(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3641174号

(P3641174)

(45)発行日　平成17年4月20日(2005.4.20)　(24)登録日　平成17年1月28日(2005.1.28)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
B23K 9/173	B23K	9/173	C
B23K 9/073	B23K	9/073	530
B23K 9/09	B23K	9/09	
B23K 9/095	B23K	9/095	501A

請求項の数 10　(全 29 頁)

(21)出願番号　特願平11-333234
(22)出願日　平成11年11月24日(1999.11.24)
(65)公開番号　特開2001-150138(P2001-150138A)
(43)公開日　平成13年6月5日(2001.6.5)
審査請求日　平成14年9月11日(2002.9.11)

(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　仝　紅軍
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　高橋　憲人
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　塩崎　秀男
大阪市淀川区田川２丁目１番１１号　株式会社ダイヘン内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】交流パルスアーク溶接の制御方法及び溶接電源装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

溶接電流を溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間の間は溶滴移行をさせるピーク電流を通電し、続けて溶接電流を被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間の間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流を通電し、続けて前記電極プラス極性でベース電流通電時間の間は溶滴移行をさせないベース電流を通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法において、前記ベース電流通電時間の開始時点から予め設定した検出待機時間経過時点のベース電圧値を再点弧ベース電圧値として検出し、その検出値が１周期よりも前の検出値と予め設定した再点弧ベース電圧判別値との加算値よりも大きいときは、その時点から次周期の前記ピーク電流通電時間の開始時点までの期間は前記ベース電流に代えて前記ベース電流よりも大きな値に予め設定したアーク切れ防止電流を通電することによってアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接制御方法。

【請求項２】

溶接電流を溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間の間は溶滴移行をさせるピーク電流を通電し、続けて溶接電流を被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間の間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流を通電し、続けて前記電極プラス極性でベース電流通電時間の間は溶滴移行をさせないベース電流を通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通

電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法において、前記ベース電流通電時間の開始時点から予め設定した検出待機時間経過時点のベース電圧値を再点弧ベース電圧値として検出し、その検出値が１周期よりも前の検出値と予め設定した再点弧ベース電圧判別値との加算値よりも大きいときは、その時点から次周期の前記ピーク電流通電時間を開始して前記ピーク電流を通電することによってアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接制御方法。

【請求項３】

溶接電流を溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間の間は溶滴移行をさせるピーク電流を通電し、続けて溶接電流を被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間の間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流を通電し、続けて前記電極プラス極性でベース電流通電時間の間は溶滴移行をさせないベース電流を通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法において、前記ベース電流通電時間の期間中にベース電圧上昇率を検出して、その検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値よりも大きくなったときは、その時点から次周期のピーク電流通電時間の開始時点までの期間は前記ベース電流に代えて前記ベース電流よりも大きな値に予め設定したアーク切れ防止電流を通電することによってアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接制御方法。

【請求項４】

溶接電流を溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間の間は溶滴移行をさせるピーク電流を通電し、続けて溶接電流を被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間の間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流を通電し、続けて前記電極プラス極性でベース電流通電時間の間は溶滴移行をさせないベース電流を通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法において、前記ベース電流通電時間の期間中にベース電圧上昇率を検出して、その検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値よりも大きくなったときは、その時点から次周期の前記ピーク電流通電時間を開始して前記ピーク電流を通電することによってアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接制御方法。

【請求項５】

前記１周期よりも前の検出値が数周期乃至数十周期前の検出値の平均値である請求項１又は請求項２の交流パルスアーク溶接制御方法。

【請求項６】

溶接電流を溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間の間は溶滴移行をさせるピーク電流を通電し、続けて溶接電流を被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間の間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流を通電し、続けて前記電極プラス極性でベース電流通電時間の間は溶滴移行をさせないベース電流を通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接電源装置において、溶接電圧を検出する溶接電圧検出回路と、検出待機時間を設定する検出待機時間設定回路と、前記ベース電流値よりも大きな値のアーク切れ防止電流を設定するアーク切れ防止電流設定回路と、前記ベース電流通電時間の開始時点から前記検出待機時間経過時点のベース電圧値を再点弧ベース電圧値として検出する過程及びその検出値が１周期よりも前の検出値と予め設定した再点弧ベース電圧判別値との加算値よりも大きいかを判定する過程及び前記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の前記ピーク電流通電時間の開始時点までの期間は前記ベース電流に代えて前記アーク切れ防止電流に相当する電流設定信号を出力する過程とから成る電流波形制御回路とから構成されて、前記電流設定信号によって溶接電流の通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置。

【請求項７】

溶接電流を溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間の間は溶滴移行をさせるピーク電流を通電し、続けて溶接電流を被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間の間は溶滴移行を

させない電極マイナス電流を通電し、続けて前記電極プラス極性でベース電流通電時間の間は溶滴移行をさせないベース電流を通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接電源装置において、溶接電圧を検出する溶接電圧検出回路と、検出待機時間を設定する検出待機時間設定回路と、前記ベース電流通電時間の開始時点から前記検出待機時間経過時点のベース電圧値を再点弧ベース電圧値として検出する過程及びその検出値が１周期よりも前の検出値と予め設定した再点弧ベース電圧判別値との加算値よりも大きいかを判定する過程及び前記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の前記ピーク電流通電時間を開始して前記ピーク電流に相当する電流設定信号を出力する過程から成る電流波形制御回路とから構成されて、前記電流設定信号によって溶接電流の通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置。

【請求項８】

溶接電流を溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間の間は溶滴移行をさせるピーク電流を通電し、続けて溶接電流を被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間の間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流を通電し、続けて前記電極プラス極性でベース電流通電時間の間は溶滴移行をさせないベース電流を通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接電源装置において、溶接電圧を検出する溶接電圧検出回路と、前記ベース電流値よりも大きな値のアーク切れ防止電流を設定するアーク切れ防止電流設定回路と、前記ベース電流通電時間の期間中にベース電圧上昇率を検出する過程及びその検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値よりも大きくなったかを判定する過程及び前記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の前記ピーク電流通電時間の開始時点までの期間は前記ベース電流に代えて前記アーク切れ防止電流に相当する電流設定信号を出力する過程とから成る電流波形制御回路とから構成されて、前記電流設定信号によって溶接電流の通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置。

【請求項９】

溶接電流を溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間の間は溶滴移行をさせるピーク電流を通電し、続けて溶接電流を被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間の間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流を通電し、続けて前記電極プラス極性でベース電流通電時間の間は溶滴移行をさせないベース電流を通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接電源装置において、溶接電圧を検出する溶接電圧検出回路と、前記ベース電流値よりも大きな値のアーク切れ防止電流を設定するアーク切れ防止電流設定回路と、前記ベース電流通電時間の期間中にベース電圧上昇率を検出する過程及びその検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値よりも大きくなったかを判定する過程及び前記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の前記ピーク電流通電時間を開始して前記ピーク電流に相当する電流設定信号を出力する過程から成る電流波形制御回路とから構成されて、前記電流設定信号によって溶接電流の通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置。

【請求項１０】

前記１周期よりも前の検出値が数周期乃至数十周期前の検出値の平均値である請求項６又は請求項７の交流パルスアーク溶接電源装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、消耗電極交流パルスアーク溶接において、電極の極性切換後に発生しやすい再点弧後のアーク切れを防止して、被溶接物の溶接品質を良好にすることができる交流パルスアーク溶接制御方法及び溶接電源装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

交流パルスアーク溶接方法は、溶接ワイヤを予め設定した送給速度で送給すると共に、溶

接ワイヤが陽極となり被溶接物が陰極となる電極プラス極性（以下、ＥＰ極性という）のアーク発生期間と、溶接ワイヤが陰極となり被溶接物が陽極となる電極マイナス極性（以下、ＥＮ極性という）のアーク発生期間とを交互に繰り返す溶接方法である。したがって、溶接電流は、ＥＰ極性期間中は溶接ワイヤから被溶接物に向かって通電し、ＥＮ極性期間中は被溶接物から溶接ワイヤに向かって通電する。

【０００３】

交流パルスアーク溶接方法は、アルミニウム及びその合金（以下、アルミニウム合金等という）、ステンレス鋼、鉄鋼等の溶接に使用されており、特にそれらの被溶接材の板厚が数［mm］以下の薄板であるときに使用されることが多い。交流パルスアーク溶接方法が薄板の溶接に多く使用される理由は、以下のとおりである。すなわち、交流パルスアーク溶接において、ＥＰ極性期間には被溶接物が陰極となりその陰極降下電圧によって被溶接物への入熱は大きくなる。一方、ＥＮ極性期間には被溶接物が陽極となりその陽極降下電圧によって被溶接物へ入熱されるが、その陽極降下電圧値は上記の陰極降下電圧値に比べて小さいために、被溶接物への入熱は小さくなる。そこで、交流パルスアーク溶接方法では、ＥＰ極性期間とＥＮ極性期間との時間比率を制御することによって、被溶接物への入熱の大きさを任意に調整することができる。薄板の溶接では被溶接物への入熱が大きすぎると溶け落ちが生じ、逆に入熱が小さすぎると溶け込み不良が生じてどちらの場合も溶接欠陥となる。したがって、上述したように被溶接物への入熱を制御することができる交流パルスアーク溶接方法は、薄板の溶接に適している。

【０００４】

図１は、交流パルスアーク溶接方法の電流・電圧波形図であり、同図（Ａ）は溶接電流Ｉｗの時間変化を示しており、同図（Ｂ）は溶接電圧Ｖｗの時間変化を示している。以下、同図を参照して説明する。

【０００５】

▲１▼　時刻ｔ１～ｔ２の期間（ピーク電流通電時間Ｔｐ）

同図（Ａ）に示すように、ＥＰ極性においてピーク電流通電時間Ｔｐの間はピーク電流Ｉｐが通電する。通常、このピーク電流通電時間Ｔｐ及びピーク電流Ｉｐの両値は、溶接ワイヤがアーク熱によって１パルス１溶滴移行するように予め設定する。また、同図（Ｂ）に示すようにピーク電流通電時間Ｔｐの間はピーク電流Ｉｐに対応したピーク電圧Ｖｐが、溶接ワイヤ（＋）と被溶接物（－）との間に印加する。

【０００６】

▲２▼　時刻ｔ２～ｔ３の期間（電極マイナス電流通電時間Ｔen）

時刻ｔ２において、ＥＰ極性からＥＮ極性へ切り換わり、同図（Ａ）に示すように電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は電極マイナス電流Ｉenが通電する。通常、この電極マイナス電流通電時間Ｔen及び電極マイナス電流Ｉenの両値は、被溶接物の材質、板厚、形状等に応じて適正値に予め設定する。

また、同図（Ｂ）に示すように、時刻ｔ２の極性切換時点においてＥＰ極性期間のアークが消滅し、その後瞬時にＥＮ極性期間のアークが再点弧するためには、極性切換時に約２００［Ｖ］～５００［Ｖ］程度の高電圧の再点弧電圧Ｖrsを印加する必要がある。極性切換時において、この再点弧電圧Ｖrsの印加がない場合又はその印加電圧値が低い場合には、ＥＮ極性期間のアークの再点弧に失敗して、アーク切れが発生する。時刻ｔ２において、上記の再点弧電圧Ｖrsの印加によってＥＮ極性期間のアークが再点弧すると、上記の電極マイナス電流通電時間Ｔenの間、電極マイナス電流Ｉenに対応した電極マイナス電圧Ｖenが溶接ワイヤ（－）と被溶接物（＋）との間に印加する。

【０００７】

▲３▼　時刻ｔ３～ｔ４の期間（ベース電流通電時間Ｔｂ）

時刻ｔ３において、再びＥＮ極性からＥＰ極性へ切り換わり、同図（Ａ）に示すようにベース電流通電時間Ｔｂの間は予め設定したベース電流Ｉｂが通電する。このベース電流通電時間Ｔｂは、以下に示すベース電流通電時間制御（以下、Ｔｂ制御という）によって決まる。すなわち、ピーク電流通電時間Ｔｐ期間中のピーク電圧値Ｖｐと予め設定した電圧

設定値Ｖｓとの偏差の積分値∫（Ｖｐ－Ｖｓ）ｄｔと、ベース電流通電時間Ｔｂ期間中のベース電圧値Ｖｂと上記の電圧設定値Ｖｓとの偏差の積分値∫（Ｖｂ－Ｖｓ）ｄｔとの加算値が略零となるように次式によってベース電流通電時間Ｔｂが決まる。

∫（Ｖｐ－Ｖｓ）ｄｔ＋∫（Ｖｂ－Ｖｓ）ｄｔ＝０　　（１）式

また、同図（Ｂ）に示すように、時刻ｔ３の極性切換時点においてＥＮ極性期間のアークが消滅し、その後瞬時にＥＰ極性期間のアークが再点弧するためには、上記の▲２▼項と同様に再点弧電圧Ｖrsを印加する必要がある。ＥＰ極性期間のアークが再点弧すると、上記のベース電流通電時間Ｔｂの間は、ベース電流Ｉｂに対応したベース電圧Ｖｂが溶接ワイヤ（＋）と被溶接物（－）との間に印加する。

時刻ｔ４以後、上記の▲１▼項～▲３▼項の動作を繰り返して溶接が行われる。

【０００８】

図２は、上述した交流パルスアーク溶接方法を実施するための従来技術の溶接電源装置（以下、従来装置という）のブロック図である。以下、同図を参照して、各回路ブロックを説明する。

商用電源ＡＣは本溶接電源装置の入力電源であり、通常は３相２００／２２０［Ｖ］が多く使用されている。

出力制御回路ＩＮＶは、商用電源ＡＣを整流する１次側整流回路と、整流されたリップルのある電圧を平滑する平滑回路と、平滑された直流電圧を高周波交流に変換するインバータ回路と、上記のインバータ回路を形成するパワートランジスタのドライブ回路と、後述する誤差増幅信号Ｅａを制御信号として上記のインバータ回路のＰＷＭ制御を行うＰＷＭ制御回路とから構成される。

【０００９】

高周波変圧器ＩＮＴは、上記の高周波交流を溶接アーク負荷に適した電圧値に降圧する。

２次側整流器Ｄ2a～Ｄ2dは、降圧された高周波交流を直流に整流する。

再点弧電圧印加回路ＶＲＳは、後述するＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐ又はＥＮ切換時再点弧信号ＣｎがＨｉｇｈレベルの間は、図１で前述したように再点弧電圧Ｖrsを印加する。ＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐは、ＥＮ極性からＥＰ極性への極性切換時に数百［μs］の間Ｈｉｇｈレベルとなり、その間は図２に示すプラス電位点Ａ１（＋）と零電位点Ａ０（０Ｖ）との間に正電圧の再点弧電圧Ｖrsが印加されて、その結果、溶接ワイヤ１（＋）と被溶接物２（０Ｖ）との間に正電圧の再点弧電圧Ｖrsが印加される。一方、ＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎは、ＥＰ極性からＥＮ極性への切換時に数百［μs］の間Ｈｉｇｈレベルとなり、その間は図２に示すマイナス電位点Ａ２（－）と零電位点Ａ０（０Ｖ）との間に上記とは異なる負電圧の再点弧電圧Ｖrsが印加されて、その結果、溶接ワイヤ１（－）と被溶接物２（０Ｖ）との間に負電圧の再点弧電圧Ｖrsが印加される。

【００１０】

ＥＰ極性トランジスタＰＴＲは、後述するＥＰ極性ドライブ信号ＰｄがＨｉｇｈレベルのときにオン状態となり、ＥＰ極性期間となる。ＥＮ極性トランジスタＮＴＲは、後述するＥＮ極性ドライブ信号ＮｄがＨｉｇｈレベルのときにオン状態となり、ＥＮ極性期間となる。ＥＰ極性ドライブ信号ＰｄとＥＮ極性ドライブ信号Ｐｄとは、互いに論理的に反転した関係にあるので、どちらか一方がＨｉｇｈレベルのときは他方はＬｏｗレベルにある。

リアクトルＷＬは、上記のＥＰ極性トランジスタＰＴＲ又はＥＮ極性トランジスタＮＴＲを通電するリップルのある電圧を平滑してアーク３に供給する。図１で前述したＥＰ極性期間中のピーク電流Ｉｐ及びベース電流Ｉｂは、Ｄ2a又はＤ2b→ＰＴＲ→ＷＬ→溶接ワイヤ１→被溶接物２の経路で通電する。一方、ＥＮ極性期間中の電極マイナス電流Ｉenは、被溶接物２→溶接ワイヤ１→ＮＴＲ→ＷＬ→Ｄ2c又はＤ2dの経路で通電する。

【００１１】

溶接ワイヤ１は、予め設定した送給速度でワイヤ送給装置の送給ロール５ａによって溶接トーチ４を通って送給されると共に、溶接トーチ先端部のコンタクトチップから給電されて、被溶接物２との間にアーク３が発生する。

溶接電圧検出回路ＶＤは、コンタクトチップ・被溶接物間又は溶接電源装置の出力端子間

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Ａ／Ｄ変換回路ＡＤＶは、上記の溶接電圧検出信号Ｖｄを入力としてＡ／Ｄ変換した溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvを出力する。電圧設定回路ＶＳは、予め設定した電圧設定信号Ｖｓを出力する。ピーク電流通電時間設定回路ＴＰは、予め設定したピーク電流通電時間設定信号Ｔｐを出力する。電極マイナス電流通電時間設定回路ＴＥＮは、予め設定した電極マイナス電流通電時間設定信号Ｔenを出力する。ピーク電流設定回路ＩＰは、予め設定したピーク電流設定信号Ｉｐを出力する。ベース電流設定回路ＩＢは、予め設定したベース電流設定信号Ｉｂを出力する。電極マイナス電流設定回路ＩＥＮは、予め設定した電極マイナス電流設定信号Ｉenを出力する。

【００１２】

電流波形制御回路ＷＣは、上記の溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdv、電圧設定信号Ｖｓ、ピーク電流通電時間設定信号Ｔｐ、電極マイナス電流通電時間Ｔen、ピーク電流設定信号Ｉｐ、ベース電流設定信号Ｉｂ及び電極マイナス電流設定信号Ｉenを入力として、それらの信号をソフトウェアで処理して電流設定信号Ｉｓ、極性切換信号Ｐｎ、ＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐ及びＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎを出力する。このソフトウェア処理の詳細は、図３及び図４で後述する。さらに、上記の出力信号の詳細な動作は図５で後述する。ドライブ回路ＤＶは、上記の極性切換信号Ｐｎを入力として、極性切換信号ＰｎがＨｉｇｈレベルのときにＨｉｇｈレベルとなるＥＰ極性ドライブ信号Ｐｄと、極性切換信号ＰｎがＬｏｗレベルのときにＨｉｇｈレベルとなるＥＮ極性ドライブ信号Ｎｄとを出力する。

【００１３】

電流設定Ｄ／Ａ変換回路ＤＡＩは、上記の電流設定信号Ｉｓを入力として、Ｄ／Ａ変換した電流設定Ｄ／Ａ変換信号Daiを出力する。溶接電流検出回路ＩＤは、交流の溶接電流Ｉｗを検出して、溶接電流検出信号Ｉｄを出力する。溶接電流絶対値回路ＩＡは、上記の交流の溶接電流検出信号Ｉｄを入力としてその絶対値である溶接電流絶対値信号Ｉａを出力する。誤差増幅回路ＥＡは、上記の電流設定Ｄ／Ａ変換信号Daiと溶接電流絶対値信号Ｉａとの誤差を増幅して、誤差増幅信号Ｅａを出力する。前述したように、この誤差増幅信号Ｅａを制御信号として溶接電源装置の出力制御を行う。

以上の回路ブロック構成によって、電流設定信号Ｉｓに対応する溶接電流Ｉｗを通電することができるので、図１で前述した交流パルスアーク溶接方法の溶接電流Ｉｗ及び溶接電圧Ｖｗを出力することができる。

【００１４】

図３及び図４は、上述した従来装置の電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理を示すフローチャートである。以下、同図を参照して各ステップごとの処理を説明する。

ステップＳＴ１０１において、ピーク電流通電時間設定信号Ｔｐ，電極マイナス電流通電時間設定信号Ten，ピーク電流設定信号Ｉｐ，ベース電流設定信号Ｉｂ，電極マイナス電流設定信号Ｉenを外部の設定回路からソフトウェアに読み込む。さらに、ソフトウェアで使用する変数である波形カウンタ変数ｎ及び電圧偏差積分変数Ｖｉを零にリセットする。

ステップＳＴ１０２において、割り込みが発生したかを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ１０３に進み、ＮＯならば割り込みが発生するまで待機する。割り込みは、数十～数百［μs］程度に予め設定した割り込み時間ΔＴごとに発生する。溶接電源装置全体のソフトウェア処理には、電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理以外にも溶接ワイヤの送給制御、シールドガスの放流制御等のシーケンス処理もある。このために、電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理を必ず一定時間ごとに処理するために、割り込み処理を行っている。

ステップＳＴ１０３において、波形カウンタ変数ｎに１を加算し、外部の設定回路からソフトウェアに電圧設定信号Ｖｓを読み込む。

【００１５】

ステップＳＴ１０４において、上記の波形カウンタ変数ｎと割り込み時間ΔＴとの乗算値が、ピーク電流通電時間設定信号Ｔｐ以下かを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ１０５へ進み、ＮＯならばステップＳＴ１０８に進む。判定がＹＥＳのときに進むステップＳ

Ｔ１０５～ＳＴ１０７では、ＥＰ極性へ切り換えてピーク電流Ｉｐを通電するための処理を行う。
ステップＳＴ１０５において、極性切換信号Ｐｎに１を代入し，電流設定信号Ｉｓにピーク電流設定信号Ｉｐを代入する。前述したように、極性切換信号Ｐｎが１（Ｈｉｇｈレベル）になるとＥＰ極性になり、電流設定信号Ｉｓがピーク電流設定信号Ｉｐになるのでピーク電流Ｉｐが通電する。
ステップＳＴ１０６において、溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdv及びベース電流設定信号Ｉｂを外部回路からソフトウェアに読み込む。
ステップＳＴ１０７において、上記の溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvから上記の電圧設定信号Ｖｓを減算した値を、電圧偏差積分変数Ｖｉに加算する。このステップでは、前述した（１）式に基づくＴｂ制御によってベース電流通電時間Ｔｂを決めるための（１）式の第１項∫（Ｖｐ－Ｖｓ）ｄｔの積分を行っている。

【００１６】

ステップＳＴ１０８において、波形カウンタ変数ｎと割り込み時間ΔＴとの乗算値が、ピーク電流通電時間設定信号Ｔｐと電極マイナス電流通電時間Ｔenとの加算値以下かを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ１０９へ進み、ＮＯならばステップＳＴ１１１に進む。
判定がＹＥＳのときに進むステップＳＴ１０９及びＳＴ１１０では、ＥＮ極性へ切り換えて電極マイナス電流Ｉenを通電するための処理を行う。
ステップＳＴ１０９において、極性切換信号Ｐｎに０を代入し，電流設定信号Ｉｓに電極マイナス電流設定信号Ｉenを代入する。前述したように、極性切換信号Ｐｎが０（Ｌｏｗレベル）になるとＥＮ極性になり、電流設定信号Ｉｓが電極マイナス電流設定信号Ｉenになるので電極マイナス電流Ｉenが通電する。
ステップＳＴ１１０において、極性切換信号Ｐｎが１から０に変化したこと（ＥＰ極性からＥＮ極性に切り換わったこと）をトリガとして、ＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎを微小時間の間１（Ｈｉｇｈレベル）にする。このステップでは、ＥＮ極性に切り換わった直後の微小時間の間ＥＮ切換時再点弧信号ＣｎがＨｉｇｈレベルになるので、その間は再点弧電圧Ｖrsが印加される。

【００１７】

ステップＳＴ１１１において、図４で後述するＴｂ制御処理サブルーチンを呼び出す。このステップでは、再びＥＰ極性に切り換えて、ベース電流通電時間Ｔｂの制御を行い、その間はベース電流Ｉｂを通電する処理を行う。
ステップＳＴ１１２において、極性切換信号Ｐｎ,ＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎ,ＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐ及び電流設定信号Ｉｓを外部回路に出力する。
ステップＳＴ１１３において、溶接終了かを判定して、ＹＥＳならば処理を終了し、ＮＯならばステップＳＴ１０２に戻る。
以上の一巡の処理を割り込み時間ΔＴごとに繰り返し行う。

【００１８】

図４は、上述したＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。以下、同図を参照して各ステップごとの処理を説明する。
ステップＳＴ２０１において、溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvを外部回路からソフトウェアに読み込む。
ステップＳＴ２０２において、上記の溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvから上記の電圧設定信号Ｖｓを減算した値を、電圧偏差積分変数Ｖｉに加算する。このステップでは、前述した（１）式に基づくＴｂ制御によってベース電流通電時間Ｔｂを決めるために、前述した図３のステップＳＴ１０７で既に演算した（１）式の第１項∫（Ｖｐ－Ｖｓ）ｄｔの積分値に、このステップで演算する（１）式の第２項∫（Ｖｂ－Ｖｓ）ｄｔの積分値を加算している。
ステップＳＴ２０３において、上記の電圧偏差積分変数Ｖｉが零と等しいかを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ２０４に進み、ＮＯならばステップＳＴ２０５に進む。このステップでは、前述した（１）式が成立するかを判定して、ＹＥＳならばベース電流通電時

間Ｔｂを終了する処理（ＳＴ２０４）に進む。
【００１９】
ステップＳＴ２０４において、波形カウンタ変数ｎ及び電圧偏差積分変数Ｖｉを零にリセットする。このステップでは、ベース電流通電時間Ｔｂを終了する処理を行う。
ステップＳＴ２０５において、極性切換信号Ｐｎに１を代入し，電流設定信号Ｉｓにベース電流設定信号Ｉｂを代入する。前述したように、極性切換信号Ｐｎが１（Ｈｉｇｈレベル）になるとＥＰ極性になり、電流設定信号Ｉｓがベース電流設定信号Ｉｂになるのでベース電流Ｉｂが通電する。
ステップＳＴ２０６において、極性切換信号Ｐｎが０から１に変化したこと（ＥＮ極性からＥＰ極性に切り換わったこと）をトリガとして、ＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐを微小時間の間１（Ｈｉｇｈレベル）にする。このステップでは、ＥＰ極性に切り換わった直後の微小時間の間はＥＰ切換時再点弧信号ＣｐがＨｉｇｈレベルになるので、その間は再点弧電圧Ｖrsが印加される。
ステップＳＴ２０７において、このサブルーチンの処理を終了して図３で示すメインルーチンに戻る。
【００２０】
図５は、図２乃至図４で前述した従来技術の溶接電源装置における各信号のタイミングチャートである。同図（Ａ）は電流設定信号Ｉｓの時間変化を示しており、同図（Ｂ）は溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvの時間変化を示しており、同図（Ｃ）は電圧偏差積分変数Ｖｉの時間変化を示しており、同図（Ｄ）は極性切換信号Ｐｎの時間変化を示しており、同図（Ｅ）はＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐの時間変化を示しており、同図（Ｆ）はＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎの時間変化を示している。なお、上記の電流設定信号Ｉｓに相当する溶接電流Ｉｗが通電するので、同図（Ａ）は溶接電流Ｉｗの時間変化を示し、また上記の溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvは溶接電圧Ｖｗの検出信号であるので、同図（Ｂ）は溶接電圧Ｖｗの時間変化を示す。
【００２１】
▲１▼　時刻ｔ１～ｔ２（ピーク電流通電時間Ｔｐ）
同図（Ａ）に示すように、この期間の電流設定信号Ｉｓは、ピーク電流設定信号Ｉｐとなり、ピーク電流Ｉｐが通電する。また、同図（Ｂ）に示すように、この期間の溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvは、ピーク電圧Ｖｐとなり、その値は電圧設定信号Ｖｓよりも大きくなる。
同図（Ｃ）に示すように、電圧偏差積分変数Ｖｉは、前述した（１）式の第１項∫（Ｖｐ－Ｖｓ）ｄｔの演算値となり、Ｖｐ＞Ｖｓであるのでその演算値は時間経過と共に大きくなる。同図（Ｄ）に示すように、この期間の極性切換信号Ｐｎは１（Ｈｉｇｈレベル）となり、ＥＰ極性になる。この期間中は、同図（Ｅ）に示すＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐ及び同図（Ｆ）に示すＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎは共に０（Ｌｏａレベル）のままである。
【００２２】
▲２▼　時刻ｔ２～ｔ３（電極マイナス電流通電時間Ｔen）
同図（Ａ）に示すように、この期間の電流設定信号Ｉｓは電極マイナス電流設定信号Ｉenとなり、電極マイナス電流Ｉenが通電する。また、同図（Ｂ）に示すように溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvは電極マイナス電圧Ｖenとなる。
同図（Ｃ）に示すように、この期間の電圧偏差積分変数Ｖｉは、前述した（１）式の演算を行わないので、その演算値は変化しない。同図（Ｄ）に示すように、この期間の極性切換信号Ｐｎは０（Ｌｏｗレベル）となり、ＥＮ極性になる。同図（Ｅ）に示すように、この期間のＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐは０（Ｌｏａレベル）のままである。一方、同図（Ｆ）に示すように、ＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎは、時刻ｔ２直後に微小時間の間１（Ｈｉｇｈレベル）となり、その間は同図（Ｂ）に示すように再点弧電圧Ｖrsが印加される。
【００２３】
▲３▼　時刻ｔ３～ｔ４（ベース電流通電時間Ｔｂ）
同図（Ａ）に示すように、この期間の電流設定信号Ｉｓはベース電流設定信号Ｉｂとなり

、ベース電流Ｉｂが通電する。また、同図（Ｂ）に示すように溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvはベース電圧Ｖｂとなり、その値は電圧設定信号Ｖｓよりも小さくなる。
同図（Ｃ）に示すように、電圧偏差積分変数Ｖｉは、時刻ｔ１～ｔ３期間中の（１）式第１項∫（Ｖｐ－Ｖｓ）ｄｔの演算値に、この期間中の（１）式第２項∫（Ｖｂ－Ｖｓ）ｄｔの演算値を加算した値となり、Ｖｂ＜Ｖｓであるのでその加算値は時間経過と共に小さくなる。時刻ｔ４において、その加算値が略零になるとベース電流通電時間Ｔｂを終了する。
同図（Ｄ）に示すように、この期間の極性切換信号Ｐｎは１（Ｈｉｇｈレベル）となり、ＥＰ極性になる。同図（Ｅ）に示すように、ＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐは、時刻ｔ３直後に微小時間の間１（Ｈｉｇｈレベル）となり、その間は同図（Ｂ）に示すように再点弧電圧Ｖrsが印加される。一方、同図（Ｆ）に示すように、この期間のＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎは０（Ｌｏａレベル）のままである。

【００２４】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術の交流パルスアーク溶接方法では、前述したように極性切換時に一度消滅したアークを瞬時的に再点弧させるために、高電圧の再点弧電圧Ｖrsを印加している。このために、極性切換時にアークが再点弧しないことによって発生するアーク切れ（以下、再点弧失敗によるアーク切れという）は、ほとんど発生しない。
しかし、被溶接物の材質及び表面の酸化皮膜の状態、シールドガスの種類、シールド状態等によっては、極性切換時にアークが再点弧した後の数［ms］～数十［ms］後にアーク切れ（以下、再点弧後のアーク切れという）が頻繁に発生しやすくなる。この再点弧後のアーク切れは、ほとんどがベース電流通電時間Ｔｂ期間中に発生する。溶接途中にアーク切れが発生すると、溶接ビード外観の不良、溶け込み不良、大粒のスパッタの付着等の溶接欠陥となる。以下、上述した再点弧後のアーク切れが発生したときの溶接電流Ｉｗ及び溶接電圧Ｖｗの波形及びそのときのアーク発生状態について説明する。

【００２５】

図６は、従来技術の交流パルスアーク溶接方法において上述したベース電流通電時間Ｔｂ期間中に再点弧後のアーク切れが発生したときの電流・電圧波形図であり、同図（Ａ）は溶接電流Ｉｗの時間変化を示しており、同図（Ｂ）は溶接電圧Ｖｗの時間変化を示している。以下、同図を参照して説明する。
▲１▼　時刻ｔ１～ｔ３のベース電流通電時間Ｔｂ期間中は、再点弧後のアーク切れは発生せず、良好なアーク状態にある。
▲２▼　時刻ｔ４において、ＥＮ極性からＥＰ極性に切り換わりベース電流通電時間Ｔｂ期間になり、ＥＰ極性のアークが再点弧する。
▲３▼　時刻ｔ５以後において、ベース電圧Ｖｂが急激に上昇して、時刻ｔ６において再点弧後のアーク切れが発生する。
▲４▼　このアーク切れは、溶接ワイヤが送給されて被溶接物に接触して再びアークが発生する時刻ｔ７まで続く。

【００２６】

図７は、図６におけるベース電流通電時間Ｔｂ期間中のアーク状態を示す模式図であり、同図（Ａ）は再点弧後のアーク切れが発生しなかった時刻ｔ１～ｔ３のアーク状態を示しており、同図（Ｂ）は再点弧後のアーク切れが発生した時刻ｔ４～ｔ６のアーク状態を示している。
▲１▼　時刻ｔ１～ｔ３の期間
同図（Ａ）に示すように、時刻ｔ１においてＥＰ極性に切り換わり、被溶接物２の極性が陰極となるので被溶接物上に陰極点Ｎ11が形成されてアーク３が再点弧する。被溶接物上に形成される陰極点は、被溶接物の表面に酸化皮膜が存在する個所に形成されやすい性質を有する。一方、アークは被溶接物表面の酸化皮膜を除去する作用（クリーニング作用）を有するために、溶接途中では上記のクリーニング作用によって溶接ワイヤ１の直下部分の酸化皮膜は既にほぼ除去されている。この被溶接物表面のクリーニング状態は、前述し

たように被溶接物の材質及び表面の酸化皮膜の状態、シールドガスの種類、シールド状態等によって異なる。なお、時刻ｔ１の場合には、陰極点Ｎ11は溶接ワイヤ１のほぼ直下部分に形成されて、アーク３が再点弧している。その後、時刻ｔ２においても良好なアーク状態が継続している。時刻ｔ３において、ピーク電流Ｉｐが通電するために、アークの幅は広くなるが良好なアーク状態を維持している。

【００２７】

▲２▼　時刻ｔ４～ｔ６の期間

一方、同図（Ｂ）に示すように、時刻ｔ４の場合には、陰極点Ｎ12はまだ酸化皮膜がクリーニングされていない溶接ワイヤの直下からＸ12［㎜］離れた個所に形成されて、アークが再点弧している。その後、時刻ｔ５までの期間において、陰極点Ｎ12付近はほぼクリーニングされるために、時刻ｔ５時点での陰極点Ｎ13はさらに離れた個所に移動して、その距離はＸ13＞Ｘ12となる。この陰極点の離れた位置への移動は、時間の経過と共に進行するためにそれに伴ってアークの長さが徐々に長くなり、時刻ｔ６においてアークを維持することができなくなってアーク切れが発生する。このとき、アークの長さと溶接電圧値Ｖｗとは比例の関係にあるので、前述した図６に示す時刻ｔ５以後のベース電圧値Ｖｂの上昇は、上記の陰極点の移動に対応している。

【００２８】

上記の▲２▼項のような再点弧後のアーク切れ発生の程度は、前述したように被溶接物の材質及び表面の酸化皮膜の状態、シールドガスの種類、シールド状態等によって異なる。例えば、被溶接物がアルミニウム合金等でありシールドガスにアルゴンガス（Ａｒ）１００［％］を使用する交流パルスミグ溶接、被溶接物がスレンレス鋼でありシールドガスにアルゴンガス（Ａｒ）９８［％］＋酸素（Ｏ2）２［％］を使用する交流パルスミグ溶接、被溶接物が鉄鋼でありシールドガスにアルゴンガス（Ａｒ）８０［％］＋炭酸ガス（ＣＯ2）２０［％］を使用する交流パルスマグ溶接等の場合には、上記▲２▼項の再点弧後のアーク切れが発生しやすい。前述したように、溶接途中にアーク切れが発生すると、溶接ビード外観の不良、溶け込み不良、大粒のスパッタの付着等の溶接欠陥となる。

そこで、本発明は、上述したような再点弧後のアーク切れの発生を防止して、良好な被溶接物の溶接品質を得ることができる交流パルスアーク溶接の制御方法及び溶接電源装置を提供する。

【００３５】

請求項１の発明は、図９及び実施例１に示すように、

溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法において、

上記ベース電流通電時間Ｔｂの開始時点から予め設定した検出待機時間Ｔｄ経過時点のベース電圧値Ｖｂを再点弧ベース電圧値Ｖｃとして検出し、

その検出値が１周期よりも前の検出値Ｖc0と予め設定した再点弧ベース電圧判別値ΔＶｃとの加算値よりも大きいときは、その時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐの開始時点までの期間は上記ベース電流Ｉｂに代えて上記ベース電流Ｉｂよりも大きな値に予め設定したアーク切れ防止電流Ｉｃを通電することによってアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接制御方法である。

【００３６】

請求項２の発明は、図１４及び実施例２に示すように、

溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極

性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法において、
上記ベース電流通電時間Ｔｂの開始時点から予め設定した検出待機時間Ｔｄ経過時点のベース電圧値Ｖｂを再点弧ベース電圧値Ｖｃとして検出し、
その検出値が１周期よりも前の検出値Ｖc0と予め設定した再点弧ベース電圧判別値ΔＶｃとの加算値よりも大きいときは、その時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐを開始して上記ピーク電流Ｉｐを通電することによってアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接制御方法である。

【００３７】

請求項３の発明は、図１６及び実施例３に示すように、
溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法において、
上記ベース電流通電時間Ｔｂの期間中にベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔを検出して、
その検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕよりも大きくなったときは、その時点から次周期のピーク電流通電時間Ｔｐの開始時点までの期間は上記ベース電流Ｉｂに代えて上記ベース電流Ｉｂよりも大きな値に予め設定したアーク切れ防止電流Ｉｃを通電することによってアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接制御方法である。

【００３８】

請求項４の発明は、図１８及び実施例４に示すように、
溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法において、
上記ベース電流通電時間Ｔｂの期間中にベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔを検出して、
その検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕよりも大きくなったときは、その時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐを開始して上記ピーク電流Ｉｐを通電することによってアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接制御方法である。

【００３９】

請求項５の発明は、請求項１又は請求項２に記載する１周期よりも前の検出値Ｖc0が数周期乃至数十周期前の検出値の平均値である交流パルスアーク溶接制御方法である。

【００４０】

請求項６の発明は、図１２及び図１３及び実施例１に示すように、　溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接電源装置において、
溶接電圧Ｖｗを検出する溶接電圧検出回路ＶＤと、
検出待機時間Ｔｄを設定する検出待機時間設定回路ＴＤと、
上記ベース電流値Ｉｂよりも大きな値のアーク切れ防止電流Ｉｃを設定するアーク切れ防止電流設定回路ＩＣと、
上記ベース電流通電時間Ｔｂの開始時点から上記検出待機時間Ｔｄ経過時点のベース電圧値Ｖｂを再点弧ベース電圧値Ｖｃとして検出する過程及び

その検出値が１周期よりも前の検出値Ｖc0と予め設定した再点弧ベース電圧判別値ΔＶｃとの加算値よりも大きいかを判定する過程及び
上記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐの開始時点までの期間は上記ベース電流Ｉｂに代えて上記アーク切れ防止電流Ｉｃに相当する電流設定信号Ｉｓを出力する過程とから成る電流波形制御回路ＷＣとから構成されて、
上記電流設定信号Ｉｓによって溶接電流Ｉｗの通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置である。

【００４１】

請求項７の発明は、図１２及び図１５及び実施例２に示すように、溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接電源装置において、
溶接電圧Ｖｗを検出する溶接電圧検出回路ＶＤと、
検出待機時間Ｔｄを設定する検出待機時間設定回路ＴＤと、
上記ベース電流通電時間Ｔｂの開始時点から上記検出待機時間Ｔｄ経過時点のベース電圧値Ｖｂを再点弧ベース電圧値Ｖｃとして検出する過程及び
その検出値が１周期よりも前の検出値Ｖc0と予め設定した再点弧ベース電圧判別値ΔＶｃとの加算値よりも大きいかを判定する過程及び
上記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐを開始して上記ピーク電流Ｉｐに相当する電流設定信号Ｉｓを出力する過程から成る電流波形制御回路ＷＣとから構成されて、
上記電流設定信号Ｉｓによって溶接電流Ｉｗの通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置である。

【００４２】

請求項８の発明は、図１２及び図１７及び実施例３に示すように、
溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接電源装置において、
溶接電圧Ｖｗを検出する溶接電圧検出回路ＶＤと、
上記ベース電流値Ｉｂよりも大きな値のアーク切れ防止電流Ｉｃを設定するアーク切れ防止電流設定回路ＩＣと、
上記ベース電流通電時間Ｔｂの期間中にベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔを検出する過程及び
その検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕよりも大きくなったかを判定する過程及び
上記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐの開始時点までの期間は上記ベース電流Ｉｂに代えて上記アーク切れ防止電流Ｉｃに相当する電流設定信号Ｉｓを出力する過程とから成る電流波形制御回路ＷＣとから構成されて、
上記電流設定信号Ｉｓによって溶接電流Ｉｗの通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置である。

【００４３】

請求項９の発明は、図１２及び図１９及び実施例４に示すように、溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶

滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接電源装置において、
溶接電圧Ｖｗを検出する溶接電圧検出回路ＶＤと、
上記ベース電流値Ｉｂよりも大きな値のアーク切れ防止電流Ｉｃを設定するアーク切れ防止電流設定回路ＩＣと、
上記ベース電流通電時間Ｔｂの期間中にベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔを検出する過程及び
その検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕよりも大きくなったかを判定する過程及び
上記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐを開始して上記ピーク電流Ｉｐに相当する電流設定信号Ｉｓを出力する過程から成る電流波形制御回路ＷＣとから構成されて、
上記電流設定信号Ｉｓによって溶接電流Ｉｗの通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置である。

【００４４】

請求項１０の発明は、請求項６又は請求項７に記載する１周期よりも前の検出値Ｖc0が数周期乃至数十周期前の検出値の平均値である。

【００４５】

【発明の実施の形態】

発明の実施の形態は、図１２及び図１９及び実施例４に示すように、溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接装置において、
溶接電圧Ｖｗを検出する溶接電圧検出回路ＶＤと、
上記ベース電流値Ｉｂよりも大きな値のアーク切れ防止電流Ｉｃを設定するアーク切れ防止電流設定回路ＩＣと、
上記ベース電流通電時間Ｔｂの期間中にベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔを検出する過程及びその検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕよりも大きくなったかを判定する過程及び上記判定がＹＥＳのときはその時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐを開始して上記ピーク電流Ｉｐに相当する電流設定信号Ｉｓを出力する過程から成る電流波形制御回路ＷＣとから構成されて、
上記電流設定信号Ｉｓによって溶接電流Ｉｗの通電を制御してアーク切れを防止する交流パルスアーク溶接電源装置である。

【００４６】

【実施例】

図８は、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法で使用する再点弧後のアーク切れを未然に検出する方法を説明するための電流・電圧波形図であり、同図（Ａ）は溶接電流Ｉｗの時間変化を示しており、同図（Ｂ）は溶接電圧Ｖｗの時間変化を示している。同図は、前述した図６と同一の電流・電圧波形図であり、アーク切れ未然検出方法の説明を追記した図であり、同一時刻には同一符号を付している。以下、同図を参照して、本発明に使用する２通りのアーク切れ未然検出方法を説明する。

【００４７】

［第１のアーク切れ未然検出方法］

▲１▼　図６の説明の▲１▼項で前述したように、時刻ｔ１においてＥＰ極性に切り換わ

り、アークが再点弧する。その後、再点弧から予め設定した検出待機時間Ｔｄ［ｓ］経過後の時刻ｔ12において、再点弧ベース電圧値Ｖｃ［Ｖ］を検出して、前回再点弧ベース電圧値Ｖc0として記憶する。上記の検出待機時間Ｔｄは、数百［μｓ］～数［ｍｓ］程度に予め設定する。

▲２▼　図６の説明の▲２▼項で前述したように、時刻ｔ４においてＥＰ極性に切り換わり、前述した図７に示す陰極点Ｎ12が形成されてアークが再点弧する。その後、上記の検出待機時間Ｔｄ経過後の時刻ｔ42において、再点弧ベース電圧値Ｖｃ［Ｖ］を検出する。

▲３▼　前述したように、時刻ｔ12時点のアークの長さに比べて時刻ｔ42時点のアークの長さが長いので、上記のＶc0＜Ｖｃとなる。そこで、第１のアーク切れ未然検出方法は、再点弧ベース電圧値Ｖｃが、前回再点弧ベース電圧値Ｖc0と予め設定した再点弧ベース電圧判別値ΔＶｃとの加算値以上となったことを検出基準とすることによって再点弧後のアーク切れを未然に検出する方法である。

上記においては、前回再点弧ベース電圧値Ｖc0として、１回前のＥＰ極性切換時の検出値を使用しているが、数回から数十回の検出値の平均値を前回再点弧ベース電圧値Ｖc0として使用することもできる。また、ＥＰ極性切換時から検出待機時間Ｔｄ経過後に再点弧ベース電圧値Ｖｃを検出している理由は、ＥＰ極性切換時の過渡態が収束して定常状態になった後の正確な再点弧ベース電圧値Ｖｃを検出するためである。

【００４８】

［第２のアーク切れ未然検出方法］

▲１▼　図６の説明の▲２▼項で前述したように、時刻ｔ４においてＥＰ極性に切り換わり、前述した図７に示す陰極点Ｎ12が形成されてアークが再点弧する。その後、前述したように陰極点は離れた位置へ移動するために、アークの長さが長くなり、その結果、ベース電圧値Ｖｂが上昇する。そこで、第２のアーク切れ未然検出方法は、時刻ｔ４以後のベース電圧通電時間Ｔｂ期間中のベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔを検出して、その検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕ以上となったことを検出基準とすることによって再点弧後のアーク切れを未然に検出する方法である。なお、上記において、ベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔの検出をＥＰ極性切換時の過渡状態が収束する上記の検出待機時間Ｔｄ経過後に開始することもできる。

【００４９】

［本発明の基本構成］

本発明の基本構成は、溶接電流Ｉｗを溶接ワイヤ側から被溶接物側方向に通電する電極プラス極性でピーク電流通電時間Ｔｐの間は溶滴移行をさせるピーク電流Ｉｐを通電し、続けて溶接電流Ｉｗを被溶接物側から溶接ワイヤ側方向に通電する電極マイナス極性で電極マイナス電流通電時間Ｔenの間は溶滴移行をさせない電極マイナス電流Ｉenを通電し、続けて上記電極プラス極性でベース電流通電時間Ｔｂの間は溶滴移行をさせないベース電流Ｉｂを通電し、それらの通電を１周期として繰り返して通電する消耗電極交流パルスアーク溶接方法及び装置において、上記ベース電流Ｉｂの通電後の予め定めた時間経過後から検出を開始し、ベース電圧から検出した値が予め設定した判別値よりも大きくなった後に、上記ベース電流Ｉｂよりも大きな値の電流を通電する交流パルスアーク溶接制御方法及び装置である。

【００５０】

上記「ベース電圧から検出した値」は、後述する図８に示す「第１のアーク切れ未然検出方法」においては、ベース電圧値Ｖｂの再点弧ベース電圧値Ｖｃであり、予め設定した判別値は、アーク切れをしていないベース電圧値Ｖｂの１周期よりも前の検出値Ｖc0に予め設定した再点弧ベース電圧判別定数ΔＶｃを加算した値である。

また、上記「ベース電圧から検出した値」は、「第２のアーク切れ未然検出方法」においては、上記ベース電流通電時間Ｔｂの期間中に算出したベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔであり、予め設定した判別値がベース電圧上昇率判別値ΔＶｕである。

【００５１】

上記「ベース電流Ｉｂよりも大きな値の電流」は、後述する図９及び図１６に示すように

、ベース電圧から検出した値が予め設定した判別値よりも大きくなった時点から次周期の上記ピーク電流通電時間Ｔｐの開始時点までの期間は上記ベース電流Ｉｂに代えて上記ベース電流Ｉｂよりも大きな値に予め設定した「アーク切れ防止電流Ｉｃ」である。

【００５２】

以下、上記の本発明の基本構成を代表する実施例について説明する。

▲１▼実施例１は、図９及び図１３に示すように、上記の「第１のアーク切れ未然検出方法」と「アーク切れ防止電流Ｉｃ」の通電方法との組み合わせである。

▲２▼実施例２は、図１４及び図１５に示すように、上記の「第１のアーク切れ未然検出方法」と「ピーク電流Ｉｐ」の通電方法との組み合わせである。

▲３▼実施例３は、図１６及び図１７に示すように、上記の「第２のアーク切れ未然検出方法」と「アーク切れ防止電流Ｉｃ」の通電方法との組み合わせである。

▲４▼実施例４は、図１８及び図１９に示すように、上記の「第２のアーク切れ未然検出方法」と「ピーク電流Ｉｐ」の通電方法との組み合わせである。

【００５３】

［実施例１］

図９は、前述した第１のアーク切れ未然検出方法を使用することによって再点弧後のアーク切れを防止する本発明の交流パルスアーク溶接制御方法の第１の実施例（以下、実施例１という）を示す電流・電圧波形図であり、同図（Ａ）は溶接電流Ｉｗの時間変化を示しており、同図（Ｂ）は溶接電圧Ｖｗの時間変化を示している。同図において、上述した図８と同一の時刻には、同一符号を付している。

同図の時刻ｔ42において、図８で前述した第１のアーク切れ未然検出方法によってＶｃ≧Ｖc0＋ΔＶｃであることを判別すると、ベース電流Ｉｂよりも大きい値の予め設定したアーク切れ防止電流Ｉｃを通電する。このアーク切れ防止電流Ｉｃを通電すると、図１０で後述する理由によってアークが中心方向（溶接ワイヤの送給方向）に引き戻されて離れた位置に形成されていた陰極点が溶接ワイヤの直下部分に新しく形成されるので、時刻ｔ42以後のベース電圧値Ｖｂは下降してアーク切れは発生しない。その後、時刻ｔ７において、ピーク電流Ｉｐが通電し、良好なアーク状態が維持される。上記のアーク切れ防止電流Ｉｃの設定値は、被溶接物の材質、シールドガスの種類、平均溶接電流値等によって適正値に予め設定する。なお、その設定値はベース電流値Ｉｂよりも大きな値であり、ピーク電流値Ｉｐよりも大きな値になる場合もある。

【００５４】

図１０は、上述したようにアーク切れ防止電流Ｉｃを通電することによってアークが中心方向に引き戻されて離れた位置に形成されていた陰極点が溶接ワイヤの直下部分に新しく形成される理由を説明するためのアーク状態の模式図である。同図は、図９の時刻ｔ42時点でのアーク状態を示している。

同図に示すように、溶接ワイヤ１から被溶接物２に向かって溶接電流Ｉｗが通電して、溶接ワイヤ１の先端部と被溶接物２に形成された陰極点Ｎ21との間でアーク３が発生している。このアーク３を通電する溶接電流Ｉｗによって、同図に示すような磁界が発生する。このときに、アーク３が右斜め方向（ａ－Ｎ21）に傾いているために、アーク３を中心方向（ａ－ｂ）に引き戻す力Ｆが働く。このアークが中心方向に引き戻される性質をアークの硬直性という。一般的に、アークの硬直性は、アークの傾きが大きいほど強くなり、また、通電する電流値が大きいほど強くなる。

したがって、同図に示すように大きく傾いたアーク状態において、大電流値のアーク切れ防止電流Ｉｃを通電することによって、アークの硬直性が強くなりアークは中心方向（ａ－ｂ）に引き戻される。

【００５５】

図１１は、図９で前述した本発明の交流パルスアーク溶接制御方法においてアーク切れ防止電流Ｉｃを通電した時刻ｔ42前後のアーク状態の模式図である。

同図に示すように、時刻ｔ42直前においては、アークは大きく傾いている。時刻ｔ42において、アーク切れ防止電流Ｉｃが通電すると、上述したようにアークの硬直性が強くなり

、アークは中心方向に引き戻されるので、時刻ｔ42直後に陰極点が溶接ワイヤの直下部分に新しく形成されて、再点弧後のアーク切れが発生しない良好なアーク状態になる。

【００５６】

図１２は、図９で前述した実施例１の交流パルスアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源装置のブロック図である。従来装置を示す図２と同一の回路ブロックには同一符号を付しており、説明は省略する。また、点線で示すアーク切れ防止電流設定回路ＩＣ、検出待機時間設定回路ＴＤ及び電流波形制御回路ＷＣは従来装置と異なるので、以下説明する。

アーク切れ防止電流設定回路ＩＣは、アーク切れ防止電流設定信号Ｉｃを出力する。検出待機時間設定回路ＴＤは、検出待機時間設定信号Ｔｄを出力する。

電流波形制御回路ＷＣは、溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdv、電圧設定信号Ｖｓ、ピーク電流通電時間設定信号Ｔｐ、電極マイナス電流通電時間Ｔen、ピーク電流設定信号Ｉｐ、ベース電流設定信号Ｉｂ、電極マイナス電流設定信号Ｉen、アーク切れ防止電流設定信号Ｉｃ及び検出待機時間設定信号Ｔｄを入力として、それらの信号をソフトウェアで処理して電流設定信号Ｉｓ、極性切換信号Ｐｎ、ＥＰ切換時再点弧信号Ｃｐ及びＥＮ切換時再点弧信号Ｃｎを出力する。このソフトウェア処理は、図３及び図４で前述した従来装置のソフトウェア処理とは異なっており、その詳細は図１３で後述する。

【００５７】

上述した実施例１の電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理は、図３で前述した従来装置の電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理とＴｂ制御処理サブルーチンを除き同一である。したがって、以下、実施例１のＴｂ制御処理サブルーチンの説明を行い、そ以外の処理の説明は省略する。

図１３は、上述した実施例１のＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。同図において、図４で前述した従来装置のＴｂ制御処理サブルーチンと同一のステップには同一符号を付しており、説明は省略する。以下、前述した従来装置のＴｂ制御処理サブルーチンにはない実施例１のＴｂ制御処理サブルーチンに特有の処理であるアーク切れ未然検出処理及びアーク切れ防止電流通電処理を行うステップＳＴ３０１～ＳＴ３０５について説明する。

【００５８】

ステップＳＴ３０１において、検出待機時間設定信号Ｔｄを外部回路からソフトウェアに読み込む。

ステップＳＴ３０２において、波形カウンタ変数ｎと割り込み時間ΔＴとの乗算値が、ピーク電流通電時間設定信号Ｔｐ、電極マイナス電流通電時間設定信号Ｔen及び検出待機時間設定信号Ｔｄの加算値と等しいかを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ３０３へ進み、ＮＯならばステップＳＴ２０２に進む。このステップでは、ＥＰ極性切換時から検出待機時間Ｔｄが経過した時点であるかを判定している。

ステップＳＴ３０３において、再点弧ベース電圧変数Ｖｃを前回再点弧ベース電圧変数Ｖc0に代入する。また、ステップＳＴ２０１で読み込んだ溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvを再点弧ベース電圧変数Ｖｃに代入する。上記の再点弧ベース電圧変数Ｖｃ及び前回再点弧ベース電圧変数Ｖc0はソフトウェアで使用する変数であり、再点弧ベース電圧変数Ｖｃの初期値は予め設定する。

【００５９】

ステップ３０４において、上記の再点弧ベース電圧変数Ｖｃが、上記の前回再点弧ベース電圧変数Ｖc0と予め設定した再点弧ベース電圧判別定数ΔＶｃとの加算値以上かを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ３０５へ進み、ＮＯならばステップＳＴ２０２に進む。このステップでは、図８で前述した第１のアーク切れ未然検出方法によるアーク切れの未然判別を行っている。また、再点弧ベース電圧判別定数ΔＶｃは、ソフトウェアで使用する定数である。

ステップＳＴ３０５において、アーク切れ防止電流設定信号Ｉｃを外部回路からソフトウェアに読み込み、ベース電流設定信号Ｉｂに代入する。このステップの処理によって、ア

ーク切れを未然に検出したとき（ＳＴ３０４の判定がＹＥＳのとき）には、アーク切れ防止電流Ｉｃが通電する。

【００６０】

［実施例２］

図１４は、前述した第１のアーク切れ未然検出方法を使用することによって再点弧後のアーク切れを防止することができる本発明の交流パルスアーク溶接制御方法の第２の実施例（以下、実施例２という）を示す電流・電圧波形図であり、同図（Ａ）は溶接電流Ｉｗの時間変化を示しており、同図（Ｂ）は溶接電圧Ｖｗの時間変化を示している。同図において、前述した実施例１の交流パルスアーク溶接制御方法を示す図９と同一の時刻には、同一符号を付している。

図１４の時刻ｔ42において、図８で前述した第１のアーク切れ未然検出方法によってＶｃ≧Ｖc0＋ΔＶｃであることを判別すると、ベース電流Ｉｂよりも大きい値であるピーク電流Ｉｐを通電する。このピーク電流Ｉｐの通電するタイミングは、本来は前述した（１）式に基づくＴｂ制御によって定まるが、アーク切れを未然に検出したときは上記のＴｂ制御と関係なく強制的にピーク電流Ｉｐを通電する。上記のピーク電流Ｉｐが通電すると、前述したようにアークの硬直性が強くなりアークは中心方向に引き戻されるので、陰極点が溶接ワイヤの直下部分に新しく形成されて、再点弧後のアーク切れが発生しない良好なアーク状態になる。また、上記のアーク切れを未然に検出したときのピーク電流Ｉｐ及びピーク電流通電時間Ｔｐの設定値は、アーク切れを未然に検出しなかったときの通常の設定値とは異なる設定値にすることもできる。

【００６１】

上述した実施例２の交流パルスアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源装置は、図１２で前述し実施例１のブロック図において電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理を、図１５で後述するように変更することによって実現することができる。以下、そのソフトウェア処理を説明する。

実施例２の溶接電源装置における電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理は、実施例１の場合と同様に図３で前述した従来装置の電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理とＴｂ制御処理サブルーチンを除き同一である。したがって、以下、実施例２におけるＴｂ制御処理サブルーチンの説明を行い、それ以外の処理の説明は省略する。

図１５は、実施例２におけるＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。同図において、図１３で前述した実施例１におけるＴｂ制御処理サブルーチンと同一のステップには同一符号を付しており、説明は省略する。

図１５に示すステップＳＴ４０１において、再点弧ベース電圧変数Ｖｃが、前回再点弧ベース電圧変数Ｖc0と予め設定した再点弧ベース電圧判別定数ΔＶｃとの加算値以上かを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ２０４へ進み、ＮＯならばステップＳＴ２０２に進む。このステップでは、図８で前述した第１のアーク切れ未然検出方法によるアーク切れの未然判別を行っている。そして、アーク切れを未然に検出すると（上記の判定がＹＥＳのとき）、ステップＳＴ２０４に進むことによって、ベース電流通電時間Ｔｂを終了してピーク電流通電時間Ｔｐを強制的に開始することでピーク電流Ｉｐを通電する。

【００６２】

［実施例３］

図１６は、前述した第２のアーク切れ未然検出方法を使用することによって再点弧後のアーク切れを防止することができる本発明の交流パルスアーク溶接制御方法の第３の実施例（以下、実施例３という）を示す電流・電圧波形図であり、同図（Ａ）は溶接電流Ｉｗの時間変化を示しており、同図（Ｂ）は溶接電圧Ｖｗの時間変化を示している。同図において、前述した実施例１の交流パルスアーク溶接制御方法を示す図９と同一の時刻には、同一符号を付している。

図１６の時刻ｔ４から検出待機時間Ｔｄ経過以後において、図８で前述した第２のアーク切れ未然検出方法に基づいてベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔを刻々と検出し、その検出値が予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕ以上かを判別する。時刻ｔ43において、そ

の判別がＹＥＳになると、ベース電流Ｉｂよりも大きい値であるアーク切れ防止電流Ｉｃを通電する。このアーク切れ防止電流Ｉｃが通電すると、前述したようにアークの硬直性が強くなり、アークは中心方向に引き戻されるので、陰極点が溶接ワイヤの直下部分に新しく形成されて、再点弧後のアーク切れが発生しない良好なアーク状態になる。

【００６３】

上述した実施例３の交流パルスアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源装置は、図１２で前述し実施例１のブロック図において電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理を、図１７で後述するように変更することによって実現することができる。以下、そのソフトウェア処理を説明する。

実施例３の溶接電源装置における電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理は、実施例１の場合と同様に図３で前述した従来装置の電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理とＴｂ制御処理サブルーチンを除き同一である。したがって、以下、実施例３におけるＴｂ制御処理サブルーチンの説明を行い、それ以外の処理の説明は省略する。

図１７は、実施例３におけるＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。同図において、図１３で前述した実施例１におけるＴｂ制御処理サブルーチンと同一のステップには同一符号を付しており、説明は省略する。以下、実施例３におけるＴｂ制御処理サブルーチンに特有の処理である第２のアーク切れ未然検出処理及びアーク切れ防止電流通電処理を行うステップＳＴ５０１～ＳＴ５０４について説明する。

【００６４】

ステップＳＴ５０１において、波形カウンタ変数ｎと割り込み時間ΔＴとの乗算値が、ピーク電流通電時間設定信号Ｔｐ、電極マイナス電流通電時間設定信号Ｔen及び検出待機時間設定信号Ｔｄの加算値以上かを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ５０３へ進み、ＮＯならばステップＳＴ５０２に進む。このステップでは、ＥＰ極性切換時から検出待機時間Ｔｄ経過後であるかを判定している。

ステップＳＴ５０２において、ステップＳＴ２０１で読み込んだ溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvをソフトウェアで使用する変数であるベース電圧変数Ｖｕに代入する。

ステップＳＴ５０３において、ベース電圧変数Ｖｕを前回ベース電圧変数Ｖu0に代入する。また、ステップＳＴ２０１で読み込んだ溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号Ａdvをベース電圧変数Ｖｕに代入する。上記のベース電圧変数Ｖｕ及び前回ベース電圧変数Ｖu0はソフトウェアで使用する変数である。

【００６５】

ステップ５０４において、上記のベース電圧変数Ｖｕから前回ベース電圧変数Ｖu0を減算した値が、予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕ以上かを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ３０５へ進み、ＮＯならばステップＳＴ２０２に進む。上記の Ｖｕ－Ｖu0 の減算は、微小時間の割り込み時間ΔＴごとに行われるので、ｄＶｂ／ｄｔの演算に相当する。また、上記のベース電圧上昇率判別値ΔＶｕは、ソフトウェアで使用する定数である。

このステップでは、図８で前述した第２のアーク切れ未然検出方法によるアーク切れの未然判別を行っており、アーク切れが未然に検出されると（上記の判定がＹＥＳのとき）、ステップＳＴ３０５の処理によってアーク切れ防止電流Ｉｃが通電する。

【００６６】

［実施例４］

図１８は、前述した第２のアーク切れ未然検出方法を使用することによって再点弧後のアーク切れを防止することができる本発明の交流パルスアーク溶接制御方法の第４の実施例（以下、実施例４という）を示す電流・電圧波形図であり、同図（Ａ）は溶接電流Ｉｗの時間変化を示しており、同図（Ｂ）は溶接電圧Ｖｗの時間変化を示している。同図において、前述した実施例３の交流パルスアーク溶接制御方法を示す図１６と同一の時刻には、同一符号を付している。

図１８の時刻ｔ４から検出待機時間Ｔｄ経過以後において、図８で前述した第２のアーク切れ未然検出方法に基づいてベース電圧上昇率ｄＶｂ／ｄｔを刻々と検出し、その検出値

が予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕ以上かを判別する。時刻ｔ43においてその判別がＹＥＳになると、前述したようにピーク電流通電時間Ｔｐ期間に強制的に移行してベース電流Ｉｂよりも大きい値であるピーク電流Ｉｐを通電する。このピーク電流Ｉｐが通電すると、前述したようにアークの硬直性が強くなり、アークは中心方向に引き戻されるので、陰極点が溶接ワイヤの直下部分に新しく形成されて、再点弧後のアーク切れが発生しない良好なアーク状態になる。

【００６７】

上述した実施例４の交流パルスアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源装置は、図１２で前述し実施例１のブロック図において電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理を、図１９で後述するように変更することによって実現することができる。以下、そのソフトウェア処理を説明する。

実施例４の溶接電源装置における電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理は、実施例１の場合と同様に図３で前述した従来装置の電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理とＴｂ制御処理サブルーチンを除き同一である。したがって、以下、実施例３におけるＴｂ制御処理サブルーチンの説明を行い、それ以外の処理の説明は省略する。

図１９は、実施例４におけるＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。同図において、図１７で前述した実施例３におけるＴｂ制御処理サブルーチンと同一のステップには同一符号を付しており、説明は省略する。以下、実施例４におけるＴｂ制御処理サブルーチンに特有の処理であるステップＳＴ６０１について説明する。

【００６８】

ステップ６０１において、ベース電圧変数Ｖｕから前回ベース電圧変数Ｖu0を減算した値が、予め設定したベース電圧上昇率判別値ΔＶｕ以上かを判定して、ＹＥＳならばステップＳＴ２０４へ進み、ＮＯならばステップＳＴ２０２に進む。このステップでは、図８で前述した第２のアーク切れ未然検出方法によるアーク切れの未然判別を行っており、アーク切れが未然に検出されると（上記の判定がＹＥＳのとき）、ステップＳＴ２０４に進むことによって、ベース電流通電時間Ｔｂを終了してピーク電流通電時間Ｔｐを強制的に開始することでピーク電流Ｉｐを通電する。

【００６９】

以上の実施例１乃至実施例４は、ソフトウェア処理を使用した電流波形制御回路ＷＣについて説明したが、これらのソフトウェアの機能の一部又は全部を有するハードウェア回路と置換した電流波形制御回路ＷＣでもよい。

【００７０】

図２０は、被溶接物にアルミニウムを使用する場合において、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法が再点弧後のアーク切れを防止する効果を従来技術との比較で示した図である。同図において、縦軸は溶接中に発生した１分間当りの再点弧後のアーク切れの発生回数を示している。同図の溶接条件として、被溶接物がアルミニウムＡ１０５０、溶接ワイヤが直径１．２［㎜］の４０４３、シールドガスがアルゴンガス（Ａｒ）１００［％］、平均溶接電流値が１００［Ａ］、平均溶接電圧値が１７．５［Ｖ］の場合である。同図に示すように、従来技術では１分間に１４回も再点弧後のアーク切れが発生いている。これに対して、本発明では再点弧後のアーク切れは１回も発生していない。

【００７１】

図２１は、被溶接物にアルミニウム合金を使用する場合において、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法が再点弧後のアーク切れを防止する効果を従来技術との比較で示した図である。同図において、縦軸は溶接中に発生した１分間当りの再点弧後のアーク切れの発生回数を示している。同図の溶接条件として、被溶接物がアルミニウム合金Ａ５０５２、溶接ワイヤが直径１．２［㎜］の５３５６、シールドガスがアルゴンガス（Ａｒ）１００［％］、平均溶接電流値が１００［Ａ］、平均溶接電圧値が１８［Ｖ］の場合である。同図に示すように、従来技術では１分間に５回の再点弧後のアーク切れが発生いている。これに対して、本発明では再点弧後のアーク切れは１回も発生していない。

【００７２】
図２２は、被溶接物にステンレス鋼を使用する場合において、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法が再点弧後のアーク切れを防止する効果を従来技術との比較で示した図である。同図において、縦軸は溶接中に発生した１分間当りの再点弧後のアーク切れの発生回数を示している。同図の溶接条件として、被溶接物がステンレス鋼、溶接ワイヤが直径１．２［mm］のＳＵＳ３０９、シールドガスがアルゴンガス（Ａｒ）９８［%］と酸素（O2）２［%］との混合ガス、平均溶接電流値が１００［Ａ］、平均溶接電圧値が２１［Ｖ］の場合である。同図に示すように、従来技術では１分間に１５回も再点弧後のアーク切れが発生いている。これに対して、本発明では再点弧後のアーク切れは１回も発生していない。

【００７３】
図２３は、被溶接物に軟鋼を使用する場合において、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法が再点弧後のアーク切れを防止する効果を従来技術との比較で示した図である。同図において、縦軸は溶接中に発生した１分間当りの再点弧後のアーク切れの発生回数を示している。同図の溶接条件として、被溶接物が軟鋼鋼、溶接ワイヤが直径１．２［mm］の軟鋼、シールドガスがアルゴンガス（Ａｒ）８０［%］と炭酸ガス（CO2）２０［%］との混合ガス、平均溶接電流値が１００［Ａ］、平均溶接電圧値が２０．５［Ｖ］の場合である。同図に示すように、従来技術では１分間に１９回も再点弧後のアーク切れが発生いている。これに対して、本発明では再点弧後のアーク切れは１回も発生していない。

【００７４】
【本発明の効果】
本発明の交流パルスアーク溶接制御方法及び溶接電源装置は、ベース電流Ｉｂの通電後の予め定めた時間経過後から検出を開始し、ベース電圧から検出した値が予め設定した判別値よりも大きくなった後に、上記ベース電流Ｉｂよりも大きな値の電流を通電することによって、極性の切り換えに伴って発生しやすい再点弧後のアーク切れを防止することができるので、常に良好な被溶接物の溶接品質を確保することができる。
また、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法及び溶接電源装置は、被溶接物がアルミニウム及びその合金、ステンレス鋼、軟鋼等である溶接に使用することができる。

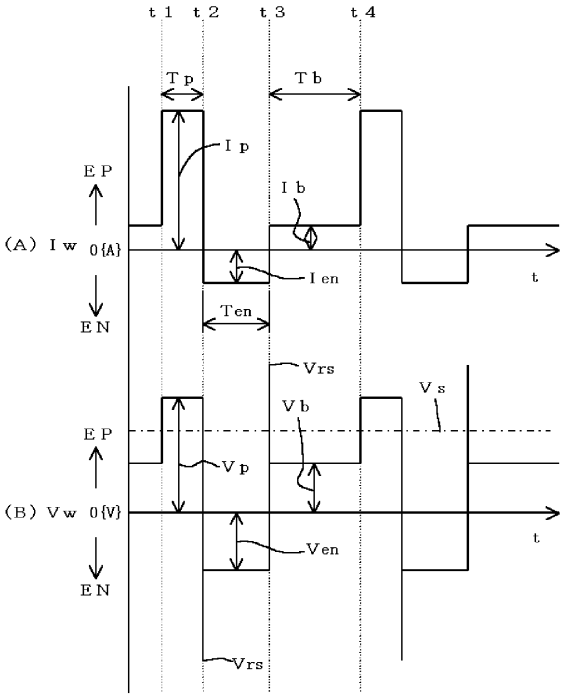
【図面の簡単な説明】
【図１】図１は、従来技術の交流パルスアーク溶接方法の電流・電圧波形図である。
【図２】図２は、従来技術の交流パルスアーク溶接方法を実施するための溶接電源装置のブロック図である。
【図３】図３は、従来装置の電流波形制御回路ＷＣのソフトウェア処理を示すフローチャートである。
【図４】図４は、図３のソフトウェア処理の中のＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。
【図５】図５は、図２乃至図４の従来技術の溶接電源装置における各信号のタイミングチャートである。
【図６】図６は、従来技術の交流パルスアーク溶接方法においてベース電流通電時間Ｔｂ期間中に再点弧後のアーク切れが発生したときの電流・電圧波形図である。
【図７】図７は、図６におけるベース電流通電時間Ｔｂ期間中のアーク状態を示す模式図である。
【図８】図８は、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法で使用する再点弧後のアーク切れを未然に検出する方法を説明するための電流・電圧波形図である。
【図９】図９は、第１のアーク切れ未然検出方法を使用することによって再点弧後のアーク切れを防止する本発明の交流パルスアーク溶接制御方法の第１の実施例を示す電流・電圧波形図である。
【図１０】図１０は、アーク切れ防止電流Ｉｃを通電することによってアークが中心方向に引き戻されて離れた位置に形成されていた陰極点が溶接ワイヤの直下部分に新しく形成される理由を説明するためのアーク状態の模式図である。

【図１１】図１１は、図９で示す本発明の交流パルスアーク溶接制御方法においてアーク切れ防止電流Ｉｃを通電した時刻ｔ42前後のアーク状態の模式図である。
【図１２】図１２は、図９で示す実施例１の交流パルスアーク溶接制御方法を実施するための溶接電源装置のブロック図である。
【図１３】図１３は、実施例１のＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。
【図１４】図１４は、第１のアーク切れ未然検出方法を使用することによって再点弧後のアーク切れを防止することができる本発明の交流パルスアーク溶接制御方法の第２の実施例を示す電流・電圧波形図である。
【図１５】図１５は、実施例２におけるＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。
【図１６】図１６は、第２のアーク切れ未然検出方法を使用することによって再点弧後のアーク切れを防止することができる本発明の交流パルスアーク溶接制御方法の第３の実施例を示す電流・電圧波形図である。
【図１７】図１７は、実施例３におけるＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。
【図１８】図１８は、第２のアーク切れ未然検出方法を使用することによって再点弧後のアーク切れを防止することができる本発明の交流パルスアーク溶接制御方法の第４の実施例を示す電流・電圧波形図である。
【図１９】図１９は、実施例４におけるＴｂ制御処理サブルーチンのソフトウェア処理を示すフローチャートである。
【図２０】図２０は、被溶接物にアルミニウムを使用する場合において、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法が再点弧後のアーク切れを防止する効果を従来技術との比較で示した図である。
【図２１】図２１は、被溶接物にアルミニウム合金を使用する場合において、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法が再点弧後のアーク切れを防止する効果を従来技術との比較で示した図である。
【図２２】図２２は、被溶接物にステンレス鋼を使用する場合において、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法が再点弧後のアーク切れを防止する効果を従来技術との比較で示した図である。
【図２３】図２３は、被溶接物に軟鋼を使用する場合において、本発明の交流パルスアーク溶接制御方法が再点弧後のアーク切れを防止する効果を従来技術との比較で示した図である。
【符号の説明】
１　溶接ワイヤ
２　被溶接物
３　アーク
４　溶接トーチ
５ａ　ワイヤ送給装置の送給ロール
ＡＣ　商用電源
ＡＤＶ　溶接電圧Ａ／Ｄ変換回路
Ａdv　溶接電圧Ａ／Ｄ変換信号
Ｃｐ　ＥＰ切換時再点弧信号
Ｃｎ　ＥＮ切換時再点弧信号
Ｄ2a～Ｄ2d　２次側整流器
ＤＡＩ　電流設定Ｄ／Ａ変換回路
Ｄai　電流設定Ｄ／Ａ変換信号
ＤＶ　ドライブ回路
ｄＶｂ／ｄｔ　ベース電圧上昇率
ＥＡ　誤差増幅回路

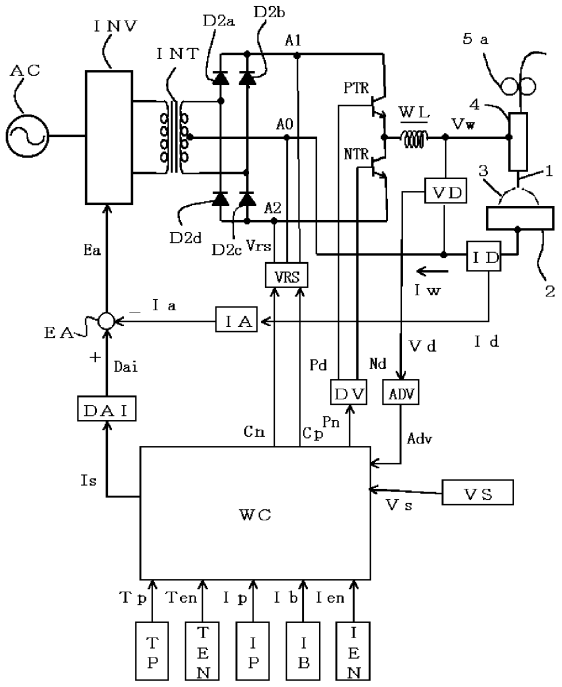
Ｅａ　誤差増幅信号
ＩＡ　溶接電流絶対値回路
Ｉａ　溶接電流絶対値信号
ＩＢ　ベース電流設定回路
Ｉｂ　ベース電流／ベース電流設定信号
ＩＣ　アーク切れ防止電流設定回路
Ｉｃ　アーク切れ防止電流設定信号／アーク切れ防止電流
ＩＤ　溶接電流検出回路
Ｉｄ　溶接電流検出信号
ＩＥＮ　電極マイナス電流設定回路
Ｉen　電極マイナス電流／電極マイナス電流設定信号
ＩＮＴ　高周波変圧器
ＩＮＶ　出力制御回路
ＩＰ　ピーク電流設定回路
Ｉｐ　ピーク電流／ピーク電流設定信号
Ｉｓ　電流設定信号
Ｉｗ　溶接電流
Ｎ11～Ｎ13、Ｎ21　陰極点
ｎ　波形カウンタ変数
Ｎｄ　ＥＮ極性ドライブ信号
ＮＴＲ　ＥＮ極性トランジスタ
Ｐｄ　ＥＰ極性ドライブ信号
Ｐｎ　極性切換信号
ＰＴＲ　ＥＰ極性トランジスタ
ｔ　時間／時刻
Ｔｂ　ベース電流通電時間
ＴＤ　検出待機時間設定回路
Ｔｄ　検出待機時間／検出待機時間設定信号
ＴＥＮ　電極マイナス電流通電時間設定回路
Ｔen　電極マイナス電流通電時間／電極マイナス電流通電時間設定信号
ＴＰ　ピーク電流通電時間設定回路
Ｔｐ　ピーク電流通電時間／ピーク電流通電時間設定信号
Ｖｂ　ベース電圧
Ｖｃ　再点弧ベース電圧値／再点弧ベース電圧変数
Ｖc0　１周期よりも前の検出値／１周期前の検出値／前回再点弧ベース電圧値／前回再点弧ベース電圧変数
ＶＤ　溶接電圧検出回路
Ｖｄ　溶接電圧検出信号
Ｖen　電極マイナス電圧
Ｖｐ　ピーク電圧
ＶＲＳ　再点弧電圧印加回路
Ｖrs　再点弧電圧
ＶＳ　電圧設定回路
Ｖｓ　電圧設定信号
Ｖｕ　ベース電圧変数
Ｖu0　前回ベース電圧変数
Ｖｗ　溶接電圧
ＷＣ　電流波形制御回路
ＷＬ　リアクトル
ΔＴ　割り込み時間

ΔＶｃ　再点弧ベース電圧判別値／再点弧ベース電圧判別定数
ΔＶｕ　ベース電圧上昇率判別値／ベース電圧上昇率判別定数

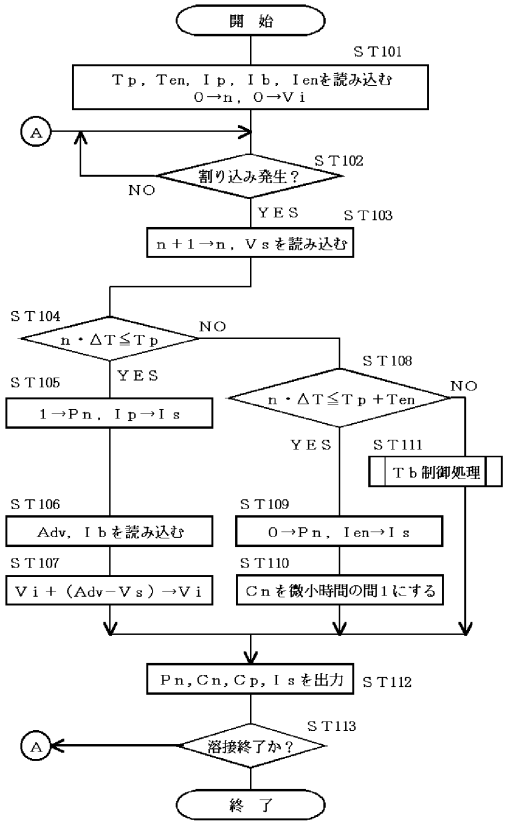
【図１】



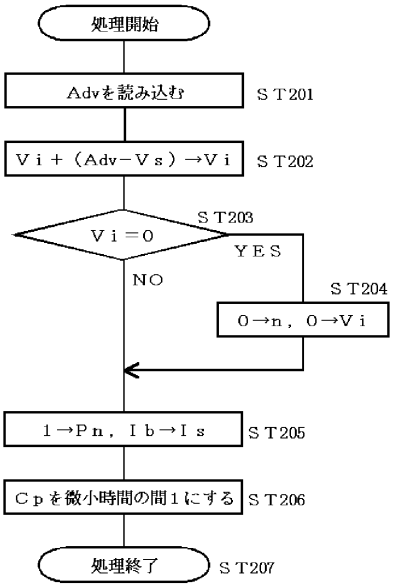
【図２】



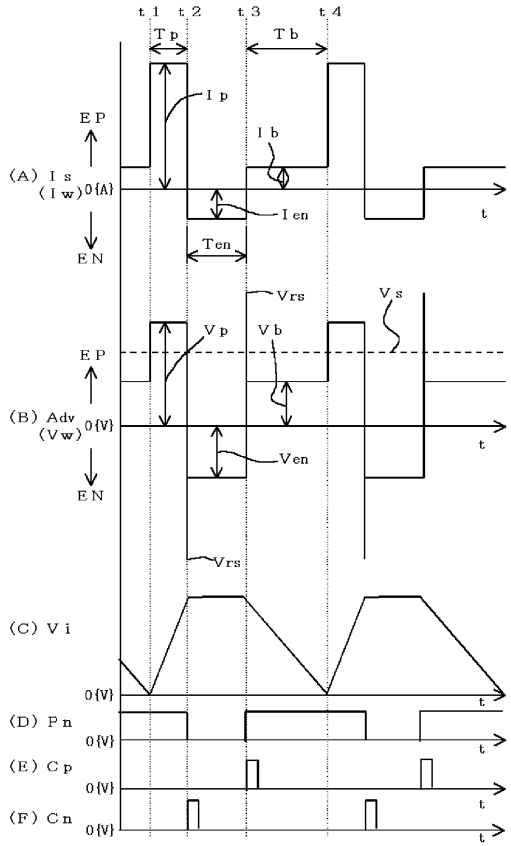
【図３】


開　始
ST101
Ｔｐ，Ｔｅｎ，Ｉｐ，Ｉｂ，Ｉｅｎを読み込む
０→ｎ，０→Ｖｉ
A
割り込み発生？
ST102
NO
YES
ST103
ｎ＋１→ｎ，Ｖｓを読み込む
ST104
ｎ・ΔＴ≦Ｔｐ
NO
YES
ST105
１→Ｐｎ，Ｉｐ→Ｉｓ
ST106
Ａｄｖ，Ｉｂを読み込む
ST107
Ｖｉ＋（Ａｄｖ－Ｖｓ）→Ｖｉ
ST108
ｎ・ΔＴ≦Ｔｐ＋Ｔｅｎ
NO
YES
ST111
Ｔｂ制御処理
ST109
０→Ｐｎ，Ｉｅｎ→Ｉｓ
ST110
Ｃｎを微小時間の間１にする
Ｐｎ，Ｃｎ，Ｃｐ，Ｉｓを出力
ST112
ST113
溶接終了か？
A
終　了

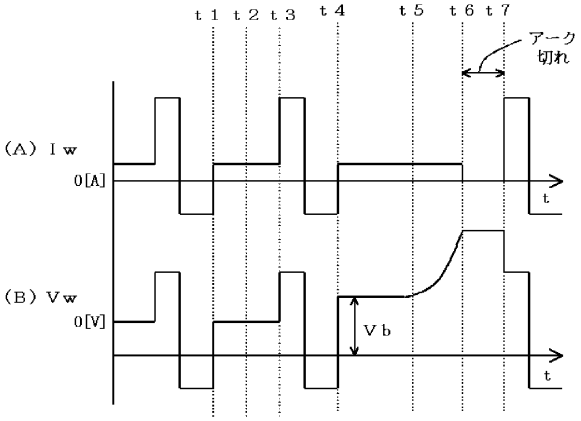
【図４】


処理開始
Ａｄｖを読み込む
ST201
Ｖｉ＋（Ａｄｖ－Ｖｓ）→Ｖｉ
ST202
ST203
Ｖｉ＝０
YES
NO
ST204
０→ｎ，０→Ｖｉ
１→Ｐｎ，Ｉｂ→Ｉｓ
ST205
Ｃｐを微小時間の間１にする
ST206
処理終了
ST207

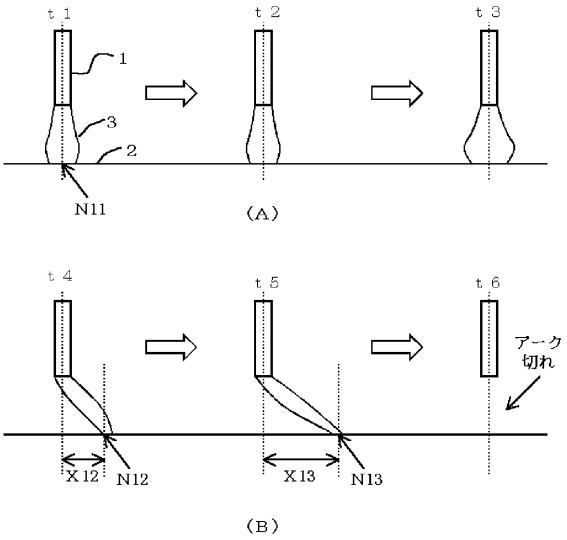
【図５】


t1 t2 t3 t4
Tp
Tb
Ip
Ib
EP
(A) Is
(Iw) 0[A]
Ien
t
EN
Ten
Vrs
Vs
Vp
Vb
EP
(B) Adv
(Vw) 0[V]
Ven
t
EN
Vrs
(C) Vi
0[V]
t
(D) Pn
0[V]
t
(E) Cp
0[V]
t
(F) Cn
0[V]
t

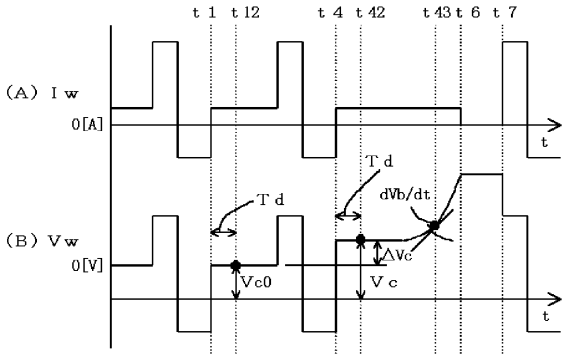
【図６】


t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7
アーク
切れ
(A) Iw
0[A]
t
(B) Vw
0[V]
Vb
t

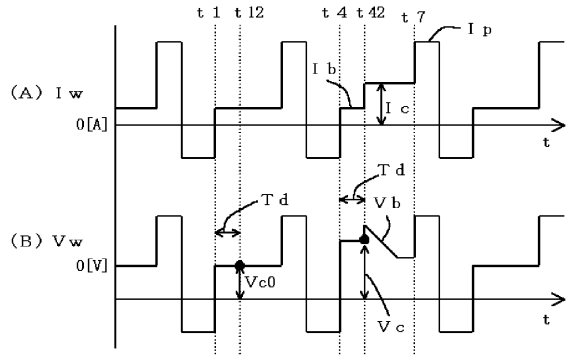
【図７】



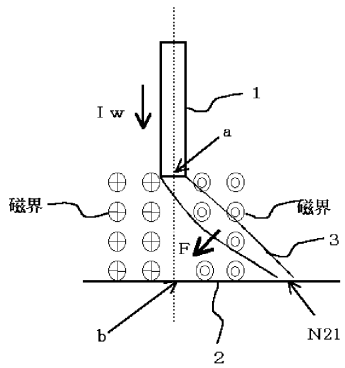
【図８】



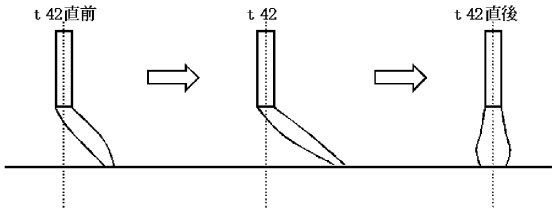
【図９】



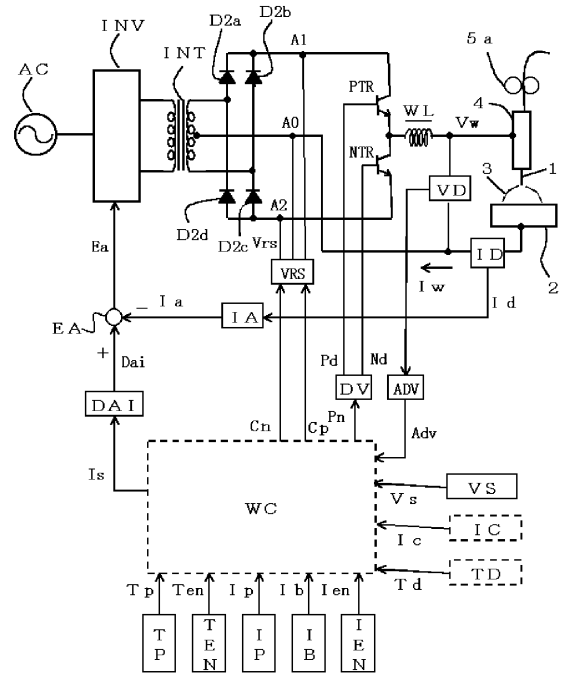
【図１０】



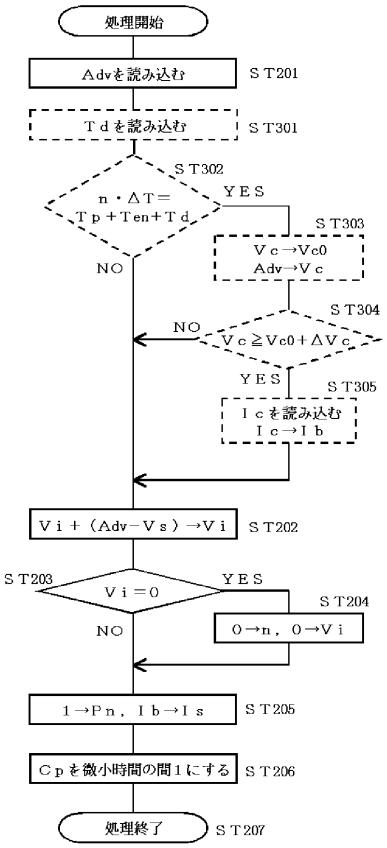
【図１１】



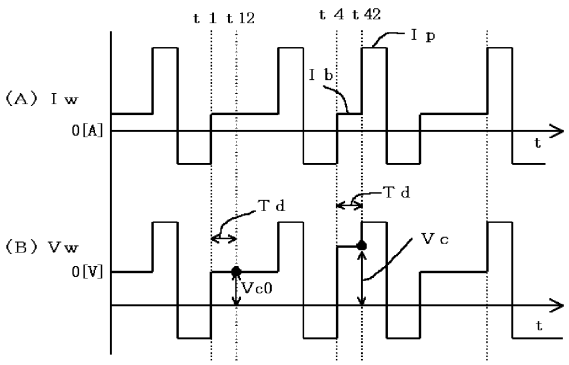
【図１２】



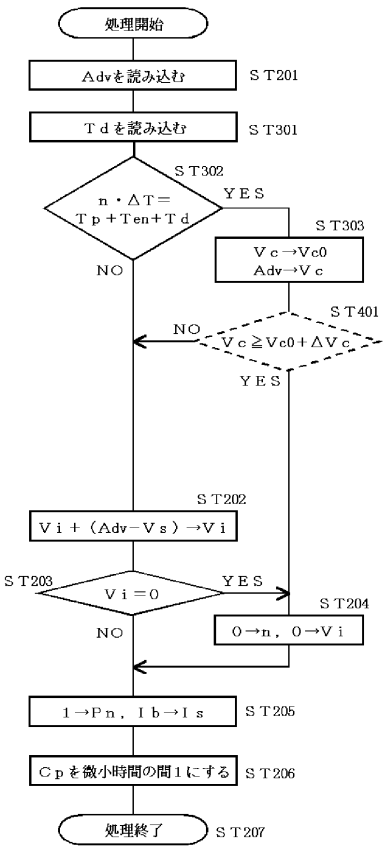
【図１３】



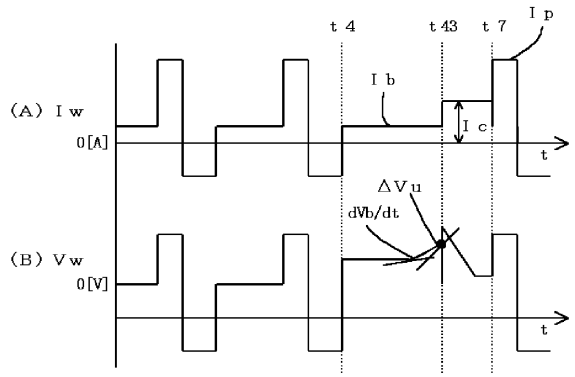
【図１４】



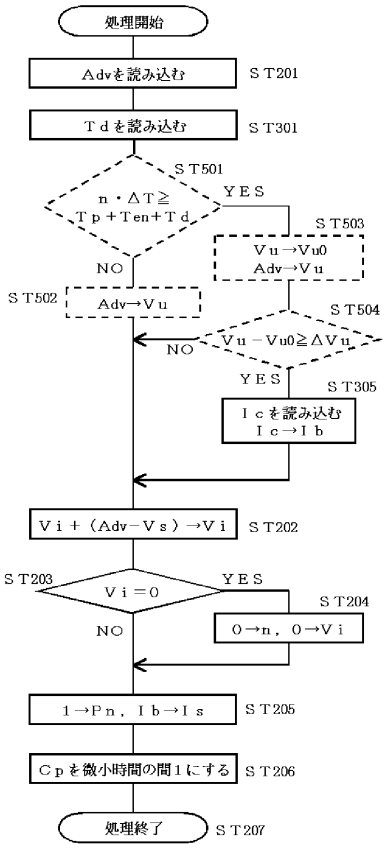
【図１５】



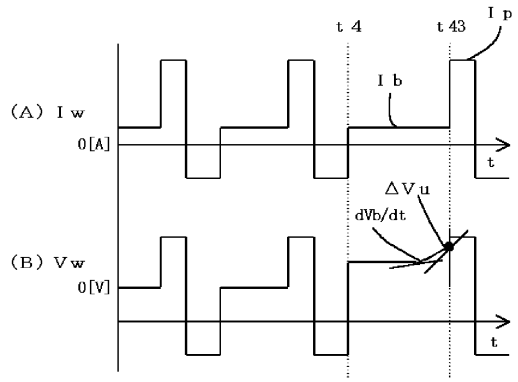
【図１６】



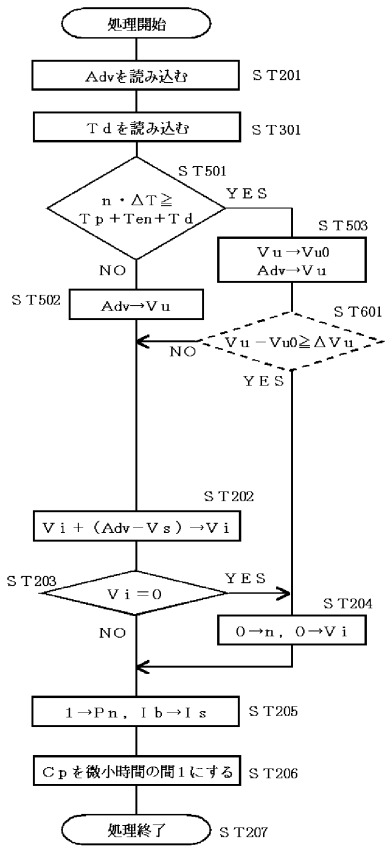
【図１７】



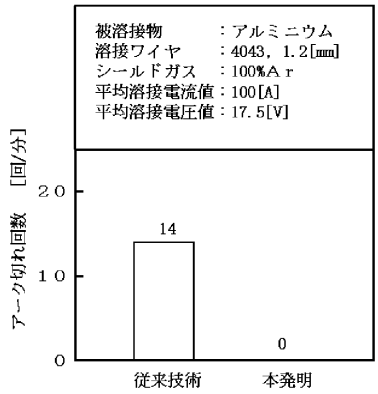
【図１８】



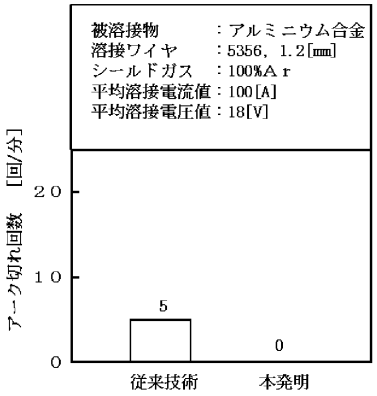
【図１９】



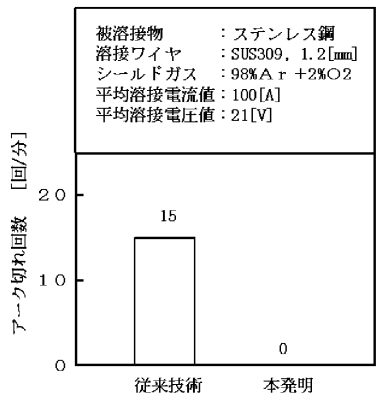
【図２０】



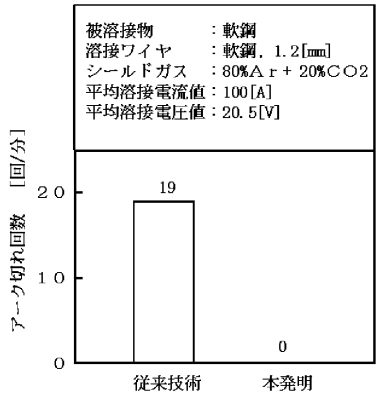
【図２１】



【図２２】



【図２３】



フロントページの続き

(72)発明者　水取　裕康
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　福島　和幸

(56)参考文献　特開平１０－３２８８３７（ＪＰ，Ａ）
特公昭６３－５２９９３（ＪＰ，Ｂ２）
特開平９－１０８８３６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B23K　9/173
B23K　9/073
B23K　9/09
B23K　9/095