

(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3月17日(17.03.2016)

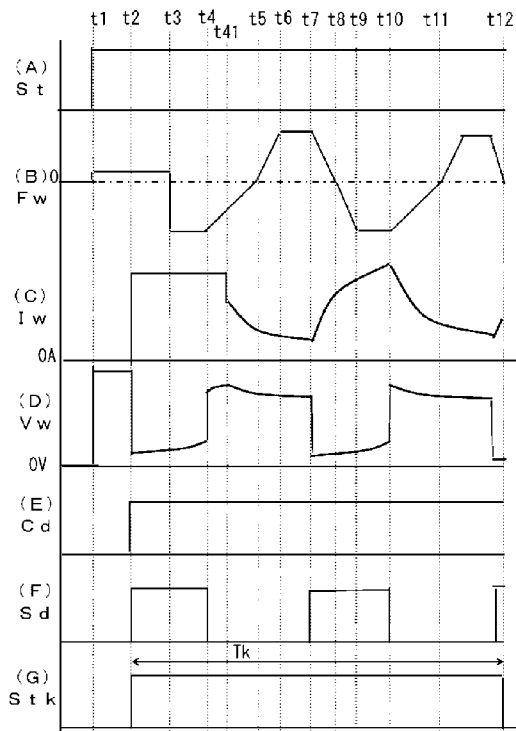


(10) 国際公開番号  
WO 2016/039113 A1

- (51) 国際特許分類:  
B23K 9/073 (2006.01) B23K 9/12 (2006.01)  
B23K 9/00 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/073441
  - (22) 国際出願日: 2015年8月20日(20.08.2015)
  - (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 2014-181993 2014年9月8日(08.09.2014) JP  
特願 2014-197876 2014年9月29日(29.09.2014) 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ARC WELDING CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: アーク溶接制御方法



(57) Abstract: Provided is an arc welding control method that carries out forward-reverse feed control alternately switching a welding wire feed rate (Fw) between a forward feed period and a reverse feed period and performs welding by generating a short period and an arc period, wherein during a transient welding period (Tk), a transition to the forward feed period occurs when the arc period comes during the reverse feed period and a transition to the reverse feed period occurs when the short period comes during the forward feed period, and during a steady welding period, switching is carried out alternately between a prescribed forward feed period and a prescribed reverse feed period. Thus, because forward-reverse feed control that differs from that during the steady welding period is carried out during the transient welding period (Tk), the welding state during the transient welding period (Tk) can be stabilized.

(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、過渡溶接期間 (Tk) 中は、逆送期間中にアーク期間になると正送期間に移行し、正送期間中に短絡期間になると逆送期間に移行し、定常溶接期間中は所定の正送期間と所定の逆送期間とを交互に切り換える。これにより、過渡溶接期間 (Tk) 中は、定常溶接期間中とは異なる正逆送給制御を行うことによって、過渡溶接期間 (Tk) 中の溶接状態を安定化することができる。

WO 2016/039113 A1

## 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。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特許第5201266号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 溶接開始時から定常溶接期間に収束するまでの過渡溶接期間中においては、定常溶接期間と同一の正逆送給制御を行うと、溶接状態が不安定になるという問題がある。

[0007] 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、溶接開始時から定常溶接期間に収束するまでの過渡溶接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

- [0008] 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、
- 溶接開始時は前記溶接ワイヤを正送し、溶接電流の通電開始後に前記溶接ワイヤの前記逆送期間から前記正逆送給制御を開始する、ことを特徴とする。
- [0009] 本発明のアーク溶接制御方法は、定常溶接期間に収束するまでの過渡溶接期間中は、前記逆送期間中に前記アーク期間になると前記正送期間に移行し、前記正送期間中に前記短絡期間になると前記逆送期間に移行する、ことを特徴とする。
- [0010] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記過渡溶接期間を、前記溶接電流が通電を開始した時点から所定期間が経過した後に正送期間又は逆送期間が終了した時点までの期間とする、ことを特徴とする。
- [0011] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記過渡溶接期間を、前記溶接電流が通電を開始した時点から所定回数の正送期間又は所定回数の逆送期間が終了した時点までの期間とする、ことを特徴とする。
- [0012] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記送給速度の波形パラメータを、前記過渡溶接期間中は前記定常溶接期間中とは異なる値に設定する、ことを特徴とする。
- [0013] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記送給速度の平均値を、前記過渡溶接期間中は前記定常溶接期間中とは異なる値に設定する、ことを特徴とする。
- [0014] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記送給速度の振幅を、前記過渡溶接期

間中は前記定常溶接期間中とは異なる値に設定する、  
ことを特徴とする。

[0015] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記送給速度の正送振幅を、前記過渡溶接期間中は前記定常溶接期間中よりも小さな値に設定する、  
ことを特徴とする。

[0016] 本発明のアーク溶接制御方法は、前記正逆送給制御を行うプル側送給モータに加えて正送送給制御を行うプッシュ側送給モータを備え、前記プッシュ側送給モータは前記溶接電流の通電開始後に傾斜を有して加速する、  
ことを特徴とする。

### 発明の効果

[0017] 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、溶接開始時から定常溶接期間に収束するまでの過渡溶接期間中は定常溶接期間中とは異なる正逆送給制御を行うことによって、過渡溶接期間中の溶接状態を安定化することができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [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開始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定常溶接期間中の各信号のタイミングチャートである。

[図4]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5]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4の溶接電源における溶接開始時の各信号のタイミングチャートである。

[図6]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7]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6の溶接電

源における定常溶接期間中の各信号のタイミングチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0019] 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。

[0020] [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。

[0021] 電源主回路 PM は、3 相 200 V 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  $D_v$  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  $D_v$  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。

[0022] 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  $200 \mu\text{H}$  である。

[0023] 送給モータ WM は、後述する送給制御信号  $F_c$  を入力として、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  $F_w$  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  $F_w$  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。

[0024] 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  $V_w$  が印加し、溶接電流  $I_w$  が通電する。

[0025] 出力電圧設定回路 ER は、予め定めた出力電圧設定信号  $E_r$  を出力する。出力電圧検出回路 ED 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。

[0026] 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。

[0027] ホットスタート電流設定回路 I H R は、予め定めたホットスタート電流設定信号 I hr を出力する。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。

[0028] 電流誤差増幅回路 E I は、上記のホットスタート電流設定信号 I hr 及び上記の電流検出信号 I d を入力として、ホットスタート電流設定信号 I hr (+) 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、ホットスタート電流が通電する期間（ホットスタート期間）中は溶接電源は定電流制御される。

[0029] 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。

[0030] 電源特性切換回路 S W 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 及び上記の電流通電判別信号 C d を入力として、電流通電判別信号 C d が H i g h レベル（通電）に変化した時点から予め定めたホットスタート期間中は電流誤差増幅信号 E i を誤差増幅信号 E a として出力し、それ以外の期間中は電圧誤差増幅信号 E v を誤差増幅信号 E a として出力する。

[0031] 電圧検出回路 V D は、上記の溶接電圧 V w を検出して、電圧検出信号 V d を出力する。短絡判別回路 S D は、上記の電圧検出信号 V d を入力として、この値が短絡判別値（10 V 程度）未満のときは短絡期間であると判別して H i g h 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 L o w レベルとなる短絡判別信号 S d を出力する。

[0032] 溶接開始回路 S T は、溶接電源を起動するときに H i g h レベルとなる溶

接開始信号 S t を出力する。この溶接開始回路 S T は、溶接トーチ 4 の起動スイッチ、溶接工程を制御する P L C、ロボット制御装置等が相当する。

[0033] 駆動回路 D V は、上記の誤差増幅信号 E a 及び上記の溶接開始信号 S t 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）のときは誤差増幅信号 E a 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 を出力する。

[0034] 過渡溶接期間タイマ回路 S T K は、上記の電流通電判別信号 C d 及び後述する送給速度設定信号 F r を入力として、以下の 1) ~ 4) の中から 1 つを選択して処理を行い、過渡溶接期間タイマ信号 S t k を出力する。

1) 電流通電判別信号 C d が H i g h レベル（通電）に変化した時点で H i g h レベルにセットされ、それから所定期間が経過した後に、送給速度設定信号 F r の正送期間又は逆送期間が終了した時点で L o w レベルにリセットされる過渡溶接期間タイマ信号 S t k を出力する。

2) 電流通電判別信号 C d が H i g h レベル（通電）に変化した時点で H i g h レベルにセットされ、それから送給速度設定信号 F r が所定回数の正送期間又は所定回数の逆送期間を終了した時点で L o w レベルにリセットされる過渡溶接期間タイマ信号 S t k を出力する。

3) 電流通電判別信号 C d が H i g h レベル（通電）に変化した時点で H i g h レベルにセットされ、それから所定期間が経過した後に、送給速度設定信号 F r の正送期間が終了した時点で L o w レベルにリセットされる過渡溶接期間タイマ信号 S t k を出力する。

4) 電流通電判別信号 C d が H i g h レベル（通電）に変化した時点で H i g h レベルにセットされ、それから送給速度設定信号 F r が所定回数の正送期間を終了した時点で L o w レベルにリセットされる過渡溶接期間タイマ信号 S t k を出力する。

[0035] 平均送給速度設定回路 F A R は、予め定めた平均送給速度設定信号 F a r を出力する。周期設定回路 T F R は、予め定めた周期設定信号 T f r を出力する。振幅設定回路 W F R は、予め定めた振幅設定信号 W f r を出力する。

[0036] 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 で正負対象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 3 (B) で詳述する。

[0037] 過渡溶接期間送給速度設定回路 FKR は、上記の電流通電判別信号 Cd、上記の短絡判別信号 Sd を入力として、図 2 (B) で詳述する処理を行い、過渡溶接期間送給速度設定信号 Fkr を出力する。

[0038] 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、上記の過渡溶接期間送給速度設定信号 Fkr、上記の溶接開始信号 St、上記の電流通電判別信号 Cd 及び上記の過渡溶接期間タイマ信号 Stk を入力として、以下の処理を行い、送給速度設定信号 Fr を出力する。

1) 溶接開始信号 St が High レベル (溶接開始) になると、0 から予め定めたスローダウン速度に切り換えられた送給速度設定信号 Fr を出力する。Fr = 0 のときは溶接ワイヤ 1 の送給は停止している。

2) 電流通電判別信号 Cd が High レベル (通電) になると、過渡溶接期間送給速度設定信号 Fkr を送給速度設定信号 Fr として出力する。

3) 過渡溶接期間タイマ信号 Stk が Low レベルになると、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 として出力する。

[0039] 送給制御回路 FC は、上記の送給速度設定信号 Fr を入力として、送給速度設定信号 Fr の値に相当する送給速度 Fw で溶接ワイヤ 1 を送給するための送給制御信号 Fc を上記の送給モータ WM に出力する。

[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開始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 St の時間変化を示し、同図 (B) は送給速度 Fw の時間変化を示し、同図 (C) は溶接電流 Iw 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) は電流通電判別信号  $C_d$  の時間変化を示し、同図 (F) は短絡判別信号  $S_d$  の時間変化を示し、同図 (G) は過渡溶接期間タイマ信号  $S_{tk}$  の時間変化を示す。以下、同図を参照して溶接開始時における各信号の動作について説明する。

[0041] 同図 (B) に示すように、送給速度  $F_w$  は、0 よりも上側が正送期間となり、下側が逆送期間となる。正送とは溶接ワイヤ 1 を母材 2 に近づける方向に送給することであり、逆送とは母材 2 から離反する方向に送給することである。送給速度  $F_w$  は、台形波状に変化しており、正送側にシフトした波形となっている。このために、送給速度  $F_w$  の平均値は正の値となり、溶接ワイヤ 1 は平均的には正送されている。

[0042] ここで、0 を基準線として送給速度  $F_w$  の台形波を見ると、同図 (B) に示すように、過渡溶接期間逆送期間は、所定の過渡溶接期間逆送加速期間、アーク再発生時点で終了する過渡溶接期間逆送ピーク期間、所定の過渡溶接期間逆送ピーク値及び所定の過渡溶接期間逆送減速期間から形成され、過渡溶接期間正送期間は、所定の過渡溶接期間正送加速期間、短絡発生時点で終了する過渡溶接期間正送ピーク期間、所定の過渡溶接期間正送ピーク値及び所定の過渡溶接期間正送減速期間から形成される。

[0043] 時刻  $t_1$  において、溶接開始信号  $S_t$  が High レベル (溶接開始) に変化すると、同図 (B) に示すように、送給速度  $F_w$  は 0 から予め定めた正の値のスローダウン速度に変化し、溶接ワイヤ 1 は正送される。このスローダウン速度は、1 m/min 程度の小さな値に設定される。同時に、時刻  $t_1$  において、溶接電源が起動されるので、同図 (D) に示すように、溶接電圧  $V_w$  は最大出力電圧値の無負荷電圧値になる。

[0044] 時刻  $t_2$  において、上記の正送によって溶接ワイヤ 1 が母材 2 と接触 (短絡) すると、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、溶接電圧  $V_w$  の値が予め定めた短絡判別値 (10 V 程度) 未満になるので、同図 (F) に示すように、短絡判別信号  $S_d$  が High レベル (短絡) に変化する。同時に、時刻  $t_2$  において、同図 (C) に示すように、予

め定めたホットスタート電流値（200～500A程度）の溶接電流 $I_w$ が通電を開始し、同図（E）に示すように、電流通電判別信号 $C_d$ がHighレベル（通電）に変化する。これに応動して、同図（G）に示すように、過渡溶接期間タイマ信号 $S_{tk}$ がHighレベルに変化し、後述するように時刻 $t_{12}$ にLowレベルに戻る。この時刻 $t_2 \sim t_{12}$ の期間が過渡溶接期間 $T_k$ となる。上記のホットスタート電流は、時刻 $t_2 \sim t_{41}$ の予め定めたホットスタート期間中通電する。

[0045] [時刻 $t_3 \sim t_5$ の第1回目の過渡溶接期間逆送期間の動作]

時刻 $t_2$ に電流通電判別信号 $C_d$ がHighレベルに変化してから予め定めた遅延期間が経過した時刻 $t_3$ において、同図（B）に示すように、送給速度 $F_w$ は正送から逆送に切り換えられて、予め定めた過渡溶接期間逆送ピーク値まで急加速し、過渡溶接期間逆送ピーク期間に入る。上記の遅延期間は1～10ms程度に設定される。遅延期間を0にして、遅延しないようにしても良い。この遅延は、溶接ワイヤ1が母材2に接触したときに、初期アークを円滑に発生させるために設けている。

[0046] 時刻 $t_4$ において上記のホットスタート電流の通電によって、アーク3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し、これに応動して、同図（F）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。過渡溶接期間逆送ピーク期間中に短絡判別信号 $S_d$ がLowレベル（アーク）に変化すると、同図（B）に示すように、時刻 $t_4 \sim t_5$ の上記の過渡溶接期間逆送減速期間に入り、上記の過渡溶接期間逆送ピーク値から0へと減速する。時刻 $t_4$ に過渡溶接期間逆送ピーク期間に入った時点において、既にアーク3が発生し短絡判別信号 $S_d$ がLowレベル（アーク）であったときは、時刻 $t_4$ 時点から過渡溶接期間逆送減速期間に入ることになる。過渡溶接期間逆送減速期間中の時刻 $t_{41}$ において、同図（C）に示すように、溶接電流 $I_w$ はホットスタート電流値からアーク負荷に応じて変化するアーク電流値に減少する。上述したように、時刻 $t_2 \sim t_{41}$ のホットスタート期間は所定値であるので、ホットス

タート期間が終了する時点において、送給速度  $F_w$  がどの期間になっているかは不確定である。時刻  $t_4 \sim t_7$  の期間がアーク期間となる。

[0047] [時刻  $t_5 \sim t_8$  の第 1 回目の過渡溶接期間正送期間の動作]

時刻  $t_5$  において過渡溶接期間逆送減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  $t_5 \sim t_6$  の上記の過渡溶接期間正送加速期間に入り、0 から上記の過渡溶接期間正送ピーク値まで加速する。

[0048] 時刻  $t_6$  において過渡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  $F_w$  は過渡溶接期間正送ピーク期間に入り、上記の過渡溶接期間正送ピーク値になる。

[0049] 時刻  $t_7$  において正送によって短絡が発生すると、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、これに応動して、同図 (F) 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  $I_w$  は短絡期間中に次第に増加する。過渡溶接期間正送ピーク期間中に短絡判別信号  $S_d$  が  $H i g h$  レベル (短絡) に変化すると、同図 (B) に示すように、時刻  $t_7 \sim t_8$  の上記の過渡溶接期間正送減速期間に入り、上記の過渡溶接期間正送ピーク値から 0 へと減速する。時刻  $t_7 \sim t_{10}$  の期間が短絡期間となる。

[0050] [時刻  $t_8 \sim t_{11}$  の第 2 回目の過渡溶接期間逆送期間の動作]

時刻  $t_8$  において過渡溶接期間正送減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  $t_8 \sim t_9$  の上記の過渡溶接期間逆送加速期間に入り、0 から上記の過渡溶接期間逆送ピーク値まで加速する。

[0051] 時刻  $t_9$  において過渡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  $F_w$  は過渡溶接期間逆送ピーク期間に入り、上記の過渡溶接期間逆送ピーク値になる。

[0052] 時刻  $t_{10}$  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し、これに応動して、同図 (F) 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  $I_w$  はアーク期間中に次第に減少する。過渡溶接期間逆送ピーク期間中に短絡判別信号  $S_d$  が  $Low$  レベル（アーク）に変化すると、同図（B）に示すように、時刻  $t_{10} \sim t_{11}$  の上記の過渡溶接期間逆送減速期間に入り、上記の過渡溶接期間逆送ピーク値から 0 へと減速する。

[0053] 時刻  $t_{11} \sim t_{12}$  の期間は第 2 回目の過渡溶接期間正送期間となり、上述した時刻  $t_5 \sim t_8$  の動作と同一であるので、説明は繰り返さない。同図（G）に示すように、過渡溶接期間タイマ信号  $S_{tk}$  は、時刻  $t_2$  に電流通電判別信号  $C_d$  が  $High$  レベル（通電）に変化した時点から所定期間が経過した後に、過渡溶接期間正送期間又は過渡溶接期間逆送期間が終了したタイミングに同期して  $Low$  レベル（定常溶接期間）に変化する。同図では、過渡溶接期間正送期間が終了する時刻  $t_{12}$  において、過渡溶接期間タイマ信号  $S_{tk}$  が  $Low$  レベルに変化している。したがって、時刻  $t_2 \sim t_{12}$  の期間が過渡溶接期間  $T_k$  となり、時刻  $t_{12}$  以降の期間が定常溶接期間となる。ここで、過渡溶接期間  $T_k$  を、溶接電流が通電を開始した時点から所定回数の過渡溶接期間逆送期間又は所定回数の過渡溶接期間正送期間が終了した時点としても良い。

[0054] さらに、過渡溶接期間  $T_k$  を、溶接電流が通電を開始した時点から所定期間が経過した後に、過渡溶接期間正送期間が終了した時点としても良い。さらに、過渡溶接期間  $T_k$  を、溶接電流が通電を開始した時点から所定回数の過渡溶接期間正送期間が終了した時点としても良い。このようにすると、定常溶接期間は、常に定常溶接期間逆送期間から開始することになり、定常溶接期間の溶接状態への移行が定常溶接期間正送期間から開始するよりも円滑になる。

[0055] 過渡溶接期間  $T_k$  は、定常溶接期間と同じ程度のサイズの溶融池が形成されるまでの期間として設定される。過渡溶接期間  $T_k$  は、50～1000ms 程度の範囲となる。同図では、過渡溶接期間  $T_k$  中に 2 周期分の波形を描画しているが、実際には 5～100 周期分の波形が含まれる。

[0056] 図 3 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

溶接電源における定常溶接期間中の各信号のタイミングチャートである。同図は、図2の過渡溶接期間 $T_k$ が時刻 $t_{12}$ に終了した時点以降の定常溶接期間中の動作を示す。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)は電流通電判別信号 $C_d$ の時間変化を示し、同図(F)は短絡判別信号 $S_d$ の時間変化を示し、同図(G)は過渡溶接期間タイマ信号 $S_{tk}$ の時間変化を示す。以下、同図を参照して定常溶接期間中の動作について説明する。

[0057] 同図(B)に示す送給速度 $F_w$ は、図1の送給速度設定回路FR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。送給速度設定信号 $F_r$ 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 $T_f$ で正負対象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、送給速度 $F_w$ は、平均送給速度設定信号 $F_{ar}$ 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、上下に対象となる振幅 $W_f$ 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。

[0058] ここで、0を基準線として送給速度 $F_w$ の台形波を見ると、同図(B)に示すように、時刻 $t_{12} \sim t_{16}$ 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 $t_{16} \sim t_{20}$ 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。

[0059] 時刻 $t_{12}$ において、同図(G)に示すように、過渡溶接期間タイマ信号 $S_{tk}$ がLowレベルに変化すると、定常溶接期間に移行する。この定常溶接期間中は、同図(A)に示すように、溶接開始信号 $S_t$ はHighレベル(

溶接開始)のままとなり、同図(E)に示すように、電流通電判別信号C dもHighレベル(通電)のままとなる。

[0060] [時刻 $t_{12}$ ～ $t_{16}$ の第1回目の定常溶接期間逆送期間の動作]

同図(B)に示すように、送給速度F wは時刻 $t_{12}$ ～ $t_{13}$ の上記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、時刻 $t_{11}$ ～ $t_{12}$ の過渡溶接期間正送期間中に発生した短絡状態が継続しているので、同図(F)に示すように、短絡判別信号S dはHighレベル(短絡)となっている。

[0061] 時刻 $t_{13}$ 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 $t_{13}$ ～ $t_{15}$ の上記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 $t_{14}$ 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(F)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。同図(C)に示すように、溶接電流I wはこれ以降次第に減少する。過渡溶接期間T k中は、アークの再発生をトリガとして本期間を終了していたが、定常溶接期間中は、アークの再発生とは無関係に所定期間が経過すると本期間を終了する点が異なる。

[0062] 時刻 $t_{15}$ 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 $t_{15}$ ～ $t_{16}$ の上記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。

[0063] [時刻 $t_{16}$ ～ $t_{20}$ の第1回目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 $t_{16}$ ～ $t_{17}$ の上記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、短絡状態のままである。

[0064] 時刻 $t_{17}$ 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 $t_{17}$ ～ $t_{19}$ の上記の定常溶接期間正

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  $t_{18}$  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 (F) に示すように、短絡判別信号  $S_d$  は High レベル (短絡) に変化する。同図 (C) に示すように、溶接電流  $I_w$  はこれ以降次第に増加する。過渡溶接期間  $T_k$  中は、短絡の発生をトリガとして本期間を終了していたが、定常溶接期間中は、短絡の発生とは無関係に所定期間が経過すると本期間を終了する点異なる。

[0065] 時刻  $t_{19}$  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  $t_{19} \sim t_{20}$  の上記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。

[0066] これ以降の定常溶接期間中は、上記の定常溶接期間逆送期間及び上記の定常溶接期間正送期間の動作を繰り返すことになる。

[0067] 定常溶接期間中及び過渡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。

(定常溶接期間中の台形波の数値例)

周期  $T_f = 10 \text{ ms}$ 、振幅  $W_f = 60 \text{ m/min}$ 、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

(過渡溶接期間中の台形波の数値例)

過渡溶接期間逆送加速期間 = 1.0 ms、過渡溶接期間逆送ピーク値 = -17.5 m/min、過渡溶接期間逆送減速期間 = 1.0 ms、過渡溶接期間正送加速期間 = 1.4 ms、過渡溶接期間正送ピーク値 = 24.5 m/min、過渡溶接期間正送減速期間 = 1.4 ms

[0068] 上記においては、送給速度  $F_w$  が台形波の場合について説明したが、正弦波、三角波等の周期的に繰り返す波形であれば良い。

[0069] 上述した実施の形態 1 では、溶接開始時は溶接ワイヤを正送し、溶接ワイヤが母材と接触して溶接電流が通電した後に、溶接ワイヤの逆送期間から正逆送給制御を開始する。これは、逆送期間から正逆送給制御を開始する方が、正送期間から正逆送給制御を開始するよりも初期アークの発生が円滑になるためである。

[0070] 上述した実施の形態 1 では、定常溶接期間に収束するまでの過渡溶接期間中は、逆送期間中にアーク期間になると正送期間に移行し、正送期間中に短絡期間になると逆送期間に移行し、定常溶接期間中は所定の正送期間と所定の逆送期間とを交互に切り換える。溶融池が十分に形成されていない過渡溶接期間中に、定常溶接期間のように所定の正送期間と所定の逆送期間とを交互に切り換えると、溶接状態が不安定になる。過渡溶接期間中は、逆送期間中にアークの再発生をトリガとして正送期間に移行し、正送期間中に短絡の発生をトリガとして逆送期間に移行することによって、溶接状態を安定化することができる。

[0071] 上述した実施の形態 1 では、送給速度の波形パラメータを、過渡溶接期間中は定常溶接期間中とは異なる値に設定する。波形パラメータは、逆送加速期間、逆送ピーク値(逆送振幅)、逆送減速期間、正送加速期間、正送ピーク値(正送振幅)又は正送減速期間である。これらの波形パラメータの少なくとも 1 つを、過渡溶接期間中は定常溶接期間中とは異なる値に設定する。これにより、過渡溶接期間中の溶接状態が安定化する。このときに、過渡溶接期間中の送給速度の平均値が定常溶接期間中の送給速度の平均値よりも小さくなるように、波形パラメータを設定することが望ましい。このようにすると

、過渡期間中の溶接状態がより安定化する。ここで、振幅とは、過渡溶接期間中は過渡溶接期間正送ピーク値と過渡溶接期間逆送ピーク値（絶対値）との合計値となり、定常溶接期間中は定常溶接期間正送ピーク値と定常溶接期間逆送ピーク値（絶対値）との合計値となる。振幅を過渡溶接期間中は定常溶接期間中よりも小さな値に設定することが望ましい。このようにすると、過渡溶接期間中の溶接状態がより安定化する。さらに、正送振幅（正送ピーク値）を過渡溶接期間中は定常溶接期間中よりも小さな値に設定することが望ましい。このようにすると、過渡溶接期間中の溶接状態がより安定化する。

[0072] [実施の形態 2]

実施の形態 2 の発明は、実施の形態 1 の正逆送給制御を行うプル側送給モータに加えて正送送給制御を行うプッシュ側送給モータを備え、プッシュ側送給モータは溶接電流が通電を開始した時点から予め定めた加速期間中は傾斜を有して加速する。

[0073] 図 4 は、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。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 にプッシュ側送給モータ WM 2、加速期間設定回路 TUR、第 2 送給速度設定回路 FR 2 及び第 2 送給制御回路 FC 2 を追加したものである。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。

[0074] 送給モータ WM がプル側送給モータとなり、送給系の下流側に設置されている。この送給モータ WM に対する正逆送給制御については実施の形態 1 と同一である。プッシュ側送給モータ WM 2 が新たに送給系の上流側に設置されている。このプッシュ側送給モータ WM 2 は、後述する第 2 送給制御信号 Fc2 によって正送送給制御される。

[0075] 加速期間設定回路 TUR は、予め定めた加速期間設定信号 Tur を出力する。第 2 送給速度設定回路 FR 2 は、この加速期間設定信号 Tur、平均送給速度設定信号 Far、溶接開始信号 St 及び電流通電判別信号 Cd を入力として、以下の処理を行い、第 2 送給速度設定信号 Fr2 を出力する。

1) 溶接開始信号  $S_t$  が  $H_i g h$  レベル (溶接開始) になると、0 から予め定めた第2スローダウン速度に切り換えられた第2送給速度設定信号  $F_{r2}$  を出力する。 $F_{r2} = 0$  のときは溶接ワイヤ1の送給は停止している。

2) 電流通電判別信号  $C_d$  が  $H_i g h$  レベル (通電) に変化した時点から加速期間設定信号  $T_{ur}$  によって定まる加速期間  $T_u$  中は、上記の第2スローダウン速度から傾斜を有して平均送給速度設定信号  $F_{ar}$  の値まで加速する第2送給速度設定信号  $F_{r2}$  を出力する。

3) その後は、平均送給速度設定信号  $F_{ar}$  の値となる第2送給速度設定信号  $F_{r2}$  を出力する。

[0076] 第2送給制御回路  $F C 2$  は、上記の第2送給速度設定信号  $F_{r2}$  を入力として、第2送給速度設定信号  $F_{r2}$  の値に相当する送給速度で溶接ワイヤ1を送給するための第2送給制御信号  $F_{c2}$  を上記のプッシュ側送給モータ  $W M 2$  に出力する。

[0077] 図5は、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4の溶接電源における溶接開始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) はプル側の送給速度  $F_w$  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) は電流通電判別信号  $C_d$  の時間変化を示し、同図 (F) は短絡判別信号  $S_d$  の時間変化を示し、同図 (G) は過渡溶接期間タイマ信号  $S_{tk}$  の時間変化を示し、同図 (H) はプッシュ側送給速度  $F_{w2}$  の時間変化を示す。同図は上述した図2と対応しており、図2に同図 (H) に示すプッシュ側送給速度  $F_{w2}$  を追加したものである。このプッシュ側送給速度  $F_{w2}$  以外の各信号の動作は図2と同一であるので、説明は繰り返さない。以下、同図を参照して、溶接開始時におけるプッシュ側送給速度  $F_{w2}$  の動作について説明する。

[0078] 時刻  $t_1$  において、溶接開始信号  $S_t$  が  $H_i g h$  レベル (溶接開始) に変化すると、同図 (H) に示すように、プッシュ側送給速度  $F_{w2}$  は0から予め定めた正の値の第2スローダウン速度に変化し、溶接ワイヤ1は正送される

。この第2スローダウン速度は、同図（B）に示す送給速度  $F_w$  のスローダウン速度と同一値に設定される。

[0079] 時刻  $t_2$  に同図（E）に示す電流通電判別信号  $C_d$  が High レベルに変化してから上記の遅延期間が経過した時刻  $t_3$  において、同図（H）に示すように、プッシュ側送給速度  $F_{w2}$  は傾斜を有して加速し、時刻  $t_{11}$  と時刻  $t_{12}$  との間の時刻  $t_{111}$  において平均送給速度設定信号  $F_{ar}$  の値となる。すなわち、時刻  $t_3 \sim t_{111}$  の予め定めた加速期間  $T_u$  中は、プッシュ側送給速度  $F_{w2}$  は傾斜を有して加速する。この加速期間  $T_u$  は、図4の加速期間設定信号  $T_{ur}$  によって設定される。この加速期間  $T_u$  は、時刻  $t_2 \sim t_{12}$  の過渡溶接期間  $T_k$  と略等しくなるように設定される。時刻  $t_{111}$  以降のプッシュ側送給速度  $F_{w2}$  は、予め定めた平均送給速度設定信号  $F_{ar}$  の値で定速送給される。

[0080] また、時刻  $t_{111}$  以降のプッシュ側送給速度  $F_{w2}$  を、プル側の送給速度  $F_w$  の平均値を検出し、この平均値と等しくなるようにフィードバック制御しても良い。

[0081] 上述した実施の形態2によれば、正逆送給制御を行うプル側送給モータに加えて、正送給制御を行うプッシュ側送給モータを備え、プッシュ側送給モータは溶接電流が通電を開始した時点から予め定めた加速期間中は傾斜を有して加速する。これにより、送給系にプッシュプル送給系を使用する場合において、実施の形態1と同様の効果を奏することができる。

[0082] [実施の形態3]

実施の形態3の発明は、実施の形態1において、図2の過渡溶接期間中の動作は同一であり、図3の定常溶接期間中の動作が異なるものである。すなわち、実施の形態1の発明では、定常溶接期間中は所定パターンの送給速度の波形となっており、アーク発生及び短絡発生がトリガーとなって送給速度の正送期間と逆送期間とが切り換えられることはない。これに対して、実施の形態3の発明では、過渡溶接期間中と同様に、定常溶接期間中も、アーク発生及び短絡発生をトリガーとして、送給速度の正送期間と逆送期間とが切

り換えられる。

[0083] 図6は、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。同図は上述した図1と対応しており、同一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の平均送給速度設定回路FAR、周期設定回路TFR及び振幅設定回路WFRを削除している。そして、正送加速期間設定回路TSUR、正送減速期間設定回路TSDR、逆送加速期間設定回路TRUR、逆送減速期間設定回路TRDR、正送振幅設定回路WSR及び逆送振幅設定回路WRRを追加している。さらに、図1の定常溶接期間送給速度設定回路FCRを第2定常溶接期間送給速度設定回路FCR2に置換している。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。

[0084] 正送加速期間設定回路TSURは、予め定めた正送加速期間設定信号Tsurを出力する。正送減速期間設定回路TSDRは、予め定めた正送減速期間設定信号Tsdrを出力する。

[0085] 逆送加速期間設定回路TRURは、予め定めた逆送加速期間設定信号Trurを出力する。逆送減速期間設定回路TRDRは、予め定めた逆送減速期間設定信号Trdrを出力する。

[0086] 正送振幅設定回路WSRは、正送ピーク値を設定するための予め定めた正送振幅設定信号Wsrを出力する。逆送振幅設定回路WRRは、逆送ピーク値を設定するための予め定めた逆送振幅設定信号Wrrを出力する。

[0087] 第2定常溶接期間送給速度設定回路FCR2は、上記の正送加速期間設定信号Tsur、上記の正送減速期間設定信号Tsdr、上記の逆送加速期間設定信号Trur、上記の逆送減速期間設定信号Trdr、上記の正送振幅設定信号Wsr、上記の逆送振幅設定信号Wrr及び上記の短絡判別信号Sdを入力として、以下の処理によって生成された送給速度パターンを定常溶接期間送給速度設定信号Fcrとして出力する。この定常溶接期間送給速度設定信号Fcrが0以上のときは正送期間となり、0未満のときは逆送期間となる。

1) 逆送加速期間設定信号Trurによって定まる逆送加速期間Tru中は0から

逆送振幅設定信号 $W_{rr}$ によって定まる負の値の逆送ピーク値 $W_{rp}$ まで直線状に加速する定常溶接期間送給速度設定信号 $F_{cr}$ を出力する。

2) 続いて、逆送ピーク期間 $T_{rp}$ 中は、上記の逆送ピーク値 $W_{rp}$ を維持する定常溶接期間送給速度設定信号 $F_{cr}$ を出力する。

3) 短絡判別信号 $S_d$ が $H_{igh}$ レベル(短絡期間)から $L_{ow}$ レベル(アーク期間)に変化すると、逆送減速期間設定信号 $T_{rdr}$ によって定まる逆送減速期間 $T_{rd}$ に移行し、上記の逆送ピーク値 $W_{rp}$ から0まで直線状に減速する定常溶接期間送給速度設定信号 $F_{cr}$ を出力する。

4) 続いて、正送加速期間設定信号 $T_{sur}$ によって定まる正送加速期間 $T_{su}$ 中は0から正送振幅設定信号 $W_{sr}$ によって定まる正の値の正送ピーク値 $W_{sp}$ まで直線状に加速する定常溶接期間送給速度設定信号 $F_{cr}$ を出力する。

5) 続いて、正送ピーク期間 $T_{sp}$ 中は、上記の正送ピーク値 $W_{sp}$ を維持する定常溶接期間送給速度設定信号 $F_{cr}$ を出力する。

6) 短絡判別信号 $S_d$ が $L_{ow}$ レベル(アーク期間)から $H_{igh}$ レベル(短絡期間)に変化すると、正送減速期間設定信号 $T_{sdr}$ によって定まる正送減速期間 $T_{sd}$ に移行し、上記の正送ピーク値 $W_{sp}$ から0まで直線状に減速する定常溶接期間送給速度設定信号 $F_{cr}$ を出力する。

7) 上記の1)～6)を繰り返すことによって正負の台形波状に変化する送給パターンの定常溶接期間送給速度設定信号 $F_{cr}$ が生成される。

[0088] 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6の溶接電源における溶接開始時(過渡期間中)の各信号のタイミングチャートは、図2と同一であるので、説明は繰り返さない。

[0089] 図7は、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6の溶接電源における定常溶接期間中の各信号のタイミングチャートである。同図は、図2の過渡溶接期間 $T_k$ が時刻 $t_{12}$ に終了した時点以降の定常溶接期間中の動作を示す。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

電流通電判別信号  $C_d$  の時間変化を示し、同図 (F) は短絡判別信号  $S_d$  の時間変化を示し、同図 (G) は過渡溶接期間タイマ信号  $S_{tk}$  の時間変化を示す。以下、同図を参照して定常溶接期間中の動作について説明する。

[0090] 同図 (B) に示す送給速度  $F_w$  は、図 6 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  $F_r$  (定常溶接期間送給速度設定信号  $F_{cr}$ ) の値に制御される。送給速度  $F_w$  は、図 6 の逆送加速期間設定信号  $T_{rur}$  によって定まる定常溶接期間逆送加速期間  $T_{ru}$ 、アークが発生するまで継続する定常溶接期間逆送ピーク期間  $T_{rp}$ 、図 6 の逆送減速期間設定信号  $T_{rdr}$  によって定まる定常溶接期間逆送減速期間  $T_{rd}$ 、図 6 の正送加速期間設定信号  $T_{sur}$  によって定まる定常溶接期間正送加速期間  $T_{su}$ 、短絡が発生するまで継続する定常溶接期間正送ピーク期間  $T_{sp}$  及び図 6 の正送減速期間設定信号  $T_{sdr}$  によって定まる定常溶接期間正送減速期間  $T_{sd}$  から形成される。さらに、定常溶接期間逆送ピーク値  $W_{rp}$  は図 6 の逆送振幅設定信号  $W_{rr}$  によって定まり、定常溶接期間正送ピーク値  $W_{sp}$  は図 6 の正送振幅設定信号  $W_{sr}$  によって定まる。この結果、送給速度  $F_w$  は、正負の台形波状に変化する送給パターンとなる。

[0091] 時刻  $t_{12}$  において、同図 (G) に示すように、過渡溶接期間タイマ信号  $S_{tk}$  が  $Low$  レベルに変化すると、定常溶接期間に移行する。この定常溶接期間中は、同図 (A) に示すように、溶接開始信号  $S_t$  は  $High$  レベル (溶接開始) のままとなり、同図 (E) に示すように、電流通電判別信号  $C_d$  も  $High$  レベル (通電) のままとなる。

[0092] [時刻  $t_{12} \sim t_{15}$  の定常溶接期間逆送期間の動作]

同図 (B) に示すように、送給速度  $F_w$  は時刻  $t_{12} \sim t_{13}$  の所定の定常溶接期間逆送加速期間  $T_{ru}$  に入り、0 から所定の定常溶接期間逆送ピーク値  $W_{rp}$  まで加速する。この期間中は短絡期間が継続している。

[0093] 時刻  $t_{13}$  において定常溶接期間逆送加速期間  $T_{ru}$  が終了すると、同図 (B) に示すように、送給速度  $F_w$  は定常溶接期間逆送ピーク期間  $T_{rp}$  に入り、上記の定常溶接期間逆送ピーク値  $W_{rp}$  になる。この期間中も短絡期間が継続している。

[0094] 時刻  $t_{14}$  においてアークが発生すると、同図(F)に示すように、短絡判別信号  $S_d$  が  $L o w$  レベル(アーク期間)に変化する。これに応動して、時刻  $t_{14} \sim t_{15}$  の所定の定常溶接期間逆送減速期間  $T_{rd}$  に移行し、同図(B)に示すように、送給速度  $F_w$  は上記の定常溶接期間逆送ピーク値  $W_{rp}$  から 0 まで減速する。同時に、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(C)に示すように、溶接電流  $I_w$  はアーク期間中次第に減少する。

[0095] [時刻  $t_{15} \sim t_{18}$  の定常溶接期間正送期間の動作]

時刻  $t_{15}$  において定常溶接期間逆送減速期間  $T_{rd}$  が終了すると、時刻  $t_{15} \sim t_{16}$  の所定の定常溶接期間正送加速期間  $T_{su}$  に移行する。この定常溶接期間正送加速期間  $T_{su}$  中は、同図(B)に示すように、送給速度  $F_w$  は 0 から上記の定常溶接期間正送ピーク値  $W_{sp}$  まで加速する。この期間中はアーク期間が継続している。

[0096] 時刻  $t_{16}$  において定常溶接期間正送加速期間  $T_{su}$  が終了すると、同図(B)に示すように、送給速度  $F_w$  は定常溶接期間正送ピーク期間  $T_{sp}$  に入り、上記の定常溶接期間正送ピーク値  $W_{sp}$  になる。この期間中もアーク期間が継続している。

[0097] 時刻  $t_{17}$  において短絡が発生すると、同図(F)に示すように、短絡判別信号  $S_d$  が  $H i g h$  レベル(短絡期間)に変化する。これに応動して、時刻  $t_{17} \sim t_{18}$  の所定の定常溶接期間正送減速期間  $T_{sd}$  に移行し、同図(B)に示すように、送給速度  $F_w$  は上記の定常溶接期間正送ピーク値  $W_{sp}$  から 0 まで減速する。同時に、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(C)に示すように、溶接電流  $I_w$  は短絡期間中次第に増加する。

[0098] これ以降の定常溶接期間中は、上記の定常溶接期間逆送期間及び上記の定常溶接期間正送期間の動作を繰り返すことになる。

[0099] 上記は、実施の形態 1 を基礎としているが、実施の形態 2 を基礎とした場合も同様である。

[0100] 実施の形態3の発明では、過渡溶接期間と同様に、定常溶接期間中もアーク発生をトリガーとして定常溶接期間逆送期間から定常溶接期間正送期間へと切り換わり、短絡発生をトリガーとして定常溶接期間正送期間から定常溶接期間逆送期間へと切り換わる。これにより、実施の形態3の発明では、実施の形態1と同様に過渡溶接期間中の溶接状態を安定化することができる。定常溶接期間については、実施の形態1の制御でも実施の形態3の制御でも溶接状態は安定している。

### 産業上の利用可能性

[0101] 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、溶接開始時から定常溶接期間に収束するまでの過渡溶接期間中は定常溶接期間中とは異なる正逆送給制御を行うことによって、過渡溶接期間中の溶接状態を安定化することができる。

[0102] 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、2014年9月8日出願の日本特許出願（特願2014-181993）、2014年9月29日出願の日本特許出願（特願2014-197876）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

- [0103] 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

E	出力電圧
E a	誤差増幅信号
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 ar	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 2	第2送給制御回路
F c2	第2送給制御信号
F C R	定常溶接期間送給速度設定回路
F cr	定常溶接期間送給速度設定信号
F C R 2	第2定常溶接期間送給速度設定回路
F K R	過渡溶接期間送給速度設定回路
F kr	過渡溶接期間送給速度設定信号
F R	送給速度設定回路
F r	送給速度設定信号
F R 2	第2送給速度設定回路
F r2	第2送給速度設定信号
F w	送給速度／プル側の送給速度
F w2	プッシュ側送給速度

I D	電流検出回路
I d	電流検出信号
I H R	ホットスタート電流設定回路
I hr	ホットスタート電流設定信号
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 K	過渡溶接期間タイマ回路
S tk	過渡溶接期間タイマ信号
S W	電源特性切換回路
T f	周期
T F R	周期設定回路
T fr	周期設定信号
T k	過渡溶接期間
T rd	定常溶接期間逆送減速期間
T R D R	逆送減速期間設定回路
T rdr	逆送減速期間設定信号
T rp	定常溶接期間逆送ピーク期間
T ru	定常溶接期間逆送加速期間
T R U R	逆送加速期間設定回路
T rur	逆送加速期間設定信号
T sd	定常溶接期間正送減速期間
T S D R	正送減速期間設定回路
T sdr	正送減速期間設定信号
T sp	定常溶接期間正送ピーク期間

T su 定常溶接期間正送加速期間  
T S U R 正送加速期間設定回路  
T sur 正送加速期間設定信号  
T u 加速期間  
T U R 加速期間設定回路  
T ur 加速期間設定信号  
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 fr 振幅設定信号  
W L リアクトル  
W M 送給モータ  
W M 2 プッシュ側送給モータ  
W rp 定常溶接期間逆送ピーク値  
W R R 逆送振幅設定回路  
W rr 逆送振幅設定信号  
W sp 定常溶接期間正送ピーク値  
W S R 正送振幅設定回路  
W sr 正送振幅設定信号

## 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、
- 溶接開始時は前記溶接ワイヤを正送し、溶接電流の通電開始後に前記溶接ワイヤの前記逆送期間から前記正逆送給制御を開始する、
- ことを特徴とするアーク溶接制御方法。
- [請求項2] 定常溶接期間に収束するまでの過渡溶接期間中は、前記逆送期間中に前記アーク期間になると前記正送期間に移行し、前記正送期間中に前記短絡期間になると前記逆送期間に移行する、
- 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] 前記過渡溶接期間を、前記溶接電流が通電を開始した時点から所定期間が経過した後に正送期間又は逆送期間が終了した時点までの期間とする、
- ことを特徴とする請求項2に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項4] 前記過渡溶接期間を、前記溶接電流が通電を開始した時点から所定回数の正送期間又は所定回数の逆送期間が終了した時点までの期間とする、
- ことを特徴とする請求項2に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項5] 前記送給速度の波形パラメータを、前記過渡溶接期間中は前記定常溶接期間中とは異なる値に設定する、
- ことを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項6] 前記送給速度の平均値を、前記過渡溶接期間中は前記定常溶接期間中とは異なる値に設定する、
- ことを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載のアーク溶接制御方法。
- [請求項7] 前記送給速度の振幅を、前記過渡溶接期間中は前記定常溶接期間中

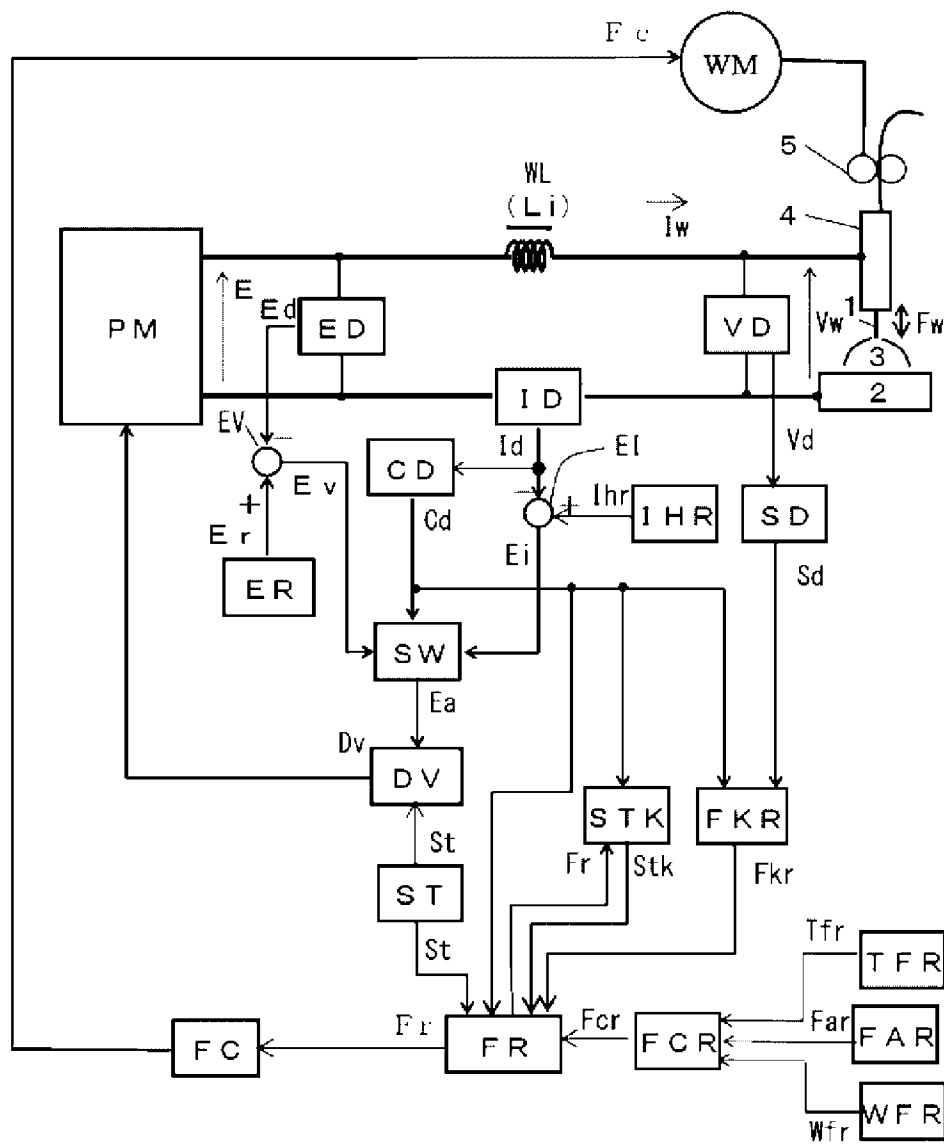
とは異なる値に設定する、

ことを特徴とする請求項 2～4 のいずれか 1 項に記載のアーク溶接制御方法。

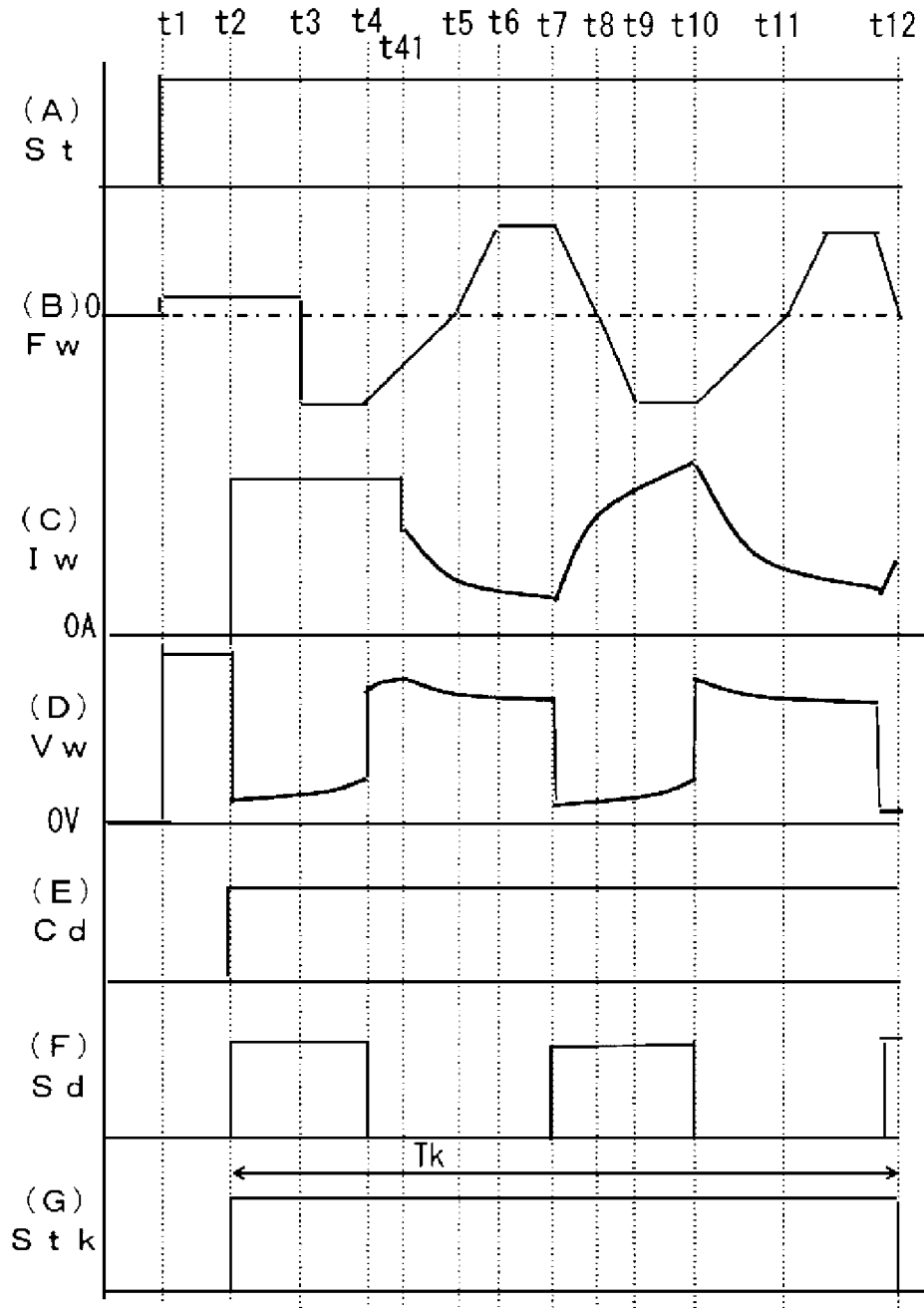
[請求項8] 前記送給速度の正送振幅を、前記過渡溶接期間中は前記定常溶接期間中よりも小さな値に設定する、  
ことを特徴とする請求項 2～4 のいずれか 1 項に記載のアーク溶接制御方法。

[請求項9] 前記正逆送給制御を行うプル側送給モータに加えて正送送給制御を行うプッシュ側送給モータを備え、前記プッシュ側送給モータは前記溶接電流の通電開始後に傾斜を有して加速する、  
ことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のアーク溶接制御方法。

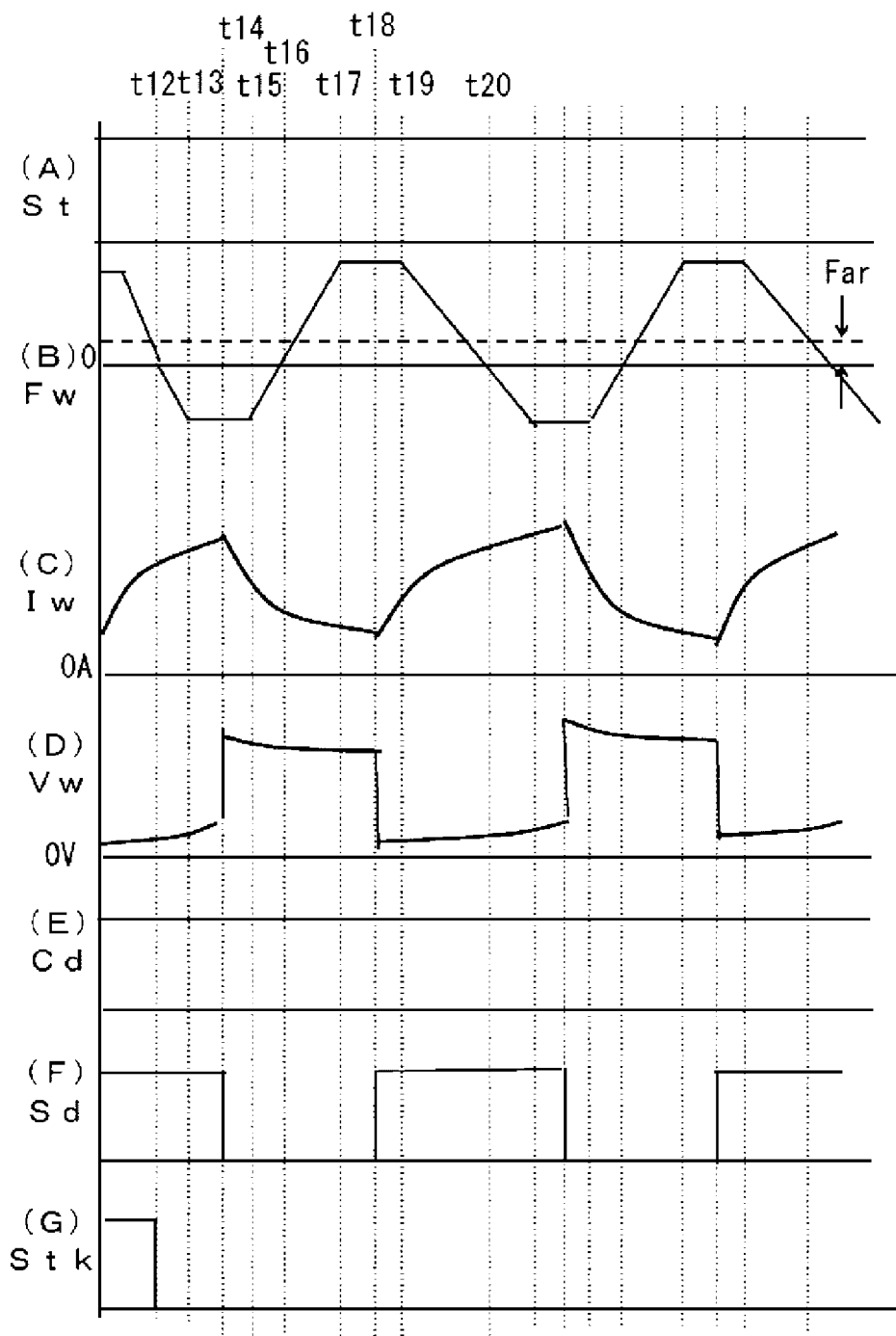
[図1]



[図2]

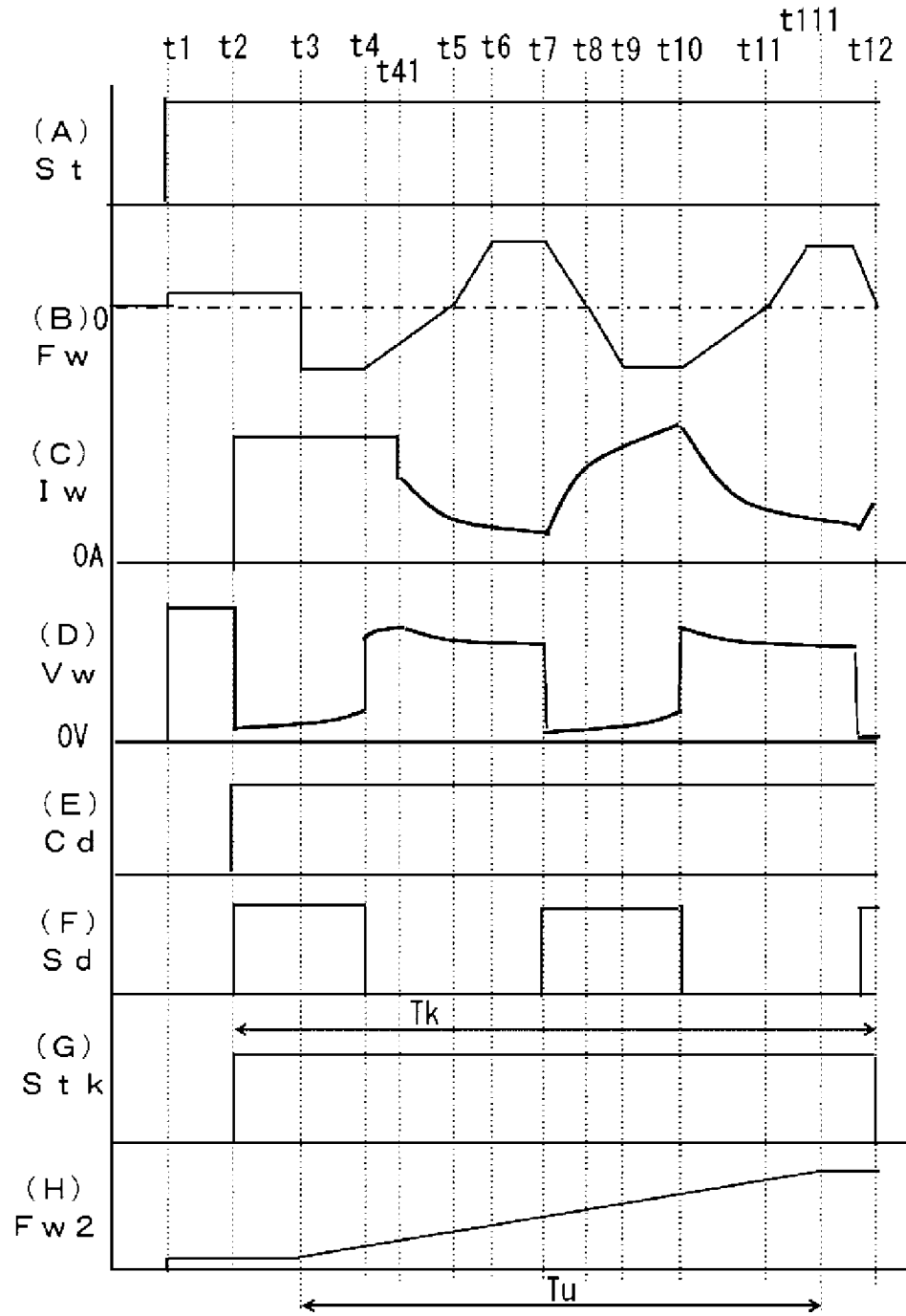


[図3]

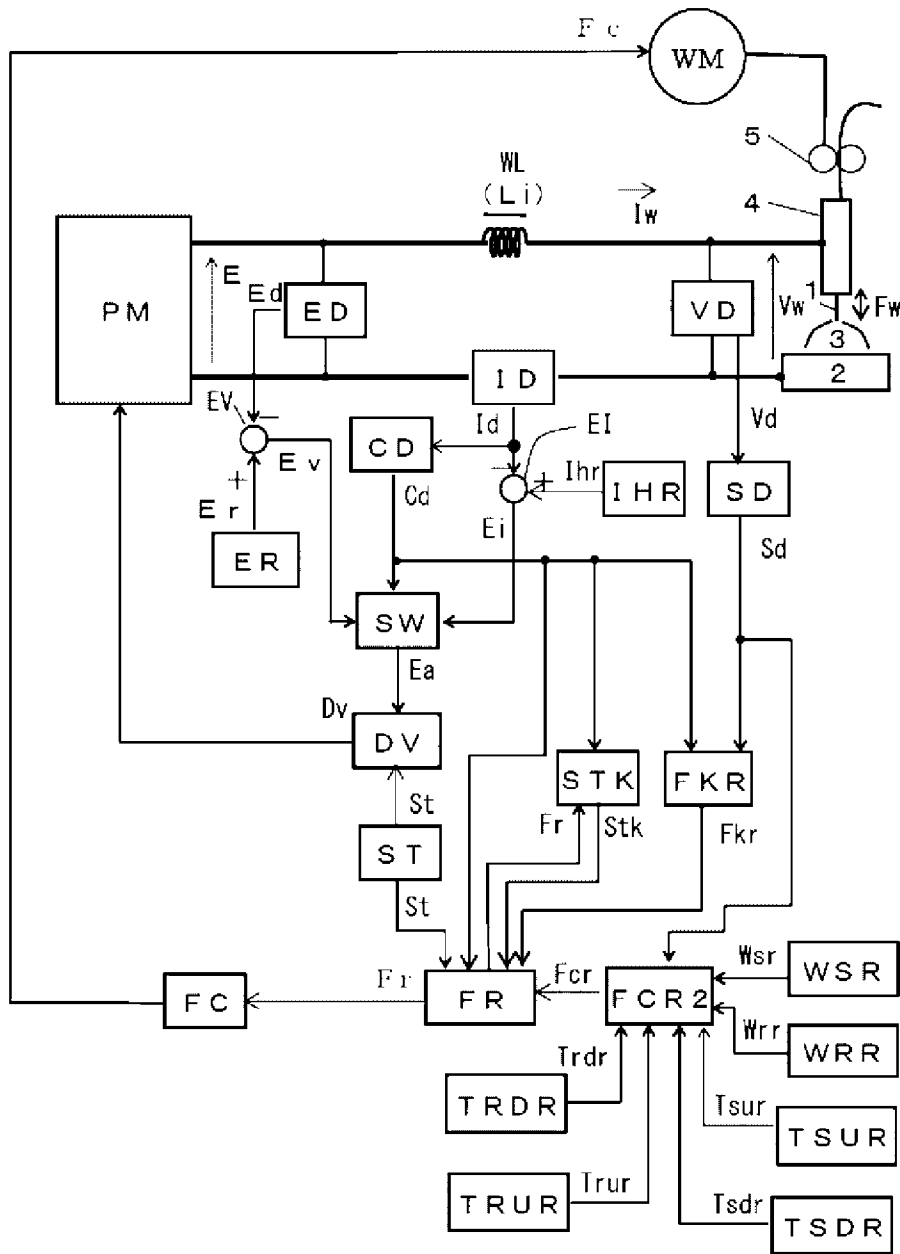




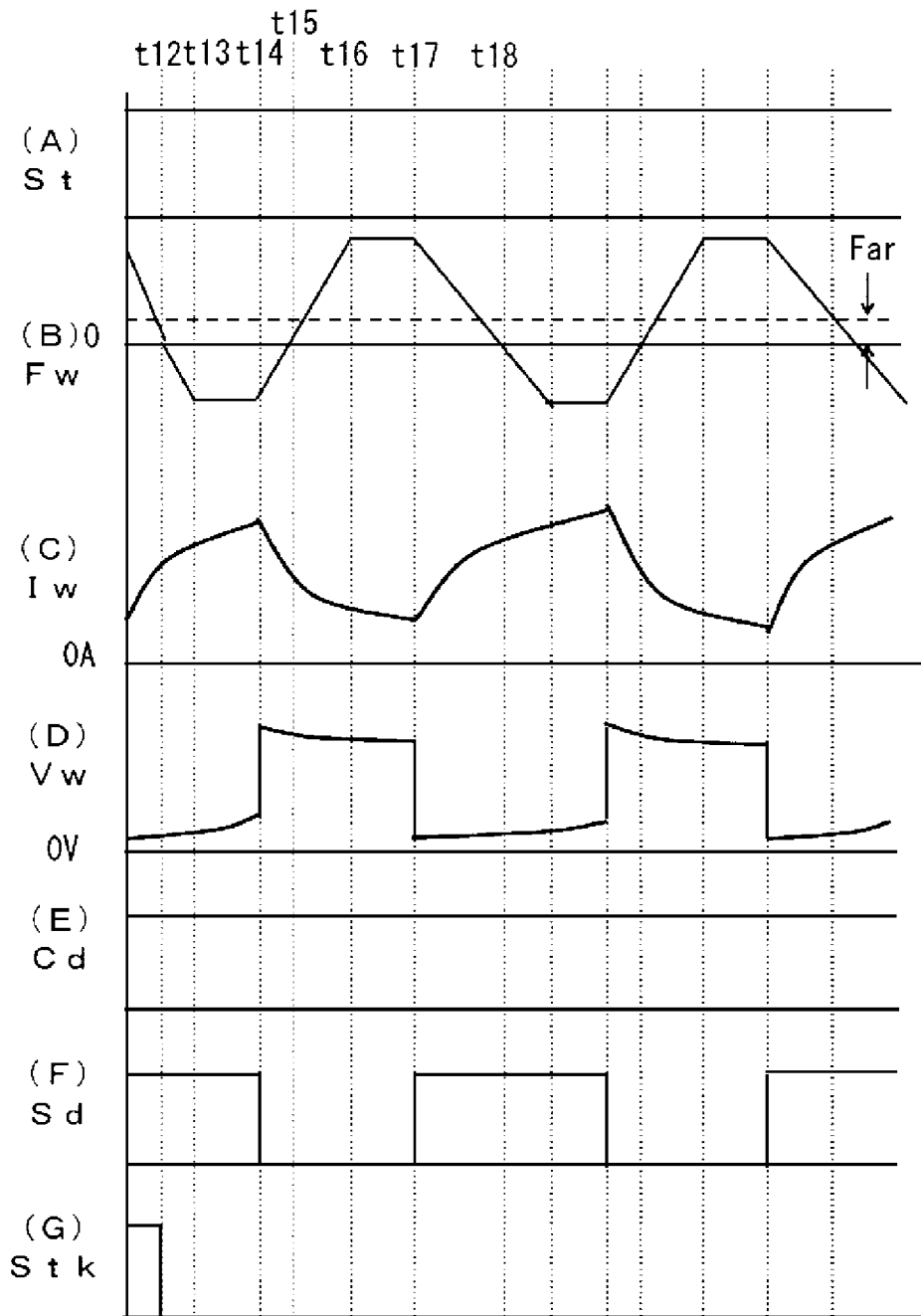
[図5]



[図6]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/073441

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B23K9/073(2006.01)i, B23K9/00(2006.01)i, B23K9/12(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)  
B23K9/073, B23K9/00, B23K9/12

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y A	JP 2014-140869 A (Panasonic Corp.), 07 August 2014 (07.08.2014), paragraphs [0007] to [0015], [0032], [0037] to [0048]; fig. 2, 4 (Family: none)	1-4, 5-7 9 8
Y A	JP 2008-105035 A (Daihen Corp.), 08 May 2008 (08.05.2008), paragraphs [0043] to [0047]; fig. 1 (Family: none)	9 1-8
A	US 2004/0074884 A1 (SSCO MANUFACTURING, INC.), 22 April 2004 (22.04.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 04 November 2015 (04.11.15)	Date of mailing of the international search report 17 November 2015 (17.11.15)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. B23K9/073(2006.01)i, B23K9/00(2006.01)i, B23K9/12(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. B23K9/073, B23K9/00, B23K9/12

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 1971-2015年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
X Y A	JP 2014-140869 A（パナソニック株式会社）2014.08.07, [0007]-[0015], [0032], [0037]-[0048], 図2, 図4（ファミリーなし）	1-4, 5-7 9 8
Y A	JP 2008-105035 A（株式会社ダイヘン）2008.05.08, [0043]-[0047], 図1（ファミリーなし）	9 1-8
A	US 2004/0074884 A1（SSCO MANUFACTURING, INC.）2004.04.22, 全文, 全図（ファミリーなし）	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。

<p>* 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</p>	<p>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                  「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>
--	---

国際調査を完了した日 04.11.2015	国際調査報告の発送日 17.11.2015
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） 岩瀬 昌治 電話番号 03-3581-1101 内線 3364