

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6178682号
(P6178682)

(45) 発行日 平成29年8月9日(2017.8.9)

(24) 登録日 平成29年7月21日(2017.7.21)

(51) Int. Cl. F 1
B 2 3 K 10/00 (2006.01) B 2 3 K 10/00 5 0 3
B 2 3 K 10/02 (2006.01) B 2 3 K 10/02 A

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-197038 (P2013-197038)	(73) 特許権者	000000262 株式会社ダイヘン
(22) 出願日	平成25年9月24日(2013.9.24)		大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
(65) 公開番号	特開2015-62912 (P2015-62912A)	(74) 代理人	100086380 弁理士 吉田 稔
(43) 公開日	平成27年4月9日(2015.4.9)	(74) 代理人	100135389 弁理士 臼井 尚
審査請求日	平成28年8月24日(2016.8.24)	(74) 代理人	100161274 弁理士 土居 史明
		(74) 代理人	100168099 弁理士 鈴木 伸太郎
		(72) 発明者	劉 忠杰 大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマアーク溶接システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

非消耗電極および前記非消耗電極を囲むプラズマノズルを含むトーチを用いる、プラズマアーク溶接方法のためのプラズマアーク溶接システムであって、

前記非消耗電極および前記プラズマノズルの間にパイロットアーク電流を流すパイロットアーク電源回路と、

前記非消耗電極および前記プラズマノズルとの間に発生しているパイロットアークの状態を示すアーク状態反映値を検出する検出回路と、を備え、

前記パイロットアーク電源回路は、前記検出回路によって検出されたアーク状態反映値に基づき、電源出力値を上昇させ、

前記アーク状態反映値は、前記非消耗電極および前記プラズマノズルの間のパイロットアーク電圧の電圧値と、前記非消耗電極および前記プラズマノズルの間に流れるパイロットアーク電流の電流値と、のいずれか一方であり、

前記電源出力値は、前記パイロットアーク電圧の電圧値と、前記パイロットアーク電流の電流値と、の他方であり、

第1基準値を記憶する第1基準値記憶部と、前記第1基準値よりも大きい第2基準値を記憶する第2基準値記憶部と、を備え、

前記パイロットアーク電源回路は、前記アーク状態反映値が前記第1基準値を下回ると、前記電源出力値を上昇させる第1上昇処理を行い、

前記パイロットアーク電源回路は、前記第1上昇処理を終えた後に、前記アーク状態反

映値が第2基準値を下回る場合、前記電源出力値を上昇させる第2上昇処理を行う、プラズマアーク溶接システム。

【請求項2】

前記アーク状態反映値が前記第1基準値を下回るとは、前記プラズマノズルの内面と前記非消耗電極との少なくともいずれかに酸化物が付着することにより起こる、請求項1に記載のプラズマアーク溶接システム。

【請求項3】

前記非消耗電極および母材の間に再点弧したメインアークによって、前記酸化物を除去し、

前記パイロットアーク電源回路は、前記メインアークが再点弧した後に、前記電源出力値を減少させる、請求項2に記載のプラズマアーク溶接システム。

10

【請求項4】

前記パイロットアーク電源回路は、前記第1上昇処理を終えた後、前記アーク状態反映値が第2基準値以上である場合、前記電源出力値を上昇させない、請求項1に記載のプラズマアーク溶接システム。

【請求項5】

前記電源出力値の上限値を記憶する上限値記憶部を更に備え、

前記パイロットアーク電源回路は、前記上限値に基づいて、前記パイロットアーク電源回路の出力状態を決定する、請求項1または請求項4に記載のプラズマアーク溶接システム。

20

【請求項6】

前記パイロットアーク電源回路は、前記電源出力値が、前記上限値以上である場合、前記パイロットアーク電源回路の出力を停止する、請求項5に記載のプラズマアーク溶接システム。

【請求項7】

前記パイロットアーク電源回路は、

前記電源出力値が前記上限値を下回っている場合であり、且つ、

前記第1上昇処理を終えた後に、前記アーク状態反映値が第2基準値を下回る場合、

前記第2上昇処理を行う、請求項5または請求項6に記載のプラズマアーク溶接システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマアーク溶接システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、プラズマアーク溶接方法が知られている。プラズマアーク溶接方法では、電極とプラズマノズルとの間にパイロットアークが発生している状態で、電極と母材との間にメインアークを点弧させる。メインアークは、パイロットアークに誘発されることにより、点弧する。そして、メインアークが発生している状態で母材の定常溶接を行う。プラズマアーク溶接方法は、たとえば、特許文献1や特許文献2に開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開昭63-5875号公報

【特許文献2】特開2009-95843号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このようなプラズマアーク溶接方法において、メインアークを確実に点弧できなくなる

50

ことがあった。このようなことでは、作業効率の悪化を招いてしまう。

【0005】

本発明は、上記した事情のもとで考え出されたものであって、メインアークをより確実に点弧することのできるプラズマアーク溶接システムを提供することをその主たる課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の側面によると、非消耗電極および前記非消耗電極を囲むプラズマノズルを含むトーチを用いる、プラズマアーク溶接方法のためのプラズマアーク溶接システムであって、前記非消耗電極および前記プラズマノズルの間にパイロットアーク電流を流すパイロットアーク電源回路と、前記非消耗電極および前記プラズマノズルとの間に発生しているパイロットアークの状態を示すアーク状態反映値を検出する検出回路と、を備え、前記パイロットアーク電源回路は、前記検出回路によって検出されたアーク状態反映値に基づき、電源出力値を上昇させ、前記アーク状態反映値は、前記非消耗電極および前記プラズマノズルの間のパイロットアーク電圧の電圧値と、前記非消耗電極および前記プラズマノズルの間に流れるパイロットアーク電流の電流値と、のいずれか一方であり、前記電源出力値は、前記パイロットアーク電圧の電圧値と、前記パイロットアーク電流の電流値と、の他方である、プラズマアーク溶接システムが提供される。

10

【0007】

好ましくは、第1基準値を記憶する第1基準値記憶部を更に備え、前記パイロットアーク電源回路は、前記アーク状態反映値が前記第1基準値を下回ると、前記電源出力値を上昇させる第1上昇処理を行う。

20

【0008】

好ましくは、第2基準値を記憶する第2基準値記憶部を更に備え、前記パイロットアーク電源回路は、前記第1上昇処理を終えた後に、前記アーク状態反映値が第2基準値を下回る場合、前記電源出力値を上昇させる第2上昇処理を行う。

【0009】

好ましくは、前記パイロットアーク電源回路は、前記第1上昇処理を終えた後、前記アーク状態反映値が第2基準値以上である場合、前記電源出力値を上昇させない。

【0010】

好ましくは、前記電源出力値の上限値を記憶する上限値記憶部を更に備え、前記パイロットアーク電源回路は、前記上限値に基づいて、前記パイロットアーク電源回路の出力状態を決定する。

30

【0011】

好ましくは、前記パイロットアーク電源回路は、前記電源出力値が、前記上限値以上である場合、前記パイロットアーク電源回路の出力を停止する。

【0012】

好ましくは、前記パイロットアーク電源回路は、前記電源出力値が前記上限値を下回っている場合であり、且つ、前記第1上昇処理を終えた後に、前記アーク状態反映値が第2基準値を下回る場合、前記第2上昇処理を行う。

40

【0013】

好ましくは、第1基準値を記憶する第1基準値記憶部と、報知部と、を更に備え、前記報知部は、前記アーク状態反映値が前記第1基準値を下回ると、前記パイロットアークが不具合状態であることを示す不具合情報を報知する。

【0014】

好ましくは、前記電源出力値の上限値を記憶する上限値記憶部と、報知部と、を更に備え、前記報知部は、前記電源出力値が、前記上限値以上である場合、前記プラズマノズルが高温であることを示す高温警報を報知する。

【0015】

好ましくは、前記パイロットアーク電源回路は、前記非消耗電極および母材の間にメイ

50

ンアークが発生していない場合にのみ、前記電源出力値を上昇させる。

【0016】

好ましくは、前記非消耗電極と母材との間にメインアーク電流を流すメインアーク電源回路を更に備える。

【0017】

好ましくは、前記非消耗電極と前記プラズマノズルとの間にプラズマガスを流すプラズマガス供給装置を更に備える。

【0018】

本発明のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなろう。

10

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施形態にかかるプラズマアーク溶接システムのブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態にかかるプラズマアーク溶接システムにおけるトーチを示す拡大断面図である。

【図3】図1のプラズマアーク溶接システムを用いたプラズマアーク溶接方法における各信号等のタイミングチャートである。

【図4】プラズマノズルに酸化物が付着した状態を示す図である。

【図5】図1のプラズマアーク溶接システムを用いたプラズマアーク溶接方法における各信号等のタイミングチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態につき、図面を参照して具体的に説明する。

【0021】

<第1実施形態>

図1～図5を用いて、本発明の第1実施形態について説明する。

【0022】

図1は、本発明の第1実施形態にかかるプラズマアーク溶接システムのブロック図である。

30

【0023】

同図に示すプラズマアーク溶接システムB1は、溶接ロボット1と、動作制御回路2と、パイロットアーク用回路3と、メインアーク用回路4と、プラズマガス流量制御回路491と、シールドガス流量制御回路492と、プラズマガス供給装置81と、シールドガス供給装置82と、報知部85と、を備える。

【0024】

溶接ロボット1は、母材Wに対してプラズマアーク溶接を自動で行うものである。溶接ロボット1は、マニピュレータ11と、トーチ12と、を含む。

【0025】

マニピュレータ11は、たとえば多関節ロボットである。トーチ12は、マニピュレータ11の駆動により、上下前後左右に自在に移動できる。

40

【0026】

図2によく表れているように、トーチ12は、非消耗電極121と、プラズマノズル122と、シールドガスノズル123とを有する。

【0027】

非消耗電極121は、たとえばタングステンからなる金属棒である。プラズマノズル122は筒状の部材である。プラズマノズル122は非消耗電極121を囲んでいる。プラズマノズル122は、非消耗電極121の先端の位置する側とは反対側に開放している。

【0028】

プラズマノズル122内をプラズマガスPGが流れる。プラズマガスPGを媒体として

50

、プラズマノズル122と非消耗電極121との間にパイロットアークPaが発生する。パイロットアークPaが発生している際、プラズマノズル122と非消耗電極121の間には、パイロットアーク電流Ipが流れる。なお、パイロットアーク電流Ipの電流値とは、特に断りのない限り、パイロットアーク電流Ipの電流値の絶対値の時間平均値のことを意味する。なお、プラズマノズル122は、冷却手段(図示略)によって、適宜冷却される。

【0029】

非消耗電極121と母材Wとの間には、メインアークMaが発生する。メインアークMaは、プラズマノズル122のノズル開口に拘束される。メインアークMaが発生している際、非消耗電極121と母材Wの間には、メインアーク電流Imが流れる。メインアーク電流Imは、母材Wの材質に応じて、直流もしくは交流いずれかが選択される。メインアーク電流Imは、直流のパルス電流である場合もあるし、交流のパルス電流である場合もある。なお、メインアーク電流Imの電流値とは、特に断りのない限り、メインアーク電流Imの電流値の絶対値の時間平均値のことを意味する。メインアークMaが発生している際、非消耗電極121と母材Wの間には、メインアーク電圧Vmが印加される。

10

【0030】

シールドガスノズル123は筒状の部材である。シールドガスノズル123はプラズマノズル122を囲んでいる。シールドガスノズル123とプラズマノズル122との間を、シールドガスSGが流れる。本実施形態とは異なり、トーチ12がシールドガスノズル123を含んでいなくてもよい。

20

【0031】

動作制御回路2は、マイクロコンピュータおよびメモリ(ともに図示略)を有している。このメモリには、溶接ロボット1の各種の動作が設定された作業プログラムが記憶されている。動作制御回路2はロボット移動速度Vrを制御する。ロボット移動速度Vrは、母材Wに沿った溶接進行方向Drにおける、母材Wに対する非消耗電極121の速度である。動作制御回路2は、上記作業プログラム、溶接ロボット1におけるエンコーダからの座標情報、およびロボット移動速度Vr等に基づき、溶接ロボット1に対して動作制御信号Msを送る。溶接ロボット1は動作制御信号Msを受け、マニピュレータ11を駆動させ、トーチ12が、母材Wにおける所定の溶接開始位置に移動したり、母材Wの面内方向に沿って移動したりする。

30

【0032】

パイロットアーク用回路3は、非消耗電極121とプラズマノズル122との間にパイロットアーク電流Ipを流す。本実施形態では、パイロットアーク用回路3は、パイロットアーク電流Ipの電流値を、設定された値となるように制御する。すなわち、パイロットアーク用回路3は、定電流制御を行う。本実施形態とは異なり、パイロットアーク用回路3は、定電圧制御を行ってもよい。パイロットアーク用回路3が定電圧制御を行う場合、パイロットアーク用回路3は、パイロットアーク電圧Vpの電圧値を設定された値となるように制御する。

【0033】

パイロットアーク用回路3は、パイロットアーク電源回路31と、パイロットアーク電流検出回路33と、パイロットアーク電圧検出回路36と、第1基準値記憶部391と、第2基準値記憶部392と、上限値記憶部393と、を含む。

40

【0034】

第1基準値記憶部391には第1基準値vp1が記憶されており、第2基準値記憶部392には第2基準値vp2が記憶されており、上限値記憶部393には上限値ip1が記憶されている。第2基準値vp2は第1基準値vp1よりも大きい値である。第1基準値記憶部391と、第2基準値記憶部392と、上限値記憶部393とは、パイロットアーク電源回路31に接続している。

【0035】

パイロットアーク電源回路31は、たとえば200V等の商用電源を整流し抵抗器を直

50

列に挿入した回路を含む。これにより、パイロットアーク電源回路 3 1 は、非消耗電極 1 2 1 およびプラズマノズル 1 2 2 の間にパイロットアーク電流 I_p を流す。パイロットアーク電源回路 3 1 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値を、設定された値となるように制御する。

【 0 0 3 6 】

パイロットアーク電源回路 3 1 のその他の説明については、パイロットアーク電流検出回路 3 3 およびパイロットアーク電圧検出回路 3 6 の説明の後に記載する。

【 0 0 3 7 】

パイロットアーク電流検出回路 3 3 は、非消耗電極 1 2 1 とプラズマノズル 1 2 2 との間に流れるパイロットアーク電流 I_p の電流値を検出するためのものである。パイロットアーク電流検出回路 3 3 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値に対応するパイロットアーク電流検出信号 I_{dp} を送る。パイロットアーク電流検出信号 I_{dp} は、パイロットアーク電源回路 3 1 に送られる。

10

【 0 0 3 8 】

パイロットアーク電圧検出回路 3 6 は、非消耗電極 1 2 1 とプラズマノズル 1 2 2 との間のパイロットアーク電圧 V_p の電圧値を検出するためのものである。パイロットアーク電圧検出回路 3 6 は、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値に対応するパイロットアーク電圧検出信号 V_{dp} を送る。パイロットアーク電圧検出信号 V_{dp} は、パイロットアーク電源回路 3 1 に送られる。なお、本実施形態では、パイロットアーク電圧検出回路 3 6 は、本発明の検出回路の一例に相当する。

20

【 0 0 3 9 】

パイロットアーク電源回路 3 1 は、パイロットアーク電圧検出回路 3 6 (検出回路) によって検出されたアーク状態反映値に基づき、電源出力値を上昇させる。アーク状態反映値とは、非消耗電極 1 2 1 およびプラズマノズル 1 2 2 との間に発生しているパイロットアーク P_a の状態を示すものである。そして、アーク状態反映値は、非消耗電極 1 2 1 およびプラズマノズル 1 2 2 の間のパイロットアーク電圧 V_p の電圧値と、非消耗電極 1 2 1 およびプラズマノズル 1 2 2 の間に流れるパイロットアーク電流 I_p の電流値と、のいずれか一方である。電源出力値は、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値、および、パイロットアーク電流 I_p の電流値の他方である。そして、本実施形態では、パイロットアーク用回路 3 (パイロットアーク電源回路 3 1) では定電流制御がなされている。そのため、パイロットアーク電流 I_p の電流値は、パイロットアーク P_a の状態に依って変化せず、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値がパイロットアーク P_a の状態を反映した値となる。すなわち、本実施形態では、アーク状態反映値は、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値である。電源出力値は、パイロットアーク電流 I_p の電流値である。

30

【 0 0 4 0 】

本実施形態とは異なり、パイロットアーク電源回路 3 1 が定電圧制御されている場合、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値は、パイロットアーク P_a の状態に依って変化せず、パイロットアーク電流 I_p の電流値がパイロットアーク P_a の状態を反映した値となる。この場合、アーク状態反映値は、パイロットアーク電流 I_p の電流値であり、電源出力値は、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値である。

40

【 0 0 4 1 】

パイロットアーク電源回路 3 1 は、パイロットアーク電流検出信号 I_{dp} と、パイロットアーク電圧検出信号 V_{dp} と、メインアーク電流通電検出信号 D_{im} (後述) と、を受ける。また、パイロットアーク電源回路 3 1 は、報知指示信号 S_{In1} および報知指示信号 S_{In2} を報知部 8 5 に送る。

【 0 0 4 2 】

メインアーク用回路 4 は、非消耗電極 1 2 1 と母材 W との間にメインアーク電流 I_m を流す。本実施形態では、メインアーク用回路 4 は、メインアーク電流 I_m の電流値を、設定された値となるように制御する。すなわち、メインアーク用回路 4 は、定電流制御を行う。

50

【 0 0 4 3 】

メインアーク用回路 4 は、メインアーク電源回路 4 1 と、メインアーク電流検出回路 4 3 と、メインアーク電流通電検出回路 4 5 と、を含む。

【 0 0 4 4 】

メインアーク電源回路 4 1 は、たとえば 3 相 2 0 0 V 等の商用電源を入力として、インバータ制御、サイリスタ位相制御等の出力制御を行う。これにより、メインアーク電源回路 4 1 は、非消耗電極 1 2 1 および母材 W の間にメインアーク電流 I_m を流す。メインアーク電源回路 4 1 は、メインアーク電流 I_m の電流値を、設定された値となるように制御する。

【 0 0 4 5 】

メインアーク電流検出回路 4 3 は、非消耗電極 1 2 1 と母材 W との間に流れるメインアーク電流 I_m の電流値を検出するためのものである。メインアーク電流検出回路 4 3 は、メインアーク電流 I_m の電流値に対応するメインアーク電流検出信号 I_{dm} を送る。

【 0 0 4 6 】

メインアーク電流通電検出回路 4 5 はメインアーク電流検出信号 I_{dm} を受ける。メインアーク電流通電検出回路 4 5 は、メインアーク電流 I_m の通電を検出するためのものである。メインアーク電流通電検出回路 4 5 は、メインアーク電流 I_m の通電を検出すると、メインアーク電流通電検出信号 D_{im} をパイロットアーク電源回路 3 1 に送る。メインアーク電流通電検出回路 4 5 は、メインアーク電流 I_m の通電を、たとえば、メインアーク電流 I_m の電流値とあるしきい値とを比較することにより、検出する。なお、メインアーク電流通電検出回路 4 5 は、メインアーク電流 I_m の通電を検出している間は常に、メインアーク電流通電検出信号 D_{im} を送り続ける。

【 0 0 4 7 】

プラズマガス流量制御回路 4 9 1 は、プラズマガス P G の流量を制御するためのものである。プラズマガス流量制御回路 4 9 1 は、プラズマガス P G の流量を指示するためのプラズマガス流量制御信号 S_{pg} を送る。

【 0 0 4 8 】

シールドガス流量制御回路 4 9 2 は、シールドガス S G の流量を制御するためのものである。シールドガス流量制御回路 4 9 2 は、シールドガス S G の流量を指示するためのシールドガス流量制御信号 S_{sg} を送る。

【 0 0 4 9 】

プラズマガス供給装置 8 1 は、プラズマガス P G をプラズマノズル 1 2 2 の内部に供給するためのものである。プラズマガス供給装置 8 1 は、プラズマガス流量制御回路 4 9 1 から受けたプラズマガス流量制御信号 S_{pg} に基づき、プラズマガス P G を供給する。

【 0 0 5 0 】

シールドガス供給装置 8 2 は、シールドガス S G をプラズマノズル 1 2 2 とシールドガスノズル 1 2 3 との間に供給するためのものである。シールドガス供給装置 8 2 は、シールドガス流量制御回路 4 9 2 から受けたシールドガス流量制御信号 S_{sg} に基づき、シールドガス S G を供給する。

【 0 0 5 1 】

報知部 8 5 は、たとえば、ブザーや警告灯や表示装置である。報知部 8 5 は、報知指示信号 S_{in1} を受けると、不具合情報 I_{nf1} を報知する。不具合情報 I_{nf1} は、パイロットアークが不具合状態であることを示す情報である。不具合情報 I_{nf1} は、たとえばブザー音やアラーム音やライトの点灯やパイロットアーク P a に不具合が生じた旨の表示である。報知部 8 5 は、報知指示信号 S_{in2} を受けると、高温警報 I_{nf2} を報知する。高温警報 I_{nf2} は、プラズマノズル 1 2 2 が高温であることを示す警報である。高温警報 I_{nf2} は、たとえばブザー音やアラーム音や、ライトの点灯や、プラズマノズル 1 2 2 が高温となっている旨の表示である。

【 0 0 5 2 】

次に、図 3 を更に用いて、プラズマアーク溶接システム B 1 を用いたアーク溶接方法に

10

20

30

40

50

ついて説明する。

【0053】

図3は、プラズマアーク溶接システムB1を用いたプラズマアーク溶接方法における各信号等のタイミングチャートである。同図では、(a)はパイロットアーク電流 I_p の電流値、(b)はメインアーク電流 I_m の電流値、(c)は高温警報 I_{nf2} 、(d)はロボット移動速度 V_r 、(e)はパイロットアーク電圧 V_p の電圧値、(f)はメインアーク電圧 V_m の電圧値、(g)はプラズマガスPGの流量、(h)不具合情報 I_{nf1} のそれぞれの変化状態を示す。

【0054】

<時刻 t_{11} 以前>

時刻 t_{11} 以前において、非消耗電極121と母材Wとの間にメインアークMaが発生した状態で、定常溶接が行われている。

【0055】

<時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} >

時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} の間も定常溶接が行われている。同図(b)に示すように、時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} の間、メインアーク電流 I_m が流れている。時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} のメインアーク電流 I_m の電流値は、たとえば、20～350Aである。同図(f)に示すように、時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} の間、非消耗電極121と母材Wの間には、メインアーク電圧 V_m が印加されている。時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} のメインアーク電圧 V_m の電圧値は、たとえば、10～30Vである。同図(d)に示すように、時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} の間、ロボット移動速度 V_r が予め定められた値(0より大きい)となっている。すなわち、溶接進行方向 D_r に、非消耗電極121が母材Wに対して移動している。同図(g)に示すように、時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} の間、プラズマガスPGが、非消耗電極121とプラズマノズル122との間に流れている。時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} の間のプラズマガスPGのガス流量は、たとえば、0.3～1.0L/minである。

【0056】

また、本実施形態では、定常溶接の間、非消耗電極121とプラズマノズル122との間にパイロットアークPaが発生したままとなっている。そのため、同図(a)に示すように、時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} の間、パイロットアーク電流 I_p が流れている。時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} のパイロットアーク電流 I_p の電流値は、たとえば、5～15Aである。同図(e)に示すように、時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} の間、非消耗電極121とプラズマノズル122の間には、パイロットアーク電圧 V_p が印加されている。時刻 t_{11} ～時刻 t_{12} のパイロットアーク電圧 V_p の電圧値は、たとえば、15～17Vである。なお、本実施形態とは異なり、定常溶接の間、非消耗電極121とプラズマノズル122の間にパイロットアークPaを発生させていなくてもよい。

【0057】

<時刻 t_{12} ～時刻 t_{13} >

時刻 t_{12} において、定常溶接終了信号(図示略)が、メインアーク電源回路41および動作制御回路2に送られる。メインアーク電源回路41は、定常溶接終了信号を受けると、出力を停止し、メインアークMaを消弧させる。これにより、同図(b)に示すように、時刻 t_{12} において、メインアーク電流 I_m は0になる。また、同図(f)に示すように、時刻 t_{12} において、メインアーク電圧 V_m は0になる。同図(d)に示すように、動作制御回路2は、定常溶接終了信号を受けると、ロボット移動速度 V_r を0とするための動作制御信号Msを溶接ロボット1に送る。これにより、時刻 t_{12} において、溶接進行方向 D_r における、非消耗電極121の母材Wに対する移動が停止する。

【0058】

時刻 t_{12} においても、パイロットアーク電源回路31は定電流制御を行っているため、パイロットアーク電流 I_p の電流値は変化しない。時刻 t_{12} において、メインアークMaが消弧すると、同図(e)に示すように、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が増加する。これは、パイロットアーク電流 I_p が、メインアークMaを経由して流れることが

10

20

30

40

50

できなくなるためである。時刻 t_{12} ~ 時刻 t_{13} にて上昇後のパイロットアーク電圧 V_p の電圧値は、たとえば、24 ~ 28 V である。図 2 に示すように、時刻 t_{12} 直後のパイロットアーク P_a は、母材 W により近接する位置まで発生している。

【0059】

時刻 t_{13} 直前には、パイロットアーク P_a がより弱くなる。図 4 には、時刻 t_{13} におけるパイロットアーク P_a を示している。パイロットアーク P_a が弱くなるにつれ、同図 (e) に示すように、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が減少してゆく。

【0060】

パイロットアーク P_a が弱くなるにつれ、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が減少してゆく原因としては、たとえば、次の理由が考えられる。まず、プラズマノズル 122 の内面に酸化物が付着する。このような酸化物は、非消耗電極 121 を構成する材料 (タングステン) の酸化物である可能性がある。プラズマノズル 122 の内面に酸化物が付着すると、非消耗電極 121 とプラズマノズル 122 との間に、酸化物を経由した電流経路が形成され、パイロットアーク P_a のうちプラズマノズル 122 の開口から出ている部分が少なくなる。また、非消耗電極 121 とプラズマノズル 122 との間に、酸化物を経由した電流経路が形成されると、非消耗電極 121 とプラズマノズル 122 との間の抵抗値が小さくなる。非消耗電極 121 とプラズマノズル 122 との間の抵抗値が小さくなると、パイロットアーク電圧 V_p が減少していく。

【0061】

<時刻 t_{13} ~ 時刻 t_{14} >

時刻 t_{13} において、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が、第 1 基準値記憶部 391 に記憶された第 1 基準値 v_{p1} を下回る。また、時刻 t_{13} においてはメインアーク M_a が消弧しているため、メインアーク電流 I_m は流れていない。そのため、パイロットアーク電源回路 31 は、メインアーク電流通電検出信号 D_{im} を受けていない。すなわち、本実施形態では、パイロットアーク電源回路 31 がメインアーク電流通電検出信号 D_{im} を受けていない場合に、パイロットアーク電圧 V_p の値が第 1 基準値記憶部 391 に記憶された第 1 基準値 v_{p1} を下回っている。この場合、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク P_a に不具合が発生したと判断し、報知部 85 に報知指示信号 S_{in1} を送る。図 3 (h) に示すように、報知部 85 は、報知指示信号 S_{in1} を受けると、不具合情報 I_{nf1} を報知する。不具合情報 I_{nf1} は、パイロットアーク P_a が不具合状態であることを示す情報である。不具合情報 I_{nf1} は、たとえばブザー音やアラーム音やライトの点灯やパイロットアーク P_a に不具合が生じた旨の表示である。

【0062】

報知部 85 によって、不具合情報 I_{nf1} が報知されると、ユーザは、パイロットアーク P_a の状態が悪いことを知る。

【0063】

<時刻 t_{14} ~ 時刻 t_{15} >

パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電圧検出回路 36 によって検出されたパイロットアーク電圧 V_p の電圧値に基づき、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させる (時刻 t_{14} 以降参照)。なお、本実施形態では、大幅にパイロットアーク電流 I_p を上昇させずに、徐々にパイロットアーク電流 I_p を上昇させる。プラズマノズル 122 が過度に高温となることを防止するためである。

【0064】

具体的には、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が、第 1 基準値記憶部 391 に記憶された第 1 基準値 v_{p1} を下回ると、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させる第 1 上昇処理を行う。また、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} を下回る場合にも、上記第 1 上昇処理を行うことが好ましい。本実施形態では、図 3 (e) に示すように、時刻 t_{13} にて、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が、第 1 基準値記憶部 391 に記憶された第 1 基準値 v_{p1} を下回っている。また、同図 (a) に示すように、時刻 t_{13} にて、パイロ

10

20

30

40

50

ットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} を下回っている。そのため、同図 (a) に示すように、時刻 t_{14} にて、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させている。パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させると、同図 (e) に示すように、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値も上昇する。なお、第 1 基準値 v_{p1} は、たとえば、17 ~ 18 V である。また、時刻 t_{14} にてパイロットアーク電流 I_p は、たとえば、3 ~ 5 A 上昇する。時刻 t_{14} ~ 時刻 t_{15} は、たとえば、5 ~ 45 sec である。

【0065】

本実施形態では、時刻 t_{13} ~ 時刻 t_{14} は、たとえば、0.5 ~ 5 min である。本実施形態とは異なり、時刻 t_{13} ~ 時刻 t_{14} が比較的短くてもよく、たとえば、1 ~ 10 sec であってもよい。

10

【0066】

<時刻 t_{15} ~ 時刻 t_{16} >

パイロットアーク電源回路 31 は、時刻 t_{14} の第 1 上昇処理を終えた後に、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が、第 2 基準値 v_{p2} を下回っている場合、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させる第 2 上昇処理を行う。また、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} を下回る場合にのみ、上記第 2 上昇処理を行うことが好ましい。本実施形態では、図 3 (e) に示すように、時刻 t_{15} 直前にて、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が第 2 基準値 v_{p2} を下回っている。また、同図 (a) に示すように、時刻 t_{15} 直前にて、パイロットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} を下回っている。そのため、同図 (a) に示すように、時刻 t_{15} にて、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させる。パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させると、同図 (e) に示すように、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値も上昇する。また、時刻 t_{15} にてパイロットアーク電流 I_p は、たとえば、3 ~ 5 A 上昇する。時刻 t_{15} ~ 時刻 t_{16} は、たとえば、5 ~ 45 sec である。なお、第 2 基準値 v_{p2} は、たとえば、18 ~ 22 V である。上限値 i_{p1} は、たとえば、24 ~ 26 A である。

20

【0067】

<時刻 t_{16} ~ 時刻 t_{17} >

図 3 (e) に示すように、時刻 t_{16} 直前にて、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が第 2 基準値 v_{p2} を下回っている。また、同図 (a) に示すように、時刻 t_{16} 直前にて、パイロットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} を下回っている。そのため、パイロットアーク電源回路 31 は、時刻 t_{16} にて再び第 2 上昇処理を行う。具体的には、同図 (a) に示すように、時刻 t_{16} にて、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させる。パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させると、同図 (e) に示すように、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値も上昇する。このときのパイロットアーク電流 I_p の電流値の上昇値も、たとえば 3 ~ 5 A である。

30

【0068】

パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させた後、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が、第 2 基準値 v_{p2} 以上である場合、パイロットアーク電流 I_p の電流値を維持する。また、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} を下回る場合にのみ、パイロットアーク電流 I_p の電流値を維持する。本実施形態では、図 3 (e) に示すように、時刻 t_{16} にてパイロットアーク電流 I_p を上昇させた後、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が第 2 基準値 v_{p2} 以上となっている。また、同図 (a) に示すように、時刻 t_{16} にてパイロットアーク電流 I_p を上昇させた後、パイロットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} を下回っている。よって、時刻 t_{16} 以降、パイロットアーク電源回路 31 は、パイロットアーク電流 I_p の電流値を維持する。このとき、パイロットアーク P a は通常の強さに戻っている。

40

【0069】

50

<時刻 t 1 7 ~ 時刻 t 1 8 >

そして、時刻 t 1 7 において、溶接開始指示信号（図示略）が動作制御回路 2 やメインアーク用回路 4 に送られる。これにより、図 3（f）に示すように、非消耗電極 1 2 1 と母材 W との間に、メインアーク電圧 V_m が印加され、非消耗電極 1 2 1 と母材 W との間にメインアーク M_a が発生する。メインアーク M_a が発生すると、図 3（b）に示すように、メインアーク電流 I_m が流れ始める。メインアーク電流 I_m が流れ始めると、メインアーク電流通電検出回路 4 5 からメインアーク電流通電検出信号 D_{im} が、パイロットアーク電源回路 3 1 に送られる。メインアーク電流 I_m が流れている間は常に、メインアーク電流通電検出信号 D_{im} は送られる。

【0070】

同図（e）に示すように、メインアーク M_a が発生すると、パイロットアーク電圧 V_p が低下する。これは、パイロットアーク電流 I_p の一部がメインアーク M_a を経由して流れる結果、非消耗電極 1 2 1 とプラズマノズル 1 2 2 との間の抵抗が低下するためである。

【0071】

パイロットアーク電源回路 3 1 は、メインアーク電流通電検出信号 D_{im} を受けている場合に、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が第 1 基準値 v_{p1} を下回ったとしても、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させる上述の第 1 上昇処理を行わない。すなわち、パイロットアーク電源回路 3 1 は、メインアーク M_a が発生している場合には、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値が第 1 基準値 v_{p1} を下回ったとしても、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させる上述の第 1 上昇処理を行わない。

【0072】

<時刻 t 1 8 以降 >

同図（d）に示すように、時刻 t 1 8 において、プラズマノズル 1 2 2 が母材 W に対して移動し始め（ロボット移動速度 V_r が 0 より大きい値となり）、定常溶接が開始される。そして、時刻 t 1 8 以降のいずれかの時点において、パイロットアーク電流 I_p の電流値が時刻 t 1 4 以前の値まで減少させられる。その後は、上述の時刻 t 1 1 からの工程が繰り返される。なお、メインアーク M_a が発生した後は、メインアーク M_a の熱等によって非消耗電極 1 2 1 やプラズマノズル 1 2 2 に付着した酸化物が除去される。

【0073】

図 3 では、パイロットアーク電流 I_p が上限値 i_{p1} を超えない場合を示したが、図 5 に示すように、パイロットアーク電流 I_p が上限値 i_{p1} を超えてしまう場合もある。パイロットアーク電流 I_p が上限値 i_{p1} を超えた場合について、図 5 を用いて説明する。

【0074】

<時刻 t 1 6 ~ 時刻 t 1 7 >

【0075】

図 5（a）に示すように、図 3 と同様に時刻 t 1 6 にてパイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させると、パイロットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} 以上となっている。この場合、パイロットアーク電源回路 3 1 は、プラズマノズル 1 2 2 が高温になるおそれがあると判断し、報知指示信号 S_{in2} を報知部 8 5 に送る。報知部 8 5 は、報知指示信号 S_{in2} を受けると、図 5（c）に示すように、時刻 t 1 7 にて高温警報 I_{nf2} を報知する。高温警報 I_{nf2} は、プラズマノズル 1 2 2 が高温であることを示す警報である。高温警報 I_{nf2} は、たとえばブザー音やアラーム音や、ライトの点灯や、プラズマノズル 1 2 2 が高温となっている旨の表示である。

【0076】

また、パイロットアーク電流 I_p の電流値が上限値 i_{p1} 以上となっている場合、パイロットアーク電源回路 3 1 は、出力を停止し、パイロットアーク P_a を消弧する。これにより、同図（a）に示すように、時刻 t 1 8 において、パイロットアーク電流 I_p が 0 となり、同図（e）に示すように、パイロットアーク電圧 V_p が 0 となる。

【0077】

10

20

30

40

50

次に、本実施形態の作用効果について説明する。

【0078】

本実施形態においては、パイロットアーク電源回路31は、パイロットアーク電圧検出回路36によって検出されたパイロットアーク電圧 V_p の電圧値に基づき、パイロットアーク電流 I_p の電流値を上昇させる。このような構成によると、パイロットアーク電流 I_p の電流値（電源出力値）とともに、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値（アーク状態反映値）が上昇し、パイロットアーク P_a がより強くなる。これにより、より確実にメインアーク M_a を点弧させることができる。

【0079】

本実施形態においては、第1基準値 v_{p1} および第2基準値 v_{p2} を用いているため、パイロットアーク P_a が弱くなったことを検出する基準値と、パイロットアーク P_a が適正になったことを検出する基準値と、を異ならせることができる。これにより、パイロットアーク P_a をより適正な強さまで戻すことができる。そのため、より確実にメインアーク M_a を点弧させることができる。

10

【0080】

本実施形態においては、パイロットアーク電流 I_p の電流値の上限値 i_{p1} を記憶する上限値記憶部393を更に備える。パイロットアーク電源回路31は、上限値 i_{p1} に基づいて、パイロットアーク電源回路31の出力状態を決定する。このような構成によると、プラズマノズル122が過度に高温となることを抑制できる。

【0081】

本実施形態においては、パイロットアーク電源回路31は、パイロットアーク電流 I_p の電流値の値が、上限値 i_{p1} 以上である場合、パイロットアーク電源回路31の出力を停止する。このような構成は、プラズマノズル122が過度に高温となることを抑制するのに適する。

20

【0082】

本実施形態においては、報知部85は、パイロットアーク電圧 V_p の電圧値の値が第1基準値 v_{p1} を下回ると、パイロットアーク P_a が不具合状態であることを示す不具合情報 I_{nf1} を報知する。このような構成によると、プラズマアーク溶接システムB1のユーザが、パイロットアーク P_a が不具合であることを、知ることができる。

【0083】

本実施形態においては、報知部85は、パイロットアーク電流 I_p の電流値が、上限値 i_{p1} 以上である場合、プラズマノズル122が高温であることを示す高温警報 I_{nf2} を報知する。このような構成によると、プラズマアーク溶接システムB1のユーザが、プラズマノズル122が高温となっている可能性があることを知ることができる。

30

【0084】

本実施形態においては、パイロットアーク電源回路31は、非消耗電極121および母材 W の間にメインアーク M_a が発生していない場合のみ、パイロットアーク電流 I_p を上昇させる。このような構成によると、正常にメインアーク M_a が点弧した場合に、パイロットアーク P_a が不具合であると判断される不具合を回避できる。

【0085】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。本発明の各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。

40

【符号の説明】

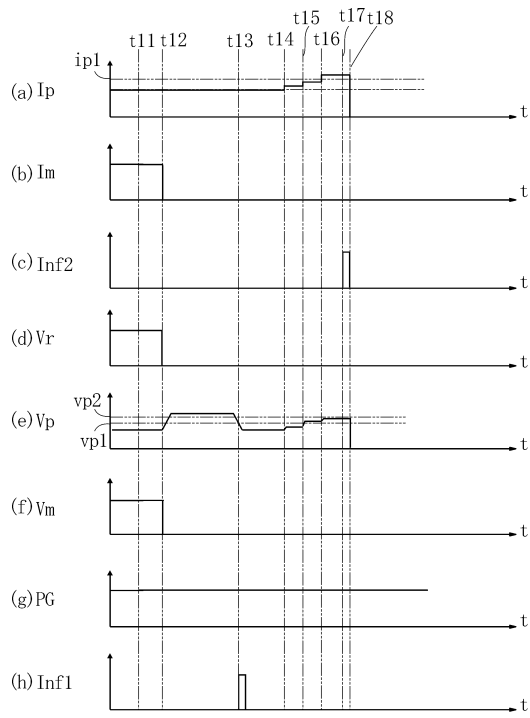
【0086】

- 1 溶接ロボット
- 11 マニピュレータ
- 12 トーチ
- 121 非消耗電極
- 122 プラズマノズル
- 123 シールドガスノズル

50

2	動作制御回路	
3	パイロットアーク用回路	
3 1	パイロットアーク電源回路	
3 3	パイロットアーク電流検出回路	
3 6	パイロットアーク電圧検出回路	
3 9 1	第1基準値記憶部	
3 9 2	第2基準値記憶部	
3 9 3	上限値記憶部	
4	メインアーク用回路	
4 1	メインアーク電源回路	10
4 3	メインアーク電流検出回路	
4 5	メインアーク電流通電検出回路	
4 9 1	プラズマガス流量制御回路	
4 9 2	シールドガス流量制御回路	
8 1	プラズマガス供給装置	
8 2	シールドガス供給装置	
8 5	報知部	
B 1	プラズマアーク溶接システム	
D i m	メインアーク電流通電検出信号	
D r	溶接進行方向	20
I d m	メインアーク電流検出信号	
I d p	パイロットアーク電流検出信号	
I m	メインアーク電流	
I n f 1	不具合情報	
I n f 2	高温警報	
I p	パイロットアーク電流	
i p 1	上限値	
M a	メインアーク	
M s	動作制御信号	
P a	パイロットアーク	30
P G	プラズマガス	
S G	シールドガス	
S I n 1	報知指示信号	
S I n 2	報知指示信号	
S p g	プラズマガス流量制御信号	
S s g	シールドガス流量制御信号	
t 1 1 , t 1 2 , t 1 3 , t 1 4 , t 1 5 , t 1 6 , t 1 7 , t 1 8	時刻	
V d p	パイロットアーク電圧検出信号	
V m	メインアーク電圧	
V p	パイロットアーク電圧	40
v p 1	第1基準値	
v p 2	第2基準値	
V r	ロボット移動速度	
W	母材	

【 図 5 】



フロントページの続き

審査官 岩瀬 昌治

(56)参考文献 特開平03 - 142075 (JP, A)
特開2001 - 018064 (JP, A)
特開2008 - 212969 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 10/00
B23K 10/02