

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シースおよびコアを有する特定のタイプの有芯電極と被加工物との間に、電源により、一連の交流波形による溶接プロセスを生成するようにした電気アーク溶接機において、前記一連の波形において、個々の波形を生成するための高周波スイッチングデバイスであって、各波形が、少なくとも 18 kHz の周波数で生成される多数の短絡電流パルスの各々の振幅によって形成される特性を有し、前記特性が、前記短絡電流パルスを制御する波形整形器に対する入力信号によって決定される高周波スイッチングデバイスと、前記電極のタイプを示す特性信号を生成する回路と、前記特性信号に基づいて前記入力信号を選択する選択回路とからなり、これにより、前記波形整形器が、前記電源に、前記特定のタイプの有芯電極のための波形特性を生成させるように構成したことを特徴とする電気アーク溶接機。

10

【請求項 2】

前記波形整形器が、前記選択された波形の特性を決定するために、パルス幅変調器を制御することを特徴とする請求項 1 記載の電気アーク溶接機。

【請求項 3】

前記選択回路が、前記特性信号に基づいて、入力信号を出力するためのデータルックアップデバイスであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の電気アーク溶接機。

【請求項 4】

前記高速スイッチングデバイスがインバータであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の電気アーク溶接機。

20

【請求項 5】

前記選択された波形特性が、前記シースおよびコアをほぼ同じ速度で溶融せしめることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の電気アーク溶接機。

【請求項 6】

前記選択された波形特性が、リーディングエッジを有すると共に、前記シースの溶融を制御するための傾斜部分を有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の電気アーク溶接機。

【請求項 7】

前記電極が外径を有し、前記選択された波形特性が、前記電極と前記被加工物との間のアーク長を、前記電極の外径の 1.5 倍以下に制御することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の電気アーク溶接機。

30

【請求項 8】

シースおよびコアを有する特定の有芯電極を用いて、被加工物に対して溶接を行う方法であって、

(a) 前記特定の電極を用いた溶接のために調整された特定の特性を有する波形を選択する工程と、

(b) 一連の選択された波形を生成して、溶接プロセスを生成する工程と、

(c) 前記溶接プロセスを用いて前記電極により溶接を行う工程と、

を含むことを特徴とする溶接方法。

40

【請求項 9】

前記波形が、交流波形であることを特徴とする請求項 8 記載の溶接方法。

【請求項 10】

前記交流波形が所定の極性を有し、前記プロセスの加熱を制御する時間に従って、振幅が減少することを特徴とする請求項 9 記載の溶接方法。

【請求項 11】

前記コアが、合金添加物を含むことを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれか一項に記載の溶接方法。

【請求項 12】

前記溶接が、18 kHz 以上の速度でスイッチングされるインバータを用いたものであ

50

ることを特徴とする請求項 8 から 11 のいずれか一項に記載の溶接方法。

【請求項 13】

前記選択された特性が、前記シースおよびコアをほぼ同じ速度で溶融させることを特徴とする請求項 8 から 12 のいずれか一項に記載の溶接方法。

【請求項 14】

前記電極が外径を有し、前記選択された特性が、電極と前記被加工物との間のアーク長を、前記電極の外径の 1.5 倍以下に制御することを特徴とする請求項 8 から 13 のいずれか一項に記載の溶接方法。

【請求項 15】

有芯電極と被加工物との間に、電源により一連の交流波形を生成するようにした電気アーク溶接機において、 10

前記一連の波形において、個々の波形を生成するための高周波スイッチングデバイスであって、各波形が、パルス幅変調器により少なくとも 18 kHz の周波数で生成される多数の短絡電流パルスの各々の振幅によって形成される特性を有し、前記パルス幅変調器は、波形整形器によって制御される電流パルスの振幅で制御され、前記個々の波形のいずれかの部分の極性は、極性信号のデータによって決定される高周波スイッチングデバイスと、

個々の波形の 1 つ以上の特性パラメータを設定することにより、個々の波形の特性を決定する特性制御ネットワークであって、前記パラメータが、周波数、デューティサイクル、増加速度および減少速度からなる群から選択される特性制御ネットワークと、 20

前記固定された特性に影響を及ぼすことなく、前記個々の波形を調整するために、総電流、電圧及び / 又は出力を設定するための振幅回路と、

を備えることを特徴とする電気アーク溶接機。

【請求項 16】

有芯電極と被加工物との間に、電源により一連の交流波形による溶接プロセスを生成するようにした電気アーク溶接機の溶接方法において、

前記電気アーク溶接機は、

前記一連の波形において、個々の波形を生成するための高周波スイッチングデバイスであって、各波形が、パルス幅変調器により少なくとも 18 kHz の周波数で生成された多数の短絡電流パルスの各々の振幅によって決定される特性を有し、前記パルス幅変調器は、波形整形器によって制御される前記電流パルスの振幅で制御される高周波スイッチングデバイスを備え、前記方法は、 30

(a) 極性信号のデータによって、前記個々の波形のいずれかの部分の極性を決定する工程と、

(b) 個々の波形の 1 つ以上の特性パラメータを設定することにより、個々の波形の特性を設定する工程であって、前記パラメータが、周波数、デューティサイクル、増加速度および減少速度からなる群から選択される工程と、

(c) 前記特性を変化させることなく前記波形特性を調整し、電流、電圧および / 又は出力の大きさを設定する工程と、

を含むことを特徴とする溶接方法。 40

【請求項 17】

前記有芯電極が、フラックス有芯電極であることを特徴とする請求項 16 記載の溶接方法。

【請求項 18】

シースおよびコアを有する特定のタイプの有芯電極と被加工物との間に、電源により一連の交流波形による溶接プロセスを生成するようにした電気アーク溶接機において、

前記一連の波形において、個々の波形を生成するための高周波スイッチングデバイスであって、各波形が、少なくとも 18 kHz の周波数で生成された多数の短絡電流パルスの各々の振幅によって形成される特性を有し、前記特性は、前記短絡電流パルスを制御する波形整形器に対する入力信号によって決定される高周波スイッチングデバイスと、 50

特定の有芯電極を表わすいくつかのアドレスで読み出せるデータブロックを格納した電極記憶デバイスと、

所定の波形特性を前記波形整形器に設定するための、多数の記憶された波形信号を有する選択デバイスと、

前記特定の有芯電極のためのアドレスを選択したときに、特定のデータブロックを出力して所定の波形信号を選択する回路と、

で構成したことを特徴とする電気アーク溶接機。

【請求項 19】

前記波形整形器が、パルス幅変調器を制御して、前記選択された波形の前記特性を決定することを特徴とする請求項 18 記載の電気アーク溶接機。

10

【請求項 20】

各々が特定のワイヤ送給速度設定値を表わす、いくつかのデータブロックを格納する設定値記憶デバイスを含み、前記選択デバイスが、前記電極記憶デバイスから出力されたデータブロックおよび前記設定値記憶デバイスに対応していることを特徴とする請求項 19 記載の電気アーク溶接機。

【請求項 21】

前記有芯電極がフラックス有芯電極であることを特徴とする請求項 18 から 20 のいずれか一項に記載の電気アーク溶接機。

【請求項 22】

シースおよびコアを有する有芯電極を用いて、被加工物に対して溶接を行う方法であって、

20

(a) 前記電極と前記被加工物との間に、一連の交流波形を流し、

(b) 前記溶接プロセスに対して、シールドガスを用いないことを特徴とする溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気アーク溶接の技術に関し、より具体的には、パイプライン溶接、主に沖合のパイプライン溶接に使用する有芯電極に対して波形特性制御を用いた電気アーク溶接機に関する。

30

【背景技術】

【0002】

本発明は、パイプライン等の大きなメタルブランクのシーム溶接に使用されるタイプの 2 つまたはそれ以上のタンデム電極を駆動するための高容量交流回路電源を用いた電気アーク溶接機システムに注力する。該電源が、該電源が該スイッチが極性を反転させる前に低減されるアーク電流を用いる 2 つの大きな出力極性スイッチを有するインバータである、特許文献 1 に開示されているスイッチングコンセプトを用いることが好ましい。従って、「スイッチングポイント」という用語は、複雑な手順であり、それにより上記電源は、まずターンオフされて、予め選定された値、例えば 100 アンペアより小さい電流を待つ。該 100 アンペアのしきい値に達したとき、該電源の出力スイッチは、反転して極性を該インバータの DC 出力リンクから反転させる。すなわち、「スイッチングポイント」は、上記出力極性を反転させるスイッチングコマンドに従う該電源インバータに対する「キルコマンド」として知られるオフ出力コマンドである。該キル出力は、減少した電流レベルへの低下とすることができ、この手順は、各連続する極性反転で繰り返されるため、上記 AC 電源は、低電流でのみ極性を反転させる。このようにして、出力極性制御スイッチのための緩衝回路は、そのサイズが低減されまたはなくされる。このスイッチングコンセプトは、本発明において用いられるようなスイッチングポイントを定義するのに好適であるので、特許文献 1 を本願明細書に援用する。タンデム電極のための AC 電流のコンセプトは、当業者には公知である。特許文献 2 は、タンデム電極が、個別インバータ型電源によってそれぞれ電力を与えられるシステムを開示している。周波数は、隣接するタンデ

40

50

ム電極における交流電流間の干渉を低減するために変化する。実際に、譲受人のこの従来の特許は、ＡＣ電極に従うＤＣ動作電極がまたは２つまたはそれ以上のＡＣ駆動電極を駆動するための単一の電源に関するものである。それぞれの場合において、個別インバータ型電源は、各電極のために使用され、交流電流高容量電源においては、特許文献１のスイッチングポイントコンセプトが用いられている。上記タンデム電極の各々を、個別の高容量電源によって別々に駆動するこのシステムは、本発明に対する背景情報であり、そのような背景として本願明細書に援用する。同様に、特許文献３および特許文献２は、さらに、タンデム溶接動作における各電極が、単一の電極アークと並列に接続された２つまたはそれ以上の独立した電源によって駆動される別のアーク溶接システムを開示している。該システムは、特許文献１に従って操作される極性反転スイッチ網に対する入力を形成する、２つまたはそれ以上の正確にバランスがとられた電源を有するスイッチの単一の組を含む。該電源の各々は、単一のコマンド信号によって駆動され、そのため、該極性反転スイッチを介して結合されかつ指向された同一の電流値を共有する。このタイプのシステムは、該電極に対する全ての電流が、該スイッチの単一の組を介して流れるので、大きな極性反転スイッチを要する。特許文献３は、単一の電極に対する電源の主要なおよび従属的な組合せを示しており、また、本発明が注目する一般的な背景情報を開示している。そのため、この特許も本願明細書に援用する。制御されたスイッチングポイントによってタンデム電極を動作させる改良は、特許文献４に開示されている。この特許は、本願明細書に援用する。

10

【０００３】

20

本発明は、ＡＣ波形のための特定の波形特性の調整に関し、該特性は、パイプ溶接等の溶接に使用される特定の有芯電極によって調整される。このような溶接は、通常、特に有芯電極を使用する場合、正または負のＤＣを用いる。有芯電極を試す場合、一つの例外がある。従来、有芯電極は、波形を正または負とすることができるとして使用に対して提案されてきた。実例において、プロセスは、正のＳＴＴと負のＳＴＴとを交番する。このコンセプトはＡＣではないが、特許文献５に示されており、それを背景情報として本願明細書に援用する。

【０００４】

パイプ溶接などの溶接用途では、高電流を必要とし、タンデム電極によって生成されるいくつかのアークを用いる場合がある。このような溶接システムは、２つの隣接するタンデム電極間の磁氣的相互作用によるアークの攪乱によって引き起こされる不可避の不整合を起こしやすい。隣接する交流駆動タンデム電極によって引き起こされる欠点を正すためのシステムは、特許文献２に開示されている。該従来の特許においては、交流駆動電極の各々は、それ自体のインバータをベースとする電源を有する。各電源の出力周波数は、隣接する電極間の干渉を防ぐように変化される。このシステムは、各電極に対して別々の電源を必要とする。与えられた電極に対する電流要求が、該インバータをベースとする電源の定格電流を超えるにつれて、新しい電源を設計し、処理し、製造しなければならない。すなわち、タンデム溶接電極を作動させるためのそのようなシステムは、パイプ溶接に要求されるような高電流を得るために、高容量または高定格電源を必要とする。タンデム動作電極用の特別な高電流定格電源の必要性を減らすために、譲受人は、各交流電極が、並列に接続された２つまたはそれ以上のインバータ電源によって駆動される、特許文献３に開示されているシステムを開発した。それらの並列電源は、その出力電流を、極性スイッチング網の入力側で結合している。すなわち、与えられた電極に対してより高電流が要求される場合、２つまたはそれ以上の並列電源が使用される。このシステムにおいて、該電源の各々は、同時に作動され、同じ出力電流を共有する。すなわち、溶接条件の変化によって要求される電流は、単一のユニットの過定格電流によってのみ供給することができる。電流平衡システムは、いくつかのより小さな電源の組合せを可能にするが、該電源は、極性反転スイッチング網の入力側に並列に接続しなければならない。従って、大きなスイッチが各電極に対して必要であった。従って、そのようなシステムは、パイプ溶接に使用されるタイプのタンデム溶接動作における各電極に対して特別な電源を必要とするという

30

40

50

欠点を克服したが、スイッチを非常に大きくしなければならず、電源に並列に接続された入力を、単一の電流コマンド信号で駆動することによって正確に整合しなければならないという欠点が依然として残る。特許文献 3 は、電流を各タンデム電極に向ける各溶接セルに対する信号を同期させるというコンセプトを用いている。しかし、該システムは、なお、大きなスイッチを必要としていた。このタイプのシステムは、イーサネットネットワーク相互接続溶接セルでの操作に利用できた。イーサネット相互接続においては、タイミングを正確に制御することができなかった。記載された該システムにおいては、与えられた電極に対するスイッチタイミングは、時間を基準としてずらすことを必要とするが、特定の時間を正確に識別する必要はない。すなわち、電流と単一のスイッチ網とを平衡させることを要する該記載されたシステムは、イーサネットネットワークまたはインターネットおよびイーサネット制御システムを用いた場合に、タンデムアーク溶接動作での使用のための高容量電流を得るという手法であった。インターネットリンクを用いてまたは用いずに、イーサネットネットワークによって溶接機を制御する必要性がある。タイミングの制限により、これらのネットワークは、一般的な同期方法のみを用いるタイプのタンデム電極システムの使用を要した。

10

【0005】

このようなシステムは、ネットワークによって制御することができたが、各並列接続された電源に対するパラメータは、変化させることができなかった。上記セルの各々は、同期信号によって互いにずらすことができた。そのようなシステムは、セル間にずれを単に設ける複雑なネットワークは有利ではないため、インターネットおよび/またはローカルエリアネットワーク制御による中央制御には適していなかった。特許文献 4 は、セル自体が、1 つまたはそれ以上の並列接続された電源を含み、各電源が、それ自体のスイッチング網を有している、各電極のための単一の交流アーク溶接セルというコンセプトを開示している。該スイッチング網の出力は、電極を駆動するために結合されている。このことは、該システムに並列接続された個々の電源の極性反転のための比較的小さなスイッチの使用を可能にする。また、比較的小さな電源は、並列接続して、タンデム溶接動作に使用するいくつかの電極の各々に対して高電流入力を確立することができる。単一の電極を駆動するために極性スイッチ網の後段に並列接続したいくつかの独立して制御される電源の使用は、インターネットまたはイーサネット等のネットワークの有利な利用を可能にする。

20

【0006】

特許文献 4 においては、各システムにおける小さな電源は、単一の電極に電力を供給するために並列に接続されている。各並列接続された電源のスイッチングポイントを高精度のインタフェースで調節することにより、交流出力電流は、極性スイッチの前段の組合せなしの並列接続された電源からの電流の合計になる。このコンセプトを用いることにより、インターネットリンク有りまたは無しのイーサネットネットワークは、溶接システムの各並列接続された電源の溶接パラメータを制御することができる。該スイッチポイントのタイミングは、新規のインタフェースによって正確に制御されるのに対して、各電源のためのコントローラに指示する溶接パラメータは、正確な時間基準を持たないイーサネットネットワークによって生成することができる。すなわち、インターネットリンクは、単一の電極を駆動するための溶接システムの個々の電源コントローラへのパラメータに指示するのに用いることができる。各電源のために符号化されたこれらの溶接パラメータの時間基準精度に対する必要性はない。好適な実施においては、上記スイッチポイントは、100 アンペア等の最少しきい値以下の電流低下の検出を待つ「キル」コマンドである。各電源がスイッチコマンドを有する場合、該電源は切り替わる。同時のまたはウェイトディレイを有する「キル」コマンドを含むシーケンスである、並列電源間のスイッチポイントは、10 μ s 以下、好ましくは 1 ~ 5 μ s 程度の精度を有するインタフェースカードによって正確に調整される。このタイミング精度は、交流出力電流を調整するために、並列接続された電源でのスイッチング動作を調整し、かつ整合させる。

30

40

【0007】

インターネットまたはイーサネットローカルエリアネットワークを使用することにより

50

、各電源に対する溶接パラメータの組は、精度が劣る情報ネットワーク上で使用することができ、上記並列接続された電源のためのコントローラは、高精度のデジタルインタフェースカードと相互接続される。従って、上記システムの個々の並列接続された電源のスイッチングが調整される。このことは、溶接システムのインターネットおよびローカルエリアネットワーク制御の利用を可能にする利点である。該情報ネットワークは、選択された位相関係のタンデム溶接動作におけるいくつかの電極に接続されたいくつかのアーク溶接システムを初期化するための同期信号を含む。1つの電極の溶接システムの各々は、正確に制御された個々のスイッチポイントを有するが、該システムは、異なる電極間の磁気的干渉を防ぐためにずらされまたは遅延されている。このことは、共通の情報ネットワークを用いたいくつかの交流電極の駆動を可能にする。特許文献4のシステムは、所定の電極に交流電流を与えるために並列接続された電源に特に有用である。上記スイッチポイントは、正確なインタフェースによって調整され、各並列接続された電源のための溶接パラメータは、一般的な情報ネットワークによって生成される。この背景技術は、譲受人によって開発され特許された技術であり、本願明細書においては「背景技術」として利用されるため、従来技術を必ずしも構成するものではない。

【0008】

特許文献2におけるシステムの特徴として、2つまたはそれ以上の電源は、単一の電極を駆動することができる。すなわち、該システムは、第1のコントローラによって受信された信号を同期させる所定のシステムに対して通常の時間関係で極性反転スイッチングポイントを有するスイッチ信号を生成することにより、第1の電源に、電極と被加工物との間に交流電流を生成させるための該第1の電源のための該第1のコントローラを備える。この第1のコントローラは、該第1のコントローラに向けられた第1の電源指定パラメータ信号の組に応答して、第1の溶接パラメータで作動される。スレーブ電源を作動させて、交流電流の極性をスイッチングポイントで反転させることにより、同じ電極と被加工物との間に交流電流を生成する少なくとも1つのスレーブコントローラが設けられる。該スレーブコントローラは、該スレーブコントローラに対する電源指定パラメータ信号の第2の組に応答して、第2の溶接パラメータで作動する。該第1のコントローラおよび該第2のまたはスレーブコントローラに接続された情報ネットワークは、該2つのコントローラのためのデジタルの第1および第2の電源指定パラメータ信号と、システム指定同期信号とを含む。すなわち、これらのコントローラは、該パラメータ信号と、該情報ネットワークからの同期信号とを受信し、該情報ネットワークは、インターネットリンク有りまたは無しのイーサネットネットワークまたは単にローカルエリアネットワークであってもよい。本発明は、該第1のコントローラと該スレーブコントローラを接続して、該第1またはマスターコントローラからのスイッチ信号によって該第2のまたはスレーブ電源のスイッチングポイントを制御するデジタルインタフェースを含む。実際には、該第1のコントローラは、スイッチポイントにおいて電流反転を始める。この事象は、高精度で該スレーブコントローラへ伝達されて、その電流反転プロセスが開始される。各コントローラが、所定数以下のアーク電流を検知すると、「準備信号」が生成される。全ての並列接続電源からの「準備」信号が届いた後、全ての電源は、極性を反転させる。このことは、25 μ s ごとにストロボまたはルックコマンドを受信したときに発生する。すなわち、スイッチングは、同時であり、かつ25 μ s 以下の遅延を有する。従って、上記両コントローラは、単一の電極に対して交流電流のスイッチングポイントを制御する相互接続データを有する。該同じコントローラは、実際には、インターネットとイーサネットまたはローカルエリアイーサネットネットワークとの組合せを備える情報ネットワークからのパラメータ信号および同期信号を受信する。上記デジタルインタフェースのタイミング精度は、約10 μ s 以下、好ましくは、1~5 μ s である。すなわち、単一の電極を駆動する上記2つのコントローラに対するスイッチングポイントは、5 μ s 以内で指示される。そして、スイッチングは実際には、25 μ s 以内で発生する。同時に、あまり時間に敏感でない情報が、交流電流を駆動する上記2つのコントローラにも接続された該情報ネットワークから、タンデム溶接動作における単一の電極に受信される。25 μ s の最大遅延は変更する

ことができるが、スイッチコマンド精度以下である。

【0009】

特許文献4に開示されたユニークな制御システムは、主にパイプシーム溶接において使用され、かつ特許文献3に開示されたタンデム電極のための電源を制御するのに使用される。この特許文献3は、円筒型パイプの端部間または2つの隣接するパイプ断面の端部間の空間に、連続的な溶接ビードを施すために溶接経路に沿って移動可能な一連のタンデム電極に関する。このユニークな技術において使用される個々の交流波形は、波形整形器により制御される各電流パルスの振幅で、少なくとも18kHzの周波数で発生する多数の電流パルスによって生成される。この技術は、特許文献6までさかのぼる。2つの隣接するタンデム電極の交流電流の波形の整形は公知であり、上述した特許だけではなく、特許文献2にも示されている。この特許文献2においては、隣接するタンデム電極における交流電流の周波数は、磁氣的干渉を防ぐように調節される。オハイオ州クリーブランドのLincoln Electric Companyによるこれら全ての特許技術は、各電極が、それらの特許に記載された波形技術によって生成される個別の交流波形によって作動されるタンデム電極の動作において進歩している。それらの特許を本願明細書に援用する。しかし、それらの特許は、交流電流および有芯電極を用いた溶接での使用のために特定の波形を生成する波形技術のユニークな実施の利用に注力する本発明を開示してはいない。

10

【0010】

沖合溶接またはパイプラインに対する溶接に対してこれまで説明してきたような波形技術を用いる場合、該溶接プロセスは、一般に、シールドガスを伴う固体溶接ワイヤを使用した。この種のプロセスにおいて、説明したようなDC溶接およびSTT溶接は、一般的な実施であった。有芯電極を使用する場合、該コアは、溶融金属を形成するために、合金材で形成することができる。このようなプロセスは、通常、有芯電極を用いたDC溶接を要していた。従って、従来、外部シールドガスを伴うDCプロセスを用いた従来の有芯または固体ワイヤは、特に、沖合溶接およびパイプライン溶接の場合、通常の実施であった。該DC溶接は、該シースおよびコアの一樣でないバーンバック(burn back)という小さな問題を呈していた。上記電極は、合金のために芯を有していた。低拡散性水素限度と組み合わせた制御された強度および剛性に対する必要性は、交流溶接を用いることを困難にした。これらのDC溶接は、当分野で用いられてきており、本発明が注力する背景である。交流波形は、いかなる特定の有芯電極に対しても調整されないため、有芯電極および交流溶接の使用は、これまでなかった。シースおよびコアのためのバーンレートは、制御することができなかった。

20

30

【0011】

【特許文献1】米国特許第6111216号明細書

【特許文献2】米国特許第6207929号明細書

【特許文献3】米国特許第6291798号明細書

【特許文献4】米国特許第6472634号明細書

【特許文献5】米国特許第6051810号明細書

【特許文献6】米国特許第5278390号明細書

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の主な目的は、波形が、波形技術によって生成され、かつ沖合のパイプライン溶接プロセスを、FCAW-SSプロセスを用いて実現できるように、特定の有芯電極のために生成される電気アーク溶接機の提供である。

【0013】

本発明の別の目的は、波形技術が、特定の有芯電極に対して調整された波形を生成するのに用いられる方法の提供である。

本発明のまた別の目的は、上記溶接機および方法が、比較的短いアーク長を生じ、かつ

50

沖合のパイプライン溶接および一般的なパイプライン溶接の場合に、強風状況において利用される、上述したような溶接機および方法の提供である。

【0014】

本発明のさらに別の目的は、交流波形が、短いアーク長を得るための低熱極性部分を有する、上述したような電気アーク溶接機および方法の提供である。

本発明のさらに他の目的は、溶接機および方法が、正の直流、負の直流、好ましくは交流で作動することができる有芯電極を用いる、上述したような溶接機および方法の提供である。

【0015】

本発明の別の目的は、溶接機および方法が、交流オープンルート溶接に用いることができ、かつ自己シールド電極を、特定の電極に対して調整される交流波形と組み合わせる、上述したような電気アーク溶接機および方法の提供である。 10

【0016】

本発明のさらに別の目的は、溶接機および方法が、特定の電極の識別および所望の調整波形を選択するワイヤ送給速度の両方を用いる、上述したような電気アーク溶接機および方法の提供である。

【0017】

本発明の他の目的は、波形の特性を、所定の電極、特に有芯電極に対して調整することができるように、該波形の特性を厳密に制御するという能力を有する電気アーク溶接機の提供である。 20

【0018】

本発明のまた別の目的は、溶接機および方法が、自己シールド電極と、DCまたはACのプログラマブル電源の波形との調整を可能にする、上述したような電気アーク溶接機および方法の提供である。このようにして、波形が該電源に対してプログラムされるため、対応する整合した有芯電極を使用した場合に、良好な結果が得られる。

【0019】

本発明のさらに別の目的は、溶接機が、特定の有芯電極のために形成されて調整される波形を有することが可能である、波形技術を用いた電気アーク溶接機の提供である。これは、特に交流溶接プロセスにおいて使用する自己シールド電極に有利である。

【0020】

本発明のまた別の目的は、溶接機および方法が、上記シースおよびコアが実質的に同じ速度で溶融するように、自己シールド電極に対して調整された波形を有する、上述したような電気アーク溶接機および方法の提供である。 30

【0021】

本発明のさらに別の目的は、交流溶接プロセスを構成する個々の波形の一般的な特性が、特定の有芯電極に対して、所望の物理学および冶金学的特性を有する溶接をもたらす所定の特性に厳密に制御される、波形技術を用いた電気アーク溶接機の提供である。

【0022】

本発明の他の目的は、電気アーク溶接機が、交流溶接プロセスの波形のための、厳密に制御可能でかつ変更可能な一般的な特性を生成し、それによって、溶接速度、沈下速度、熱入力、物理学および冶金学的特性および関連する特性を調整して該溶接プロセスの品質および能力を高める、上述したような電気アーク溶接機の提供である。 40

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明は、有芯電極と被加工物との間に生成された特定構造の交流波形を有する有芯電極と共に用いられ、該特定の交流波形は、連続して出力されて溶接プロセスを構成する。本発明を用いることにより、交流溶接プロセスにおける波形は、いくつかの特性パラメータおよび該波形の特定の部分のエネルギー特性を調整する固有の方法で制御される。該波形は、特定の有芯電極で調整されるため、該シースおよびコアは、証明された速度でバーンバックする。交流溶接は、有芯電極の場合、うまく用いることができなかった。該波形に 50

対する固有の特性の生成は、オハイオ州クリーブランドの L i n c o l n E l e c t r i c C o m p a n y が先駆者である波形技術を用いて該プロセスを正確に制御する固有の方法で溶接プロセス全体を実施する。本発明を用いることにより、該溶接プロセスは、有芯電極を使用した交流溶接を用いて、ベース金属への貫通、該電極の熔融速度、該ベース金属への熱入力、溶接移動速度およびワイヤ送給速度等の様々な特性を実施するように制御される。また、アーク溶接電流および/またはアーク溶接電圧波形は、該溶接プロセスの結果生じる「溶接時の」溶接金属の物理学および冶金学的特性を実施するために、所定の有芯電極を用いた調整のための所望の波形を本質的に「描く」ように生成される。本発明は、所定の電極のために交流波形の特性を選定する。交流波形の厳密な特性を正確に制御する能力を持たせることにより、本発明は可能になる。

10

【 0 0 2 4 】

従来は、直流溶接が一般的であった。従来は、パイプラインの直流溶接が一般的であった。交流溶接を用いるために、熱が制御されかつ調整されたが、強風で拡散するシールドガスに対する要求が、なおあった。熱を低減するために、ワイヤ送給速度を低減しなければならなかった。交流溶接は、熱を制御することはできたが、有芯電極を用いて利用することはできなかった。本発明は、交流溶接を用いて有芯電極の使用を可能にし、かつ有芯電極を使用した場合に、強風の問題を低減する。

【 0 0 2 5 】

特定の有芯電極を用いて、波形整形とも呼ばれる場合がある、様々な溶接波形を調整した場合、溶接速度および改善された物理学および冶金学的特性における溶接プロセスの改良が達成される。実際の電極は、これまで直流溶接によってのみ達成することができた必要な溶接結果をもたらすために、固有の特性制御交流波形と組み合わせられる。所望の溶接ワイヤ、および該溶接プロセスを構成する波形の連続した個々の波形の特定の正確に制御された典型的な交流特性を調整することにより、本発明を用いた溶接機は、これまで得られなかった溶接結果をもたらすことができる。このことは、沖合溶接およびパイプライン溶接に有用なユニークな交流溶接プロセスを可能にする。

20

【 0 0 2 6 】

本発明によれば、インバータ、または、該溶接プロセスを構成する連続的な波形における個々の波形を生成する同等のチョッパ等の高周波スイッチングデバイスを備える電源によって、有芯電極と被加工物との間に、連続的な交流波形を生成する電気アーク溶接機が提供される。該個々の波形の各々は、波形整形器によって制御された電流パルスの振幅を有する、パルス幅変調器によって少なくとも 18 kHz の周波数で生成された多数の短絡電流パルスの各々の振幅によって決まる厳密で典型的な特性を有する。該個々の交流波形のどの部分の極性も、極性信号のデータによって決まる。該個々の波形の 1 つ以上の特性パラメータを設定することによって、個々の波形の典型的な特性を設定するために、特性制御網が用いられる。該パラメータは、周波数、デューティサイクル、増加速度および減少速度からなるクラスから選定される。溶接器制御部には、設定した典型的な特性を実質的に変更することなく、該波形の場合の全電流、電圧および/または電力を設定するために、該個々の波形特性を調整する振幅回路も含まれている。本発明のこのコンセプトは、典型的には、エネルギーが、生成された波形特性の正の極性および負の極性で制御される 2 つの部分で実現される。

30

40

【 0 0 2 7 】

本発明の別の態様によれば、溶接プロセスを構成する連続的な波形における個々の波形を生成するための高周波スイッチングデバイスを備える電源によって、有芯電極と被加工物との間に、連続的な交流波形を生成することによる電気アーク溶接の方法が提供される。該個々の波形の各々は、波形整形器によって制御された電流パルスの振幅を有する、パルス幅変調器によって少なくとも 18 kHz の周波数で生成された多数の短絡電流パルスの各々の振幅によって決まる特性を有する。該方法は、複数の信号のデータによって、該個々の波形の複数の部分を決定することと、個々の波形の 1 つ以上の特性パラメータを設定することによって個々の波形の典型的な特性を設定することであって、前記パラメータ

50

が、周波数、デューティサイクル、増加速度および減少速度からなるクラスから選定されることと、設定した特性を実質的に変更することなく、総電流、電圧および/または電力を設定するために、該波形を調整することを含む。

【0028】

従来、沖合およびパイプ溶接は、一般に、ガスでシールドした金属ワイヤを使用した単一極性に限定されていた。このようなシールドは、沖合およびパイプライン溶接においてよく経験する風の強い状況において制御するのが難しい。従って、FCAW-SSワイヤ技術のような自己シールド電極を使用した溶接プロセスに対するかなりの要望がある。該電極および内部のフラックスコアに対するシースは、同じ速度で溶融すると共に、好ましくないアークの不安定性をもたらすことなく、同じワイヤ送給速度を維持しなければならない。さらに、熱は、調整することができない。従って、波形の負または正の部分のいずれかのデューティサイクルが、溶接作業中に、溶融速度、および溶接プールに対する熱を調整するように制御されるような交流波形に対する要求がある。これらの全ての困難性は、概して、有芯の自己シールド電極を用いた交流溶接の利用を制限していた。有芯自己シールドの利点を有する交流溶接の利点は、一貫した基準で得られなかった。波形は、特に、波形技術によって生成された場合、それぞれ異なる有芯電極に対して異ならせなければならない。すなわち、自己シールド能力を有する有芯電極を備えた標準的な交流アーク溶接機の使用は、これまで可能ではなかった。本発明は、交流溶接を伴う有芯自己シールド電極の使用を可能にし、この組み合わせは、新規であり、波形と特定の電極とを相互に関連付けることによって実際の溶接結果を最適化するように実現される。

10

20

【0029】

本発明は、沈下のユニットごとの熱入力を低くし、かつ大気汚染を低減するようにアーク長を短くすることにより、良好な生産性および物理的特性を実現するように、有芯自己シールド電極を用いる交流溶接を実現する。このことは、従来のパイプライン溶接では実現されていなかった。本発明は、大気汚染を防ぐために短いアーク長を実現できるような交流波形を含む溶接動作の利用を可能にする。さらに、自己シールド電極を使用することにより、大気中の風は、FCAW-G溶接で経験するような、シールドガスを拡散させることができない。本発明は、有芯電極の使用を可能にする新しい溶接システムの開発である。これは、交流アーク溶接電源によって実現される。有芯電極および交流溶接の両方の恩恵が得られる。本発明による該交流電源は、実質的にどのような形態の波形整形も生成することができ、かつ単に、交流サイン波または方形波に限定されない。該交流波形は、溶接プロセスで使用される電極のための波形特性を最適化するために、精密な有芯電極によって調整される特定の特性を有する。本発明の一つの態様によれば、上記波形は不平衡な関係を有するため、該溶接プロセスの正および負の極性部分は、交流溶接プロセスを最適化するために、異なる方法で溶融金属を加熱し沈下させる。本発明を用いることにより、上記電極の芯材の構成は、「溶接されたときの」材料の冶金学的および物理学的特性によって、該溶接金属に対する最適な結果を達成するように選択される。換言すれば、該電極のコアの化学的性質は、該コアの化学的性質によって波形を調整することにより、上記交流アーク溶接電源によって生成された様々な交流波形を利用するように変更される。このことは、これまで実現されておらず、また沖合パイプライン溶接における自己シールド能力を有する有芯電極の使用を可能にする。上記波形の異なる極性部分は、被加工物への熱入力、該電極の溶融速度、および溶接沈下の冶金学的および物理学的特性によって、所定の電極に対して異なる溶接結果をもたらす。説明したような交流溶接電源を用いることにより、自己シールドタイプの管状電極に関連して、良好な溶接結果が得られる。該自己シールド電極は、追加的なシールドガスを必要としないため、溶接プロセスにおいて省力化をもたらす。さらに、上記電源は、波形の特性を生成することができる波形技術を用いる。該特性は、上記有芯電極の特定の構造および該溶接プロセスのワイヤ送給速度の両方に基づいて選定することができる。従って、本発明の明確な効果は、使用する上記特定の有芯電極および溶接機の設定値によって、交流溶接プロセスの実際の波形を制御する能力である。すなわち、本発明は、溶接の品質において顕著な恩恵をもたらし、かつ溶接速度

30

40

50

を増加させる。従って、本発明を用いた生産速度が増加する。

【0030】

さらに、本発明は、国を横断するパイプライン溶接、およびパイプラインまたは他の構造物の沖合溶接の分野での用途に恩恵をもたらす。パイプ溶接業界においては、溶接品質および溶接速度または製作が重要であることは既知である。国を横断するパイプラインおよび沖合パイプラインの建設プロジェクトにおいては、そのようなプロジェクトが、一般的に、建設設備のための1時間ごとの高いコストを含むことは既知である。特に、沖合パイプラインのプロジェクトに対するケースの場合、該パイプラインを建設するのに使用する船は、1日に何百万ドルものリース料がかかる。従って、該パイプラインの溶接は、該プロセスにおけるコスト要因を最少化するために、最少の補修作業によって可能な限り速やかに行わなければならない。その結果、上記交流溶接プロセスおよび管状有芯電極は、より速い速度で高品質の溶接を産出することに関して、当業界にかなりの恩恵をもたらす。

10

【0031】

本発明の主要な態様は、上記電極の厳密な化学的性質および構成を伴う、交流溶接プロセスの正確に特徴付けられた波形の調整である。すなわち、与えられた電極は、識別されて識別信号を生成する。この信号は、上記電源に記憶された多数の波形から、正確に調整された交流波形を選択するのに用いられる。交流波形の特性を選択して、特定の有芯電極に整合させるというこのコンセプトは、これまで用いられてこなかった。このプロセスは、有芯自己シールド電極を用いたパイプラインの交流溶接を可能にする。

20

【0032】

本発明によれば、電源によって、シースおよびコアを有する特定の種類の有芯電極と被加工物との間に、連続的な交流波形の形態で、溶接プロセスを生成する電気アーク溶接機が提供される。該電源は、該溶接プロセスを構成する連続する波形における個々の波形を生成するための高周波スイッチングデバイスを備える。各波形は、少なくとも18kHzの周波数で生成された多数の短絡電流パルスの振幅によって形成される特性を有し、該特性は、該短絡電流パルスを制御する波形整形器への入力信号によって決まる。本発明は、特定の種類の電極を表わす特性信号を生成する回路と、特定の電極を表わす該特性信号に基づいて、該入力信号を選択する選択回路とを含む。このようにして、上記波形整形器は、上記電源に、特定の種類の有芯電極のための特定の波形特性を生成させる。厳密な波形を特定の有芯電極に対して調整することにより、有芯電極が、交流波形溶接プロセスにおいて使用可能になる。このプロセスは、従来、一般的に得られるものではなかった。

30

【0033】

本発明の他の態様によれば、シースおよびコアを有する特定の有芯電極を用いた溶接の方法が提供される。該方法は、特定の有芯電極を用いた溶接のために調整された特定の特性を有する波形を用いることと、一連の選択された波形を生成して、溶接プロセスを生成することと、この選択された溶接プロセスを用いて、該電極によって溶接することとを含む。本発明の限定された態様によれば、該生成された波形は、交流波形である。さらに、該波形は、正極性および負極性に対して異なる形状を有することが可能である。このようにして、一方の極性は、長期間、比較的低い電流を含む。このことは、アーク長を比較的短く維持して、溶接プロセス中の大気への曝露量を低減する。本発明のこの変更例において、該波形は交流波形であるため、上記方法の選択された波形の特性は、正確に制御される。

40

【0034】

これらおよびその他の目的および効果は、添付図面と共に解釈される以下の説明から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

次に、本発明の好適な実施形態を説明するためのものであり、本発明を限定するためのものではない図について説明し、本発明を実施するバックグラウンドシステムを図1、2

50

、 4、 5 および 16 に詳細に示す。図 2 および図 6 ~ 図 15 は、上記開示されたバックグラウンド溶接システムの従来の特徴を示す。図 17 および 18 に描いた溶接機は、図 20 に示す特定の電極のために調整された特性として上記波形整形器または波形ジェネレータに用いられる波形の精密な特性を構成するのに用いられる。これらの電極を決める特性は、図 19 ~ 図 28 を用いて説明される本発明を実施する際に用いられる。

【 0 0 3 6 】

次に、本発明が、それに対して改良したものおよび / または性能を高めたものである上記バックグラウンドシステムについて説明し、図 1 は、交流電流を溶接ステーション W S にアークとして生成する単一のセルの形をとる単一の電気アーク溶接システム S を開示する。このシステムまたはセルは、電極 E および、パイプシームまたは他の溶接実施の形をとる被加工物 W とに直列な出力リード 10、 12 を有する第 1 のマスター溶接機 A を含む。ホール効果電流変換器 14 は、溶接機 A の電流に比例してライン 16 に電圧を生成する。溶接パラメータなどのタイムクリティカルではないデータは、リモート中央制御部 18 で生成される。同様に、次のスレーブ溶接機 B は、追加的な交流電流を溶接ステーション W S へ向けるために、リード 10、 12 に並列に接続されたリード 20、 22 を含む。ホール効果電流変換器 24 は、溶接動作中の溶接器 B の電流レベルを表わすライン 26 に電圧を生成する。単一のスレーブまたはフォロワ溶接器 B が示されているが、どのような数の追加的な溶接器も、マスター溶接器 A に並列に接続して電極 E および被加工物 W の両端に交流電流を生成することができる。該交流電流は、極性スイッチング網の前ではなく上記溶接ステーションで合成される。各溶接器は、組み合わせたマスターコントローラおよび電源 30 として図示したようなコントローラとインバータをベースとした電源と、スレーブコントローラおよび電源 32 とを含む。コントローラ 30、 32 は比較的低いレベルの論理ネットワークからパラメータデータおよび同期データを受け取る。パラメータ情報またはデータは、電源固有のものであり、それにより、該電源の各々は、電流、電圧および / またはワイヤ送給速度等の所望のパラメータを与えられる。低レベルのデジタルネットワークは、該パラメータ情報を供給することができるが、極性反転のための交流電流が同時に発生する。この「同時」は、 $10 \mu s$ 以下、好ましくは、 $1 \sim 5 \mu s$ 程度の時間差を表わす。電源 30 および電源 32 からの交流出力の正確な調整を実現するためには、上記スイッチングポイントおよび極性情報は、上記タイミングがあまり正確ではない一般的な論理ネットワークから供給することはできない。個々の交流電源は、「ゲートウェイ」と呼ばれる高速、高精度の D C 論理インタフェースによって調整される。図 1 に示すように、電源 30、 32 は、両方向矢印 42 m、 42 s によって示す必要な作動パラメータを与えられる。この時間に敏感でない情報は、図 1 に示すデジタルネットワークによって供給される。マスター電源 30 は、一方向矢印 40 で示される同期信号を受けて、その交流出力電流のコントローラ動作のタイミングを図る。電源 30 に対する交流電流の極性は、矢印 46 で示すように出力される。マスター電源 30 の交流電流に対する実際のスイッチングコマンドは、ライン 44 に出力される。該スイッチングコマンドは、インバータの形態の電源 S に「キル」するように知らせ、これは電流の劇的な低減になる。別法として、これは、極性を反転させる実際のスイッチ信号である。上記「スイッチングポイント」またはライン 44 上のコマンドは、好ましくは、S t a v a の米国特許第 6, 111, 216 号明細書に記載されているような「スイッチングポイント」を用いた「キル」および電流反転コマンドである。すなわち、タイミングが図られたスイッチングポイントまたはコマンドは、ライン 44 により電源 30 から出力される。これらのスイッチングポイントまたはコマンドは、低電流または単に電流反転ポイントにおけるスイッチレディ信号に伴う電源「キル」を含む。該スイッチ「レディ」は、どちらのインバータも、設定電流以下になるまで実際には反転しないので、「キル」コンセプトが実施された場合に使用される。このことは、図 16 に説明されている。コントローラ 30 のスイッチの極性は、ライン 46 上の論理を制御する。スレーブ電源 32 は、ライン 44 b 上の該スイッチングポイントまたはコマンド論理と、ライン 46 b 上の極性論理とを受け取る。これら 2 つの論理信号は、伝送ゲートウェイであるゲートウェイ 50、およびライン 44 a、 46 a 上の受

10

20

30

40

50

信ゲートウェイであるゲートウェイ 52 として示す高精度論理インタフェースを介して、上記マスター電源とスレーブ電源との間に相互接続される。これらのゲートウェイは、上記電源の各々のためのネットワークインタフェースカードであるため、ライン 44b、46b 上の論理は、それぞれ、ライン 44、46 上の論理に近いタイミングが図られる。実際には、ネットワークインタフェースカードまたはゲートウェイ 50、52 は、この論理を、10 μ s 以内、好ましくは 1 ~ 5 μ s 以内で制御する。ゲートウェイまたはインタフェースカードによって設けられるように説明した低精度ネットワークは、ライン 42m、42s を介した中央制御部 18 からのデータに対して個々の電源を制御する。これらのラインは、(中央制御部 18 等の)リモート領域からのデータを含み、該データは、時間に敏感ではなく、かつこのゲートウェイの正確な特性を用いない。スイッチ反転のタイミングを図るための高精度データは、ネットワークインタフェース 50、52 を介して論理信号を相互接続することを用いる。図 1 のシステムは、単一の交流アークのための単一のセルであるが、本発明は、2 つまたはそれ以上の交流アークが、パイプ溶接時に見つかった大きなギャップを充填するために形成されるタンデム電極に限定されない。しかし、上記バックグラウンドシステムは、この用途のために示されている。すなわち、上記第 1 の電極のためのマスター電源 30 は、第 1 の電極、例えば、ARC 1 のためのシステム S のタイミングまたは位相操作を決める同期信号を受け取る。システム S は、同期出力 84、86 および 88 によってタイミングが図られる ARC 2、3 および 4 を生成するために他の同一のシステムと共に使用される。このコンセプトは、図 5 に概略的に説明されている。同期または位相設定信号 82 ~ 88 は、単一のタンデム電極と共に図 1 に示されている。

中央制御コンピュータおよび / またはウェブサーバ 60 を備える情報ネットワーク N は、タンデム動作において異なる電極を制御するいくつかのシステムまたはセルにおける特定の電源に関連するデジタル情報またはデータを提供する。インターネット情報 62 は、ローカル配線ライン 70a、70b、70c を有するイーサネットネットワーク 70 の形をとるローカルエリアネットワークに向けられる。同様の配線ラインは、タンデム溶接動作の ARC 1、2、3 および 4 を生成する 4 つのセルにおいて使用される各電源に向けられる。システムまたはセル S の説明は、他の電極におけるアークの各々にも当てはまる。交流電流を用いる場合には、マスター電源が使用される。ある場合には、単にマスター電源が、セル特定同期信号と共に使用される。高電流が必要な場合には、上記システムまたはセルは、図 1 のシステム S に関して説明したようなマスターおよびスレーブ電源の組合せを含む。ある場合には、直流アークは、ジェネレータ 80 によって同期される 2 つまたはそれ以上の交流アークと共に使用される。該直流アークは、2 つまたはそれ以上の同期交流アークが続くタンデム電極溶接操作におけるリード電極である場合がある。直流電源は、同期する必要はなく、極性論理およびスイッチングポイントまたはコマンドの正確な相互接続の必要もない。いくつかの直流電源による電極は、正負間で切り替えてもよいが、交流駆動電極の周波数ではない。アークの生成に関係なく、イーサネットまたはローカルエリアネットワーク 70 は、タンデム溶接操作で用いられる様々なシステムの特定の電源のために指定された符号様式で識別されるパラメータ情報を含む。また、このネットワークは、いくつかのセルまたはシステムのための同期信号を用い、それにより該システムは、時間関係でずらすことができる。それらの同期信号は、復号されて、図 1 のライン 40 で示すマスター電源によって受信される。このようにして、上記交流アークは、時間基準でずれている。これらの同期信号は、ネットワークインタフェースカードまたはゲートウェイ 50、52 を通るスイッチングポイントほど正確である必要はない。上記データネットワーク上の同期信号は、可変パルスジェネレータ 80 の形をとるネットワークインタフェースによって受信される。該ジェネレータは、ライン 84、86 および 88 にオフセット同期信号を生成する。これらの同期信号は、タンデム動作における個々の電極に対する個別の交流電流セルの位相を指図する。同期信号は、インタフェース 80 によって生成することができ、あるいは、実際には、ネットワーク 70 を介して上記ジェネレータにより受信することができる。ネットワーク 70 は、単にジェネレータ 80 を作動させ、多数の同期信号に対する遅延パターンを生成する。また、ジェネレータ 80 は、該特徴が、

タンデム溶接動作において必要であれば、該同期パルスの周波数によって個別のセルの周波数を変化させることができる。

【0037】

種々のコントローラおよび電源を、図1に記載したようなシステムを実施するために用いることができるが、該システムの好適な実施は、図2に記載されており、電源PSAは、コントローラおよび電源30と組み合わされており、電源PSBは、コントローラおよび電源32と組み合わされている。これら2つのユニットは、構造上本質的に同じであり、また、適切な場合、同じ符号が付けられている。電源PSAの説明は、電源PSBに同様に当てはまる。インバータ100は、3つの位相ライン電流L1、L2、およびL3を受信する入力整流器102を有する。出力変換器110は、出力整流器112を介して、反対極性のスイッチQ1、Q2を駆動するタップ付きインダクタ120に接続されている。電源PSAのコントローラ140aおよび電源PSBのコントローラ140bは、コントローラ140aがタイミング情報をコントローラ140bへ出力することを出して、本質的に同じである。スイッチングポイントまたはライン142、144は、本願明細書に援用するStavaの米国特許第6,111,216号明細書に詳細に説明されているように、ライン142、144上の論理によって表わされる時間に極性を反転させる極性スイッチQ1、Q2の導通状態を制御する。該制御は、論理プロセッサを用いたデジタルであり、すなわち、A/Dコンバータ150は、フィードバックライン16またはライン26上の電流情報を、アナログ誤差増幅器として示されている誤差増幅器152からの出力のレベルに対する制御デジタル値に変換する。実際には、これはデジタルシステムであり、該制御構造にはさらなるアナログ信号はない。しかし、図示したように、増幅器は、コンバータ150からの第1の入力152aと、コントローラ140aまたは140bからの第2の入力152bとを有する。ライン152b上の電流コマンド信号は、溶接ステーションWSにおけるアークの両端の交流電流に必要な波形形状または波形を含む。これは、本願明細書に援用するBlankenshipの米国特許第5,278,390号等のLincoln Electricのいくつかの特許によって教示されているような標準的な実施である。また、本願明細書に援用するStavaの米国特許第6,207,929号明細書も参照されたい。増幅器152からの出力は、発振器164によって制御される周波数でパルス幅変調器162を駆動するコンバータ160によってアナログ電圧信号に変換され、これは、プロセッサソフトウェアのタイマープログラムである。上記アークにおける波形の形状は、ライン152bにおける電圧値またはデジタル値である。発振器164の周波数は、18kHz以上である。このシステムの全体構造は、本発明の好適な実施の形態においてはデジタル化されており、アナログ信号への再変換を含んでいない。この説明は、説明のための概略的なものであり、本発明を実施する際に用いる電源の種類の限定を意図するものではない。他の電源も用いることができる。

【0038】

図1および図2の概念を用いたバックグラウンドシステムは、図3および図4に示されている。被加工物200は、それぞれ、別々の電源PS1、PS2、PS3によって作動されるタンデム電極202、204および206によって溶接されるパイプのシームである。該電源は、Houstonの米国特許第6,472,634号の技術に従って調整された1つ以上の電源を含むことが可能である。図示した実施の形態は、リード電極202に対する直流アークと、タンデム電極204、206の各々に対する交流アークとを含む。該タンデム電極の生成された波形は、交流電流であり、また、上述した波形技術に従った波形整形器または波形生成器によって生成された形状を含む。電極202、204および206が溶接経路WPに沿って移動すると、溶融金属溜まりPは、それぞれ電極202、204および206からの沈下212、214および216に続くオープンルート部210と共に、パイプシーム200に沈下する。上述したように、図15の波形によって後に説明する2つ以上の交流駆動電極は、隣接する電極の交流電流に関連する本発明によって作動させることができる。図4に示すような電源は、それぞれ、整流器222からの直流リンクを受け取るインバータ220を含む。Lincolnの波形技術に従って、チッ

ブまたは内部プログラムパルス幅変調器段224は、18kHz以上、好ましくは20kHz以上の周波数で発振器226によって駆動される。発振器226がパルス幅変調器224を駆動すると、その出力電流は、ライン242における電圧値またはデジタル値として、波形整形器240から出力された波形によって指図される形状を有する。出力リード217、218は、電極202、204および206と直列になっている。リアルタイムの形状は、ライン234上の出力が交流波形の形状を制御するように、比較器230として示す段によって、ホール効果変換器228からのライン232における実際のアーク電流と比較される。ライン234上のデジタル値または電圧は、該アークにおける電流の波形が、波形整形器240から出力された選択された特性に従うようにインバータ220を制御する、ライン224a上の出力信号を決定する。これは、上述したように、標準的なLincolnの波形技術である。電源PSIは、リード電極202に直流アークを生成し、そのため、この電源の波形整形器240からの出力は、該直流電流の振幅を示す定常状態にある。本発明は、直流アークの生成に関するものではない。反対に、本発明は、電極204、206等のタンデム電極に対する2つの隣接する交流アークにおける電流の制御である。本発明によれば、波形整形器240は、交流波形の所望の形状または特性を選定するのに用いられる入力250を含む。この形状は、シフトプログラム252として概略的に示す内部プログラミングによってリアルタイムですらすることができる。波形整形器240は、ライン254上の優先信号である出力を有する。実際には、該優先信号は、図7に示すような論理ビットである。論理1は、波形整形器240によって生成された波形に対する負の極性を示し、論理0は、正の極性を示す。上記電源に向けられたこの論理信号またはビットコントローラ220は、図16に示した技術に従って読み出される。上記インバータは、ライン254上の論理ビットの変化によって始まる特定の「READY」時間に、正の極性から負の極性または反対極性に切り替わる。実際には、このビットは、図1および図5に示す可変パルスジェネレータ80から受信される。図3および図4に示すバックグラウンド溶接システムは、電極204および206における交流アーク電流の形状を用いて、有益な結果、例えば、概して静止した溶融金属溜まりPおよび/またはアーク溶接時に使用する変換器波形と適合性のある合成サイン波形を得る。図3および図4に示す電気アーク溶接システムは、波形整形器240のための「SELECT」プログラム250における波形を選定するためのプログラムを有する。固有の波形が、上記タンデム電極によって使用される。交流アークを生成する上記電源のうちの1つを図5に概略的に示す。該電源は、図1に示す可変パルスジェネレータ80によって制御される。該ジェネレータからの信号260は、上記第1のアークのための該電源を制御する。この信号は、波形の同期およびライン254上に波形整形器240によって出力された極性ビットを含む。ライン260a~260nは、本発明の溶接システムによって作動される所望の後続のタンデム交流アークを制御する。これらの信号のタイミングは、他の波形の始動をずらす。図5は、単に、図4と共に説明したような連続的なアークを制御するための可変パルスジェネレータ80の関係を示す。

【0039】

Houstonの米国特許第6,472,634号明細書の溶接システムにおいては、上記交流波形は、図6に示すように生成され、電極204におけるアークAC1のための波形整形器が、正の部分272および負の部分274を有する信号270を生成する。電極206における第2のアークAC2は、正の部分282および負の部分284を有する波形整形器からの信号280によって制御される。これら2つの信号は同じであるが、図6に示すように、ジェネレータ80からの信号によって距離xだけずらされる。上記アークのうちの1つに上記波形技術が生成した電流パルスは、図6の底部に示す正の部分290および負の部分292を有する波形である。上記波形整形器からの論理ビットは、該波形が、正の極性から負の極性および逆に切り替えられるときを決定する。(本願明細書に援用する)Stavaの米国特許第6,111,216号明細書の開示によれば、パルス幅変調器224は、通常、ポイント291aおよび291bにおける低レベルまでシフトされる。そして、電流は、固定レベル、例えば、100アンペアに達するまで低減される

。従って、上記スイッチは、ポイント 294 a および 294 b において極性を変化させる。このことは、電流が、正の部分 290 と負の部分 292 との間で変化するとき、垂直ラインまたは形状 296 a、296 b を形成する。これは、Houston の特許に開示されているシステムであり、同様の波形は、磁氣的干渉を避けるためにずらされている。波形部分 290、292 は、アーク AC 1 においておよびアーク AC 2 において同じである。これは、上記溶融金属溜まりを制御するためおよび / または今まで用いられないような方法でサイン波形を合成するために、アーク AC 1 およびアーク AC 2 における波形をカスタマイズすることに関連する本発明とは異なる。図 6 の開示は、波形をシフトする概念を示すために記載されている。極性間の垂直変化を生成する同じスイッチング手順は、本発明の好適な実施の形態において用いられる。図 6 に示す溶接システムから不平衡波形 10 への変換を図 7 に示す。ライン 254 上の論理は、部分 300 で論理 1 に、かつ部分 302 で論理 0 になるように示されている。該論理またはビット数の変化は、図 16 に示すシステムが極性をシフトする時間を知らせる。このことは、図 6 の下のグラフのポイント 294 a、294 b に概略的に示されている。隣接する交流アークの各々のための波形整形器 240 は、一方の極性のための第 1 の波形整形器 310 と、他方の極性のための第 2 の波形整形器 312 とを有する。波形 310、312 の各々は、ライン 254 上の論理と共に得られるライン 234 上の論理によって生成される。すなわち、図 7 に示すようなパルス 310、312 は、正および負の極性部分が異なるパルスである。パルス 310、312 の各々は、図に示すような別々で種類が異なる電流パルス 310 a、312 a によって生成される。極性間のスイッチングは、上記波形整形器によって生成された波形が、波形 20 310、312 の通常形状を有するように示されている図 6 に示すように実現される。正の極性は貫通を制御し、負の極性は沈下を制御する。波形の正のパルスと負のパルスとは異なり、スイッチングポイントは 1 つのアークにおける交流波形が、負の極性および正の極性の両方において制御されて、波形整形器 240 の出力によって生成された特定の形状を有するように制御される。図 7 に示す電流を有するアークに隣接するアークに対する波形は、図 8 に最も良く示す効果を得るために異ならせて制御される。アーク AC 1 における波形は、図 8 の上部である。該波形は、電流パルス 320 a で示す正の部分 320 と、パルス 322 a によって形成される負の部分 322 とを有する。正の部分 320 は、最大の振幅 a と幅または周期 b とを有する。負の部分 322 は、最大の振幅 d と時間または周期 c とを有する。これら 4 つのパラメータは、波形整形器 240 によって調整される。図 30 示の実施の形態において、アーク AC 2 は、図 8 の底部に示す波形を有しており、正の部分 330 は、電流パルス 330 a によって形成され、かつ高さまたは振幅 a' と時間長または周期 b' とを有する。負の部分 332 は、パルス 332 a によって形成され、かつ最大の振幅 d' と時間長 c' とを有する。これらのパラメータは、波形整形器 240 によって調整される。本発明によれば、アーク AC 1 に対する該波形整形器からの波形は、アーク AC 2 に対する波形整形と位相が異なっている。該 2 つの波形は、(a) 貫通および沈下が制御され、かつ (b) 溜まり P が、その期間に、同じ極性または反対の極性の特定の極性関係になる長い時間がないように調整されるパラメータまたは大きさを有する。波形形状を形成する際のこのコンセプトは、図 9 および図 10 によって説明されるような長期の極性関係を防ぐ。図 9 において、電極 204、206 は、常に隣接する電流の波形によ 40 って決まる同じ極性を有する。その場合、電極 204 の磁束 350 および電極 206 の磁束 352 は、同じ方向であり、該電極間の中央領域 354 において互いに相殺する。このことは、溶融溜まり P 内の電極 204、206 からの溶融金属部分 360、362 を、矢印 c で示すように、共に移動させる。ごく短期間、例えば、20 ms 以内に終了しない場合、電極 204 間の溜まり P 内の溶融金属のこの内方への移動または崩壊は、上方への噴出動作を最終的に引き起こすことになる。図 10 に示すように、該溜まりの対向する動きは、電極 204、206 が反対の極性を有する場合に起きる。そして、磁束 370 および磁束 372 は、上記電極間の中央部分 374 において蓄積され増加する。該電極間の大きな力は、溜まり P の溶融金属部分 364、366 を、互いに引っ込めるかあるいは互いに 50 離れさせる。このことを矢印 r で示す。溜まり P 内の溶融金属の外方へのこのような作用

は、10ms以下の実質的な時間継続する場合、溶接ビードの破裂を引き起こす。図9および10を見て分かるように、隣接する電極の波形の極性が、その間に同じになるかまたは反対の極性になる期間を限定するのが好ましい。図6に示すような波形は、同じ極性または反対の極性の特定の極性関係の長時間の同時発生を防ぐという目的を実現する。図8に示すように、同じ極性および反対の極性は、アークAC1およびアークAC2の周期長よりも非常に短い期間、保持される。上記正および負の領域に異なる形状および異なる振幅を有するパルスという新規なコンセプトを用いて、極性関係の長期の発生を防ぐというこのプラス指向の進化は協力して、一般的な変換器電源、またはLincolnの波形技術の一般的な利用を用いた溶接の際に、これまでは得られないような方法で、上記溜まりを制御し、貫通を制御し、かつ沈下を制御する。

10

【0040】

図11において、波形整形器240からの交流波形の正および負の部分は、該波形の負の部分と比較して、異なるエネルギーを正の部分に有する合成サイン波形状である。該合成サイン波または該波形のサイン波部分は、該波形を、変換器溶接回路と、およびサイン波溶接の評価と適合させることを可能にする。図11において、波形370は、アークAC1にあり、波形372はアークAC2にある。これらのタンデムアークは、図11に示す交流溶接電流を用い、小さな正のサイン波部分370aはアークAC1における貫通を制御し、より大きな負の部分370bは、アークAC1における金属の析出を制御する。図7で説明したように、論理ビットの変化に伴って、極性間にはスイッチングがある。サイン波形370は、垂直ライン370cで示すように、約100アンペアからゼロ電流を通過して垂直に下降する。負の部分370bと正の部分370aとの間の移行は、垂直な移行370dを引き起こすスイッチングポイントにおける垂直方向の移行をスタートさせる。同様に、アークAC2の位相シフト波形372は、小さな貫通部分372aと、大きな負の沈下部分372bとを有する。極性間の移行は、垂直ライン372cおよび372dによって示す。波形372は、上記溜まりの力学が、隣接するアークAC1、AC2の極性によって引き起こされる該溜まり内の溶融金属の過剰な崩壊または反発を伴うことなく制御されるように、波形370に対してシフトされている。図11においては、サイン波形状は同じであり、かつ周波数は同じである。該波形は、単に、特定の極性関係の長期の発生を防ぐためにシフトされている。

20

【0041】

図12において、波形380は、アークAC1のために用いられ、波形382は、アークAC2のために用いられる。部分380a、380b、382aおよび382bは、サイン波合成されており、かつ同じ振幅からなるように図示されている。これら2つの波形を90°ずらすことにより、同時発生の極性の領域は、領域390、392、394および396として識別される。サイン波特性を有する該シフト波形を用いることにより、同じ極性または反対の極性は、長い間残らない。従って、上記溶融金属溜まりは、かきまわされず、かつ静止したままである。この効果は、所定の波形の正および負の極性部分の間のエネルギーの違いというコンセプトも組み合わせる本発明を用いることによって得られる。図12は、同時発生の極性関係の定義、および該関係は極短期間しか残らないということを実質的に示す。この目的を実現するため、本発明の別の実施の形態を図13に示し、以前に定義した波形380は、アークAC2(a)の鋸波状波形として示す波形400、またはアークAC2(b)に対する波形として示すパルス状波形402と結合される。波形380を、異なる波形402の異なる波形400と結合すると、同時発生の極性関係の非常に小さな領域または期間410、412、414等が生じる。図14においては、一方のアークで生成された交流波形は、他方のアークで生成された交流波形と、非常に異なる。本発明における用途のための非常に異なる波形というこの同じ概念を図14に示し、波形420は、交流パルス特性波形であり、波形430は、波形420の約半分の期間を有するサイン波特性波形である。波形420は、小さな貫通した正の部分420aと、直線極性移行部420cを有する大きな沈下部分420bとを含む。波形430は、正の部分430aと、垂直極性移行部430cを有する負の部分430bとを含む。これら2つ

30

40

50

の異なる波形を有することにより、上記両合成サイン波コンセプトは、１つの電極に対して用いられ、かつ長期の同時発生の極性関係はない。すなわち、溜まり P 内の溶融金属は、両アーク A C 1、A C 2 による溶接動作の間、ほぼ静止したままである。

【 0 0 4 2 】

図 1 5 において、波形 4 5 0、4 5 2、4 5 4 および 4 5 6 は、４つのタンデムアーク、すなわちアーク A C 1、アーク A C 2、アーク A C 3 およびアーク A C 4 の各々のための電源の波形整形器 2 4 0 によって生成される。隣接するアークは、該波形がいつ、対応して、負の部分から正の部分へ移行するかを定義する合成信号 4 6 0 によって示すように整列される。この合成信号は、スタートパルスが整列されていることを除いて、図 1 に示すジェネレータ 8 0 によって生成される。本発明のこの実施形態においては、第 1 の波形 4 5 0 は、隣接する波形 4 5 2、4 5 4 および 4 5 6 の正および負の部分と同期される正の部分 4 5 0 a を有する。例えば、正の部分 4 5 0 a は、波形 4 5 2 の正の部分 4 5 2 a および負の部分 4 5 2 b と同期されかつ相互に関連付けられる。同様に、波形 4 5 2 の正の部分 4 5 2 a は、波形 4 5 4 の正の部分 4 5 4 a および負の部分 4 5 4 b と同期されかつ相互に関連付けられる。同様の関係は、正の部分 4 5 4 a と、波形 4 5 6 の部分 4 5 6 a、4 5 6 b との間に存在する。負の部分 4 5 0 b は、整列された波形 4 5 2 の２つの反対極性部分と同期されかつ相互に関連付けられる。同じタイミング関係は、負の部分 4 5 2 b と波形 4 5 4 との間に存在する。換言すれば、各隣接するアークにおいて、波形の一方の極性部分は、隣接するアークの全体の波形と相互に関連付けられる。このようにして、図 9 および図 1 0 に関連して説明したように、溜まり P の崩壊および反発力は、力学的に制御される。１つまたはそれ以上の正または負の部分は、図 1 1 および 1 2 で開示した波形に関連して説明したような合成サイン波とすることができる。

10

20

【 0 0 4 3 】

図 1 および図 2 に示すように、上記スイッチのマスターコントローラを切り替えると、スイッチコマンドが、電源 3 0 のマスターコントローラ 1 4 0 a に対して発行される。このことは、「キル」信号を該マスターによって受信させるため、キル信号および極性論理が、単一の電極と並列に接続された１つまたはそれ以上のスレーブ電源のコントローラへ直ちに伝送される。標準的な交流電源を、上記極性スイッチと並列の大きな緩衝器と共に使用した場合、該スレーブコントローラまたはコントローラは、該マスター電源が該スイッチコマンドを受信した後、直ちに 1 ~ 1 0 μ s 以内に切り替えられる。これは、高精度のインタフェースカードまたはゲートウェイの効果である。実際に、上記並列接続された電源の電流反転のための実際のスイッチングは、出力電流が、所定値、例えば、約 1 0 0 アンペア以下になるまで発生しない。これにより、より小さなスイッチの使用が可能になる。

30

【 0 0 4 4 】

単一の交流アークのための全ての電源に対するスイッチングの実施は、実際のスイッチングを、全ての電源が所定の低電流レベル以下になった後にのみ行うことができる遅延スイッチング技術を用いる。該遅延プロセスは、ディジタルプロセッサのソフトウェアで実現され、かつ図 1 6 の概略レイアウトによって説明される。マスター電源 5 0 0 のコントローラが、ライン 5 0 2 で表わされるコマンド信号を受信すると、該電源は、スイッチングシーケンスをスタートさせる。該マスターは、該マスターの極性スイッチングに対応する該スレーブのスイッチングのための所望の極性を実現するために、ライン 5 0 4 上に論理を出力する。命令されたスイッチシーケンスにおいて、マスター電源 5 0 0 のインバータは、ターンオフまたはダウンされるため、電極 E への電流は、ホール効果変換器 5 1 0 によって読み出されるように減少する。ライン 5 0 2 のスイッチコマンドは、ホール効果変換器 5 3 2、5 3 4 によって測定されるように電流を接点 5 3 0 に供給する並列接続されたスレーブ電源 5 2 0、5 2 2 のコントローラに、ライン 5 1 2 で示される即時の「キル」信号を生じる。全ての電源は、インバータをターンオフまたはダウンさせた状態で、スイッチシーケンス状態にある。ソフトウェア比較回路 5 5 0、5 5 2、5 5 4 は、減少した電流を、ライン 5 5 6 上の電圧によって参照される所定の低電流と比較する。各電源

40

50

が所定値以下に減少すると、ライン 560、562 および 564 に信号が発生して、それぞれサンプル・ホールド回路 570、572 および 574 の入力に送られる。該回路は、上記電源の各々からのライン 580 のストロボ信号によって出力される。設定論理が回路 570、572 および 574 に格納されている場合、YES 論理が、該ストロボ信号発生時に、ライン READY 1、READY 2 および READY 3 上に発生する。この信号は、上記電源内で生成され、25 μ s の周期を有するが、他の高速ストロボを使用することができる。該信号は、図 16 に点線で示すマスター電源のコントローラ C に向けられる。AND ゲート 584 で示されるソフトウェアの AND 機能は、全ての電源が極性を切り替える準備ができている場合に、ライン 582 上に YES 論理を出力させる。この出力条件は、ライン 504 上に発生したときに切り替えられる極性の所望の論理を備えるその D 端子を有するソフトウェアのフリップフロップ 600 のクロックイネーブル端子 ECLK に向けられる。約 1 MHz で作動される発振器またはタイマーは、端子 CK へのライン 602 上の信号によってフリップフロップをクロックする。このことは、ライン 612 上の同一の論理がマスター電源 500 を切り替えると同時に、ライン 504 上の極性コマンド論理を Q 端子 604 へ伝送して、この論理をライン 610 に生成してスレーブ 520、522 を切り替える。スイッチング後、ライン 504 上の極性論理は、反対極性にシフトされ、マスター電源は、スイッチング周波数に基づいて次のスイッチコマンドを待つ。他の回路を、スイッチングシーケンスにおける遅延に影響を及ぼすのに用いることができるが、図 16 の説明は現在のスキームである。

10

20

【0045】

図 1 ~ 図 16 でこれまで説明したように、その他の有利な特徴を実現するための溶接機および該溶接機のための制御システムは、背景情報として提示されている。この説明は、本発明に対する従来技術ではなく、バックグラウンドを説明する。この背景技術は、本発明の譲受人である Lincoln Electric Company によって開発されてきた。この背景説明は、必ずしも従来技術ではないが、図 17 に示す溶接機によって実現されるような、そのような波形技術溶接機における特定の改良の説明のために提示されている。この溶接機は、溶接プロセスに用いられる波形の厳密な特徴を描く。すなわち、正確な波形は、プログラム 700 の使用によって得られる。この波形は、特定の有芯電極を用いて調整される。

30

40

【0046】

図 4 および図 5 に示すような溶接機および / または溶接システムは、図 19 および図 20 に示す特定の有芯電極との使用のための所定の波形の正確な特性を厳密に設定するのに使用される制御プログラム 700 によって作動する。プログラム 700 を図 17 に示し、溶接機 W は、選択ネットワーク 250 によって一般的なタイプの溶接波形に設定された波形整形器 240 を有する。選択された波形は、連続する波形によって所定の溶接プロセスを実行する所望の交流波形である。この波形は、本発明に従って、特定の有芯電極に対して用いられるように設定される。波形制御プログラム 700 は、波形の厳密な所望の特性を設定する特性制御ネットワーク 710 と、所定の有芯電極に用いられる設定特性を実質的に変更することなく、該波形のエネルギーまたは出力を調節する振幅制御回路 712 とを有する。この特定の特性は、対応する電極が該溶接プロセスに使用される場合に用いるために、図 21 および図 28 に開示した溶接機に記憶されている。

40

【0047】

プログラムまたは制御ネットワーク 700 は、交流溶接プロセスを構成する連続的な波形の各個別の波形の厳密な通常特性を制御する波形整形器 240 に接続されている。該波形の通常特性の厳密かつ正確な相乗的設定というこの目的を実現するために、4 つの別々の特性パラメータが個々に調節される。第 1 のパラメータは、インタフェースネットワーク 722 によって手動または自動で調節される回路 720 によって波形特性に設定されて、ライン 724 で示す出力上に設定値を生成する周波数である。この値は、波形特性の設定周波数を制御する。当然、これは、正確な波形の周期である。同様にして、該波形のデューティサイクルは、調節可能なインタフェースネットワーク 732 と、正の半周期と負

50

の半周期との関係を制御する値を生成する出力ライン 734 とを有する回路 730 によって制御される。この特性パラメータは、回路 730 からの論理またはデータによって設定される。ライン 724 上の信号またはデータ、およびライン 734 上のデータにより、該波形の交流特性が設定される。このことは、波形の個々の部分のエネルギーレベルには関係なく、単に、該波形の通常の所定の特性に関係する。該波形の増加率を制御するために、手動または自動調節ネットワーク 742 を有する回路 742 と、波形の設定特性が負から正極性に変化する率を設定する、ライン 744 上の出力信号とが設けられている。同様に、減少回路 750 は、調節インタフェース 752 と出力ライン 754 とを備えている。ライン 724、734、744 および 754 上の値の大きさは、個々の波形の特性を設定する。これらのパラメータ特性のうちの少なくとも 2 つは、一緒に設定されるが、好ましくは、波形特性を決めるために、全ての特性パラメータが設定される。

10

【0048】

上記溶接プロセスにおいて、各個別の波形によって伝送されるエネルギーまたは出力のための該波形の特性を制御するために、プログラム 700 は、2 つの個々の部分 760、762 に分けられる振幅回路またはネットワーク 712 を含む。該振幅回路のそれらの部分は、特性制御ネットワーク 710 によって設定された通常特性に実質的に影響を及ぼすことなく、各極性の間に、該波形のエネルギーまたは他の出力関連レベルを制御する。部分 760 は、インタフェースネットワーク 772 によって手動で調節されて、ライン 774 上の入力値とライン 776 上の出力値との関係を制御するレベル制御回路 770 を含む。レベル制御回路 770 は、本質的には、生成された設定波形特性の正の部分の間に、電流、電圧および / または電力を制御するデジタル誤差増幅器回路である。セクタ 250 a は、回路 770 を、電流、電圧または電力モードのいずれかにシフトする。部分 760 は、ネットワーク 710 によって設定された通常特性を変化させながら、該波形の正の部分の間に、エネルギー、または電力あるいは他の熱レベルを制御する。同様に、第 2 の部分 762 は、入力ライン 784 上の値が、出力ライン 786 上のレベルまたは信号を制御するように、ネットワーク 782 によって設定または調節されるデジタル誤差増幅回路 760 を有する。従って、ライン 776 および 786 上のデジタルレベルデータは、特性制御ネットワーク 710 によって設定される各半周期の間に、電流、電圧および / または電力を制御する。

20

【0049】

プログラム 700 の別の特徴によれば、波形整形器 240 は、振幅制御回路 712 のみによって制御され、該特性は、図 4 および図 5 に示すバックグラウンドシステムに用いられるネットワークまたはプログラム 250 によって設定される。ネットワーク 250 は、該特性を設定しないが、図 21 および図 28 の開示によって説明されるような公知のタイプの波形を選択する。プログラム 700 の高められた利点は、回路 720、730、740 を振幅回路 770、780 と共に用いて全ての特性パラメータを設定することによって実現される。当然、それらの回路のうちのいずれか 1 つによって制御される波形は、背景技術に優る改良である。プログラム 700 は、該波形が特定の有芯電極に対応するように、交流波形の各極性の間に、全ての特性パラメータおよび振幅の値を相乗的に調節する。

30

【0050】

プログラム 700 の動作を説明するために、2 つの波形が図 18 に概略的に示されている。波形 800 は、正の部分 802 と負の部分 804 とを有し、両方共、一連の急速に生成された電流パルス 800 a によって生成される。波形 800 は、該波形の周波数または周期の制御と、正の部分 802 と負の部分 804 との比を説明するために、単に方形波として図示されている。これらのパラメータは、これまで単にネットワーク 450 によって選択されていた波形の種類を変更するように、プログラム 700 を用いて厳密に設定される。該波形のこの概略的な描写において、上記増加率および減少率は、本質的にゼロである。当然、Stava の米国特許第 6,111,216 号明細書に教示されたスイッチングコンセプトは、Stava の特許に記載されている効果を得るために、正と負の波形部分の間でシフトするのに用いられる。図示の第 2 の波形 810 は、周波数 f と、正の部分

40

50

8 1 2 と、負の部分 8 1 4 とを有する。この図において、増加率 8 1 6 は、減少率 8 1 8 とは無関係に制御される。それらの変化率は、極性間のシフト中の波形の立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジにあることを示す矢印として示されている。プログラム 7 0 0 は、回路 7 2 0、7 3 0、7 4 0 および 7 5 0 によって、個別の波形の厳密な特性を物理的に設定することに関連する。該波形のいくつかのパラメータは、該波形を本質的に所望の特性に描くように調節される。交流波形のための通常設定特性を用いた非常に厳密な溶接プロセスは、プログラム 7 0 0 を用いた波形技術制御溶接機によって実行される。このプログラムは、交流波形と、溶接プロセスに用いられる電極とが適合するように、各個別の有芯電極のための波形を描くのに用いられる。

【0051】

図 1 7 のプログラム 7 0 0 は、図 1 9 および図 2 0 に示す電極 9 1 0 等の個別に識別される有芯電極の各々のために最適化されかつ特別に調節される交流波形を構成または生成するのに用いられる。溶接機 9 0 0 は、電極 9 1 0 を被加工物 W P の方へ向けるトーチ 9 0 2 を有する。アーク A C は、電極 9 1 0 の端部と被加工物 W P との間に生成される。該電極は、シース 9 1 2 と内部充填コア 9 1 4 とを有する有芯電極である。該コアは、パーティクル 9 1 4 a で表わされるようなフラックス材料を含む。これらの材料 9 1 4 a の目的は、(a) 溶融金属をスラグでカバーすることにより、大気中の汚染物質から該溶融溶接金属をシールドすること、(b) 溶接品質に対する有害な影響が最少化されるように、何らかの大気中の汚染物と化学的に結合させることおよび / または (c) アークシールドガスを生成することである。標準的な実施によれば、コア 9 1 4 は、パーティクル 9 1 4 b と呼ばれる合金材料と共に、コア 9 1 4 の充填物を与えるために組み合わせられる他の種々のパーティクル 9 1 4 c を含む。溶接動作を最適化するためには、外部シールドガスと共に固体ワイヤを使用する必要がある。しかし、特定の物理学および冶金学的特性を有する溶接を産み出すためには、特定の合金が必要であり、これは、固体ワイヤの形態で得るのが困難である。外部シールドガスを要する溶接プロセスを用いた場合、汚染は、防ぐのが困難である。そのため、環境が溶接に影響を及ぼさないように、自己シールド有芯電極を用いるのが有利となるであろう。有芯電極を用いた場合、上記シースおよびコアに対するバーンバック速度は異なる。これらの全ての困難性は、ほとんどのパイプライン溶接を、固体ワイヤおよび外部シールドガスを用いて行うことにつながった。これらの問題を克服するために、オハイオ州クリーブランドの L i n c o l n E l e c t r i c C o m p a n y によって、パイプ溶接での用途のための S T T 溶接が開発された。そのような溶接は、表面張力が溶融金属に伝わる短絡回路プロセスを用いる。このプロセスは、特に、オープンルート溶接中の溶接プロセスの熱を下げる。交流電源および有芯電極を用いた溶接の利点は、溶接波形が、特定の有芯電極に対して最適化されていなかったため、得ることができなかった。本発明は、図 1 7 に示すプログラム 7 0 0 等のプログラムを用いることにより、それらの困難を克服するため、厳密な交流波形が溶接動作のために生成されて、特に、所定の有芯電極と関連付けられる。所定の有芯電極によって調節される交流溶接動作のために、厳密にプロファイルしたまたは整形した波形を生成することにより、溶接動作が最適化される。今では、正確にプロファイルされた波形を用いて交流溶接動作を利用して、特定の有芯電極に適応させることが可能である。

【0052】

有芯電極を使用して交流溶接動作を実行する溶接機 9 0 0 は、本発明に従って構成されているため、該溶接動作は、特定の電極に対して最適化される。溶接機 9 0 0 の詳細を図 2 1 に示し、電源 9 2 0 は、整流器 9 2 0 a によって駆動される。電極 9 1 0 は、シース 9 1 2 およびコア 9 1 4 を有する有芯電極である。溶接機 9 0 0 の電源 9 2 0 は、ライン 9 2 4 に電極識別信号を生成して、溶接プロセスに使用される特定の電極 9 1 0 を識別する記憶装置、ユニットまたは回路 9 2 2 を有する。読取り装置 9 2 1 は、図 2 1 の上部に示すような該読取り装置を通る特定の電極 9 1 0 を識別する。すなわち、ライン 9 2 4 の信号が電極 9 1 0 を識別する。装置 9 2 1 a は、どの特定の電極 9 1 0 が使用されているかを読取り装置 9 2 1 に手で伝える。換言すれば、読取り装置 9 2 1 は、溶接動作に使用

10

20

30

40

50

される特定の有芯電極に対して設定される。この装置は、特定の電極を示すように手で調節される。電極 910 は、バーコードまたは他の読取り技術を用いて、記憶装置 922 によって識別することができる。バーコードは、電極ワイヤ 910 を含むスプールまたはドラム上に配置される。換言すれば、装置 921 は、ワイヤまたは電極 910 の識別を自動で感知するか、あるいは、手動入力を受取って、ブロック 921a で示すように、該電極を示す。ライン 921b の信号は、記憶装置 922 に向けられて、そこで、データ形式の信号は、溶接機 900 によって使用される全ての電極のために蓄積される。ライン 921b 上の信号は、特定の有芯電極に対応する、記憶装置 922 内の特定のデータを扱う。このデータは、特性信号をライン 924 に印加させる。この信号は、波形ルックアップ装置 926 を起動させるため、該装置は、ライン 928 に特性信号を出力する。この信号は、選択回路 250 に、特定の有芯電極のために、プログラム 700 によって生成されている特定の蓄積された特性を選択するように指示する。図 17 に示すプログラム 700 は、該蓄積された波形を特定の電極に対して調整する。電源 920 の残りは、すでに説明してある。ライン 928 の特性信号は、回路 250 に関連するメモリに格納された特定構成または生成の波形を選択する。特定の有芯電極 910 の特定構成または構成に対して調整された交流溶接波形は、ライン 242 に出力される。代替例によれば、ライン 928 の特定の信号は、上記電極およびワイヤ送給速度によって決まる。装置 930 は、ライン 932 に出力される設定値を有する。従って、ライン 924 および 932 上の論理またはデータは、ライン 928 の特性選択信号を決定する。波形ジェネレータ 250 のメモリ内の所望の蓄積された特性が用いられる。この特性は、特定の電極および / または特定の設定値ワイヤ送給速度に基づいている。典型的な構成された交流波形を図 22 に示し、プロセス曲線 950 は、正の部分 952 と負の部分 954 とを備える一連の波形を含む。本発明によれば、該波形は、18 kHz よりもかなり大きいレートで生成され、かつパルス幅変調器 224 の出力ライン 224a で生成された多数の個々のパルス 960 によって生成されている。これは、高速スイッチングインバータを制御する。本発明の好適な実施形態においては、曲線 950 は、正の振幅 x と、 z になるように示されている負の部分 954 の長さを有する負の振幅 y とを有する。溶接動作における熱を制御するため、デューティサイクル z は、図 22 に示す波形が、特定の有芯電極に対して構成されている場合に調節される。図 22 の負の部分 954 は、上記被加工物に対する全体の熱入力を制御する。正の部分 952 は、上記電極に対しては熱に寄与し、かつ上記被加工物に対しては熱にあまり寄与しない。そのため、デューティサイクルを変化させることにより、該被加工物への全体の熱を変化させ、かつ制御することができる。本発明において、交流溶接プロセスは、波形整形器または波形ジェネレータ 240 の出力において生成される。選択された波形は、特定の有芯電極 910 に対するその利用を最適化するように厳密に調整される。溶接動作における熱を制御するため、該波形は、プログラム 700 によって制御されたデューティサイクル z を有する。該波形が調整された後、該波形は、選択回路 250 からの論理に基づいて、波形ジェネレータ 240 に設定される。溶接機 900 は、特定の交流波形を特定の有芯電極と関連付けて、構成形成電極 910 によって決まる溶接プロセスの動作を調整する。

10

20

30

40

【0053】

本発明を実施する際に用いられる波形は、好ましくは、図 22 に示すような方形波であるが、初期加熱を制御するためには、該波形は本発明の範囲内であり、プロセス曲線 970 が、各々が正の部分 972 および負の部分 974 を有する波形を備える、図 23 に示す非方形波交流波形を使用できる。それらの部分の各々は、図 22 の曲線 950 に関して説明したような複数の個々のパルス 960 によって形成されている。これらの個々のパルス 960 は、18 kHz 以上の周波数で生成され、かつインバータ型電源で一般的に用いられる波形技術パルスである。加熱の割合を低減するため、部分 972、974 は、増加部分 976、977、978 および 979 を備えている。本発明を用いた交流溶接を最適化するために、その他の特性も可能である。

50

【0054】

本発明を実施することなく有芯電極を用いた場合に生じる問題を図 2 4 に示す。該溶接プロセスは、シース 9 1 2 を溶融して、溶融した上端部 9 8 2 で示すように、該電極の上方周囲に溶融した溶融金属 9 8 0 からなる部分を生成する。すなわち、該電極のシースは、該コアよりも早く溶融する。このことは、溶融金属材料を、保護ガス、または、コア 9 1 4 の内部構成物の溶融によって起きる化学的反應を要することなく、電極 9 1 0 の出力端部に存在させる。従って、アーク A C は、保護されていない大気中において、電極 9 1 0 の金属を溶融する。該溶融金属に必要なシールドは、上記シースおよびコアが、同じ速度で溶融した場合に形成される。溶融金属をコアよりも早く溶融させるという問題を、さらに、図 2 5 の描写図で示す。シース 9 1 2 からの溶融金属 9 9 0 は、該コアが溶融する機会を有する前に、すでに被加工物 W P に結合している。これは、溶接プロセスに必要なシールドを与えることができない。図 2 4 および図 2 5 は、なぜ、有芯電極を使用した交流溶接が、沖合のパイプライン溶接や他のパイプライン溶接に用いられてこなかったかの理由を示している。

10

【 0 0 5 5 】

本発明は、有芯電極を使用したときの熱入力を制御する手段として、上述したような交流波形の利用を提案する。

本発明を用いることにより、溶接プロセスに用いる交流波形のための厳密な特性が選択され、それにより、シース 9 1 2 およびコア 9 1 4 は、略同じ速度で溶融する。上記シールドの溶融を、上記コアの溶融に対して適切に調整することに対しての失敗は、パイプライン溶接に対して、有芯電極を用いた交流溶接の利用を拒絶する理由になる。本発明の利点は、外部シールドガスを必要としないプロセスである。これが発生した場合、シールドガス S G および他のシールド構成要素は、シース 9 1 2 から溶融金属より早く生成される。本発明を用いることにより、この特徴は、プログラム 7 0 0 を用いて、溶接動作のための波形を厳密にプロファイルすることによって得ることができる。従来、そのような調整は可能ではなかった。プログラム 7 0 0 または同様のプログラムの発明が、本発明を可能にした。それらのプログラムは、個々の有芯電極に対して明確に調整されている波形を生成して、該有芯電極を、溶接動作中に、溶融金属を大気汚染に対して保護するように、交流溶接プロセスに用いることができるようにする。

20

【 0 0 5 6 】

有芯電極を用いて溶接する場合、上記シースおよびコアを同じ速度で溶融させることが好ましい。この作用は、コア材と外部シースとの同質混合を促進し、その結果、溶融材の混合が、大気汚染の影響に化学的に抗する。所望の溶接金属の物理学および冶金学的特性をもたらすのに必要な合金成分は、該溶接金属内に均一に配分される。また、スラグおよび/またはガス構成組成物から得られる保護的恩恵が最適化される。この状況を図 2 7 に示す。対照的に、図 2 6 は、上記シースが、上記コアよりも早く溶融している状況を示す。シース 9 1 2 からの溶融金属 9 9 0 は、コア 9 1 4 が溶融する機会を有する前に、すでに、被加工物 W P に結合している。金属 9 9 0 は、溶融していないコア組成物が実際に溶融している場合になる程度まで、大気汚染の影響から保護されていない。また、所望の物理学および冶金学的特性を実現するのに必要な合金成分は、溶融金属 9 9 0 になくてもよい。

30

40

【 0 0 5 7 】

本発明の代替例を図 2 7 に示し、選択回路 9 9 2 は、ブロック 9 9 4 からライン 9 9 4 a へのデータに従って、波形 B を選択する。このブロックは、特定の電極 A を識別するデータを有する。該電極は、選択回路 9 9 2 の波形 B によって適応される構成を有する。ワイヤ送給速度ブロック 9 9 6 からのライン 9 9 6 a の設定値は、波形 B が、本発明の主たる態様である電極、すなわち、特定の設定値を有する電極 A のための波形となるように、波形 B を選択するのに用いられる。このことは、波形ジェネレータ 2 4 0 の出力を調整して、ブロック 9 9 4 によって識別される的確な有芯電極 A に対して調整される交流溶接プロセスの波形を制御する。電極 A は、波形 B を起動するのに用いられる。

【 0 0 5 8 】

50

本発明の基本的な態様は、特定の有芯電極を使用した場合に、所望の動作を実行する波形の生成である。該特定の有芯電極を識別し、その調整された交流波形を起動することにより、該電極と被加工物との間で、所望の溶接プロセスが実行される。本発明を実行するには、様々なアナログおよびデジタルコンポーネントが可能である。上記コアの構成および上記シースのサイズは、交流溶接プロセスに用いる最適な波形特性を決める。本発明は、波形技術を用いるタイプの電気アーク溶接プロセスに用いる波形の特性を正確に設定しかつ変更する、図 17 のプログラム 700 のようなプログラムによって可能である。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図 1】本発明を実行するのに用いることができる溶接システムのブロック図である。

10

【図 2】各々がスイッチング出力を含み、かつ本発明を実施する際に用いることができる、2つの並列電源の配線図である。

【図 3】図 1 および図 2 に開示した電源によって制御可能なタイプの 3 つのタンデム電極の断面図である。

【図 4】3 つの電源のうちの 1 つが、図 17 に示すようなプログラムによって、厳密に調整された波形を形成する際に用いられる、Houston の米国特許第 6,472,634 号明細書および Stava の米国特許第 6,291,798 号明細書の開示を用いた、3 つの電極のための溶接システムのブロック形態の概略レイアウトである。

【図 5】Houston の米国特許第 6,472,634 号明細書に開示され、かつ本発明を実施するために用いられる可変パルスジェネレータを有する、図 4 に示すようなシステムによって駆動される単一の電極を示すブロック図である。

20

【図 6】2 つの例示同期パルスのうちの一方のための、および 1 つのタンデム電極のための平衡交流波形を示す、電流グラフである。

【図 7】図 17、21 および 28 に示すように本発明を実施することができる溶接機に用いた場合に、波形の極性を決める論理を有する極性信号に重ね合わせた電流グラフである。

【図 8】本発明によって、所定の有芯電極に対して最適化され、かつ図 21 および 28 に示す溶接機によって出力されるように制御可能な特性を有する波形の概略の態様を示す電流グラフである。

【図 9】タンデム電極の同時発生の極性関係中の溶接溜まりの力学を説明する概略図である。

30

【図 10】タンデム電極の同時発生の極性関係中の溶接溜まりの力学を説明する概略図である。

【図 11】バックグラウンドシステムによって生成することができる 2 つの隣接するタンデム電極上の波形を示す電流グラフの組である。

【図 12】各波形を所定の電極に対して調整することができ、同時発生の極性関係の領域を有する隣接するタンデム電極上の交流波形の電流グラフの組である。

【図 13】一方の電極の交流波形が、同時発生の極性関係の時間を限定するために、他方の電極の実質的に異なる波形である、隣接するタンデム電極上の波形の電流グラフである。

40

【図 14】隣接する電極に対して異なる形状の波形を用いるように、バックグラウンドシステムによって作動される隣接する電極のための 2 つのサイン波波形の電流グラフである。

【図 15】本発明のバックグラウンド態様に従って構成されかつ同期されるタンデム電極の 4 つの隣接する交流アークにおける波形を示す電流グラフである。

【図 16】調整されたスイッチコマンドが処理され、かつ次の同時に存在する信号が生成されているとすぐに、並列接続された電源のスイッチングを引き起こす公知のソフトウェアプログラムの概略レイアウトである。

【図 17】溶接機が、図 21 および 28 に示すように、本発明の好適な実施形態に従って動作するように、図 1 ~ 図 16 に示す開示およびコンセプトを用いて、波形の実際の特性

50

を制御するために該溶接機のコンピュータ・コントローラに用いるプログラムのブロック図である。

【図 18】図 17 に示すプログラムの実施を説明する際に用いる、概略図示した波形である。

【図 19】本発明の好適な実施形態の利用を説明するブロック図を用いた側面図である。

【図 20】図 19 の線 20 - 20 に沿った拡大断面斜視図である。

【図 21】本発明の好適な実施形態を開示するブロック図である。

【図 22】図 21 に示すように本発明を実施する場合の溶接プロセスに用いる波形を示す電流、電圧または電力曲線のグラフである。

【図 23】本発明の好適な実施形態を用いた場合に得ることが可能な生成波形におけるある変更例を示す、図 22 のグラフと同様のグラフである。 10

【図 24】シースおよびコアが異なる速度で溶融する有芯電極を示す拡大該略図である。

【図 25】有芯電極を用いた溶接に対して本発明を用いる失敗の欠点を説明する、図 24 と同様の図である。

【図 26】図 21 に示すように本発明を用いる溶接プロセスの動作を示す、図 24 および 25 と同様の図である。

【図 27】固定された有芯電極が、波形ジェネレータから出力される所定の波形を作動させる、本発明の好適な実施形態の変更例を用いた、図 21 に示す溶接機と同様の溶接機を示すブロック図である。

【符号の説明】

20

【0060】

220 インバータ

222 整流器

224 パルス幅変調器

240 波形整形器

900 溶接機

910 電極

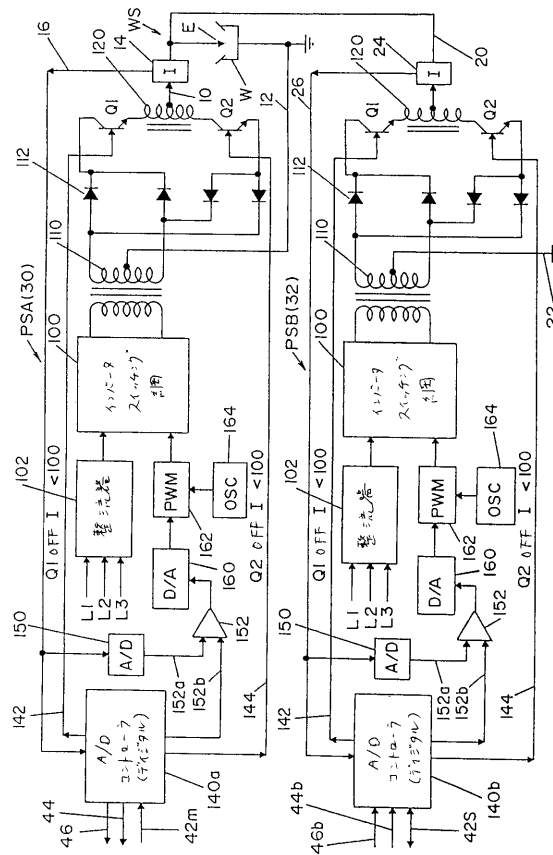
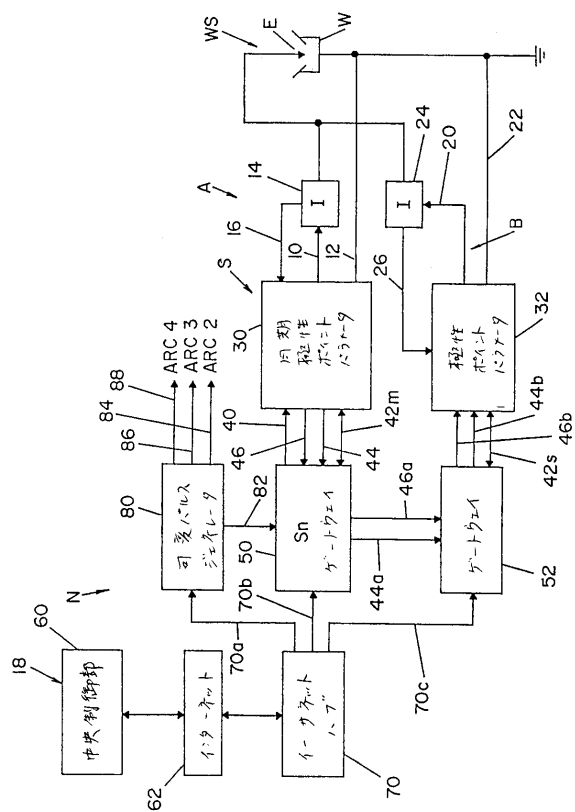
912 シース

914 コア

920 電源

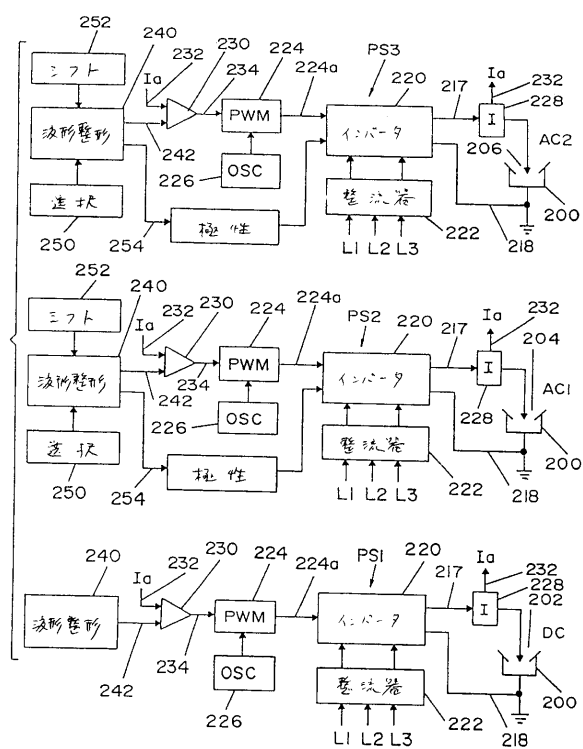
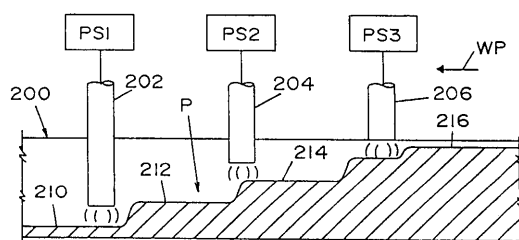
30

【圖 2】

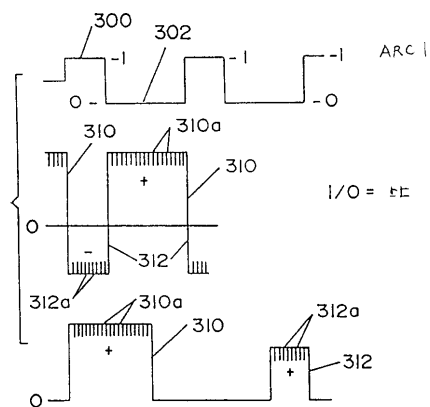


【圖 3】

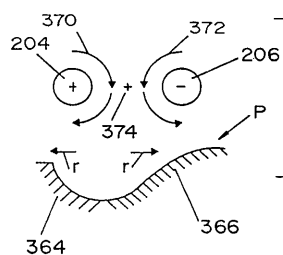
【 図 4 】



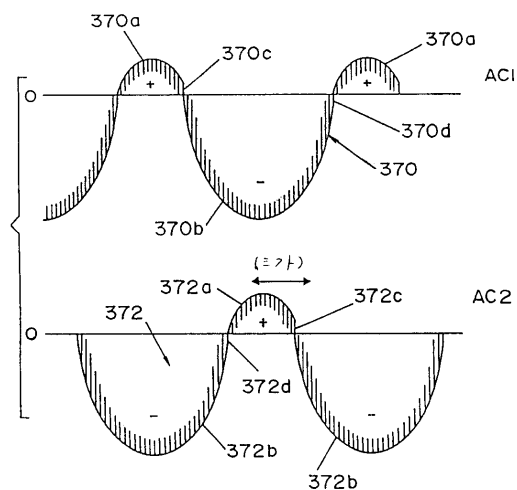
【圖 7】



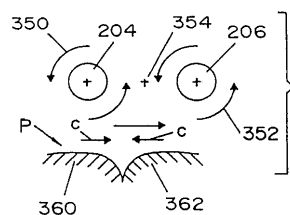
【 図 1 0 】



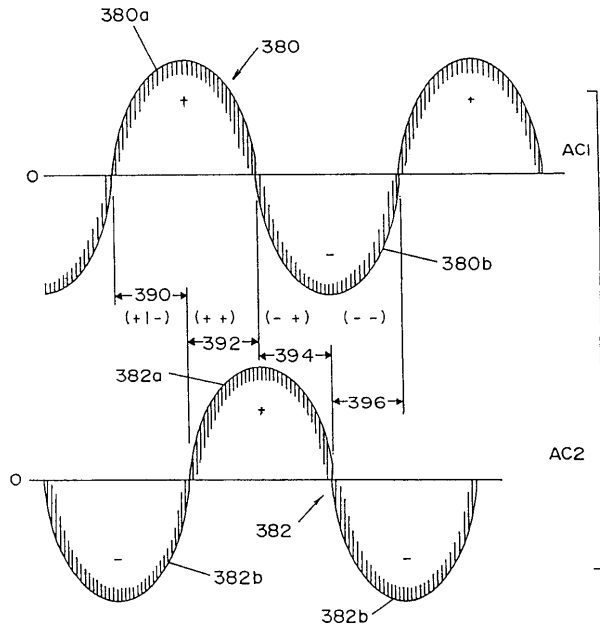
【 ㊦ 1 1 】



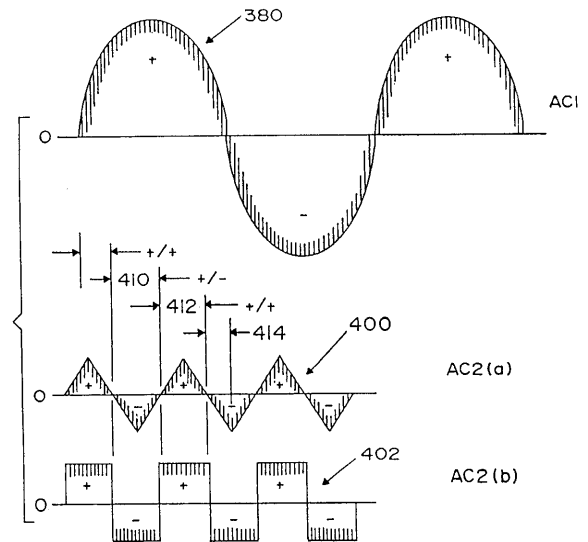
1



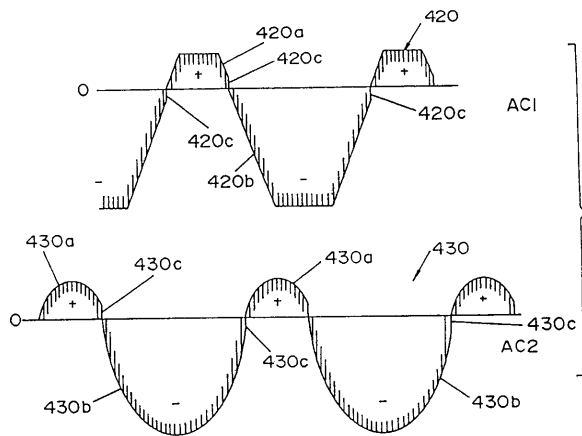
【図 12】



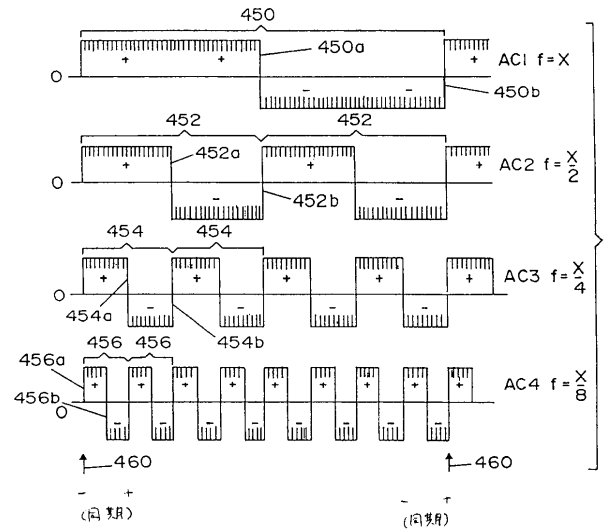
【図 13】



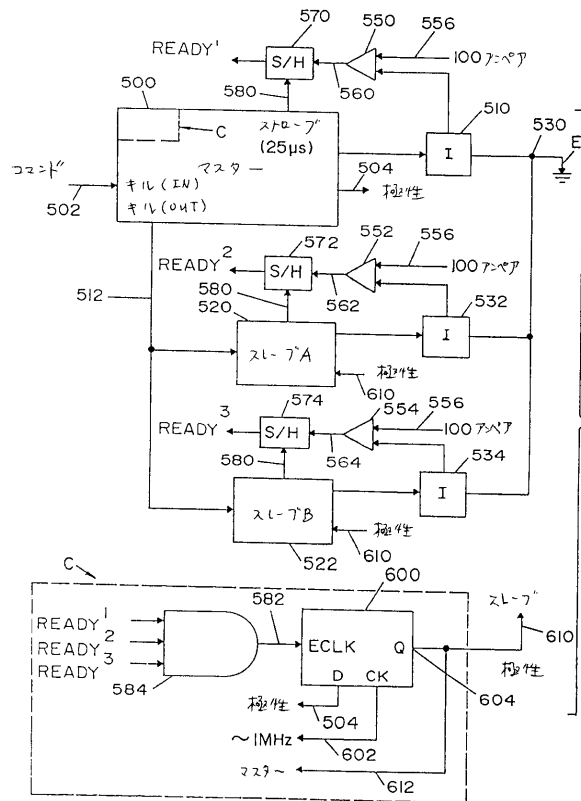
【図 14】



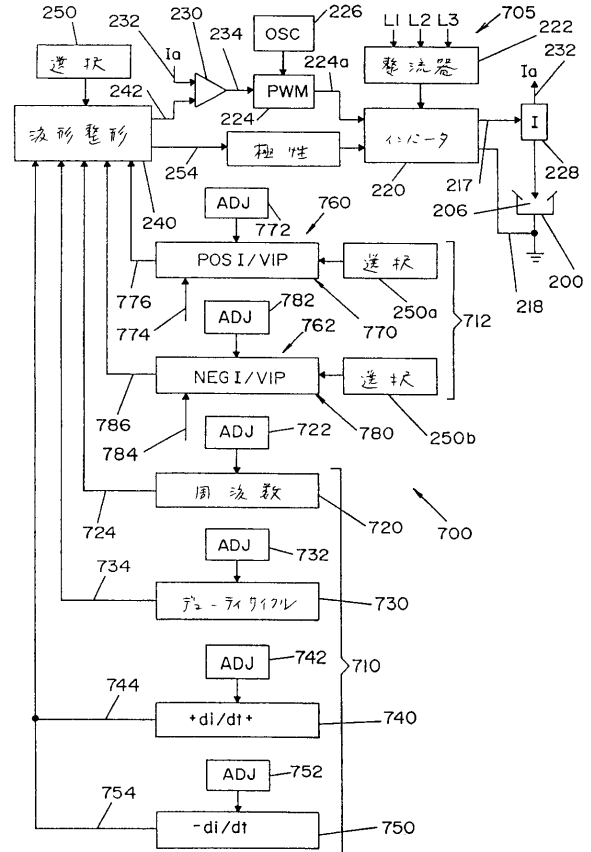
【図 15】



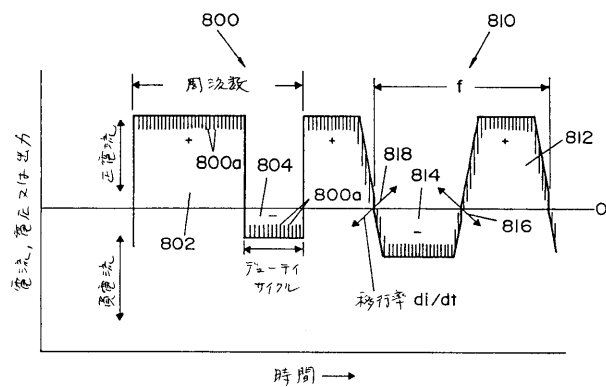
【図 16】



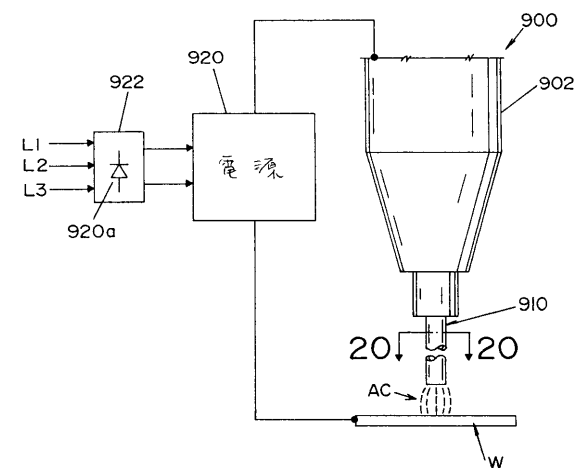
【図 17】



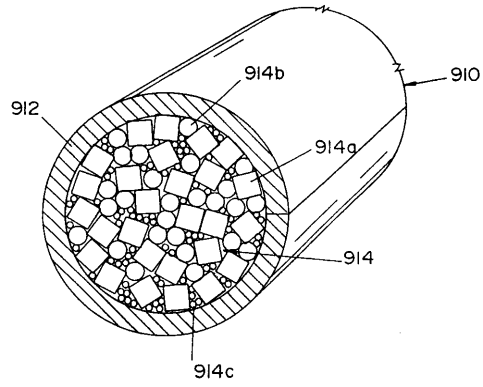
【図 18】



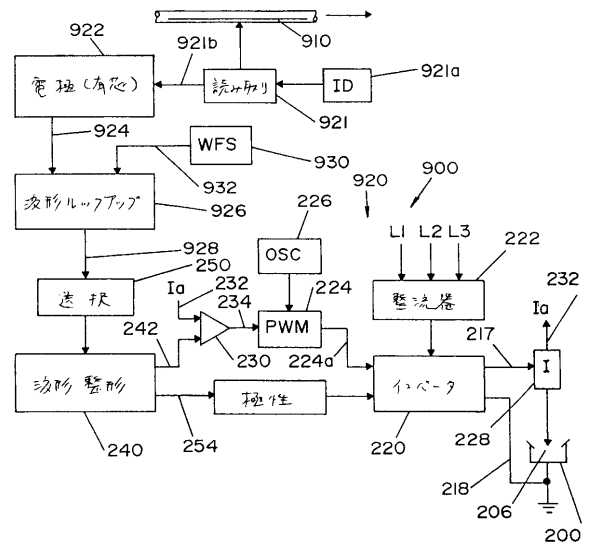
【図 19】



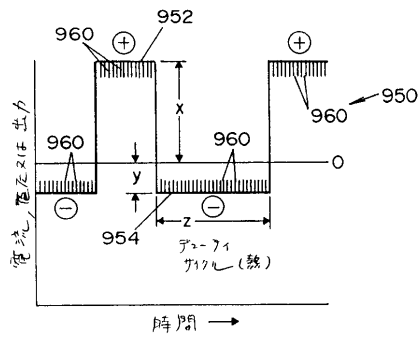
【図 20】



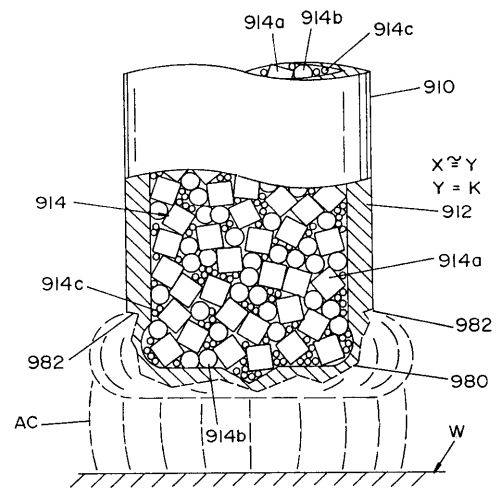
【図 21】



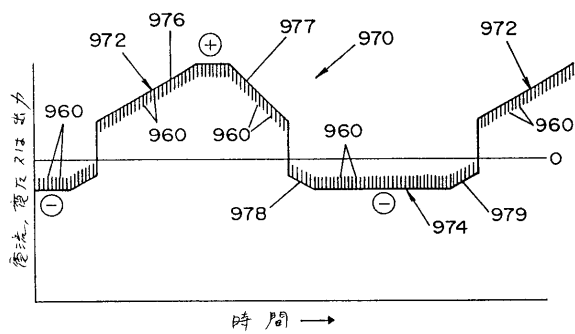
【図 22】



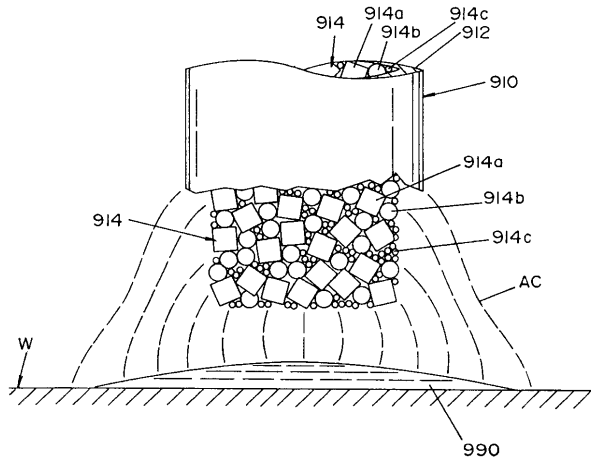
【図 24】



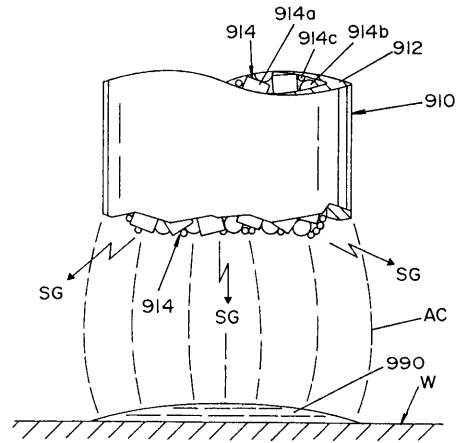
【図 23】



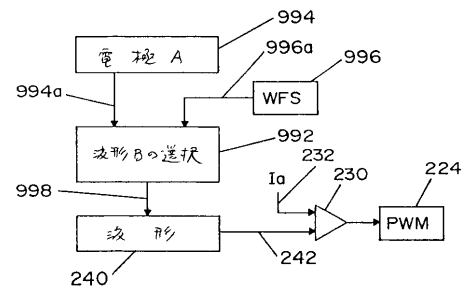
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

(72)発明者 ラッセル ケイ メイヤース
アメリカ合衆国オハイオ州 4 4 2 3 6 ハドソン サンセット ドライブ 2 3 7

(72)発明者 バドリ ケイ ナラヤナン
アメリカ合衆国オハイオ州 4 4 1 3 2 ユークリッド レークショア ブルバード 2 6 0 1 1
アパートメント 4 1 4

(72)発明者 パトリック ティ ソルティス
アメリカ合衆国オハイオ州 4 4 1 2 0 シェーカー ハイッ ケンパー ロード 2 5 2 5

F ターム(参考) 4E082 BA02 DA01 EF15
5H790 BA03 BB15 CC02 CC10 DD06 EA02 EA07 EA15 EA26 EB04
KK03