

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6257193号
(P6257193)

(45) 発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)

(24) 登録日 平成29年12月15日(2017.12.15)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 3 K 35/368 (2006.01)	B 2 3 K 35/368 E
B 2 3 K 35/30 (2006.01)	B 2 3 K 35/30 3 4 O B
C 2 2 C 19/05 (2006.01)	B 2 3 K 35/30 3 4 O C
	B 2 3 K 35/30 3 4 O L
	C 2 2 C 19/05 B

請求項の数 3 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-146227 (P2013-146227)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成25年7月12日 (2013.7.12)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2015-16497 (P2015-16497A)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(43) 公開日	平成27年1月29日 (2015.1.29)	(74) 代理人	110002000
審査請求日	平成27年9月1日 (2015.9.1)		特許業務法人栄光特許事務所
審判番号	不服2016-19649 (P2016-19649/J1)	(72) 発明者	宮田 実
審判請求日	平成28年12月28日 (2016.12.28)		神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1 株式会社神戸製鋼所藤沢事業所内
		(72) 発明者	鈴木 励一
			神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1 株式会社神戸製鋼所藤沢事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】肉盛溶接用フラックス入りワイヤ

(57) 【特許請求の範囲】

【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、
前記フラックスの充填率が10.0～35.0質量%であり、
フラックス全質量あたり、
アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量（F換算値）をA（質量%）、

アルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量をB（質量%）、
アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量をC（質量%）としたとき

下記数式（I）及び（II）を満たし、

Aが、F換算値で、0.2～3.0質量%であり、及び
フラックス全質量あたり、TiO₂、SiO₂及びZrO₂の総含有量が3質量%以下であり、並びに、

前記外皮がオーステナイト系ステンレスからなる、

Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるアーク溶接に使用される肉盛溶接用フラックス入りワイヤ。

$$0.3 \frac{A}{\{1 + 0.7 \times (B + 2C)\}} \geq 2.0 \quad (I)$$

$$\frac{(B + 2C)}{6} \leq 6 \quad (II)$$

【請求項2】

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、
前記フラックスの充填率が10.0～35.0質量%であり、
フラックス全質量あたり、
アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量（F換算値）をA（質量%）、

アルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量をB（質量%）、
アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量をC（質量%）としたとき

下記数式（I）及び（II）を満たし、

Aが、F換算値で、0.2～3.0質量%であり、及び
フラックス全質量あたり、TiO₂、SiO₂及びZrO₂の総含有量が3質量%以下
であり、並びに

前記外皮がNi基合金からなる、

Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるアーク溶接に使用される肉盛溶
接用フラックス入りワイヤ。

$$0.3 \left[\frac{A}{\{1 + 0.7 \times (B + 2C)\}} \right] \leq 2.0 \quad (I)$$

$$\frac{(B + 2C)}{6} \leq 1 \quad (II)$$

【請求項3】

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、
前記フラックスの充填率が10.0～35.0質量%であり、
フラックス全質量あたり、
アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量（F換算値）をA（質量%）、

アルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量をB（質量%）、

アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量をC（質量%）としたとき

下記数式（I）及び（II）を満たし、

Aが、F換算値で、0.2～3.0質量%であり、並びに
フラックス全質量あたり、TiO₂、SiO₂及びZrO₂の総含有量が3質量%以下
である、

Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるアーク溶接に使用される硬化肉
盛溶接用フラックス入りワイヤ（ただし、鋼製外皮にフラックスを充填してなるフラック
ス入りワイヤにおいて、フラックス入りワイヤ重量%でC：0.12～0.80%、Si
：0.1～3.4%、Mn：1.5～10.0%、Co：1.0～6.0%、アルカリ金
属系フッ化物の1種または2種以上：0.05～0.83%を含有する鑄鉄の硬化肉盛溶
接用フラックス入りワイヤ、鋼製外皮にフラックスを充填してなるフラックス入りワイヤ
において、フラックス入りワイヤ重量%でC：0.12～0.83%、Si：0.1～3
.4%、Mn：1.5～10.0%、Co：1.0～6.0%、Cr：1.1～8.3%
、アルカリ金属系フッ化物の1種または2種以上：0.05～0.83%を含有する鑄鉄
の硬化肉盛溶接用フラックス入りワイヤ、及び、鋼製外皮にフラックスを充填してなるフ
ラックス入りワイヤにおいて、フラックス入りワイヤ重量%でC：0.12～0.80%
、Si：0.1～3.4%、Mn：1.5～10.0%、Co：1.0～6.0%、Cr
：1.1～8.3%、MoおよびVのいずれか1種または2種：0.05～3.2%、ア
ルカリ金属系フッ化物の1種または2種以上：0.05～0.83%を含有する鑄鉄の硬
化肉盛溶接用フラックス入りワイヤを除く）。

$$0.3 \left[\frac{A}{\{1 + 0.7 \times (B + 2C)\}} \right] \leq 2.0 \quad (I)$$

$$\frac{(B + 2C)}{6} \leq 1 \quad (II)$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、肉盛溶接に用いられるフラックス入りワイヤに関する。より詳しくは、フラックス入りワイヤを用いた肉盛溶接における作業性改善技術に関する。

【背景技術】

【0002】

肉盛溶接は、母材同士の接合ではなく、母材の表面に目的に応じた金属を溶着する溶接手法である。そして、ガスシールドアーク溶接により肉盛溶接を行う場合は、主に、フラックス入りワイヤが使用されている（例えば、特許文献1参照。）。例えば、特許文献1に記載のメタル系フラックス入りワイヤでは、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物及びアルカリ土類金属合金を適量添加することにより、アークを安定させて、スパッタ発生量を低減させている。

10

【0003】

一方、肉盛溶接は、母材成分の希釈が溶接金属に大きな影響を及ぼすことから、施工時に母材をできるだけ溶かさないようにすることが好ましい。そこで、シールドガスに純Arを使用すると共に、ワイヤ成分を特定することにより、良好な溶接作業性を維持しつつ母材成分の希釈率を低減したフラックス入り溶接ワイヤが提案されている（特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-253516号公報

20

【特許文献2】特開2012-55899号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来のフラックス入りワイヤで肉盛溶接する場合、溶込みが大きく母材希釈率が大きいため、所定の溶接金属組成を得るためには肉盛層を3層以上形成する必要がある。例えば、特許文献1に記載のフラックス入りワイヤは、母材希釈については検討がなされていないため、アルカリ金属化合物やアルカリ土類金属化合物を電子放出材料である酸化物の形態で添加した場合、アークの集中性が高まって溶込み深さが深くなり、母材希釈率が大きくなってしまふ。

30

【0006】

また、特許文献2に記載の技術は、シールドガスに純Arを使用しており、アーク直下に酸化物が生成しないため、アーク雰囲気中の電流密度が溶接ワイヤ中の成分に大きく左右される。そして、例えば、溶接ワイヤ中に、電子放出材料が多量に添加されている場合は、溶込みが大きくなり、低希釈な溶接金属が得ることができないことがある。

【0007】

そこで、本発明は、母材希釈率が低く、少ない層数で目的の溶接金属組成を得ることができる肉盛溶接用フラックス入りワイヤを提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

40

本発明に係る肉盛溶接用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フラックス入りワイヤであって、前記フラックスの充填率が10.0～35.0質量%であり、フラックス全質量あたり、アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量（F換算値）をA（質量%）、アルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量をB（質量%）、アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量をC（質量%）としたとき、下記数式（I）を満たし、かつ前記外皮がオーステナイト系ステンレスからなり、Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるアーク溶接に使用されるものである。

また、本発明に係る肉盛溶接用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フラックス入りワイヤであって、前記フラックスの充填率が10.0～35.0質量

50

%であり、フラックス全質量あたり、アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量（F換算値）をA（質量%）、アルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量をB（質量%）、アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量をC（質量%）としたとき、下記数式（I）を満たし、かつ前記外皮がNi基合金からなり、Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるアーク溶接に使用されるものである。

さらに、本発明に係る肉盛溶接用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フラックス入りワイヤであって、前記フラックスの充填率が10.0～35.0質量%であり、フラックス全質量あたり、アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量（F換算値）をA（質量%）、アルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量をB（質量%）、アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量をC（質量%）としたとき、下記数式（I）を満たし、Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるアーク溶接に使用されるものである。

【0009】

【数1】

$$0.3 \leq [A / \{1 + 0.7 \times (B + 2C)\}] \leq 2.0 \quad \dots \quad (1)$$

【0010】

前記フラックスは、アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量Aを、F換算値で、0.2～3.0質量%とすることができる。

また、前記フラックスは、アルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量B（質量%）と、アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量C（質量%）との関係が、下記数式2を満たす組成にすることもできる。

【0011】

【数2】

$$(B + 2C) \leq 6 \quad \dots \quad (2)$$

【0012】

更に、前記フラックスは、TiO₂、SiO₂及びZrO₂の総含有量が3質量%以下に規制されていてもよい。

前記外皮をオーステナイト系ステンレスで形成し、Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるアーク溶接に使用する場合、例えば、ワイヤ全質量あたり、Si：0.3～1質量%、Mn：0.5～2.5質量%、Cr：18～25質量%、Ni：9～14質量%を含有すると共に、C：0.04質量%以下に規制され、残部がFe及び不可避免の不純物からなる組成にすることができる。

更に、必要に応じて、ワイヤ全質量あたり、Mo：4質量%以下及び/又はNb：1質量%以下を添加してもよい。

前記外皮をNi基合金で形成し、Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるアーク溶接に使用する場合、ワイヤ全質量あたり、Si：0.1～1質量%、Mn：0.3～10質量%、Cr：13～24質量%を含有し、残部がNi及び不可避免の不純物からなる組成にすることができる。

更に、必要に応じて、ワイヤ全質量あたり、C：0.1質量%以下、Mo：17質量%以下、Nb：5質量%以下、Ti：0.75質量%以下、W：5質量%以下、V：0.3質量%以下及びFe：20質量%以下からなる群から選択された少なくとも1種の元素を添加してもよい。

Arガス濃度が95体積%以上のシールドガスを用いる硬化肉盛溶接に使用する場合、ワイヤ全質量あたり、C：0.05～1.5質量%、Si：0.3～3.0質量%、Mn：0.3～3.0質量%及びCr：0.3～10質量%を含有し、残部がFe及び不可避

10

20

30

40

50

的不純物からなる組成にすることができる。

更に、ワイヤ全質量あたり、Mo：9質量%以下、W：4質量%以下及びV：2質量%以下からなる群から選択された少なくとも1種の元素を添加してもよい。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、アルカリ金属及びアルカリ土類金属の添加形態のバランスを特定しているため、母材の希釈を抑え、少ない層数で目的の溶接金属組成を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0014】

【図1】母材希釈率の測定方法を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

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。

【0016】

本実施形態のフラックス入りワイヤは、肉盛溶接に用いられるものであり、外皮内に下記数式3を満たす組成のフラックスが、充填率がワイヤ全質量あたり10.0～35.0質量%の範囲で、充填された構成となっている。なお、下記数式3において、Aはアルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量のF換算値(質量%)、Bはアルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量(質量%)、Cはアルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量である。また、下記数式3で規定されるA、B及びCは、いずれもフラックス全質量あたりの値である。

20

【0017】

【数3】

$$0.3 \leq [A / \{1 + 0.7 \times (B + 2C)\}] \leq 2.0 \quad \dots \quad (3)$$

【0018】

30

Na、K、Ca及びMgなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属は、アーク安定剤として作用し、シールドガスにCO₂や混合ガスを用いる溶接に使用される溶接ワイヤには、スパッタ低減のために添加されている。しかしながら、本発明者の実験・検討により、Ar濃度が高い雰囲気中においては、これらアルカリ金属やアルカリ土類金属の溶接ワイヤへの添加形態が、アークの挙動や溶込み形状に大きな影響を与えることが分かった。

【0019】

例えば、アルカリ金属やアルカリ土類金属をフッ化物としてフラックスに添加した場合、アークの広がり大きくして、溶込みを小さくするという効果がある。具体的には、金属フッ化物は、高温のアーク雰囲気中で金属イオンとフッ化物イオンに分解し、この解離反応により生成した金属イオンがアーク雰囲気の電気抵抗を低下させて、アークを拡大すると共に溶込み深さを低減する。

40

【0020】

一方、アルカリ金属やアルカリ土類金属は、合金成分や酸化物の形態で溶接ワイヤに添加すると、電子放出材料として熔融池上にアークが集中し、過大な溶込みを生じてしまう。具体的には、アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物は、仕事関数が小さく、電子放出を促進するため、アークの集中性を高める作用がある。また、アルカリ金属及びアルカリ土類金属の単体も、熔融金属中の酸素と反応してアルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物を生成するため、同様の作用がある。

【0021】

このため、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、アルカリ金属単体及びアル

50

カリ土類金属単体は、少量の添加であればビードのなじみ向上による融合不良低減効果があるが、過剰に添加すると、溶込みを増大させ、母材希釈を大きくしてしまう。更に、アルカリ金属及びアルカリ土類金属は、強脱酸材であるため、溶融池の粘性を高め、溶融金属の垂落ち抑制効果もあるが、過剰に添加すると、スラグ発生量の増大につながる。

【0022】

そこで、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、アルカリ金属及びアルカリ土類金属の添加形態を、フッ化物、金属単体及び酸化物に分けて、これらの成分のフラックスにおける含有量の関係を特定した。具体的には、フラックス組成が、上記数式3を満たすようにした。なお、上記数式3で規定される $[A / \{1 + 0.7 \times (B + 2C)\}]$ が0.3未満の場合、アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物によるアーク拡大効果に対して、溶融池に生じたアルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物によるアークの集中効果のほうが大きくなる。その結果、溶込みが増大し、母材希釈が大きくなってしまふ。

10

【0023】

一方、上記数式3で規定される $[A / \{1 + 0.7 \times (B + 2C)\}]$ が2.0を超えると、アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物によるアーク拡大効果が、溶融金属表面に生成するアルカリ金属及びアルカリ土類金属酸化物のアーク集中効果に対して過剰となり、母材を十分に溶融させることができなくなる。その結果、凸形のなじみの悪いビード形状となり、融合不良を誘起しやすくなる。また、フッ化物がアーク中で分解・イオン化するに伴い、体積が急激に増加するため、多量のスパッタの発生原因となる。

20

【0024】

加えて、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、フラックス充填率もワイヤ全質量あたり10.0～35.0質量%の範囲にしている。フラックス充填率が、ワイヤ全質量あたり10.0質量%未満の場合、フラックス入りワイヤの特徴であるフラックスによる安定な溶滴移行を行うことができず、アークが不安定となり、良好な溶接を行うことができなくなる。また、フラックス充填率が、ワイヤ全質量あたり35.0質量%を超えると、溶融したフラックスが溶融池内で十分に攪拌されにくくなり、均一な組成の溶接金属が得られにくくなる。

【0025】

本実施形態のフラックス入りワイヤに用いられるフラックスは、 TiO_2 、 SiO_2 及び ZrO_2 の総含有量が3質量%以下に規制されていることが好ましい。一般に、 TiO_2 、 SiO_2 及び ZrO_2 などの酸化物は、アークの安定性向上及び溶接金属の酸化を保護する目的で、フラックスに添加されている。

30

【0026】

また、ワイヤ中の合金元素が製造時や保管時に不可避免的に酸化されて、金属酸化物が生成することもある。しかしながら、非酸化性ガスであるArの濃度が95体積%以上のシールドガスを用いるMIG溶接では、溶接金属の酸化が抑制され、十分に健全な溶接金属が得られるため、ビード表面の酸化防止のために TiO_2 、 SiO_2 及び ZrO_2 を添加する必要はない。

【0027】

一方、 TiO_2 、 SiO_2 及び ZrO_2 などの酸化物は、肉盛溶接時には溶融池の粘性の低下による溶接ビードの垂落ちや自動溶接時のスラグ除去時間の発生、スラグ巻き込みなどの欠陥を発生させる虞があるため、その添加量は少なくすることが好ましい。具体的には、 TiO_2 、 SiO_2 及び ZrO_2 の含有量は、フラックス全質量あたり、3質量%以下とすることが好ましい。これにより、スラグ発生量を大幅に低減することが可能となる。

40

【0028】

また、本実施形態のフラックス入りワイヤにおいては、アルカリ金属フッ化物及びアルカリ土類金属フッ化物の総含有量Aを、F換算値で、0.2～3.0質量%とすることが好ましい。これにより、母材の希釈を抑制しつつ良好なビード形状を得ることができ、欠

50

陥のない溶接を行うことができる。また、これらの総含有量 A を 3.0 質量%以下に抑制することにより、スパッタの発生量を抑制することも可能となる。

【0029】

更に、本実施形態のフラックス入りワイヤにおいては、アルカリ金属単体及びアルカリ土類金属単体の総含有量 B (質量%)と、アルカリ金属酸化物及びアルカリ土類金属酸化物の総含有量 C (質量%)との関係が、下記数式 4 を満たす組成であることが好ましい。これにより、過度の溶込みとなることなくなじみの良好なビードを形成することができる。

【0030】

【数 4】

$$(B+2C) \leq 6 \quad \dots \quad (4)$$

【0031】

そして、前述した A を 0.2 ~ 3.0 質量%とし、B 及び C を上記数式 4 を満たす範囲にすることにより、アルカリ金属及びアルカリ土類金属の添加による脱酸作用が熔融金属の粘性増加に寄与し、ビードの垂落ちを効果的に抑制することができる。

【0032】

本実施形態のフラックス入りワイヤにおいては、前述した各成分以外のフラックス成分は、特に限定されるものではないが、例えば C、Si、Mn、Cr、Ni、Mo が挙げられ、これらの成分は、前述した効果には影響しない。

【0033】

本実施形態のフラックス入りワイヤの外皮組成は、特に限定されるものではなく、適宜選択することができるが、例えば、Ar 濃度が 95 体積%以上のシールドガスを用いる MIG 溶接の場合、各種鋼材や Ni 基合金などで形成することができる。特に、本実施形態のフラックス入りワイヤは、構造物表面に高い耐食性を付与することができるオーステナイト系ステンレス鋼や Ni 基合金を用いた肉盛溶接、及び構造物表面に高い耐磨耗性を付与する硬化肉盛溶接に好適である。

【0034】

オーステナイトステンレス鋼は、高い耐食性を得るために Cr 及び Ni が添加されている鋼材であり、溶接材料としては 18% Cr に 9% Ni を添加した SUS308 などが用いられている。なお、本実施形態のフラックス入りワイヤの外皮は、SUS308 に限定されるものではなく、Mo が添加された SUS316 や Nb が添加された SUS347 など、種々のオーステナイトステンレス鋼を用いることができる。

【0035】

そして、外皮にオーステナイトステンレス鋼を用いる場合、例えば、ワイヤ全質量あたり、Si: 0.3 ~ 1 質量%、Mn: 0.5 ~ 2.5 質量%、Cr: 18 ~ 25 質量%、Ni: 9 ~ 14 質量%を含有すると共に、C: 0.04 質量%以下に規制し、必要に応じて Mo: 4 質量%以下及び / 又は Nb: 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。ワイヤ組成をこの範囲にすることにより、耐食肉盛溶接を行った際に、良好な耐食性を有する溶接金属を得ることができる。

【0036】

また、Ni 基合金は、ステンレス鋼よりもさらに高い耐食性を得るために Ni 含有量が 50 質量%以上になるように設計された合金であり、インコネルやハステロイといった Cr や Mo が添加されたものもある。本実施形態のフラックス入りワイヤでは、各種 Ni 基合金を使用することができ、いずれを用いても同様の効果が得られる。

【0037】

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: 0.1 ~ 1 質量%、Mn: 0.3 ~ 1.0 質量%及び Cr: 13 ~ 24 質量%を含有し、必要に応じて C: 0.1 質量%以下、Mo: 1.7 質量%以下、Nb: 5 質量%以下、Ti: 0.75 質量%

10

20

30

40

50

以下、W：5質量%以下、V：0.3質量%以下及びFe：20質量%以下のうち1種又は2種以上が添加され、残部がNi及び不可避免的不純物からなる組成とすることができる。ワイヤ組成をこの範囲にすることにより、高温性能や耐食性に優れた溶接金属を得ることができる。

【0038】

一方、硬化肉盛溶接とは、構造物表面に耐摩耗性や高い硬度を付与するための溶接手法であり、溶接金属の硬度を高めるために、溶接材料としては、通常の炭素鋼溶接材料に、C、Cr、Mo及びWなどを添加し、焼入れ性を高めたものが使用されている。

【0039】

例えば、本実施形態のフラックス入りワイヤを硬化肉盛溶接に用いる場合は、ワイヤ全質量あたり、C：0.05～1.5質量%、Si：0.3～3質量%、Mn：0.3～3.0質量%及びCr：0.3～10質量%を含有し、必要に応じて、Mo：9質量%以下、W：4質量%以下及びV：2質量%以下のうち1種又は2種以上が添加され、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。ワイヤ組成をこの範囲にすることにより、硬化肉盛溶接時に適切な硬度を得ることができる。

【0040】

本実施形態のフラックス入りワイヤを用いて、肉盛溶接する際の条件は、特に限定されるものではないが、例えば、溶接電流を200～300A、溶接速度を20～50cm/分とすることができる。

【0041】

また、シールドガスも、特に限定されるものではないが、Ar濃度が95体積%以上のガスを用いることが好ましい。シールドガスに含まれるCO₂やO₂は、熔融金属の酸化を促進し、金属酸化物の生成を促す。熔融池表面に生成した金属酸化物は、電子放出材料としてアーク雰囲気への電子放出起点となり、アークの集中性を高める作用があるため、シールドガスがCO₂やO₂を含有していると、溶込みが深くなり、母材希釈が大きくなってしまふ。また、CO₂やO₂は、フラックス中のフッ化物や炭酸塩と反応し、多量のスパッタを生じるといふ問題もある。

【0042】

これに対して、シールドガスのAr濃度を95体積%以上にすると、金属酸化物の生成が抑制され、スパッタ量も低減することができる。その結果、母材の希釈を抑制すると共に、作業性を向上させることができる。

【0043】

以上詳述したように、本実施形態のフラックス入りワイヤでは、アルカリ金属及びアルカリ土類金属のフッ化物、金属単体並びに酸化物の添加量の関係を特定しているため、母材の希釈及びスラグの発生量を低減することができる。その結果、本実施形態のフラックス入りワイヤを用いることにより、少ない層数で目的の溶接金属組成を得ることができる。

【0044】

また、本実施形態のフラックス入りワイヤは、垂落ちが少なく、止端部の揃った良好なビード外観を得ることができる。溶接金属の垂落ちは、必要な形状を得るための溶接時間、溶接材料の使用量、溶接後の成形時間の増大をもたらすため、本実施形態のフラックス入りワイヤを用いることにより、作業能率を改善をすることができる。

【実施例】

【0045】

以下、本発明の実施例及び比較例を挙げて、本発明の効果について具体的に説明する。本実施例においては、表1に示すA～Cの外皮を使用し、表2に示すNo.1～5を基本構成とし、Feの一部を表3～5に示す成分と置き換えて、No.1～74のフラックス入りワイヤを作製した。これらフラックス入りワイヤのうち、No.1～44が実施例、No.45～74が比較例に相当する。そして、実施例及び比較例の各フラックス入りワイヤ使用して肉盛溶接を行い、母材希釈率、スラグ巻き込み、溶接不良及びスパッタ量に

10

20

30

40

50

ついて評価した。なお、下記表 1 に示す外皮の成分組成及び下記表 2 に示すフラックス中の合金元素量においては、残部に不可避的不純物も含まれる。

【 0 0 4 6 】

【表 1】

外皮の種類		組成 (質量%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb	Fe
A	軟鋼	0.016	0.01	0.19	0.005	0.005	—	—	—	—	残部
B	SUS304	0.01	0.28	1.25	0.05	0.05	19.2	9.9	—	—	残部
C	Ni 基合金	0.01	—	—	—	—	22	残部	13	—	4

10

【 0 0 4 7 】

【表 2】

No.	外皮	フラックス中の合金元素量 (質量%)									フラックス充填率 (質量%)
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	W	Fe	
1	A	1	5	11	11	—	4	3	—	残部	12.5
2	B	3	4.5	7.5	30	—	4	—	—	残部	14.5
3	B	0.02	1	5	23	10	—	—	—	残部	20.0
4	C	0.02	0.5	5	18	21	10	—	—	残部	20.0
5	C	0.03	0.3	—	25	残部	20	—	5	10	30.0

20

【 0 0 4 8 】

【表 3】

No.	ワイヤ 構成	フラックス中のアルカリ金属及びアルカリ土類金属量 (質量%)										その他の酸化物 (質量%)						
		フッ化物					単体及び酸化物					TiO ₂	SiO ₂	ZrO ₂	合計			
		K ₂ SiF ₆	NaF	CaF ₂	A (F換算値)	Mg	Ca	MgO	CaO	B+2C	A/(1+0.7*(B+2C))							
1	1				0.52						0				0.5			0
2	2		1		0.45						0				0.5			0
3	3			4	1.92						0				1.9			0
4	4		1	2	1.41						0				1.4			0
5	5	1.5	2		1.68						0				1.7			0
6	2	2		2	2						0				2.0			0
7	1	0.5	1	1	1.19						0				1.2			0
8	4	2			1.04						0				1.0			0
9	2		0.5	0.5	0.465						0				0.5			0
10	3	2		2	2						0				2.0			0
11	5	1	1	1	1.45						0				1.5			0
12	1	2			1.04						0				1.0			0
13	2	3			1.56				1		1				0.9			0
14	3		4		1.8					1					1.1			0
15	4			1	0.48						0.5				0.3			0
16	2	1	1	1	1.45						1				0.6			0
17	1	2	1		1.49				5		1				0.3			0
18	5		1	2	1.41					3	1				0.3			0
19	2	2		2	2				4	3					0.3			0
20	1	3			1.56				2		1				0.4			0
21	3		4	1	2.28				1		1				0.7			0
22	2	2		1	1.52					2					0.6			0
23	4	3		1	2.04				2		1.5				0.5			0
24	2		5		2.25				0.5	3	0.5				0.4			0
25	1	1	1	1	1.45				2	1					0.3			0

実施例

【表 4】

No.	ワイヤ 構成	フラックス中のアルカリ金属及びアルカリ土類金属量 (質量%)										その他の酸化物 (質量%)					
		フッ化物					単体及び酸化物					TiO ₂	SiO ₂	ZrO ₂	合計		
		K ₂ SiF ₆	NaF	CaF ₂	A (F換算値)	Mg	Ca	MgO	CaO	B+2C	A/(1+0.7*(B+2C))						
26	4	2			1.04	3						3	0.3	2			2
27	1		2		0.9		1	1				3	0.3		3		3
28	2		1	2	1.41	1	1		2			6	0.3			1	1
29	5	1	2	1	1.9			2				4	0.5	1	1		2
30	3	2	1		1.49		2	2				6	0.3	1	1	1	3
31	2		2	1	1.38				1	3		5	0.3	1	0.5	0.5	2
32	3	2	2	1	2.42	2			2			6	0.5	2		1	3
33	1	1	1		0.97	2			1			4	0.3		2	1	3
34	5	3			1.56							0	1.6	1			1
35	1		3		1.35							0	1.4		2		2
36	2			3	1.44				3			0	1.4			0.5	0.5
37	3	1	1		0.97							0	1.0	1		1	2
38	5		1	0.5	0.69							0	0.7			2	2
39	3	2		1	1.52				1			0	1.5	1	0.5		1.5
40	2	1	1	2	1.93							0	1.9		2	0.5	2.5
41	3		4		1.8							0	1.8	2		1	3
42	1	3	1		2.01							0	2.0		2	1	3
43	4	1			0.52							0	0.5	0.5	1.5	1	3
44	2	3			1.56							0	1.6	0.5	0.5	0.5	1.5

実施例

【 表 5 】

No.	ワイヤ 構成	フラックス中のアルカリ金属及びアルカリ土類金属量 (質量%)										その他の酸化物 (質量%)						
		フッ化物					単体及び酸化物					TiO ₂	SiO ₂	ZrO ₂	合計			
		K ₂ SiF ₆	NaF	CaF ₂	A (F換算値)	Mg	Ca	MgO	CaO	B+2C	A/(1+0.7*(B+2C))							
45	1	2	2	1	2.42										0.5			0.5
46	3	1	2	1.5	2.14											0.2	0.2	0.4
47	1	1	3	1	2.35										0.3			0.3
48	4	1			0.52					1					0.4	0.5		0.9
49	1	1	0.5		0.745			1		2					1.2		1	2.2
50	2	0.5	0.5	0.5	0.725		1	1		2					1.5			1.5
51	4				0													0
52	1				0													0
53	2				0													0
54	3	0.1			0.052													0
55	2		0.1		0.045													0
56	4				0.096													0
57	1	10			5.2													0
58	3		6		2.7													0
59	1	2	2	2	2.9													0
60	4				0		15						15					0
61	4	0	0	0	0			15		5			25					0
62	5				0			7				5	17					0
63	3				0								0				2	4
64	2				0								0				3	6
65	1				0								0				4	6
66	5	5	2	1	3.98								0				2	6
67	2	4	1	4	4.45								0				4	7
68	3		7		3.15								0				1	6
69	1	3	2	1	2.94		7	3					10					0
70	4	1	4	1	2.8		1	1		1.5			7					0
71	5		2	4	2.82		1	3		2			10					0
72	1				0		5	3		1			16				2	6
73	2				0		4	4		2			14				3	6
74	5				0		3	1		2			18				1	6

比較例

【 0 0 5 1 】

< 溶接条件 >

溶接試験には、供試材にSM490Aを用い、その上に1層5パスの肉盛溶接を行った。その際、溶接条件は溶接電流：250A、溶接速度：30cm/分とし、自動溶接を想

10

20

30

40

50

定し、パス間のスラグ除去は行わずに連続溶接を行った。

【0052】

<評価方法>

先ず、溶接後の試料にX線透過試験を行い、スラグ巻き込み及び融合不良の有無を確認した。その結果、スラグ巻き込み又は融合不良が発生したものは、すべて不可とした。

【0053】

次に、溶接部の断面マクロ観察を行い、溶込み形状を観察し、母材希釈率を計測した。図1は母材希釈率の測定方法を示す断面図である。母材希釈率は、図1に示す溶接金属2について、母材1の表面よりも上側の部分2aの面積aと、下側の部分2bの面積bを求め、下記数式5により算出した。その結果、母材希釈率が25%以下のものを合格とした。

10

【0054】

【数5】

$$\text{母材希釈率 (\%)} = b / (a + b) \quad \dots \quad (5)$$

【0055】

スパッタ発生量は、周囲に飛散したスパッタ及びシールドガスノズルに付着したスパッタを捕集し、計測した。そして、スパッタ発生量が通常の炭素鋼溶接よりも多い硬化肉盛溶接(ワイヤNo. 1)については、捕集されたスパッタの量が1.5g/分以下であったものを「合格」とし、1.0g/分以下であったものを「特に優れる」とした。また、オーステナイト系ステンレスワイヤ(ワイヤNo. 2, 3)及びNi基合金ワイヤ(ワイヤNo. 4, 5)による耐食肉盛溶接については、捕集されたスパッタの量が1.0g/分以下のものを「合格」とし、0.5g/分以下であったものを「特に優れる」とした。

20

【0056】

以上の結果を表6及び表7にまとめて示す。なお、下記表6及び表7には、シールドガス組成も併せて示す。

【0057】

【表6】

	No.	シールドガス	評価結果			
			母材希釈	スラグ巻き	融合不良	スパッタ
実施例	1	Ar+3%O ₂	21	○	○	◎
	2	Ar+3%O ₂	24	○	○	◎
	3	Ar+3%O ₂	19	○	○	◎
	4	100%Ar	20	○	○	◎
	5	100%Ar	19	○	○	◎
	6	100%Ar	20	○	○	◎
	7	100%Ar	21	○	○	◎
	8	Ar+4%CO ₂	23	○	○	◎
	9	Ar+4%CO ₂	22	○	○	◎
	10	Ar+4%CO ₂	23	○	○	◎
	11	Ar+4%CO ₂	22	○	○	◎
	12	Ar+4%CO ₂	21	○	○	◎
	13	Ar+3%O ₂	24	○	○	◎
	14	Ar+3%O ₂	23	○	○	◎
	15	Ar+3%O ₂	24	○	○	◎
	16	100%Ar	23	○	○	◎
	17	100%Ar	24	○	○	◎
	18	100%Ar	23	○	○	◎
	19	100%Ar	22	○	○	◎
	20	100%Ar	23	○	○	◎
	21	Ar+4%CO ₂	23	○	○	◎
	22	Ar+4%CO ₂	24	○	○	◎
	23	Ar+4%CO ₂	23	○	○	◎
	24	Ar+4%CO ₂	24	○	○	◎
	25	Ar+4%CO ₂	23	○	○	◎
	26	Ar+3%O ₂	23	○	○	◎
	27	Ar+3%O ₂	22	○	○	◎
	28	Ar+3%O ₂	24	○	○	◎
	29	100%Ar	23	○	○	◎
	30	100%Ar	22	○	○	◎
	31	100%Ar	21	○	○	◎
	32	100%Ar	23	○	○	◎
	33	100%Ar	24	○	○	◎
	34	Ar+3%O ₂	22	○	○	◎
	35	Ar+3%O ₂	19	○	○	◎
	36	Ar+3%O ₂	21	○	○	◎
	37	100%Ar	20	○	○	◎
	38	100%Ar	22	○	○	◎
	39	100%Ar	21	○	○	◎
	40	100%Ar	19	○	○	◎
	41	100%Ar	20	○	○	◎
	42	Ar+4%CO ₂	22	○	○	◎
	43	Ar+4%CO ₂	21	○	○	◎
	44	Ar+4%CO ₂	20	○	○	◎

10

20

30

40

【表 7】

	No.	シールドガス	評価結果			
			母材希釈	スラグ巻き	融合不良	スパッタ
比較例	45	Ar+3%CO ₂	20	○	×	×
	46	Ar+4%O ₂	19	○	×	×
	47	Ar+4%O ₂	20	○	×	×
	48	Ar+2%O ₂	29	○	○	○
	49	Ar+2%CO ₂	30	○	○	○
	50	100%Ar	28	○	○	○
	51	Ar+3%O ₂	30	○	○	○
	52	Ar+3%O ₂	29	○	○	○
	53	Ar+3%O ₂	30	○	○	○
	54	100%Ar	27	○	○	○
	55	100%Ar	28	○	○	○
	56	100%Ar	27	○	○	○
	57	Ar+4%CO ₂	23	○	×	×
	58	Ar+4%CO ₂	21	○	×	×
	59	Ar+4%CO ₂	24	○	×	×
	60	Ar+3%O ₂	27	○	○	○
	61	100%Ar	26	○	○	○
	62	100%Ar	27	○	○	○
	63	100%Ar	21	×	○	○
	64	100%Ar	23	×	○	○
	65	100%Ar	23	×	○	○
	66	Ar+3%O ₂	23	×	×	×
	67	Ar+3%O ₂	24	×	×	×
	68	Ar+3%O ₂	23	×	×	×
69	100%Ar	21	○	○	×	
70	100%Ar	22	○	○	×	
71	Ar+4%CO ₂	24	○	○	×	
72	Ar+4%CO ₂	29	×	○	○	
73	Ar+4%CO ₂	28	×	○	○	
74	Ar+4%CO ₂	28	×	○	○	

【0059】

上記表 7 に示す No. 45 ~ 74 は、 $[A / \{1 + 0.7 \times (B + 2C)\}]$ が本発明の範囲から外れているため、母材希釈率、スラグ巻き込み又は融合不良の発生、スパッタ発生量のいずれかが不合格であった。これに対して、上記表 6 に示すように、本発明の実施例である No. 1 ~ 44 のワイヤは、母材希釈率が低く、スラグ巻き込みや融合不良も発生せず、スパッタ発生量も少なかった。

【0060】

次に、シールドガスとワイヤ組成との関係を調べた。具体的には、下記表 8 に示すフラックス入りワイヤを使用し、シールドガスの組成を変えて肉盛溶接を行い、母材希釈率、スラグ巻き込み、溶接不良及びスパッタ量について評価した。溶接条件及び評価方法は、前述した実施例 1 と同じにした。その結果を下記表 9 に示す。

【0061】

10

20

30

40

【表 8】

No.	ワイヤ 構成	フラックス中のアルカリ金属及びアルカリ土類金属量 (質量%)										その他の酸化物 (質量%)						
		フッ化物					単体及び酸化物					TiO ₂	SiO ₂	ZrO ₂	合計			
		K ₂ SiF ₆	NaF	CaF ₂	A (F換算値)	Mg	Ca	MgO	CaO	B+2C	A/(1+0.7*(B+2C))							
75	2	2			1.04								0	1.0	1		1	2
76	1		2		0.9								0	0.9				0
77	4	1.5		1.5	1.5	2					2		6	0.3				0
78	5		5		2.25		1					1	3	0.7		1	1	2
79	3				0								0	0.0				0
80	2		2		0.9		2					1	4	0.2		0.5	1	1.5
81	1	1			0.52								0	0.5	0.5			0.5
82	2		3		1.35		1					2	5	0.3				0.5
83	5	1	1		0.97								0	1.0				0.5

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

【表 9】

No.	シールドガス	評価結果			
		母材希釈	スラグ巻き	融合不良	スパッタ
75	Ar+20%CO ₂	29	○	○	○
76	Ar+10%CO ₂	27	○	○	○
77	Ar+10%O ₂	28	○	○	○
78	Ar+3%O ₂ +3%CO ₂	26	○	○	○
79	A+6%CO ₂	26	○	○	○
80	Ar+6%O ₂	26	○	○	○
81	100%CO ₂	29	○	○	×
82	Ar+30%CO ₂	28	○	○	×
83	100%CO ₂	29	○	○	×

10

【0063】

上記表 9 に示すように、Ar ガス濃度が 95 体積%未満のシールドガスを用いた場合、表 6 に示す No. 1 ~ 44 のワイヤに比べて、スパッタ量が増加する傾向が見られた。以上の結果から、本発明のフラックス入りワイヤは、特に、Ar ガス濃度が 95 体積%以上のシールドガスを用いた肉盛溶接に有効であることが確認された。

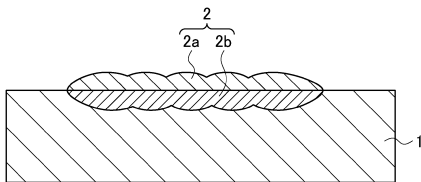
【符号の説明】

【0064】

- 1 母材
- 2、2a、2b 溶接金属

20

【図 1】



フロントページの続き

合議体

審判長 板谷 一弘

審判官 河本 充雄

審判官 金 公彦

(56)参考文献 特開昭58-23596(JP,A)

特開平3-281090(JP,A)

特開平7-214376(JP,A)

特開平10-99992(JP,A)

特開平8-309583(JP,A)

宮田実、泉谷瞬、鈴木励一、純アルゴン-MIGとフラックス入りワイヤを用いた自動車排気系用ステンレス鋼向け溶接プロセスの開発、溶接学会全国大会講演概要平成24年度春季全国大会、一般社団法人 溶接学会、2012年 6月20日、セッションID 228

池上祐一、宮内秀樹、山本信也、内原正人、シールドガスによるスパッタ低減について、溶接学会誌、2006年、Vol.75, No.7, p.570~574

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K35/30, 35/368

C22C19/00-19/05