

(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2016-521641

(P2016-521641A)

(43) 公表日 平成28年7月25日(2016.7.25)

(51) Int.Cl.

B23K 9/095 (2006.01)  
B23K 9/09 (2006.01)

F 1

B 2 3 K 9/095  
B 2 3 K 9/09

5 0 1 A

9/09

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 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-519554 (P2016-519554)  
 (86) (22) 出願日 平成26年6月6日 (2014.6.6)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年12月14日 (2015.12.14)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/041201  
 (87) 國際公開番号 WO2014/200825  
 (87) 國際公開日 平成26年12月18日 (2014.12.18)  
 (31) 優先権主張番号 61/834,738  
 (32) 優先日 平成25年6月13日 (2013.6.13)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 14/291,972  
 (32) 優先日 平成26年5月30日 (2014.5.30)  
 (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】状態検出電圧に従って溶接電流を制御する異常陰極事象制御のためのシステムおよび方法

## (57) 【要約】

溶接システム(10)を操作する方法は、複数のパルス周期を通して溶接電流および溶接電圧を電極(18)に供給することを含み、複数のパルス周期の各パルス周期は、バックグラウンド相およびピーク相を含む。本方法はまた、いつ溶接電圧の電圧値が検出電圧を超えるかに少なくとも基づいて、複数のパルス周期の第1のパルス周期のバックグラウンド相の間の異常陰極事象の発生を検出することも含む。本方法はまた、異常陰極事象の一部の間に溶接電流を望ましい電流に制御することも含む。上記一部は、第1のパルス周期のバックグラウンド相の間隔を含み、溶接電流は、異常陰極事象の上記一部の間の溶接電圧とは無関係に制御される。

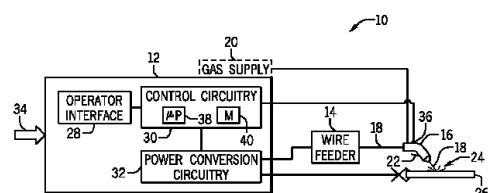


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

各パルス周期がピーク相とバックグラウンド相とを含む複数のパルス周期において、溶接電流と溶接電圧とから成る溶接電力をトーチに供給する電源と、

前記電源に結合された制御回路であって、前記バックグラウンド相において前記溶接電圧の電圧値が検出電圧を超える場合に、前記溶接電流をバックグラウンド電流になるように制御する制御回路とを具備する溶接システム。

## 【請求項 2】

前記制御回路に結合されたセンサーを具備し、前記電圧値は、該センサーからのフィードバックに少なくとも部分的に基づく請求項 1 に記載の溶接システム。

10

## 【請求項 3】

前記電源は、前記バックグラウンド相の間に複数の制御モードで動作するように構成され、該複数の制御モードは、

前記溶接電圧をバックグラウンド電圧に制御し、かつ前記溶接電流を前記溶接電圧に少なくとも部分的に基づいて制御する定電圧モードと、

前記溶接電圧とは無関係に前記溶接電流を制御する電流制御モードであって、前記制御回路は、前記バックグラウンド相において前記電圧値が前記検出電圧を超える場合に、前記電源の動作を該電流制御モードに変更するように構成され、前記制御回路は、前記ピーク相において前記電源の動作を前記定電圧モードに変更するように構成されている、電流制御モードとを含む請求項 1 に記載の溶接システム。

20

## 【請求項 4】

前記制御回路は、前記電源の動作を前記電流制御モードに変更する場合、前記電源のメモリから格納されたデータを消去するように構成されており、前記格納されたデータは、前記定電圧モードでの動作中の前記溶接電圧の制御に対応する請求項 3 に記載の溶接システム。

## 【請求項 5】

前記制御回路は、前記電圧値が前記バックグラウンド相における最終電圧未満である場合に、前記電源の動作を前記定電圧モードに変更するように構成されている請求項 3 に記載の溶接システム。

30

## 【請求項 6】

各パルス周期の前記バックグラウンド相のバックグラウンド持続時間は、前記複数のパルス周期の各パルス周期に対して概ね均一であり、各パルス周期の前記ピーク相のピーク持続時間は、前記複数のパルス周期の各パルス周期に対して概ね均一である請求項 1 に記載の溶接システム。

## 【請求項 7】

溶接システムを操作する方法であって、

各パルス周期がバックグラウンド相とピーク相とを含む複数のパルス周期を通して溶接電流および溶接電圧を電極に供給し、

前記複数のパルス周期の第 1 のパルス周期の前記バックグラウンド相の間、前記溶接電圧の電圧値が検出電圧を超えたときに少なくとも部分的に基づいて異常陰極事象の発生を検出し、

前記異常陰極事象の一部の間に前記溶接電流を望ましい電流になるように制御することを含み、

異常陰極事象の前記一部は、前記第 1 のパルス周期の前記バックグラウンド相の間隔を含み、前記溶接電流は、前記異常陰極事象の前記一部の間の前記溶接電圧とは無関係に制御されたようにした溶接システムの操作方法。

40

## 【請求項 8】

前記異常陰極事象発生の検出は、前記溶接電圧の前記電圧値を前記溶接システムのメモリに格納された前記検出電圧と比較することを含む請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

50

前記溶接電流の電流値および前記溶接電圧の前記電圧値を検知することと、  
前記検知された電流値、前記検知された電圧値またはそれらの任意の組合せに少なくとも部分的に基づいて、前記検出電圧を求めることと、  
を含む請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

前記複数のパルス周期の各パルス周期の間に、定電圧調整方法に少なくとも部分的に基づいて、前記溶接電流を制御することと、

前記第 1 のパルス周期の前記バックグラウンド相における前記異常陰極事象の検出時に、前記定電圧調整方法を一時停止することと、

前記溶接電圧の前記電圧値が、前記第 1 のパルス周期の前記バックグラウンド相の間の最終電圧未満である場合、前記第 1 パルス周期の前記バックグラウンド相に続くピーク相が開始した場合、またはそれらの任意の組合せの場合に、前記定電圧調整方法を再開することと、

を含む請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 のパルス周期の前記バックグラウンド相における前記異常陰極事象の検出時に、メモリに格納されているデータを消去することを含み、前記消去されたデータは、前記異常陰極事象の前の前記定電圧調整方法に基づいて前記溶接電流の制御中に前記溶接システムによって取得されるフィードバックに対応する請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記検出電圧は、前記電極の突出し長さ、アーク長またはそれらの任意の組合せに少なくとも部分的に基づく模擬電圧を含む請求項 7 に記載の方法。

【請求項 13】

少なくとも電源の制御回路、該電源の電力変換回路、該電源に結合された 1 または複数のセンサーの何れか 1 つに結合された状態観測器からのフィードバックに少なくとも部分的に基づいて、前記検出電圧をリアルタイムに測定することを含む請求項 7 に記載の方法。

【請求項 14】

前記望ましい電流はバックグラウンド電流を含み、前記第 1 のパルス周期の前記バックグラウンド相において、前記異常陰極事象以前に供給される前記溶接電流の電流値は、前記バックグラウンド電流を含む請求項 7 に記載の方法。

【請求項 15】

前記溶接電流は、前記電極の材料に少なくとも部分的に基づいて、前記望ましい電流になるようにランプ速度で制御される請求項 7 に記載の方法。

【請求項 16】

第 1 のパルス周期の第 1 のピーク相において、該第 1 のピーク相の間の溶接電圧に少なくとも部分的に基づいて溶接電流を間接的に制御して、ピーク電流値の溶接電流およびピーク電圧値の溶接電圧を溶接ワイヤに供給し、

前記第 1 のパルス周期のバックグラウンド相の第 1 の部分では、バックグラウンド電流値の溶接電流およびバックグラウンド電圧値の溶接電圧を前記溶接ワイヤに供給し、

前記第 1 のパルス周期の前記バックグラウンド相において異常陰極事象を含む第 2 の部分では、溶接電圧とは無関係に溶接電流を前記バックグラウンド電流値になるように制御することを含む方法。

【請求項 17】

前記溶接電圧は、前記異常陰極事象の間に前記バックグラウンド電圧値から検出電圧まで増大する請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記検出電圧は、前記溶接ワイヤ、シールドガス、模擬電圧若しくは前記バックグラウンド電圧値またはそれらの任意の組合せの特性に少なくとも部分的に基づく請求項 17 に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 19】

前記第1のパルス周期の前記バックグラウンド相の第3の部分の間の前記溶接電圧に少なくとも部分的に基づいて前記溶接電流を制御することを含み、前記第3の部分は前記異常陰極事象に続き、前記溶接電圧は、前記バックグラウンド相の前記第3の部分の間の最終電圧未満である請求項16に記載の方法。

## 【請求項 20】

前記溶接電圧を、前記第1のパルス周期の前記バックグラウンド周期に続く第2のパルス周期の第2のピーク相における前記ピーク電圧値になるように制御することを含み、前記溶接電流は、前記第2のピーク相の間の前記溶接電圧に少なくとも部分的に基づいて、前記ピーク電流値に間接的に制御される請求項16に記載の方法。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

## [関連出願の相互参照]

本出願は、2013年6月13日出願の「ANOMALOUS CATHODE EVENT CONTROL」と題する米国仮特許出願第61/834,738号からの優先権および利益を主張するものであり、あらゆる目的から、引用することによりその全体が本明細書の一部をなす。

## 【0002】

本発明は、包括的には溶接システムに関し、特に、ガスマタルアーク溶接(GMAW)用の溶接システムの制御に関する。

20

## 【背景技術】

## 【0003】

アーク溶接システムは、一般に、電極と加工物との間にアークを通し、それにより電極および加工物を加熱して溶接部を生成するように、電極に電流を印加する電源を含む。多くのシステムでは、電極は、溶接トーチを通して送られるワイヤから構成されている。溶接プロセス中、溶融ワイヤの一部が、アークを介して加工物の上に溶着する。不都合なことに、アークの不安定性が、溶接部への電極の適用に影響を与える。

## 【発明の概要】

## 【0004】

最初に特許請求された発明と範囲が等しい幾つかの態様を以下に説明する。これらの態様は、単に、本発明が取り得る幾つかの形態の簡単な概要を読み手に提供するために提示されること、およびこれらの態様は、本発明の範囲を限定することを意図していないことを理解すべきである。実際、本発明は、以下で説明されない場合がある様々な態様を包含することができる。

30

## 【0005】

一実施形態では、溶接システムは、電源と電源に結合された制御回路とを含む。電源は、複数のパルス周期でトーチに溶接電力を供給するように構成されており、各パルス周期はピーク相およびバックグラウンド相を含む。溶接電力は、溶接電流および溶接電圧を含む。制御回路は、バックグラウンド相において溶接電圧の電圧値が検出電圧より大きい場合に、溶接電流をバックグラウンド電流となるように制御するように構成されている。

40

## 【0006】

別の実施形態では、溶接システムを操作する方法は、複数のパルス周期を通して溶接電流および溶接電圧を電極に供給することを含み、複数のパルス周期の各パルス周期は、バックグラウンド相およびピーク相を含む。本方法はまた、複数のパルス周期の第1のパルス周期のバックグラウンド相の間に、いつ溶接電圧の電圧値が検出電圧を超えるかに少なくとも部分的に基づいて異常陰極事象の発生を検出することも含む。本方法はまた、異常陰極事象の一部の間に溶接電流を望ましい電流になるように制御することも含む。上記一部は、第1のパルス周期のバックグラウンド相の間隔を含み、溶接電流は、異常陰極事象の上記一部の間の溶接電圧とは無関係に制御される。

## 【0007】

50

別の実施形態では、溶接システムを操作する方法は、第1のパルス周期の第1のピーク相においてピーク電流値の溶接電流およびピーク電圧値の溶接電圧を溶接ワイヤに供給することを含む。溶接電流は、第1のピーク相の間の溶接電圧に少なくとも部分的に基づいて間接的に制御される。本方法はまた、第1のパルス周期のバックグラウンド相の第1の部分においてバックグラウンド電流値の溶接電流およびバックグラウンド電圧値の溶接電圧を溶接ワイヤに供給することを含む。本方法はまた、第1のパルス周期のバックグラウンド相の第2の部分の間の溶接電圧とは無関係に、溶接電流をバックグラウンド電流値になるように制御することを含み、バックグラウンド相の第2部分は異常陰極事象を含む。

#### 【0008】

本発明のこれらの特徴、態様および利点並びに他の特徴、態様および利点は、同様の符号が図全体を通して同様の部品を表す添付の図面を参照しながら以下の詳細な記載を読めば、よりよく理解されることであろう。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図1】電源およびワイヤー送給装置を備えたMIG溶接システムの実施形態の図である。

【図2】異常陰極事象の間のパルス電圧波形およびパルス電流波形を示すグラフである。

【図3】異常陰極事象の間の電流波形が制御されたパルス電圧波形およびパルス電流波形を示すグラフである。

20

【図4】異常陰極事象の間に電流を制御するステップを示すフローチャートである。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0010】

本発明の1または複数の特定の実施形態を以下で説明する。これらの実施形態の簡潔な説明を提供するために、実際の実施態様の全ての特徴が明細書において記載されていない場合がある。任意の工学または設計計画におけるような任意のそのような実際の実施態様の開発において、開発者の特定の目標を達成するには、実施態様ごとに変動する場合があるシステム関連制約および事業関連制約の遵守等の多数の実施態様に固有の決定を行わなくてはならないことを理解すべきである。さらに、そのような開発努力は複雑でありかつ時間がかかる場合があるが、それにもかかわらず、この開示の利益を有する当業者にとっては、設計、製作および製造のルーチンワークであることを理解すべきである。

30

#### 【0011】

ここで図面に目を向け、先ず図1を参照すると、例示的な溶接システム10が、ワイヤー送給装置14に結合された電源12を含むものとして示されている。図示する実施形態では、電源12はワイヤー送給装置14とは別個であり、そのため、ワイヤー送給装置14は、溶接位置の近くの電源12から幾分かの距離に配置することができる。しかしながら、幾つかの実施態様では、ワイヤー送給装置14は電源12と一体型とすることができることを理解すべきである。電源12は、ワイヤー送給装置14を介してトーチ16に溶接電力を供給することができ、または、電源12は、トーチ16に溶接電力を直接供給することができる。ワイヤー送給装置14は、トーチ16にワイヤ電極18（例えば、ソリッドワイヤ、コアードワイヤ、コーテッドワイヤ）を供給する。電源12と一緒に設ける或いは別個に設けることができるガス供給装置20は、トーチ16にガス（例えば、CO<sub>2</sub>、アルゴン）を供給する。オペレーターは、電極18と加工物26との間にアーク24を点火するようにトーチ16の引金22を引くことができる。幾つかの実施形態では、溶接システム10は、限定されないがプログラマブルロジックコントローラ（PLC）またはロボットコントローラを含む自動化インターフェースによって作動させることができる。溶接システム10は、溶接ワイヤ（例えば、電極18）、溶接電力およびシールドガスを溶接トーチ16に提供するように設計されている。当業者には理解されるように、溶接トーチ16は、多くの異なるタイプとすることができます、電極18およびガスの様々な組合せの使用を容易にすることができます。

40

#### 【0012】

50

溶接システム 10 は、電源 12 に設けられたオペレーターインターフェース 28 を介してオペレーターからデータ設定を受け取ることができる。オペレーターインターフェース 28 は、電源 12 の面板に組み込むことができ、溶接プロセス（例えば、ステイック、TIG、MIG）、使用するワイヤのタイプ、電圧および電流設定、移行形態（例えば、短絡、パルス、スプレー、パルス）等の設定の選択を可能にすることができる。特に、溶接システム 10 は、鋼またはアルミニウム等の様々な材料の電極 18（例えば、溶接ワイヤ）がトーチ 16 内に通される MIG 溶接（例えば、パルス MIG、スプレー、短絡、調整金属堆積（Regulated Metal Deposition）（すなわち、RMD（商標））を可能にする。溶接設定は、電源 12 内の制御回路 30 に通信される。さらに、または代替的に、制御回路 30 は、ワイヤー送給装置 14、トーチ 16、ガス供給装置 20、または溶接システム 10 の別の構成要素内にある。

10

## 【0013】

後により詳細に記載する制御回路 30 は、所望の溶接作業を実行する電力変換回路 32 によって電極 18 に印加される溶接電力出力の生成を制御するように動作する。幾つかの実施形態では、制御回路 30 は、溶接ワイヤから進行中の溶接部の溶融溶接池への溶融金属の短絡移行および／またはスプレー移行の態様を有することができるパルス MIG 溶接法を、調整するように適合することができる。後により十分に記載するように、こうした移行形態は、作業中に、電極 18 と加工物 26 との間に生じるアーケ 24 に対して電流パルスおよび電圧パルスの動作パラメーターを調整することによって、制御することができる。「パルス溶接」または「パルス MIG 溶接」は、進行中の溶融池内への金属溶滴の溶着を制御するように、パルス電力波形が生成される技法を指す。本発明の特定の実施形態では、アーケの溶接電流が、溶接電圧に影響を与える異常陰極事象の間に望ましい電流になるように制御される、パルス溶接法を実施することができる。すなわち、異常陰極事象の間の溶接電圧とは無関係に、溶接電流を制御することができる。

20

## 【0014】

制御回路 30 は、トーチ 16 において電極 18 に印加される溶接電力（例えば、パルス波形）を供給する電力変換回路 32 に結合されている。電力変換回路 32 は、矢印 34 によって示すように、電力源に結合されている。電力変換回路 32 に印加される電力は、送配電網において発生することができるが、エンジン駆動発電機、バッテリー、燃料電池または他の代替源によって生成される電力等、他の電力源を使用することもできる。電力変換回路 32 の構成要素としては、チョッパー、ブーストコンバーター、バックコンバーター、インバーター等を挙げることができる。

30

## 【0015】

制御回路 30 は、トーチ 16 に供給される溶接電力の電流および／または電圧を制御する。制御回路 30 は、ワイヤー送給装置 14 またはトーチ 16 内の 1 または複数のセンサー 36 に少なくとも部分的に基づいて、アーケ 24 の電流および／または電圧を監視することができる。幾つかの実施形態では、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、センサー 36 からのフィードバックに少なくとも部分的に基づいて、アーケ長または突出し長さを求めおよび／または制御する。アーケ長は、本明細書では、電極 18 と加工物 26 との間のアーケの長さとして定義される。プロセッサ 38 は、メモリ 40 に格納されたデータ（例えば、アルゴリズム、命令、動作点）を利用して、アーケ長または突出し長さを求めおよび／または制御する。メモリ 40 に格納されたデータは、オペレーターインターフェース 28 若しくはネットワーク接続を介して受け取ることができるか、または制御回路 30 を組み立てる前に予めロードすることができる。電源 12 の動作は、制御回路 30 が、溶接作業中に溶接電流を変更する一方で溶接電圧を実質的に一定であるように制御する、定電圧（CV）調整モード等、1 または複数のモードで制御することができる。すなわち、溶接電流は、溶接電圧に少なくとも部分的に基づくことができる。さらに、または代替的に、電源 12 は、溶接電流が溶接電圧とは無関係に制御される電流制御モードで制御することができる。幾つかの実施形態では、電源 12 は、制御回路 30 が、溶接作業中に溶接電圧を変更する一方で溶接電流を実質的に一定であるように制御する、定電流（CC）モード

40

50

で動作するように制御される。

【0016】

図2は、パルス溶接プロセスの溶接電圧50および溶接電流52の波形の実施形態である。パルス周期A、BおよびCにわたる溶接電圧50波形および溶接電流52波形が示されている。各パルス周期のピーク相54の間、制御回路は、電極に供給される溶接電圧50を増大させ、溶融ボールを形成しおよび／または電極の先端から分離して加工物または溶融池に溶着させる。溶接電圧50は、バックグラウンド電圧レベル60から概ねピーク電圧62まで増大し、それにより、溶接電流52をバックグラウンド電流レベル56から概ねピーク電流58まで増大させる。溶接電圧50および溶接電流52は、ピークレベルからバックグラウンド相64まで低減することができる。言い換えれば、溶接電流52は、溶接電圧50に少なくとも部分的に基づいて、ピーク相54の間に間接的に制御される。幾つかの実施形態では、バックグラウンド相64の間、溶融ボールは、溶接電圧50を低減させる短絡事象66において、電極を溶融池に短い時間連結することができる。幾つかの実施形態では、溶融ボールは、短絡事象66なしに電極から溶融池に溶着する。バックグラウンド相64では、制御回路は、概して溶接電圧50をバックグラウンド電圧60で維持することができ、溶接電流52は、電極と加工物との間にアークを維持するように概ねバックグラウンド電流56であり続けることができる。溶接電流52および溶接電圧50を介する溶接電力は、バックグラウンド相64の間、電極の先端に別の溶融ボールを形成し始めることができる。したがって、各パルス周期は、概して、溶接電圧50が増大するピーク相54と、溶接電流52が実質的に定電流値であることが望まれるバックグラウンド相64とによって記述することができる。

10

20

30

【0017】

本明細書において考察するとき、パルス周期という用語は、パルスMIG溶接法のみに対する溶接電圧50および溶接電流52の波形のサイクル（例えば、ピーク相54、バックグラウンド相64）に限定されるようには意図されていない。理解することができるように、様々なMIG溶接プロセス（例えば、パルスMIG、短絡、スプレーおよびRMD）の溶接電圧50および溶接電流52は周期的である。すなわち、MIGプロセスの各サイクルは、溶接電圧50が上昇した1または複数のピーク相54と溶接電流52が所望であるように実質的に一定である1または複数のバックグラウンド相64とを含む。例えば、ピーク相54は、RMDプロセスのピンチ（pinch）段階、クリア（clear）段階および／またはボール（ball）段階を含むことができ、バックグラウンド相64は、RMDプロセスのブリンク（blink）段階、バックグラウンド（background）段階、短絡前（pre-short）段階および／または湿潤（wet）段階を含むことができる。本明細書で利用するとき、パルス周期という用語は、限定されないが、パルスMIG溶接法、短絡プロセス、スプレープロセス若しくはRMDプロセスまたはそれらの任意の組合せのサイクル（例えば、ピーク相54およびバックグラウンド相64の1または複数のシーケンス）を含むことができる。

【0018】

理解することができるように、制御回路30のプロセッサ38は、オペレーターインターフェースを介して入力される所望の溶接パラメーター、すなわち電極、電極の送給速度、ガス、加工物またはそれらの任意の組合せに少なくとも部分的に基づいて、種々の範囲内で溶接電圧50および溶接電流52の値を制御することができる。例えば、バックグラウンド電流レベル56は、約25Aから250Aの間とすることができる。ピーク電流58は、約300Aから700Aの間とすることができる。幾つかの実施形態では、バックグラウンド電圧レベル60は、約15Vから25Vの間とすることができ、ピーク電圧62は約25Vから40Vの間とすることができる。

40

【0019】

パルスプロセスの溶接電圧50および溶接電流52の波形は、概してパルス周期Aに類似することができる。しかしながら、幾つかのパルス周期のバックグラウンド相64において、異常陰極事象68が開始し、様々な時間、持続する可能性がある。幾つかの異常陰

50

極事象 6 8 は、バックグラウンド相 6 4 の一部の間にのみ持続する可能性があり、他の異常陰極事象 6 8 は、バックグラウンド相 6 4 を通してピーク相 5 4 の一部まで持続する可能性がある。異常陰極事象 6 8 は、パルス周期 B および C に示すように、溶接電圧 5 0 および溶接電流 5 2 に影響を与える可能性がある。パルス周期 B および C の異常陰極事象 6 8 は、後述するような制御回路による制御アルゴリズムが適用されない溶接電圧 5 0 および溶接電流 5 2 の波形を示す。ピーク相 5 4 の後、溶接電圧 5 0 は異常陰極事象 6 8 において上昇する可能性がある。緩和されない異常陰極事象 6 8 は、電極と加工物との間のアークに、アークを制限するかまたは狭めることによって影響を与える。すなわち、パルス周期 B の異常陰極事象 6 8 の間のアークは、パルス周期 A のバックグラウンド相 6 4 の間の相対的に幅が広いおよび / またはベル状アークと比較して相対的に幅が狭い可能性がある。後述する制御アルゴリズムがない場合、溶接電圧 5 0 に基づいて制御される溶接電流 5 2 は、制御回路が溶接電圧 5 0 を所望のバックグラウンド電圧 6 0 で維持しようとしている間に、低電流レベル 7 0 まで低減する可能性がある。溶接プロセスに対する緩和されない異常陰極事象 6 8 の影響としては、限定されないが、スパッターの発生の増大、一貫しないボール移行、不規則な溶接部外観、アーク安定性の低下、若しくは後続する異常陰極事象 6 8 の可能性の増大、またはそれらの任意の組合せを挙げることができる。

#### 【 0 0 2 0 】

制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 は、異常陰極事象の発生を確定し、制御アルゴリズムによって溶接電流 5 2 を制御して溶接プロセスに対する影響を低減させることができる。図 3 は、溶接プロセスのパルス周期 D、E および F にわたるパルスプロセスの溶接電圧 5 0 および溶接電流 5 2 の波形の一実施形態を示す。パルス周期 E、F および G は、パルス持続時間が実質的に均一であろう。制御回路は、溶接電圧 5 0 を監視して、異常陰極事象 8 0 の開始（例えば、溶接電圧 5 0 の上昇）を検出する。幾つかの実施形態では、制御回路は、異常陰極事象 8 0 の開始について溶接電圧 5 0 をバックグラウンド相 6 4 の間のみ監視し、および / またはピーク相 5 4 の間では監視しない。制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 は、溶接電圧 5 0 を、異常陰極事象 8 0 の発生時およびその間に超過する可能性がある検出電圧（例えば、 $V_{detect}$ ）と比較することができる。溶接電圧 5 0 が、（例えば、異常陰極事象 8 0 の間）検出電圧を概ね超える場合、制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 は、溶接電圧 5 0 に基づいて溶接電流 5 2 を制御するのではなく、メモリ 4 0 に格納された制御アルゴリズムに少なくとも部分的に基づいて溶接電流 5 2 を制御することができる。例えば、制御アルゴリズムは、溶接電圧 5 0 のバックグラウンド電圧 6 0 からのずれにも関らず異常陰極事象 8 0 の間に溶接電流 5 2 を概ねバックグラウンド電流 5 6 または他の望ましい電流値になるように制御するように、制御回路に対して指示することができる。異常陰極事象 8 0 の持続時間としては、限定されないが、バックグラウンド相 6 4 の概ね 1 0 %、2 5 %、5 0 % 若しくは 7 5 % 未満またはそれより長いバックグラウンド相 6 4 の間隔（例えば、部分）を挙げることができる。制御アルゴリズムは、パルス周期 E および F における異常陰極事象 8 0 の間に、溶接電流 5 2 を、バックグラウンド相 6 4 の間にパルス周期 D の間と概ね同じ値になるように制御するように、制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 に対して指示し、それにより、異常陰極事象 8 0 の間に溶接電圧 5 0 の上昇によって実質的に影響を受けないように溶接電流 5 2 を制御することができる。メモリ 4 0 に格納された制御アルゴリズムは、異常陰極事象 8 0 の少なくとも一部の間に溶接電圧 5 0 とは無関係であるように溶接電流 5 2 を制御するように、制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 に対して指示することができる。幾つかの実施形態では、制御アルゴリズムは、溶接電圧 5 0 がバックグラウンド電圧 6 0 の近くにない異常陰極事象 8 0 の間に、溶接電流 5 2 をバックグラウンド電流 5 6 で実質的に維持するように、制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 に対して指示する。

#### 【 0 0 2 1 】

異常陰極事象 8 0 は、溶接電圧 5 0 が概ね最終電圧（例えば、 $V_{end}$ ）未満に低下したときに終了する可能性がある。異常陰極事象 8 0 がバックグラウンド相 6 4 の間に終了する場合、制御アルゴリズムは、バックグラウンド相 6 4 の残りの部分に対する電極の動作

10

20

30

40

50

点に基づいて、溶接電流 5 2 をバックグラウンド電流 5 6 または別の所定の動的電流値で維持するように、制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 に対して指示することができる。幾つかの実施形態では、制御アルゴリズムは、異常陰極事象 8 0 の前に適所で電圧調整方法（例えば、定電圧）を再開するように、制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 に対して指示することができる。異常陰極事象 8 0 が別の相（例えば、ピーク相 5 4）の間に終了する場合、制御アルゴリズムは、溶接電流 5 2 を適切な電流レベルに調整するように制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 に対して指示することができる。例えば、異常陰極事象 8 0 がピーク相 5 4 において終了する場合、制御アルゴリズムは、溶接電流 5 2 をバックグラウンド電流 5 6 とピーク電流レベル 5 8 との間の適切な電流レベルになるように制御するように、制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 に対して指示し、それにより、溶接電流波形 5 2 は、パルス周期の間に電流波形の均一性を実質的に維持することができる。例えば、バックグラウンド相 6 4 は、各パルス周期に対して同じバックグラウンド時間（例えば、約 1 ミリ秒から 2 0 ミリ秒、2 ミリ秒から 1 5 ミリ秒、または 3 ミリ秒から 1 0 ミリ秒）を有することができる、ピーク相 5 4 は、同じピーク時間（例えば、約 0.5 ミリ秒から 5 ミリ秒、0.75 ミリ秒から 4 ミリ秒、または 1 ミリ秒から 3 ミリ秒）を有することができる。制御アルゴリズムは、制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 が、通常の調整モード（例えば、定電圧調整）外にある異常陰極事象 8 0 の間に溶接電流 5 2 を制御するのを可能にし、それにより、スパッターの発生を低減させ、溶融池へのボール移行の一貫性を向上させ、溶接部の外観を改善し、アーク安定性を向上させ、若しくは後続する異常陰極事象 8 0 の可能性を低減させ、またはそれらの任意の組合せをもたらす。

10

20

#### 【0 0 2 2】

検出電圧 ( $V_{detect}$ ) および最終電圧 ( $V_{end}$ ) は、電極特性、溶接作業中に利用されるガス、電極の動作点および／またはシールドガスの動作点に少なくとも部分的に基づくことができる。電極の動作点およびシールドガスの動作点は、実験的に求めて制御回路 3 0 のメモリ 4 0 に格納することができる。例えば、動作点は、制御アルゴリズムと共にメモリ 4 0 に格納することができる。幾つかの実施形態では、 $V_{detect}$  および  $V_{end}$  は、バックグラウンド電圧 6 0 より大きく、ピーク電圧 6 2 より小さい可能性がある。例えば、 $V_{detect}$  は、約 2.5 V から 3.5 V までの間とすることができ、 $V_{end}$  は、約 1.5 V から 2.5 V までの間とすることができます。 $V_{detect}$  に対する電圧値は、約 1 V、2 V、3 V、4 V、5 V、6 V、7 V、8 V、9 V 若しくは 10 V、またはバックグラウンド電圧 6 0 を超えることができる。さらに、または代替的に、 $V_{detect}$  は、バックグラウンド電圧 6 0 より約 1%、2%、3%、5%、10% または 20% 大きい可能性がある。幾つかの実施形態では、電極およびガスの様々な組合せに対する  $V_{detect}$  および／または  $V_{end}$  の値は、溶接プロセスの前にまたはその間に、メモリから制御回路内にロードすることができる。 $V_{detect}$  および／または  $V_{end}$  の値は、電流フィードバック、突出し長さ若しくはアーク長、またはそれらの任意の組合せに少なくとも部分的に基づく模擬電圧とすることができます。非異常陰極パルス周期（例えば、パルス周期 D）の間の溶接電圧 5 0 は、電極における電圧成分（例えば、 $V_{EE}$ ）、アークにおける電圧成分（例えば、 $V_{arc}$ 、 $V_{anode}$ 、 $V_{cathode}$ ）および加工物における電圧成分を有することができる。幾つかの実施形態では、模擬電圧は、1 または複数の非異常陰極パルス周期中の溶接電圧 5 0 の別個に計算された電圧成分の合計に少なくとも部分的に基づくことができる。例えば、模擬電圧は、制御回路、電力変換回路およびセンサーのうちの少なくとも 1 つからリアルタイムフィードバックを受け取る状態観測器（例えば、カルマンフィルター）からのフィードバックに少なくとも部分的に基づくことができる。制御回路 3 0 のプロセッサ 3 8 は、トーチにおけるセンサーからのフィードバックに少なくとも部分的に基づいて突出し長さおよび／またはアーク長を求めることができる。

30

40

#### 【0 0 2 3】

図 4 は、溶接システムを動作させ、上述した制御アルゴリズムを開始する方法 1 0 0 の一実施形態を示す。オペレーターは、オペレーターインターフェースを介しておよび／または構成要素（例えば、ワイヤー送給装置、トーチ、ガス供給装置）を電源に結合するこ

50

とにより、溶接作業に対する溶接パラメーターを設定することができる（ブロック 102）。溶接パラメーターとしては、限定されないが、電流、電圧、移行形態、パルス持続時間、パルス周波数、加工物材料、電極および供給部、並びにそれらの任意の組合せを挙げることができる。電源がトーチに電力を供給し（ブロック 104）、オペレーターは、トーチの電極と加工物との間にアークを点火するように引金を引くことができる（ブロック 106）。バックグラウンド相（ブロック 108）の間、トーチを介して電極に供給される溶接電力は、ボールを形成し（ブロック 110）、電極と加工物との間にアークを維持する。幾つかの実施形態では、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、バックグラウンド相の間に実質的に一定値であるように溶接電流および溶接電圧を制御することができる。制御回路 30 のプロセッサ 38 が、バックグラウンド相が終了した（例えば、バックグラウンド相における時間  $t$  がパルス周期のバックグラウンド間隔を超過した）と判断した（ノード 112）後、制御回路 30 は、ピーク相（ブロック 114）に遷移することができる。ピーク相（ブロック 114）の間、溶融ボールが、溶融池に溶着するために電極から分離することができる（ブロック 116）。制御回路 30 は、ピーク相の間に増大するように溶接電流および溶接電圧を制御することができる。バックグラウンド相（ブロック 108）およびピーク相（ブロック 114）は、オペレーターが引金を引く（ブロック 106）かまたは自動化インターフェースが溶接システムに関与している間、溶接プロセスの持続時間にわたって繰り返すことができる。幾つかの実施形態では、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、繰り返されるバックグラウンド相とピーク相との間に追加の相を置いて、溶接電流および溶接電圧を制御することができる。

10

20

30

40

#### 【0024】

バックグラウンド相（ブロック 108）の間、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、溶接電圧を監視する。ノード 118 において、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、溶接電圧を溶接検出値（ $V_{detect}$ ）と比較して、異常陰極事象が発生しているか否かを判断する。 $V_{detect}$  は、動的に求めおよび／または制御回路のメモリからロードすることができる。溶接電圧が電圧検出値を超える場合、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、制御アルゴリズム 120 を利用して、溶接プロセスに対する異常陰極事象の影響を緩和する。制御アルゴリズム 120 では、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、アクティブな電圧調整方法を停止する（ブロック 122）かまたは一時停止する。例えば、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、電圧調整方法（例えば、定電圧方法）を利用して、所望のアーク長または突出し長さを維持するように溶接電圧および／または溶接電流を制御することができる。幾つかの実施形態では、制御回路 30 のプロセッサ 38 は、メモリ 40 から格納されたデータ（例えば、移動平均、センサーフィードバック）を消去すること等によって、アクティブな電圧調整方法をリセットすることができる（ブロック 124）。アクティブな電圧調整方法をリセットすることにより、電圧調整方法の精度および／または信頼性を向上させることができ、それにより、アークの安定性が向上する。例えば、アクティブな電圧調整方法は、メモリ 40 に格納された、事前に測定された電流測定値および／または電圧測定値を利用することができる。異常陰極事象の間のアークの状態（例えば、測定された電流および／または電圧）は、非異常陰極事象（例えば、パルス周期 D）のバックグラウンド相の間とは異なる。したがって、アクティブな電圧調整方法で利用されるメモリ 40 に格納された、事前に測定された電流測定値および／または電圧測定値がリセットされ（ブロック 124）、アクティブな電圧調整方法は、アクティブな電圧調整方法に対して異常陰極事象からの測定された電流測定値および／または電圧測定値を利用することなく、ブロック 132 において再開することができる。

#### 【0025】

制御アルゴリズム 120 は、溶接電流を所望のバックグラウンド電流、所定の電流値、または動的に求められる電流値に調整する（ブロック 126）ように制御回路 30 のプロセッサ 38 に対して指示する。幾つかの実施形態では、所望のバックグラウンド電流は、先行するパルス周期からの以前のバックグラウンド相の間のバックグラウンド電流と概ね同じであろう。制御回路 30 のプロセッサ 38 は、電極、ワイヤまたはそれらの任意の組

50

合せに少なくとも部分的に基づいて、溶接電流を所望のバックグラウンド電流までランプ速度（例えば、線形）で増大または低減させることができる。ランプ速度は、メモリ40に格納するか、または他の方法でバックグラウンド相の間に制御回路30内で求めることができる。さらに、または代替的に、ランプ速度は、実験的に求めてアルゴリズムと共にメモリ40に格納することができる。

【0026】

制御回路30のプロセッサ38が、バックグラウンド相が終了していない（例えば、バックグラウンド相における時間  $t$  がバックグラウンド間隔を超過していない）と判断した場合（ノード128）、制御回路30のプロセッサ38は、溶接電圧が最終電圧  $V_{end}$  未満であるか否かを判断する（ノード130）。溶接電圧が  $V_{end}$  未満である場合、制御アルゴリズムは、異常陰極事象が終了したと判断することができ、制御アルゴリズムは、アクティブな電圧調整方法を再開し（ブロック132）ブロック110に戻るように、制御回路30のプロセッサ38に対して指示する。溶接電圧が  $V_{end}$  を超える場合、制御アルゴリズムは、溶接電流をバックグラウンド電流に調整し（ブロック126）、バックグラウンド相が終了するかまたは溶接電圧が  $V_{end}$  未満となる（例えば、異常陰極事象が終了する）まで、ノード128および130を循環することができる。溶接電圧が  $V_{end}$  を超えている間にバックグラウンド相が終了した場合、制御アルゴリズムは、次の相（例えば、ピーク相114）に対して溶接電流を調整し（ブロック134）、アクティブな電圧調整方法を再開する（ブロック136）ように、制御回路に対して指示する。例えば、異常陰極事象がピーク相114まで持続する場合、制御アルゴリズムは、以前のピーク溶接電流波形に実質的に対応するように溶接電流を適切な溶接電流まで増大させるように、制御回路30のプロセッサ38に対して指示し、それにより、溶接電流のピーク相に対する異常陰極事象の影響を低減させる。

10

20

30

【0027】

本明細書において、本発明の幾つかの特徴だけが図示および説明されてきたが、当業者には多くの変更およ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ような全ての変更およ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】

【0028】

1 0	溶接システム
1 2	電源
1 4	ワイヤー送給装置
1 6	溶接トーチ
1 8	ワイヤ電極
2 0	ガス供給装置
2 2	引金
2 4	アーク
2 6	加工物
2 8	オペレーターインターフェース
3 0	制御回路
3 2	電力変換回路
3 4	矢印
3 6	センサー
3 8	プロセッサ
4 0	メモリ
5 0	溶融電圧
5 0	溶接電圧
5 2	溶接電流
5 4	ピーク相

40

50

5 6 バックグラウンド電流  
 5 8 ピーク電流  
 6 0 バックグラウンド電圧  
 6 2 ピーク電圧  
 6 4 バックグラウンド相  
 6 6 短絡事象  
 6 8 異常陰極事象  
 7 0 低電流レベル  
 8 0 異常陰極事象  
 1 1 4 ピーク相  
 1 1 8 ノード  
 1 2 0 制御アルゴリズム  
 1 2 8 ノード  
 1 3 2 ブロック

10

【図 1】

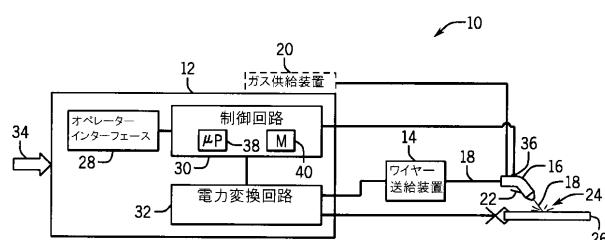


FIG. 1

【図 3】

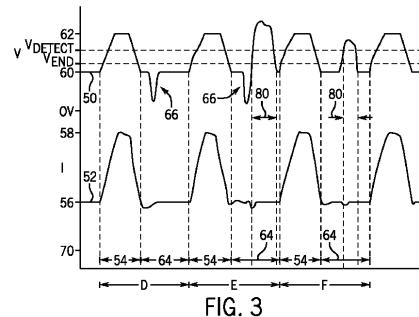


FIG. 3

【図 2】

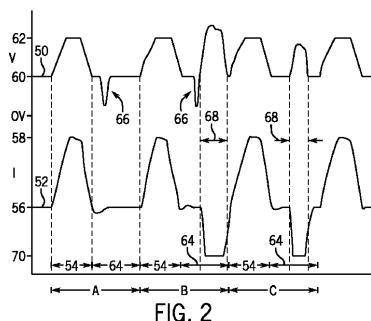
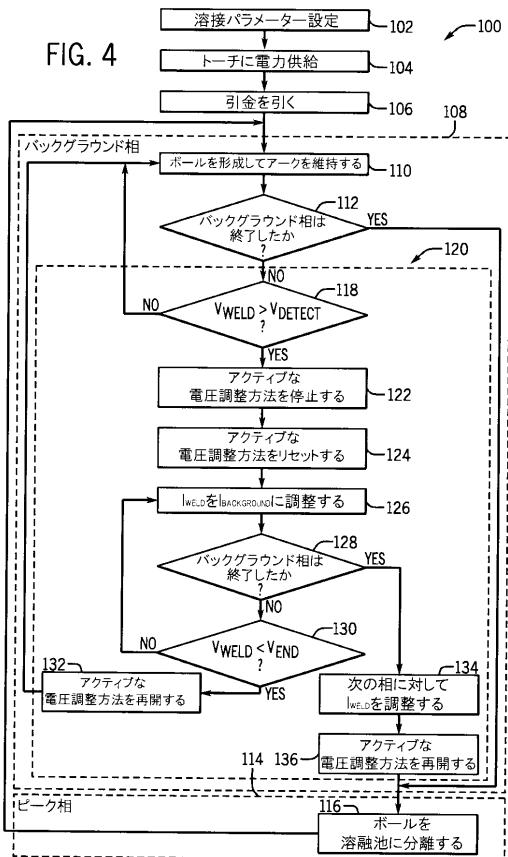


FIG. 2

【図4】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2014/041201												
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. B23K9/09 B23K9/10 B23K9/173 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="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">JP S57 19166 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1 February 1982 (1982-02-01) abstract; figure 3 -----</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">JP 2006 205189 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 10 August 2006 (2006-08-10) abstract; figures -----</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1,2,6,7, 9,13,14, 16-18</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">A</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">JP S57 109573 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 8 July 1982 (1982-07-08) abstract -----</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1,7,16</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP S57 19166 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1 February 1982 (1982-02-01) abstract; figure 3 -----	1-20	X	JP 2006 205189 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 10 August 2006 (2006-08-10) abstract; figures -----	1,2,6,7, 9,13,14, 16-18	A	JP S57 109573 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 8 July 1982 (1982-07-08) abstract -----	1,7,16
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	JP S57 19166 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1 February 1982 (1982-02-01) abstract; figure 3 -----	1-20												
X	JP 2006 205189 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 10 August 2006 (2006-08-10) abstract; figures -----	1,2,6,7, 9,13,14, 16-18												
A	JP S57 109573 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 8 July 1982 (1982-07-08) abstract -----	1,7,16												
<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  27 October 2014		Date of mailing of the international search report  04/11/2014												
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  Jeggy, Thierry												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/US2014/041201

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP S5719166 A	01-02-1982	JP S5719166 A JP S6352993 B2	01-02-1982 20-10-1988
JP 2006205189 A	10-08-2006	JP 4211740 B2 JP 2006205189 A	21-01-2009 10-08-2006
JP S57109573 A	08-07-1982	JP S649911 B2 JP S57109573 A	20-02-1989 08-07-1982

---

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 リチャード マーティン ハッチソン

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 カレブ ヘブン

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 ブライアン 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 ピーター ドナルド メーン

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 AA04 BA04 BB02 DA01 EC03 ED01 EE03 EE04 EE08 EF07