

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4643111号
(P4643111)

(45) 発行日 平成23年3月2日(2011.3.2)

(24) 登録日 平成22年12月10日(2010.12.10)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 3 K 9/09 (2006.01) B 2 3 K 9/09

請求項の数 2 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2002-61662(P2002-61662) (22) 出願日 平成14年3月7日(2002.3.7) (65) 公開番号 特開2003-260565(P2003-260565A) (43) 公開日 平成15年9月16日(2003.9.16) 審査請求日 平成17年2月25日(2005.2.25)</p>	<p>(73) 特許権者 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 (71) 発明者 全 紅軍 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 上山 智之 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 中島 昭浩</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アーク長揺動パルスアーク溶接制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶接ワイヤを定速で送給し、ピーク期間中のピーク電流の通電とベース期間中のベース電流の通電とをパルス周期として繰り返して通電すると共に、前記ピーク期間中のピーク電圧値がピーク電圧設定値と略等しくなるように操作量として前記パルス周期又は前記ピーク期間を変化させてアーク長を制御するパルスアーク溶接において、

前記操作量がパルス周期であるときは前記ピーク期間及び前記ピーク電流を、前記操作量がピーク期間であるときは前記パルス周期及び前記ピーク電流を一定値としたままで、

前記ピーク電圧設定値を予め定めた切換周期で変化させることによってアーク長を周期的に所定幅で揺動させることを特徴とするアーク長揺動パルスアーク溶接制御方法。

10

【請求項2】

前記ピーク電圧値が、前記ピーク期間の開始時の電圧が過渡的に変動する過渡ピーク期間を除いた定常ピーク期間中の定常ピーク電圧値であることを特徴とする請求項1記載のアーク長揺動パルスアーク溶接制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、アーク長を周期的に揺動させる消耗電極式パルスアーク溶接のアーク長制御方法に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

ピーク期間 T_p 中のピーク電流 I_p の通電とベース期間 T_b 中のベース電流 I_b の通電とを繰り返して行う消耗電極式パルスアーク溶接において、上記のピーク電流 I_p 及び上記のピーク期間 T_p を予め定めた低周波（数 $Hz \sim$ 数十 Hz ）の切換周期 T_c 毎に変化させることによって、アーク長を高低に揺動させる溶接方法が従来から行われている。この溶接方法では、アーク長の揺動によってアークの広がりを変化させて美しい波目模様のビード外観を得ることができるので、外観を重視するオートバイのフレームの溶接等に利用されている。さらに、この溶接方法では、アーク長の揺動によってアーク力を変化させて溶融池を攪拌することで、ブローホール等の溶接欠陥の発生を抑制することができる。以下、従来技術としてこのアーク長揺動パルスアーク溶接方法について、図面を参照して説明する。

10

【0003】

図1は、従来技術のアーク長揺動パルスアーク溶接の電流・電圧波形図である。同図(A)は切換周期信号 T_{tc} 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)は溶接電圧 V_w の時間変化を示し、同図(D)はアーク長 L_a の時間変化を示す。以下、同図を参照して説明する。

【0004】

同図(A)に示すように、切換周期信号 T_{tc} は、予め定めた $High$ レベルの高アーク長期間 H_T と、予め定めた Low レベルの低アーク長期間 L_T とを切換周期 T_c 毎に繰り返す。これに応動して、同図(D)に示すように、アーク長 L_a は、上記の高アーク長期間 H_T 中は高アーク長 $H L_a$ となり、上記の低アーク長期間 L_T 中は低アーク長 $L L_a$ となる。

20

【0005】

1 高アーク長期間 H_T

同図(B)に示すように、高ピーク期間 $H T_p$ 中は高ピーク電流 $H I_p$ を通電し、高ベース期間 $H T_b$ 中は高ベース電流 $H I_b$ を通電し、これらの通電を高パルス周期 $H T_f$ として高アーク長期間 H_T 中繰り返して通電する。同様に、同図(C)に示すように、高ピーク期間 $H T_p$ 中は高ピーク電圧 $H V_p$ が印加し、高ベース期間 $H T_b$ 中は高ベース電圧 $H V_b$ が印加し、これらの印加を高アーク長期間 H_T 中繰り返して行う。

【0006】

2 低アーク長期間 L_T

同図(B)に示すように、低ピーク期間 $L T_p$ 中は低ピーク電流 $L I_p$ を通電し、低ベース期間 $L T_b$ 中は低ベース電流 $L I_b$ を通電し、これらの通電を低パルス周期 $L T_f$ として低アーク長期間 L_T 中繰り返して通電する。同様に、同図(C)に示すように、低ピーク期間 $L T_p$ 中は低ピーク電圧 $L V_p$ が印加し、低ベース期間 $L T_b$ 中は低ベース電圧 $L V_b$ が印加し、これらの印加を低アーク長期間 L_T 中繰り返して行う。

30

【0007】

上記の高ピーク電流 $H I_p$ と高ピーク期間 $H T_p$ との組合せ及び上記の低ピーク電流 $L I_p$ と低ピーク期間 $L T_p$ との組合せは、溶接ワイヤが1パルス1溶滴移行する範囲内で予め設定される。このピーク電流とピーク期間との組合せは、一般的にユニットパルス条件と呼ばれる。また、上記の高ベース電流 $H I_b$ 及び上記の低ベース電流 $L I_b$ は、溶接ワイヤが溶融しないように数十 A 以下の低い値に予め設定される。同図(D)に示す高アーク長 $H L_a$ と低アーク長 $L L_a$ との変化幅を数 mm 以上と大きくするためには、上記の高ピーク電流 $H I_p$ と低ピーク電流 $L I_p$ との差及び高ピーク期間 $H T_p$ と低ピーク期間 $L T_p$ との差を、1パルス1溶滴移行する範囲内で大きくなるように設定するのが通常である。これは、アーク長 L_a の変化幅が数 mm 以上の所定値よりも小さいと、前述したビード外観の波目模様のメリカリが少なくなり、美しさの度合いが下がるからである。さらに、前述した溶融池の攪拌作用によるブローホール発生数の削減効果も、同様に小さくなるからである。すなわち、本アーク長揺動パルスアーク溶接方法に特有の効果を得るためには、アーク長の揺動幅を数 mm 以上の所定値にする必要があり、そのためには上記のユニットパ

40

50

ルス条件を大きく変化させる必要がある。溶接ワイヤに直径1.2mmのアルミニウム-マグネシウム合金ワイヤを使用し、溶接電流が100Aであるときの上記のユニットパルス条件の設定例を下記に示す。

(設定例1)

高ピーク電流 $H I p = 360 A$, 高ピーク期間 $H T p = 2.0 ms$

低ピーク電流 $L I p = 280 A$, 低ピーク期間 $L T p = 1.2 ms$

【0008】

また、同図(C)に示すように、溶接電圧 $V w$ を大きな時定数で平滑して算出した切換周期 $T c$ 中の溶接電圧平均値が予め定めた電圧設定値 $V s$ と略等しくなるようにフィードバック制御されて、操作量としての高パルス周期 $H T f$ 又は低パルス周期 $L T f$ が制御される。これによって、切換周期 $T c$ 中の平均アーク長が制御される。溶接電圧 $V w$ を大きな時定数で平滑する理由は、図2~3で後述するように、アーク長とは比例関係にない種々の異常電圧が発生して溶接電圧 $V w$ に重畳することがときどき生じる。この結果、異常電圧の影響によってアーク長の検出に誤差が生じ、アーク長制御が不安定になる。このランダムに発生する異常電圧の影響を抑制するために、溶接電圧 $V w$ を大きな時定数で平滑する必要がある。したがって、従来技術では、平均アーク長を上記の溶接電圧平均値で制御すると共に、前述したように、高/低ピーク電流と高/低ピーク期間との組合せ(ユニットパルス条件)の設定値の差を大きくすることでアーク長の変化幅を大きくしている。

【0009】

上記においては、ピーク電流とピーク期間との組合せをユニットパルス条件として、このユニットパルス条件及びベース電流を予め設定し、パルス周期を制御する場合について説明した。ここで、ピーク電流とパルス周期との組合せをユニットパルス条件とし、このユニットパルス条件及びベース電流を予め設定し、ピーク期間を制御する場合も従来から行われている。この場合には、ピーク電流とパルス周期との組合せの設定値を大きく変化させることによって、アーク長の変化幅を大きくする。

【0010】

上述したように、従来技術では、溶接電圧 $V w$ をフィードバックしてアーク長を制御する。しかし、溶接中には外乱となる種々のアーク現象がランダムに発生しており、これらのアーク現象に起因して溶接電圧 $V w$ に異常電圧が重畳されることがある。本来、この異常電圧はアーク長とは何ら関係しない電圧であるために、異常電圧が重畳した溶接電圧 $V w$ によってはアーク長を正確に検出することはできない。一般的に、上記の異常電圧の発生は、シールドガス中に酸化性成分が少ないほど顕著である。したがって、アルゴンガス、ヘリウムガス等の不活性ガスを主成分とするシールドガスを使用するパルスMIG溶接では、この異常電圧の発生頻度が高く、アーク長の誤検出の悪影響は大きくなる。以下、アルミニウム合金のパルスMIG溶接において、異常電圧が発生する2つの典型的な例について説明する。

【0011】

1 微小短絡直後の異常電圧

図2は、ベース期間中に微小短絡が発生したときの電圧・電流波形図であり、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、前述した図1の高パルス周期 $H T f$ 及び低パルス周期 $L T f$ のどちらの期間中にも当てはまる。以下、同図を参照して説明する。

前述したように、パルスアーク溶接では、1回のピーク電流の通電によって1パルス1溶滴移行するようにピーク期間を設定するので、溶滴移行に伴って溶接ワイヤ先端部が長く伸びて溶滴と母材とが短時間接触(微小短絡)することが生じる。同図(A)に示すように、時刻 t_1 において短絡が発生し短時間後の時刻 t_2 において短絡が開放されると、その直後の時刻 $t_2 \sim t_3$ の間は、点線で示す通常値よりも非常に大きな値の異常電圧が重畳されることがある。この理由は、時刻 t_1 の短絡発生によってアークがいったん消滅し、時刻 t_2 においてアークが再点弧する。この再点弧時には、陰極点は溶接ワイヤ直下の最短距離となる溶融池上に形成される。しかし、溶融池表面の酸化皮膜は通常既にクリーニ

10

20

30

40

50

ングされているために、陰極点は酸化皮膜のない部分に形成されることになる。このために、陰極降下電圧値が非常に大きな値となり、異常電圧として重畳することになる。この陰極降下電圧値は、アーク長とは比例関係にないために、異常電圧が重畳した溶接電圧 V_w によっては、アーク長を正しく検出することができない。この陰極降下電圧値は、母材の酸化皮膜のクリーニング状態、陰極点の形成位置等によって影響されるので、その値が小さくなり発生期間も短い場合もある。逆に、その値が大きくなり発生期間も長い場合もある。

【 0 0 1 2 】

2 ベース期間中の陰極点の移動に伴う異常電圧

図 3 は、ベース期間中に陰極点が移動したときの電圧・電流波形図であり、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、図 1 で前述した高パルス周期 $H T f$ 及び低パルス周期 $L T f$ のどちらの期間中にも当てはまる。以下、同図を参照して説明する。

前述したように、ベース電流値は数十 A 程度と低い値であるために、アークの指向性が弱くなり、ベース期間中の陰極点は酸化皮膜を求めて移動しやすい。そして、陰極点が移動して新たに形成されるときに、母材表面の酸化皮膜の状態によって上記の陰極降下電圧値が変動することになり、溶接電圧 V_w に異常電圧が重畳する場合が生じる。同図 (A) に示すように、時刻 $t_1 \sim t_2$ の期間中に陰極点が移動すると、この期間中の溶接電圧 V_w は変動して異常電圧となる。この異常電圧は、点線で示す通常値から大きく変動しており、かつアーク長とは関係しない値であるために、この異常電圧が重畳した溶接電圧 V_w によっては、アーク長を正しく検出することはできない。

【 0 0 1 3 】

上述したように、種々のアーク現象に伴ってアーク長とは関係のない異常電圧が発生すると、この異常電圧を含む溶接電圧 V_w によっては、アーク長を正確に検出することができない。そこで、前述したように、ランダムに発生する異常電圧の悪影響を抑制するために、溶接電圧 V_w を大きな時定数で平滑した溶接電圧平均値によって、平均アーク長を制御している。

【 0 0 1 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

図 4 は、従来技術の課題を説明するための低アーク長期間 $L T$ 及び高アーク長期間 $H T$ 中の溶滴移行の状態を示す図である。同図 (A) は低アーク長期間 $L T$ 中の溶滴移行の状態及び溶接電流波形を示し、同図 (B) は高アーク長期間 $H T$ 中の溶滴移行の状態及び溶接電流波形を示す。前述したように、 $L I_p < H I_p$ であり、かつ $L T_p < H T_p$ である。また、前述したように、アーク長の変化幅を大きくするために、ピーク電流とピーク期間との組合せは、1 パルス 1 溶滴移行の範囲内において大きく変化するように設定される。このために、通常、低ピーク電流 $L I_p$ と低ピーク期間 $L T_p$ との組合せは、溶滴移行がピーク期間の終了時点の直前又は直後に行われるように、1 パルス 1 溶滴移行の範囲の下限値近くに設定される。他方、高ピーク電流 $H I_p$ と高ピーク期間 $H T_p$ との組合せは、アーク長の変動幅を大きくするために、1 パルス 1 溶滴移行の範囲の上限値近くに設定される。以下、同図を参照して説明する。

【 0 0 1 5 】

1 低アーク長期間 $L T$ 中の溶滴移行の状態

同図 (A) に示すように、低ピーク期間 $L T_p$ 中の低ピーク電流 $L I_p$ の通電によって、溶接ワイヤ 1 の先端部が溶融されて、溶滴 1 a が形成される。その後、低ピーク期間 $L T_p$ の終了直後において、溶滴 1 a は離脱して母材へと落下し、溶接ワイヤ 1 の先端部には溶滴 1 a の一部が残留溶滴 1 b として残る。このとき、溶滴 1 a は低ピーク期間 $L T_p$ 中に形成されて、低ピーク期間 $L T_p$ の終了直後に移行するので、上記の残留溶滴 1 b はわずかな量となる。この結果、良好な溶滴移行状態となり、スパッタ、ヒューム等の発生量も非常に少ない。

【 0 0 1 6 】

2 高アーク長期間HT中の溶滴移行の状態

同図(B)に示すように、高ピーク電流 $H I p$ 及び高ピーク期間 $H T p$ の組合せは、前述したように、上記の低アーク長期間時と比べて大きな値に設定される。このために、溶滴1aは、高ピーク期間 $H T p$ の半ばで移行することになり、溶滴移行後の残留溶滴1bが高ピーク電流 $H I p$ によって過熱されて大きくなる。そして、この残留溶滴1bは多数のスパッタ1c及びヒュームとなって飛散する。したがって、この期間中は、スパッタ1c及びヒュームが大量に発生することになり、ビード外観が悪くなる。このビード外観の一例を図5に示す。溶接条件は、直径1.2mmのアルミニウム-マグネシウム合金ワイヤを使用して、高ピーク電流 $H I p = 360 A$ 、高ピーク期間 $H T P = 2.0 ms$ 、低ピーク電流 $L I p = 280 A$ 及び低ピーク期間 $L T P = 1.2 ms$ に設定し、溶接電流100AでパルスMIG溶接を行った場合である。同図から明らかなように、ビード2aは波目模様が形成されているが、母材2上には大量のスパッタ1cが付着している。

【0017】

上述したように、従来技術では、アーク長の変化幅を大きくするために、ユニットパルス条件を大きく変化させなければならないために、どうしても高アーク長期間中にスパッタ、ヒューム等が多く発生することになる。

【0018】

そこで、本発明では、アーク長の変化幅を大きくすることができ、かつスパッタ、ヒューム等の発生量を減少させることができるアーク長揺動パルスアーク溶接制御方法を提供する。

【0019】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、図6～7に示すように、

溶接ワイヤを定速で送給し、ピーク期間 $T p$ 中のピーク電流 $I p$ の通電とベース期間 $T b$ 中のベース電流 $I b$ の通電とをパルス周期 $T f$ として繰り返して通電すると共に、前記ピーク期間 $T p$ 中のピーク電圧値 $V p$ がピーク電圧設定値 $V ps$ と略等しくなるように操作量として前記パルス周期 $T f$ 又は前記ピーク期間 $T p$ を変化させてアーク長を制御するパルスアーク溶接において、

前記操作量がパルス周期 $T f$ であるときは前記ピーク期間 $T p$ 及び前記ピーク電流 $I p$ を、前記操作量がピーク期間 $T p$ であるときは前記パルス周期 $T f$ 及び前記ピーク電流 $I p$ を一定値としたままで、

前記ピーク電圧設定値 $V ps$ を予め定めた切換周期 $T c$ で変化させることによってアーク長を周期的に所定幅で揺動させることを特徴とするアーク長揺動パルスアーク溶接制御方法である。

【0021】

第2の発明は、図10に示すように、

前記ピーク電圧値 $V p$ が、前記ピーク期間 $T p$ の開始時の電圧が過渡的に変動する過渡ピーク期間 $T pa$ を除いた定常ピーク期間 $T pb$ 中の定常ピーク電圧値 $V pa$ であることを特徴とする請求項1記載のアーク長揺動パルスアーク溶接制御方法である。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態として、実施例1～3について図面を参照して説明する。

[実施例1]

アーク長揺動パルスアーク溶接方法において、ビード外観に美しい波目模様を形成する効果、溶融池攪拌によるブローホール発生を抑制する効果等の特有の効果は、アーク長を周期的に揺動させてアークの広がり、アーク力を変化させることによって生じる。そこで、実施例1の発明では、ユニットパルス条件(ピーク電流 $I p$ とピーク期間 $T p$ との組合せ)を高アーク長期間 $H T$ 及び低アーク長期間 $L T$ で同一値に設定し、アーク長をピーク期間 $T p$ 中のピーク電圧 $V p$ によって検出し、その目標値であるピーク電圧設定値 $V ps$ を高アーク長期間 $H T$ と低アーク長期間 $L T$ とで切り換えることによってアーク長を周期的に

10

20

30

40

50

揺動させる方法である。上記のユニットパルス条件は、溶滴移行がピーク期間 T_p の終了時点の直前又は直後に行われるように予め設定する。このことで、溶滴移行後の残留溶滴への過熱を防止し、スパッタ、ヒューム等の発生を抑制する。また、アーク長をピーク電圧 V_p によって検出する理由は、以下のとおりである。すなわち、ピーク期間 T_p 中は数百 A の高いピーク電流 I_p が通電するために、アークの指向性が非常に高くなる。このために、ピーク期間 T_p 中のアークは、溶接ワイヤの送給方向に形成されて、かつ、指向性が高いためにその陰極点は酸化皮膜を求めて移動することができない。この結果、ピーク期間 T_p 中のアーク形状はほぼ一定になるので、アーク長とピーク電圧 V_p とは正確な比例関係になる。さらには、ピーク期間 T_p 中は、図 2 で前述した微小短絡はほとんど発生しない。また、ピーク期間 T_p 中は、図 3 で前述した陰極点の移動もほぼないために、異常電圧の発生頻度は少なくなり、異常電圧によるピーク電圧 V_p への影響は小さい。このために、ピーク電圧 V_p は、前述した溶接電圧平均値の算出のときのように異常電圧の影響を抑制する目的で大きな時定数で平滑する必要がないので、平滑の時定数を小さくすることができ、アーク長検出の応答性を速くすることができる。すなわち、ピーク電圧 V_p によるアーク長検出では、パルス周期毎のアーク長の変化を検出することができる。したがって、高アーク長期間 H_T 中の高ピーク電圧設定値 $H V_{ps}$ と、低アーク長期間 L_T 中の低ピーク電圧設定値 $L V_{ps}$ とを予め設定し、周期的に切り換えることによってアーク長を揺動させることができる。以下、図面を参照して説明する。

10

【 0 0 2 3 】

図 6 は、実施例 1 の発明のアーク長揺動パルスアーク溶接の電流・電圧波形図である。同図 (A) は切換周期信号 T_{tc} 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) は溶接電圧 V_w の時間変化を示し、同図 (D) はアーク長 L_a の時間変化を示す。以下、同図を参照して説明する。

20

【 0 0 2 4 】

同図 (A) に示すように、切換周期信号 T_{tc} は、予め定めた $H i g h$ レベルの高アーク長期間 H_T と、予め定めた $L o w$ レベルの低アーク長期間 L_T とを切換周期 T_c 毎に繰り返す。これに応動して、同図 (D) に示すように、アーク長 L_a は、上記の高アーク長期間 H_T 中は高アーク長 $H L_a$ となり、上記の低アーク長期間 L_T 中は低アーク長 $L L_a$ となる。

【 0 0 2 5 】

1 高アーク長期間 H_T

同図 (B) に示すように、ピーク期間 T_p 中はピーク電流 I_p を通電し、高ベース期間 $H T_b$ 中はベース電流 I_b を通電し、これらの通電を高パルス周期 $H T_f$ として高アーク長期間 H_T 中繰り返して通電する。同様に、同図 (C) に示すように、ピーク電圧が予め定めた高ピーク電圧設定値 $H V_{ps}$ と略等しくなるようにフィードバック制御されて、操作量として上記のパルス周期が制御される。したがって、パルス周期はフィードバック制御によって刻々変化して、後述する低アーク長期間 L_T とは異なる高パルス周期 $H T_f$ となり、ピーク期間 T_p は一定であるので、ベース期間も刻々変化して上記の高ベース期間 $H T_b$ となる。また、同図 (C) に示すように、ピーク電圧は上記の高ピーク電圧設定値 $H V_{ps}$ と略等しい値の高ピーク電圧値 $H V_p$ となり、ベース電圧は高ベース電圧値 $H V_b$ となる。

30

40

【 0 0 2 6 】

2 低アーク長期間 L_T

同図 (B) に示すように、上記 1 項と同一値のピーク期間 T_p 中はピーク電流 I_p を通電し、低ベース期間 $L T_b$ 中はベース電流 I_b を通電し、これらの通電を低パルス周期 $L T_f$ として低アーク長期間 L_T 中繰り返して通電する。同様に、同図 (C) に示すように、ピーク電圧が予め定めた低ピーク電圧設定値 $L V_{ps}$ と略等しくなるようにフィードバック制御されて、操作量として上記のパルス周期が制御される。したがって、パルス周期はフィードバック制御によって刻々変化し、前述した高アーク長期間 H_T とは異なる低パルス周期 $L T_f$ となり、ピーク期間 T_p は一定であるので、ベース期間も刻々変化して上

50

記の低ベース期間 $L T b$ となる。また、同図 (C) に示すように、ピーク電圧は上記の低ピーク電圧設定値 $L V ps$ と略等しい値の低ピーク電圧値 $L V p$ となり、ベース電圧は低ベース電圧値 $L V b$ となる。

【0027】

上述したように、操作量がパルス周期であるときには、ユニットパルス条件のピーク電流とピーク期間との組合せを、溶滴移行がピーク期間の終了時点の直前又は直後に行われるように予め設定する。他方、操作量がピーク期間であるときには、ユニットパルス条件のピーク電流とパルス周期との組合せを、溶滴移行がピーク期間の終了時点の直前又は直後に行われるように予め設定する。

【0028】

以上のように、実施例1の発明では、ピーク電圧によってアーク長を検出し、所定値の高アーク長 $H L a$ に対応する高ピーク電圧設定値 $H V ps$ と、所定値の低アーク長 $L L a$ に対応する低ピーク電圧設定値 $L V ps$ とを、切換周期 $T c$ 毎に切り換えることによって、アーク長を揺動させることができる。

【0029】

図7は、上述した実施例1の発明を実施するための溶接電源装置のブロック図である。以下、同図を参照して各回路ブロックについて説明する。

出力制御回路 $I N V$ は、3相200V等の商用電源を入力として、後述する電流誤差増幅信号 $E i$ に従って、インバータ制御、サイリスタ位相制御等の出力制御を行い、溶接に適した溶接電圧 $V w$ 及び溶接電流 $I w$ を出力する。溶接ワイヤ1は、ワイヤ送給装置の送給

【0030】

電圧検出回路 $V D$ は、溶接電圧 $V w$ を検出して、電圧検出信号 $V d$ を出力する。ピーク電圧検出回路 $D V P$ は、上記の電圧検出信号 $V d$ を入力として、ピーク電圧検出信号 $D V p$ を出力する。切換周期信号生成回路 $T T C$ は、予め定めた高アーク長期間 $H T$ 中は $H i g h$ レベルとなり、予め定めた低アーク長期間 $L T$ 中は $L o w$ レベルとなる切換周期信号 $T t c$ を出力する。高ピーク電圧設定回路 $H V P S$ は、予め定めた高ピーク電圧設定信号 $H V ps$ を出力する。低ピーク電圧設定回路 $L V P S$ は、予め定めた低ピーク電圧設定信号 $L V ps$ を出力する。電圧設定信号切換回路 $S W V$ は、上記の切換周期信号 $T t c$ が $H i g h$ レベル（高アーク長期間 $H T$ ）のときには a 側に切り換わり上記の高ピーク電圧設定信号 $H V ps$ をピーク電圧設定信号 $V ps$ として出力し、 $L o w$ レベル（低アーク長期間 $L T$ ）のときには b 側に切り換わり上記の低ピーク電圧設定信号 $L V ps$ をピーク電圧設定信号 $V ps$ として出力する。

【0031】

電圧誤差増幅回路 $E V$ は、上記のピーク電圧検出信号 $D V p$ と上記のピーク電圧設定信号 $V ps$ との誤差を増幅して、電圧誤差増幅信号 $E v$ を出力する。電圧周波数変換回路 V / F は、上記の電圧誤差増幅信号 $E v$ に反比例した周期毎に短時間 $H i g h$ レベルとなるパルス周期信号 $T t f$ を出力する。ピーク期間設定回路 $T P S$ は、予め定めたピーク期間設定信号 $T ps$ を出力する。ピーク期間タイマ回路 $T T P$ は、上記のパルス周期信号 $T t f$ が $H i g h$ レベルに変化した時点から上記のピーク期間設定信号 $T tp$ によって定まる期間だけ $H i g h$ レベルとなるピーク期間信号 $T tp$ を出力する。

【0032】

ピーク電流設定回路 $I P S$ は、予め定めたピーク電流設定信号 $I ps$ を出力する。ベース電流設定回路 $I B S$ は、予め定めたベース電流設定信号 $I bs$ を出力する。電流制御設定回路 $I S C$ は、上記のピーク期間信号 $T tp$ が $H i g h$ レベル（ピーク期間）のときには上記のピーク電流設定信号 $I ps$ を電流制御設定信号 $I sc$ として出力し、 $L o w$ レベル（ベース期間）のときには上記のベース電流設定信号 $I bs$ を電流制御設定信号 $I sc$ として出力する。電流検出回路 $I D$ は、溶接電流 $I w$ を検出して、電流検出信号 $I d$ を出力する。電流誤差増幅回路 $E I$ は、上記の電流検出信号 $I d$ と上記の電流制御設定信号 $I sc$ との誤差を増幅

10

20

30

40

50

して、電流誤差増幅信号 E_i を出力する。上述した溶接電源装置によって、切換周期信号 T_{tc} 毎にアーク長を揺動させてパルスアーク溶接を行うことができる。

【0033】

[実施例2]

実施例2の発明では、上述した実施例1の発明において、高アーク長期間 H_T と低アーク長期間 L_T とで、ユニットパルス条件（ピーク電流 I_p とピーク期間 T_p との組合せ又はピーク電流 I_p とパルス周期 T_f との組合せ）を、溶滴移行がピーク期間の終了時点の直前又は直後に行われる範囲内で切り換える方法である。ユニットパルス条件を切り換える理由は、以下のとおりである。すなわち、ピーク電流及びピーク期間が一定値であるときは、ピーク電圧設定値 V_{ps} に反比例してパルス周期が定まる。したがって、ピーク電圧設定値 V_{ps} が大きな値に設定されると、それに対応してアーク長を長くするために溶接電流平均値が大きくなる。このために、パルス周期は非常に短くなるが、パルス周期があまり短くなるとフィードバック制御の調整範囲の限界値に近くなり、外乱に対してアーク長制御を行うことができず、溶接状態が不安定になる。このときに、ピーク電流又はピーク期間の少なくとも1つ以上を大きくすると、パルス周期は長くなるので、上記の問題が解消されて溶接状態は安定になる。逆に、ピーク電圧設定値 V_{ps} が小さい値に設定されると、それに対応してアーク長を短くするために溶接電流平均値は小さくなる、このために、パルス周期は非常に長くなり、ビード外観が悪くなる。このときに、ピーク電流又はピーク期間の少なくとも1つ以上を小さくすると、パルス周期が短くなるので、ビード外観は良好になる。このように、ユニットパルス条件を切換周期信号 T_{tc} に応動して変化させることによって、パルス周期を所定範囲内に制限することができ、この結果、溶接状態を常に安定に維持することができる。

【0034】

図8は、実施例2の発明のアーク長揺動パルスアーク溶接の電流・電圧波形図である。同図(A)は切換周期信号 T_{tc} 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)は溶接電圧 V_w の時間変化を示し、同図(D)はアーク長 L_a の時間変化を示す。同図において、低アーク長期間 L_T の低ピーク電流 $L I_p$ 及び低ピーク期間 $L T_p$ は、前述した図6のピーク電流 I_p 及びピーク期間 T_p と同一値に設定されている。他方、高アーク長期間 H_T の高ピーク電流 $H I_p$ 及び高ピーク期間 $H T_p$ は、溶滴移行がピーク期間の終了時点の直前又は直後に行われる範囲内において図6のときの値よりも大きい値に設定されたときである。すなわち、 $H I_p > L I_p = I_p$ であり、 $H T_p > L T_p = T_p$ である。以下、同図を参照して説明する。

【0035】

1 高アーク長期間 H_T

同図(B)に示すように、高ピーク期間 $H T_p$ 中は高ピーク電流 $H I_p$ を通電し、高ベース期間 $H T_b$ 中はベース電流 I_b を通電し、これらの通電を高パルス周期 $H T_f$ として高アーク長期間 H_T 中繰り返して通電する。同様に、同図(C)に示すように、ピーク電圧が前述した図6と同一値の高ピーク電圧設定値 $H V_{ps}$ と略等しくなるようにフィードバック制御されて、操作量として上記のパルス周期が制御される。前述したように、 $H I_p > I_p$ でありかつ $H T_p > T_p$ であるので、パルス周期 $H T_f > T_f$ となり、パルス周期が短くなりすぎて溶接状態が不安定になることを抑制することができる。

【0036】

2 低アーク長期間 L_T

同図(B)に示すように、低ピーク期間 $L T_p$ 中は低ピーク電流 $L I_p$ を通電し、低ベース期間 $L T_b$ 中はベース電流 I_b を通電し、これらの通電を低パルス周期 $L T_f$ として低アーク長期間 L_T 中繰り返して通電する。同様に、同図(C)に示すように、ピーク電圧が前述した図6のときと同一値の低ピーク電圧設定値 $L V_{ps}$ と略等しくなるようにフィードバック制御されて、操作量として上記のパルス周期が制御される。前述したように、 $L I_p = I_p$ でありかつ $L T_p = T_p$ であるので、低パルス周期 $L T_f$ は図6のときと同一値となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

上記においては、ユニットパルス条件がピーク電流とピーク期間との組合せときであるが、ユニットパルス条件がピーク電流とパルス周期との組合せであるときには、操作量はピーク期間となり、この場合でも上記と同様である。すなわち、ピーク電圧設定値が大きいとピーク期間が長くなりすぎて溶接状態が不安定になりやすく、逆にピーク電圧設定値が小さいとピーク期間が短くなりすぎて上記と同様に溶接状態が不安定になりやすい。このようなときには、高アーク長期間と低アーク長期間とで、ユニットパルス条件を異なった値に設定することで、ピーク期間を所定範囲内に制限することができ、良好な溶接状態を維持することができる。

【 0 0 3 8 】

図 9 は、上述した実施例 2 の発明を実施するための溶接電源装置のブロック図である。同図において、前述した図 7 と同一の回路ブロックには同一符号を付してそれらの説明は省略する。以下、図 7 とは異なる点線で示す回路ブロックについて、図面を参照して説明する。

【 0 0 3 9 】

高ピーク期間設定回路 H T P は、予め定めた高ピーク期間設定信号 H T p を出力する。低ピーク期間設定回路 L T P は、予め定めた低ピーク期間設定信号 L T p を出力する。期間設定信号切換回路 S W T は、切換周期信号 T t c が H i g h レベル（高アーク長期間）のときには a 側に切り換わり上記の高ピーク期間設定信号 H T p をピーク期間設定信号 T p s として出力し、L o w レベル（低アーク長期間）のときには上記の低ピーク期間設定信号 L T p をピーク期間設定信号 T p s として出力する。

【 0 0 4 0 】

高ピーク電流設定回路 H I P は、予め定めた高ピーク電流設定信号 H I p を出力する。低ピーク電流設定回路 L I P は、予め定めた低ピーク電流設定信号 L I p を出力する。電流設定信号切換回路 S W I は、切換周期信号 T t c が H i g h レベル（高アーク長期間）のときには a 側に切り換わり上記の高ピーク電流設定信号 H I p をピーク電流設定信号 I p s として出力し、L o w レベル（低アーク長期間）のときには b 側に切り換わり上記の低ピーク電流設定信号 L I p をピーク電流設定信号 I p s として出力する。

【 0 0 4 1 】

[実施例 3]

実施例 3 の発明は、実施例 1 又は 2 の発明において、ピーク電圧検出信号 D V p が、ピーク期間の開始時の電圧が過渡的に変動する過渡ピーク期間を除いた定常ピーク期間中の定常ピーク電圧検出信号 V p a であるアーク長揺動パルスアーク溶接制御方法である。以下、図面を参照して実施例 3 の発明について説明する。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 は、実施例 3 における定常ピーク電圧値の算出方法を説明するためのピーク電圧波形図である。同図は、高アーク長期間及び低アーク長期間の両方のピーク期間中のピーク電圧波形である。同図に示すように、時刻 t 1 のピーク期間 T p の開始時において、過渡ピーク期間 T p a 中のピーク電圧は、アークの発生状態に応じて曲線 Y 1 ~ Y 3 のように大きく変動する。そして、この過渡ピーク期間 T p a が経過して定常ピーク期間 T p b に入ると、アーク発生状態は安定するので、このときのピーク電圧値は安定した略定常値（以下、定常ピーク電圧値 V p a という）になり、アーク長と正確に比例する。したがって、この定常ピーク電圧値 V p a によってアーク長を正確に検出して、アーク長を揺動させれば、より安定したアーク長揺動パルスアーク溶接を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

上記の定常ピーク電圧値 V p a としては、以下のような算出値を使用することができる。

1 特定時点の定常ピーク電圧瞬時値 V p c

同図に示すように、ピーク期間 T p の開始時点から予め定めた遅延時間 T p c が経過した時点の定常ピーク電圧瞬時値 V p c を、定常ピーク電圧値 V p a として使用することができる。

上記の遅延時間 T p c は、過渡ピーク期間 T p a が経過した後から、曲線 Y 4 に示す溶滴移行

10

20

30

40

50

時の陽極点の移動に伴う電圧変動が発生する前までの期間中の特定時点になるように、予め設定される。例えば、前述したピーク期間 T_p の真ん中の時点に設定することが考えられる。

【0044】

2 所定期間中の定常ピーク電圧平均値 V_{pd}

上記 1 項は瞬時値であるが、検出誤差を減少させるために、上記の遅延時間 T_{pc} 経過後から所定の平均化期間 T_{pd} 中の定常ピーク電圧の平均値 V_{pd} を、定常ピーク電圧値 V_{pa} として使用することができる。

【0045】

3 定常ピーク期間中の定常ピーク電圧平均値 V_{pb}

上記 2 項においてピーク電圧を平均化する期間を、定常ピーク期間 T_{pb} の全期間中とするのが、定常ピーク期間中の定常ピーク電圧平均値 V_{pb} である。

【0046】

4 上記 1 ~ 3 項の移動平均値

第 n 回目のピーク期間 $T_p(n)$ 中の上記 1 項の定常ピーク電圧瞬時値を $V_{pc}(n)$ とし、今周期から前の所定期間 m 回にわたる移動平均値 V_{pcr} は、下式となる。

$$V_{pcr} = (V_{pc}(n) + V_{pc}(n-1) + \dots + V_{pc}(n-m+1)) / m$$

上式では、各周期の定常ピーク電圧瞬時値 V_{pc} は均等の重みで平均化しているが、今周期に近い周期の値の重みを重くする重み付け移動平均値であってもよい。このように移動平均値を算出して定常ピーク電圧値 V_{pa} とする理由は、以下のとおりである。すなわち、定常ピーク期間 T_{pb} 中は、陰極点はほぼ移動することなく形成されているが、熔融池の状態、溶滴の状態等は毎周期ごとに少しは変動しているために、アーク長も変動することになる。この変動を平均化してより正確なアーク長を検出するために移動平均値を算出している。また、上記 2 項及び 3 項の定常ピーク電圧平均値 V_{pd} 及び V_{pb} の過去所定期間にわたる移動平均値についても、上記と同様にして算出することができる。

【0047】

上述した実施例 3 の発明を実施するための溶接電源装置の構成は、前述した図 7 及び 9 におけるピーク電圧検出回路 DVP によって、上記の定常ピーク電圧検出信号 V_{pa} を算出するように変更する以外は同一である。

【0048】

[効果]

以下に、本発明の効果について図面を参照して説明する。

図 11 は、前述した図 5 に対応する本発明のビード外観図である。溶接条件は、前述したように、直径 1.2 mm のアルミニウム - マグネシウム合金ワイヤを使用して、高ピーク電流 $H I_p = 320 A$ 、高ピーク期間 $H T_p = 1.6 ms$ 、低ピーク電流 $L I_p = 280 A$ 、低ピーク期間 $L T_p = 1.2 ms$ 、高ピーク電圧設定値 $H V_{ps} = 22 V$ 、低ピーク電圧設定値 $L V_{ps} = 26 V$ 及び溶接電流 = 100 A に設定し、アルミニウム合金のパルス MIG 溶接の場合である。このときの高アーク長 $H L_a = 8 mm$ となり、低アーク長 $L L_a = 3 mm$ となった。同図から明らかなように、ビード 2 a には美しい波目模様が形成されており、かつ、図 5 のときとは異なり母材 2 上にはほとんどスパッタ 1 c が付着していない。また、溶接中のヒュームの発生量も大きく減少した。

【0049】

図 12 は、溶接中のヒューム発生量の比較図である。溶接条件は、従来技術のときには図 5 の条件に設定し、本発明のときには図 11 の条件に設定して、アーク長揺動パルス MIG 溶接を行った場合である。ヒュームの測定値は、溶接ワイヤ 1 g 当りのヒューム発生量に換算した。同図から明らかなように、従来技術ではヒューム発生量は 14 mg/g であった。これに対して、本発明では、ヒューム発生量は 9 mg/g へと大きく減少した。

【0050】

【発明の効果】

本発明のアーク長揺動パルスアーク溶接制御方法では、ユニットパルス条件を溶滴移行が

10

20

30

40

50

ピーク期間の終了時点の直前又は直後に行われる範囲に設定し、ピーク電圧によってアーク長を正確に検出し、その目標値であるピーク電圧設定値を周期的に変化させることによってアーク長を所定幅で揺動させることができるので、スパッタ、ヒューム等の発生量を大幅に減少させた上に、本溶接方法の特徴である波目模様のビード外観の形成、溶融池攪拌によるブローホール発生数の削減等の効果も同時に有している。

さらに、実施例 2 の発明では、ユニットパルス条件を高アーク長期間と低アーク長期間とで変化させることによって、パルス周期又はピーク期間が短く又は長くなりすぎて溶接状態が不安定になることを抑制することができる。したがって、アーク長の揺動幅を大きく設定しても、溶接状態は常に安定しており、良好な溶接品質を得ることができる。

さらに、実施例 3 の発明では、定常ピーク電圧値によってアーク長を正確に検出することができるので、アーク長の揺動制御がさらに安定になり、溶接品質もさらに向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来技術のアーク長揺動パルスアーク溶接の電流・電圧波形図

【図 2】従来技術での微小短絡直後の異常電圧波形図

【図 3】従来技術でのベース期間中の異常電圧波形図

【図 4】従来技術の課題を示す溶滴移行の状態図

【図 5】従来技術のビード外観図

【図 6】実施例 1 のアーク長揺動パルスアーク溶接の電流・電圧波形図

【図 7】実施例 1 の溶接電源装置のブロック図

【図 8】実施例 2 のアーク長揺動パルスアーク溶接の電流・電圧波形図

【図 9】実施例 2 の溶接電源装置のブロック図

【図 10】実施例 3 の定常ピーク電圧値の算出方法を示すピーク電圧波形図

【図 11】本発明の効果を示すビード外観図

【図 12】本発明の効果を示すヒューム発生量の比較図

【符号の説明】

1 溶接ワイヤ

1 a 溶滴

1 b 残留溶滴

1 c スパッタ

2 母材

2 a ビード

5 送給ロール

D V P ピーク電圧検出回路

D V p ピーク電圧検出信号

E I 電流誤差増幅回路

E i 電流誤差増幅信号

E V 電圧誤差増幅回路

E v 電圧誤差増幅信号

H I b 高ベース電流

H I P 高ピーク電流設定回路

H I p 高ピーク電流（設定信号）

H L a 高アーク長

H T 高アーク長期間

H T b 高ベース期間

H T f 高パルス周期

H T P 高ピーク期間設定回路

H T p 高ピーク期間（設定信号）

H V b 高ベース電圧

H V p 高ピーク電圧

H V P S 高ピーク電圧設定回路

10

20

30

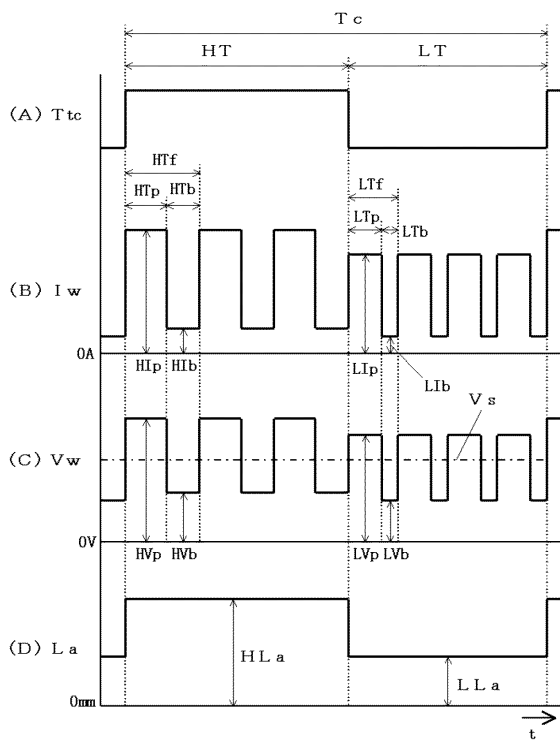
40

50

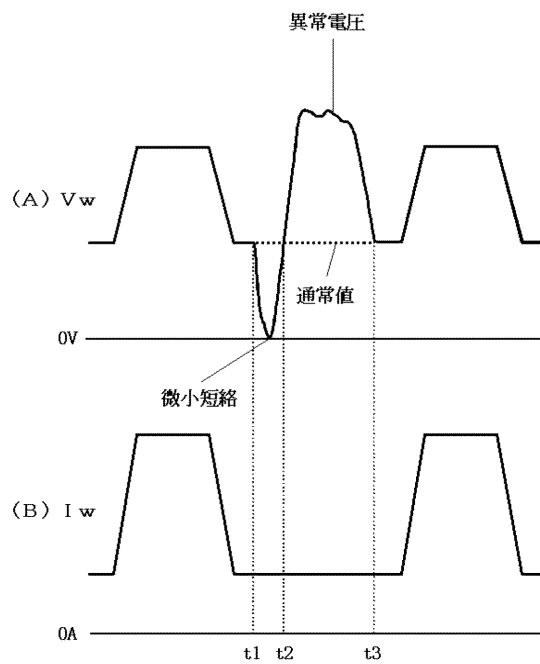
H Vps	高ピーク電圧設定 (値 / 信号)	
I b	ベース電流	
I B S	ベース電流設定回路	
I bs	ベース電流設定信号	
I D	電流検出回路	
I d	電流検出信号	
I N V	出力制御回路	
I p	ピーク電流	
I P S	ピーク電流設定回路	
I ps	ピーク電流設定信号	10
I S C	電流制御設定回路	
I sc	電流制御設定信号	
I w	溶接電流	
L a	アーク長	
L I b	低ベース電流	
L I P	低ピーク電流設定回路	
L I p	低ピーク電流 (設定信号)	
L L a	低アーク長	
L T	低アーク長期間	
L T b	低ベース期間	20
L T f	低パルス周期	
L T P	低ピーク期間設定回路	
L T p	低ピーク期間 (設定信号)	
L V b	低ベース電圧	
L V p	低ピーク電圧	
L V P S	低ピーク電圧設定回路	
L Vps	低ピーク電圧設定 (値 / 信号)	
S W I	電流設定信号切換回路	
S W T	期間設定信号切換回路	
S W V	電圧設定信号切換回路	30
T c	切換周期	
T p	ピーク期間	
T pa	過渡ピーク期間	
T pb	定常ピーク期間	
T pc	遅延時間	
T pd	平均化期間	
T P S	ピーク期間設定回路	
T ps	ピーク期間設定信号	
T T C	切換周期信号生成回路	
T tc	切換周期信号	40
T tf	パルス周期信号	
T T P	ピーク期間タイマ回路	
T tp	ピーク期間信号	
V / F	電圧周波数変換回路	
V D	電圧検出回路	
V d	電圧検出信号	
V pa	定常ピーク電圧値	
V pb、V pd	定常ピーク電圧平均値	
V pc	定常ピーク電圧瞬時値	
V pcr	定常ピーク電圧移動平均値	50

Vps ピーク電圧設定信号
Vs 電圧設定値
Vw 溶接電圧
Y1 ~ Y4 電圧変動曲線

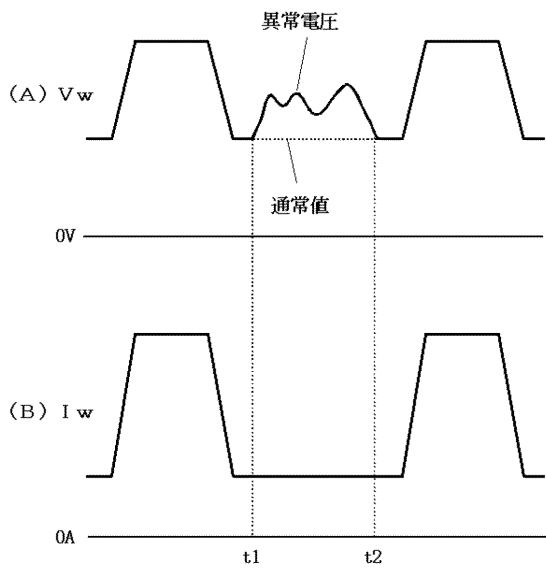
【図1】



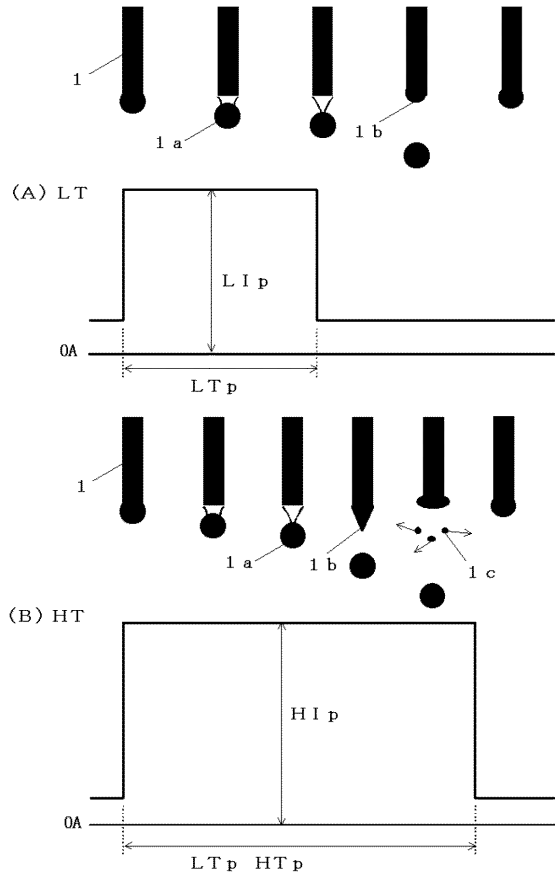
【図2】



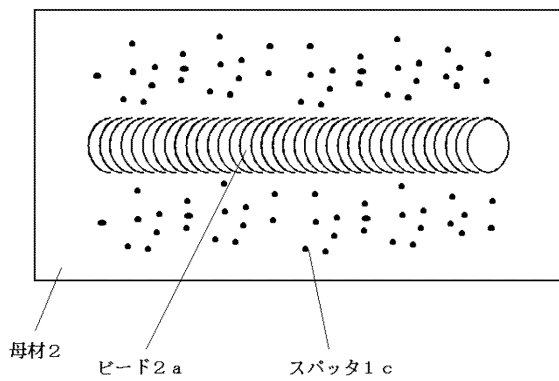
【図3】



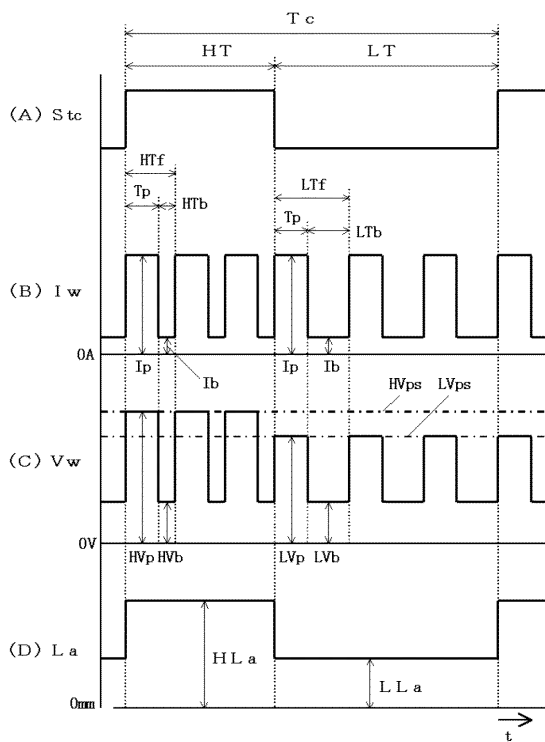
【図4】



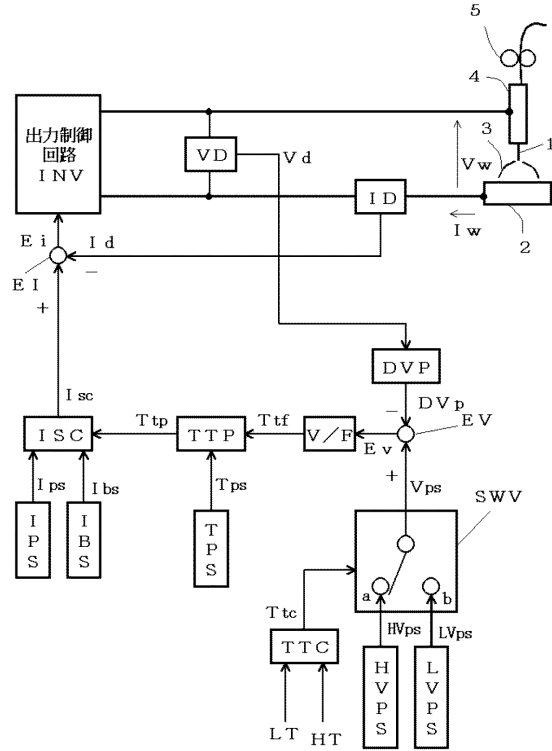
【図5】



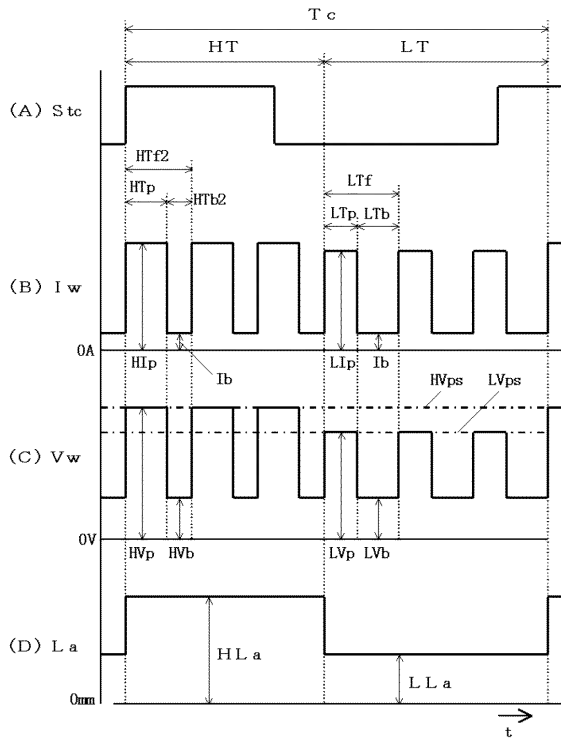
【図6】



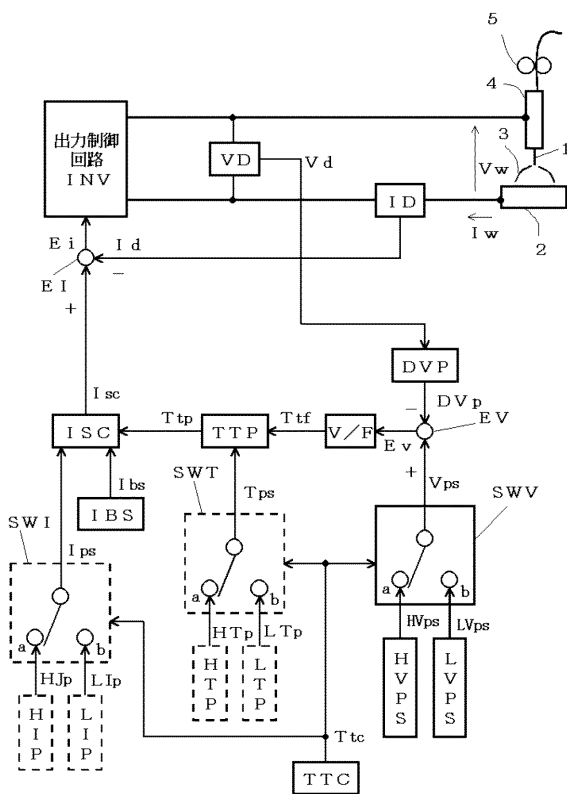
【図7】



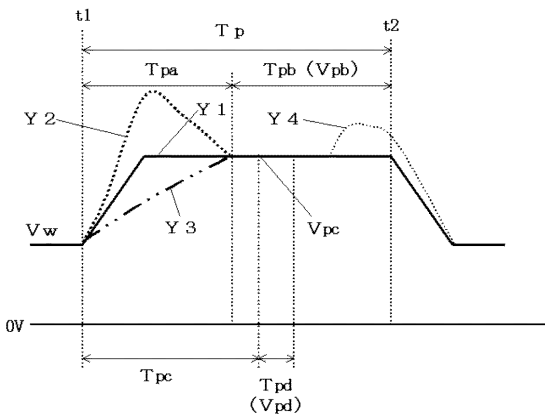
【図8】



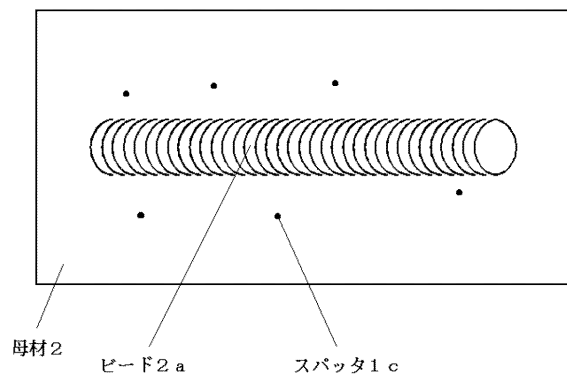
【図9】



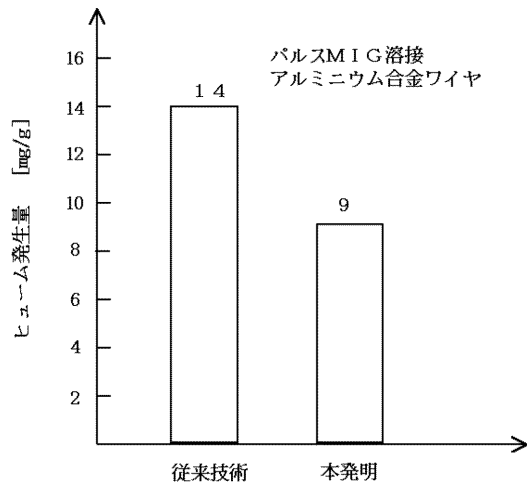
【図10】



【図11】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-001131(JP,A)
特開平11-285827(JP,A)
特開平04-333368(JP,A)
特開昭62-279087(JP,A)
特開平10-328837(JP,A)
特開平08-267239(JP,A)
特開2001-001142(JP,A)
特開昭53-129141(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 9/09