

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-36146

(P2015-36146A)

(43) 公開日 平成27年2月23日(2015.2.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 9/073 (2006.01)	B 2 3 K 9/073 5 4 5	4 E 0 8 2
B 2 3 K 9/095 (2006.01)	B 2 3 K 9/095 5 0 5 A	
	B 2 3 K 9/095 5 0 5 B	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-167173 (P2013-167173)
 (22) 出願日 平成25年8月10日 (2013.8.10)

(71) 出願人 000000262
 株式会社ダイヘン
 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
 (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
 Fターム(参考) 4E082 AA03 AA04 AB01 BA01 EA11
 EC16 ED01 ED03 EE03 EE04
 EE08 EF07 EF08 EF15

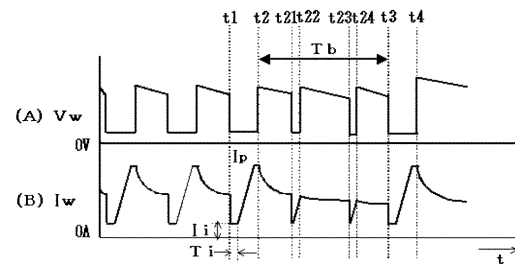
(54) 【発明の名称】 短絡期間の溶接電流制御方法

(57) 【要約】

【課題】 通常短絡と微小短絡とが混在して発生する溶接条件において、短絡発生時の溶滴サイズがばらついて、安定した溶滴移行状態を維持すること。

【解決手段】 短絡期間中は溶接電流 I_w をピーク値 I_p まで上昇させる短絡期間の溶接電流制御方法において、通常短絡と微小短絡とを判別し、前回の通常短絡が解除した時点 t_2 から今回の通常短絡が発生した時点 t_3 までの通常短絡間隔期間 T_b の時間長さに応じて、今回の通常短絡における溶接電流 I_w の上昇速度 K 及び / 又はピーク値 I_p を変化させる。これにより、溶滴サイズのばらつきを通常短絡間隔期間 T_b の時間長さで検出して、上昇速度 K 及び / 又はピーク値 I_p を適正化しているため、溶滴移行状態を安定化することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶接ワイヤを送給すると共に、短絡期間とアーク期間とを交互に繰り返すアーク溶接にあって、前記短絡期間中は溶接電流をピーク値まで上昇させる短絡期間の溶接電流制御方法において、

前記短絡期間が予め定めた第 1 基準時間以上である短絡を通常短絡とし、前記第 1 基準時間未満である短絡を微小短絡として定義し、

前回の前記通常短絡が解除した時点から今回の前記通常短絡が発生した時点までの通常短絡間隔期間中の前記溶接ワイヤの溶融量と相関する指標を検出し、この指標に応じて今回の前記通常短絡における前記溶接電流の前記上昇の速度及び / 又は前記ピーク値を変化させる、

10

ことを特徴とする短絡期間の溶接電流制御方法。

【請求項 2】

前記指標が、前記通常短絡期間の時間長さである、

ことを特徴とする請求項 1 記載の短絡期間の溶接電流制御方法。

【請求項 3】

前記指標が、前記通常短絡間隔期間中の前記溶接電流の積分値である、

ことを特徴とする請求項 1 記載の短絡期間の溶接電流制御方法。

【請求項 4】

前記通常短絡の期間が前記第 1 基準時間よりも長い値に予め定めた第 2 基準時間以上になったときは前記溶接電流を前記ピーク値からさらに上昇させ、前記指標に応じて前記第 2 基準時間を変化させる、

20

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の短絡期間の溶接電流制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、短絡期間とアーク期間とを交互に繰り返す消耗電極アーク溶接において、溶滴移行状態を良好にするための短絡期間の溶接電流制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

30

溶接ワイヤを一定の速度で送給すると共に、シールドガスに炭酸ガス、アルゴンガス、炭酸ガスとアルゴンガスとの混合ガス等を使用して溶接を行う消耗電極アーク溶接は、高品質を得ることができ、自動化も容易であることから広く使用されている。このアーク溶接では、溶接ワイヤと母材との間で短絡期間とアーク期間とを交互に繰り返して溶接が行われる場合が多い。アーク期間中に溶接ワイヤの先端が溶融して溶滴を形成し、短絡期間中に溶滴が溶融池に移行する。良好な溶接ビードを形成し、かつ、スパッタの発生量を少なくするためには、短絡期間中の溶接電流を適正值に制御して、溶滴移行を円滑に行わせることが重要である。以下、従来技術における短絡期間の溶接電流制御方法について説明する（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

40

図 9 は、従来技術における消耗電極アーク溶接の電圧・電流波形図である。同図（A）は溶接ワイヤと母材との間に印加される溶接電圧 V_w の時間変化を示し、同図（B）は溶接ワイヤから母材へと通電する溶接電流 I_w の時間変化を示す。以下、同図を参照して説明する。

【0004】

時刻 $t_1 \sim t_2$ は短絡期間 T_s となり、時刻 $t_2 \sim t_3$ はアーク期間 T_a となり、時刻 $t_3 \sim t_4$ は短絡期間 T_s となる。短絡期間 T_s とアーク期間 T_a とは、交互に繰り返される。

【0005】

時刻 t_2 において短絡が解除されてアークが再発生すると、同図（A）に示すように、

50

溶接電圧 V_w は急上昇して数十 V 程度のアーク電圧値になる。溶接電流 I_w は、同図 (B) に示すように、アークが再発生した時点で少し急減した後に、次の短絡が発生するまで徐々に減少する。

【0006】

アーク期間 T_a 中に溶接ワイヤ先端に形成された溶滴が時刻 t_3 において溶融池と接触すると短絡状態になる。短絡状態になると、同図 (A) に示すように、溶接電圧 V_w は数 V 程度の短絡電圧値に急降下する。溶接電流 I_w は、同図 (B) に示すように、予め定めた初期電流値 I_i まで減少し、時刻 $t_3 \sim t_{31}$ の予め定めた初期期間 T_i 中はその値を維持する。時刻 t_{31} において初期期間 T_i が経過すると、同図 (B) に示すように、溶接電流 I_w は所定の上昇速度 (上昇率、傾斜) K で上昇し、時刻 t_{32} において溶接電流 I_w が所定のピーク値 I_p に達するとアークが再発生する時刻 t_4 までその値を維持する。

10

【0007】

次に、溶滴の移行状態について説明する。時刻 t_2 においてアークが再発生した時点では、溶滴が移行した後であるので溶接ワイヤの先端には溶滴は形成されていない。アーク期間 T_a が進行するのに伴い、溶接ワイヤの先端がアークからの熱及びジュール熱によって次第に溶融して溶滴を形成する。短絡が発生した時点から初期期間 T_i の間は溶接電流 I_w を小さな値の初期電流値 I_i に維持している理由は、溶滴と溶融池との接触状態をより確実にするためである。短絡発生直後は溶滴の底部の一部が溶融池と接触している状態にあり、この状態で溶接電流 I_w の値が大きいと、溶滴が移行することなく接触状態が解除されてアークが再発生することになり、安定した溶滴移行状態が阻害される。初期期間 T_i が終了する時刻 t_{31} において、溶滴は溶融池と安定したブリッジを形成する状態となっている。この時刻 t_{31} から溶接電流 I_w を上昇させることによってブリッジにピンチ力を作用させて、ブリッジ上部にくびれを生じさせて溶滴を溶融池に円滑に移行させる。

20

【0008】

溶滴移行状態を安定化するためには、短絡期間 T_s 中の溶接電流 I_w の上昇速度 K 及びピーク値 I_p の設定を適正化することは重要である。上昇速度 K 及びピーク値 I_p が適正值よりも小さいと、ブリッジに作用するピンチ力が弱くなるので溶滴を移行させる時間が長くなり、溶接状態が不安定になる。逆に、上昇速度 K 及びピーク値 I_p が適正值よりも大きいと、スパッタの発生量が多くなる。したがって、上昇速度 K 及びピーク値 I_p は、シールドガスの種類、溶接ワイヤの材質、直径、送給速度等に応じて、適正值に設定されている。

30

【0009】

ところで、溶接中には、送給速度の変動、溶融池の不規則な運動、溶融池からのガスの噴出、溶接姿勢の変動、トーチ高さの変動等の種々の外乱によって、溶滴の形成状態がばらつくことになる。溶滴の形成状態がばらつくと、短絡が発生した時点における溶滴のサイズがばらつくことになる。そして、溶滴サイズが適正サイズよりも過小又は過大であるときは、安定した溶滴移行状態を確保し、かつ、スパッタの発生量を少なくするためには、上記の上昇速度 K 及びピーク値 I_p を溶滴サイズに応じて適正化する必要がある。

40

【0010】

特許文献 2 の発明では、この適正化のために、短絡期間又はアーク期間の時間長さに応じて短絡電流の上昇速度 K を変化させるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献 1】特公平 4 - 407 号公報

【特許文献 2】特開 2012 - 76131 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 1 2 】

短絡期間が所定時間未満のものを微小短絡とし、所定時間以上のものを通常短絡として区別すると、溶接電流の平均値が180A未満であり、かつ、溶接速度が比較的遅い場合には、通常短絡のみがほとんど発生し、微小短絡はほとんど発生しない。このような場合には、短絡期間及びアーク期間の長さが短絡発生時の溶滴サイズと関連するので、特許文献2の方法によって、溶滴移行状態を安定化することができる。

【 0 0 1 3 】

しかし、溶接電流の平均値が180A以上の場合又は溶接速度が比較的早い場合には、通常短絡と微小短絡とが混在して発生するようになる。このような場合には、短絡期間及びアーク期間の長さや短絡発生時の溶滴サイズとが関連しなくなる。この結果、特許文献2の方法では、溶滴移行状態を安定化することはできない。

10

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は、通常短絡と微小短絡とが混在して発生するような溶接条件において、溶接中に外乱によって短絡発生時の溶滴サイズがばらついていても、溶滴移行状態を安定に保ち、かつ、スパッタの発生量も少なくすることができる短絡期間の溶接電流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】

【 0 0 1 5 】

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と共に、短絡期間とアーク期間とを交互に繰り返すアーク溶接にあって、前記短絡期間中は溶接電流をピーク値まで上昇させる短絡期間の溶接電流制御方法において、

20

前記短絡期間が予め定めた第1基準時間以上である短絡を通常短絡とし、前記第1基準時間未満である短絡を微小短絡として定義し、

前回の前記通常短絡が解除した時点から今回の前記通常短絡が発生した時点までの通常短絡間隔期間中の前記溶接ワイヤの溶融量と関連する指標を検出し、この指標に応じて今回の前記通常短絡における前記溶接電流の前記上昇の速度及び/又は前記ピーク値を変化させる、

ことを特徴とする短絡期間の溶接電流制御方法である。

【 0 0 1 6 】

30

請求項2の発明は、前記指標が、前記通常短絡期間の時間長さである、ことを特徴とする請求項1記載の短絡期間の溶接電流制御方法である。

【 0 0 1 7 】

請求項3の発明は、前記指標が、前記通常短絡間隔期間中の前記溶接電流の積分値である、

ことを特徴とする請求項1記載の短絡期間の溶接電流制御方法である。

【 0 0 1 8 】

請求項4の発明は、前記通常短絡の期間が前記第1基準時間よりも長い値に予め定めた第2基準時間以上になったときは前記溶接電流を前記ピーク値からさらに上昇させ、前記指標に応じて前記第2基準時間を変化させる、

40

ことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の短絡期間の溶接電流制御方法である。

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、通常短絡間隔期間中の溶接ワイヤの溶融量と関連する指標に応じて上昇速度及び/又はピーク値を適正化すると、溶滴移行状態を安定化することができ、かつ、スパッタ発生量も少なくすることができる。このために、本発明では、通常短絡と微小短絡とが混在して発生するような溶接条件において、溶接中に外乱によって短絡発生時の溶滴サイズがばらついていても、溶滴移行状態を安定に保ち、かつ、スパッタの発生量も少なくすることができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施の形態1に係る短絡期間の溶接電流制御方法を説明するための電圧・電流波形図である。

【図2】実施の形態1において、通常短絡間隔期間の時間長さ T_b (ms)と上昇速度 K (A/ms)及びピーク値 I_p (A)との関係図の一例である。

【図3】実施の形態1において、通常短絡間隔期間 T_b 中の溶接電流 I_w の積分値 S_i (A・ms)と上昇速度 K (A/ms)及びピーク値 I_p (A)との関係図の一例である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る短絡期間の溶接電流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。

10

【図5】本発明の実施の形態2に係る短絡期間の溶接電流制御方法を説明するための電圧・電流波形図である。

【図6】実施の形態2において、通常短絡間隔期間の時間長さ T_b (ms)と第2基準時間 T_c (ms)との関係図の一例である。

【図7】実施の形態2において、通常短絡間隔期間 T_b 中の溶接電流の積分値 S_i (A・ms)と第2基準時間 T_c (ms)との関係図の一例である。

【図8】本発明の実施の形態2に係る短絡期間の溶接電流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9】従来技術における消耗電極アーク溶接の電圧・電流波形図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0021】

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。

【0022】

[実施の形態1]

図1は、本発明の実施の形態1に係る短絡期間の溶接電流制御方法を説明するための電圧・電流波形図である。同図(A)は溶接電圧 V_w の時間変化を示し、同図(B)は溶接電流 I_w の時間変化を示す。同図は、上述した図9と対応しており、同一の動作の説明については繰り返さない。以下、同図を参照して説明する。

【0023】

以下の説明で使用される通常短絡及び微小短絡について定義する。通常短絡とは、短絡期間の長さが予め定めた第1基準時間 T_f 以上の短絡のことであり、短絡期間中にワイヤ先端の溶滴が溶融池に移行する。他方、微小短絡とは、短絡期間の長さが上記の第1基準時間 T_f 未満の短絡のことであり、ワイヤ先端の溶滴は溶融池に移行せずワイヤ先端にそのまま残留している。上記の第1基準時間 T_f は、0.5～1.5MS程度の範囲で設定される。この第1基準時間 T_f は、溶接ワイヤ1の材質、直径、シールドガスの種類等に応じて、溶滴の移行を伴うか伴わないかのしきい値として実験によって適正值に設定される。

30

【0024】

同図において、時刻 $t_1 \sim t_2$ には通常短絡が発生し、時刻 $t_{21} \sim t_{22}$ には微小短絡が発生し、時刻 $t_{23} \sim t_{24}$ には微小短絡が発生し、時刻 $t_3 \sim t_4$ には通常短絡が発生している。すなわち、同図では、上述した図9において、前回の通常短絡の解除時点 t_2 と今回の通常短絡の発生時点 t_3 との間の期間(以下、通常短絡間隔期間 T_b という)中に、2回の微小短絡が発生した場合である。

40

【0025】

時刻 $t_1 \sim t_2$ 及び時刻 $t_3 \sim t_4$ の通常短絡の期間中は、同図(A)に示すように、溶接電圧 V_w は数V程度の短絡電圧値となり、同図(B)に示すように、溶接電流 I_w は、予め定めた初期期間 T_i 中は予め定めた初期電流値 I_i となり、その後は予め定めた上昇速度 K で上昇し、予め定めたピーク値 I_p に達するとその値を維持する。上記の初期期間 T_i は上記の第1基準時間 T_f に設定され、上記の初期電流値 I_i は50A程度に設定される。

50

【 0 0 2 6 】

時刻 t_{21} ~ t_{22} 及び時刻 t_{23} ~ t_{24} の微小短絡の期間中は、同図 (A) に示すように、溶接電圧 V_w は数 V 程度の短絡電圧値となり、同図 (B) に示すように、溶接電流 I_w は、上記の初期期間 T_i 中にアークが再発生するので上記の初期電流値 I_i となる。

【 0 0 2 7 】

ここで、通常短絡が発生した時点における溶滴サイズのばらつきの原因を明らかにするために、短絡の発生状況と溶滴サイズとの関係を調査した。この結果、上記の通常短絡間隔期間 T_b 中に、微小短絡が発生したときは溶滴サイズが大きくなることが分かった。さらに、その微小短絡回数が多くなるほど、溶滴サイズも大きくなっていった。これは、微小短絡の発生回数が多くなるほど通常短絡間隔期間 T_b が長くなり、かつ、微小短絡では溶滴は移行しないので、ワイヤ先端の溶融量が増加して溶滴サイズが大きくなるためである。

10

【 0 0 2 8 】

従来技術では、通常短絡又は微小短絡に関わりなく、前回の短絡の解除時点と今回の通常短絡の発生時点との間の期間 (直前のアーク期間) によって、通常短絡が発生した時点における溶滴サイズを検出していた。すなわち、同図において、前回の短絡の解除時点 t_{24} と今回の通常短絡の発生時点 t_3 との間の期間 (時刻 t_{24} ~ t_3 の期間) によって、通常短絡の発生時点 t_3 における溶滴サイズを検出していた。しかし、上述したように、この直前のアーク期間は、前回の短絡が微小短絡であるときには、溶滴サイズとは関連しない。

20

【 0 0 2 9 】

これに対して、本実施の形態では、微小短絡は無視して前回の通常短絡が解除された時点から今回の通常短絡が発生した時点までの通常短絡間隔期間 T_b 中の溶接ワイヤの溶融量と相関する指標を検出することによって、通常短絡発生時点における溶滴サイズを正確に検出している。この溶接ワイヤの溶融量と相関する指標としては、通常短絡間隔期間 T_b の時間長さ又は通常短絡間隔期間 T_b 中の溶接電流の積分値を使用する。通常短絡間隔期間 T_b の時間長さ及び通常短絡間隔期間 T_b 中の溶接電流の積分値が大きくなるほど、ワイヤ先端の溶融量が多くなり、ワイヤ先端粒径が大きくなる。

【 0 0 3 0 】

通常短絡が発生した時点における溶滴サイズがばらついていても、溶滴移行状態を安定化するためには、上述したように、上昇速度 K 及び λ 又はピーク値 I_p を連動させて変化させる必要がある。すなわち、上述した通常短絡間隔期間 T_b 中の溶接ワイヤの溶融量と相関する指標が増加するのに伴い、上昇速度 K 及び λ 又はピーク値 I_p を大きくすれば良い。

30

【 0 0 3 1 】

図 2 は、通常短絡間隔期間の時間長さ T_b (ms) と上昇速度 K (A/ms) 及びピーク値 I_p (A) との関係図の一例である。横軸は通常短絡間隔期間の時間長さ T_b を示し、20 ~ 40 ms の範囲となっている。左の縦軸は、上昇速度 K を示し、0 ~ 500 A/ms の範囲である。右の縦軸は、ピーク値 I_p を示しており、300 ~ 600 A の範囲である。同図は、溶接ワイヤの材質が鉄鋼であり、直径が 1.2 mm であり、シールドガスの種類が炭酸ガス 100% であり、溶接電流平均値が 200 A の場合である。

40

【 0 0 3 2 】

実線で示す上昇速度 K は、 T_b 2.5 ms のときは 200 A/ms となり、 T_b が 2.5 ms から 3.5 ms へと大きくなるのに伴い 200 A/ms から 400 A/ms まで大きくなり、 T_b 3.5 ms のときは 400 A/ms となる。破線で示すピーク値 I_p は、 T_b 2.5 ms のときは 400 A となり、 T_b が 2.5 ms から 3.5 ms へと大きくなるのに伴い 400 A から 500 A まで大きくなり、 T_b 3.5 ms のときは 500 A となる。

【 0 0 3 3 】

溶接ワイヤの材質、直径、シールドガスの種類、溶接電流平均値 (送給速度) 等の溶接条件ごとに、同図のような関係を設定しておく。

50

【0034】

図3は、通常短絡間隔期間 T_b 中の溶接電流 I_w の積分値 S_i ($A \cdot ms$)と上昇速度 K (A/ms)及びピーク値 I_p (A)との関係図の一例である。横軸は積分値 S_i を示し、 $4000 \sim 8000 A \cdot ms$ の範囲となっている。左の縦軸は、上昇速度 K を示し、 $0 \sim 500 A/ms$ の範囲である。右の縦軸は、ピーク値 I_p を示しており、 $300 \sim 600 A$ の範囲である。同図は、溶接ワイヤの材質が鉄鋼であり、直径が 1.2 MMであり、シールドガスの種類が炭酸ガス 100% であり、溶接電流平均値が $200 A$ の場合である。

【0035】

実線で示す上昇速度 K は、 $S_i = 5000 A \cdot ms$ のときは $200 A/ms$ となり、 S_i が $5000 A \cdot ms$ から $7000 A \cdot ms$ へと大きくなるのに伴い $200 A/ms$ から $400 A/ms$ まで大きくなり、 $S_i = 7000 A \cdot ms$ のときは $400 A/ms$ となる。破線で示すピーク値 I_p は、 $S_i = 5000 A \cdot ms$ のときは $400 A$ となり、 S_i が $5000 A \cdot ms$ から $7000 A \cdot ms$ へと大きくなるのに伴い $400 A$ から $500 A$ まで大きくなり、 $S_i = 7000 A \cdot ms$ のときは $500 A$ となる。

10

【0036】

溶接ワイヤの材質、直径、シールドガスの種類、溶接電流平均値(送給速度)等の溶接条件ごとに、同図のような関係を設定しておく。

【0037】

図4は、上述した本発明の実施の形態1に係る短絡期間の溶接電流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。

20

【0038】

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、後述する誤差増幅信号 E_a に従ってインバータ制御等の出力制御を行い、溶接電圧 V_w 及び溶接電流 I_w 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、整流された直流を平滑するリアクトル、上記の誤差増幅信号 E_a を入力としてパルス幅変調制御を行い変調信号を出力する変調回路、変調信号を入力としてインバータ回路のスイッチング素子を駆動する駆動回路を備えている。

30

【0039】

溶接ワイヤ1は、送給モータ(図示は省略)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。溶接ワイヤ1と母材2の間には溶接電圧 V_w が印加し、アーク3中を溶接電流 I_w が通電する。同図において、溶接ワイヤの送給を制御する回路については、図示は省略している。

【0040】

電流検出回路 ID 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 VD 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。電圧設定回路 VR は、アーク期間 T_a 中の溶接電圧 V_w (アーク電圧)を設定するための予め定めた電圧設定信号 V_r を出力する。

40

【0041】

短絡判別回路 SD 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しきい値未満であるときは $High$ レベルとなる短絡判別信号 S_d を出力する。この短絡判別信号 S_d が $High$ レベルのときは短絡期間であり、 Low レベルのときはアーク期間である。しきい値は、 $10 V$ 程度に設定される。

【0042】

第1基準時間設定回路 TFR は、予め定めた第1基準時間設定信号 T_{fr} を出力する。指標検出回路 HD は、この第1基準時間設定信号 T_{fr} 、上記の短絡判別信号 S_d 及び上記の電流検出信号 I_d を入力として、以下の処理を行ない、指標検出信号 H_d を出力する。

50

1) 短絡判別信号 S_d が High レベル (短絡) に変化すると、その High レベルの期間長さが第 1 基準時間設定信号 T_{fr} の値以上であるときは通常短絡が発生したと判別し、未満のときは微小短絡が発生したと判別する。

2) 通常短絡の発生を判別した後に、短絡判別信号 S_d が Low レベルに変化したことによって通常短絡の解除を判別すると、通常短絡間隔期間の計時及び電流検出信号 I_d の積分を開始し、その後に通常短絡の発生を判別すると、計時及び積分を停止する。

3) 通常短絡の発生を判別すると、上記の計時値を通常短絡間隔期間の時間長さ T_b とし、上記の積分値を通常短絡間隔期間中の溶接電流の積分値 S_i とする。

4) 上記の通常短絡間隔期間の時間長さ T_b 又は上記の通常短絡間隔期間中の溶接電流の積分値 S_i のどちらかを選択して、指標検出信号 H_d として出力する。

10

【0043】

初期期間設定回路 TIR は、上記の第 1 基準時間設定信号 T_{fr} を入力として、この値と同一値に予め定めた初期期間設定信号 T_{ir} を出力する。初期電流設定回路 IIR は、予め定めた初期電流設定信号 I_{ir} を出力する。

【0044】

上昇速度設定回路 KR は、上記の指標検出信号 H_d を入力として、図 2 又は図 3 で上述したように、予め定めた関数によって算出された上昇速度設定信号 K_r を出力する。

【0045】

ピーク値設定回路 IPR は、上記の指標検出信号 H_d を入力として、図 2 又は図 3 で上述したように、予め定めた関数によって算出されたピーク値設定信号 I_{pr} を出力する。

20

【0046】

電流設定回路 IR は、上記の初期期間設定信号 T_{ir} 、上記の初期電流設定信号 I_{ir} 、上記の上昇速度設定信号 K_r 、上記のピーク値設定信号 I_{pr} 及び上記の短絡判別信号 S_d を入力として、以下の処理を行い、電流設定信号 I_r を出力する。

1) 短絡判別信号 S_d が High レベル (短絡) に変化した時点から初期期間設定信号 T_{ir} によって定まる期間中は、初期電流設定信号 I_{ir} の値を電流設定信号 I_r として出力する。

2) その後は、電流設定信号 I_r の値を初期電流設定信号 I_{ir} の値から上昇速度設定信号 K_r によって定まる上昇速度で上昇させる。

3) 電流設定信号 I_r の値がピーク値設定信号 I_{pr} の値と等しくなった時点で、ピーク値設定信号 I_{pr} の値を電流設定信号 I_r として出力する。この状態を次の短絡が発生するまで維持する。

30

【0047】

電流誤差増幅回路 EI は、上記の電流設定信号 $I_r (+)$ と上記の電流検出信号 $I_d (-)$ との誤差を増幅して、電流誤差増幅信号 E_i を出力する。電圧誤差増幅回路 EV は、上記の電圧設定信号 $V_r (+)$ と電圧検出信号 $V_d (-)$ との誤差を増幅して、電圧誤差増幅信号 E_v を出力する。制御切替回路 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 及び上記の短絡判別信号 S_d を入力として、短絡判別信号 S_d が High レベル (短絡) のときは電流誤差増幅信号 E_i を誤差増幅信号 E_a として出力し、Low レベル (アーク) のときは電圧誤差増幅信号 E_v を誤差増幅信号 E_a として出力する。この回路により、短絡期間中は定電流制御となり、アーク期間中は定電圧制御となる。

40

【0048】

上述した実施の形態 1 によれば、前回の通常短絡が解除した時点から今回の通常短絡が発生した時点までの通常短絡間隔期間中の溶接ワイヤの溶融量と相関する指標 (通常短絡間隔期間の時間長さ又は溶接電流の積分値) を検出し、この指標に応じて今回の通常短絡における溶接電流の上昇速度及び / 又はピーク値を変化させる。この指標が大きくなるほど、通常短絡が発生した時点における溶滴サイズが大きくなる。したがって、この指標に応じて上昇速度及び / 又はピーク値を適正化すると、溶滴移行状態を安定化することができ、かつ、スパッタ発生量も少なくすることができる。このために、本実施の形態では、通常短絡と微小短絡とが混在して発生するような溶接条件において、溶接中に外乱によっ

50

て短絡発生時の溶滴サイズがばらついていても、溶滴移行状態を安定に保ち、かつ、スパッタの発生量も少なくすることができる。

【0049】

[実施の形態2]

実施の形態2では、実施の形態1に加えて、通常短絡の期間が第2基準時間 T_c 以上になったときは溶接電流 I_w をピーク値 I_p からさらに上昇させ、上記の指標検出信号 H_d に応じて第2基準時間 T_c を変化させる。

【0050】

図5は、本発明の実施の形態2に係る短絡期間の溶接電流制御方法を説明するための電圧・電流波形図である。同図(A)は溶接電圧 V_w の時間変化を示し、同図(B)は溶接電流 I_w の時間変化を示す。同図は、上述した図1と対応しており、時刻 $t_{33} \sim t_{4}$ の期間以外の動作は同一であるので、それらの説明は繰り返さない。以下、同図を参照して、時刻 $t_{33} \sim t_{4}$ の期間の動作について説明する。

【0051】

時刻 $t_3 \sim t_4$ の通常短絡の期間中は、同図(A)に示すように、溶接電圧 V_w は数V程度の短絡電圧値となる。そして、同図(B)に示すように、溶接電流 I_w は、時刻 $t_3 \sim t_{31}$ の初期期間 T_i 中は初期電流値 I_i となり、その後は上昇速度 K で上昇し、時刻 t_{32} にピーク値 I_p に達するとその値を維持し、短絡期間の長さが予め定めた第2基準時間 T_c に達する時刻 t_{33} において短絡強制解除電流値 I_k まで上昇し、その値をアークが再発生する時刻 t_4 まで維持する。第1基準時間 $T_b < 第2基準時間T_c$ であり、ピーク値 $I_p < 短絡強制解除電流値I_k$ である。短絡強制解除電流値 I_k は、600~700A程度に設定される。

【0052】

溶接電流 I_w を短絡強制解除電流値 I_k まで上昇させる理由は、以下の通りである。すなわち、短絡期間が第2基準時間 T_c を超えてもアークが再発生しない場合には、このまま放置しておくとも短絡期間が数十msとなり溶接状態が不安定になるおそれがあるためである。短絡期間が第2基準時間 T_c を超えた場合には、溶接電流 I_w をさらに上昇させて一刻も早く短絡を解除させてアークを再発生させる必要があるためである。

【0053】

この第2基準時間 T_c についても、上記の指標検出信号 H_d に応じてその値を変化させることによって、溶滴移行状態を安定化させ、かつ、スパッタ発生量を少なくすることができる。

【0054】

図6は、通常短絡間隔期間の時間長さ T_b (ms)と第2基準時間 T_c (ms)との関係図の一例である。横軸は通常短絡間隔期間の時間長さ T_b を示し、20~40msの範囲となっている。縦軸は、第2基準時間 T_c を示し、0~10msの範囲である。同図は、溶接ワイヤの材質が鉄鋼であり、直径が1.2MMであり、シールドガスの種類が炭酸ガス100%であり、溶接電流平均値が200Aの場合である。

【0055】

第2基準時間 T_c は、 $T_b = 25$ msのときは8msとなり、 T_b が25msから35msへと大きくなるのに伴い8msから5msまで小さくなり、 $T_b = 35$ msのときは5msとなる。

【0056】

溶接ワイヤの材質、直径、シールドガスの種類、溶接電流平均値(送給速度)等の溶接条件ごとに、同図のような関係を設定しておく。

【0057】

図7は、通常短絡間隔期間 T_b 中の溶接電流の積分値 S_i (A・ms)と第2基準時間 T_c (ms)との関係図の一例である。横軸は積分値 S_i を示し、4000~8000A・msの範囲となっている。縦軸は、第2基準時間 T_c を示し、0~10msの範囲である。同図は、溶接ワイヤの材質が鉄鋼であり、直径が1.2MMであり、シールドガスの種類が炭酸ガス100%であり、溶接電流平均値が200Aの場合である。

10

20

30

40

50

【0058】

第2基準時間 T_c は、 $S_i = 5000A \cdot ms$ のときは8msとなり、 S_i が $5000A \cdot ms$ から $7000A \cdot ms$ へと大きくなるのに伴い8msから5msまで小さくなり、 $S_i = 7000A \cdot ms$ のときは5msとなる。

【0059】

溶接ワイヤの材質、直径、シールドガスの種類、溶接電流平均値（送給速度）等の溶接条件ごとに、同図のような関係を設定しておく。

【0060】

図8は、上述した本発明の実施の形態2に係る短絡期間の溶接電流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4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4に第2基準時間設定回路TCR及び短絡強制解除電流設定回路IKRを追加し、図4の電流設定回路IRを第2電流設定回路IR2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。

【0061】

第2基準時間設定回路TCRは、指標検出信号Hdを入力として、図6又は図7で上述したように、予め定めた関数によって算出された第2基準時間設定信号Tcrを出力する。

【0062】

短絡強制解除電流設定回路IKRは、予め定めた短絡共生解除電流設定信号Ikrを出力する。

【0063】

第2電流設定回路IR2は、初期期間設定信号Tir、初期電流設定信号Iir、上昇速度設定信号Kr、ピーク値設定信号Ipr、短絡判別信号Sd、上記の第2基準時間設定信号Tcr及び上記の短絡強制解除電流設定信号Ikrを入力として、以下の処理を行い、電流設定信号Irを出力する。

1) 短絡判別信号SdがHighレベル（短絡）に変化した時点から初期期間設定信号Tirによって定まる期間中は、初期電流設定信号Iirの値を電流設定信号Irとして出力する。

2) その後は、電流設定信号Irの値を初期電流設定信号Iirの値から上昇速度設定信号Krによって定まる上昇速度で上昇させる。

3) 電流設定信号Irの値がピーク値設定信号Iprの値と等しくなった時点で、ピーク値設定信号Iprの値を電流設定信号Irとして出力する。

4) 短絡判別信号SdがHighレベルに変化した時点からの経過時間が第2基準時間設定信号Tcrの値に達した時点で、短絡強制解除電流設定信号Ikrの値を電流設定信号Irとして出力する。この状態を次の短絡が発生するまで維持する。

【0064】

上述した実施の形態2によれば、通常短絡の期間が第2基準時間以上になったときは、溶接電流をピーク値からさらに上昇させ、通常短絡間隔期間中の溶接ワイヤの溶融量と相關する指標に応じて第2基準時間を変化させるものである。これにより、実施の形態1の効果に加えて、短絡期間が長くなり強制的に短絡を解除する必要がある場合においても、強制解除に移行する第2基準時間を、通常短絡間隔期間中の溶接ワイヤの溶融量と相關する指標に応じて適正化しているので、溶滴移行状態が不安定になるのを抑制することができる。

【0065】

上記においては、指標に応じて第2基準時間 T_c が変化する場合であるが、短絡強制解除電流Ikを変化させるようにしても良い。

【符号の説明】

【0066】

- 1 溶接ワイヤ
- 2 母材

10

20

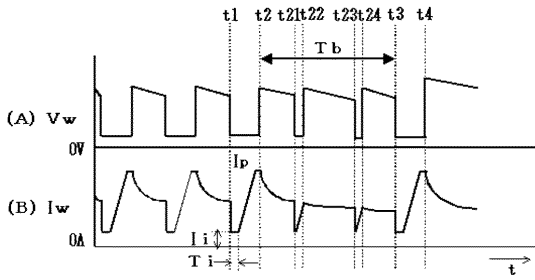
30

40

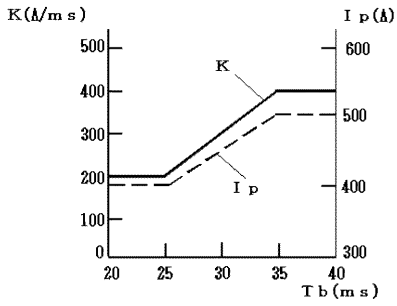
50

3	アーク	
4	溶接トーチ	
5	送給口ール	
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	
H D	指標検出回路	
H d	指標検出信号	
I D	電流検出回路	10
I d	電流検出信号	
I i	初期電流値	
I I R	初期電流設定回路	
I i r	初期電流設定信号	
I k	短絡強制解除電流	
I K R	短絡強制解除電流設定回路	
I k r	短絡強制解除電流設定信号	
I p	ピーク値	
I P R	ピーク値設定回路	
I p r	ピーク値設定信号	20
I R	電流設定回路	
I r	電流設定信号	
I R 2	第2電流設定回路	
I w	溶接電流	
K	上昇速度	
K R	上昇速度設定回路	
K r	上昇速度設定信号	
P M	電源主回路	
S D	短絡判別回路	
S d	短絡判別信号	30
S i	積分値	
S W	制御切換回路	
T a	アーク期間	
T b	通常短絡間隔期間	
T c	第2基準時間	
T C R	第2基準時間設定回路	
T c r	第2基準時間設定信号	
T f	第1基準時間	
T F R	第1基準時間設定回路	
T f r	第1基準時間設定信号	40
T i	初期期間	
T I R	初期期間設定回路	
T i r	初期期間設定信号	
T s	短絡期間	
V D	電圧検出回路	
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	

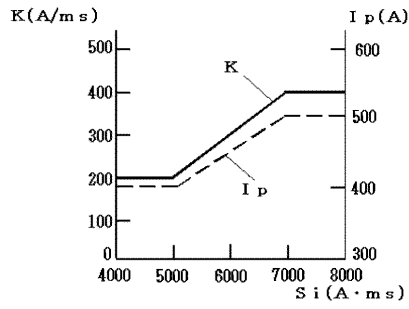
【 図 1 】



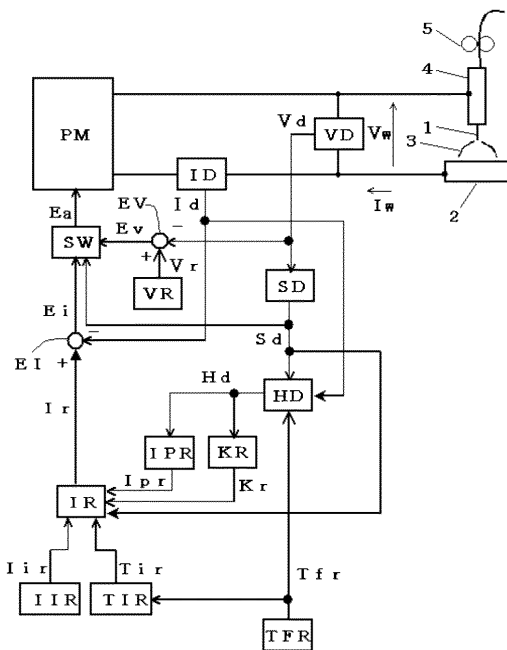
【 図 2 】



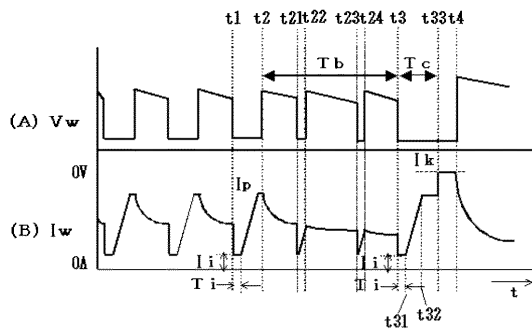
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

