

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年4月4日(04.04.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/069983 A1

(51) 国際特許分類:

B23K 35/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2022/036863

(22) 国際出願日:

2022年9月30日(30.09.2022)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松尾 孟 (MATSUO, Hajime); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 加茂 孝浩 (KAMO, Takahiro); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SOLID WIRE AND METHOD FOR PRODUCING WELD JOINT

(54) 発明の名称: ソリッドワイヤ及び溶接継手の製造方法

(57) Abstract: Provided is a solid wire for submerged arc welding, wherein: the chemical composition of the solid wire, in terms of mass% with respect to the total mass of the solid wire is 0-0.650% C, 0.03-0.50% Si, 4.1-30.0% Mn, 0-0.050% P, 0-0.050% S, 0-5.0% Cu, 1.0-30.0% Ni, 0-10.0% Cr, 0-10.0% Mo, 0-1.00% Nb, 0-1.00% V, 0-1.00% Co, 0-1.00% Pb, 0-1.00% Sn, 0-0.10% Al, 0-0.10% Ti, 0-0.1000% B, 0-0.5000% N, and 0-0.0050% O, with the remainder being Fe and impurities; (Mn+Ni) is not less than 5.0%; (Mn+Ni+Cr) is not less than 15.0%; and the fcc ratio is not less than 70%.

(57) 要約: サブマージアーク溶接用のソリッドワイヤであって、前記ソリッドワイヤの全質量に対する質量%で、前記ソリッドワイヤの化学成分が、C: 0~0.650%、Si: 0.03~0.50%、Mn: 4.1~30.0%、P: 0~0.050%、S: 0~0.050%、Cu: 0~5.0%、Ni: 1.0~30.0%、Cr: 0~10.0%、Mo: 0~10.0%、Nb: 0~1.00%、V: 0~1.00%、Co: 0~1.00%、Pb: 0~1.00%、Sn: 0~1.00%、Al: 0~0.10%、Ti: 0~0.10%、B: 0~0.1000%、N: 0~0.5000%、O: 0~0.0050%、並びに残部: Fe及び不純物であり、(Mn+Ni)が5.0%以上であり、(Mn+Ni+Cr)が15.0%以上であり、fcc割合が70%以上であるソリッドワイヤ。

WO 2024/069983 A1

明 細 書

発明の名称：ソリッドワイヤ及び溶接継手の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、ソリッドワイヤ及び溶接継手の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化の問題による二酸化炭素排出量規制強化により、石油及び石炭などに比べて二酸化炭素の排出がない水素燃料、並びに二酸化炭素の排出が少ない天然ガスなどの需要が高まっている。それに伴い、船舶や地上などで使用する液体水素タンク、液体炭酸ガスタンクおよびLNGタンク等の建造の需要も世界的に高まっている。液体水素タンク、液体炭酸ガスタンクおよびLNGタンクなどに使用される鋼材には、 -196°C の極低温での靱性確保の要求から、6～9%Niを含むNi系低温用鋼が使用されている。

そして、これらNi系低温用鋼の溶接には、優れた低温靱性の溶接金属が得られるオーステナイト系のワイヤが用いられている。このワイヤは、主に、Ni含有量が70%で設計されている。

[0003] 例えば、Ni含有量70%のワイヤとして、特許文献1には、「Ni含有量が35～70%であり、フラックス中にワイヤ全質量に対して、 TiO_2 、 SiO_2 及び ZrO_2 を総量で4.0質量%以上含み、さらに、Mn酸化物を MnO_2 換算で0.6～1.2質量%含み、かつ、 TiO_2 、 SiO_2 、 ZrO_2 及び MnO_2 （換算量）の含有量を質量%で、それぞれ、 $[\text{TiO}_2]$ 、 $[\text{SiO}_2]$ 、 $[\text{ZrO}_2]$ 及び $[\text{MnO}_2]$ としたとき、 $[\text{TiO}_2]/[\text{ZrO}_2]$ が2.3～3.3、 $[\text{SiO}_2]/[\text{ZrO}_2]$ が0.9～1.5、及び、 $([\text{TiO}_2]+[\text{SiO}_2]+[\text{ZrO}_2])/[\text{MnO}_2]$ が5～13である、Ni基合金を外皮とするワイヤ」が開示されている。

[0004] [特許文献1] 特開2008-246507号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、溶接金属の低温靱性を確保するための、Ni含有量が70%で設計されたワイヤは、非常に高価であり、安価なものが求められている。

高価なNiは、オーステナイト安定化元素として知られているが、低廉なMnも同様の効果がある。そのため、Ni含有量を低減し、Mn含有量を高めれば、安価で、低温靱性に優れた溶接金属が得られる。ただし、Mnを高めただけでは靱性が劣化し、機械特性が確保できない。

[0006] そこで、本発明の課題は、安価で、低温靱性に優れた溶接金属が得られるサブマージアーク溶接用のソリッドワイヤ、及び、当該ソリッドワイヤを用いた溶接継手の製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 課題を解決するための手段は、次の態様を含む。

<1> サブマージアーク溶接用のソリッドワイヤであって、前記ソリッドワイヤの全質量に対する質量%で、前記ソリッドワイヤの化学成分が、

- C : 0~0.650%、
- Si : 0.03~0.50%、
- Mn : 4.1~30.0%、
- P : 0~0.050%、
- S : 0~0.050%、
- Cu : 0~5.0%、
- Ni : 1.0~30.0%、
- Cr : 0~10.0%、
- Mo : 0~10.0%、
- Nb : 0~1.00%、
- V : 0~1.00%、
- Co : 0~1.00%、
- Pb : 0~1.00%、
- Sn : 0~1.00%、

A l : 0 ~ 0. 1 0 %、

T i : 0 ~ 0. 1 0 %、

B : 0 ~ 0. 1 0 0 0 %、

N : 0 ~ 0. 5 0 0 %、

O : 0 ~ 0. 0 0 5 0 %、並びに

残部 : F e 及び不純物であり、

かつ前記M n含有量及び前記N i含有量の合計 (M n + N i) が5. 0 %以上であり、

前記M n含有量、前記N i含有量及び前記C r含有量の合計 (M n + N i + C r) が1 5. 0 %以上であり、

磁気誘導法により求められるf c c割合が7 0 %以上であるソリッドワイヤ。

< 2 > 前記M n含有量と前記N i含有量との質量比 (N i / M n) が、0. 1 0以上である< 1 >に記載のソリッドワイヤ。

< 3 > 前記質量比 (N i / M n) が、1. 0 0以上である< 2 >に記載のソリッドワイヤ。

< 4 > 前記T iの含有量が、T i : 0. 0 0 3 ~ 0. 1 0 %である< 1 > ~ < 3 >のいずれか1項に記載のソリッドワイヤ。

< 5 > < 1 > ~ < 4 >のいずれか1項に記載のソリッドワイヤを用いて、鋼材をサブマージアーク溶接する工程を備える溶接継手の製造方法。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、安価で、低温韌性に優れた溶接金属が得られるサブマージアーク溶接用のソリッドワイヤ、及び、当該ソリッドワイヤを用いた溶接継手の製造方法が提供できる。

発明を実施するための形態

[0009] 本開示の一例である実施形態について説明する。

なお、本明細書中において、「~」を用いて表される数値範囲は、「~」の前後に記載される数値に「超」及び「未滿」が付されていない場合は、こ

これらの数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。また、「～」の前後に記載される数値に「超」又は「未満」が付されている場合の数値範囲は、これらの数値を下限値又は上限値として含まない範囲を意味する。

本明細書中に段階的に記載されている数値範囲において、ある段階的な数値範囲の上限値は、他の段階的な記載の数値範囲の上限値に置き換えてもよく、また、実施例に示されている値に置き換えてもよい。また、ある段階的な数値範囲の下限値は、他の段階的な記載の数値範囲の下限値に置き換えてもよく、また、実施例に示されている値に置き換えてもよい。

また、含有量について、「%」は「質量%」を意味する。

含有量 (%) として「0～」は、その成分は任意成分であり、含有しなくてもよいことを意味する。

[0010] <ソリッドワイヤ>

本開示に係るソリッドワイヤは、ワイヤの化学成分が所定の組成である。

本開示に係るソリッドワイヤは、上記構成により、安価で、低温韌性に優れた溶接金属が得られるサブマージアーク溶接用のワイヤとなる。

そして、本開示に係るソリッドワイヤは、次の知見により見出された。

[0011] 発明者らは、Ni含有量を低減し、Mn含有量を高めても、溶接金属の低温韌性が向上できるサブマージアーク溶接用のワイヤを得る技術について検討した。その結果、次の知見を得た。

低温韌性を確保するには、溶接金属の組織をオーステナイト単相にすることが好ましい。NiとMnはいずれもオーステナイト安定化元素である。ただし、過度にNiを減らしたり、Mnを増やしたりすると、積層欠陥エネルギーが低くなり、韌性が劣化した。そこで、NiおよびMnの含有量を制御することで、積層欠陥エネルギーの低下を防いだ。これにより、ワイヤ全体でのNi含有量を低減し、Mn含有量を高めても、低温韌性に優れた溶接金属が得られた。

以上の知見から、本開示に係るサブマージアーク溶接用のソリッドワイヤは、安価で、低温韌性に優れた溶接金属が得られるワイヤとなることを見出

された。

[0012] 以下、本開示に係るソリッドワイヤを構成する要件（任意要件も含む要件）の限定理由について具体的に説明する。

なお、本開示に係るサブマージアーク溶接用のソリッドワイヤは、サブマージアーク溶接によって溶接に供される鋼材の一部やフラックスとともに溶融し、凝固後、溶接金属となる。

[0013] （ソリッドワイヤの化学成分）

以下、本開示に係るソリッドワイヤの化学成分について説明する。

なお、ソリッドワイヤの化学成分の説明において、「%」は、特に説明がない限り、「ソリッドワイヤの全質量に対する質量%」を意味する。

また、本開示に係るソリッドワイヤが外表面にめっき層を有する場合は、ソリッドワイヤの化学成分はめっき層の化学成分も含まれる。

[0014] 本開示に係るソリッドワイヤの化学成分は、

C : 0~0.650%、

Si : 0.03~0.50%、

Mn : 4.1~30.0%、

P : 0~0.050%、

S : 0~0.050%、

Cu : 0~5.0%、

Ni : 1.0~30.0%、

Cr : 0~10.0%、

Mo : 0~10.0%、

Nb : 0~1.0%、

V : 0~1.0%、

Co : 0~1.0%、

Pb : 0~1.0%、

Sn : 0~1.0%、

Al : 0~0.10%、

Ti : 0~0.10%、

B : 0~0.1000%、

N : 0~0.500%、

O : 0~0.0050%、並びに

残部 : Fe 及び不純物であり、

かつ前記Mn含有量及び前記Ni含有量の合計 (Mn + Ni) が5.0%以上であり、

前記Mn含有量、前記Ni含有量及び前記Cr含有量の合計 (Mn + Ni + Cr) が15.0%以上であり、

磁気誘導法により求められるfcc割合が70%以上である。

[0015] (C : 0~0.650%)

Cは、スパッタを発生させる元素である。スパッタ低減には、ワイヤのC含有量は低ければ低いほど有利である。また、Cは、侵入型固溶強化元素でもある。ワイヤのC含有量が過剰であると、ワイヤが硬くなり、芯線加工が困難となる。また、スパッタも増大する。

よって、ワイヤのC含有量は、0~0.650%とする。

ただし、ワイヤのC含有量を0%にするには脱Cコストが上がる。また、ワイヤのC含有量が不足し、溶接金属の強度が不足する懸念がある。よって、ワイヤのC含有量の下限は、0.003%、0.005%、又は0.008%としてもよい。

ワイヤのC含有量の上限は、好ましくは、0.600%、0.500%、0.400%、0.300%、0.200%、0.200%未満、0.190%、0.180%、0.150%、又は0.120%である。

[0016] (Si : 0.03~0.50%)

Siは、脱酸元素である。ワイヤのSi含有量が低すぎると、ワイヤのP含有量が増加する。

一方、Siは、オーステナイト相に対する固溶度が低く、Siを多量に含有するほど、高温で金属間化合物、 δ フェライト等の脆化相が生成して高温

延性が劣化する。

よって、ワイヤのSi含有量は、0.03~0.50%とする。

ワイヤのSi含有量の下限は、好ましくは、0.04%、0.05%、又は0.08%である。

ワイヤのSi含有量の上限は、好ましくは、0.50%未満、0.48%、0.45%、0.40%、0.35%、0.30%、又は0.20%である。

[0017] (Mn : 4.1~30.0%)

Mnを過剰に添加すると積層欠陥エネルギーが低下し、靱性が劣化する。

一方で、Mnは、オーステナイト安定化元素である。ワイヤのMn含有量が低すぎると、溶接金属のオーステナイト化が進行し難くなり、低温靱性が劣化する。

よって、ワイヤのMn含有量は、4.1~30.0%とする。

ワイヤのMn含有量の下限は、好ましくは、4.2%、5.0%、5.0%超、5.2%、6.0%超、6.2%、7.0%、7.0%超、7.2%、10.0%超、又は10.2%である。

ワイヤのMn含有量の上限は、好ましくは、28.0%、26.0%、25.0%、23.0%、21.0%、20.0%、19.0%、18.0%、16.8%、15.0%、14.8%、又は12.0%である。

[0018] (P : 0~0.050%)

Pは、不純物元素であり、溶接金属の靱性を低下させるので、ワイヤのP含有量は極力低減させることが好ましい。よって、ワイヤのP含有量の下限は、0%とする。ただし、脱Pコストの低減の観点から、ワイヤのP含有量は、0.003%以上がよい。

一方、ワイヤのP含有量が0.050%以下であれば、Pの靱性への悪影響が許容できる範囲内となる。

よって、ワイヤのP含有量は、0~0.050%とする

溶接金属の靱性の低下を効果的に抑制するために、ワイヤのP含有量は、

0.040%以下、0.030%以下、0.020%以下、0.015%以下、又は0.010%以下が好ましい。

[0019] (S : 0~0.050%)

Sは、不純物元素であり、溶接金属の靱性を低下させるので、ワイヤのS含有量は極力低減させることが好ましい。よって、ワイヤのS含有量の下限は、0%とする。ただし、脱Sコストの低減の観点から、ワイヤのS含有量は、0.003%以上がよい。

一方、ワイヤのS含有量が0.050%以下であれば、Sの靱性への悪影響が許容できる範囲内となる。

よって、ワイヤのS含有量は、0~0.050%とする。

溶接金属の靱性の低下を効果的に抑制するために、ワイヤのS含有量は、0.040%以下、0.030%以下、0.020%以下、0.015%以下、又は0.010%以下が好ましい。

[0020] (Cu : 0~5.0%)

Cuは、析出強化元素であり、溶接金属の強度向上のため、ワイヤに含有させてもよい。また、Cuは、オーステナイト安定化元素であり、溶接金属の低温靱性向上のため、ワイヤに含有させてもよい。一方、ワイヤのCu含有量が過剰であると、上記の効果が飽和する。また、ワイヤのCu含有量が過剰であると、ワイヤが硬くなり、芯線加工が困難となる。

よって、ワイヤのCu含有量は、0~5.0%とする。

ワイヤのCu含有量の下限は、好ましくは、0.3%、0.5%、又は0.7%である。

ワイヤのCu含有量の上限は、好ましくは、4.5%、4.0%、又は3.5%である。

[0021] (Ni : 1.0~30.0%)

Niは、オーステナイト安定化元素である。ワイヤのNi含有量が低すぎると、溶接金属のオーステナイト化が進行し難くなり、低温靱性が劣化する。

一方、ワイヤのNi含有量を増やすと、ワイヤのコストが高くなる。

よって、ワイヤのNi含有量は、1.0～30.0%とする。

ワイヤのNi含有量の下限は、好ましくは、2.0%、3.0%、3.2%、3.6%、3.7%、4.2%、4.7%、5.0%、5.2%、6.0%超、6.2%、7.0%、8.0%超、又は8.2%である。

ワイヤのNi含有量の上限は、好ましくは、28.0%、26.0%、24.0%、22.0%、20.0%、19.0%、18.0%、15.0%、又は12.0%である。

[0022] (Cr: 0～10.0%)

Crは、オーステナイト安定化元素であり、溶接金属の低温靱性向上のため、ワイヤに含有させてもよい。

一方、ワイヤのCr含有量が過剰であると、ワイヤにマルテンサイト組織が形成され、芯線加工が困難になる。また、ワイヤのCr含有量が過剰であると、溶融金属における低融点化合物の量が増大し、さらに溶融金属の固液共存温度範囲が広がるので、高温割れを起こしやすくなる。

よって、ワイヤのCr含有量は、0～10.0%とする。

ワイヤのCr含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.02%、1.0%、2.0%、又は3.0%である。

ワイヤのCr含有量の上限は、好ましくは、9.0%、8.0%、8.0%未満、7.8%、7.0%、6.0%未満、5.8%、又は4.8%である。

[0023] (Mo: 0～10.0%)

Moは、析出強化元素であり、溶接金属の強度向上のため、ワイヤに含有させてもよい。一方、ワイヤのMo含有量が過剰であると、ワイヤが硬くなり、芯線加工が困難となる。また、ワイヤのMo含有量が過剰であると、溶接金属の強度が過剰となり、低温靱性が低下する。

よって、ワイヤのMo含有量は、0～10.0%とする。

ワイヤのMo含有量の下限は、好ましくは、1.0%、2.0%、又は3

． 0％である。

ワイヤのMo含有量の上限は、好ましくは、9.0％、8.0％、又は7.0％である。

[0024] (Nb : 0～1.00％)

Nbは、溶接金属中で炭化物を形成し、溶接金属の強度を上昇させる元素であるため、ワイヤに含有させてもよい。

一方で、ワイヤのNb含有量が過剰であると、ワイヤが硬くなり、芯線加工が困難となる。また、ワイヤのNb含有量が過剰であると、溶接金属の高温割れが発生する懸念がある。

よって、ワイヤのNb含有量は、0～1.00％とする。

ワイヤのNb含有量の下限は、好ましくは、0.01％、0.05％、0.1％、0.15％、又は0.2％である。

ワイヤのNb含有量の上限は、好ましくは、0.95％、0.90％、0.85％、又は0.80％である。

[0025] (V : 0～1.00％)

Vは、溶接金属中で炭窒化物を形成し、溶接金属の強度を上昇させる元素であるため、ワイヤに含有させてもよい。

一方で、ワイヤのV含有量が過剰であると、ワイヤが硬くなり、芯線加工が困難となる。また、ワイヤのV含有量が過剰であると、溶接金属の高温割れが発生する可能性がある。

よって、ワイヤのV含有量は、0～1.00％とする。

ワイヤのV含有量の下限は、好ましくは、0.01％、0.05％、0.1％、0.15％、又は0.20％である。

ワイヤのV含有量の上限は、好ましくは、0.95％、0.90％、0.85％、又は0.80％である。

[0026] (Co : 0～1.00％)

Coは、固溶強化により、溶接金属の強度を上昇させる元素であるため、ワイヤに含有させてもよい。

一方、ワイヤのC_o含有量が過剰であると、ワイヤが硬くなり、芯線加工が困難となる。また、ワイヤのC_o含有量が過剰であると、溶接金属の延性が低下し、靱性を確保できない。

よって、ワイヤのC_o含有量は、0～1.00%とする。

ワイヤのC_o含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.05%、0.1%、0.15%、又は0.20%である。

ワイヤのC_o含有量の上限は、好ましくは、0.95%、0.90%、0.85%、又は0.80%である。

[0027] (P_b : 0～1.00%)

P_bは、母材である鋼材と溶接金属との間の止端成形性を向上させ溶接金属の切削性を向上させる効果があるため、ワイヤに含有させてもよい。

一方、ワイヤのP_b含有量が過剰であると、アーク状態が劣化しスパッタを増大させる。

よって、ワイヤのP_b含有量は、0～1.00%とする。

ワイヤのP_b含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.05%、0.1%、0.15%、又は0.20%である。

ワイヤのP_b含有量の上限は、好ましくは、0.95%、0.90%、0.85%、又は0.80%である。

[0028] (S_n : 0～1.00%)

S_nは、溶接金属の耐食性を向上させる元素であるため、ワイヤに含有させてもよい。

一方、ワイヤのS_n含有量が過剰であると、溶接金属での割れ発生の懸念がある。

よって、ワイヤのS_n含有量は、0～1.00%とする。

ワイヤのS_n含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.05%、0.1%、0.15%、又は0.20%である。

ワイヤのS_n含有量の上限は、好ましくは、0.95%、0.90%、0.85%、又は0.80%である。

[0029] (Al : 0~0.10%)

Alは、脱酸元素であり、溶接欠陥抑制、及び溶接金属の清浄度向上のため、ワイヤに含有させてもよい。

一方、ワイヤのAl含有量が過剰であると、ワイヤ中に粗大介在物が生成され、芯線加工が困難になる。また、ワイヤのAl含有量が過剰であると、Alが溶接金属中で窒化物又は酸化物を形成して、溶接金属の低温靱性が低下する可能性がある。

よって、ワイヤのAl含有量は、0~0.10%とする。

ワイヤのAl含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.02%、又は0.03%である。

ワイヤのAl含有量の上限は、好ましくは、0.09%、0.08%、又は0.07%である。

[0030] (Ti : 0~0.10%)

Tiは、脱酸元素であり、溶接欠陥抑制、及び溶接金属の清浄度向上のため、ワイヤに含有させてもよい。

一方、ワイヤのTi含有量が過剰であると、ワイヤ中に粗大介在物が生成され、芯線加工が困難になる。また、ワイヤのTi含有量が過剰であると、溶接金属に炭化物が生成し、溶接金属の靱性を劣化させる可能性がある。

よって、ワイヤのTi含有量は、0~0.10%とする。

ワイヤのTi含有量の下限は、好ましくは、0.003%、0.01%、0.02%、又は0.03%である。

ワイヤのTi含有量の上限は、好ましくは、0.09%、0.08%、0.07%、又は0.05%である。

[0031] (B : 0~0.1000%)

Bは、オーステナイト安定化元素であり、侵入型固溶強化元素でもあり、溶接金属の低温靱性及び強度の向上のため、ワイヤに含有させてもよい。

一方、ワイヤのB含有量が過剰であると、ワイヤが硬くなり、芯線加工が困難となる。また、ワイヤのB含有量が過剰であると、 $M_{23}(C, B)_6$ が析

出し、韌性劣化の原因となる。

よって、ワイヤのB含有量は、0～0.1000%とする。

ワイヤのB含有量の下限は、好ましくは、0.0005%、0.0010%、又は0.0020%である。

ワイヤのB含有量の上限は、好ましくは、0.0800%、0.0500%、又は0.0100%である。

[0032] (N : 0～0.500%)

Nは、オーステナイト安定化元素であり、侵入型固溶強化元素でもあり、溶接金属の低温韌性及び強度の向上のため、ワイヤに含有させてもよい。

一方、ワイヤのN含有量が過剰であると、ワイヤが硬くなり、芯線加工が困難となる。また、ワイヤのN含有量が過剰であると、ブローの発生が増大し、溶接欠陥の原因となる。

よって、ワイヤのN含有量は、0～0.500%とする。

ワイヤのN含有量の下限は、好ましくは、0.0001%、0.0002%、又は0.0004%である。

ワイヤのN含有量の上限は、好ましくは、0.400%、0.200%、0.100%、0.050%、又は0.020%である。

[0033] (O : 0～0.0050%)

Oは、不純物としてワイヤ中に含有されることがある。しかしながら、Oの含有量が過剰になると、溶接金属における韌性および延性の劣化を招くため、ワイヤのO含有量の上限は、0.0050%以下とする。

ワイヤのO含有量の上限は、好ましくは、0.0040%、又は0.0030%である。

一方、Oの含有量の低減による製造コストの上昇を抑制する観点から、ワイヤのO含有量の下限は、好ましくは、0.0003%、又は0.0005%である。

[0034] (残部 : Fe及び不純物)

ワイヤの化学成分におけるその他の残部成分は、Fe及び不純物である。

不純物とは、ワイヤを工業的に製造する際に、鉱石若しくはスクラップ等のような原料、又は製造工程の種々の要因によって混入する成分であって、ワイヤの特性に悪影響を与えない範囲で許容されるものを意味する。

[0035] (Mn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni))

Mn及びNiは、各々、オーステナイト安定化元素であり、溶接金属の低温靱性を向上させる。一方、Niは高価な金属であるため、ワイヤのコストを抑えつつ、溶接金属の低温靱性を向上させるには、ワイヤにおけるMn含有量及びNi含有量が各々上記範囲を満たしつつ、Mn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)を5.0%以上とする。

ワイヤにおけるMn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)は、好ましくは、5.4%以上、5.6%以上、5.7%以上、6.0%以上、6.2%以上、6.7%以上、6.9%以上、7.0%以上、7.2%以上、10.0%以上、又は15.0%以上である。

[0036] また、Mnは過剰に添加することで積層欠陥エネルギーを低下させて靱性の低下の原因となる元素である。そのため、ワイヤのコストを抑え、溶接金属の低温靱性を向上させる観点から、ワイヤにおけるMn含有量及びNi含有量が各々上記範囲を満たしつつ、Mn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)は、37.0%以下とすることが好ましい。

ワイヤにおけるMn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)は、より好ましくは、35.0%以下、32.0%以下、又は30.0%以下である。

[0037] (Mn含有量、Ni含有量及びCr含有量の合計(Mn+Ni+Cr))

Mn、Ni及びCrは、各々、オーステナイト安定化元素であり、溶接金属の低温靱性を向上させる。一方、Niは高価な金属であるため、ワイヤのコストを抑えつつ、溶接金属の低温靱性を向上させるには、ワイヤにおけるMn含有量、Ni含有量及びCr含有量が各々上記範囲を満たしつつ、Mn含有量、Ni含有量及びCr含有量の合計(Mn+Ni+Cr)を15.0%以上とする。

ワイヤにおけるMn含有量、Ni含有量及びCr含有量の合計（Mn + Ni + Cr）は、好ましくは、17.0%以上、19.0%以上、20.0%以上、22.0%以上、24.0%以上、26.0%以上、28.0%以上、又は30.0%以上である。

[0038] Mnは過剰に添加することで積層欠陥エネルギーを低下させて韌性の低下の原因となる元素である。Crはマルテンサイト組織を形成させる元素であり、ワイヤの芯線加工性に影響を与える。また、Crは溶融金属における低融点化合物の量を増大させる原因となる。そのため、ワイヤのコストを抑え、溶接金属の低温韌性を向上させつつ、芯線加工性を高め、且つ溶融金属における低融点化合物の発生量を低減する観点から、ワイヤにおけるMn含有量、Ni含有量及びCr含有量が各々上記範囲を満たしつつ、Mn含有量、Ni含有量及びCr含有量の合計（Mn + Ni + Cr）は、47.0%以下とすることが好ましい。

ワイヤにおけるMn含有量、Ni含有量及びCr含有量の合計（Mn + Ni + Cr）は、より好ましくは、45.0%以下、42.0%以下、又は40.0%以下である。

[0039] （Mn含有量とNi含有量との質量比（Ni/Mn））

Mn及びNiは、各々、オーステナイト安定化元素であり、溶接金属の低温韌性を向上させる。一方、Niは高価な金属であり、Mnは過剰に添加することで積層欠陥エネルギーを低下させて韌性の低下の原因となる元素である。なお、Niは積層欠陥エネルギーを上げることで、韌性を向上させる。

そのため、ワイヤのコストを抑えつつ、溶接金属の低温韌性を向上する観点から、ワイヤにおけるMn含有量とNi含有量との質量比（Ni/Mn）を0.10以上とすることが好ましい。

ワイヤにおけるMn含有量とNi含有量との質量比（Ni/Mn）の下限は、より好ましくは、0.20、0.30、0.50、0.60、0.68、1.00、1.10、又は1.20である。

ワイヤにおけるMn含有量とNi含有量との質量比（Ni/Mn）の上限

は、好ましくは、25.00、20.00、15.00、10.00、8.00、又は5.00である。

[0040] (磁気誘導法により求められる f c c 割合)

溶接金属における低温靱性を高めるためには、ワイヤの組織におけるオーステナイトの割合を高めることが好ましい。そのため、ワイヤにおける f c c 割合を、70%以上とする。f c c 割合は、好ましくは、80%以上、又は90%以上であり、100%であってもよい。なお、組織の残部は b c c である。

[0041] ワイヤの組織における f c c 割合は、次の方法で求めることができる。

ワイヤからサンプルを採取し、サンプル表面において、FERITSCOPE (登録商標) FMP30 (株式会社フィッシャー・インストルメンツ製) を用い、当該測定器のプロープに株式会社フィッシャー・インストルメンツ製プロープ (FGAB 1.3-Fe) を用いて、磁気誘導法により b c c 割合 (%) を測定し、測定された b c c 割合の算術平均値を求める。得られた b c c 割合の平均値を用いて、以下の式により、ワイヤの組織における f c c 割合 (%) を求める。

$$f c c \text{ 割合} = 100 - b c c \text{ 割合}$$

[0042] 本開示に係るソリッドワイヤは、ワイヤ表面に塗布された潤滑剤をさらに備えてもよい。ワイヤ表面に塗布された潤滑剤は、溶接時のワイヤの送給性を向上させる効果を有する。溶接ワイヤ用の潤滑剤としては、様々な種類のもの (例えばパーム油等の植物油) を使用できるが、溶接欠陥を抑制するためには、Hを含有しないポリテトラフルオロエチレン油 (PTFE油) 及びパーフルオロポリエーテル油 (PFPE油) の一方又は両方を使用することが好ましい。また、上述したように、本開示に係るソリッドワイヤは、ワイヤ表面に形成されためっき層をさらに備えてもよい。この場合、潤滑剤はめっき層の表面に塗布される。

[0043] (ワイヤ直径)

本開示に係るソリッドワイヤの直径は特に限定されないが、例えば $\phi 1$.

6～φ2.4 mmである。なお、一般的なソリッドワイヤの直径はφ1.6～φ6.4 mmである。

[0044] <ソリッドワイヤの製造方法>

次に、本開示に係るソリッドワイヤの製造方法について説明する。

なお、以下に説明する製造方法は一例であり、本開示に係るソリッドワイヤを製造する方法は、以下の方法に限定されるものではない。

[0045] 本開示に係るソリッドワイヤは、通常のソリッドワイヤの製造方法と同様の製造工程によって製造することができる。

すなわち、まず上述された化学成分を有する鋼を溶解し、その後、必要であれば鍛造加工をする。その後、圧延加工を経て、この鋼を棒状に加工する。この棒状の鋼を伸線することで、ソリッドワイヤが得られる。なお、送給性が損なわれないようにソリッドワイヤに適宜熱処理を行ってもよい。

さらに、このソリッドワイヤの表面にめっき層を形成してもよい。この場合、めっき層の化学成分を含めたソリッドワイヤ全体の平均的な化学成分が上述の範囲内となるようにされる必要がある。また、このソリッドワイヤの表面に潤滑剤を塗布してもよい。

[0046] <溶接継手の製造方法>

次に、本開示に係る溶接継手の製造方法（溶接方法）について説明する。

本開示に係る溶接継手の製造方法は、上述された本開示に係るソリッドワイヤを用いて、鋼材を、サブマージアーク溶接する工程を備える。

本開示に係るソリッドワイヤは、サブマージアーク溶接によって溶接に供される鋼材の一部やフラックスとともに溶融し、凝固後、溶接金属となる。

本開示に係る溶接継手の製造方法にて製造された溶接継手は、高強度、および高靱性を有する。また、本開示に係る溶接継手の製造方法にて製造された溶接継手を有する溶接構造物も、溶接継手において高強度、および高靱性を有する。

[0047] サブマージアーク溶接では、溶接線上にあらかじめ顆粒状のフラックスを散布しておき、その中に本開示に係るソリッドワイヤを送り込み、フラック

ス中においてワイヤと鋼材との間のアークから生じるアーク熱で溶接する、一般的なサブマージアーク溶接機器を適用することができる。サブマージアーク溶接条件は、一般の方法であればよい。

[0048] 本開示に係る溶接継手の製造方法において、溶接継手の母材となる鋼材（被溶接材）の種類は特に限定されないが、例えば、板厚20mm以上の6%～9%のNiを含むNi系低温用鋼を好適に用いることができる。

[0049] 本開示に係る溶接継手の製造方法では、1パスから最終パスのいずれか1つ以上において、本開示に係るソリッドワイヤを用いて鋼材を溶接する工程を備えることがよい。溶接が1パスのみである場合、その1パスにおいて本開示に係るソリッドワイヤが用いられる。

ソリッドワイヤの極性は、溶接金属の拡散性水素量及びスパッタ発生量に及ぼす影響が無視できる程度に小さいので、プラス及びマイナスのいずれであってもよいが、プラスであることが好ましい。

[0050] 本開示に係る溶接継手の製造方法によって得られる溶接継手は、母材となる鋼材と、溶接金属及び溶接熱影響部から構成される溶接部とを備える。本開示に係る溶接継手は、本開示に係るソリッドワイヤを用いて製造されるので、良好なビード形状を有する溶接金属を備える。そのため、本開示に係る溶接継手の製造方法にて製造された溶接継手を有する溶接構造物も、良好なビード形状を有する溶接金属を備える。得られる溶接金属の引張強さは、例えば590～900MPaの高強度とすることが好ましい。

実施例

[0051] 次に、本開示例及び比較例により、本開示の実施可能性及び効果についてさらに詳細に説明するが、下記実施例は本開示を限定するものではなく、前・後記の趣旨に徹して設計変更することはいずれも本開示の技術的範囲に含まれるものである。

[0052] (ソリッドワイヤの製造)

本開示例及び比較例のソリッドワイヤは、以下に説明する方法により製造した。

まず、表1-A～表1-Dに示す化学成分を有する鋼を溶解し、その後鍛造加工を施した。その後、圧延加工を経てこの鋼を棒状に加工し、この棒状の鋼を伸線することで、ソリッドワイヤを得た。このようにして、最終のワイヤ径が $\phi 2.4$ mmのソリッドワイヤを試作した。

なお、得られたソリッドワイヤの化学成分を分析したところ、表1-A～表1-Dに示す化学成分を有していた。

[0053] 表1-A～表1-Dに示された、ワイヤの化学成分の含有量の単位は、ソリッドワイヤ全質量に対する質量%である。

[0054]

[表1-A]

ワイヤ 番号	区分	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Co
1	本開示例	0.051	0.05	18.0	0.011	0.021	3.0	5.0	6.0		0.03	0.06	0.40
2	本開示例	0.004	0.04	20.0	0.029	0.010		1.0	10.0	6.0			
3	本開示例	0.003	0.04	20.0	0.018	0.021		1.0	10.0	9.0	0.09		
4	本開示例	0.010	0.04	20.0	0.019	0.019		1.0	10.0	8.0	0.01		
5	本開示例	0.003	0.04	20.0	0.010	0.008		1.2		4.0	0.08		0.34
6	本開示例	0.010	0.05	8.0	0.022	0.008		10.0	3.0	10.0		0.03	0.17
7	本開示例	0.050	0.20	10.0	0.008	0.004		13.0	7.0	3.0	0.01	0.01	0.02
8	本開示例	0.024	0.17	17.0	0.018	0.024		10.0				0.07	0.18
9	本開示例	0.161	0.19	17.0	0.014	0.029		16.0		6.0	0.09	0.05	0.49
10	本開示例	0.190	0.10	20.0	0.021	0.007		16.0		3.0	0.06		0.16
11	本開示例	0.197	0.45	18.0	0.025	0.006		16.0	5.0	3.0	0.09	0.07	
12	本開示例	0.197	0.15	16.0	0.026	0.017		16.0	7.0	2.0	0.05		0.05
13	本開示例	0.150	0.20	13.0	0.008	0.004		13.0	7.0	3.0	0.01	0.01	0.02
14	本開示例	0.125	0.18	10.0	0.009	0.015		20.0	5.0	4.0			0.02
15	本開示例	0.163	0.17	16.0	0.028	0.021		16.0		3.0			
16	本開示例	0.110	0.09	16.0	0.020	0.030	2.0	19.0					0.02
17	本開示例	0.043	0.05	11.0	0.027	0.022	2.0	20.0		5.0	0.02		
18	本開示例	0.041	0.05	19.0	0.012	0.005	5.0	12.0					
19	本開示例	0.113	0.05	20.0	0.022	0.025	5.0	20.0	10.0	6.0			0.29

[0055]

[表1-B]

ワイヤ 番号	区分	Pb	Sn	Al	Ti	B	N	O	Mn+Ni	Mn+Ni +Cr	Ni/Mn	fcc割合 (%)	備考
1	本開示例			0.08	0.07	0.0029	0.494	0.0011	23.0	29.0	0.28	98	
2	本開示例							0.0027	21.0	31.0	0.05	99	
3	本開示例			0.06		0.0038		0.0025	21.0	31.0	0.05	96	塗布
4	本開示例			0.08				0.0020	21.0	31.0	0.05	99	
5	本開示例	0.26		0.02			0.495	0.0010	21.2	21.2	0.06	97	
6	本開示例				0.05		0.286	0.0010	18.0	21.0	1.25	97	塗布
7	本開示例					0.0010	0.015	0.0030	23.0	30.0	1.30	100	
8	本開示例				0.02		0.459	0.0014	27.0	27.0	0.59	100	
9	本開示例			0.03	0.06		0.001	0.0014	33.0	33.0	0.94	100	
10	本開示例			0.03		0.0041	0.061	0.0029	36.0	36.0	0.80	100	
11	本開示例		0.02	0.10	0.01			0.0025	34.0	39.0	0.89	100	塗布
12	本開示例			0.09			0.026	0.0012	32.0	39.0	1.00	96	
13	本開示例					0.0010	0.015	0.0026	26.0	33.0	1.00	96	
14	本開示例	0.39					0.021	0.0019	30.0	35.0	2.00	95	
15	本開示例							0.0014	32.0	32.0	1.00	100	
16	本開示例						0.042	0.0018	35.0	35.0	1.19	100	塗布
17	本開示例		0.35	0.04		0.0010		0.0027	31.0	31.0	1.82	100	
18	本開示例							0.0030	31.0	31.0	0.63	100	
19	本開示例						0.325	0.0020	40.0	50.0	1.00	100	

[0056]

[表1-C]

ワイヤ 番号	区分	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Co
20	本開示例	0.160	0.05	15.0	0.028	0.022	2.0	16.0	1.0	9.0	0.03		0.47
21	本開示例	0.059	0.05	10.0	0.030	0.027	4.0	20.0	3.0	6.0	0.04		
22	本開示例	0.124	0.04	14.0	0.014	0.011		20.0	7.0	2.0	0.10	0.08	0.04
23	本開示例	0.350	0.20	10.0	0.008	0.004		13.0	1.0	3.0	0.01		0.02
24	本開示例	0.098	0.03	17.0	0.026	0.029		14.0	4.0	8.0	0.00	0.10	0.43
25	本開示例	0.024	0.05	12.0	0.028	0.010	5.0	13.0	2.0	10.0	0.06		0.15
26	本開示例	0.044	0.05	14.0	0.015	0.021	5.0	17.0	7.0		0.00		0.22
27	本開示例	0.188	0.03	17.0	0.028	0.008	2.0	13.0	8.0		0.08	0.08	0.46
28	本開示例	0.400	0.20	10.0	0.007	0.008		13.0	3.0	3.0	0.01		
29	本開示例	0.500	0.20	10.0	0.014	0.027		12.0		3.0		0.04	0.02
30	本開示例	0.650	0.20	10.0	0.022	0.011		13.0	0.5	3.0	0.01		0.02
31	本開示例	0.500	0.03	5.0	0.014	0.027		4.0	7.0				
32	本開示例	0.400	0.20	29.0	0.007	0.008		1.0			0.01		
33	本開示例	0.400	0.20	4.5	0.007	0.008		29.0	7.0	3.0	0.01		
A1	比較例	0.075	0.03	2.0	0.006	0.026		2.0		1.0			
A2	比較例	0.097	0.20	0.5	0.022	0.006	2.0	0.5	0.1		0.35		0.01
A3	比較例	0.058	0.77	32.0	0.021	0.020		1.0	0.4	2.0			0.01
A4	比較例	0.400	0.03	5.0	0.014	0.027		4.0	4.0				

[0057]

[表1-D]

ワイヤ番号	区分	Pb	Sn	Al	Ti	B	N	O	Mn+Ni	Mn+Ni+Cr	Ni/Mn	fcc割合 (%)	備考
20	本開示例	0.00		0.00			0.226	0.0025	31.0	32.0	1.07	100	
21	本開示例			0.04				0.0021	30.0	33.0	2.00	100	
22	本開示例	0.17		0.04	0.07		0.001	0.0027	34.0	41.0	1.43	100	
23	本開示例						0.015	0.0030	23.0	24.0	1.30	100	
24	本開示例			0.00	0.05		0.180	0.0021	31.0	35.0	0.82	100	
25	本開示例		0.01	0.07			0.186	0.0024	25.0	27.0	1.08	100	塗布
26	本開示例			0.03			0.434	0.0018	31.0	38.0	1.21	100	
27	本開示例			0.08	0.07		0.009	0.0018	30.0	38.0	0.76	100	
28	本開示例					0.0010		0.0028	23.0	26.0	1.30	100	
29	本開示例			0.01			0.100	0.0006	22.0	22.0	1.20	100	
30	本開示例				0.07		0.015	0.0039	23.0	23.5	1.30	100	
31	本開示例							0.0002	9.0	16.0	0.80	98	
32	本開示例			0.03			0.040	0.0036	30.0	30.0	0.03	100	
33	本開示例						0.040	0.0036	33.5	40.5	6.44	100	
A1	比較例						0.162	0.0010	4.0	4.0	1.00	1	
A2	比較例			0.03	0.03	0.0080	0.016	0.0009	1.0	1.1	1.00	5	塗布
A3	比較例					0.0110	0.008	0.0028	33.0	33.4	0.03	97	
A4	比較例							0.0002	9.0	13.0	0.80	60	

[0058] 表1-A~表1-Dに示されたワイヤの残部 (すなわち、表に示された各

成分以外の成分)は、鉄及び不純物である。

表1-A～表1-Dに示されたソリッドワイヤのうち、「備考」欄で特に断りが無い限り、潤滑剤は塗布していない。また、「塗布」と記載されたワイヤは潤滑剤が塗布されたワイヤである。

なお、表1-A～表1-Dにおいては、本開示で規定される範囲から外れる数値に下線を付してある。

また、表1-A～表1-Dにおいて、化学成分の含有量に係る表中の空欄は、その化学成分の含有量が有効桁数未満であることを意味する。これらの化学成分が有効桁数未満の含有量で不可避免的に混入されるか生成することもある。

[0059] [評価]

本開示例及び比較例のソリッドワイヤを用いて、サブマージアーク溶接することにより評価を行った。

具体的には、本開示例及び比較例のソリッドワイヤを、サブマージアーク溶接用フラックスである日鉄溶工製NITTESU FLUX 10Hと組合せて用いてサブマージアーク溶接した。

溶接する鋼板として板厚が40mmである9%Ni鋼(JIS G 3127:2013 SL9N590に準じた鋼板)を用いた。また、評価の際に、溶接電流は全て直流とし、ワイヤの極性は全てプラスとした。

なお、評価する際の溶接条件は表2に記載の条件とし、下向で溶接した。図1に開先形状と試験片採取位置を示す。

[0060] [表2]

電流	電圧	速度	入熱
A	V	mm/min	kJ/mm
360	30	350	1.9

[0061] (低温靱性の評価)

本開示例及び比較例のソリッドワイヤを用いて、鋼板をサブマージアーク溶接し、溶接金属の表下1mmから衝撃試験片(ノッチ深さ2mmのVノッチ試験片)を3本採取した。

3本の衝撃試験片に対して、 -196°C でJIS Z2242:2005に準拠したシャルピー衝撃試験を実施した。

そして、3本の衝撃試験片の、 -196°C でのシャルピー吸収エネルギー平均値が34 J以上である場合を「優」とし、27 J以上34 J未満である場合を「合格」とし、27 J未満である場合を「不合格」とした。

[0062]

[表3]

ワイヤ 番号	区分	低温靱性
1	本開示例	合格
2	本開示例	合格
3	本開示例	合格
4	本開示例	合格
5	本開示例	合格
6	本開示例	優
7	本開示例	優
8	本開示例	合格
9	本開示例	合格
10	本開示例	合格
11	本開示例	合格
12	本開示例	優
13	本開示例	優
14	本開示例	優
15	本開示例	優
16	本開示例	優
17	本開示例	優
18	本開示例	合格
19	本開示例	優
20	本開示例	優
21	本開示例	優
22	本開示例	優
23	本開示例	優
24	本開示例	合格
25	本開示例	優
26	本開示例	優
27	本開示例	合格
28	本開示例	優
29	本開示例	優
30	本開示例	優
31	本開示例	合格
32	本開示例	合格
33	本開示例	優
A1	比較例	不合格
A2	比較例	不合格
A3	比較例	不合格
A4	比較例	不合格

[0063] 本開示例のサブマージアーク溶接用ソリッドワイヤは、溶接金属低温靱性に優れることがわかる。

一方、比較例は、本開示で規定する要件のいずれかを満たしていなかったため、1つ以上の評価項目において不合格となった。

請求の範囲

- [請求項1] サブマージアーク溶接用のソリッドワイヤであって、前記ソリッドワイヤの全質量に対する質量%で、前記ソリッドワイヤの化学成分が、
- C : 0~0.650%、
 - Si : 0.03~0.50%、
 - Mn : 4.1~30.0%、
 - P : 0~0.050%、
 - S : 0~0.050%、
 - Cu : 0~5.0%、
 - Ni : 1.0~30.0%、
 - Cr : 0~10.0%、
 - Mo : 0~10.0%、
 - Nb : 0~1.00%、
 - V : 0~1.00%、
 - Co : 0~1.00%、
 - Pb : 0~1.00%、
 - Sn : 0~1.00%、
 - Al : 0~0.10%、
 - Ti : 0~0.10%、
 - B : 0~0.1000%、
 - N : 0~0.500%、
 - O : 0~0.0050%、並びに
- 残部：Fe及び不純物であり、
- かつ前記Mn含有量及び前記Ni含有量の合計(Mn+Ni)が5.0%以上であり、
- 前記Mn含有量、前記Ni含有量及び前記Cr含有量の合計(Mn+Ni+Cr)が15.0%以上であり、

磁気誘導法により求められる f c c 割合が 70%以上であるソリッドワイヤ。

[請求項2] 前記 Mn 含有量と前記 Ni 含有量との質量比 (Ni / Mn) が、0.10 以上である請求項 1 に記載のソリッドワイヤ。

[請求項3] 前記質量比 (Ni / Mn) が、1.00 以上である請求項 2 に記載のソリッドワイヤ。

[請求項4] 前記 Ti の含有量が、Ti : 0.003 ~ 0.10% である請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載のソリッドワイヤ。

[請求項5] 請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載のソリッドワイヤを用いて、鋼材をサブマージアーク溶接する工程を備える溶接継手の製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/036863

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B23K 35/30</i> (2006.01) FI: B23K35/30 320C		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K35/30		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2022/130759 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 23 June 2022 (2022-06-23) paragraphs [0054]-[0081]	1-2, 5
Y	paragraphs [0035], [0054]-[0081]	4-5
Y	JP 2009-50866 A (NIPPON STEEL CORP) 12 March 2009 (2009-03-12) paragraph [0094]	4-5
X	CN 114227063 A (XINZHOU GENERAL WELDING TECHNOLOGY LIMITED COMPANY) 25 March 2022 (2022-03-25) paragraphs [0077]-[0082]	1-2, 5
Y	paragraphs [0010], [0077]-[0082]	1-5
Y	JP 2022-516181 A (NANJING IRON & STEEL CO LTD) 24 February 2022 (2022-02-24) paragraphs [0015]-[0028]	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 December 2022		Date of mailing of the international search report 13 December 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/036863

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2022/130759 A1	23 June 2022	(Family: none)	
JP 2009-50866 A	12 March 2009	(Family: none)	
CN 114227063 A	25 March 2022	(Family: none)	
JP 2022-516181 A	24 February 2022	EP 3892416 A1 paragraphs [0012]-[0018] CN 109623198 A WO 2020/140379 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 35/30(2006.01)i FI: B23K35/30 320C		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K35/30 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2022/130759 A1（JFEスチール株式会社）23.06.2022（2022-06-23） 段落0054-0081	1-2, 5
Y	段落0035、0054-0081	4-5
Y	JP 2009-50866 A（新日本製鐵株式会社）12.03.2009（2009-03-12） 段落0094	4-5
X	CN 114227063 A（XINZHOU GENERAL WELDING TECHNOLOGY LIMITED COMPANY） 25.03.2022（2022-03-25） 段落0077-0082	1-2, 5
Y	段落0010、0077-0082	1-5
Y	JP 2022-516181 A（南京鋼鐵股▲ふん▼有限公司）24.02.2022（2022-02-24） 段落0015-0028	1-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.12.2022	国際調査報告の発送日 13.12.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 川村 裕二 4K 3349 電話番号 03-3581-1101 内線 3435	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/036863

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/130759 A1	23.06.2022	(ファミリーなし)	
JP 2009-50866 A	12.03.2009	(ファミリーなし)	
CN 114227063 A	25.03.2022	(ファミリーなし)	
JP 2022-516181 A	24.02.2022	EP 3892416 A1 段落0012-0018	
		CN 109623198 A	
		WO 2020/140379 A1	