

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5944667号
(P5944667)

(45) 発行日 平成28年7月5日(2016.7.5)

(24) 登録日 平成28年6月3日(2016.6.3)

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| (51) Int. Cl. | F 1 |
| B 2 3 K 9/073 (2006.01) | B 2 3 K 9/073 5 4 5 |
| B 2 3 K 9/12 (2006.01) | B 2 3 K 9/12 3 0 5 |
| | B 2 3 K 9/12 3 0 1 Q |

請求項の数 4 (全 19 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-5088 (P2012-5088) | (73) 特許権者 | 000000262 |
| (22) 出願日 | 平成24年1月13日 (2012.1.13) | | 株式会社ダイヘン |
| (65) 公開番号 | 特開2013-144301 (P2013-144301A) | | 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 |
| (43) 公開日 | 平成25年7月25日 (2013.7.25) | (74) 代理人 | 100086380 |
| 審査請求日 | 平成26年11月28日 (2014.11.28) | | 弁理士 吉田 稔 |
| | | (74) 代理人 | 100103078 |
| | | | 弁理士 田中 達也 |
| | | (74) 代理人 | 100115369 |
| | | | 弁理士 仙波 司 |
| | | (74) 代理人 | 100130650 |
| | | | 弁理士 鈴木 泰光 |
| | | (74) 代理人 | 100135389 |
| | | | 弁理士 臼井 尚 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アーク溶接システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動源としての送給モータを有し、消耗電極を溶接トーチに向かって送り出す送給装置と、

モータの駆動力によって回転する偏心シャフトおよび当該偏心シャフトに連結されたカム機構を用いて、上記消耗電極が挿通されるコンジットケーブルのコイルライナを往復動させることにより、上記消耗電極のうち、上記消耗電極の軸線方向における上記送給装置から上記溶接トーチに至る長さを、周期的に変化させる経路長変化装置と、

上記消耗電極および母材の間に流れる溶接電流の値を降下させる降下時刻を算出する算出回路と、

上記降下時刻に至ると、上記溶接電流の値を降下させることにより、上記溶接電流としてスパッタ抑制電流の通電を開始する電源回路と、

上記送給装置の駆動を停止するための送給停止指示信号を、上記送給装置に送る送給制御回路と、を備え、

上記電源回路は、上記消耗電極および上記母材の短絡が発生したこと、および、上記短絡が解消し上記消耗電極および上記母材の間にアークが発生したこと、のいずれか一方であるアーク状態変化が生じた時刻であって、上記降下時刻以降に初めて到来するアーク状態変化が生じた時刻において、上記スパッタ抑制電流の通電を継続し、

上記算出回路は、上記送給停止指示信号が生成されると、連続する上記降下時刻の間隔が短くなるように、(4)式および(5)式によって求められる予測時刻 $P(t)$ から

予め定められた設定時間だけ前の時刻を上記降下時刻として算出する、アーク溶接システム。

$$P(t) = Ct + Tw - Te(Ct + Tw) \dots (4)$$

ただし、 Ct は、アーク状態変化が生じた変化時刻、 Tw は、定数である単位期間、 $Te(t)$ は、(5)式で算出される時刻 t の関数である補正值である。

$$Te(t) = (t - (t^2 1)) \dots (5)$$

ただし、 1 は、正の値の予め得られた係数であり、時刻 $t^2 1$ は、送給停止信号が生成された時刻である。

【請求項2】

上記送給装置による上記消耗電極の送給が停止したと判断すると、送給停止検知信号を送る送給停止検知回路と、

上記送給停止検知信号を受けると、上記経路長変化装置の駆動を停止するための経路長変化停止信号を、上記経路長変化装置に送る経路長制御回路と、を更に備える、請求項1に記載のアーク溶接システム。

【請求項3】

上記電源回路は、上記送給停止検知信号が生成された後に、上記短絡が解消し上記アークが発生した時刻から、上記消耗電極と上記母材との間にアンチスティック電圧の印加を開始する、請求項2に記載のアーク溶接システム。

【請求項4】

上記経路長制御回路は、上記電源回路が上記アンチスティック電圧の印加を開始した後に、上記経路長変化停止信号を、上記経路長変化装置に送る、請求項3に記載のアーク溶接システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アーク溶接システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1に示すように、消耗電極を送給しながら、この消耗電極と母材との間にアークを発生させつつ溶接を行うアーク溶接方法が知られている。同文献では、ワイヤ送給装置から溶接トーチに向かって、消耗電極を一定の速度で送給している。そして、消耗電極のうち、消耗電極の軸線方向におけるワイヤ送給装置から溶接トーチに至る長さ（送給経路長）を、経路長変化装置によって周期的に変化させる。これにより、消耗電極と母材とが短絡している短絡期間と、消耗電極と母材との間にアークが発生しているアーク発生期間とを、一定の周期で繰り返す。短絡期間からアーク発生期間に切り替わる直前には、消耗電極と母材との間に流れる溶接電流の値を減少させる。これにより、短絡期間からアーク発生期間への切替時に生じうるスパッタの発生を抑制している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4745453号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

同文献に記載のアーク溶接方法を終了する際、ワイヤ送給装置の駆動を停止させることにより、ワイヤ送給装置からの消耗電極の送給を停止する。駆動を停止するための信号をワイヤ送給装置が受けた場合、ワイヤ送給装置の駆動は即座に停止しない。すなわち、ワイヤ送給装置のモータは慣性によってしばらくのあいだ、回転し続ける。そのため、アーク溶接方法を終了する際に、ワイヤ送給装置からの消耗電極の送給速度が徐々に減少しつつ上記の送給経路長が周期的に変化する期間が、生じることとなる。そうすると、短絡期

10

20

30

40

50

間とアーク発生期間との繰り返し周期が、ワイヤ送給装置が駆動を停止するための信号を受けた時以前における周期から、ずれてしまう。このような場合、短絡期間からアーク発生期間への切替前に、溶接電流を適切に低下させることができなくなるおそれがある。溶接電流を適切に低下させることができないと、スパッタの発生を適切に抑制できない。

【0005】

本発明は、上記した事情のもとで考え出されたものであって、スパッタの発生を適切に抑制できるアーク溶接システムを提供することをその主たる課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の側面によると、駆動源としての送給モータを有し、消耗電極を溶接トーチに向かって送り出す送給装置と、モータの駆動力によって回転する偏心シャフトおよび当該偏心シャフトに連結されたカム機構を用いて、上記消耗電極が挿通されるコンジットケーブルのコイルライナを往復動させることにより、上記消耗電極のうち、上記消耗電極の軸線方向における上記送給装置から上記溶接トーチに至る長さを、周期的に変化させる経路長変化装置と、上記消耗電極および母材の間に流れる溶接電流の値を低下させる降下時刻を算出する算出回路と、上記降下時刻に至ると、上記溶接電流の値を低下させることにより、上記溶接電流としてスパッタ抑制電流の通電を開始する電源回路と、上記送給装置の駆動を停止するための送給停止指示信号を、上記送給装置に送る送給制御回路と、を備え、上記電源回路は、上記消耗電極および上記母材の短絡が発生したこと、および、上記短絡が解消し上記消耗電極および上記母材の間にアークが発生したこと、のいずれか一方であるアーク状態変化が生じた時刻であって、上記降下時刻以降に初めて到来するアーク状態変化が生じた時刻において、上記スパッタ抑制電流の通電を継続し、上記算出回路は、上記送給停止指示信号が生成されると、連続する上記降下時刻の間隔が短くなるように、(4)式および(5)式によって求められる予測時刻 $P(t)$ から予め定められた設定時間だけ前の時刻を上記降下時刻として算出する、アーク溶接システムが提供される。

$$P(t) = Ct + Tw - Te(Ct + Tw) \dots (4)$$

ただし、 Ct は、アーク状態変化が生じた変化時刻、 Tw は、定数である単位期間、 $Te(t)$ は、(5)式で算出される時刻 t の関数である補正值である。

$$Te(t) = (t - (t21)) \dots (5)$$

ただし、 $t21$ は、正の値の予め得られた係数であり、時刻 $t21$ は、送給停止信号が生成された時刻である。

【0007】

好ましくは、上記送給装置による上記消耗電極の送給が停止したと判断すると、送給停止検知信号を送る送給停止検知回路と、上記送給停止検知信号を受けると、上記経路長変化装置の駆動を停止するための経路長変化停止信号を、上記経路長変化装置に送る経路長制御回路と、を更に備える。

【0008】

好ましくは、上記電源回路は、上記送給停止検知信号が生成された後に、上記短絡が解消し上記アークが発生した時刻から、上記消耗電極と上記母材との間にアンチスティック電圧の印加を開始する。

【0009】

好ましくは、上記経路長制御回路は、上記電源回路が上記アンチスティック電圧の印加を開始した後に、上記経路長変化停止信号を、上記経路長変化装置に送る。

【0011】

このような構成によると、アーク状態変化の生じるタイミングの変化に応じて、降下時刻を算出することができる。そのため、送給停止指示信号が生成された時刻以降において、アーク状態変化が生じる前に、溶接電流の値を確実に低下させ、スパッタ抑制電流の通電を開始することが可能となる。これにより、送給停止指示信号が生成された時刻以降の、アーク状態変化が生じた時刻において、スパッタ抑制電流を確実に通電させることがで

10

20

30

40

50

き、アーク状態変化が生じた時に発生しうるスパッタを適切に抑制することができる。

【0012】

本発明のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1実施形態にかかるアーク溶接システムの構成を示す図である。

【図2】図1に示すアーク溶接システムにおける経路長変化装置の近傍の要部拡大図（一部透視化）である。

【図3】図2の経路長変化装置のみを示す拡大図である。

10

【図4】図2の経路長変化装置のカム機構の変化状態を示す図である。

【図5】溶接トーチとコンジットケーブルとに経路長変化装置が固定された状態を模式的に示す要部拡大断面図である。

【図6】消耗電極の送給経路長を模式的に示す図である。

【図7】図1のアーク溶接システムにおけるロボット制御装置と電源装置との詳細を示すブロック図である。

【図8】本発明の第1実施形態のアーク溶接方法の定常溶接状態における、各信号等を示すタイミングチャートである。

【図9】本発明の第1実施形態のアーク溶接方法の溶接終了時における、各信号等を示すタイミングチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0014】

[アーク溶接システムA1について]

図1に示すアーク溶接システムA1は、溶接ロボット1と、ロボット制御装置2と、電源装置3とを備える。

【0015】

溶接ロボット1は、母材Wに対してたとえばアーク溶接を自動で行うものである。溶接ロボット1は、ベース部材11と、複数のアーム12と、複数のモータ13と、溶接トーチ14と、送給装置16と、経路長変化装置17と、コンジットケーブル19と、を含む。

30

【0016】

ベース部材11は、フロア等の適当な箇所に固定されている。各アーム12は、ベース部材11に軸を介して連結されている。

【0017】

溶接トーチ14は、溶接ロボット1の最も先端側に設けられたアーム12aの先端部に設けられている。溶接トーチ14は、消耗電極15を母材Wの近傍の所定の位置に導くものである。図5に模式的に示すように、溶接トーチ14は、コンタクトチップ141と、ノズル142とを有する。コンタクトチップ141は、たとえばCuまたはCu合金製である。コンタクトチップ141には、消耗電極15を挿通するための貫通孔が設けられている。この貫通孔は、内面が消耗電極15に擦れ合う程度の寸法である。ノズル142は、たとえば、CuまたはCu合金製である。ノズル142は、適宜、水冷構造を有する。ノズル142には開口143が形成されている。ノズル142とコンタクトチップ141との間には、たとえばArなどのシールドガスSGが供給される。供給されたシールドガスSGは開口143から噴出する。このシールドガスSG内に消耗電極15が送給される。

40

【0018】

モータ13は、アーム12の両端または一端に設けられている（一部図示略）。モータ13は、ロボット制御装置2により回転駆動する。この回転駆動により、複数のアーム12の移動が制御され、溶接トーチ14が上下前後左右に自在に移動できるようになっている。モータ13には、図示しないエンコーダが設けられている。このエンコーダの出力は

50

、ロボット制御装置 2 に与えられる。この出力値により、ロボット制御装置 2 では、溶接トーチ 14 の現在位置を認識するようになっている。

【0019】

送給装置 16 は、溶接ロボット 1 における上部に設けられている。送給装置 16 は、溶接トーチ 14 に対して、消耗電極 15 を送り出すためのものである。送給装置 16 は、送給モータ 161 (図 1 参照) と、プッシュ装置 162 (図 6 参照) とを有する。送給モータ 161 はプッシュ装置 162 を駆動する。プッシュ装置 162 は、送給モータ 161 を駆動源として、ワイヤリール WL (図 6 参照) に巻かれた消耗電極 15 を溶接トーチ 14 へと送り出す。

【0020】

コンジットケーブル 19 は、消耗電極 15 を挿通し、且つ、消耗電極 15 を送給装置 16 から溶接トーチ 14 へと導くものである。図 1 によく表れているように、コンジットケーブル 19 は、送給装置 16 から溶接トーチ 14 に至るまでの中途部分において、湾曲した部位を有する。図 5 に模式的に示すように、コンジットケーブル 19 は、コイルライナ 191 と、被覆チューブ 192 とを有する。

【0021】

コイルライナ 191 は、たとえば金属線材をコイル状に形成したものである。コイルライナ 191 には、消耗電極 15 が挿通される。上述のようにコンジットケーブル 19 は湾曲した部位を有する。そのためこの湾曲した部位において、消耗電極 15 がコイルライナ 191 の内壁に擦れながら送給される。被覆チューブ 192 は、チューブ状を呈する。被覆チューブ 192 は、たとえば、塩素化ポリエチレン (CPE: chlorinated polyethylene) よりなる。被覆チューブ 192 はコイルライナ 191 を囲んでいる。上述のようにコンジットケーブル 19 は湾曲した部位を有するため、この湾曲した部位において、被覆チューブ 192 はコイルライナ 191 と擦れ合う。

【0022】

図 1 ~ 図 3 に示す経路長変化装置 17 は、送給経路長 La (図 6 参照) を変化させるものである。送給経路長 La は、消耗電極 15 のうち、消耗電極 15 の軸線方向における、プッシュ装置 162 から溶接トーチ 14 に至るまでの長さのことを言う。本実施形態においては、経路長変化装置 17 は、モータ 171 と、偏芯シャフト 172 と、カム機構 173 と、ベアリング 174a, 174b と、マウント 175 と、プッシュ 176 と、シャフト 177 とを有する。

【0023】

図 2 に示すように、モータ 171 は、溶接トーチ 14 に対し固定されている。すなわちモータ 171 は溶接トーチ 14 に対し相対移動しない。モータ 171 は、経路長変化装置 17 を駆動する。モータ 171 は、図 3 の左右方向に延びる軸を回転軸としている。モータ 171 には図示しないエンコーダが取り付けられている。偏芯シャフト 172 は、モータ 171 の回転軸に固定されている。偏芯シャフト 172 は、モータ 171 の回転軸に対して偏芯した位置にボルトが設けられている。カム機構 173 は、ドライブカムであり、カム機構 173 には 2 つの孔が形成されている (図 4 参照)。カム機構 173 は、これらの 2 つの孔の一方に設けられたベアリング 174a を介して、偏芯シャフト 172 の上記ボルトに連結されている。マウント 175 は、上記 2 つの孔の他方に設けられたベアリング 174b を介してカム機構 173 に連結されている。マウント 175 は、プッシュ 176 を介して、シャフト 177 に連結されている。シャフト 177 は、モータ 171 の本体に対して固定されている。マウント 175 は、シャフト 177 に沿って、図 2 の上下方向に移動できる。図 5 に示すように、マウント 175 は、コンジットケーブル 19 のコイルライナ 191 に固定されている。

【0024】

モータ 171 が回転すると、偏芯シャフト 172 のボルトが偏芯回転する。すると、この偏芯回転に従って、図 4 に示すように、カム機構 173 が (K1) から (K4) まで一連の動作をする。そして図 3 に示すように、マウント 175 は、シャフト 177 に沿って

10

20

30

40

50

往復運動をする。これにより、コンジットケーブル19（本実施形態においてはコイルライナ191）が溶接トーチ14に対し図5の上下に微小に往復運動をする。コイルライナ191の往復運動に伴い、コイルライナ191と擦れ合う消耗電極15が往復運動をする。コイルライナ191の往復運動によって、送給経路長 L_a が変化することとなる。なお、経路長変化装置17からは、モータ171の回転角 (t) に関する回転角信号 S が後述の電流制御回路32に送られる。カム機構173が図4の(K1)に示す状態である場合、回転角 $(t) = 0$ (rad)である。カム機構173が同図(K2)に示す状態である場合、回転角 $(t) = \pi/2$ (rad)である。カム機構173が同図(K3)に示す状態である場合、回転角 $(t) = \pi$ (rad)である。カム機構173が同図(K4)に示す状態である場合、回転角 $(t) = 3\pi/2$ (rad)である。

10

【0025】

図7は、図1のアーク溶接システムA1におけるロボット制御装置2と電源装置3との詳細を示すブロック図である。

【0026】

ロボット制御装置2は、動作制御回路21と、ティーチペンダント23とを含む。ロボット制御装置2は、溶接ロボット1の動作を制御するためのものである。

【0027】

動作制御回路21は、図示しないマイクロコンピュータおよびメモリを有している。このメモリには、溶接ロボット1の各種の動作が設定された作業プログラムが記憶されている。また、動作制御回路21は、後述のロボット移動速度 V_R を設定する。動作制御回路21は、上記作業プログラム、上記エンコーダからの座標情報、およびロボット移動速度 V_R 等に基づき、溶接ロボット1に対して動作制御信号 M_s を送る。溶接ロボット1は動作制御信号 M_s を受け、各モータ13を回転駆動させる。これにより、溶接トーチ14が、母材Wにおける所定の溶接開始位置に移動したり、母材Wの面内方向に沿って移動したりする。

20

【0028】

動作制御回路21は、終了判断回路211を有する。終了判断回路211は、溶接を終了すべきと判断すると、溶接終了指示信号 W_s を送る。溶接を終了すべきと終了判断回路211が判断するのは、たとえば、溶接トーチ14が母材Wの所定の終了位置に到達したことや、溶接開始から所定の時間が経過したことに基づく。もしくは、溶接を終了すべきと終了判断回路211が判断するのは、下記のティーチペンダント23に対しユーザから溶接を終了する旨の入力がされたことに基づいてもよい。

30

【0029】

ティーチペンダント23は、動作制御回路21に接続されている。ティーチペンダント23は、各種動作をアーク溶接システムA1のユーザが設定するためのものである。

【0030】

電源装置3は、電源回路31と、電流制御回路32と、電圧制御回路33と、算出回路35と、送給制御回路36と、経路長制御回路37と、送給停止検知回路38と、電流値記憶部39と、を含む。電源装置3は、消耗電極15と母材Wとの間に、溶接電圧 V_w を印加し、溶接電流 I_w を流すための装置であるとともに、消耗電極15の送給を行うための装置である。

40

【0031】

電源回路31は、電力発生回路MCと、電源特性切替回路SWと、電流誤差計算回路EIと、電圧誤差計算回路EVと、電流検出回路IDと、電圧検出回路VDとを有する。電源回路31は、消耗電極15と母材Wとの間に指示された値で溶接電圧 V_w を印加し、また、消耗電極15から母材Wに指示された値で溶接電流 I_w を流すためのものである。

【0032】

電力発生回路MCは、たとえば3相200V等の商用電源を入力として、後述の誤差信号 E_a に従ってインバータ制御、サイリスタ位相制御等の出力制御を行い、溶接電圧 V_w および溶接電流 I_w を出力する。

50

【0033】

電流検出回路IDは、消耗電極15と母材Wとの間に流れる溶接電流Iwの値を検出するためのものである。電流検出回路IDは、溶接電流Iwに対応する電流検出信号Idを送る。電流誤差計算回路EIは、実際に流れている溶接電流Iwの値と、設定された溶接電流の値との差Iwを計算するためのものである。具体的には、電流誤差計算回路EIは、電流検出信号Idと、設定された溶接電流の値に対応する後述の電流設定信号Irとを受け、差Iwに対応する電流誤差信号Eiを送る。なお、電流誤差計算回路EIは、電流誤差信号Eiとして、差Iwを増幅した値に対応するものを送ってもよい。

【0034】

電圧検出回路VDは、消耗電極15と母材Wとの間に印加される溶接電圧Vwの値を検出するためのものである。電圧検出回路VDは、溶接電圧Vwに対応する電圧検出信号Vdを送る。電圧誤差計算回路EVは、実際に印加されている溶接電圧Vwの値と、設定された溶接電圧の値との差Vwを計算するためのものである。具体的には、電圧誤差計算回路EVは、電圧検出信号Vdと、設定された溶接電圧の値に対応する後述の電圧設定信号Vrとを受け、差Vwに対応する電圧誤差信号Evを送る。なお、電圧誤差計算回路EVは、電圧誤差信号Evとして、差Vwを増幅した値に対応するものを送ってもよい。

10

【0035】

電源特性切替回路SWは、電源回路31の電源特性（定電流特性もしくは定電圧特性）を切り替えるものである。電源回路31の電源特性が定電流特性である場合には、溶接電流Iwの値が設定された値となるように、電源回路31において出力が制御される。一方、電源回路31の電源特性が定電圧特性である場合には、電源回路31は溶接電圧Vwの値が設定された値となるように、電源回路31において出力が制御される。より具体的には、電源特性切替回路SWは、後述の電源特性切替信号Swと、電流誤差信号Eiと、電圧誤差信号Evとを受け、電源特性切替回路SWの受ける電源特性切替信号SwがHighレベルである場合には、電源特性切替回路SWにおけるスイッチは、図7のa側に接続される。この場合、電源回路31の電源特性は定電圧特性であり、電源特性切替回路SWは、電圧誤差信号Evを誤差信号Eaとして電力発生回路MCに送る。このとき、電力発生回路MCは、溶接電圧Vwの値が設定された値となる（すなわち上述の差Vwがゼロとなる）ような制御を行う。一方、電源特性切替回路SWの受けた電源特性切替信号SwがLowレベルである場合には、電源特性切替回路SWにおけるスイッチは、図7のb側に接続される。この場合、電源回路31の電源特性は定電流特性であり、電源特性切替回路SWは、電流誤差信号Eiを誤差信号Eaとして電力発生回路MCに送る。このとき、電力発生回路MCは、溶接電流Iwの値が設定された値となる（すなわち上述の差Iwがゼロとなる）ような制御を行う。

20

30

【0036】

電流値記憶部39は、スパッタ抑制電流値ir1の値を記憶する。スパッタ抑制電流値ir1は、たとえばティーチペンダント23から入力され動作制御回路21を経由して、電流値記憶部39に記憶される。

【0037】

電流制御回路32は、消耗電極15と母材Wとの間に流れる溶接電流Iwの値を設定するためのものである。電流制御回路32は、電流値記憶部39に記憶された、スパッタ抑制電流値ir1に基づき、溶接電流Iwの値を指示するための電流設定信号Irを生成する。そして電流制御回路32は、生成した電流設定信号Irを電源回路31に送る。

40

【0038】

電圧制御回路33は、消耗電極15と母材Wとの間に印加する溶接電圧Vwの値を設定するためのものである。電圧制御回路33は、図示しない記憶部に記憶された設定電圧値に基づき、溶接電圧Vwの値を指示するための電圧設定信号Vrを電源回路31に送る。

【0039】

算出回路35は、溶接電流Iwの値を低下させる降下時刻td1（図8参照）を算出す

50

る。算出回路 3 5 は、アーク状態検出回路 3 5 1 と、計算回路 3 5 2 と、設定時間記憶部 3 5 3 と、を含む。

【 0 0 4 0 】

設定時間記憶部 3 5 3 は、設定時間 T_b の値を記憶する。設定時間 T_b の値は、たとえばティーチペンダント 2 3 から入力され動作制御回路 2 1 を経由して、設定時間記憶部 3 5 3 に記憶される。

【 0 0 4 1 】

アーク状態検出回路 3 5 1 は、消耗電極 1 5 と母材 W との間のアーク a_1 が発生しているか消滅しているかを検出する。本実施形態においては、アーク状態検出回路 3 5 1 は、電圧検出信号 V_d を受ける。アーク状態検出回路 3 5 1 は、溶接電圧 V_w の値に基づき、アーク a_1 の発生の有無を判断する。アーク状態検出回路 3 5 1 は、溶接電圧 V_w があるしきい値を下回っているときは、アーク a_1 が消滅していると判断する。またアーク状態検出回路 3 5 1 は、溶接電圧 V_w が当該しきい値を上回っているときは、アーク a_1 が発生していると判断する。

10

【 0 0 4 2 】

アーク状態検出回路 3 5 1 は、アーク状態変化 C_h_1 (図 8 参照) を検出すると、アーク状態変化検出信号 A_s_1 を計算回路 3 5 2 に送る。アーク状態変化 C_h_1 とは、消耗電極 1 5 および母材 W の短絡が発生すること、および、上記短絡が解消し消耗電極 1 5 および母材 W の間にアーク a_1 が発生すること、のいずれか一方である。本実施形態において、アーク状態変化 C_h_1 は、短絡が解消し消耗電極 1 5 および母材 W の間にアーク a_1 が発生することである。

20

【 0 0 4 3 】

計算回路 3 5 2 は、アーク状態変化検出信号 A_s_1 と、回転角信号 S と、溶接終了指示信号 W_s と、を受取る。計算回路 3 5 2 は、上述の降下時刻 t_d_1 を求める。本実施形態においては、計算回路 3 5 2 は、アーク状態変化検出信号 A_s_1 と、回転角信号 S と、設定時間記憶部 3 5 3 に記憶された設定時間 T_b と、に基づき、降下時刻 t_d_1 を求める。計算回路 3 5 2 による降下時刻 t_d_1 を求める工程については、後述する。計算回路 3 5 2 は、降下時刻 t_d_1 に至ると、電源回路 3 1 (具体的には、電源特性切替回路 S_W) に送っている電源特性切替信号 S_w を、 $H_i_g_h$ レベルから L_o_w レベルに切り替える。これにより、電源回路 3 1 の電源特性が定電圧特性から定電流特性に切り替わる。

30

【 0 0 4 4 】

送給制御回路 3 6 は、送給装置 1 6 が消耗電極 1 5 を送り出す速度 (送給速度 V_f) を制御するためのものである。送給制御回路 3 6 は、送給速度 V_f を指示するための送給速度制御信号 F_c を送給装置 1 6 に送る。

【 0 0 4 5 】

経路長制御回路 3 7 は、上述の送給経路長 L_a の値を制御するためのものである。本実施形態においては、経路長制御回路 3 7 は、回転速度信号 W_c を経路長変化装置 1 7 に送る。回転速度信号 W_c は、経路長変化装置 1 7 におけるモータ 1 7 1 の回転速度 d (t) / $d t$ を指示するものである。

40

【 0 0 4 6 】

送給停止検知回路 3 8 は、送給装置 1 6 による消耗電極 1 5 の送給が停止したことを検知すると、送給停止検知信号 S_s_t を生成する。送給停止検知回路 3 8 は、生成した送給停止検知信号 S_s_t を、経路長制御回路 3 7 に送る。

【 0 0 4 7 】

[アーク溶接システム A 1 を用いたアーク溶接方法について]

次に、図 8、図 9 をさらに用いて、アーク溶接システム A 1 を用いたアーク溶接方法について説明する。図 8 は、本実施形態のアーク溶接方法の定常溶接状態における、各信号等を示すタイミングチャートである。

【 0 0 4 8 】

図 8 (a) はモータ 1 7 1 の回転角 (t)、(b) は送給経路長 L_a の変化量 V_1 (

50

t)、(c)は溶接トーチ14に囲まれた部位(図5のRa)の消耗電極15の溶接トーチ14から母材Wへ向かう母材Wに対する相対的な速度 $V_2(t)$ 、(d)は溶接電圧 V_w 、(e)は電流設定信号 I_r 、(f)は溶接電流 I_w 、(g)は電源特性切替信号 S_w 、の変化状態をそれぞれ示す。なお、変化量 $V_1(t)$ 、速度 $V_2(t)$ 、および送給速度 V_f などは、溶接トーチ14から母材Wへ向かう方向を正とする。なお、速度 $V_2(t)$ は、消耗電極15のうち溶接トーチ14の先端における部位の速度と同一である。

【0049】

本実施形態の定常溶接状態では、経路長制御回路37は、モータ171の回転速度 $d(t)/dt$ を一定の値 $2/T_w$ に指示する回転速度信号 W_c を、経路長変化装置17に送る(T_w はたとえば、10~20msである)。これにより、モータ171は、値 $2/T_w$ の回転速度 $d(t)/dt$ で回転する。そして、図8(a)に示すモータ171の回転角 (t) は、下記(1)式により表わされる。

$$(t) = (2/T_w) \cdot (t - (n-1)T_w) \quad ((n-1)T_w < t < nT_w) \quad (n \text{ は整数}) \quad \dots (1)$$

【0050】

図8(a)に示すように、モータ171が回転すると、図8(b)に示すように、送給経路長 L_a の変化量 $V_1(t)$ が変化する。変化量 $V_1(t)$ は、下記(2)式により表わされる。

$$V_1(t) = V_a \cdot \cos(t) \quad \dots (2)$$

(2)式において V_a は振幅であり、一定の値である。このように、変化量 $V_1(t)$ は周期的に変化する。

【0051】

一方、本実施形態の定常溶接状態では、送給制御回路36が、送給速度 V_f を指示するための送給速度制御信号 F_c を送給装置16に送っている。そのため、消耗電極15は、送給装置16からは送給速度 V_f で溶接トーチ14に向かって送り出されている。よって、図8(c)に示すように、溶接トーチ14に囲まれた部位(図5のRa)の速度 $V_2(t)$ は、上述の変化量 $V_1(t)$ と送給速度 V_f とを加算したものとなる。すなわち、速度 $V_2(t)$ は、下記(3)式により表わされる。

$$V_2(t) = V_f + V_a \cdot \cos(t) \quad \dots (3)$$

【0052】

図8(c)に示すように、本実施形態の定常溶接状態では、消耗電極15が、速度 $V_2(t)$ が単位期間 T_w を一周期とする周期関数となるように、送給される。実際、(1)式および(3)式によると、 $V_2(t+T_w) = V_2(t)$ の関係が満たされている。単位期間 T_w は定数である。単位期間 T_w は、速度 $V_2(t)$ が正の値である前進送給期間 T_{w1} と、速度 $V_2(t)$ が負の値である後退送給期間 T_{w2} とからなる。前進送給期間 T_{w1} においては、速度 $V_2(t)$ が正の値であるから、消耗電極15は溶接トーチ14から送り出されている状態(前進送給されている状態)にある。一方、後退送給期間 T_{w2} においては、速度 $V_2(t)$ が負の値であるから、消耗電極15は溶接トーチ14から引き上げられている状態(後退送給されている状態)にある。

【0053】

以上のように、本実施形態の定常溶接状態では、溶接電流 I_w や溶接電圧 V_w の値の変化に依らず、速度 $V_2(t)$ が一定の周期の周期関数となるように消耗電極15が送給される。そして、このように消耗電極15を送給した状態で、消耗電極15と母材Wとが短絡している短絡期間 T_s と、消耗電極15と母材Wとの間にアーク a_1 が発生しているアーク発生期間 T_a とを繰り返す。各前進送給期間 T_{w1} のある時点で、消耗電極15を母材Wに短絡させる。これにより、短絡期間 T_s が開始する。また、各後退送給期間 T_{w2}

10

20

30

40

50

のある時点で、消耗電極 15 を母材 W から離間させ、消耗電極 15 と母材 W との短絡状態を開放する。これにより、アーク発生期間 T_a が開始する。以下、溶接開始時からの工程について具体的に説明する。

【 0 0 5 4 】

まず、溶接開始時において、溶接トーチ 14 と母材 W とがある程度離間した状態で、溶接を開始するための溶接開始信号 S_t (図示略) がティーチペンダント 23 に入力される。入力された溶接開始信号 S_t が、ティーチペンダント 23 から動作制御回路 21 を経由して、算出回路 35 と、経路長制御回路 37 と、送給制御回路 36 と、に送られる。すると、送給制御回路 36 は送給速度制御信号 F_c を送給装置 16 に送り、また、経路長制御回路 37 は経路長変化装置 17 に回転速度信号 W_c を送り、消耗電極 15 が図 8 (c) に示す速度 $V_2(t)$ で送給される。次に、溶接トーチ 14 を母材 W に接近させてゆき、短絡期間 T_s とアーク発生期間 T_a とが繰り返し発生する定常溶接状態に移行させる。定常溶接状態においては、溶接トーチ 14 は、母材 W との距離を一定に保ちつつ、母材 W の面内方向における溶接進行方向に沿って、ロボット移動速度 V_R で移動している。

10

【 0 0 5 5 】

(1) アーク発生期間 T_a (時刻 t_0 ~ 時刻 t_3)

アーク発生期間 T_a は、アーク a_1 を発生させ母材 W を加熱するための期間である。図 8 (g) に示すように、アーク発生期間 T_a のほぼ全期間 (時刻 t_1 ~ 時刻 t_3) において、電源特性切替信号 S_w は $H_i g h$ レベルとなっている。そのため、時刻 t_1 ~ 時刻 t_3 において、電源回路 31 の電源特性は定電圧特性となっている。また、同図 (c) に示すように、時刻 t_2 において、消耗電極 15 が後退送給される状態から前進送給される状態に変化する。

20

【 0 0 5 6 】

(2) 短絡期間 T_s (時刻 t_3 ~ 時刻 t_5)

< 時刻 t_3 ~ 降下時刻 t_{d1} >

短絡期間 T_s は、消耗電極 15 の先端を母材 W に接触させ消耗電極 15 の一部を母材 W に移行させるための期間である。消耗電極 15 が前進送給されることにより、時刻 t_3 において、消耗電極 15 と母材 W とが接触し消耗電極 15 と母材 W とが短絡する。消耗電極 15 と母材 W とが短絡すると、図 8 (d) に示すように、時刻 t_3 において、溶接電圧 V_w の値が急激に低下する。時刻 t_3 ~ 降下時刻 t_{d1} において、ジュール熱により消耗電極 15 が溶融し、消耗電極 15 と母材 W との接触面積が徐々に大きくなる。これにより、消耗電極 15 から母材 W に流れる溶接電流 I_w に対する抵抗値が小さくなり、図 8 (f) に示すように、溶接電流 I_w の値が徐々に上昇する。図 8 (c) に示すように、時刻 t_3 ~ 降下時刻 t_{d1} においては、消耗電極 15 は前進送給されている。しかし、時刻 t_3 ~ 降下時刻 t_{d1} においては、消耗電極 15 は、上述のように溶融し軟化しているため座屈しにくくなっている。

30

【 0 0 5 7 】

< 降下時刻 t_{d1} ~ 時刻 t_5 >

図 8 (g) に示すように、算出回路 35 の計算回路 352 は、降下時刻 t_{d1} において、電源特性切替信号 S_w を $H_i g h$ レベルから $L o w$ レベルに変化させる。これにより、電源回路 31 の電源特性が定電流特性に変化する。一方、同図 (e) に示すように、電流制御回路 32 は、溶接電流 I_w を比較的小さなスパッタ抑制電流値 i_{r1} で通電させるための電流設定信号 I_r を電源回路 31 (本実施形態においては、電流誤差計算回路 E_I) に送っている。そのため、同図 (f) に示すように、降下時刻 t_{d1} に至ると、溶接電流 I_w の値がスパッタ抑制電流値 i_{r1} まで低下し、溶接電流 I_w としてスパッタ抑制電流 I_{w1} が流れる。なお、降下時刻 t_{d1} の決定方法は後述する。そして、同図 (c) に示すように、時刻 t_4 において、消耗電極 15 が前進送給される状態から後退送給される状態に変化する。

40

【 0 0 5 8 】

(3) アーク発生期間 T_a (時刻 t_5 ~)

50

時刻 t_5 において、消耗電極 15 と母材 W とが離間し、アーク a 1 が発生する。すなわち、上述のアーク状態変化 Ch 1 (短絡が解消し消耗電極 15 および母材 W の間にアーク a 1 が発生すること) が生じる。時刻 t_5 、すなわちアーク状態変化 Ch 1 が生じた時刻において、スパッタ抑制電流 I_{w1} の通電は継続している。スパッタ抑制電流 I_{w1} の電流値は、比較的小さいスパッタ抑制電流値 i_{r1} であるから、アーク a 1 の発生時に生じうるスパッタの発生を抑制できる。消耗電極 15 と母材 W との短絡が解消すると、図 8 (d) に示すように、時刻 t_5 において、溶接電圧 V_w の値が急激に上昇する。この溶接電圧 V_w の値の上昇に基づき、アーク状態検出回路 351 は、アーク状態変化 Ch 1 を検出し、アーク状態変化検出信号 A_{s1} を計算回路 352 に送る。計算回路 352 は、アーク状態変化検出信号 A_{s1} を受けた後の時刻 t_{u1} において、電源特性切替信号 S_w を L_o 10
 w レベルから $H_i g$ レベルに変化させる。これにより、電源回路 31 の電源特性が定電圧特性に変化する。そして、同図 (f) に示すように、溶接電流 I_w の値が母材 W を熱するのに十分な値にまで上昇し、上述と同様の工程が再び行われる。

【0059】

降下時刻 t_{d1} は、算出回路 35 における計算回路 352 において求められる。降下時刻 t_{d1} の決定方法の一例は次のとおりである。

【0060】

まず、計算回路 352 は、アーク状態変化 Ch 1 が生じた変化時刻 C_t (本実施形態では時刻 t_0) に関する変化時情報に基づき、変化時刻 C_t の後における、アーク状態変化 Ch 1 が生じる予測時刻 P_t (本実施形態では時刻 t_5) に関する予測情報を求める。変化時情報は、たとえば、アーク状態変化 Ch 1 が生じた変化時刻 C_t や、変化時刻 C_t における回転角 (t) や、変化時刻 C_t における変化量 $V_1(t)$ や、変化時刻 C_t における速度 $V_2(t)$ の値などである。本実施形態においては、変化時情報は、アーク状態変化 Ch 1 が生じた変化時刻 C_t である。同様に、予測情報は、たとえば、アーク状態変化 Ch 1 が生じる予測時刻 P_t や、予測時刻 P_t における回転角 (t) や、予測時刻 P_t における変化量 $V_1(t)$ や、予測時刻 P_t における速度 $V_2(t)$ の値などである。本実施形態においては、予測情報は、アーク状態変化 Ch 1 が生じる予測時刻 P_t である。
 。

【0061】

具体的には、計算回路 352 は、下記 (4) 式によって、予測情報たる予測時刻 P_t を求める。
 30

$$P_t = C_t + T_w \quad \dots (4)$$

(4) 式は、速度 $V_2(t)$ が単位期間 T_w を一周期として周期的に変化するため、アーク状態変化 Ch 1 も単位期間 T_w を一周期として周期的に生じることを利用している。

【0062】

次に、計算回路 352 は、求められた予測時刻 P_t よりも、設定時間 T_b 前の時刻を、降下時刻 t_{d1} として決定する。設定時間 T_b は、たとえば、 $100 \sim 500 \mu s$ である。
 40

【0063】

次に、図 9 をさらに用いて、アーク溶接システム A 1 を用いたアーク溶接方法の終了方法について説明する。図 9 は、本実施形態のアーク溶接方法の溶接終了時における、各信号等を示すタイミングチャートである。図 9 の時間のスケールは、図 8 の時間のスケールよりも小さい。同図 (a) ~ (g) は、図 8 (a) ~ (g) における信号とそれぞれ同一である。図 9 (h) は、溶接終了指示信号 W_s の変化状態を示し、同図 (i) は、補正值 $T_e(t)$ の変化状態を示す。

【0064】

時刻 t_{21} において、終了判断回路 211 が、溶接を終了すべきと判断し、図 9 (h) に示すように、溶接終了指示信号 W_s を生成する。溶接終了指示信号 W_s が生成された後
 50

の時刻 t_{21} ~ 時刻 t_5 のいずれかの時刻において、溶接トーチ 14 の溶接進行方向に向かう移動が停止する。溶接終了指示信号 W_s は、算出回路 35 における計算回路 352 と、送給制御回路 36 と、経路長制御回路 37 とに送られる。送給制御回路 36 は、溶接終了指示信号 W_s を受けると、送給装置 16 の駆動を停止するための信号（送給速度 V_f を 0 とするための送給速度制御信号 F_c 、本発明の送給停止指示信号）を、送給装置 16 に送る。これにより、図 9 (c) に示すように、消耗電極 15 の送給速度 V_f が、徐々に減少してゆく。そして、時刻 t_{22} において、消耗電極 15 の送給が停止する。なお、送給装置 16 が駆動を停止するための信号を受けた時刻 t_{21} に送給装置 16 による消耗電極 15 の送給が即座に停止しておらず、時刻 t_{21} よりも少し後の時刻 t_{22} に消耗電極 15 の送給が停止しているのは、送給モータ 161 が慣性によって、時刻 t_{21} からしばらくの間、回転し続けるからである。時刻 t_{21} から、送給装置 16 による消耗電極 15 の送給が停止する時刻 t_{22} までの時間は、送給モータ 161 の性能に依存し、本実施形態では、50 ~ 100 msec 程度である。

【0065】

算出回路 35 における計算回路 352 は、溶接終了指示信号 W_s を受けると、(4) 式に代え、下記の (4)' 式によって、予測情報たる予測時刻 P_t を求める。

$$P_t = C_t + T_w - T_e(C_t + T_w) \quad \dots (4)'$$

(4)' 式における、補正值 $T_e(t)$ は、 t の関数であり、下記 (5) 式によって表される (図 9 (i) も参照)。

$$T_e(t) = (t - (t_{21})) \quad \dots (5)$$

ここで、 α は、正の値であり、時刻 t_{21} における送給装置 16 の送給速度 V_f を引数とする実験によって求められた係数である。

【0066】

(4)' 式を用いて時刻 t_{21} 以降に求められる予測時刻 P_t は、時刻 t_{21} 以前の方法によって求められる予測時刻 ($C_t + T_w$) よりも、予測時刻 ($C_t + T_w$) における補正值 $T_e(C_t + T_w)$ だけ前の時刻である、ことを意味している。

【0067】

そして、時刻 t_{21} 以降においても、計算回路 352 は、求められた予測時刻 P_t よりも、設定時間 T_b 前の時刻を、降下時刻 t_{d1} として決定する (図 9 (f) 参照)。

【0068】

以上のように、算出回路 35 における計算回路 352 は、時刻 t_{21} 以降においては (4)' 式によって表される予測時刻 P_t を用いて、降下時刻 t_{d1} を算出する。そのため、算出回路 35 は、時刻 t_{21} にて溶接終了指示信号 W_s が生成されると、連続する降下時刻 t_{d1} の間隔が短くなるように、降下時刻 t_{d1} を算出しているといえる。

【0069】

時刻 t_{22} において、送給停止検知回路 38 は、送給装置 16 による消耗電極 15 の送給が停止したと判断すると、送給停止検知信号 S_{st} を生成する (図 9 では図示略)。送給停止検知回路 38 は、送給モータ 161 の回転数がある値よりも小さくなったときに、送給装置 16 による消耗電極 15 の送給が停止したと判断する。生成された送給停止検知信号 S_{st} は、経路長制御回路 37 に送られる。

【0070】

図 9 の時刻 t_5 において、消耗電極 15 と母材 W との短絡が解消し、アーク a_1 が発生する。そして、同図 (d) に示すように、電源回路 31 は、消耗電極 15 と母材 W との間にアンチスティック電圧 V_{wa} の印加を開始する。すなわち、電源回路 31 は、送給停止検知信号 S_{st} が生成された後に、短絡が解消しアーク a_1 が発生した時刻 t_5 から、アンチスティック電圧 V_{wa} の印加を開始する。アンチスティック電圧 V_{wa} の印加は、ア

10

20

30

40

50

ンチスティック時間 T_{ta} の間継続する。時刻 t_5 からアンチスティック時間 T_{ta} が経過すると、電源回路 31 は、出力を停止する。これにより、図 9 (d)、図 9 (f) に示すように、溶接電圧 V_w および溶接電流 I_w が 0 となる。

【0071】

一方、経路長制御回路 37 は、電源回路 31 がアンチスティック電圧 V_{wa} の印加を開始する時刻 t_5 の後の時刻 t_{23} において、経路長変化装置 17 の駆動を停止するための信号 (回転速度 $d(t)/dt$ を 0 とするための信号、本発明の経路長変化停止信号の一例に相当する。) を、経路長変化装置 17 に送る。これにより、経路長変化装置 17 の駆動が停止し、回転速度 $d(t)/dt$ が 0 となる。そのため、図 9 (a) に示すように、時刻 t_{23} から、回転角 $\theta(t)$ は一定のままとなっている。

10

【0072】

本実施形態の作用効果について説明する。

【0073】

本実施形態においては、送給装置 16 の駆動を停止するための信号 (送給速度 V_f を 0 とするための送給速度制御信号 F_c 、本発明の送給停止指示信号) が生成されると、送給速度 V_f が徐々に減少する。そのため、時刻 t_{21} 以降、連続するアーク状態変化 Ch_1 (本実施形態においては、短絡が解消し消耗電極 15 および母材 W の間にアーク a_1 が発生すること) が生じる時刻の間隔は、徐々に短くなる。算出回路 35 は、連続する降下時刻 t_{d1} の間隔が短くなるように、降下時刻 t_{d1} を算出する。このような構成によると、アーク状態変化 Ch_1 の生じるタイミングの変化に応じて、降下時刻 t_{d1} を算出することができる。そのため、時刻 t_{21} 以降において、アーク状態変化 Ch_1 が生じる前に、溶接電流 I_w の値を確実に降下させ、スパッタ抑制電流 I_{w1} の通電を開始することが可能となる。これにより、時刻 t_{21} 以降の、アーク状態変化 Ch_1 が生じた時刻において、スパッタ抑制電流 I_{w1} を確実に通電させることができ、アーク状態変化 Ch_1 が生じた時に発生しうるスパッタを適切に抑制することができる。

20

【0074】

本実施形態においては、電源回路 31 は、送給停止検知信号 S_{st} が生成された後に、短絡が解消しアーク a_1 が発生した時刻から、消耗電極 15 と母材 W との間にアンチスティック電圧 V_{wa} の印加を開始する。このような構成によると、消耗電極 15 の送給がほぼ停止した後に、アンチスティック電圧 V_{wa} の印加を開始することができる。そのため、アンチスティック電圧 V_{wa} の印加を終え、電源回路 31 からの出力を停止した後に、消耗電極 15 が母材 W ないし母材 W に形成された溶融池に突っ込むことを防止できる。

30

【0075】

本実施形態においては、経路長制御回路 37 は、電源回路 31 がアンチスティック電圧 V_{wa} の印加を開始した後に、経路長変化装置 17 の駆動を停止するための信号 (回転速度 $d(t)/dt$ を 0 とするための信号、本発明の経路長変化停止信号の一例に相当する。) を、経路長変化装置 17 に送る。このような構成によると、アンチスティック電圧 V_{wa} の印加が開始するまでは、送給経路長 L_a の変化を停止しない。そのため、アンチスティック電圧 V_{wa} の印加を開始するまで、アーク発生期間 T_a と短絡期間 T_s とを繰り返すことができる。これにより、より確実に、アンチスティック電圧 V_{wa} の印加をアーク a_1 が発生した時刻から、開始することができる。アンチスティック電圧 V_{wa} の印加をアーク a_1 が発生した時刻から開始できると、溶接終了時に消耗電極 15 の先端に形成される溶融粒の大きさを所望の大きさにすることが可能となる。溶接終了時に消耗電極 15 の先端に形成される溶融粒の大きさを所望の大きさにできると、次の溶接におけるアークスタートの安定化を図ることができる。

40

【0076】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。本発明の各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。上述の実施形態では、アーク状態変化 Ch_1 が、上記短絡が解消し消耗電極 15 および母材 W の間にアーク a_1 が発生すること、として説明したが、本発明はこれに限られない。アーク状態変化 Ch_1 が、消耗電極 15 および母材 W の

50

短絡が発生することであってもよい。すなわち、短絡発生直前に溶接電流を低下させる構成を採用してもよい。また、アーク発生直前、および、短絡発生直前のいずれもにおいて、溶接電流を低下させる構成を採用してもよい。

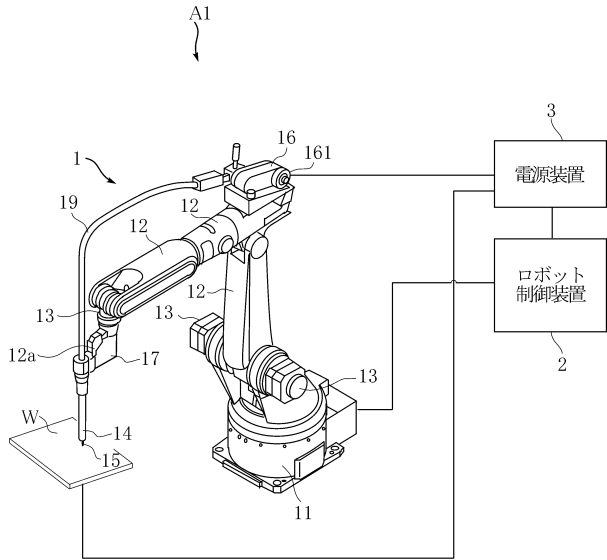
【符号の説明】

【0077】

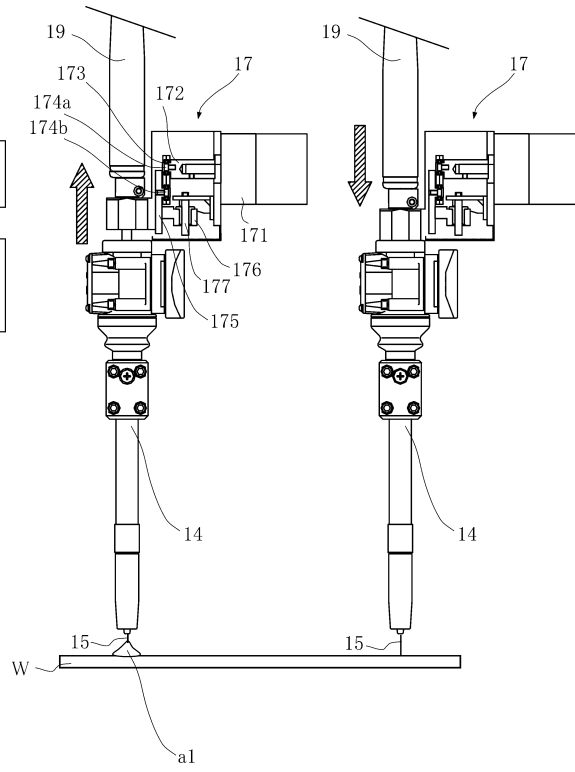
| | | |
|---------|-------------|----|
| A 1 | アーク溶接システム | |
| 1 | 溶接ロボット | |
| 1 1 | ベース部材 | |
| 1 2 | アーム | |
| 1 2 a | アーム | 10 |
| 1 3 | モータ | |
| 1 4 | 溶接トーチ | |
| 1 4 1 | コンタクトチップ | |
| 1 4 2 | ノズル | |
| 1 4 3 | 開口 | |
| 1 5 | 消耗電極 | |
| 1 6 | 送給装置 | |
| 1 6 1 | 送給モータ | |
| 1 6 2 | プッシュ装置 | |
| 1 7 | 経路長変化装置 | 20 |
| 1 7 1 | モータ | |
| 1 7 2 | 偏芯シャフト | |
| 1 7 3 | カム機構 | |
| 1 7 4 a | ベアリング | |
| 1 7 4 b | ベアリング | |
| 1 7 5 | マウント | |
| 1 7 6 | ブッシュ | |
| 1 7 7 | シャフト | |
| 1 9 | コンジットケーブル | |
| 1 9 1 | コイルライナ | 30 |
| 1 9 2 | 被覆チューブ | |
| 2 | ロボット制御装置 | |
| 2 1 | 動作制御回路 | |
| 2 1 1 | 終了判断回路 | |
| 2 3 | ティーチペンダント | |
| 3 | 電源装置 | |
| 3 1 | 電源回路 | |
| 3 2 | 電流制御回路 | |
| 3 3 | 電圧制御回路 | |
| 3 5 | 算出回路 | 40 |
| 3 5 1 | アーク状態検出回路 | |
| 3 5 2 | 計算回路 | |
| 3 5 3 | 設定時間記憶部 | |
| 3 6 | 送給制御回路 | |
| 3 7 | 経路長制御回路 | |
| 3 8 | 送給停止検知回路 | |
| 3 9 | 電流値記憶部 | |
| a 1 | アーク | |
| A s 1 | アーク状態変化検出信号 | |
| C h 1 | アーク状態変化 | 50 |

| | | |
|-----------|------------|----|
| C t | 変化時刻 | |
| E a | 誤差信号 | |
| E I | 電流誤差計算回路 | |
| E i | 電流誤差信号 | |
| E V | 電圧誤差計算回路 | |
| E v | 電圧誤差信号 | |
| F c | 送給速度制御信号 | |
| I D | 電流検出回路 | |
| I d | 電流検出信号 | |
| I r | 電流設定信号 | 10 |
| i r 1 | スパッタ抑制電流値 | |
| I w | 溶接電流 | |
| I w 1 | スパッタ抑制電流 | |
| L a | 送給経路長 | |
| M C | 電力発生回路 | |
| M s | 動作制御信号 | |
| P t | 予測時刻 | |
| S G | シールドガス | |
| S s t | 送給停止検知信号 | |
| S W | 電源特性切替回路 | 20 |
| S w | 電源特性切替信号 | |
| S | 回転角信号 | |
| T a | アーク発生期間 | |
| T b | 設定時間 | |
| T e (t) | 補正值 | |
| T s | 短絡期間 | |
| T t a | アンチスティック時間 | |
| V 1 (t) | 変化量 | |
| V 2 (t) | 速度 | |
| V D | 電圧検出回路 | 30 |
| V d | 電圧検出信号 | |
| V f | 送給速度 | |
| V R | ロボット移動速度 | |
| V r | 電圧設定信号 | |
| V w | 溶接電圧 | |
| V w a | アンチスティック電圧 | |
| W | 母材 | |
| W c | 回転速度信号 | |
| W L | ワイヤリール | |
| W s | 溶接終了指示信号 | 40 |
| (t) | 回転角 | |

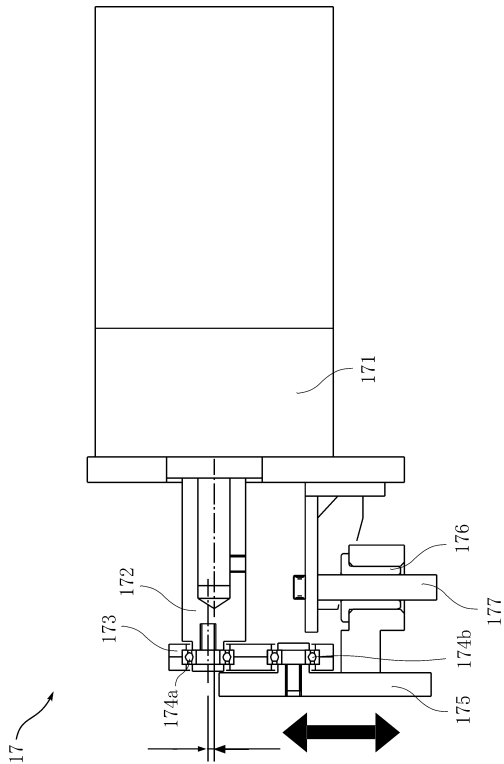
【図1】



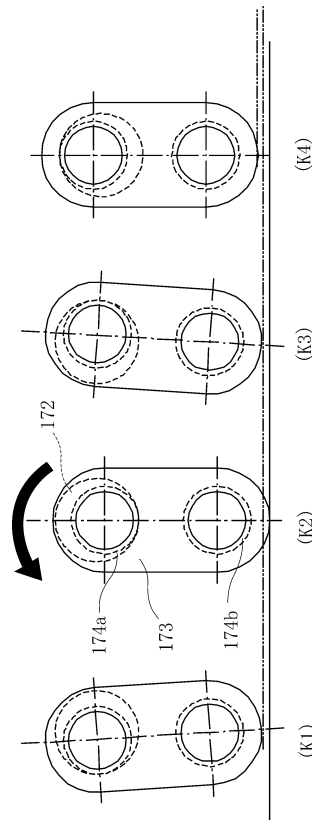
【図2】



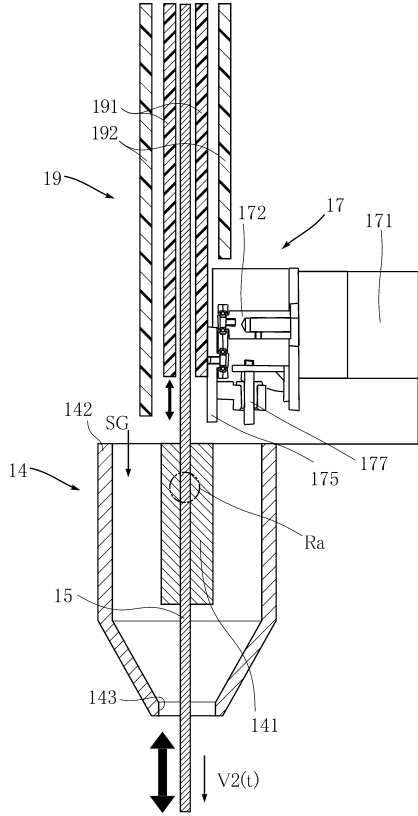
【図3】



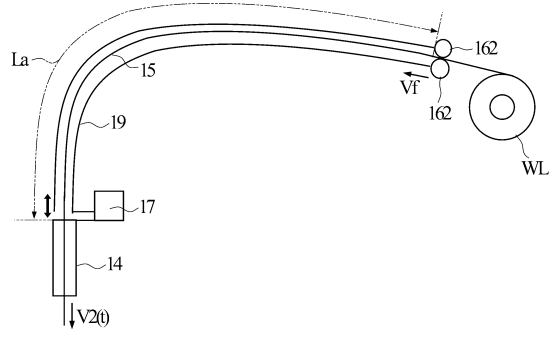
【図4】



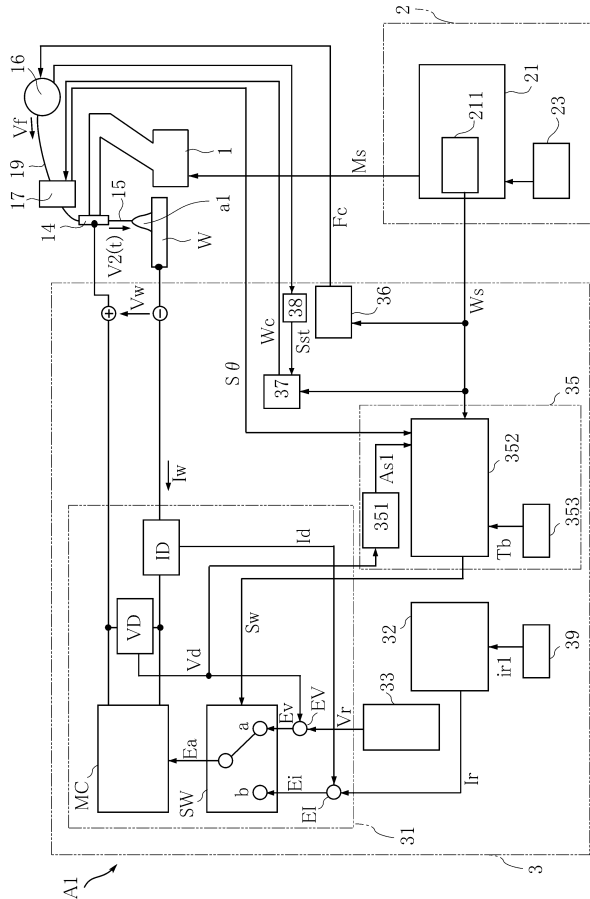
【 図 5 】



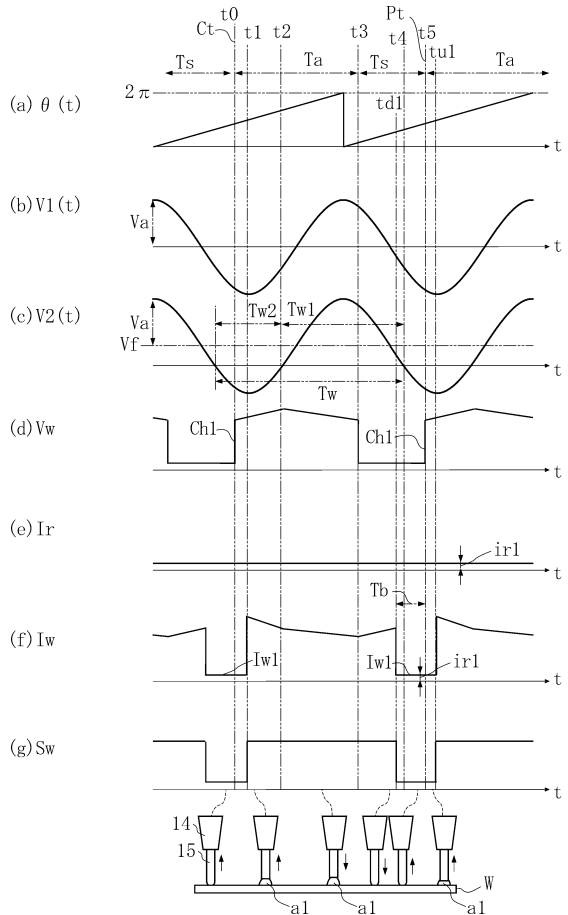
【 図 6 】



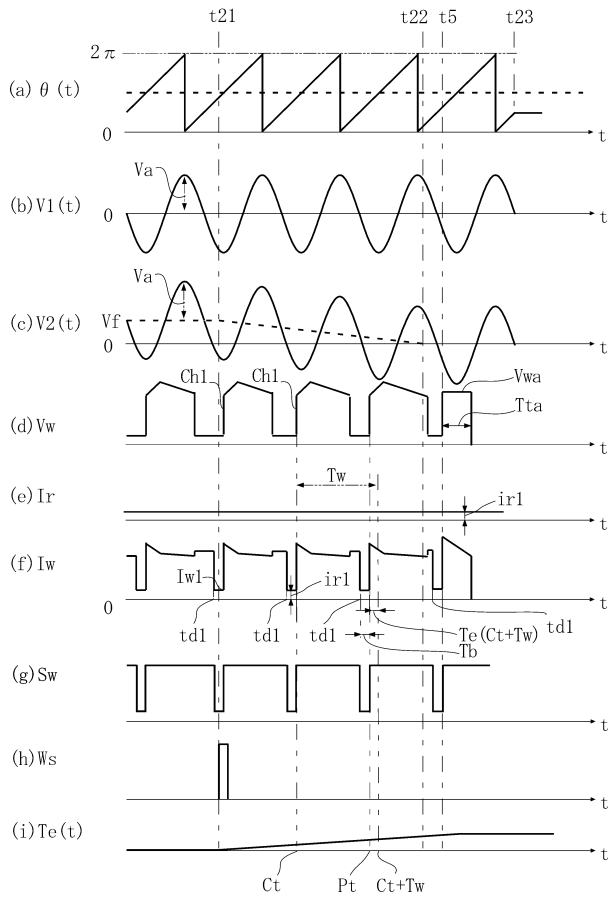
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 利幸
大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

審査官 豊島 唯

(56)参考文献 特許第4745453(JP, B2)
特開昭60-199573(JP, A)
特開平09-001332(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 9/00 - 9/133