

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4857163号  
(P4857163)

(45) 発行日 平成24年1月18日(2012.1.18)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int. Cl. F I  
**B 2 3 K 9/095 (2006.01)** B 2 3 K 9/095 5 0 5 B  
**B 2 3 K 9/09 (2006.01)** B 2 3 K 9/09

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-89898 (P2007-89898)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成19年3月29日 (2007.3.29)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2008-246524 (P2008-246524A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
(43) 公開日	平成20年10月16日 (2008.10.16)	(74) 代理人	100090158
審査請求日	平成21年9月29日 (2009.9.29)		弁理士 藤巻 正憲
		(72) 発明者	山▲崎▼ 圭
			神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1
			株式会社神戸製鋼所藤沢事業所内
		(72) 発明者	佐藤 英市
			神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1
			株式会社神戸製鋼所藤沢事業所内
		(72) 発明者	中司 昇吾
			神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1
			株式会社神戸製鋼所藤沢事業所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 消耗電極式ガスシールドアーク溶接制御装置及び溶接制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

消耗電極式ガスシールドアーク溶接の溶接電流を制御する溶接制御装置において、溶接中の溶接電圧の時間2階微分値  $d^2 V / dt^2$ 、又は溶接中のアーク抵抗 (= 溶接電圧 / 溶接電流) の時間2階微分値  $d^2 R / dt^2$  を演算し、その値が所定値以上になったときに、溶滴が離脱したこと、又は離脱の直前であることを検出し、検出後、溶接電流を検出時の電流値より低い電流値に切替えることを特徴とする溶接制御装置。

【請求項2】

消耗電極式ガスシールドアーク溶接の溶接電流を制御する溶接制御装置において、溶接中の溶接電圧の時間2階微分値  $d^2 V / dt^2$ 、又は溶接中のアーク抵抗 (= 溶接電圧 / 溶接電流) の時間2階微分値  $d^2 R / dt^2$  を演算する演算部と、前記2階微分値が所定の閾値を超えたときに溶滴の離脱又は離脱直前を検出して検出信号を出力する検出部と、前記検出信号に基づいて溶滴離脱後の溶接電源波形を制御する波形生成器と、溶接電流を出力する出力制御部とを有し、前記波形生成器は、溶滴離脱検出信号が入力されると、波形設定器に設定された期間は、検出時の溶接電流値よりも低い溶接電流値になるように前記出力制御器に制御信号を出力することを特徴とする溶接制御装置。

【請求項3】

溶接電流及び溶接電圧がパルス波形を呈しており、パルスによる電磁ピンチ力を利用して溶滴を離脱させることを特徴とする請求項1又は2に記載の溶接制御装置。

【請求項4】

消耗電極式ガスシールドアーク溶接法により溶接するに際し、溶接中の溶接電圧の時間2階微分値  $d^2 V / dt^2$ 、又は溶接中のアーク抵抗 (= 溶接電圧 / 溶接電流) の時間2階微分値  $d^2 R / dt^2$  を演算し、その値が所定値以上になったときに、溶滴が離脱したこと、又は離脱の直前であることを検出し、検出後、溶接電流を検出時の電流値より低い電流値に切替えることを特徴とする溶接制御方法。

【請求項5】

溶接電流及び溶接電圧がパルス波形を呈しており、パルスによる電磁ピンチ力を利用して溶滴を離脱させることを特徴とする請求項4に記載の溶接制御方法。

【請求項6】

シールドガスとしてCO<sub>2</sub>ガスを使用することを特徴とする請求項4又は5に記載の溶接制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はシールドガス雰囲気中で消耗電極を用いてアーク溶接を行う消耗電極式ガスシールドアーク溶接制御装置及び溶接制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

消耗電極式ガスシールドアーク溶接では、電極ワイヤの消耗に伴い、ワイヤ先端部に溶滴が形成され、その溶滴は重力、アーク反力、電磁ピンチ力、表面張力等の様々な力を受けながら成長した後、離脱し、熔融池に移行する。しかし、その成長過程は極めて不安定であり、溶滴が過大に持ち上げられて変形した場合は、アーク反力の影響を受けながら離脱し、ワイヤ延長方向の熔融池には移行せず、大粒のスパッタとして飛散する。従って、溶滴移行周期は不規則になり、これが熔融池の挙動を不規則にし、上述の現象を助長する。また、溶滴の離脱後、アークがワイヤに移動した際、ワイヤ先端に残留した融液を吹き飛ばし、小粒スパッタを発生させてしまう。このようなスパッタ発生現象は、特に、炭酸ガス単体又は炭酸ガスを含む混合ガスをシールドガスとして使用中・高電流溶接で発生しやすく、このスパッタが溶接構造物の品質を劣化させる。

20

【0003】

このような問題点に対し、特許文献1に開示された従来技術では、炭酸ガスを主成分とするシールドガスを使用したパルスアーク溶接の出力制御装置に関し、電圧又は抵抗の増加により溶滴離脱を検出し、検出した期間から一定期間、電流を低下させることにより、スパッタを抑制している。具体的には、この特許文献1においては、検出電圧又は検出抵抗と基準電圧又は基準抵抗を比較し、検出電圧又は検出抵抗が基準電圧又は基準抵抗を超えた際に検出信号を出力するものと、検出電圧又は検出抵抗の微分値が設定値を超えた場合に、検出信号を出力するものがある。

30

【0004】

【特許文献1】特開平8 - 229680号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

しかしながら、上述した従来の制御装置及び方法では、溶接中に溶接条件を変化させた場合と、ワイヤ突出し長さが変化する場合(例えば、開先内におけるウィーピング溶接等)に、溶滴の離脱を正確に検出することができなくなる。このような検出ミスは、高電流領域で多い。従って、特にスパッタ低減が望まれる高電流領域において、結局スパッタを低減することができず、逆に検出ミスがスパッタを増大させてしまい、溶接構造物の品質を劣化させてしまうことがあった。

【0006】

また、一般に溶滴離脱時の電圧レベル及びその傾きは、毎回の溶滴移行で異なる。一方、比較となる一定基準値を予め設定する場合、その基準値を低めに設定すると、検出ミス

50

の可能性が高い。従って、比較となる基準値を高め設定し、溶滴離脱後、溶滴からワイヤへアークが移った際のアーク長の大きな上昇によって、溶滴離脱の判定を行わざるを得なくなる。即ち、この従来技術においては、完全に溶滴が離脱した後に、波形を制御することになる。この場合、溶滴離脱直後のアークがワイヤに移動した瞬間は離脱時の高電流値のままであり、ワイヤ先端に残留した融液を吹き飛ばして小粒スパッタを発生させてしまうという問題は解決できない。また、この方法を用いても溶滴離脱の検出ミスを十分に防止することはできない。

#### 【0007】

本発明はかかる問題に鑑みてなされたものであり、溶接中に溶接条件を変化させた場合及びワイヤ突出し長さが増加した場合（例えば、ウィーピング溶接した場合）においても正確に溶滴の離脱を検出できると共に、比較対象となる所定基準値の設定によっては、溶滴の離脱直前も検出でき、これにより、溶滴離脱の検出後、検出時の電流より小さい電流に切替えることにより、中・高電流の領域でも、スパッタの発生を防止することができ、更に溶接構造物の品質を向上させることができる溶接制御装置及び溶接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】

#### 【0008】

本発明に係る溶接制御装置は、消耗電極式ガスシールドアーク溶接の溶接電流を制御する溶接制御装置において、溶接中の溶接電圧の時間2階微分値  $d^2 V / dt^2$ 、又は溶接中のアーク抵抗（＝溶接電圧／溶接電流）の時間2階微分値  $d^2 R / dt^2$  を演算し、その値が所定値以上になったときに、溶滴が離脱したことを検出し、検出後、溶接電流を検出時の電流値より低い電流値に切替えることを特徴とする。

#### 【0009】

本発明に係る他の溶接制御装置は、消耗電極式ガスシールドアーク溶接の溶接電流を制御する溶接制御装置において、溶接中の溶接電圧の時間2階微分値  $d^2 V / dt^2$ 、又は溶接中のアーク抵抗（＝溶接電圧／溶接電流）の時間2階微分値  $d^2 R / dt^2$  を演算する演算部と、前記2階微分値が所定の閾値を超えたときに溶滴の離脱又は離脱直前を検出して検出信号を出力する検出部と、前記検出信号に基づいて溶滴離脱後の溶接電源波形を制御する波形生成器と、溶接電流を出力する出力制御部とを有し、前記波形生成器は、溶滴離脱検出信号が入力されると、波形設定器に設定された期間は、検出時の溶接電流値よりも低い溶接電流値になるように前記出力制御部に制御信号を出力することを特徴とする。

#### 【0010】

なお、前記検出部に設定される閾値は、高速度カメラによる観察と波形同期計測実験によって、溶滴離脱現象に伴う前記演算部により演算される2階微分値を求め、適正值を設定する。検出部は、この演算部により演算された2階微分値と閾値とを比較し、溶滴離脱を検出する。

#### 【0011】

本発明に係る溶接制御方法は、消耗電極式ガスシールドアーク溶接法により溶接するに際し、溶接中の溶接電圧の時間2階微分値  $d^2 V / dt^2$ 、又は溶接中のアーク抵抗（＝溶接電圧／溶接電流）の時間2階微分値  $d^2 R / dt^2$  を演算し、その値が所定値以上になったときに、溶滴が離脱したことを検出し、検出後、溶接電流を検出時の電流値より低い電流値に切替えることを特徴とする。

#### 【0012】

本発明においては、例えば、溶接電流及び溶接電圧がパルス波形を呈しており、パルスによる電磁ピンチ力を利用して溶滴を離脱させる。

#### 【0013】

また、シールドガスとしては、 $CO_2$  ガスを使用することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明は、溶接電圧又はアーク抵抗の2階微分値を用いて、溶滴の離脱又はその離脱直前を検出し、溶滴の離脱又は離脱直前を検出した後、直ちに検出時の電流より低い所定の電流に切替えるので、溶接中に溶接条件を変化させた場合及びワイヤ突出し長さが変化した場合（例えばウィーピング溶接等）においても、正確に溶滴の離脱を検出できると共に、比較対象となる所定基準値の設定によっては、溶滴の離脱直前も検出でき、検出後、直ちに検出時の電流より低い所定電流に切替えることにより、中・高電流の領域で大幅なスパッタ低減を実現でき、溶接構造物の品質を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

溶滴が離脱する場合、ワイヤ先端に存在する溶滴の根元がくびれ、そのくびれが進行する結果、溶接電圧及び抵抗が上昇する。また、溶滴が離脱するとアーク長が長くなるため、溶接電圧及び抵抗が上昇する。そして、これらの時間微分値も当然上昇することになる。溶滴がくびれ始め、離脱するまでの間、溶接電圧及び抵抗と、これらの微分値は常に上昇している。従って、従来技術では、これらを検出し、演算し、その結果を所定の閾値と比較することによって、溶滴の離脱を判定していた。

【0016】

しかし、このような溶接電圧及び抵抗の測定値自体又はそれらの微分値を基に、溶滴離脱を判断すると、溶接進行中に溶接条件を変化させた場合及びワイヤ突出し長さが変化する場合（例えば、開先内におけるウィーピング溶接等）、溶滴の離脱を正確に検出することができなくなる。例えば、溶接中にワイヤ突出し長さ、即ち、チップ - 母材間距離を変化させた場合の溶滴離脱時の電圧変化を図1(a)に示す。チップ - 母材間距離が短い場合は、電圧の立上りは緩く、チップ - 母材間距離が長い場合は、電圧の立上りが急峻になっている。また、電圧値レベルそのものも異なることになる。従って、電圧の時間微分値 ( $dv/dt$ ) も図1(b)に示すように異なることになる。これはアーク抵抗でも同様である。即ち、ワイヤ突出し長さが溶接中に変化した場合、溶滴の離脱による電圧の変化又はアーク抵抗の変化と、突出し長さの変化による電圧の変化又はアーク抵抗の変化とが重複し、同一の判定基準では、正確に溶滴の離脱を検出できなくなる。また、溶接中に電流・電圧等の溶接条件を変化させた場合も同様に、電圧値及びアーク抵抗値レベル自体及びその時間微分値を使用する方法では、正確に溶滴離脱を検出できない。

【0017】

一方、図1(b)の線分の傾き、即ち溶接電圧又はアーク抵抗の2階微分値は、図1(c)に示すように、ほぼ同一値である。この2階微分値は、ワイヤ突出し長さ等の溶接条件の影響を大きく受けない。本発明では溶接中の溶接電圧又はアーク抵抗の時間2階微分値を演算し、溶滴の離脱又は離脱の直前を検出し、検出した直後に溶接電流を低くなるように制御するため、溶接中の溶接条件の変化に影響されず、正確に溶滴の離脱を検出できる。

【0018】

以下、本発明の実施形態に係る溶接制御装置の具体的な装置構成について説明する。図2は、本発明の第1実施形態に係る溶接制御装置を示すブロック図である。本実施形態は、溶接電圧の時間2階微分値を使用するものである。3相交流電源（図示せず）に、出力制御素子1が接続されており、この出力制御素子1に与えられた電流は、トランス2、ダイオードからなる整流部3、直流リアクトル8及び溶接電流を検出する電流検出器9を介して、コンタクトチップ4に与えられる。被溶接材7はトランス2の低位電源側に接続されており、コンタクトチップ4内を挿通して給電される溶接ワイヤ5と、被溶接材7との間に溶接アーク6が生起される。

【0019】

コンタクトチップ4と被溶接材7との間の溶接電圧は、電圧検出器10により検出されて出力制御器15に入力される。出力制御器15には、更に、電流検出器9から溶接電流の検出値が入力されており、出力制御器15は、溶接電圧及び溶接電流を基に、ワイヤ5に給電する溶接電流及び溶接電圧を制御している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

電圧検出器 10 により検出された溶接電圧は、溶滴離脱検出部 18 の溶接電圧微分器 11 に入力され、溶接電圧微分器 11 において、時間 1 階微分が演算される。次に、この溶接電圧の 1 階微分値は、2 階微分器 12 に入力され、この 2 階微分器 12 において、溶接電圧の時間 2 階微分が演算される。その後、この時間 2 階微分値は比較器 14 に入力される。2 階微分値設定器 13 に、2 階微分設定値（閾値）が入力されて設定されており、比較器 14 は、2 階微分器 12 からの 2 階微分値と 2 階微分値設定器 13 からの設定値（閾値）とを比較し、2 階微分値が設定値を超えた瞬間に、溶滴離脱検出信号を出力する。この 2 階微分値が設定値を超えた瞬間が、溶滴がワイヤ端から離脱したか、又は離脱の直前であると判定される。

10

## 【 0 0 2 1 】

この溶滴離脱検出信号は、波形生成器 20 に入力され、波形生成器 20 において、溶滴離脱後の溶接電流波形が制御され、出力補正信号が出力制御器 15 に入力される。この波形生成器 20 は、溶滴離脱検出信号が入力されると、波形生成器 20 に設定された期間は、検出時の溶接電流値よりも低い溶接電流値になるように出力制御器 15 に制御信号（出力補正信号）を出力する。波形設定器 19 は、波形生成器 20 において、出力補正信号を出力する期間及び溶接電流を低下させる程度を入力するものであり、波形設定器 19 により、出力補正信号を出力する期間及び溶接電流を低下させる程度が波形生成器 20 に設定される。

## 【 0 0 2 2 】

ここで、溶滴離脱検出信号は、溶滴の離脱またはその直前を検出した場合に出る信号である。溶滴が離脱する際には、ワイヤ先端に存在する溶滴の根元がくびれ、そのくびれが進行する結果、溶接電圧及び抵抗が上昇する。また、溶滴が離脱するとアーク長が長くなるため、溶接電圧及び抵抗が上昇する。これを電圧及び抵抗値またはそれらの微分値で検出した場合、溶接中、溶接条件が変化すると、その溶接条件の変化に影響して、溶滴離脱検出部が、誤検出を頻発し、スパッタを増大させる。しかし、本形態による 2 階微分値による検出の場合、溶接中に溶接条件が変化しても、その変化に影響されず、正確に溶滴の離脱を検出できる。また、溶滴離脱直前のくびれによる電圧またはアーク抵抗の変化に相当する 2 階微分値を 2 階微分値設定器 13 で設定すれば、溶滴離脱直前を検出し、溶接波形を制御できるため、ワイヤ先端に残留した融液を吹き飛ばして小粒スパッタを発生

20

30

## 【 0 0 2 3 】

このように、溶滴の離脱又はその直前を検出した後の出力補正について説明する。波形設定器 19 で電流・電圧等の必要なパラメータを設定する。出力制御器 15 は、電流検出器 9、電圧検出器 10、波形生成器 20 からの信号を入力し、出力制御素子 1 を制御することによって、アークを制御する。溶滴離脱検出信号が波形生成器 20 に入力されない場合、電流検出器 9 の検出電流及び電圧検出器 10 の検出電圧が波形設定器 19 で設定された電流・電圧となるように出力制御素子 1 へ制御信号を出力する。波形生成器 20 は、溶滴離脱検出部 18 の溶滴離脱検出信号を入力すると、波形設定器 19 で設定した期間は、波形設定器 19 で設定した溶接電流になるように出力補正信号を出力制御器 15 に出力する。このときの溶接電流は検出時の溶接電流より低いいため、溶滴を押し上げるアーク反力が弱くなり、溶滴はワイヤ延長方向から大きく反れずに熔融池に移行する。従って、溶滴がスパッタとして飛散しにくくなる。

40

## 【 0 0 2 4 】

次に、特に、溶接電流・電圧がパルス波形を呈しており、パルスによる電磁ピンチ力を利用して溶滴を離脱させる場合について説明する。図 6 は、このパルス波形の一例を示す図である。波形設定器 19 でパルスピーク電流（ $I_{p1}$ 、 $I_{p2}$ ）、パルス幅（ $T_{p1}$ 、 $T_{p2}$ 、 $T_{b1}$ 、 $T_{b2}$ ）、ベース電流（ $I_{b1}$ 、 $I_{b2}$ ）等の必要なパルスパラメータを設定する。出力制御器 15 は、電流検出器 9、電圧検出器 10、波形生成器 20 からの信号を入力し、出力制御素子 1 を制御することによって、パルスアークを制御する。溶滴

50

離脱検出部 18 は波形生成器 20 から離脱検出許可信号が入力された期間のみ離脱検出を有効とする。溶滴離脱検出信号が波形生成器 20 に入力されない場合、電流検出器 9 の検出電流及び電圧検出器 10 の検出電圧が波形設定器 19 で設定されたパルス形状となるように出力制御素子 1 へ制御信号を出力する。前記溶滴離脱検出信号が波形生成器 20 に入力された場合、波形設定器 19 で設定した期間は、波形設定器 19 で設定した溶接電流になるように出力補正信号を出力制御器 15 に出力する。このときの溶接電流は検出時の溶接電流より低いため、溶滴はスパッタとして飛散しにくい。波形設定器 19 で設定した出力補正期間が終了すると、波形設定器 19 で設定したパルス形状となるように再び電流・電圧波形を制御する。

【0025】

10

このように、パルスによる電磁ピンチ力を利用して溶滴を離脱させる場合において、シールドガスとしてアルゴン等の不活性ガスをベースとした混合ガスを用いる場合は、1パルスあたり1溶滴移行となるため、全パルス期間のパルスピーク期間及びピーク期間からベース期間へ移行途中のスロープ期間において、溶滴離脱検出を行えばよい。また、シールドガスとして100%CO<sub>2</sub>を用いる場合は、パルスピーク電流及びパルス幅の異なる2種類のパルス波形を交互に出力し、これら2種のパルス波形は溶滴を離脱させる役割と溶滴を形成させる役割を分担することになる。この場合、溶滴を離脱させるパルスのパルスピーク期間及びピーク期間からベース期間へ移行途中のスロープ期間において、混合ガスを用いる場合と同様に溶滴離脱検出を行えばよい。

【0026】

20

図3は、本発明の第2実施形態に係る溶接制御装置を示すブロック図である。本実施形態の溶滴離脱検出部18は、溶接電圧微分器11の代わりに、アーク抵抗微分器17を設けたものである。電圧検出器10及び電流検出器9の出力は、アーク抵抗算出器16に入力され、アーク抵抗算出器16において、電圧を電流で除することにより、アーク抵抗が算出される。このアーク抵抗の算出値は、アーク抵抗微分器17に入力され、アーク抵抗微分器17で1次微分された後、2階微分器12において、2階微分される。このアーク抵抗の2階微分値は、比較器14において、2階微分設定器13から入力された2階微分設定値(閾値)と比較され、アーク抵抗の2階微分値が、設定値を超えた瞬間に溶滴離脱検出信号が出力される。

【0027】

30

本実施形態も、図2に示す実施形態と同様の作用効果を奏する。

【実施例】

【0028】

次に、本発明の効果を実証するために行った溶接試験の結果について説明する。

【0029】

「実施例1」

図2及び図3に示す第1及び第2実施形態の溶接制御装置を使用して、消耗電極ワイヤとして、ワイヤ径1.2mmのソリッドワイヤを使用し、シールドガスとしてMAG(80%Ar+20%CO<sub>2</sub>)ガスを使用してガスシールドアーク溶接を行った。このときの溶接電流・電圧波形、溶接電圧の時間2階微分値 $d^2V/dt^2$ 、アーク抵抗の時間2階微分値 $d^2R/dt^2$ 、離脱検出信号波形を図4(a)、(b)に示す。溶接条件は、平均電流が240A、平均電圧が30~32V、溶接速度が30cm/分、ワイヤ突出し長さが25mmである。

40

【0030】

図4(a)では、 $d^2V/dt^2$ 又は $d^2R/dt^2$ の変化を捉えて、離脱検出信号が出力された直後に、溶接電流を120Aに切替え、2.0ms経過後、本電流(240A)に戻る様子を示している。また、図4(b)は溶滴の離脱直前を検出した例であり、 $d^2V/dt^2$ 又は $d^2R/dt^2$ の変化を捉えて、離脱検出信号が出力された直後に、溶接電流を120Aに切替え、7.0ms経過後、本電流(240A)に戻る様子を示している。電圧波形中の矢印に示すように、120Aに切替えられた後に溶滴の離脱が行われ

50

ていることがわかる。

【0031】

「実施例2」

第1及び第2実施形態の溶接制御装置を使用して、消耗電極ワイヤとしてワイヤ径1.2mmのソリッドワイヤ、シールドガスとしてCO<sub>2</sub>を用いてパルスアーク溶接を行った。この溶接における溶接電流・電圧波形、溶接電圧の時間2階微分値 $d^2V/dt^2$ 、離脱検出信号波形を図5(a)、(b)に示す。また、図6はこのパルス波形を示す。この図6に示すように、パルスピーク電流 $I_{p1}$ 、 $I_{p2}$ 及びパルス幅 $T_{p1}$ 、 $T_{p2}$ が異なる2種類のパルス波形を交互に出力し、図5中の第1パルス( $I_{p1}$ 、 $T_{p1}$ )にて溶滴を離脱させ、図5中の第2パルス( $I_{p2}$ 、 $T_{p2}$ )にて溶滴を形成させることにより、10

1周期あたり1溶滴移行を実現することができた。第1パルスのピーク期間又は立下がりスロープ期間において、溶滴離脱許可信号を出力し、溶滴の離脱又はその直前を検出した後、直ちに検出時の電流より低い所定電流に切替えた。ここでは平均電流300A、平均電圧35~36V、溶接速度30cm/分、ワイヤ突出し長さ25mmの溶接条件を用いた。図5(a)では $d^2V/dt^2$ の変化(矢印に示す)を捉えて、離脱検出信号が出力された後、直ちに、検出時の電流より低い150Aに切替えられている。また、図5(b)は、溶滴の離脱直前を検出した例であり、電圧波形中の矢印に示すように、検出時の電流値より低い150Aに切替えられた後に溶滴の離脱が行われていることがわかる。

【0032】

「実施例3」

図2及び図3に示す溶接制御装置を使用して、消耗電極ワイヤとして、ワイヤ径1.2mmのソリッドワイヤ、シールドガスとしてMAG(80%Ar+20%CO<sub>2</sub>)ガスを用いたガスシールドアーク溶接及び100%CO<sub>2</sub>ガスを用いたパルスアーク溶接を行った。下向きすみ肉溶接において、ウィーピング幅6.0mm、ウィーピング周波数2Hzの条件で溶接し、溶接中、時々刻々、ワイヤ突出し長さが増加する状況にて、従来技術(電圧の時間微分値 $dV/dt$ による検出)と本発明(電圧の時間2階微分値 $d^2V/dt^2$ による検出)の溶滴離脱検出成功率を比較した。平均電流は300A、電圧は各シールドガスに応じた適正電圧に設定し、溶接速度及びワイヤ突出し長さは実施例1及び実施例2と同様である。高速度カメラ画像と電流・電圧波形、離脱検出信号波形の同期計測を使用し、溶接中10秒間の全溶滴移行について、離脱検出成功率を求めた。その結果を、図7に示す。シールドガスとしてMAG(80%Ar+20%CO<sub>2</sub>)ガスを用いたガスシールドアーク溶接及び100%CO<sub>2</sub>ガスを用いたパルスアーク溶接のいずれの溶接法においても、本発明では離脱検出成功率が大幅に向上している。 30

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の原理を説明する図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る溶接制御装置を示すブロック図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る溶接制御装置を示すブロック図である。

【図4】(a)、(b)は、実施例1の溶接電流・電圧波形、溶接電圧の時間2階微分値 $d^2V/dt^2$ 、アーク抵抗の時間2階微分値 $d^2R/dt^2$ 、離脱検出信号波形を示すグラフ図である。 40

【図5】(a)、(b)は、実施例2の溶接電流・電圧波形、溶接電圧の時間2階微分値 $d^2V/dt^2$ 、離脱検出信号波形を示すグラフ図である。

【図6】パルス波形を示す図である。

【図7】溶接中10秒間の全溶滴移行についての離脱検出成功率を示すグラフ図である。

【符号の説明】

【0034】

- 1 出力制御素子
- 2 トランス
- 3 整流部

10

20

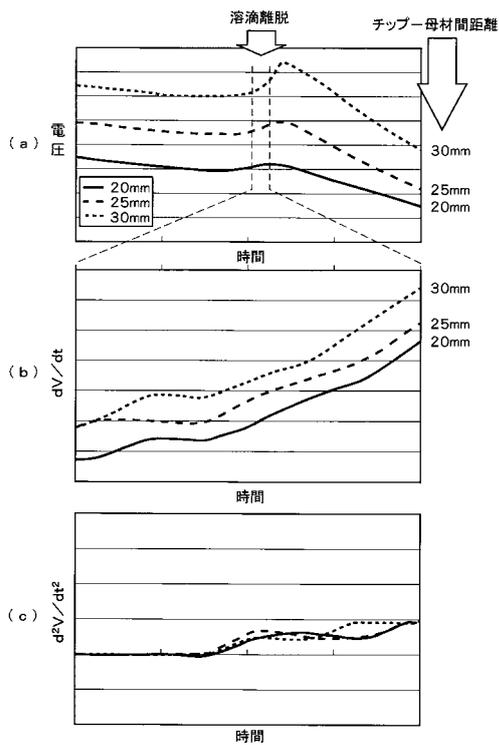
30

40

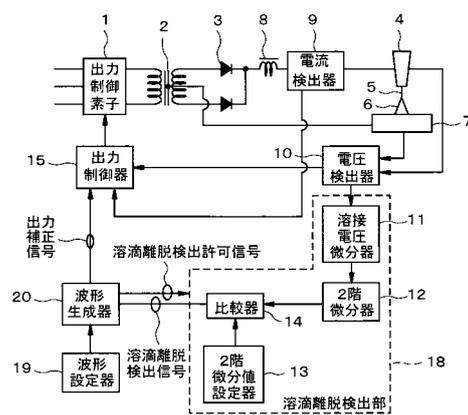
50

- 4     コンタクトチップ
- 5     ワイヤ
- 6     アーク
- 7     被溶接材
- 8     リアクトル
- 9     溶接電流検出器
- 10    溶接電圧検出器
- 11    溶接電圧微分器
- 12    2階微分器
- 13    2階微分値設定器
- 14    比較器
- 15    出力制御器
- 16    アーク抵抗算出器
- 17    アーク抵抗微分器
- 18    溶滴離脱検出部
- 19    波形設定器
- 20    波形生成器

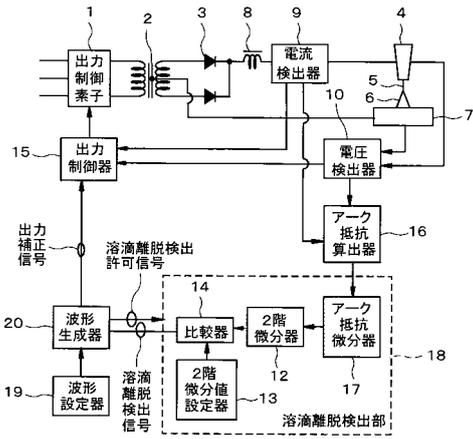
【図1】



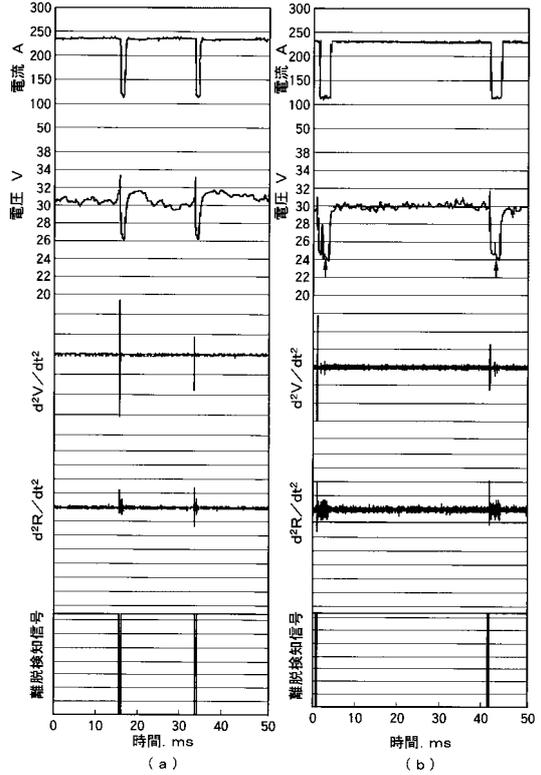
【図2】



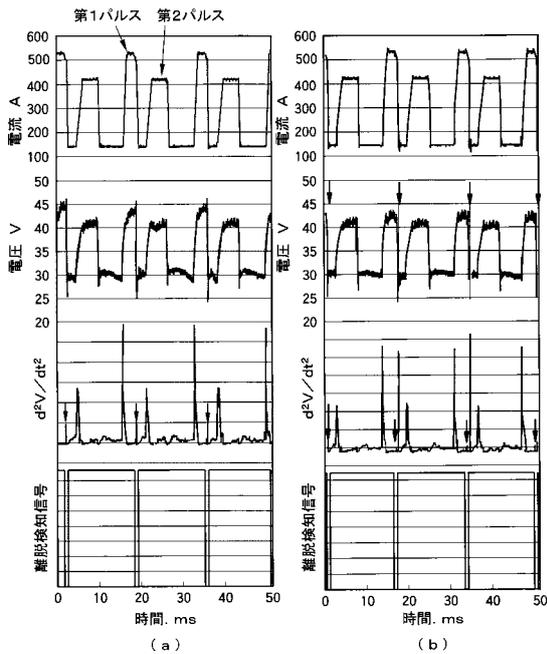
【図3】



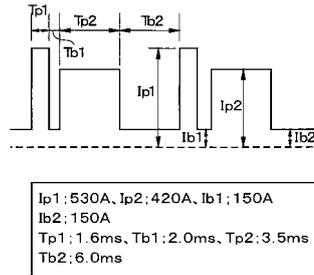
【図4】



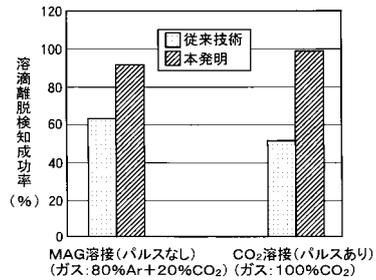
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 本間 正浩  
神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1 株式会社神戸製鋼所藤沢事業所内
- (72)発明者 鈴木 啓一  
神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1 株式会社神戸製鋼所藤沢事業所内

審査官 中島 昭浩

- (56)参考文献 特開2007-253232(JP,A)  
特開2006-247710(JP,A)  
特開2001-334365(JP,A)  
特開2001-321942(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| B23K | 9/095 |
| B23K | 9/09  |
| B23K | 9/073 |