミニウム板とともにクラッド材としてもよい。アルミニウム板は、純アルミニウム板でもよく、アルミニウム合金板でもよい。クラッドにするための方法は問わず、一般的に実施される方法、例えば、重ね合わせ圧延、爆着、拡散接合などを用いればよい。

【0040】

更に、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板またはクラッド材に成形加工を施し、IH調理に対応した機器に用いられる鍋、フライパン、炊飯器の内釜などに加工してもよい。また、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板の用途はIH調理用に限定されるものではなく、意匠性が求められる用途にも適用でき、例えば、パーソナルコンピュータ等の電子機器の筐体や、家庭電化製品等の筐体や、食器、美術品などに用いてもよい。更に、本実施形態のフェライト系ステンレス鋼板は、建材として使用してもよく、例えば、建物の外装材または内装材に用いることができる。

30

【0041】

比透磁率の測定法について述べる。フェライト系ステンレス鋼板の幅を w としたとき、幅方向で片端から $(1/10)w$ 、 $(1/4)w$ 、 $(1/2)w$ 、 $(3/4)w$ 及び $(9/10)w$ の5箇所において、ステンレス鋼板を放電加工によって幅5mm、長さ50mmの短冊状に切り出し、これを測定試料とする。測定試料の長手方向は板厚方向である。測定試料に対し、インピーダンス法により比透磁率を測定する。測定用ソレノイド長は42mm、巻線数50ターン、コイル径は10.25mm、測定磁場は11.05A/m、測定方向は長辺方向、測定周波数は25kHzとする。クラッド材の比透磁率は、クラッド材からアルミニウム板を剥離した後、ステンレス鋼板のみで測定する。5箇所の平均値を比透磁率とする。

40

【実施例】

【0042】

次に、実施例によって本発明をさらに具体的に説明する。

素材として、表1に示す化学組成を有するステンレス鋼鋳塊を用いた。表1中の鋼A～Dが本発明の規定を満たすステンレス鋼鋳塊であり、鋼E～Lは発明外の比較用ステンレス鋼鋳塊である。なお、鋼Iは、マルテンサイト系ステンレス鋼であり、鋼Jは、オース

50

テナイト系ステンレス鋼である。鋼 A～L の鋳塊を熱間圧延で板厚 4 mm の熱延板とした。一部の熱延板を除き、さらに、1050℃、3 分の中間熱処理、板厚減少率 63% の冷間圧延、1000℃、3 分の中間熱処理、板厚減少率 67% の冷間圧延を施し、板厚 0.5 mm の冷延板とした。この熱延板、冷延板に表 2 に示す条件で中間熱処理（第 1 工程）、仕上冷間圧延（第 2 工程）、仕上熱処理（第 3 工程）を施した。熱処理は大気炉で実施し、熱処理で生成したスケールはふっ硝酸への浸漬で除去した。第 3 工程後の冷却は、保持温度から 200℃までの平均冷却速度で、0.03℃/秒～100℃/秒の範囲で冷却した。一部のステンレス鋼板は、さらに純アルミニウム板と接合圧延してクラッド材にした。このようにして、表 2 に示す試験例 1～25 のステンレス鋼板を得た。

【0043】

得られたステンレス鋼板について、平均結晶粒径、意匠性（美観性、疵目立ち性）及び比透磁率の評価を行った、評価方法を以下に説明する。

【0044】

平均結晶粒径

ステンレス鋼板の幅を w としたとき、幅方向で片端から $(1/10)w$ 、 $(1/4)w$ 、 $(1/2)w$ 、 $(3/4)w$ 及び $(9/10)w$ の 5 箇所において、圧延方向に垂直（C 断面）な断面が観察面となるように試料を採取した。全観察面の面積は 5 mm^2 とし、1 箇所の観察面の面積は 1 mm^2 とした。各観察面の板厚方向の寸法は板厚 t （mm）とした。各観察面の板幅方向の長さは $1/t$ （mm）とした。観察面を鏡面研磨した後、10% シュウ酸で電解エッチングし、光学顕微鏡または走査型電子顕微鏡にてフェライトの結晶粒を観察し、結晶粒の個数を数えた。観察面の板幅方向及び板厚方向の輪郭線が結晶粒上を横切ること、一部が観察面からはみ出す結晶粒については、その結晶粒は 0.5 個とカウントした。5 箇所の観察面において計測したフェライトの総数を、全観察面の面積で除して、結晶粒 1 個あたりの面積を求めた。そして、結晶粒 1 個あたりの面積から、結晶粒の円相当直径を求め、これを平均結晶粒径とした。

【0045】

意匠性（美観性、疵目立ち性）

意匠性は、外観の美観と、疵の目立ちやすさの 2 つの観点で評価した。美観性は、ふっ酸 3%、硝酸 7% の混酸中に 10 分間浸漬させて結晶粒を現出させたステンレス鋼板の外観を 20 人の評価者が目視で観察し、従来と異なる美観を感じた人の割合が 5 割未満を×、5 割以上 8 割未満を△、8 割以上 9 割未満の場合に○、9 割以上の場合に◎とした。○以上を合格とした。疵の目立ちやすさは、鋼板表面に直径 0.5 mm の針金の先端で長さ 10 mm の引っ掻き疵をつけたサンプル（50 mm 角）を用いて、20 人の評価者によってその疵を特定できるかで評価した。10 秒以内に疵を特定できた人の割合が 5 割未満を×、5 割以上 8 割未満を△、8 割以上 9 割未満の場合に○、9 割以上の場合に◎とした。○以上を合格とした。

【0046】

比透磁率

ステンレス鋼板の幅を w としたとき、幅方向で片端から $(1/10)w$ 、 $(1/4)w$ 、 $(1/2)w$ 、 $(3/4)w$ 及び $(9/10)w$ の 5 箇所において、ステンレス鋼板を放電加工によって幅 5 mm、長さ 50 mm の短冊状に切り出し、これを測定試料とした。測定試料の長手方向を板厚方向とした。測定試料に対し、インピーダンス法により比透磁率を測定した。測定用ソレノイド長は 42 mm、巻線数 50 ターン、コイル径は 10.25 mm、測定磁場は 11.05 A/m、測定方向は長辺方向、測定周波数は 25 kHz とした。クラッド材の比透磁率は、クラッド材からアルミニウム板を剥離した後、ステンレス鋼板のみで測定した。5 箇所の平均値を比透磁率とした。比透磁率は 90 以上を合格とした。

【0047】

表 2 の試験例 1～9 に示すステンレス鋼板は、本発明で規定する鋼板の成分組成及び製造条件を満たす発明例である。また、試験例 10 は、試験例 1 のステンレス鋼板を純アル

10

20

30

40

50

ミニウム板とともにクラッド圧延してクラッド材としたものである。一方、試験例 11～25 に示すステンレス鋼板は、本発明で規定する鋼板の成分組成または製造条件のいずれかを満たさない比較例である。

【0048】

表 2 に示すように、試験例 1～10（発明例）は、平均結晶粒径が $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上になり、比透磁率が 90 以上になることがわかる。また、平均結晶粒径が $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上になると、8 割以上の人が従来にない美観を認識し、疵が目立ちにくいと判断することがわかる。さらに、平均結晶粒径が $150\text{ }\mu\text{m}$ 以上になると、9 割以上の人が美観を認識し、疵が目立ちにくいと判断することがわかる。また、発明例 3 は、熱延板を素材としたものだが、本発明に規定する工程を経ることで、所定の結晶粒径、美観、疵目立ち性、比透磁率を満足する。

10

【0049】

以下、比較例について説明する。

試験例 11 は、素材の成分組成は本発明の規定を満たすものの、第 1 工程での熱処理温度が低く、保持時間も短く、熱処理が不十分であり、最終製品の平均結晶粒径が小さい。

試験例 12、13 は、素材の成分組成は本発明の規定を満たすものの、平均結晶粒径が小さい。これは、仕上熱処理前の仕上冷間圧延を実施していない、あるいは板厚減少率が本発明の規定より小さいことが原因である。

【0050】

試験例 14、15 は、素材の成分組成は本発明の規定を満たすものの、平均結晶粒径が小さい。これは、仕上熱処理前の仕上冷間圧延における板厚減少率が本発明の規定より大きいことが原因である。

20

【0051】

発明例 1、6 と比較例 12～15 の結果より、仕上熱処理前に本発明で規定する板厚減少率で仕上冷間圧延を施すことで、粗大な結晶粒が得られることが分かる。

【0052】

試験例 16 は、素材の成分組成は本発明の規定を満たすものの、平均結晶粒径が小さい。これは、仕上熱処理時の保持温度が本発明の規定より低いことが原因である。

試験例 17 は、素材の成分組成は本発明の規定を満たすものの、平均結晶粒径が小さい。これは、仕上熱処理時の保持時間が本発明の規定より短いことが原因である。

30

【0053】

試験例 18 は、素材の成分組成のうち Ti、Nb、V の合計量が少なく、本発明の範囲を満たさず、平均結晶粒径が小さい。これは、仕上熱処理時にオーステナイト相が生成し、結晶粒成長速度が遅くなることが原因である。

試験例 19 は、素材の成分組成のうち C 量が過剰であり、本発明の範囲を満たさず、平均結晶粒径が小さい。これは、オーステナイト安定化に寄与する C 量が多く、仕上熱処理時にオーステナイト相が生成し、結晶粒成長速度が遅くなることが原因である。

【0054】

試験例 20 は、素材の成分組成のうち N 量が過剰であり、本発明の範囲を満たさず、平均結晶粒径が小さい。これは、オーステナイト安定化に寄与する N 量が多く、仕上熱処理時にオーステナイト相が生成し、結晶粒成長速度が遅いことが原因である。

40

試験例 21 は、素材の成分組成のうち Ti、Nb、V の合計量が過剰になり、本発明の範囲を満たさず、熱延時に多数の耳割れが発生し、圧延ができなかった。

【0055】

試験例 22 は、素材がマルテンサイト系ステンレス鋼であり、化学成分が本発明の範囲を満たさず、平均結晶粒径が小さくなった。

試験例 23 は、素材がオーステナイト系ステンレス鋼であり、化学成分が本発明の範囲を満たさず、平均結晶粒径が小さい。また、オーステナイト系ステンレス鋼のため比透磁率が非常に小さい。

【0056】

50

試験例 24 は、素材の化学成分のうち N i 量が過剰であり、本発明の範囲を満たさず、平均結晶粒径が小さい。これは、オーステナイト安定化に寄与する N i 量が多く、仕上熱処理時にオーステナイト相が生成し、結晶粒成長速度が遅くなることが原因である。

試験例 25 は、素材の化学成分のうち C u 量が過剰であり、本発明の範囲を満たさず、平均結晶粒径が小さい。これは、オーステナイト安定化に寄与する C u 量が多く、仕上熱処理時にオーステナイト相が生成し、結晶粒成長速度が遅くなることが原因である。

【 0 0 5 7 】

【表 1】

	鋼種	成分組成(質量%) 残部:鉄及び不純物										
		C	N	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Ti	Nb	V	Nb+V+Ti
発 明 例	A	0.016	0.017	0.48	0.45	16.43	0.11	0.36	0.001	0.53	0.05	0.58
	B	0.016	0.017	0.48	0.29	16.20	0.11	0.51	0.001	0.27	0.05	0.32
	C	0.016	0.017	0.48	0.45	17.71	0.11	0.36	0.48	0.001	0.05	0.53
	D	0.012	0.015	0.60	0.60	15.30	0.70	0.30	0.001	0.22	0.18	0.40
比 較 例	E	0.016	0.017	0.48	0.45	16.43	0.11	0.36	0.001	0.01	0.05	<u>0.06</u>
	F	<u>0.041</u>	0.021	0.45	0.47	16.11	0.20	0.33	0.001	0.15	0.05	0.20
	G	0.023	<u>0.035</u>	0.45	0.47	16.50	0.20	0.33	0.001	0.45	0.05	0.50
	H	0.028	0.025	0.45	0.47	16.50	0.20	0.33	0.001	0.91	0.05	<u>0.96</u>
	I	<u>0.13</u>	0.0103	0.30	0.42	<u>12.40</u>	0.28	0.02	0.024	0.003	0.058	<u>0.085</u>
	J	<u>0.102</u>	0.0235	0.58	<u>0.83</u>	17.04	<u>6.76</u>	0.26	0.003	0.016	0.093	0.112
	K	0.012	0.015	0.62	0.62	16.25	<u>2.40</u>	0.51	0.001	0.48	0.05	0.53
	L	0.015	0.020	0.48	0.44	17.00	0.50	<u>1.00</u>	0.001	0.40	0.05	0.45

下線は、本発明の範囲外であることを示す。

【 0 0 5 8 】

【表 2】

	試験例	鋼種	素材	第1工程		第2工程		第3工程		平均結晶粒径 μm	美観	疵目立ち性	比透磁率
				保持温度 (°C)	保持時間 (min)	圧延温度 (°C)	板厚減少率 (%)	保持温度 (°C)	保持時間 (min)				
発明例	1	A	冷延板	1000	1.7	25	5	1050	3.0	101	○	○	99
	2	A	冷延板	1000	1.5	25	8	1000	3.0	120	○	○	98
	3	A	熱延板	1000	3.0	25	8	1050	3.0	125	○	○	92
	4	A	冷延板	1000	1.5	25	8	1100	3.0	160	◎	◎	97
	5	A	冷延板	950	1.5	25	8	1050	10	159	◎	◎	95
	6	A	冷延板	1000	1.5	150	10	1050	10	150	◎	◎	95
	7	B	冷延板	1000	1.5	25	10	1050	3.0	133	○	○	95
	8	C	冷延板	1000	1.5	25	8	1050	3.0	122	○	○	94
	9	D	冷延板	1000	1.2	25	7	1110	5.0	140	○	○	92
	10	A	冷延板	1000	1.7	25	5	1050	3.0	101	○	○	99
比較例	11	A	冷延板	<u>850</u>	<u>0.5</u>	25	9	1050	3.0	<u>72</u>	△	△	78
	12	A	冷延板	1000	1.5	—	—	1050	10	<u>35</u>	×	×	55
	13	A	冷延板	1000	1.5	25	<u>4</u>	1050	3.0	<u>23</u>	×	×	56
	14	A	冷延板	1000	1.5	25	<u>11</u>	1050	3.0	<u>70</u>	△	△	77
	15	A	冷延板	1000	1.5	25	<u>15</u>	1050	3.0	<u>58</u>	×	×	65
	16	A	冷延板	1000	1.5	25	8	<u>970</u>	3.0	<u>45</u>	×	×	63
	17	A	冷延板	1000	1.5	25	8	1050	<u>0.5</u>	<u>92</u>	△	△	89
	18	E	冷延板	1000	1.5	25	8	1050	3.0	<u>72</u>	△	△	80
	19	F	冷延板	1000	1.5	25	8	1050	5.0	<u>52</u>	×	×	76
	20	G	冷延板	1000	1.5	25	8	1050	3.0	<u>55</u>	×	×	69
	21	H	冷延板	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	22	I	冷延板	1000	1.5	25	8	1050	3.0	<u>35</u>	×	×	23
	23	J	冷延板	1000	1.5	25	<u>4</u>	1050	3.0	<u>23</u>	×	×	1
	24	K	冷延板	1000	1.5	25	8	1050	3.0	<u>60</u>	×	×	81
	25	L	冷延板	1000	1.5	25	8	1050	3.0	<u>89</u>	△	△	88

下線は、本発明の範囲外であることを示す。

10

20

30

フロントページの続き

(72)発明者 米満 善久

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内

Fターム(参考) 4B055 AA09 BA22 BA57 DB14 FA01 FB02 FB03 FB04 FB05 FB06
FB18 FC06
4K037 EA04 EA05 EA12 EA13 EA15 EA18 EA19 EA20 EA27 EA31
EA32 EB06 EB07 EB09 EB15 FG00 FM01 FM04 JA07