

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年7月28日(28.07.2016)



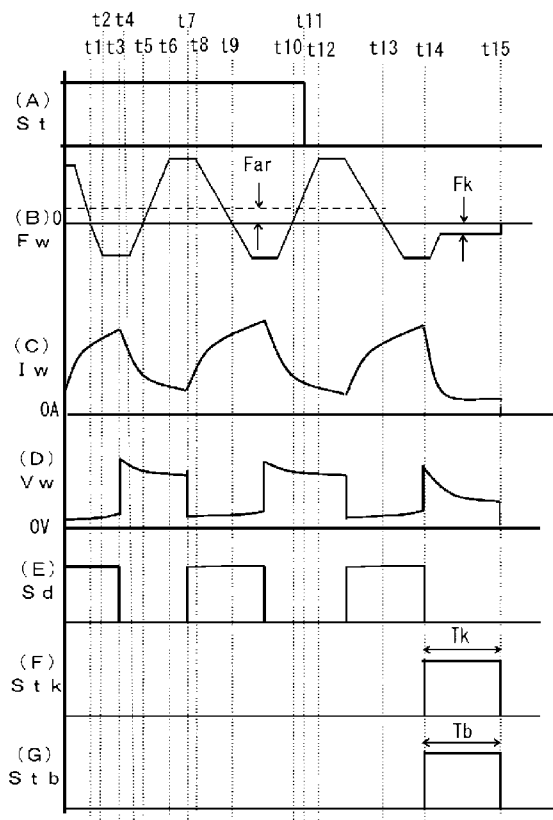
(10) 国際公開番号
WO 2016/117228 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 9/12 (2006.01) *B23K 9/073* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/083924
- (22) 国際出願日: 2015年12月2日(02.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-007972 2015年1月19日(19.01.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社ダイヘン(DAIHEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5328512 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 井手 章博(IDE Akihiro); 〒5328512 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 高松 猛, 外(TAKAMATSU Takeshi et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング9階 航栄特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: CONTROL METHOD FOR ARC WELDING

(54) 発明の名称: アーク溶接制御方法



(57) Abstract: A control method for arc welding in which welding is accomplished by performing forward and reverse feed control to switch the feed rate (Fw) of a welding wire alternately between forward feed periods and reverse feed periods and generating short circuiting periods and arcing periods, wherein at a time point (t14) when a weld completion command (St) has been input and a transition from a short circuiting period to an arcing period has been made, welding is completed by switching the feed rate (Fw) from a forward and reverse feed control to a reverse feed control to control the welding wire so as to be fed in reverse during the antistick period following the switch to reverse feed control. As a result, the arcing state is continued and welding conditions are stable.

(57) 要約: 溶接ワイヤの送給速度 (Fw) を正送期間と逆送期間とに交互に切り換える正逆送給制御を行って、短絡期間とアーク期間とを発生させて溶接するアーク溶接制御方法において、溶接終了指令 (St) が入力されて短絡期間からアーク期間へと移行した時点 (t14) で、送給速度 (Fw) を正逆送給制御から逆送制御に切り換えて溶接を終了することで、逆送制御に切り換えた後のアンチスティック期間中は、溶接ワイヤが逆送制御されるので、アーク状態が継続することになり、安定した溶接状態となる。

WO 2016/117228 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： アーク溶接制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、溶接ワイヤの送給速度を正送期間と逆送期間とに交互に切り換える正逆送給制御を行って、短絡期間とアーク期間とを発生させて溶接するアーク溶接制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 一般的な消耗電極式アーク溶接では、消耗電極である溶接ワイヤを一定速度で送給し、溶接ワイヤと母材との間にアークを発生させて溶接が行なわれる。消耗電極式アーク溶接では、溶接ワイヤと母材とが短絡期間とアーク期間とを交互に繰り返す溶接状態になることが多い。

[0003] 溶接品質をさらに向上させるために、溶接ワイヤの正送と逆送とを周期的に繰り返して溶接する方法が提案されている（例えば、特許文献 1、2 等参照）。

[0004] 特許文献 1 の発明では、溶接電流設定値に応じた送給速度の平均値とし、溶接ワイヤの正送と逆送との周波数及び振幅を溶接電流設定値に応じた値とする。

[0005] 特許文献 2 の発明では、定常溶接時はワイヤ送給速度を所定の一定速度とし、溶接の終了を指示した時点からは、ワイヤ送給速度を、所定の一定速度から正送と逆送とを繰り返す送給に切り替える。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特許第 5 2 0 1 2 6 6 号公報

特許文献2：WO 2 0 1 3 / 1 3 6 6 4 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述したように、従来技術では、定常溶接期間中に、送給速度を所定の正

送期間と所定の逆送期間とに交互に切り換える正逆送給制御を行うことによって、安定した溶接を行うことができる。しかし、従来技術では、溶接を終了する際に、正逆送給制御から送給を停止させるまでの過渡期間であるいわゆるアンチスティック期間中に溶接状態が不安定になるという問題があった。

[0008] そこで、本発明では、送給速度の正送期間と逆送期間とを交互に切り換える溶接において、アンチスティック期間中の溶接状態を安定化することができるアーク溶接制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決するために、本発明のアーク溶接制御方法は、溶接ワイヤの送給速度を正送期間と逆送期間とに交互に切り換える正逆送給制御を行って、短絡期間とアーク期間とを発生させて溶接するアーク溶接制御方法において、溶接終了指令が入力されると、前記送給速度を前記正逆送給制御から逆送制御に切り換えて溶接を終了する、ことを特徴とする。

[0010] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記逆送制御への切り換えを、前記溶接終了指令が入力された後に前記短絡期間から前記アーク期間へと移行した後に行う、ことを特徴とする。

[0011] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記逆送制御を所定期間継続した時点で送給を停止して前記逆送制御を終了する、ことを特徴とする。

[0012] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記逆送制御中に溶接電流が通電しなくなった時点で送給を停止して前記逆送制御を終了する、ことを特徴とする。

[0013] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記逆送制御の終了時点と溶接電圧の出力を停止する時点とを独立して設定する、ことを特徴とする。

[0014] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記逆送制御が終了した時点で溶接電圧の出力を停止する、ことを特徴とする。

[0015] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記逆送制御に切り換えた後は溶接電源を定電流制御する、ことを特徴とする。

[0016] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記逆送制御中は前記送給速度を一定速

度に設定する、ことを特徴とする。

[0017] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記逆送制御中は前記送給速度を次第に減速するように設定する、ことを特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、逆送制御に切り換えた以後のアンチスティック期間中は、溶接ワイヤが逆送制御されるので、アーク状態が継続することになり、安定した溶接状態となる。このために、本発明では、溶接終了時において、溶接ワイヤ先端とビードとの距離が適正距離となるので、溶接ワイヤがビードと溶着することを防止することができる。さらに、本発明では、溶接ワイヤ先端粒の大きさが適正化され、次のアークスタート性を良好にすることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施の形態1に係るアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源のブロック図である。

[図2]本発明の実施の形態1に係るアーク溶接制御方法を示す、図1の溶接電源における溶接終了時の各信号のタイミングチャートである。

[図3]本発明の実施の形態2に係るアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源のブロック図である。

[図4]本発明の実施の形態3に係るアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源のブロック図である。

[図5]本発明の実施の形態4に係るアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源のブロック図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

[0021] [実施の形態1]

図1は、本発明の実施の形態1に係るアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源のブロック図である。以下、同図を参照して各ブロックについて説明する。

- [0022] 電源主回路PMは、3相200V等の商用電源（図示は省略）を入力として、後述する駆動信号Dvに従ってインバータ制御等による出力制御を行い、出力電圧Eを出力する。この電源主回路PMは、図示は省略するが、商用電源を整流する1次整流器、整流された直流を平滑する平滑コンデンサ、平滑された直流を高周波交流に変換する上記の駆動信号Dvによって駆動されるインバータ回路、高周波交流を溶接に適した電圧値に降圧する高周波変圧器、降圧された高周波交流を直流に整流する2次整流器を備えている。
- [0023] リアクトルWLは、上記の出力電圧Eを平滑する。このリアクトルWLのインダクタンス値は、例えば200 μ Hである。
- [0024] 送給モータWMは、後述する送給制御信号Fcを入力として、定常溶接期間中は正送と逆送とを周期的に繰り返して溶接ワイヤ1を送給速度Fwで送給する。送給モータWMには、過渡応答性の速いモータが使用される。溶接ワイヤ1の送給速度Fwの変化率及び送給方向の反転を速くするために、送給モータWMは溶接トーチ4の先端の近くに設置される場合がある。また、送給モータWMを2個使用して、プッシュプル方式の送給系とする場合もある。
- [0025] 溶接ワイヤ1は、上記の送給モータWMに結合された送給ロール5の回転によって溶接トーチ4内を送給されて、母材2との間にアーク3が発生する。溶接トーチ4内の給電チップ（図示は省略）と母材2との間には溶接電圧Vwが印加し、溶接電流Iwが通電する。
- [0026] 電圧検出回路VDは、上記の溶接電圧Vwを検出して、電圧検出信号Vdを出力する。短絡判別回路SDは、上記の電圧検出信号Vdを入力として、この値が短絡判別値（10V程度）未満のときは短絡期間であると判別してHighレベルとなり、以上のときはアーク期間であると判別してLowレベルとなる短絡判別信号Sdを出力する。
- [0027] 溶接開始回路STは、溶接開始指令のときはHighレベルとなり、溶接終了指令のときはLowレベルとなる溶接開始信号Stを出力する。この溶接開始回路STは、溶接トーチ4の起動スイッチ、溶接工程を制御するPL

C、ロボット制御装置等が相当する。

[0028] 逆送制御期間判別回路STKは、上記の溶接開始信号St及び上記の短絡判別信号Sdを入力として、溶接開始信号StがHighレベルからLowレベル（溶接終了指令）に変化した後に、短絡判別信号SdがHighレベルからLowレベル（アーク）に変化した時点でHighレベルにセットされ、それから予め定めた逆送制御期間Tkが経過した時点でLowレベルにリセットされる逆送制御期間信号Stkを出力する。

[0029] アンチスティック電圧出力期間判別回路STBは、上記の逆送制御期間信号Stkを入力として、逆送制御期間信号StkがHighレベルに変化した時点でHighレベルにセットされ、それから予め定めたアンチスティック電圧出力期間Tbが経過した時点でLowレベルにリセットされるアンチスティック電圧出力期間信号Stbを出力する。

[0030] 平均送給速度設定回路FARは、予め定めた平均送給速度設定信号Farを出力する。周期設定回路TFRは、予め定めた周期設定信号Tfrを出力する。振幅設定回路WFRは、予め定めた振幅設定信号Wfrを出力する。

[0031] 定常溶接期間送給速度設定回路FCRは、上記の平均送給速度設定信号Far、上記の周期設定信号Tfr及び上記の振幅設定信号Wfrを入力として、振幅設定信号Wfrによって定まる振幅Wf及び周期設定信号Tfrによって定まる周期Tfで正負対称形状に変化する予め定めた台形波を、平均送給速度設定信号Farの値だけ正送側にシフトした波形となる定常溶接期間送給速度設定信号Fcrを出力する。この定常溶接期間送給速度設定信号Fcrについては、図2で詳述する。

[0032] 逆送送給速度設定回路FKRは、予め定めた逆送送給速度設定信号Fkrを出力する。Fkrは逆送であるので負の値となる。

[0033] 送給速度設定回路FRは、上記の定常溶接期間送給速度設定信号Fcr、上記の逆送送給速度設定信号Fkr及び上記の逆送制御期間信号Stkを入力として、逆送制御期間信号StkがLowレベルのときは定常溶接期間送給速度設定信号Fcrを送給速度設定信号Frとして出力し、Stk=Hi

g hレベルのときは逆送送給速度設定信号F k rを送給速度設定信号F rとして出力する。

[0034] 送給制御回路F Cは、上記の溶接開始信号S t、上記の逆送制御期間信号S t k及び上記の送給速度設定信号F rを入力として、溶接開始信号S tがH i g hレベル（溶接開始指令）に変化すると送給速度設定信号F rの値に相当する送給速度F wで溶接ワイヤ1を送給するための送給制御信号F cを出力し、逆送制御期間信号S t kがL o wレベルに変化した時点で送給を停止するための送給制御信号F cを上記の送給モータWMに出力する。

[0035] 定常出力電圧設定回路E C Rは、予め定めた定常出力電圧設定信号E c rを出力する。アンチスティック出力電圧設定回路E B Rは、予め定めたアンチスティック出力電圧設定信号E b rを出力する。

[0036] 出力電圧設定回路E Rは、上記の定常出力電圧設定信号E c r、上記のアンチスティック出力電圧設定信号E b r及びアンチスティック電圧出力期間信号S t bを入力として、アンチスティック電圧出力期間信号S t bがL o wレベルのときは定常出力電圧設定信号E c rを出力電圧設定信号E rとして出力し、S t b = H i g hレベルのときはアンチスティック出力電圧設定信号E b rを出力電圧設定信号E rとして出力する。

[0037] 出力電圧検出回路E Dは、上記の出力電圧Eを検出し平滑して、出力電圧検出信号E dを出力する。

[0038] 電圧誤差増幅回路E Vは、上記の出力電圧設定信号E r及び上記の出力電圧検出信号E dを入力として、出力電圧設定信号E r（+）と出力電圧検出信号E d（-）との誤差を増幅して、電圧誤差増幅信号E vを出力する。この回路によって、溶接電源は定電圧制御される。

[0039] 駆動回路D Vは、上記の電圧誤差増幅信号E v、上記の溶接開始信号S t及び上記のアンチスティック電圧出力期間信号S t bを入力として、溶接開始信号S tがH i g hレベル（溶接開始指令）に変化すると電圧誤差増幅信号E vに基づいてP W M変調制御を行い、上記の電源主回路P M内のインバータ回路を駆動するための駆動信号D vを出力し、アンチスティック電圧出

力期間信号 S_{tb} が Low レベルに変化すると駆動信号 D_v の出力を停止する。すなわち、溶接電源は、溶接開始信号が $High$ レベルに変化した時点からアンチスティック電圧出力期間信号 S_{tb} が Low レベルに変化した時点まで起動されて、溶接電圧 V_w が出力される。

[0040] 図2は、本発明の実施の形態1に係るアーク溶接制御方法を示す、図1の溶接電源における溶接終了時の各信号のタイミングチャートである。同図(A)は溶接開始信号 S_t の時間変化を示し、同図(B)は送給速度 F_w の時間変化を示し、同図(C)は溶接電流 I_w の時間変化を示し、同図(D)は溶接電圧 V_w の時間変化を示し、同図(E)は短絡判別信号 S_d の時間変化を示し、同図(F)は逆送制御期間信号 S_{tk} の時間変化を示し、同図(G)はアンチスティック電圧出力期間信号 S_{tb} の時間変化を示す。以下、同図を参照して溶接終了時における各信号の動作について説明する。

[0041] 同図に示すように、時刻 t_{14} までの期間が定常溶接期間となり、時刻 $t_{14} \sim t_{15}$ の期間がアンチスティック期間となる。そして、時刻 $t_{14} \sim t_{15}$ の期間が逆送制御期間 T_k となり、時刻 $t_{14} \sim t_{15}$ の期間がアンチスティック電圧出力期間 T_b となる。後述するように、アンチスティック期間、逆送制御期間 T_k 及びアンチスティック電圧出力期間 T_b の各開始時点は同一時刻 t_{14} であり、溶接開始信号 S_t が Low レベル（溶接終了指令）に変化した時点 t_{11} の後に、短絡期間からアーク期間へと移行した時点 t_{14} である。また、逆送制御期間 T_k 及びアンチスティック電圧出力期間 T_b の終了時点はそれぞれ独立して設定されるが、同図においては終了時点が同一時刻である場合を例示している。

[0042] 同図(B)に示す送給速度 F_w は、図1の送給速度設定回路 F_R から出力される送給速度設定信号 F_r の値に制御される。定常溶接期間中の送給速度設定信号 F_r （定常溶接期間送給速度設定信号 F_{cr} ）は、振幅設定信号 W_{fr} によって定まる振幅 W_f 及び周期設定信号 T_{fr} によって定まる周期 T_f で正負対称形状に変化する予め定めた台形波を、平均送給速度設定信号 F_{ar} の値だけ正送側にシフトした波形となる。このために、同図(B)に示

すように、定常溶接期間中の送給速度 F_w は、平均送給速度設定信号 F_a によって定まる破線で示す平均送給速度 F_a を基準線として、上下に対称となる振幅 W_f 及び周期 T_f で予め定めた台形波状の送給速度パターンとなる。すなわち、基準線から上側の振幅と下側の振幅とは同一値であり、基準線より上側の期間と下側の期間とは同一値となっている。

[0043] ここで、0 を基準線として定常溶接期間中の送給速度 F_w の台形波を見ると、同図 (B) に示すように、時刻 $t_1 \sim t_5$ の定常溶接期間逆送期間は、それぞれ所定の定常溶接期間逆送加速期間、定常溶接期間逆送ピーク期間、定常溶接期間逆送ピーク値及び定常溶接期間逆送減速期間から形成され、時刻 $t_5 \sim t_9$ の定常溶接期間正送期間は、それぞれ所定の定常溶接期間正送加速期間、定常溶接期間正送ピーク期間、定常溶接期間正送ピーク値及び定常溶接期間正送減速期間から形成される。

[0044] [時刻 $t_1 \sim t_5$ の定常溶接期間逆送期間の動作]

同図 (A) に示すように、溶接開始信号 S_t は $H_i g h$ レベル (溶接開始指令) になっている。同図 (B) に示すように、送給速度 F_w は時刻 $t_1 \sim t_2$ の定常溶接期間逆送加速期間に入り、0 から上記の定常溶接期間逆送ピーク値まで加速する。この期間中は短絡状態が継続しているので、同図 (E) に示すように、短絡判別信号 S_d は $H_i g h$ レベル (短絡) となっている。

[0045] 時刻 t_2 において定常溶接期間逆送加速期間が終了すると、同図 (B) に示すように、送給速度 F_w は時刻 $t_2 \sim t_4$ の定常溶接期間逆送ピーク期間に入り、上記の定常溶接期間逆送ピーク値になる。この期間中の時刻 t_3 において、逆送及び溶接電流 I_w の通電によるピンチ力によってアーク 3 が再発生する。これに応動して、同図 (D) に示すように、溶接電圧 V_w は数十 V のアーク電圧値に急増し、同図 (E) に示すように、短絡判別信号 S_d は $L o w$ レベル (アーク) に変化する。同図 (C) に示すように、溶接電流 I_w はこれ以降のアーク期間中は次第に減少する。

[0046] 時刻 t_4 において定常溶接期間逆送ピーク期間が終了すると、同図 (B)

に示すように、時刻 $t_4 \sim t_5$ の定常溶接期間逆送減速期間に入り、上記の定常溶接期間逆送ピーク値から 0 へと減速する。

[0047] [時刻 $t_5 \sim t_9$ の定常溶接期間正送期間の動作]

同図 (B) に示すように、送給速度 F_w は時刻 $t_5 \sim t_6$ の定常溶接期間正送加速期間に入り、0 から上記の定常溶接期間正送ピーク値まで加速する。この期間中は、アーク期間のままである。

[0048] 時刻 t_6 において定常溶接期間正送加速期間が終了すると、同図 (B) に示すように、送給速度 F_w は時刻 $t_6 \sim t_8$ の定常溶接期間正送ピーク期間に入り、上記の定常溶接期間正送ピーク値になる。この期間中の時刻 t_7 において、正送によって短絡が発生する。これに応動して、同図 (D) に示すように、溶接電圧 V_w は数 V の短絡電圧値に急減し、同図 (E) に示すように、短絡判別信号 S_d は $H i g h$ レベル (短絡) に変化する。同図 (C) に示すように、溶接電流 I_w はこれ以降の短絡期間中は次第に増加する。

[0049] 時刻 t_8 において定常溶接期間正送ピーク期間が終了すると、同図 (B) に示すように、時刻 $t_8 \sim t_9$ の定常溶接期間正送減速期間に入り、上記の定常溶接期間正送ピーク値から 0 へと減速する。

[0050] 時刻 $t_9 \sim t_{10}$ の定常溶接期間逆送期間中は上記の動作を繰り返す。したがって、定常溶接期間逆送ピーク期間中にアークが発生する。

[0051] 時刻 t_{10} から定常溶接期間正送期間に入り、時刻 $t_{10} \sim t_{12}$ の定常溶接期間正送加速期間中の時刻 t_{11} において、同図 (A) に示すように、溶接開始信号 S_t が $L o w$ レベル (溶接終了指令) に変化する。したがって、溶接開始信号 S_t はアーク期間中に $L o w$ レベルに変化したことになる。溶接開始信号 S_t が $L o w$ レベルに変化した後に、最初に短絡期間からアーク期間へと変化した時点 (同図では時刻 t_{14}) までは定常溶接期間となる。したがって、時刻 $t_{10} \sim t_{13}$ の定常溶接期間正送期間中は、上記と同様の動作を繰り返す。このために、定常溶接期間正送ピーク期間中に短絡が発生する。溶接開始信号 S_t が $L o w$ レベルになるタイミングは、送給速度 F_w の任意のタイミングとなり、アーク期間中であるか短絡期間中であるか

も任意となる。

[0052] [時刻 t_{14} ～ t_{15} のアンチスティック期間中の動作]

時刻 t_{13} からは定常溶接期間逆送期間に入り、定常溶接期間逆送ピーク期間中の時刻 t_{14} にアークが発生する。この時刻 t_{14} からアンチスティック期間に入る。時刻 t_{14} において、アークが発生すると、同図 (D) に示すように、溶接電圧 V_w は数十 V のアーク電圧値に急増する。これに応動して、同図 (E) に示すように、短絡判別信号 S_d は Low レベル (アーク) に変化する。これに応動して、同図 (F) に示すように、逆送制御期間信号 S_{tk} が $High$ レベルに変化し、予め定めた逆送制御期間 T_k 経過後の時刻 t_{15} において Low レベルに戻る。同時に、同図 (G) に示すように、アンチスティック電圧出力期間信号 S_{tb} も $High$ レベルに変化し、予め定めたアンチスティック電圧出力期間 T_b 経過後に Low レベルに戻る。逆送制御期間信号 S_{tk} が $High$ レベルに変化すると、同図 (B) に示すように、送給速度 F_w は、予め定めた逆送送給速度 F_k までスロープを有して減速する。この逆送送給速度 F_k は、図 1 の逆送送給速度設定信号 F_{kr} によって設定される。時刻 t_{14} ～ t_{15} の期間が、予め定めた逆送制御期間 T_k 及び予め定めたアンチスティック電圧出力期間 T_b となる。上述したように、 T_k と T_b は独立して設定されるので、 $T_k \neq T_b$ でも良い。同図 (B) に示すように、送給速度 F_w は、逆送制御期間 T_k 中は逆送送給速度 F_k となり、時刻 t_{15} において送給が停止されるので 0 となる。同図 (D) に示すように、溶接電圧 V_w の出力は、アンチスティック電圧出力期間 T_b 中継続されて、時刻 t_{15} において 0 となる。溶接電源は全期間中定電圧制御されており、定常溶接期間中は定常出力電圧設定信号 E_{cr} に基づいて定電圧制御され、アンチスティック期間中はアンチスティック出力電圧設定信号 E_{br} に基づいて定電圧制御される。 $E_{br} < E_{cr}$ に設定される。

[0053] 同図 (C) に示すように、溶接電流 I_w は、時刻 t_{14} から減少し、数十 A の状態をアンチスティック電圧出力期間 T_b が終了する時刻 t_{15} まで継続する。溶接電流 I_w の値は、出力が定電圧制御されているので、アーク負

荷によって変化する。

[0054] 時刻 t_{14} ~ t_{15} のアンチスティック期間中は、アーク期間が継続し、溶接ワイヤは逆送されながら、アーク熱によって溶融される。そして、時刻 t_{15} に溶接が終了した時点において、溶接ワイヤの先端とビードとの距離及び溶接ワイヤ先端粒の大きさが適正になるように、上記の逆送送給速度 F_k 及び逆送制御期間 T_k が設定される。両値は、溶接ワイヤの直径、材質、継手形状、溶接姿勢等の溶接条件に応じて実験によって適正值に設定される。例えば、逆送送給速度 F_k は $-3 \sim -10 \text{ m/min}$ 程度に設定され、逆送制御期間 T_k は $1 \sim 50 \text{ ms}$ 程度に設定される。逆送送給速度 F_k に切り換えるときのスロープは、 $0 \sim 5 \text{ ms}$ 程度に設定される。0 のときはスロープを設けない場合である。

[0055] 定常溶接期間中の送給速度 F_w の台形波の数値例を以下に示す。

周期 $T_f = 10 \text{ ms}$ 、振幅 $W_f = 60 \text{ m/min}$ 、平均送給速度 $F_a = 5 \text{ m/min}$ 、半周期の各傾斜期間 = 1.2 ms 、ピーク期間 = 2.6 ms 、ピーク値 = 30 m/min の台形波に設定すると、この台形波を平均送給速度 $F_a = 5 \text{ m/min}$ だけ正送側にシフトした波形となる。平均溶接電流は約 250 A となる。この場合の各波形パラメータは、以下のようになる。

定常溶接期間逆送期間 = 4.6 ms 、定常溶接期間逆送加速期間 = 1.0 ms 、定常溶接期間逆送ピーク期間 = 2.6 ms 、定常溶接期間逆送ピーク値 = -25 m/min 、定常溶接期間逆送減速期間 = 1.0 ms 。

定常溶接期間正送期間 = 5.4 ms 、定常溶接期間正送加速期間 = 1.4 ms 、定常溶接期間正送ピーク期間 = 2.6 ms 、定常溶接期間正送ピーク値 = 35 m/min 、定常溶接期間正送減速期間 = 1.4 ms 。

[0056] 上述した実施の形態 1 によれば、溶接終了指令が入力されると、送給速度を正逆送給制御から逆送制御に切り換えて溶接を終了する。アンチスティック期間中は、溶接ワイヤが逆送制御されるので、アーク状態が継続することになり、安定した溶接状態となる。このために、溶接終了時において、溶接ワイヤ先端とビードとの距離が適正距離となるので、溶接ワイヤがビードと

溶着することを防止することができる。さらに、溶接ワイヤ先端粒の大きさが適正化され、次のアークスタート性を良好にすることができる。

[0057] さらに、上述した実施の形態 1 によれば、逆送制御への切り換えを、溶接終了指令が入力された後に短絡期間からアーク期間へと移行した後に行う。これにより、定常溶接期間からアンチスティック期間への移行が円滑になり、アンチスティック期間中の溶接状態がより安定化する。

[0058] [実施の形態 2]

実施の形態 2 の発明は、逆送制御に切り換えた後は溶接電源を定電流制御するものである。実施の形態 1 の発明では、定常溶接期間及び逆送制御に切り換えた後のアンチスティック期間中は、定電圧制御されている。これに対して、実施の形態 2 の発明では、定常溶接期間中は定電圧制御され、アンチスティック期間中は定電流制御される。

[0059] 図 3 は、実施の形態 2 に係るアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源のブロック図である。同図は、上述した図 1 と対応しており、同一のブロックには同一符号を付してそれらの説明は繰り返さない。同図は、図 1 にアンチスティック電流設定回路 I B R、電流検出回路 I D、電流誤差増幅回路 E I 及び電源特性切換回路 S W を追加し、図 1 の駆動回路 D V を第 2 駆動回路 D V 2 に置換したものである。以下、同図を参照してこれらのブロックについて説明する。

[0060] アンチスティック電流設定回路 I B R は、予め定めたアンチスティック電流設定信号 I b r を出力する。アンチスティック電流設定信号 I b r は、例えば 30 ～ 100 A 程度に設定される。電流検出回路 I D は、上記の溶接電流 I w を検出して、電流検出信号 I d を出力する。

[0061] 電流誤差増幅回路 E I は、上記のアンチスティック電流設定信号 I b r 及び上記の電流検出信号 I d を入力として、アンチスティック電流設定信号 I b r (+) と電流検出信号 I d (-) との誤差を増幅して、電流誤差増幅信号 E i を出力する。この回路によって、アンチスティック期間中は溶接電源は定電流制御される。

- [0062] 電源特性切換回路SWは、上記の電流誤差増幅信号E_i、上記の電圧誤差増幅信号E_v及び上記のアンチスティック電圧出力期間信号S_{t b}を入力として、アンチスティック電圧出力期間信号S_{t b}がLowレベル（定常溶接期間）のときは電圧誤差増幅信号E_vを誤差増幅信号E_aとして出力し、S_{t b}=Highレベル（アンチスティック期間）のときは電流誤差増幅信号E_iを誤差増幅信号E_aとして出力する。
- [0063] 第2駆動回路DV2は、上記の誤差増幅信号E_a、上記の溶接開始信号S_t及び上記のアンチスティック電圧出力期間信号S_{t b}を入力として、溶接開始信号S_tがHighレベル（溶接開始指令）に変化すると誤差増幅信号E_aに基づいてPWM変調制御を行い、上記の電源主回路PM内のインバータ回路を駆動するための駆動信号D_vを出力し、アンチスティック電圧出力期間信号S_{t b}がLowレベルに変化すると駆動信号D_vの出力を停止する。すなわち、溶接電源は、溶接開始信号がHighレベルに変化した時点からアンチスティック電圧出力期間信号S_{t b}がLowレベルに変化した時点まで起動されて、溶接電圧V_w及び溶接電流I_wが出力される。
- [0064] 本発明の実施の形態2に係るアーク溶接制御方法を示す、図3の溶接電源における溶接終了時の各信号のタイミングチャートは、上述した図2と同一であるので説明は繰り返さない。但し、時刻t₁₄以降のアンチスティック期間中は、定電流制御となるので、同図（C）に示す溶接電流I_wは、アンチスティック電流設定信号I_{b r}によって定まる一定の電流値となる点は異なる。
- [0065] 上述した実施の形態2によれば、逆送制御に切り換えた後は溶接電源を定電流制御する。これにより、アンチスティック期間中の溶接電流I_wの値が所定値となるので、アンチスティック期間中の溶接ワイヤへの入熱量を精密に制御することができる。このために、実施の形態1の効果に加えて、溶接終了時における溶接ワイヤ先端とビードとの距離及び溶接ワイヤ先端粒の大きさを適正值により精密に制御することができる。
- [0066] [実施の形態3]

実施の形態 3 の発明は、逆送制御中に溶接電流が通電しなくなった時点で送給を停止して逆送制御を終了するものである。実施の形態 1 及び 2 の発明では、逆送制御期間は所定値である。これに対して、実施の形態 3 の発明では、溶接電流が通電しなくなった時点（アークが消滅した時点）で逆送制御期間を終了する。

[0067] 図 4 は、実施の形態 3 に係るアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源のブロック図である。同図は、上述した図 1 と対応しており、同一のブロックには同一符号を付してそれらの説明は繰り返さない。同図は、図 1 に電流検出回路 I D 及び電流通電判別回路 C D を追加し、図 1 の逆送制御期間判別回路 S T K を第 2 逆送制御期間判別回路 S T K 2 に置換し、図 1 のアンチスティック電圧出力期間判別回路 S T B を第 2 アンチスティック電圧出力期間判別回路 S T B 2 に置換したものである。以下、同図を参照してこれらのブロックについて説明する。

[0068] 電流検出回路 I D は、上記の溶接電流 I w を検出して、電流検出信号 I d を出力する。

[0069] 電流通電判別回路 C D は、上記の電流検出信号 I d を入力として、この値がしきい値（10 A 程度）以上のときは溶接電流 I w が通電していると判別して H i g h レベルとなる電流通電判別信号 C d を出力する。

[0070] 第 2 逆送制御期間判別回路 S T K 2 は、上記の溶接開始信号 S t、上記の短絡判別信号 S d 及び上記の電流通電判別信号 C d を入力として、溶接開始信号 S t が H i g h レベルから L o w レベル（溶接終了指令）に変化した後に、短絡判別信号 S d が H i g h レベルから L o w レベル（アーク）に変化した時点で H i g h レベルにセットされ、その後に電流通電判別信号 C d が L o w レベル（非通電）に変化した時点で L o w レベルにリセットされる逆送制御期間信号 S t k を出力する。

[0071] 第 2 アンチスティック電圧出力期間判別回路 S T B 2 は、上記の逆送制御期間信号 S t k を入力として、逆送制御期間信号 S t k が H i g h レベルに変化した時点で H i g h レベルにセットされ、逆送制御期間信号 S t k が L

o wレベルに変化した時点又はそれから遅延させた時点でL o wレベルにリセットされるアンチスティック電圧出力期間信号S t bを出力する。

[0072] 本発明の実施の形態3に係るアーク溶接制御方法を示す、図4の溶接電源における溶接終了時の各信号のタイミングチャートは、上述した図2と同一であるので説明は繰り返さない。但し、以下の点は異なる。図2において、時刻t 1 4からの逆送制御によってアーク長が次第に長くなり、時刻t 1 5においてアークを維持することができなくなりアークが消滅する。アークが消滅すると、同図(C)に示す溶接電流I wが通電しなくなる。これに応動して、同図(F)に示す逆送制御期間信号S t kがL o wレベルに変化するので、同図(B)に示す送給速度F wは0となり送給は停止する。同様に、時刻t 1 5において溶接電流I wが通電しなくなると、同図(G)に示すアンチスティック電圧出力期間信号S t bもL o wレベルに変化するので、同図(D)に示す溶接電圧V wは0となり出力は停止する。

[0073] 実施の形態3は、実施の形態1を基礎とした場合であるが、実施の形態2を基礎とする場合も同様である。

[0074] 上述した実施の形態3によれば、逆送制御中に溶接電流が通電しなくなった時点で送給を停止して逆送制御を終了する。これにより、実施の形態3では、実施の形態1及び2の効果に加えて、以下の効果を奏する。実施の形態1及び2では、逆送制御期間を溶接条件ごとに適正值になるように実験によって予め設定しておく必要があった。これに対して、実施の形態3では、アークが消滅して溶接電流が通電しなくなった時点で自動的に逆送制御期間が終了するので、設定する必要がなく、作業効率が向上する。

[0075] [実施の形態4]

実施の形態4の発明は、逆送制御中は送給速度を次第に減速するように設定するものである。実施の形態1～3の発明では、逆送制御中は送給速度を一定速度に設定していた。

[0076] 図5は、実施の形態4に係るアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源のブロック図である。同図は、上述した図1と対応しており、同一のブロ

ックには同一符号を付してそれらの説明は繰り返さない。同図は、図1の逆送送給速度設定回路F K Rを第2逆送送給速度設定回路F K R 2に置換したものである。以下、同図を参照してこのブロックについて説明する。

[0077] 第2逆送送給速度設定回路F K R 2は、上記の逆送制御期間信号S t kを入力として、逆送制御期間信号S t kがH i g hレベル（逆送制御期間）に変化した時点で予め定めた初期値までスロープを有して減速し、その後は時間経過に伴って次第に減速するパターンの逆送送給速度設定信号F k rを出力する。F k rは逆送であるので負の値であり、減速するのでその絶対値が時間経過と共に小さくなる値である。

[0078] 本発明の実施の形態4に係るアーク溶接制御方法を示す、図5の溶接電源における溶接終了時の各信号のタイミングチャートは、上述した図2と同一であるので説明は繰り返さない。但し、以下の点は異なる。図2において、時刻t 1 4～t 1 5の逆送制御期間T k中は、同図（B）に示すように、送給速度F wは、予め定めた逆送送給速度F kの初期値までスロープを有して減速し、その後は時間経過に伴って逆送制御期間T kが終了するまで次第に減速する。

[0079] 実施の形態4は、実施の形態1を基礎とした場合であるが、実施の形態2及び3を基礎とする場合も同様である。

[0080] 上述した実施の形態4によれば、逆送制御中は送給速度を次第に減速するように設定する。これにより、実施の形態4では、実施の形態1～3の効果に加えて、以下の効果を奏する。実施の形態4では、逆送制御期間中に送給速度が次第に減速して0に近づくので、溶接終了後の溶滴サイズのバラツキが小さくなる。このために、次回のアークスタート性がより良好になる。

産業上の利用可能性

[0081] 本発明によれば、送給速度の正送期間と逆送期間とを交互に切り換える溶接において、アンチスティック期間中の溶接状態を安定化することができるアーク溶接制御方法を提供することができる。

[0082] 以上、本発明を特定の実施形態によって説明したが、本発明はこの実施形

態に限定されるものではなく、開示された発明の技術思想を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。本出願は、2015年1月19日出願の日本特許出願（特願2015-007972）に基づくものであり、その内容はここに取り込まれる。

符号の説明

[0083]	1	溶接ワイヤ
	2	母材
	3	アーク
	4	溶接トーチ
	5	送給ロール
	C D	電流通電判別回路
	C d	電流通電判別信号
	D V	駆動回路
	D v	駆動信号
	D V 2	第2駆動回路
	E	出力電圧
	E a	誤差増幅信号
	E B R	アンチスティック出力電圧設定回路
	E b r	アンチスティック出力電圧設定信号
	E C R	定常出力電圧設定回路
	E c r	定常出力電圧設定信号
	E D	出力電圧検出回路
	E d	出力電圧検出信号
	E I	電流誤差増幅回路
	E i	電流誤差増幅信号
	E R	出力電圧設定回路
	E r	出力電圧設定信号
	E V	電圧誤差増幅回路

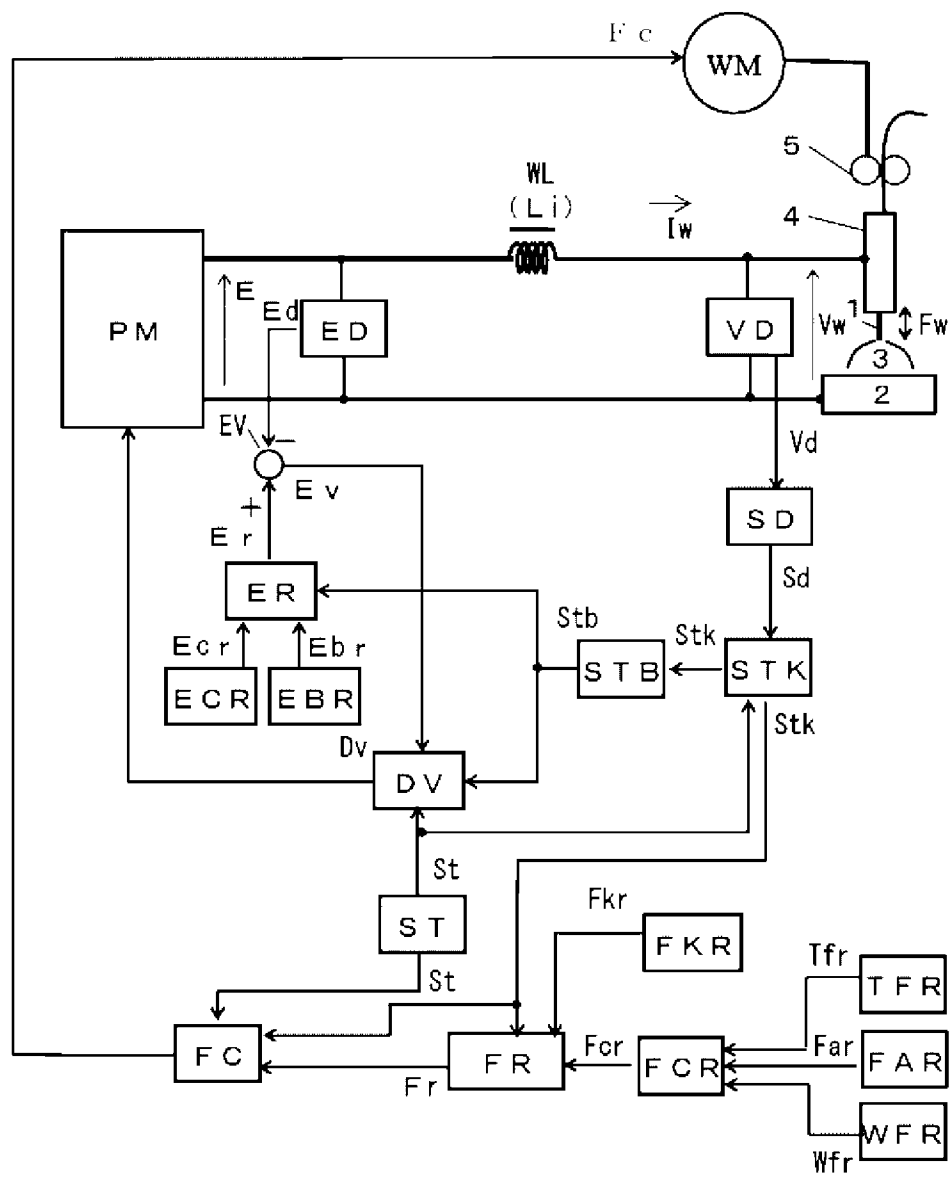
E v 電圧誤差増幅信号
F a 平均送給速度
F A R 平均送給速度設定回路
F a r 平均送給速度設定信号
F C 送給制御回路
F c 送給制御信号
F C R 定常溶接期間送給速度設定回路
F c r 定常溶接期間送給速度設定信号
F k 逆送送給速度
F K R 逆送送給速度設定回路
F k r 逆送送給速度設定信号
F K R 2 第2逆送送給速度設定回路
F R 送給速度設定回路
F r 送給速度設定信号
F w 送給速度
I B R アンチスティック電流設定回路
I b r アンチスティック電流設定信号
I D 電流検出回路
I d 電流検出信号
I w 溶接電流
P M 電源主回路
S D 短絡判別回路
S d 短絡判別信号
S T 溶接開始回路
S t 溶接開始信号
S T B アンチスティック電圧出力期間判別回路
S t b アンチスティック電圧出力期間信号
S T B 2 第2アンチスティック電圧出力期間判別回路

S T K 逆送制御期間判別回路
S t k 逆送制御期間信号
S T K 2 第2逆送制御期間判別回路
S W 電源特性切換回路
T b アンチスティック電圧出力期間
T f 周期
T F R 周期設定回路
T f r 周期設定信号
T k 逆送制御期間
V D 電圧検出回路
V d 電圧検出信号
V w 溶接電圧
W f 振幅
W F R 振幅設定回路
W f r 振幅設定信号
W L リアクトル
W M 送給モータ

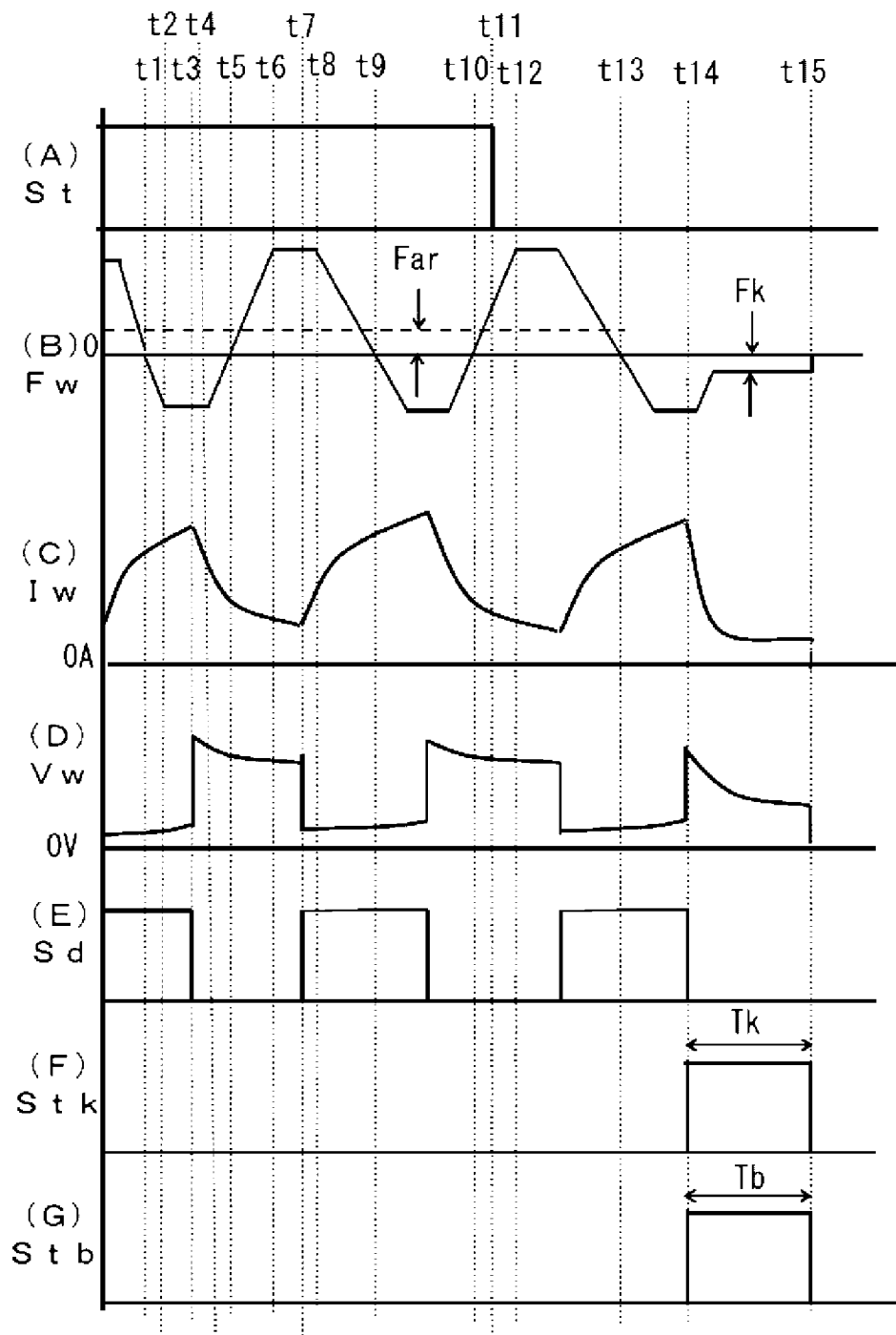
請求の範囲

- [請求項1] 溶接ワイヤの送給速度を正送期間と逆送期間とに交互に切り換える正逆送給制御を行って、短絡期間とアーク期間とを発生させて溶接するアーク溶接制御方法において、
- 溶接終了指令が入力されると、前記送給速度を前記正逆送給制御から逆送制御に切り換えて溶接を終了する、
- ことを特徴とするアーク溶接制御方法。
- [請求項2] 前記逆送制御への切り換えを、前記溶接終了指令が入力された後に前記短絡期間から前記アーク期間へと移行した後に行う、
- ことを特徴とする請求項1に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項3] 前記逆送制御を所定期間継続した時点で送給を停止して前記逆送制御を終了する、
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項4] 前記逆送制御中に溶接電流が通電しなくなった時点で送給を停止して前記逆送制御を終了する、
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項5] 前記逆送制御の終了時点と溶接電圧の出力を停止する時点とを独立して設定する、
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項6] 前記逆送制御が終了した時点で溶接電圧の出力を停止する、
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項7] 前記逆送制御に切り換えた後は溶接電源を定電流制御する、
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項8] 前記逆送制御中は前記送給速度を一定速度に設定する、
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項9] 前記逆送制御中は前記送給速度を次第に減速するように設定する、
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアーク溶接制御方法。

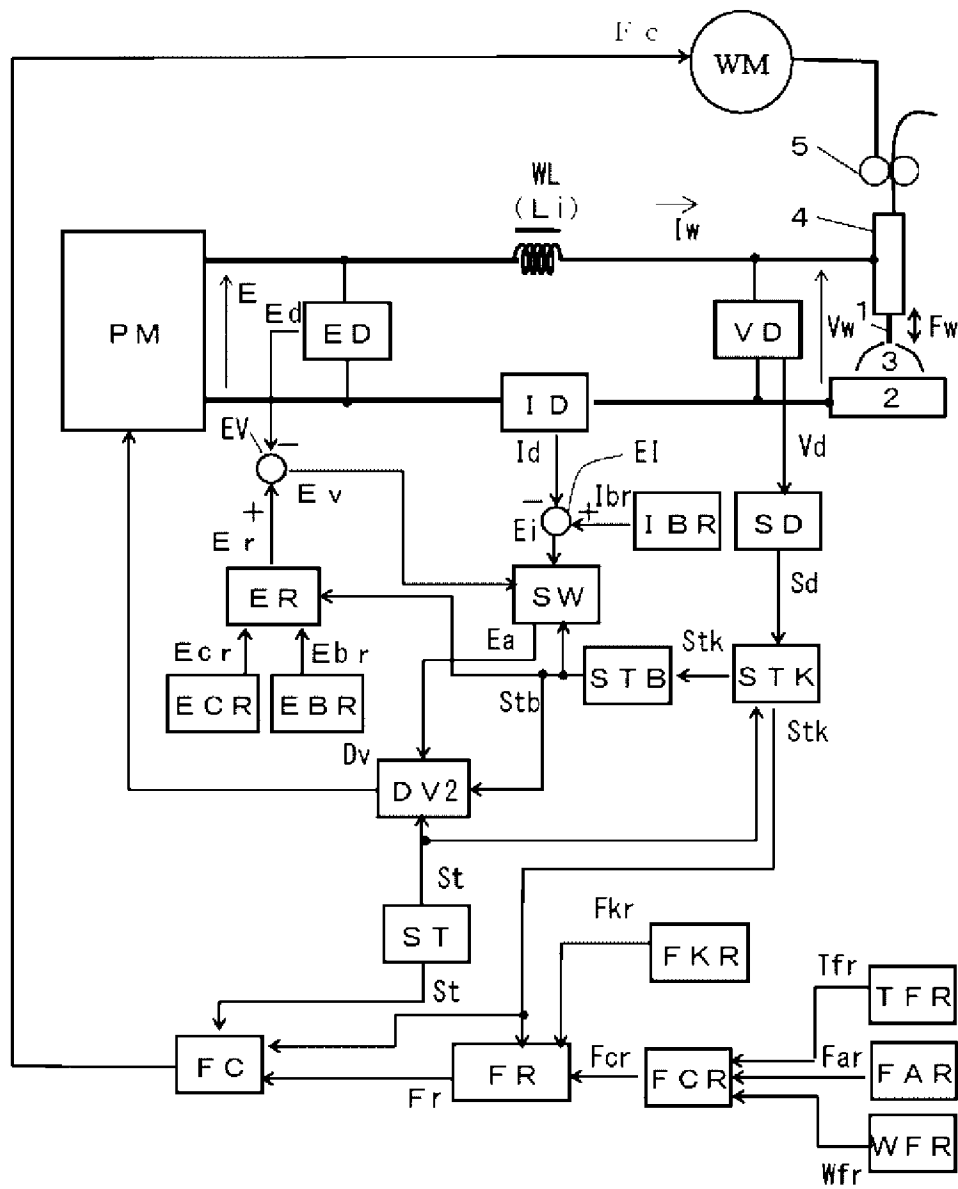
[図1]



[図2]

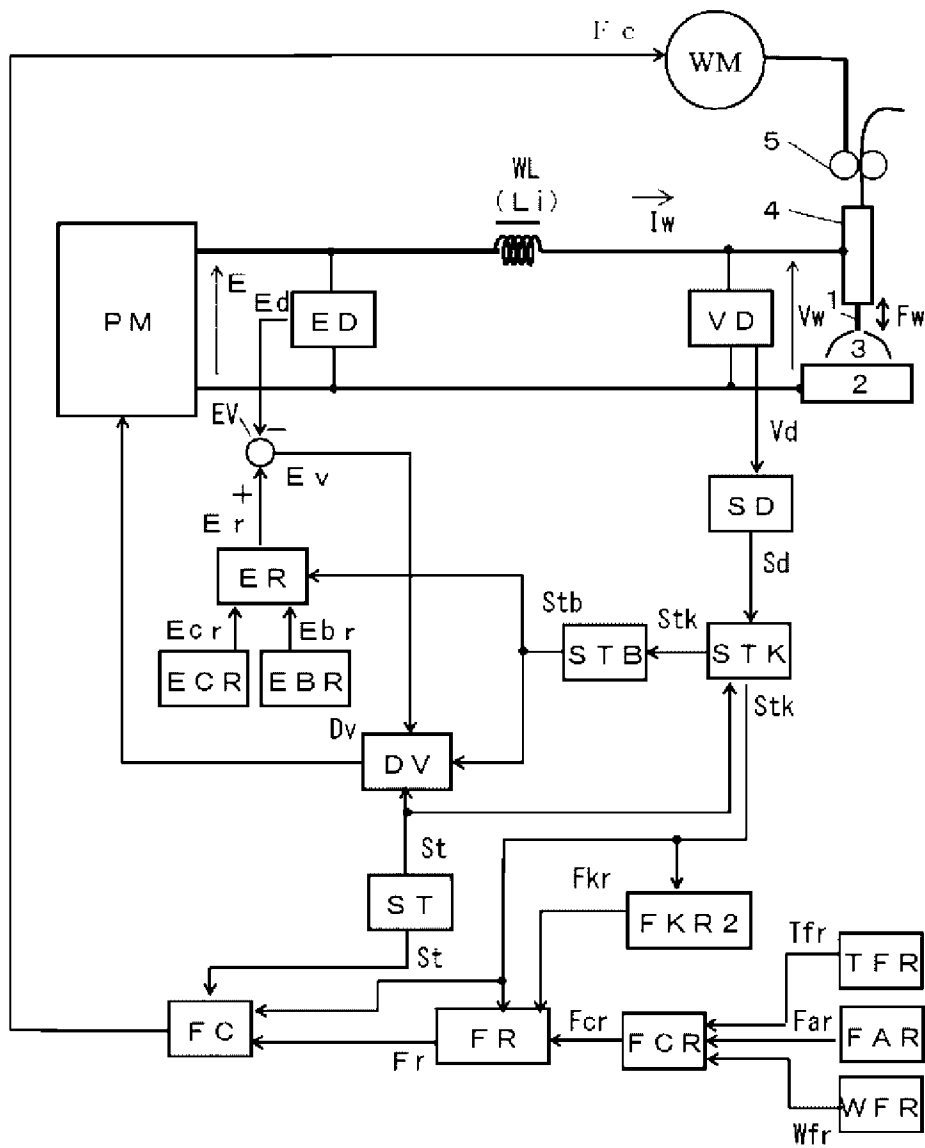


[図3]



[illegible]

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B23K9/12(2006.01)i, B23K9/073(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K9/12, B23K9/073		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011/024380 A1 (Panasonic Corp.), 03 March 2011 (03.03.2011), paragraphs [0020] to [0021], [0025], [0027], [0034], [0042]; fig. 1 to 3 & US 2012/0145690 A1 paragraphs [0024] to [0025], [0030], [0038], [0046]; fig. 1 to 3 & WO 2011/024380 A1 & EP 2402105 A1 & CN 102341207 A	1-9
Y	JP 2014-237155 A (Yaskawa Electric Corp.), 18 December 2014 (18.12.2014), paragraph [0029] & US 2014/0360997 A1 paragraph [0038] & EP 2810731 A2 & CN 104227177 A & KR 10-2014-0143709 A	1-9
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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 cited 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 16 February 2016 (16.02.16)		Date of mailing of the international search report 23 February 2016 (23.02.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083924

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-184452 A (Daihen Corp.), 02 October 2014 (02.10.2014), paragraph [0027] & CN 104057179 A & KR 10-2014-0115945 A	1-9
A	US 2007/0051714 A1 (Zhiming OU), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0030] to [0036]; fig. 1 & WO 2005/030421 A1 & EP 1666183 A1 & CN 1600486 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K9/12(2006.01)i, B23K9/073(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K9/12, B23K9/073

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2011/024380 A1（パナソニック株式会社）2011.03.03, 段落 [0020] - [0021], [0025], [0027], [0034], [0042], [図1] - [図3] & US 2012/0145690 A1(段落 [0024] - [0025], [0030], [0038], [0046], [FIG. 1] - [FIG. 3] 参照) & WO 2011/024380 A1 & EP 2402105 A1 & CN 102341207 A	1 - 9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.02.2016

国際調査報告の発送日

23.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

青木 正博

3 P

3935

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-237155 A (株式会社安川電機) 2014.12.18, 段落 [0029] & US 2014/0360997 A1 (段落 [0038] 参照) & EP 2810731 A2 & CN 104227177 A & KR 10-2014-0143709 A	1 - 9
Y	JP 2014-184452 A (株式会社ダイヘン) 2014.10.02, 段落 [0027] & CN 104057179 A & KR 10-2014-0115945 A	1 - 9
A	US 2007/0051714 A1 (Zhiming OU) 2007.03.08, 段落[0030]— [0036], [Fig.1] & WO 2005/030421 A1 & EP 1666183 A1 & CN 1600486 A	1 - 9