

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7548860号
(P7548860)

(45)発行日 令和6年9月10日(2024.9.10)

(24)登録日 令和6年9月2日(2024.9.2)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 K 9/073(2006.01) B 2 3 K 9/073 5 5 0

B 2 3 K 9/20 (2006.01) B 2 3 K 9/20 D

請求項の数 8 (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-62512(P2021-62512)	(73)特許権者	000003207
(22)出願日	令和3年4月1日(2021.4.1)		トヨタ自動車株式会社
(65)公開番号	特開2022-157957(P2022-157957 A)	(73)特許権者	000228981
(43)公開日	令和4年10月14日(2022.10.14)		日本スタッドウェルディング株式会社
審査請求日	令和5年11月1日(2023.11.1)		神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号
		(74)代理人	110000028
			弁理士法人明成国際特許事務所
		(72)発明者	野村 浩二
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	松岡 祐介
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アークスタッド溶接装置、およびアークスタッド溶接方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

アークスタッド溶接装置であって、
母材に対するスタッドの押し込みおよび引き上げを行う溶接ガンと、
前記溶接ガンに電力を供給可能な電源装置と、
前記溶接ガンに印加される電圧を検出するための電圧センサと、
前記母材および前記スタッドにパイロットアークを発生させるためのパイロット電力を前記溶接ガンに供給するパイロットアーク期間と、前記母材および前記スタッドにメインアークを発生させるためのメイン電力を前記溶接ガンに供給するメインアーク期間であって、前記パイロットアーク期間に前記溶接ガンに流れる電流よりも大きい電流を前記溶接ガンに流すメインアーク期間とにおいて、前記電源装置および前記溶接ガンを制御する制御装置と、を備え、
前記制御装置は、
前記パイロットアーク期間に前記電圧センサから取得した電圧値が予め定められた第一閾値よりも大きい場合に、
前記メインアーク期間における溶接の加工条件を変更する第一補正であって、前記母材および前記スタッドに発生する熱量を抑制するための第一補正を行い、
前記第一補正によって変更された前記加工条件を用いて溶接を行う、
アークスタッド溶接装置。

【請求項2】

請求項 1 に記載のアーキスタッド溶接装置であって、
前記制御装置は、前記メインアーク期間への移行タイミングを早める前記第一補正を行う、
アーキスタッド溶接装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のアーキスタッド溶接装置であって、
前記制御装置は、前記メイン電力の目標電流値を低減させる前記第一補正を行う、
アーキスタッド溶接装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載のアーキスタッド溶接装置であって、
前記制御装置は、さらに、取得した前記パイロットアーク期間での電圧値が、予め定められた第二閾値であって、前記第一閾値よりも大きい第二閾値以上である場合には、前記スタッドの溶接を停止させる、
アーキスタッド溶接装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載のアーキスタッド溶接装置であって、
さらに、前記母材に対する前記スタッドの変位量を検出する変位量センサ、を備え、
前記制御装置は、
前記パイロットアーク期間において、前記変位量と、予め定められた基準値との差が
予め定められた第一範囲に含まれない場合に、
前記メインアーク期間における溶接の加工条件を変更する第二補正であって、前記熱量を調節するための第二補正を行う、
アーキスタッド溶接装置。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載のアーキスタッド溶接装置であって、
前記制御装置は、
前記第一範囲に含まれない場合において、前記変位量が前記基準値よりも大きい場合には、前記メイン電力の目標電流値を、前記変位量と、前記基準値との差が前記第一範囲に含まれる場合での前記メイン電力の目標電流値よりも小さい電流値に変更する前記第二補正を行い、
前記第一範囲に含まれない場合において、前記変位量が前記基準値よりも小さい場合には、前記メイン電力の目標電流値を、前記変位量と、前記基準値との差が前記第一範囲に含まれる場合での前記メイン電力の目標電流値よりも大きい電流値に変更する前記第二補正を行う、
アーキスタッド溶接装置。

30

【請求項 7】

請求項 5 または請求項 6 に記載のアーキスタッド溶接装置であって、
前記制御装置は、さらに、前記変位量と、前記基準値との差が、予め定められた第二範囲であって、前記第一範囲よりも広い第二範囲に含まれない場合には、前記スタッドの溶接を停止させる、
アーキスタッド溶接装置。

40

【請求項 8】

アーキスタッド溶接方法であって、
母材およびスタッドにパイロットアークを発生させるためのパイロット電力を前記母材および前記スタッドに供給するパイロットアーク期間に、前記母材および前記スタッドに供給されるパイロット電力の電圧値を取得し、
取得した前記電圧値が予め定められた第一閾値よりも大きい場合に、
前記母材および前記スタッドにメインアークを発生させるためのメイン電力を前記母材および前記スタッドに供給するメインアーク期間であって、前記パイロットアーク期間に前記母材および前記スタッドに流れる電流よりも大きい電流を前記母材および前記スタッド

50

ドに流すメインアーク期間における溶接の加工条件を変更する第一補正であって、前記母材および前記スタッドの溶接時に発生する熱量を抑制するための第一補正を行い、

前記第一補正によって変更された前記加工条件を用いて溶接を行う、アークスタッド溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、アークスタッド溶接装置、およびアークスタッド溶接方法に関する。

【背景技術】

【0002】

アークスタッド溶接装置において、アークスタッド溶接ガンに流される溶接電流を測定し、溶接電流を目標電流値に近づけるフィードバック制御を行う技術が知られている（例えば、特許文献1）。従来の技術では、フィードバック制御により、溶接電流の立ち上がり時のバラツキの発生や、プランジポイントにおける溶接電流の跳ね上がりを解消することにより、溶接品質の低下を抑制している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平5 - 31581号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

アークスタッド溶接装置では、溶接品質の向上が求められている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示は、以下の形態として実現することが可能である。

【0006】

（1）本開示の一形態によれば、アークスタッド溶接装置が提供される。このアークスタッド溶接装置は、母材に対するスタッドの押し込みおよび引き上げを行う溶接ガンと、前記溶接ガンに電力を供給可能な電源装置と、前記溶接ガンに印加される電圧を検出するための電圧センサと、前記母材および前記スタッドにパイロットアークを発生させるためのパイロット電力を前記溶接ガンに供給するパイロットアーク期間と、前記母材および前記スタッドにメインアークを発生させるためのメイン電力を前記溶接ガンに供給するメインアーク期間であって、前記パイロットアーク期間に前記溶接ガンに流れる電流よりも大きい電流を前記溶接ガンに流すメインアーク期間とにおいて、前記電源装置および前記溶接ガンを制御する制御装置と、を備える。前記制御装置は、前記パイロットアーク期間に前記電圧センサから取得した電圧値が予め定められた第一閾値よりも大きい場合に、前記メインアーク期間における溶接の加工条件を変更する第一補正であって、前記母材および前記スタッドに発生する熱量を抑制するための第一補正を行い、前記第一補正によって変更された前記加工条件を用いて溶接を行う。

この形態のアークスタッド溶接装置によれば、パイロットアーク期間に取得した電圧値が第一閾値よりも大きいかな否かを判定し、メインアーク期間における溶接の加工条件を第一補正によって変更することによって、母材およびスタッドの溶接時に発生する熱量を抑制することができる。したがって、溶接時に母材およびスタッドに過剰な熱量が与えられることを低減または防止し、溶接品質を向上させることができる。

（2）上記形態のアークスタッド溶接装置において、前記制御装置は、前記メインアーク期間への移行タイミングを早める前記第一補正を行ってよい。

この形態のアークスタッド溶接装置によれば、メインアーク期間への移行タイミングを早めることにより、パイロットアーク期間において、スタッドおよび母材に過剰な電圧が印加される期間を短縮することができる。その結果、母材およびスタッドに過剰な熱量が

10

20

30

40

50

与えられることを低減または防止し、溶接品質を向上させることができる。

(3) 上記形態のアーカスタッド溶接装置において、前記制御装置は、前記メイン電力の目標電流値を低減させる前記第一補正を行ってよい。

この形態のアーカスタッド溶接装置によれば、制御装置が電圧値を取得した時点においてすでに印加された第一閾値よりも大きい電圧によって、スタッドおよび母材に与えられた過剰な熱量に相当する熱量をメインアーク期間で低減し、溶接品質を向上させることができる。

(4) 上記形態のアーカスタッド溶接装置において、前記制御装置は、さらに、取得した前記パイロットアーク期間での電圧値が、予め定められた第二閾値であって、前記第一閾値よりも大きい第二閾値以上である場合には、前記スタッドの溶接を停止させてよい。

10

この形態のアーカスタッド溶接装置によれば、不要な加工が実施されることを低減または防止することができる。

(5) 上記形態のアーカスタッド溶接装置は、さらに、前記母材に対する前記スタッドの変位量を検出する変位量センサ、を備えてよい。前記制御装置は、前記パイロットアーク期間において、前記変位量と、予め定められた基準値との差が予め定められた第一範囲に含まれない場合に、前記メインアーク期間における溶接の加工条件を変更する第二補正であって、前記熱量を調節するための第二補正を行ってよい。

この形態のアーカスタッド溶接装置によれば、パイロットアーク期間において、スタッドと、母材との距離を用いて、メインアーク期間の加工条件を変更することによって、溶接時の熱量の過不足が発生することを低減または防止することができる。

20

(6) 上記形態のアーカスタッド溶接装置において、前記制御装置は、前記第一範囲に含まれない場合において、前記変位量が前記基準値よりも大きい場合には、前記メイン電力の目標電流値を、前記変位量と、前記基準値との差が前記第一範囲に含まれる場合での前記メイン電力の目標電流値よりも小さい電流値に変更する前記第二補正を行ってよく、前記第一範囲に含まれない場合において、前記変位量が前記基準値よりも小さい場合には、前記メイン電力の目標電流値を、前記変位量と、前記基準値との差が前記第一範囲に含まれる場合での前記メイン電力の目標電流値よりも大きい電流値に変更する前記第二補正を行ってよい。

この形態のアーカスタッド溶接装置によれば、スタッドの変位量のずれに応じて発生する溶接時の熱量の過不足を目標電流値の変更によって補填することができる。

30

(7) 上記形態のアーカスタッド溶接装置において、前記制御装置は、さらに、前記変位量と、前記基準値との差が、予め定められた第二範囲であって、前記第一範囲よりも広い第二範囲に含まれない場合には、前記スタッドの溶接を停止させてよい。

この形態のアーカスタッド溶接装置によれば、不要な加工が実施されることを低減または防止することができる。

本開示は、アーカスタッド溶接装置以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、アーカスタッド溶接方法やアーカスタッド溶接装置の制御方法、その制御方法を実現するコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した一時的でない記録媒体等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0007】

【図1】第1実施形態としてのアーカスタッド溶接装置を示す説明図。

【図2】制御装置が実行する制御ルーチンを示すフロー図。

【図3】第二補正の制御ルーチンを示すフロー図。

【図4】第二補正によって変更される目標電流値を模式的に示すグラフ。

【図5】第一補正の制御ルーチンを示すフロー図。

【図6】第一補正によって変更される目標電流値と、短縮されるパイロットアーク期間とを概念的に示すグラフ。

【図7】比較例としての従来のアーカスタッド溶接装置による溶接時の電圧の変化を示すグラフ。

50

【図 8】本実施形態のアーカスタッド溶接装置による溶接時の電圧の変化を示すグラフ。

【図 9】比較例としての従来のアーカスタッド溶接装置による溶接後のスタッドおよび母材の状態を示す説明図。

【図 10】本実施形態のアーカスタッド溶接装置による溶接後のスタッドおよび母材の状態を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

A. 第 1 実施形態：

図 1 は、本開示における第 1 実施形態としてのアーカスタッド溶接装置 100 を示す説明図である。アーカスタッド溶接装置 100 は、例えば、ショートサイクル方式の溶接装置である。アーカスタッド溶接装置 100 は、電源装置 54 および制御装置 52 を含む溶接機 50 と、溶接ガン 70 とを備えている。アーカスタッド溶接装置 100 は、例えば、ボルトやピンなどのスタッド 80 を溶接ガン 70 に装着して電流を流すことによって、鋼板や鋼管などの母材 90 と、スタッド 80 との間にアークを発生させる。スタッド 80 と、母材 90 との接触部分は、アークによって溶融され、溶融されたスタッド 80 および母材 90 が加圧されることによって溶接される。母材 90 としては、例えば、軟鋼、SUS、アルミニウム、アルミニウム合金などの種々の金属材料を用いることができる。アーカスタッド溶接装置 100 は、フェルール (Ferrule) を用いる電力アーク方式の溶接装置であってもよい。

【0009】

制御装置 52 は、アーカスタッド溶接装置 100 を統括的に制御するマイクロコンピュータであり、RAM や ROM などのメモリと、CPU とを備えている。また、制御装置 52 は、時間を計測するための図示しないタイマを備えている。制御装置 52 は、溶接ガン 70 の動作、溶接ガン 70 に流す電流の大きさや通電時間などを制御する。メモリには本実施形態において提供される機能を実現するための各種プログラムや溶接の加工条件などが格納されている。溶接の加工条件とは、例えば、溶接ガン 70 に流す目標電流値、溶接ガン 70 に印加される目標電圧値、パイロットアークやメインアークの通電期間、ならびに後述する第一閾値、第二閾値、第一範囲、第二範囲などを意味する。CPU は、各種プログラムをメモリから読み出して RAM 上に展開し、実行する。アーカスタッド溶接装置 100 の機能の一部または全ての機能は、ハードウェア回路によって実現されてもよい。

【0010】

電源装置 54 は、図示しない三相交流電源と、交流を直流に変換するための整流器とを備えている。電源装置 54 と、溶接ガン 70 とは、電力供給線 CA1 で接続され、電源装置 54 と、母材 90 とは電力供給線 CA2 で接続されている。電源装置 54 は、制御装置 52 による制御のもとで、母材 90 およびスタッド 80 にパイロットアークを発生させるためのパイロット電力と、母材 90 およびスタッド 80 にメインアークを発生させるためのメイン電力とを、溶接ガン 70 に供給する。

【0011】

溶接ガン 70 は、母材 90 に対するスタッド 80 の押し込みおよび引き上げを行う。溶接ガン 70 は、スタッド 80 を固定する図示しない軸体と、軸体を母材 90 に直交する方向に駆動させる図示しない駆動機構とを備えている。溶接ガン 70 は、駆動機構によって、図 1 に矢印 D1 として示すように、スタッド 80 を母材 90 から離間する方向に引き上げ、図 1 に矢印 D2 として示すように、スタッド 80 を母材 90 に近づける方向に押し込むことができる。駆動機構としては、例えば、軸体を母材 90 に向けて付勢するスプリングと、ソレノイドコイルとを備える電磁ソレノイド式としてもよく、軸体をサーボモータやリニアモータで駆動するモータ駆動式としてもよい。

【0012】

本実施形態では、アーカスタッド溶接装置 100 は、電流センサ 56 と、電圧センサ 58 と、変位量センサ 60 と、を備えている。電流センサ 56 は、電力供給線 CA1 に備え

10

20

30

40

50

られている。電圧センサ 58 は、電力供給線 C A 1 および電力供給線 C A 2 間に備えられている。電流センサ 56 は、溶接ガン 70 に流れる電流値を検出し、電圧センサ 58 は、溶接ガン 70 に印加される電圧値を検出する。変位量センサ 60 は、溶接ガン 70 に備えられており、スタッド 80 の変位量を検出する。スタッド 80 の変位量は、母材 90 からのスタッド 80 の離間距離に相当する。本実施形態において、変位量センサ 60 は、レーザ変位計を用いており、レーザ光によりスタッド 80 の変位量を検出する。変位量センサ 60 は、レーザ変位計には限定されず、磁気センサなどを用いてよく、光学式や磁気式などの種々のリニアエンコーダを用いてもよい。電流センサ 56 と、電圧センサ 58 と、変位量センサ 60 との各種センサの検出結果は、制御装置 52 に出力される。

【0013】

図 2 は、制御装置 52 が実行する制御ルーチンを示すフロー図である。図 2 に示すフローは、例えば、アークスタッド溶接装置 100 に母材 90 およびスタッド 80 が装着され、作業員が溶接ガン 70 に設けられるトリガを引くことによって開始する。本フローは、母材 90 に 1 つのスタッド 80 を溶接するためのフローである。例えば、母材 90 の複数の位置にそれぞれスタッド 80 を溶接する場合には、本フローは、スタッド 80 を溶接する位置ごとに繰り返される。本フローは、母材 90 およびスタッド 80 が装着された状態のアークスタッド溶接装置 100 のスタートスイッチを押すことによって開始されてもよい。

【0014】

ステップ S 10 では、制御装置 52 は、スタッド 80 や母材 90 の種類に対応する設定値を読み出す。設定値とは、メモリに予め格納された溶接の加工条件である。溶接の加工条件には、例えば、パイロットアークを発生させる期間（以下、「パイロットアーク期間」とも呼ぶ。）での通電期間と、パイロットアーク期間に流す電流（以下、「パイロット電流」とも呼ぶ。）の目標電流値と、パイロットアーク期間に印加される電圧（以下、「パイロット電圧」とも呼ぶ。）の目標電圧値と、メインアークを発生させる期間（以下、「メインアーク期間」とも呼ぶ。）での通電期間と、メインアーク期間に流す電流（以下、「メイン電流」とも呼ぶ。）の目標電流値と、メインアーク期間に印加される電圧（以下、「メイン電圧」とも呼ぶ。）の目標電圧値と、が含まれる。パイロット電流は、スタッド 80 および母材 90 間にアーク柱を持続させるための 10 ~ 50 A 程度の電流である。メイン電流は、スタッド 80 および母材 90 間にメインアークを発生させるための 200 ~ 2000 A 程度の電流である。

【0015】

ステップ S 20 では、制御装置 52 は、電源装置 54 を制御して、スタッド 80 および母材 90 にパイロット電流を流す。具体的には、制御装置 52 は、溶接ガン 70 の駆動機構を制御して、溶接ガン 70 に装着されたスタッド 80 の先端を母材 90 の表面に押し付ける。母材 90 に対してスタッド 80 が押し付けられると、制御装置 52 は、電源装置 54 を制御して、パイロット電流の目標電流値にしたがって、パイロット電流をスタッド 80 および母材 90 に流す。制御装置 52 は、溶接ガン 70 の駆動機構を駆動させて、スタッド 80 を母材 90 から引き上げることによって、スタッド 80 と母材 90 との間にパイロットアークを発生させる。

【0016】

ステップ S 30 では、制御装置 52 は、変位量センサ 60 からスタッド 80 の変位量 L_a を取得する。スタッド 80 の変位量 L_a は、ステップ S 20 での母材 90 からのスタッド 80 の引き上げ距離に相当する。

【0017】

ステップ S 40 では、制御装置 52 は、スタッド 80 の引き上げ距離のずれ量を確認する。具体的には、制御装置 52 は、取得した変位量 L_a と、予め定められた基準値としての基準変位 L_m との差が、第一範囲に含まれるか否か、および第二範囲に含まれるか否かを確認する。基準変位 L_m 、第一範囲、ならびに第二範囲は、制御装置 52 のメモリに予め格納されている。基準変位 L_m とは、溶接時のスタッド 80 の変位量の目標値であり、

10

20

30

40

50

母材 90 からのスタッド 80 の引き上げ距離の目標値に相当する。スタッド 80 の引き上げ量のずれは、例えば、溶接ガン 70 による機械的誤差などによって生じ得る。

【0018】

第一範囲は、例えば、 $-L_1$ 以上 L_1 以下の範囲で設定することができる。第二範囲は、例えば、 $-L_2$ 以上 L_2 以下の範囲で設定することができる。第二範囲は、第一範囲よりも広い範囲であり、 $L_2 > L_1$ である。第一範囲および第二範囲、すなわち L_1 および L_2 は、後述する第二補正後のメインアークによって溶接品質が十分に得られるために予め設定された設定値である。 L_1 は、第二補正後のメインアークによって十分な溶接品質を得るために許容されるスタッド 80 の引き上げ量のずれの絶対値としての下限値であり、 L_2 は、当該ずれの絶対値としての上限値である。スタッド 80 の引き上げ量のずれの絶対値が L_1 よりも大きく L_2 以下であれば、第二補正後のメインアークによって十分な溶接品質が得られ、 L_2 を超えた場合には、第二補正後のメインアークによっても十分な溶接品質が得られない場合がある。 L_1 および L_2 は、変位量 L_a ごとのメイン電流の大きさと、メインアーク後の溶接品質との対応関係を用いることによって予め実験的に求めることができる。本実施形態では、 $L_1 = 0.5 \text{ mm}$ で設定され、 $L_2 = 1.0 \text{ mm}$ で設定されている。なお、本実施形態では、第一範囲の上限値は L_1 であり、下限値は $-L_1$ であり、その絶対値がともに L_1 で一致し、第二範囲の上限値および下限値の絶対値は、ともに L_2 で一致しているが、第一範囲の上限値と、下限値とをそれぞれ異なる値で設定してよく、第二範囲の上限値と、下限値とをそれぞれ異なる値で設定してよい。

【0019】

制御装置 52 は、取得した変位量 L_a と、基準変位 L_m との差が、第一範囲以内である場合には、ステップ S60 に移行し、第一範囲に含まれず第二範囲以内である場合には、ステップ S50 に移行し、第二範囲に含まれない場合には、ステップ S120 に移行する。ステップ S120 では、制御装置 52 は、異常ありと判定し、電源装置 54 を制御して出力を停止し、溶接を終了させる。ステップ S130 では、制御装置 52 は、例えば、アークスタッド溶接装置 100 が有する表示装置やスピーカ等を利用して、異常ありの判定結果を作業者などに報知し、本フローを終了する。

【0020】

ステップ S50 では、制御装置 52 は、第二補正を行う。第二補正では、後述するように、メインアーク期間における溶接の加工条件を変更する。本実施形態では、第二補正は、メイン電流の目標電流値と、パイロット電圧の目標電圧値とを変更する。制御装置 52 は、第二補正を行うとステップ S60 に移行する。

【0021】

ステップ S60 では、制御装置 52 は、電圧センサ 58 からパイロットアーク期間での電圧値を取得する。本実施形態では、制御装置 52 は、電圧センサ 58 から取得した電圧値を用いて、例えば 1 ミリ秒などの単位時間あたりの電圧の平均値を算出し、電圧値 V_a として取得する。電圧センサ 58 が、単位時間あたりの電圧の平均値を算出して制御装置 52 に出力してもよい。

【0022】

ステップ S70 では、制御装置 52 は、目標電圧値に対する実行電圧のずれ量を確認する。具体的には、制御装置 52 は、取得した電圧値 V_a と、パイロットアーク期間でのパイロット電圧の目標電圧値 V_m と差が、第一閾値 V_1 以下であるか否か、および第二閾値 V_2 未満であるか否かを判定する。第二閾値 V_2 は、第一閾値 V_1 よりも大きい電圧値であり、 $V_2 > V_1$ である。目標電圧値 V_m 、第一閾値 V_1 、ならびに第二閾値 V_2 は、制御装置 52 のメモリに予め格納されている。

【0023】

第一閾値 V_1 は、通常の加工条件のメインアークによる溶接品質が十分に得られるための設定値であり、第二閾値 V_2 は、後述する第一補正後の加工条件のメインアークによる溶接品質が十分に得られるための設定値である。電圧値 V_a が第一閾値 V_1 よりも大きく、第二閾値 V_2 よりも小さければ、第一補正を行うことによりメインアークによって充分

な溶接品質が得られ、第二閾値 V_2 を超えた場合には、第一補正後のメインアークによっても十分な溶接品質が得られない場合がある。例えば、母材 90 の表面に油などの異物が存在している場合には、母材 90 とスタッド 80 間の電気抵抗が増加し得る。制御装置 52 は、パイロット電流を目標電流値まで上昇させるために電源装置 54 からの供給電力を大きくする。その結果、パイロット電圧は、上昇され得る。本実施形態では、第一閾値 V_1 および第二閾値 V_2 を、パイロット電圧を用いて母材 90 表面の異物を検知するための閾値として機能させている。第一閾値 V_1 および第二閾値 V_2 は、例えば、表面に異物を有する母材 90 を用いて、パイロット電圧と、メインアーク後の溶接品質との対応関係を取得することによって予め実験的に求めることができる。第一閾値 V_1 および第二閾値 V_2 は、母材 90 表面の異物の付着量と、パイロット電圧との対応関係を用いて求められてもよい。本実施形態では、第一閾値 $V_1 = 5 \text{ V}$ で設定され、第二閾値 $V_2 = 10 \text{ V}$ で設定されている。第一閾値 V_1 は、 5 V には限定されず、 2.5 V 、 3 V 、 4 V などでも設定されてもよく、 6 V 、 7.5 V 、 10 V 、 15 V などの任意の電圧で設定されてよい。第二閾値 V_2 は、 10 V には限定されず、 5 V 、 6 V 、 7.5 V 、 15 V 、 20 V などでも設定されてもよく、 $V_2 > V_1$ となる任意の電圧で設定されてよい。制御装置 52 は、取得した電圧値 V_a と、目標電圧値 V_m との差が、第一閾値 V_1 以下である場合には、ステップ $S100$ に移行し、第一閾値 V_1 よりも大きく第二閾値 V_2 未満である場合には、ステップ $S80$ に移行し、第二閾値 V_2 以上である場合には、ステップ $S120$ に移行する。

【0024】

ステップ $S100$ では、制御装置 52 は、予め設定されたパイロットアーク期間での通電期間の経過を開始条件として、メインアークを開始する。具体的には、制御装置 52 は、電源装置 54 を制御して、メイン電流をスタッド 80 および母材 90 に流すことによりメインアークを開始する。上述したステップ $S50$ で第二補正が実行されている場合には、制御装置 52 は、第二補正による変更後の目標設定値に基づくメイン電流を流すことによりメインアークを開始する。アーク放電が行なわれているスタッド 80 の先端と母材 90 は、アーク放電の熱によって熔融される。アーク放電の開始から所定の期間が経過すると、制御装置 52 は、溶接ガン 70 の駆動機構を制御して、スタッド 80 を母材 90 の表面に押し込み、スタッド 80 と母材 90 との接合が行なわれる。ステップ $S110$ では、制御装置 52 は、予め定められたメインアーク期間の通電期間の経過とともに、電源装置 54 を制御して出力を停止し、溶接を終了させる。

【0025】

ステップ $S80$ では、制御装置 52 は、スタッド 80 の引き上げ距離のずれ量が第一範囲以内であったか否かを確認する。本実施形態では、制御装置 52 は、ステップ $S40$ での判定結果を用いて、変位量 L_a と、基準変位 L_m との差が、第一範囲に含まれているか否かを確認する。変位量 L_a と、基準変位 L_m との差が第一範囲以内である場合、すなわち、ステップ $S40$ の判定結果が $|L_a - L_m| \leq L_1$ であった場合には、ステップ $S90$ に移行する。

【0026】

ステップ $S80$ において、変位量 L_a と、基準変位 L_m との差が第一範囲に含まれていない場合、すなわちステップ $S40$ での判定結果が $L_1 < |L_a - L_m| \leq L_2$ であった場合には、ステップ $S120$ に移行し、溶接を終了させる。ここで、ステップ $S80$ で、変位量 L_a と、基準変位 L_m との差が第一範囲に含まれていない場合とは、実行電圧の電圧値 V_a が第一閾値 V_1 を超えており、かつスタッド 80 の変位量が第一範囲に含まれない状態である。本実施形態では、この場合には、メインアークによる溶接品質が十分に得られない可能性を考慮して、溶接を終了する処理が行われる。すなわち、本実施形態では、ステップ $S50$ による第二補正と、後述するステップ $S90$ による第一補正との双方は実行されない。ただし、アークスタッド溶接装置 100 がこの条件においても第一補正後のメインアークによる溶接品質が十分に得られる場合には、ステップ $S80$ を省略して、ステップ $S70$ からステップ $S90$ に直接的に移行してもよい。

【0027】

ステップ S 9 0 では、制御装置 5 2 は、第一補正を行う。第一補正では、後述するように、メイン電流の目標電流値の変更と、パイロットアーク期間での通電期間の短縮とを行う。ステップ S 1 0 2 では、制御装置 5 2 は、電源装置 5 4 を制御して、第一補正後の目標電流値に基づいてメインアークを開始する。なお、本実施形態では、後述するように、制御装置 5 2 は、ステップ S 9 0 の処理の直後にメインアークを開始する。メインアーク開始から所定の通電期間が経過すると、制御装置 5 2 は、溶接ガン 7 0 の駆動機構を制御して、スタッド 8 0 と母材 9 0 との接合を行う。ステップ S 1 1 2 では、メインアーク期間での予め定められた通電期間の経過とともに、電源装置 5 4 を制御して出力を停止し、溶接を終了させる。

【 0 0 2 8 】

図 3 および図 4 を用いて、第二補正の詳細について説明する。図 3 は、第二補正の制御ルーチンを示すフロー図である。ステップ S 5 2 では、制御装置 5 2 は、メイン電流の目標電流値の変更を行う。本実施形態では、第二補正による変更後の目標電流値 I_{m2} は、以下の式 (1) を用いて算出される。

$$I_{m2} = I_{m1} \cdot \{ 1 - k_1 \cdot (L_a - L_m) / L_1 \} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

I_{m1} : 通常時のメイン電流の目標電流値

k_1 : 係数

目標電流値 I_{m1} は、変位置量 L_a と、基準変位 L_m との差が第一範囲に含まれる場合に溶接ガン 7 0 に流される電流値に相当する。係数 k_1 は、メイン電流の目標電流値の補正量を規定する係数である。係数 k_1 は、例えば、スタッド 8 0 の変位置量ごとのメイン電流の電流値と、メインアーク後の溶接品質との対応関係を用いて実験的に求めることができる。本実施形態では、 $k_1 = 0.05$ で設定されている。係数 k_1 は、 0.05 には限定されず、 0.01 、 0.025 、 0.1 、 0.15 、 0.2 などの任意の数値で設定されてもよい。

【 0 0 2 9 】

式 (1) に示すように、本実施形態では、係数 k_1 に、さらに、式 $(L_a - L_m) / L_1$ を乗ずることによって、第二補正值を算出している。式 $(L_a - L_m) / L_1$ は、変位置量 L_a のずれ量に基づく係数である。基準変位 L_m に対して変位置量 L_a のずれ量が大い場合には、変位置量 L_a のずれ量が小さい場合に比べて、第二補正值の補正量が大きくなるように設定されている。このように構成することにより、検出したスタッド 8 0 の変位置量 L_a のずれ量の大きさに対応するメイン電流の目標電流値 I_{m2} を設定することができ、メインアークによる溶接品質をより向上させることができる。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 5 4 では、制御装置 5 2 は、パイロットアーク時の目標電圧値を変更する。本実施形態では、第二補正による変更後の目標電圧値 V_{p2} は、以下の式 (2) を用いて算出される。

$$V_{p2} = V_{p1} + k_2 \cdot (L_a - L_m) \quad \cdots \text{式 (2)}$$

V_{p1} : 通常時のパイロット電圧の目標電圧値

k_2 : 係数

目標電圧値 V_{p1} は、変位置量 L_a と、基準変位 L_m との差が第一範囲に含まれる場合に印加される電圧値に相当する。係数 k_2 は、パイロット電圧の目標電圧値の補正量を規定する係数である。係数 k_2 は、例えば、スタッド 8 0 の変位置量と、パイロット電圧の電圧値との対応関係を用いて実験的に求めることができる。本実施形態では、 $k_2 = 3.8$ で設定されている。係数 k_2 は、 3.8 には限定されず、 2.0 、 3.0 、 4.0 、 5.0 などの任意の数値で設定されてもよい。

【 0 0 3 1 】

スタッド 8 0 が母材 9 0 から離れている場合には、電源装置 5 4 からの出力電力は大きくなり、スタッド 8 0 が母材 9 0 に近い場合には、電源装置 5 4 からの出力電力は小さくなり得る。そのため、本実施形態では、スタッド 8 0 の変位置量のずれ量に応じてパイロット電圧の目標電圧値を変更することにより、スタッド 8 0 の変位置量のずれ量に基づく変化

10

20

30

40

50

後の出力電圧が異常値として検出されることを抑制している。

【 0 0 3 2 】

図 4 を用いて、ステップ S 5 2 で実行されるメイン電流の目標電流値の変更処理の詳細について説明する。図 4 は、第二補正によって変更される目標電流値を模式的に示すグラフである。図 4 には、パイロットアーク期間およびメインアーク期間での目標電流値を概念的に示すグラフが示されている。図 4 のグラフの横軸は、時間（ミリ秒）であり、縦軸は電流値（A）を示している。なお、横軸の時間軸は、後述する図 6 から図 8 においても共通する。時間 T 1 から時間 T 2 まではパイロットアーク期間であり、電流値 I_p はパイロット電流の目標電流値である。時間 T 2 から時間 T 3 まではメインアーク期間であり、電流値 I_{m1} は、通常時のメイン電流の目標電流値、すなわち第二補正を実行しない場合のメイン電流の目標電流値である。実線 G 1 は、通常時のメイン電流の目標電流値の変化の一例を示している。破線 G 2 および破線 G 3 は、第二補正を実行する場合の目標電流値の一例をそれぞれ示している。電流値 I_{m21} 、 I_{m22} は、第二補正後の目標電流値 I_{m2} の例である。具体的には、電流値 I_{m21} は、第二補正後の目標電流値 I_{m2} の最小値の例を示し、電流値 I_{m22} は、第二補正後の目標電流値 I_{m2} の最大値の例を示している。なお、図 4 および図 6 のグラフは、技術の理解を容易にするために、電流値の変化を概念的に示しており、各電流値の絶対値を正確に示すものではない。

10

【 0 0 3 3 】

破線 G 2 は、スタッド 8 0 の変位量 L_a と、基準変位 L_m との差がプラスになる場合に実行される第二補正によるメイン電流の変化の一例を概念的に示している。変位量 L_a と、基準変位 L_m との差がプラスになる場合とは、変位量 L_a が基準変位 L_m よりも大きい場合、すなわち、スタッド 8 0 の位置が通常時よりも母材 9 0 から離れている場合に相当する。本実施形態では、変位量 L_a と、基準変位 L_m との差がプラスになる場合には、上述の式（1）により、図 4 に示す目標電流値 I_{m21} のように、通常時の目標電流値 I_{m1} よりも目標電流値が小さくなるように補正される。ここで、スタッド 8 0 が通常時よりも母材 9 0 から離れている場合には、メイン電流は通常時よりも低下し得る。そのため、電源装置 5 4 からの出力電力は、電流値を目標電流値まで上昇させるために通常時よりも大きくなり得る。その結果、メイン電圧は上昇し、溶接時の熱量は通常時よりも過剰になり得る。本実施形態では、変位量 L_a と、基準変位 L_m との差がプラスになる場合には、メイン電流の目標電流値を小さくする第二補正を行うことにより、溶接時の熱量が過剰になることを低減または防止している。

20

30

【 0 0 3 4 】

破線 G 3 は、スタッド 8 0 の変位量 L_a と、基準変位 L_m との差がマイナスになる場合に実行される第二補正によるメイン電流の変化の一例を概念的に示している。変位量 L_a と、基準変位 L_m との差がマイナスになる場合とは、変位量 L_a が基準変位 L_m よりも小さい場合、すなわち、スタッド 8 0 の位置が通常時よりも母材 9 0 に近い場合に相当する。本実施形態では、変位量 L_a と、基準変位 L_m との差がマイナスになる場合には、上述の式（1）により、図 4 に示す目標電流値 I_{m22} のように、通常時の目標電流値 I_{m1} よりも目標電流値が大きくなるように補正される。ここで、スタッド 8 0 が通常時よりも母材 9 0 に近い場合には、メイン電流は通常時よりも増加し得る。そのため、電源装置 5 4 からの出力電力は、電流値を目標電流値まで低下させるために通常時よりも小さくなり得る。その結果、メイン電圧が減少し、溶接時の熱量は通常時よりも低下し得る。本実施形態では、変位量 L_a と、基準変位 L_m との差がマイナスになる場合には、メイン電流の目標電流値を大きくする第二補正を行うことにより、溶接時の熱量が不足することを低減または防止している。

40

【 0 0 3 5 】

図 5 から図 8 を用いて、第一補正の詳細について説明する。図 5 は、第一補正の制御ルーチンを示すフロー図である。ステップ S 9 2 では、制御装置 5 2 は、メイン電流の目標電流値の変更を行う。本実施形態では、第一補正による補正後の目標電流値 I_{m3} は、以下の式（3）を用いて算出される。

50

$$I_{m3} = k_3 \cdot I_{m1} \quad \dots \text{式(3)}$$

k_3 : 係数

係数 k_3 は、スタッド 80 および母材 90 に与えられた熱量を調節するための係数である。ここで、パイロットアーク期間に第一閾値 V_1 を超えた過剰な電圧が印加されると、スタッド 80 および母材 90 には、通常時よりも大きい熱量が与えられる。この母材 90 およびスタッド 80 に与えられた過剰な熱量に相当する分の熱量を低減するために、係数 k_3 を用いることによって、メイン電流の電流値は、低減される。係数 k_3 は、例えば、パイロットアーク期間において第一閾値 V_1 よりも大きい実行電圧を母材 90 およびスタッド 80 に印加した場合のメイン電流の電流値と、メインアーク後の溶接品質との対応関係を用いることにより予め実験的に得ることができる。本実施形態では、 $k_3 = 0.95$ で設定されている。係数 k_3 は、 0.95 には限定されず、 0.975 、 0.925 、 0.90 、 0.85 、 0.80 、 0.70 などの任意の数値で設定されてもよい。なお、パイロットアーク期間に実測電圧が第一閾値 V_1 を超えた場合であっても、例えば後述するステップ S94 の処理のみを行うことにより、十分な溶接品質が得られる場合には、ステップ S92 を省略することができる。

10

【0036】

ステップ S94 では、制御装置 52 は、パイロットアーク期間を通常時よりも短縮し、メインアーク期間への移行タイミングを早める。メインアーク期間への移行タイミングは、早期であるほど好ましい。本実施形態では、制御装置 52 は、ステップ S92 により目標電流値を変更する処理を行った後、パイロットアーク期間の計時結果にかかわらず、即時にメインアーク期間へと移行する。なお、パイロットアーク期間に実測電圧が第一閾値 V_1 を超えた場合であっても、パイロットアーク期間を短縮することなく十分な溶接品質を得ることができるような場合には、ステップ S92 のみを実行し、ステップ S94 を省略することができる。

20

【0037】

図 6 は、第一補正によって変更される目標電流値と、第一補正によって短縮されるパイロットアーク期間とを概念的に示すグラフである。図 6 のグラフの横軸は、時間（ミリ秒）であり、縦軸は、電流値（A）を示している。実線 G1 は、通常時の目標電流値、すなわち第一補正を実行しない場合の目標電流値の一例を示している。破線 G4 は、第一補正後の目標電流値の一例を示している。電流値 I_{m1} は、通常時のメイン電流の目標電流値である。

30

【0038】

電流値 I_{m3} は、第一補正後のメイン電流の目標電流値を示している。目標電流値 I_{m3} は、上述の式（3）により、通常時の目標電流値 I_{m1} に対して小さく設定されている。本実施形態では、目標電流値 I_{m3} は、通常時の目標電流値 I_{m1} に対して 5% 小さい。

【0039】

時間 T_4 は、第一補正後のメインアーク期間の開始タイミングを示し、時間 T_2 は、通常時のメインアーク期間の開始タイミングを示している。図 6 に示すように、時間 T_4 は、時間 T_2 と比較してパイロットアーク期間の開始タイミングである時間 T_1 に近いタイミングであり、メインアーク期間の開始タイミングは、通常時よりも短縮されている。なお、第一補正前のメインアーク期間の長さと、第一補正後のメインアーク期間の長さは、略同一である。そのため、第二補正後のメインアーク期間の終了タイミングである時間 T_5 は、通常時のメインアーク期間の終了タイミングである時間 T_3 に対して、時間 T_4 と時間 T_2 との差分だけ早くなる。

40

【0040】

図 7 は、比較例としての従来のアークスタッド溶接装置による溶接時の電圧の変化を示すグラフである。図 7 には、目標電圧値の一例が実線 G5 によって示され、電圧センサ 58 によって取得された電圧の実測値の一例が破線 GR によって示されている。より具体的には、破線 GR は、電圧の実測値がパイロットアーク期間中に第一閾値 V_1 を超える場合の一例である。破線 GR は、表面に異物が付着している母材 90 を加工する場合の電圧値

50

の一例に相当する。なお、スタッド 80 の変位量 L_a は、第一範囲に含まれている。破線 GR で示すように、時間 T7 での実測電圧 VR は、第一閾値 V1 を超えている。図 7 に示すように、従来のアークスタッド溶接装置では、破線 GR で示す実測電圧は、メインアーク期間に移行する時間 T2 に至るまで、目標電圧値 Vm よりも高い状態が継続している。これは、制御装置 52 がパイロットアーク期間において定電流制御を実行しており、パイロットアーク期間内での目標電流値の変更が行われないことに基づく。

【0041】

図 8 は、本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 による溶接時の電圧の変化を示すグラフである。図 8 には、目標電圧値の一例が実線 G5 によって示され、電圧センサ 58 によって取得された電圧の実測値の一例が破線 G6 によって示されている。より具体的には、破線 G6 は、電圧の実測値がパイロットアーク期間中に第一閾値 V1 を超える場合の一例であり、表面に異物が付着している母材 90 を加工する場合の一例に相当する。なお、スタッド 80 の変位量 L_a は、第一範囲に含まれている。

10

【0042】

破線 G6 で示すように、時間 T8 での実測電圧 Va1 は、第一閾値 V1 を超えている。そのため、制御装置 52 は、メイン電流の目標電流値 Im1 を目標電流値 Im3 に変更する処理を行った後、即時にメインアーク期間へ移行する。そのため、図 8 に示すように、メインアーク期間への移行タイミングである時間 T4 は、時間 T8 直後のタイミングとなる。本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 では、即時にメインアーク期間に移行させるため、図 7 の破線 GR で示した従来例と比較して、実行電圧が目標電圧値よりも高い状態が継続する期間を短縮することができる。

20

【0043】

図 9 および図 10 を用いて、本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によって奏される効果について説明する。図 9 は、比較例としての従来のアークスタッド溶接装置による溶接後のスタッド 80 および母材 90 の状態を示す説明図である。図 10 は、本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 による溶接後のスタッド 80 および母材 90 の状態を示す説明図である。

【0044】

従来例のアークスタッド溶接装置によれば、例えば、図 7 の破線 GR で示したように、パイロットアーク期間中において、第一閾値 V1 よりも高い実測電圧 VR がスタッド 80 および母材 90 に対して印加される。そのため、スタッド 80 および母材 90 に与えられる熱量が大きくなる。その結果、図 9 に示すように、溶接時に溶融された溶融部 82 の体積が通常時よりも大きくなり得る。その結果、図 9 に突出部 F1 として示すように、溶融部 82 が母材 90 の裏面に貫通する、いわゆる裏抜けという不具合が発生し得る。

30

【0045】

本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、例えば、図 8 の破線 G6 で示したように、パイロットアーク期間において第一閾値 V1 よりも高い実測電圧 Va1 が検出される場合には、即座にメインアーク期間に移行する。その結果、スタッド 80 および母材 90 に第一閾値 V1 よりも高い電圧が印加される期間は短縮される。したがって、例えば、表面に異物が存在する母材 90 にスタッド 80 を溶接する場合であっても、パイロットアーク期間においてスタッド 80 および母材 90 に過剰な熱量が与えられることを低減または抑制することができる。その結果、図 10 に示すように、溶融部 82 の体積は、従来のアークスタッド溶接装置で発生する溶融部 82 の体積と比較して小さくすることができる。溶接品質の低下を低減または防止することができる。

40

【0046】

本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、さらに、例えば、図 6 の破線 G4 で示したように、メインアーク期間での目標電流値 Im3 は、第一補正によって通常時の目標電流値 Im1 よりも小さい電流値に変更される。この結果、制御装置 52 が実測電圧 Va1 を取得してメインアーク期間に移行するまでの期間においてすでに印加された高い実測電圧 Va1 によって、スタッド 80 および母材 90 に与えられた過剰な熱量に相当

50

する熱量をメインアーク期間で低減させることができる。例えば、第一補正後の溶接時の総熱量を通常時の総熱量と略同等とすることにより、溶融部 82 の体積を通常時と略同等とすることができる。その結果、図 10 に示すように、溶融部 82 の体積は、通常時と略同等となり、従来のアークスタッド溶接装置で発生する溶融部 82 の体積と比較して小さくなり、溶接品質が低下することを低減または防止することができる。

【0047】

以上、説明したように、本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、制御装置 52 は、パイロットアーク期間において、電圧センサ 58 からパイロット電圧の電圧値 V_a を取得し、取得したパイロット電圧の電圧値 V_a が予め定められた第一閾値 V_1 よりも大きい場合に、メインアーク期間における加工条件を補正する第一補正により、母材 90 およびスタッド 80 の溶接時に発生する熱量を抑制する。パイロットアーク期間での電圧値 V_a が第一閾値 V_1 より大きいかな否かによって、メインアーク期間に移行する前に母材 90 の異常の有無を判定し、メインアーク期間での加工条件を補正することによって、溶接時に母材 90 およびスタッド 80 に過剰な熱量を与えられることを低減または防止することができる。したがって、母材 90 の裏抜けなどの不具合が発生することを低減または防止し、溶接品質を向上させることができる。

10

【0048】

本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、制御装置 52 は、パイロットアーク期間において第一閾値 V_1 よりも高い電圧が検出される場合には、第一補正を実行してメインアーク期間への移行タイミングを早める。メインアーク期間への移行タイミングを早めることにより、スタッド 80 および母材 90 に第一閾値 V_1 よりも高い電圧が印加される期間を短縮することができ、母材 90 およびスタッド 80 に過剰な熱量を与えられることを低減または防止することにより、溶接品質を向上させることができる。

20

【0049】

本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、制御装置 52 は、パイロットアーク期間において第一閾値 V_1 よりも高い電圧が検出される場合には、第一補正を実行してメイン電流の目標電流値を低減させる。制御装置 52 が実測電圧 V_a1 を取得してメインアーク期間に移行するまでの期間においてすでに印加された高い実測電圧 V_a1 によって、スタッド 80 および母材 90 に与えられた過剰な熱量に相当する熱量をメインアーク期間で低減させることができる。したがって、例えば、溶接時の総熱量を通常時と略同等とすることにより、溶接品質が低下することを低減または防止することができる。

30

【0050】

本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、制御装置 52 は、さらに、パイロット電力の電圧値 V_a が、第一閾値 V_1 よりも大きい第二閾値 V_2 以上である場合には、スタッド 80 の溶接を停止させる。パイロットアーク期間において、母材 90 表面が第一補正によっても溶接品質が得られないと判定する場合には、溶接を停止して不要な加工が実施されることを低減または防止することができる。

【0051】

本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、制御装置 52 は、パイロットアーク期間において、変位量 L_a と、予め定められた基準変位 L_m との差が予め定められた第一範囲に含まれない場合には、メインアーク期間の加工条件を変更する第二補正により、スタッド 80 および母材 90 に与えられる熱量を調節する。パイロットアーク期間において、スタッド 80 と、母材 90 との距離に応じて発生する溶接時の熱量の過不足を、スタッド 80 の変位量を用いて推定し、メインアーク期間の加工条件を変更することによって、溶接時の熱量の過不足が発生することを低減または防止することができる。

40

【0052】

本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、制御装置 52 は、パイロットアーク期間において、変位量 L_a と、予め定められた基準変位 L_m との差が予め定められた第一範囲に含まれない場合において、変位量 L_a が基準変位 L_m よりも大きい場合には、メイン電力の目標電流値 I_{m1} を、通常時でのメイン電力の目標電流値 I_{m1} よりも小さ

50

い目標電流値 I_{m21} に変更する第二補正を行う。変位量 L_a が基準値よりも小さい場合には、メイン電力の目標電流値 I_{m1} を、通常時の目標電流値 I_{m1} よりも大きい目標電流値 I_{m22} に変更する第二補正を行う。したがって、スタッド 80 の変位量のずれに応じて発生する溶接時の熱量の過不足を目標電流値 I_{m1} の変更によって補填することができる。

【0053】

本実施形態のアークスタッド溶接装置 100 によれば、制御装置 52 は、さらに、変位量 L_a と、予め定められた基準値との差が第一範囲よりも広い第二範囲に含まれない場合には、スタッド 80 の溶接を停止させる。パイロットアーク期間において、母材 90 表面が第二補正によっても溶接品質が得られないと判定する場合には、溶接を停止して不要な加工が実施されることを低減または防止することができる。

10

【0054】

B. 他の実施形態：

(B1) 上記第1実施形態では、制御装置 52 は、第一補正と、第二補正との双方を実行する。これに対して、例えば、溶接ガン 70 の駆動機構によるスタッド 80 の機械的誤差が十分に小さい場合や、スタッド 80 と母材 90 との距離が溶接品質に与える影響が十分に小さい場合には、例えば、ステップ S40 およびステップ S50 を省略し、第二補正を行わず第一補正のみが実行されてもよい。この場合には、制御装置 52 は、ステップ S30 を実行した後にステップ S60 に移行してよい。また、第二補正を省略するとともに、さらに、ステップ S80 を省略してもよい。

20

【0055】

(B2) 上記第1実施形態では、制御装置 52 は、ステップ S40 において、取得した変位量 L_a と、基準変位 L_m との差が第二範囲に含まれない場合には、スタッド 80 の溶接を停止させる。これに対して、変位量 L_a と、基準変位 L_m との差が第二範囲に含まれない場合であっても、例えば、メインアーク後に追加加工が行われるなど、メインアーク後の溶接品質が十分に得られる場合にはスタッド 80 の溶接を停止させなくてもよい。ステップ S80 においても同様である。

【0056】

本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

30

【符号の説明】

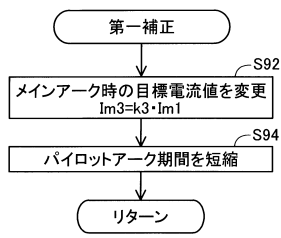
【0057】

50 ... 溶接機、52 ... 制御装置、54 ... 電源装置、56 ... 電流センサ、58 ... 電圧センサ、60 ... 変位量センサ、70 ... 溶接ガン、80 ... スタッド、82 ... 溶融部、90 ... 母材、100 ... アークスタッド溶接装置、CA1, CA2 ... 電力供給線、F1 ... 突出部、 I_{m1} , I_{m2} , I_{m21} , I_{m22} , I_{m3} , I_p ... 目標電流値、 L_a ... 変位量、 L_m ... 基準変位、V1 ... 第一閾値、V2 ... 第二閾値、Va1, VR ... 実測電圧、Va ... 電圧値、Vm ... 目標電圧値、Vp1, Vp2 ... 目標電圧値

40

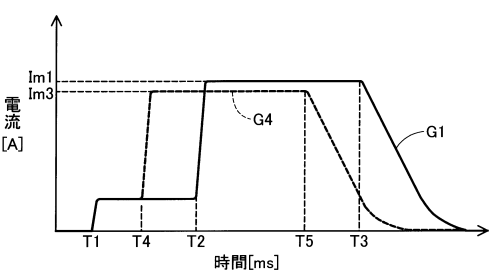
【図 5】

Fig.5



【図 6】

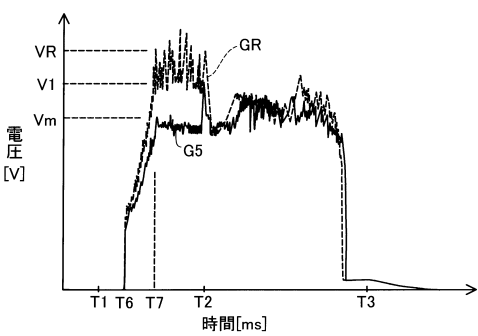
Fig.6



10

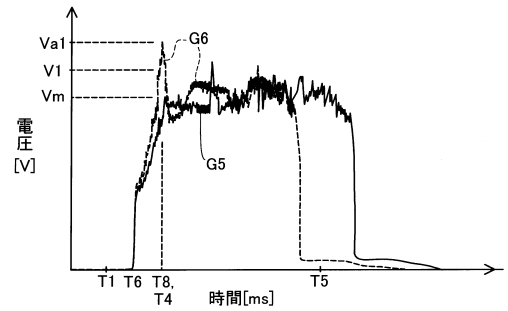
【図 7】

Fig.7



【図 8】

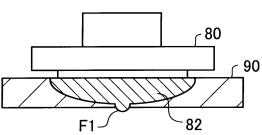
Fig.8



20

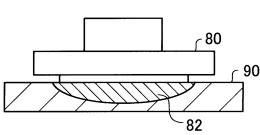
【図 9】

Fig.9



【図 10】

Fig.10



30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 木俣 裕貴
滋賀県東近江市五個荘小幡町4 7 4 番地 日本スタッドウェルディング株式会社内
- 審査官 山下 浩平
- (56)参考文献 特開平 1 1 - 1 7 9 5 4 6 (J P , A)
特開昭 5 8 - 0 2 5 8 7 7 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 7 7 3 1 0 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 0 6 6 1 3 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 3 K 9 / 0 0、9 / 0 6 - 9 / 1 3 3、1 0 / 0 0