

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7603147号
(P7603147)

(45)発行日 令和6年12月19日(2024.12.19)

(24)登録日 令和6年12月11日(2024.12.11)

(51)国際特許分類 F I
 C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z
 C 2 2 C 38/58 (2006.01) C 2 2 C 38/58
 C 2 1 D 9/46 (2006.01) C 2 1 D 9/46 Q

請求項の数 8 (全14頁)

(21)出願番号	特願2023-512141(P2023-512141)	(73)特許権者	522492576 ポスコ カンパニー リミテッド 大韓民国 キョンサンブク - ド ポハン - シ ナム - グ ドンヘアン - ロ 6 2 6 1
(86)(22)出願日	令和3年8月26日(2021.8.26)	(74)代理人	110000051 弁理士法人共生国際特許事務所
(65)公表番号	特表2023-538602(P2023-538602 A)	(72)発明者	キム, サンソク 大韓民国 3 7 6 7 1 ギョンサンブク - ド ポハン - シ ナム - グ ジゴク - ロ 3 0 3 3 2 3 - 4 0 2
(43)公表日	令和5年9月8日(2023.9.8)	(72)発明者	パク, ミ - ナム 大韓民国 3 7 6 6 9 ギョンサンブク - ド ポハン - シ ナム - グ ジゴク - ロ 2 9 4 2 1 3 - 1 0 0 4
(86)国際出願番号	PCT/KR2021/011462	審査官	河野 一夫
(87)国際公開番号	WO2022/050635		
(87)国際公開日	令和4年3月10日(2022.3.10)		
審査請求日	令和5年2月17日(2023.2.17)		
(31)優先権主張番号	10-2020-0112382		
(32)優先日	令和2年9月3日(2020.9.3)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 オーステナ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】

重量%で、C : 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 3 %、Si : 0 . 1 ~ 1 %、Mn : 0 . 1 ~ 2 %、Ni : 6 ~ 9 %、Cr : 1 6 ~ 1 9 %、N : 0 . 2 %以下を含み、残りがFe及び不可避免な不純物からなり、

鋼材全体の厚さをtとするとき、厚さ1 / 4 t ~ 3 / 4 tで平均結晶粒サイズd値が5 μ m以下であり、式(1)で表現されるASP値が10 ~ 25であり、式(2)の値が435以上であり、式(3)の値が6000以上であることを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼板。

$$(1) 551 - 462 * ([C] + [N]) - 9.2 * [Si] - 8.1 * [Mn] - 13.7 * [Cr] - 29 * ([Ni] + [Cu]) - 18.5 * [Mo] - 68 * ([Nb] + [V]) \tag{1}$$

$$(2) (1600 * [N]) + (700 / \underline{d}) + (4 * ASP) - (20 * [Ni]) + 100 \tag{2}$$

$$(3) YS * EL - 500 * ([Ni] + [Cr]) \tag{3}$$

(式(1)、(2)、(3)で、[C]、[N]、[Si]、[Mn]、[Cr]、[Ni]、[Cu]、[Mo]、[Nb]、[V]は、各元素の重量%を意味し、YSは、降伏強度(MPa)を示し、ELは、延伸率(%)を意味する。)

【請求項2】

式(4)値が200以上であることを特徴とする請求項1に記載のオーステナイト系ス

ステンレス鋼板。

(4) $Hv - ([Ni] + [Cr])$

(式(4)で、 Hv は、ビッカース硬度(Hv)、 $[Ni]$ 、 $[Cr]$ は、各元素の重量%を意味する。)

【請求項3】

重量%で、 Cu : 0.4%以下、 Mo : 0.2%以下、 Nb : 0.25%以下、 V : 0.25%以下のうち1種以上をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のオーステナイト系ステンレス鋼板。

【請求項4】

t は、0.4~2.0mmであることを特徴とする請求項1に記載のオーステナイト系ステンレス鋼板。

10

【請求項5】

30、3.5% $NaCl$ 溶液に浸漬して測定した孔食電位値が250mV以上であることを特徴とする請求項1に記載のオーステナイト系ステンレス鋼板。

【請求項6】

請求項1に記載のオーステナイト系ステンレス鋼板の製造方法であって、

重量%で、 C : 0.005~0.03%、 Si : 0.1~1%、 Mn : 0.1~2%、 Ni : 6~9%、 Cr : 16~19%、 N : 0.2%以下を含み、残りが Fe 及び不可避免な不純物からなるスラブを熱間圧延した後、常温で圧下率40%以上の冷間圧延をする段階、及び

20

700~850 で焼鈍する段階を含むことを特徴とするオーステナイト系ステンレス鋼板の製造方法。

【請求項7】

熱間圧延した後、焼鈍せず冷間圧延することを特徴とする請求項6に記載のオーステナイト系ステンレス鋼板の製造方法。

【請求項8】

圧下率60%以上で調質圧延する段階をさらに含むことを特徴とする請求項6に記載のオーステナ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】

30

【0001】

本発明は、オーステナイト系ステンレス鋼及びその製造方法に係り、より詳しくは自動車外板用、建築用部品用など多様な素材として活用が可能なオーステナイト系ステンレス鋼及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

オーステナイト系ステンレス鋼は、優れた成形性、加工硬化能、溶接性により運送用部品及び建築用部品など多様な用途で適用される。しかし、代表的な汎用オーステナイト系ステンレス鋼である304系ステンレス鋼や301系ステンレス鋼は、降伏強度が200~350MPaレベルと強度が低いため構造物に適用するには限界がある。

40

【0003】

オーステナイト系ステンレス鋼の降伏強度を高めるための方案として調質圧延を追加的に行う場合があるが、このような方案は、追加的な工程により費用が上昇し、素材の延伸率が極度に劣化するという問題がある。

【0004】

特許文献1は、フォトエッチング加工のためのレーザーメタルマスク用として冷延焼鈍材を調質圧延した後、2回のSR(Stress Relief)熱処理によりハーフエッチング(half etching)後にも反りが小さい300系ステンレス鋼の製造方法を開示している。しかし、特許文献1は、エッチング性とエッチング後の反りを制御するための製造技術に関するものであり、オーステナイト相の安定化度ASP(Aust

50

enitic Stability Parameter) 値が 30 ~ 50 であって、成形時に変形有機マルテンサイトの変態が急激に起きて延伸率が低下する恐れがある。

【0005】

特許文献 2 は、原子力用部材に関するもので、平均結晶粒サイズが 10 μm 以下であるオーステナイト系ステンレス鋼を製造するために 600 ~ 700 で 48 時間以上長時間熱処理を行った。特許文献 2 による場合、長時間の熱処理が必要であるので、実際の生産ラインで具現するには生産性が落ち、製造費用が上昇するという問題点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】国際公開第 2016/043125 号

【文献】特開 2020-50940 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明が目的とするところは、高い降伏強度と優れた延伸率を同時に満足する超細粒 300 系ステンレス鋼を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のオーステナイト系ステンレス鋼は、重量%で、C : 0.005 ~ 0.03%、Si : 0.1 ~ 1%、Mn : 0.1 ~ 2%、Ni : 6 ~ 9%、Cr : 16 ~ 19%、N : 0.2% 以下を含み、残りが Fe 及び不可避な不純物からなり、鋼材全体の厚さを t とするとき、厚さ 1/4 t ~ 3/4 t で平均結晶粒サイズ d 値が 5 μm 以下であり、下記式 (1) で表現される ASP 値が 10 ~ 25 であり、下記式 (2) の値が 435 以上であり、下記式 (3) の値が 6000 以上であることを特徴とする。

(1) $551 - 462 * ([C] + [N]) - 9.2 * [Si] - 8.1 * [Mn] - 13.7 * [Cr] - 29 * ([Ni] + [Cu]) - 18.5 * [Mo] - 68 * ([Nb] + [V])$

(2) $(1600 * [N]) + (700 / \underline{d}) + (4 * ASP) - (20 * [Ni]) + 100$

(3) $YS * EL - 500 * ([Ni] + [Cr])$

前記式 (1)、(2)、(3) で、[C]、[N]、[Si]、[Mn]、[Cr]、[Ni]、[Cu]、[Mo]、[Nb]、[V] は、各元素の重量%を意味し、YS は、降伏強度 (MPa) を示し、EL は、延伸率 (%) を意味する。

【0009】

また、本発明による各オーステナイト系ステンレス鋼は、下記式 (4) の値が 200 以上であってもよい。

(4) $Hv - ([Ni] + [Cr])$

前記式 (4) で、Hv は、ビッカース硬度 (Hv)、[Ni]、[Cr] は、各元素の重量%を意味する。

【0010】

また、本発明による各オーステナイト系ステンレス鋼は、重量%で、Cu : 0.4% 以下、Mo : 0.2% 以下、Nb : 0.25% 以下、V : 0.25% 以下のうち 1 種以上をさらに含むことができる。

【0011】

また、本発明による各オーステナイト系ステンレス鋼は、前記 t は、0.4 ~ 2.0 mm であってもよい。

【0012】

また、本発明による各オーステナイト系ステンレス鋼は、30、3.5% NaCl 溶液に浸漬して測定した孔食電位値が 250 mV 以上であってもよい。

10

20

30

40

50

【0013】

本発明のオーステナイト系ステンレス鋼の製造方法は、重量%で、C：0.005～0.03%、Si：0.1～1%、Mn：0.1～2%、Ni：6～9%、Cr：16～19%、N：0.2%以下を含み、残りがFe及び不可避な不純物からなるスラブを熱間圧延した後、常温で圧下率40%以上で冷間圧延する段階及び700～850で焼鈍する段階を含むことができる。

【0014】

また、本発明による各オーステナイト系ステンレス鋼の製造方法は、熱間圧延した後、焼鈍せず冷間圧延することを特徴とすることができる。

【0015】

また、本発明による各オーステナイト系ステンレス鋼の製造方法は、圧下率60%以上で調質圧延する段階をさらに含むことができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、高強度と高延性を同時に満足する超細粒300系ステンレス鋼を提供することができる。

また、本発明は、高強度・高延性を同時に満足するオーステナイト系ステンレス鋼を提供すると共に、高価の合金元素であるNi、Crの含量を低減して経済的である。

さらに、本発明は、高強度・高延性を同時に満足すると共に、優れた耐食性を確保可能なオーステナイト系ステンレス鋼を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】式(2)の値、式(3)の値によって発明例、比較例の範囲を示した図である。

【図2(a)】発明例、比較例の平均結晶粒サイズdを比較するための図である。

【図2(b)】発明例、比較例の平均結晶粒サイズdを比較するための図である。

【図2(c)】発明例、比較例の平均結晶粒サイズdを比較するための図である。

【図3】(a)～(c)は、発明例のStrain(%) - Stress(MPa)曲線を示したグラフである。

【図4】(a)～(c)は、比較例のStrain(%) - Stress(MPa)曲線を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明のオーステナイト系ステンレス鋼は、重量%で、C：0.005～0.03%、Si：0.1～1%、Mn：0.1～2%、Ni：6～9%、Cr：16～19%、N：0.2%以下を含み、残りがFe及び不可避な不純物からなり、鋼材全体の厚さをtとすると、厚さ1/4t～3/4tでの平均結晶粒サイズd値が5μm以下であり、下記式(1)で表現されるASP値が10～25であり、下記式(2)の値が435以上であり、下記式(3)の値が6000以上であることを特徴とする。

$$(1) \quad 551 - 462 * ([C] + [N]) - 9.2 * [Si] - 8.1 * [Mn] - 13.7 * [Cr] - 29 * ([Ni] + [Cu]) - 18.5 * [Mo] - 68 * ([Nb] + [V])$$

$$(2) \quad (1600 * [N]) + (700 / \underline{d}) + (4 * ASP) - (20 * [Ni]) + 100$$

$$(3) \quad YS * EL - 500 * ([Ni] + [Cr])$$

前記式(1)、(2)、(3)で、[C]、[N]、[Si]、[Mn]、[Cr]、[Ni]、[Cu]、[Mo]、[Nb]、[V]は、各元素の重量%を意味し、YSは、降伏強度(MPa)を示し、ELは、延伸率(%)を意味する。

【0019】

以下では、本発明の好ましい実施形態を説明する。しかし、本発明の実施形態は、様々な他の形態に変形され得、本発明の技術思想が以下で説明する実施形態によって限定され

10

20

30

40

50

るものではない。また、本発明の実施形態は、当該技術分野において平均的な知識を有した者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。

本出願で用いる用語は、ただ特定の例示を説明するために用いられるものである。例えば、単数の表現は、文脈上明白に単数である必要がない限り、複数の表現を含む。付け加えて、本出願で用いられる「含む」又は「具備する」などの用語は、明細書上に記載した特徴、段階、機能、構成要素又はこれらを組み合わせたものが存在することを明確に指称するために用いられ、他の特徴や段階、機能、構成要素又はこれらを組み合わせたものの存在を予備的に排除しようとする使用のものではないことに留意すべきである。

【0020】

一方、別に定義しない限り、本明細書で使用する全ての用語は、本発明が属する技術分野において通常の知識を有した者が一般的に理解できるものと同じの意味を有すると見なければならぬ。したがって、本明細書で明確に定義しない限り、特定用語が過度に理想的や形式的な意味として解釈されてはいけぬ。例えば、本明細書で単数の表現は、文脈上明白に例外がない限り、複数の表現を含む。

10

また、本明細書の「約」、「実質的に」などは、言及した意味に固有の製造及び物質の許容誤差が提示される時その数値で又はその数値に近接した意味で用いられ、本発明の理解を助けるために正確であるか絶対的な数値が言及された開示内容を非良心的な侵害者が不当に利用することを防止するために用いられる。

【0021】

オーステナイト系ステンレス鋼は、優れた成形性、加工硬化能、溶接性により多様な用途として用いられるが、降伏強度が低いという短所が存在し、降伏強度を高めるために調質圧延を行う場合、延伸率が劣位するという問題がある。本発明の発明者らは、高い降伏強度と優れた延伸率を同時に満足する鋼材として超細粒のオーステナイト系ステンレス鋼に注目した。しかし、超細粒と言っても高い降伏強度と優れた延伸率を同時に満足するものではない。鋼種ごとにNi、Cr含量が相異し、オーステナイト相の安定化度によって冷間加工時のマルテンサイトの変態量が相異し、TRIP (Transformation Induced Plasticity) 変態挙動によって引張カーブ特性が相異なるので、降伏強度と延伸率も超細粒オーステナイト系ステンレス鋼と言っても鋼ごとに大きく相異なる。本発明の発明者らは、このような影響を考慮して、高強度 - 高延性を同時に具現可能な超細粒オーステナイト系ステンレス鋼の考案に至った。

20

30

【0022】

本発明のオーステナイト系ステンレス鋼は、重量%で、C: 0.005 ~ 0.03%、Si: 0.1 ~ 1%、Mn: 0.1 ~ 2%、Ni: 6 ~ 9%、Cr: 16 ~ 19%、N: 0.2%以下を含み、残りがFe及び不可避な不純物からなる。また、選択的に、Cu: 0.4%以下、Mo: 0.2%以下、Nb: 0.25%以下、V: 0.25%以下のうち1種以上をさらに含むことができる。

【0023】

以下では、前記合金組成を限定した理由に対して具体的に説明する。

C (炭素) の含量は、0.005 ~ 0.03重量%である。

Cは、オーステナイト相の安定化元素である。これを考慮して、本発明でCは、0.005重量%以上添加される。しかし、C含量が過剰な場合、低温焼鈍時にクロム炭化物を形成して粒界耐食性を低下させる問題が発生するので、本発明でC含量は、0.03重量%以下に制限される。

40

Si (シリコン) の含量は、0.1 ~ 1重量%である。

Siは、製鋼時に脱酸剤として添加される成分であり、光輝焼鈍 (Bright Annealing) 工程を行う場合、不動態被膜にSi酸化物を形成して鋼の耐食性を向上させる効果がある。これを考慮して、本発明でSiは、0.1重量%以上添加される。しかし、Si含量が過剰な場合、延性を低下させる問題があるので、本発明でSi含量は、1.0重量%以下に制限される。

【0024】

50

Mn (マンガン)の含量は、0.1～1.0重量%である。

Mnは、オーステナイト相の安定化元素である。これを考慮して、本発明でMnは、0.1重量%以上添加される。しかし、Mn含量が過剰な場合、耐食性を低下させる問題があるので、本発明でMnの含量は、1.0重量%以下に制限される。

Ni (ニッケル)の含量は、6.0～9.0重量%である。

Niは、オーステナイト相の安定化元素であり、鋼材を軟質化する効果がある。これを考慮して、本発明でNiは、6.0重量%以上添加される。しかし、Ni含量が過剰な場合、費用が上昇する問題があるので、本発明でNiの含量は、9.0重量%以下に制限される。

【0025】

Cr (クロム)の含量は、16.0～19.0重量%である。

Crは、ステンレス鋼の耐食性の向上のための主要元素である。これを考慮して、本発明でCrは、16.0重量%以上添加される。しかし、Cr含量が過剰な場合、鋼材が硬質化され、冷間圧延時に変形有機マルテンサイトの変態を抑制させる問題があるので、本発明でCrの含量は、19.0重量%以下に制限される。

N (窒素)の含量は、0.2重量%以下である。

Nは、オーステナイト相の安定化元素であり、鋼材の強度を向上させる。しかし、N含量が過剰な場合、鋼材が硬質化され、熱間加工性が低下する問題があるので、本発明でNの含量は、0.2重量%以下に制限される。

【0026】

以下では、選択的合金成分であるCu、Mo、Nb、Vの含量を限定した理由に対して具体的に説明する。

Cu (銅)の含量は、0.4重量%以下であってもよい。

Cuは、オーステナイト相の安定化元素である。しかし、Cu含量が過剰な場合、鋼材の耐食性が低下し、費用が上昇する問題があるので、本発明でCuの含量は、0.4重量%以下に制限される。

Mo (モリブデン)の含量は、0.2重量%以下であってもよい。

Moは、耐食性と加工性を向上させる効果がある。しかし、Mo含量が過剰な場合、費用が上昇する問題があるので、本発明でMoの含量は、0.2重量%以下に制限される。

Nb (ニオブ)又はV (バナジウム)の含量は、0.25重量%以下であってもよい。

NbとVは、添加時に(Nb、V)(C、N)析出物を形成して結晶粒の成長を抑制する効果がある。しかし、Nb、Vの含量が過剰な場合、費用が上昇する問題があるので、本発明でNb、Vの含量は、それぞれ0.25重量%以下に制限される。

【0027】

本発明の残り成分は、鉄(Fe)である。ただし、通常の製造過程では、原料又は周囲環境から意図しない不純物が不可避に混入され得るので、これを排除することはできない。前記不純物は、通常の製造過程の技術者であれば、誰でも分かるものである。その全ての内容を特に本明細書で言及しない。

【0028】

本発明のステンレス鋼は、各合金元素の含量を上述した条件で制限すること以外にも、次のようにさらに限定することができる。

式(1)で表現されるASP(Austenitic Stability Parameter)値が10～25以下であってもよい。

$$(1) 551 - 462 * ([C] + [N]) - 9.2 * [Si] - 8.1 * [Mn] - 13.7 * [Cr] - 29 * ([Ni] + [Cu]) - 18.5 * [Mo] - 68 * ([Nb] + [V])$$

式(1)で、[C]、[N]、[Si]、[Mn]、[Cr]、[Ni]、[Cu]、[Mo]、[Nb]、[V]は、各元素の重量%を意味する。添加されない元素は、0重量%を式(1)に代入して導出する。

10

20

30

40

50

式(1)は、ステンレス鋼を0.3真ひずみ(true strain)で変形させたとき、オーステナイトの50%がマルテンサイトに変態する温度を意味するものであって、オーステナイト相の安定化度の指標として活用される。式(1)の値が低いほどオーステナイト相の安定化度が高いことを意味し、変形時に変態される加工有機マルテンサイトの量が少なくなる。

式(1)の値が10未満であると、冷間圧延によるオーステナイト相からマルテンサイト相へ変態するTRIP変態量が低いため、冷間圧延材のマルテンサイトの分率が低くなり、残留オーステナイト(retained austenite)相の分率が高くなる。加工有機マルテンサイト量が減るにしたがって低温焼鈍により逆変態オーステナイト(reverted austenite)相となる割合が低くなり、マルテンサイトに変態しない残留オーステナイト相の分率は高いため、超細粒を確保しにくくなる。式(1)の値が25を超過すると、冷間圧延によるTRIP変態は活性化されるが、過度に速いTRIP変態速度により低い延伸率値を示すという問題がある。

【0029】

式(2)の値が435以上であってもよい。

$$(2) (1600 * [N]) + (700 / \underline{d}) + (4 * ASP) - (20 * [Ni]) + 100$$

式(2)で、[N]、[Ni]は、各元素の重量%を意味する。ASPは、式(1)のASP値を意味する。dは、鋼材全体の厚さをtとすると、厚さ1/4t~3/4tでの平均結晶粒サイズを意味する。

本発明のtは、0.4~2.0mmであってもよい。構造用部品は、0.4~2.0mmの厚さを有する素材が多く適用され、本発明によると、当該厚さ範囲で高強度-高延性を有するオーステナイト系ステンレス鋼を提供することができる。

本発明の一例によるdは、5μm以下であってもよい。

dが5μmを超過すると、ホール-ペッチ方程式(Hall-Petch equation)により低い降伏強度を有することになり、これは、YS*EL値を低くする原因となる。

式(2)は、高強度を確保するためのパラメーターであって、強度に影響を及ぼす要素であるN、Ni含量、結晶粒サイズ、オーステナイト相の安定化度を考慮したパラメーターである。式(2)の値が435未満であると、十分な高強度を確保することができなくなる。

【0030】

式(3)の値が6000以上であってもよい。

$$(3) YS * EL - 500 * ([Ni] + [Cr])$$

式(3)で、YSは、降伏強度(MPa)、ELは、延伸率(%)、[Ni]、[Cr]は、各元素の重量%を意味する。

式(3)のYS*EL値は、Cr、Ni含量により多くの影響を受けることになる。例えば、Cr、Ni含量が少ないと、TRIP変態が容易に起きてYS*EL値が高くなる傾向が存在する。式(3)の値が6000未満であると、高強度-高延性を同時に満足できないという問題がある。

【0031】

式(4)の値が200以上であってもよい。

$$(4) Hv - ([Ni] + [Cr])$$

式(4)で、Hvは、ビッカース硬度(Hv)、[Ni]、[Cr]は、各元素の重量%を意味する。

式(4)のHv値は、Cr、Ni含量により多くの影響を受けることになる。例えば、Cr、Ni含量が少ないと、TRIP変態が容易に起き、これによって、冷間変形時に加工有機マルテンサイトの変態量が多くなる。その結果、鋼材の硬度が上昇する。式(4)の値が200未満であると、十分な硬度を確保できないという問題がある。

【0032】

10

20

30

40

50

本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼は、高強度 - 高延性を同時に満足するだけでなく、耐食性にも優れる。一例によるオーステナイト系ステンレス鋼は、30、3.5% NaCl 溶液に浸漬して測定した孔食電位値が250mV以上であってもよい。

本発明の一例によるオーステナイト系ステンレス鋼は、調質圧延後の引張強度が1750MPa以上であってもよい。

本発明の一例によるオーステナイト系ステンレス鋼の製造方法は、重量%で、C:0.005~0.03%、Si:0.1~1%、Mn:0.1~2%、Ni:6~9%、Cr:16~19%、N:0.2%以下を含み、残りがFe及び不可避な不純物からなるスラブを熱間圧延した後、常温で圧下率40%以上で冷間圧延する段階及び700~850で焼鈍する段階を含むことができる。

10

冷間圧延時の圧下率が40%未満であると、ASP10~25範囲を有する本発明のオーステナイト系ステンレス鋼のTRIP変態量が過度に低いため冷間圧延材のマルテンサイト分率が低くなり、残留オーステナイト相の分率が高くなる。加工有機マルテンサイト量が減るにしたがって後続する低温焼鈍により逆変態オーステナイト相となる割合が低くなり、マルテンサイトに変態しない残留オーステナイト相の分率は高いため超細粒の結晶粒を確保しにくくなる。

【0033】

本発明によると、熱延材を冷間圧延した後、700~850で低温焼鈍することができる。低温焼鈍温度が700未満であると、加工有機マルテンサイト相から逆変態オーステナイト相への再結晶が発生しないという問題点がある。一方、低温焼鈍温度が850

20

を超過すると、逆変態オーステナイトの結晶粒サイズが粗大となって降伏強度が低くなる恐れがある。

本発明の一例によると、熱間圧延した後、焼鈍せず冷間圧延することができる。

また、上述した製造段階に引き続き強度をよりさらに高めるために圧下率60%以上で調質圧延する段階をさらに含むことができる。

【0034】

以下、実施例を通じて本発明をより具体的に説明する。ただし、下記の実施例は、本発明を例示してより詳細に説明するためのものに過ぎず、本発明の権利範囲を限定するためのものではないという点に留意する必要がある。本発明の権利範囲は、特許請求の範囲に記載した事項とそれから合理的に類推される事項によって決定されるものであるからである。

30

< 実施例 >

表1の成分を有するスラブを熱間圧延した後に焼鈍を行わず、常温で総圧下率40%以上で冷間圧延した。その後、700~850で焼鈍して厚さが0.4~2.0mmである冷延焼鈍材を製造した。

【0035】

表1で、ASPは、オーステナイト相の安定化度を示す下の式(1)に表1の合金組成を代入して導出した値である。

$$(1) 551 - 462 * ([C] + [N]) - 9.2 * [Si] - 8.1 * [Mn] - 13.7 * [Cr] - 29 * ([Ni] + [Cu]) - 18.5 * [Mo] - 68 * ([Nb] + [V])$$

40

式(1)で、[C]、[N]、[Si]、[Mn]、[Cr]、[Ni]、[Cu]、[Mo]、[Nb]、[V]は、各元素の重量%を意味する。

【0036】

50

【表 1】

	合金組成 (重量%)										A S P
	C	S i	M n	C r	N i	C u	M o	N	N b	V	
発明例 1	0.023	0.53	1.24	17.5	6.4	0	0	0.17	0	0	21.6
発明例 2	0.023	0.53	1.24	17.5	6.4	0	0	0.17	0	0	21.6
発明例 3	0.019	0.3	0.46	17.3	6.3	0.25	0.1	0.15	0.21	0	23.3
発明例 4	0.019	0.3	0.46	17.3	6.3	0.25	0.1	0.15	0.21	0	23.3
発明例 5	0.017	0.32	1.79	16.7	6.85	0.25	0.1	0.15	0	0	19.9
発明例 6	0.017	0.32	1.79	16.7	6.85	0.25	0.1	0.15	0	0	19.9
発明例 7	0.02	0.5	1	18.1	8	0.25	0.1	0.04	0	0.1	14.7
発明例 8	0.02	0.5	1	18.1	8	0.25	0.1	0.04	0	0.1	14.7
比較例 1	0.023	0.53	1.24	17.5	6.4	0	0	0.17	0	0	21.6
比較例 2	0.019	0.3	0.46	17.3	6.3	0.25	0.1	0.15	0.21	0	23.3
比較例 3	0.017	0.32	1.79	16.7	6.85	0.25	0.1	0.15	0	0	19.9
比較例 4	0.02	0.3	0.5	18.1	8.02	0.25	0.1	0.04	0.05	0	23.4
比較例 5	0.02	0.5	1	18.1	8	0.25	0.1	0.04	0	0.1	14.7
比較例 6	0.02	0.51	0.98	17.3	6.3	0	0	0.1	0	0	63.2
比較例 7	0.02	0.51	0.98	17.3	6.3	0	0	0.1	0	0	63.2
比較例 8	0.02	0.29	0.49	16.6	5.98	0.25	0.1	0.18	0	0	42.0
比較例 9	0.02	0.29	0.49	16.6	5.98	0.25	0.1	0.18	0	0	42.0
比較例 10	0.02	0.29	0.49	16.6	5.98	0.25	0.1	0.18	0	0	42.0
比較例 11	0.022	0.31	0.29	18.2	8.09	0.25	0.1	0.02	0	0	33.3
比較例 12	0.022	0.31	0.29	18.2	8.09	0.25	0.1	0.02	0	0	33.3
比較例 13	0.022	0.31	0.29	18.2	8.09	0.25	0.1	0.02	0	0	33.3
比較例 14	0.047	0.57	0.78	18.4	9.13	0.24	0.097	0.029	0	0	-21.3
比較例 15	0.019	0.3	1.5	18.1	8.27	1.27	0.1	0.041	0	0	-18.1
比較例 16	0.016	0.4	1.2	18.7	10.3	0.25	0.1	0.015	0	0	-40.7
比較例 17	0.02	0.6	1.1	16.2	10.1	0.25	2.1	0.02	0	0	-42.8
比較例 18	0.079	0.4	9	15.2	3.5	1.68	0	0.115	0	0	26.3

10

20

30

【0037】

表 2 の d は、表 1 の冷延焼鈍材の全体厚さを t とするとき、厚さ $1/4t \sim 3/4t$ で平均結晶粒サイズ (μm) を意味する。表 2 の式 (2) は、下記式 (2) により導出された値を意味する。

$$(2) (1600 * [N]) + (700 / \underline{d}) + (4 * ASP) - (20 * [Ni]) + 100$$

式 (2) の値は、表 1 の [N]、[Ni] の重量%と、ASP 値を代入し、表 2 の d 値を代入して導出した。

表 2 の式 (3) は、下記式 (3) で導出した値を意味する。

$$(3) YS * EL - 500 * ([Ni] + [Cr])$$

40

【0038】

式 (3) 値は、後述の条件で測定された降伏強度 (YS、MPa)、延伸率 (EL、%) と、表 1 の [Ni]、[Cr] 重量%を代入して導出した。

降伏強度 (YS、MPa)、延伸率 (EL、%) は、製造された冷延焼鈍材を規格 JIS 13B による試験片で常温でクロスヘッド (crosshead) $10\text{mm}/\text{min} \sim 20\text{mm}/\text{min}$ 範囲で引張試験を行った後に測定した。

表 2 の式 (4) は、下記式 (4) で導出した値を意味する。

$$(4) Hv - ([Ni] + [Cr])$$

前記式 (4) の値は、後述される条件で測定されたビッカース硬度 (Hv)、表 1 の [Ni]、[Cr] 重量%を代入して導出した。

50

ビッカース硬度 (Hv) は、ビッカース硬度機を用いて 2 kgf の荷重で測定した値である。

表 2 の孔食電位 (mV) は、3.0、3.5% NaCl 溶液に冷延焼鈍材を浸漬して測定された値である。

【0039】

【表 2】

区分	d (μm)	式 (2)	式 (3)	式 (4)	孔食電位 (mV)
発明例 1	1.2	969	19131	298	287
発明例 2	4.2	672	16772	267	290
発明例 3	0.5	1297	12463	365	274
発明例 4	2.2	779	19048	329	280
発明例 5	1.2	921	17547	271	254
発明例 6	3.3	668	14699	239	257
発明例 7	1	763	7243	304	291
発明例 8	3.2	454	7835	232	297
比較例 1	25.5	469	9123	193	307
比較例 2	15.5	485	1600	226	360
比較例 3	27.5	416	6689	173	257
比較例 4	28.8	228	8173	138	303
比較例 5	17.5	230	-3712	134	320
比較例 6	3.7	751	5980	252	272
比較例 7	24.5	528	-3514	174	317
比較例 8	1.1	1104	4768	295	255
比較例 9	3.5	811	5890	273	262
比較例 10	26.7	572	735	189	311
比較例 11	1.3	718	3270	217	342
比較例 12	3.4	483	1215	189	325
比較例 13	27.5	237	-4415	125	312
比較例 14	6.5	153	2446	175	311
比較例 15	7.8	178	3037	156	325
比較例 16	8.2	0	-1278	165	320
比較例 17	7.8	9	271	181	425
比較例 18	2.9	730	8882	272	30

【0040】

表 1、2 に示すとおり、発明例 1 ~ 8 は、ASP 値が 10 ~ 25、d 値が 5 μm 以下、式 (2) の値が 435 以上、式 (3) の値が 6000 以上を満足して高強度 - 高延性及び優れた耐食性を確保することができた。また、表 2 に示すとおり、発明例 1 ~ 8 の式 (4) の値が 200 以上であり、孔食電位は、250 mV 以上であった。比較例 6 ~ 18 は、本発明が限定する ASP 値の範囲を脱した。ASP 値が 25 を超過する比較例 6 ~ 13、18 は、成形時に過度に速い TRIP 変態速度により低い延伸率を示した。ASP 値が 10 未満である比較例 14 ~ 17 は、残留オーステナイト相の分率が高いため超細粒を確保できなかった。

比較例 1 ~ 5、7、10、13 ~ 17 は、本発明が限定する d 値の範囲を脱して結晶粒が粗大に形成された。その結果、高強度 - 高延性を同時に満足しなかった。

比較例 3 ~ 5、13 ~ 17 は、本発明が限定する式 (2) の値の範囲を満足しなかった。その結果、高強度 - 高延性を同時に満足しなかった。

比較例 2、5 ~ 17 は、本発明が限定する式 (3) の値の範囲を満足しなかった。その結果、高強度 - 高延性を同時に満足しなかった。

比較例 1, 3 ~ 5、7、10、12、14 ~ 17 は、本発明が限定する式 (4) の値の範囲を満足しなかった。その結果、十分な硬度を確保しなかった。

比較例 18 は、多量の Mn を含量しているので耐食性が低下し、孔食電位は、30 mV と低かった。

【0041】

図 1 は、式 (2) の値、式 (3) の値によって発明例、比較例の範囲を示した図である。図 1 を参照すると、本発明が限定する式 (2)、式 (3) の値の範囲内に全ての発明例が含まれることを確認することができ、当該範囲で高強度 - 高延性特性を同時に満足するオーステナイト系ステンレス鋼を提供することができる。一方、比較例の場合、式 (2) の値の範囲及び / 又は式 (3) の値の範囲を満足しておらず、この場合、高強度 - 高延性特性を同時に満足しにくい。

10

図 2 の (a) ~ 図 2 の (c) は、発明例、比較例の平均結晶粒サイズ d を比較するための図である。図 2 の (a) と図 2 の (b) は、本発明による図面であり、図 2 の (c) は、比較例による図面である。図 2 の (a)、図 2 の (b) と図 2 の (c) を比較すると、本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼は、 d 値が $5 \mu\text{m}$ 以下と超細粒であることを確認することができる。

図 3 の (a) ~ 図 3 の (c) は、発明例の Strain (%) - Stress (MPa) 曲線を示したグラフである。

図 4 の (a) ~ 図 4 の (c) は、比較例の Strain (%) - Stress (MPa) 曲線を示したものである。

20

【0042】

以上、本発明の例示的な実施例を説明したが、本発明はこれに限定されず、当該技術分野において通常の知識を有した者であれば、次に記載する特許請求の範囲の概念と範囲を脱しない範囲内で多様に変更及び変形が可能であることを理解すべきである。

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明によるオーステナイト系ステンレス鋼は、高強度と高延性を同時に満足し、高価の合金元素である Ni、Cr の含量を低減して経済的であり、優れた耐食性を確保することができる。したがって、自動車外板用、建築用部品用など多様な素材として活用が可能である。

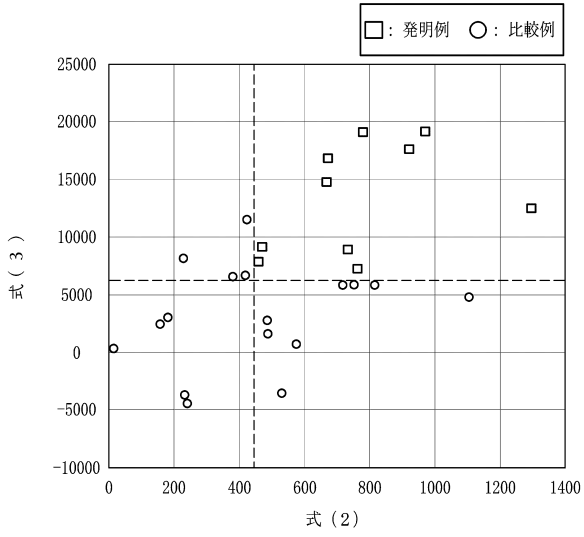
30

40

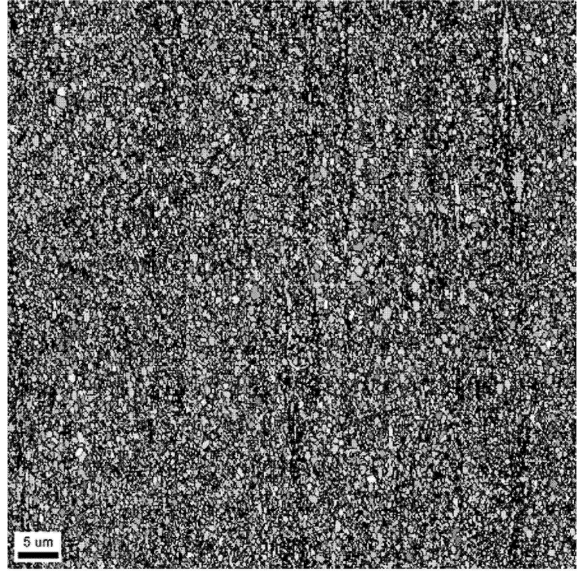
50

【図面】

【図 1】

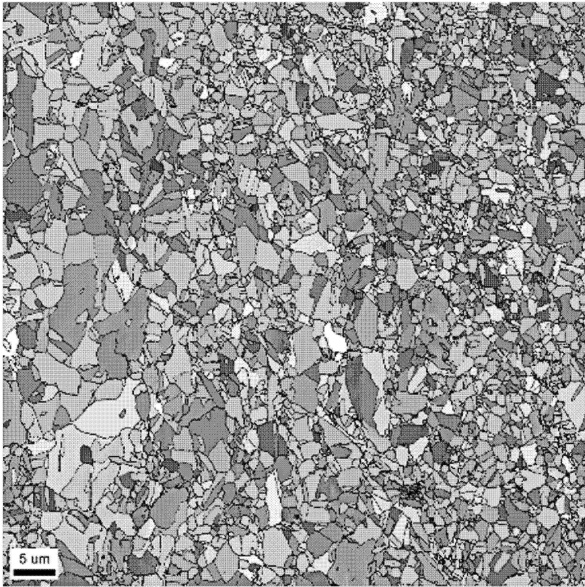


【図 2 (a)】



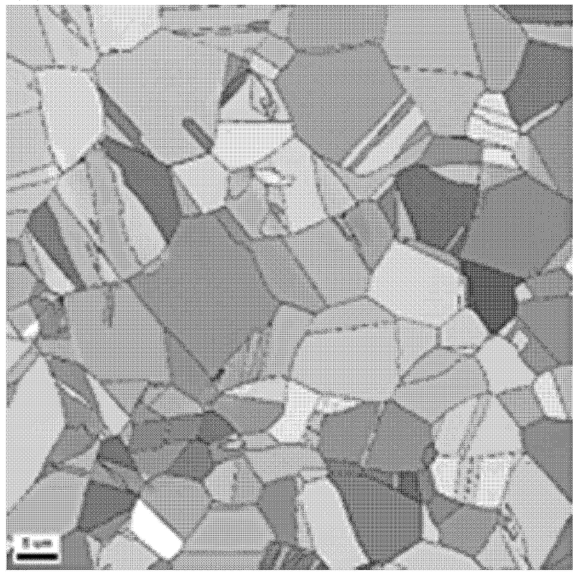
10

【図 2 (b)】



20

【図 2 (c)】



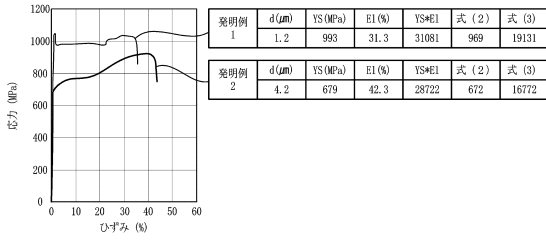
30

40

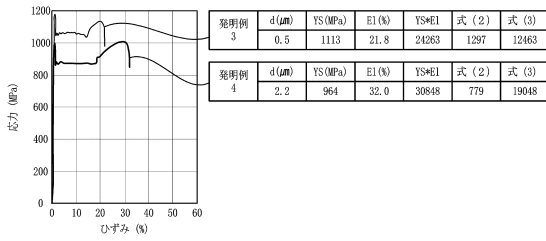
50

【 図 3 】

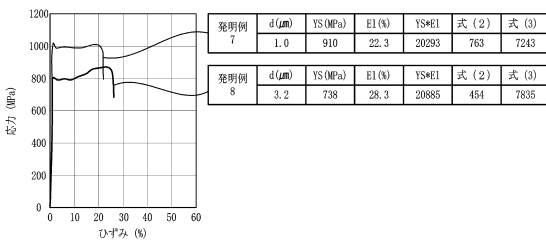
(a)



(b)

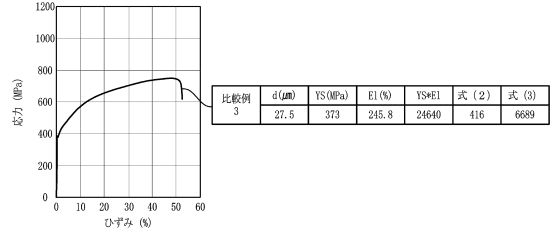


(c)

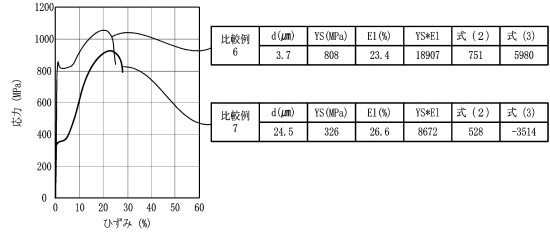


【 図 4 】

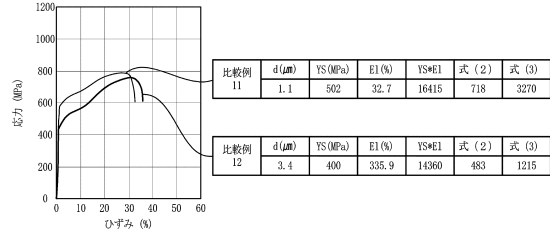
(a)



(b)



(c)



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 214841 (JP, A)
特許第5939370 (JP, B1)
特許第5843019 (JP, B2)
特開2004 - 141940 (JP, A)
特開平05 - 039549 (JP, A)
米国特許出願公開第2014 / 0338800 (US, A1)
特許第4321066 (JP, B2)
特許第5056985 (JP, B2)
足立和彦、他、シリンダ・ヘッドガスケット用ステンレス鋼薄板の開発、新日鐵住金技報
、第396号、日本、新日鐵住金、2013年、P92-98
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C 2 2 C 3 8 / 0 0
C 2 2 C 3 8 / 5 8
C 2 1 D 9 / 4 6