

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6425552号  
(P6425552)

(45) 発行日 平成30年11月21日(2018.11.21)

(24) 登録日 平成30年11月2日(2018.11.2)

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

請求項の数 6 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-8201 (P2015-8201)                  (22) 出願日 平成27年1月20日 (2015.1.20)                  (65) 公開番号 特開2016-132003 (P2016-132003A)                  (43) 公開日 平成28年7月25日 (2016.7.25)                  審査請求日 平成29年11月29日 (2017.11.29)</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                  (72) 発明者 小野 貢平                  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 河合 宏和                  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 奥隅 隆</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルスアーク溶接の出力制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶接ワイヤを送給し、ピーク期間中のピーク電流及びベース期間中のベース電流を1パルス周期とする溶接電流を通電して溶接するパルスアーク溶接の出力制御方法において、前記ピーク期間中の溶接電圧が予め定めた基準電圧値以上になったときは、前記ピーク電流を予め定めた減少値だけ減少させ、かつ、前記ベース電流を予め定めた増加値だけ増加させる、ことを特徴とするパルスアーク溶接の出力制御方法。

【請求項2】

前記減少値は、前記溶接ワイヤの単位長抵抗値に基づいて設定される、ことを特徴とする請求項1記載のパルスアーク溶接の出力制御方法。

10

【請求項3】

アーク長制御が周波数変調制御であるときは、前記増加値は、前記ピーク電流を減少させている期間中の前記パルス周期の平均値と前記ピーク電流を減少させていない期間中の前記パルス周期の平均値との差が所定値未満になるように設定される、ことを特徴とする請求項1又は2記載のパルスアーク溶接の出力制御方法。

【請求項4】

アーク長制御がパルス幅変調制御であるときは、前記増加値は、前記ピーク電流を減少させている期間中の前記ピーク期間の平均値と前記ピーク電流を減少させていない期間中の前記ピーク期間の平均値との差が所定値未満になるように設定される、

20

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のパルスアーク溶接の出力制御方法。

【請求項 5】

前記ピーク電流を減少させている期間は、所定期間に設定される、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のパルスアーク溶接の出力制御方法。

【請求項 6】

前記ピーク電流を減少させている期間は、前記ピーク期間中の前記溶接電圧が前記基準電圧値未満になるまでの期間に設定される、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のパルスアーク溶接の出力制御方法。

10

【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、ピーク期間中のピーク電流及びベース期間中のベース電流を 1 パルス周期とする溶接電流を通电して溶接するパルスアーク溶接の出力制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

溶接ワイヤを一定の速度で送給し、ピーク期間中のピーク電流及びベース期間中のベース電流を 1 パルス周期とするパルス波形の溶接電流を通电してアークを発生させて溶接する消耗電極式パルスアーク溶接方法が広く使用されている。このパルスアーク溶接方法は、鉄鋼、ステンレス鋼、アルミニウム等の種々の金属材料に対して、スパッタ発生量の少ない高品質の溶接を高效率に行うことができる。

20

【0003】

図 5 は、消耗電極式パルスアーク溶接における定常溶接期間中の電流・電圧波形図である。同図 (A) はアークを通电する溶接電流  $I_w$  の波形を示し、同図 (B) は溶接ワイヤと母材との間に印加する溶接電圧  $V_w$  の波形を示す。以下、同図を参照して説明する。

【0004】

時刻  $t_1 \sim t_2$  のピーク期間  $T_p$  中は、同図 (A) に示すように、傾斜を有して立上り、溶滴を形成し移行させるために臨界値以上の定常ピーク電流値に設定されたピーク電流  $I_p$  が通电し、同図 (B) に示すように、傾斜を有して立上り、アーク長に比例したピーク電圧  $V_p$  が印加する。時刻  $t_2 \sim t_3$  のベース期間  $T_b$  中は、同図 (A) に示すように、傾斜を有して立下り、溶滴を形成しないために臨界値未満の定常ベース電流値に設定されたベース電流  $I_b$  が通电し、同図 (B) に示すように、傾斜を有して立下り、アーク長に比例したベース電圧  $V_b$  が印加する。時刻  $t_1 \sim t_3$  を 1 パルス周期  $T_f$  として繰り返して溶接が行われる。

30

【0005】

溶接ワイヤがステンレス鋼用の直径 1.2 mm のメタル系コアードワイヤである場合の各波形パラメータは、例えば以下になる。ピーク電流  $I_p = 450$  A、立上りを含むピーク期間  $T_p = 2.0$  ms、パルス周期  $T_f = 3.0 \sim 10.0$  ms、ベース電流  $I_b = 50$  A、立上り期間及び立下り期間 = 0.5 ms となる。

40

【0006】

ピーク期間  $T_p$  中は、溶接ワイヤの先端が溶融されて溶滴が成長すると共に、溶滴の上部にピンチ力によるくびれが次第に形成される。そして、時刻  $t_2$  にベース期間  $T_b$  に入り、溶接電流  $I_w$  が立ち下ってベース電流  $I_b$  に収束した後の時刻  $t_{21}$  において、溶滴が溶融池に移行する。この移行時には、溶滴が細長く伸びた形状になり溶融池と接触する場合があります。このときに短時間 (多くは 0.2 ms 未満) の短絡が発生する。したがって、同図 (B) に示すように、時刻  $t_{21}$  において、溶接電圧  $V_w$  が数 V となり、短絡が発生している。同図 (A) に示すように、溶接電流  $I_w$  は、短絡が発生した時刻  $t_{21}$  から所定時間後に増加し、短絡が終了する時刻  $t_{22}$  に通常値に戻る。所定時間は 0.1 ms 程度

50

である。溶接電流  $I_w$  を増加させる理由は、早期に短絡を解除してアーク発生状態に戻すためである。

【0007】

パルスアーク溶接を含む消耗電極式アーク溶接では、溶接中のアーク長を適正值に維持することが良好な溶接品質を得るために重要である。このアーク長制御は、以下のように行われる。同図(B)に示す溶接電圧の平均値  $V_{av}$  は平均アーク長に略比例する。このために、溶接電圧平均値  $V_{av}$  を検出し、この溶接電圧平均値  $V_{av}$  が適正な平均アーク長に相当する値に設定された溶接電圧設定値  $V_r$  (図示は省略) と等しくなるように、上記のパルス周期  $T_f$  (周波数変調制御) 又はピーク期間  $T_p$  (パルス幅変調制御) をフィードバック制御によって変化させている。

10

【0008】

周波数変調制御では、ピーク期間  $T_p$ 、ピーク電流  $I_p$  及びベース電流  $I_b$  が波形パラメータとなり、所定値に設定される。そして、パルス周期  $T_f$  (ベース期間  $T_b$ ) がフィードバック制御される。

【0009】

パルス幅変調制御では、ピーク電流  $I_p$ 、パルス周期  $T_f$  及びベース電流  $I_b$  が波形パラメータとなり、所定値に設定される。そして、ピーク期間(パルス幅)  $T_p$  がフィードバック制御される。

【0010】

上記の溶接電圧平均値  $V_{av}$  は、溶接電圧  $V_w$  を検出してローパスフィルタ(カットオフ周波数 1 ~ 10 Hz 程度)に通すことによって検出される。

20

【0011】

各変調制御において、波形パラメータは、1パルス周期中に1つの溶滴が移行するいわゆる1パルス周期1溶滴移行状態になるように適正值に設定される。

【0012】

特許文献1の発明では、パルスアーク溶接において、アーク発生から所定期間中は、ピーク電流の傾きを本溶接時に比べて緩める。これにより、アークスタート時の磁気吹きを抑制することで、アーク切れを抑制することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0013】

【特許文献1】特許第3003673号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

パルスアーク溶接において、アークスタート後の過渡期間中に、アーク長が突然急速に長くなり、溶接状態が不安定になる現象がときどき発生する。そして、アーク長が非常に長くなるために、アーク切れ又は給電チップへの溶着に至る場合もある。このアーク長が急速に長くなる現象は、アークスタート後の過渡期間中に発生することが多いが、定常溶接期間中にも発生する場合がある。

40

【0015】

そこで、本発明では、アーク長が突然急速に長くなる現象を抑制して、安定した溶接状態にすることができるパルスアーク溶接の出力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】

【0016】

上述した課題を解決するために、請求項1の発明は、溶接ワイヤを送給し、ピーク期間中のピーク電流及びベース期間中のベース電流を1パルス周期とする溶接電流を通電して溶接するパルスアーク溶接の出力制御方法において、

前記ピーク期間中の溶接電圧が予め定めた基準電圧値以上になったときは、前記ピーク電流を予め定めた減少値だけ減少させ、かつ、前記ベース電流を予め定めた増加値だけ増

50

加させる、  
ことを特徴とするパルスアーク溶接の出力制御方法である。

【0017】

請求項2の発明は、前記減少値は、前記溶接ワイヤの単位長抵抗値に基づいて設定される、

ことを特徴とする請求項1記載のパルスアーク溶接の出力制御方法である。

【0018】

請求項3の発明は、アーク長制御が周波数変調制御であるときは、前記増加値は、前記ピーク電流を減少させている期間中の前記パルス周期の平均値と前記ピーク電流を減少させていない期間中の前記パルス周期の平均値との差が所定値未満になるように設定される

10

、  
ことを特徴とする請求項1又は2記載のパルスアーク溶接の出力制御方法である。

【0019】

請求項4の発明は、アーク長制御がパルス幅変調制御であるときは、前記増加値は、前記ピーク電流を減少させている期間中の前記ピーク期間の平均値と前記ピーク電流を減少させていない期間中の前記ピーク期間の平均値との差が所定値未満になるように設定される、

ことを特徴とする請求項1又は2記載のパルスアーク溶接の出力制御方法である。

【0020】

請求項5の発明は、前記ピーク電流を減少させている期間は、所定期間に設定される、  
ことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のパルスアーク溶接の出力制御方法である。

20

【0021】

請求項6の発明は、前記ピーク電流を減少させている期間は、前記ピーク期間中の前記溶接電圧が前記基準電圧値未満になるまでの期間に設定される、

ことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のパルスアーク溶接の出力制御方法である。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、アーク長が急速に長くなる現象が発生しても、早期にピーク電流値が減少するので、異常加熱状態を抑制することができる。このために、本発明では、アーク長が急速に長くなる現象の進行を抑制し、アーク長を迅速に適正状態に復帰させることができる。さらに、本発明では、ピーク電流を現象させている期間中とピーク電流を減少させていない期間中とで、パルス周期又はピーク期間の平均値が所定値未満の差となるので、両期間中の溶接状態を良好に保つことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】、本発明の実施の形態1に係るパルスアーク溶接の出力制御方法を説明するためのタイミングチャートである。

【図2】縦軸に示す減少値  $d$  [A] と横軸に示す溶接ワイヤの単位長抵抗値  $R_w$  [m / mm] との関係を示す図である。

40

【図3】本発明の実施の形態1に係るパルスアーク溶接の出力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4】本発明の実施の形態2に係るパルスアーク溶接の出力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】従来技術において、消耗電極式パルスアーク溶接における一般的な電流・電圧波形図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

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。

50

## 【 0 0 2 5 】

## [ 実施の形態 1 ]

実施の形態 1 の発明は、ピーク期間中の溶接電圧であるピーク電圧が予め定めた基準電圧値以上になったときは、ピーク電流を予め定めた減少値だけ減少させ、かつ、ベース電流を予め定めた増加値だけ増加させるものである。ピーク電流を減少させている期間は、所定期間に設定される。アーク長が急速に長くなる現象はアークスタート後の過渡期間中に発生することが多いので、以下の説明はアークスタート後の過渡期間中について説明する。定常溶接期間中の動作についても同様である。

## 【 0 0 2 6 】

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るパルスアーク溶接の出力制御方法を説明するため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 ) は修正期間信号  $S_{tk}$  の時間変化を示す。同図において、上述した図 5 と同一の動作についての説明は繰り返さない。以下、同図を参照して説明する。

10

## 【 0 0 2 7 】

時刻  $t_1$  において、同図 ( A ) に示すように、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、溶接電源が起動されて、同図 ( B ) に示すように、溶接ワイヤ 1 は予め定めたスローダウン速度による送給が開始され、同図 ( D ) に示すように、無負荷電圧が溶接ワイヤ 1 と母材 2 との間に印加される。スローダウン速度は、 $1\text{ m/min}$  程度の遅い速度に設定される。

20

## 【 0 0 2 8 】

時刻  $t_2$  において、溶接ワイヤ 1 の先端が母材 2 と接触すると、短い短絡の後にアーク 3 が発生する。これに反応して、同図 ( C ) に示すように、時刻  $t_2 \sim t_3$  の予め定めたホットスタート期間  $T_h$  中は予め定めた大電流値のホットスタート電流  $I_h$  (  $500\text{ A}$  程度 ) が通電する。同図 ( D ) に示すように、溶接電圧  $V_w$  は、時刻  $t_2$  から短い短絡の間は数  $V$  の短絡電圧値に急減し、アーク 3 が発生すると時刻  $t_3$  まで数十  $V$  のアーク電圧値に増加する。時刻  $t_2$  に溶接電流  $I_w$  が通電を開始すると、同図 ( B ) に示すように、送給速度  $F_w$  は傾斜を有して加速されて、時刻  $t_7$  に予め定めた定常送給速度  $F_{wc}$  に収束する。同図 ( E ) に示すように、修正期間信号  $S_{tk}$  は  $L o w$  レベルであり、後述するように、時刻  $t_9 \sim t_{12}$  の期間中は  $H_i g h$  レベルとなる。修正期間信号  $S_{tk}$  が  $H_i g h$  レベルの期間が修正期間  $T_k$  となる。

30

## 【 0 0 2 9 】

時刻  $t_3$  にホットスタート期間  $T_h$  が終了すると、時刻  $t_3 \sim t_4$  の期間中は、同図 ( C ) に示すように、予め定めた定常ベース電流  $I_{bc}$  が通電し、同図 ( D ) に示すように、アーク長に比例した定常ベース電圧  $V_{bc}$  が印加する。

## 【 0 0 3 0 】

時刻  $t_4 \sim t_5$  の予め定めたピーク期間  $T_p$  中は、同図 ( C ) に示すように、予め定めた定常ピーク電流  $I_{pc}$  が通電し、同図 ( D ) に示すように、アーク長に比例した定常ピーク電圧  $V_{pc}$  が印加する。この時点ではアーク長が急速に長くなる現象は発生していないので、定常ピーク電圧  $V_{pc}$  は、破線で示す基準電圧値  $V_{th}$  未満となっている。基準電圧値  $V_{th}$  は、アーク長が適正範囲よりも長くなったときのピーク電圧値に基づいて実験によって予め設定される。すなわち、ピーク電圧値が基準電圧値  $V_{th}$  以上になったときはアーク長が適正範囲よりも長くなったときであり、アーク長が急速に長くなる現象が発生したときであると判別することができる。時刻  $t_5 \sim t_6$  のベース期間  $T_b$  中は、同図 ( C ) に示すように、上記の定常ベース電流  $I_{bc}$  が通電し、同図 ( D ) に示すように、上記の定常ベース電圧  $V_{bc}$  が印加する。上述したように、時刻  $t_4 \sim t_6$  のパルス周期  $T_f$  中の溶接電圧  $V_w$  の平均値が予め定めた溶接電圧設定信号  $V_r$  と等しくなるようにパルス周期  $T_f$  ( ベース期間  $T_b$  ) がフィードバック制御 ( 周波数変調制御 ) される。

40

## 【 0 0 3 1 】

50

時刻  $t_6 \sim t_8$  のパルス周期  $T_f$  の動作は、時刻  $t_4 \sim t_6$  のパルス周期  $T_f$  の動作と同様である。時刻  $t_6 \sim t_8$  のパルス周期  $T_f$  中の時刻  $t_7$  において、同図 (B) に示すように、送給速度  $F_w$  は定常送給速度  $F_{wc}$  に収束する。時刻  $t_2 \sim t_7$  の送給速度  $F_w$  の傾斜期間は  $50\text{ms}$  程度である。同図では、この傾斜期間中に 2 周期分の波形が描画されているが、実際には 10 周期程度となる。

#### 【0032】

時刻  $t_8$  からのピーク期間  $T_p$  中にアーク長が急速に長くなる現象が発生したために、同図 (D) に示すように、ピーク電圧が立ち上がった時刻  $t_9$  において破線で示す基準電圧値  $V_{th}$  を超えているので、同図 (E) に示すように、修正期間信号  $S_{tk}$  は時刻  $t_9$  に High レベルに変化する。この修正期間信号  $S_{tk}$  は、時刻  $t_9$  から所定期間後の時刻  $t_{12}$  において Low レベルに戻る。修正期間信号  $S_{tk}$  が High レベルであるので、同図 (C) に示すように、予め定めた修正ピーク電流  $I_{pk}$  が通電し、同図 (D) に示すように、基準電圧値  $V_{th}$  以上の修正ピーク電圧  $V_{pk}$  が印加する。同様に、時刻  $t_{10}$  からのベース期間  $T_b$  中は、修正期間信号  $S_{tk}$  が High レベルであるので、同図 (C) に示すように、予め定めた修正ベース電流  $I_{bk}$  が通電し、同図 (D) に示すように、アーク長が長くなっているため定常ベース電圧  $V_{bc}$  よりも大きな値の修正ベース電圧  $V_{bk}$  が印加する。上述したように、時刻  $t_8 \sim t_{11}$  のパルス周期  $T_f$  中の溶接電圧  $V_w$  の平均値が上記の溶接電圧設定信号  $V_r$  と等しくなるようにパルス周期  $T_f$  (ベース期間  $T_b$ ) がフィードバック制御 (周波数変調制御) される。

#### 【0033】

時刻  $t_{11} \sim t_{13}$  のパルス周期  $T_f$  の動作は、時刻  $t_8 \sim t_{11}$  のパルス周期  $T_f$  の動作と同様である。時刻  $t_{11} \sim t_{13}$  のパルス周期  $T_f$  中のベース期間  $T_b$  中の時刻  $t_{12}$  において、同図 (E) に示すように、所定期間が終了したために修正期間信号  $S_{tk}$  は Low レベルに戻る。時刻  $t_9 \sim t_{12}$  の修正期間  $T_k$  は  $50 \sim 300\text{ms}$  程度に設定される。同図では、この修正期間  $T_k$  中に 2 周期分の波形が描画されているが、実際には  $10 \sim 60$  周期程度となる。

#### 【0034】

時刻  $t_{13} \sim t_{15}$  のパルス周期  $T_f$  からは同図 (E) に示す修正期間信号  $S_{tk}$  が Low レベルであるので、上述した時刻  $t_4 \sim t_8$  の定常溶接期間中と同様の動作となる。時刻  $t_{13} \sim t_{14}$  の上記のピーク期間  $T_p$  中は、同図 (C) に示すように、上記の定常ピーク電流  $I_{pc}$  が通電する。アーク長は修正期間  $T_k$  の電流制御によって適正範囲に復帰しているため、同図 (D) に示すように、基準電圧値  $V_{th}$  未満の定常ピーク電圧  $V_{pc}$  が印加する。時刻  $t_{14} \sim t_{15}$  のベース期間  $T_b$  中は、同図 (C) に示すように、上記の定常ベース電流  $I_{bc}$  が通電し、同図 (D) に示すように、アーク長に比例した定常ベース電圧  $V_{bc}$  が印加する。これ以降は、本周期の動作を繰り返すことになる。

#### 【0035】

上記の修正ピーク電流  $I_{pk}$  は、上記の定常ピーク電流  $I_{pc}$  の値を予め定めた減少値  $d$  だけ減少させた値に設定される。上記の修正ベース電流  $I_{bk}$  は、上記の定常ベース電流  $I_{bc}$  の値を予め定めた増加値  $u$  だけ増加させた値に設定される。定常ピーク電流  $I_{pc}$  は、臨界値以上の値であり、1 パルス周期 1 溶滴移行状態となる範囲に設定される。定常ベース電流  $I_{bc}$  は、臨界値未満の値であり、ベース期間  $T_b$  中に溶滴が形成されない範囲に設定される。修正ピーク電流  $I_{pk}$  は、臨界値以上の値であるが、減少値  $d$  だけ減少させているため複数パルス周期 1 溶滴移行状態となることが多い。修正ベース電流  $I_{bk}$  は、臨界値未満の値に設定されるが、増加値  $u$  だけ増加されているため、ベース期間  $T_b$  中に溶滴が少し形成されることになる場合が多い。

#### 【0036】

アークスタート後の過渡期間中にアーク長が急速に長くなる現象が発生したときのアーク状態を、高速度カメラを使用して観察した。アーク長が通常状態のときは、ワイヤ突出し部の下端に形成されている溶滴からアーク 3 が発生している。アーク長が急速に長くなる現象は、ワイヤ突出し部の中間位置で溶断し、その溶断部からアーク 3 が発生した状態

10

20

30

40

50

であることが判別した。ワイヤ突出し部の中間位置で溶断する理由は、溶断位置のワイヤ 1 に損傷があり、そのために異常加熱されて溶断したことが判別した。溶接ワイヤ 1 に損傷が生じる理由は、前回の溶接終了時に送給速度  $F_w$  が減速して送給が停止するときに、給電チップの内面と溶接ワイヤ 1 とが接触して給電する部分で摩擦、アーキング等によって溶接ワイヤ 1 に損傷が生じる場合があるためである。また、アークスタート時に送給速度  $F_w$  が加速されるときも、同様にして溶接ワイヤ 1 に損傷が生じる場合があるためである。そして、給電チップ内で損傷した溶接ワイヤ 1 の個所が、ワイヤ突出し部の中間位置まで送給されるためには、アークスタート後に 100 ~ 500 ms 程度の時間がかかることになる。このために、アーク長が急速に長くなる現象は、アークスタート後の 100 ~ 500 ms 程度の範囲に生じる傾向がある。但し、溶接ワイヤ 1 が損傷を受けても、溶接ワイヤ 1 の単位長さ当たりの抵抗値（以下、単位長抵抗値という）が小さい場合には、異常加熱は生じにくいために、アーク長が急速に長くなる現象は発生しにくくなる。定常溶接期間中に溶接ワイヤ 1 が損傷を受けた場合には、アーク長が急速に長くなる現象が発生する場合がある。定常溶接期間中に、送給速度  $F_w$  の加減速が繰り返される場合には、現象の発生頻度が高くなる。

10

## 【0037】

したがって、アーク長が急速に長くなる現象が発生するのを抑制するためには、給電チップ内での溶接ワイヤ 1 への損傷を防止するか、又は、異常加熱を防止するかになる。溶接ワイヤ 1 への損傷を防止することは難しいので、異常加熱を防止する対策を行うことにする。異常加熱は、溶接ワイヤ 1 の損傷部に大電流値のピーク電流が通電することによって発生する。このために、アーク長が急速に長くなる現象の発生をピーク電圧値が基準電圧値  $V_{th}$  以上になったことによって早期に判別し、判別時点からの修正期間  $T_k$  中は、定常ピーク電流  $I_{pc}$  を減少値  $d$  だけ減少させた修正ピーク電流  $I_{pk}$  を通電することによって異常加熱を防止する。但し、修正ピーク電流  $I_{pk}$  は、定常ピーク電流  $I_{pc}$  に近い値であるほど、すなわち、減少値  $d$  が小さな値であるほど、溶滴移行状態は良好になる。換言すれば、減少値  $d$  が大きくなると、溶滴移行状態が少し悪くなるので、スパッタが増加することになる。したがって、減少値  $d$  は、アーク長が急速に長くなる現象が進行しない範囲で、最小値に設定することが望ましい。異常加熱は溶接ワイヤの単位長抵抗値が大きいほど発生しやすくなる。このために、減少値  $d$  の適正值は、溶接ワイヤ 1 の単位長抵抗値に応じて変化させることが望ましい。この関係については、図 2 で後述する。

20

30

## 【0038】

修正ピーク電流  $I_{pk}$  が定常ピーク電流  $I_{pc}$  よりも小さい値であるために、修正期間  $T_k$  中のパルス周期  $T_f$  の平均値は定常溶接期間中のパルス周期  $T_f$  の平均値よりも長くなる。パルス周期  $T_f$  が長くなると、溶接状態がやや不安定になる。パルス周期  $T_f$  が変化する理由は、上述した周波数変調制御のためである。修正期間  $T_k$  中のパルス周期  $T_f$  の平均値を定常溶接期間中のパルス周期  $T_f$  の平均値と等しくするためには、修正ベース電流  $I_{bk}$  を定常ベース電流  $I_{bc}$  よりも大きくすれば良い。このために、修正ベース電流  $I_{bk}$  は、定常ベース電流  $I_{bc}$  を増加値  $u$  だけ増加させた値に設定される。したがって、増加値  $u$  は、修正ピーク電流  $I_{pk}$  が設定された後に、修正期間  $T_k$  中のパルス周期  $T_f$  の平均値と定常溶接期間中のパルス周期  $T_f$  の平均値との差が所定値未満になるように設定される。所定値は、10% 程度である。

40

## 【0039】

アーク長制御がパルス幅変調制御である場合には、パルス周期  $T_f$  は固定値となり、ピーク期間（パルス幅） $T_p$  がフィードバック制御される。このために、修正期間  $T_k$  と定常溶接期間とでピーク期間  $T_p$  の平均値の差が所定値未満になるように、修正ベース電流  $I_{bk}$ （増加値  $u$ ）を設定すれば良い。

## 【0040】

図 2 は、縦軸に示す減少値  $d$  [A] と横軸に示す溶接ワイヤの単位長抵抗値  $R_w$  [m/mm] との関係を示す図である。

## 【0041】

50

同図に示すように、 $R_w < 0.03$ の範囲では、 $d = 0$ となっている。これは、溶接ワイヤの単位長抵抗値 $R_w$ が小さいために、溶接ワイヤに損傷が生じて異常加熱にならないためである。溶接ワイヤの材質がアルミニウムである場合には、この範囲に属する。

【0042】

$R_w = 0.03$ の範囲では、右肩上がりの直線となっている。すなわち、単位長抵抗値 $R_w$ が大きくなるほど、減少値 $d$ も大きくなる。直径1.2mmの軟鋼ソリッドワイヤの場合、 $R_w = 0.09$ となり、 $d = 10A$ となる。直径0.9mmの軟鋼ソリッドワイヤの場合、 $R_w = 0.16$ となり、 $d = 20A$ となる。直径1.2mmのステンレス鋼ソリッドワイヤの場合、 $R_w = 0.65$ となり、 $d = 80A$ となる。直径1.2mmのステンレス鋼のメタル系コートワイヤの場合、 $R_w = 0.85$ となり、 $d = 100A$ となる。

10

【0043】

図3は、図1で上述した本発明の実施の形態1に係るパルスアーク溶接の出力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。

【0044】

電源主回路PMは、3相200V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Dvに従ってインバータ制御による出力制御を行い、溶接電流Iw及び溶接電圧Vw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コンデンサ、平滑された直流を上記の駆動信号Dvに従って高周波交流に変換するインバータ回路、高周波交流をアーク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を備えている。

20

【0045】

溶接ワイヤ1は、ワイヤリール1aに巻かれている。溶接ワイヤ1は、ワイヤ送給モータ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が発生して溶接が行われる。アーク3中を溶接電流Iwが通電し、溶接トーチ4内の給電チップ(図示は省略)と母材2との間に溶接電圧Vwが印加する。

【0046】

溶接電圧検出回路VDは、上記の溶接電圧Vwを検出して溶接電圧検出信号Vdを出力する。溶接電圧平均値算出回路VAVは、この溶接電圧検出信号Vdを入力として、ローパスフィルタに通すことによって平均化して、溶接電圧平均値信号Vavを出力する。溶接電圧設定回路VRは、予め定めた溶接電圧設定信号Vrを出力する。電圧誤差増幅回路EVは、この溶接電圧設定信号Vrと上記の溶接電圧平均値信号Vavとの誤差を増幅して、電圧誤差増幅信号Evを出力する。

30

【0047】

電圧・周波数変換回路VFは、上記の電圧誤差増幅信号Evを入力として、この電圧誤差増幅信号Evの値に応じた周波数を有するパルス周期信号Tfを出力する。このパルス周期信号Tfは、パルス周期ごとに短時間Highレベルになる信号である。

【0048】

ピーク期間設定回路TPRは、予め定めたピーク期間設定信号Tprを出力する。タイマ回路TMは、上記のピーク期間設定信号Tpr及び上記のパルス周期信号Tfを入力として、パルス周期信号TfがHighレベルに変化するごとにピーク期間設定信号Tprによって定まる期間だけHighレベルになるタイマ信号Tmを出力する。したがって、このタイマ信号TmがHighレベルのときはピーク期間になり、Lowレベルのときはベース期間になる。

40

【0049】

溶接開始回路STは、溶接電源を起動するときにHighレベルとなる溶接開始信号Stを出力する。この溶接開始回路STは、溶接トーチ4の起動スイッチ、溶接工程を制御するPLC、ロボット制御装置等が相当する。

50

## 【 0 0 5 0 】

溶接電流検出回路 I D は、上記の溶接電流 I w を検出して溶接電流検出信号 I d を出力する。電流通電判別回路 C D は、上記の溶接電流検出信号 I d を入力として、この値がしきい値 ( 1 0 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。

## 【 0 0 5 1 】

ホットスタート期間回路 S T H は、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 レベルに変化した時点から予め定めたホットスタート期間 T h 中は H i g h レベルとなるホットスタート期間信号 S t h を出力する。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 h r を出力する。

10

## 【 0 0 5 2 】

溶接ワイヤ選択回路 W S は、使用する溶接ワイヤの材質及びその直径の組み合わせを選択して、溶接ワイヤ選択信号 W s を出力する。例えば、直径 1 . 2 mm の軟鋼ソリッドワイヤを選択すると W s = 1 となり、直径 0 . 9 mm の軟鋼ソリッドワイヤを選択すると W s = 2 となり、直径 1 . 2 mm のステンレス鋼メタル系コアードワイヤを選択すると W s = 3 となる。

## 【 0 0 5 3 】

単位長抵抗値設定回路 R W R は、上記の溶接ワイヤ選択信号 W s を入力として、溶接ワイヤ選択信号 W s に対応する溶接ワイヤの単位長抵抗値を内蔵されているデータベースから読みだして、単位長抵抗値設定信号 R w r を出力する。

20

## 【 0 0 5 4 】

減少値設定回路 D R は、上記の単位長抵抗値設定信号 R w r を入力として、図 2 で上述した関係式に基づいて算出された減少値設定信号 d r を出力する。

## 【 0 0 5 5 】

溶接電流平均値設定回路 I R は、予め定めた溶接電流平均値設定信号 I r を出力する。

## 【 0 0 5 6 】

定常ピーク電流設定回路 I P C R は、予め定めた定常ピーク電流設定信号 I p c r を出力する。定常ベース電流設定回路 I B C R は、予め定めた定常ベース電流設定信号 I b c r を出力する。

## 【 0 0 5 7 】

修正ピーク電流設定回路 I P K R は、上記の定常ピーク電流設定信号 I p c r 及び上記の減少値設定信号 d r を入力として、定常ピーク電流設定信号 I p c r から減少値設定信号 d r を減算して、修正ピーク電流設定信号 I p k r として出力する。

30

## 【 0 0 5 8 】

定常溶接期間パルス周期算出回路 T F C は、上記の溶接電流平均値設定信号 I r 、上記のピーク期間設定信号 T p r 、上記の定常ピーク電流設定信号 I p c r 及び上記の定常ベース電流設定信号 I b c r を入力として、 $T f c = ( T p r \cdot ( I p c r - I b c r ) ) / ( I r - I b c r )$  を算出して、定常溶接期間パルス周期信号 T f c を出力する。

## 【 0 0 5 9 】

修正ベース電流設定回路 I B K R は、上記の溶接電流平均値設定信号 I r 、上記の定常溶接期間パルス周期信号 T f c 、上記のピーク期間設定信号 T p r 及び上記の修正ピーク電流設定信号 I p k r を入力として、 $I b k r = ( T f c \cdot I r - T p r \cdot I p k r ) / ( T f c - T p r )$  を算出して、修正ベース電流設定信号 I b k r として出力する。

40

## 【 0 0 6 0 】

修正期間回路 S T K は、上記の溶接電圧検出信号 V d 、上記のホットスタート期間信号 S t h 及び上記のタイマ信号 T m を入力として、ホットスタート期間信号 S t h が H i g h レベルから L o w レベルに変化した後に ( ホットスタート期間 T h の終了後に ) 、タイマ信号 T m が H i g h レベル ( ピーク期間 ) であるときの溶接電圧検出信号 V d の値が予め定めた基準電圧値 V t h 以上になったときは H i g h レベルにセットされ、それから所定期間後に L o w レベルにリセットされる修正期間信号 S t k を出力する。

50

## 【 0 0 6 1 】

ピーク電流設定回路 I P R は、上記の修正期間信号 S t k、上記の修正ピーク電流設定信号 I p k r 及び上記の定常ピーク電流設定信号 I p c r を入力として、修正期間信号 S t k が H i g h レベル（修正期間）のときは修正ピーク電流設定信号 I p k r をピーク電流設定信号 I p r として出力し、S t k = L o w レベル（定常溶接期間）のときは定常ピーク電流設定信号 I p c r をピーク電流設定信号 I p r として出力する。

## 【 0 0 6 2 】

ベース電流設定回路 I B R は、上記の修正期間信号 S t k、上記の修正ベース電流設定信号 I b k r 及び上記の定常ベース電流設定信号 I b c r を入力として、修正期間信号 S t k が H i g h レベル（修正期間）のときは修正ベース電流設定信号 I b k r をベース電流設定信号 I b r として出力し、S t k = L o w レベル（定常溶接期間）のときは定常ベース電流設定信号 I b c r をベース電流設定信号 I b r として出力する。

10

## 【 0 0 6 3 】

切換回路 S W は、上記のホットスタート期間信号 S t h、上記のタイマ信号 T m、上記のホットスタート電流設定信号 I h r、上記のピーク電流設定信号 I p r 及び上記のベース電流設定信号 I b r を入力として、ホットスタート期間信号 S t h が H i g h レベルのときはホットスタート電流設定信号 I h r を電流制御設定信号 I c r として出力し、ホットスタート期間信号 S t h が L o w レベルであり、かつ、タイマ信号 T m が H i g h レベルのときはピーク電流設定信号 I p r を電流制御設定信号 I c r として出力し、ホットスタート期間信号 S t h が L o w レベルであり、かつ、タイマ信号 T m が L o w レベルのときはベース電流設定信号 I b r を電流制御設定信号 I c r として出力する。

20

## 【 0 0 6 4 】

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 と上記の溶接電流検出信号 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。駆動回路 D V は、この電流誤差増幅信号 E i 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 レベルのときは、P W M 制御を行い、上記の電源主回路 P M 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。

## 【 0 0 6 5 】

送給速度設定回路 F R は、上記の溶接電流平均値設定信号 I r を入力として、予め内蔵されている溶接電流平均値と送給速度との関係式によって溶接電流平均値設定信号 I r の値

30

## 【 0 0 6 6 】

送給制御回路 F C は、上記の送給速度設定信号 F r、上記の溶接開始信号 S t 及び上記の電流通電判別信号 C d を入力として、溶接開始信号 S t が H i g h レベルになると予め定めたスローダウン速度で溶接ワイヤ 1 を送給するための送給制御信号 F c を出力し、その後電流通電判別信号 C d が H i g h レベルに変化すると予め定めた傾斜で加速して送給速度設定信号 F r によって定まる送給速度 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 を上記のワイヤ送給モータ W M に出力する。

## 【 0 0 6 7 】

同図は、アーク長制御の方式が周波数変調制御の場合である。パルス幅変調制御の場合は、上記のパルス周期信号 T f を所定値に設定し、上記の電圧誤差増幅信号 E v に基づいて上記のピーク期間設定信号 T p r をフィードバック制御するようにすれば良い。このときに、上記の修正ベース電流設定信号 I b k r は、修正期間中のピーク期間の平均値と定常溶接期間中のピーク期間の平均値との差が所定値未満になるように設定すれば良い。

40

## 【 0 0 6 8 】

上述した実施の形態 1 によれば、ピーク期間中の溶接電圧であるピーク電圧が予め定めた基準電圧値以上になったときは、ピーク電流を予め定めた減少値だけ減少させ、かつ、ベース電流を予め定めた増加値だけ増加させる。減少値は、溶接ワイヤの単位長抵抗値に基づいて設定される。アーク長制御が周波数変調制御であるときは、増加値は、修正期間中のパルス周期の平均値と定常溶接期間中のパルス周期の平均値との差が所定値未満にな

50

るように設定される。アーク長制御がパルス幅変調制御であるときは、増加値は、修正期間中のピーク期間の平均値と定常溶接期間中のピーク期間の平均値との差が所定値未満になるように設定される。修正期間は、所定期間に設定される。これにより、本実施の形態では、アーク長が急速に長くなる現象が発生しても、早期にピーク電流値が減少するので、異常加熱状態を抑制することができる。このために、本実施の形態では、アーク長が急速に長くなる現象の進行を抑制し、アーク長を迅速に適正状態に復帰させることができる。さらに、本実施の形態では、ピーク電流を減少させている期間（修正期間）中とピーク電流を減少させていない期間（定常溶接期間）中で、パルス周期又はピーク期間の平均値が所定値未満の差となるので、両期間中の溶接状態を良好に保つことができる。

【 0 0 6 9 】

10

[ 実施の形態 2 ]

実施の形態 2 の発明は、修正期間  $T_k$  はピーク電圧が基準電圧値未満になるまでの期間に設定されるものである。

【 0 0 7 0 】

図 4 は、実施の形態 2 に係るパルスアーク溶接の出力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 3 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 3 の修正期間回路  $S_{TK}$  を第 2 修正期間回路  $S_{TK2}$  に置換したものである。以下、同図を参照してこのブロックについて説明する。

【 0 0 7 1 】

20

第 2 修正期間回路  $S_{TK2}$  は、上記の溶接電圧検出信号  $V_d$ 、上記のホットスタート期間信号  $S_{th}$  及び上記のタイマ信号  $T_m$  を入力として、ホットスタート期間信号  $S_{th}$  が  $H_{igh}$  レベルから  $L_{ow}$  レベルに変化した後に（ホットスタート期間  $T_h$  の終了後に）、タイマ信号  $T_m$  が  $H_{igh}$  レベル（ピーク期間）であるときの溶接電圧検出信号  $V_d$  の値が予め定めた基準電圧値  $V_{th}$  以上になったときは  $H_{igh}$  レベルにセットされ、その後タイマ信号  $T_m$  が  $H_{igh}$  レベルであるときの溶接電圧検出信号  $V_d$  の値が基準電圧値  $V_{th}$  未満になったときは  $L_{ow}$  レベルにリセットされる修正期間信号  $S_{tk}$  を出力する。

【 0 0 7 2 】

本発明の実施の形態 2 に係るパルスアーク溶接の出力制御方法を説明するためのタイミングチャートは、上述した図 1 と同一であるので、説明は繰り返さない。但し同図（E）に示す修正期間信号  $S_{tk}$  の  $H_{igh}$  レベルから  $L_{ow}$  レベルへの変化タイミングのみが異なっている。すなわち、修正期間  $T_k$  の終了タイミングが異なっている。実施の形態 1 では、修正期間  $T_k$  の開始時点から所定期間が経過した時点で終了タイミングとなっていた。これに対して、実施の形態 2 では、ピーク電圧値が基準電圧値  $V_{th}$  未満になった時点が終了タイミングとなる。

30

【 0 0 7 3 】

上述した実施の形態 2 によれば、ピーク電流を減少させている期間（修正期間）は、ピーク期間中の溶接電圧（ピーク電圧）が基準電圧値未満になるまでの期間に設定される。これにより、実施の形態 1 の効果に加えて、以下の効果を奏する。すなわち、本実施の形態では、修正期間を最適値に自動設定することができるので、種々の溶接条件ごとに修正期間を適正值に設定するための実験を行う必要がない。このために、生産準備が効率化される。さらに、修正期間が常に最適値に設定されるので、迅速に定常溶接状態へと収束させることができる。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

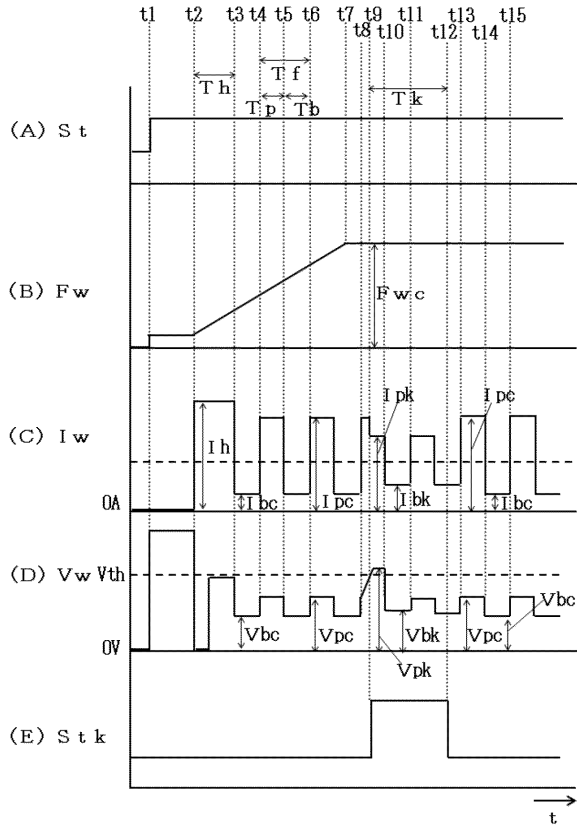
- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 溶接ワイヤ |
| 2 | 母材    |
| 3 | アーク   |
| 4 | 溶接トーチ |
| 5 | 送給ロール |

50

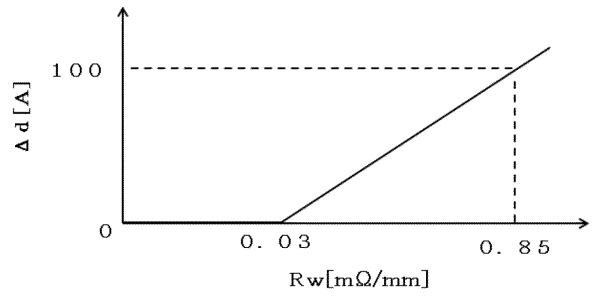
C D	電流通電判別回路	
C d	電流通電判別信号	
D V	駆動回路	
D v	駆動信号	
E I	電流誤差増幅回路	
E i	電流誤差増幅信号	
E V	電圧誤差増幅回路	
E v	電圧誤差増幅信号	
F C	送給制御回路	
F c	送給制御信号	10
F R	送給速度設定回路	
F r	送給速度設定信号	
F w	送給速度	
F w c	定常送給速度	
I b	ベース電流	
I b c	定常ベース電流	
I B C R	定常ベース電流設定回路	
I b c r	定常ベース電流設定信号	
I b k	修正ベース電流	
I B K R	修正ベース電流設定回路	20
I b k r	修正ベース電流設定信号	
I B R	ベース電流設定回路	
I b r	ベース電流設定信号	
I c r	電流制御設定信号	
I D	溶接電流検出回路	
I d	溶接電流検出信号	
I h	ホットスタート電流	
I H R	ホットスタート電流設定回路	
I h r	ホットスタート電流設定信号	
I p	ピーク電流	30
I p c	定常ピーク電流	
I P C R	定常ピーク電流設定回路	
I p c r	定常ピーク電流設定信号	
I p k	修正ピーク電流	
I P K R	修正ピーク電流設定回路	
I p k r	修正ピーク電流設定信号	
I P R	ピーク電流設定回路	
I p r	ピーク電流設定信号	
I R	溶接電流平均値設定回路	
I r	溶接電流平均値設定信号	40
I w	溶接電流	
P M	電源主回路	
R w	単位長抵抗値	
R W R	単位長抵抗値設定回路	
R w r	単位長抵抗値設定信号	
S T	溶接開始回路	
S t	溶接開始信号	
S T H	ホットスタート期間回路	
S t h	ホットスタート期間信号	
S T K	修正期間回路	50

S tk	修正期間信号	
S T K 2	第2修正期間回路	
S W	切換回路	
T b	ベース期間	
T f	パルス周期(信号)	
T F C	定常溶接期間パルス周期算出回路	
T f c	定常溶接期間パルス周期信号	
T h	ホットスタート期間	
T k	修正期間	
T M	タイマ回路	10
T m	タイマ信号	
T p	ピーク期間	
T P R	ピーク期間設定回路	
T pr	ピーク期間設定信号	
V A V	溶接電圧平均値算出回路	
V av	溶接電圧平均値(信号)	
V b	ベース電圧	
V bc	定常ベース電圧	
V bk	修正ベース電圧	
V D	溶接電圧検出回路	20
V d	溶接電圧検出信号	
V F	電圧・周波数変換回路	
V p	ピーク電圧	
V pc	定常ピーク電圧	
V pk	修正ピーク電圧	
V R	溶接電圧設定回路	
V r	溶接電圧設定信号	
V th	基準電圧値	
V w	溶接電圧	
W M	ワイヤ送給モータ	30
W S	溶接ワイヤ選択回路	
W s	溶接ワイヤ選択信号	
d	減少値	
D R	減少値設定回路	
d r	減少値設定信号	
u	増加値	

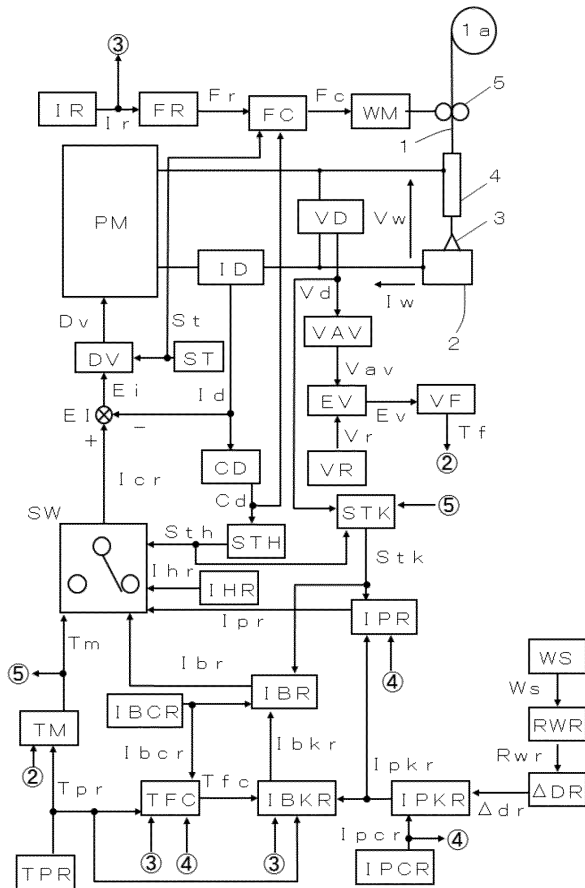
【 図 1 】



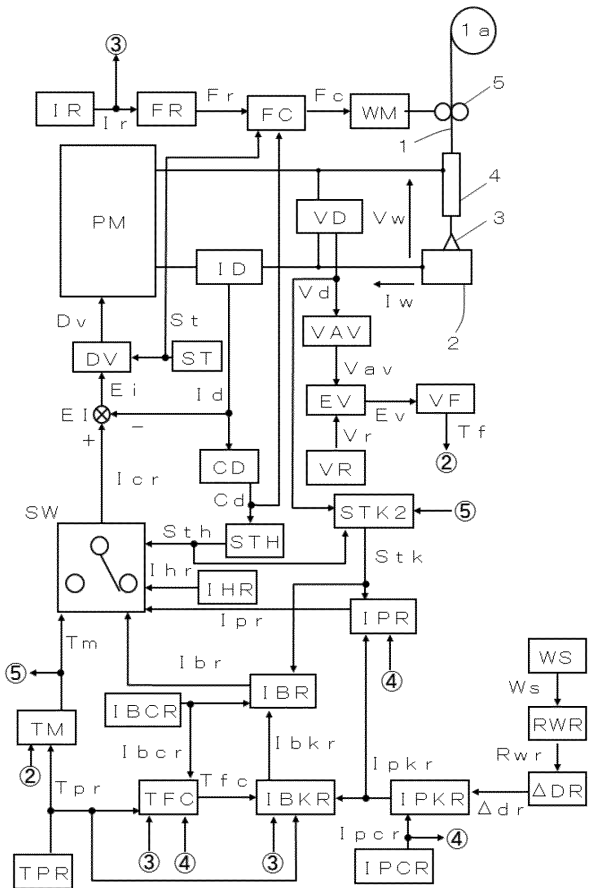
【 図 2 】



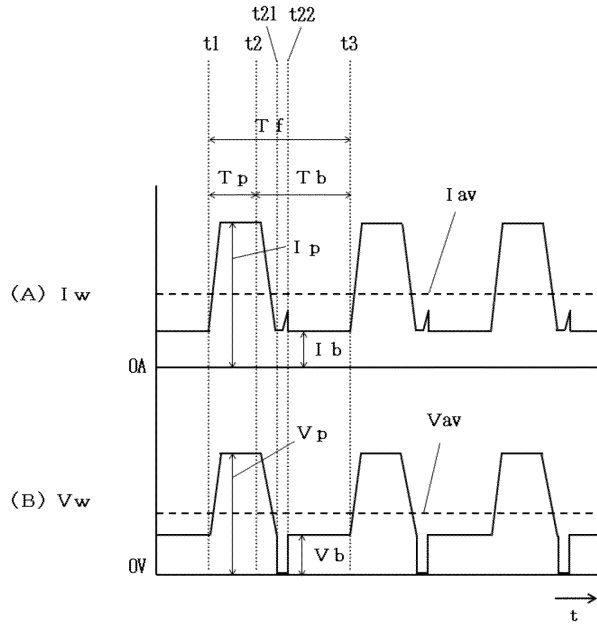
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平5 - 23850 (JP, A)  
特開2004 - 237342 (JP, A)  
特開2009 - 12012 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B23K 9/00 - 9/32