

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年6月14日(14.06.2018)

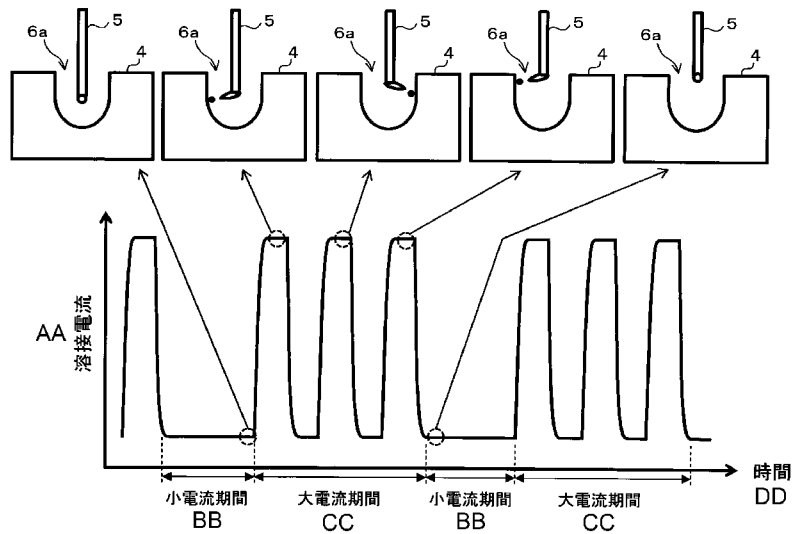


(10) 国際公開番号  
**WO 2018/105548 A1**

- (51) 国際特許分類:  
B23K 9/095 (2006.01) B23K 9/173 (2006.01)  
B23K 9/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/043442
- (22) 国際出願日: 2017年12月4日(04.12.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2016-236944 2016年12月6日(06.12.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社ダイヘン (DAIHEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5328512 大阪府大阪市淀川区田川二丁目1番11号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 馬場 勇人 (BABA, Hayato); 〒5328512 大阪府大阪市淀川区田川二丁目1番11号 株式会社ダイヘン内 Osaka (JP). 惠良 哲生 (ERA, Tetsuo); 〒5328512 大阪府大阪市淀川区田川二丁目1番11号 株式会社ダイヘン内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 河野 英仁, 外 (KOHNO, Hideto et al.); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目4番3号 河野特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: ARC WELDING METHOD AND ARC WELDING DEVICE

(54) 発明の名称: アーク溶接方法及びアーク溶接装置



AA Welding current  
 BB Small-current period  
 CC Large-current period  
 DD Time

(57) Abstract: A consumable electrode arc welding method wherein a weld wire (5) is fed toward a portion to be welded on a base material (4) and a welding current with an average current of 300A or greater is supplied to the weld wire (5), thereby generating an arc between the tip portion of the weld wire (5) and the portion to be welded, and welding the base material (4). The weld wire (5) is fed with a speed at which the tip portion advances into an embedded space (6a) surrounded by a concave molten portion formed on the base material (4) by means of the arc generated between the tip



WO 2018/105548 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

portion and the portion to be welded, the welding current is varied, and the welding current during a large-current period is controlled such that metal transfer from the tip portion of the weld wire (5) to the side portion of the molten portion occurs multiple times in each large-current period.

(57) 要約 : 母材 (4) の被溶接部に溶接ワイヤ (5) を送給すると共に、溶接ワイヤ (5) に平均電流 300 A 以上の溶接電流を供給することによって、溶接ワイヤ (5) の先端部及び被溶接部間にアークを発生させ、母材 (4) を溶接する消耗電極式のアーク溶接方法であって、先端部及び被溶接部間に発生したアークによって母材 (4) に形成された凹状の溶融部分によって囲まれる埋もれ空間 (6 a) に先端部が進入する速度で、溶接ワイヤ (5) を送給し、溶接電流を変動させ、大電流期間における溶接電流を、溶接ワイヤ (5) の先端部から溶融部分の側部への溶滴移行が各大電流期間で複数回行われるように制御する。

## 明 細 書

**発明の名称**：アーク溶接方法及びアーク溶接装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、消耗電極式のアーク溶接方法及びアーク溶接装置に関する。

### 背景技術

[0002] 溶接方法の一つに、消耗電極式の高スシールドアーク溶接法がある（例えば、特許文献1）。高スシールドアーク溶接法は、母材の被溶接部に送給された溶接ワイヤと、母材との間にアークを発生させ、アークの熱によって母材を溶接する手法であり、特に高温になった母材の酸化を防ぐために、不活性ガスを溶接部周辺に噴射しながら溶接を行うものである。5 mm程度の薄板であれば、母材の突き合わせ継手を1パスで溶接することもできる。

[0003] ところが、9～30 mmの厚板になると、従来の高スシールドアーク溶接法では1パスで母材を溶接することができない。このため、複数回の溶接操作を繰り返し行う多層溶接によって、厚板の溶接が行われている。しかし、多層溶接においては、溶接工数の増大が問題となる。また、入熱量が大きくなり、母材の変形、溶接部分の脆化が問題となる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-229775号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 本願発明者等は、かかる問題を解決すべく鋭意検討した結果、一般的な高スシールドアーク溶接法に比して、高速で溶接ワイヤの送給を行い、大電流を供給することによって、厚板の1パス溶接を実現することができるという知見を得た。具体的には、溶接ワイヤを約5～100 m/分で送給し、300 A以上の大電流を供給することによって、厚板の1パス溶接を実現することができる。溶接ワイヤの高速送給及び大電流供給を行うと、アークの熱に

よって母材に凹状の溶融部分が形成され、溶接ワイヤの先端部が溶融部分によって囲まれる空間に進入する。溶接ワイヤの先端部が母材表面より深部に進入することによって、溶融部分が母材の厚み方向裏面側にまで貫通し、1パス溶接が可能になる。以下、凹状の溶融部分によって囲まれる空間を埋もれ空間と呼び、埋もれ空間に進入した溶接ワイヤの先端部と、母材又は溶融部分との間に発生するアークを、適宜、埋もれアークと呼ぶ。

[0006] また、本願発明者等は、埋もれアーク溶接において、溶接電流を周期的に変動させることにより、埋もれ空間を安定的に維持することができることを見出した。通常、アークの熱によって溶融した母材及び溶接ワイヤの溶融金属は、埋もれ空間が閉口し、溶接ワイヤの先端部が埋没される方向へ流れる。溶接ワイヤの先端部が閉口した溶融部分に接触して短絡すると、溶接が著しく不安定化する。しかし、溶接電流を周期的に変動させると、埋もれ空間に進入した溶接ワイヤの先端部の位置が電流変動1周期の中で上下移動する。ワイヤ先端位置が高い状態においては、アークが溶融部分の側部に照射され、当該アークの力によって溶融部分の閉口が抑制される。このように、溶接電流を周期的に変動させることにより、埋もれ状態を安定化させ、維持することができる。

[0007] しかしながら上記方法では、埋もれ空間におけるワイヤ先端位置が低い状態から高い状態までの状態遷移を一回の溶滴移行で実現することになるため、短時間で急速に溶接ワイヤを溶融させる必要があり、溶接ワイヤの先端部に長い液柱が形成される。この長い液柱が電磁気力や重力、アーク力等の力を受けて大きく動き回り、更に場合によっては溶融部分の側部と短絡する等、著しく不安定な挙動をとる。不安定化した液柱は、その一部あるいは全体が埋もれ空間の外部へ吹き飛ばされ、これが大粒のスパッタ粒子となる。

[0008] 本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、300A以上の大電流を用いて行う埋もれアーク溶接において、埋もれ空間を安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することができ、安定した溶接を可能にするアーク溶接方法及びアーク溶接装置を提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係るアーク溶接方法は、母材の被溶接部に溶接ワイヤを送給すると共に、該溶接ワイヤに平均電流300A以上の溶接電流を供給することによって、前記溶接ワイヤの先端部及び被溶接部間にアークを発生させ、前記母材を溶接する消耗電極式のアーク溶接方法であって、前記先端部及び被溶接部間に発生したアークによって前記母材に形成された凹状の溶融部分によって囲まれる空間に前記先端部が進入する速度で、前記溶接ワイヤを送給し、前記溶接電流の平均値が小さく、前記先端部から前記溶融部分の底部へ溶滴移行する小電流期間と、前記溶接電流の平均値が大きく、前記先端部から前記溶融部分の側部へ溶滴移行する大電流期間とを周期的に変動させ、更に、前記大電流期間における前記溶接電流を、前記先端部から前記側部への溶滴移行が各大電流期間で複数回行われるように制御する。

[0010] 本発明にあつては、溶接ワイヤの先端部は、凹状の溶融部分で囲まれる埋もれ空間に進入し、埋もれアークが発生する。具体的には、溶接ワイヤの先端部は溶融部分に囲まれた状態となり、溶接電流を周期的に変動させることにより、埋もれ空間におけるワイヤ先端位置を上下させることができ、溶接ワイヤの先端部と、溶融部分の底部及び側部との間にアークが発生する。

小電流期間においては、溶接ワイヤの先端部と、溶融部分の底部との間にアークが発生し、溶融部分の底部へ照射されるアークによって、深い溶込みが得られる。

大電流期間においては、溶接ワイヤの先端部と、溶融部分の側部との間にアークが発生する。アークの熱によって溶融した母材及び溶接ワイヤの溶融金属は、溶接ワイヤの先端部が埋没される方向へ流れようとするが、溶接ワイヤの先端部から溶融部分の側部へ照射されるアークの力によって押し返され、先端部が溶融部分に囲まれた状態で安定化する。

更に、ワイヤ先端位置が上下する埋もれアーク溶接において、ワイヤ先端位置が低い状態から高い状態へ遷移する過程で溶滴移行を複数回に分けて行うことにより、一回の溶滴移行で形成される液柱の長さを短く制限すること

ができ、スパッタの発生を抑制することができる。

以上の通り、本発明によれば、埋もれアーク溶接において、埋もれ空間を安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することができる。

[0011] 本発明に係るアーク溶接方法は、前記大電流期間でパルス状の大電流を複数回供給する。

[0012] 本発明にあつては、ワイヤ先端位置が低い状態から高い状態へ遷移する過程において、パルス状の大電流が供給される都度、少しずつ溶接ワイヤの溶滴移行が行われる。従つて、埋もれアーク溶接における溶滴移行で形成される液柱の長さを短く制限することができ、スパッタの発生を抑制することができる。

[0013] 本発明に係るアーク溶接方法は、前記大電流期間は前記小電流期間よりも長く、該大電流期間における前記溶接電流は一定である。

[0014] 本発明にあつては、長い大電流期間を設け、当該大電流期間に一定の溶接電流を供給する。このため、ワイヤ先端位置が低い状態から高い状態へ遷移する過程において少しずつ溶接ワイヤの溶滴移行が行われる。従つて、埋もれアーク溶接における溶滴移行で形成される液柱の長さを短く制限することができ、スパッタの発生を抑制することができる。

[0015] 本発明に係るアーク溶接方法は、前記大電流期間で前記溶接電流を段階的に増大させる。

[0016] 本発明にあつては、大電流期間で溶接電流を段階的に増大させることにより、ワイヤ先端位置が低い状態から高い状態へ遷移する過程において、溶接ワイヤの急激な溶融が抑えられ、少しずつ溶接ワイヤの溶滴移行が行われる。従つて、埋もれアーク溶接における溶滴移行で形成される液柱の長さを短く制限することができ、スパッタの発生を抑制することができる。

[0017] 本発明に係るアーク溶接方法は、前記大電流期間で最大の溶接電流が供給される段階の前段階における前記溶接電流と、前記小電流期間における前記溶接電流との電流差は、前記前段階における前記溶接電流と、前記最大の溶接電流との電流差よりも大きい。

[0018] 本発明にあっては、溶接ワイヤの先端部が埋もれ空間に深く侵入している段階で、比較的大きな溶接電流を供給することにより、溶滴移行を大方完了させる。溶接ワイヤの先端部の位置が低い状態、つまり溶接ワイヤの先端部が埋もれ空間に深く侵入している状態においては、溶接ワイヤの液柱が長く成長し、溶滴移行が行われても、埋もれ空間からスパッタ粒子が飛び出す可能性は低い。そして、溶接ワイヤの先端部の位置が高い状態、つまり埋もれ空間への溶接ワイヤの侵入が浅い状態になった最終段階で最大の溶接電流を供給することにより、少量の溶滴移行が行われる。従って、埋もれアーク溶接における溶滴移行で形成される液柱の長さを短く制限することができ、スパッタの発生を抑制することができる。

[0019] 本発明に係るアーク溶接方法は、前記大電流期間及び前記小電流期間を10Hz以上1000Hz以下の周期で変動させる。

[0020] 本発明の埋もれアーク溶接においては、アークの熱によって溶融した母材及び溶接ワイヤの溶融金属が増加し、アークによる溶融金属の波打ちが生じ、その溶融金属が凝固したビードの形状も周期的に大きく乱れるおそれがある。

しかし、前記周波数にて溶接電流を周期的に変動させることにより、大きな波打ち周期よりも高周期で溶融金属を微振動させ、溶融金属の大きな波打ちを抑えることができる。

[0021] 本発明に係るアーク溶接装置は、母材の被溶接部に溶接ワイヤを送給するワイヤ送給部と、該溶接ワイヤに溶接電流を供給する電源部とを備え、前記溶接ワイヤに平均電流300A以上の溶接電流を供給することによって、前記溶接ワイヤの先端部及び被溶接部間にアークを発生させ、前記母材を溶接する消耗電極式のアーク溶接装置であって、前記ワイヤ送給部は、前記先端部及び被溶接部間に発生したアークによって前記母材に形成された凹状の溶融部分によって囲まれる空間に前記先端部が進入する速度で、前記溶接ワイヤを送給し、前記電源部は、前記溶接電流の平均値が小さく、前記先端部から前記溶融部分の底部へ溶滴移行する小電流期間と、前記溶接電流の平均値

が大きく、前記先端部から前記溶融部分の側部へ溶滴移行する大電流期間とを周期的に変動させ、かつ、前記大電流期間における前記溶接電流を、前記先端部から前記側部への溶滴移行が各大電流期間で複数回行われるように制御する。

[0022] 本発明にあっては、上記アーク溶接方法で説明した通り、埋もれアーク溶接において、埋もれ空間を安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することができる。

### 発明の効果

[0023] 本発明によれば、300A以上の大電流を用いて行う埋もれアーク溶接において、埋もれ空間を安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することができ、安定した溶接が可能になる。

### 図面の簡単な説明

- [0024] [図1]本実施形態1に係るアーク溶接装置の一構成を示す模式図である。  
[図2]本実施形態1に係るアーク溶接方法の手順を示すフローチャートである。  
[図3]溶接対象の母材を示す側断面図である。  
[図4]溶接電流を周期的に変動させることによる溶滴移行の様子を示す模式図である。  
[図5]本実施形態1に係る溶接電流の変動を示すグラフである。  
[図6]比較例に係る溶接電流の変動を示すグラフである。  
[図7]本実施形態2に係る溶接電流の変動を示すグラフである。  
[図8]本実施形態3に係る溶接電流の変動を示すグラフである。  
[図9]本実施形態3の実施例に係る溶接電流値を示すグラフである。  
[図10]本実施形態4に係る溶接電流の変動を示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明をその実施形態を示す図面に基づいて詳述する。

(実施形態1)

図1は、本実施形態1に係るアーク溶接装置の一構成を示す模式図である

。本実施形態 1 に係るアーク溶接装置は、板厚が 9 ~ 30 mm の母材 4 を 1 パスで突き合わせ溶接することが可能な消耗電極式のガスシールドアーク溶接機である。特に本実施形態 1 に係るアーク溶接装置は、溶接電流  $I_w$  の制御によって、埋もれ空間 6 a (図 4 参照) に進入した溶接ワイヤ 5 の先端部 5 a の位置を上下させ、溶接ワイヤ 5 の先端部 5 a の位置が低い状態から高い状態へ遷移させる過程で複数回に分けて溶滴移行を行うことにより、埋もれ空間 6 a を安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することを可能にするものである。

本実施形態 1 に係るアーク溶接装置は、溶接電源 1、トーチ 2 及びワイヤ送給部 3 を備える。

[0026] トーチ 2 は、銅合金等の導電性材料からなり、母材 4 の被溶接部へ溶接ワイヤ 5 を案内すると共に、アーク 7 (図 4 参照) の発生に必要な溶接電流  $I_w$  を供給する円筒形状のコンタクトチップを有する。コンタクトチップは、その内部を挿通する溶接ワイヤ 5 に接触し、溶接電流  $I_w$  を溶接ワイヤ 5 に供給する。また、トーチ 2 は、コンタクトチップを囲繞する中空円筒形状をなし、被溶接部へシールドガスを噴射するノズルを有する。シールドガスは、アーク 7 によって溶融した母材 4 及び溶接ワイヤ 5 の酸化を防止するためのものである。シールドガスは、例えば炭酸ガス、炭酸ガス及びアルゴンガスの混合ガス、アルゴン等の不活性ガス等である。

[0027] 溶接ワイヤ 5 は、例えばソリッドワイヤであり、その直径は 0.9 mm 以上 1.6 mm 以下であり、消耗電極として機能する。溶接ワイヤ 5 は、例えば、螺旋状に巻かれた状態でペールパックに収容されたパックワイヤ、あるいはワイヤリールに巻回されたリールワイヤである。

[0028] ワイヤ送給部 3 は、溶接ワイヤ 5 をトーチ 2 へ送給する送給ローラと、当該送給ローラを回転させるモータとを有する。ワイヤ送給部 3 は、送給ローラを回転させることによって、ワイヤリールから溶接ワイヤ 5 を引き出し、引き出された溶接ワイヤ 5 をトーチ 2 へ供給する。なお、かかる溶接ワイヤ 5 の送給方式は一例であり、特に限定されるものではない。

- [0029] 溶接電源 1 は、給電ケーブルを介して、トーチ 2 のコンタクトチップ及び母材 4 に接続され、溶接電流  $I_w$  を供給する電源部 1 1 と、溶接ワイヤ 5 の送給速度を制御する送給速度制御部 1 2 とを備える。なお、電源部 1 1 及び送給速度制御部 1 2 を別体で構成しても良い。電源部 1 1 は、PWM制御された直流電流を出力する電源回路 1 1 a、出力電圧設定回路 1 1 b、周波数設定回路 1 1 c、電流振幅設定回路 1 1 d、平均電流設定回路 1 1 e、電圧検出部 1 1 f、電流検出部 1 1 g 及び比較回路 1 1 h を備える。
- [0030] 電圧検出部 1 1 f は、溶接電圧  $V_w$  を検出し、検出した電圧値を示す電圧値信号  $E_d$  を比較回路 1 1 h へ出力する。
- [0031] 電流検出部 1 1 g は、例えば、溶接電源 1 からトーチ 2 を介して溶接ワイヤ 5 へ供給され、アーク 7 を流れる溶接電流  $I_w$  を検出し、検出した電流値を示す電流値信号  $I_d$  を出力電圧設定回路 1 1 b へ出力する。
- [0032] 周波数設定回路 1 1 c は、母材 4 及び溶接ワイヤ 5 間の溶接電圧  $V_w$  及び溶接電流  $I_w$  を周期的に変動させる周波数を設定するための周波数設定信号を出力電圧設定回路 1 1 b へ出力する。本実施形態 1 に係るアーク溶接方法を実施する場合、周波数設定回路 1 1 c は、10 Hz 以上 1000 Hz 以下の周波数、好ましくは 50 Hz 以上 300 Hz 以下の周波数、より好ましくは 80 Hz 以上 200 Hz 以下の周波数を示す周波数設定信号を出力する。
- [0033] 電流振幅設定回路 1 1 d は、周期的に変動する溶接電流  $I_w$  の振幅を設定するための振幅設定信号を出力電圧設定回路 1 1 b へ出力する。振幅は、変動する溶接電流  $I_w$  の最小電流値と、最大電流値との電流差である。本実施形態 1 に係るアーク溶接方法を実施する場合、電流振幅設定回路 1 1 d は、50 A 以上の電流振幅、好ましくは 100 A 以上 500 A 以下の電流振幅、より好ましくは 200 A 以上 400 A 以下の電流振幅を示す振幅設定信号を出力する。
- [0034] 平均電流設定回路 1 1 e は、周期的に変動する溶接電流  $I_w$  の平均電流を設定するための平均電流設定信号を出力電圧設定回路 1 1 b 及び送給速度制御部 1 2 へ出力する。本実施形態 1 に係るアーク溶接方法を実施する場合、

平均電流設定回路 11 e は、300 A 以上の平均電流、好ましくは平均電流を 300 A 以上 1000 A 以下の平均電流、より好ましくは 500 A 以上 800 A 以下の平均電流を示す平均電流設定信号を出力する。

[0035] 出力電圧設定回路 11 b は、各部から出力された電流値信号  $I_d$ 、周波数設定信号、振幅設定信号、平均電流設定信号に基づいて、溶接電流  $I_w$  が目標とする周波数、電流振幅及び平均電流となるように、例えば、矩形波状の目標電圧を示す出力電圧設定信号  $E_{cr}$  を生成し、生成した出力電圧設定信号  $E_{cr}$  を比較回路 11 h へ出力する。

[0036] 比較回路 11 h は、電圧検出部 11 f から出力された電圧値信号  $E_d$  と、出力電圧設定回路 11 b から出力された出力電圧設定信号  $E_{cr}$  とを比較し、その差分を示す差分信号  $E_v$  を電源回路 11 a へ出力する。

[0037] 電源回路 11 a は、商用交流を交直変換する AC-DC コンバータ、交直変換された直流をスイッチングにより所要の交流に変換するインバータ回路、変換された交流を整流する整流回路等を備える。電源回路 11 a は、比較回路 11 h から出力された差分信号  $E_v$  に従って、インバータを PWM 制御し、電圧を溶接ワイヤ 5 へ出力する。その結果、母材 4 及び溶接ワイヤ 5 間に、周期的に変動する溶接電圧  $V_w$  が印加され、溶接電流  $I_w$  が通電する。なお、溶接電源 1 には、図示しない制御通信線を介して外部から出力指示信号が入力されるように構成されており、電源部 11 は、出力指示信号をトリガにして、電源回路 11 a に溶接電流  $I_w$  の供給を開始させる。出力指示信号は、例えば、溶接ロボットから溶接電源 1 へ出力される。また、手動の溶接機の場合、出力指示信号は、トーチ 2 側に設けられた手元操作スイッチが操作された際にトーチ 2 側から溶接電源 1 へ出力される。

[0038] 図 2 は、本実施形態 1 に係るアーク溶接方法の手順を示すフローチャート、図 3 は、溶接対象の母材 4 を示す側断面図である。まず、溶接により接合されるべき一对の母材 4 をアーク溶接装置に配置し、溶接電源 1 の各種設定を行う（ステップ S 11）。具体的には、図 3 に示すように板状の第 1 母材 4 1 及び第 2 母材 4 2 を用意し、被溶接部である端面 4 1 a、4 2 a を突き

合わせて、所定の溶接作業位置に配する。第1及び第2母材41、42は、例えば軟鋼、機械構造用炭素鋼、機械構造用合金鋼等の鋼板であり、厚みは9mm以上30mm以下である。

そして、溶接電源1は、周波数10Hz以上1000Hz以下、平均電流300A以上、電流振幅50A以上の範囲内で溶接電流Iwの溶接条件を設定する。

[0039] なお、溶接電流Iwの条件設定は、全て溶接作業者が行っても良いし、溶接電源1が、本実施形態1に係る溶接方法の実施を操作部にて受け付け、全ての条件設定を自動的に行うように構成しても良い。また、溶接電源1が、平均電流等、一部の溶接条件を操作部にて受け付け、受け付けた一部の溶接条件に適合する残りの溶接条件を決定し、条件設定を半自動的に行うように構成しても良い。

[0040] 各種設定が行われた後、溶接電源1は、溶接電流Iwの出力開始条件を満たすか否かを判定する(ステップS12)。具体的には、溶接電源1は、溶接の出力指示信号が入力されたか否かを判定する。出力指示信号が入力されておらず、溶接電流Iwの出力開始条件を満たさないと判定した場合(ステップS12:NO)、溶接電源1は、出力指示信号の入力待ち状態で待機する。

[0041] 溶接電流Iwの出力開始条件を満たすと判定した場合(ステップS12:YES)、溶接電源1の送給速度制御部12は、ワイヤの送給を指示する送給指示信号を、ワイヤ送給部3へ出力し、所定速度で溶接ワイヤ5を送給させる(ステップS13)。溶接ワイヤ5の送給速度は、例えば、約5~100m/分の範囲内で設定される。送給速度制御部12は、平均電流設定回路11eから出力された平均電流設定信号に応じて、送給速度を決定する。なお、溶接ワイヤ5の送給速度は一定速度であっても良いし、周期的に変動させても良い。また、溶接作業者が、ワイヤの送給速度を直接設定するように構成しても良い。

[0042] 次いで、溶接電源1の電源部11は、電圧検出部11f及び電流検出部1

1 gにて溶接電圧 $V_w$ 及び溶接電流 $I_w$ を検出し（ステップS14）、検出された溶接電流 $I_w$ の周波数、電流振幅及び平均電流が設定された溶接条件に一致し、溶接電流 $I_w$ が周期的に変動するように、PWM制御する（ステップS15）。

[0043] 次いで、溶接電源1の電源部11は、溶接電流 $I_w$ の出力を停止するか否かを判定する（ステップS16）。具体的には、溶接電源1は、出力指示信号の入力が継続しているか否かを判定する。出力指示信号の入力が継続しており、溶接電流 $I_w$ の出力を停止しないと判定した場合（ステップS16：NO）、電源部11は、処理をステップS13へ戻し、溶接電流 $I_w$ の出力を続ける。

[0044] 溶接電流 $I_w$ の出力を停止すると判定した場合（ステップS16：YES）、電源部11は、処理をステップS12へ戻す。

[0045] 以下、溶接電流 $I_w$ の周期的変動と溶滴移行の概要を説明する。

本実施形態1に係るアーク溶接方法においては、電源部11は、溶接電流 $I_w$ の周波数が10Hz以上1000Hz以下、平均電流が300A以上、電流振幅が50A以上になるように、溶接電流 $I_w$ を制御する。

好ましくは、電源部11は、溶接電流 $I_w$ の周波数が50Hz以上300Hz以下、平均電流が300A以上1000A以下、電流振幅が100A以上500A以下になるように、溶接電流 $I_w$ を制御する。

[0046] 図4は、溶接電流 $I_w$ を周期的に変動させることによる溶滴移行の様子を示す模式図である。上記溶接条件で溶接電流 $I_w$ を周期的に変動させると、溶接ワイヤ5の先端部5a及び被溶接部間に発生したアーク7の熱によって溶融した母材4及び溶接ワイヤ5の溶融金属からなる凹状の溶融部分6が母材4に形成される。そして、アーク7の様子を高速度カメラで撮影したところ、図4左図に示すように、溶接ワイヤ5の先端部5a及び溶融部分6の底部61間にアーク7が発生する第1状態と、先端部5a及び溶融部分6の側部62間にアーク7が発生する第2状態とが周期的に変動することが確認された。

[0047] 具体的には、溶接ワイヤ5の先端部5 aから溶融部分6の底部6 1へアーク7が飛ぶ第1状態と、溶接ワイヤ5の先端部5 aから溶融部分6の側部6 2へアーク7が飛ぶ第2状態とを繰り返す。溶接電流 $I_w$ の平均値が小さい小電流期間においては第1状態、溶接電流 $I_w$ の平均値が大きい大電流期間においては第2状態となる。第1状態は、溶接ワイヤ5の溶滴移行形態がドロップ移行の状態である。第2状態は、例えば溶接ワイヤ5の溶滴移行形態がローテーティング移行又は振り子移行の状態である。

ドロップ移行は、溶接ワイヤ5の先端部5 aから溶融部分6の底部6 1へ溶滴移行する形態の一例であり、ローテーティング移行は、溶接ワイヤ5の先端部5 aから溶融部分6の側部6 2へ溶滴移行する形態の一例である。また、振り子移行は、溶接ワイヤ5の先端部5 aに形成された液柱及びアーク7が、同一平面上を振り子状に揺動しつつ、溶接ワイヤ5の突き出し方向を中心軸として当該平面が全体として少しずつ回転していく特徴的な溶滴移行形態である。

溶融金属は、埋もれ空間6 aが閉口し、溶接ワイヤ5の先端部5 aが埋没される方向へ流れようとするが、第2状態において溶融部分6の側部6 2にアーク7が飛び、溶融部分6の溶融金属は溶接ワイヤ5から離隔する方向へ押し返され、埋もれ空間6 aは凹状の状態で安定化する。なお、図4右図では、大電流によって溶融した溶接ワイヤ5の先端部5 aの溶滴が移行した結果、溶接ワイヤ5の先端部5 aが短くなっている。

このような第1状態及び第2状態を80 Hz以上200 Hz以下で変動させることによって、大きな波打ち周期よりも高周期で溶融金属を微振動させることができ、溶融金属の波打ちが抑えられる。

[0048] 次に、溶接電流 $I_w$ の制御と溶滴移行の詳細を説明する。

図5は、本実施形態1に係る溶接電流 $I_w$ の変動を示すグラフである。グラフの横軸は時間を示し、縦軸は溶接電流 $I_w$ を示している。また、グラフの上部に、溶接電流 $I_w$ の変化に伴う溶滴移行の様子が模式的に図示されている。各模式図は、破線の丸印で示された溶接電流 $I_w$ が供給されていると

きの溶接ワイヤ5及び溶滴移行の状態を示している。以下の図6、図7、図8、図10における模式図も同様にして、溶接ワイヤ5及び溶滴移行の状態を示している。

[0049] 本実施形態1においては、電源部11は、大電流期間における溶接電流 $I_w$ を、溶接ワイヤ5の先端部5aから溶融部分6の側部62への溶滴移行が各大電流期間で複数回行われるように制御する。具体的には、電源部11は、図5に示すように大電流期間でパルス状の大電流が複数回供給されるように溶接電流 $I_w$ を制御する。例えば、電源部11は、大電流期間においてパルス状の大電流を3回供給する。パルス状の電流の大きさは、各回で略同一である。小電流期間における溶接電流 $I_w$ は例えば200A、大電流期間におけるパルス状の大電流は例えば800Aである。

[0050] 小電流期間においては、図5左端の模式図に示すように、溶接ワイヤ5の先端部5aは埋もれ空間6aに深く侵入しており、アーク7は溶融部分6の底部61に照射される。アーク7が溶融部分6の底部61へ照射されると、深い溶け込みが得られる。

大電流期間においては、図5中央の3つの模式図に示すように、パルス状の大電流が供給される都度、溶接ワイヤ5の先端部5aから溶融部分6の側部62へ、少量ずつ溶滴移行が行われ、ワイヤ先端位置が低い状態から高い状態へ遷移する。溶接ワイヤ5の先端部5aが高い位置にある場合、アーク7は溶融部分6の側部62に照射され、埋もれ空間6aが安定化される。また、溶滴移行が少量ずつ行われるため、スパッタの発生が効果的に抑制される。

再び小電流期間になると、図5右端及び左端の模式図に示すように、ワイヤ先端位置が高い状態から再び低い状態へ遷移する。

以下、上記状態遷移が繰り返し行われる。このように溶接電流 $I_w$ を変動させることにより、埋もれアーク溶接において、埋もれ空間6aを安定的に維持しつつ深い溶け込みが得られ、しかもスパッタの発生を抑えることができ、安定した厚板の1パス貫通溶接が可能になる。

[0051] 図6は、比較例に係る溶接電流  $I_w$  の変動を示すグラフである。グラフの横軸は時間を示し、縦軸は溶接電流  $I_w$  を示している。また、グラフの上部に、溶接電流  $I_w$  の変化に伴う溶滴移行の様子が模式的に図示されている。

[0052] 比較例においては、大電流期間及び小電流期間が同一の長さであり、大電流期間においては一度に所要の大電流が定常的に供給される。溶接ワイヤ5の先端部5aが埋もれ空間6aに進入している状態で、急激に溶接電流  $I_w$  が増大し、一度に大電流が供給されると、図6中央2つの模式図が示すように、溶接ワイヤ5が急激に溶融して長い液柱が形成され、埋もれ空間6aの開口部付近で大きな溶滴が移行する。図中、破線星印で示す時点で、溶接ワイヤ5及び溶融部分6の短絡が発生しており、その結果、大粒のスパッタ粒子が発生する。

[0053] 図5及び図6を比較すると分かるように、大電流期間において、パルス状の大電流を複数回に分けて供給することにより、少量ずつ溶滴を移行させることができ、スパッタの発生を抑制することができる。

[0054] 以上の通り、このように構成された実施形態1に係るアーク溶接方法及びアーク溶接装置によれば、300A以上の大電流を用いて行う埋もれアーク溶接において、埋もれ空間6aを安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することができ、安定した厚板の1パス貫通溶接が可能になる。

[0055] また、300A以上の大電流を用いて埋もれアーク溶接を行う場合であっても、溶接電流  $I_w$  を周期的に変動させることによって、溶融金属の波打ちを抑えることができ、ビードの乱れ及び垂れの発生を防止することができる。

[0056] (実施形態2)

実施形態2に係るアーク溶接方法及びアーク溶接装置は、溶接電流  $I_w$  の制御方法が実施形態1と異なるため、以下では主にかかる相違点について説明する。その他の構成及び作用効果は実施形態1と同様であるため、対応する箇所には同様の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0057] 図7は、本実施形態2に係る溶接電流  $I_w$  の変動を示すグラフである。グ

ラフの横軸は時間を示し、縦軸は溶接電流  $I_w$  を示している。また、グラフの上部に、溶接電流  $I_w$  の変化に伴う溶滴移行の様子が模式的に図示されている。

[0058] 本実施形態 2 においては、電源部 11 は、大電流期間が小電流期間よりも長く、大電流期間における溶接電流  $I_w$  が一定になるように制御する。大電流期間の長さ及び電流値は、当該大電流期間において溶滴移行が複数回行われ得るような期間及び電流値である。例えば、小電流期間の溶接電流  $I_w$  は 200 A、大電流期間における溶接電流  $I_w$  は 500 A である。

[0059] このように構成された実施形態 2 に係るアーク溶接方法及びアーク溶接装置によれば、少しずつ溶接ワイヤ 5 の溶滴移行を行うことができ、液柱の長さを低減し、スパッタの発生を抑制することができる。よって、埋もれアーク溶接において、埋もれ空間 6 a を安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することができ、安定した厚板の 1 パス貫通溶接が可能になる。

[0060] (実施形態 3)

実施形態 3 に係るアーク溶接方法及びアーク溶接装置は、溶接電流  $I_w$  の制御方法が実施形態 1 と異なるため、以下では主にかかる相違点について説明する。その他の構成及び作用効果は実施形態 1 と同様であるため、対応する箇所には同様の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0061] 図 8 は、本実施形態 3 に係る溶接電流  $I_w$  の変動を示すグラフである。グラフの横軸は時間を示し、縦軸は溶接電流  $I_w$  を示している。また、グラフの上部に、溶接電流  $I_w$  の変化に伴う溶滴移行の様子が模式的に図示されている。

[0062] 本実施形態 3 においては、電源部 11 は、大電流期間において溶接電流  $I_w$  が段階的に増大するように溶接電流  $I_w$  の出力を制御する。例えば、電源部 11 は、図 8 に示すように、最大の溶接電流  $I_w$  に到達するまで 3 段階で溶接電流  $I_w$  を増大させる。各段階で所要の溶接電流  $I_w$  が出力される期間は略同一であり、溶接電流  $I_w$  の増加量も略同一である。

[0063] (実施例)

溶接ワイヤ5の直径は1.2mmであり、溶接電源1は、溶接ワイヤ5の送給速度が40m/分、溶接電流I<sub>w</sub>の平均電流は540A、平均電圧が51Vの溶接条件にて母材4の埋もれアーク溶接を実行する。

[0064] 図9は、実施例に係る溶接電流I<sub>w</sub>値を示すグラフである。グラフの横軸は時間を示し、縦軸は溶接電流I<sub>w</sub>を示している。溶接電源1は、図9に示すように、小電流期間において200Aの溶接電流I<sub>w</sub>を供給し、大電流期間において400A、600A、800Aと、3段階で電流値を増大させながら溶接電流I<sub>w</sub>を供給する。小電流期間及び大電流期間からなる単位波形が繰り返される周期は100Hzである。大電流期間で溶接電流I<sub>w</sub>が増大する各段階で一回ずつ溶滴移行が起こるため、溶接ワイヤ5に長い液柱が形成されることを抑制しつつ、溶接ワイヤ5の先端位置を引き上げることができ、埋もれ空間6aを安定化させることができる。

[0065] このように構成された実施形態3に係るアーク溶接方法及びアーク溶接装置によれば、埋もれアーク溶接において、埋もれ空間6aを安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することができ、安定した厚板の1パス貫通溶接が可能になる。

[0066] (実施形態4)

実施形態4に係るアーク溶接方法及びアーク溶接装置は、溶接電流I<sub>w</sub>の制御方法が実施形態1と異なるため、以下では主にかかる相違点について説明する。その他の構成及び作用効果は実施形態1と同様であるため、対応する箇所には同様の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0067] 図10は、本実施形態4に係る溶接電流I<sub>w</sub>の変動を示すグラフである。グラフの横軸は時間を示し、縦軸は溶接電流I<sub>w</sub>を示している。また、グラフの上部に、溶接電流I<sub>w</sub>の変化に伴う溶滴移行の様子が模式的に図示されている。

[0068] 本実施形態4においては、電源部11は、大電流期間において溶接電流I<sub>w</sub>が段階的に増大するように溶接電流I<sub>w</sub>の出力を制御する。例えば、電源部11は、図10に示すように、最大の溶接電流I<sub>w</sub>に到達するまで2段階

で溶接電流  $I_w$  を増大させる。前段階の期間は後段の期間よりも長く、前段階における溶接電流  $I_w$  の増加量は、後段における溶接電流  $I_w$  の増加量よりも大きい。具体的には、前段階の期間は、後段の期間の約 2 倍であり、前段階における溶接電流  $I_w$  の増加量は、前段階から後段における溶接電流  $I_w$  の増加量の約 2 倍である。

[0069] 溶接ワイヤ 5 の先端部 5 a が埋もれ空間 6 a に深く又は中程度、侵入している状態においては、液柱が長くてもスパッタが発生しない。そこで、溶接ワイヤ 5 を溶融させることによって、溶接ワイヤ 5 の先端部 5 a を埋もれ空間 6 a の下部から上部へ引き上げる際、図 10 に示すように、その初期段階では溶接ワイヤ 5 を比較的急激に溶融させて溶滴移行させ、その後、更に溶接電流  $I_w$  を増大させて少量の溶滴移行を起こすことで、より効率的に溶接ワイヤ 5 を引き上げることができる。

[0070] このように構成された実施形態 4 に係るアーク溶接方法及びアーク溶接装置によれば、埋もれアークにおいて埋もれ空間 6 a を安定的に維持しつつ、スパッタの発生を抑制することができ、安定した厚板の 1 パス貫通溶接が可能になる。

[0071] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 符号の説明

- [0072]
- 1 溶接電源
  - 2 トーチ
  - 3 ワイヤ送給部
  - 4 母材
  - 5 溶接ワイヤ
  - 5 a 先端部
  - 6 溶融部分

- 6 a 埋もれ空間
- 6 1 底部
- 6 2 側部
- 7 アーク
- 1 1 電源部
  - 1 1 a 電源回路
  - 1 1 b 出力電圧設定回路
  - 1 1 c 周波数設定回路
  - 1 1 d 電流振幅設定回路
  - 1 1 e 平均電流設定回路
  - 1 1 f 電圧検出部
  - 1 1 g 電流検出部
  - 1 1 h 比較回路
- 1 2 送給速度制御部
- 4 1 第1母材
- 4 2 第2母材
- V w 溶接電圧
- I w 溶接電流
- E c r 出力電圧設定信号
- E d 電圧値信号
- I d 電流値信号
- E v 差分信号

## 請求の範囲

- [請求項1] 母材の被溶接部に溶接ワイヤを送給すると共に、該溶接ワイヤに平均電流300A以上の溶接電流を供給することによって、前記溶接ワイヤの先端部及び被溶接部間にアークを発生させ、前記母材を溶接する消耗電極式のアーク溶接方法であって、
- 前記先端部及び被溶接部間に発生したアークによって前記母材に形成された凹状の溶融部分によって囲まれる空間に前記先端部が進入する速度で、前記溶接ワイヤを送給し、
- 前記溶接電流の平均値が小さく、前記先端部から前記溶融部分の底部へ溶滴移行する小電流期間と、前記溶接電流の平均値が大きく、前記先端部から前記溶融部分の側部へ溶滴移行する大電流期間とを周期的に変動させ、
- 更に、前記大電流期間における前記溶接電流を、前記先端部から前記側部への溶滴移行が各大電流期間で複数回行われるように制御するアーク溶接方法。
- [請求項2] 前記大電流期間でパルス状の大電流を複数回供給する  
請求項1に記載のアーク溶接方法。
- [請求項3] 前記大電流期間は前記小電流期間よりも長く、該大電流期間における前記溶接電流は一定である  
請求項1に記載のアーク溶接方法。
- [請求項4] 前記大電流期間で前記溶接電流を段階的に増大させる  
請求項1に記載のアーク溶接方法。
- [請求項5] 前記大電流期間で最大の溶接電流が供給される段階の前段階における前記溶接電流と、前記小電流期間における前記溶接電流との電流差は、前記前段階における前記溶接電流と、前記最大の溶接電流との電流差よりも大きい  
請求項4に記載のアーク溶接方法。
- [請求項6] 前記大電流期間及び前記小電流期間を10Hz以上1000Hz以

下の周期で変動させる

請求項1～請求項5までのいずれか一項に記載のアーク溶接方法。

[請求項7]

母材の被溶接部に溶接ワイヤを送給するワイヤ送給部と、該溶接ワイヤに溶接電流を供給する電源部とを備え、前記溶接ワイヤに平均電流300A以上の溶接電流を供給することによって、前記溶接ワイヤの先端部及び被溶接部間にアークを発生させ、前記母材を溶接する消耗電極式のアーク溶接装置であって、

前記ワイヤ送給部は、

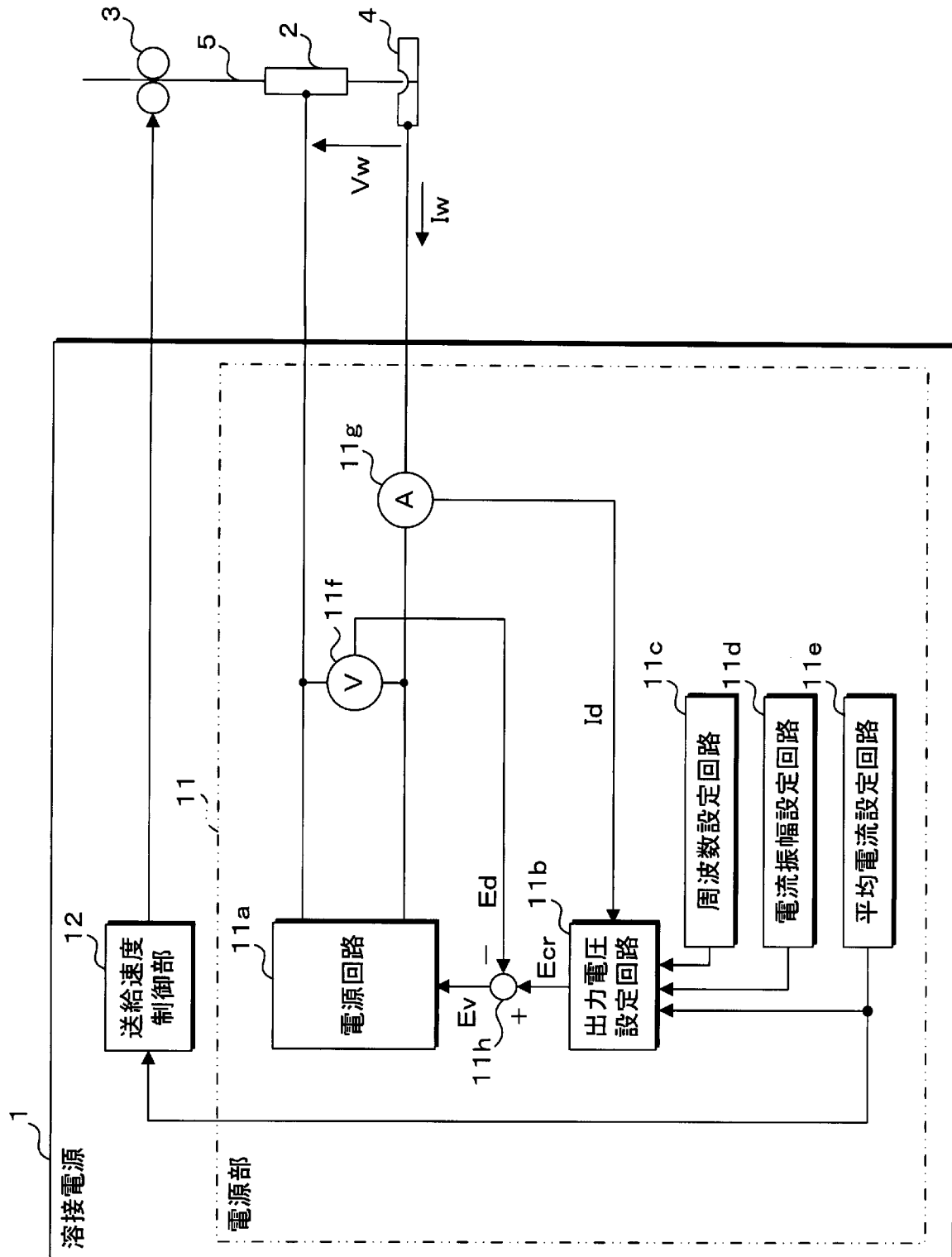
前記先端部及び被溶接部間に発生したアークによって前記母材に形成された凹状の溶融部分によって囲まれる空間に前記先端部が進入する速度で、前記溶接ワイヤを送給し、

前記電源部は、

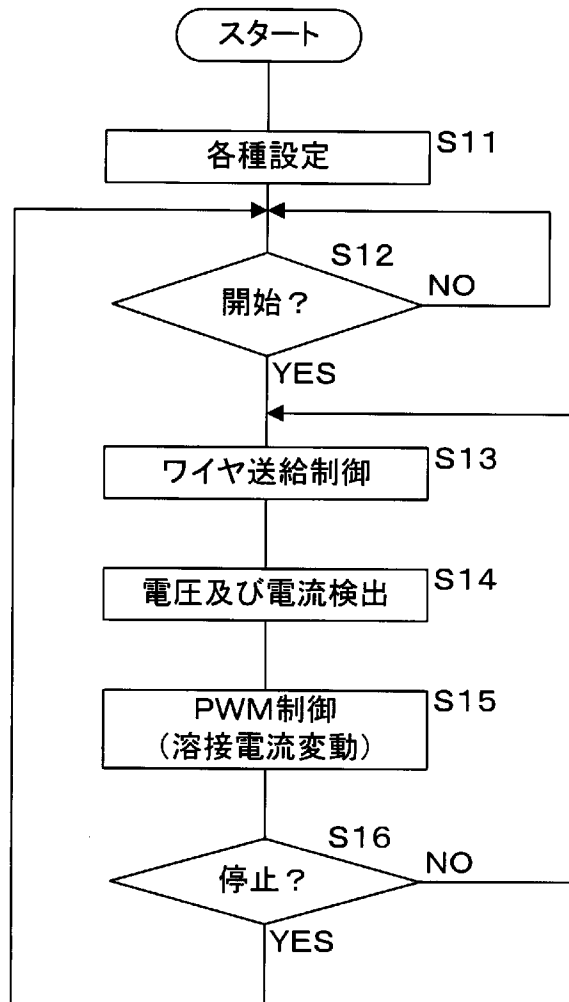
前記溶接電流の平均値が小さく、前記先端部から前記溶融部分の底部へ溶滴移行する小電流期間と、前記溶接電流の平均値が大きく、前記先端部から前記溶融部分の側部へ溶滴移行する大電流期間とを周期的に変動させ、かつ、前記大電流期間における前記溶接電流を、前記先端部から前記側部への溶滴移行が各大電流期間で複数回行われるように制御する

アーク溶接装置。

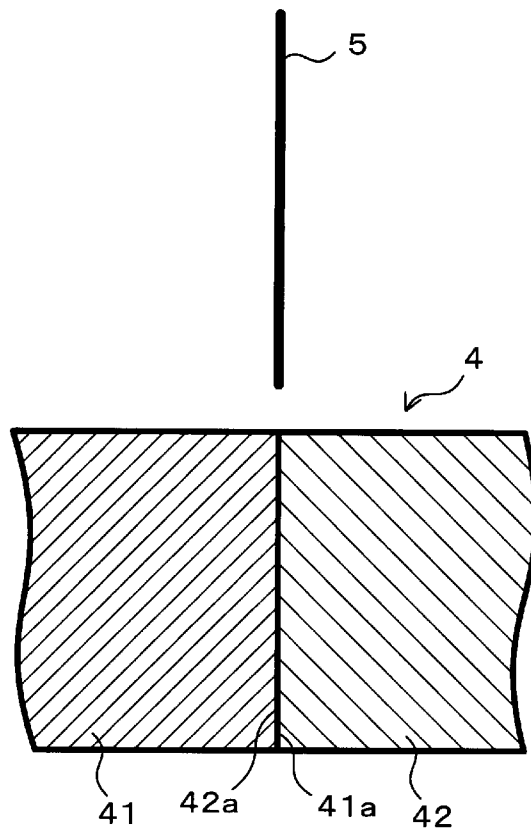
[図1]



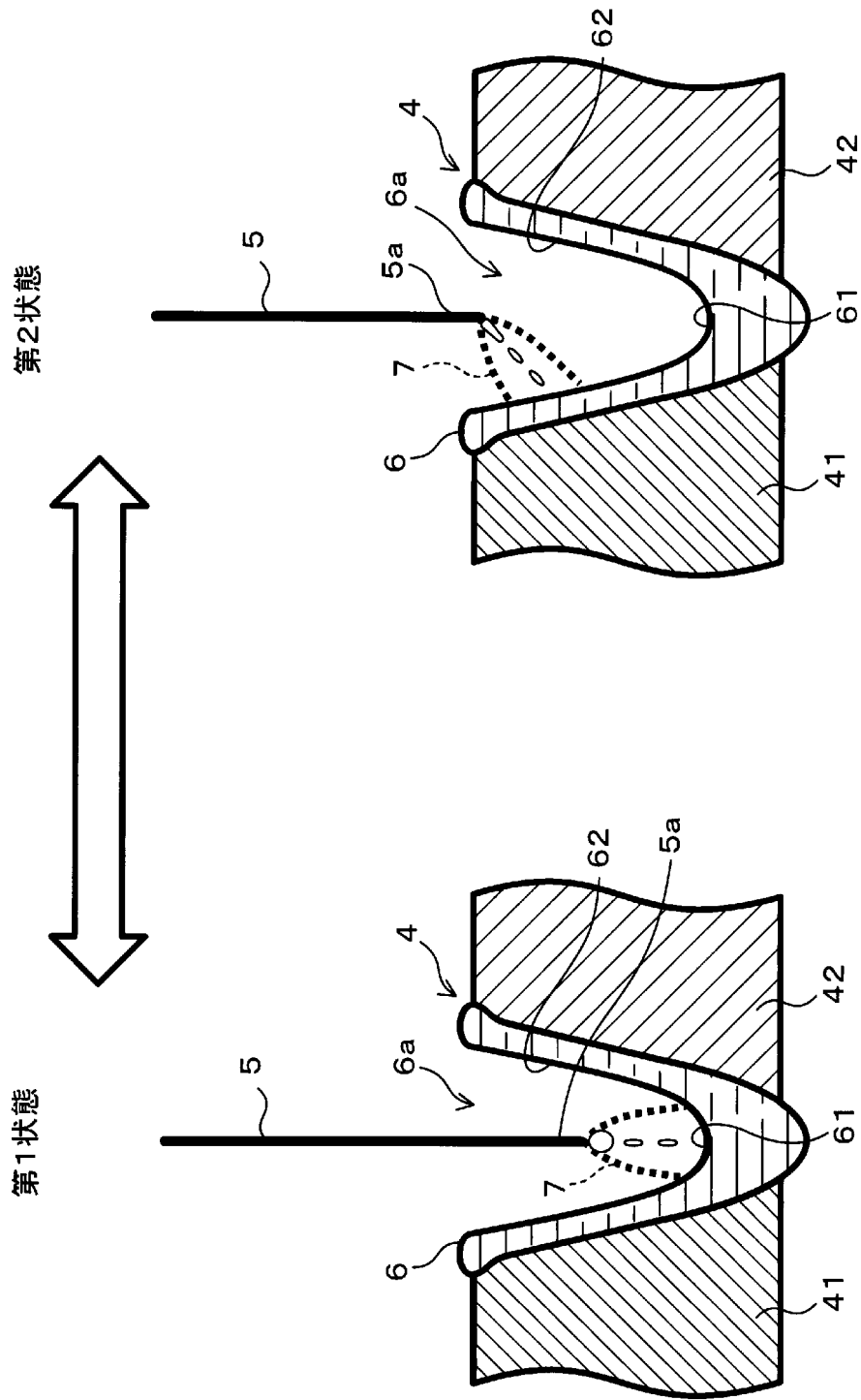
[図2]



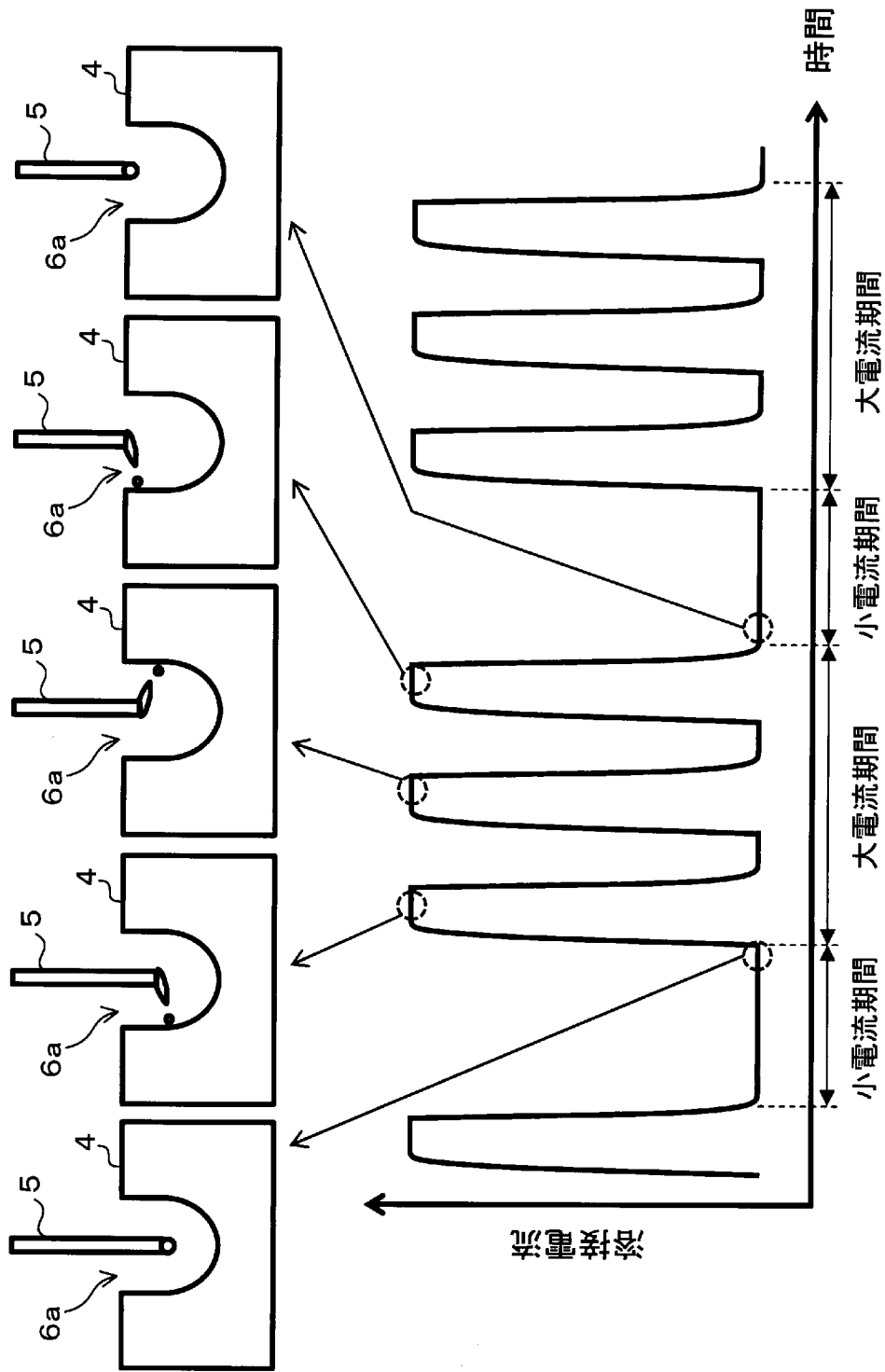
[図3]



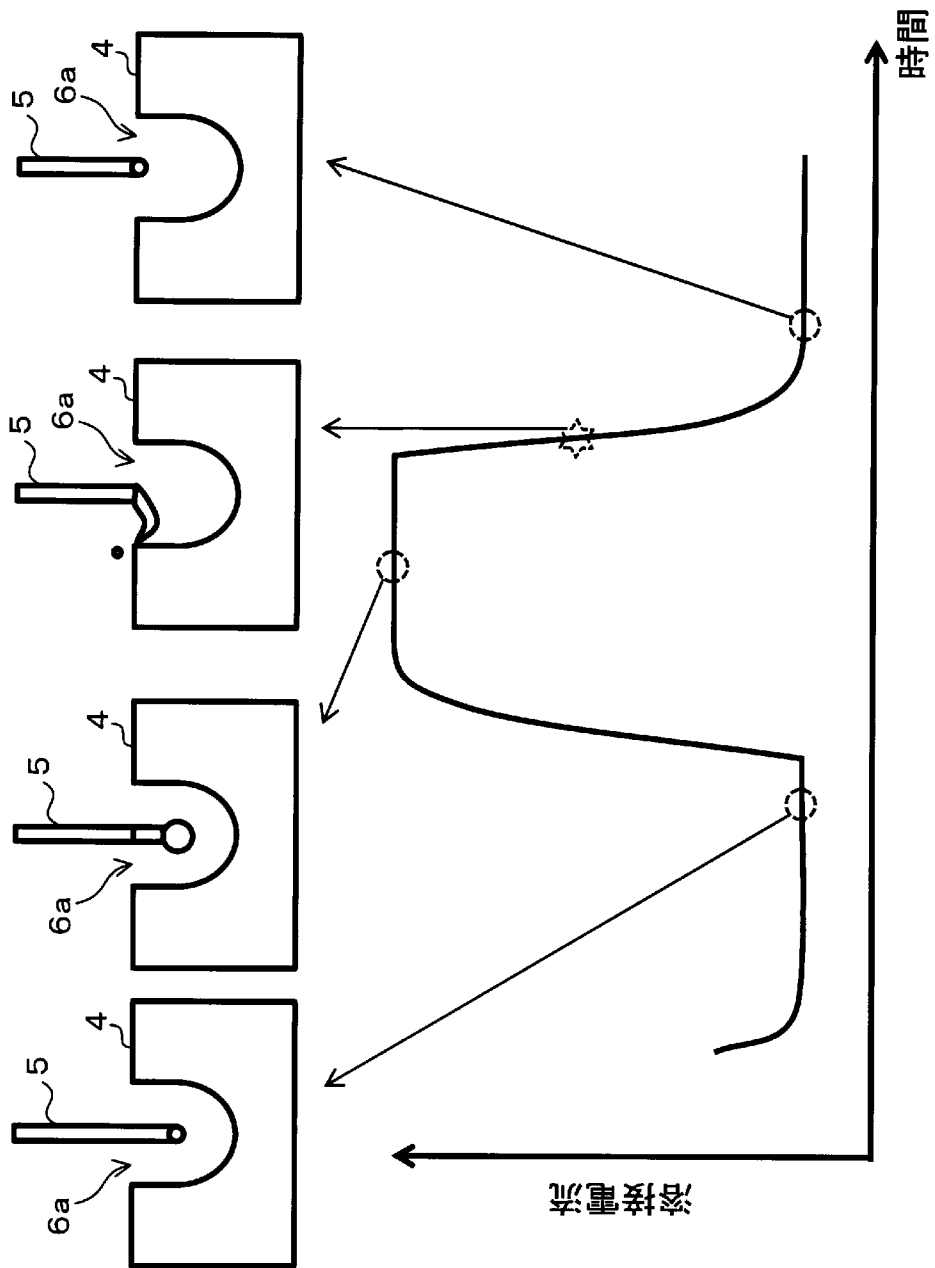
[図4]



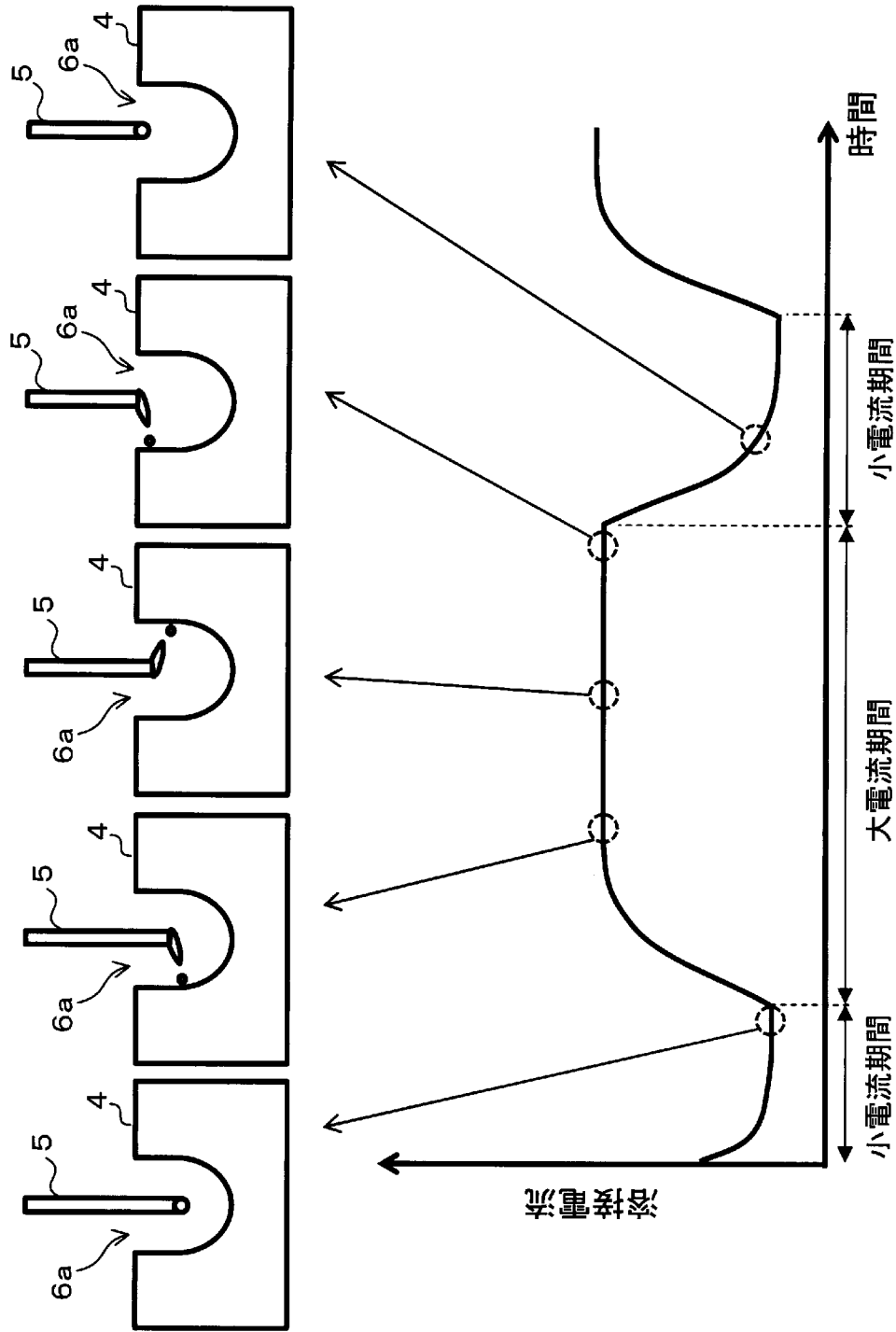
[図5]



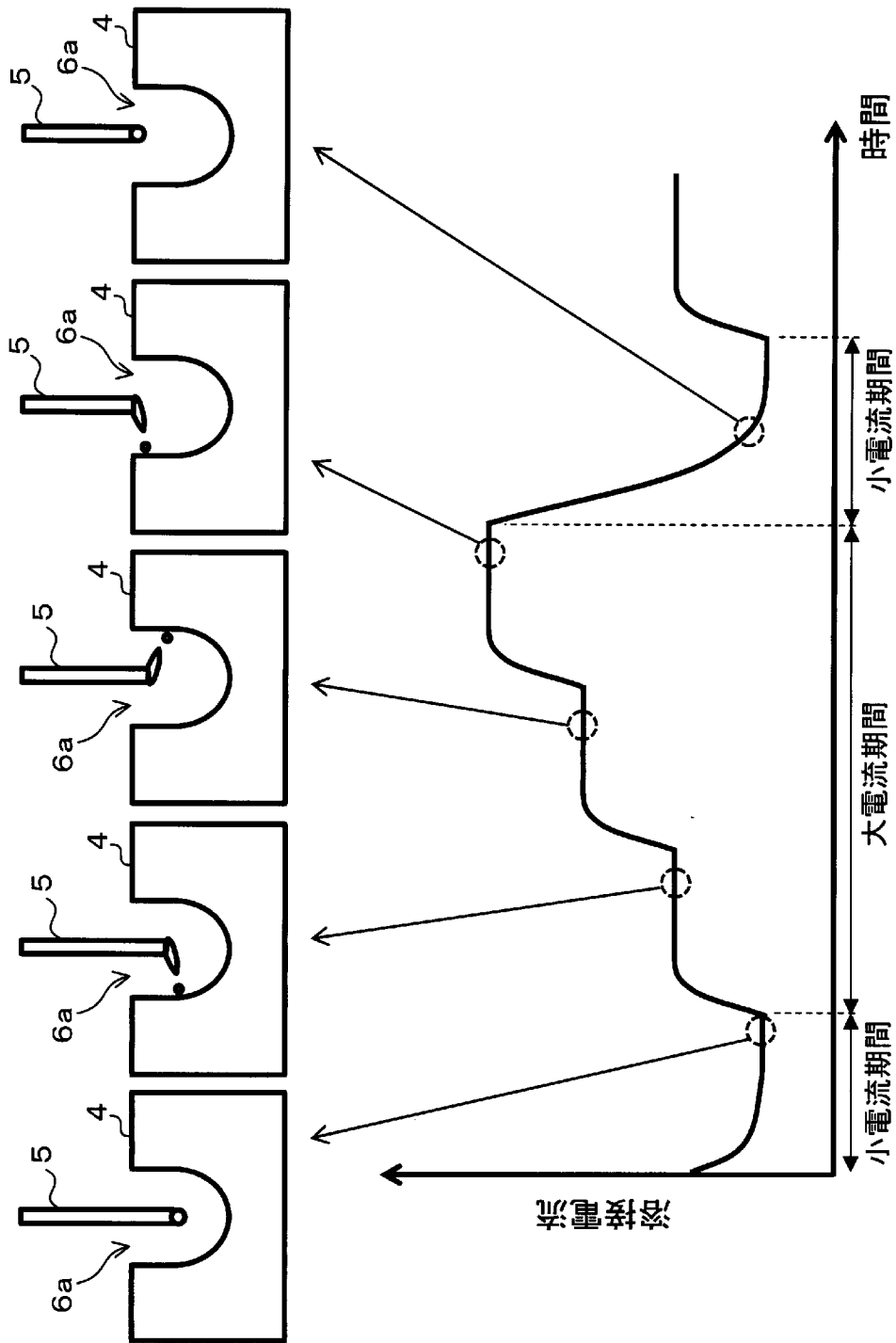
[圖6]



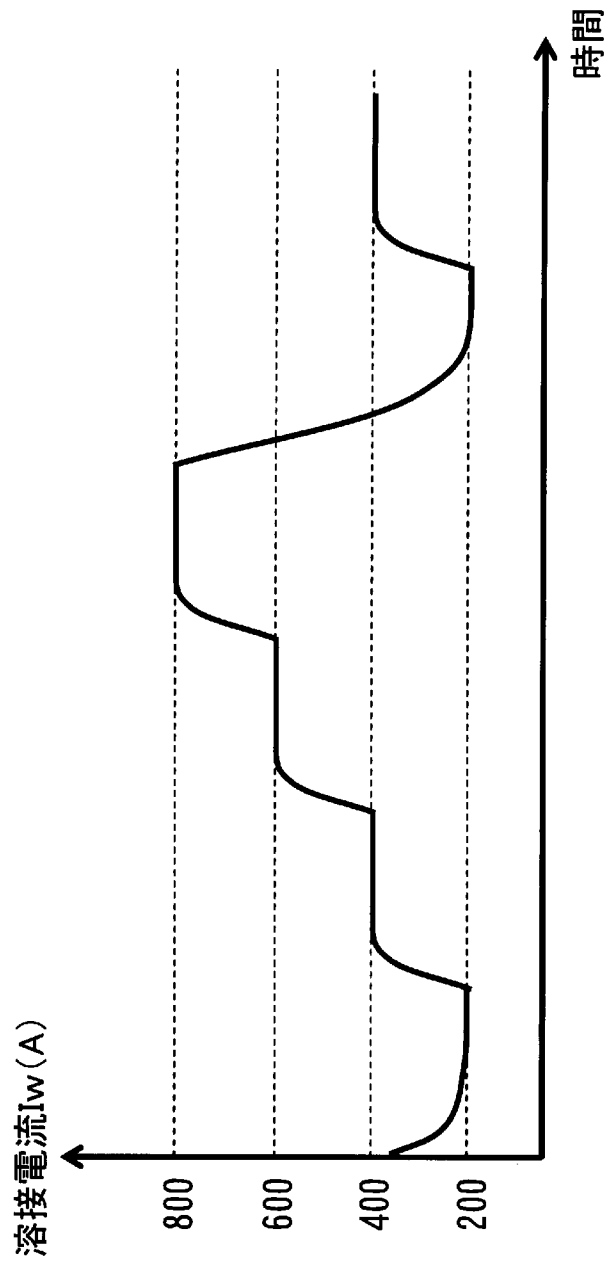
[図7]



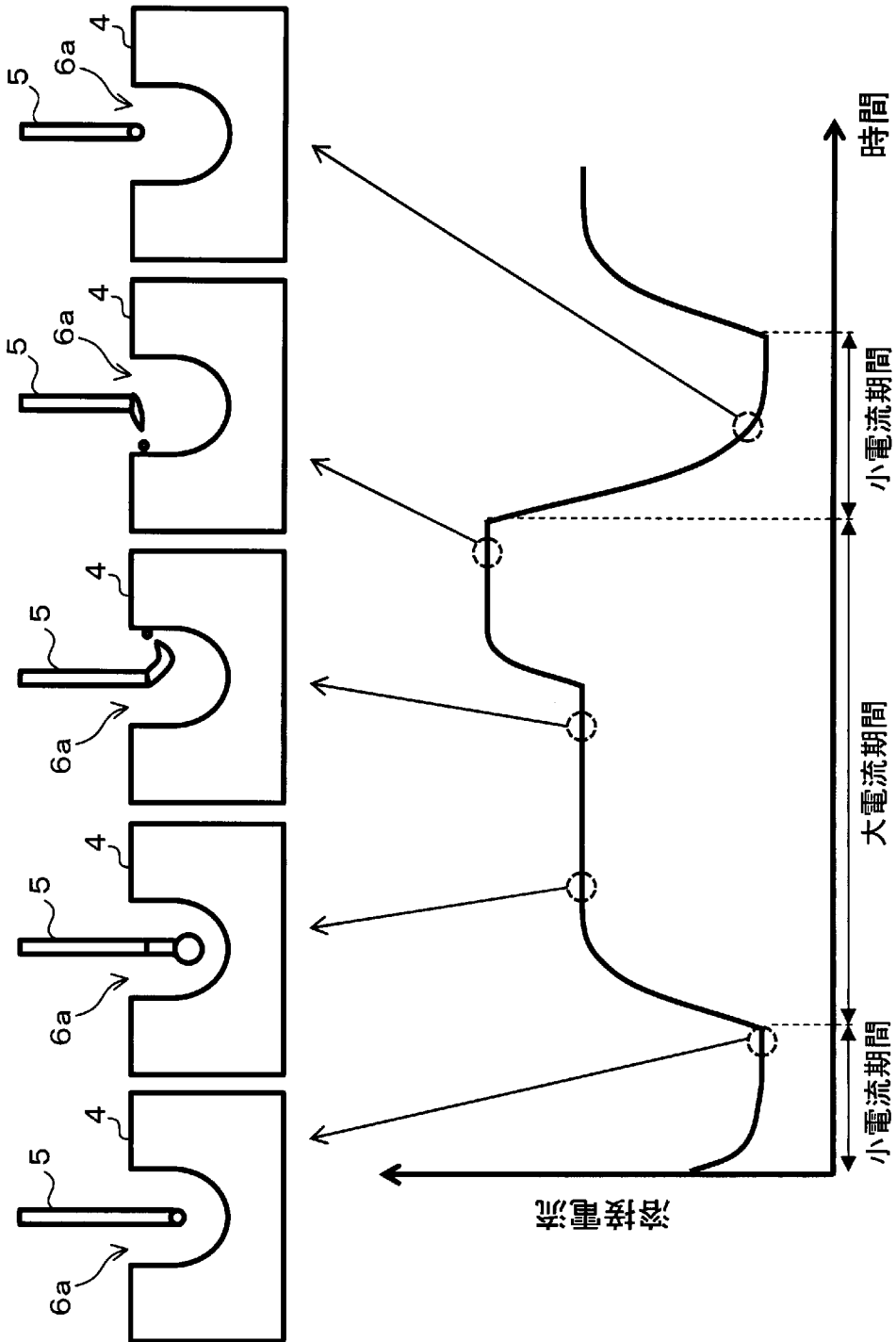
[図8]



[図9]



[圖10]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/043442

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. B23K9/095 (2006.01) i, B23K9/09 (2006.01) i, B23K9/173 (2006.01) i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. B23K9/00-9/32  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017 Registered utility model specifications of Japan 1996-2017 Published registered utility model applications of Japan 1994-2017  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-246471 A (NAT INST FOR MATERIALS SCIENCE; DAIHEN CORPORATION; NIPPON OXYGEN CO., LTD.) 11 September 2001, paragraphs [0003], [0040], fig. 3, 5	1-7
A	JP 2000-263228 A (HITACHI ZOSEN CORPORATION) 26 September 2000, abstract, fig. 1-7	1-7
P, A	JP 2017-144480 A (DAIHEN CORPORATION) 24 August 2017, fig. 5	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 December 2017		Date of mailing of the international search report 16 January 2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2017/043442

Patent Document referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2001-246471 A	11 September 2001	US 2001/0025832 A1, paragraphs [0003], [0044], fig. 4, 5 EP 1129808 A2 DE 60120525 T2	04 October 2001 05 September 2001 14 December 2006
JP 2000-263228 A	26 September 2000	(Family: none)	
JP 2017-144480 A	24 August 2017	WO 2017/033978 A1	02 March 2017

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. B23K9/095(2006.01)i, B23K9/09(2006.01)i, B23K9/173(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. B23K9/00-9/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-246471 A（独立行政法人物質・材料研究機構，株式会社ダイヘン，日本酸素株式会社）2001.09.11，段落0003,0040及び図3,5	1-7
A	JP 2000-263228 A（日立造船株式会社）2000.09.26，要約及び図1-7	1-7
P,A	JP 2017-144480 A（株式会社ダイヘン）2017.08.24，図5	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日  
 26.12.2017

国際調査報告の発送日  
 16.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁（ISA/J P）  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員） 奥隅 隆	3 P	4016
電話番号 03-3581-1101 内線 3363		

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2001-246471 A	2001.09.11	US 2001/0025832 A1, 段落 0003, 0044 及び図 4-5 EP 1129808 A2 DE 60120525 T2	2001.10.04 2001.09.05 2006.12.14
JP 2000-263228 A	2000.09.26	ファミリーなし	
JP 2017-144480 A	2017.08.24	WO 2017/033978 A1	2017.03.02