

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-126789  
(P2018-126789A)

(43) 公開日 平成30年8月16日(2018.8.16)

(51) Int.Cl.

**B23K 35/362** (2006.01)  
**B23K 35/30** (2006.01)  
**C22C 38/00** (2006.01)  
**C22C 38/58** (2006.01)

F 1

B 23 K 35/362 310 B  
 B 23 K 35/362 310 C  
 B 23 K 35/30 320 B  
 C 22 C 38/00 302 Z  
 C 22 C 38/58

テーマコード(参考)

4 E 084

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2018-20891 (P2018-20891)  
 (22) 出願日 平成30年2月8日 (2018.2.8)  
 (31) 優先権主張番号 17155471.0  
 (32) 優先日 平成29年2月9日 (2017.2.9)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 518047562  
 エリコン シュヴァイスティヒニク ゲーエ  
 ムペーハー  
 ドイツ連邦共和国 67304 アイゼン  
 ベルク, インドウストリーシュトラーセ  
 12  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 凝集溶接フラックスおよび前記フラックスを使用するオーステナイトステンレス鋼のサブマージドアーク溶接方法

## (57) 【要約】

【課題】 凝集溶接フラックスおよび前記フラックスを使用するオーステナイトステンレス鋼のサブマージドアーク溶接方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、フラックスの重量%で表された、25~35%のMgO、20~28%のCaF<sub>2</sub>、15~22%のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、12~17%のSiO<sub>2</sub>、および0.2~0.4%の炭素(重量%)を含む凝集溶接フラックスに関し、前記炭素は、フラックス中に含有される少なくとも1つの金属化合物を使用して導入される。また、本発明は、前記フラックスを使用してオーステナイトステンレス鋼から製造される少なくとも1つの加工物のサブマージドアーク溶接のための方法に関し、ならびに前記方法を使用して得ることができる、17~20%のCr、5~8.5%のMn、および14~18%のNiを含む溶接継手に関する。 10

【選択図】なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

重量 % で表された、

- 25 ~ 35 % の酸化マグネシウム (MgO)、
- 22 ~ 35 % のフッ化カルシウム (CaF<sub>2</sub>)、
- 15 ~ 22 % の酸化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、
- 11 ~ 17 % の二酸化ケイ素 (SiO<sub>2</sub>)、
- 炭素を含有する少なくとも 1 つの金属化合物、および
- 前記少なくとも 1 つの金属化合物を使用して導入される、0.2 ~ 0.4 % の炭素を含む、凝集溶接フラックス。

10

## 【請求項 2】

前記金属化合物が 2 ~ 12 % の炭素を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の凝集溶接フラックス。

## 【請求項 3】

前記金属化合物 1.6 ~ 10 % を含むことを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の凝集溶接フラックス。

## 【請求項 4】

前記金属化合物がフェロ合金であることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の凝集溶接フラックス。

## 【請求項 5】

フェロクロム、フェロマンガン、鉄、炭化ケイ素粉末のなかから選択される少なくとも 1 つの金属化合物を含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の凝集溶接フラックス。

20

## 【請求項 6】

オーステナイトステンレス鋼から製造される少なくとも 1 つの加工物のサブマージドアーク溶接のための方法において消耗ワイヤとフラックスとを電気アークによって溶融して前記少なくとも 1 つの加工物上の溶接継手を得る方法であって、前記フラックスが、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載された凝集溶接フラックスであることを特徴とする方法。

## 【請求項 7】

前記消耗ワイヤが、ワイヤの全重量による % で表された、

30

- 0.01 ~ 0.05 % の炭素 (C)、
- 0.1 ~ 1 % のケイ素 (Si)、
- 5 ~ 9 % のマンガン (Mn)、
- 19 ~ 22 % のクロム (Cr)、
- 15 ~ 18 % のニッケル (Ni)、
- 2.5 ~ 4.5 % のモリブデン (Mo)、
- 0.1 ~ 0.2 % の窒素 (N)、および

残余の鉄 (Fe) を含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記加工物が、加工物の重量 % で表された、

40

- 16 ~ 18 % の Cr、
- 6.4 ~ 7.5 % の Mn、および
- 4.0 ~ 5.0 % の Ni を含むことを特徴とする、請求項 6 または 7 に記載の溶接方法。

## 【請求項 9】

前記加工物が、加工物の重量 % で表された、

- 0.01 ~ 0.03 % の C、
- 0.1 ~ 0.75 % の Si、
- 0.01 ~ 0.025 % の N、および
- 残余の鉄 (Fe) をさらに含むことを特徴とする、請求項 8 に記載の溶接方法。

50

## 【請求項 10】

継手の重量によって表された、

- 17 ~ 20 % の C r、
- 5 ~ 8.5 % の M n、および

- 14 ~ 18 % の N i を含むことを特徴とする、請求項 6 ~ 8 のいずれか一項に記載の溶接方法によって得ることができる溶接継手。

## 【請求項 11】

前記溶接継手が、溶接継手の重量 % で表された、

- 0.09 ~ 0.13 % の C、
- 0.3 ~ 0.7 % の S i、
- 2 ~ 4 % の M o、
- 0.1 ~ 0.25 % の N、および

- 残余の鉄をさらに含むことを特徴とする請求項 10 に記載の溶接継手。

10

## 【請求項 12】

前記溶接継手が 20 において 650 ~ 700 MPa の間の引張強さを有することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の溶接継手。

## 【請求項 13】

前記溶接継手が -196 において 27 J の最小韧性を有することを特徴とする請求項 10 ~ 12 のいずれか一項に記載の溶接継手。

20

## 【請求項 14】

16 ~ 18 % の C r、4.0 ~ 5.0 % の N i、6.4 ~ 7.5 % の M n および鉄を含むオーステナイトステンレス鋼から製造される加工物であって、請求項 10 ~ 13 のいずれか一項に記載の少なくとも 1 つの溶接継手を含むことを特徴とする加工物。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、オーステナイトステンレス鋼のサブマージドアーク溶接のための溶接フラックスに関し、また、このフラックスを使用するサブマージドアーク溶接方法、ならびに前記フラックスおよび消耗溶接ワイヤを溶融する工程とオーステナイトステンレス鋼から製造された 1 つ以上の加工物を溶接する工程とによって得られる溶接金属組成物（すなわち溶接継手）に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

オーステナイトステンレス鋼は、それらを多種多様な工業的用途のために有用にする高度に望ましい性質の組合せを示す。これらの鋼は、鉄中の元素を促進および安定化するクロムおよびオーステナイトのバランスのとれた分析を有し、室温においてオーステナイト構造を有する。オーステナイト構造および高クロム含有量は共に、耐蝕性に寄与し、比較的均一なオーステナイト構造もまた、それらを建設材料として特に魅力あるものにする、主に、クロム (C r)、ニッケル (N i) およびマンガン (M n) の高含有量のために良い強度および韧性性質を有する鋼を提供する。

40

## 【0003】

特に、多くても 9 % の典型的な N i 含有量、および約 19 % のクロム含有量を有するオーステナイトステンレス鋼は特に、液化炭化水素ガス (LNG) または酸素もしくは窒素のような液化空気成分の貯蔵のための極低温、典型的に -170 (270 °F) 未満で使用できる容器に適している。

## 【0004】

ニッケルは費用がかかる構成成分であるので、オーステナイトステンレス鋼中のニッケル含有量を減少させると同時に極低温目的でのその使用の可能性を維持することは大きな関心の的である。このような低ニッケルオーステナイトステンレス鋼の例は 201 LN 鋼柄 (ASTM A 240 国際規格) である。

50

## 【0005】

このような低ニッケルオーステナイトステンレス鋼の冶金学的組成物、すなわちこの鋼を構成する卑金属の組成物の含有量の典型的な範囲は以下の表1に示される。

## 【0006】

## 【表1】

表1:卑金属 201LN (ASTM A240)の組成 (重量%単位)

c	Mn	Si	Cr	Ni	N	Cu	S	p
0,00	6,4	0,00	16	4,0	0,01	0,00	0,00	0,00
~	~	~	~	~	~	~	~	~
0,03	7,5	0,75	18	5,0	0,25	1,0	0,03	0,045

10

## 【0007】

20

これらの低ニッケルオーステナイトステンレス鋼は慣例的に、電気アークによって溶融される溶接フラックスとワイヤとを使用し、このように充填剤金属を供給して所望の溶接継手を形成するサブマージドアーク溶接（以下に「SA溶接」と呼ばれる）法を実施することによって溶接される。

## 【0008】

溶接される加工物は、シート、板、鍛造物またはパイプであってもよい。

## 【0009】

30

直面する問題は、一般的に、オーステナイト鋼がSA溶接される場合、溶接金属の結晶構造が、このプロセスにおいて使用される非常に高い熱量のために粗く、溶接金属の引張強さが、他の溶接方法によって得られる引張強さと比べて比較的低いということである。

## 【0010】

40

しかしながら、溶接金属の引張強さ（極限引張強さとも呼ばれる）が卑金属の引張強さよりも高いこと、そして特に、溶接金属の引張強さが20において655~740 MPaの間に含まれることを建築工業は必要とする。ASTM 201LNの最小引張強さは655 MPa (95 ksi)と定義される。引張強さは、圧力容器の設計のために重要である。与えられた設計のために、壁厚は最小引張強さによって定義される。経済的な理由から、壁厚はできるかぎり小さくなるように選択される。したがって板材および溶接金属は、標準品の最小引張強さを満たす必要がある。さらに、溶接金属の最小韧性の観点からの要件、典型的には-196において少なくとも47 Jという要件がある。これらのレベルの要件が満たされない場合、これは、このように溶接される構造物の結合性に有害である。

## 【0011】

今まで、これらの機械的性質を有する溶接金属を得るために適切な解決策は提案されていない。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0012】

50

したがって、解決されるべき1つの問題は、SA溶接方法によって低ニッケルオーステナイトステンレス鋼を溶接する時に必要とされるレベルの引張強さおよび韧性を有する溶接継手を得ることを可能にする凝集溶接フラックスを提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

第1の態様に従って、本発明はフラックスの重量%で表された、

- 25~35%の酸化マグネシウム(MgO)、
- 22~35%のフッ化カルシウム(CaF<sub>2</sub>)、
- 15~22%の酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、
- 11~17%の二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)、
- 炭素を含有する少なくとも1つの金属化合物、および
- 前記少なくとも1つの金属化合物を使用して導入される、0.2~0.4%の炭素を含む凝集溶接フラックスに関する。

## 【0014】

10

場合に応じて、本発明のフラックスは、以下の特徴の1つ以上を含んでもよい：

- 前記金属化合物が2~12%の炭素を含む。
- フラックスが前記金属化合物1.6~10%を含む。
- 前記金属化合物がフェロ合金である。
- フラックスが、フェロクロム、フェロマンガン、鉄、炭化ケイ素粉末のなかから選択される少なくとも1つの金属化合物を含む。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

20

第2の態様に従って、本発明は、消耗ワイヤとフラックスとを電気アークによって溶融して前記少なくとも1つの加工物上の溶接継手を得る、オーステナイトステンレス鋼から製造される少なくとも1つの加工物のサブマージドアーク溶接のための方法に関し、フラックスは本発明による凝集溶接フラックスであることを特徴とする。

## 【0016】

30

好ましくは、消耗ワイヤは、ワイヤの全重量による%で表された、

- 0.01~0.05%の炭素(C)、
- 0.1~1%のケイ素(Si)、
- 5~9%のマンガン(Mn)、
- 19~22%のクロム(Cr)、
- 15~18%のニッケル(Ni)、
- 2.5~4.5%のモリブデン(Mo)、
- 0.1~0.2%の窒素(N)、および
- 残余の鉄(Fe)を含む。

## 【0017】

加工物は、加工物の重量%で表された、

- 16~18%のCr、
- 6.4~7.5%のMn、および
- 4.0~5.0%のNiを含んでもよい。

## 【0018】

40

加工物は、加工物の重量%で表された、

- 0.01~0.03%のC、
- 0.1~0.75%のSi、
- 0.01~0.025%のN、および
- 残余の鉄(Fe)をさらに含んでもよい。

## 【0019】

50

第3の態様に従って、本発明は、本発明による溶接方法によって得ることができる溶接継手に関し、それは、継手の重量によって表された、

- 17~20%のCr、
- 5~8.5%のMn、および
- 14~18%のNiを含むことを特徴とする。

## 【0020】

好ましくは、本発明による溶接継手は、溶接継手の重量%で表された、

- 0.09 ~ 0.13% の C、
- 0.3 ~ 0.7% の Si、
- 2 ~ 4% の Mo、
- 0.1 ~ 0.25% の Ni、および
- 残余の鉄 (Fe) をさらに含む。

【0021】

溶接継手は、20において 650 ~ 700 MPa の間の引張強さおよび / または -196において 27 J の最小靱性を有してもよい。

10

【0022】

第4の態様に従って、本発明は、16 ~ 18% の Cr、4.0 ~ 5.0% の Ni、6.4 ~ 7.5% の Mn および鉄を含むオーステナイトステンレス鋼から製造される加工物に關し、それは、本発明による少なくとも1つの溶接継手を含むことを特徴とする。

【0023】

用語「凝集フラックス」は、鉱物物質、例えば酸化アルミニウムまたは酸化ケイ素から主に構成されるほか、場合により、水性無機ケイ酸塩、例えばケイ酸ナトリウムをベースとしたバインダー（または複数のバインダー）が添加される粉末形態の金属化合物から主に構成される粒子または小さなグラニュールからフラックスが形成されることを意味すると理解されたい。金属化合物のようなあり得る粉末を含めた全ての物質がフラックスの組成物を形成する。存在している全ての化合物および物質が互いに凝集され、フラックスグレインを形成する。最終フラックスグレインは主に丸い形状であり、0.2 ~ 2.0 mm の間に含まれるグレインサイズを有する。

20

【0024】

フラックス中に存在している炭素は赤外線吸収によって分析することができるが、他方、元素 Mg、Al、Si、F は XRF (X線蛍光) によって分析することができるということに留意しなければならない。元素 Mg、Al は ICP-AES によって同様に分析することができ、F は蒸気抽出後にイオン感応性電極によって分析することができる。Mg、Al および Si などの元素は酸化物として存在していることが知られているので、それらは通常、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および SiO<sub>2</sub> などの酸化物として表される。F は主に CaF として存在していることが知られているので、それは CaF として表される。Ca は XRF または ICP-AES (誘導結合プラズマ原子発光分析) によっておよび / または ICP-MS (誘導結合プラズマ質量分析) によって同様に分析することができる。F に化学量論的に帰属され得る全ての Ca は CaF<sub>2</sub> として表される。残りの Ca は、CaO として表される。Si は、重量測定法で同様に分析することができる。

30

【0025】

第2の態様に従って、本発明は、オーステナイトステンレス鋼から製造される少なくとも1つの加工物のサブマージドアーク (SA) 溶接のための方法において消耗ワイヤとフラックスとを電気アークによって溶融して前記少なくとも1つの加工物上の溶接継手を得る方法に關し、フラックスは本発明によるものであることを特徴とする。

40

【0026】

場合に応じて、本発明の溶接方法は、以下の特徴の1つ以上を含んでもよい。請求項7 ~ 9を参照されたい。

【0027】

特に、本発明による方法は、ワイヤの全重量による%で表された、

- 最大（すなわち、多くても）0.03% の炭素 (C)、好ましくは 0.01% ~ 0.03% の間の C、
- 最大 1.0% のケイ素 (Si)、好ましくは 0.1% ~ 1.0% の間の Si、
- 5 ~ 9% のマンガン (Mn)、
- 19 ~ 22% のクロム (Cr)、
- 15 ~ 18% のニッケル (Ni)、

50

- 2.5~4.5% のモリブデン (M o)、
- 0.1~0.2% の窒素 (N)、
- 最大 0.5% の銅 (C u)、好ましくは 0.03%~0.5% の間の C u、
- 最大 0.03% のリン (P)、好ましくは 0.005%~0.03% の間の P、
- 最大 0.02% の硫黄 (S)、好ましくは 5 ppm ~ 0.02% の間の S、および
- 残余の鉄 (F e) を含む消耗ワイヤを使用してもよい。

## 【0028】

全ての元素が O E S (発光分析) によって分析することができる。C および S は赤外線吸収によって分析することができる。N はカサロメトリー (熱伝導率) によって分析することができる。S i は重量測定法によって同様に分析することができる。M n、C r、N i、M o は I C P - A E S (誘導結合プラズマ原子発光分析) によって同様に分析することができる。

10

## 【0029】

第 3 の態様に従って、本発明は、溶接継手、すなわち、特に、本発明による前記 S A 溶接方法を実施することによって得られた堆積溶接金属に関し、継手の重量によって表された、17~20% の C r、5~8.5% の M n、および 14~18% の N i を含むことを特徴とする。請求項 10 を参照されたい。

## 【0030】

場合に応じて、本発明の溶接継手は、以下の特徴の 1 つ以上を含んでもよい。請求項 1 20 1~13 を参照されたい。

## 【0031】

堆積金属の化学分析は、継手の軸上で実施される。

## 【0032】

炭素は、赤外吸収によって、窒素はカサロメトリーによって、マンガン、クロム、モリブデンおよびニッケルは O E S (発光分析) によって、他の元素は I C P - A E S および / または I C P - M S によって分析されてもよい。ケイ素は重量測定法によって分析することができる。

20

## 【0033】

第 4 の態様に従って、本発明は、オーステナイトステンレス鋼から製造される加工物に関し、前記加工物は、16~18% の C r、4.0~5.0% の N i、6.4~7.5% の M n および鉄を含み、それは本発明による少なくとも 1 つの溶接継手を含むことを特徴とする。

30

## 【0034】

好ましくは、加工物は管、パイプ、板または鍛造品である。

## 【0035】

本発明は、フラックス中に存在している様々な元素 (全て重量 %) の影響に関する以下の説明によってより良く理解されるであろう。

## 【0036】

酸化マグネシウム (M g O)

40

M g O はスラグの粘度を増加させ、均一なビードを得ることを可能にする。さらに、それは溶接金属中の酸素含有量を制御する。フラックス中の M g O 含有量が 25% より低くなると、酸素含有量および溶接金属の韌性を増加させる。他方、M g O 含有量が 35% より高くなると、不安定なアーケ、不均一なビードおよび不十分なスラグ除去につながる。

## 【0037】

フッ化カルシウム (C a F<sub>2</sub>)

C a F<sub>2</sub> は均一なビードを得ることを可能にし、溶接金属中で拡散する場合がある水素および酸素の量を制御する。C a F<sub>2</sub> 含有量が 20% より低いとき、溶接金属中の高めの酸素含有量のために韌性が減少する。他方、C a F<sub>2</sub> 含有量が 28% より高いとき、アーケは不安定であり、ビードの形態は悪く、およびスラグ除去は不十分である。

50

## 【0038】

酸化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はスラグの流動性およびビードの均一性を改良する。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量が15%より低くなるとこれらの改良にほとんど効果を有さないが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量が22%より高くなると、溶接金属中の高めの酸素含有量のために韌性を減少させる。

## 【0039】

二酸化ケイ素 (SiO<sub>2</sub>)

SiO<sub>2</sub>はスラグの流動性およびビードの均一性を改良する。SiO<sub>2</sub>含有量が12%より低くなるとこれらの改良にほとんど効果を有さない。しかしSiO<sub>2</sub>含有量が17%より高いとき、韌性性質は、溶接金属中の高めの酸素含有量のために低下する。

10

## 【0040】

## 炭素 (C)

炭素をフラックスに添加して、溶接金属の高い引張特性を確実にする。本発明に従って、フラックス中の少なくとも1つの炭素含有金属化合物を使用して炭素が導入される。したがって、SA溶接プロセスの間に、炭素を溶接金属中に移動させて溶接金属の引張強さを増加させる。

## 【0041】

金属形態での炭素の導入は、フラックスの焼成プロセスの間にそれが分解しないので有利である。少なくとも1つの金属化合物は、必要とされる量および予測可能な形で炭素を溶接プール内に移動させる。対照的に、金属形態でない化合物、例えば黒鉛 (C) は、焼成プロセスの間に分解し、したがって炭素を予測可能な形および必要な量で移動させない。

20

## 【0042】

継手中の、すなわち堆積金属中のCの非常に高い含有量は、マルテンサイトタイプの硬構造物をもたらしある／または構造物を固化し、不十分な韌性の原因となる過剰量の炭化物沈殿物をもたらす。逆に、非常に低いC含有量は、不十分な引張機械的性質の原因となる。したがって、フラックスにおいて0.2~0.4%の間のCの量を考慮することが必要である。

## 【0043】

好ましくは、少なくとも1つの金属化合物はフェロ合金であり、それは有利には、フェロマンガン、フェロクロム、鋳鉄粉末、炭化ケイ素粉末によって形成される群において選択される。フェロ合金の使用は、それはフラックスの焼成プロセスの間に分解しないので、特に有利である。炭素含有フェロ合金は、予測可能な形で炭素を溶接プール内に移動させる。対照的に、黒鉛 (C) は焼成プロセスの間に分解し、したがって予測可能な形で炭素を移動させない。炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>) のような炭酸塩は、同様に炭素を含有するが、溶接プロセスの間にそれらはCaOのような金属酸化物およびCOとCO<sub>2</sub>との混合物に分解する。両方の成分が気体形態であり、炭素を溶接プールに必要な量で移動させない。

30

## 【0044】

本発明の分野において、フェロ合金は、1%超の炭素と、鉄、マンガン、クロム、またはケイ素のような1つ以上の元素との合金を指す。2%未満の炭素を有するフェロ合金は、フラックス中10%超の量のそのフェロ合金を必要とする。しかしながら20%超の量のフェロ合金がフラックスに添加される場合、フラックス自体の溶接性質は非常に不十分になる。

40

## 【0045】

有利には、フェロ合金は、高炭素含有量、すなわち4~12%の炭素、好ましくは少なくとも5%の炭素、および好ましくは10%未満の炭素(重量%)を有する、高炭素フェロ合金(フランス語で「ferro alloy carbure」)である。合金中の炭素含有量がより高くなると、成分はより少なめに添加される必要がある。合金の添加を減らすと、溶接性質はより良くなる。他方、合金の炭素含有量が12%を超える場合、

50

黒鉛が合金中に沈澱する。そして非常に細かい粉末に粉碎された合金だけを使用するとき、混合物中に黒鉛を見ることがある。しかしながら、黒鉛は、焼成プロセスの間に酸化し得るので、避けるのがよい。このようにこの溶接方法予測可能でない。

【0046】

フェロ合金は、高カーボンフェロマンガンとも呼ばれる、高炭素フェロマンガン（フランス語で「ferrromanganese carbure」）であってもよい。好ましくは、フェロマンガンは、75～80%のMnおよび5～9%のC、より好ましくは6～8%の間のC（重量%）を含む。

【0047】

また、フェロ合金は、64～90%のCrおよび4～12%のC、より好ましくは6～9%の間のC（重量%）を含有する、高炭素フェロクロム（フランス語で「ferrochrome carbure」）であってもよい。

【0048】

本発明の別の実施形態に従って、少なくとも1つの炭素含有金属化合物は鉄粉末であってもよい。好ましくは、鉄粉末は2～4%の炭素（重量%）を含有する。鉄は、クロムまたはマンガンを添加しないという利点を提供する。

【0049】

本発明の別の実施形態に従って、少なくとも1つの金属化合物は炭化ケイ素であってもよい。

【0050】

好ましくは、本発明によるSA溶接方法は、上述のようなフラックスと以下の組成を有する溶接ワイヤ（重量%）とを溶融することによって実施される：

- 0.01～0.05%の炭素（C）、
- 0.1～1%のケイ素（Si）、
- 5～9%のマンガン（Mn）、
- 19～22%のクロム（Cr）、
- 15～18%のニッケル（Ni）、
- 2.5～4.5%のモリブデン（Mo）、
- 0.1～0.2%の窒素（N）、および
- 残余の鉄（Fe）。

【0051】

ワイヤ中に存在している様々な元素の影響を以下に説明する（全ての含有量はワイヤの全重量に対する%として表される）。

【0052】

炭素（C）

炭素を導入して溶接金属の強度を改良する。

【0053】

クロム（Cr）およびモリブデン（Mo）

元素CrおよびMoは、高強度オーステナイトステンレス鋼の主な合金元素である。元素CrおよびMoが鋼の炭素と化合して、鋼に強度を与える炭化物を形成し、したがってまた、溶接金属に強度を与える。溶接金属中の過剰量のCrまたはMoは、溶接金属の韌性性質の低下を引き起こす。したがって継手に16～22%の間のCrの量、および最大4.5重量%のMoの量があることを確実にする処置がとられなければならない。

【0054】

ケイ素（Si）

ケイ素は、溶接金属中で脱酸素剤として作用する。したがってそれは、酸素（O）含有量を制御するために十分な量で存在していなければならない。Si含有量が非常に高い場合、韌性性質は低下する。このように、継手中のSiの量を0.3～1%の範囲内に制限することが必要である。

【0055】

10

20

30

40

50

**ニッケル ( N i )**

ニッケルの添加は、オーステナイト構造を促進する効果を有する。この理由のために、Ni レベルは 15 ~ 18 % の間に含まれなければならない。

**【 0 0 5 6 】****モリブデン ( M o )**

Mo は溶接金属の強度に強い影響を有し、従って、正確な強度レベルを確実にするために非常に重要な元素である。他方、非常に多量の Mo は、高い脆性をもたらす場合がある。したがって、Mo の量は 2 ~ 4 % の間でなければならない。

**【 0 0 5 7 】****窒素 ( N )**

窒素はオーステナイト構造を促進すると同時に強度をもたらす効果を有する。窒素の過剰量は溶接金属の多孔性をもたらし、それは建設規約の大部分によって受け入れられないであろう。N 含有量は好ましくは 0.25 % 未満であり、典型的に 0.14 ~ 0.2 % の間に含まれる。

**【 実施例 】****【 0 0 5 8 】****例示的な実施例**

以下に示される試験の目的は、SA 溶接方法が、本発明によるフラックスを使用してオーステナイトステンレス鋼から製造される加工物上で実施されるとき、本発明による冶金学的組成物を有する溶接継手、特に、建築工業の引張強さ要件ならびに良い韌性性質が達成される継手を得ることを示すことである。

**【 0 0 5 9 】**

継手試料の引張強さは、23 の温度および極限引張強さの測定において実施される引張試験によって評価される。極限引張強さは、破断するまで伸長または引っ張られる間に材料が耐えることができる最大応力によって測定される。また、試料の韌性はシャルピー V ノッチ試験を使用して測定されたが、それは、破損する間に材料によって吸収されるエネルギー量を定量する標準化高ひずみ速度試験である。この試験は -196 の温度で実施された。

**【 0 0 6 0 】**

引張および韌性試験は、溶接継手の中心からの堆積金属から機械加工された試料上で実施された。

**【 0 0 6 1 】**

溶接金属が上に堆積された低ニッケルオーステナイト鋼加工物は、201LN 鋼柄 (ASTM A240) から製造され、以下の表 2 に示される組成を有した。

**【 0 0 6 2 】****【 表 2 】**

表2:試験される卑金属の組成(重量%単位)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	N	Fe
0,026	7,2	0,38	16,2	4,7	0,23	0,12	残余

**【 0 0 6 3 】**

SA 溶接において使用されるフラックス ( フラックス 1 、フラックス 2 、フラックス 3 ) は、以下の表 3 に示される組成を有した。炭素含有金属化合物として高炭素フェロクロムおよび高炭素フェロマンガンを使用して炭素をフラックス中に導入した。フラックス 1 は、2 % のフェロクロムおよび 2 % の高炭素フェロマンガンの量を含有した。フラックス

10

20

30

40

50

2は、2.5%のフェロクロムおよび2%の高炭素フェロマンガンの量を含有した。この高炭素フェロクロム化合物は64~70%のCrおよび9~10%のCを含んだ。高炭素フェロマンガン化合物は75~80%のマンガンおよび6~7.7%の炭素を含んだ。

【0064】

【表3】

表3:試験されるフラックスの組成(重量%単位)

化学元素	フラックス1 (重量%) 本発明の課題	フラックス2 (重量%) 本発明の課題	フラックス3 (重量%)
MgO	30,6	30,1	33,0
CaF <sub>2</sub>	24,5	24,5	24,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,0	16,0	16,1
SiO <sub>2</sub>	13,0	13,0	13,5
C	0,30	0,38	0,0
CaO	8	8	8
MnO	3	3	2,5
Na <sub>2</sub> O	1	1	1
K <sub>2</sub> O	2	2	2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,6	2,0	0,0

10

20

30

【0065】

【表4】

表4:試験されるワイヤの組成(重量%単位)

化学元素	ワイヤ 1	ワイヤ 2	ワイヤ 3	ワイヤ 4	ワイヤ 5	ワイヤ 6
C	0,026	0,025	0,021	0,042	0,013	0,05
Mn	7,4	6,8	1,8	1,4	1,51	5,8
Si	0,46	0,35	0,42	0,55	0,51	0,45
Cr	19,8	23,5	18,5	18,9	22,9	17,6
Ni	16,1	22,1	11,5	9,4	8,6	7,5
Mo	3,1	3,0	2,7	0,05	3,0	0,02
Nb	0,017	0,014	0,012	0,40	0,020	0,01
N	0,22	0,28	0,05	0,04	0,14	0,01

10

20

30

## 【0066】

希釈が全くない堆積金属の試料は、以下の S A 溶接パラメーターを適用することによって得られた：

- 3.2 mm の直径を有するワイヤを使用する S A 溶接、それらの組成は表 4 に記載され、表 3 のフラックス 1、2、3 と対応付けられる、
- 25 ~ 100 の間の予熱
- 8 ~ 12 の溶接工程、
- 溶接工程の間の卑金属の約 100 の温度、
- 55 cm / 分の溶接速度について約 1,5 kJ / mm の溶接エネルギー、
- D C + 電流 30 V において 460 A、- 800 ~ 500 の溶接金属の 7 ~ 17 秒間の冷却時間。

## 【0067】

円筒形引張試料は堆積金属において、すなわち得られた溶接継手において長さ方向に機械加工された。試料の全長は 97 mm であり、測定部分の直径は 10 mm であり、測定部分の長さは 50 mm であった。

## 【0068】

それぞれの引張試験は 23 で実施された。プルレートは 15 MPa / s であった。

## 【0069】

試験される試料の組成（それぞれの元素の重量%単位）および引張強さ（MPa 単位で表される、Rm）および韧性測定値（196 での、Joules 単位で表される Kv）の結果が以下の表 5 に示される。

40

## 【0070】

【表5】

表5:試験される溶接継手の組成および実験結果

溶接番号	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	N	Rm	Kv
1	フランクス 1	0,115	7,2	0,54	19,3	15,1	2,7	0,014	0,18	655
	ワイヤ 1									
2	フランクス 2	0,12	7,4	0,55	20,0	16,0	2,7	0,014	0,18	680
	ワイヤ 1									
3	フランクス 3	0,03	6,5	0,43	23,1	22,1	3,0	0,014	0,27	600
	ワイヤ 2									
4	フランクス 3	0,02	1,5	0,55	18,0	11,5	2,7	0,012	0,05	590
	ワイヤ 3									
5	フランクス 3	0,04	1,4	0,6	18,5	9,3	0,05	0,40	0,04	610
	ワイヤ 4									
6	フランクス 3	0,03	1,4	0,6	22,4	8,6	3,0	0,023	0,14	792
	ワイヤ 5									
7	フランクス 3	0,05	5,6	0,5	17,3	7,4	0,01	0,01	0,01	630
	ワイヤ 6									

## 【0071】

表示を見る限り、溶接No. 1およびNo. 2に相応する試験だけが、引張強さおよび韌性性質に関して良好な結果を示した。これは、強度を増加させるために炭素の適合含有量を溶接金属に添加したからである。非常に高いC含有量は、韌性結果を悪くする。これらの溶接は、強度と韌性との間の最良の妥協点を提供した。

## 【0072】

また、フランクス2はフランクス1よりも強度に関してより良い結果をもたらしたが、しかしながら韌性はその最大値に近かったことを指摘しておいてもよいだろう。溶接No. 3において、引張強さは、Cが0.09%未満であったため、非常に低かった。溶接No.

10

20

30

40

50

1 および 2 と比較して高めのクロムおよびニッケルの含有量は、正確な強度レベルに達するのに役立たなかった。

【 0 0 7 3 】

溶接 N o 4 は溶接 N o 3 と同様であった： C は同様なレベルだが C r はより少なめで 1.1 . 5 % の N i 、そして結果として F e はより多めであった。しかしながら強度レベルはさらに低く、それは特定のクロムおよびニッケルが好ましいことを明らかに示す。

【 0 0 7 4 】

溶接 N o 5 はワイヤによって 0 . 4 % のニオブ ( N b ) を加えたが、しかしながら C は推奨される範囲外であったためにまた、強度レベルは低いままであった。

【 0 0 7 5 】

溶接 N o 6 は、クロムとニッケルの間のバランスを変えた：クロムは高レベルであったがニッケルは比較的低いレベルであった。高い強度が得られたが不十分な韌性であった。

【 0 0 7 6 】

溶接 N o 7 はクロム、ニッケルおよび炭素について、溶接 N o 5 と同様な組成を有したが、しかしながら M n 含有量はワイヤによって 5 . 6 % に増加された。このワイヤはニオブ ( N b ) の増加分はない。金属の韌性は非常に低いままであり、韌性も同じく十分でなかった。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

- 1 フラックス
- 2 フラックス
- 3 フラックス

10

20

---

フロントページの続き

(72)発明者 ステファン スタルク

ドイツ連邦共和国 6 7 2 6 9 グリューンシュタット, ブレンノフェンプファット 15

F ターム(参考) 4E084 AA01 AA03 AA06 AA07 AA09 AA11 AA12 AA20 AA29 BA05

BA22 CA03 DA18 GA07 HA04 HA11

【外國語明細書】

2018126789000001.pdf