

(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  
2016年6月16日(16.06.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/093099 A1

- (51) 国際特許分類:  
*B23K 35/368* (2006.01) *B23K 35/30* (2006.01)  
*B23K 9/173* (2006.01) *C22C 19/05* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/083621
- (22) 国際出願日: 2015年11月30日(30.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2014-251707 2014年12月12日(12.12.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBELCO STEEL, LTD.))  
[JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 迎井 直樹(MUKAI, Naoki). 宮田 実(MIYATA, Minoru). 鈴木 励一(SUZUKI, Reiichi).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.);  
〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所  
Osaka (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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: FLUX-CORED WIRE, AND METHOD FOR MANUFACTURING WELDED JOINT

(54) 発明の名称: フラックス入りワイヤ及び溶接継手の製造方法

(57) Abstract: Provided is a flux-cored wire which can be MIG-welded at any welding position using a pure Ar gas as a shield gas. A flux-cored wire having a flux filled in the outer skin thereof, wherein  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  and  $\text{ZrO}_2$  are contained in amounts of 4.7 to 8.5% by mass, 0.5 to 3.5% by mass, 0.5 to 2.0% by mass and 0.8 to 3.0% by mass, respectively, and metal oxides are also contained in the total amount of 8.0 to 13.5% by mass all relative to the total mass of the wire, and the amount of a metal fluoride is limited to 0.02% by mass or less (including 0% by mass).

(57) 要約: 純 Ar ガスをシールドガスとして用いて、全姿勢で MIG 溶接を行うことが可能なフラックス入りワイヤを提供する。外皮内にフラックスが充填されたフラックス入りワイヤについて、ワイヤ全質量あたり、 $\text{TiO}_2$ : 4.7~8.5 質量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0.5~3.5 質量%、 $\text{SiO}_2$ : 0.5~2.0 質量%、 $\text{ZrO}_2$ : 0.8~3.0 質量%、及び金属酸化物: 総量 8.0~13.5 質量%を含有すると共に、金属フッ化物: 0.02 質量%以下 (0 質量%を含む) に規制されたフラックス入りワイヤとする。



WO 2016/093099 A1

## 明 細 書

**発明の名称：**フラックス入りワイヤ及び溶接継手の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、フラックス入りワイヤ及びそのフラックス入りワイヤを用いる溶接継手の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] ガスシールドアーク溶接には、外皮内にフラックスが充填されたフラックス入りワイヤが汎用されている。このようなフラックス入りワイヤにおいては、溶接時のアークの安定性及び溶接作業性、並びに溶接継手の品質の向上などの様々な観点から、フラックス入りワイヤの組成及び構造などに関してこれまでも種々の検討が進められている。

[0003] 例えば特許文献1には、アークが純不活性ガス中において安定で、高品質な継手を得ることを課題として、融点分布が径方向に異なるか、溶接時の溶接ワイヤの内部に径方向に不均一な温度分布が形成される溶接ワイヤに関する技術が開示されている。

また例えば特許文献2には、上向を含む全姿勢溶接が可能で、溶接作業性が優れることなどを目的として、特定の組成に構成したステンレス鋼溶接用フラックス入りワイヤに関する技術が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-205204号公報

特許文献2：特開平3-81094号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、例えばステンレス製の固定パイプの施工は、プラント建設現場など現地での溶接が主となる。そのため、下向姿勢、横向姿勢、立向姿勢及び上向姿勢の全姿勢での溶接適性を有することが望まれる。また、配管の施

工は高所で行われることも多いため、施工に必要な溶接器具類やガスボンベの運搬などは重要な問題となる。

[0006] ステンレス製固定パイプの溶接継手施工では、初層をTIG (Tungsten Inert Gas) 溶接、残層をMAG (Metal Active Gas) 溶接とする組み合わせ施工が一般的であるが、TIG溶接とMAG溶接のそれぞれで異なるシールドガス及び溶接材料を準備する必要がある。シールドガスのボンベは、連続的に溶接を行い得ることを考慮して、大型のものが一般的に使用され、例えば7000L充填可能なタイプでは高さ約150cm、質量約60kgと大型で重く、運搬には非常に労力がかかる。

[0007] そこで、本発明は、純Arガスをシールドガスとして用いて、全姿勢でMIG (Metal Inert Gas) 溶接を行うことが可能なフラックス入りワイヤを提供しようとするものである。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、外皮内にフラックスが充填されたフラックス入りワイヤであって、ワイヤ全質量あたり、 $TiO_2$ : 4.7~8.5質量%、 $Al_2O_3$ : 0.5~3.5質量%、 $SiO_2$ : 0.5~2.0質量%、 $ZrO_2$ : 0.8~3.0質量%、及び金属酸化物: 総量8.0~13.5質量%を含有すると共に、金属フッ化物: 0.02質量%以下(0質量%を含む)に規制されたフラックス入りワイヤを提供する。

このフラックス入りワイヤとして、外径が1.0~1.6mmのものを用いることができる。このフラックス入りワイヤは、例えば管状部材の溶接に用いられてもよい。

また、本発明は、前記フラックス入りワイヤを使用し、純Arガスをシールドガスとして用いてMIG溶接を行う溶接継手の製造方法を提供する。

### 発明の効果

[0009] 本発明によれば、 $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、及び金属酸化物をそれぞれ特定量で含有し、かつ金属フッ化物の含有量を規制することで、

純Arガスをシールドガスとして用い、全姿勢でMIG溶接を行うことが可能なフラックス入りワイヤを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施例で使用了鋼板の開先形状を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明を実施するための形態について、詳細に説明する。なお、本発明は、以下に説明する実施形態に限定されるものではない。

[0012] <フラックス入りワイヤ>

本実施形態のフラックス入りワイヤは、外皮内にフラックスが充填されたものであり、フラックスコアードワイヤ（FCW）とも称される。本実施形態のフラックス入りワイヤは、ワイヤ全質量あたり、 $TiO_2$ を4.7～8.5質量%、 $Al_2O_3$ を0.5～3.5質量%、 $SiO_2$ を0.5～2.0質量%、 $ZrO_2$ を0.8～3.0質量%、及び金属酸化物を総量で8.0～13.5質量%含有すると共に、金属フッ化物の含有量が0.02質量%以下（0質量%を含む）に規制されている。これらの成分は、フラックス入りワイヤにおいて、フラックス成分として含有される成分である。

[0013] 本実施形態のフラックス入りワイヤの用途は特に限定されないが、管状部材の溶接に好適に用いられ、より好適にはステンレス製の固定パイプの溶接施行、又は配管の溶接施工に用いられる。

[0014] 前記ステンレス製の固定パイプなどの溶接では、一般的に、2層以上の複数の層（一つ又はそれ以上のパスからなる溶接金属の層）の溶接ビードを重ねていく多層溶接が行われ、初層から最終層までTIG溶接で施工する方法、又は初層をTIG溶接で施工し、2層目以降をAr-CO<sub>2</sub>混合ガス又はCO<sub>2</sub>ガスをシールドガスとして用いたMAG溶接で施行する方法が採られている。

初層から最終層までTIG溶接で施工する方法では、それに用いる溶接材料及びシールドガスは各々1種類であるが、TIG溶接のため、ワイヤの溶融速度が低いことから施工効率は良くない。

初層をTIG溶接で施工し、2層目以降をAr-CO<sub>2</sub>混合ガス又はCO<sub>2</sub>ガスをシールドガスとして用いたMAG溶接で施行する方法では、初層と2層目以降とで用いる溶接材料及びシールドガスが各々2種類となり、例えば前述のプラント建設現場や高所などの施工現場において、溶接器具やガスボンベなどの運搬に非常に労力がかかり、現地での可搬性（運搬のし易さ）に難がある。

[0015] それに対して、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、及び金属酸化物をそれぞれ特定量で含有し、かつ金属フッ化物の含有量を規制することで、純Arガスをシールドガスとして用い、全姿勢でMIG溶接を行うことが可能である。これによって、ステンレス製の固定パイプの施工に必要なガス種類を減少させることができ、大きな質量のガスボンベの数を減少させられるので、可搬性が向上する。さらには、本実施形態のフラックス入りワイヤを初層のTIG溶接に適用することで溶接材料も統一し得る。これにより、原材料の管理が簡便になるというメリットもある。

例えば初層を純Arガスをシールドガスとして使用したTIG溶接で施工し、2層目以降を本実施形態のフラックス入りワイヤで純Arガスをシールドガスとして用いたMIG溶接を行うことが可能となる。また、初層を本実施形態のフラックス入りワイヤを用いた半自動TIG溶接で施工し、2層目以降を本実施形態のフラックス入りワイヤを用いて純ArのシールドガスでMIG溶接を行うことが可能となる。

ただし、本実施形態のフラックス入りワイヤは、当該ワイヤをMIG溶接のみに適用する場合には、Arを主体として、CO<sub>2</sub>および／またはO<sub>2</sub>などの活性ガスを5%まで含んだシールドガスの場合にも溶接可能である。

[0016] ここで、前述の特許文献1に開示された技術では、溶接の姿勢について考慮されておらず、立向姿勢や上向姿勢などの姿勢溶接ではビードの垂れ落ちが問題となることがある。こうした問題に対しては、スラグで熔融金属を垂れ落ちから保護しながら行う溶接プロセスを採るのが一般的である。また、

特許文献 1 に開示された技術は、ワイヤの中心部と外周部の材質を異なるものにした上で、ワイヤ全体が均一に混ざり合った状態で目的の金属組成を得るために、特殊な材質の芯材及び外周部材が必要になる。そのため、原材料の経済的調達に難しく、ワイヤが高価になりやすい。一方、本実施形態のフラックス入りワイヤは、一般的なフラックス入りワイヤの原料及び製法を利用することができるため、原料の経済的調達が可能であり、生産技術も成熟しているので、安価に製造可能である。

[0017] また、前述の特許文献 2 に開示された技術により提供され得るワイヤは、従来の T I G 溶接と M A G 溶接とを組み合わせたステンレス製固定パイプの施工方法に適用され、基本的には、C O<sub>2</sub> 又は A r - C O<sub>2</sub> 混合ガスでの施工を前提とする。この技術により提供されるワイヤは、T I G 溶接と共通の純 A r シールドガスでの施工には必ずしも適していない。

[0018] そこで、純 A r ガスをシールドガスとして用いた M I G 溶接に好適な組成を有する本実施形態のフラックス入りワイヤを用いることでアークの安定性と全姿勢での溶接適性を得ることができる。これによって、固定パイプの現地施工において、純 A r ガスのみでの全層施工が可能となり、溶接器具やガスボンベなどの可搬性を向上させることが可能となる。

さらに、本実施形態のフラックス入りワイヤは、初層の T I G 溶接にも適用可能である。この場合の T I G 溶接は半自動 T I G 溶接であると効率がよい。このフラックス入りワイヤでの初層半自動 T I G 溶接は、一般的なスラグ入り T I G 溶加棒での施工のように、バックシールドレス施工が可能である。初層の T I G 溶接と 2 層目以降の高エネルギーフラックス入りワイヤ施工の溶接材料を統一することにより、さらに可搬性が向上する。

[0019] 以下、本実施形態のフラックス入りワイヤにおける組成限定理由について説明する。特に断りのない場合には、M I G 溶接の場合について述べる。

なお、本実施形態のフラックス入りワイヤ中の T i O<sub>2</sub>、A l<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、S i O<sub>2</sub> 及び Z r O<sub>2</sub> の各含有量は、フラックス入りワイヤを水酸化ナトリウムなどのアルカリ溶液に溶解させ、I C P 分析器により測定することができる。ま

た、本実施形態のフラックス入りワイヤ中のFの含有量は、高温処理で遊離したガスを中和滴定法により測定することができる。

[0020] [TiO<sub>2</sub> : 4.7 ~ 8.5 質量%]

TiO<sub>2</sub>はスラグの融点を上昇させ、全姿勢溶接を可能とするために必要な成分である。ワイヤ全質量あたりのTiO<sub>2</sub>の含有量が4.7 質量%未満の場合、その効果は十分でなく、ビードの垂れ落ちが発生して立向姿勢及び上向姿勢での溶接が困難になることがある。また、ワイヤ全質量あたりのTiO<sub>2</sub>の含有量が8.5 質量%を超えるとスラグの融点が高くなり過ぎ、逆に滑らかな溶接ビードが得られなくなることがあるほか、スラグ巻き込みの不良が発生することがある。

よって、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、ワイヤ全質量あたりのTiO<sub>2</sub>の含有量を4.7 ~ 8.5 質量%の範囲にする。

[0021] 溶接の際に良好なビード形状を得る観点から、ワイヤ全質量あたりのTiO<sub>2</sub>の含有量は5.0 質量%以上が好ましく、6.0 質量%以上がより好ましい。

また、滑らかな溶接ビードを得る観点及びスラグ巻き込み不良を抑制する観点から、ワイヤ全質量あたりのTiO<sub>2</sub>の含有量は、8.4 質量%以下が好ましく、8.0 質量%以下がより好ましい。

[0022] [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0.5 ~ 3.5 質量%]

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、溶融スラグの粘性を調整し、溶融金属のなじみ性を調整する効果がある。ワイヤ全質量あたりのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量が0.5 質量%未満であると、なじみ性が劣化することによる融合不良の欠陥が発生することがある。ワイヤ全質量あたりのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量が3.5 質量%を超えると、スラグ剥離性が低下し、焼き付き現象が発生することがある。

よって、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、ワイヤ全質量あたりのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量を0.5 ~ 3.5 質量%の範囲にする。

[0023] 溶融金属のなじみ性を高め、立向姿勢や上向姿勢での溶接適性を得易い観点から、ワイヤ全質量あたりのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量は、0.6 質量%以上が好

ましい。

また、溶接後において、例えばハンマーを用いた容易なスラグ剥離性を確保する観点から、ワイヤ全質量あたりの $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量は、3.0質量%以下が好ましく、2.5質量%以下がより好ましく、2.0質量%以下がさらに好ましい。

[0024] [ $\text{SiO}_2$ : 0.5~2.0質量%]

$\text{SiO}_2$ も、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ と同様に溶融スラグの粘性を調整し、溶融金属のなじみ性を調整する効果がある。ワイヤ全質量あたりの $\text{SiO}_2$ の含有量が0.5質量%未満であると、なじみ性が劣化することによる融合不良の欠陥が発生することがある。ワイヤ全質量あたりの $\text{SiO}_2$ の含有量が2.0質量%を超えると、スラグの融点が低下してしまい、立向姿勢や上向姿勢などの溶接時にビードの垂れ落ちが発生してしまうほか、スラグの粘性が増加するため、初層の半自動TIG溶接時に裏ビードにスラグが流れ難くなる。

よって、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、ワイヤ全質量あたりの $\text{SiO}_2$ の含有量を0.5~2.0質量%の範囲にする。

[0025] 溶融金属のなじみ性を高める観点から、ワイヤ全質量あたりの $\text{SiO}_2$ の含有量は、0.7質量%以上が好ましく、0.9質量%以上がより好ましい。

また、溶接時における溶融池の垂れ落ちを防止する観点及びスラグの粘性の増加を抑制する観点から、ワイヤ全質量あたりの $\text{SiO}_2$ の含有量は、1.9質量%以下が好ましく、1.8質量%以下がより好ましい。

[0026] [ $\text{ZrO}_2$ : 0.8~3.0質量%]

$\text{ZrO}_2$ は、溶融スラグの粘性を調整する効果があり、また、スラグ包被性を良好にする役割を有する成分である。ワイヤ全質量あたりの $\text{ZrO}_2$ の含有量が0.8質量%未満であると、スラグ被り状態が悪化し、局所的な焼き付きが発生することがある。ワイヤ全質量あたりの $\text{ZrO}_2$ の含有量が3.0質量%を超えると、溶融スラグの粘性が高くなり過ぎ、スラグ巻き込みの不良が発生することがある。

よって、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、ワイヤ全質量あたりの



$ZrO_2$ の含有量を0.8～3.0質量%の範囲にする。

[0027] スラグ包被性を良好にする観点から、ワイヤ全質量あたりの $ZrO_2$ の含有量は、0.9質量%以上が好ましく、1.0質量%以上がより好ましい。

また、熔融スラグの適度な粘性を得る観点から、ワイヤ全質量あたりの $ZrO_2$ の含有量は、2.9質量%以下が好ましく、2.5質量%以下がより好ましく、2.2質量%以下がさらに好ましい。

[0028] [金属酸化物：総量8.0～13.5質量%]

金属酸化物の総量、すなわちワイヤ中のスラグを形成する成分の含有率（スラグ率）は、ワイヤ全質量あたり、8.0質量%未満であると、その絶対量が少ないために、熔融金属を支え難くなり、立向姿勢や上向姿勢での溶接適性を確保することが困難となる。また、金属酸化物の含有量が少ないと、初層を半自動TIG溶接にて行う場合に、裏ビードに十分な量のスラグが回らず、ビード表面の過剰な酸化が発生することがある。

一方、ワイヤ全質量あたりの金属酸化物の含有量が総量で13.5質量%を超えると、スラグ巻き込みの不良を招く。金属酸化物の含有量が過剰な場合、半自動TIG溶接においてもスラグ巻き込みが発生し易くなる。

よって、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、ワイヤ全質量あたりの金属酸化物の含有量を総量で8.0～13.5質量%の範囲にする。

なお、ここでいう金属酸化物の総量は、前述した $TiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ および $ZrO_2$ を含む。

[0029] 技量の低い溶接士にも簡単に施工ができるような良好な溶接性を得るためには、ワイヤ全質量あたりの金属酸化物の含有量は、総量で8.5質量%以上が好ましく、9.0質量%以上がより好ましい。

また、スラグ巻き込みの不良を抑制する観点から、ワイヤ全質量あたりの金属酸化物の含有量は、総量で13.0質量%以下が好ましく、12.5質量%以下がより好ましい。

[0030] [金属フッ化物：0.02質量%以下（0質量%を含む）]

金属フッ化物は、活性ガス（ $CO_2$ 又は $Ar-CO_2$ ）シールドでの溶接に

は耐気孔性を確保するために必要な成分であるが、純Arガスをシールドガスとして使用する場合にはアークの集中性を劣化させ、ビードのなじみ性を損なう。ワイヤ全質量あたりの金属フッ化物の含有量が0.02質量%以下（0質量%を含む）の場合には、その影響は認められないが、当該含有量が0.02質量%を超える場合には、熔融金属のなじみ性の劣化に伴い、融合不良の欠陥が発生することがある。

よって、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、ワイヤ全質量あたりの金属フッ化物の含有量を0.02質量%以下（0質量%を含む）に規制する。

なお、「0質量%」とは、不純物レベル以下で含まれる金属フッ化物を含むことを意味する。

[0031] 溶接時における融合不良の発生を抑制する観点から、ワイヤ全質量あたりの金属フッ化物の含有量は、0.015質量%以下に規制することが好ましく、0.010質量%以下に規制することがより好ましく、金属フッ化物を実質的に添加しないことがさらに好ましい。

[0032] [その他の成分]

本実施形態のフラックス入りワイヤの成分組成における残部は、合金成分及び不可避免的不純物である。したがって、本実施形態のフラックス入りワイヤは、ワイヤ全質量あたり、 $TiO_2$ を4.7～8.5質量%、 $Al_2O_3$ を0.5～3.5質量%、 $SiO_2$ を0.5～2.0質量%、 $ZrO_2$ を0.8～3.0質量%、及び金属酸化物を総量で8.0～13.5質量%含有し、金属フッ化物の含有量が0.02質量%以下（0質量%を含む）に規制されていると共に、目的の溶接金属組成を得るために必要な合金成分及び不可避免の不純物からなる組成とすることができる。

[0033] 外皮はフープとも称され、内部空間にフラックスが充填されるものである。この外皮の材質は、特に限定されず、適宜選択することができる。例えば、純Arガスをシールドガスとして用いるMIG溶接の場合、外皮の材質として、各種鋼材やNi基合金などが好適に用いられる。したがって、前記外

皮の成分としては、Fe、Si、Mn、Cu、Ni、Cr、Mo、Nb、W、V、Ti、Al、Mg、及びNなどが挙げられる。

また、前記不可避免的不純物としては、P及びSなどが挙げられる。

[0034] 鋼製の外皮としては、ステンレス鋼（SUS）が好適に用いられ、そのうち、オーステナイト系ステンレスがより好適に用いられる。オーステナイト系ステンレスのうち、好ましい具体例としては、SUS301、SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L、SUS310S、SUS347などが挙げられる。

オーステナイト系ステンレスの他にも、SUS410L、SUS430などのフェライト系ステンレスも用いられる。

[0035] 外皮にオーステナイト系ステンレスを用いる場合、例えば、ワイヤ全質量あたり、Si：2質量%以下（例えば0.1～2質量%）、Mn：2.5質量%以下（例えば0.5～2.5質量%）、Cr：16～26質量%、Ni：6～22質量%を含有すると共に、C：0.15質量%以下に規制し、必要に応じてMo：7質量%以下及び／又はNb：1質量%以下、Cu：1質量%以下、並びにN：0.3質量%以下の範囲で添加され、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成とすることができる。

外皮にフェライト系鋼材を用いる場合、例えば、ワイヤ全質量あたり、Si：1質量%以下（例えば0.1～1質量%）、Mn：1質量%以下（例えば0.1～1質量%）、Cr：10.5～20質量%を含有すると共に、C：0.15質量%以下に規制し、必要に応じてMo：2.5質量%以下及び／又はNb：1質量%以下、Cu：1質量%以下、Ti：1質量%以下、並びにZr：1質量%以下の範囲で添加され、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成とすることができる。

[0036] 外皮にAlloy 600、Alloy 625、Alloy C-276などのNi基合金を用いてもいい。

外皮にNi基合金を用いる場合、例えば、ワイヤ全質量あたり、Si：1.5質量%以下（例えば0.01～1.5質量%）及びMn：9.5質量%

以下（例えば0.1～9.5質量％）を含有し、必要に応じてC：0.2質量％以下、Cr：3.5質量％以下、Mo：2.0質量％以下、Nb：4質量％以下、Ti：0.5質量％以下、W：5質量％以下、V：0.6質量％以下、Cu：2.5質量％以下及びFe：2.0質量％以下のうち1種又は2種以上が添加され、残部がNi及び不可避免の不純物からなる組成とすることができる。

[0037] [ワイヤの外径]

本実施形態のフラックス入りワイヤの外径は、1.0～1.6mmの範囲であることが好ましい。フラックス入りワイヤの溶融特性に起因して、ワイヤ溶融量に対する入熱量を確保し、溶融金属のなじみ性を良好にする観点から、ワイヤの外径は、1.0mm以上が好ましく、1.1mm以上がより好ましく、1.2mm以上がさらに好ましい。また、溶滴移行形態を良好にし、大粒のスパッタの発生を抑制する観点から、ワイヤの外径は、1.6mm以下が好ましく、1.5mm以下がより好ましく、1.4mm以下がさらに好ましい。

外径が1.2～1.4mmの範囲にあるフラックス入りワイヤを用いて、半自動TIG溶接などの溶接を行うことにより、良好な溶滴移行形態が形成され、良好に溶接作業を行うことが可能となる。

[0038] なお、本実施形態のフラックス入りワイヤの断面形状、及びフラックス率は、特に限定されず、それぞれ用途や溶接条件などに応じて、適宜選択することができる。また、本実施形態のフラックス入りワイヤは、後述する実施形態に係る溶接継手の製造方法に限らず、様々な溶接方法、溶接継手の製造方法に用いることができる。

[0039] <溶接継手の製造方法>

次に前述の実施形態に係るフラックス入りワイヤを使用した溶接継手の製造方法に関する実施形態について説明する。なお、本開示において、「溶接継手」は母材である被溶接金属がフラックス入りワイヤを用いて溶接された後の継手をいう。

[0040] 本実施形態の溶接継手の製造方法は、前述の実施形態に係るフラックス入りワイヤを使用し、純Arガス（100%Arガス）をシールドガスとして用いてMIG溶接を行うことで、溶接継手を製造する方法である。例えば、上述したように、前述の実施形態に係るフラックス入りワイヤを好適に用い得る、ステンレス製の固定パイプなどのような管状部材に溶接を行う場合、初層を純Arガスをシールドガスとして使用したTIG溶接で施工し、2層目以降を本実施形態のフラックス入りワイヤで純Arガスをシールドガスとして用いたMIG溶接を行うことが好ましい。

また、この場合、初層を本実施形態のフラックス入りワイヤを用いた半自動TIG溶接で施工し、2層目以降を本実施形態のフラックス入りワイヤを用いて純ArシールドガスのMIG溶接を行うことも好ましい。

[0041] 本実施形態の溶接継手の製造方法において、被溶接金属の材質、継手の形状、開先形状、並びに溶接電流、溶接電圧及び溶接速度などの溶接条件は特に限定されず、適宜選択することができる。

## 実施例

[0042] 以下、実施例及び比較例を挙げて、本技術による効果について具体的に説明する。本実施例においては、被溶接金属として、厚さ12mmのSUS304の鋼板に図1に示すように、ルート面高さ2mm、ルート間隔2mm、及び開先角度70°のV形の開先加工を行ったものを用いた。この被溶接金属の開先に、以下の表1に示すフラックス入りワイヤを使用して、下向、立向、上向の各姿勢で4層4パスの溶接を行って評価した。初層は半自動TIG溶接を溶接電流150A、アーク電圧13Vの条件で行い、2～4層目は純Arガスをシールドガスとして用いたMIG溶接を溶接電流190A、アーク電圧24Vの条件で行った。

なお、ワイヤ全質量あたりのフラックス成分量（質量%）については、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>及びZrO<sub>2</sub>の各含有量は、フラックス入りワイヤを水酸化ナトリウム溶液に溶解させ、ICP分析器により測定した。また、Fの含有量は、高温処理で遊離したガスを中和滴定法により測定した。全溶

着金属の化学成分（質量％）については、ASTM E 3 5 3 及びASTM E 3 5 4 により測定した。

[0043]

[表1]

|             |    | No.  | 溶接金属<br>鋼種 | フープ<br>鋼種 | ワイヤ全質量あたりのフラックス成分量(質量%) |                                |                  |                  |              |            |       | 外径<br>(mm) | 全溶着金属の化学成分(質量%) |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |
|-------------|----|------|------------|-----------|-------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------|------------|-------|------------|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
|             |    |      |            |           | TiO <sub>2</sub>        | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | ZrO <sub>2</sub> | 金属酸化<br>物の総量 | 金属<br>フラ化物 | C     |            | Si              | Mn    | P     | S     | Cu   | Ni    | Cr    | Mo    | Nb+Ta | W     | N     |  |  |  |
| 実<br>施<br>例 |    | 1    | 308L       | SUS304L   | 6.38                    | 1.33                           | 1.19             | 1.56             | 10.7         | -          | 1.2   | 0.018      | 0.83            | 0.85  | 0.019 | 0.005 | 0.02 | 9.86  | 19.63 | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.021 |  |  |  |
|             |    | 2    | 308L       | SUS304L   | 6.38                    | 1.33                           | 1.19             | 1.56             | 10.7         | -          | 1.0   | 0.019      | 0.85            | 0.86  | 0.019 | 0.004 | 0.02 | 9.75  | 9.57  | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.018 |  |  |  |
|             |    | 3    | 308L       | SUS304L   | 6.38                    | 1.30                           | 1.21             | 1.52             | 10.6         | -          | 1.4   | 0.016      | 0.85            | 0.85  | 0.017 | 0.004 | 0.02 | 9.88  | 19.61 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.020 |  |  |  |
|             |    | 4    | 308L       | SUS304L   | 6.40                    | 1.29                           | 1.23             | 1.57             | 10.7         | -          | 1.6   | 0.016      | 0.90            | 0.84  | 0.016 | 0.004 | 0.02 | 9.85  | 19.63 | 0.01  | <0.01 | <0.01 | 0.019 |  |  |  |
|             |    | 5    | 309L       | SUS304L   | 6.38                    | 1.28                           | 1.23             | 1.63             | 10.7         | -          | 1.2   | 0.020      | 0.81            | 0.85  | 0.018 | 0.003 | 0.03 | 12.69 | 23.28 | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.022 |  |  |  |
|             |    | 6    | 316L       | SUS304L   | 6.35                    | 1.25                           | 1.21             | 1.59             | 10.6         | -          | 1.2   | 0.017      | 0.85            | 0.85  | 0.022 | 0.003 | 0.09 | 11.76 | 17.60 | 2.42  | <0.01 | <0.01 | 0.025 |  |  |  |
|             |    | 7    | 310        | SUS310S   | 6.33                    | 1.29                           | 1.17             | 1.53             | 10.5         | -          | 1.2   | 0.17       | 0.45            | 2.10  | 0.019 | 0.002 | 0.03 | 21.50 | 25.74 | 0.02  | <0.01 | <0.01 | 0.016 |  |  |  |
|             |    | 8    | 347        | SUS304L   | 6.42                    | 1.34                           | 1.23             | 1.62             | 10.8         | -          | 1.2   | 0.020      | 0.30            | 1.52  | 0.019 | 0.003 | 0.03 | 9.86  | 19.66 | 0.01  | 0.84  | <0.01 | 0.027 |  |  |  |
|             |    | 9    | 2594       | SUS304L   | 6.50                    | 0.73                           | 0.91             | 1.80             | 10.1         | -          | 1.2   | 0.021      | 0.48            | 0.83  | 0.015 | 0.004 | 0.02 | 8.17  | 24.44 | 2.27  | 0.01  | 0.71  | 0.22  |  |  |  |
|             |    | 10   | 308L       | SUS304L   | 5.10                    | 0.58                           | 0.97             | 1.26             | 8.1          | -          | 1.2   | 0.016      | 0.85            | 0.86  | 0.019 | 0.004 | 0.03 | 9.80  | 19.50 | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.020 |  |  |  |
|             |    | 11   | 308L       | SUS304L   | 8.36                    | 0.86                           | 1.42             | 1.86             | 12.7         | -          | 1.2   | 0.017      | 1.04            | 0.87  | 0.018 | 0.005 | 0.07 | 9.87  | 19.66 | 0.01  | 0.02  | <0.01 | 0.018 |  |  |  |
| 比<br>較<br>例 |    | 12   | 308L       | SUS304L   | 7.66                    | 1.85                           | 1.41             | 1.93             | 13.1         | -          | 1.2   | 0.018      | 1.03            | 0.87  | 0.021 | 0.003 | 0.03 | 9.92  | 19.74 | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.020 |  |  |  |
|             |    | 13   | 308L       | SUS304L   | 7.72                    | 2.26                           | 1.42             | 1.81             | 13.4         | -          | 1.2   | 0.019      | 1.05            | 0.87  | 0.019 | 0.003 | 0.04 | 9.95  | 19.82 | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.019 |  |  |  |
|             |    | 14   | 308L       | SUS304L   | 7.61                    | 0.84                           | 1.78             | 2.00             | 12.5         | -          | 1.2   | 0.019      | 1.12            | 0.88  | 0.017 | 0.004 | 0.04 | 9.84  | 19.58 | <0.01 | 0.02  | <0.01 | 0.019 |  |  |  |
|             |    | 15   | 308L       | SUS304L   | 5.15                    | 0.94                           | 0.90             | 0.85             | 8.0          | -          | 1.2   | 0.019      | 0.80            | 0.86  | 0.018 | 0.003 | 0.04 | 9.78  | 19.48 | 0.01  | <0.01 | <0.01 | 0.022 |  |  |  |
|             |    | 16   | 308L       | SUS304L   | 7.57                    | 0.83                           | 1.46             | 2.86             | 12.9         | -          | 1.2   | 0.016      | 1.10            | 0.89  | 0.016 | 0.004 | 0.05 | 9.90  | 19.70 | <0.01 | 0.02  | <0.01 | 0.018 |  |  |  |
|             |    | 17   | 308L       | SUS304L   | 7.66                    | 1.07                           | 1.41             | 1.85             | 12.2         | 0.008      | 1.2   | 0.020      | 1.05            | 1.00  | 0.019 | 0.004 | 0.03 | 9.65  | 20.15 | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.022 |  |  |  |
|             |    | 18   | 308L       | SUS304L   | 7.72                    | 1.07                           | 1.42             | 1.86             | 12.3         | 0.014      | 1.2   | 0.017      | 1.00            | 1.06  | 0.021 | 0.004 | 0.05 | 9.58  | 20.36 | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.021 |  |  |  |
|             |    | 19   | 308L       | SUS304L   | 6.06                    | 0.66                           | 1.11             | 1.16             | 9.2          | -          | 1.2   | 0.017      | 0.95            | 0.93  | 0.020 | 0.004 | 0.03 | 9.95  | 20.12 | 0.01  | <0.01 | <0.01 | 0.020 |  |  |  |
|             |    | 1    | 308L       | SUS304L   | 4.55                    | 0.60                           | 0.96             | 1.31             | 7.5          | -          | 1.2   | 0.020      | 0.83            | 0.86  | 0.017 | 0.004 | 0.05 | 9.76  | 19.39 | 0.01  | <0.01 | <0.01 | 0.018 |  |  |  |
|             |    | 2    | 308L       | SUS304L   | 8.68                    | 1.21                           | 1.43             | 1.87             | 13.4         | -          | 1.2   | 0.021      | 1.05            | 0.87  | 0.016 | 0.003 | 0.07 | 9.94  | 19.81 | <0.01 | 0.02  | <0.01 | 0.021 |  |  |  |
|             |    | 3    | 308L       | SUS304L   | 5.10                    | 0.45                           | 0.97             | 1.26             | 7.9          | -          | 1.2   | 0.020      | 0.78            | 0.86  | 0.020 | 0.004 | 0.03 | 9.79  | 19.47 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.020 |  |  |  |
|             | 4  | 308L | SUS304L    | 7.20      | 3.18                    | 1.33                           | 1.85             | 13.8             | -            | 1.2        | 0.016 | 1.00       | 0.88            | 0.020 | 0.005 | 0.02  | 9.99 | 19.91 | 0.01  | 0.01  | <0.01 | 0.022 |       |  |  |  |
|             | 5  | 308L | SUS304L    | 6.94      | 3.57                    | 1.28                           | 1.80             | 13.8             | -            | 1.2        | 0.022 | 0.98       | 0.88            | 0.018 | 0.004 | 0.07  | 9.99 | 19.91 | <0.01 | 0.01  | <0.01 | 0.019 |       |  |  |  |
|             | 6  | 308L | SUS304L    | 5.05      | 0.59                    | 0.48                           | 1.05             | 7.3              | -            | 1.2        | 0.016 | 0.65       | 0.86            | 0.016 | 0.004 | 0.06  | 9.73 | 19.34 | 0.01  | <0.01 | <0.01 | 0.018 |       |  |  |  |
|             | 7  | 308L | SUS304L    | 5.10      | 0.60                    | 0.59                           | 1.23             | 7.7              | -            | 1.2        | 0.018 | 0.69       | 0.86            | 0.019 | 0.003 | 0.08  | 9.76 | 19.41 | 0.01  | <0.01 | <0.01 | 0.020 |       |  |  |  |
|             | 8  | 308L | SUS304L    | 7.38      | 0.85                    | 2.05                           | 2.05             | 12.5             | -            | 1.2        | 0.020 | 1.20       | 0.87            | 0.021 | 0.005 | 0.03  | 9.84 | 19.60 | 0.01  | 0.02  | <0.01 | 0.022 |       |  |  |  |
|             | 9  | 308L | SUS304L    | 5.10      | 0.60                    | 0.87                           | 0.69             | 7.4              | -            | 1.2        | 0.019 | 0.85       | 0.86            | 0.020 | 0.004 | 0.04  | 9.73 | 19.36 | 0.01  | <0.01 | <0.01 | 0.020 |       |  |  |  |
|             | 10 | 308L | SUS304L    | 7.70      | 0.92                    | 1.55                           | 3.12             | 13.5             | -            | 1.2        | 0.018 | 1.09       | 0.88            | 0.018 | 0.004 | 0.06  | 9.94 | 19.81 | <0.01 | 0.02  | <0.01 | 0.021 |       |  |  |  |
|             | 11 | 308L | SUS304L    | 7.40      | 1.09                    | 1.43                           | 1.79             | 11.9             | 0.027        | 1.2        | 0.017 | 1.02       | 1.07            | 0.019 | 0.005 | 0.05  | 9.55 | 20.29 | 0.01  | 0.02  | <0.01 | 0.018 |       |  |  |  |

実施例

比較例

[0044] 評価は、まず溶接時の官能評価にて行い、初層半自動TIG溶接に関する評価においては、立向姿勢及び上向姿勢での溶接作業性（立向・上向溶接性）、溶滴移行の安定性、裏ビードのスラグ被り性について評価を行い、MIG溶接に関する評価においては、立向・上向溶接性、スラグ剥離性、及び溶滴移行の安定性（大粒スパッタの発生状況）の評価を行った。また、非破壊・破壊試験による溶接欠陥の確認を行った。この溶接欠陥の確認は、非破壊試験として放射線透過試験を行い、欠陥が見られた物は断面マクロ観察を行って、欠陥の発生箇所と種類（スラグ巻き込み又は融合不良）を特定した。半自動TIG溶接の施工では、融合不良の発生は見られなかった。なお、立向・上向溶接性の評価において、溶接不能（Cの評価）であったワイヤについては、その他の評価項目を下向溶接にて評価した。

[0045] <初層半自動TIG溶接の評価>

初層半自動TIG溶接では、以下の（１）～（４）の項目で述べる水準にて、それぞれの項目の評価を行った。

（１）立向・上向溶接性

立向姿勢及び上向姿勢で半自動TIG溶接を行った際に、溶接金属の垂れ落ちの懸念がほとんどなく、良好に作業を行えたものをA（非常に良い）、溶接金属の垂れ落ちの懸念があるが、溶接可能であったものをB（良い）、溶接金属の垂れ落ちの発生により、溶接不能であったものをC（悪い）と評価した。

（２）溶滴移行の安定性

溶接時において、連続的に橋絡し、安定的移行であったものをA（非常に良い）、大粒の溶滴が形成されたものの、やや安定な移行であったものをB（良い）、さらに大粒の溶滴の形成が確認され、溶融池外への落下があることなどから、融合不良の懸念があったものをC（悪い）と評価した。

（３）裏ビードのスラグ被り性

スラグが均一に裏ビードを覆っていたものをA（非常に良い）、スラグ厚さが薄い箇所が発生したが、健全な溶接ビードが得られたものをB（良い）



、スラグ膜が切れ、溶接金属に過剰な酸化が発生したものをC（悪い）と評価した。

（４）スラグ巻き込み

スラグ巻き込みが確認されなかったものをA（非常に良い）、AWS A 5. 22の規格で合格のものをB（良い）、不合格のものをC（悪い）と評価した。

[0046] ＜純Arシールドガスを用いたMIG溶接の評価＞

純Arシールドガスを用いたMIG溶接では、以下の（５）～（９）の項目で述べる水準にて、それぞれの項目の評価を行った。

（５）立向・上向溶接性

立向姿勢及び上向姿勢でMIG溶接を行った際に、溶接金属の垂れ落ちの懸念がほとんどなく、良好に作業を行えたものをA（非常に良い）、溶接金属の垂れ落ちの懸念があるが、溶接可能であったものをB（良い）、溶接金属の垂れ落ちの発生により、溶接不能であったものをC（悪い）と評価した。

（６）スラグ剥離性

スケールハンマーによる打撃で容易にスラグを除去できたものをA（非常に良い）、スケールハンマーによる打撃では完全なスラグの除去は不可能であったものの、たがねで除去することができたものをB（良い）、焼き付きによりたがねでも除去不能であったものをC（悪い）と評価した。

（７）溶滴移行の安定性（大粒スパッタの発生状況）

溶接時において、安定したスプレー移行であったものをA（非常に良い）、グロービュール移行であったものをB（良い）、グロービュール移行となり、大粒スパッタが大量に発生したものをC（悪い）と評価した。

（８）スラグ巻き込み

スラグ巻き込みが確認されなかったものをA（非常に良い）、AWS A 5. 22の規格で合格のものをB（良い）、不合格のものをC（悪い）と評価した。

(9) 融合不良

融合不良が確認されなかったものを A（非常に良い）、AWS A 5. 2  
2 の規格で合格のものを B（良い）、不合格のものを C（悪い）と評価した  
。

[0047] 以上の各項目の評価を行った上で、最終的な合否の判断は、各項目において C の評価がなかったものを合格とし、1 つ以上 C の評価があったものを不合格とした。

[0048] 以上の評価結果を表 2 に示す。

[表2]

|     | 初層・半自動TIG溶接の評価結果 |             |                |             | 純ArシールドガスMIG溶接の評価結果 |        |                     |             | 総合評価 |      |
|-----|------------------|-------------|----------------|-------------|---------------------|--------|---------------------|-------------|------|------|
|     | 立向・上向<br>溶接性     | 溶滴移行<br>安定性 | 裏ビード<br>スラグ被り性 | スラグ巻き込<br>み | 立向・上向<br>溶接性        | スラグ剥離性 | 溶滴移行安定性<br>大粒スパッタ発生 | スラグ巻き込<br>み |      | 融合不良 |
| 実施例 | No.              |             |                |             |                     |        |                     |             |      |      |
|     | 1                | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 2                | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 3                | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 4                | A           | B              | A           | A                   | A      | B                   | A           | A    | 合格   |
|     | 5                | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 6                | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 7                | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 8                | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 9                | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 10               | A           | A              | B           | A                   | B      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 11               | A           | A              | A           | B                   | A      | A                   | A           | B    | 合格   |
|     | 12               | A           | A              | A           | B                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 13               | A           | A              | A           | B                   | A      | B                   | A           | A    | 合格   |
|     | 14               | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 15               | A           | A              | B           | A                   | B      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 16               | A           | A              | A           | B                   | A      | A                   | A           | B    | 合格   |
|     | 17               | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 18               | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
| 比較例 | 19               | A           | A              | A           | A                   | A      | A                   | A           | A    | 合格   |
|     | 1                | B           | A              | C           | A                   | C      | A                   | A           | A    | 不合格  |
|     | 2                | A           | A              | A           | B                   | A      | A                   | C           | A    | 不合格  |
|     | 3                | B           | A              | C           | A                   | C      | A                   | A           | C    | 不合格  |
|     | 4                | A           | A              | A           | C                   | A      | A                   | C           | C    | 不合格  |
|     | 5                | A           | A              | A           | C                   | A      | A                   | C           | C    | 不合格  |
|     | 6                | C           | A              | C           | A                   | C      | A                   | A           | A    | 不合格  |
|     | 7                | C           | A              | C           | A                   | C      | A                   | A           | A    | 不合格  |
|     | 8                | B           | A              | B           | A                   | C      | A                   | A           | A    | 不合格  |
|     | 9                | C           | A              | C           | A                   | C      | A                   | B           | A    | 不合格  |
|     | 10               | A           | A              | A           | C                   | A      | A                   | C           | B    | 不合格  |
| 11  | A                | A           | A              | A           | B                   | A      | A                   | C           | 不合格  |      |

実施例

比較例

[0049] 実施例1～19のフラックス入りワイヤを用いた場合、初層の半自動TIG

G溶接及び2～4層目の純Arガスをシールドガスとして用いたMIG溶接のいずれの評価項目においても、C（悪い）の評価結果はなく、合格であった。

一方、比較例1～11のフラックス入りワイヤを用いた場合、いずれかの評価項目でC（悪い）の結果があり、不合格であった。

[0050]（ワイヤの外径に関して）

実施例1～4はワイヤ径を変化させた実験例である。外径1.2mmの実施例1及び外径1.4mmの実施例3では、全ての評価項目でAの良好な結果となっている。一方、外径1.0mmの実施例2では、ワイヤ溶融量に対する入熱量が低下する。そのため、なじみ性がやや劣り、合格範囲ではあるが、融合不良が見られた。また、外径1.6mmの実施例4では、溶滴サイズが大きくなり、ボタボタとして溶接作業性が悪く感じ、大きな溶滴がスパッタとして飛散することもあり、初層TIG溶接においても溶滴移行の安定性が劣る傾向があった。実施例1～4の結果から、ワイヤの外径は、1.0～1.6mmで適用可能であり、好ましくは1.1～1.5mm、より好ましくは1.2～1.4mmであることが示唆された。

[0051]（溶接金属の鋼種に関して）

実施例5～9は、308L系以外の溶接金属成分となるよう調整を行ったものである。フープ種類、合金量を大きく変化させたものであるが、フラックスの成分量が適切な範囲であるため、良好な溶接を行うことができた。

[0052]（TiO<sub>2</sub>の含有量に関して）

実施例10及び比較例1はTiO<sub>2</sub>の含有量が、他の例に比べて低めの例である。また、TiO<sub>2</sub>の含有量が少ないために、金属酸化物の総量（スラグ含有量）も少ない。実施例10ではスラグ量が少ないために、初層のTIG溶接時に裏ビードに十分な量のスラグが回らず、スラグ被り性に劣化傾向が見られたが、合格のレベルに至った。また、実施例10では、TiO<sub>2</sub>の含有量が少ないためにスラグ融点が十分に高く無く、MIG溶接時の立向姿勢及び上向姿勢での溶接において、垂れ落ちの懸念があった。比較例1では、さら

に  $\text{TiO}_2$  の含有量が 4.7 質量%未満であったため、初層の TIG 溶接において、スラグ膜が切れ、過剰な酸化の発生が確認され、また、2～4 層目の MIG 溶接においては、垂れ落ちの問題から、立向姿勢及び上向姿勢での溶接作業が不可能で、不合格となった。

実施例 11 及び比較例 2 は、 $\text{TiO}_2$  の含有量が他の例に比べて高めの例である。実施例 11 では  $\text{TiO}_2$  の含有量が多いため、スラグ融点が高くなり、微少なスラグ巻き込み不良が見られたが、合格レベルであった。一方、比較例 2 では、さらに  $\text{TiO}_2$  の含有量が多く、8.5 質量%を超えていたため、MIG 溶接において不合格レベルのスラグ巻き込みが発生した。

[0053] ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量に関して)

比較例 3 は  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量が他の例に比べて低めの例である。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量が少なく、0.5 質量%未満であったため、MIG 溶接時のなじみ性が劣化し、融合不良が多発した。また、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量の低下に伴って、金属酸化物の総量（スラグ量）も少なく、8.0 質量%未満であったため、初層の TIG 溶接時の裏ビードのスラグ被り性が悪いほか、立向姿勢及び上向姿勢での溶接が不能であった。

実施例 12、13、比較例 4 及び 5 は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量が他の例に比べて多めの例である。実施例 12 と 13 を比較すると、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量の増加に伴って、MIG 溶接時のスラグ剥離性に劣化傾向があることが示唆された。比較例 4 及び 5 では、さらに  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量が多く、比較例 5 においては除去不能なレベルのスラグ焼き付き状況となった。また、比較例 4 及び 5 では  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量の増加に伴って、金属酸化物の総量（スラグ量）が過剰で 13.5 質量%を超えていたため、スラグ巻き込みなどの欠陥が多発していた。

[0054] ( $\text{SiO}_2$  の含有量に関して)

比較例 6 及び 7 は、 $\text{SiO}_2$  の含有量が他の例に比べて低めの例である。比較例 6 では、 $\text{SiO}_2$  含有量が 0.5 質量%未満であったため、なじみ性が劣化し、融合不良が発生し、不合格となった。比較例 7 では、比較例 6 と比較

して  $\text{SiO}_2$  の含有量が高いため、融合不良による問題は生じなかったが、どちらにおいてもスラグ量が少ないために立向姿勢及び上向姿勢での溶接が不能であった。

実施例 14 及び比較例 8 は、 $\text{SiO}_2$  の含有量が他の例に比べて高めの例である。実施例 14 では良好に溶接が行えたが、比較例 8 では  $\text{SiO}_2$  の含有量が 2.0 質量%超と過剰なために、スラグの融点が低下してしまい、立向姿勢及び上向姿勢での溶接が不能であった。また、初層の TIG 溶接では、スラグの粘性が増加するために裏ビードにスラグが流れ難くなり、裏ビードのスラグ被り性も劣化傾向となった。

[0055] ( $\text{ZrO}_2$  の含有量に関して)

実施例 15 及び比較例 9 は、 $\text{ZrO}_2$  の含有量が他の例に比べて低めの例である。実施例 15 ではスラグ剥離性が維持されていることがわかるが、比較例 9 では、 $\text{ZrO}_2$  の含有量が 0.8 質量%未満であることから、スラグ被り性が悪化し、局所的なスラグ焼き付きが発生したため、スラグが除去不能となった。

実施例 16 及び比較例 10 は  $\text{ZrO}_2$  の含有量が他の例に比べて高めの例である。実施例 16 では欠陥の発生は合格範囲であったが、比較例 10 では溶融スラグの粘性が高くなり過ぎるためにスラグ巻き込み不良が不合格レベルで発生した。

[0056] (金属フッ化物の含有量に関して)

実施例 17 及び 18 並びに比較例 11 は、金属フッ化物を含有する例である。金属フッ化物の含有量が 0.02 質量%未満の実施例 18 では良好に溶接が可能であり、当該含有量がさらに少ない実施例 17 では実施例 18 よりもより良好に溶接が可能であることが確認されたが、当該含有量が過剰な比較例 11 ではアークの集中性が劣化するため、ビードのなじみが悪くなり、その結果、融合不良の欠陥が多発した。

[0057] (スラグ率に関して)

前述の実施例 10 及び 15 では、金属酸化物の総量、すなわちスラグを形

成する成分の含有率（スラグ率）が低いために、立向姿勢及び上向姿勢での溶接作業性が悪くなる傾向にあった。また、比較例 1、3、6、7 及び 9 では、金属酸化物の総量が 8.0 質量%未満であるため、立向姿勢及び上向姿勢での溶接が不能となった。実施例 16 では、スラグ率が十分であり、立向姿勢及び上向姿勢での良好な溶接作業性が得られた。一方、比較例 4 及び 5 では、金属酸化物の総量が 13.5 質量%を超えていたため、スラグ巻き込みの欠陥が多発する結果となった。

[0058] 本発明は、以下の態様を含む。

・ 態様 1 :

外皮内にフラックスが充填されたフラックス入りワイヤであって、  
ワイヤ全質量あたり、

$TiO_2$  : 4.7 ~ 8.5 質量%、

$Al_2O_3$  : 0.5 ~ 3.5 質量%、

$SiO_2$  : 0.5 ~ 2.0 質量%、

$ZrO_2$  : 0.8 ~ 3.0 質量%、及び

金属酸化物：総量 8.0 ~ 13.5 質量%を含有すると共に、

金属フッ化物：0.02 質量%以下に規制されたフラックス入りワイヤ

。

・ 態様 2 :

外径が 1.0 ~ 1.6 mm である態様 1 に記載のフラックス入りワイヤ。

・ 態様 3 :

管状部材の溶接に用いられる態様 1 又は 2 に記載のフラックス入りワイヤ

。

・ 態様 4

態様 1 ~ 3 のいずれかに記載のフラックス入りワイヤを使用し、純 Ar ガスをシールドガスとして用いて MIG 溶接を行う溶接継手の製造方法。

[0059] 本出願は、出願日が 2014 年 12 月 12 日である日本国特許出願、特願第 2014-251707 号を基礎出願とする優先権主張を伴い、特願第 2

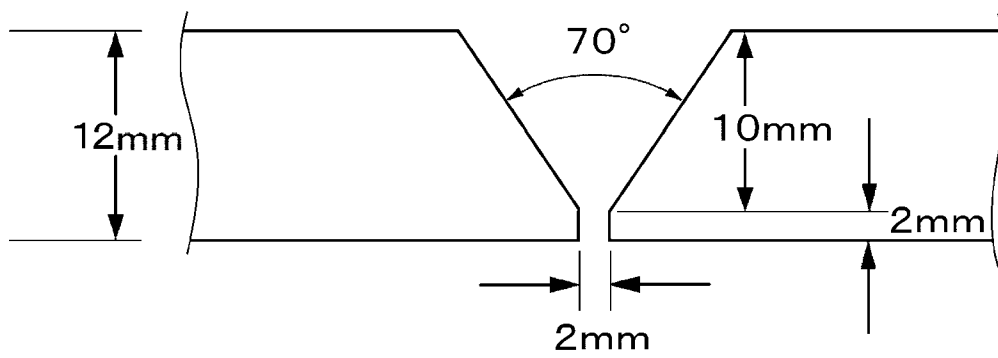
014-251707号は参照することにより本明細書に取り込まれる。



### 請求の範囲

- [請求項1] 外皮内にフラックスが充填されたフラックス入りワイヤであって、ワイヤ全質量あたり、  
 $\text{TiO}_2$  : 4.7 ~ 8.5 質量%、  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 0.5 ~ 3.5 質量%、  
 $\text{SiO}_2$  : 0.5 ~ 2.0 質量%、  
 $\text{ZrO}_2$  : 0.8 ~ 3.0 質量%、及び  
金属酸化物 : 総量 8.0 ~ 13.5 質量% を含有すると共に、  
金属フッ化物 : 0.02 質量% 以下 (0 質量% を含む) に規制されたフラックス入りワイヤ。
- [請求項2] 外径が 1.0 ~ 1.6 mm である請求項 1 に記載のフラックス入りワイヤ。
- [請求項3] 管状部材の溶接に用いられる請求項 1 又は 2 に記載のフラックス入りワイヤ。
- [請求項4] 請求項 1 又は 2 に記載のフラックス入りワイヤを使用し、純 Ar ガスをシールドガスとして用いて MIG 溶接を行う溶接継手の製造方法。

[図1]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083621

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K35/368(2006.01)i, B23K9/173(2006.01)i, B23K35/30(2006.01)n, C22C19/05(2006.01)n

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)

B23K35/368, B23K9/173, B23K35/30, C22C19/05

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

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<br>A    | JP 62-033093 A (Daido Steel Co., Ltd.),<br>13 February 1987 (13.02.1987),<br>page 4, upper left column, line 7 to page 5,<br>upper left column, line 6<br>(Family: none) | 1-3<br>4              |
| X<br>A    | JP 02-099297 A (Kobe Steel, Ltd.),<br>11 April 1990 (11.04.1990),<br>page 2, lower left column, line 6 to page 6,<br>lower left column, line 11<br>(Family: none)        | 1-3<br>4              |
| X<br>A    | JP 2008-246507 A (Kobe Steel, Ltd.),<br>16 October 2008 (16.10.2008),<br>paragraphs [0036] to [0050]<br>(Family: none)                                                   | 1-3<br>4              |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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  
04 February 2016 (04.02.16)

Date of mailing of the international search report  
16 February 2016 (16.02.16)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/083621

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                              | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2012-121051 A (Nippon Steel & Sumikin<br>Welding Co., Ltd.),<br>28 June 2012 (28.06.2012),<br>& EP 2463053 A1 & DK 2463053 T | 1-4                   |
| A         | JP 2010-017733 A (Kobe Steel, Ltd.),<br>28 January 2010 (28.01.2010),<br>& CN 101623799 A & KR 10-2010-0006546 A                | 1-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K35/368(2006.01)i, B23K9/173(2006.01)i, B23K35/30(2006.01)n, C22C19/05(2006.01)n

## 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（I P C））

Int.Cl. B23K35/368, B23K9/173, B23K35/30, C22C19/05

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 6 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 6 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 6 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
| X<br>A          | JP 62-033093 A（大同特殊鋼株式会社）1987.02.13,<br>第4頁左上欄第7行ー第5頁左上欄第6行（ファミリーなし）  | 1-3<br>4       |
| X<br>A          | JP 02-099297 A（株式会社神戸製鋼所）1990.04.11,<br>第2頁左下欄第6行ー第6頁左下欄第11行（ファミリーなし） | 1-3<br>4       |
| X<br>A          | JP 2008-246507 A（株式会社神戸製鋼所）2008.10.16,<br>段落0036ー0050（ファミリーなし）        | 1-3<br>4       |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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矛盾するものではなく、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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 2 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

川村 裕二

4 K

3 3 4 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                       |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2012-121051 A (日鐵住金溶接工業株式会社) 2012. 06. 28,<br>& EP 2463053 A1 & DK 2463053 T       | 1-4            |
| A                     | JP 2010-017733 A (株式会社神戸製鋼所) 2010. 01. 28,<br>& CN 101623799 A & KR 10-2010-0006546 A | 1-4            |