

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5994735号
(P5994735)

(45) 発行日 平成28年9月21日 (2016.9.21)

(24) 登録日 平成28年9月2日 (2016.9.2)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 K 9/073 (2006.01)

B 2 3 K 9/073 5 4 5

B 2 3 K 9/12 (2006.01)

B 2 3 K 9/12 3 0 5

B 2 3 K 9/095 (2006.01)

B 2 3 K 9/12 3 3 1 F

B 2 3 K 9/095 5 0 5 B

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2013-120735 (P2013-120735)
 (22) 出願日 平成25年6月7日 (2013.6.7)
 (65) 公開番号 特開2014-237154 (P2014-237154A)
 (43) 公開日 平成26年12月18日 (2014.12.18)
 審査請求日 平成27年1月15日 (2015.1.15)

前置審査

(73) 特許権者 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100113435
 弁理士 黒木 義樹
 (74) 代理人 100171099
 弁理士 松尾 茂樹
 (74) 代理人 100165526
 弁理士 阿部 寛
 (74) 代理人 100139000
 弁理士 城戸 博兒

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アーク溶接装置、アーク溶接システム及びアーク溶接方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

短絡状態及びアーク状態を繰り返し発生させながら溶接を行う装置であって、
 溶接条件を取得する条件取得部と、
 前記溶接条件に応じて必要入熱を算出する入熱算出部と、
 前記短絡状態及び前記アーク状態の周波数を、前記必要入熱が大きくなるのに応じて小さくなるように設定し、1周期あたりの前記アーク状態の継続時間を長くすることで入熱を大きくする周波数設定部と、
 ワークに対し溶接材を前進及び後退させることを前記周波数で繰り返し行う駆動部と、
 を備えるアーク溶接装置。

【請求項 2】

前記溶接条件は、ビード幅、溶け込み深さ、前記ワークの厚さ、溶接電流値、溶接電圧値及び前記溶接材の送給速度の少なくとも一つを含む、請求項 1 記載のアーク溶接装置。

【請求項 3】

前記溶接材の前進速度及び後退速度を、前記周波数が小さくなるのに応じて前記前進速度の大きさに対する前記後退速度の大きさの比率が大きくなるように設定する速度設定部を更に備え、

前記駆動部は、前記ワークに対し前記溶接材を前記前進速度で前進させ、前記後退速度で後退させる、請求項 1 又は 2 記載のアーク溶接装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載のアーク溶接装置と、前記駆動部を保持して移動させる溶接ロボットと、を備える、アーク溶接システム。

【請求項 5】

短絡状態及びアーク状態を繰り返し発生させながら溶接を行うアーク溶接装置により実行される方法であって、

溶接条件を取得し、

前記溶接条件に応じて必要入熱を算出し、

前記短絡状態及び前記アーク状態の周波数を、前記必要入熱が大きくなるのに応じて小さくなるように設定し、1 周期あたりの前記アーク状態の継続時間を長くすることで入熱を大きくし、

10

ワークに対し溶接材を前進及び後退させることを前記周波数で繰り返し行うアーク溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アーク溶接装置、アーク溶接システム及びアーク溶接方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ワークに対し溶接材を繰り返し前進及び後退させることで、短絡状態及びアーク状態を周期的に発生させながら溶接を行うアーク溶接装置が実用化されている。このようなアーク溶接装置においては、溶接部の強度を確保するために、溶け込み深さを確保することが重要な課題となる。溶け込み深さを大きくするには、ワークと溶接材との間の電流を大きくし、入熱を大きくすることが考えられる。一方、電流と溶接材の消耗量とは比例する傾向があり、電流を大きくすると溶接材の消耗が増えるという問題がある。この問題を解決すべく、特許文献 1 には、溶接材を前進させて短絡状態を発生させた後、所定時間が経過するまで溶接材を更に前進させるアーク溶接装置が開示されている。この装置によれば、電流を大きくするのに代えて、溶融部を溶接材によって押しこむことができる。このため、溶接材の消耗を抑制しながら溶け込み深さを大きくすることが期待される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2012 - 81501 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、溶融部を溶接材によって押し込んだとしても入熱は大きくならないので、溶け込み深さを期待通りに大きくできない可能性がある。

【0005】

そこで本発明は、溶接材の消耗を抑制しながら入熱を制御できるアーク溶接装置、アーク溶接システム及びアーク溶接方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るアーク溶接装置は、短絡状態及びアーク状態を繰り返し発生させながら溶接を行う装置であって、溶接条件を取得する条件取得部と、溶接条件に応じて必要入熱を算出する入熱算出部と、短絡状態及びアーク状態の周波数を、必要入熱が大きくなるのに応じて小さくなるように設定する周波数設定部と、ワークに対し溶接材を前進及び後退させることを上記周波数で繰り返し行う駆動部とを備える。

【0007】

本発明に係るアーク溶接システムは、上記アーク溶接装置と、駆動部を保持して移動させる溶接ロボットとを備える。

50

【0008】

本発明に係るアーク溶接方法は、短絡状態及びアーク状態を繰り返し発生させながら溶接を行うアーク溶接装置により実行される方法であって、溶接条件を取得し、溶接条件に応じて必要入熱を算出し、短絡状態及びアーク状態の周波数を、必要入熱が大きくなるのに応じて小さくなるように設定し、ワークに対し溶接材を前進及び後退させることを上記周波数で繰り返し行う。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、溶接材の消耗を抑制しながら入熱を制御できる。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図1】第1実施形態に係るアーク溶接装置を備えるアーク溶接システムの概略図である。

【図2】アーク溶接装置の構成を示す模式図である。

【図3】アーク溶接装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【図4】溶接中の電流、電圧及びワイヤ送給速度を示すグラフである。

【図5】第2実施形態に係るアーク溶接装置の機能的な構成を示すブロック図である。

【図6】溶接中の電流、電圧及びワイヤ送給速度を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

20

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0012】

<第1実施形態>

図1に示すように、アーク溶接システム1は、ロボット装置A0と、アーク溶接装置A1とを備える。ロボット装置A0は、ロボット2と、ロボットコントローラ3とを有する。ロボット2は、例えばシリアルリンク型のロボットアームであり、先端部にツール装着部2aを有する。ロボット2のツール装着部2aには、後述の溶接トーチ4が装着される。ロボットコントローラ3は、溶接トーチ4を溶接対象部分に沿って移動させるように、ロボット2のアクチュエータを制御する。

30

【0013】

アーク溶接装置A1は、ワークWに対して溶接ワイヤ(溶接材)44を繰り返し前進及び後退させながら溶接ワイヤ44とワークWとの間に電力を供給することで、短絡状態及びアーク状態を繰り返し発生させる。アーク溶接装置A1は、溶接トーチ4と、外部コントローラ6と、溶接電源5とを有する。

【0014】

溶接トーチ4は、上述のようにロボット2のツール装着部2aに装着される。溶接トーチ4には、コンジットケーブル46を介してペールパック42が接続されると共に、ガスホース45を介してガスボンベ43が接続される。ペールパック42は、コイル状に巻かれた溶接ワイヤ44を収容し、コンジットケーブル46を通して溶接トーチ4に供給する。溶接ワイヤ44は、溶接トーチ4の先端から送出される。ガスボンベ43は、シールドガスを収容し、ガスホース45を介して溶接トーチ4に供給する。シールドガスとしては、二酸化炭素、アルゴン又はこれらの混合ガスが挙げられる。

40

【0015】

溶接トーチ4は、送給機構41を有する。送給機構41は、例えばサーボモータ等のアクチュエータを動力源として、溶接ワイヤ44の正送及び逆送を行う。正送とは、溶接ワイヤ44の先端がワークWに近付くよう溶接ワイヤ44を前進させることを意味する。逆送とは、溶接ワイヤ44の先端がワークWから離れるよう溶接ワイヤ44を後退させることを意味する。すなわち、送給機構41は、ワークWに対し溶接ワイヤ44を前進及び後

50

退させる駆動部に相当する。また、溶接トーチ 4 が装着されたロボット 2 は、駆動部を保持して移動させる溶接ロボットに相当する。以下、溶接ワイヤ 44 の正送時の送給速度を「前進速度」といい、溶接ワイヤ 44 の逆送時の送給速度を「後退速度」という。

【0016】

外部コントローラ 6 は、ロボットコントローラ 3 に内蔵されている。図 2 に示すように、外部コントローラ 6 は、ユーザインタフェース 60 と、外部軸制御回路 61 とを有する。ユーザインタフェース 60 は、例えばキーボード又はタッチパネル等を介して溶接条件の入力を受け付ける。溶接条件は、例えばビード幅、溶け込み深さ、ワークの厚さ、溶接電流値、溶接電圧値及び溶接ワイヤ 44 の送給速度の少なくとも一つを含む。溶接電流は溶接トーチ 4 とワーク W との間の電流であり、溶接電圧は溶接トーチ 4 とワーク W との間の電圧である。外部軸制御回路 61 は、例えばツール装着部 2a に装着されるツールのアクチュエータ等、ロボット 2 のアクチュエータ以外のアクチュエータを制御するためにロボットコントローラ 3 に設けられた回路であり、本実施形態においては送給機構 41 のアクチュエータを制御する。

10

【0017】

溶接電源 5 は、一次整流回路 50 と、スイッチング回路 51 と、変圧器 52 と、二次整流回路 53 と、遮断回路 54 と、リアクトル 55 と、電流計 56 と、電圧計 57 と、溶接制御部 58 と、記憶部 59 とを備え、溶接トーチ 4 及びワーク W に溶接用の電力を供給する。

【0018】

20

一次整流回路 50 は、商用の交流電源 PS に接続され、交流を整流する。スイッチング回路 51 は、PWM により、溶接トーチ 4 への供給電力を調節する。変圧器 52 は、スイッチング回路 51 からの出力の変圧を行うと共に、入力側と出力側とを絶縁する。二次整流回路 53 は、変圧器 52 からの出力を更に整流する。遮断回路 54 は、例えば半導体により構成され、遮断指令に応じて溶接トーチ 4 への供給電力を遮断する。リアクトル 55 は、溶接トーチ 4 への供給電力を平滑化する。電流計 56 は、溶接トーチ 4 とワーク W との間の電流（以下、「溶接電流」という。）を計測する。電圧計 57 は、溶接トーチ 4 とワーク W との間の電圧（以下、「溶接電圧」という。）を計測する。

【0019】

溶接制御部 58 は、送給機構 41 及びスイッチング回路 51 を制御して本実施形態に係るアーク溶接方法を実行するコンピュータである。記憶部 59 は、例えば不揮発メモリであり、溶接ワイヤ 44 の送給、溶接電流及び溶接電圧の制御パターンや後述する各種の値等を記憶する。

30

【0020】

図 3 に示すように、溶接制御部 58 は、溶接条件取得部 U1 と、基本パターン設定部 U2 と、入熱算出部 U3 と、周波数設定部 U4 と、送給制御部 U5 と、電力制御部 U6 とを有する。図示は省略するが、溶接制御部 58 の各部は記憶部 59 に記憶された各種の値等を参照可能に構成されている。溶接条件取得部 U1 は、ユーザインタフェース 60 から溶接条件を取得する。

【0021】

40

基本パターン設定部 U2 は、溶接条件取得部 U1 にて取得した溶接条件に基づいて溶接電流値及び溶接電圧値の目標値を決定し、その目標値に適した制御パターン（以下、この制御パターンを「基本パターン」という。）を設定する。具体的には、記憶部 59 に記憶された制御パターンの中で、上記目標値に適したものを基本パターンとして選択する。

【0022】

入熱算出部 U3 は、溶接条件取得部 U1 からビード幅、溶け込み深さ、ワークの厚さ、溶接電流値、溶接電圧値及び溶接ワイヤ 44 の送給速度の少なくとも一つを算出条件として取得し、その算出条件に応じて必要入熱を算出する。入熱は、短絡状態及びアーク状態の 1 周期で溶接部に与える熱量である。例えば、入熱算出部 U3 は、ビード幅、溶け込み深さ又はワークの厚さが大きくなるのに応じて必要入熱を大きく設定する。

50

【 0 0 2 3 】

周波数設定部 U 4 は、入熱算出部 U 3 から必要入熱を取得し、その必要入熱に応じて短絡状態及びアーク状態の周波数を設定する。具体的には、必要入熱が大きくなるのに応じて、短絡状態及びアーク状態の周波数を小さく設定する。例えば、必要入熱が大きくなるのに応じて周波数が小さくなるように予め準備された関数を用い、必要入熱に応じた周波数を算出する。あるいは、必要入熱が大きくなるのに応じて周波数が小さくなるように予め準備されたテーブルを参照し、必要入熱に応じた周波数を選定する。以下、周波数設定部 U 4 により設定された周波数を「設定周波数」という。

【 0 0 2 4 】

送給制御部 U 5 は、送給速度の目標値を外部軸制御回路 6 1 に出力して送給機構 4 1 を制御する。電力制御部 U 6 は、溶接電流及び溶接電圧が目標値に近付くようにスイッチング回路 5 1 を駆動する。図 4 を参照し、送給制御部 U 5 及び電力制御部 U 6 が行う制御の具体例について説明する。

【 0 0 2 5 】

図 4 (a) は、溶接電流の波形を示すグラフである。図 4 (a) の横軸は時間を示し、縦軸は溶接電流値を示す。図 4 (b) は、溶接電圧の波形を示すグラフである。図 4 (b) の横軸は時間を示し、縦軸は溶接電圧値を示す。図 4 (c) は、送給速度の波形を示すグラフである。図 4 (c) の横軸は時間を示す。図 4 (c) の縦軸は、正送側を正とし、逆送側を負とした送給速度を示す。なお、図 4 (c) は台形波状の送給速度を示しているがこれに限られない。送給速度は正弦波状、矩形波状又は三角波状であってもよい。後述する図 6 (c) についても同様である。

【 0 0 2 6 】

送給制御部 U 5 は、基本パターン設定部 U 2 から送給速度の基本パターンを取得し、周波数設定部 U 4 から設定周波数を取得し、基本パターンに従った正送及び逆送を設定周波数で繰り返すように送給機構 4 1 を制御する (図 4 (c) 参照) 。これにより送給機構 4 1 は、ワーク W に対し溶接ワイヤ 4 4 を前進及び後退させることを設定周波数で繰り返す行う。なお、本実施形態では、送給機構 4 1 による溶接ワイヤ 4 4 の正送及び逆送は、ロボット 2 による溶接トーチ 4 の移送に並行して行われる。

【 0 0 2 7 】

溶接ワイヤ 4 4 が正送されると、その途中で溶接ワイヤ 4 4 の溶融部とワーク W とが接触し、短絡状態が開始される。溶接ワイヤ 4 4 が逆送されると、その途中で溶接ワイヤ 4 4 とワーク W とが離間し、アーク状態が開始される。このように、短絡状態及びアーク状態は、溶接ワイヤ 4 4 の正送及び逆送に応じて繰り返される。このため、溶接ワイヤ 4 4 の正送及び逆送の周期 T_0 が伸縮すると、これに対応して短絡状態の継続時間 (以下、「短絡期間」という。) T_s 及びアーク状態の継続時間 (以下、「アーク期間」という。) T_a も伸縮する。

【 0 0 2 8 】

電力制御部 U 6 は、基本パターン設定部 U 2 から溶接電流及び溶接電圧の基本パターンを取得し、電流計 5 6 及び電圧計 5 7 から溶接電流値及び溶接電圧値をそれぞれ取得する。電力制御部 U 6 は、溶接電流及び溶接電圧が基本パターンに従って推移するように、スイッチング回路 5 1 を駆動する。溶接電流及び溶接電圧の基本パターンは、短絡期間 T_s 及びアーク期間 T_a ごとに、同一波形を繰り返すように設定されている。

【 0 0 2 9 】

溶接電圧は、短絡状態からアーク状態に移行する際に急上昇する (図 4 (b) 参照) 。この急上昇に基づいて、アーク状態の開始が検知される。溶接電圧は、アーク状態から短絡状態に移行する際に急降下する。この急降下に基づいて、短絡状態の開始が検知される。

【 0 0 3 0 】

短絡期間 T_s における溶接電流の波形は、低電流の状態を保った後、経過時間に応じて徐々に大きくなるように設定されている (図 4 (a) 参照) 。経過時間に対する溶接電流

10

20

30

40

50

の上昇率は、時間 t_1 を境にして切り替えられる。時間 t_1 以降における溶接電流の上昇率は、時間 t_1 以前における溶接電流の上昇率に比べ緩やかである。アーク期間 T_a における溶接電流の基本パターンは、略一定値を保った後、経過時間に応じて徐々に小さくなるように設定されている。

【0031】

電力制御部 U_6 は、基本パターンに従った制御に加え、短絡状態からアーク状態への移行時において溶接電流を低下させる制御を行う。これにより、スパッタが低減される。詳しくは、短絡状態からアーク状態への移行に先立って溶接電流を低下させるようにスイッチング回路 5_1 を駆動し、アーク状態の開始後において溶接電流を上昇させるようにスイッチング回路 5_1 を駆動する。溶接電流を低下させるタイミングは、例えば短絡状態の開始からの経過時間に基づいて検知可能である。溶接電流値又は溶接電圧値に基づいて上記タイミングを検知してもよい。また、スイッチング回路 5_1 により電流を低下させるのに代えて、遮断回路 5_4 により電流を遮断してもよい。スイッチング回路 5_1 により電流を上昇させるのに代えて、遮断回路 5_4 による遮断を解除してもよい。

【0032】

このようにして、短絡状態及びアーク状態を設定周波数で繰り返す制御が実行される。上述のように、設定周波数は、必要入熱が大きくなるのに応じて小さくされる。設定周波数が小さくなると周期 T_0 が長くなるので、1 周期あたりのアーク期間 T_a も長くなる。このため、必要入熱が大きくなるのに応じて入熱を大きくできる。すなわち、設定周波数の調節により入熱を制御できる。一方、設定周波数が変化しても溶接電流に大きな影響はないので、溶接ワイヤ 4_4 の消耗量にも大きな影響はない。従って、溶接材の消耗を抑制しながら入熱を制御できる。

【0033】

< 第 2 実施形態 >

第 2 実施形態に係るアーク溶接装置 A_2 は、アーク溶接装置 A_1 に比べ溶接制御部 5_8 の機能的な構成が異なる。図 5 に示すように、アーク溶接装置 A_2 の溶接制御部 5_8 は、溶接条件取得部 U_1 、基本パターン設定部 U_2 、入熱算出部 U_3 、周波数設定部 U_4 、送給制御部 U_5 及び電力制御部 U_6 に加え、速度設定部 U_7 を更に備える。

【0034】

速度設定部 U_7 は、周波数設定部 U_4 による設定周波数に応じて、溶接ワイヤ 4_4 の前進速度及び後退速度を設定する。具体的には、設定周波数が小さくなるのに応じて前進速度の大きさに対する後退速度の大きさの比率が大きくなるように、前進速度及び後退速度を設定する。前進速度を変えずに後退速度の大きさを大きくしてもよいし、後退速度を変えずに前進速度の大きさを小さくしてもよいし、前進速度の大きさを小さくすると共に後退速度の大きさを大きくしてもよい。

【0035】

速度設定部 U_7 は、例えば、設定周波数が小さくなるのに応じて前進速度の大きさに対する後退速度の大きさの比率が大きくなるように予め準備された関数を用い、設定周波数に応じた前進速度及び後退速度を算出する。あるいは、設定周波数が小さくなるのに応じて前進速度の大きさに対する後退速度の大きさの比率が大きくなるように予め準備されたテーブルを参照し、設定周波数に応じた前進速度及び後退速度を選定する。以下、速度設定部 U_7 により設定された前進速度及び後退速度を、それぞれ「設定前進速度」及び「設定後退速度」という。

【0036】

アーク溶接装置 A_2 における送給制御部 U_5 は、基本パターン設定部 U_2 から送給速度の基本パターンを取得し、周波数設定部 U_4 から設定周波数を取得し、速度設定部 U_7 から設定前進速度及び設定後退速度を取得する。そして、設定前進速度を正送時の送給速度とし、設定後退速度を逆送時の送給速度とし、基本パターンに従った正送及び逆送を設定周波数で繰り返すように送給機構 4_1 を制御する。これにより送給機構 4_1 は、ワーク W に対し溶接ワイヤ 4_4 を設定前進速度で前進させ、設定後退速度で後退させ、このように

前進及び後退させることを設定周波数で繰り返し行う。

【0037】

上述したように、速度設定部U7は、設定周波数が小さくなるのに応じて設定前進速度の大きさに対する設定後退速度の大きさの比率を大きくする。図6は、前進速度 S_f の大きさに対する後退速度 S_r の大きさの比率を図4に比べ大きくした場合を示している。図6(a)、図6(b)、図6(c)の各グラフが示すものはそれぞれ図4(a)、図4(b)、図4(c)と同様である。前進速度 S_f の大きさに対する後退速度 S_r の大きさの比率を大きくすると、短絡状態からアーク状態への移行が早くなるので、図6に示すように短絡期間 T_s に対するアーク期間 T_a の比率が大きくなる。これにより、1周期あたりのアーク期間 T_a が更に長くなるので、入熱を更に大きくできる。すなわち、設定周波数の調節と共に、前進速度の大きさに対する後退速度の大きさの比率の調節を行うことにより、入熱を更に幅広く制御できる。一方、前進速度の大きさに対する後退速度の大きさの比率が変化しても溶接電流に大きな影響はないので、溶接ワイヤ44の消耗量にも大きな影響はない。従って、溶接材の消耗を抑制しながら、更に幅広く入熱を制御できる。

10

【0038】

以上、本発明の好適な実施形態について説明してきたが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。例えば、外部コントローラ6は、必ずしもロボットコントローラ3に内蔵されていなくてもよい。外部コントローラ6は、独立した1ユニットであってもよいし、溶接電源5と一体化されていてもよい。

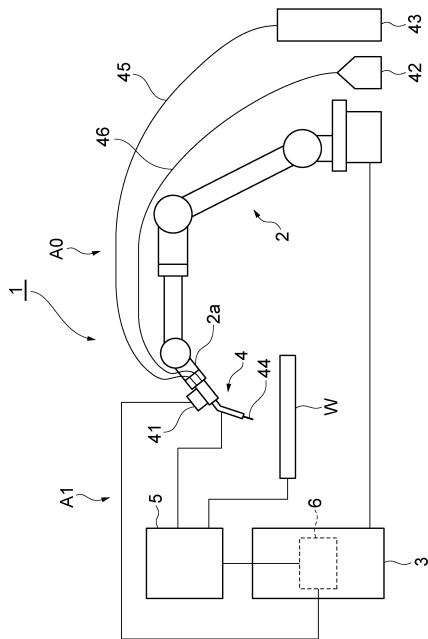
20

【符号の説明】

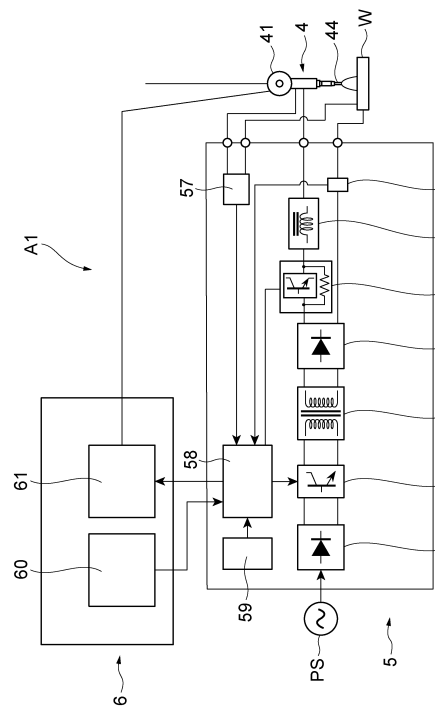
【0039】

1...アーク溶接システム、2...ロボット(溶接ロボット)、41...送給機構(駆動部)、44...溶接ワイヤ(溶接材)、A1, A2...アーク溶接装置、 S_f ...前進速度、 S_r ...後退速度、U1...溶接条件取得部、U3...入熱算出部、U4...周波数設定部、U5...送給制御部、U7...速度設定部、W...ワーク。

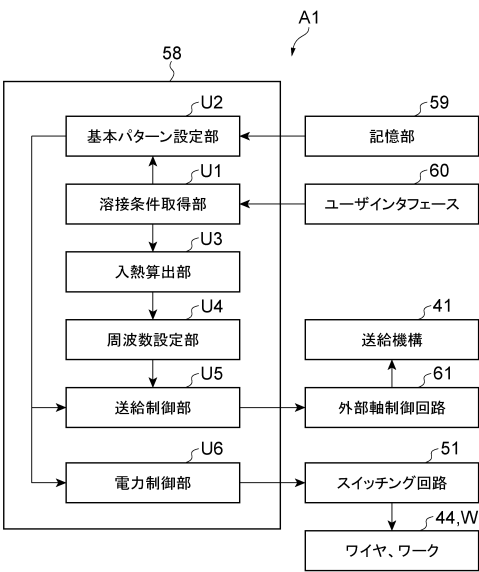
【図 1】



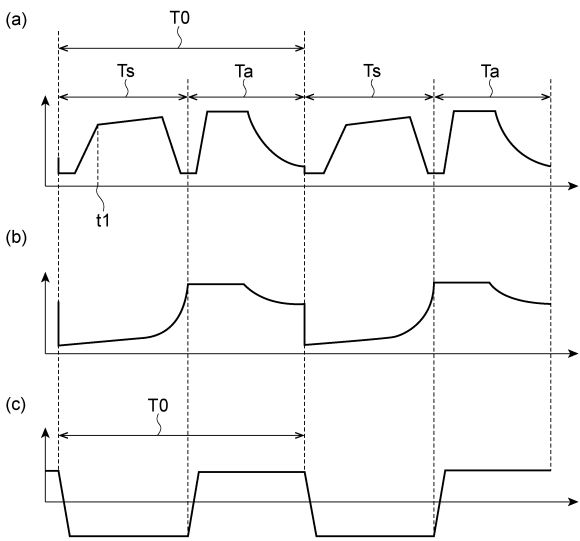
【図 2】



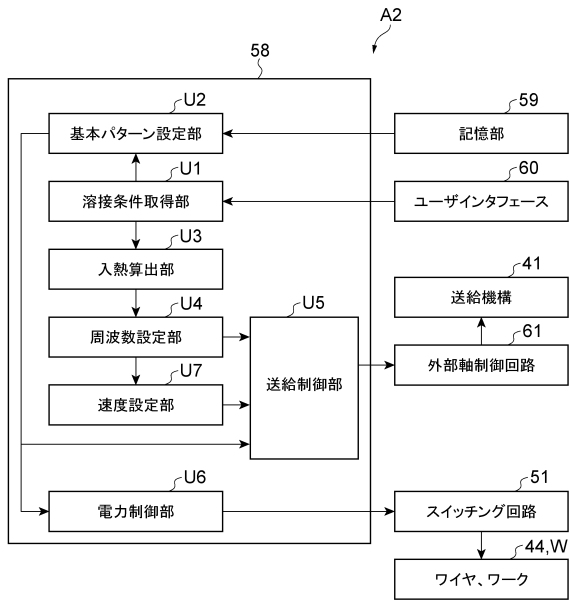
【図 3】



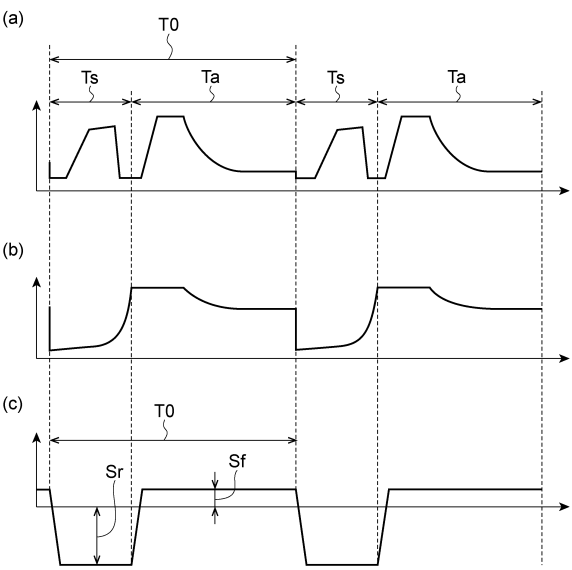
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 真史

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

(72)発明者 坂本 大地

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

審査官 青木 正博

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 1 / 0 1 3 3 2 1 (W O , A 1)

特開 2 0 1 0 - 0 9 9 7 1 1 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 3 4 6 6 9 4 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 1 7 8 1 4 7 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 3 / 0 0 8 3 9 4 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 3 K 9 / 0 0 - 1 0 / 0 2