

(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
2016年5月19日(19.05.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/075871 A1

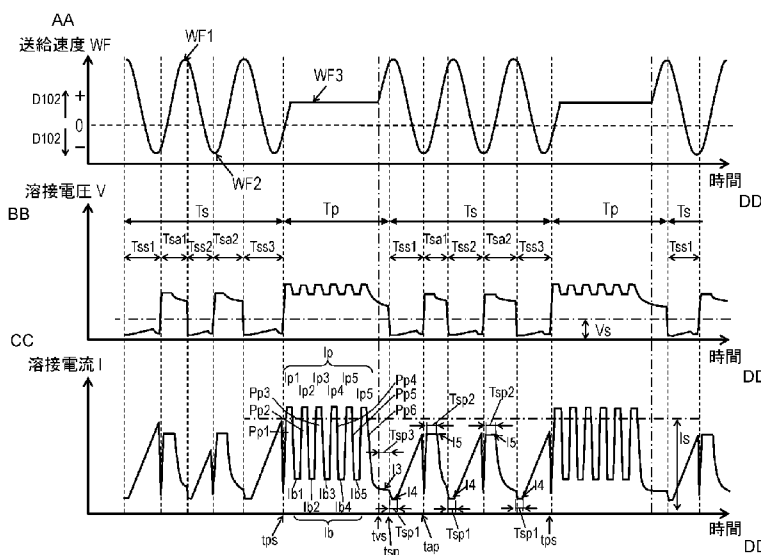
- (51) 国際特許分類:
B23K 9/073 (2006.01) B23K 9/12 (2006.01)
B23K 9/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/005269
- (22) 国際出願日: 2015年10月20日(20.10.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-228834 2014年11月11日(11.11.2014) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 松岡 範幸(MATSUOKA, Noriyuki). 川本 篤寛(KAWAMOTO, Atsuhiro). 藤原 潤司(FUJIWARA, Junji). 松井 海斗(MATSUI, Kaito).
- (74) 代理人: 藤井 兼太郎, 外(FUJII, Kentaro et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号パナソニックIPマネジメント株式会社内 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

[続葉有]

(54) Title: ARC WELDING CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: アーク溶接の制御方法

[図2]



AA Feed speed WF
 BB Welding voltage V
 CC Welding current I
 DD Time

(57) Abstract: When controlling consumable electrode arc welding involving alternately carrying out pulse welding and short circuiting welding, the occurrence of spattering can be minimized, and stable welding can be accomplished, by cyclically repeating forward feed and reverse feed of the weld electrode in the short circuiting welding period (Ts), and commencing forward feed of the weld electrode at a point in time that the welding current is smaller than the base current immediately prior to the end of the pulse period.

(57) 要約: パルス溶接と短絡溶接とを交互に繰り返して行う消耗電極式のアーク溶接の制御において、短絡溶接期間(Ts)に周期的に溶接電極の正送と逆送を繰り返し、溶接電流がパルス期間の終了直前のベース電流より小さい時点で溶接電極の正送を開始することで、スパッタの発生を抑制し、安定した溶接が実現できる。

WO 2016/075871 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： アーク溶接の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、パルス溶接期間と短絡溶接期間とを交互に繰り返す消耗電極式のアーク溶接の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 消耗電極式のアーク溶接方法において、代表的なものに、パルス溶接と短絡溶接があり、実用に供されている。ただし、パルス溶接と短絡溶接には、次のような問題がある。

[0003] パルス溶接は臨界電流を超える一定電流によるスプレー移行に比較すると低入熱であるが、安定なパルス移行を維持するにはある程度長いアーク長が必要なので、入熱を低く抑えることは出来ない。従って、立て向き、上向きなどのいわゆる姿勢溶接においては、ビードの垂れ下がりなどの不良形状ビードが発生し易い。

[0004] 短絡溶接は、アーク長が短く、かつ、短絡期間は、アークによる入熱が小さいことから、融合不良などの溶接欠陥が生じやすい。また、短アーク長および短絡によるスパッタの発生が多い。

[0005] 以上のような問題を抑制する手段として、パルス溶接と短絡溶接とを任意の回数ずつ交互に繰り返すように制御するアーク溶接方法が提案されている（特許文献1参照）。図4は、特許文献1に開示されている従来のアーク溶接制御における溶接電流波形を示す。溶接電流を設定回数ずつ交互にパルス溶接、短絡溶接を行うように制御している。また、溶接ワイヤを、パルス溶接、短絡溶接のそれぞれにおいて、最適値となるような一定の送給速度で送給している。これにより、入熱制御およびビード形状制御を行い融合不良などの溶接欠陥や姿勢溶接におけるビードの垂れ下がりなどの不良形状ビード発生を抑制できる、と特許文献1は記載している。

[0006] また、短絡溶接において、スパッタ発生の抑制と、短絡移行を確実に行う

ための方法として、アークの発生と短絡とを検出してアークの発生によって溶接ワイヤを送給（正送）し、短絡の発生によってワイヤを引き上げる（逆送する）溶接方法が示されている（特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開昭60-255276号公報

特許文献2：特公昭48-11463号公報

発明の概要

[0008] パルス溶接期間と短絡溶接期間とを交互に繰り返して行う消耗電極式のアーク溶接において、短絡溶接期間に溶接ワイヤの正送と逆送を一定の周期で繰り返さず。パルス溶接期間から短絡溶接期間へ移る際において、パルス溶接期間の終了直前のベース電流より小さい電流の時に溶接ワイヤを正送方向へ送給し始める。

図面の簡単な説明

[0009] [図1A]図1Aは実施の形態1におけるアーク溶接装置の概略構成図である。

[図1B]図1Bは実施の形態1におけるアーク溶接の溶接部位を示す模式拡大断面図である。

[図2]図2は実施の形態1におけるアーク溶接での溶接電流と溶接電圧と溶接ワイヤの送給速度とを示す図である。

[図3]図3は実施の形態2におけるアーク溶接での溶接電流と溶接電圧と溶接ワイヤの送給速度とを示す図である。

[図4]図4は従来のアーク溶接における溶接電流を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] （実施の形態1）

図1Aは実施の形態1におけるアーク溶接装置50の概略構成図である。アーク溶接装置50は主に、消耗性電極である溶接電極である溶接ワイヤ15と溶接対象物18との間に電力を供給する溶接電源部19と、溶接トーチ

16と、溶接ワイヤ15を送給する送給部14から構成される。なお、溶接トーチ16は、例えば溶接ロボットに取り付けられ、溶接ロボットにより溶接トーチ16を用いて溶接が行われる。あるいは、溶接トーチ16は、例えば作業者に保持され、作業者により溶接トーチ16を用いて溶接が行われる。送給部14は、溶接対象物18に向かう正送方向D101と、正送方向D101の反対の溶接対象物18から遠ざかる逆送方向D102とに溶接ワイヤ15を送給することができる。溶接電源部19において、入力電源1から入力した交流電力は、1次整流部2で整流され、スイッチング部3により交流に変換され、トランス4により降圧され、2次整流部5及びDC L（インダクタンス）6により整流され、溶接ワイヤ15と溶接対象物18との間に印加される。印加された電力により溶接ワイヤ15と溶接対象物18との間で溶接アーク17が発生して溶接が行われる。また、溶接電源部19は、溶接ワイヤ15の電圧である溶接電圧Vを検出する溶接電圧検出部7と、溶接ワイヤ15を流れる溶接電流Iを検出する溶接電流検出部8と、パルス溶接期間と短絡溶接期間の経過時間またはパルスの出力回数をカウントするカウンタ部9とを備えている。また、カウンタ部9がカウントした数に基づいて、溶接出力の制御を切り替える制御切替部10と、溶接条件等を設定するための設定部20と、パルス溶接期間における電流を制御するパルス溶接時の電流制御部12と、短絡溶接期間における電流を制御する短絡溶接時の電流制御部11と、駆動部13と、を備えている。なお、カウンタ部9は、溶接トーチ16に設けられたトーチスイッチが操作されることにより、あるいは、溶接ロボットの動作プログラムが実行されることにより、溶接の開始が指示された後に、最初に生じる溶接ワイヤ15と溶接対象物18との接触を検出して時間のカウントやパルスの出力回数のカウントを行う。また、設定部20は、溶接を行うために設定する設定溶接電流や、溶接を行うために設定する設定溶接電圧や、溶接ワイヤ15の送給速度や、シールドガスの種類や、溶接ワイヤ15の材質や、溶接ワイヤ15の径や、パルス溶接の期間や波形出力回数、短絡溶接の期間や波形出力回数等を設定するためのものである。

。なお、溶接電源部 19 を構成する各構成部は、必要に応じて各々単独に構成してもよいし、複数の構成部を複合して構成するようにしてもよい。

[0011] 次に、アーク溶接装置 50 の動作について説明する。図 1 B は実施の形態 1 におけるアーク溶接の溶接部位を示す模式拡大断面図である。

[0012] アーク溶接装置 50 において、ガス供給口よりシールドガスを供給してアーク及び溶接部を外気からシールドしつつ、溶接電源部 19 より溶接ワイヤ 15 と溶接対象物 18 の間に電流を供給する。これにより溶接ワイヤ 15 と溶接対象物 18 に溶接アーク 17 を発生させて、アーク 17 の熱で溶接ワイヤ 15 の先端と溶接対象物 18 の一部を溶かす。溶けた溶接ワイヤ 15 は溶接対象物 18 上に滴下して、溶接アーク 17 の熱により溶けた溶接対象物 18 の一部と共に溶融池 15 P を形成する。溶接トーチ 16 の溶接対象物 18 に対しての相対的な溶接方向 D 15 への移動により、溶融池 15 P が形成されながら溶接対象物 18 に対して溶接方向 D 15 に相対的に移動してビード 18 A を形成しつつ溶接対象物 18 を溶着する。

[0013] その溶接の溶接条件は設定部 20 で予め設定され、また溶接ワイヤ 15 の送給速度も同様に設定部 20 で予め設定される。この設定条件になるように溶接電源部 19 の出力及び送給部 14 のモータの回転が制御される。溶接条件の制御は溶接電源部 19 を監視しながら溶接条件が設定条件になるように溶接電源部 19 の制御をすることによって行うが、この制御の元となる溶接電流 I 及び溶接電圧 V の波形は溶接電流検出部 8 の出力により得る。

[0014] 図 2 は実施の形態 1 におけるアーク溶接装置 50 の溶接電流 I と溶接電圧 V と溶接ワイヤ 15 の送給速度 WF とを示す。図 2 において縦軸は溶接電流 I と溶接電圧 V と送給速度 WF とを示し、横軸は時間を示す。送給速度 WF は正負両方の値を取り得る。すなわち、溶接電極である溶接ワイヤ 15 を正送方向 D 101 に送給する場合に送給速度 WF の値は正であり、溶接ワイヤ 15 を逆送方向 D 102 に送給する場合に送給速度 WF の値は負である。

[0015] パルス溶接期間 T_p において、溶接ワイヤ 15 を流れる溶接電流 I がピーク電流 I_p の値 $I_{p1} \sim I_{p6}$ とベース電流 I_b の値 $I_{b1} \sim I_{b5}$ とを交

互に繰り返す複数のパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ を形成するように溶接電流 I が制御される。短絡溶接期間 T_s において、溶接ワイヤ 15 と溶接対象物 18 とを短絡させる 1 つ以上の短絡期間 $T_{ss1} \sim T_{ss3}$ と、溶接ワイヤ 15 と溶接対象物 18 との間でアーク 17 を発生する 1 つ以上のアーク期間 $T_{sa1} \sim T_{sa2}$ とに交互にそれぞれに移行するように溶接電流 I が制御される。パルス溶接期間 T_p が短絡溶接期間 T_s に続き、短絡溶接期間 T_s がパルス溶接期間 T_p に続くように、パルス溶接期間 T_p と短絡溶接期間 T_s が交互に繰り返される。

[0016] 溶接電流検出部 8 で検出された溶接電流 I の波形によってパルス溶接期間 T_p が検出される。パルス溶接期間 T_p は、例えば、溶接電流 I が、予め設定した閾値 I_s より大きい値から小さい値に変化したことを検出することで検出できる。したがって、閾値 I_s と溶接電流 I との比較を行うことにより、パルス溶接期間 T_p のパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ を検出できる。パルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ の検出方法は、この例に限らずパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ を検出できれば、どのような方法でもよい。

[0017] 短絡溶接期間 T_s は、例えば、溶接電圧検出部 7 で検出された溶接電圧 V が予め設定した閾値 V_s より大きい値から小さい値に変化したことを検出することで検出できる。この際、短絡期間 $T_{ss1} \sim T_{ss3}$ を非常に短い微小短絡と判定しないようにするため、溶接電圧 V が継続して閾値 V_s より高い間に予め設定した時間を経過した場合を 1 回の短絡と判定してもよい。短絡の検出方法は、この例に限らず各々の短絡を検出できれば、どのような方法でもよい。

[0018] パルス溶接期間 T_p において、設定部 20 のパルス条件と組み合わせ、溶接電流 I の平均値が臨界電流を超えないような溶接ワイヤ 15 の送給速度 WF の値が設定部 20 に予め設定されている。また、そのパルスの数またはパルス溶接期間 T_p の長さも設定部 20 に予め設定されている。一方、短絡溶接期間 T_s においては、設定部 20 により設定された送給速度 WF での短絡溶接を安定に行わせることのできる溶接電圧 V の値が予め設定されている。

また、短絡溶接期間 T_s における溶接ワイヤ15と溶接対象物18との短絡の回数すなわち短絡期間 $T_{ss1} \sim T_{ss3}$ の数または短絡溶接期間 T_s の長さも設定部20に予め設定されている。したがって、アーク溶接装置50では、設定部20で設定された上記の数また時間の長さに基づきパルス溶接を行うと制御切替部10によって短絡溶接に切替えられ、次は同じく設定部20で設定された上記の数または時間の長さに基づき短絡溶接を行うように、パルス溶接の電流制御部12および短絡溶接の電流制御部11を制御切替部10によって切替えて電流制御部11、12から制御出力を出す。そして、電流制御部11、12の制御出力を受けた駆動部13は制御出力に応じた溶接電流 I の波形が得られるよう、制御出力をスイッチング部3に与える。これにより、溶接電源部19は図2に示す溶接電流 I を出力して溶接ワイヤ15と溶接対象物18に与える。

[0019] 同様に、パルス溶接期間 T_p と短絡溶接期間 T_s において、溶接ワイヤ15の送給速度 WF が予め設定した送給速度となるように制御切替部10は送給部14に制御出力を与える。これにより、送給部14は、溶接ワイヤ15の送給速度 WF がパルス溶接期間 T_p と短絡溶接期間 T_s に対応する送給速度となるように送給部14のモータを回転駆動する。この際、パルス溶接期間 T_p では、予め設定部20で設定された最適な所定の一定の送給速度 WF_3 で溶接ワイヤ15が送給される。一方、制御切替部10は、短絡溶接期間 T_s における溶接ワイヤ15の送給速度 WF を、設定部20によって予め決められた振幅および周期を有する周期的波形にしたがって変化させる。図2に示す送給速度 WF は周期的波形として正弦波にしたがって変化する。送給速度 WF は台形波など他の周期的波形にしたがって変化させてもよい。設定部20で予め設定された回数の短絡がカウントされる、または設定部20で予め設定された時間が経過したパルス開始時点 t_{ps} で短絡を開放して、制御切替部10はパルス溶接期間 T_p を開始して複数のパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ のうちの最初のパルス P_{p1} を発生させる。パルス開始時点 t_{ps} 後も継続して短絡溶接期間 T_s での上記周期的波形にしたがって送給速度 WF は変化

したまま、設定部20で予め設定されたパルス溶接期間 T_p での溶接ワイヤ15の所定の送給速度 WF_3 へ向かって変化し、送給速度 WF がパルス溶接期間 T_p において所定の送給速度 WF_3 に達すると、送給部14は溶接ワイヤ15を所定の送給速度 WF_3 で送給する。その後、パルス溶接期間 T_p で、設定部20で予め設定された回数のパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ がカウントされる、または設定部20で予め設定された時間が経過すると、電流制御部12は最後のパルス P_{p6} を形成した後で溶接電流 I をパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ におけるベース電流 I_b の値 $I_{b1} \sim I_{b5}$ とは異なる電流 I_3 に変化させる。最後のパルス P_{p6} を形成した後で溶接電流 I が電流 I_3 に変化した時点トリガとして、溶接電流 I が電流 I_3 である送給切替時点 t_{vs} で送給速度 WF をパルス溶接期間 T_p での所定の送給速度 WF_3 から上記の周期的波形にしたがって溶接ワイヤ15を正送方向 D_{101} と逆送方向 D_{102} とに送給し始める。実施の形態1では、電流 I_3 はパルス溶接期間 T_p の終了直前のベース電流 I_b の値 I_{b5} より小さい。このよに、実施の形態1では、電流 I_3 はベース電流 I_b の値 $I_{b1} \sim I_{b5}$ の少なくとも1つより小さい。電流 I_3 はベース電流 I_b の値 $I_{b1} \sim I_{b5}$ の平均値より小さくてもよく、ベース電流 I_b の値 $I_{b1} \sim I_{b5}$ より小さくてもよい。

[0020] なお、図2では溶接電流 I が電流 I_3 に変化した時点パルス溶接期間 T_p から短絡溶接期間 T_s へ移るトリガとしている。実施の形態1におけるアーク溶接では、パルス溶接期間 T_p の終了前で、溶接電流 I がパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ におけるベース電流 I_b より小さい値に低減している時期の任意の時点トリガすなわち送給切替時点 t_{vs} としてもよい。このようにすることで、パルス溶接期間 T_p と短絡溶接期間 T_s とを設定条件で交互に繰り返しながら、かつ、その時の各モードでの最適な送給速度 WF で溶接ワイヤ15を送給しつつ溶接を行って行く。図2に示すように短絡期間 $T_{ss1} \sim T_{ss3}$ とアーク期間 T_{sa1} 、 T_{sa2} に多少のばらつきがある場合には、短絡を判定した後またはアーク（短絡の開放）を判定した後に送給速度 WF を周期的波形にしたがって正送方向 D_{101} と逆送方向 D_{102} に溶接ワイ

ヤ15を送給する制御では、上記のばらつきが顕著に表れやすい。実施の形態1におけるアーク溶接では、一定周期を有する周期的波形にしたがって送給速度WFを変化させることで、周期的波形にしたがって短絡とアークの動作が促進されるので、短絡期間 $T_{ss1} \sim T_{ss3}$ とアーク期間 T_{sa1} 、 T_{sa2} の長さのばらつきが生じ難い。

[0021] 次に、実施の形態1における溶接電流Iについて説明する。実施の形態1における溶接電流Iは、パルス溶接から短絡溶接へ切替わる際の最後のパルス P_{p6} の後でパルス P_{p6} のベース電流 I_b よりも小さい電流 I_3 となるように制御されている。また、パルス溶接から短絡溶接へ切替わる際の最初の短絡期間 T_{ss1} において、溶接ワイヤ15と溶接対象物18との短絡を検出した後の溶接電流Iは、パルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ のベース電流 I_b よりも小さい値に制御されている。また、短絡溶接期間 T_s において短絡を検出した時点およびネック15Aを検出した時点の少なくとも一つの時点で溶接電流Iを急峻に低減する。パルス溶接期間 T_p から短絡溶接期間 T_s への切替は、設定部20で予め定められたピーク電流 I_p およびベース電流 I_b を交互に繰り返して所定の回数または所定の時間だけパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ を出力した後に、溶接電流Iをベース電流 I_b とは異なる電流 I_3 に変化させて行う。具体的には溶接電流Iをベース電流 I_b より小さい電流 I_3 に低減して、短絡溶接期間 T_s の開始である短絡期間 T_{ss1} の開始の短絡を待つ。その後、溶接電圧検出部7が短絡を検出すると、短絡期間 T_{ss1} が始まる短絡検出時点 t_{sp} において短絡後すぐに短絡が開放される微小短絡を抑制するため、かつ短絡時のスパッタ発生を抑制するために溶接電流Iを急峻に電流 I_4 に下げて所定の期間 T_{sp1} だけ電流 I_4 に保持する。その後、溶接電流Iを増加して短絡の開放を促進する。また、溶接電圧検出部7によって短絡が開放する直前に溶接ワイヤ15のネック15A（図1B参照）を検出したときに溶接電流Iを急峻に下げるネック制御を行うとなおよい。これによって、短絡開放時の電流Iを低減でき、スパッタの発生が抑制できる。電流制御部11は、アーク期間 T_{sa1} が始まる短絡開放時点 t_{ap} で短

絡を開放した後は、アーク期間 T_{sa1} において微小短絡が発生しないように電流 I を電流 I_5 に上げて所定の期間 T_{sp2} だけ保持し、その後は次の短絡の発生を促進するようにすなわち次の短絡期間 T_{ss2} が始まるように溶接電流 I を低減する。そして、この動作を繰り返して、設定部 20 で予め設定された回数または時間、短絡が行われた後に、短絡の開放と同時にパルス溶接のモードに入りパルス溶接期間 T_p を開始し、溶接電流 I がピーク電流 I_p とベース電流 I_b を交互に繰り返すパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ を形成するように溶接電流 I が制御される。なお、実施の形態 1 におけるアーク溶接では短絡溶接期間 T_s からパルス溶接期間 T_p へは、最後の短絡が開放された後すなわち最後の短絡期間 T_{ss3} の後に移行する。短絡溶接期間 T_s からパルス溶接期間 T_p へは、最後の短絡が開放された後すなわち最後の短絡期間 T_{ss3} の後で、かつ溶接ワイヤ 15 の送給速度 WF がパルス溶接期間 T_p での一定の所定の送給速度 WF_3 に到達した後に移行するとなお良い。

[0022] パルス溶接期間と短絡溶接期間とを交互に繰り返す消耗電極式アーク溶接において、消耗電極である溶接ワイヤをパルス溶接期間と短絡溶接期間で各々一定送給するアーク溶接方法では、短絡溶接期間において短絡の開放時にスパッタが生じ易い。

[0023] 実施の形態 1 におけるアーク溶接では、パルス溶接期間 T_p から短絡溶接期間 T_s へ移行する際の最後のパルス P_{p6} の後において、言い換えると、パルス溶接期間 T_p から短絡溶接期間 T_s へ移る際において、溶接ワイヤ 15 を一定の所定の周期を有する周期的波形にしたがって正送方向 $D101$ に送給し始める時点を、パルス溶接期間 T_p の終了直前のパルス溶接期間 T_p におけるベース電流 I_b よりも小さい電流 I_3 の溶接電流 I にて制御する。それにより、次の短絡を促進することができ、溶滴の成長を抑制した状態で短絡することが可能となり、短絡時のスパッタ発生が抑制できる。またベース電流 I_b よりも小さい電流 I_3 に所定の期間だけ溶接電流 I を保持することで、パルス溶接期間 T_p のピーク電流 I_p から短絡溶接期間 T_s の短絡期間 T_{ss1} の初期電流に向かう際のアンダーシュートを抑制でき、安定した

溶接が実現できる。パルス溶接期間 T_p から短絡溶接期間 T_s へ切替える際の最初の短絡期間 T_{s1} において、短絡の検出後の電流 I をパルス溶接期間 T_p のベース電流 I_b よりも小さい電流 I_3 にするよう制御する。これにより、溶接ワイヤ 15 と溶接対象物 18 とを確実に短絡することができ、短絡直後に短絡が開放する微小短絡の発生を抑制でき、スパッタ発生を抑制することができる。短絡溶接期間 T_s において短絡を検出した時点とネック 15 A を検出した時点の少なくとも一つの時点で溶接電流 I を急峻に下げることにより、短絡時および短絡開放時の電流 I を低減することができ、それに応じて短絡時および短絡開放時のスパッタ発生を抑制できる。

[0024] 以上のように溶接電流 I を制御することで、高入熱のパルス溶接と、低入熱の短絡溶接とを短時間で交互に繰り返しても、各溶接期間 T_p 、 T_s の切替わり時期にスパッタ発生等の現象が生じ難いので、両溶接法の長所を兼ね備えた溶接法を実現できる。また、パルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ の数または時間と短絡期間 $T_{s1} \sim T_{s3}$ の回数または時間とを適宜に組み合わせることにより、入熱を容易に制御できる。また、短絡溶接期間 T_s において溶接ワイヤ 15 を周期的に送給するので、短絡とアークの周期が一定で安定した溶接が実現できる。短絡溶接期間 T_s からパルス溶接期間 T_p への切替わり、また逆にパルス溶接期間 T_p から短絡溶接期間 T_s への切替わりにおいても短絡溶接期間 T_s における周期的波形に継続的にしたがって溶接ワイヤ 15 が送給されるので、送給速度 WF が不連続に変化することがなく、安定した溶接が実現できる。

[0025] 上述のように、溶接電極である溶接ワイヤ 15 を備えたアーク溶接装置 50 を用いた消耗電極式のアーク溶接では、パルス溶接を行う複数のパルス溶接期間 T_p と短絡溶接を行う複数の短絡溶接期間 T_s とに交互にそれぞれに移行する。複数のパルス溶接期間 T_p のそれぞれのパルス溶接期間 T_p において、溶接ワイヤ 15 を流れる溶接電流 I がピーク電流 I_p の 1 つ以上の値 $I_{p1} \sim I_{p6}$ とベース電流 I_b の 1 つ以上の値 $I_{b1} \sim I_{b5}$ とに交互にそれぞれに移行する複数のパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ を形成し、複数のパルス P

p 1 ~ P p 6 を形成した後の送給切替時点 t_{vs} においてベース電流 I_b の 1 つ以上の値 $I_{b1} \sim I_{b5}$ の少なくとも 1 つより小さくなる（電流 I_3 である）ように溶接電流 I を制御する。それぞれのパルス溶接期間 T_p に続く複数の短絡溶接期間 T_s のそれぞれの短絡溶接期間 T_s において、溶接ワイヤ 15 と溶接対象物 18 とを短絡させる 1 つ以上の短絡期間 $T_{ss1} \sim T_{ss3}$ と、溶接ワイヤ 15 と溶接対象物 18 との間でアーク 17 を発生する 1 つ以上のアーク期間 T_{sa1} 、 T_{sa2} とに交互にそれぞれに移行するように溶接電流 I を制御する。溶接対象物 18 に向かう正送方向 D_{101} と、正送方向 D_{101} の反対の逆送方向 D_{102} とに溶接ワイヤ 15 を送給するようにアーク溶接装置 50 を制御する。一定の周期で正送方向 D_{101} と逆送方向 D_{102} とに交互に繰り返して行う溶接ワイヤ 15 の送給を送給切替時点 t_{vs} に開始し、送給切替時点 t_{vs} からそれぞれの短絡溶接期間 T_s に亘って上記の周期で正送方向 D_{101} と逆送方向 D_{102} とに交互に繰り返して溶接ワイヤ 15 を送給するようにアーク溶接装置 50 を制御する。

[0026] パルス溶接期間 T_p において送給切替時点 t_{vs} まで一定の所定の送給速度 WF_3 で溶接ワイヤ 15 を送給するようにアーク溶接装置 50 を制御してもよい。

[0027] 短絡溶接期間 T_s において、溶接対象物 18 と溶接ワイヤ 15 との短絡または溶接ワイヤ 15 のネック 15 A を検出してもよい。この場合には、短絡またはネック 15 A を検出すると溶接電流 I を低減してもよい。

[0028] パルス溶接期間 T_p において、溶接電流 I が送給切替時点 t_{vs} においてベース電流 I_b の 1 つ以上の値 $I_{b1} \sim I_{b5}$ の平均値より小さくなるように溶接電流 I を制御してもよい。

[0029] また、パルス溶接期間 T_p において、溶接電流 I が送給切替時点 t_{vs} においてベース電流 I_b の 1 つ以上の値 $I_{b1} \sim I_{b6}$ より小さくなるように溶接電流 I を制御してもよい。

[0030] 以上詳述したように実施の形態 1 におけるアーク溶接では入熱の制御およびビード 18 A の形状制御のため、パルス溶接と短絡溶接とを任意の所定の

回数ずつ交互に繰り返すことで、両溶接法の長所を兼ね備えた溶接法を実現できる。また、短絡溶接の回数とパルス溶接の回数を適宜に組み合わせることにより、入熱の制御が容易に行えるようになる他、これによりビード18Aの形状を改善することができ、姿勢溶接が容易に行なえる。

[0031] (実施の形態2)

図3は実施の形態2における溶接電流 I と溶接電圧 V と溶接ワイヤ15の送給速度 WF を示す。図3に示す溶接電流 I と溶接電圧 V と送給速度 WF は図1Aと図1Bに示すアーク溶接装置50で得られる。図3において、図2に示す実施の形態1と同じ部分には同じ参照番号を付す。図3に示す実施の形態2におけるアーク溶接では、図2に示す実施の形態1におけるアーク溶接と以下の点で異なる。短絡溶接期間 T_s からパルス溶接期間 T_p へ移行する際に、溶接ワイヤ15の送給速度 WF がパルス溶接期間 T_p における正送方向 $D101$ の所定の送給速度 WF_3 に到達した時点 t_{ps} に溶接電流 I が最初のパルス P_{p1} を形成し始めてパルス溶接期間 T_p が開始される。時点 t_{ps} 以後は送給速度 WF は所定の送給速度 WF_3 に維持される。時点 t_{ps} のほぼ直後にピーク電流 I_p を発生させる。短絡溶接期間 T_s において溶接ワイヤ15の送給制御と溶接電流 I の制御を同期して行っている。

[0032] 短絡溶接期間 T_s からパルス溶接期間 T_p に、溶接ワイヤ15の送給速度 WF がパルス溶接期間 T_p における所定の送給速度 WF_3 に到達した時に移行する理由を以下に述べる。前述のように、溶接電極である溶接ワイヤ15を正送方向 $D101$ に送給する場合に送給速度 WF の値は正であり、溶接ワイヤ15を逆送方向 $D102$ に送給する場合に送給速度 WF の値は負である。溶接ワイヤ15が低い送給速度 WF で送給される場合には、溶接ワイヤ15が正送方向 $D101$ に小さい送給速度で送給されるかまたは逆送方向 $D102$ に送給される。送給速度 WF が所定の送給速度 WF_3 に到達する前に、パルス P_{p1} のピーク電流 I_p を発生させると、溶接ワイヤ15の送給速度 WF が低く、溶接ワイヤ15が送給される送給速度が小さい、あるいは逆送方向 $D102$ に送給されている時に、パルス P_{p1} のピーク電流 I_p を発生

させることになるので、溶接ワイヤ15が燃え上がり、アーク切れ等が起こり安定した溶接を継続できない。逆に、溶接ワイヤ15の送給速度WFがパルス溶接期間 T_p における所定の送給速度WF3に到達した時点 t_{ps} からしばらくの間、パルス P_{p1} におけるピーク電流 I_p を発生させずにベース電流 I_b を出力した場合は、溶接電流 I が小さいので溶接ワイヤ15が溶接対象物18と短絡してしまい、安定したパルス溶接ができない場合がある。

[0033] 次に、短絡溶接期間 T_s において、溶接ワイヤ15の送給制御と溶接電流 I の制御を同期させる制御について説明する。例えば、図3において、短絡溶接期間 T_s における、溶接ワイヤの送給速度が最高送給速度WF1のときに溶接電流 I が最低電流 I_1 となるように制御する。そして、送給速度WFが減速されるとともに溶接電流 I は増加させ、送給速度WFが最低送給速度WF2のときに溶接電流 I は最大電流 I_2 となるように制御する。そしてこのサイクルを周期的に繰り返す。正負の値を取りえる送給速度WFの絶対値である送給速さに基づくと、最高送給速度WF1は正送方向D101の最大の送給速さであり、最低送給速度WF2は逆送方向D102の最大の送給速さである。

[0034] 次に、短絡溶接期間 T_s において、溶接ワイヤ15の送給制御と溶接電流 I の制御を同期して行う理由について説明する。上記の制御により、短絡溶接期間 T_s において送給速度WFが最高送給速度WF1のときに溶接電流 I は最小電流 I_1 となるので、溶接ワイヤ15が溶融し難い状態で溶接対象物18に向かって溶接ワイヤ15が大きな最高送給速度WF1で向かっていき、したがって溶接ワイヤ15と溶接対象物18の短絡が促進される。送給速度WFが最低送給速度WF2のときに溶接電流 I が最大電流 I_2 となるので、溶接ワイヤ15が逆送方向D102に送給されている状態で溶接電流 I は最大電流 I_2 となる。したがって溶接ワイヤ15が溶融し且つ逆送方向D102に送給されるので、短絡の開放が促進される。送給速度WFに溶接電流 I を同期させて制御することで、溶接ワイヤ15と溶接対象物18間の距離の変化等に起因するアーク長の変動等の外乱があっても、周期的で安定した

溶接が実現できる。そして、所定の回数で短絡が実施されると、溶接ワイヤ 15 の送給速度 WF は最低送給速度 WF_2 から設定部 20 によって予め設定されたパルス溶接期間 T_p における一定の所定の送給速度 WF_3 に前述の周期的波形に従って移行する。そして、送給速度 WF がパルス溶接期間 T_p に所定の送給速度 WF_3 に到達した時点をトリガとしてパルス溶接のピーク電流 I_p を出力する。すなわち、送給速度 WF が所定の送給速度 WF_3 に到達した時点で溶接電流 I はパルス P_{p1} を形成し始めることでパルス溶接期間 T_p が開始する。そして、設定部 20 によって予め決められた回数/時間にパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ が出力されると、最後のパルス P_{p6} においてピーク電流 I_p からベース電流 I_b よりも小さい電流 I_3 へと溶接電流 I が低減され、所定の期間 T_{sp3} だけ保持される。そして、溶接電流 I が電流 I_3 へ到達した送給切替時点 t_{vs} をトリガとして、溶接ワイヤ 15 の送給速度 WF はパルス溶接期間 T_p の所定の一定の送給速度 WF_3 から加速され、正送方向 $D101$ と逆送方向 $D102$ を交互に繰り返す周期的波形にしたがって変化する制御に送給切替時点 t_{vs} にて切り替えられる。なお、図 3 に示すアーク溶接では溶接電流 I が電流 I_3 へ到達した時点をトリガすなわち送給切替時点 t_{vs} としている。実施の形態 2 におけるアーク溶接では、溶接電流 I がベース電流 I_b より小さい時期の任意の時点をトリガすなわち送給切替時点 t_{vs} としてもよい。このように、実施の形態 2 におけるアーク溶接では、短絡溶接期間 T_s からパルス溶接期間 T_p への切替わりとパルス溶接期間 T_p から短絡溶接期間 T_s への切替わりの双方においても周期的波形にしたがって溶接ワイヤ 15 の送給を維持できるので、安定した溶接が実現できる。なお、電流 I_3 はベース電流 I_b の 1 つ以上の値 ($I_{b1} \sim I_{b5}$) の少なくとも 1 つより小さくする。電流 I_3 は、ベース電流 I_b の 1 つ以上の値 ($I_{b1} \sim I_{b5}$) の平均値より小さくしてもよく、ベース電流 I_b の 1 つ以上の値 ($I_{b1} \sim I_{b5}$) より小さくしてもよい。

[0035] また、実施の形態 2 におけるアーク溶接において、実施の形態 1 におけるアーク溶接と同様に、短絡を検出した時点またはネック 15 A を検出した時

点に溶接電流 I を急峻に低減してもよい。その場合、溶接電流 I は最小電流 I_1 以下の値となっても良い。短絡を検出した時点またはネック 15 A を検出した時点で急峻に溶接電流 I を低減することで、スパッタの発生をさらに抑制できる。実施の形態 2 においては、短絡溶接期間 T_s において溶接ワイヤ 15 の送給と溶接電流 I を同期して制御しているので、アーク長の変動等による外乱があっても周期的で安定した溶接が実現できる。

[0036] 上述のように、短絡溶接期間 T_s において、一定の周期で正送方向 D101 と逆送方向 D102 とに交互に繰り返して溶接ワイヤ 15 を送給するようにアーク溶接装置 50 を制御する。パルス溶接期間 T_p において、所定の送給速度 WF_3 で正送方向 D101 に溶接ワイヤ 15 を送給するようにアーク溶接装置 50 を制御する。短絡溶接期間 T_s において 1 つ以上のアーク期間 T_{sa1} 、 T_{sa2} のうちの 1 つのアーク期間 T_{sa2} から 1 つ以上の短絡期間 $T_{ss1} \sim T_{ss3}$ のうちの 1 つの短絡期間 T_{ss3} に移行した後で溶接ワイヤ 15 を送給する送給速度 WF が所定の送給速度 WF_3 に到達した時点で溶接電流 I が複数のパルス $P_{p1} \sim P_{p6}$ のうちの最初のパルス P_{p1} を形成し始めるようにアーク溶接装置 50 を制御する。

[0037] 短絡溶接期間 T_s において、送給速度 WF が最高送給速度 WF_1 と最低送給速度 WF_2 とを一定の周期で繰り返すようにアーク溶接装置 50 を制御してもよい。この場合には、短絡溶接期間 T_s において送給速度 WF が最高送給速度 WF_1 に到達した時点で溶接電流 I を最小電流 I_1 とする。短絡溶接期間 T_s において送給速度 WF が最低送給速度 WF_2 に到達した時点で溶接電流 I を最大電流 I_2 とする。

[0038] パルス溶接期間と短絡溶接期間とを交互に繰り返すアーク溶接方法において、短絡溶接期間に特許文献 2 に開示されている方法を用いると、短絡の検出に応じて溶接ワイヤを逆送することで、短絡を機械的に開放することが可能となり、短絡開放時の電流を低減でき、スパッタの発生を低減できる。しかし、送給速度の正送と逆送の周期はアークの発生に応じて制御される。したがって、短絡の時間が長くなれば溶接ワイヤの逆送量が大きくなり、アー

クの時間が長くなれば溶接ワイヤの正送方向の送給速度が大きくなる。このため、アークが変化すると、溶接ワイヤの送給速度における平均送給速度や、短絡の周期、短絡の回数が増えるので、溶接を安定させることが困難となる。また、パルス溶接期間と短絡溶接期間の切替わり時に溶接ワイヤの送給制御と溶接電流の電流制御の不連続が生じるので、溶接が不安定になる、スパッタが生じる場合がある。

[0039] 実施の形態 1、2 におけるパルス溶接期間 T_p と短絡溶接期間 T_s とを交互に繰り返して行う消耗電極式のアーク溶接の制御では、短絡溶接期間 T_s に溶接ワイヤ 15 を正送方向 $D101$ と逆送方向 $D102$ に送給する。これにより、機械的に短絡を開放でき、かつ短絡の開放時の溶接電流 I を低減できるので、短絡溶接期間 T_s におけるスパッタの発生を低減できる。短絡溶接期間 T_s において溶接ワイヤ 15 を周期的波形にしたがって送給するので、短絡とアークの周期のばらつきが少なく、安定した溶接が実現できる。さらに、溶接ワイヤ 15 の送給と溶接電流 I を同期して制御することで、多少の外乱があっても確実に短絡と短絡の開放が行われ、安定した溶接が実現できる。短絡溶接とパルス溶接とを交互に繰り返すことで、入熱制御およびビード 18A の形状制御を行い、これにより、融合不良などの溶接欠陥や姿勢溶接におけるビード 18A の垂れ下がりなどの不良形状のビードの発生を抑制できる。パルス溶接期間 T_p と短絡溶接期間 T_s ともにスパッタの発生量が少ない溶接が実現できる。パルス溶接と短絡溶接との切替わりにおいても溶接ワイヤ 15 の送給の制御と溶接電流 I の制御の不連続が生じないので、低スパッタで安定した溶接が実現できる。したがって、スパッタ除去等の後工程を減少させることが可能となる。

産業上の利用可能性

[0040] 本発明におけるアーク溶接の制御方法は安定した溶接が実現でき、溶接対象物を溶接するアーク溶接に有用である。

符号の説明

[0041] 1 入力電源

- 2 1次整流部
- 3 スイッチング部
- 4 トランス
- 5 2次整流部
- 6 DCL (インダクタンス)
- 7 溶接電圧検出部
- 8 溶接電流検出部
- 9 カウンタ部
- 10 制御切替部
- 11 電流制御部
- 12 電流制御部
- 13 駆動部
- 14 送給部
- 15 溶接ワイヤ (溶接電極)
- 15A ネック
- 16 溶接トーチ
- 17 溶接アーク
- 18 溶接対象物
- 19 溶接電源部
- 20 設定部
- 50 アーク溶接装置
- D101 正送方向
- D102 逆送方向
- l1 最大電流
- l2 最小電流
- lb ベース電流
- lp ピーク電流
- Pp1~Pp6 パルス

T_p パルス溶接期間

T_s 短絡溶接期間

$T_{ss1} \sim T_{ss3}$ 短絡期間

$T_{sa1} \sim T_{sa3}$ アーク期間

t_{vs} 送給切替時点

請求の範囲

[請求項1] パルス溶接を行う複数のパルス溶接期間と短絡溶接を行う複数の短絡溶接期間とに交互にそれぞれに移行する、溶接電極を備えたアーク溶接装置を用いた消耗電極式のアーク溶接の制御方法であって、

前記複数のパルス溶接期間のそれぞれのパルス溶接期間において、前記溶接電極を流れる溶接電流がピーク電流の1つ以上の値とベース電流の1つ以上の値とを交互に繰り返す複数のパルスを形成し、前記複数のパルスを形成した後の送給切替時点において前記ベース電流の前記1つ以上の値の少なくとも1つより小さくなるように前記溶接電流を制御するステップと、

前記それぞれのパルス溶接期間に続く前記複数の短絡溶接期間のそれぞれの短絡溶接期間において、前記溶接電極と溶接対象物とを短絡させる1つ以上の短絡期間と、前記溶接電極と前記溶接対象物との間でアークを発生する1つ以上のアーク期間とに交互にそれぞれに移行するように前記溶接電流を制御するステップと、

前記溶接対象物に向かう正送方向と、前記正送方向の反対の逆送方向とに前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップと、

を含み、

前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップは、一定の周期で前記正送方向と前記逆送方向とに交互に繰り返して行う前記溶接電極の送給を前記送給切替時点に開始し、前記送給切替時点から前記それぞれの短絡溶接期間に亘って前記一定の周期で前記正送方向と前記逆送方向とに交互に繰り返して前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップを含む、アーク溶接の制御方法。

[請求項2] 前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップは、前記それぞれの短絡溶接期間において前記溶接電極を送給する

送給速度が最高送給速度と最低送給速度とを前記一定の周期で繰り返すように前記アーク溶接装置を制御するステップを含み、
前記それぞれの短絡溶接期間において前記溶接電流を制御するステップは、

前記それぞれの短絡溶接期間において前記送給速度が前記最高送給速度に到達した時点で前記溶接電流を最小電流とするステップと、

前記それぞれの短絡溶接期間において前記送給速度が前記最低送給速度に到達した時点で前記溶接電流を最大電流とするステップと、

を含む、請求項 1 に記載のアーク溶接の制御方法。

[請求項3] 前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップは、前記それぞれのパルス溶接期間において前記送給切替時点まで一定の所定の送給速度で前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップをさらに含む、請求項 1 または 2 に記載のアーク溶接の制御方法。

[請求項4] 前記それぞれの短絡溶接期間において、前記溶接対象物と前記溶接電極との短絡または前記溶接電極のネックを検出するステップをさらに含み、
前記それぞれの短絡溶接期間において前記溶接電流を制御するステップは、前記短絡または前記ネックを検出すると前記溶接電流を低減するステップを含む、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のアーク溶接の制御方法。

[請求項5] 前記それぞれのパルス溶接期間において前記溶接電流を制御するステップは、前記それぞれのパルス溶接期間において、前記溶接電流が前記送給切替時点において前記ベース電流の前記 1 つ以上の値の平均値より小さくなるように前記溶接電流を制御するステップを含む、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のアーク溶接の制御方法。

[請求項6] 前記それぞれのパルス溶接期間において前記溶接電流を制御するステップは、前記それぞれのパルス溶接期間において、前記溶接電流が前記送給切替時点において前記ベース電流の前記1つ以上の値より小さくなるように前記溶接電流を制御するステップを含む、請求項1から4のいずれか1項に記載のアーク溶接の制御方法。

[請求項7] パルス溶接を行う複数のパルス溶接期間と短絡溶接を行う複数の短絡溶接期間とに交互にそれぞれに移行する、溶接電極を備えたアーク溶接装置を用いた消耗電極式のアーク溶接の制御方法であって、

前記複数の短絡溶接期間のそれぞれの短絡溶接期間において、前記溶接電極と溶接対象物とを短絡させる1つ以上の短絡期間と、前記溶接電極と前記溶接対象物との間でアークを発生する1つ以上のアーク期間とに交互にそれぞれに移行するように前記溶接電流を制御するステップと、

前記それぞれの短絡溶接期間に続く前記複数のパルス溶接期間のそれぞれのパルス溶接期間において、前記溶接電極を流れる溶接電流がピーク電流とベース電流とを交互に繰り返す複数のパルスを形成するように前記溶接電流を制御するステップと、

前記溶接対象物に向かう正送方向と、前記正送方向の反対の逆送方向とに前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップと、

を含み、

前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップは、

前記それぞれの短絡溶接期間において、一定の周期で前記正送方向と前記逆送方向とに交互に繰り返して前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップと、

前記それぞれのパルス溶接期間において、所定の送給速度で前記正送方向に前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制

御するステップと、

を含み、

前記それぞれの短絡溶接期間において前記溶接電流を制御するステップは、

前記それぞれの短絡溶接期間において前記1つ以上のアーク期間のうちの1つのアーク期間から前記1つ以上の短絡期間のうちの1つの短絡期間に移行した後で前記溶接電極を送給する送給速度が前記所定の送給速度に到達した時点で前記それぞれのパルス溶接期間に移行して、

前記それぞれのパルス溶接期間において前記溶接電流が前記複数のパルスのうちの最初のパルスを形成し始めるように前記アーク溶接装置を制御するステップと、

を含む、アーク溶接の制御方法。

[請求項8]

前記溶接電極を送給するように前記アーク溶接装置を制御するステップは、前記それぞれの短絡溶接期間において、前記送給速度が最高送給速度と最低送給速度とを前記一定の周期で繰り返すように前記アーク溶接装置を制御するステップを含み、

前記それぞれの短絡溶接期間において前記溶接電流を制御するステップは、

前記それぞれの短絡溶接期間において前記送給速度が前記最高送給速度に到達した時点で前記溶接電流を最小電流とするステップと、

前記それぞれの短絡溶接期間において前記送給速度が前記最低送給速度に到達した時点で前記溶接電流を最大電流とするステップと、

、

を含む、請求項7に記載のアーク溶接の制御方法。

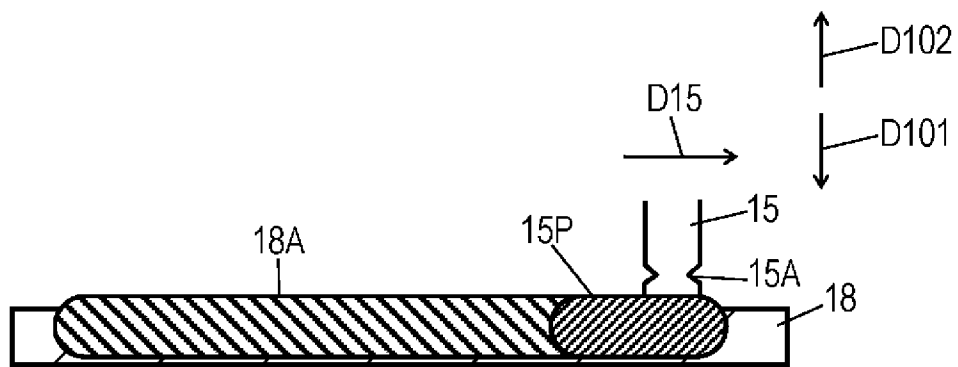
[請求項9]

前記それぞれの短絡溶接期間において、前記溶接対象物と前記溶接電極との短絡または前記溶接電極のネックを検出するステップをさらに

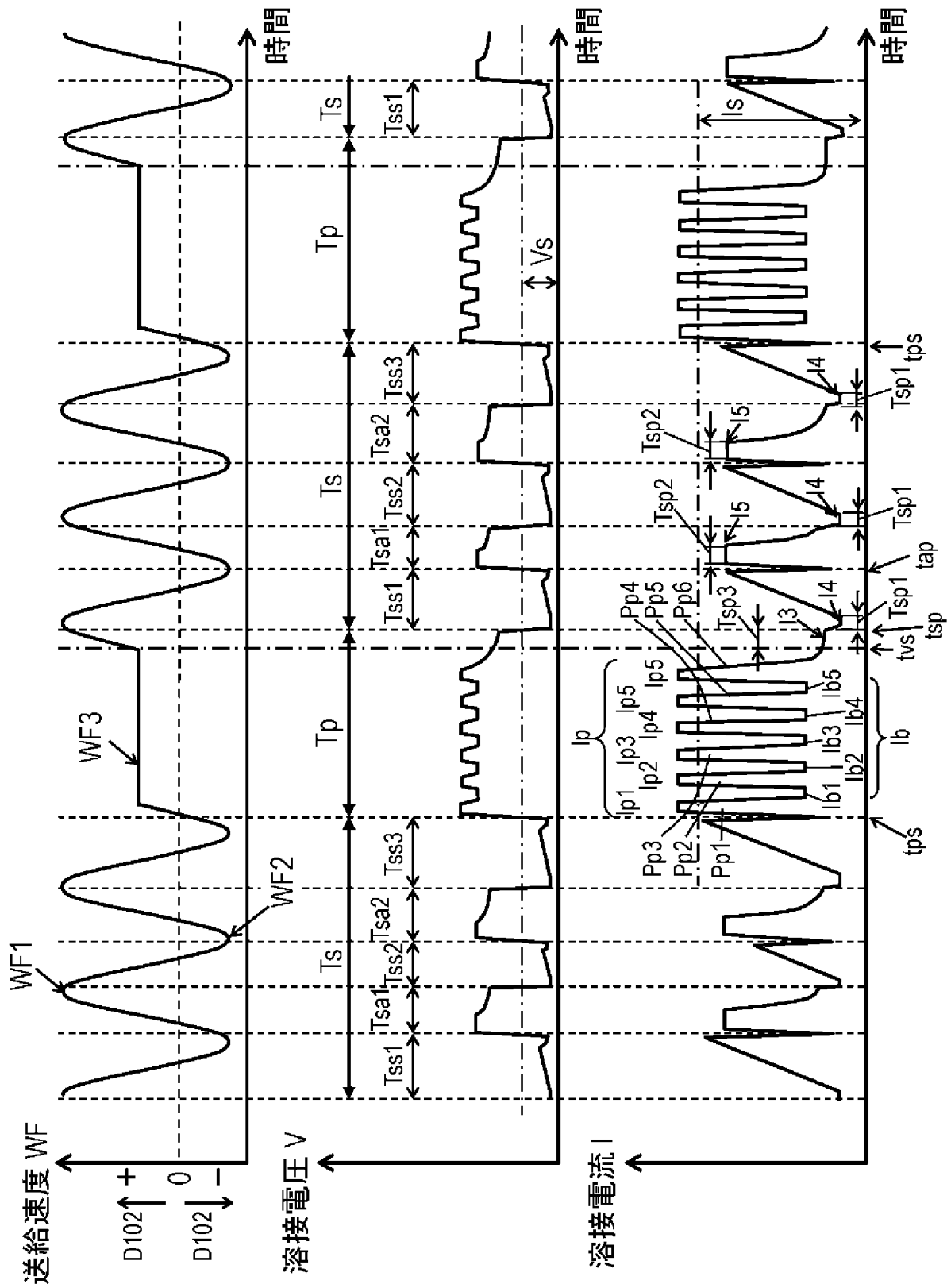
含み、

前記それぞれの短絡溶接期間において前記溶接電流を制御するステップは、前記短絡または前記ネックを検出すると前記溶接電流を低減するステップを含む、請求項6から8のいずれか1項に記載のアーク溶接の制御方法。

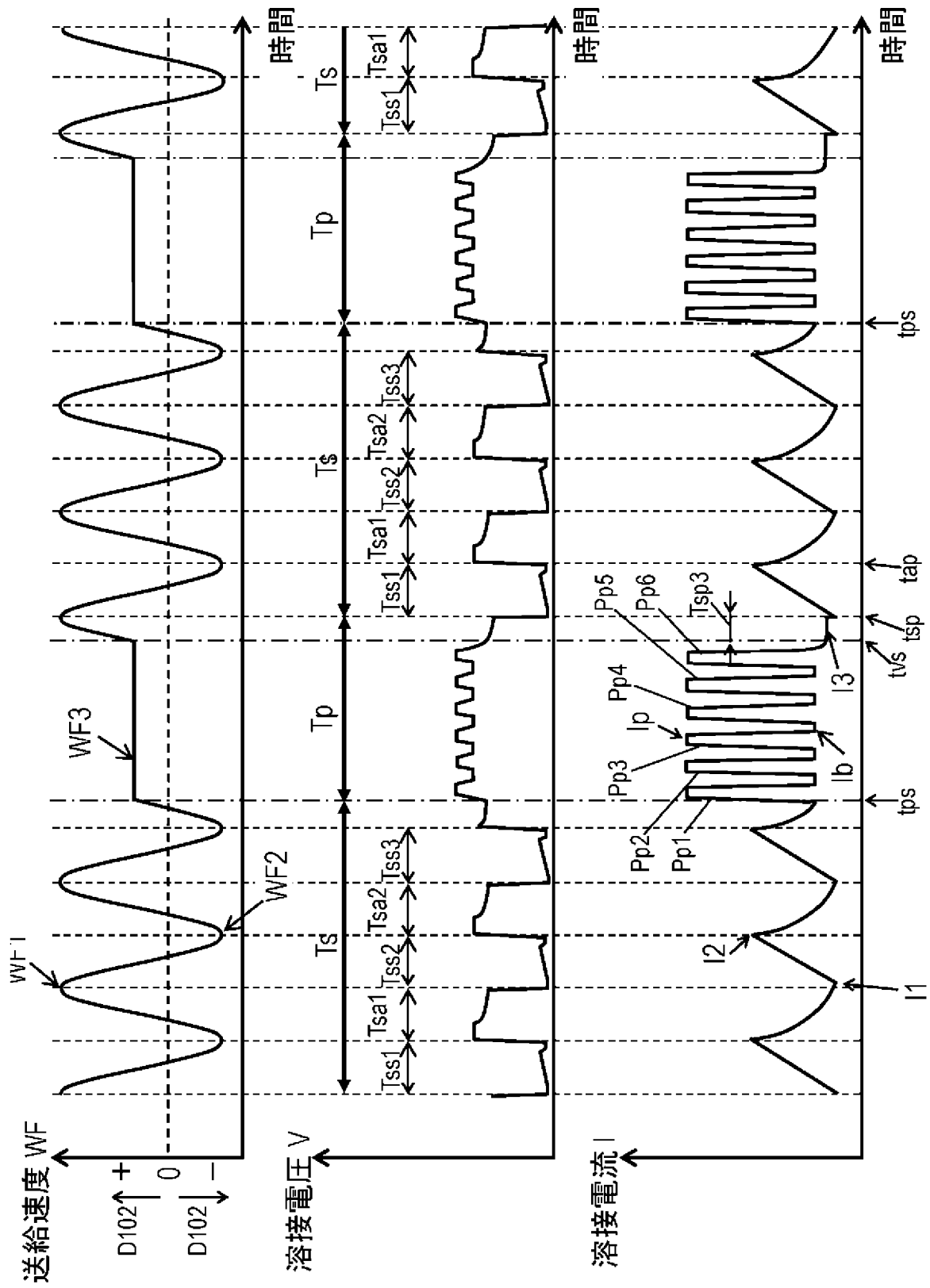
[図1B]



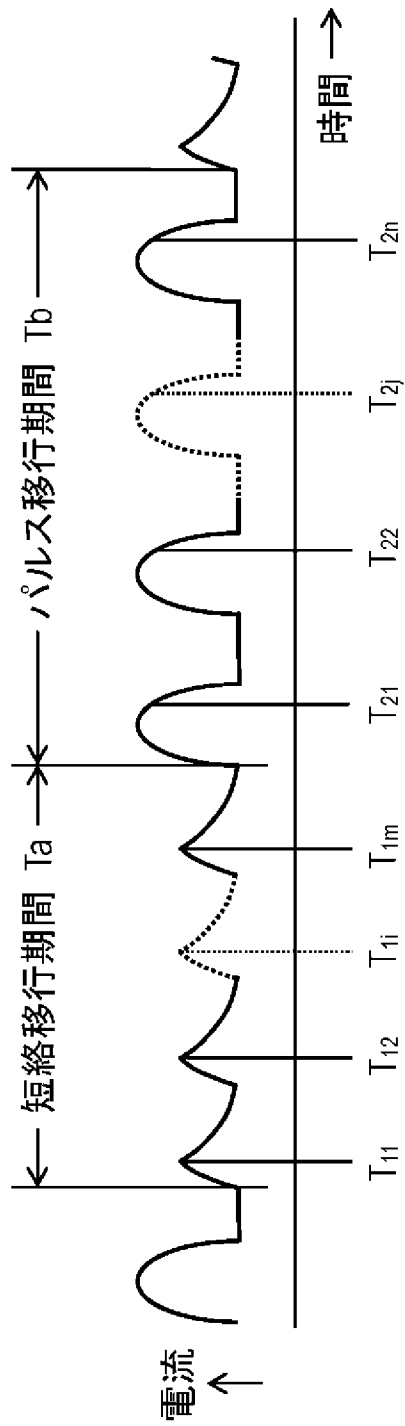
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/005269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K9/073(2006.01)i, B23K9/09(2006.01)i, B23K9/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23K9/073, B23K9/09, B23K9/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-088209 A (Daihen Corp.), 06 May 2011 (06.05.2011), paragraphs [0016] to [0042]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9
A	JP 2014-140869 A (Panasonic Corp.), 07 August 2014 (07.08.2014), paragraphs [0030] to [0047]; fig. 2 (Family: none)	1-9
A	WO 2013/190746 A1 (Panasonic Corp.), 27 December 2013 (27.12.2013), paragraphs [0028] to [0039]; fig. 1 to 2 & US 2015/0041449 A1 paragraphs [0041] to [0053]; fig. 1 to 2 & EP 2862661 A1 & CN 104364043 A & KR 10-2015-0024312 A	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 January 2016 (05.01.16)	Date of mailing of the international search report 12 January 2016 (12.01.16)
-----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

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

International application No.

PCT/JP2015/005269

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5170315 B2 (Panasonic Corp.), 27 March 2013 (27.03.2013), paragraphs [0021] to [0037]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9
A	JP 2011-516270 A (Lincoln Global, Inc.), 26 May 2011 (26.05.2011), paragraphs [0018] to [0035]; fig. 1 to 3 & US 2009/0321401 A1 paragraphs [0035] to [0047]; fig. 1 to 3 & WO 2009/156845 A1 & EP 2288468 A & CA 2712473 A & CN 101925431 A & KR 10-2011-0004355 A & MX 2010007965 A & RU 2010147910 A & CN 105026088 A & KR 10-2015-0119852 A	1-9
A	JP 2013-154381 A (Panasonic Corp.), 15 August 2013 (15.08.2013), paragraph [0057] (Family: none)	1-9
A	EP 2669037 A1 (EWM HIGHTEC WELDING GMBH), 04 December 2013 (04.12.2013), paragraphs [0071] to [0073]; fig. 3 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B23K9/073(2006.01)i, B23K9/09(2006.01)i, B23K9/12(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. B23K9/073, B23K9/09, B23K9/12

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2011-088209 A（株式会社ダイヘン）2011.05.06, 段落 【0016】 - 【0042】, 【図1】 - 【図2】（ファミリーなし）	1 - 9
A	JP 2014-140869 A（パナソニック株式会社）2014.08.07, 段落 【0030】 - 【0047】, 【図2】（ファミリーなし）	1 - 9

☑ 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
 05.01.2016

国際調査報告の発送日
 12.01.2016

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） 青木 正博	3 P	3935
電話番号 03-3581-1101 内線 3364		

C (続き) . 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	WO 2013/190746 A1 (パナソニック株式会社) 2013. 12. 27, 段落【0028】 - 【0039】, 【図1】 - 【図2】 & US 2015/0041449 A1 (段落【0041】 - 【0053】, 【FIG. 1】 - 【FIG. 2】) & EP 2862661 A1 & CN 104364043 A & KR 10-2015-0024312 A	1 - 9
A	JP 5170315 B2 (パナソニック株式会社) 2013. 03. 27, 段落【0021】 - 【0037】, 【図1】 - 【図2】 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2011-516270 A (リンカーン グローバル, インコーポレイテッド) 2011. 05. 26, 段落【0018】 - 【0035】, 【図1】 - 【図3】 & US 2009/0321401 A1 (段落【0035】 - 【0047】, 【FIG. 1】 - 【FIG. 3】) & WO 2009/156845 A1 & EP 2288468 A & CA 2712473 A & CN 101925431 A & KR 10-2011-0004355 A & MX 2010007965 A & RU 2010147910 A & CN 105026088 A & KR 10-2015-0119852 A	1 - 9
A	JP 2013-154381 A (パナソニック株式会社) 2013. 08. 15, 段落【0057】 (ファミリーなし)	1 - 9
A	EP 2669037 A1 (EWM HIGHTEC WELDING GMBH) 2013. 12. 04, 段落【0071】 - 【0073】, 【Fig. 3】 (ファミリーなし)	1 - 9