

(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2013-94792

(P2013-94792A)

(43) 公開日 平成25年5月20日(2013.5.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 3 K 9/073 (2006.01)</b>	B 2 3 K 9/073 5 4 5	4 E 0 0 1
<b>B 2 3 K 9/173 (2006.01)</b>	B 2 3 K 9/173 A	4 E 0 8 2

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-237481 (P2011-237481)	(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
(22) 出願日	平成23年10月28日(2011.10.28)	(72) 発明者	井手 章博 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	恵良 哲生 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)	4E001 BB09 EA04 EA10 QA01 4E082 AA01 AB01 EC20

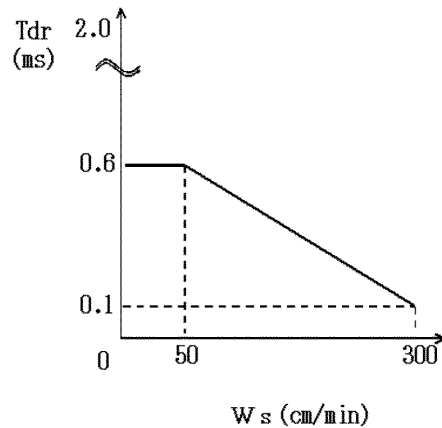
(54) 【発明の名称】 消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法

(57) 【要約】

【課題】 溶滴のくびれを検出して溶接電流を制御するアーク溶接において、溶接速度が変化しても良好な溶接品質を得ること。

【解決手段】 短絡状態からアークが再発生する前兆現象である溶滴のくびれを検出し、このくびれを検出すると短絡負荷に通電する溶接電流を減少させ、アークが再発生した時点から遅延期間  $T_{dr}$  が経過した時点で溶接電流を増加させてアーク負荷に通電する消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法において、溶接速度  $W_s$  が基準速度  $W_t$  未満のときは遅延期間  $T_{dr}$  を溶接速度  $W_s$  の値によらず一定  $T_{di}$  とし、溶接速度  $W_s$  が基準速度  $W_t$  以上のときは遅延期間  $T_{dr}$  を溶接速度  $W_s$  の値に応じて変化させる。これにより、溶接速度  $W_s$  に応じて遅延期間  $T_{dr}$  が最適化されるので、溶接速度  $W_s$  が変化しても良好な溶接品質を得ることができる。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

消耗電極を予め定めた送給速度で送給すると共に、前記消耗電極と母材との間でアーク発生状態と短絡状態とを繰り返す消耗電極アーク溶接にあって、前記短絡状態からアークが再発生する前兆現象である溶滴のくびれを検出し、このくびれを検出すると短絡負荷に通電する溶接電流を減少させ、前記アークが再発生した時点から予め定めた遅延期間が経過した時点で前記溶接電流を増加させてアーク負荷に通電する消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法において、

溶接速度が予め定めた基準速度未満のときは前記遅延期間を前記溶接速度の値によらず一定とし、前記溶接速度が前記基準速度以上のときは前記遅延期間を前記溶接速度の値に応じて変化させる、

ことを特徴とする消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法。

## 【請求項 2】

前記送給速度が予め定めた基準送給速度未満のときは、前記溶接速度の値によらず前記遅延期間を一定とする、

ことを特徴とする請求項 1 記載の消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、短絡期間中に溶滴のくびれを検出してアーク再発生直前に溶接電流を減少させてスパッタの発生を低減する消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

図 4 は、短絡期間  $T_s$  とアーク期間  $T_a$  とを繰り返す消耗電極アーク溶接における電流・電圧波形図及び溶滴移行図である。同図 (A) は消耗電極 (以下、溶接ワイヤ 1 という) を通電する溶接電流  $I_w$  の時間変化を示し、同図 (B) は溶接ワイヤ 1 と母材 2 との間に印加する溶接電圧  $V_w$  の時間変化を示し、同図 (C) ~ (E) は溶滴 1 a の移行の様子を示す。以下、同図を参照して説明する。

## 【0003】

時刻  $t_1 \sim t_3$  の短絡期間  $T_s$  中は溶接ワイヤ 1 先端の溶滴 1 a が母材 2 と短絡した状態にあり、同図 (A) に示すように、溶接電流  $I_w$  は次第に増加し、同図 (B) に示すように、溶接電圧  $V_w$  は短絡状態にあるために数  $V$  程度の低い値となる。また、同図 (C) に示すように、時刻  $t_1$  において溶滴 1 a が母材 2 と接触して短絡状態に入る。その後、同図 (D) に示すように、溶滴 1 a を通電する溶接電流  $I_w$  による電磁的ピンチ力によって溶滴 1 a 上部にくびれ 1 b が発生する。そしてこのくびれ 1 b が急速に進行して、時刻  $t_3$  において同図 (E) に示すように、溶滴 1 a は溶接ワイヤ 1 から溶融池 2 a へと離脱しアーク 3 が再発生する。

## 【0004】

溶滴 1 a にくびれ 1 b が発生すると、数百  $\mu s$  程度の短い時間後に短絡が開放されてアーク 3 が再発生する。すなわち、このくびれ 1 b は短絡開放の前兆現象となる。くびれ 1 b が発生すると、溶接電流  $I_w$  の通電路がくびれ部分で狭くなるために、くびれ部分の抵抗値が増大する。この抵抗値の増大は、くびれ 1 b が進行してくびれ部分がより狭くなるほど大きくなる。したがって、短絡期間  $T_s$  中において溶接ワイヤ 1 ・母材 2 間の抵抗値の変化を検出することでくびれ 1 b の発生を検出することができる。この抵抗値の変化は、溶接電圧  $V_w$  を溶接電流  $I_w$  で除算することによって算出することができる。また、くびれ発生期間中の溶接電流  $I_w$  の変化は、溶接電圧  $V_w$  の変化に比べて小さい。このために、抵抗値の変化に代えて溶接電圧  $V_w$  の変化によってもくびれ 1 b の発生を検出することができる。具体的なくびれ検出方法としては、短絡期間  $T_s$  中の抵抗値又は溶接電圧値  $V_w$  の変化率 (微分値) を算出し、この変化率がそれに対応する予め定めたくびれ検出基

10

20

30

40

50

準値に達したことを判別することによってくびれ検出を行う。また、第2の方法としては、同図(B)に示すように、短絡期間 $T_s$ 中のくびれ発生前の安定した短絡電圧値 $V_s$ からの電圧上昇値 $V$ を算出し、時刻 $t_2$ においてこの電圧上昇値 $V$ が予め定めたくびれ検出基準値 $V_{tn}$ に達したことを判別することによってくびれ検出を行う。以下の説明では、くびれ検出方法がこの第2の方法の場合について説明するが、第1の方法、その他の方法であっても良い。時刻 $t_3$ のアーク再発生の検出は、溶接電圧 $V_w$ がアーク判別値 $V_{ta}$ 以上になったことを判別して簡単に行うことができる。すなわち、 $V_w < V_{ta}$ の期間が短絡期間 $T_s$ となり、 $V_w > V_{ta}$ の期間がアーク期間 $T_a$ となる。時刻 $t_2 \sim t_3$ のくびれ発生を検出してからアーク再発生までの期間を、以下くびれ検出期間 $T_n$ と呼ぶことにする。

10

#### 【0005】

次に、時刻 $t_3$ においてアークが再発生すると、同図(A)に示すように、溶接電流 $I_w$ は次第に減少し、同図(B)に示すように、溶接電圧 $V_w$ は数十V程度のアーク電圧値に変化する。このアーク期間 $T_a$ 中は、アーク熱等によって溶接ワイヤ1の先端を溶融して溶滴 $1a$ を形成すると共に、母材2を溶融する。一般的に、消耗電極アーク溶接には、定電圧特性の溶接電源が使用される。短絡を伴う消耗電極アーク溶接では、溶接電流平均値(送給速度)が低いときには溶滴移行形態は短絡移行形態となり、高いときはグローブユール移行形態又はスプレー移行形態となる。

#### 【0006】

短絡を伴う消耗電極アーク溶接では、時刻 $t_3$ においてアーク3が再発生したときの電流値 $I_a$ が大きいときは、アーク3から溶融池 $2a$ への圧力(アーク力)が非常に大きくなり、大量のスパッタが発生する。すなわち、アーク再発生時の溶接電流値 $I_a$ に略比例してスパッタ発生量が増加する。したがって、スパッタの発生を抑制するためには、アーク再発生時の溶接電流値 $I_a$ を小さくする必要がある。このための方法として、上記のくびれの発生を検出して溶接電流 $I_w$ を減少させてアーク再発生時の溶接電流値 $I_a$ を小さくするくびれ検出時電流制御方法が従来から種々提案されている。以下、これら従来技術について説明する。

20

#### 【0007】

図5は、従来技術のくびれ検出時電流制御方法を搭載した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。

30

#### 【0008】

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、出力電圧 $V_o$ 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次整流回路、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変圧器、降圧された高周波交流を整流する2次整流回路、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 $E_a$ に基づいてインバータ回路をPWM変調制御する変調回路、を備えている。トランジスタTR及び抵抗器Rの並列回路は通電路に挿入されて、後述するように、くびれ検出時にトランジスタTRがオフ状態になり抵抗器Rを通して通電することによって溶接電流 $I_w$ を急減させる。溶接ワイヤ1は送給モータ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。溶接ワイヤ1と母材2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。

40

#### 【0009】

くびれ検出回路NDは、溶接電圧 $V_w$ を入力として、上述したくびれ検出方法によってくびれを検出しくびれ検出期間 $T_n$ 中Lowレベルになるくびれ検出信号Ndを出力する。駆動回路DRは、このくびれ検出信号NdがLowレベルのときにのみトランジスタTRをオフ状態にする駆動信号Drを出力する。すなわち、くびれ検出期間 $T_n$ 中は抵抗器Rが通電路に挿入されるために通電路抵抗値が十倍以上となり、溶接電流 $I_w$ は急減する。くびれ検出期間 $T_n$ 以外の期間中はトランジスタTRはオン状態になるために、抵抗器

50

Rは短絡されて通常の溶接電源と同一の構成となる。

【0010】

遅延期間設定回路TDRは、予め定めた遅延期間設定信号Tdrを出力する。上昇期間設定回路TURは、予め定めた上昇期間設定信号Turを出力する。低くびれ電流設定回路IMRは、予め定めた低くびれ電流設定信号Imrを出力する。高アーク電流設定回路IHRは、予め定めた高アーク電流設定信号Ihrを出力する。くびれ検出時電流制御回路NICは、上記の各設定信号Tdr、Tur、Imr、Ihr及び上記のくびれ検出信号Ndを入力として、図6で後述する電源特性切換信号Sw及び電流設定信号Irを出力する。

【0011】

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。電流検出回路IDは、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、出力電圧Voを検出して、電圧検出信号Vdを出力する。電圧誤差増幅回路EVは、上記の電圧設定信号Vrと上記の電圧検出信号Vdとの誤差を増幅して、電圧誤差増幅信号Evを出力する。電流誤差増幅回路EIは、上記の電流設定信号Irと上記の電流検出信号Idとの誤差を増幅して、電流誤差増幅信号Eiを出力する。電源特性切換回路SWは、上記の電源特性切換信号Swを入力として、図6で後述するくびれ検出期間Tn+遅延期間Td+上昇期間Tu中はb側に切り換わり上記の電流誤差増幅信号Eiを誤差増幅信号Eaとして出力し、それ以外の期間中はa側に切り換わり上記の電圧誤差増幅信号Evを誤差増幅信号Eaとして出力する。したがって、a側に切り換わっている期間は定電流特性期間となり、b側に切り換わっている期間は定電圧特性期間となる。

【0012】

送給速度設定回路FRは、予め定めた送給速度設定信号Frを出力する。送給制御回路FCは、この送給速度設定信号Frを入力として、この値に相当する送給速度で溶接ワイヤ1を送給するための送給制御信号Fcを上記の送給モータWMに出力する。

【0013】

図6は、上述した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)は溶接電流Iwの、同図(B)は溶接電圧Vwの、同図(C)はくびれ検出信号Ndの、同図(D)は電源特性切換信号Swの、同図(E)は電流設定信号Irの時間変化を示す。以下、同図を参照して説明する。

【0014】

同図において、時刻t2~t5の定電流特性期間以外の期間は、上述したように、定電圧特性となり、またトランジスタTRはオン状態になるので、図4で上述した通常の電流・電圧波形と同一になる。

【0015】

時刻t2において、同図(B)に示すように、電圧上昇値Vがくびれ検出基準値Vtnに達すると、同図(C)に示すように、くびれ検出信号NdはLowレベルに変化する。これに応動して、同図(D)に示すように、電源特性切換信号SwはLowレベルに変化し電源特性は定電流特性に切り換わる。同時に、トランジスタTRはオフ状態になるために、同図(A)に示すように、溶接電流Iwは急減して低くびれ電流値Imに維持される。時刻t3においてアークが再発生すると、同図(B)に示すように、溶接電圧Vwがアーク判別値Vtaに達するので、同図(C)に示すように、くびれ検出信号NdがHighレベルに変化する。この時刻t3の時点から時刻t4までの予め定めた遅延期間Td中は9、同図(E)に示すように、電流設定信号Irは低くびれ電流設定信号Imrによって定まる値を維持する。このために、同図(A)に示すように、溶接電流Iwは低くびれ電流値Imを維持する。時刻t3においてアークが再発生したときに、溶接電流値は低くびれ電流値Imであるために溶滴離脱時のアーク力が弱くなり、スパッタの発生が抑制される。さらに、時刻t3でアークが再発生した時点から時刻t4までの予め定めた遅延期間Tdを設け、この遅延期間Td中は同図(E)に示すように電流設定信号Ir=Imrに維持する。これによって溶滴が溶融池に移行した影響による溶融池の振動が収まるのを待つことになる。溶融池の振動が収まってから溶接電流Iwを上昇するので、電流変化によるア

ーク力の変化と溶融池の振動とが共振してスパッタを発生させることもない。この遅延期間  $T_d$  は、母材の材質、送給速度等に応じて適正值に設定され、 $0.1 \sim 2$  ms程度に設定される。

【0016】

時刻  $t_4$  において遅延期間  $T_d$  が終了すると、同図 (E) に示すように、電流設定信号  $I_r$  は予め定めた上昇期間  $T_u$  中高アーク電流設定信号  $I_{hr}$  によって定まる値に変化する。同図 (D) に示すように、時刻  $t_5$  までは電源特性切換信号  $S_w$  が Low レベルであるので電源特性は定電流特性となる。このために、同図 (A) に示すように、溶接電流  $I_w$  は急激に上昇して高アーク電流値  $I_h$  に到達する。時刻  $t_5$  において、同図 (D) に示すように、電源特性切換信号  $S_w$  が High レベルに変化すると、電源特性は定電圧特性に切り換わる。これ以降の動作は上述した図 5 と同一であるので説明は省略する。(上述した従来技術については、特許文献 1 参照)

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献 1】特開 2006 - 247710 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

上述した従来技術においては、アークが再発生した時点からの遅延期間  $T_d$  中は、溶接電流  $I_w$  を小電流値である低くびれ電流値  $I_m$  に維持している。これは、溶滴移行に伴う溶融池の振動が収まるのを待つためである。溶滴移行に伴う溶融池の振動が収まる前に、溶接電流  $I_w$  を増加させると、アーク力の増大によって振動が激しくなり、スパッタの発生を招くことになる。他方、この遅延期間  $T_d$  が必要以上に長くなると、アークから母材への入熱量が減少することになり、溶接状態が不安定になりやすくなる。

20

【0019】

溶接速度が  $50$  cm/min 程度未満の比較的遅い場合には、遅延期間  $T_d$  が長くなっても溶接状態への悪影響は少ない。このために、溶滴移行に伴う溶融池の振動が十分に収まるように、遅延期間  $T_d$  を設定すれば良い。溶接速度が  $50$  cm/min 以上となり、特に  $80$  cm/min 程度以上と比較的早くなった場合には、遅延期間  $T_d$  が必要以上に長くなると溶接状態が不安定になりやすくなる。この場合には、溶滴移行に伴う溶融池の振動が収まる最小限の遅延期間  $T_d$  に設定する必要がある。このように遅延期間  $T_d$  を設定しないと、スパッタの発生を抑制し、かつ、溶接状態が不安定になることを抑制することができない。

30

【0020】

そこで、本発明では、溶接速度が速くなっても、アーク再発生時のスパッタの発生を抑制し、かつ、溶接状態が不安定になることを抑制することができる消耗電極アーク溶接のくびれ検出時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】

【0021】

上述した課題を解決するために、請求項 1 の発明は、消耗電極を予め定めた送給速度で送給すると共に、前記消耗電極と母材との間でアーク発生状態と短絡状態とを繰り返す消耗電極アーク溶接にあって、前記短絡状態からアークが再発生する前兆現象である溶滴のくびれを検出し、このくびれを検出すると短絡負荷に通電する溶接電流を減少させ、前記アークが再発生した時点から予め定めた遅延期間が経過した時点で前記溶接電流を増加させてアーク負荷に通電する消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法において、

40

溶接速度が予め定めた基準速度未満のときは前記遅延期間を前記溶接速度の値によらず一定とし、前記溶接速度が前記基準速度以上のときは前記遅延期間を前記溶接速度の値に応じて変化させる、

ことを特徴とする消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法である。

【0022】

50

請求項 2 の発明は、前記送給速度が予め定めた基準送給速度未満のときは、前記溶接速度の値によらず前記遅延期間を一定とする、ことを特徴とする請求項 1 記載の消耗電極アーク溶接のくびれ検出時電流制御方法である。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、遅延期間が溶接速度に応じて自動的に適正化されるので、溶接速度が速くなっても、アーク再発生時のスパッタの発生を抑制し、かつ、溶接状態が不安定になることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0024】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る消耗電極アーク溶接のくびれ検出時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 2】図 1 の第 2 遅延期間設定回路 TDR 2 に内蔵されている遅延期間設定関数の一例を示す図である。

【図 3】本発明の実施の形態 2 に係る消耗電極アーク溶接のくびれ検出時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 4】従来技術において、短絡期間  $T_s$  とアーク期間  $T_a$  とを繰り返す消耗電極アーク溶接における電流・電圧波形図及び溶滴移行図である。

【図 5】従来技術のくびれ検出時電流制御方法を搭載した溶接電源のブロック図である。

20

【図 6】図 5 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。

【発明を実施するための形態】

【0025】

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。

【0026】

[実施の形態 1]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る消耗電極アーク溶接のくびれ検出時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 5 に、溶接速度設定回路 WS を追加し、図 5 の遅延期間設定回路 TDR を第 2 遅延期間設定回路 TDR 2 に置換したものである。同図において、図 5 と同一のブロックについては、同一符号を付してそれらの説明は省略する。以下、同図を参照して、この異なるブロックについて説明する。

30

【0027】

溶接速度設定回路 WS は、予め定めた溶接速度設定信号  $W_s$  を出力する。ロボットを使用した溶接装置においては、溶接速度はロボット制御装置（図示は省略）に設定されるので、ロボット制御装置からこの溶接速度設定回路 WS に溶接速度に関する情報が送られることになる。そして、この溶接速度設定回路 WS は、送られてきた溶接速度に関する情報に基づいて溶接速度設定信号  $W_s$  を出力することになる。

【0028】

第 2 遅延期間設定回路 TDR 2 は、上記の溶接速度設定信号  $W_s$  を入力として、予め定めた遅延期間設定関数によって遅延期間を算出して、遅延期間設定信号  $T_{dr}$  を出力する。この遅延期間設定関数については、図 2 で後述するが、この回路によって遅延期間設定信号  $T_{dr}$  は以下のように変化する値となる。

40

1) 溶接速度設定信号  $W_s$  の値が予め定めた基準速度  $W_t$  未満のときは、遅延期間設定信号  $T_{dr}$  の値を溶接速度設定信号  $W_s$  の値によらず一定とする。

2) 溶接速度設定信号  $W_s$  の値が上記の基準速度  $W_t$  以上のときは、遅延期間設定信号  $T_{dr}$  の値を溶接速度設定信号  $W_s$  の値に応じて変化させる。変化は、溶接速度設定信号  $W_s$  の値が大きくなるのに伴い、遅延期間設定信号  $T_{dr}$  の値は小さくなるようにする。すなわち、溶接速度が速くなるほど、遅延期間が短くなるように変化する。このときに遅延期間に下限値を設けても良い。もちろん、遅延期間は 0 未満にはならない。

50

## 【 0 0 2 9 】

図 2 は、上述した第 2 遅延期間設定回路 T D R 2 に内蔵されている遅延期間設定関数の一例を示す図である。同図の横軸は溶接速度設定信号  $W_s$  (cm/min) を示し、その範囲は 0 ~ 3 0 0 cm/min である。縦軸は遅延期間設定信号  $T_{dr}$  (ms) を示し、その範囲は 0 ~ 3 ms である。同図は、シールドガスが炭酸ガス 1 0 0 % であり、母材の材質が鉄鋼であり、溶接ワイヤの直径が 1 . 2 mm であり、送給速度が 8 5 0 cm/min (溶接電流平均値 2 5 0 A) の場合である。以下同図を参照して説明する。

## 【 0 0 3 0 】

同図においては、基準速度  $W_t = 5 0$  cm/min に設定されている。同図に示す関数では、溶接速度設定信号  $W_s$  の値がこの基準速度未満のときは、遅延期間設定信号  $T_{dr}$  は予め定めた遅延期間初期値  $T_{di} = 0 . 6$  ms と一定値となっている。溶接速度設定信号  $W_s$  の値が基準速度以上のときは、その値に反比例して遅延期間設定信号  $T_{dr}$  の値は右肩下がりの直線状に変化している。そして、溶接速度設定信号  $W_s = 3 0 0$  cm/min のときに、 $T_{dr} = 0 . 1$  ms となっている。この溶接条件においては、溶接速度が 3 0 0 cm/min 程度が溶接可能範囲の上限速度となる。

10

## 【 0 0 3 1 】

同図では、 $W_s = W_t$  であるときの变化を直線としたが、曲線状であっても良い。その場合には、例えば下式のように関数を定義すれば良い。

$$W_s = W_t \text{ のときは } T_{dr} = ( T_{di} \cdot W_t ) / W_s$$

この式によれば、 $W_s = W_t = 5 0$  cm/min のときは  $T_{dr} = 0 . 6$  ms となり、 $W_s = 3 0 0$  cm/min のときは  $T_{dr} = 0 . 1$  ms となり、この両値は同図と同一となる。

20

## 【 0 0 3 2 】

上記の基準速度  $W_t$ 、遅延期間初期値  $T_{di}$  及び  $W_s = W_t$  のときの遅延期間設定信号  $T_{dr}$  の変化パターンは、シールドガスの種類、母材の材質、溶接ワイヤの直径、送給速度等に応じて、実験によって適正值に設定される。

## 【 0 0 3 3 】

同図における各信号のタイミングチャートは、上述した図 6 と同一であるので、説明は省略する。但し、図 6 の遅延期間  $T_d$  が、溶接速度によって変化することになる。

## 【 0 0 3 4 】

次に、上述した実施の形態 1 の作用効果について説明する。溶接速度が基準速度  $W_t$  未満である比較的遅い速度のときは、従来技術と同様に、溶滴移行に伴う溶融池の振動が十分に収まる時間長さに遅延期間を設定すれば良い。溶接速度がこの範囲で変化するときには、遅延期間が一定値 (遅延期間初期値  $T_{di}$ ) であっても溶接状態は不安定になることはない。この範囲において、溶接速度が遅くなるのに伴い遅延期間を長くなるように変化させると、ビード外観が悪くなる問題が生じる。したがって、この範囲では、遅延期間は一定値である方が良い。溶接速度が基準速度  $W_t$  以上になると、溶接速度に反比例して遅延期間が短くなる。これにより、溶接状態が不安定になることを抑制した上で、溶滴移行に伴う溶融池の振動がほぼ収まるように遅延期間を設定することができるので、スパッタの発生も抑制することができる。この理由は、溶接速度が速くなると、単位長さ当たりの溶融池の体積が小さくなるために、振動が収まる時間が短くなるからである。したがって、実施の形態 1 によれば、遅延期間が溶接速度に応じて自動的に適正化されるので、溶接速度が速くなっても、アーク再発生時のスパッタの発生を抑制し、かつ、溶接状態が不安定になることを抑制することができる。

30

40

## 【 0 0 3 5 】

## [ 実施の形態 2 ]

図 3 は、本発明の実施の形態 2 に係る消耗電極アーク溶接のくびれ検出時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 1 と対応しており、同一の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。同図は、図 1 の第 2 遅延期間設定回路 T D R 2 を第 3 遅延期間設定回路 T D R 3 に置換したものである。以下、同図を参照して、この異なるブロックについて説明する。

50

## 【 0 0 3 6 】

第3遅延期間設定回路TDR3は、送給速度設定信号Fr及び溶接速度設定信号Wsを入力として、送給速度設定信号Frの値が予め定めた基準送給速度Ft未満のときは予め定めた低送給速度時遅延期間LTdを遅延期間設定信号Tdrとして出力し、送給速度設定信号Frの値が上記の基準送給速度Ft以上のときは予め定めた遅延期間設定関数によって遅延期間を算出して、遅延期間設定信号Tdrを出力する。この遅延期間設定関数は、実施の形態1と同様である。この回路によって遅延期間設定信号Tdrは以下のように変化する値となる。

1) 送給速度設定信号Frの値が予め定めた基準送給速度Ft未満のときは、予め定めた低送給速度時遅延期間LTdを遅延期間設定信号Tdrとして出力する。

2)  $F_r = F_t$ のときは、以下ようになる。

21) 溶接速度設定信号Wsの値が予め定めた基準速度Wt未満のときは、遅延期間設定信号Tdrの値を溶接速度設定信号Wsの値によらず一定とする。

22) 溶接速度設定信号Wsの値が上記の基準速度Wt以上のときは、遅延期間設定信号Tdrの値を溶接速度設定信号Wsの値に応じて変化させる。変化は、溶接速度設定信号Wsの値が大きくなるのに伴い、遅延期間設定信号Tdrの値は小さくなるようにする。すなわち、溶接速度が速くなるほど、遅延期間が短くなるように変化する。

## 【 0 0 3 7 】

実施の形態2と実施の形態1との相違点は、送給速度が基準送給速度Ft未満のときの遅延期間を一定値(低送給速度時遅延期間LTd)としたことである。炭酸ガスアーク溶接、マグ溶接、ミグ溶接等の代表的な消耗電極アーク溶接においては、送給速度が遅いときは溶滴移行形態が短絡移行形態となり、送給速度が速くなるとグロービュール移行形態又はスプレー移行形態となる。グロービュール移行形態又はスプレー移行形態であっても、溶接欠陥の発生を防止するために、短絡を伴うようにアーク長(溶接電圧)を設定する。上記の基準送給速度Ftは、溶滴移行形態がこの短絡移行形態である送給速度の略上限値になるように設定される。例えば、炭酸ガスアーク溶接において、溶接ワイヤの直径が1.2mmであるときは、基準送給速度 $F_t = 5\text{ m/min}$ (溶接電流平均値180A程度)に設定される。上記の低送給速度時遅延期間LTdは、送給速度が基準送給速度Ftよりも少し速いときの、上述した遅延期間設定関数における遅延期間初期値Tdiと同一値又はそれよりも大きな値に設定される。基準送給速度Ft及び低送給速度時遅延期間LTdは、シールドガスの種類(溶接法)、母材の材質、溶接ワイヤの直径等に応じて、実験によって適正值に設定される。

## 【 0 0 3 8 】

同図における各信号のタイミングチャートは、上述した図6と同一であるので、説明は省略する。但し、図6の遅延期間Tdが、送給速度及び溶接速度によって変化することになる。

## 【 0 0 3 9 】

次に、上述した実施の形態2の作用効果について説明する。送給速度が基準送給速度Ft以上のときの作用効果については、上述した実施の形態1と同様であるので、説明は省略する。送給速度が基準送給速度Ft未満のときは、上述したように、溶滴移行形態は短絡移行形態となる。短絡移行形態では、アーク期間と短絡期間とが規則正しく繰り返されており、溶滴移行も安定している。このために、溶接速度が変化したときの遅延期間が一定値であっても、溶接状態が不安定になることはない。短絡移行形態においては、遅延期間を変化させない方が、ビード外観がさらに良好になる。したがって、送給速度が基準送給速度Ft未満のときは溶接速度が変化しても遅延期間を一定値に維持することによって、スパッタの発生及び溶接状態の不安定を抑制した上で、ビード外観がさらに良好になる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 0 】

1 溶接ワイヤ

10

20

30

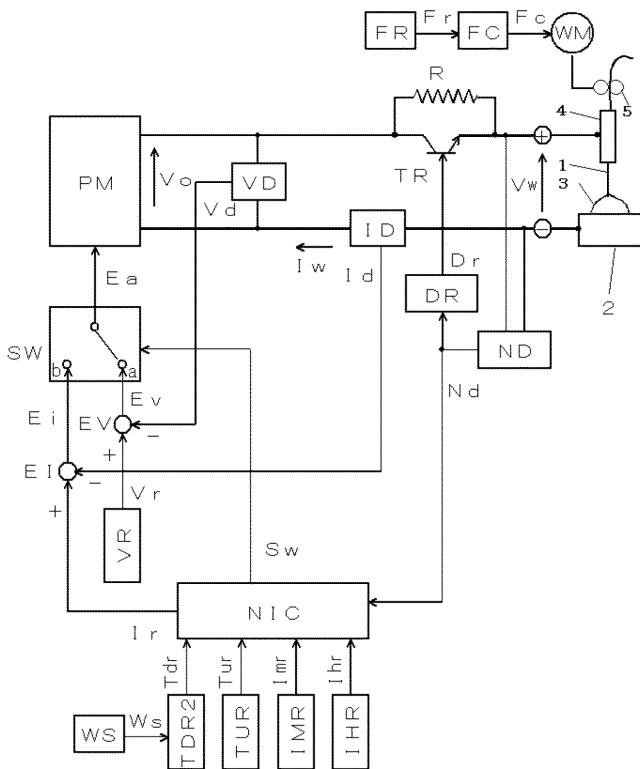
40

50

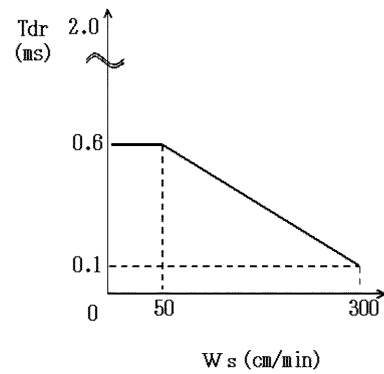
1 a	溶滴	
1 b	くびれ	
2	母材	
2 a	熔融池	
3	アーク	
4	溶接トーチ	
5	送給ロール	
D r	駆動信号	
E a	誤差増幅信号	
E I	電流誤差増幅回路	10
E i	電流誤差増幅信号	
E V	電圧誤差増幅回路	
E v	電圧誤差増幅信号	
F C	送給制御回路	
F c	送給制御信号	
F R	送給速度設定回路	
F r	送給速度設定信号	
F t	基準送給速度	
I a	アーク再発生時の電流値	
I D	電流検出回路	20
I d	電流検出信号	
I h	高アーク電流値	
I H R	高アーク電流設定回路	
I h r	高アーク電流設定信号	
I m	低くびれ電流値	
I M R	低くびれ電流設定回路	
I m r	低くびれ電流設定信号	
I r	電流設定信号	
I w	溶接電流	
L T d	低送給速度時遅延期間	30
N D	くびれ検出回路	
N d	くびれ検出信号	
N I C	くびれ検出時電流制御回路	
P M	電源主回路	
R	抵抗器	
S W	電源特性切換回路	
S w	電源特性切換信号	
T a	アーク期間	
T d	遅延期間	
T d i	遅延期間初期値	40
T D R	遅延期間設定回路	
T d r	遅延期間設定信号	
T D R 2	第2遅延期間設定回路	
T D R 3	第3遅延期間設定回路	
T n	くびれ検出期間	
T R	トランジスタ	
T s	短絡期間	
T u	上昇期間	
T U R	上昇期間設定回路	
T u r	上昇期間設定信号	50

V D	電圧検出回路
V d	電圧検出信号
V o	出力電圧
V R	電圧設定回路
V r	電圧設定信号
V s	短絡電圧値
V ta	アーク判別値
V tn	くびれ検出基準値
V w	溶接電圧
W M	送給モータ
W S	溶接速度設定回路
W s	溶接速度設定信号
W t	基準速度
V	電圧上昇値

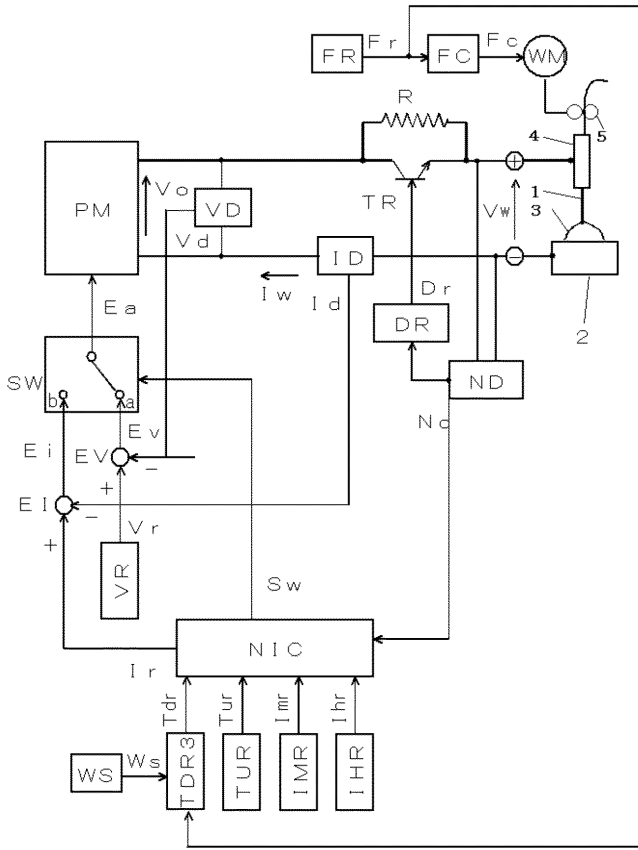
【 図 1 】



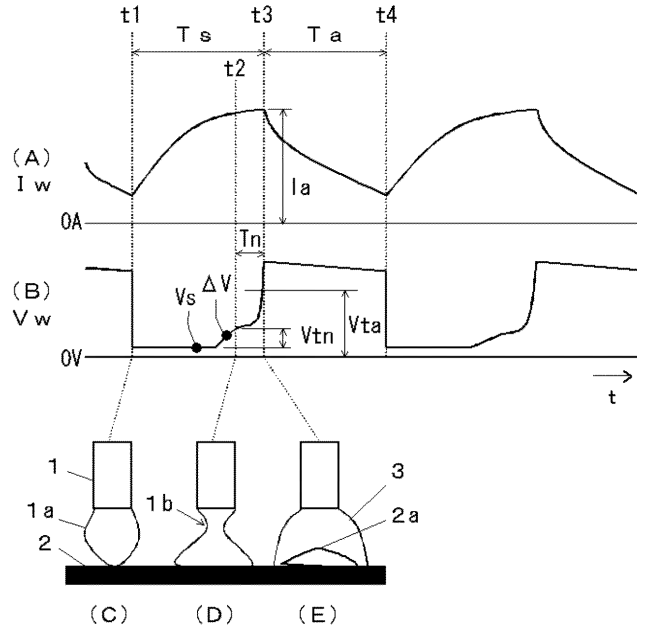
【 図 2 】



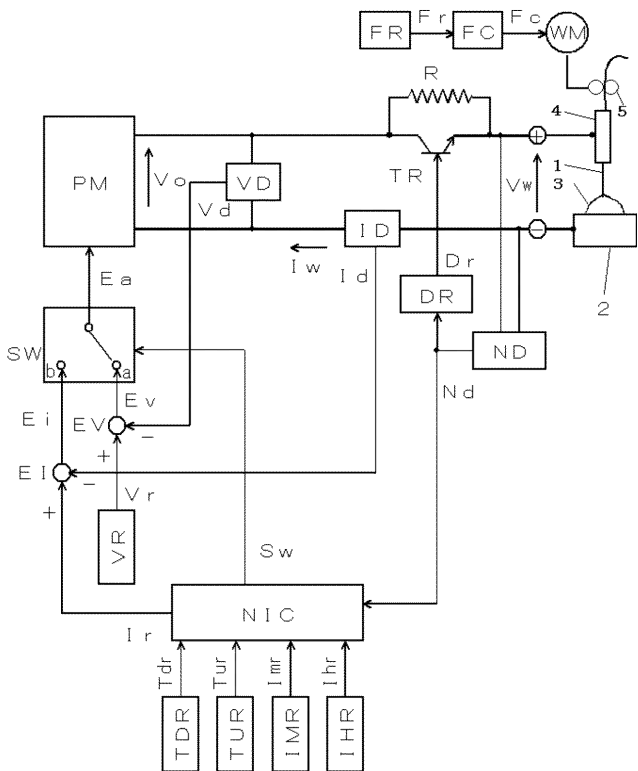
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

