

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7053121号

(P7053121)

(45)発行日 令和4年4月12日(2022.4.12)

(24)登録日 令和4年4月4日(2022.4.4)

(51)国際特許分類

F I

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

請求項の数 4 (全14頁)

(21)出願番号	特願2018-203593(P2018-203593)	(73)特許権者	000000262
(22)出願日	平成30年10月30日(2018.10.30)		株式会社ダイヘン
(65)公開番号	特開2019-130588(P2019-130588 A)		大阪府大阪市淀川区田川二丁目一番十一号
(43)公開日	令和1年8月8日(2019.8.8)	(72)発明者	小野 貢平
審査請求日	令和3年4月7日(2021.4.7)		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
(31)優先権主張番号	特願2018-11133(P2018-11133)	(72)発明者	中俣 利昭
(32)優先日	平成30年1月26日(2018.1.26)		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
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	高田 賢人
(31)優先権主張番号	特願2018-11679(P2018-11679)		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
(32)優先日	平成30年1月26日(2018.1.26)	審査官	山下 浩平
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アーク溶接制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶接ワイヤの送給を正送期間と逆送期間とに交互に切り換え、短絡期間とアーク期間とを繰り返し、前記逆送期間中にアークが発生すると前記正送期間に移行し、前記正送期間中に短絡が発生すると前記逆送期間に移行して溶接するアーク溶接制御方法において、
前記短絡期間の時間長さに応じて逆送減速期間の時間長さを制御し、
前記逆送減速期間の時間長さの制御は、前記逆送期間の時間長さが所定値になるように行う、

ことを特徴とするアーク溶接制御方法。

【請求項2】

前記アーク期間に移行した時点から遅延時間が経過した後に溶接電流を増加させ、前記遅延時間は前記逆送減速期間の時間長さに応じて変化する、
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】

前記アーク期間の時間長さに応じて正送加速期間の時間長さを制御する、
ことを特徴とする請求項1～2のいずれか1項に記載のアーク溶接制御方法。

【請求項4】

前記正送加速期間の時間長さの制御は、前記正送期間の時間長さが所定値になるように行う、
ことを特徴とする請求項3に記載のアーク溶接制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、溶接ワイヤの送給を正送期間と逆送期間とに交互に切り換え、短絡期間とアーク期間とを繰り返し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。

10

【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繰り返して溶接する正逆送給アーク溶接方法が提案されている。特許文献1の発明では、溶接ワイヤの送給を正送期間と逆送期間とに交互に切り換え、短絡期間とアーク期間とを繰り返し、逆送期間中にアークが発生すると正送期間に移行し、正送期間中に短絡が発生すると逆送期間に移行して溶接するアーク溶接方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【文献】国際公開WO2016/039113号公報 図7

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

短絡期間の時間長さは、溶融池の不規則な運動、溶接ワイヤの溶融状態等の外乱によって変動する。正逆送給アーク溶接では、正送のみの通常のアーク溶接に比べて、溶接状態が短絡期間の変動の影響を受けやすいという問題がある。

【0006】

そこで、本発明では、正逆送給アーク溶接において、短絡期間が変動しても溶接状態を安定に維持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。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決するために、請求項1の発明は、溶接ワイヤの送給を正送期間と逆送期間とに交互に切り換え、短絡期間とアーク期間とを繰り返し、前記逆送期間中にアークが発生すると前記正送期間に移行し、前記正送期間中に短絡が発生すると前記逆送期間に移行して溶接するアーク溶接制御方法において、前記短絡期間の時間長さに応じて逆送減速期間の時間長さを制御し、前記逆送減速期間の時間長さの制御は、前記逆送期間の時間長さが所定値になるように行う。

ことを特徴とするアーク溶接制御方法である。

40

【0008】

請求項2の発明は、前記アーク期間に移行した時点から遅延時間が経過した後に溶接電流を増加させ、前記遅延時間は前記逆送減速期間の時間長さに応じて変化する、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である。

【0009】

請求項3の発明は、前記アーク期間の時間長さに応じて正送加速期間の時間長さを制御する、ことを特徴とする請求項1～2のいずれか1項に記載のアーク溶接制御方法である。

【0010】

50

請求項 4 の発明は、
前記正送加速期間の時間長さの制御は、前記正送期間の時間長さが所定値になるように行
う、
ことを特徴とする請求項 3 に記載のアーク溶接制御方法である。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、正逆送給アーク溶接において、短絡期間が変動しても溶接状態を安定に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【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。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

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。

【 0 0 1 5 】

[実施の形態 1]

実施の形態 1 の発明は、短絡期間の時間長さに応じて逆送減速期間の時間長さを制御するものである。

【 0 0 1 6 】

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。

【 0 0 1 7 】

電源主回路 P M は、3 相 2 0 0 V 等の商用電源（図示は省略）を入力として、後述する誤差増幅信号 E a 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 P M 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誤差増幅信号 E a 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。

【 0 0 1 8 】

リアクトル W L は、上記の出力電圧 E を平滑する。このリアクトル W L のインダクタンス値は、例えば 1 0 0 μ H である。

【 0 0 1 9 】

送給モータ W M は、後述する送給制御信号 F c を入力として、正送と逆送とを交互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 W M 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 W M 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 W M 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。

【 0 0 2 0 】

溶接ワイヤ 1 は、上記の送給モータ W M 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。

【 0 0 2 1 】

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。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、この値が予め定めた短絡判別値

10

20

30

40

50

(10V程度)未満のときは短絡期間にあると判別してHighレベルになり、以上のときはアーク期間にあると判別してLowレベルになる短絡判別信号Sdを出力する。

【0022】

電圧設定回路VRは、予め定めた電圧設定信号Vrを出力する。

【0023】

電圧誤差増幅回路EVは、上記の電圧設定信号Vr及び上記の電圧検出信号Vdを入力として、電圧設定信号Vr(+)と電圧検出信号Vd(-)との誤差を増幅して、電圧誤差増幅信号Evを出力する。

【0024】

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。

10

【0025】

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。

【0026】

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。

【0027】

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。

【0028】

正送ピーク値設定回路WSRは、上記の平均送給速度設定信号Farを入力として、平均送給速度設定信号Farに対応して予め定めた正送ピーク値設定信号Wsrを出力する。正送ピーク値設定信号Wsrは、送給速度Fwの平均値と平均送給速度設定信号Farの値とが等しくなるように実験によって予め算出される。そして、平均送給速度設定信号Farに応じた正送ピーク値設定信号Wsrの値が記憶される。

20

【0029】

逆送ピーク値設定回路WRRは、上記の平均送給速度設定信号Farを入力として、平均送給速度設定信号Farに対応して予め定めた逆送ピーク値設定信号Wrrを出力する。逆送ピーク値設定信号Wrrは、送給速度Fwの平均値と平均送給速度設定信号Farの値とが等しくなるように実験によって予め算出される。そして、平均送給速度設定信号Farに応じた逆送ピーク値設定信号Wrrの値が記憶される。

【0030】

逆送期間設定回路TRRは、予め定めた逆送期間設定信号Trrを出力する。

30

【0031】

逆送期間測定回路MTRは、後述する送給速度設定信号Frを入力として、送給速度設定信号Frが正の値から負の値に変化した時点(逆送期間の開始時点)からの経過時間を測定して逆送期間測定信号Mtrを出力する。

【0032】

送給速度設定回路FR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、上記の正送ピーク値設定信号Wsr、上記の逆送ピーク値設定信号Wrr、上記の短絡判別信号Sd、上記の逆送期間設定信号Trr及び上記の逆送期間測定信号Mtr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送給速度設定信号Frとして出力すると共に、算出された逆送減速期間設定信号Trdrを出力する。この送給速度設定信号Frが正の値のときは正送期間となり、負の値のときは逆送期間となる。

40

1) 正送加速期間設定信号Tsurによって定まる正送加速期間Tsu中は0から正送ピーク値設定信号Wsrによって定まる正の値の正送ピーク値Wspまで直線状に加速する送給速度設定信号Frを出力する。

2) 続いて、正送ピーク期間Tsp中は、上記の正送ピーク値Wspを維持する送給速度設定信号Frを出力する。

3) 短絡判別信号SdがLowレベル(アーク期間)からHighレベル(短絡期間)に変化すると、正送減速期間設定信号Tsdrによって定まる正送減速期間Tsdに移行し、上記の正送ピーク値Wspから0まで直線状に減速する送給速度設定信号Frを出力する。

50

4) 続いて、逆送加速期間設定信号 T_{rur} によって定まる逆送加速期間 T_{ru} 中は 0 から逆送ピーク値設定信号 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送給速度設定信号 F_r を出力する。

5) 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} を維持する送給速度設定信号 F_r を出力する。

6) 短絡判別信号 S_d が $H_i g h$ レベル(短絡期間)から $L o w$ レベル(アーク期間)に変化した時点において、逆送期間設定信号 T_{rr} の値から逆送期間測定信号 M_{tr} の値を減算して逆送減速期間設定信号 T_{rdr} を算出して出力する。そして、この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} 中は上記の逆送ピーク値 W_{rp} から 0 まで直線状に減速する送給速度設定信号 F_r を出力する。この動作により、短絡期間が変動しても、逆送期間 T_r は、常に逆送期間設定信号 T_{rr} の値と等しくなる。

10

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送給速度設定信号 F_r が生成される。

【0033】

送給制御回路 $F C$ は、上記の送給速度設定信号 F_r を入力として、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 を上記の送給モータ $W M$ に出力する。

【0034】

減流抵抗器 R は、上記のリアクトル $W L$ と溶接トーチ 4 との間に挿入される。この減流抵抗器 R の値は、短絡負荷 ($0.01 \sim 0.03 \Omega$ 程度) の 10 倍以上大きな値 ($0.5 \sim 3 \Omega$ 程度) に設定される。この減流抵抗器 R が通電路に挿入されると、リアクトル $W L$ 及び外部ケーブルのリアクトルに蓄積されたエネルギーが急放電される。

20

【0035】

トランジスタ $T R$ は、上記の減流抵抗器 R と並列に接続されて、後述する駆動信号 D_r に従ってオン又はオフ制御される。

【0036】

くびれ検出回路 $N D$ は、上記の短絡判別信号 S_d 、上記の電圧検出信号 V_d 及び上記の電流検出信号 I_d を入力として、短絡判別信号 S_d が $H_i g h$ レベル (短絡期間) であるときの電圧検出信号 V_d の電圧上昇値が基準値に達した時点でくびれの形成状態が基準状態になったと判別して $H_i g h$ レベルとなり、短絡判別信号 S_d が $L o w$ レベル (アーク期間) に変化した時点で $L o w$ レベルになるくびれ検出信号 N_d を出力する。また、短絡期間中の電圧検出信号 V_d の微分値がそれに対応した基準値に達した時点でくびれ検出信号 N_d を $H_i g h$ レベルに変化させるようにしても良い。さらに、電圧検出信号 V_d の値を電流検出信号 I_d の値で除算して溶滴の抵抗値を算出し、この抵抗値の微分値がそれに対応する基準値に達した時点でくびれ検出信号 N_d を $H_i g h$ レベルに変化させるようにしても良い。

30

【0037】

低レベル電流設定回路 $I L R$ は、予め定めた低レベル電流設定信号 I_{lr} を出力する。電流比較回路 $C M$ は、この低レベル電流設定信号 I_{lr} 及び上記の電流検出信号 I_d を入力として、 $I_d < I_{lr}$ のときは $H_i g h$ レベルになり、 $I_d \geq I_{lr}$ のときは $L o w$ レベルになる電流比較信号 C_m を出力する。

40

【0038】

駆動回路 $D R$ は、上記の電流比較信号 C_m 及び上記のくびれ検出信号 N_d を入力として、くびれ検出信号 N_d が $H_i g h$ レベルに変化すると $L o w$ レベルに変化し、その後に電流比較信号 C_m が $H_i g h$ レベルに変化すると $H_i g h$ レベルに変化する駆動信号 D_r を上記のトランジスタ $T R$ のベース端子に出力する。したがって、この駆動信号 D_r はくびれが検出されると $L o w$ レベルになり、トランジスタ $T R$ がオフ状態になり通電路に減流抵抗器 R が挿入されるので、短絡負荷を通電する溶接電流 I_w は急減する。そして、急減した溶接電流 I_w の値が低レベル電流設定信号 I_{lr} の値まで減少すると、駆動信号 D_r は $H_i g h$ レベルになり、トランジスタ $T R$ がオン状態になるので、減流抵抗器 R は短絡され

50

て通常の状態に戻る。

【 0 0 3 9 】

電流制御設定回路 I C R は、上記の短絡判別信号 S d、上記の低レベル電流設定信号 I l r 及び上記のくびれ検出信号 N d を入力として、以下の処理を行い、電流制御設定信号 I c r を出力する。

- 1) 短絡判別信号 S d が L o w レベル(アーク期間)のときは、低レベル電流設定信号 I l r となる電流制御設定信号 I c r を出力する。
- 2) 短絡判別信号 S d が H i g h レベル(短絡期間)に変化すると、予め定めた初期期間中は予め定めた初期電流設定値となり、その後は予め定めた短絡時傾斜で予め定めた短絡時ピーク設定値まで上昇してその値を維持する電流制御設定信号 I c r を出力する。
- 3) その後に、くびれ検出信号 N d が H i g h レベルに変化すると、低レベル電流設定信号 I l r の値となる電流制御設定信号 I c r を出力する。

10

【 0 0 4 0 】

電流誤差増幅回路 E I は、上記の電流制御設定信号 I c r 及び上記の電流検出信号 I d を入力として、電流制御設定信号 I c 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。

【 0 0 4 1 】

電流降下時間設定回路 T D R は、上記の平均送給速度設定信号 F a r を入力とする予め定めた電流降下時間算出関数によって電流降下時間 T d を算出して、電流降下時間設定信号 T d r を出力する。電流降下時間算出関数は、例えば $T d (ms) = 0.5 \times F a r (m/min) + 4$ である。F a r = 0 ~ 10 m/min の範囲で設定される場合、T d = 4 ~ 9 ms の範囲で変化することになる。電流降下時間算出関数は、溶接ワイヤの直径及び材質に対応して、実験によって適正値に設定される。

20

【 0 0 4 2 】

小電流期間回路 S T D は、上記の短絡判別信号 S d 及び上記の電流降下時間設定信号 T d r を入力として、短絡判別信号 S d が L o w レベル(アーク期間)に変化した時点から電流降下時間設定信号 T d r によって定まる電流降下時間 T d が経過した時点で H i g h レベルになり、その後に短絡判別信号 S d が H i g h レベル(短絡期間)になると L o w レベルになる小電流期間信号 S t d を出力する。

【 0 0 4 3 】

遅延時間設定回路 T C R は、上記の逆送減速期間設定信号 T r d r を入力として、この値に予め定めた係数を乗じて遅延時間設定信号 T c r を出力する。係数は、例えば 0.8 である。したがって、遅延時間設定信号 T c r の値は、逆送減速期間設定信号 T r d r の値に比例して変化する。

30

【 0 0 4 4 】

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、上記の短絡判別信号 S d、上記の遅延時間設定信号 T c r 及び上記の小電流期間信号 S t d を入力として、以下の処理を行い、誤差増幅信号 E a を出力する。

- 1) 短絡判別信号 S d が H i g h レベル(短絡期間)に変化した時点から、短絡判別信号 S d が L o w レベル(アーク期間)に変化して遅延時間設定信号 T c r によって定まる遅延時間 T c が経過した時点までの期間中は、電流誤差増幅信号 E i を誤差増幅信号 E a として出力する。

40

- 2) その後のアーク期間中は、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。
- 3) その後のアーク期間中に小電流期間信号 S t d が H i g h レベルとなる期間中は、電流誤差増幅信号 E i を誤差増幅信号 E a として出力する。

この回路によって、溶接電源の特性は、短絡期間、遅延期間及び小電流期間中は定電流特性となり、それ以外のアーク期間中は定電圧特性となる。

【 0 0 4 5 】

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各信号のタイミングチャートである。同図 (A) は送給速度 F w の時間変化を示し、同図

50

(B)は溶接電流 I_w の時間変化を示し、同図(C)は溶接電圧 V_w の時間変化を示し、同図(D)は短絡判別信号 S_d の時間変化を示し、同図(E)は小電流期間信号 S_{td} の時間変化を示す。以下、同図を参照して各信号の動作について説明する。

【0046】

同図(A)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。送給速度 F_w は、図1の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} 、短絡が発生するまで継続する正送ピーク期間 T_{sp} 、図1の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} 、図1の逆送加速期間設定信号 T_{ru} によって定まる逆送加速期間 T_{ru} 、アークが発生するまで継続する逆送ピーク期間 T_{rp} 及び逆送期間 T_r が図1の逆送期間設定信号 T_{rr} の値となるように自動調整される逆送減速期間 T_{rd} から形成される。さらに、正送ピーク値 W_{sp} は図1の正送ピーク値設定信号 W_{sr} によって平均送給速度設定信号 F_{ar} に応じた値として定まり、逆送ピーク値 W_{rp} は図1の逆送ピーク値設定信号 W_{rr} によって平均送給速度設定信号 F_{ar} に応じた値として定まる。この結果、送給速度設定信号 F_r は、正負の略台形波波状に変化する送給パターンとなる。

10

【0047】

[時刻 $t_1 \sim t_4$ の短絡期間の動作]

正送ピーク期間 T_{sp} 中の時刻 t_1 において短絡が発生すると、同図(C)に示すように、溶接電圧 V_w は数Vの短絡電圧値に急減するので、同図(D)に示すように、短絡判別信号 S_d がHighレベル(短絡期間)に変化する。これに反応して、時刻 $t_1 \sim t_2$ の予め定めた正送減速期間 T_{sd} に移行し、同図(A)に示すように、送給速度 F_w は上記の正送ピーク値 W_{sp} から0まで減速する。例えば、正送減速期間 $T_{sd} = 1\text{ms}$ に設定される。

20

【0048】

同図(A)に示すように、送給速度 F_w は時刻 $t_2 \sim t_3$ の予め定めた逆送加速期間 T_{ru} に入り、0から上記の逆送ピーク値 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。例えば、逆送加速期間 $T_{ru} = 1\text{ms}$ に設定される。

【0049】

時刻 t_3 において逆送加速期間 T_{ru} が終了すると、同図(A)に示すように、送給速度 F_w は逆送ピーク期間 T_{rp} に入り、上記の逆送ピーク値 W_{rp} になる。逆送ピーク期間 T_{rp} は、時刻 t_4 にアークが発生するまで継続する。したがって、時刻 $t_1 \sim t_4$ の期間が短絡期間となる。逆送ピーク期間 T_{rp} は所定値ではないが、2ms程度となる。また、逆送ピーク値 W_{rp} は平均送給速度設定信号 F_{ar} によって変化するが、 $-30 \sim -50\text{m/min}$ 程度に設定される。

30

【0050】

同図(B)に示すように、時刻 $t_1 \sim t_4$ の短絡期間中の溶接電流 I_w は、予め定めた初期期間中は予め定めた初期電流値となる。その後、溶接電流 I_w は、予め定めた短絡時傾斜で上昇し、予め定めた短絡時ピーク値に達するとその値を維持する。

【0051】

同図(C)に示すように、溶接電圧 V_w は、溶接電流 I_w が短絡時ピーク値となるあたりから上昇する。これは、溶接ワイヤ1の逆送及び溶接電流 I_w によるピンチ力の作用により、溶接ワイヤ1の先端の溶滴にくびれが次第に形成されるためである。

40

【0052】

その後に溶接電圧 V_w の電圧上昇値が基準値に達すると、くびれの形成状態が基準状態になったと判別して、図1のくびれ検出信号 N_d はHighレベルに変化する。

【0053】

くびれ検出信号 N_d がHighレベルになったことに反応して、図1の駆動信号 D_r はLowレベルになるので、図1のトランジスタ T_R はオフ状態となり図1の減流抵抗器 R が通電路に挿入される。同時に、図1の電流制御設定信号 I_{cr} が低レベル電流設定信号 I_{lr} の値に小さくなる。このために、同図(B)に示すように、溶接電流 I_w は短絡時ピーク値から低レベル電流値へと急減する。そして、溶接電流 I_w が低レベル電流値まで減少す

50

ると、駆動信号 D_r は $H_i g h$ レベルに戻るので、トランジスタ T_R はオン状態となり減流抵抗器 R は短絡される。同図 (B) に示すように、溶接電流 I_w は、電流制御設定信号 I_{cr} が低レベル電流設定信号 I_{lr} のままであるので、アーク再発生から図 1 の遅延時間設定信号 T_{cr} によって定まる遅延時間 T_c が経過するまでは低レベル電流値を維持する。したがって、トランジスタ T_R は、くびれ検出信号 N_d が $H_i g h$ レベルに変化した時点から溶接電流 I_w が低レベル電流値に減少するまでの期間のみオフ状態となる。同図 (C) に示すように、溶接電圧 V_w は、溶接電流 I_w が小さくなるので一旦減少した後に急上昇する。上述した各パラメータは、例えば以下の値に設定される。初期電流 = 40 A、初期期間 = 0.5 ms、短絡時傾斜 = 180 A/ms、短絡時ピーク値 = 400 A、低レベル電流値 = 50 A。

10

【0054】

[時刻 $t_4 \sim t_7$ のアーク期間の動作]

時刻 t_4 において、溶接ワイヤの逆送及び溶接電流 I_w の通電によるピンチ力によってくびれが進行してアークが発生すると、同図 (C) 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ので、図 (D) 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。図 1 の逆送期間測定回路 MTR は、送給速度 F_w が正の値から負の値へと変化する時刻 t_2 からの経過時間を逆送期間測定信号 Mtr として出力している。すなわち、逆送期間測定信号 Mtr は、逆送期間の時間長さを測定している。時刻 t_4 における逆送期間測定信号 $Mtr = Mtr_4$ であったとする。このときに、時刻 t_4 において、図 1 の逆送期間設定信号 T_{rr} の値から上記の Mtr_4 を減算して逆送減速期間 T_{rd} を算出する。そして、時刻 $t_4 \sim t_5$ の算出された逆送減速期間 T_{rd} に移行し、同図 (A) に示すように、送給速度 F_w は上記の逆送ピーク値 W_{rp} から 0 まで減速する。例えば、逆送減速期間 T_{rd} は、0.5 から 2 ms 程度の範囲で変化する。

20

【0055】

時刻 t_5 において逆送減速期間 T_{rd} が終了すると、時刻 $t_5 \sim t_6$ の予め定めた正送加速期間 T_{su} に移行する。この正送加速期間 T_{su} 中は、同図 (A) に示すように、送給速度 F_w は 0 から上記の正送ピーク値 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。例えば、正送加速期間 $T_{su} = 1$ ms に設定される。

【0056】

時刻 t_6 において正送加速期間 T_{su} が終了すると、同図 (A) に示すように、送給速度 F_w は正送ピーク期間 T_{sp} に入り、上記の正送ピーク値 W_{sp} になる。この期間中もアーク期間が継続している。正送ピーク期間 T_{sp} は、時刻 t_7 に短絡が発生するまで継続する。したがって、時刻 $t_4 \sim t_7$ の期間がアーク期間となる。そして、短絡が発生すると、時刻 t_1 の動作に戻る。正送ピーク期間 T_{sp} は所定値ではないが、4 ms 程度となる。また、正送ピーク値 W_{sp} は平均送給速度設定信号 F_{ar} によって変化するが、30 ~ 50 m/min 程度に設定される。

30

【0057】

時刻 t_4 においてアークが発生すると、同図 (C) 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。他方、同図 (B) に示すように、溶接電流 I_w は、時刻 t_4 から図 1 の遅延時間設定信号 T_{cr} によって定まる遅延時間 T_c の間は低レベル電流値を継続する。遅延時間 T_c は、逆送減速期間 T_{rd} と比例関係にあるので、逆送減速期間 T_{rd} が変化しても自動的に適正値に設定される。これは、逆送減速期間 T_{rd} 中の電流値を小さくすることで、溶接ワイヤ 1 の溶融を抑制するためである。このようにすると、逆送減速期間 T_{rd} が終了した時点におけるアーク長を逆送の送給速度 F_w によって精密に制御することができる。この結果、アーク発生状態を安定化し、かつ、アーク期間を正確に調整することができる。

40

【0058】

その後、溶接電流 I_w は増加して高電流値となる。この高電流値となるアーク期間中は、図 1 の電圧誤差増幅信号 E_v によって溶接電源のフィードバック制御が行われるので、定電圧特性となる。

50

【 0 0 5 9 】

時刻 t_4 にアークが発生してから、図 1 の電流降下時間設定信号 T_{dr} によって定まる電流降下時間 T_d が経過する時刻 t_{61} において、同図(E)に示すように、小電流期間信号 S_{td} が H_{igh} レベルに変化する。これに応動して、溶接電源は定電圧特性から定電流特性に切り換えられる。このために、同図(B)に示すように、溶接電流 I_w は低レベル電流値に低下し、短絡が発生する時刻 t_7 までその値を維持する。同様に、同図(C)に示すように、溶接電圧 V_w も低下する。小電流期間信号 S_{td} は、時刻 t_7 に短絡が発生すると L_{ow} レベルに戻る。

【 0 0 6 0 】

電流降下時間 T_d は平均送給速度設定信号 F_{ar} に応じた値となる。電流降下時間 T_d は、溶接電流 I_w が小電流値となるタイミング (小電流期間信号 S_{td} が H_{igh} レベルとなる時刻 t_{61}) が短絡が発生する時刻 t_7 よりも $0.5 \sim 1$ ms 程度前のタイミングになることが望ましい。この結果、時刻 t_{61} のタイミングは正送ピーク期間 T_{sp} 中となる。電流降下時間 T_d が短すぎると、小電流値の期間 $t_{61} \sim t_7$ が長くなり、アーク状態が不安定になる。逆に、電流降下時間 T_d が長すぎると、短絡が発生しても小電流値になっていないので、スパッタが増加することになる。すなわち、電流降下時間 T_d が溶接条件に応じて適正值に設定されることが重要である。

【 0 0 6 1 】

以下、上述した実施の形態 1 の作用効果について説明する。実施の形態 1 によれば、短絡期間の時間長さに応じて逆送減速期間の時間長さを制御する。これにより、以下の作用効果を奏する。

(1) 外乱によって短絡期間が変動して長くなると、逆送減速期間は短くなるように制御される。逆送減速期間中は、アーク発生状態において溶接ワイヤを逆送によって引き上げている状態となる。このときに、逆送減速期間を短くすると、引き上げ距離が短くなるので、アーク長が短い状態で正送期間に入ることになる。この結果、次の短絡が早く発生してアーク期間が短くなる。このために、短絡期間とアーク期間の繰り返し周期が安定化し、溶接状態の変動が抑制される。

(2) 他方、外乱によって短絡期間が変動して短くなると、逆送減速期間は長くなるように制御される。逆送減速期間中は、アーク発生状態において溶接ワイヤを逆送によって引き上げている状態となる。このときに、逆送減速期間を長くすると、引き上げ距離が長くなるので、アーク長が長い状態で正送期間に入ることになる。この結果、次の短絡が遅く発生してアーク期間が長くなる。このために、短絡期間とアーク期間の繰り返し周期が安定化し、溶接状態の変動が抑制される。

【 0 0 6 2 】

さらに、実施の形態 1 においては、逆送減速期間の時間長さの制御は、逆送期間が所定値になるように行う。この場合も、短絡期間が長くなると、逆送減速期間は短くなる。短絡期間が短くなると、逆送減速期間は長くなる。これにより、上述した作用効果を奏する。また、このようにすると、逆送減速期間の制御が簡素となるので、制御系の安定性が向上する。

【 0 0 6 3 】

さらに、実施の形態 1 においては、アーク期間に移行した時点から遅延時間が経過した後、溶接電流を増加させ、遅延時間は逆送減速期間の時間長さに応じて変化する。このようにすると、遅延時間は、逆送減速期間が変化しても自動的に適正值に設定される。このために、逆送減速期間中の電流値を小さくすることで、溶接ワイヤの溶融を抑制してアーク長を精密に制御することができる。この結果、アーク発生状態を安定化し、かつ、アーク期間を正確に調整することができる。

【 0 0 6 4 】

[実施の形態 2]

実施の形態 2 の発明は、実施の形態 1 に追加して、アーク期間の時間長さに応じて正送加速期間の時間長さを制御するものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

図 3 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 に正送ピーク期間測定回路 M T S P 及び正送期間設定回路 T S R を追加し、図 1 の正送加速期間設定回路 T S U R を第 2 正送加速期間設定回路 T S U R 2 に置換したものである。以下、これらのブロックについて同図を参照して説明する。

【 0 0 6 6 】

正送期間設定回路 T S R は、予め定めた正送期間設定信号 T s r を出力する。

【 0 0 6 7 】

正送ピーク期間測定回路 M T S P は、上記の正送ピーク値設定信号 W s r 及び上記の送給速度設定信号 F r を入力として、送給速度設定信号 F r = W s r となる正送ピーク期間の時間長さを測定して正送ピーク期間測定信号 M t s p を出力する。

【 0 0 6 8 】

第 2 正送加速期間設定回路 T S U R 2 は、上記の正送減速期間設定信号 T s d r、上記の正送期間設定信号 T s r 及び上記の正送ピーク期間測定信号 M t s p を入力として、正送加速期間設定信号 T s u r = T s r - T s d r - M t s p を算出して出力する。この回路によって、正送期間の時間長さが正送期間設定信号 T s r の値と等しくなるように、正送加速期間の時間長さが制御される。

【 0 0 6 9 】

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。但し、図 2 の時刻 t 5 ~ t 6 の正送加速期間 T s u の動作が異なっている。図 3 の正送ピーク期間測定回路 M T S P は、正送ピーク期間 T s p の時間長さを測定している。時刻 t 5 において、正送期間測定信号 M t s p の値は、前周期の正送ピーク期間 T s p の時間長さとなっている。ここで、図 3 の正送期間設定信号 T s r の値から上記の正送ピーク期間測定信号 M t s p 及び正送減速期間設定信号 T s d r を減算して正送加速期間設定信号 T s u r を算出する。そして、時刻 t 5 ~ t 6 の算出された正送加速期間 T s u に移行する。この正送加速期間 T s u 中は、同図 (A) に示すように、送給速度 F w は 0 から上記の正送ピーク値 W s p まで加速する。この期間中はアーク期間が継続している。例えば、正送加速期間 T s u は、0 . 5 から 2 m s 程度の範囲で変化する。

【 0 0 7 0 】

以下、上述した実施の形態 2 の作用効果について説明する。実施の形態 2 によれば、実施の形態 1 に追加して、アーク期間の時間長さに応じて正送加速期間の時間長さを制御する。これにより、実施の形態 1 の効果に加えて、以下の作用効果を奏する。

(1) 外乱によってアーク期間が変動して長くなると、次周期の正送加速期間は短くなるように制御される。正送加速期間中は、アーク発生状態において溶接ワイヤを正送しているので、アーク長が短くなる。このときに、正送加速期間を短くすると、アーク長が迅速に短くなるために、短絡が早く発生してアーク期間が短くなる。この結果、短絡期間とアーク期間の繰り返し周期が安定化し、溶接状態の変動が抑制される。

(2) 他方、外乱によってアーク期間が変動して短くなると、次周期の正送加速期間は長くなるように制御される。正送加速期間を長くすると、アーク長が短くなるのに時間がかかり、短絡が遅く発生してアーク期間が長くなる。この結果、短絡期間とアーク期間の繰り返し周期が安定化し、溶接状態の変動が抑制される。

【 0 0 7 1 】

さらに、実施の形態 2 においては、正送加速期間の時間長さの制御は、正送期間が所定値になるように行う。この場合も、アーク期間が長くなると、正送加速期間は短くなる。アーク期間が短くなると、正送加速期間は長くなる。これにより、上述した作用効果を奏する。また、このようにすると、正送加速期間の制御が簡素となるので、制御系の安定性が向上する。

【 符号の説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

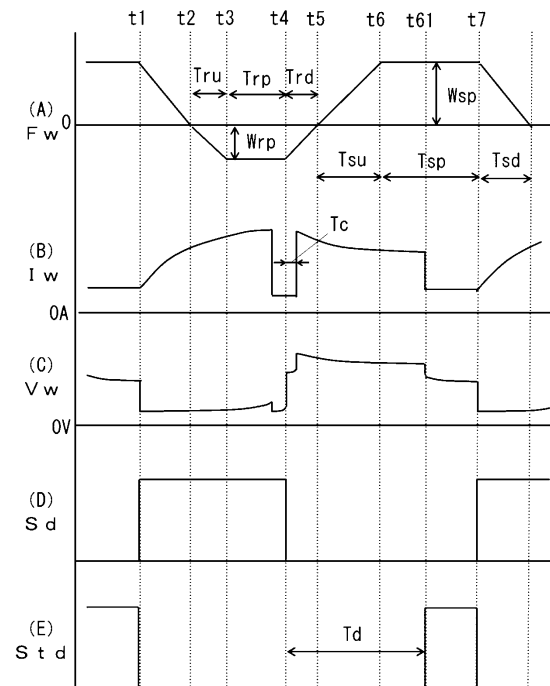
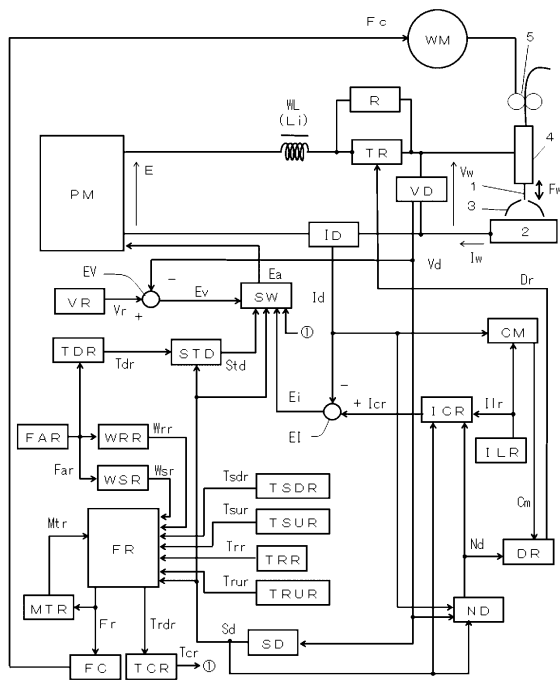
1	溶接ワイヤ	
2	母材	
3	アーク	
4	溶接トーチ	
5	送給ロール	
C M	電流比較回路	
C m	電流比較信号	
D R	駆動回路	
D r	駆動信号	10
E	出力電圧	
E a	誤差増幅信号	
E I	電流誤差増幅回路	
E i	電流誤差増幅信号	
E V	電圧誤差増幅回路	
E v	電圧誤差増幅信号	
F A R	平均送給速度設定回路	
F a r	平均送給速度設定信号	
F C	送給制御回路	
F c	送給制御信号	20
F R	送給速度設定回路	
F r	送給速度設定信号	
F w	送給速度	
I C R	電流制御設定回路	
I c r	電流制御設定信号	
I D	電流検出回路	
I d	電流検出信号	
I L R	低レベル電流設定回路	
I l r	低レベル電流設定信号	
I w	溶接電流	30
M T R	逆送期間測定回路	
M t r	逆送期間測定信号	
N D	くびれ検出回路	
N d	くびれ検出信号	
M T S P	正送ピーク期間測定回路	
M t s p	正送ピーク期間測定信号	
P M	電源主回路	
R	減流抵抗器	
S D	短絡判別回路	
S d	短絡判別信号	40
S T D	小電流期間回路	
S t d	小電流期間信号	
S W	電源特性切換回路	
T c	遅延時間	
T C R	遅延時間設定回路	
T c r	遅延時間設定信号	
T d	電流降下時間	
T D R	電流降下時間設定回路	
T d r	電流降下時間設定信号	
T R	トランジスタ	50

T r	逆送期間	
T r d	逆送減速期間	
T r d r	逆送減速期間設定信号	
T r p	逆送ピーク期間	
T R R	逆送期間設定回路	
T r r	逆送期間設定信号	
T r u	逆送加速期間	
T R U R	逆送加速期間設定回路	
T r u r	逆送加速期間設定信号	
T s d	正送減速期間	10
T S D R	正送減速期間設定回路	
T s d r	正送減速期間設定信号	
T s p	正送ピーク期間	
T S R	正送期間設定回路	
T s r	正送期間設定信号	
T s u	正送加速期間	
T S U R	正送加速期間設定回路	
T s u r	正送加速期間設定信号	
T S U R 2	第2正送加速期間設定回路	
V D	電圧検出回路	20
V d	電圧検出信号	
V R	電圧設定回路	
V r	電圧設定信号	
V w	溶接電圧	
W L	リアクトル	
W M	送給モータ	
W r p	逆送ピーク値	
W R R	逆送ピーク値設定回路	
W r r	逆送ピーク値設定信号	
W s p	正送ピーク値	30
W S R	正送ピーク値設定回路	
W s r	正送ピーク値設定信号	

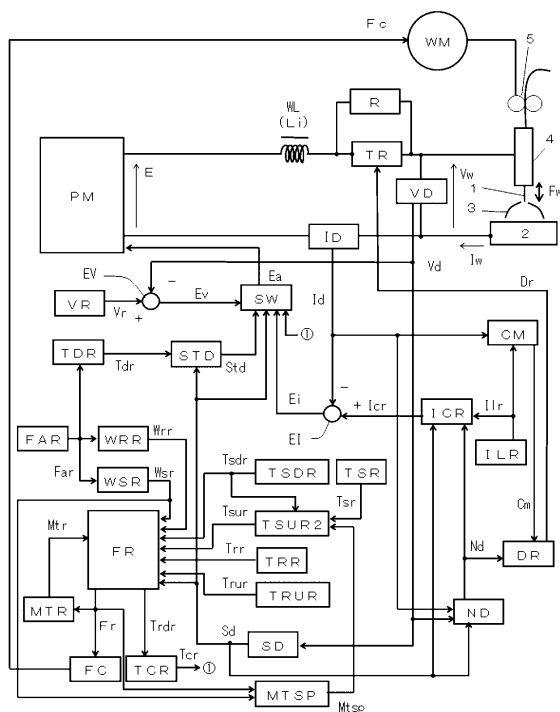
【図面】

【 図 1 】

【圖 2】



【圖 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 1 6 8 6 1 7 (J P , A)
 特開 2 0 1 4 - 2 3 7 1 5 5 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 7 / 0 5 7 6 8 3 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 4 - 1 7 2 0 6 6 (J P , A)
 特開 2 0 1 4 - 2 2 6 7 0 9 (J P , A)
 特開昭 6 1 - 2 5 3 1 7 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 B 2 3 K 9 / 0 0、9 / 0 6 - 9 / 1 3 3、1 0 / 0 0