

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7576504号
(P7576504)

(45)発行日 令和6年10月31日(2024.10.31)

(24)登録日 令和6年10月23日(2024.10.23)

(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 9/095(2006.01) B 2 3 K 9/095 5 0 1 A

B 2 3 K 9/12 (2006.01) B 2 3 K 9/12 3 0 5

請求項の数 2 (全13頁)

(21)出願番号	特願2021-69505(P2021-69505)	(73)特許権者	000000262
(22)出願日	令和3年4月16日(2021.4.16)		株式会社ダイヘン
(65)公開番号	特開2022-164178(P2022-164178 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4年10月27日(2022.10.27)	(74)代理人	100135389
審査請求日	令和5年10月2日(2023.10.2)		弁理士 臼井 尚
		(74)代理人	100168044
			弁理士 小淵 景太
		(72)発明者	高田 賢人
			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
		(72)発明者	中俣 利昭
			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
		審査官	松田 長親

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アーク溶接装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶接ワイヤを送給する送給モータと、
前記溶接ワイヤと母材との間が短絡期間又はアーク期間にあるかを判別して短絡判別信号を出力する短絡判別部と、
前記短絡判別信号を入力として前記短絡期間の開始時点から基準時間が経過すると電流減少信号を出力する電流減少タイマ部と、
前記溶接ワイヤと前記母材との間に出力端子間電圧及び溶接電流を供給して前記短絡期間と前記アーク期間とを繰り返すと共に、前記短絡期間中に前記電流減少信号が入力されると前記溶接電流を減少させて前記アーク期間に移行させる電力制御部と、
を備えたアーク溶接装置において、

10

前記電流減少信号が入力されてから前記短絡判別信号によってアーク期間であると判別するまでのくびれ時間を検出し、所定周期ごとに前記くびれ時間の平均値を算出して平均くびれ時間算出信号を出力する平均くびれ時間算出部と、
予め定めたくびれ時間設定信号を出力するくびれ時間設定部と、
前記平均くびれ時間算出信号の値と前記くびれ時間設定信号の値とが等しくなるようにフィードバック制御して前記基準時間を設定する基準時間設定部と、
をさらに備えたことを特徴とするアーク溶接装置。

【請求項2】

前記送給モータは、前記溶接ワイヤを前記アーク期間中は正送し、前記短絡期間中は逆送

20

する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアーケ溶接装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、溶接ワイヤを送給し、短絡期間とアーケ期間とを繰り返して溶接するアーケ溶接装置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ケ溶接では、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ケを発生させて溶接が行なわれる。消耗電極式アーケ溶接では、溶接ワイヤと母材とが短絡期間とアーケ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】

溶接品質を向上させるために、短絡期間中に溶滴のくびれを検出すると溶接電流を低レベル電流値まで減少させてアーケを再発生させるくびれ検出制御が慣用されている。くびれ検出制御は、スパッタの発生を大幅に削減することができるので、高品質の溶接結果を得ることができる。このくびれ検出制御を行うためには、溶滴のくびれの状態をアーケ発生部の電圧から正確に検出する必要がある。このために、アーケ発生部の電圧を検出するために、母材と溶接トーチとに専用の検出線を配線している。しかし、この検出線を配線するには手間がかかる。さらに、溶接トーチは溶接中に移動するので、検出線が断線してトラブルになることがある。さらに、大型構造物を溶接する場合には、アーケ発生部の電圧を検出することが困難である。

20

【0004】

上記の問題を解決するために、特許文献 1 の発明では、短絡開始時点から予め定めた基準時間が経過すると、溶滴のくびれの形成状態が基準状態に達したと推定して溶接電流を減少させている。このようにすると、アーケ発生部の電圧を検出する必要がないために、検出線を配線する必要もない。しかし、この制御においては、基準時間をどのような値に設定するかが問題となる。溶滴のくびれの形成状態は、溶接ワイヤの材質、シールドガスの種類、溶接電流、溶接電圧、溶接速度、溶接姿勢、ワイヤ突き出し長さ等の種々の溶接条件によって変動するために、適正な基準時間を予め実験によって設定することは困難である。基準時間が適正值よりも短い場合には、溶滴の形成状態がまだ十分でない時点で溶接電流が減少するために、アーケの再発生タイミングが遅くなり、溶接状態が不安定になる。逆に、基準時間が適正值よりも長い場合には、溶接電流が十分に減少しないタイミングでアーケが再発生することになり、スパッタが多く発生することになる。したがって、従来技術においては、基準時間を適正值に設定することが過大となる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許第 5 9 7 4 9 8 4 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

そこで、本発明では、アーケ発生部の電圧を検出することなく、種々の溶接条件において、スパッタの発生が少ない高品質の溶接を行うことができるアーケ溶接装置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】

【0007】

上述した課題を解決するために、請求項 1 の発明は、溶接ワイヤを送給する送給モータと、

50

前記溶接ワイヤと母材との間が短絡期間又はアーク期間にあるかを判別して短絡判別信号を出力する短絡判別部と、

前記短絡判別信号を入力として前記短絡期間の開始時点から基準時間が経過すると電流減少信号を出力する電流減少タイマ部と、

前記溶接ワイヤと前記母材との間に出力端子間電圧及び溶接電流を供給して前記短絡期間と前記アーク期間とを繰り返すと共に、前記短絡期間中に前記電流減少信号が入力されると前記溶接電流を減少させて前記アーク期間に移行させる電力制御部と、

を備えたアーク溶接装置において、

前記電流減少信号が入力されてから前記短絡判別信号によってアーク期間であると判別するまでのくびれ時間を検出し、所定周期ごとに前記くびれ時間の平均値を算出して平均くびれ時間算出信号を出力する平均くびれ時間算出部と、

10

予め定めたくびれ時間設定信号を出力するくびれ時間設定部と、

前記平均くびれ時間算出信号の値と前記くびれ時間設定信号の値とが等しくなるようにフィードバック制御して前記基準時間を設定する基準時間設定部と、

をさらに備えたことを特徴とするアーク溶接装置である。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 の発明は、

前記送給モータは、前記溶接ワイヤを前記アーク期間中は正送し、前記短絡期間中は逆送する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアーク溶接装置である。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明のアーク溶接装置によれば、アーク発生部の電圧を検出することなく、種々の溶接条件において、スパッタの発生が少ない高品質の溶接を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施の形態に係るアーク溶接装置のブロック図である。

【図 2】図 1 のアーク溶接装置における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】

【 0 0 1 2 】

30

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 3 】

図 1 は、本発明の実施の形態に係るアーク溶接装置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 4 】

電力制御部 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 を出力することによって、溶接ワイヤ 1 と母材 2 との間に出力端子間電圧 V w 及び溶接電流 I w を供給する。この電力制御部 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。

40

【 0 0 1 5 】

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 6 】

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。正送とは溶接ワイヤを母材に近づく方向に前進送給することであり、逆送とは母材から離れる方向に後退送給することである。

50

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。

【0017】

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の間には出力端子間電圧Vwが印加され、溶接電流Iwが通電する。溶接トーチ4の先端からはシールドガス（図示は省略）が噴出される。

【0018】

出力電圧設定回路ERは、予め定めた出力電圧設定信号Er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Edを出力する。

【0019】

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

【0020】

電流検出回路IDは、上記の溶接電流Iwを検出して、電流検出信号Idを出力する。電圧検出回路VDは、溶接電源の出力端子間電圧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、この値が予め定めた短絡判別値（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。

【0021】

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。

【0022】

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。

【0023】

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。

【0024】

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。

【0025】

正送ピーク値設定回路WSRは、予め定めた正送ピーク値設定信号Wsrを出力する。

【0026】

逆送ピーク値設定回路WRRは、予め定めた逆送ピーク値設定信号Wrrを出力する。

【0027】

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、上記の逆送減速期間設定信号Trdr、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送給速度設定信号Frとして出力する。この送給速度設定信号Fr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) 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まで減速する送給速度設定信号Frを出力する。

10

20

30

40

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 まで減速する送給速度設定信号 F_r 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送給速度設定信号 F_r が生成される。

10

【0028】

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。

【0029】

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 ~ 0.03 Ω 程度) の 50 倍以上大きな値 (0.5 ~ 3 Ω 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。

【0030】

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。

20

【0031】

平均くびれ時間算出回路 T_{SA} は、後述する電流減少信号 N_d 及び上記の短絡判別信号 S_d を入力として、電流減少信号 N_d が短時間 $H_i g h$ レベル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) に変化するまでのくびれ時間 T_s を検出し、所定周期ごとにくびれ時間 T_s の移動平均値を算出して平均くびれ時間算出信号 T_{sa} を出力する。上記の所定周期は、短絡が発生する周期であり、3 ~ 10 周期程度に設定される。したがって、短絡が発生するごとに、その直前の所定周期のくびれ時間 T_s の平均値が算出される。

30

【0032】

くびれ時間設定回路 T_{SR} は、くびれ時間 T_s の目標値を設定するためのくびれ時間設定信号 T_{sr} を出力する。この値は、0.5 ms 程度に設定される。

【0033】

基準時間設定回路 T_{NR} は、上記の平均くびれ時間算出信号 T_{sa} 及び上記のくびれ時間設定信号 T_{sr} を入力として、 $T_{nr} = T_{ni} + \int G \cdot (T_{sa} - T_{sr}) \cdot dt$ の演算を行い基準時間設定信号 T_{nr} を出力する。ここで、 T_{ni} は予め定めた初期値であり、例えば 4 ms に設定される。 G は予め定めた増幅率である。したがって、基準時間設定信号 T_{nr} は、平均くびれ時間算出信号 T_{sa} に基づいて設定される。さらには、基準時間設定信号 T_{nr} は、平均くびれ時間算出信号 T_{sa} の値とくびれ時間設定信号 T_{sr} の値とが等しくなるようにフィードバック制御によって設定される。短絡が終了してアークが再発生するよりもくびれ時間設定信号 T_{sr} の値だけ前の状態において、くびれの形成状態は基準状態になっている。このタイミングで溶接電流を減少させると、アーク再発生時点において、溶接電流は所望の低レベル電流値になる。

40

【0034】

電流減少タイマ回路 N_D は、上記の短絡判別信号 S_d 及び上記の基準時間設定信号 T_{nr} 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) であり、かつ、 $H_i g h$ レベルに変化した時点からの経過時間が基準時間設定信号 T_{nr} によって定まる基準時間 T_n に達したときは短時間 $H_i g h$ レベルとなる電流減少信号 N_d を出力する。

【0035】

50

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 l r 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 l r 及び上記の電流検出信号 I d を入力として、 $I d < I l r$ のときは H i g h レベルになり、 $I d \geq I l r$ 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。

【 0 0 3 6 】

駆動回路 D R は、上記の電流比較信号 C m 及び上記の電流減少信号 N d を入力として、電流減少信号 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 l r 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 は短絡されて通常の状態に戻る。

10

【 0 0 3 7 】

第 1 アーク期間設定回路 T A 1 R は、予め定めた第 1 アーク期間設定信号 T a 1 r を出力する。

【 0 0 3 8 】

第 1 アーク期間回路 S T A 1 は、上記の短絡判別信号 S d 及び上記の第 1 アーク期間設定信号 T a 1 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）に変化し予め定めた遅延期間 T c が経過した時点から第 1 アーク期間設定信号 T a 1 r によって予め定めた第 1 アーク期間 T a 1 中は H i g h レベルとなる第 1 アーク期間信号 S t a 1 を出力する。

20

【 0 0 3 9 】

第 1 アーク電流設定回路 I A 1 R は、予め定めた第 1 アーク電流設定信号 I a 1 r を出力する。

【 0 0 4 0 】

第 3 アーク期間回路 S T A 3 は、上記の短絡判別信号 S d 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予め定めた電流降下時間 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 レベルになる第 3 アーク期間信号 S t a 3 を出力する。

30

【 0 0 4 1 】

第 3 アーク電流設定回路 I A 3 R は、予め定めた第 3 アーク電流設定信号 I a 3 r を出力する。

【 0 0 4 2 】

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 、上記の電流減少信号 N d 、上記の第 1 アーク期間信号 S t a 1 、上記の第 3 アーク期間信号 S t a 3 、上記の第 1 アーク電流設定信号 I a 1 r 及び上記の第 3 アーク電流設定信号 I a 3 r 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)に変化した時点から第 1 アーク期間信号 S t a 1 が H i g h レベルに変化するまでの遅延期間中は、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。

40

2) その後に、第 1 アーク期間信号 S t a 1 が H i g h レベル（第 1 アーク期間）のときは、第 1 アーク電流設定信号 I a 1 r となる電流制御設定信号 I c r を出力する。

3) 第 1 アーク期間信号 S t a 1 が L o w レベルに変化した時点から第 3 アーク期間信号 S t a 3 が L o w レベルに変化するまでの期間（第 2 アーク期間及び第 3 アーク期間）中は、第 3 アーク電流設定信号 I a 3 r となる電流制御設定信号 I c r を出力する。

4) 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。

5) その後に、電流減少信号 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

50

I_{lr}の値となる電流制御設定信号 I_{cr}を出力する。

【 0 0 4 3 】

電流誤差増幅回路 E_I は、上記の電流制御設定信号 I_{cr}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_{cr}(+)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 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
、上記の第 1 アーク期間信号 S_{ta1}及び上記の第 3 アーク期間信号 S_{ta3}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) 第 1 アーク期間信号 S_{ta1}が L o w レベルに変化し、第 3 アーク期間信号 S_{ta3}が H i
g h レベルに変化するまでの第 2 アーク期間 T_{a2}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。

2) それ以外の期間中は、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。
この回路によって、溶接電源の特性は、短絡期間、遅延期間、第 1 アーク期間 T_{a1}及び第
3 アーク期間 T_{a3}中は定電流特性となり、第 2 アーク期間 T_{a2}中は定電圧特性となる。

【 0 0 4 5 】

図 2 は、図 1 のアーク溶接装置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 (B) は溶接電流 I_wの時間変化を示し、同図
(C) は出力端子間電圧 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) は第 1 アーク期間信号 S_{ta1}の時間変化を示し、同図 (F) は第 3 ア
ーク期間信号 S_{ta3}の時間変化を示し、同図 (G) は電流減少信号 N_d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。

【 0 0 4 6 】

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_{rur}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}及び図 1 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}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、正負の略台形波状に変化する送給パターンとなる。

【 0 0 4 7 】

[時刻 t₁ ~ t₄ の短絡期間の動作]

正送ピーク期間 T_{sp}中の時刻 t₁において短絡が発生すると、同図 (C) に示すように
、出力端子間電圧 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 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 t₁ ~
t₂ 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 ms に設定
される。

【 0 0 4 8 】

同図 (A) に示すように、送給速度 F_wは時刻 t₂ ~ t₃ 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 ms に設定される。

【 0 0 4 9 】

時刻 t₃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 t₄ にアークが発生するまで継続する。したがって、時刻 t₁ ~ t₄ 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、3 ms 程度となる。また、例えば
、逆送ピーク値 W_{rp} = - 4 0 m/min に設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

同図 (C) に示すように、出力端子間電圧 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。

【 0 0 5 2 】

時刻 t_1 の短絡期間の開始時点からの経過時間が基準時間 T_n に達すると、くびれの形成状態が基準状態になったと推定して、時刻 t_{31} において同図 (G) に示すように、電流減少信号 N_d は短時間 $H_i g h$ レベルに変化する。基準時間 T_n は、図 1 の基準時間設定信号 T_{nr} によって設定される。さらに、基準時間設定信号 T_{nr} は、図 1 の平均くびれ時間算出信号 T_{sa} の値と図 1 の予め定めたくびれ時間設定信号 T_{sr} の値とが等しくなるようにフィードバック制御によって設定される。平均くびれ時間算出信号 T_{sa} は、所定周期にわたってくびれ時間 T_s を移動平均して算出される。くびれ時間 T_s は、電流減少信号 N_d が $H_i g h$ レベルとなる時刻 t_{31} からアークが再発生する時刻 t_4 までの期間である。例えば、時刻 t_1 からの短絡が第 m 回目の短絡であり、所定周期を 3 とし、所定周期中のくびれ時間を $T_s(m-3)$ 、 $T_s(m-2)$ 、 $T_s(m-1)$ とすると、第 m 回目の短絡期間における平均くびれ時間算出信号 $T_{sa}(m)$ は、以下のようにして算出される。

$$T_{sa}(m) = (T_s(m-3) + T_s(m-2) + T_s(m-1)) / 3$$

基準時間 T_m が経過した時点は、短絡が終了してアークが再発生するよりもくびれ時間設定信号 T_{sr} の値だけ前の時点であり、くびれの形成状態は基準状態になっていると推定される時点である。例えば、短絡期間は 5 ms 程度であり、くびれ時間設定信号 T_{sr} の値は 0 . 5 ms 程度であり、基準時間 T_n は 4 . 5 ms 程度となる。上記のようにして、種々の溶接条件において、基準時間 T_n を適正值に自動設定することができる。

【 0 0 5 3 】

時刻 t_{31} において、同図 (G) に示すように、電流減少信号 N_d が短時間 $H_i g h$ レベルになったことに応動して、図 1 の駆動信号 D_r は $L o w$ 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、アーク再発生から予め定めた遅延期間 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、電流減少信号 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、出力端子間電圧 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 = 4 0 A、初期期間 = 0 . 5 ms、短絡時傾斜 = 1 8 0 A/ms、短絡時ピーク値 = 4 0 0 A、低レベル電流値 = 5 0 A、遅延期間 T_c = 1 ms。

【 0 0 5 4 】

[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、出力端子間電圧 V_w は数十 V のアーク電圧値に急増するので、同図 (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。これに応動して、時刻 $t_4 \sim t_5$ の予め定めた逆送減速期間 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} = 1 ms に設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

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 $T_{su} = 1 \text{ ms}$ に設定される。

【 0 0 5 6 】

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、 5 ms 程度となる。また、例えば、正送ピーク値 $W_{sp} = 60 \text{ m/min}$ に設定される。

10

【 0 0 5 7 】

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、出力端子間電圧 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 から遅延期間 T_c の間は低レベル電流値を継続する。これは、アークが発生した直後に電流値を上昇させると、溶接ワイヤの逆送と溶接電流による溶接ワイヤの溶融とが加算されて、アーク長が急速に長くなり、溶接状態が不安定になる場合があるためである。

【 0 0 5 8 】

正送加速期間 T_{su} 中の時刻 t_{51} において、遅延期間 T_c が終了すると、同図 (E) に示すように、第 1 アーク期間信号 $Sta1$ が High レベルに変化し、時刻 $t_{51} \sim t_{61}$ の予め定めた第 1 アーク期間 T_{a1} に移行する。この第 1 アーク期間 T_{a1} 中は引き続き定電流制御され、同図 (B) に示すように、図 1 の第 1 アーク電流設定信号 I_{a1r} によって定まる所定の第 1 アーク電流 I_{a1} が通電する。同図 (C) に示すように、出力端子間電圧 V_w は電流値及びアーク負荷によってさだまる値となり、大きな値となる。例えば、遅延期間 T_c は 1 ms 程度であり、第 1 アーク期間 T_{a1} は 1 ms 程度であり、第 1 アーク電流 I_{a1} は 400 A 程度である。

20

【 0 0 5 9 】

時刻 t_{62} において、アーク発生時点 t_4 から予め定めた電流降下時間 T_d が経過すると、同図 (F) に示すように、第 3 アーク期間信号 $Sta3$ が High レベルに変化する。時刻 $t_{61} \sim t_{62}$ の期間が第 2 アーク期間 T_{a2} となる。この第 2 アーク期間 T_{a2} 中は、定電圧制御される。同図 (B) に示すように、第 2 アーク電流 I_{a2} はアーク負荷によって変化するが、第 1 アーク電流 I_{a1} よりも小さい値であり、かつ、第 3 アーク電流 I_{a3} よりも大きな値となる。すなわち、 $I_{a1} > I_{a2} > I_{a3}$ となるように出力制御される。同図 (C) に示すように、出力端子間電圧 V_w は定電圧制御によって所定値に制御され、第 1 アーク期間 T_{a1} の電圧値と第 3 アーク期間 T_{a3} の電圧値との中間値となる。第 2 アーク期間 T_{a2} は所定値ではないが、 $4 \sim 5 \text{ ms}$ 程度となる。

30

【 0 0 6 0 】

第 3 アーク期間信号 $Sta3$ が High レベルに変化する時刻 t_{62} から短絡が発生する時刻 t_7 までの期間が、第 3 アーク期間 T_{a3} となる。この第 3 アーク期間 T_{a3} 中は、定電流制御される。同図 (B) に示すように、図 1 の第 3 アーク電流設定信号 I_{a3r} によって定まる所定の第 3 アーク電流 I_{a3} が通電する。同図 (C) に示すように、出力端子間電圧 V_w は電流値及びアーク負荷によって定まる値となる。例えば、第 3 アーク電流 $I_{a3} = 60 \text{ A}$ に設定される。第 3 アーク期間 T_{a3} は所定値ではないが、 $0 \sim 5 \text{ ms}$ 程度となる。

40

【 0 0 6 1 】

上述した実施の形態においては、溶接ワイヤをアーク期間中は正送し、短絡期間中は逆送する場合について説明したが、全期間中を定速送給するようにしても良い。

【 0 0 6 2 】

上述した本実施の形態に係るアーク溶接装置によれば、電流減少信号が入力されてから短絡判別信号によってアーク期間であると判別するまでのくびれ時間を検出し、所定周期

50

ごとにくびれ時間の平均値を算出して平均くびれ時間算出信号を出力する平均くびれ時間算出部と、平均くびれ時間算出信号に基づいて基準時間を設定する基準時間設定部と、を備えている。本実施の形態では、くびれの形成状態が基準状態になったと推定して溶接電流を減少させるタイミングを決める基準時間を、平均くびれ時間に基づいて自動設定している。このために、種々の溶接条件に応じて、基準時間を適正值に自動設定することができる。この結果、本実施の形態では、アーク発生部の電圧を検出することなく、種々の溶接条件において、スパッタの発生が少ない高品質の溶接を行うことができる。

【 0 0 6 3 】

さらに好ましくは、本実施の形態によれば、予め定めたくびれ時間設定信号を出力するくびれ時間設定部と、基準時間設定部は、平均くびれ時間算出信号の値とくびれ時間設定信号の値とが等しくなるようにフィードバック制御して基準時間を設定する。このようにすると、アーク再発生時点の直前に溶接電流を低レベル電流値の状態にすることができるので、スパッタ発生量を少なくし、かつ、アーク期間への移行を円滑にすることができる。

10

【 0 0 6 4 】

さらに好ましくは、本実施の形態によれば、送給モータは、溶接ワイヤをアーク期間中は正送り、短絡期間中は逆送りする。溶接ワイヤの正逆送給制御を行うと、定速送給制御のときよりも、短絡時間のばらつきが小さくなる。このために、基準時間によるくびれの形成状態の推定精度が向上する。この結果、スパッタの発生量をさらに少なくすることができる。

【 符号の説明 】

20

【 0 0 6 5 】

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
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 C	送給制御回路
F c	送給制御信号
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 a1	第1アーク電流
I A 1 R	第1アーク電流設定回路
I a1r	第1アーク電流設定信号
I a2	第2アーク電流
I a3	第3アーク電流

30

40

50

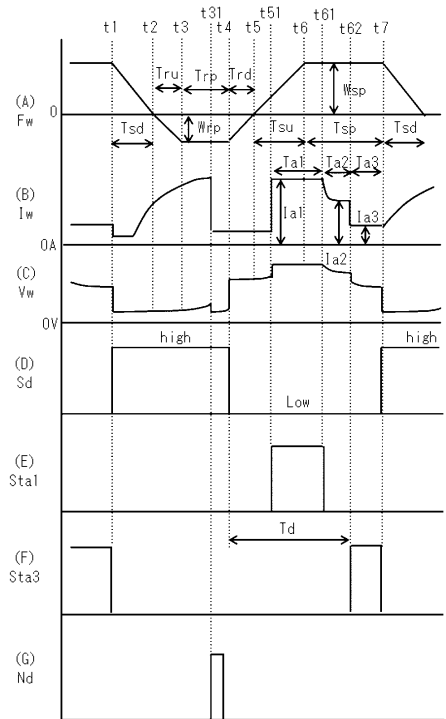
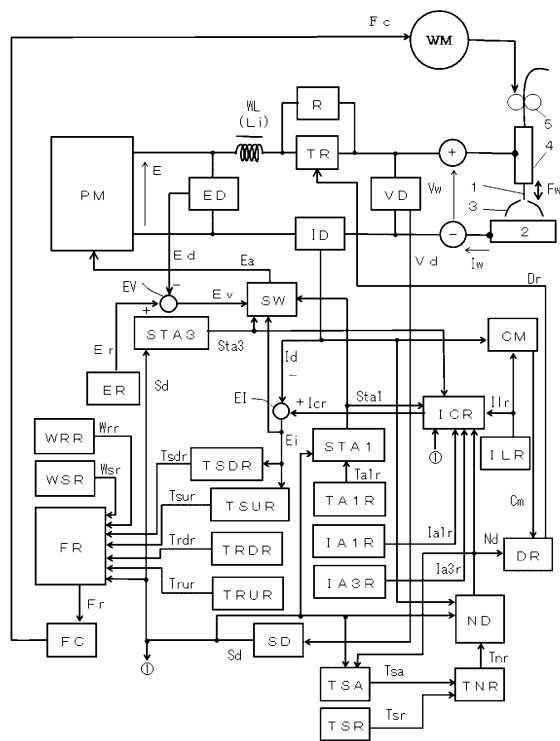
I A 3 R	第 3 アーク電流設定回路	
I a3r	第 3 アーク電流設定信号	
I C R	電流制御設定回路	
I cr	電流制御設定信号	
I D	電流検出回路	
I d	電流検出信号	
I L R	低レベル電流設定回路	
I lr	低レベル電流設定信号	
I w	溶接電流	
N D	電流減少タイマ回路	10
N d	電流減少信号	
P M	電力制御部	
R	減流抵抗器	
S D	短絡判別回路	
S d	短絡判別信号	
S T A 1	第 1 アーク期間回路	
S ta1	第 1 アーク期間信号	
S T A 3	第 3 アーク期間回路	
S ta3	第 3 アーク期間信号	
S W	電源特性切換回路	20
T c	遅延期間	
T A 1 R	第 1 アーク期間設定回路	
T a1r	第 1 アーク期間設定信号	
T d	電流降下時間	
T n	基準時間	
T N R	基準時間設定回路	
T nr	基準時間設定信号	
T R	トランジスタ	
T rd	逆送減速期間	
T R D R	逆送減速期間設定回路	30
T rdr	逆送減速期間設定信号	
T rp	逆送ピーク期間	
T ru	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 S A	平均くびれ時間算出回路	
T sa	平均くびれ時間算出信号	
T sd	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	40
T sp	正送ピーク期間	
T S R	くびれ時間設定回路	
T sr	くびれ時間設定信号	
T su	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	
V D	電圧検出回路	
V d	電圧検出信号	
V w	出力端子間電圧	
W L	リアクトル	50

- WM 送給モータ
- Wrp 逆送ピーク値
- WRR 逆送ピーク値設定回路
- Wrr 逆送ピーク値設定信号
- Wsp 正送ピーク値
- WSR 正送ピーク値設定回路
- Wsr 正送ピーク値設定信号

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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