

(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 2024/069984 A1

(51) 国際特許分類:

B23K 35/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2022/036864

(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: METHOD FOR MANUFACTURING COATED ARC WELDING ROD AND WELDING JOINT

(54) 発明の名称: 被覆アーク溶接棒及び溶接継手の製造方法

(57) Abstract: The present invention provides a coated arc welding rod comprising a steel core wire and flux coating the core wire, wherein the chemical composition of the core wire is as follows: C: 0% to 0.650%, Si: 0.03% to 0.50%, Mn: 2.1% to 30.0%, P: 0% to 0.050%, S: 0% to 0.050%, Cu: 0% to 5.0%, Ni: 1.0% to 30.0%, Cr: 0% to 10.0%, Mo: 0% to 10.0%, Nb: 0% to 1.00%, V: 0% to 1.00%, Co: 0% to 1.00%, Pb: 0% to 1.00%, Sn: 0% to 1.00%, Al: 0% to 0.10%, Ti: 0% to 0.10%, B: 0% to 0.1000%, N: 0% to 0.5000%, remainder: Fe and impurities; (Mn + Ni) is 5.0% or more; (Mn + Ni + Cr) is 15.0% or more; and the fcc ratio in the core wire is 70% or more.

(57) 要約: 鋼製の芯線と芯線を被覆するフラックスとを備え、芯線の化学成分が、C: 0~0.650%、Si: 0.03~0.50%、Mn: 2.1~30.0%、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%、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、芯線におけるfcc割合が70%以上である被覆アーク溶接棒。



WO 2024/069984 A1

## 明 細 書

発明の名称：被覆アーク溶接棒及び溶接継手の製造方法

### 技術分野

[0001] 本開示は、被覆アーク溶接棒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、 $-196^{\circ}\text{C}$ の極低温での靱性確保の要求から、 $6\sim 9\%$  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被覆アーク溶接棒が用いられている。この被覆アーク溶接棒は、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%の溶接材料として、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、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 及び $\text{ZrO}_2$ を総量で4.0質量%以上含み、さらに、Mn酸化物を $\text{MnO}_2$ 換算で0.6～1.2質量%含み、かつ、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 及び $\text{MnO}_2$ （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基合金を芯線とするフラックス入りワイヤ」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%で設計された溶接材料は、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を高めただけではヒュームが多量に発生する。ヒュームが多くなると溶接金属やアーク状態の視認性が悪化し、溶接欠陥を発生させる要因となる。

[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と共に、ヒュームの発生量が低減できる被覆アーク溶接棒、及び、当該被覆アーク溶接棒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> 鋼製の芯線と前記芯線を被覆するフラックスとを備える被覆アーク溶接棒であって、前記芯線の全質量に対する質量%で、前記芯線の化学成分が、

- C : 0~0.650%、
- Si : 0.03~0.50%、
- Mn : 2.1~30.0%、
- 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%、

P b : 0 ~ 1 . 0 0 %、

S n : 0 ~ 1 . 0 0 %、

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 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、

前記芯線における磁気誘導法により求められるf c c割合が7 0 %以上である被覆アーク溶接棒。

< 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 >に記載の被覆アーク溶接棒。

< 3 > 前記質量比 (N i / M n) が、1 . 0 0以上である< 2 >に記載の被覆アーク溶接棒。

< 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項に記載の被覆アーク溶接棒。

< 5 > 前記フラックスの全質量に対する質量%で、前記フラックスの化学成分が、

T i酸化物のT i O<sub>2</sub>換算値の合計 : 0 ~ 2 5 . 0 0 %、

S i酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計 : 0 ~ 2 5 . 0 0 %、

Z r酸化物のZ r O<sub>2</sub>換算値の合計 : 0 ~ 5 . 0 0 %、

A l酸化物のA l<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算値の合計 : 0 ~ 5 . 0 0 %、

M g酸化物のM g O換算値の合計 : 0 ~ 5 . 0 0 %、

C a酸化物のC a O換算値の合計 : 0 ~ 2 5 . 0 0 %、

Na 酸化物の  $\text{Na}_2\text{O}$  換算値の合計：0～5.00%、  
K 酸化物の  $\text{K}_2\text{O}$  換算値の合計：0～5.00%、  
 $\text{CaF}_2$ ：0～30.00%、  
 $\text{CaCO}_3$ ：0～60.00%、  
 $\text{BaCO}_3$ ：0～15.00%、  
 $\text{MgCO}_3$ ：0～15.00%、及び  
 $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ：0～15.00%、を含み、  
前記フラックスの全質量に対する質量%で、前記フラックスの化学成分に  
おける金属成分が、

C：0.020～5.000%、  
Si：0～5.00%、  
Mn：0～30.00%、  
P：0～0.050%、  
S：0～0.050%、  
Cu：0～20.0%、  
Ni：0～20.0%、  
Cr：0～20.0%、  
Mo：0～10.0%、  
Nb：0～5.00%、  
V：0～5.0%、  
Co：0～1.00%、  
Pb：0～1.00%、  
Sn：0～1.00%、  
W：0～20.0%、  
Mg：0～5.00%、  
Al：0～5.0%、  
Ca：0～5.00%、  
Ti：0～5.000%、

B : 0 ~ 5. 0000 %、

REM : 0 ~ 5. 00 %、

Bi : 0 ~ 5. 000 %、

N : 0 ~ 5. 0000 %、並びに

残部 : Fe 及び不純物であり、かつ

前記  $\text{CaCO}_3$ 、前記  $\text{BaCO}_3$ 、前記  $\text{MgCO}_3$ 、及び前記  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  の含有量の合計が 5. 00 % 以上である < 1 > ~ < 4 > のいずれか 1 項に記載の被覆アーク溶接棒。

< 6 > 前記フラックスにおける前記 Mn 含有量及び前記 Ni 含有量の合計 (Mn + Ni) が 1. 00 % 以上である < 5 > に記載の被覆アーク溶接棒。

< 7 > 前記 Ti 酸化物の  $\text{TiO}_2$  換算値の合計と、前記 Si 酸化物の  $\text{SiO}_2$  換算値の合計と、前記 Zr 酸化物の  $\text{ZrO}_2$  換算値の合計と、前記 Al 酸化物の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  換算値の合計と、前記 Mg 酸化物の MgO 換算値の合計と、前記 Ca 酸化物の CaO 換算値の合計と、前記 Na 酸化物の  $\text{Na}_2\text{O}$  換算値の合計と、前記 K 酸化物の  $\text{K}_2\text{O}$  換算値の合計と、前記  $\text{CaF}_2$  含有量と、前記  $\text{CaCO}_3$  含有量と、前記  $\text{BaCO}_3$  含有量と、前記  $\text{MgCO}_3$  含有量と、前記  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  含有量と、の和 X が 94. 98 % 以下である < 5 > 又は < 6 > に記載の被覆アーク溶接棒。

< 8 > 前記フラックスの平均厚さが 5. 0 mm 以下である < 1 > ~ < 7 > のいずれか 1 項に記載の被覆アーク溶接棒。

< 9 > < 1 > ~ < 8 > のいずれか 1 項に記載の被覆アーク溶接棒を用いて、鋼材を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と共に、ヒュームの発生量が低減できる被覆アーク溶接棒、及び、当該被覆アーク溶接棒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「未満」が付されていない場合は、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] <被覆アーク溶接棒>

本開示に係る被覆アーク溶接棒（以下、単に「溶接棒」と称する場合がある。）は、鋼製の芯線と、芯線を被覆するフラックスとを備える。本開示に係る被覆アーク溶接棒は、芯線の化学成分が所定の組成である。

[0011] 本開示に係る被覆アーク溶接棒は、上記構成により、安価で、低温靱性に優れた溶接金属が得られると共に、ヒュームの発生量が低減できる溶接棒となる。

そして、本開示に係る被覆アーク溶接棒は、次の知見により見出された。

[0012] 発明者らは、Ni含有量を低減し、Mn含有量を高めても、溶接金属の低温靱性が向上し、かつヒュームの発生量が低減できる溶接棒を得る技術について検討した。その結果、次の知見を得た。

ヒュームは、溶融プールから発生した金属蒸気がアーク力によって空気中に放出され、これが固化した物である。このアーク力を制御すれば、ヒュームの発生量を低減できる。アーク力は溶接条件だけでなく、芯線の成分によって変わる。具体的には、芯線に含まれる、オーステナイト安定化元素とし

て機能するNiおよびMnの含有量を制御することで、溶接棒全体でのNi含有量を低減し、Mn含有量を高めても、アーク力が緩和され、低温靱性に優れた溶接金属が得られると共に、ヒュームの発生量も低減できる。

以上の知見から、本開示に係る被覆アーク溶接棒は、安価で、低温靱性に優れた溶接金属が得られると共に、ヒュームの発生量が低減できる溶接棒となることを見出された。

[0013] 加えて、フラックス中の、金属炭酸塩、酸化物、並びにMn及びNiについても、発明者らが検討した結果、それらの量を制御することで、さらに、低温靱性が向上することを知見した。

以上の知見から、本開示に係る被覆アーク溶接棒は、酸化物、並びにMn及びNiを所定量で含むことが好ましく、これによって安価で、低温靱性により優れた溶接金属が得られると共に、ヒュームの発生量が低減できる溶接棒となることを見出された。

[0014] 以下、本開示に係る被覆アーク溶接棒を構成する要件（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。

[0015] （芯線の化学成分）

以下、芯線の化学成分について詳細に説明する。

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

[0016] 芯線の化学成分は、

C : 0~0.650%、  
Si : 0.03~0.50%、  
Mn : 2.1~30.0%、  
P : 0~0.050%、  
S : 0~0.050%、  
Cu : 0~5.0%、  
Ni : 1.0~30.0%、  
Cr : 0~10.0%、

M o : 0 ~ 1 0 . 0 %、  
N b : 0 ~ 1 . 0 0 %、  
V : 0 ~ 1 . 0 0 %、  
C o : 0 ~ 1 . 0 0 %、  
P b : 0 ~ 1 . 0 0 %、  
S n : 0 ~ 1 . 0 0 %、  
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 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M n含有量及びN i含有量の合計 (M n + N i) が5 . 0 %以上であり、

M n含有量、N i含有量及びC r含有量の合計 (M n + N i + C r) が15 . 0 %以上であり、

前記芯線における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。

[0017] (C : 0 ~ 0 . 6 5 0 %)

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、芯線の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。芯線のC含有量が過剰であると、芯線が硬くなり、芯線加工が困難となる。また、スパッタも増大する。

よって、芯線のC含有量は、0 ~ 0 . 6 5 0 %とする。

ただし、芯線のC含有量を0 %にするには脱Cコストが上がる。また、溶接棒の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。そのため、芯線のC含有量が低いと、フラックスのC含有量を増やさなければならない。よって、芯線のC含有量の下限は、0 . 0 0 3 %、0 . 0 0 5 %、又は

0.008%としてもよい。

芯線の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。

[0018] (Si : 0.03~0.50%)

Siは、脱酸元素である。芯線のSi含有量が低すぎると、芯線の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、 $\delta$ 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、芯線のSi含有量は、0.03~0.50%とする。

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

芯線の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。

[0019] (Mn : 2.1~30.0%)

Mnは、ヒュームの発生量増大の原因となる元素である。ヒュームの発生量の低減には、芯線のMn含有量は、低ければ低いほど有利である。また、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。芯線のMn含有量が低すぎると、溶接棒全体のMn含有量が不足し、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。また、溶接金属の低温靱性を確保するために、フラックスのMn含有量を過度に増やす必要が生じる。

よって、芯線のMn含有量は、2.1~30.0%とする。

芯線のMn含有量の下限は、好ましくは、3.0%、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。

芯線のMn含有量の上限は、好ましくは、25.0%、20.0%、19.0%、18.0%、15.0%、又は12.0%である。

[0020] (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、芯線のP含有量は極力低減させることが好ましい。よって、芯線の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、芯線のP含有量は、0.003%以上がよい。

一方、芯線の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、芯線の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、芯線の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。

[0021] (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、芯線のS含有量は極力低減させることが好ましい。よって、芯線の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、芯線のS含有量は、0.003%以上がよい。

一方、芯線の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、芯線の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、芯線の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。

[0022] (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、芯線に含有させてもよい。一方、芯線のCu含有量が過剰であると、上記の効果が飽和する。また、芯線のCu含有量が過剰であると、芯線が硬くなり、芯線加工が

困難となる。

よって、芯線のCu含有量は、0～5.0%とする。

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

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

[0023] (Ni: 1.0～30.0%)

Niは、オーステナイト安定化元素である。芯線のNi含有量が低すぎると、溶接棒全体のNi含有量が不足し、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。また、溶接金属の低温靱性を確保するために、フラックスのNi含有量を過度に増やす必要が生じる。

一方、芯線のNi含有量を増やすと、溶接棒のコストが高くなる。

よって、芯線のNi含有量は、1.0～30.0%とする。

芯線のNi含有量の下限は、好ましくは、2.0%、3.0%、5.0%、6.0%超、6.2%、7.0%、8.0%超、又は8.2%である。

芯線の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。

[0024] (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、芯線に含有させてもよい。

一方、芯線のCr含有量が過剰であると、芯線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、芯線の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、芯線のCr含有量は、0～10.0%とする。

芯線の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。

芯線の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、又は5.8%である。

[0025] (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、芯線に含有させてもよい。一方、芯線のMo含有量が過剰であると、芯線が硬くなり、芯線加工が困難となる。また、芯線の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、芯線のMo含有量は、0~10.0%とする。

芯線のMo含有量の下限は、好ましくは、1.0%、2.0%、又は3.0%である。

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

[0026] (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、芯線に含有させてもよい。

一方で、芯線のNb含有量が過剰であると、芯線が硬くなり、芯線加工が困難となる。また、芯線の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、芯線のNb含有量は、0~1.00%とする。

芯線のNb含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、又は0.20%である。

芯線の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。

[0027] (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、芯線に含有させてもよい。

一方で、芯線のV含有量が過剰であると、芯線が硬くなり、芯線加工が困難となる。また、芯線の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、芯線のV含有量は、0～1.00%とする。

芯線のV含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、又は0.20%である。

芯線の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。

[0028] (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、芯線に含有させてもよい。

一方、芯線のCo含有量が過剰であると、芯線が硬くなり、芯線加工が困難となる。また、芯線のCo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、芯線のCo含有量は、0～1.00%とする。

芯線のCo含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、又は0.20%である。

芯線のCo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] (Pb : 0～1.00%)

Pb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、芯線に含有させてもよい。

一方、芯線のPb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、芯線のPb含有量は、0～1.00%とする。

芯線のPb含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、又は0.20%である。

芯線のPb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。

[0030] (Sn : 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、芯線に含有させてもよい。

一方、芯線の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、芯線のS n含有量は、0～1.00%とする。

芯線のS n含有量の下限は、好ましくは、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、又は0.20%である。

芯線の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。

[0031] (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、芯線に含有させてもよい。

一方、芯線のAl含有量が過剰であると、芯線中に粗大介在物が生成され、芯線加工が困難になる。また、芯線の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、芯線のAl含有量は、0～0.10%とする。

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

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

[0032] (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、芯線に含有させてもよい。

一方、芯線のTi含有量が過剰であると、芯線中に粗大介在物が生成され、芯線加工が困難になる。また、芯線の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、芯線のTi含有量は、0～0.10%とする。

芯線の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。

芯線のTi含有量の上限は、好ましくは、0.09%、0.08%、又は0.07%である。

[0033] (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、芯線に含有させてもよい。

一方、芯線のB含有量が過剰であると、芯線が硬くなり、芯線加工が困難となる。また、芯線のB含有量が過剰であると、 $M_{23}(C, B)_6$ が析出し、靱性劣化の原因となる。

よって、芯線のB含有量は、0~0.1000%とする。

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

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

[0034] (N : 0~0.5000%)

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、溶接金属の低温靱性及び強度の向上のため、芯線に含有させてもよい。

一方、芯線のN含有量が過剰であると、芯線が硬くなり、芯線加工が困難となる。また、芯線の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、芯線のN含有量は、0~0.5000%とする。

芯線のN含有量の下限は、好ましくは、0.0010%、0.0100%、又は0.0500%である。

芯線のN含有量の上限は、好ましくは、0.4500%、0.4000%、又は0.3500%である。

[0035] (O : 0~0.0050%)

Oは、不純物として芯線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、溶接金属における靱性および延性の劣化を招くため、芯線のO含有量の上限は、0.0050%以下とする。

芯線の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、芯線のO含有量の下限は、好ましくは、0.0003%、又は0.0005%である。

[0036] (残部：Fe及び不純物)

芯線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、芯線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、溶接棒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。

[0037] (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、溶接棒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、芯線における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。

芯線におけるMn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)は、好ましくは、7.0%以上、10.0%以上、又は15.0%以上である。

[0038] また、Mnはヒュームの発生量増大の原因となる元素である。また、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。そのため、溶接棒のコストを抑え、溶接金属の低温靱性を向上させつつ、ヒュームの発生量を低減する観点から、芯線における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。

芯線における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。

[0039] (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、溶接棒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、芯線における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。

芯線における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。

[0040] Mnはヒュームの発生量増大の原因となる元素である。また、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。Crはマルテンサイト組織を形成させる元素であり、芯線の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、溶接棒のコストを抑え、溶接金属の低温靱性を向上させつつ、ヒュームの発生量を低減し、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、芯線における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。

芯線における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。

[0041] (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、溶接金属の低温靱性を向上させる。一方、Niは高価な金属であり、Mnはヒュームの発生量増大の原因となる元素である。また、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。なお、Niは積層欠陥エネルギーを上げることで、靱性を向上させる。

そのため、溶接棒のコストを抑えつつ、溶接金属の低温靱性を向上し、かつヒュームの発生量を低減する観点から、芯線における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。

芯線における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、0.70、1.00、1.10、又は1.20である。

芯線における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、10.00、8.00、又は5.00である。

[0042] (磁気誘導法により求められるfcc割合)

溶接金属における低温靱性を高めるためには、芯線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、芯線におけるfcc割合を、70%以上とする。fcc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bccである。

[0043] 芯線の組織におけるfcc割合は、次の方法で求めることができる。

芯線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bcc割合(%)を測定し、測定されたbcc割合の算術平均値を求める。得られたbcc割合の平均値を用いて、以下の式により、芯線の組織におけるfcc割合(%)を求める。

$$\text{fcc 割合} = 100 - \text{bcc 割合}$$

[0044] (フラックスの化学成分)

以下、本開示に係るフラックスの好ましい化学成分について説明する。

なお、フラックスの化学成分の説明において、「%」は、特に説明がない

限り、「フラックスの全質量に対する質量%」を意味する。

[0045] 本開示に係るフラックスの化学成分は、

Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計：0～25.00%、

Si酸化物のSiO<sub>2</sub>換算値の合計：0～25.00%、

Zr酸化物のZrO<sub>2</sub>換算値の合計：0～5.00%、

Al酸化物のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算値の合計：0～5.00%、

Mg酸化物のMgO換算値の合計：0～5.00%、

Ca酸化物のCaO換算値の合計：0～25.00%、

Na酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計：0～5.00%、

K酸化物のK<sub>2</sub>O換算値の合計：0～5.00%、

CaF<sub>2</sub>：0～30.00%、

CaCO<sub>3</sub>：0～60.00%、

BaCO<sub>3</sub>：0～15.00%、

MgCO<sub>3</sub>：0～15.00%、及び

Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>：0～15.00%、を含むことが好ましい。

[0046] (Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計：0～25.00%)

Ti酸化物は、スラグ成分であり、ビード全体を均一にスラグで被包させる作用を有する。また、Ti酸化物は、アークの持続を安定させ、スパッタ発生量を低減させる効果を有し、溶接作業性（特に立向溶接性）が向上する。そのため、Ti酸化物を含ませてもよい。

ただし、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計とSi酸化物のSiO<sub>2</sub>換算値の合計の和が5.00%以上であることが好ましく、つまりTi酸化物とSi酸化物とのいずれか一方のみを含んでいてもよい。よって、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計の下限は0%であってもよい。

一方、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計が25.00%以下であることで、溶接金属の酸素量を抑制でき、低温靱性が確保できる。また、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計が25.00%以下であることで、スラグの粘性の高まりを抑制できるため、スラグが厚くなり過ぎず、ビードの止端部が膨らん

だ形状となることが抑制できる。また、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計が25.00%以下であることで、ピットの発生を抑制できる。また、スラグ巻き込みの発生を抑制できる。

[0047] よって、フラックスにおけるTi酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計は、0~25.00%とすることが好ましい。

Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計の下限は、より好ましくは、1.00%、2.00%、3.00%、又は5.00%である。

Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計の上限は、より好ましくは、23.00%、20.00%、18.00%、15.00%、13.00%、又は10.00%である。

[0048] なお、Ti酸化物は、主に、フラックス中の、ルチル、酸化チタン、チタンスラグ、イルミナイト、チタン酸ソーダ、チタン酸カリ等として存在し得る。このため、主に、フラックスのTi酸化物の含有量を制御することにより、上記範囲のTi酸化物の含有量とすることができる。

[0049] ここで、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計とは、フラックス中に含まれている全てのTi酸化物（例えば、TiO、TiO<sub>2</sub>、Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ti<sub>3</sub>O<sub>5</sub>などがあり、ルチル、酸化チタン、チタンスラグ、イルミナイト、チタン酸ソーダ、チタン酸カリ等として添加される。）をTiO<sub>2</sub>に換算した場合の、TiO<sub>2</sub>の溶接棒全質量に対する質量%である。

そして、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計は、蛍光X線分析装置及びX線回折（XRD）装置を用いて、フラックスに酸化物として存在するTiの質量を分析することで求める。なお、蛍光X線分析によりフラックス中に含有される成分を分析した上で、X線回折（XRD）にて含有される成分の分子構造を解析することで、フラックスに酸化物として存在するTiの量と金属成分として含まれるTiの量とを分けて求めることができる。

具体的には、まず溶接棒からフラックスを採取し、それを上記の方法により分析する。例えば、分析によってTiO<sub>2</sub>、Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ti<sub>3</sub>O<sub>5</sub>が検出された場合であれば、各Ti酸化物の質量%を[TiO<sub>2</sub>]、[Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]、[T

$i_3O_5]$  で表し、Ti 酸化物の  $TiO_2$  換算値の合計を [換算  $TiO_2$ ] で表すと、以下の式 1 により計算される。

$$[\text{換算 } TiO_2] = (0.60 \times [TiO_2] + 0.67 \times [Ti_2O_3] + 0.64 \times [Ti_3O_5]) \times 1.67 \dots \text{式 1}$$

式 1 における係数 (0.60、0.67、0.64) は、各酸化物中に含まれる Ti 量を算出するための係数であり、末尾の乗数 (1.67) は、フラックスに酸化物として存在する Ti の総量から  $TiO_2$  換算値を算出するための乗数である。

[0050] ここで、係数の求め方について説明する。 $M_xO_y$  (例;  $TiO_2$ 、 $Ti_2O_3$ 、 $Ti_3O_5$ ) の酸化物が検出されたとすると、 $M_xO_y$  にかかる係数は下記式 2 で計算する。

$$[M\text{元素の原子量}] \times x / ([M\text{元素の原子量}] \times x + [\text{酸素の原子量}] \times y) \dots \text{式 2}$$

式 1 における 0.60、0.67、0.64 が、上記式 2 で求められる係数に相当する。

また、換算値を算出するための乗数の求め方について説明する。 $M_aO_b$  (例;  $TiO_2$ ) に換算するための乗数は下記式 3 で計算する。

$$([M\text{元素の原子量}] \times a + [\text{酸素の原子量}] \times b) / ([M\text{元素の原子量}] \times a) \dots \text{式 3}$$

式 1 における 1.67 が、上記式 3 で求められる乗数に相当する。

なお酸化物は、2 種の金属元素と結合した化合物である場合も考えられる。その場合の係数の求め方は、 $M_xO_yM^z$  (例;  $TiO_3 \cdot Fe$ 、つまり  $M = Ti$ 、 $M^z = Fe$ 、 $x = 1$ 、 $y = 3$ 、 $z = 1$  の酸化物) が検出されたとすると、下記式 4 で計算する。

$$[M\text{元素の原子量}] \times x / ([M\text{元素の原子量}] \times x + [\text{酸素の原子量}] \times y + [M^z\text{元素の原子量}] \times z) \dots \text{式 4}$$

[0051] なお、Si 酸化物の  $SiO_2$  換算値の合計、Zr 酸化物の  $ZrO_2$  換算値の合計、Al 酸化物の  $Al_2O_3$  換算値の合計、Mg 酸化物の  $MgO$  換算値の合

計、Ca酸化物のCaO換算値の合計、Na酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計、K酸化物のK<sub>2</sub>O換算値の合計、Mn酸化物のMnO<sub>2</sub>換算値の合計、及びFe酸化物のFeO換算値の合計も、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計と同様の計算により得られる。つまり、蛍光X線分析装置及びX線回折（XRD）装置によって採取したフラックスを分析し、検出された各種酸化物に応じて、前記式2、式3、式4に即して係数および乗数を算出し、前記式1と同様にして計算する。

分析によって検出される代表的な酸化物を、以下に列挙する。

Si酸化物；SiO、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Si<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Zr酸化物；ZrO<sub>2</sub>

Al酸化物；AlO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>3</sub>O<sub>5</sub>

Mg酸化物；MgO、MgO<sub>2</sub>、Mg<sub>2</sub>O

Ca酸化物；CaO、CaO<sub>2</sub>

Na酸化物；Na<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

K酸化物；K<sub>2</sub>O、KO<sub>2</sub>

Mn酸化物；MnO、Mn<sub>2</sub>O、MnO<sub>2</sub>

Fe酸化物；FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、FeO<sub>3</sub>

[0052] (Si酸化物のSiO<sub>2</sub>換算値の合計：0～25.00%)

Si酸化物は、スラグ成分であり、溶融スラグの粘性を高め、スラグ剥離性を改善する作用を有するので、かかる観点からSi酸化物を含有させてもよい。

ただし、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計とSi酸化物のSiO<sub>2</sub>換算値の合計の和が5.00%以上であることが好ましく、つまりTi酸化物とSi酸化物とのいずれか一方のみを含んでいてもよい。よって、Si酸化物のSiO<sub>2</sub>換算値の合計の下限は0%であってもよい。

なお、Si酸化物のSiO<sub>2</sub>換算値の合計が0.10%以上であることで、スラグ被包状態がより良好になりスラグ剥離性が高められ、ビード形状及びビード外観をより良好にできる。また、溶接作業性（特に立向溶接性）が確

保できる。

一方、S i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計が25.00%以下であることで、溶接金属の酸素量を抑制でき、低温靱性が確保できる。また、S i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計が25.00%以下であることで、スパッタ発生量を抑制できる。さらに、S i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計が25.00%以下であることで、ピット及びガス溝等の発生を抑制できる。また、スラグ巻き込みの発生を抑制できる。

[0053] よって、フラックスにおけるS i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計は、0~25.00%とすることが好ましい。

S i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計の下限は、より好ましくは、0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、又は0.25%である。

S i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計の上限は、より好ましくは、23.00%、20.00%、18.00%、15.00%、13.00%、又は10.00%である。

[0054] なお、S i 酸化物は、主に、フラックス中の珪砂、ジルコンサンド、長石、珪酸ソーダ、珪酸カリ等として存在し得る。

[0055] (T i 酸化物のT i O<sub>2</sub>換算値の合計とS i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計の和が5.0%以上)

T i 酸化物およびS i 酸化物は、スラグ成分であり、スラグの被包状態を良好にする観点、および溶接作業性の観点から、少なくとも一方を含有させることが好ましい。特に、フラックスにおけるT i 酸化物のT i O<sub>2</sub>換算値の合計とS i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計の和を、5.0%以上とすることが好ましい。

フラックスにおけるT i 酸化物のT i O<sub>2</sub>換算値の合計とS i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計の和の下限は、より好ましくは、7.0%、又は10.0%である。

フラックスにおけるT i 酸化物のT i O<sub>2</sub>換算値の合計とS i 酸化物のS i O<sub>2</sub>換算値の合計の和の上限は、好ましくは、50.0%、45.0%、40

、 0%、 35.0%、 又は 30.0%である。

[0056] (Zr酸化物のZrO<sub>2</sub>換算値の合計：0～5.00%)

Zr酸化物は、溶接金属の酸素量を増加させ、低温靱性を劣化させる。そのため、低温靱性の観点からはZr酸化物は含まないことが好ましく、Zr酸化物のZrO<sub>2</sub>換算値の合計の下限は0%とする。

[0057] ただし、Zr酸化物は、スラグ成分であり、水平すみ肉溶接でスラグ被包性を高めてビード形状を平滑にする作用を有するので、かかる観点から含有させてもよい。

一方で、Zr酸化物のZrO<sub>2</sub>換算値の合計が5.00%以下であることで、ビード形状が凸状になることを抑制できる。また、スラグ巻き込みの発生を抑制できる。

[0058] よって、フラックスにおけるZr酸化物のZrO<sub>2</sub>換算値の合計は、0～5.00%とすることが好ましい。

Zr酸化物のZrO<sub>2</sub>換算値の合計の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、3.50%、又は3.00%である。

[0059] なお、Zr酸化物は、主に、フラックス中のジルコンサンド、酸化ジルコニウム等として存在し得るものであり、また、Ti酸化物に微量含有される場合もある。

[0060] (Al酸化物のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算値の合計：0～5.00%)

Al酸化物は、酸素源となるので、Al酸化物を添加すると、溶接金属中の酸素量が増加し、靱性劣化の要因となる。そのため、低温靱性の観点からはAl酸化物は含まないことが好ましく、Al酸化物のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算値の合計の下限は0%とする。

[0061] ただし、Al酸化物は、溶融スラグを構成した場合、スラグ被包性を良好にすることにより、すみ肉ビードの上脚側のアンダーカットを防止する作用を有するので、かかる観点から含有させてもよい。

一方、Al酸化物のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算値の合計が5.00%以下であることで、すみ肉ビードの下脚側のビード止端部が膨らんだビード形状となることを

抑制できる。また、スラグ巻き込みの発生を抑制できる。

よって、フラックスにおけるAl酸化物の $Al_2O_3$ 換算値の合計は、0～5.00%とすることが好ましい。

Al酸化物の $Al_2O_3$ 換算値の合計の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、3.50%、又は3.00%である。

[0062] なお、Al酸化物は、主にフラックス中のアルミナ、長石等の成分として存在する場合が多い。

[0063] (Mg酸化物のMgO換算値の合計：0～5.00%)

Mg酸化物は、溶接時に分解したMgが脱酸剤として作用し、溶接金属の酸素量を低減する。それにより溶接金属の低温靱性が向上するので、含有させてもよい。Mg酸化物のMgO換算値の合計が0.10%以上であることで、溶接金属の酸素量の低減作用が大きくなり、さらに低温靱性が向上する。

一方、Mg酸化物のMgO換算値の合計が5.00%以下であることで、溶接スラグの凝固温度の低温化を抑制でき、溶接作業性（特に立向溶接性）を向上できる。

[0064] よって、フラックスにおけるMg酸化物のMgO換算値の合計は、0～5.00%とすることが好ましい。

Mg酸化物のMgO換算値の合計の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

Mg酸化物のMgO換算値の合計の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、3.50%、又は3.00%である。

[0065] (Ca酸化物のCaO換算値の合計：0～25.00%)

Ca酸化物は、スラグ形状を整え、溶接後のスラグ剥離を容易にし、アークを安定にするので、含有させてもよい。

一方、Ca酸化物のCaO換算値の合計が25.00%以下であることで、Ca酸化物に含まれる酸素が溶融池に入りこむことによる溶接金属での酸素量の増加を抑制でき、溶接金属の靱性低下を抑制できる。

[0066] よって、フラックスにおけるCa酸化物のCaO<sub>2</sub>換算値の合計は、0～25.00%とすることが好ましい。

Ca酸化物のCaO<sub>2</sub>換算値の合計の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

Ca酸化物のCaO<sub>2</sub>換算値の合計の上限は、より好ましくは、23.00%、20.00%、18.00%、15.00%、13.00%、又は10.00%である。

[0067] (Na酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計：0～5.00%)

Na酸化物は、溶接時に分解したNaが脱酸剤として作用し、溶接金属の酸素量を低減する。それにより溶接金属の低温靱性が向上するので、含有させてもよい。Na酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計が0.10%以上であることで、溶接金属の酸素量の低減作用が大きくなり、さらに低温靱性が向上する。

一方、Na酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計が5.00%以下であることで、溶接スラグの凝固温度の低温化を抑制でき、溶接作業性（特に立向溶接性）を向上できる。

[0068] よって、フラックスにおけるNa酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計は、0～5.00%とすることが好ましい。

Na酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

Na酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、3.50%、又は3.00%である。

[0069] (K酸化物のK<sub>2</sub>O換算値の合計：0～5.00%)

K酸化物は、溶接時に分解したKが脱酸剤として作用し、溶接金属の酸素量を低減する。それにより溶接金属の低温靱性が向上するので、含有させてもよい。K酸化物のK<sub>2</sub>O換算値の合計が0.10%以上であることで、溶接金属の酸素量の低減作用が大きくなり、さらに低温靱性が向上する。

一方、K酸化物のK<sub>2</sub>O換算値の合計が5.00%以下であることで、溶接

スラグの凝固温度の低温化を抑制でき、溶接作業性（特に立向溶接性）を向上できる。

[0070] よって、フラックスにおけるK酸化物の $K_2O$ 換算値の合計は、0～5.00%とすることが好ましい。

K酸化物の $K_2O$ 換算値の合計の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

K酸化物の $K_2O$ 換算値の合計の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、3.50%、又は3.00%である。

[0071]（その他の酸化物）

本開示に係るフラックスには、その他の酸化物として、例えば、Fe酸化物、及びMn酸化物等の酸化物を含んでもよい。

なお、Fe酸化物の含有量とはFe酸化物のFeO換算値の合計を意味し、Mn酸化物の含有量とはMn酸化物のMnO換算値の合計を意味する。

[0072]（ $CaF_2$ ：0～30.00%）

$CaF_2$ は、溶接金属の酸素量を低減する効果があるので、含有させてもよい。 $CaF_2$ の含有量が0.10%以上であることで、溶接金属の酸素量の低減作用が大きくなり、さらに低温靱性が向上する。

一方、 $CaF_2$ の含有量が30.00%以下であることで、ヒュームの発生を低減でき、溶接欠陥の発生を抑制できる。

[0073] よって、フラックスにおける $CaF_2$ 含有量は、0～30.00%とすることが好ましい。

$CaF_2$ 含有量の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

$CaF_2$ 含有量の上限は、より好ましくは、28.00%、25.00%、23.00%、20.00%、18.00%、又は15.00%である。

[0074]（その他の弗化物）

本開示に係るフラックスには、その他の弗化物として、例えば、 $K_2SiF_6$ 、 $K_2ZrF_6$ 、 $NaF$ 、 $Na_3AlF_6$ 、及び $MgF_2$ 等の弗化物を含んでも

よい。

[0075] なお、 $\text{CaF}_2$ 、及びその他の弗化物の含有量は、前述したTi酸化物の含有量と同様に蛍光X線分析及びX線回折(XRD)によって測定する。

[0076] ( $\text{CaCO}_3$  : 0~60.00%)

( $\text{BaCO}_3$  : 0~15.00%)

( $\text{MgCO}_3$  : 0~15.00%)

( $\text{Li}_2\text{CO}_3$  : 0~15.00%)

金属炭酸塩は、アークによって電離し、 $\text{CO}_2$ ガスを発生させる。 $\text{CO}_2$ ガスは、溶接雰囲気中の水素分圧を下げ、溶接金属中の拡散性水素量を低減させる。そのため、本開示に係るフラックスは、金属炭酸塩として $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、及び $\text{Li}_2\text{CO}_3$ からなる群から選択される1種又は2種以上を含んでもよい。

一方、金属炭酸塩の含有量を低減することで、スパッタの発生量を抑制できる。

[0077] よって、フラックスにおける $\text{CaCO}_3$ 含有量は、0~60.00%とすることが好ましい。

$\text{CaCO}_3$ 含有量の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

$\text{CaCO}_3$ 含有量の上限は、より好ましくは、55.00%、50.00%、45.00%、40.00%、35.00%、又は30.00%である。

[0078] また、フラックスにおける $\text{BaCO}_3$ 含有量は、0~15.00%とすることが好ましい。

$\text{BaCO}_3$ 含有量の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

$\text{BaCO}_3$ 含有量の上限は、より好ましくは、14.00%、12.00%、10.00%、8.00%、7.00%、又は5.00%である。

[0079] また、フラックスにおける $\text{MgCO}_3$ 含有量は、0~15.00%とすることが好ましい。

MgCO<sub>3</sub>含有量の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

MgCO<sub>3</sub>含有量の上限は、より好ましくは、14.00%、12.00%、10.00%、8.00%、7.00%、又は5.00%である。

[0080] また、フラックスにおけるLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>含有量は、0~15.00%とすることが好ましい。

Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>含有量の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.40%である。

Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>含有量の上限は、より好ましくは、14.00%、12.00%、10.00%、8.00%、7.00%、又は5.00%である。

[0081] (CaCO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub>、及びLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の含有量の合計が5.00%以上)

CaCO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub>、及びLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は、シールドガスの発生源であり、良好な機械特性を確保する観点から、いずれか一種以上を含有させることが好ましい。特に、フラックスにおけるCaCO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub>、及びLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の含有量の合計を、5.00%以上とすることが好ましい。

なお、フラックスにおけるCaCO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub>、及びLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の含有量の合計の下限は、より好ましくは、7.00%、又は10.00%である。

フラックスにおけるCaCO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub>、及びLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の含有量の合計の上限は、好ましくは、90.00%、80.00%、70.00%、65.00%、又は60.00%である。

[0082] (その他の金属炭酸塩)

本開示に係るフラックスには、その他の金属炭酸塩として、例えば、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、FeCO<sub>3</sub>、MnCO<sub>3</sub>、及びSrCO<sub>3</sub>等の金属炭酸塩を含んでもよい。

[0083] なお、CaCO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub>、Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、及びその他の金属

炭酸塩の含有量は、前述したTi酸化物の含有量と同様に蛍光X線分析及びX線回折(XRD)によって測定する。

[0084] (Ti酸化物、Si酸化物、Zr酸化物、Al酸化物、Mg酸化物、Ca酸化物、Na酸化物、K酸化物、CaF<sub>2</sub>、CaCO<sub>3</sub>、BaCO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub>、及びLi<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の和X)

本開示に係るフラックスの化学成分は、被覆アーク溶接棒の全質量に対する質量%で、Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計と、Si酸化物のSiO<sub>2</sub>換算値の合計と、Zr酸化物のZrO<sub>2</sub>換算値の合計と、Al酸化物のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算値の合計と、Mg酸化物のMgO換算値の合計と、Ca酸化物のCaO換算値の合計と、Na酸化物のNa<sub>2</sub>O換算値の合計と、K酸化物のK<sub>2</sub>O換算値の合計と、CaF<sub>2</sub>含有量と、CaCO<sub>3</sub>含有量と、BaCO<sub>3</sub>含有量と、MgCO<sub>3</sub>含有量と、Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>含有量と、の和X(以下単に「特定添加剤の和X」と称す)が、94.98%以下であることが好ましい。

特定添加剤の和Xを94.98%以下とすることで、スラグ巻き込みを防ぐことができる。

特定添加剤の和Xは、より好ましくは、90.00%以下、85.00%以下、80.00%以下、75.00%以下、又は70.00%である。

[0085] (窒化物)

本開示に係るフラックスは、さらに窒化物を含んでもよい。

窒化物は、溶接金属中の拡散性水素量を減少させて、溶接金属の耐低温割れ性を顕著に向上させる働きを有する。この理由は明らかではないが、窒化物中のNが溶接中に水素(H)と結合してアンモニア(NH<sub>3</sub>)となり、このNH<sub>3</sub>が溶接金属外に放出されることが理由の一つであると推測される。

[0086] 本開示に係るフラックスには窒化物として、例えば、AlN、BN、Ca<sub>3</sub>N<sub>2</sub>、CeN、CrN、Cu<sub>3</sub>N、Fe<sub>4</sub>N、Fe<sub>3</sub>N、Fe<sub>2</sub>N、Mg<sub>3</sub>N、Mo<sub>2</sub>N、NbN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、TiN、VN、ZrN、Mn<sub>2</sub>N、及びMn<sub>4</sub>Nからなる群から選択される1種又は2種以上を含んでもよい。

[0087] なお、窒化物の含有量は、前述したTi酸化物の含有量と同様に蛍光X線

分析及びX線回折（XRD）によって測定する。

[0088]（フラックス入りワイヤの化学成分における金属成分）

次いで、本開示に係るフラックスの好ましい化学成分における金属成分について説明する。

なお、フラックスの金属成分の説明において、「%」は、特に説明がない限り、「フラックスの全質量に対する質量%」を意味する。

ここで、フラックスの「化学成分における金属成分」とは、フラックスに含まれる成分のうち、酸化物、弗化物、窒化物、及び金属炭酸塩を除く成分を意味する。

[0089] 本開示に係るフラックスは、被覆アーク溶接棒の全質量に対する質量%で、フラックスの化学成分における金属成分が、

C : 0.020~5.000%、

Si : 0~5.00%、

Mn : 0~30.00%、

P : 0~0.050%、

S : 0~0.050%、

Cu : 0~20.0%、

Ni : 0~20.0%、

Cr : 0~20.0%、

Mo : 0~10.0%、

Nb : 0~5.00%、

V : 0~5.0%、

Co : 0~1.00%、

Pb : 0~1.00%、

Sn : 0~1.00%、

W : 0~20.0%、

Mg : 0~5.00%、

Al : 0~5.0%、

Ca : 0 ~ 5.00%、

Ti : 0 ~ 5.000%、

B : 0 ~ 5.0000%、

REM : 0 ~ 5.00%、

Bi : 0 ~ 5.000%、

N : 0 ~ 5.0000%、並びに

残部 : Fe 及び不純物であることが好ましい。

つまり、本開示に係るフラックスにおいて、上記成分は、酸化物、弗化物、窒化物、及び金属炭酸塩以外に含まれる成分の含有量である。

[0090] また、フラックスにおけるMn含有量及びNi含有量の合計 (Mn + Ni) が1.00%以上であることが好ましい。

[0091] (C : 0.020 ~ 5.000%)

Cは、溶接金属の強度を向上させる元素であり、溶接金属の強度を確保するための元素である。

一方で、フラックスのC含有量を低減することで、溶接金属の強度上昇による、靱性を劣化させる影響を抑制でき、溶接金属の低温靱性を確保できる。

よって、フラックスのC含有量は、0.020 ~ 5.000%とすることが好ましい。

フラックスのC含有量の下限は、より好ましくは、0.050%、0.100%、又は0.200%である。

フラックスのC含有量の上限は、より好ましくは、4.500%、4.000%、3.500%、又は3.000%である。

[0092] (Si : 0 ~ 5.00%)

Siは、溶接金属の清浄度を向上し、ブローホールなどの溶接欠陥の発生を抑制するため、フラックスに含有させてもよい。

一方で、フラックスのSi含有量を低減することで、Ni鋼、Ni基合金鋼の溶接においては、溶接金属中でのミクロ偏析を抑制でき、偏析部での脆

化を抑制できる。

よって、フラックスのS i含有量は、0～5.00%とすることが好ましい。

フラックスのS i含有量の下限は、より好ましくは、0.10%、0.20%、0.25%、0.30%、又は0.35%である。

フラックスのS i含有量の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、3.50%、又は3.00%である。

[0093] (Mn : 0～30.00%)

Mnは、オーステナイト安定化元素であり、溶接金属のオーステナイト化を進行させることができ、低温靱性を確保できる。また、溶接金属の低温靱性を確保するために、芯線に添加するMn含有量を過度に増やさずに済む。

また、Mnは、脱酸剤として機能して溶接金属の清浄度を向上させる元素である。また、Mnは、MnSを形成することで、溶接金属中のSを無害化し、溶接金属の低温靱性を向上させる元素である。加えて、Mnは高温割れを防ぐ効果も有する。そのため、Mnをフラックスに含有させてもよい。

ただし、Mn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)が1.00%以上であることが好ましく、つまりフラックスはMnとNiとのいずれか一方のみを含んでいてもよい。よって、Mn含有量の下限は0%であってもよい。

一方、フラックスのMn含有量を低減することで、Ni鋼、Ni基合金鋼の溶接においては、溶接金属中でのミクロ偏析を抑制でき、偏析部での脆化を抑制できる。

よって、フラックスのMn含有量は、0～30.00%とすることが好ましい。

フラックスのMn含有量の下限は、より好ましくは、0.10%、0.50%、1.00%、2.00%、5.00%、7.00%、又は9.00%である。

フラックスのMn含有量の上限は、より好ましくは、28.00%、25

、 0.00%、22.00%、又は20.00%である。

[0094] (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、フラックスのP含有量は極力低減させることが好ましい。よって、フラックスの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、P含有量は、0.003%以上がよい。

一方、フラックスのP含有量が0.050%以下であれば、Pの靱性への悪影響を抑制できる。

よって、フラックスのP含有量は、0~0.050%とすることが好ましい。

溶接金属の靱性の低下を効果的に抑制するために、フラックスの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%以下がより好ましい。

[0095] (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、フラックスのS含有量は極力低減させることが好ましい。よって、フラックスの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、フラックスのS含有量は、0.003%以上がよい。

一方、フラックスのS含有量が0.050%以下であれば、Sの靱性への悪影響を抑制できる。

よって、フラックスのS含有量は、0~0.050%とすることが好ましい。

溶接金属の靱性の低下を効果的に抑制するために、フラックスの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%以下がより好ましい。

[0096] (Cu : 0~20.0%)

Cuは、析出強化元素であり、溶接金属の強度向上のため、フラックス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、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのCu含有量が過剰であると、上記の効果が飽和する。よって、フラックスのCu含有量は、0～20.0%とすることが好ましい。

フラックスのCu含有量の下限は、より好ましくは、0.5%、0.7%、又は1.0%である。

フラックスのCu含有量の上限は、より好ましくは、19.0%、18.0%、17.0%、又は15.0%である。

[0097] (Ni: 0～20.0)

Niは、オーステナイト安定化元素であり、溶接金属のオーステナイト化を進行させることができ、低温靱性を確保できる。また、溶接金属の低温靱性を確保するために、芯線に添加するNi含有量を過度に増やさずに済む。そのため、Niをフラックスに含有させてもよい。

ただし、Mn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)が1.00%以上であることが好ましく、つまりフラックスはMnとNiとのいずれか一方のみを含んでいてもよい。よって、Ni含有量の下限は0%であってもよい。

一方、フラックスのNi含有量を低減することで、フラックスのコストを低減できる。

よって、フラックスのNi含有量は、0～20.0%とすることが好ましい。

フラックスのNi含有量の下限は、より好ましくは、0.1%、0.5%、1.0%、2.0%、3.0%、5.0%、7.0%、10.0%、又は12.0%である。

フラックスのNi含有量の上限は、より好ましくは、19.0%、18.0%、17.0%、又は15.0%である。

[0098] (Cr: 0～20.0%)

Crは、オーステナイト安定化元素であり、溶接金属のオーステナイト化

を進行させることができ、低温靱性を確保できる。また、溶接金属の低温靱性を確保するために、芯線に添加するNi含有量を過度に増やさずに済む。そのため、Crをフラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのCr含有量を低減することで、溶融金属における低融点化合物の量を低減でき、さらに溶融金属の固液共存温度範囲が狭まるので、高温割れの発生を抑制できる。

よって、フラックスのCr含有量は、0～20.0%とすることが好ましい。

フラックスのCr含有量の下限は、より好ましくは、0.1%、0.5%、1.0%、2.0%、2.5%、3.0%、又は3.5%である。

フラックスのCr含有量の上限は、より好ましくは、19.0%、18.0%、17.0%、又は15.0%である。

[0099] (Mo : 0～10.0%)

Moは、固溶強化元素、かつ析出強化元素であり、溶接金属の強度向上のために、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのMo含有量を低減することで、溶接金属の強度が過剰となることが抑制でき、低温靱性を確保できる。

よって、フラックスのMo含有量は、0～10.0%とすることが好ましい。

フラックスのMo含有量の下限は、より好ましくは、0.1%、0.5%、1.0%、2.0%、2.5%、3.0%、又は3.5%である。

フラックスのMo含有量の上限は、より好ましくは、9.8%、9.5%、9.0%、8.5%、又は8.0%である。

[0100] (Nb : 0～5.00%)

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、フラックスに含有させてもよい。

一方で、フラックスのNb含有量を低減することで、溶接金属の高温割れの発生を抑制できる。

よって、フラックスのNb含有量は、0～5.00%とすることが好ましい。

フラックスのNb含有量の下限は、より好ましくは、0.10%、0.50%、1.00%、又は1.50%である。

フラックスのNb含有量の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、又は3.50%である。

[0101] (V : 0～5.0%)

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、フラックスに含有させてもよい。

一方で、フラックスのV含有量を低減することで、溶接金属の高温割れの発生を抑制できる。

よって、フラックスのV含有量は、0～5.0%とすることが好ましい。

フラックスのV含有量の下限は、より好ましくは、0.1%、0.5%、1.0%、又は1.5%である。

フラックスのV含有量の上限は、より好ましくは、4.5%、4.0%、又は3.5%である。

[0102] (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、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのCo含有量を低減することで、溶接金属の延性の低下が抑制でき、靱性を確保できる。

よって、フラックスのCo含有量は、0～1.00%とすることが好ましい。

フラックスのCo含有量の下限は、より好ましくは、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、又は0.20%である。

フラックスのCo含有量の上限は、より好ましくは、0.90%、0.80%、0.70%、0.60%、又は0.30%である。

[0103] (Pb : 0～1.00%)

Pbは、溶接金属の切削性を向上させる効果があるため、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのPb含有量を低減することで、アーク状態を良好に保ちスパッタの発生を抑制できる。

よって、フラックスのPb含有量は、0～1.00%とすることが好ましい。

フラックスのPb含有量の下限は、より好ましくは、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、又は0.20%である。

フラックスのPb含有量の上限は、より好ましくは、0.90%、0.80%、0.70%、0.60%、又は0.30%である。

[0104] (Sn : 0～1.00%)

Snは、溶接金属の耐食性を向上させる元素であるため、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのSn含有量を低減することで、溶接金属での割れ発生を抑制できる。

よって、フラックスのSn含有量は、0～1.00%とすることが好ましい。

フラックスのSn含有量の下限は、より好ましくは、0.01%、0.05%、0.10%、0.15%、又は0.20%である。

フラックスのSn含有量の上限は、より好ましくは、0.90%、0.80%、0.70%、0.60%、又は0.30%である。

[0105] (W : 0～20.0%)

Wは、固溶強化元素であり、溶接金属の強度向上のために、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのW含有量を低減することで、溶接金属の強度が過剰となることが抑制でき、靱性を確保できる。

よって、フラックスのW含有量は、0～20.0%とすることが好ましい。

フラックスのW含有量の下限は、より好ましくは、0.1%、0.5%、1.0%、又は2.0%である。

フラックスのW含有量の上限は、より好ましくは、19.0%、180%、17.0%、又は15.0%である。

[0106] (Mg : 0~5.00%)

Mgは、脱酸元素であり、溶接金属の酸素を低減し、溶接金属の靱性の改善に効果があるため、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのMg含有量を低減することで、アークが安定して、スパッタおよびブローホールを低減でき、溶接作業性を確保できる。

よって、フラックスのMg含有量は、0~5.00%とすることが好ましい。

フラックスのMg含有量の下限は、より好ましくは、0.02%、0.05%、0.10%、0.20%、又は0.50%である。

フラックスのMg含有量の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、又は3.50%である。

[0107] (Al : 0~5.0%)

Alは、脱酸元素であり、ブローホールなどの溶接欠陥の発生の抑制、及び溶接金属の清浄度向上等に効果があるため、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのAl含有量を低減することで、Alが溶接金属中で窒化物又は酸化物を形成することが低減でき、溶接金属の低温靱性を確保できる。

よって、フラックスのAl含有量は、0~5.0%とすることが好ましい。

フラックスのAl含有量の下限は、より好ましくは、0.01%、0.02%、0.05%、0.1%、0.2%、又は0.5%である。

フラックスのAl含有量の上限は、より好ましくは、4.5%、4.0%、又は3.5%である。

## [0108] (Ca : 0~5.00%)

Caは、溶接金属中で硫化物の構造を変化させ、また溶接金属中での硫化物及び酸化物のサイズを微細化する働きを有するので、溶接金属の延性及び靱性向上に有効である。そのため、Caをフラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのCa含有量を低減することで、硫化物及び酸化物の粗大化を抑制でき、溶接金属の低温靱性を確保できる。また、溶接ビード形状の劣化の抑制及びアークの安定化により溶接性を確保できる。

よって、フラックスのCa含有量は、0~5.00%とすることが好ましい。

フラックスのCa含有量の下限は、より好ましくは、0.01%、0.02%、0.03%、0.05%、0.10%、0.20%、0.30%、又は0.50%である。

フラックスのCa含有量の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、又は3.50%である。

## [0109] (Ti : 0~5.000%)

Tiは、脱酸元素であり、ブローホールなどの溶接欠陥の発生の抑制、および清浄度向上等に効果があるため、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのTi含有量を低減することで、溶接金属における炭化物の生成を抑制でき、溶接金属の靱性を確保できる。

よって、フラックスのTi含有量は、0~5.000%とすることが好ましい。

フラックスのTi含有量の下限は、より好ましくは、0.020%、0.050%、0.100%、0.200%、0.300%、又は0.500%である。

フラックスのTi含有量の上限は、より好ましくは、4.500%、4.000%、又は3.500%である。

## [0110] (B : 0~5.0000%)

Bは、溶接金属の結晶粒界を強化させ、溶接金属の引張強さを一層高める

効果があるため、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのB含有量を低減することで、溶接金属中のBの量も低減でき、粗大なBN又は $Fe_{23}(C, B)_6$ 等のB化合物の形成が抑制され、溶接金属の低温靱性を確保できる。

よって、フラックスのB含有量は、0～5.0000%とすることが好ましい。

フラックスのB含有量の下限は、より好ましくは、0.0010%、0.0050%、0.0100%、0.0500%、0.1000%、0.2000%、又は0.5000%である。

フラックスのB含有量の上限は、より好ましくは、4.5000%、4.0000%、又は3.5000%である。

[0111] (REM: 0～5.00%)

REMは、アークを安定化させる元素であるので、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのREM含有量を低減することで、スパッタの発生を低減でき、溶接作業性を確保できる。

よって、フラックスのREM含有量は、0～5.00%とすることが好ましい。

フラックスのREM含有量の下限は、より好ましくは、0.001%、0.005%、0.01%、0.05%、0.10%、0.20%、又は0.50%である。

フラックスのREM含有量の上限は、より好ましくは、4.50%、4.00%、又は3.50%である。

[0112] なお「REM」とは、Sc、Yおよびランタノイドからなる合計17元素を指し、上記「REM含有量」とは、これらの17元素の合計含有量を意味する。ランタノイドをREMとして用いる場合、工業的には、REMはミッシュメタルの形で含有される。

[0113] (Bi: 0～5.000%)

B i は、スラグの剥離性を改善する元素であるため、フラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのB i 含有量を低減することで、溶接金属における凝固割れの発生を抑制できる。

よって、フラックスのB i 含有量は、0～5.000%とすることが好ましい。

フラックスのB i 含有量の下限は、より好ましくは、0.005%、0.010%、0.050%、0.100%、0.200%、又は0.500%である。

フラックスのB i 含有量の上限は、より好ましくは、4.500%、4.000%、又は3.500%である。

[0114] (N : 0～5.0000%)

Nは、オーステナイト安定化元素であり、かつ侵入型固溶強化元素でもある。また、Nは、溶接金属の強度上昇による、溶接金属の靱性への悪影響も、Cに比較して少ない元素である。そのため、Nをフラックスに含有させてもよい。

一方、フラックスのN含有量を低減することで、ブローの発生を低減でき、溶接欠陥の発生を抑制できる。

よって、フラックスのN含有量は、0～5.0000%とすることが好ましい。

フラックスのN含有量の下限は、より好ましくは、0.0050%、0.0070%、0.0100%、0.0150%、0.0200%、0.0300%、0.0500%、0.0700%、0.1000%、又は0.1500%である。

フラックスのN含有量の上限は、より好ましくは、4.5000%、4.0000%、又は3.5000%である。

[0115] (残部：F e 及び不純物)

フラックスの化学成分におけるその他の残部成分は、F e と不純物である

。

また、不純物とは、フラックスを工業的に製造する際に、原料に由来して、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、フラックスに悪影響を与えない範囲で許容されるものを意味する。

[0116] (Mn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni))が1.00%以上)

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、溶接棒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、フラックスにおける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1.00%以上とすることが好ましい。

フラックスにおけるMn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)は、好ましくは、2.00%以上、3.00%以上、又は5.00%以上である。

[0117] また、Mnはヒュームの発生量増大の原因となる元素である。また、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。そのため、溶接棒のコストを抑え、溶接金属の低温靱性を向上させつつ、ヒュームの発生量を低減する観点から、フラックスにおける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、50.00%以下とすることが好ましい。

フラックスにおけるMn含有量及びNi含有量の合計(Mn+Ni)は、より好ましくは、45.00%以下、40.00%以下、35.00%以下、32.00%以下、30.00%以下、又は25.00%以下である。

[0118] 本開示に係る被覆アーク溶接棒は、芯線表面に形成されためっきをさらに備えてもよい。

[0119] 本開示に係る被覆アーク溶接棒に含まれる水素量は特に限定されないが、溶接金属の拡散性水素量を低減するためには、被覆アーク溶接棒の全質量に対して12ppm以下であることが好ましい。被覆アーク溶接棒中の水素量は、被覆アーク溶接棒の保管の間に、被覆アーク溶接棒内に水分が侵入することにより増大するおそれがある。従って、溶接棒製造から溶接棒使用まで

の期間が長い場合は、水分等のHの供給源が侵入することを防止するために、被覆アーク溶接棒全体を真空包装するか、乾燥した状態で保持できる容器内で被覆アーク溶接棒を保存することが望ましい。

[0120] (溶接棒直径)

本開示に係る被覆アーク溶接棒の直径は特に限定されないが、例えば $\phi 3.2 \sim \phi 6.0$  mmである。なお、一般的な被覆アーク溶接棒の直径は $\phi 2.6 \sim \phi 7.0$  mmである。

[0121] (厚さ)

本開示に係る被覆アーク溶接棒におけるフラックスの平均厚さは、特に限定されない。一般的な被覆アーク溶接棒におけるフラックスの厚さに鑑みて、本開示に係る被覆アーク溶接棒におけるフラックスの平均厚さの上限値を、例えば $5.0$  mm、 $4.0$  mm、又は $3.0$  mmとしてもよい。また、本開示に係る被覆アーク溶接棒におけるフラックスの平均厚さの下限値を、例えば $0.2$  mm、 $0.5$  mm、 $0.8$  mm、又は $1.0$  mmとしてもよい。

なお、フラックスの平均厚さは、任意の5箇所について被覆アーク溶接棒の外径を測定し、その外径から芯線の直径を除いた値の $1/2$ の値を算出し、その算術平均値を平均厚さとした。

式で表すと、フラックス厚さ = ( (被覆アーク溶接棒の外径の直径) - (芯線の直径) ) / 2 となる。

[0122] <被覆アーク溶接棒の製造方法>

次に、本開示に係る被覆アーク溶接棒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、本開示に係る被覆アーク溶接棒を製造する方法は、以下の方法に限定されるものではない。

[0123] 本開示に係る被覆アーク溶接棒は、例えば芯線を準備する工程と、芯線にフラックスを塗布する工程と、芯線及びフラックスを焼成する工程と、を経て製造することができる。

[0124] 芯線を準備する工程では、例えば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、芯線が得られる。なお、適宜熱処理を行ってもよい。

[0125] 次いで、この芯線にフラックスを塗布した後、芯線及びフラックスを焼成する。焼成の条件としては、特に限定されるものではないが、例えば焼成温度150～450℃程度で、焼成時間0.1～3時間程度としてもよい。なお、フラックスには、固着剤（例えば珪酸カリおよび珪酸ソーダの水溶液）を添加してもよい。

[0126] <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被覆アーク溶接棒を用いて、鋼材を溶接する工程を備える。

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、高強度及び高靱性を有する。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及び高靱性を有する。

[0127] 本開示に係る溶接継手の製造方法において、溶接方式は、ガスシールドアーク溶接が好適である。

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以上である6%～9%のNiを含むNi系低温用鋼板を好適に用いることができる。

[0128] 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、本開示に係る被覆アーク溶接棒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被覆アーク溶接棒が用いられる。

被覆アーク溶接棒の極性は、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、交流および直流のいずれであってもよいが、交流であることが好ましい。また、直流の場合は棒プラスであることが好ましい。

[0129] 本開示に係る溶接継手の製造方法における溶接姿勢は特に限定されない。

本開示に係る溶接継手の製造方法は、溶接姿勢が下向姿勢、横向姿勢、立向姿勢、及び上向姿勢のいずれであっても、良好な溶接作業性（特に立向溶接性）を発揮することができる。

- [0130] 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、本開示に係る被覆アーク溶接棒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590～1200MPaの高強度とすることが好ましい。

### 実施例

- [0131] 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。

- [0132] （被覆アーク溶接棒の製造）

本開示例及び比較例の被覆アーク溶接棒は、以下に説明する方法により製造した。

まず、表1-A、表1-Bに示す化学成分を有する芯線に対し、表2-A、表2-B、表2-C及び表2-Dに示す化学成分を有するフラックスを塗布し、300～500℃の温度範囲内で1～3時間の範囲で焼成することで、被覆アーク溶接棒を試作した。得られた被覆アーク溶接棒の最終の溶接棒径はφ6.0mm、フラックスの平均厚さは1.0mmであった。これら被覆アーク溶接棒の構成を表1-A、表1-B、表2-A、表2-B、表2-C及び表2-Dに示す。

- [0133] 表1-A、表1-B、表2-A、表2-B、表2-C及び表2-Dに示された、芯線の化学成分の含有量の単位は、芯線全質量に対する質量%である。また、フラックスの化学成分の含有量、酸化物の含有量、弗化物の含有量

、金属炭酸塩の含有量、及び鉄粉の含有量の単位は、フラックスの全質量に対する質量%である。表中において「芯線全質量に対する質量%」及び「フラックス全質量に対する質量%」は、共に、「質量%」と略し、「フラックスの化学成分における金属成分」は、「フラックスの化学成分」と略した。

また、表2-Cに示された、「 $TiO_2$ 」はTi酸化物の $TiO_2$ 換算値の合計を、「 $SiO_2$ 」はSi酸化物の $SiO_2$ 換算値の合計を、「 $ZrO_2$ 」はZr酸化物の $ZrO_2$ 換算値の合計を、「 $Al_2O_3$ 」はAl酸化物の $Al_2O_3$ 換算値の合計を、「 $MgO$ 」はMg酸化物の $MgO$ 換算値の合計を、「 $CaO$ 」はCa酸化物の $CaO$ 換算値の合計を、「 $Na_2O$ 」はNa酸化物の $Na_2O$ 換算値の合計を、「 $K_2O$ 」はK酸化物の $K_2O$ 換算値の合計を、示す。

表2-Dに示された「和X」は、Ti酸化物の $TiO_2$ 換算値の合計と、Si酸化物の $SiO_2$ 換算値の合計と、Zr酸化物の $ZrO_2$ 換算値の合計と、Al酸化物の $Al_2O_3$ 換算値の合計と、Mg酸化物の $MgO$ 換算値の合計と、Ca酸化物の $CaO$ 換算値の合計と、Na酸化物の $Na_2O$ 換算値の合計と、K酸化物の $K_2O$ 換算値の合計と、 $CaF_2$ 含有量と、 $CaCO_3$ 含有量と、 $BaCO_3$ 含有量と、 $MgCO_3$ 含有量と、 $Li_2CO_3$ 含有量と、の和を示す。

[0134]

[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	0.009	0.03	6.0	0.026	0.024	3.0	10.0	4.0				0.10
2	本開示例	0.004	0.05	5.0	0.016	0.027	2.0	10.0	5.0	10.0		0.50	
3	本開示例	0.013	0.05	6.0	0.014	0.011		6.0	10.0	6.0			
4	本開示例	0.005	0.04	9.0	0.005	0.025		15.0	9.0	10.0	0.50		
5	本開示例	0.009	0.05	9.0	0.014	0.015		10.0	10.0	9.0			
6	本開示例	0.135	0.14	18.0	0.020	0.011	1.0	10.0		10.0			0.20
7	本開示例	0.028	0.08	20.0	0.008	0.008	4.0	20.0		9.0		0.01	
8	本開示例	0.034	0.17	10.0	0.017	0.029	4.0	16.0	9.0	6.0			
9	本開示例	0.179	0.11	11.0	0.029	0.014	5.0	13.0	10.0	9.0		0.05	0.01
10	本開示例	0.058	0.13	16.0	0.006	0.024	3.0	19.0	6.0	5.0			
11	本開示例	0.192	0.09	20.0	0.013	0.006		11.0	3.0	5.0	0.01		
12	本開示例	0.148	0.19	15.0	0.012	0.010		16.0		6.0			0.15
13	本開示例	0.106	0.14	14.0	0.023	0.009	4.0	15.0		3.0			
14	本開示例	0.020	0.03	18.0	0.018	0.025	1.0	8.0		2.0			
15	本開示例	0.154	0.03	30.0	0.008	0.015	4.0	20.0	9.0	5.0			
16	本開示例	0.154	0.03	10.0	0.019	0.024		15.0	1.0	10.0			
17	本開示例	0.141	0.05	14.0	0.009	0.028	2.0	15.0	5.0	10.0			
18	本開示例	0.050	0.05	10.0	0.008	0.004		13.0	7.0	3.0	0.01		0.01
19	本開示例	0.050	0.05	10.0	0.008	0.004		13.0	7.0	3.0	0.01		0.01
20	本開示例	0.050	0.15	10.0	0.008	0.004		13.0	7.0	3.0			0.01
21	本開示例	0.151	0.05	18.0	0.028	0.010		17.0	5.0	2.0			
22	本開示例	0.062	0.05	15.0	0.020	0.027		18.0	4.0	10.0			
23	本開示例	0.050	0.15	10.0	0.008	0.004		13.0	7.0	3.0	0.01		0.01
24	本開示例	0.040	0.04	17.0	0.024	0.012	1.0	18.0	10.0	6.0			
25	本開示例	0.152	0.03	10.0	0.006	0.009	1.0	13.0	9.0	3.0			
26	本開示例	0.640	0.05	10.0	0.008	0.004		13.0	7.0	3.0	0.01		0.01
27	本開示例	0.500	0.03	5.0	0.014	0.027		4.0	7.0				
28	本開示例	0.400	0.20	29.0	0.007	0.008		4.0			0.01		
29	本開示例	0.400	0.20	4.5	0.007	0.008		29.0	7.0	3.0	0.01		
30	本開示例	0.200	0.20	3.5	0.007	0.008		15.0	5.0	5.0			
A1	比較例	0.028	0.08	35.0	0.008	0.008	4.0	1.0		9.0		0.01	
A2	比較例	0.040	0.10	1.0	0.017	0.017	4.0	2.0	0.4	0.1			
A3	比較例	0.070	0.10	25.0	0.021	0.020	4.0	0	0.4	0.4			
A4	比較例	0.400	0.03	4.0	0.014	0.027		4.0	4.0				

[0135]

[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 (%)
1	本開示例			0.04	0.06		0.2500	0.0014	16.0	20.0	1.67	100
2	本開示例			0.03			0.1540	0.0030	15.0	20.0	2.00	99
3	本開示例				0.01		0.0235	0.0025	12.0	22.0	1.00	100
4	本開示例		0.20		0.06			0.0022	24.0	33.0	1.67	99
5	本開示例				0.10			0.0026	19.0	29.0	1.11	98
6	本開示例				0.07		0.1410	0.0015	28.0	28.0	0.56	98
7	本開示例	0.01		0.05	0.04		0.4970	0.0027	40.0	40.0	1.00	99
8	本開示例			0.04	0.01			0.0016	26.0	35.0	1.60	99
9	本開示例		0.01	0.06			0.0144	0.0015	24.0	34.0	1.18	100
10	本開示例							0.0030	35.0	41.0	1.19	99
11	本開示例	0.50				0.0010	0.0458	0.0028	31.0	34.0	0.55	98
12	本開示例					0.0010		0.0017	31.0	31.0	1.07	99
13	本開示例						0.0059	0.0017	29.0	29.0	1.07	98
14	本開示例	0.15						0.0017	26.0	26.0	0.44	100
15	本開示例						0.1790	0.0016	50.0	59.0	0.87	99
16	本開示例		0.15	0.07			0.2430	0.0021	25.0	26.0	1.50	100
17	本開示例			0.09				0.0019	29.0	34.0	1.07	100
18	本開示例					0.0010	0.0150	0.0015	23.0	30.0	1.30	100
19	本開示例					0.0010	0.0150	0.0016	23.0	30.0	1.30	98
20	本開示例						0.0100	0.0023	23.0	30.0	1.30	99
21	本開示例			0.01	0.01			0.0029	35.0	40.0	0.94	98
22	本開示例			0.05	0.03		0.1060	0.0014	33.0	37.0	1.20	100
23	本開示例						0.0150	0.0014	23.0	30.0	1.30	99
24	本開示例			0.04			0.4290	0.0013	35.0	45.0	1.06	99
25	本開示例			0.03	0.04		0.1890	0.0043	23.0	32.0	1.30	98
26	本開示例					0.0010	0.0150	0.0044	23.0	30.0	1.30	99
27	本開示例							0.0013	9.0	16.0	0.80	89
28	本開示例			0.03				0.0015	33.0	33.0	0.14	98
29	本開示例							0.0050	33.5	40.5	6.44	99
30	本開示例						0.0400	0.0016	18.5	23.5	4.29	73
A1	比較例	0.01		0.05	0.04		0.4970	0.0032	36.0	36.0	0.03	98
A2	比較例						0.0110	0.0005	3.0	3.4	2.00	0
A3	比較例						0.0120	0.0041	25.0	25.4	0	97
A4	比較例							0.0015	8.0	12.0	1.00	62

[0136]

[表2-A]

ワイヤ 番号	区分	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Co	Pb
1	本開示例	0.221	0.37		0.021	0.020			2.9			3.1	0.10	
2	本開示例	0.437			0.012	0.022	6.2		1.4	8.4	1.66			
3	本開示例	0.221	0.37	2.00	0.021	0.020			2.9			3.1	0.10	
4	本開示例	0.026	0.45	20.00	0.004	0.021		22.0	6.9					
5	本開示例	0.123	0.56		0.014	0.013		25.0	8.0		0.76			
6	本開示例	0.025			0.014	0.010				11.0		4.7	0.08	
7	本開示例	0.247			0.006	0.008			25.0			1.2		
8	本開示例	0.068			0.014	0.022		5.0	6.8		3.54	3.4	0.30	
9	本開示例	0.426	0.80	2.00	0.021	0.010		8.8	6.6	7.8	2.89		0.00	
10	本開示例	0.341	0.80	11.32	0.006	0.021	0.1	8.7	4.6	7.7	4.12			
11	本開示例	0.413	0.51		0.012	0.007	7.4		2.3	5.3	4.79			0.28
12	本開示例	0.365	0.25		0.009	0.010	2.4			8.6			0.50	
13	本開示例	0.360	0.35		0.020	0.008	0.4			9.9				
14	本開示例	0.180	0.28		0.014	0.018	0.5			5.5				
15	本開示例	0.418	0.40	22.04	0.006	0.012			5.9	9.6		4.0		
16	本開示例	0.249	0.76	8.07	0.012	0.015			0.6	8.8	5.00			
17	本開示例	0.158	0.28		0.008	0.023	6.3		3.8	8.8		2.8		
18	本開示例	1.875	3.21		0.007	0.006		20.0			0.01			
19	本開示例	1.875	3.21		0.007	0.006		4.5			0.01			
20	本開示例	1.875	3.21		0.007	0.006		4.5			0.01			
21	本開示例	0.063	0.28	20.00	0.021	0.009		15.0	3.3	9.3		0.3		
22	本開示例	0.482		1.00	0.014	0.019		10.0	2.5	5.6	0.86		0.50	
23	本開示例	1.875	2.50		0.007	0.006		4.5						
24	本開示例	0.236	0.24	17.90	0.017	0.009	4.1		6.7	9.1	1.73	4.3		0.30
25	本開示例	0.348	0.39	15.00	0.005	0.008	6.5	9.9	7.1	5.2	5.00	4.2		
26	本開示例	1.900	3.20		0.007	0.006		5.0						
27	本開示例	1.800	3.00		0.007	0.006		4.5			0.01			
28	本開示例	1.900	2.50		0.014	0.018		5.0						
29	本開示例	1.700	2.00		0.007	0.006		4.5						
30	本開示例	0.060			0.014	0.022		5.0						
A1	比較例	0.247			0.008	0.008			25.0			1.2		
A2	比較例	0.087	0.83	0.61	0.006	0.007		0.2	0.4	0.5	0.23	0.3		
A3	比較例	0.103	0.76	0.45	0.026	0.017		0.1	0.03	0.5	0.45	0.3		
A4	比較例	0.087	0.83	0.61	0.008	0.007		0.2	0.4	0.5	0.23	0.3		

[0137]

[表2-B]

ワイヤ 番号	区分	Sn	W	Mg	Al	Ca	Ti	B	REM	Bi	N	Fe	Mn+Ni
1	本開示例		3.98								0.5400	3.1	0.00
2	本開示例	10.0				1.00					0.2149		0.00
3	本開示例		3.98								0.1242	3.1	2.00
4	本開示例	0.12				0.09					0.2348	4.3	42.00
5	本開示例				2.0		0.060			0.045	0.3785	1.8	25.00
6	本開示例			0.14			0.070		0.50		0.4737		0.00
7	本開示例			2.04			0.060				0.2967	3.3	0.00
8	本開示例			3.23	2.0						0.3529	3.0	5.00
9	本開示例					1.00					2.0000		10.80
10	本開示例									0.043	0.0479		20.02
11	本開示例	0.90			1.0					0.020	0.0250	4.0	0.00
12	本開示例			0.54						0.035	0.0424	0.1	0.00
13	本開示例			4.56		0.10			0.03	0.002	0.0239	3.8	0.00
14	本開示例		4.0			0.09					4.0000		0.00
15	本開示例		5.0		2.0	0.05	0.020				0.0325	5.1	22.04
16	本開示例	0.80	9.0			0.08	0.040				0.0488	1.8	8.07
17	本開示例		3.0	2.80		0.06	0.040	0.0040	1.00		5.0000		0.00
18	本開示例			1.83								4.4	20.00
19	本開示例			1.83								4.4	4.51
20	本開示例			1.05									4.51
21	本開示例		8.0	0.71		0.06	0.030				0.0308	1.4	35.00
22	本開示例		4.0	4.72		0.05	0.030				0.0212	2.1	11.00
23	本開示例			1.00									4.51
24	本開示例		7.0	4.27			0.090	0.0080		0.001	0.0203	4.8	17.90
25	本開示例		7.0	4.63			0.100	0.0100		0.012	0.0120		24.90
26	本開示例											4.4	5.00
27	本開示例			1.00								4.4	4.51
28	本開示例											4.4	5.00
29	本開示例			1.00									4.51
30	本開示例												5.00
A1	比較例			2.04			0.060				0.2967	3.3	0.00
A2	比較例						0.120	0.0070			0.0051		0.84
A3	比較例						0.030	0.0070			0.0122	5.1	0.54
A4	比較例						0.120	0.0070			0.0051		0.84

[0138]

[表2-C]

ウイヤ 番号	区分	酸化物										弗化物								
		TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaF <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	K <sub>2</sub> ZrF <sub>6</sub>	NaF	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>	MgF <sub>2</sub>					
1	本開示例		4.34	0.43		0.46														
2	本開示例	7.19	21.09																	
3	本開示例		4.34	0.43		0.46														
4	本開示例	7.50	4.58										28.03							
5	本開示例	5.49									2.52	0.02				6.59	12.00			
6	本開示例	6.64							19.15				17.94							
7	本開示例	7.15	24.59																	
8	本開示例	7.06	6.69			4.00			15.75			1.08								
9	本開示例	5.07																		
10	本開示例		7.38	0.41									10.08							
11	本開示例		6.37							2.61				2.00			9.27			11.63
12	本開示例	2.00	4.00		0.58					1.50	1.50			15.00						
13	本開示例	4.57	6.61			3.57				0.04				23.38						
14	本開示例	5.80	0.35	0.74						1.50				13.00	8.87					
15	本開示例	3.95	0.39			1.37														27.46
16	本開示例	7.75	0.48						6.22			1.87				22.33				
17	本開示例	3.13	0.52			0.78							17.50							
18	本開示例	1.60	5.70	0.01	2.00	0.16	2.00	0.11	0.11	1.54	1.92			12.13						24.32
19	本開示例	1.60	9.11	0.01	2.00	0.16	2.00	0.11	0.11	1.54	1.92			12.13						24.32
20	本開示例	7.85	5.82		0.91					1.34	0.95			17.10						
21	本開示例	4.95	12.00			0.01										5.00				
22	本開示例	5.68			0.43	4.02			6.67		1.33					4.33				
23	本開示例	7.80	5.59		0.89					1.42	0.98			16.87						
24	本開示例	7.85	0.57						5.25											
25	本開示例	3.90				2.43								6.97						
26	本開示例	1.60	9.11	0.01	2.00	0.16	2.00	0.11	0.11	1.54	1.92			12.13						27.66
27	本開示例	5.80	0.35	0.74						1.50			8.87							
28	本開示例	5.49								2.52	0.02					6.59	12.00			
29	本開示例	7.80	5.59		0.89					1.42	0.98			16.87						
30	本開示例	3.13	0.52			0.78						3.00								
A1	比較例	7.15	24.59																	
A2	比較例	3.50																		
A3	比較例	6.49																		
A4	比較例	7.75	0.48						6.22		1.87					22.33				

[0139]

[表2-D]

ワイヤ 番号	区分	金属炭酸塩					和X
		CaCO <sub>3</sub>	BaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	炭酸塩 の合計	
1	本開示例	72.41	8.00			80.41	85.64
2	本開示例	42.35				42.35	70.63
3	本開示例	70.82	8.00			78.82	84.05
4	本開示例	5.72				5.72	17.80
5	本開示例	10.47	8.00	8.00	8.00	34.47	42.66
6	本開示例	39.26				39.26	65.05
7	本開示例	30.36			5.74	36.10	67.84
8	本開示例	22.73		8.00		30.73	65.31
9	本開示例	39.67				39.67	44.74
10	本開示例	28.32	8.00	8.00		44.32	52.11
11	本開示例	28.56		13.63		42.19	53.17
12	本開示例	53.77			8.80	62.57	87.15
13	本開示例	42.28				42.28	80.45
14	本開示例	49.42	5.74			55.16	76.55
15	本開示例	12.25				12.25	17.96
16	本開示例	26.26				26.26	42.58
17	本開示例	38.81			5.41	44.22	48.65
18	本開示例	11.25		7.94		19.19	44.35
19	本開示例	23.33		7.94		31.27	59.84
20	本開示例	47.20				47.20	81.18
21	本開示例	11.59			7.93	19.52	36.48
22	本開示例	43.68	2.00			45.68	63.81
23	本開示例	47.12				47.12	80.67
24	本開示例	25.54				25.54	39.21
25	本開示例	3.61	11.92		5.80	21.33	34.63
26	本開示例	17.26		12.00		29.26	57.83
27	本開示例	49.28	5.74			55.02	76.41
28	本開示例	35.39	8.00	8.00	8.00	59.39	67.58
29	本開示例	47.12				47.12	80.67
30	本開示例	25.54			5.41	30.95	35.38
A1	比較例	30.36			5.74	36.10	67.84
A2	比較例	93.23				93.23	96.73
A3	比較例	85.69				85.69	92.18
A4	比較例	58.08				58.08	74.40

[0140] 表1-A、表1-Bに示された芯線の残部（すなわち、表に示された各成分以外の成分）、及び表2-A、表2-B、表2-C及び表2-Dに示された被覆アーク溶接棒の残部（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。

なお、表1-A、表1-B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 - B、表 2 - A、表 2 - B、表 2 - C 及び表 2 - D において、化学成分や化合物などの含有量に係る表中の空欄は、その化学成分や化合物などの含有量が有効桁数未満であることを意味する。これらの化学成分や化合物など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。

[0141] [評価]

本開示例及び比較例の被覆アーク溶接棒を用いて、立向上進溶接で、ガスシールドアーク溶接することにより評価を行った。具体的には、以下に説明する方法により評価された。

溶接する鋼板として板厚が 5.0 mm 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、溶接電流は全て交流とした。

なお、評価する際の溶接条件は、表 3 に記載の条件とした。

[0142] [表3]

電流	電圧	速度	入熱
A	V	mm/min	kJ/mm
140	22	160	1.2

[0143] (ヒューム量の評価)

本開示例及び比較例の被覆アーク溶接棒を用いてガスシールドアーク溶接する際のヒューム量を評価した。

溶接により発生するヒューム量の測定は、JIS Z 3930 : 2013 (アーク溶接のヒューム発生量測定方法) に準拠したハイボリウムエアサンプライヤーによる全量捕集方法によって実施した。ヒューム量が 1000 mg/min 以下となる被覆アーク溶接棒を、ヒューム量に関し「合格」としヒューム量が 1000 mg/min 超となる場合を「不合格」とした。

[0144] (低温靱性の評価)

本開示例及び比較例の被覆アーク溶接棒を用いて、鋼板をガスシールドアーク溶接し、溶着金属の板厚方向中心から衝撃試験片 (ノッチ深さ 2 mm 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、 $-196^{\circ}\text{C}$ 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、 $-196^{\circ}\text{C}$ 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。

[0145] (総合評価)

ヒューム量の評価及び低温靱性の評価が、いずれも「優」または「合格」である場合を「合格」とし、いずれかが「不合格」である場合を「不合格」と評価した。

[0146]

[表4]

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

[0147] 本開示例の被覆アーク溶接棒は、ヒューム量が少なく、得られる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] 鋼製の芯線と前記芯線を被覆するフラックスとを備える被覆アーク溶接棒であって、前記芯線の全質量に対する質量%で、前記芯線の化学成分が、

C : 0~0.650%、

Si : 0.03~0.50%、

Mn : 2.1~30.0%、

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 : 0~0~0.0050%、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、

前記芯線における磁気誘導法により求められる f c c 割合が 70% 以上である被覆アーク溶接棒。

[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 に記載の被覆アーク溶接棒。

[請求項3] 前記質量比 (Ni / Mn) が、1.00 以上である請求項 2 に記載の被覆アーク溶接棒。

[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 項に記載の被覆アーク溶接棒。

[請求項5] 前記フラックスの全質量に対する質量%で、前記フラックスの化学成分が、

Ti 酸化物の TiO<sub>2</sub> 換算値の合計 : 0 ~ 25.00%、

Si 酸化物の SiO<sub>2</sub> 換算値の合計 : 0 ~ 25.00%、

Zr 酸化物の ZrO<sub>2</sub> 換算値の合計 : 0 ~ 5.00%、

Al 酸化物の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 換算値の合計 : 0 ~ 5.00%、

Mg 酸化物の MgO 換算値の合計 : 0 ~ 5.00%、

Ca 酸化物の CaO 換算値の合計 : 0 ~ 25.00%、

Na 酸化物の Na<sub>2</sub>O 換算値の合計 : 0 ~ 5.00%、

K 酸化物の K<sub>2</sub>O 換算値の合計 : 0 ~ 5.00%、

CaF<sub>2</sub> : 0 ~ 30.00%、

CaCO<sub>3</sub> : 0 ~ 60.00%、

BaCO<sub>3</sub> : 0 ~ 15.00%、

MgCO<sub>3</sub> : 0 ~ 15.00%、及び

Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : 0 ~ 15.00%、を含み、

前記フラックスの全質量に対する質量%で、前記フラックスの化学成分における金属成分が、

C : 0.020 ~ 5.000%、

Si : 0 ~ 5.00%、

Mn : 0 ~ 30.00%、

P : 0~0.050%、  
S : 0~0.050%、  
Cu : 0~20.0%、  
Ni : 0~20.0%、  
Cr : 0~20.0%、  
Mo : 0~10.0%、  
Nb : 0~5.00%、  
V : 0~5.0%、  
Co : 0~1.00%、  
Pb : 0~1.00%、  
Sn : 0~1.00%、  
W : 0~20.0%、  
Mg : 0~5.00%、  
Al : 0~5.0%、  
Ca : 0~5.00%、  
Ti : 0~5.000%、  
B : 0~5.0000%、  
REM : 0~5.00%、  
Bi : 0~5.000%、  
N : 0~5.0000%、並びに

残部：Fe及び不純物であり、かつ

前記CaCO<sub>3</sub>、前記BaCO<sub>3</sub>、前記MgCO<sub>3</sub>、及び前記Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の含有量の合計が5.00%以上である請求項1~請求項4のいずれか1項に記載の被覆アーク溶接棒。

[請求項6] 前記フラックスにおける前記Mn含有量及び前記Ni含有量の合計(Mn+Ni)が1.00%以上である請求項5に記載の被覆アーク溶接棒。

[請求項7] 前記Ti酸化物のTiO<sub>2</sub>換算値の合計と、前記Si酸化物のSi

$O_2$ 換算値の合計と、前記Zr酸化物の $ZrO_2$ 換算値の合計と、前記Al酸化物の $Al_2O_3$ 換算値の合計と、前記Mg酸化物のMgO換算値の合計と、前記Ca酸化物のCaO換算値の合計と、前記Na酸化物の $Na_2O$ 換算値の合計と、前記K酸化物の $K_2O$ 換算値の合計と、前記 $CaF_2$ 含有量と、前記 $CaCO_3$ 含有量と、前記 $BaCO_3$ 含有量と、前記 $MgCO_3$ 含有量と、前記 $Li_2CO_3$ 含有量と、の和Xが94.98%以下である請求項5又は請求項6に記載の被覆アーク溶接棒。

[請求項8] 前記フラックスの平均厚さが5.0mm以下である請求項1～請求項7のいずれか1項に記載の被覆アーク溶接棒。

[請求項9] 請求項1～請求項8のいずれか1項に記載の被覆アーク溶接棒を用いて、鋼材を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/JP2022/036864

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B23K 35/30</i> (2006.01) FI: B23K35/30 330C		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 113547254 A (WUHAN TEMO WELDING CONSUMABLES CO., LTD.) 26 October 2021 (2021-10-26) paragraphs [0032]-[0042]	1-2, 5-7, 9
Y	paragraphs [0032]-[0042]	4-9
A	paragraphs [0032]-[0042]	3
Y	JP 60-37290 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK) 26 February 1985 (1985-02-26) page 2, lower right column, lines 13-17, table 1	4-9
A	JP 2-205293 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK) 15 August 1990 (1990-08-15) entire text, all drawings	1-9
<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 <b>05 December 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>20 December 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/036864**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 113547254 A	26 October 2021	(Family: none)	
JP 60-37290 A	26 February 1985	(Family: none)	
JP 2-205293 A	15 August 1990	(Family: none)	

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 330C		
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	CN 113547254 A (WUHAN TEMO WELDING CONSUMABLES CO., LTD.) 26.10.2021 (2021 - 10 - 26)	1-2, 5-7, 9
Y	段落0032-0042	4-9
A	段落0032-0042	3
Y	JP 60-37290 A (新日本製鐵株式会社) 26.02.1985 (1985 - 02 - 26) 第2頁右下欄第13行-第17行、第1表	4-9
A	JP 2-205293 A (新日本製鐵株式会社) 15.08.1990 (1990 - 08 - 15) 全文、全図	1-9
<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 20. 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/JP2022/036864

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN 113547254 A	26.10.2021	(ファミリーなし)	
JP 60-37290 A	26.02.1985	(ファミリーなし)	
JP 2-205293 A	15.08.1990	(ファミリーなし)	