

(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2016-128190

(P2016-128190A)

(43) 公開日 平成28年7月14日(2016.7.14)

(51) Int.Cl.

**B23K 35/30** (2006.01)  
**C22C 19/05** (2006.01)  
**B23K 26/14** (2014.01)  
**B23K 26/342** (2014.01)

F 1

B 23 K 35/30  
C 22 C 19/05  
B 23 K 26/14  
B 23 K 26/342

3 4 O L

B

テーマコード (参考)

4 E 1 6 8

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-2355 (P2016-2355)  
(22) 出願日 平成28年1月8日 (2016.1.8)  
(31) 優先権主張番号 62/101,511  
(32) 優先日 平成27年1月9日 (2015.1.9)  
(33) 優先権主張国 米国(US)  
(31) 優先権主張番号 14/969,457  
(32) 優先日 平成27年12月15日 (2015.12.15)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 510202156  
リンカーン グローバル、インコーポレイ  
テッド  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91  
748, シティーオブインダストリー, レ  
イルロード・ストリート 17721  
(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

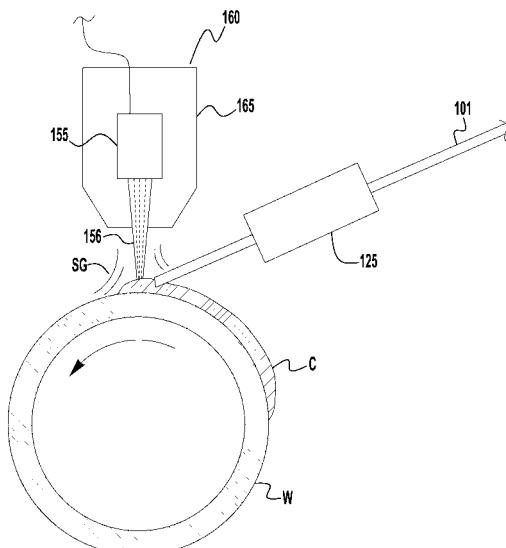
(54) 【発明の名称】ホットワイヤレーザクラッディング法及びそれに用いる材料

## (57) 【要約】

【課題】本明細書に記載の発明は、ホットワイヤレーザ  
クラッディングの分野における改善された方法を提供す  
る。

【解決手段】改善は、增量された脱酸金属を電極に加え  
ることを含み、該脱酸金属は、Al、Ti、Si、Mn  
及びZrのうちの少なくとも1つからなる群から選択され、  
增量された脱酸金属を加えることでクラッディング  
速度が少なくとも10～30%向上する。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

53～59重量%の範囲のニッケルと、  
 20.5～22重量%の範囲のクロムと、  
 12.5～14.5重量%の範囲のモリブデンと、  
 0.05～0.3重量%の範囲のアルミニウムと、  
 を含むクラッディング材料。

**【請求項 2】**

前記材料はソリッドワイヤ材料である、請求項1に記載の材料。

**【請求項 3】**

前記材料はレーザクラッディング材料である、請求項1に記載の材料。

10

**【請求項 4】**

前記アルミニウムは0.1～0.3重量%の範囲である、請求項1に記載の材料。

**【請求項 5】**

前記アルミニウムは0.15～0.3重量%の範囲である、請求項1に記載の材料。

**【請求項 6】**

0.03～0.2重量%の範囲のチタンをさらに含む、請求項1に記載の材料。

**【請求項 7】**

0.03～0.1重量%の範囲のチタンをさらに含む、請求項1に記載の材料。

**【請求項 8】**

20

チタン、ケイ素、マンガン及びジルコニウムのうちの少なくとも1つをさらに含む、請求項1に記載の材料。

**【請求項 9】**

チタン、ケイ素、マンガン及びジルコニウムのうちの少なくとも1つをさらに含み、該チタン、ケイ素、マンガン及びジルコニウムのうちの少なくとも1つと前記アルミニウムとの合計が0.2～0.5重量%の範囲である、請求項1に記載の材料。

**【請求項 10】**

チタン、ケイ素、マンガン及びジルコニウムのうちの少なくとも1つをさらに含み、該チタン、ケイ素、マンガン及びジルコニウムのうちの少なくとも1つと前記アルミニウムとの合計が0.25～0.4重量%の範囲である、請求項1に記載の材料。

30

**【請求項 11】**

チタン、ケイ素、マンガン及びジルコニウムのうちの少なくとも1つをさらに含み、該チタン、ケイ素、マンガン及びジルコニウムのうちの少なくとも1つと前記アルミニウムとの合計が0.28～0.35重量%の範囲である、請求項1に記載の材料。

**【請求項 12】**

レーザクラッディング材料であって、  
 0.009～0.012重量%の範囲の炭素と、  
 0.12～0.16重量%の範囲のマンガンと、  
 4.2～4.8重量%の範囲の鉄と、  
 0.003～0.004重量%の範囲のリンと、  
 0.005～0.015重量%の範囲のケイ素と、  
 0.0015～0.0025重量%の範囲の銅と、  
 53～59重量%の範囲のニッケルと、  
 0.06～0.065重量%の範囲のコバルトと、  
 20.5～22重量%の範囲のクロムと、  
 12.5～14.5重量%の範囲のモリブデンと、  
 0.022～0.025重量%の範囲のバナジウムと、  
 3～3.5重量%の範囲のタングステンと、  
 0.1～0.3重量%の範囲のアルミニウムと、  
 0.015～0.2重量%の範囲のチタンと、

40

50

0.0005 ~ 0.002 重量 % の範囲のジルコニウムと、  
を含み、

当該材料はソリッド材料である、レーザクラッディング材料。

**【請求項 13】**

レーザクラッディングの方法であって、

材料をワークピースに提供するステップであって、該材料は、53 ~ 59 重量 % の範囲のニッケルと、20.5 ~ 22 重量 % の範囲のクロムと、12.5 ~ 14.5 重量 % の範囲のモリブデンと、0.05 ~ 0.3 重量 % のアルミニウムとを含む、ステップと、

前記ワークピースを加熱するために前記ワークピースにレーザービームを向けるステップと、

前記ワークピースの表面にクラッディング層を堆積するために前記ワークピース及び前記材料のうちの少なくとも1つを加熱するステップと、

少なくとも32 mm / 秒の移動速度で前記ワークピースに前記材料を堆積するステップと、

前記材料を堆積するステップの間にシールドガスを提供するステップと、  
を含み、

前記ワークピースは湾曲面を有する、方法。

**【請求項 14】**

前記ワークピースは外径が3インチ以下のパイプである、請求項13に記載の方法。

**【請求項 15】**

前記シールドガスは10 ~ 25 CFH の範囲の流量で提供される、請求項13に記載の方法。

**【請求項 16】**

前記シールドガスは15 ~ 20 CFH の範囲の流量で提供される、請求項13に記載の方法。

**【請求項 17】**

前記移動速度は少なくとも33.5 mm / 秒である、請求項13に記載の方法。

**【請求項 18】**

前記移動速度は少なくとも35 mm / 秒である、請求項13に記載の方法。

**【請求項 19】**

前記移動速度は少なくとも38 mm / 秒である、請求項13に記載の方法。

**【請求項 20】**

前記移動速度は少なくとも44 mm / 秒である、請求項13に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本願は、2015年1月9日に出願された米国仮出願第61/101511号の優先権を主張する。該仮出願は、参照により本願に全体的に組み込まれる。

**【0002】**

本発明は、一般にホットワイヤレーザクラッディング(hot wire laser cladding)の分野における改善された方法に関し、具体的にはパイプ / チューブ又は湾曲面へのレーザクラッディングに関する。

**【背景技術】**

**【0003】**

クラッディング(肉盛)は、ある部分の表面特性及び表面近くの特性を向上させるために(例えば耐摩耗性、耐食性又は耐熱性)又は使用によって摩耗した部品の表面を新しい表面に作り変える(resurface)ために様々な産業で用いられている十分確立された方法である。クラッディングには、母材の組成とは別の組成を有する新たな表面層を作ることを具体的に伴う。

**【0004】**

10

20

30

40

50

クラッディング技術は、大別して、アーク溶接法、溶射法及びレーザベース (laser-based) 法という3つのカテゴリーに分類できる。これらの方法のそれぞれには利点及び欠点がある。

#### 【0005】

レーザクラッディングは概念的にはアーク溶接法に似ているが、ワイヤ、ストリップ又は粉末の形を取り得るクラッド材や基材の表面を溶融するのにレーザーを用いる。レーザクラッディングは、CO<sub>2</sub>、様々な種類のNd:YAG、より最近ではファイバーレーザーを用いて行われるのが一般的である。

#### 【0006】

一般に、レーザクラッディングは高品質のクラッド、即ち、低希釈で、ポロシティが少なく、表面均一性が良好なクラッドを生成する。レーザクラッディングでは部位への入熱が最小限に抑えられるため、変形や後処理の必要性が大幅に解消されると共に、合金要素の損失又は母材の硬化が回避される。それに加えて、レーザクラッディングでは素早い自然な冷却が起こる結果、クラッド層に微細粒組織 (fine grain structure) ができる。

10

#### 【0007】

例示的なレーザクラッディング法では、予め加熱されたガス金属アーク溶接 ('GMAW') ワイヤが、マルチキロワットで固体のファイバ伝送レーザー (multikilowatt, solid-state, fiber delivered laser) と組み合わされる。プログラマブルなGMAW電源を用いてワイヤのみを加熱することができ、電流を短絡させて従来のアークが防止される。電源は、加熱電力をレーザー制御と同期させるソフトウェアを用いることができる。特定の角度でレーザービームに送給される予め加熱されたワイヤは、レーザーの所要電力を、クラッドが敷かれ、それが流れるようにするのに過不足ないが過剰な希釈が生じるほどではないように低下させる。その結果、クラッディング法は、パウダーレーザクラッディングと同様の希釈特性を有すると共に、アウトオブポジション機能 (out-of-position capability) を含むワイヤを用いることの利点を有するものとなる。

20

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

しかしながら、上記の利点があるものの、円筒状のパイプ／チューブの堆積速度が限られており、クラッディング業界ではクラッド材をより高速に堆積できることが非常に重要である。

30

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

本発明によれば、AWS ERNiCrMo-10規格を満たすと共にA1が0.03重量%未満である、ニッケル含有量が高い溶接ワイヤのクラッディング速度を向上させる方法が提供され、改善は、A1の合計量が少なくとも0.05重量%になるように前記溶接ワイヤに追加のA1を加えることを含み、前記方法は、AWS ERNiCrMo-10規格を満たすと共にA1が0.03重量%未満である溶接ワイヤを用いる方法に比べて、クラッディングすべき基材の回転速度を少なくとも10%高めることをさらに含む。

40

#### 【0010】

本発明の別の態様では、AWS ERNiCrMo-10規格を満たすと共にA1が0.03重量%未満である、ニッケル含有量が高い溶接ワイヤのクラッディング速度を向上させる方法が提供され、改善は、A1の合計量が少なくとも0.10重量%になるように前記溶接ワイヤに追加のA1を加えることを含み、前記方法は、AWS ERNiCrMo-10規格を満たすと共にA1が0.03重量%未満である溶接ワイヤを用いる方法に比べて、クラッディングすべき基材の回転速度を少なくとも15%高めることをさらに含む。

#### 【0011】

本発明のさらに別の態様では、AWS ERNiCrMo-10規格を満たすと共にA1が0.03重量%未満である、ニッケル含有量が高い溶接ワイヤのクラッディング速度

50

を向上させる方法が提供され、改善は、A 1 の合計量が少なくとも 0 . 1 5 重量 % になるように前記溶接ワイヤに追加の A 1 を加えることを含み、前記方法は、AWS ERNi CrMo - 10 規格を満たすと共に A 1 が 0 . 0 3 重量 % 未満である溶接ワイヤを用いる方法に比べて、クラッディングすべき基材の回転速度を少なくとも 2 0 % 高めることをさらに含む。

#### 【 0 0 1 2 】

本発明のさらに別の態様では、AWS ERNi CrMo - 10 規格を満たすと共に A 1 が 0 . 0 3 重量 % 未満である、ニッケル含有量が高い溶接ワイヤのクラッディング速度を向上させる方法が提供され、改善は、A 1 の合計量が少なくとも 0 . 1 5 重量 % になるように前記溶接ワイヤに追加の A 1 を加えることを含み、前記方法は、AWS ERNi CrMo - 10 規格を満たすと共に A 1 が 0 . 0 3 重量 % 未満である溶接ワイヤを用いる方法に比べて、クラッディングすべき基材の回転速度を少なくとも 3 0 % 高めることをさらに含む。10

#### 【 0 0 1 3 】

本発明のさらなる態様では、AWS ERNi CrMo - 10 規格を満たすと共に A 1 が 0 . 0 3 重量 % 未満である、ニッケル含有量が高い溶接ワイヤのクラッディング速度を向上させる方法が提供され、改善は、標準的な AWS ERNi CrMo - 10 電極の仕様に比べて脱酸金属 (deoxidizing metal) の合計量が A 1 、 Ti 、 Si 、 Mn 及び Zr のうちの少なくとも 1 つで少なくとも 1 0 % 高くなるように前記溶接ワイヤに追加の脱酸金属を加えることを含み、溶接電極は 0 . 1 0 重量 % 未満の A 1 、 0 . 0 1 5 重量 % の Ti 、 0 . 0 1 重量 % の Si 、 0 . 1 4 重量 % の Mn 及び 0 . 0 0 1 重量 % の Zr を有し、前記方法は、AWS ERNi CrMo - 10 規格を満たすと共に A 1 が 0 . 0 3 重量 % 未満である溶接ワイヤを用いる方法に比べて、クラッディングすべき基材の回転速度を少なくとも 2 0 % 高めることをさらに含む。20

#### 【 0 0 1 4 】

特定の実施形態では、AWS ERNi CrMo - 10 規格を満たすと共に A 1 が 0 . 0 3 重量 % 未満である、ニッケル含有量が高い溶接ワイヤのクラッディング速度を高める方法が提供され、改善は、以下に示す重量パーセントの元素を有する溶接ワイヤを含む。

#### 【 0 0 1 5 】

【表1】

	Techalloy® 622 仕様 AWS ERNiCrMo-10	Techalloy® 622 一般的な組成	Techalloy® 622 再調合した組成
%C	最大 0.015%	0.009%	0.011%
%Mn	0.01%	0.21%	0.14%
%Fe	2.0 ~ 6.0%	4.56%	4.42 ~ 4.59%
%P	最大 0.02%	0.002%	0.003 ~ 0.004%
%S	最大 0.010%	0%	0%
%Si	最大 0.08%	0.03%	0.01%
%Cu	最大 0.50%	0.002%	0.002%
%Ni	残部	56.40%	56.52 ~ 57.05%
%Co	最大 2.50%	0.027%	0.062 ~ 0.065%
%Cr	20.0 ~ 22.5%	21.81%	21.28 ~ 21.50%
%Mo	12.5 ~ 14.5%	13.6%	13.4 ~ 13.8%
%V	最大 0.35%	0.027%	0.023 ~ 0.024%
%W	2.5 ~ 3.5%	3.22%	3.31%
%他	最大 0.50%	残部	残部
%Al	--	0.022%	0.154 ~ 0.157%

前記の方法は、AWS ERNiCrMo-10 規格を満たすと共に A1 が 0.03 重量 % 未満である溶接ワイヤを用いる方法に比べて、クラッディングすべき基材の回転速度を少なくとも 20 % 高めることをさらに含む。

## 【0016】

本発明の実施形態のこれらの及び他の目的は、図面、詳細な説明及び添付の請求項に照らして考えた場合に明らかになる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0017】

添付の図面を参照しながら本発明の例示の実施形態を詳細に説明することで、本発明の上記の態様及び / 又は他の態様が一層明らかになる。

【図1】図1は、本発明のシステムの例示の実施形態を図で表したものである。

【図2】図2は、本発明の実施形態のクラッディング法のさらなる図を表したものである。

## 【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【0018】

添付の図面を参照しながら本発明の例示の実施形態を以下で説明する。以下で説明する例示の実施形態は、本発明の理解を助けることを意図したものであって、本発明の範囲を何ら限定することを意図していない。全体を通して、同様の参照符号は同様の要素を表す。

## 【0019】

なお、以下ではパイプ／チューブ又は湾曲面のクラッディングの文脈で本発明の例示の実施形態を解説及び説明する。しかしながら、他の例示の実施形態は、クラッディングすべきあらゆる種類の表面に適用でき、本発明の実施形態はこの点で限定されない。また、下記の解説では、クラッディング作業のために熱を提供するのにレーザーを使用する例示の実施形態に焦点を当てる。しかしながら、別の例示の実施形態では他の熱源の使用が可能である。それに加えて、本明細書における特定の元素又は組成物の重量パーセントへの言及は、電極／材料 (consumables) 全体の重量パーセントである。

10

## 【0020】

図1に、本発明の例示的なクラッディングシステム100を示す。図示のシステム100は既知のレーザクラッディングシステムと同様に構成されている。システム100は、ワイヤ源115からのワイヤ／材料101を送給してワイヤ101をクラッディング作業に送るワイヤ送給装置110を含む。電源120は、少なくとも制御／通信のためにワイヤ送給装置110に連結されている。一部の例示の実施形態では、電源120を用いてワイヤ送給装置110及び／又はコンタクトチップ125に加熱信号を提供して、加熱信号をクラッディングワイヤ101に届ける。その際、加熱信号はアーキを生じさせないように制御される。加熱信号は、クラッディングプロセスの間にワイヤ101を加熱してワイヤ101の堆積を支援する電流信号である。他の例示の実施形態では、電源120なしでコールドワイヤを用いる構成とすることができます、該ワイヤはレーザーを用いて溶融される。電源120からの加熱信号は、(図示のように)コンタクトチップ125からワークピースWを通って電源120に戻るよう移動させることができ又は電流がワークピースWを通らず単にコンタクトチップ125を通ってコンタクトチップ125内の抵抗と共にワイヤ101を加熱するようできる。一般に理解されているように、コンタクトチップ125は、クラッディングワイヤ101が傾斜してクラッディング作業に送られ、該ワイヤを溶融パドル内に堆積するように配置されている。

20

30

## 【0021】

システム100は、トーチアセンブリ160内にあるレーザー155に電力を提供するレーザー電源150も含む。トーチアセンブリ160は、ワークピースWの表面にレーザービーム156を向けるレーザー155と、クラッディング作業を保護するためにワークピースWの表面にシールドガスを向けるノズル165とを含む。クラッディング作業では、ワイヤ101からのクラッディング層を溶着させるため、溶融面を作るのにワークピースの表面を加熱するのにレーザービーム156が用いられる。シールドガスは、クラッディング作業にとってメリットがある任意の種類のシールドガスでよく、例示の実施形態では100%アルゴンであり得る。シールドガスはタンク／シールドガス源140から供給でき、バルブ(図示せず)によりシールドガスの流れを制御できる。

40

## 【0022】

コントローラ130はシステム100の動作を制御するのに用いられ、電源120、レーザー電源150及びワイヤ送給装置110のそれぞれを集中的に制御すると共に同期させることで用いることができる。コントローラは任意の種類のコンピュータ／プロセッサベースのシステムでよく、図1では別個のコンポーネントとして図示しているが、電源、レーザー電源又はワイヤ送給装置のうちのいずれかと一体化させることもできる。

## 【0023】

図2はクラッディング作業の拡大図を示す。図示の実施形態では、ワークピースWはパイプ／チューブ又は湾曲面を有する他の種類の物体である。当然のことながら、本発明の実施形態は平坦なワークピースにも使用可能である。図示のように、シールドガスSGは

50

ノズル 165 を出て、ワークピース W の表面上にクラッド層 C を堆積する間に保護を提供する。図示のように、クラッディング作業の例示の実施形態の間、クラッド層 C を螺旋状 (helical pattern) に堆積させるためにワークピース W はトーチ 160 の下で回転される。なお、本明細書全体を通して、図面中の例示のワークピース W を「パイプ」と呼ぶ。しかしながら、場合によっては、小径のパイプが「チューブ」と呼ばれ得ることが理解及び認識される。本発明の実施形態は、パイプ、チューブ等を含むあらゆる種類の湾曲面をクラッディングすることに関する。そのため、「パイプ」という用語の使用は大径のパイプに限定されることを意図したものではなく、むしろ例示に過ぎない。

#### 【0024】

前で説明したように、本発明の実施形態はクラッディングに関し、本発明のより具体的な例示の実施形態は、AWS ERNiCrMo-10 規格を満たすニッケル／クロム／モリブデンワイヤの堆積速度を高めることに関する。この AWS 規格を、特定の構成要素についてワイヤの重量パーセントを示す下記の表に示す。例示の実施形態では、ワイヤはソリッドワイヤである。しかしながら、他の例示の実施形態では他のワイヤ構成を用いることが可能であり、例えばワイヤ 101 は金属コアワイヤであり得る。このワイヤは、ワイヤを表面上に堆積させて耐食性を提供するクラッディング用途で頻繁に用いられる。例えば、該ワイヤはパイプ／チューブ面の外側にクラッディング層を提供するのに用いられる。この AWS 規格のワイヤとしては、リンクーンエレクトリック社（オハイオ州、クリーブランド）が製造するワイヤを含む様々な商業的実施形態（commercial embodiments）が存在する。このワイヤを Techalloy（登録商標）622 と表示し、この製品の一般的な組成も下記の表に示す。

10

20

30

40

#### 【0025】

クラッディング作業でこれらの AWS 材料を使用し、とりわけ湾曲面をクラッディングする場合、材料中のニッケルが酸素と反応しやすく、相当量の酸化ニッケルが生成される。酸化ニッケル量の増加は、酸化ニッケルが形成されてクラッド層の表面に緑色を生成することからクラッディング堆積物の流動性に影響を与えやすい。これは、小径の湾曲面の場合にとりわけ顕著となる。この酸化ニッケルの生成は湾曲面、とりわけ半径が比較的小さい湾曲面をクラッディングする場合に増加することが多い。これは、湾曲の大きい面がある場合にシールドガスで作業を完全に保護するのが困難であることに起因する。そのため、パイプや他の湾曲面の一般的なクラッディング作業の速度は比較的低速で、シールドガスのために高流量を用いることができる。

#### 【0026】

下記の表（表 1）に示すように、AWS 規格ではアルミニウムの量が規定されておらず、Techalloy（登録商標）の一般的な組成のアルミニウム含有量は 0.022 重量 % である。しかしながら、この AWS タイプのワイヤ中のアルミニウム含有量を増やすことで、クラッディング作業、とりわけ湾曲面をクラッディングする場合のパフォーマンスを向上できることが見出された。実際に、アルミニウムの量の増加によって、クラッディング作業の堆積速度を大幅に高めることができることが見出された。下記の表は、前で説明したようにアルミニウムの量を増やした電極の例示の実施形態を示す。この組成は例示を意図したものである。

#### 【0027】

【表2】

表1

	Techalloy® 622 仕様 AWS ERNiCrMo-10	Techalloy® 622 一般的な組成	Techalloy® 622 再調合した組成
%C	最大 0.015%	0.009%	0.011%
%Mn	0.01%	0.21%	0.14%
%Fe	2.0 ~ 6.0%	4.56%	4.42 ~ 4.59%
%P	最大 0.02%	0.002%	0.003 ~ 0.004%
%S	最大 0.010%	0%	0%
%Si	最大 0.08%	0.03%	0.01%
%Cu	最大 0.50%	0.002%	0.002%
%Ni	残部	56.40%	56.52 ~ 57.05%
%Co	最大 2.50%	0.027%	0.062 ~ 0.065%
%Cr	20.0 ~ 22.5%	21.81%	21.28 ~ 21.50%
%Mo	12.5 ~ 14.5%	13.6%	13.4 ~ 13.8%
%V	最大 0.35%	0.027%	0.023 ~ 0.024%
%W	2.5 ~ 3.5%	3.22%	3.31%
%他	最大 0.50%	残部	残部
%Al	--	0.022%	0.154 ~ 0.157%

本発明の実施形態の利点をさらに説明するために、クラッディングパラメータの比較を提供する。具体的には、上記の Techalloy (登録商標) 622 の一般的な組成を使用し、直径が 1.25 インチでチューブ壁厚が 0.240 インチの基材をクラッディングする場合、意図する堆積速度のためのクラッディング回転速度は一般に 29 mm / 秒までに制限される。しかしながら、上記の組成中の Al の量を約 0.02% から 0.154% ~ 0.157% (約 7 倍過剰 (7-fold excess)) に増やすことで、同じ下層の円形基板への堆積速度を高めることができるため、回転速度を ~38 mm / 秒まで高めることができ、回転速度を 44 mm / 秒まで高め、続けて許容可能な結果がもたらされる。そのため、本発明の例示の実施形態は生産を少なくとも 30 % 高めることができる。これは商業環境では意義深い。

## 【0028】

前で指摘したように、典型的な Techalloy (登録商標) 622 又は AWS に準拠したワイヤの組成を用いたクラッド材を表面分析したところ、Cr、Fe 及び Mn の酸

10

20

30

40

50

化物に加えて $\text{NiO}_x$ の存在が明らかになった。しかしながら、A1の量を増やしたTechalloy(登録商標)622の調合(formulation)を用いたクラッド材を表面分析したところ、表面上に存在するのは主に $\text{AlO}_x$ であり、 $\text{CrO}_x$ は最小限で、 $\text{NiO}_x$ は殆ど若しくは全くなかった。

#### 【0029】

任意の1つの理論又は作業モードに縛られることなく、一定量の脱酸元素(例えば、A1、Tiそして恐らくSi、Mn、Zr)を加えることでニッケルの酸化が防止され、速い移動速度においてパフォーマンスを向上でき、濡れ(wetting)を良好にでき、それによって生産性が向上するものと考えられる。A1及びTiは、他の元素が空気中に存在する酸素と結合するよりも素早く酸素と結合することで、他の元素が酸化されスラグとして溶接金属から出ていくよりはむしろそれらを溶融金属内に留まらせるものと考えられる。溶融池の溶液内に元素が留まることで、溶接金属は以前のパス(previous pass)で濡れが良好になるため、回転速度を高めることができ、依然として欠陥なく許容可能な溶接物が製造される。

#### 【0030】

これは、下記の表2で再生した標準還元電位(Standard Reduction Potentials)を用いた情報に適合する。

#### 【0031】

#### 【表3】

10

20

表2

元素	反応	$E^\circ/V$
Al	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}_{(s)}$	-1.66
Cr	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}_{(s)}$	-0.41
Fe	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}_{(s)}$	-0.06
Mn	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}_{(s)}$	-1.18
Ni	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}_{(s)}$	-0.27
Si	$\text{SiO}_{2(s)} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Si}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0.86
Ti	$\text{Ti}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ti}_{(s)}$	-1.63
Zr	$\text{ZrO}_{2(s)} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zr}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}$	-1.43

30

電極電位が正の場合、反応は左から右の方向に起こる自然反応(spontaneous reaction)である。電極電位が負の場合、自然反応は反対方向に起こる。

40

#### 【0032】

そのため、本発明の実施形態では、アルミニウムの量が既知の調合の場合よりも多くなるように増やすことでクラッディング作業がプラスの影響を受ける。本発明の例示の実施形態では、アルミニウムの量は0.13~0.30重量%の範囲である。また、例示の実施形態では、增量されたチタンが存在し、その量は0.03~0.20重量%の範囲である。

#### 【0033】

さらなる例示の実施形態では、アルミニウムの量はワイヤの少なくとも0.05重量%であり、ある実施形態ではその量は0.05~0.3重量%の範囲であり得る。付加的な例示の実施形態ではアルミニウムの量は、ワイヤの少なくとも0.1重量%であり、さら

50

なる実施形態ではアルミニウムの量は0.1～0.3重量%の範囲にあり得る。さらなる例示の実施形態ではアルミニウムの量は、ワイヤの少なくとも0.15重量%であり、さらに例示の実施形態ではアルミニウムの量は0.15～0.3重量%の範囲であり得る。当然ながら、アルミニウムの量の上限は、組成で許容されている他の構成要素の最大量によって制限される。当然ながら、アルミニウムは他の材料の全量を使い果たすべきではなく、ある実施形態では許容されている他の材料の大半を含む。

#### 【0034】

上記の組成により、本発明の例示の実施形態は、湾曲面、例えばパイプ等へのクラッディング作業の堆積速度を向上させることができる。実際に、本発明の例示の実施形態は、少なくとも約32mm/秒の移動速度（例えばパイプの回転速度）でワークピースの表面にクラッドを堆積できるクラッディング作業を提供できる。さらなる例示の実施形態では、少なくとも約33.5mm/秒の移動速度（例えばパイプの回転速度）でワークピースの表面にクラッドを堆積できる。付加的な例示の実施形態では、少なくとも約35mm/秒の移動速度（例えばパイプの回転速度）でワークピースの表面にクラッドを堆積でき、さらなる例示の実施形態では、少なくとも約38mm/秒の移動速度（例えばパイプの回転速度）でワークピースの表面にクラッドを堆積できる。他の実施形態では、組成に応じて少なくとも約44mm/秒の移動速度（パイプの回転速度）でワークピースの表面にクラッドを堆積できる。

10

#### 【0035】

なお、本発明の実施形態からの利点は平坦面及び湾曲面の双方で得ることができる。しかしながら、一部の例示の実施形態では、上記の移動速度を、パイプ等の湾曲面、とりわけ小径のパイプ、例えば直径が3インチ以下のパイプで実現できる。従来、そのような小径のパイプの場合、そのような湾曲面の適切な保護を確実にする必要性から、クラッディングプロセスでは低速が必要とされていたが、本発明の実施形態では上記の高い速度を実現できる。シールドガスが湾曲面と接触する時間は小径のパイプでは限られるものの、上記の利点は本発明の実施形態の改善された性質（chemistry）に由来する。また、大径のパイプ（直径が3インチより大きいもの）でも、必要となるシールドガスの量が少なくなると共に上記のような高い速度を実現できる。例えば、シールドガスが100%アルゴンの従来のクラッディング作業では30～50CFHの流量が用いられる。しかしながら、本発明の例示の実施形態では、10～25CFHの範囲の流量を用いることができ、他の例示の実施形態では流量は15～20CFHの範囲である。この流量は、クラッディング作業の所望の特性に応じて大径及び小径のワークピース／パイプの双方に対して用いることができ、本明細書で説明した改善された組成により実現できる。

20

30

#### 【0036】

前で表1に示したように、例示の材料の組成を示す。下記の表3はさらなる例示の実施形態の組成を示す。

#### 【0037】

【表4】

表3

	例示の組成 重量%
%C	0.009 ~ 0.012%
%Mn	0.12 ~ 0.16%
%Fe	4.2 ~ 4.8%
%P	0.003 ~ 0.004%
%S	0%
%Si	0.005 ~ 0.015%
%Cu	0.0015 ~ 0.0025%
%Ni	53 ~ 59%
%Co	0.06 ~ 0.065%
%Cr	20.5 ~ 22%
%Mo	12.5 ~ 14.5%
%V	0.022 ~ 0.025%
%W	3 ~ 3.5%
%Al	0.1 ~ 0.3%
%Ti	0.015 ~ 0.2%
%Zr	0.0005 ~ 0.002%
%他	残部

10

20

30

40

さらなる実施形態では、アルミニウムは0.05~0.3重量%の範囲であり、他の実施形態では、アルミニウムは0.15~0.3重量%の範囲であり得る。また、チタンは0.03~0.1重量%の範囲であり得る。また、前で説明したように、本発明の実施形態は、ニッケル以外の他の酸化材料の量を増やすことで改善されている。これらの他の酸化材料としては、Al、Ti、Si、Mn及びZr並びにその任意の組み合わせが挙げられる。本発明の実施形態ではアルミニウムがとりわけ有用な酸化材料であることが分かれているが、これらの他の酸化剤も利点を提供できる。例示の実施形態では、ニッケル以外の用いられる酸化剤の組み合わせ全体の重量パーセントは0.2~0.5重量%の範囲である。さらなる例示の実施形態では、酸化剤の組み合わせは0.25~0.4重量%の範囲である。付加的な例示の実施形態では、酸化剤の組み合わせの重量パーセントは0.2

50

8 ~ 0 . 3 5 % の範囲である。例えば、材料が Al、Ti、Si、Mn 及び Zr のそれぞれを含有する場合、それらの酸化剤の組み合わせの合計は、所望のパフォーマンスに応じて 0 . 2 ~ 0 . 5 重量% 又は 0 . 2 5 ~ 0 . 4 重量% 又は 0 . 2 8 ~ 0 . 3 5 重量% の範囲である。また、これらの酸化剤の一部のみ（例えば、Al、Ti 及び Si のみ又は Al、Ti、Mn 及び Zr 等）を使用する他の例では、これらの酸化剤の組み合わせの合計は、所望のパフォーマンスに応じて 0 . 2 ~ 0 . 5 重量% 又は 0 . 2 5 ~ 0 . 4 重量% 又は 0 . 2 8 ~ 0 . 3 5 重量% である。当然ながら、酸化ニッケルの生成を最小限に抑えるために他の組み合わせを用いることができる。

#### 【0038】

本発明をその例示の実施形態を参照しながら具体的に図示説明してきたが、本発明はこれらの実施形態に限定されない。当業者であれば、下記の請求項によって定義される本発明の精神及び範囲から逸脱することなく形態及び詳細に様々な変更が加えられ得ることが分かる。

10

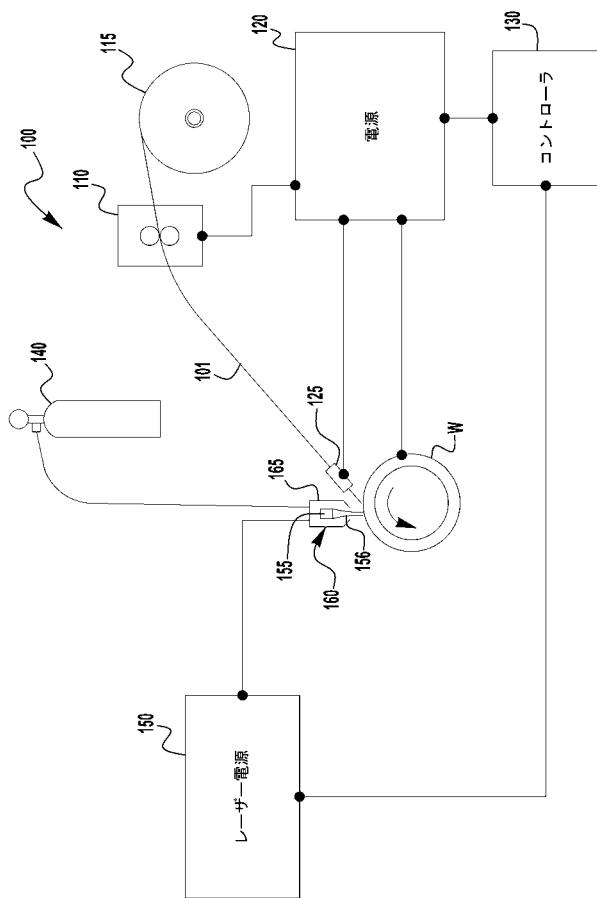
#### 【符号の説明】

##### 【0039】

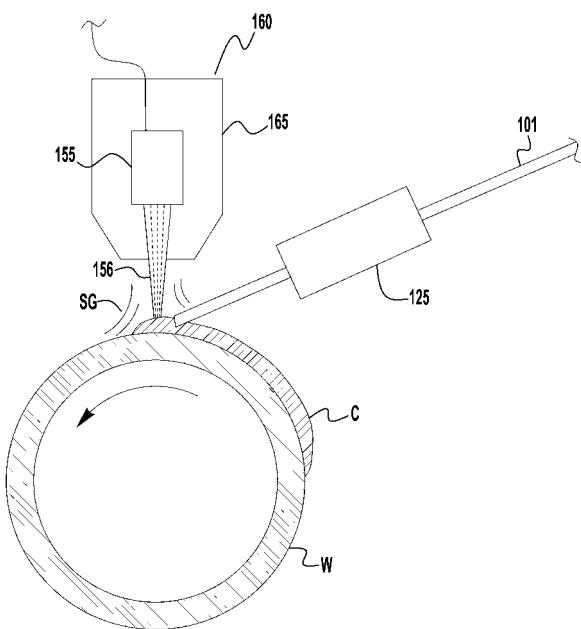
100	クラッディングシステム
101	ワイヤ
110	ワイヤ送給装置
115	ワイヤ源
120	電源
125	コンタクトチップ
130	コントローラ
140	シールドガス源
155	レーザー
156	レーザービーム
160	トーチアセンブリ
165	ノズル
W	ワークピース

20

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 デニス ケイ ハートマン

アメリカ合衆国 44039 オハイオ州, ノースリッジヴィル, クリークサイド・レーン 56  
94

Fターム(参考) 4E168 BA33 BA34 CB07 FB03 KA07