

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-510697

(P2016-510697A)

(43) 公表日 平成28年4月11日(2016.4.11)

(51) Int.Cl.

**B23K 9/09 (2006.01)**  
**B23K 9/073 (2006.01)**

F 1

B 2 3 K 9/09  
B 2 3 K 9/073

テーマコード(参考)

4 E 0 8 2

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-500348 (P2016-500348)  
 (86) (22) 出願日 平成26年2月22日 (2014. 2. 22)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年9月10日 (2015. 9. 10)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/017864  
 (87) 國際公開番号 WO2014/158531  
 (87) 國際公開日 平成26年10月2日 (2014. 10. 2)  
 (31) 優先権主張番号 13/828,040  
 (32) 優先日 平成25年3月14日 (2013. 3. 14)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591203428  
 イリノイ トゥール ワークス インコーポレイティド  
 アメリカ合衆国, イリノイ 60025,  
 グレンビュー, ハーレム アベニュー 15  
 5  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100123582  
 弁理士 三橋 真二  
 (74) 代理人 100153084  
 弁理士 大橋 康史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電極マイナスパルス溶接システム及び方法

## (57) 【要約】

溶接システムが溶接電力を生成し、その溶接電力を溶接トーチに送達するように構成される電力源を含む。電力は、周期的なピークと、それに続く安定化段階と、その後のバックグラウンドレベルへの復帰とを含む電極マイナスパルス溶接方式に従って与えられる。安定化段階は概ね放物線状の電流形状を有し、移行点まで電流閉ループのように実行され、その移行点において、制御は、バックグラウンドレベルに達するまで電圧閉ループになる。結果として生じる溶接性能は、移行モードが球状になり、短絡が低減され、アーク安定性が向上することによって改善される。

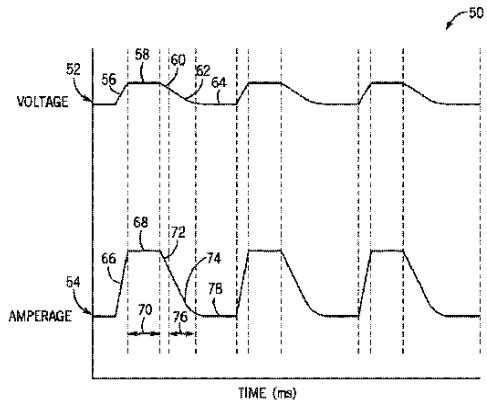


FIG. 4

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

溶接システムであつて、

溶接電力を生成し、該溶接電力を溶接トーチに送達するように構成される電力源であつて、前記溶接トーチは前記電力源のマイナス出力端子に結合される電力源と、

メタルコアード電極を前記溶接トーチの中に或る前進速度で前進させるように構成される溶接ワイヤー送給装置と、

電圧閉ループピーク段階と、該ピーク段階に続く概ね放物線状の電流閉ループ安定化段階と、該安定化段階に続く電圧閉ループ復帰段階とを含む電極マイナスパルス溶接方式を実施するように構成される制御回路とを備える溶接システム。

10

**【請求項 2】**

前記安定化段階は単位時間の二乗あたりの電流の関係によって規定される電流の下方ランプを含む請求項 1 に記載の溶接システム。

**【請求項 3】**

前記復帰段階は電圧に関する比例のみの利得を含む請求項 1 に記載の溶接システム。

**【請求項 4】**

前記ピーク段階の立ち上がりエッジは所定の移行点への線形電流閉ループランプを含む請求項 1 に記載の溶接システム。

**【請求項 5】**

前記ピーク段階中の前記溶接電力の電圧コマンドは 18V ~ 28V である請求項 1 に記載の溶接システム。

20

**【請求項 6】**

前記安定化段階と前記復帰段階との間の移行は 25A ~ 325A にプログラム可能である請求項 1 に記載の溶接システム。

**【請求項 7】**

前記安定化段階と前記復帰段階との間の移行は 50A より大きくプログラム可能である請求項 6 に記載の溶接システム。

**【請求項 8】**

前記安定化段階と前記復帰段階との間の移行は 100A より大きくプログラム可能である請求項 8 に記載の溶接システム。

30

**【請求項 9】**

前記パルス溶接方式は、前記電極から溶融溜まりへの溶融金属の概ね球状の移行部を生成する請求項 1 に記載の溶接システム。

**【請求項 10】**

溶接方法であつて、

所望のピーク移行への線形電流閉ループ制御ランプを生成することと、

ピーク段階中に溶接電力を電圧閉ループ調整することと、

安定化段階中に所望の復帰移行への非線形電流閉ループランプを生成することと、

バックグラウンド電力レベルへの電圧閉ループ復帰を生成することとを含み、

前記ステップは、電極マイナス極性による溶接動作を通して周期的に実行される溶接方法。

40

**【請求項 11】**

前記安定化段階は単位時間の二乗あたりの電流の関係によって規定される電流の下方ランプを含む請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 12】**

前記復帰段階は電圧に関する比例のみの利得を含む請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 13】**

前記方法はメタルコアード溶接ワイヤー電極を用いて実行される請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 14】**

50

前記ピーク段階中の前記溶接電力の電圧コマンドは18V～28Vである請求項10に記載の方法。

【請求項15】

前記安定化段階と前記復帰段階との間の移行は25A～325Aにプログラム可能である請求項10に記載の方法。

【請求項16】

前記パルス溶接方式は、前記電極から溶融溜まりへの溶融金属の概ね球状の移行部を生成する請求項10に記載の方法。

【請求項17】

コンピュータ実行可能コードが記憶された非一時的コンピュータ可読媒体であって、

10

前記コードは、

所望のピーク移行への線形電流閉ループ制御ランプを生成するための命令と、

ピーク段階中に溶接電力を電圧閉ループ調整するための命令と、

安定化段階中に所望の復帰移行への非線形電流閉ループランプを生成するための命令と

、

バックグラウンド電力レベルへの電圧閉ループ復帰を生成するための命令とを含み、

前記ステップは、電極マイナス極性による溶接動作を通して周期的に実行される、コンピュータ実行可能コードが記憶された非一時的コンピュータ可読媒体。

【請求項18】

前記安定化段階は単位時間の二乗あたりの電流の関係によって規定される電流の下方ランプを含む請求項17に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

20

【請求項19】

前記復帰段階は電圧に関する比例のみの利得を含む請求項17に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

【請求項20】

前記方法はメタルコアード溶接ワイヤー電極を用いて実行される請求項17に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

【請求項21】

前記ピーク段階中の前記溶接電力の電圧コマンドは18V～28Vである請求項17に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

30

【請求項22】

前記安定化段階と前記復帰段階との間の移行は25A～325Aにプログラム可能である請求項17に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は包括的には溶接プロセスに関し、より詳細には、パルス式スプレーガスマタルアーク溶接(GMAW-P:pulsed spray gas metal arc welding)プロセスにおいて電極移行を制御する方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

溶接は、種々の業界において普及してきたプロセスであり、数多くの金属建築及び組立の応用形態を促進するために用いられる場合がある。例えば、ガスマタルアーク溶接(GMAW)として一般的に知られている1つのプロセスは、連続した溶加材電極と加工物との間で溶接アークを用いる最も普及している特殊溶接プロセスである。スプレー移行及びパルス式スプレー移行(例えば、GMAW-P)のような、或る特定のGMAW派生プロセス又は移行モードは、溶接アークをわたって相対的に薄い金属加工物上に金属電極材料の溶滴を移行させるために、相対的に高い電圧レベル、高い電流値レベル、高いワイヤー送給速度(WFS)を含むことができる。残念なことに、電極マイナス極性溶接アークを用いるとき、金属電極は、溶接アークをわたって材料を移行させにくい場合がある。

40

50

## 【0003】

したがって、数多くの応用形態において、パルス式電極マイナス溶接方式を利用するのが好都合ではあるが、従来の技法は、溶接部にあまりにも大きなエネルギーを加えることになり、橋絡による短絡及び一貫性のない金属移行、一定しないアーク長を引き起こし、結果として、望ましくないスパッターが生じる場合がある。溶接性能を改善しながら、そのような波形を利用できるようにする本分野における改善は、当該技術分野における向上と言えるであろう。

## 【発明の概要】

## 【0004】

一実施形態では、溶接システムは [ 初期検討後に完成することになる ] を備える。

10

## 【0005】

本発明のこれらの、そして他の特徴、態様及び利点は、添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明を読むときに更に深く理解されるようになる。なお、図面全体を通して、類似の文字は類似の部品を表す。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0006】

【図1】本開示による例示的なGMAWシステムのブロック図である。

【図2】改善されたパルス溶接プロセスにおいて直流電極マイナス(DCEN)極性を用いる、図1のGMAWシステムの溶接電極の例示的な立面図である。

20

【図3】パルス溶接プロセスのピーク段階中の材料移行を示す、図2に示される電極の例示的な立面図である。

【図4】パルス溶接プロセス電圧波形及び電流波形の例示的なタイミング図である。

【図5】パルス式溶接プロセスの或る特定の段階を詳細に表すグラフである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0007】

溶接プロセスは、種々の業界において普及してきたプロセスであり、金属建築及び組立の応用形態を促進するために用いられる場合がある。GMAWは、連続した溶加材電極と加工物との間で溶接アークを用いる最も普及している特殊溶接プロセスである。スプレー移行及びパルス式スプレー移行(GMAW-P)のような、或る特定のGMAW派生プロセス又は移行モードは、溶接アークをわたって金属電極材料の溶滴を移行させ、相対的に薄い金属加工物上で溶接作業を行うために、相対的に高い電圧レベル、高い電流値レベル、高いワイヤー送給速度(WFS)を含むことができる。残念なことに、電極マイナス極性溶接アークを用いるとき、金属電極は、溶接アークをわたって材料を移行させにくい場合がある。

30

## 【0008】

したがって、本実施形態は、DCENパルス式溶接アークをわたる金属電極の移行、及びアーク安定性を改善するために、電圧出力レベル及び電流出力レベルのうちの1つ又は複数の特性を調整する際に有用なシステム及び方法に関連する。具体的には、パルス溶接方式における各ピークパルスの立ち下がりエッジ移行を小さくすることにより、ピーク段階とバックグラウンド段階との間に「安定化段階」が生じ、それにより、取り除く必要がある「激しい短絡」による変化を回避又は低減しながら、電流閉ループ出力において、堆積物が沈降するのに十分な時間及び遅い反応を可能にする。先行技法では、ピーク段階後の積極的な電流制御が、急速な電圧変化、アーク不安定、スパッター及び頻繁な短絡を引き起こす傾向があった。パルス周波数、バックグラウンド周期及びパルス幅のような電圧出力レベル及び電流出力レベルの他の特性を調整して、アーク制御を改善することもできる。本明細書において用いられるときに、「安定化段階」は、電圧(及び電流)がバックグラウンドレベルに復帰する段階に移行する前の、パルス溶接方式のピーク段階後の電流(及び電圧)の制御を指す場合がある。安定化段階は通常、DC電極マイナスパルス溶接技法とともに用いられ、溶接電力出力における放物線状の電流閉ループ下り勾配によって特徴付けることができる。安定化段階は、従来のパルス溶接方式の場合より高いプログラ

40

50

ム電流において終了することができる。その後、安定化段階後の「バックグラウンドへの復帰」段階では、電圧閉ループ制御のために、比例のみの利得が用いられる。しかしながら、本明細書において記述される技法はスプレー移行及びパルス式スプレー移行GMAWプロセスに限定されるのではなく、他のGMAWプロセスにも拡張できることは理解されたい。実際には、以下に論じられるように、スプレータイプ移行よりも、安定化段階は、特にEN極性とともに用いられるときに、溶融溜まりへの溶加材のより球状の移行を促進する傾向がある。

#### 【0009】

上記のことを考慮に入れて、図1に示される例示的なGMAWシステム10のような溶接システムの一実施形態を説明するのが有用であり得る。図示されるシステムは、自動化又は半自動化（例えば、ロボット式）溶接システムにとって一般的であり得るが、図示される構成は数多くの方法において変更することができ、それらの技法は、ハンドヘルド溶接プロセスにおいて用いることもできる。図示されるように、溶接システム10は、溶接電力源12と、溶接ワイヤー送給装置14と、ガス供給システム16と、溶接トーチ18とを含むことができる。溶接電力源12は、溶接システム10のための溶接電力を一般に供給することができる。例えば、電力源12は、電力ケーブル20を介して溶接ワイヤー送給装置14に結合することができ、リードケーブル22を介して、例えばクランプ26を通して加工物24に結合することができる。図示される実施形態では、溶接ワイヤー送給装置14は、例えば、溶接システム10の動作中に溶接トーチ18にメタルコアード溶接電極及び電力を供給するために、溶接ケーブル28を介して溶接トーチ18に結合される。幾つかの構成では、ワイヤー送給装置は電力源に組み込まれる場合がある。ガス供給システム16からのガスも通常、溶接ケーブル28を通して送られる。加工物に関して、本技法は相対的に薄いゲージ亜鉛メッキ（又は被覆）鋼を含む加工物に特に適し得ると考えられるが、他の材料及び材料サイズも開示されるように溶接することができる。さらに、トーチ、加工物又はその両方の手動による移動、より一般的にはロボットによる移動によって、少なくとも30in/minの移動速度のような、種々の移動速度に対応することができるが、他の速度も利用することができる。

10

20

30

40

#### 【0010】

溶接電力源12は更に、一般的に電力変換回路（個別に図示せず）を含むこともでき、電力変換回路は電力源30（例えば、AC送電網、エンジン／発電機セット、又はその組み合わせ）から入力電力を受け取り、入力電力を調整し、溶接のためのDC出力電力又はAC出力電力を与える。また、溶接電力源12は、溶接電力出力を与えるための出力端子も含み、これらの端子は、プラス極性、マイナス極性いずれかの溶接方式に従って接続できるようになる場合がある。具体的には、溶接電力源12は、溶接ワイヤー送給装置14に電力を供給し、溶接システム10の要求に応じて、更に延長して溶接トーチ18に電力を供給することができる。本開示によって検討される特定の実施形態では、溶接トーチ18は、EN溶接方式、特に、パルス溶接方式を実施するために、電源及びワイヤー送給装置に結合することができる。すなわち、電力源12は、DCEN出力を与える際に有用な場合があり、その場合、電流は完成した回路を通ってマイナス方向からプラス方向に流れ、それにより、溶接アーク及び／又は溶接プロセスに影響を及ぼす。DCEN出力に加えて、電力源12は、1つ又は複数の溶接プロセスを実行するために、AC入力電力を、直流電極プラス（DCEP）出力、DC可変極性、パルスDC又は可変バランス（例えば、平衡又は不平衡）AC出力に変換することができる回路素子（例えば、変圧器、整流器、スイッチ等）を含むこともできる。

#### 【0011】

GMAW実施形態の場合、溶接システム10は、1つ又は複数のシールドガス源から溶接トーチ18にシールドガス又はシールドガス混合物を供給するガス供給システム16も含む。シールドガスは、特定の局所的雰囲気を与えるために（例えば、溶接アークをシールドする、アーク安定性を改善する、金属酸化物の形成を制限する、金属表面のぬれを改善する、溶着物の化学的特性を変更する等のために）、溶接アーク及び／又は溶接池に与

50

えることができる任意のガス又はガス混合物とすることができます。例えば、シールドガスは、アルゴン( Ar )、ヘリウム( He )、二酸化炭素( CO<sub>2</sub> )、酸素( O<sub>2</sub> )及び窒素( N<sub>2</sub> )のうちの1つ又はその混合物を含むことができる。

#### 【 0 0 1 2 】

したがって、上記で言及されたように、溶接トーチ18は一般的に、加工物14上で溶接動作を実行するために、溶接ワイヤー送給装置14から金属溶接電極を、ガス供給システム16からシールドガスを受け取る。動作中に、溶接電極32が加工物に接近し、溶接アーケ34が確立されるように、溶接トーチ18を加工物22付近に動かすことができる。本技法は特定のタイプの電極ワイヤーで特に有用な場合があると更に考えられる。例えば、電極34はDCEN溶接極性とともに用いるのに適したメタルコアード溶接ワイヤーとすることができます。そのような場合、電極は1つ又は複数の金属コアを包囲する金属からなるシースを含む。また、溶接電極は、アーク安定剤としての役割を果たすことができ、さらに、少なくとも部分的に溶接部に組み込まれる場合がある溶融成分又は合金成分も含むことができる。本技法によるDCENパルス溶接の場合に有用な1つのメタルコアード溶接ワイヤーは、Barhorst他による2013年1月16日に出願の「Systems and Methods for Welding Electrodes」と題する米国特許出願第13/743178号に開示されており、その特許出願は、引用することにより本明細書の一部をなす。

10

#### 【 0 0 1 3 】

特定の実施形態では、溶接電力源12、溶接ワイヤー送給装置14及びガス供給システム16はそれぞれ制御回路36によって制御され、命令されることができる。制御回路36は、本明細書中で開示されている技法を実行するためにメモリ40に通信可能に結合してメモリに記憶される命令を実行することができる1つ又は複数のプロセッサ38並びに協働するデータ処理及び検知回路を含む。これらの命令は、メモリ40及び/又は他の記憶装置のような有形の非一時的コンピュータ可読媒体に記憶されるプログラム又はコードに符号化することができる。パルス溶接技法は通常、特定のワイヤータイプ及びサイズに合わせてプリプログラミングすることができ、インターフェース(個別には図示されない)を介して、溶接作業者が所望の特定のプロセスを選択することができる。プロセッサ38は、汎用プロセッサ、システムオンチップ(SoC)デバイス、特定用途向け集積回路(ASiC)又は他のプロセッサ構成とすることができます。また、プロセッサ38は、例えば、Illinois Tool Works, Inc.社から市販されるPro-Pulse(商標)、Accu-Pulse(商標)、Accu-Curve(商標)及びProfile Pulse(商標)のようなアプリケーションをサポートすることができるオペレーティングシステムをサポートすることもできる。同様に、メモリ40は、例えば、ランダムアクセスメモリ(RAM)、リードオンリーメモリ(ROM)、フラッシュメモリ(例えば、NAND)等を含むことができる。更に理解されるように、一実施形態では、制御回路36のメモリ40は、溶接出力電力、更に拡張して溶接アーケ34の1つ又は複数のパラメーター特性を変更する命令を含むようにフラッシュアップデートすることができる(例えば、有線及び/又は無線データ送信、プログラミング等による)。数多くの構成において、電源用及びワイヤー送給装置用に、別々の処理及び制御回路が設けられる場合もあることに留意されたい。電源は通常、所望の出力を生成するためにパワー電子デバイス(例えば、SCR、IGBT等)を制御するために用いられる制御信号の処理を実行する。現在検討されている実施形態では、安定化段階を利用するDCENパルス溶接プロセスを規定するコードが、メモリ40に記憶され、電源の処理回路によって実行される。

20

30

40

#### 【 0 0 1 4 】

上記で言及されたように、制御回路36の構成要素は、溶接電力源12、溶接ワイヤー送給装置14及びガス供給システム16に通信可能に結合され(又はその中に内蔵され)、既に言及されたように、上記の構成要素のそれぞれに関連付けられる1つ又は複数のパラメーター(例えば、電圧及び電流出力、ワイヤー送給速度、自動化された応用形態の場合の移動速度等)の制御を与える。

#### 【 0 0 1 5 】

50

図2は、D C E N極性電気溶接アーク34を用いる溶接プロセスの一実施形態を示す。上記で言及されたように、溶接電極32は、電圧を印加され、加工物付近に位置決めされると、加工物22の溶接を実行するために、電気溶接アーク34を確立する。具体的には、D C E N極性溶接アーク34を用いるとき、特にワイヤー電極内で加熱が起こり、結果として、D C E Pプロセスの場合より溶込みが浅くなる。そのようなプロセスでは、電極は「マイナス」に指定され、一方、加工物はプラスである。矢印42によって示される電子流は、電極32から加工物に、そして主に溶融溜まり44に流れる。そのような技法は多くの場合に、「正極性」と呼ばれる。一般的に、電極の先端と溶融溜まり44との間でアーク長46が保持される。このアーク長は或る程度まで決定することができ、多くの点において、電極に、更にそこを通ってアーク、溶融溜まり及び加工物に入力される電力によって制御することができる。数多くの従来技術の技法では、アーク長を厳密に制御するための努力がなされてきたが、本技法は、パルスピーク後の安定化段階を使用することによって、アーク長の厳密な制御より、アーク安定性を重視する傾向がある。

10

20

30

40

50

#### 【0016】

さらに、従来のG M A W - Pプロセスでは、電極からの金属の移行がスプレー mode になる傾向がある。これらの技法では、溶接電源は高いピーク電流を用いて溶接出力をパルス化し、そのピーク電流は、スプレー移行と、アークを保持する低いバックグラウンド電流レベルとを生じるレベルであるが、金属移行が生じるには低すぎるレベルに設定される。そのサイクルのバックグラウンド段階中の金属移行が生じるので、溶融溜まりはわずかに凝固する場合がある。

#### 【0017】

本技法は一般的にG M A W - Pプロセスとして分類される場合があるが、幾つかの重要な点で従来のプロセスとは異なる傾向がある。例えば、従来のG M A W - Pプロセスは、電流と時間との間の線形関係に基づいてピークからの電流レベルの下り勾配（例えば、A / m s）を制御する。また、従来のG M A W - Pプロセスは、アーク長をより厳密に保持するためには制御ループ（電流及び／又は電圧に関する）を閉じ、本技法の場合より低い電流レベルにおいて電圧段階に移行する傾向もある。さらに、そのような既存の技法は通常、パルスピーク後のランプのバックグラウンド部分への復帰に関する電圧閉ループ制御のために比例／積分利得を用いる。これらの要因の結果、電圧及び電流は激しく下方に傾斜し、その結果として頻繁に短絡が生じる可能性があり、後続のピーク前に取り除くことが必要な場合がある。

#### 【0018】

本技法は、特にE N極性とともに用いられるとき、「より緩やかな」下方へのランプを生じ、アーク安定性を重視し、短絡のリスクを回避又は低減する。さらに、図4に示されるように、移行モードは、従来のG M A W - Pプロセスより球状になる傾向がある。ピーク段階中に移行が生じるが、その後も電極から材料が溶融し続け、1つ又は複数の小球体48が電極付近に残るか、又は電極と溶融溜まりとの間に幾分垂下する傾向がある。アーク長46が変化する場合、又は厳密に適切にするのは難しい場合があるが、それでも、通常、短絡、特に「激しい短絡」は回避され、アークは、より安定している傾向がある。

#### 【0019】

ここでもまた、電極プラス極性を有する波形を用いることができるが、電極マイナス極性及びプロセスで溶接するときに特に有用であると考えられる。制御のために、電源制御回路は、電圧閉ループ制御と電流閉ループ制御との間を周期的に移行することによって電力出力を調整することができる。溶接電力出力が低い時間中（例えば、パルス状波形のバックグラウンド段階中）、溶接アークは確立されたままであり、電極及び溶融溜まりの加熱は継続することになるが、電極及び加工物にほとんどエネルギーは加えられない。このバックグラウンド段階中に、電極及び溶接池は幾分冷却できるようになり、後に更に十分に説明されるように、ピーク段階とバックグラウンド段階との間に安定化段階が実現される。再び、電極から移行する金属の大部分は、各パルスのピーク段階中に移行することになる。各ピーク段階に続くこの安定化段階は、溶融溜まり不安定及びスパッターを低減し

、溶接部へのエネルギー入力を低減し（少なくとも部分的には「激しい短絡」を回避することによって）、多孔率を低減し、加工物の溶け落ちを低減する。

#### 【0020】

図4は、パルス式溶接の順次的な数サイクルにわたる例示的な電圧トレース52及び電流トレース54に関して示される、例示的なDCENパルス式溶接プロセス50を示す。各サイクル中において、電圧ランプ56が電圧ピーク58の立ち上がりエッジであり、それに電流閉ループである安定化段階下方ランプ60が続き、その後、電圧閉ループランプ62が続き、バックグラウンド電圧レベル64に戻る。対応する段階は電流波形54においても見ることができる。すなわち、電流閉ループランプ66が実現され、電圧閉ループ制御ピーク68まで立ち上がる。ピーク中に、コントローラーは、電圧を所望のレベルに保持するために、電流を変更することができる。実際には、ピーク段階中に所望電圧コマンドが発行されるが、実際の電圧は、アークの動態、時折生じる場合がある短絡等に基づいて変わり得る。その後、電流閉ループである、概ね放物線状の安定化段階ランプ72が電圧閉ループランプ74への移行まで下方に電流を動かし、バックグラウンドレベル78に復帰する。その後、溶接動作を通して、同じサイクルが繰り返される。

10

#### 【0021】

例として、一実施形態では、電流波形54の立ち上がりエッジ部分66は約600A/m sのランプ速度に制御することができる。ピーク電流値68に達すると、制御回路は、ピーク期間70中、例えば約200Vの所望の電圧ピークを保持することになる。その後、電流閉ループ制御の概ね放物線状の安定化段階72が、電流がプログラミングされた移行点に達するまでの時間76中に実現される。ここで、かつ本開示を通して、特定の電圧、電流、ランプ速度等は通常、あらかじめプログラミングされ（「トレーニングされ」、特定のワイヤー及びワイヤーサイズ等に対して最適化されることに留意されたい。さらには、システムによっては、作業者又はプログラマによる或る程度のパラメーターの制御も提供される場合がある。

20

#### 【0022】

図5は、電流波形のピーク段階、安定化段階及び復帰段階をやや詳しく示す。図示されるように、電流ピーク80はバックグラウンドレベル78において開始する。その後、移行点82において、例えば450A/m s～650A/m sの速度で、例えば210A～400Aのピーク電流移行点84まで線形ランプ66が開始される。当然、これらの範囲は例示にすぎず、通常、異なるワイヤーサイズ及びワイヤー送給速度の場合、異なることになる。現在検討されている実施形態では、この時点における移行は実際には2つの考慮すべき要件のうちの1つに基づいて生じる場合がある。すなわち、上記で言及されたように、電流がプログラミングされたレベルに達する場合があるか、又は電流がそのレベルに達する前に電圧がプログラミングされたピーク値に達し、結果として電流限界に達する前に移行が生じる場合がある。その後、ピーク段階中に、電流が「漂遊し（float）」、電圧を電圧閉ループのようにして所望のレベルに保持する。このピークの期間後に、移行点86によって示されるように、電流閉ループ制御を通しての電流の下り勾配を含む安定化段階が開始する。

30

#### 【0023】

安定化段階中の電流波形の概ね放物線状の形状は、電流のランプ下り勾配中に単位時間の二乗あたりの電流( $i/t^2$ )の関係を実現することから生じる。電流が、例えば25A～325Aの移行点88に達すると、制御が再び電圧閉ループ制御に移行し、電流波形が、所望の電圧下り勾配をバックグラウンドレベルに保持しようと試みる制御から生じる形状を示すことになる。しかしながら、安定化段階を出るための移行点は、異なるワイヤーサイズ及び定格の場合に異なる場合があり、1つ又は複数の範囲内にプログラム可能とすることができるに留意されたい。例えば、0.045"ワイヤーの場合、出口点は100A～325Aにプログラミングされる場合があり、0.040"ワイヤーの場合、出口点は50A～275Aにプログラミングされる場合があり、0.035"ワイヤーの場合、出口点は25A～225Aにプログラミングされる場合がある。プログラミングさ

40

50

れる値は、既存のパルス溶接方式の場合（そして、電流がバックグラウンドレベルへの復帰中に電圧閉ループ制御下で調整し始める場合）のピーク下方ランプにおける電流制御-電圧制御移行より概ね 25 A ~ 50 A 高くなる傾向がある。さらに、現在検討されている実施態様では、電圧閉ループ制御のこの「復帰」段階中に適用される利得は、現在検討されている実施形態では、比例のみである（ただし、他の利得関係を用いることもできる）。放物線状の安定化段階、早期の出口点、及びバックグラウンドレベルへの復帰に対して比例のみの利得を使用することの組み合わせは、別々に、及び／又は合わせて、アーク安定性（アーク長より優先する）のより良好な制御をもたらし、結果として、短絡の頻度が小さくなり、「激しい短絡」を回避する傾向が生じると考えられる。

## 【0024】

10

本明細書において、本発明の或る特定の特徴だけが図示及び説明されてきたが、当業者には多くの変更及び変形が思い浮かぶであろう。それゆえ、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の趣旨に入る全ての変更及び変形を包含することを意図していることを理解されたい。

## 【符号の説明】

## 【0025】

20

1 0	溶接システム
1 2	溶接電力源
1 4	溶接ワイヤー送給装置
1 6	ガス供給システム
1 8	溶接トーチ
2 0	電力ケーブル
2 2	リードケーブル
2 4	加工物
2 6	クランプ
2 8	溶接ケーブル
3 0	電力源
3 2	溶接電極
3 4	電極
3 6	制御回路
3 8	プロセッサ
4 0	メモリ
4 2	矢印
4 6	アーク長
4 8	小球体
5 0	パルス式溶接プロセス
5 2	電圧トレース
5 4	電流トレース
5 6	電圧ランプ
5 8	電圧ピーク
6 0	安定化段階下方ランプ
6 2	電圧閉ループランプ
6 4	バックグラウンド電圧レベル
6 6	電流閉ループランプ
6 8	電圧閉ループ制御ピーク
7 0	ピーク期間
7 2	安定化段階ランプ
7 4	電圧閉ループランプ
7 6	時間
7 8	バックグラウンドレベル

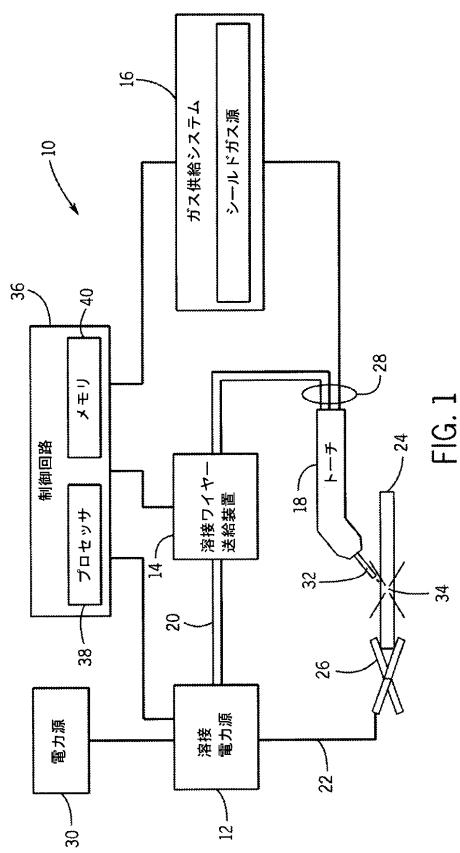
30

40

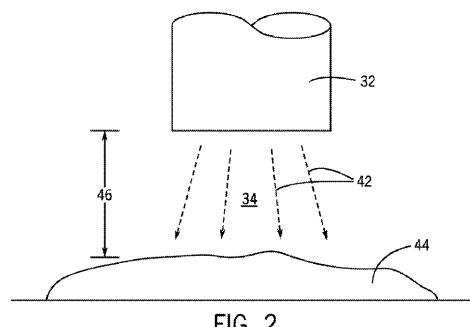
50

8 0 電流ピーク  
 8 2 移行点  
 8 4 ピーク電流移行点  
 8 6 移行点  
 8 8 移行点

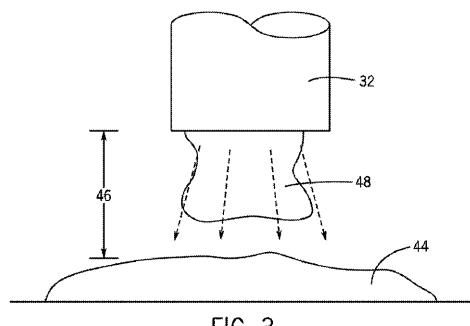
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図4】

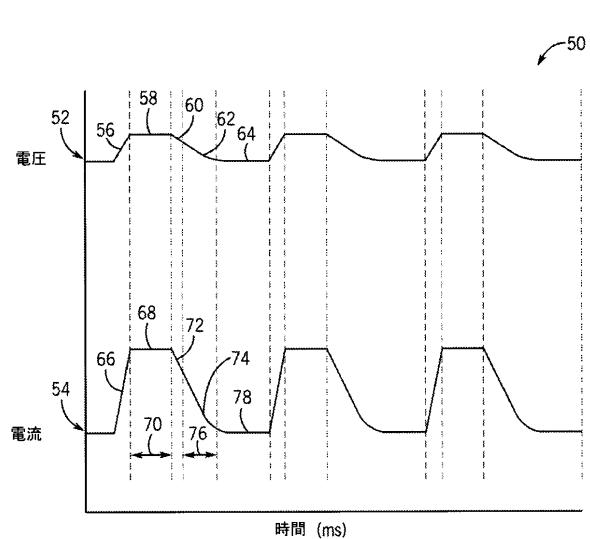


FIG. 4

【図5】

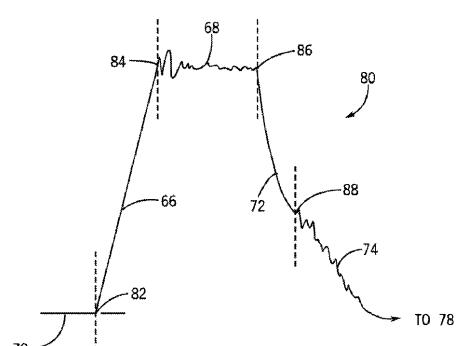


FIG. 5

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2014/017864															
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. B23K9/09 B23K9/095 ADD.																	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K																	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  EPO-Internal, WPI Data																	
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">DE 198 08 383 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 2 September 1999 (1999-09-02) column 11; figures 5,6 -----</td> <td style="padding: 2px;">1-9</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 6 051 810 A (STAVA ELLIOTT K [US]) 18 April 2000 (2000-04-18) column 8, line 54 - column 10, line 6; figures 3-5,8 -----</td> <td style="padding: 2px;">1-22</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 2010/176104 A1 (PETERS STEVEN R [US] ET AL) 15 July 2010 (2010-07-15) paragraph [0085] - paragraph [0087]; figure 25 -----</td> <td style="padding: 2px;">1-22</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">JP 2009 072814 A (DAIHEN CORP) 9 April 2009 (2009-04-09) abstract -----</td> <td style="padding: 2px;">1-22</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	DE 198 08 383 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 2 September 1999 (1999-09-02) column 11; figures 5,6 -----	1-9	X	US 6 051 810 A (STAVA ELLIOTT K [US]) 18 April 2000 (2000-04-18) column 8, line 54 - column 10, line 6; figures 3-5,8 -----	1-22	X	US 2010/176104 A1 (PETERS STEVEN R [US] ET AL) 15 July 2010 (2010-07-15) paragraph [0085] - paragraph [0087]; figure 25 -----	1-22	A	JP 2009 072814 A (DAIHEN CORP) 9 April 2009 (2009-04-09) abstract -----	1-22
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	DE 198 08 383 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 2 September 1999 (1999-09-02) column 11; figures 5,6 -----	1-9															
X	US 6 051 810 A (STAVA ELLIOTT K [US]) 18 April 2000 (2000-04-18) column 8, line 54 - column 10, line 6; figures 3-5,8 -----	1-22															
X	US 2010/176104 A1 (PETERS STEVEN R [US] ET AL) 15 July 2010 (2010-07-15) paragraph [0085] - paragraph [0087]; figure 25 -----	1-22															
A	JP 2009 072814 A (DAIHEN CORP) 9 April 2009 (2009-04-09) abstract -----	1-22															
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.															
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																	
*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but added 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  13 August 2014	Date of mailing of the international search report  22/08/2014																
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  De Backer, Tom																

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No
PCT/US2014/017864

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 19808383	A1	02-09-1999	NONE			
-----						
US 6051810	A	18-04-2000	AR AR AT AU AU CA CN EP ES ID JP JP KR	020621 A1 040837 A2 399613 T 729563 B2 4888399 A 2282880 A1 1255418 A 1004389 A1 2310025 T3 23941 A 3134197 B2 2000158132 A 20000034947 A		22-05-2002 20-04-2005 15-07-2008 01-02-2001 01-06-2000 27-05-2000 07-06-2000 31-05-2000 16-12-2008 02-06-2000 13-02-2001 13-06-2000 26-06-2000
			NZ RU SG TW US US	338005 A 2217275 C2 82642 A1 457164 B 6051810 A 6215100 B1		25-08-2000 27-11-2003 21-08-2001 01-10-2001 18-04-2000 10-04-2001
-----						
US 2010176104	A1	15-07-2010	CN EP JP US WO	102574233 A 2464489 A1 2013501626 A 2010176104 A1 2011018693 A1		11-07-2012 20-06-2012 17-01-2013 15-07-2010 17-02-2011
-----						
JP 2009072814	A	09-04-2009	JP JP	4950819 B2 2009072814 A		13-06-2012 09-04-2009
-----						

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(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,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,H,R,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,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

(74)代理人 100147555

弁理士 伊藤 公一

(74)代理人 100171251

弁理士 篠田 拓也

(72)発明者 プライアン ダスティン マーシュケ

アメリカ合衆国, イリノイ 60025, グレンビュー, ハーレム アベニュー 155, シー/オ  
ー イリノイ トゥール ワークス インコーポレイティド

(72)発明者 アマンダ ジーン ダルシー

アメリカ合衆国, イリノイ 60025, グレンビュー, ハーレム アベニュー 155, シー/オ  
ー イリノイ トゥール ワークス インコーポレイティド

F ターム(参考) 4E082 AA03 AB03 BA01 BA04 ED03 EF02 EF07 JA05