

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-30902
(P2019-30902A)

(43) 公開日 平成31年2月28日(2019.2.28)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B23K 9/073 (2006.01)	B23K 9/073 525	4E082
B23K 9/09 (2006.01)	B23K 9/073 540	5H770
HO2M 7/48 (2007.01)	B23K 9/073 560	
	B23K 9/09	
	HO2M 7/48 F	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2017-155003 (P2017-155003)
(22) 出願日 平成29年8月10日 (2017.8.10)

(71) 出願人 000001199
株式会社神戸製鋼所
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(74) 代理人 100104880
弁理士 古部 次郎
(74) 代理人 100125346
弁理士 尾形 文雄
(74) 代理人 100166981
弁理士 砂田 岳彦
(72) 発明者 橋本 裕志
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内

最終頁に続く

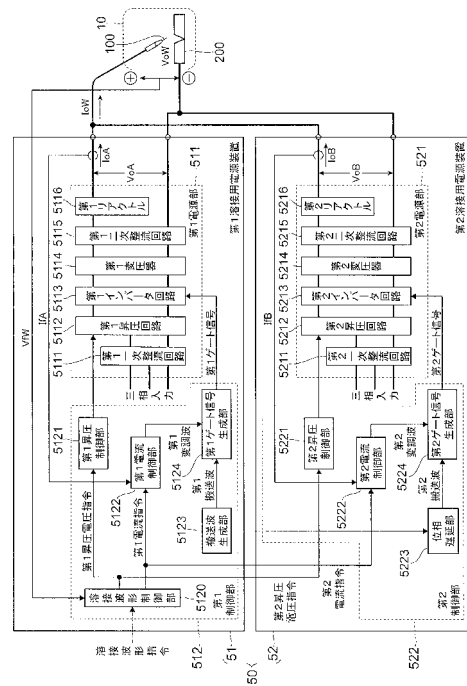
(54) 【発明の名称】 溶接電流の制御方法および溶接用電源装置

(57) 【要約】

【課題】 ガスシールドアーク溶接におけるアーク切れを抑制する。

【解決手段】 溶接用電源装置50は、第1インバータ回路5113でPWM制御を行うことで第1出力電流I_{oA}を出力する第1電源部511と、第2インバータ回路5213でPWM制御を行うことで第2出力電流I_{oB}を出力する第2電源部521とを備えており、第1出力電流I_{oA}と第2出力電流I_{oB}とを重畳した溶接電流I_{oW}を溶接トーチ10に供給する。第1電源部511および第2電源部521のそれぞれで行われる、PWM制御における搬送波(第1搬送波および第2搬送波)の位相をずらすことで、第1出力電流I_{oA}のリプルの位相と、第2出力電流I_{oB}のリプルの位相とをずらす。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

交流を直流に整流し、整流された直流を第 1 ゲート信号によるパルス幅変調方式で変調し、変調された交流を降圧し、降圧された交流を整流して第 1 電流を出力する第 1 電流出力工程と、

交流を直流に整流し、整流された直流を第 2 ゲート信号によるパルス幅変調方式で変調し、変調された交流を降圧し、降圧された交流を整流して第 2 電流を出力する第 2 電流出力工程と、

前記第 1 電流と前記第 2 電流とを重畳して溶接電流を出力する溶接電流出力工程と、

前記第 1 ゲート信号と、当該第 1 ゲート信号とは波形が異なる前記第 2 ゲート信号とを生成するゲート信号生成工程と
を含む溶接電流の制御方法。

10

【請求項 2】

前記ゲート信号生成工程では、前記第 1 ゲート信号の位相と前記第 2 ゲート信号の位相とをずらすことを特徴とする請求項 1 記載の溶接電流の制御方法。

【請求項 3】

前記ゲート信号生成工程では、前記第 2 ゲート信号の位相を、前記第 1 ゲート信号の位相よりも 1 / 2 周期遅らせることを特徴とする請求項 2 記載の溶接電流の制御方法。

【請求項 4】

前記ゲート信号生成工程では、前記溶接電流の電流指令値に基づいて前記第 1 ゲート信号を生成し、当該電流指令値の微分値に基づいて前記第 2 ゲート信号を生成することを特徴とする請求項 1 記載の溶接電流の制御方法。

20

【請求項 5】

前記第 2 電流に作用するインダクタンスは、前記第 1 電流に作用するインダクタンスよりも小さいことを特徴とする請求項 4 記載の溶接電流の制御方法。

【請求項 6】

前記第 2 電流出力工程における整流後且つパルス幅変調前の直流電圧の大きさは、前記第 1 電流出力工程における整流後且つパルス幅変調前の直流電圧の大きさよりも小さいことを特徴とする請求項 4 または 5 記載の溶接電流の制御方法。

【請求項 7】

交流を整流する一次整流回路と、整流された直流をパルス幅変調方式で変調するインバータ回路と、変調された交流を降圧する変圧器と、降圧された交流を整流する二次整流回路とをそれぞれが有する、複数の電源部と、

30

複数の前記電源部が出力する出力電流を重畳して溶接電流を出力する出力手段と、

複数の前記電源部のそれぞれに設けられた前記インバータ回路に対し、波形が異なるゲート信号を供給する供給手段と
を含む溶接用電源装置。

【請求項 8】

前記供給手段は、前記ゲート信号の位相を異ならせて供給することを特徴とする請求項 7 記載の溶接用電源装置。

40

【請求項 9】

前記供給手段は、複数の前記電源部のうちの第 1 電源部に供給する前記ゲート信号として第 1 ゲート信号を生成する第 1 ゲート信号生成部と、複数の当該電源部のうちの第 2 電源部に供給する当該ゲート信号として第 2 ゲート信号を生成する第 2 ゲート信号生成部とを備え、

前記第 2 ゲート信号の位相が、前記第 1 ゲート信号の位相に対し 1 / 2 周期遅れていることを特徴とする請求項 8 記載の溶接用電源装置。

【請求項 10】

複数の前記電源部は、前記二次整流回路の出力側に接続されたリアクトルをさらにそれぞれが有し、

50

複数の前記電源部のそれぞれに設けられた前記リアクトルのインダクタンスが同じ大きさであることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の溶接用電源装置。

【請求項 1 1】

前記供給手段は、複数の前記電源部のうちの第 1 電源部に供給する前記ゲート信号として第 1 ゲート信号を生成する第 1 ゲート信号生成部と、複数の当該電源部のうちの第 2 電源部に供給する当該ゲート信号として第 2 ゲート信号を生成する第 2 ゲート信号生成部とを備え、

前記第 1 ゲート信号生成部は、前記溶接電流の電流指令値に基づいて前記第 1 ゲート信号を生成し、

前記第 2 ゲート信号生成部は、前記電流指令値の微分値に基づいて前記第 2 ゲート信号を生成すること
を特徴とする請求項 7 記載の溶接用電源装置。

10

【請求項 1 2】

前記第 1 電源部は、前記二次整流回路の出力側にリアクトルを備えており、

前記第 2 電源部は、前記二次整流回路の出力側にリアクトルを備えていないこと
を特徴とする請求項 1 1 記載の溶接用電源装置。

【請求項 1 3】

前記第 2 電源部に設けられた前記インバータ回路の入力電圧は、前記第 1 電源部に設けられた前記インバータ回路の入力電圧よりも低いことを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 記載の溶接用電源装置。

20

【請求項 1 4】

前記供給手段は、前記電流指令値を通過させて前記第 2 ゲート信号生成部に出力するハイパスフィルタをさらに備えることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項記載の溶接用電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、溶接電流の制御方法および溶接用電源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

シールドガスを用い、溶接ワイヤにて被溶接物をアーク溶接するガスシールドアーク溶接においては、溶接ワイヤに供給する溶接電流を高速に制御するために、インバータ回路によるインバータ制御方式を採用した溶接用電源装置が広く用いられている。

この種の溶接用電源装置は、一般に、商用交流を整流して得た直流を、変圧器の一次側に設けたインバータ回路に入力して高周波電流に変換し、その高周波電流を変圧器で所定の電圧まで降圧した後、整流回路で再び直流に変換し、得られた櫛歯状の直流をリアクトルで平滑化し、溶接電流として溶接ワイヤに供給している（特許文献 1～3 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許 4 8 7 9 6 1 8 号公報

【特許文献 2】特許 3 5 3 7 7 5 4 号公報

【特許文献 3】特許 3 8 4 4 0 0 4 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、インバータ回路によるインバータ制御方式を採用した場合、出力される溶接電流には、インバータ制御に起因するリップル（脈動）が残存し得る。ここで、溶接電流に残存するリップルが大きすぎる場合には、溶接中にアーク切れが生じるおそれがある。また、インバータ回路によるインバータ制御方式を採用した場合において、溶接電流を急

30

40

50

激に変化させようとした場合には、インバータ制御における溶接電流の電流指令値に対し、実際の溶接電流が追従できなくなってしまう、溶接中にアーク切れが生じるおそれがある。

本発明は、ガスシールドアーク溶接におけるアーク切れを抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の溶接電流の制御方法は、交流を直流に整流し、整流された直流を第1ゲート信号によるパルス幅変調方式で変調し、変調された交流を降圧し、降圧された交流を整流して第1電流を出力する第1電流出力工程と、交流を直流に整流し、整流された直流を第2ゲート信号によるパルス幅変調方式で変調し、変調された交流を降圧し、降圧された交流を整流して第2電流を出力する第2電流出力工程と、前記第1電流と前記第2電流とを重畳して溶接電流を出力する溶接電流出力工程と、前記第1ゲート信号と、当該第1ゲート信号とは波形が異なる前記第2ゲート信号とを生成するゲート信号生成工程とを含んでいる。

10

このような溶接電流の制御方法において、前記ゲート信号生成工程では、前記第1ゲート信号の位相と前記第2ゲート信号の位相とをずらすことを特徴とすることができる。

また、前記ゲート信号生成工程では、前記第2ゲート信号の位相を、前記第1ゲート信号の位相よりも1/2周期遅らせることを特徴とすることができる。

さらに、前記ゲート信号生成工程では、前記溶接電流の電流指令値に基づいて前記第1ゲート信号を生成し、当該電流指令値の微分値に基づいて前記第2ゲート信号を生成することを特徴とすることができる。

20

さらにまた、前記第2電流に作用するインダクタンスは、前記第1電流に作用するインダクタンスよりも小さいことを特徴とすることができる。

そして、前記第2電流出力工程における整流後且つパルス幅変調前の直流電圧の大きさは、前記第1電流出力工程における整流後且つパルス幅変調前の直流電圧の大きさよりも小さいことを特徴とすることができる。

また、他の観点から捉えると、本発明の溶接用電源装置は、交流を整流する一次整流回路と、整流された直流をパルス幅変調方式で変調するインバータ回路と、変調された交流を降圧する変圧器と、降圧された交流を整流する二次整流回路とをそれぞれが有する、複数の電源部と、複数の前記電源部が出力する出力電流を重畳して溶接電流を出力する出力手段と、複数の前記電源部のそれぞれに設けられた前記インバータ回路に対し、波形が異なるゲート信号を供給する供給手段とを含んでいる。

30

このような溶接用電源装置において、前記供給手段は、前記ゲート信号の位相を異ならせて供給することを特徴とすることができる。

また、前記供給手段は、複数の前記電源部のうちの第1電源部に供給する前記ゲート信号として第1ゲート信号を生成する第1ゲート信号生成部と、複数の当該電源部のうちの第2電源部に供給する当該ゲート信号として第2ゲート信号を生成する第2ゲート信号生成部とを備え、前記第2ゲート信号の位相が、前記第1ゲート信号の位相に対し1/2周期遅れていることを特徴とすることができる。

さらに、複数の前記電源部は、前記二次整流回路の出力側に接続されたリアクトルをさらにそれぞれが有し、複数の前記電源部のそれぞれに設けられた前記リアクトルのインダクタンスが同じ大きさであることを特徴とすることができる。

40

また、前記供給手段は、複数の前記電源部のうちの第1電源部に供給する前記ゲート信号として第1ゲート信号を生成する第1ゲート信号生成部と、複数の当該電源部のうちの第2電源部に供給する当該ゲート信号として第2ゲート信号を生成する第2ゲート信号生成部とを備え、前記第1ゲート信号生成部は、前記溶接電流の電流指令値に基づいて前記第1ゲート信号を生成し、前記第2ゲート信号生成部は、前記電流指令値の微分値に基づいて前記第2ゲート信号を生成することを特徴とすることができる。

また、前記第1電源部は、前記二次整流回路の出力側にリアクトルを備えており、前記第2電源部は、前記二次整流回路の出力側にリアクトルを備えていないことを特徴とする

50

ことができる。

さらに、前記第2電源部に設けられた前記インバータ回路の入力電圧は、前記第1電源部に設けられた前記インバータ回路の入力電圧よりも低いことを特徴とすることができる。

さらにまた、前記供給手段は、前記電流指令値を通過させて前記第2ゲート信号生成部に出力するハイパスフィルタをさらに備えることを特徴とすることができる。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、ガスシールドアーク溶接におけるアーク切れを抑制することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施の形態に係る溶接システムの概略構成を示す図である。

【図2】実施の形態1における溶接用電源装置の概略構成を示す図である。

【図3】実施の形態1における溶接用電源装置の制御手順を示すフローチャートである。

【図4】実施の形態1における搬送波と変調波とゲート信号との関係を示す図である。

【図5】第1出力電圧と第1出力電流との関係を示す図である。

【図6】(a)、(b)は、実施の形態1における、第1出力電流と第2出力電流と溶接電流との関係を示す図である。

【図7】実施の形態2における溶接用電源装置の概略構成を示す図である。

20

【図8】実施の形態2における溶接用電源装置の制御手順を示すフローチャートである。

【図9】(a)～(c)は、電流指令値と第1出力電流と第2出力電流と溶接電流との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

[溶接システムの構成]

図1は、本発明の実施の形態に係る溶接システム1の概略構成を示す図である。この溶接システム1は、消耗電極式(溶極式)のガスシールドアーク溶接法により、被溶接物200の溶接を行うものである。

30

【0009】

この溶接システム1は、溶接ワイヤ100を用いて被溶接物200を溶接する溶接トーチ10と、溶接トーチ10を保持するとともに溶接トーチ10の位置や姿勢を設定するロボットアーム20とを備えている。また、溶接システム1は、溶接トーチ10に溶接ワイヤ100を送給するワイヤ送給装置30と、溶接トーチ10にシールドガスを供給するシールドガス供給装置40とを備えている。さらに、溶接システム1は、溶接トーチ10を介して溶接ワイヤ100および被溶接物200に溶接電流を供給する溶接用電源装置50を備えている。以下では、図1に示す溶接システム1を用いた、2つの実施の形態について説明を行う。

【0010】

40

<実施の形態1>

[溶接用電源装置の構成]

図2は、実施の形態1における溶接用電源装置50の概略構成を示す図である。ただし、図2は、溶接電流I_oWの供給に関係する構成要素を抜き出して示している。

【0011】

この溶接用電源装置50は、第1出力電圧V_oAにて第1出力電流I_oAを供給する第1溶接用電源装置51と、第2出力電圧V_oBにて第2出力電流I_oBを供給する第2溶接用電源装置52とを備えている。本実施の形態では、第1溶接用電源装置51から第1ケーブル(図示せず)を介して出力される第1出力電流I_oAと、第2溶接用電源装置52から第2ケーブル(図示せず)を介して出力される第2出力電流I_oBとを合成してな

50

る溶接電流 $I_{oW} (= I_{oA} + I_{oB})$ を、第3ケーブル（図示せず）および溶接トーチ10を介して、溶接ワイヤ100から被溶接物200に供給している。このとき、溶接ワイヤ100と被溶接物200との間に生じる電圧を、溶接電圧 $V_{oW} (= V_{oA} + V_{oB})$ と呼ぶ。また、第1出力電流 I_{oA} は第1電流の一例であり、第2出力電流 I_{oB} は第2電流の一例である。さらに、第1ケーブルおよび第2ケーブルと第3ケーブルとの接続部位（あるいは溶接トーチ10）が、出力手段の一例としての機能を有している。

【0012】

[第1溶接用電源装置の構成]

本実施の形態の第1溶接用電源装置51は、第1出力電圧 V_{oA} にて第1出力電流 I_{oA} の出力を行う第1電源部511と、第1電源部511の動作を制御する第1制御部512とを備えている。なお、第1制御部512は、後述する、第2溶接用電源装置52に設けられた第2電源部521を制御する第2制御部522の制御も行う。このように、本実施の形態では、第1制御部512が主制御部（メインコントローラ）として、第2制御部522が第1制御部512による指示に基づいて動作する従制御部（サブコントローラ）として、それぞれ機能している。ここで、本実施の形態では、第1電源部511および第2電源部521が、複数の電源部に対応している。

10

【0013】

[第1電源部]

第1電源部511は、第1一次整流回路5111と、第1昇圧回路5112と、第1インバータ回路5113と、第1変圧器5114と、第1二次整流回路5115と、第1リアクトル5116とを備えている。

20

【0014】

(第1一次整流回路)

第1一次整流回路5111は、入力側が三相入力の商用交流電源（図示せず）に接続されており、出力側が第1昇圧回路5112に接続されている。この第1一次整流回路5111は、商用交流電源から供給される三相交流電圧（例えば三相220V：60Hz）を、整流することで直流電圧（例えば300V）に変換する。この第1一次整流回路5111は、三相全波整流回路等で構成することができる。

【0015】

(第1昇圧回路)

第1昇圧回路5112は、入力側が第1一次整流回路5111に接続されており、出力側が第1インバータ回路5113に接続されている。この第1昇圧回路5112は、第1一次整流回路5111から供給される直流電圧（例えば300V）を、より電圧値の高い直流電圧（例えば400V～800V）に変換する。ただし、第1昇圧回路5112は、第1一次整流回路5111から入力されてくる直流電圧を、必要に応じてそのまま（同じ電圧値のまま）出力することもできる。この第1昇圧回路5112は、パワートランジスタ等のスイッチング素子を含む各種チョッパ回路や、さらに変圧器を含むDC/DCコンバータ等で構成することができる。

30

【0016】

(第1インバータ回路)

第1インバータ回路5113は、入力側が第1昇圧回路5112に接続されており、出力側が第1変圧器5114に接続されている。この第1インバータ回路5113は、第1昇圧回路5112から供給される直流電圧を、上記商用交流電源よりも周波数の高い交流電圧（例えば50kHz～100kHz）に変換する。この第1インバータ回路5113は、パワートランジスタ等のスイッチング素子を含む各種インバータ等で構成することができる。また、本実施の形態の第1インバータ回路5113は、電圧形インバータで構成されており、PWM（Pulse Width Modulation）制御によって動作する。

40

【0017】

(第1変圧器)

第1変圧器5114は、入力側が第1インバータ回路5113に接続されており、出力

50

側が第1二次整流回路5115に接続されている。そして、第1変圧器5114からみて入力側(図中左側)が一次側に、第1変圧器5114からみて出力側(図中右側)が二次側になっている。この第1変圧器5114は、第1インバータ回路5113から供給される交流電圧(一次側電圧)を、より電圧値の低い交流電圧(二次側電圧:数十V程度)に変換する。この場合、第1変圧器5114は、第1インバータ回路5113から供給される交流電流(一次側電流)を、より電流値の高い交流電流(二次側電流)に変換するとみなすこともできる。この第1変圧器5114は、単相トランス等で構成することができる。

【0018】

(第1二次整流回路)

第1二次整流回路5115は、入力側が第1変圧器5114に接続されており、出力側の正極は第1リアクトル5116から第1ケーブル(図示せず)および第3ケーブル(図示せず)を介して溶接トーチ10(溶接ワイヤ100)に、出力側の負極は第1ケーブル(図示せず)および第3ケーブル(図示せず)を介して被溶接物200に、それぞれ接続されている。この第1二次整流回路5115は、第1変圧器5114から供給される交流を、整流することで直流に変換する。この第1二次整流回路5115は、第1変圧器5114における二次側のセンタータップ(図示せず)を利用する、センタータップ型全波整流回路等で構成することができる。

【0019】

(第1リアクトル)

第1リアクトル5116は、入力側が第1二次整流回路5115の正極に接続されており、出力側が第1ケーブル(図示せず)に接続されている。この第1リアクトル5116は、例えば数 μ H程度のインダクタンス成分を有しており、第1二次整流回路5115から供給される電流を平滑化する。

【0020】

(第1制御部)

第1制御部512は、溶接波形制御部5120と、第1昇圧制御部5121と、第1電流制御部5122と、搬送波生成部5123と、第1ゲート信号生成部5124とを備えている。

【0021】

(溶接波形制御部)

溶接波形制御部5120には、更に上位の制御装置(図示せず)から、溶接波形指令が入力される。また、溶接波形制御部5120には、図示しない電圧センサから、溶接電圧V_{oW}を測定して得た溶接電圧値V_{fW}が入力される。

【0022】

そして、溶接波形制御部5120は、入力される溶接波形指令と溶接電圧値V_{fW}とが一致するように、電流指令値を作成する。ここで、本実施の形態の溶接波形制御部5120は、電流指令値として、第1電源部511で用いる第1電流指令値と、第2電源部521で用いる第2電流指令値とを作成する。

【0023】

また、溶接波形制御部5120は、入力される溶接波形指令と溶接電圧値V_{fW}とに基づき、昇圧電圧指令値を作成する。ここで、本実施の形態の溶接波形制御部5120は、昇圧電圧指令値として、第1電源部511で用いる第1昇圧電圧指令値と、第2電源部521で用いる第2昇圧電圧指令値とを作成する。

【0024】

(第1昇圧制御部)

第1昇圧制御部5121は、溶接波形制御部5120から入力される第1昇圧指令値に基づき、第1電源部511に設けられた第1昇圧回路5112の昇圧動作を制御する。より具体的に説明すると、第1昇圧制御部5121は、第1昇圧指令値に基づき、第1昇圧回路5112の電圧変換後の出力電圧の大きさ(この例では300V~800Vの範囲か

10

20

30

40

50

ら選択される)を制御する。

【0025】

(第1電流制御部)

第1電流制御部5122には、溶接波形制御部5120から第1電流指令値が入力されてくる。また、第1電流制御部5122には、第1電源部511の出力側に設けられた第1電流センサから、第1出力電流 I_oA を測定して得た第1出力電流値 I_fA が入力されてくる。

【0026】

そして、第1電流制御部5122は、入力される第1電流指令値と第1出力電流値 I_fA とに基づき、第1出力電流 I_oA の大きさを制御する。より具体的に説明すると、第1電流制御部5122は、第1電流指令値と第1出力電流値 I_fA とが一致するように、第1電源部511に設けられた第1インバータ回路5113のPWM制御を実行するに際して、搬送波(後述する第1搬送波)との比較に用いられる変調波(第1変調波)を作成する。

10

【0027】

(搬送波生成部)

搬送波生成部5123は、第1電源部511に設けられた第1インバータ回路5113のPWM制御を実行するに際して、上記第1変調波との比較に用いられる搬送波(第1搬送波)を生成する。

【0028】

(第1ゲート信号生成部)

第1ゲート信号生成部5124は、第1電流制御部5122から入力される第1変調波と、搬送波生成部5123から入力される第1搬送波とを用い、第1電源部511に設けられた第1インバータ回路5113のPWM制御で用いるゲート信号(第1ゲート信号)を生成する。なお、これら第1変調波、第1搬送波および第1ゲート信号の詳細については後述する。

20

【0029】

[第2溶接用電源装置の構成]

本実施の形態の第2溶接用電源装置52は、第2出力電圧 V_oB にて第2出力電流 I_oB の出力を行う第2電源部521と、第2電源部521の動作を制御する第2制御部522とを備えている。

30

【0030】

[第2電源部]

第2電源部521は、第2一次整流回路5211と、第2昇圧回路5212と、第2インバータ回路5213と、第2変圧器5214と、第2二次整流回路5215と、第2リアクトル5216とを備えている。

【0031】

(第2一次整流回路)

第2一次整流回路5211は、入力側が三相入力の商用交流電源(図示せず)に接続されており、出力側が第2昇圧回路5212に接続されている。この第2一次整流回路5211は、商用交流電源から供給される三相交流電圧(例えば三相220V:60Hz)を、整流することで直流電圧(例えば300V)に変換する。この第2一次整流回路5211は、三相全波整流回路等で構成することができる。

40

【0032】

(第2昇圧回路)

第2昇圧回路5212は、入力側が第2一次整流回路5211に接続されており、出力側が第2インバータ回路5213に接続されている。この第2昇圧回路5212は、第2一次整流回路5211から供給される直流電圧(例えば300V)を、より電圧値の高い直流電圧(例えば400V~800V)に変換する。ただし、第2昇圧回路5212は、第2一次整流回路5211から入力されてくる直流電圧を、必要に応じてそのまま(同じ

50

電圧値のまま)出力することもできる。この第2昇圧回路5212は、パワートランジスタ等のスイッチング素子を含む各種チョッパ回路や、さらに変圧器を含むDC/DCコンバータ等で構成することができる。

【0033】

(第2インバータ回路)

第2インバータ回路5213は、入力側が第2昇圧回路5212に接続されており、出力側が第2変圧器5214に接続されている。この第2インバータ回路5213は、第2昇圧回路5212から供給される直流電圧を、上記商用交流電源よりも周波数の高い交流電圧(例えば50kHz~100kHz)に変換する。この第2インバータ回路5213は、パワートランジスタ等のスイッチング素子を含む各種インバータ等で構成することができる。また、本実施の形態の第2インバータ回路5213は、電圧形インバータで構成されており、PWM制御によって動作する。

10

【0034】

(第2変圧器)

第2変圧器5214は、入力側が第2インバータ回路5213に接続されており、出力側が第2二次整流回路5215に接続されている。そして、第2変圧器5214からみて入力側(図中左側)が一次側に、第2変圧器5214からみて出力側(図中右側)が二次側になっている。この第2変圧器5214は、第2インバータ回路5213から供給される交流電圧(一次側電圧)を、より電圧値の低い交流電圧(二次側電圧:数十V程度)に変換する。この場合、第2変圧器5214は、第2インバータ回路5213から供給される交流電流(一次側電流)を、より電流値の高い交流電流(二次側電流)に変換するとみなすこともできる。この第2変圧器5214は、単相トランス等で構成することができる。

20

【0035】

(第2二次整流回路)

第2二次整流回路5215は、入力側が第2変圧器5214に接続されており、出力側の正極は第2リアクトル5216から第2ケーブル(図示せず)および第3ケーブル(図示せず)を介して溶接トーチ10(溶接ワイヤ100)に、出力側の負極は第2ケーブル(図示せず)および第3ケーブル(図示せず)を介して被溶接物200に、それぞれ接続されている。この第2二次整流回路5215は、第2変圧器5214から供給される交流を、整流することで直流に変換する。この第2二次整流回路5215は、第2変圧器5214における二次側のセンタータップ(図示せず)を利用する、センタータップ型全波整流回路等で構成することができる。

30

【0036】

(第2リアクトル)

第2リアクトル5216は、入力側が第2二次整流回路5215の正極に接続されており、出力側が第2ケーブル(図示せず)に接続されている。この第2リアクトル5216は、例えば数μH程度のインダクタンス成分を有しており、第2二次整流回路5215から供給される電流を平滑化する。

【0037】

(第2制御部)

第2制御部522は、第2昇圧制御部5221と、第2電流制御部5222と、位相遅延部5223と、第2ゲート信号生成部5224とを備えている。

40

【0038】

(第2昇圧制御部)

第2昇圧制御部5221は、溶接波形制御部5120から入力される第2昇圧電圧指令値に基づき、第2電源部521に設けられた第2昇圧回路5212の昇圧動作を制御する。より具体的に説明すると、第2昇圧制御部5221は、第2昇圧指令値に基づき、第2昇圧回路5212の電圧変換後の出力電圧の大きさ(この例では300V~800Vの範囲から選択される)を制御する。

50

【 0 0 3 9 】

(第 2 電流制御部)

第 2 電流制御部 5 2 2 2 には、溶接波形制御部 5 1 2 0 から第 2 電流指令値が入力されてくる。また、第 2 電流制御部 5 2 2 2 には、第 2 電源部 5 2 1 の出力側に設けられた第 2 電流センサから、第 2 出力電流 I_{OB} を測定して得た第 1 出力電流値 I_{fB} が入力されてくる。

【 0 0 4 0 】

そして、第 2 電流制御部 5 2 2 2 は、入力される第 2 電流指令値と第 2 出力電流値 I_{fB} とに基づき、第 2 出力電流 I_{OB} の大きさを制御する。より具体的に説明すると、第 2 電流制御部 5 2 2 2 は、第 2 電流指令値と第 2 出力電流値 I_{fB} とが一致するように、第 2 電源部 5 2 1 に設けられた第 2 インバータ回路 5 2 1 3 の P W M 制御を実行するに際して、搬送波（後述する第 2 搬送波）との比較に用いられる変調波（第 2 変調波）を作成する。

10

【 0 0 4 1 】

(位相遅延部)

位相遅延部 5 2 2 3 は、第 2 電源部 5 2 1 に設けられた第 2 インバータ回路 5 2 1 3 の P W M 制御を実行するに際して、上記第 2 変調波との比較に用いられる搬送波（第 2 搬送波）を作成する。ただし、位相遅延部 5 2 2 3 は、搬送波生成部 5 1 2 3 が生成した第 1 搬送波の位相を遅延させる（ずらす）ことで、第 2 搬送波の作成を行う。ここで、第 1 搬送波と第 2 搬送波との位相差は、1 周期未満（ 0° 超 360° 未満）の範囲から適宜選択して差し支えないが、2 分の 1 周期（ 180° ）だけずらすことが望ましい。

20

【 0 0 4 2 】

(第 2 ゲート信号生成部)

第 2 ゲート信号生成部 5 2 2 4 は、第 2 電流制御部 5 2 2 2 から入力される第 2 変調波と、位相遅延部 5 2 2 3 から入力される第 2 搬送波とを用い、第 2 電源部 5 2 1 に設けられた第 2 インバータ回路 5 2 1 3 の P W M 制御で用いるゲート信号（第 2 ゲート信号）を生成する。ここで、本実施の形態では、第 1 ゲート信号生成部 5 1 2 4 および第 2 ゲート信号生成部 5 2 2 4 の両者が、供給手段の一例としての機能を有している。また、本実施の形態では、第 1 ゲート信号生成部 5 1 2 4 から出力される第 1 ゲート信号および第 2 ゲート信号生成部 5 2 2 4 から出力される第 2 ゲート信号の両者が、ゲート信号の一例としての機能を有している。なお、これら第 2 変調波、第 2 搬送波および第 2 ゲート信号の詳細については後述する。

30

【 0 0 4 3 】

〔 第 1 電源部と第 2 電源部との関係 〕

本実施の形態では、第 1 溶接用電源装置 5 1 に設けられる第 1 電源部 5 1 1 と、第 2 溶接用電源装置 5 2 に設けられる第 2 電源部 5 2 1 とが、同じ構成を有している。すなわち、第 1 一次整流回路 5 1 1 1 および第 2 一次整流回路 5 2 1 1、第 1 昇圧回路 5 1 1 2 および第 2 昇圧回路 5 2 1 2、第 1 インバータ回路 5 1 1 3 および第 2 インバータ回路 5 2 1 3、第 1 変圧器 5 1 1 4 および第 2 変圧器 5 2 1 4、第 1 二次整流回路 5 1 1 5 および第 2 二次整流回路 5 2 1 5、そして、第 1 リアクトル 5 1 1 6 および第 2 リアクトル 5 2 1 6 は、それぞれ、同一の構成（特性）となっている。

40

【 0 0 4 4 】

〔 溶接システムの動作 〕

では、本実施の形態の溶接システム 1 の動作を説明する。

第 1 溶接用電源装置 5 1 に設けられた第 1 電源部 5 1 1 において、第 1 一次整流回路 5 1 1 1 は、商用交流電源から供給される三相交流を直流に変換する。次に、第 1 昇圧回路 5 1 1 2 は、第 1 昇圧電圧指令値に基づく制御により、直流電圧を昇圧させて出力する。続いて、第 1 インバータ回路 5 1 1 3 は、第 1 電流指令値に基づく P W M 制御により、直流を交流に変換する。そして、第 1 変圧器 5 1 1 4 が交流電圧を降圧させて出力し、第 1 二次整流回路 5 1 1 5 が交流を直流に変換し、第 1 リアクトル 5 1 1 6 にて平滑化した後

50

、第1出力電流 $I_o A$ として出力する（第1電流出力工程に対応）。

【0045】

一方、第2溶接用電源装置52に設けられた第2電源部521において、第2一次整流回路5211は、商用交流電源から供給される三相交流を直流に変換する。次に、第2昇圧回路5212は、第2昇圧電圧指令値に基づく制御により、直流電圧を昇圧させて出力する。続いて、第2インバータ回路5213は、第2電流指令値に基づくPWM制御により、直流を交流に変換する。そして、第2変圧器5214が交流電圧を降圧させて出力し、第2二次整流回路5215が交流を直流に変換し、第2リアクトル5216にて平滑化した後、第2出力電流 $I_o B$ として出力する（第2電流出力工程に対応）。

【0046】

ここで、本実施の形態では、第1電源部511における第1昇圧回路5112の制御に用いられる第1昇圧電圧指令値と、第2電源部521における第2昇圧回路5212の制御に用いられる第2昇圧電圧指令値とが、同じ値に設定される。このため、第1昇圧回路5112および第2昇圧回路5212の昇圧後の出力電圧は、同じ大きさに設定される。

【0047】

また、本実施の形態では、第1電源部511における第1インバータ回路5113の制御に用いられる第1電流指令値と、第2電源部521における第2インバータ回路5213の制御に用いられる第2電流指令値とが、同じ値に設定される（ゲート信号生成工程に対応）。このため、第1電源部511が出力する第1出力電流 $I_o A$ および第2電源部521が出力する第2出力電流 $I_o B$ は、同じ大きさに設定される。

【0048】

それから、第1電源部511から第1ケーブル（図示せず）を介して出力される第1出力電流 $I_o A$ 、および、第2電源部521から第2ケーブル（図示せず）を介して出力される第2出力電流 $I_o B$ は、合成されることで溶接電流 $I_o W$ となり、第3ケーブル（図示せず）を介して溶接トーチ10に供給される（溶接電流出力工程に対応）。そして、この溶接電流 $I_o W$ は、溶接トーチ10、溶接ワイヤ100およびアークを介して、被溶接物200に流れる。このとき、溶接ワイヤ100の先端が、アークにより溶融して溶滴となり、成長した溶滴が溶接ワイヤ100から離脱して被溶接物200へと移行し、被溶接物200の溶接が行われることになる。その結果、被溶接物200を、溶接ワイヤ100を用いて溶接してなる溶接物が得られる。

【0049】

[溶接電流の制御]

では、本実施の形態における溶接用電源装置50の制御について、より詳細な説明を行う。

図3は、実施の形態1における溶接用電源装置50の制御手順を示すフローチャートである。図3において、図中左側は第1溶接用電源装置51の制御手順を、また、図中右側は第2溶接用電源装置52の制御手順を、それぞれ示している。なお、これら第1溶接用電源装置51および第2溶接用電源装置52の制御は、時間的に並列に行われる。

【0050】

本制御の最初の状態において、回数 N は0（ $N = 0$ ）に設定されているものとする。また、本制御の最初の状態において、第1制御部512に設けられた搬送波生成部5123は、周期が一定に設定された搬送波（第1搬送波）を出力しているものとする。なお、本制御の最初の状態において、第1溶接用電源装置51は制御割り込み待ちの状態にあり（ステップ101）、第2溶接用電源装置52も制御割り込み待ちの状態にある（ステップ201）。

【0051】

まず、第1制御部512に設けられた溶接波形制御部5120は、図示しない電圧センサから、溶接電圧 $V_o W$ を測定して得た溶接電圧値 $V_f W$ を取り込む（ステップ102）。また、溶接波形制御部5120は、上位の制御装置（図示せず）から、溶接波形指令値を取り込む（ステップ103）。

10

20

30

40

50

【0052】

そして、溶接波形制御部5120は、ステップ102で取り込んだ溶接電圧値VfWと、ステップ103で取り込んだ溶接波形指令値とに基づき、第1電源部511および第2電源部521に対する電流指令値を算出する(ステップ104)。本実施の形態において、溶接波形制御部5120は、電流指令値として、第1電源部511に対する第1電流指令値と、第2電源部521に対する第2電流指令値とを算出する。なお、本実施の形態において、第1電流指令値および第2電流指令値は、電流指令値の大きさ(電流値)を半分にしたものとなっており、同じ内容となっている。例えば電流指令値の大きさが700(A)である場合、第1電流指令値は350(A)となり、第2電流指令値も350(A)となる。

10

【0053】

また、溶接波形制御部5120は、ステップ102で取り込んだ溶接電圧値VfWと、ステップ103で取り込んだ溶接波形指令値とに基づき、第1電源部511および第2電源部521に対する昇圧電圧指令値を算出する(ステップ105)。本実施の形態において、溶接波形制御部5120は、昇圧電圧指令値として、第1電源部511に対する第1昇圧電圧指令値と、第2電源部521に対する第2昇圧電圧指令値とを算出する。なお、本実施の形態において、第1昇圧電圧指令値および第2昇圧電圧指令値は、同じ大きさとなっている。例えば、第1昇圧電圧指令値が800(V)となる場合、第2昇圧電圧指令値も800(V)となる。

20

【0054】

次に、第1制御部512に設けられた第1昇圧制御部5121は、 $N = 0$ であるか否かを判断する(ステップ106)。ステップ106で否定の判断(NO)を行った場合は、後述するステップ108へと進む。一方、ステップ106で肯定の判断(YES)を行った場合、第1昇圧制御部5121は、ステップ105で算出された第1昇圧電圧指令値に基づき、第1電源部511に設けられた第1昇圧回路5112の昇圧を制御する(ステップ107)。

【0055】

続いて、第1制御部512に設けられた第1電流制御部5122は、図示しない電流センサから第1電源部511の第1出力電流IoAを測定して得た第1出力電流値IfAを取り込む(ステップ108)。そして、第1電流制御部5122は、ステップ108で取り込んだ第1出力電流値IfAと、ステップ104で算出された第1電流指令値とに基づき、第1電源部511での出力電流の目標値となる、第1出力電流目標値を算出する(ステップ109)。また、第1電流制御部5122は、第1出力電流値IfAがステップ109で算出した第1出力電流目標値と一致するように、第1電源部511(より具体的には第1インバータ回路5113)でのPWM制御に用いる第1変調波を生成する(ステップ110)。

30

【0056】

そして、第1制御部512に設けられた第1ゲート信号生成部5124は、搬送波生成部5123から入力されてくる第1搬送波と、ステップ110で生成された第1変調波とを比較する(ステップ111)。そして、第1ゲート信号生成部5124は、第1搬送波と第1変調波との比較に基づいて、第1電源部511の第1インバータ回路5113で用いる第1ゲート信号を生成する(ステップ112)。

40

【0057】

ステップ112が終了すると、第1昇圧制御部5121は、 N を1だけインクリメントすることで $N = N + 1$ に設定し(ステップ113)、さらに $N = 10$ となったか否かを判断する(ステップ114)。ステップ114で否定の判断(NO)を行った場合は、上述したステップ101へと戻って処理を続行する。一方、ステップ114で肯定の判断(YES)を行った場合、第1昇圧制御部5121は、 N をリセットして $N = 0$ に設定し(ステップ115)、上述したステップ101へと戻って処理を続行する。

【0058】

50

他方、第2制御部522では、第1制御部512が作成した指令値（第2電流指令値および第2昇圧電圧指令値）を読み込む（ステップ202）。

【0059】

次に、第2制御部522に設けられた第2昇圧制御部5221は、 $N = 0$ であるか否かを判断する（ステップ203）。ステップ203で否定の判断（NO）を行った場合は、後述するステップ205へと進む。一方、ステップ203で肯定の判断（YES）を行った場合、第2昇圧制御部5221は、ステップ105で算出され、ステップ202で読み込んだ第2昇圧電圧指令値に基づき、第2電源部521に設けられた第2昇圧回路5212の昇圧を制御する（ステップ204）。

【0060】

続いて、第2制御部522に設けられた第2電流制御部5222は、図示しない電流センサから第2電源部521の第2出力電流 I_oB を測定して得た第2出力電流値 I_fB を取り込む（ステップ205）。そして、第2電流制御部5222は、ステップ205で取り込んだ第2出力電流値 I_fB と、ステップ104で算出され、ステップ202で読み込んだ第2電流指令値とに基づき、第2電源部521での出力電流の目標値となる、第2出力電流目標値を算出する（ステップ206）。また、第2電流制御部5222は、第2出力電流値 I_fB がステップ206で算出した第2出力電流目標値と一致するように、第2電源部521（より具体的には第2インバータ回路5213）でのPWM制御に用いる第2変調波を生成する（ステップ207）。

【0061】

また、第2制御部522に設けられた位相遅延部5223は、第1制御部512の搬送波生成部5123から入力されてくる第1搬送波の位相を例えば $1/2$ 周期だけ遅延処理する（遅延させる）ことで、第2搬送波を生成する（ステップ208）。

【0062】

そして、第2制御部522に設けられた第2ゲート信号生成部5224は、位相遅延部5223から入力されてくる第2搬送波と、ステップ207で生成された第2変調波とを比較する（ステップ209）。そして、第2ゲート信号生成部5224は、第2搬送波と第2変調波との比較に基づいて、第2電源部521の第2インバータ回路5213で用いる第2ゲート信号を生成する（ステップ210）。

【0063】

ステップ210が終了すると、第2昇圧制御部5221は、 N を1だけインクリメントすることで $N = N + 1$ に設定し（ステップ211）、さらに $N = 10$ となったか否かを判断する（ステップ212）。ステップ212で否定の判断（NO）を行った場合は、上述したステップ201へと戻って処理を続行する。一方、ステップ212で肯定の判断（YES）を行った場合、第2昇圧制御部5221は、 N をリセットして $N = 0$ に設定し（ステップ213）、上述したステップ201へと戻って処理を続行する。

【0064】

[搬送波と変調波とゲート信号との関係]

図4は、実施の形態1における搬送波と変調波とゲート信号との関係を示す図である。ここで、図4の上段は、第1溶接用電源装置51（より具体的には第1ゲート信号生成部5124）における第1搬送波と第1変調波と第1ゲート信号との関係を示している。これに対し、図4の下段は、第2溶接用電源装置52（より具体的には第2ゲート信号生成部5224）における第2搬送波と第2変調波と第2ゲート信号との関係を示している。なお、図4の上段に示す第1ゲート信号の波形は、結果として、第1電源部511による第1出力電圧 V_oA の波形に対応しており、図4の下段に示す第2ゲート信号の波形は、結果として、第2電源部521による第2出力電圧 V_oB の波形に対応している。

【0065】

本実施の形態では、第1搬送波としてのこぎり波を用いており、第1搬送波を遅延処理してなる第2搬送波ものこぎり波となっている。そして、第2搬送波は、第1搬送波に対して、 $1/2$ 周期（ 180° ）だけ位相が遅れている。このため、得られる第2ゲート信

10

20

30

40

50

号（第2出力電圧V_{oB}）も、第1ゲート信号（第1出力電圧V_{oA}）に対し、1/2周期（180°）だけ位相が遅れている。

【0066】

[第1出力電圧と第1出力電流との関係]

図5は、第1電源部511が出力する第1出力電圧V_{oA}と第1出力電流I_{oA}との関係を示す図である。図5において、横軸は時間（sec）であり、縦軸は電流（A）および電圧（V）である。

【0067】

本実施の形態では、第1電源部511により出力される第1出力電圧V_{oA}が、PWM制御によってパルス状かつ離散的となる。ここで、本実施の形態では、第1電源部511の出力側に第1リアクトル5116が設けられることにより、第1出力電流I_{oA}が平滑化される。ただし、第1出力電流I_{oA}は、完全に平滑化されるのではなく、第1出力電圧V_{oA}の波形に対応したリプルが残存する。なお、リプルの大きさである i は、電圧の値をVとし、リアクトル（ここでは第1リアクトル5116）の値をLとしたとき、 $i = (V/L) \cdot dt$ で表される。したがって、リアクトルの値Lが小さくなるほど、リプルの大きさ i は大きくなる。

10

【0068】

なお、ここでは詳細な説明を行わないが、第2電源部521が出力する第2出力電圧V_{oB}および第2出力電流I_{oB}も、第1出力電圧V_{oA}および第1出力電流I_{oA}と同じ関係（図5に示す関係）を有している。このため、第2出力電流I_{oB}も、完全に平滑化されるのではなく、第2出力電圧V_{oB}の波形に対応したリプルが残存する。

20

【0069】

また、本実施の形態では、第1電源部511で用いる第1リアクトル5116と、第2電源部521で用いる第2リアクトル5216とに、同じ部品（同じリアクタンス成分を持つもの）を使用している。さらに、本実施の形態では、第1電源部511における第1インバータ回路5113の入力電圧（第1昇圧回路5112の出力電圧）と、第2電源部521における第2インバータ回路5213の入力電圧（第2昇圧回路5212の出力電圧）とが、同じ大きさに設定される。このため、第1電源部511が出力する第1出力電流I_{oA}におけるリプルの大きさ i と、第2電源部521が出力する第2出力電流I_{oB}におけるリプルの大きさ i とは、ほぼ同程度の大きさとなる。

30

【0070】

[第1出力電流と第2出力電流と溶接電流との関係]

図6は、実施の形態1における、第1出力電流I_{oA}と第2出力電流I_{oB}と溶接電流I_{oW}との関係を示す図である。ここで、図6(a)は、第1出力電流I_{oA}の生成に使用する第1搬送波と、第2出力電流I_{oB}の生成に使用する第2搬送波との位相を揃えた場合（第2出力電流I_{oB}の生成にも第1搬送波を用いた場合）を例示している。これに対し、図6(b)は、第1出力電流I_{oA}の生成に使用する第1搬送波と、第2出力電流I_{oB}の生成に使用する第2搬送波との位相を1/2周期だけずらした場合を例示している。なお、図6(a)に示す例は、従来のように、1つの電源部をPWM制御することによって、溶接電流I_{oW}を生成している場合と同じである。

40

【0071】

図6(a)に示す例では、第1出力電流I_{oA}と第2出力電流I_{oB}とが同位相であることから、両者のリプルの山と山とが重なり、且つ、両者のリプルの谷と谷とが重なる。その結果、第1出力電流I_{oA}と第2出力電流I_{oB}とを重畳して得られる溶接電流I_{oW}では、第1出力電流I_{oA}単体（あるいは第2出力電流I_{oB}単体）の2倍までリプルが大きくなってしまふ。

【0072】

一方、図6(b)に示す例では、第1出力電流I_{oA}と第2出力電流I_{oB}とが1/2周期だけ位相ずれていることから、両者のリプルの山と山とが重ならず、且つ、両者のリプルの谷と谷とも重ならないことになる。その結果、第1出力電流I_{oA}と第2出力電

50

流 $I_o B$ とを重畳して得られる溶接電流 $I_o W$ では、図 6 (a) に示す例よりもリプルの大きさが抑えられる。

【 0 0 7 3 】

[実施の形態 1 のまとめ]

以上説明したように、本実施の形態では、溶接用電源装置 5 0 に 2 つの電源部 (第 1 電源部 5 1 1 および第 2 電源部 5 2 1) を設けた。そして、これら第 1 電源部 5 1 1 および第 2 電源部 5 2 1 のそれぞれで行われる、PWM 制御における搬送波 (第 1 搬送波および第 2 搬送波) の位相をずらすようにした。

【 0 0 7 4 】

これにより、第 1 電源部 5 1 1 から出力される第 1 出力電流 $I_o A$ のリプルの位相と、第 2 電源部 5 2 1 から出力される第 2 出力電流 $I_o B$ のリプルの位相とをずらすことができる。その結果、第 1 出力電流 $I_o A$ と第 2 出力電流 $I_o B$ とを重畳して得られる溶接電流 $I_o W$ の揺れ (変動) を抑制することができる。このため、本実施の形態の手法を採用することにより、溶接電流 $I_o W$ の波形を電流指令値に近づけることができるとともに、溶接中のアーク切れを抑制することが可能になる。

10

【 0 0 7 5 】

< 実施の形態 2 >

実施の形態 1 では、溶接用電源装置 5 0 に設けられた第 1 電源部 5 1 1 が出力する第 1 出力電流 $I_o A$ の位相と、第 2 電源部 5 2 1 が出力する第 2 出力電流 $I_o B$ の位相とをずらすことで、これらを重畳してなる溶接電流 $I_o W$ の平坦化を図っていた。これに対し、本実施の形態では、溶接用電源装置 5 0 に設けられた第 1 電源部 5 1 1、第 2 電源部 5 2 1 のリアクトルの大きさを異ならせることで、パルスアーク溶接における溶接電流 $I_o W$ の立ち上がりの追従性を高めるようにしたものである。なお、本実施の形態において、実施の形態 1 と同様のものについては、同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

20

【 0 0 7 6 】

[溶接用電源装置の構成]

図 7 は、実施の形態 2 における溶接用電源装置 5 0 の概略構成を示す図である。

本実施の形態の溶接用電源装置 5 0 は、第 1 溶接用電源装置 5 1 と第 2 溶接用電源装置 5 2 とを備えている点で、実施の形態 1 と共通する。また、本実施の形態の第 1 溶接用電源装置 5 1 は、第 1 電源部 5 1 1 と第 1 制御部 5 1 2 とを備えている点で実施の形態 1 と共通する。さらに、本実施の形態の第 2 溶接用電源装置 5 2 は、第 2 電源部 5 2 1 と第 2 制御部 5 2 2 とを備えている点で実施の形態 1 と共通する。そして、本実施の形態の第 1 溶接用電源装置 5 1 は、実施の形態 1 で説明したものと同一構成である。これに対し、本実施の形態の第 2 溶接用電源装置 5 2 は、実施の形態 1 で説明したものと構成の一部が異なる。そこで、以下では、第 2 溶接用電源装置 5 2 について説明を行う。

30

【 0 0 7 7 】

[第 2 溶接用電源装置の構成]

上述したように、本実施の形態の第 2 溶接用電源装置 5 2 は、実施の形態 1 と同じく、第 2 出力電圧 $V_o B$ にて第 2 出力電流 $I_o B$ の出力を行う第 2 電源部 5 2 1 と、第 2 電源部 5 2 1 の動作を制御する第 2 制御部 5 2 2 とを備えている。

40

【 0 0 7 8 】

[第 2 電源部]

本実施の形態の第 2 電源部 5 2 1 は、実施の形態 1 と同様に、第 2 一次整流回路 5 2 1 1 と、第 2 昇圧回路 5 2 1 2 と、第 2 インバータ回路 5 2 1 3 と、第 2 変圧器 5 2 1 4 と、第 2 二次整流回路 5 2 1 5 とを備えている。ただし、本実施の形態の第 2 電源部 5 2 1 は、実施の形態 1 とは異なり、第 2 リアクトル 5 2 1 6 を備えていない。したがって、本実施の形態の場合、第 2 二次整流回路 5 2 1 5 の出力側の正極は、第 2 ケーブル (図示せず) および第 3 ケーブル (図示せず) を介して溶接トーチ 1 0 (溶接ワイヤ 1 0 0) に接続されることになる。なお、一般に溶接等で使用されるケーブル (ここでは第 1 ケーブル ~ 第 3 ケーブル) には、 $0.1 \mu H / m$ 程度のインダクタンス成分が存在する。したがっ

50

て、第2電源部521に接続される第2ケーブルの長さが10mあれば、そのインダクタンス成分は1 μ H程度となる。

【0079】

[第2制御部]

本実施の形態の第2制御部522は、実施の形態1と同様に、第2昇圧制御部5221と、第2電流制御部5222と、第2ゲート信号生成部5224とを備えている。ただし、本実施の形態の第2制御部522は、実施の形態1とは異なり、位相遅延部5223を備えていない。したがって、本実施の形態の場合、第2ゲート信号生成部5224には、第1制御部512に設けられた第1ゲート信号生成部5124と同じく、第1搬送波がそのまま入力されることになる。

10

【0080】

また、本実施の形態の第2制御部522は、指令ハイパスフィルタ5225（図7には「指令HPF」と記載）をさらに備えている点が、実施の形態1とは異なる。

【0081】

(指令ハイパスフィルタ)

指令ハイパスフィルタ5225には、第1制御部512に設けられた溶接波形制御部5120から、第2電流指令値が入力されてくる。ここで、指令ハイパスフィルタ5225のカットオフ周波数は、例えば1kHz程度とすることができ、減衰比は0.7程度とすることができる。そして、指令ハイパスフィルタ5225は、上記カットオフ周波数にて第2電流指令値を濾波し、濾波後の出力（第2電流指令値の高周波成分：微分値）を、第2電流制御部5222に出力する。

20

【0082】

指令ハイパスフィルタ5225のカットオフ周波数（1kHz）は、溶接機配線の寄生インダクタンス値と、負荷（アーク）抵抗によるLR回路の時定数（時定数はL/Rで規定される）とによって決まるものである。ここで、寄生インダクタンス値が上記のように1 μ H、アークの負荷抵抗値が数10m Ω であると想定すると、このLR回路の時定数（L/R）は0.1ms以下（周波数では10kHz以上）となる。また、指令ハイパスフィルタ5225の減衰率については、0.7に限られるものではなく、0.5程度であってもかまわない。

30

【0083】

[第1電源部と第2電源部との関係]

本実施の形態では、第1溶接用電源装置51に設けられる第1電源部511と、第2溶接用電源装置52に設けられる第2電源部521とが、異なる構成を有している。すなわち、第1電源部511はリアクトル（第1リアクトル5116）を備えているのに対し、第2電源部521はリアクトル（第2リアクトル5216）を備えていない。

【0084】

[溶接システムの動作]

では、本実施の形態の溶接システム1の動作を説明する。

第1溶接用電源装置51に設けられた第1電源部511において、第1一次整流回路5111は、商用交流電源から供給される三相交流を直流に変換する。次に、第1昇圧回路5112は、第1昇圧電圧指令値に基づく制御により、直流電圧を昇圧させて出力する。続いて、第1インバータ回路5113は、第1電流指令値に基づくPWM制御により、直流を交流に変換する。そして、第1変圧器5114が交流電圧を降圧させて出力し、第1二次整流回路5115が交流を直流に変換し、第1リアクトル5116にて平滑化した後、第1出力電流I_{oA}として出力する（第1電流出力工程に対応）。

40

【0085】

一方、第2溶接用電源装置52に設けられた第2電源部521において、第2一次整流回路5211は、商用交流電源から供給される三相交流を直流に変換する。次に、第2昇圧回路5212は、第2昇圧電圧指令値に基づく制御により、直流電圧を昇圧させて出力する。続いて、第2インバータ回路5213は、第2電流指令値に基づくPWM制御によ

50

り、直流を交流に変換する。そして、第2変圧器5214が交流電圧を降圧させて出力し、第2二次整流回路5215が交流を直流に変換し、第2出力電流 $I_o B$ として出力する（第2電流出力工程に対応）。

【0086】

ここで、本実施の形態では、第1電源部511における第1昇圧回路5112の制御に用いられる第1昇圧電圧指令値と、第2電源部521における第2昇圧回路5212の制御に用いられる第2昇圧電圧指令値とが、異なる値に設定される。より具体的には、第2昇圧電圧指令値は、第1昇圧電圧指令値よりも小さくなるように設定される。このため、第2昇圧回路5212の昇圧後の出力電圧（例えば300V）は、第1昇圧回路5112の昇圧後の出力電圧（例えば800V）よりも小さく設定される。

10

【0087】

また、本実施の形態では、第1電源部511における第1インバータ回路5113の制御に用いられる第1電流指令値と、第2電源部521における第2インバータ回路5213の制御に用いられる第2電流指令値とが、同じ値に設定される。ただし、第1電源部511では、第1電流指令値をそのまま用いたPWM制御を行う一方、第2電源部521では、第2電流指令値の微分値を用いたPWM制御を行う（ゲート信号生成工程に対応）。このため、第1電源部511が出力する第1出力電流 $I_o A$ および第2電源部521が出力する第2出力電流 $I_o B$ は、異なる大きさ且つ異なる波形に設定される。

【0088】

それから、第1電源部511から第1ケーブル（図示せず）を介して出力される第1出力電流 $I_o A$ 、および、第2電源部521から第2ケーブル（図示せず）を介して出力される第2出力電流 $I_o B$ は、合成されることで溶接電流 $I_o W$ となり、第3ケーブル（図示せず）を介して溶接トーチ10に供給される（溶接電流出力工程に対応）。なお、このとき第2電源部521に接続される第2ケーブル（図示せず）のインダクタンス成分が、第2出力電流 $I_o B$ の平滑化に寄与する。ただし、第2ケーブル（図示せず）のインダクタンス成分は、第1リアクトル5116のインダクタンス成分よりも小さい。そして、この溶接電流 $I_o W$ は、溶接トーチ10、溶接ワイヤ100およびアークを介して、被溶接物200に流れる。このとき、溶接ワイヤ100の先端が、アークにより溶融して溶滴となり、成長した溶滴が溶接ワイヤ100から離脱して被溶接物200へと移行し、被溶接物200の溶接が行われることになる。その結果、被溶接物200を、溶接ワイヤ100を用いて溶接してなる溶接物が得られる。

20

30

【0089】

[溶接電流の制御]

では、本実施の形態における溶接用電源装置50の制御について、より詳細な説明を行う。

図8は、実施の形態2における溶接用電源装置50の制御手順を示すフローチャートである。図8において、図中左側は第1溶接用電源装置51の制御手順を、また、図中右側は第2溶接用電源装置52の制御手順を、それぞれ示している。なお、これら第1溶接用電源装置51および第2溶接用電源装置52の制御は、時間的に並列に行われる。

【0090】

本制御の最初の状態において、回数 N は0（ $N=0$ ）に設定されているものとする。また、本制御の最初の状態において、第1制御部512に設けられた搬送波生成部5123は、周期が一定に設定された搬送波（第1搬送波）を出力しているものとする。なお、本制御の最初の状態において、第1溶接用電源装置51は制御割り込み待ちの状態にあり（ステップ301）、第2溶接用電源装置52も制御割り込み待ちの状態にある（ステップ401）。

40

【0091】

まず、第1制御部512に設けられた溶接波形制御部5120は、図示しない電圧センサから、溶接電圧 $V_o W$ を測定して得た溶接電圧値 $V_f W$ を取り込む（ステップ302）。また、溶接波形制御部5120は、上位の制御装置（図示せず）から、溶接波形指令値

50

を取り込む（ステップ 303）。

【0092】

そして、溶接波形制御部 5120 は、ステップ 302 で取り込んだ溶接電圧値 V_{fW} と、ステップ 303 で取り込んだ溶接波形指令値とに基づき、第 1 電源部 511 および第 2 電源部 521 に対する電流指令値を算出する（ステップ 304）。本実施の形態において、溶接波形制御部 5120 は、電流指令値として、第 1 電源部 511 に対する第 1 電流指令値と、第 2 電源部 521 に対する第 2 電流指令値とを算出する。なお、本実施の形態において、第 1 電流指令値および第 2 電流指令値は、電流指令値の大きさ（電流値）をそのまま維持したものとなっており、同じ内容となっている。例えば電流指令値の大きさが 700 (A) である場合、第 1 電流指令値は 700 (A) となり、第 2 電流指令値も 700 (A) となる。ただし、この第 2 電流指令値は指令ハイパスフィルタ 5225 により高周波成分のみが抽出されて、第 2 電流制御部 5222 に入力される。したがって、第 2 電流制御部 5222 に入力される実際の第 2 電流指令値は、第 1 電流指令値よりも小さな値となる。

10

【0093】

また、溶接波形制御部 5120 は、ステップ 302 で取り込んだ溶接電圧値 V_{fW} と、ステップ 303 で取り込んだ溶接波形指令値とに基づき、第 1 電源部 511 および第 2 電源部 521 に対する昇圧電圧指令値を算出する（ステップ 305）。本実施の形態において、溶接波形制御部 5120 は、昇圧電圧指令値として、第 1 電源部 511 に対する第 1 昇圧電圧指令値と、第 2 電源部 521 に対する第 2 昇圧電圧指令値とを算出する。なお、本実施の形態において、第 1 昇圧電圧指令値および第 2 昇圧電圧指令値は、異なる大きさとなっている。例えば、第 1 昇圧電圧指令値を 800 (V) とする場合、第 2 昇圧電圧指令値は第 1 昇圧電圧指令値よりも低い電圧をとり、その最小値は、三相交流 200 V 電源の場合には 282 V となる。

20

【0094】

次に、第 1 制御部 512 に設けられた第 1 昇圧制御部 5121 は、 $N = 0$ であるか否かを判断する（ステップ 306）。ステップ 306 で否定の判断 (NO) を行った場合は、後述するステップ 308 へと進む。一方、ステップ 306 で肯定の判断 (YES) を行った場合、第 1 昇圧制御部 5121 は、ステップ 305 で算出された第 1 昇圧電圧指令値に基づき、第 1 電源部 511 に設けられた第 1 昇圧回路 5112 の昇圧を制御する（ステップ 307）。

30

【0095】

続いて、第 1 制御部 512 に設けられた第 1 電流制御部 5122 は、図示しない電流センサから第 1 電源部 511 の第 1 出力電流 I_oA を測定して得た第 1 出力電流値 I_fA を取り込む（ステップ 308）。そして、第 1 電流制御部 5122 は、ステップ 308 で取り込んだ第 1 出力電流値 I_fA と、ステップ 304 で算出された第 1 電流指令値とに基づき、第 1 電源部 511 での出力電流の目標値となる、第 1 出力電流目標値を算出する（ステップ 309）。また、第 1 電流制御部 5122 は、第 1 出力電流値 I_fA がステップ 309 で算出した第 1 出力電流目標値と一致するように、第 1 電源部 511（より具体的には第 1 インバータ回路 5113）での PWM 制御に用いる第 1 変調波を生成する（ステップ 310）。

40

【0096】

そして、第 1 制御部 512 に設けられた第 1 ゲート信号生成部 5124 は、搬送波生成部 5123 から入力されてくる第 1 搬送波と、ステップ 310 で生成された第 1 変調波とを比較する（ステップ 311）。そして、第 1 ゲート信号生成部 5124 は、第 1 搬送波と第 1 変調波との比較に基づいて、第 1 電源部 511 の第 1 インバータ回路 5113 で用いる第 1 ゲート信号を生成する（ステップ 312）。

【0097】

ステップ 312 が終了すると、第 1 昇圧制御部 5121 は、 N を 1 だけインクリメントすることで $N = N + 1$ に設定し（ステップ 313）、さらに $N = 10$ となったか否かを判

50

断する（ステップ 3 1 4）。ステップ 3 1 4 で否定の判断（NO）を行った場合は、上述したステップ 3 0 1 へと戻って処理を続行する。一方、ステップ 3 1 4 で肯定の判断（YES）を行った場合、第 1 昇圧制御部 5 1 2 1 は、N をリセットして $N = 0$ に設定し（ステップ 3 1 5）、上述したステップ 3 0 1 へと戻って処理を続行する。

【0098】

他方、第 2 制御部 5 2 2 では、第 1 制御部 5 1 2 が作成した指令値（第 2 電流指令値および第 2 昇圧電圧指令値）を読み込む（ステップ 4 0 2）。

【0099】

次に、第 2 制御部 5 2 2 に設けられた第 2 昇圧制御部 5 2 2 1 は、 $N = 0$ であるか否かを判断する（ステップ 4 0 3）。ステップ 4 0 3 で否定の判断（NO）を行った場合は、後述するステップ 4 0 5 へと進む。一方、ステップ 4 0 3 で肯定の判断（YES）を行った場合、第 2 昇圧制御部 5 2 2 1 は、ステップ 3 0 5 で算出され、ステップ 4 0 2 で読み込んだ第 2 昇圧電圧指令値に基づき、第 2 電源部 5 2 1 に設けられた第 2 昇圧回路 5 2 1 2 の昇圧を制御する（ステップ 4 0 4）。

【0100】

また、第 2 制御部 5 2 2 に設けられた指令ハイパスフィルタ 5 2 2 5 は、ステップ 4 0 2 で読み込んだ第 2 電流指令値のハイパスフィルタ処理を行う（ステップ 4 0 5）。

【0101】

また、第 2 制御部 5 2 2 に設けられた第 2 電流制御部 5 2 2 2 は、図示しない電流センサから第 2 電源部 5 2 1 の第 2 出力電流 $I_o B$ を測定して得た第 2 出力電流値 $I_f B$ を取り込む（ステップ 4 0 6）。

【0102】

続いて、第 2 制御部 5 2 2 に設けられた第 2 電流制御部 5 2 2 2 は、ステップ 4 0 6 で取り込んだ第 2 出力電流値 $I_f B$ と、ステップ 4 0 5 で第 2 電流指令値をハイパスフィルタ処理して得た第 2 電流指令値の高周波成分（微分値）とに基づき、第 2 電源部 5 2 1 での出力電流の目標値となる、第 2 出力電流目標値を算出する（ステップ 4 0 8）。また、第 2 電流制御部 5 2 2 2 は、第 2 出力電流値 $I_f B$ の高周波成分がステップ 4 0 8 で算出した第 2 出力電流目標値と一致するように、第 2 電源部 5 2 1（より具体的には第 2 インバータ回路 5 2 1 3）での PWM 制御に用いる第 2 変調波を生成する（ステップ 4 0 9）。

【0103】

そして、第 2 制御部 5 2 2 に設けられた第 2 ゲート信号生成部 5 2 2 4 は、第 1 制御部 5 1 2 の搬送波生成部 5 1 2 3 から入力されてくる第 1 搬送波と、ステップ 4 0 9 で生成された第 2 変調波とを比較する（ステップ 4 1 0）。そして、第 2 ゲート信号生成部 5 2 2 4 は、第 2 搬送波と第 2 変調波との比較に基づいて、第 2 電源部 5 2 1 の第 2 インバータ回路 5 2 1 3 で用いる第 2 ゲート信号を生成する（ステップ 4 1 1）。

【0104】

ステップ 4 1 1 が終了すると、第 2 昇圧制御部 5 2 2 1 は、N を 1 だけインクリメントすることで $N = N + 1$ に設定し（ステップ 4 1 2）、さらに $N = 10$ となったか否かを判断する（ステップ 4 1 3）。ステップ 4 1 3 で否定の判断（NO）を行った場合は、上述したステップ 4 0 1 へと戻って処理を続行する。一方、ステップ 4 1 3 で肯定の判断（YES）を行った場合、第 2 昇圧制御部 5 2 2 1 は、N をリセットして $N = 0$ に設定し（ステップ 4 1 4）、上述したステップ 4 0 1 へと戻って処理を続行する。

【0105】

[搬送波と変調波とゲート信号との関係]

本実施の形態では、実施の形態 1 とは異なり、第 1 電源部 5 1 1 および第 2 電源部 5 2 1 の PWM 制御において、同じ搬送波（第 1 搬送波）を用いている。このため、第 1 電源部 5 1 1 の第 1 インバータ回路 5 1 1 3 で用いる第 1 ゲート信号、および、第 2 電源部 5 2 1 の第 2 インバータ回路 5 2 1 3 で用いる第 2 ゲート信号は、同位相となっている。その結果、第 1 電源部 5 1 1 が出力する第 1 出力電圧 $V_o A$ 、および、第 2 電源部 5 2 1 が

10

20

30

40

50

出力する第 2 出力電圧 $V_o B$ も、同位相となり、第 1 出力電流 $I_o A$ および第 2 出力電流 $I_o B$ も、同位相となる。

【 0 1 0 6 】

[電流指令値と第 1 出力電流と第 2 出力電流と溶接電流との関係]

図 9 は、電流指令値と第 1 出力電流 $I_o A$ と第 2 出力電流 $I_o B$ と溶接電流 $I_o W$ との関係を示す図である。ここで、図 9 (a) は、電流指令値 (第 1 電流指令値および第 2 電流指令値) を示している。また、図 9 (b) は、図 9 (a) に示す電流指令値に基づいて出力される第 1 出力電流 $I_o A$ および第 2 出力電流 $I_o B$ を示している。さらに、図 9 (c) は、図 9 (b) に示す第 1 出力電流 $I_o A$ および第 2 出力電流 $I_o B$ を重畳して得られる溶接電流 $I_o W$ を示している。なお、図 9 (a) ~ (c) のそれぞれにおいて、横軸は時間 (s e c) であり、縦軸は電流 (A) である。

10

【 0 1 0 7 】

[電流指令値]

図 9 (a) に示す例において、電流指令値は、時間 0 . 0 1 8 (s e c) ~ 0 . 0 2 (s e c) の間は、電流値が 1 0 0 (A) に設定され、これに続く時間 0 . 0 2 (s e c) ~ 0 . 0 2 2 (s e c) の間は、電流値が 7 0 0 (A) に設定される。したがって、時間 0 . 0 2 (s e c) は、電流値が 1 0 0 (A) から 7 0 0 (A) へと急増する移行タイミングとなる。なお、本実施の形態では、図 9 (a) に示す電流指令値が、第 1 電流制御部 5 1 2 2 には第 1 電流指令値として、また、第 2 電流制御部 5 2 2 2 には第 2 電流指令値として、それぞれ出力されることになる。

20

【 0 1 0 8 】

[第 1 出力電流および第 2 出力電流]

図 9 (b) に示す例において、実線は第 1 出力電流 $I_o A$ を、破線は第 2 出力電流 $I_o B$ を、それぞれ示している。

【 0 1 0 9 】

本実施の形態では、図 9 (a) に示す電流指令値 (第 1 電流指令値) に基づいて、第 1 電源部 5 1 1 の第 1 インバータ回路 5 1 1 3 が P W M 制御される。このため、第 1 電源部 5 1 1 から出力される第 1 出力電流 $I_o A$ は、基本的に、第 1 電流指令値にしたがって変化する。ただし、第 1 出力電流 $I_o A$ は、実際には、第 1 電流指令値に完全に追従することはできず、例えば上記移行タイミングにおいて、追従遅れが生じる。

30

【 0 1 1 0 】

一方、本実施の形態では、図 9 (a) に示す電流指令値 (第 2 電流指令値) を、指令ハイパスフィルタ 5 2 2 5 でハイパスフィルタ処理した第 2 電流指令値の高周波成分 (微分値) に基づいて、第 2 電源部 5 2 1 の第 2 インバータ回路 5 2 1 3 が P W M 制御される。このため、第 2 電源部 5 2 1 から出力される第 2 出力電流 $I_o B$ は、基本的に、第 2 電流指令値の微分値にしたがって変化する。それゆえ、第 2 出力電流 $I_o B$ は、例えば上記移行タイミングにおいて、パルス状に突出する。

【 0 1 1 1 】

ここで、本実施の形態では、第 1 電源部 5 1 1 に設けられた第 1 昇圧回路 5 1 1 2 による昇圧後の電圧 (直流 8 0 0 V) よりも、第 2 電源部 5 2 1 に設けられた第 2 昇圧回路 5 2 1 2 による昇圧後の電圧 (直流 3 0 0 V) を、小さく設定している。このため、第 2 出力電流 $I_o B$ の大きさは、第 2 昇圧回路 5 2 1 2 による昇圧後の電圧を第 1 昇圧回路 5 1 1 2 と同じ (8 0 0 V) にした場合と比べて、より小さくなる。

40

【 0 1 1 2 】

また、本実施の形態では、第 1 電源部 5 1 1 には第 1 リアクトル 5 1 1 6 を設ける一方、第 2 電源部 5 2 1 にはリアクトル (第 2 リアクトル 5 2 1 6) を設けていない。このため、第 1 出力電流 $I_o A$ には、第 1 リアクトル 5 1 1 6 のリアクタンス成分 (数 μH 程度) が作用する。これに対し、第 2 出力電流 $I_o B$ には、第 2 ケーブルのリアクタンス成分 (1 μH 程度) が作用する。したがって、第 2 出力電流 $I_o B$ には、第 1 出力電流 $I_o A$ よりも小さいリアクタンス成分が作用することになり、第 2 出力電流 $I_o B$ の変化を、第

50

1 出力電流 $I_o A$ よりも急峻に変化させることが可能になる。

【0113】

〔溶接電流〕

その結果、第1出力電流 $I_o A$ と第2出力電流 $I_o B$ とを重畳して得られる溶接電流 $I_o W$ は、図9(c)に示すように、第1出力電流 $I_o A$ 単体の場合と比べて、上記移行タイミングにおける電流値の変化が、より急峻となる。すなわち、電流指令値に対する溶接電流 $I_o W$ の追従性が高まる。

【0114】

〔実施の形態2のまとめ〕

以上説明したように、本実施の形態では、溶接用電源装置50に2つの電源部(第1電源部511および第2電源部521)を設けた。そして、第1電源部511には第1リアクトル5116を設ける一方、第2電源部521にはリアクトル(第2リアクトル5216)を設けないようにした。また、第1電源部511では電流指令値(第1電流指令値)に基づいてPWM制御を行うとともに、第2電源部521では電流指令値(第2電流指令値)の微分値に基づいてPWM制御を行うようにした。さらに、本実施の形態では、第2電源部521における第2インバータ回路5213の入力電圧を、第1電源部511における第1インバータ回路5113の入力電圧よりも低くするようにした。

【0115】

これにより、第1電源部511からは電流指令値(第1電流指令値)に追従する第1出力電流 $I_o A$ を出力できるとともに、第2電源部521からは電流指令値(第2電流指令値)の微分値に追従する第2出力電流 $I_o B$ を出力することができる。その結果、第1出力電流 $I_o A$ と第2出力電流 $I_o B$ とを重畳して得られる溶接電流 $I_o W$ において、電流値が急増する移行タイミングでの追従性を高めることができる。このため、本実施の形態の手法を採用することにより、溶接電流 $I_o W$ の波形を電流指令値に近づけることができるとともに、溶接中のアーク切れを抑制することが可能になる。

また、本実施の形態では、溶接電流 $I_o W$ の立ち上がりを急峻にできることから、溶接電流 $I_o W$ としてパルス電流を周期的に供給するパルスアーク溶接において特に有用となる。

【0116】

<その他>

なお、実施の形態1では、第1電源部511に対する第1搬送波の位相と、第2電源部521に対する第2搬送波の位相とを、 $1/2$ 周期(180°)ずらしていたが、これに限られない。すなわち、第1搬送波の位相と第2搬送波の位相とを、 0° 超 360° 未満の範囲でずらすようにすれば、第1搬送波および第2搬送波の位相を揃えた場合(位相差が 0° の場合)と比較して、溶接電流 $I_o W$ のリップルを低減する効果は生じる。

【0117】

また、実施の形態1では、溶接用電源装置50に2つの電源部(第1電源部511および第2電源部521)を設けていたが、電源部の数は2つに限られない。例えば溶接用電源装置50に x 個($x \geq 3$)の電源部を設けてもよい。この場合には、各電源部の位相を $360^\circ/x$ ずつずらすとよい。

【0118】

さらに、実施の形態2では、第2電源部521に第2リアクトル5216を設けていなかったが、設けてもかまわない。ただし、この場合には、第2リアクトル5216として、第1リアクトル5116よりもリアクトル成分が小さいものを用いることが必要となる。

【0119】

また、実施の形態1、2では、溶接用電源装置50を2つのユニット(第1溶接用電源装置51および第2溶接用電源装置52)で構成していたが、これに限られるものではなく、1つのユニットで構成してもかまわない。

【0120】

10

20

30

40

50

さらに、実施の形態 1、2 では、溶接用電源装置 50 を 2 つのユニット（第 1 溶接用電源装置 51 および第 2 溶接用電源装置 52）で構成するとともに、各ユニットに制御部（第 1 制御部 512、第 2 制御部 522）および電源部（第 1 電源部 511、第 2 電源部 521）を設けていたが、これに限られるものではない。例えば、2 つの電源ユニット（第 1 電源部 511、第 2 電源部 521）と 1 つの制御ユニット（第 1 制御部 512 および第 2 制御部 522）とを含む 3 つのユニットで構成してもかまわない。

【0121】

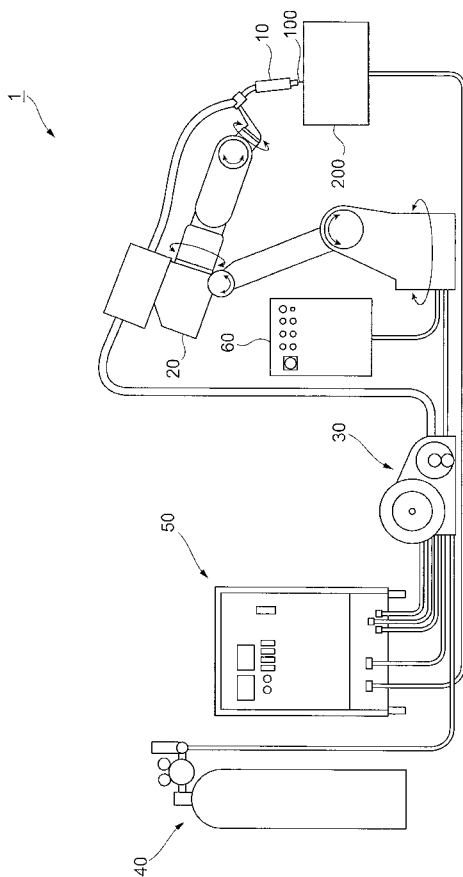
さらにまた、実施の形態 1、2 では、PWM 制御に用いる第 1 搬送波および第 2 搬送波を、のこぎり波としていたが、これに限られるものではなく、三角波等であってもよい。

【符号の説明】

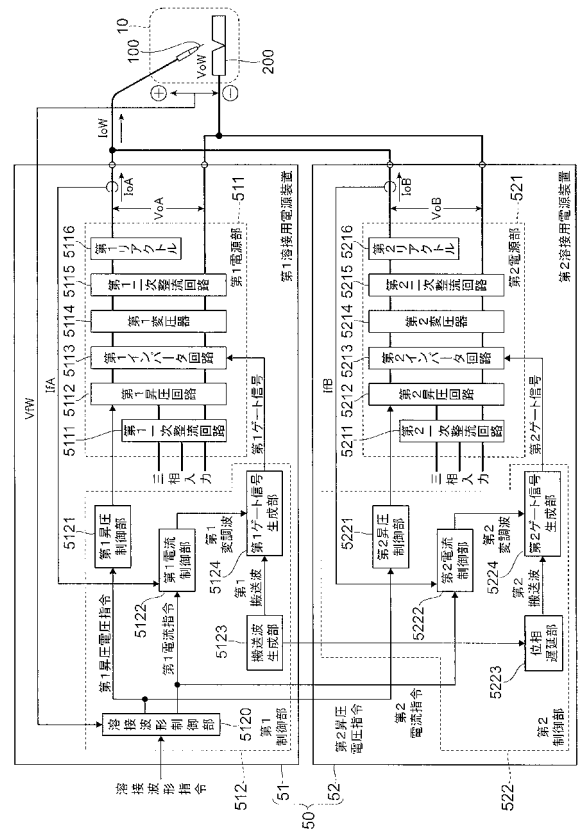
【0122】

1 ... 溶接システム、10 ... 溶接トーチ、20 ... ロボットアーム、30 ... ワイヤ送給装置、40 ... シールドガス供給装置、50 ... 溶接用電源装置、51 ... 第 1 溶接用電源装置、511 ... 第 1 電源部、512 ... 第 1 制御部、52 ... 第 2 溶接用電源装置、521 ... 第 2 電源部、522 ... 第 2 制御部、100 ... 溶接ワイヤ、200 ... 被溶接物

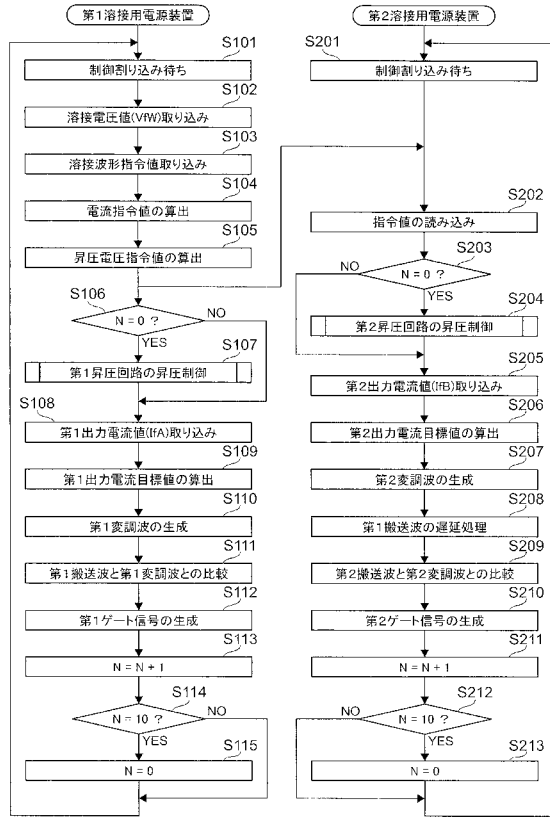
【図 1】



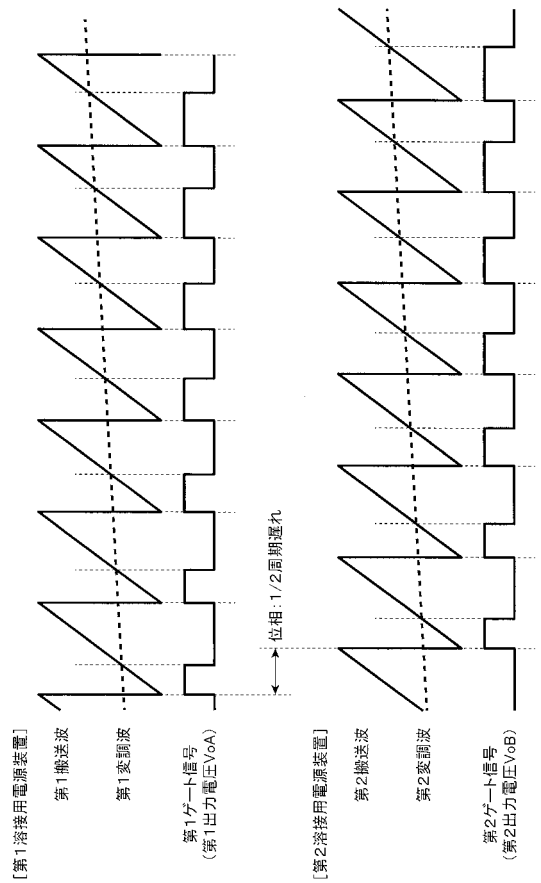
【図 2】



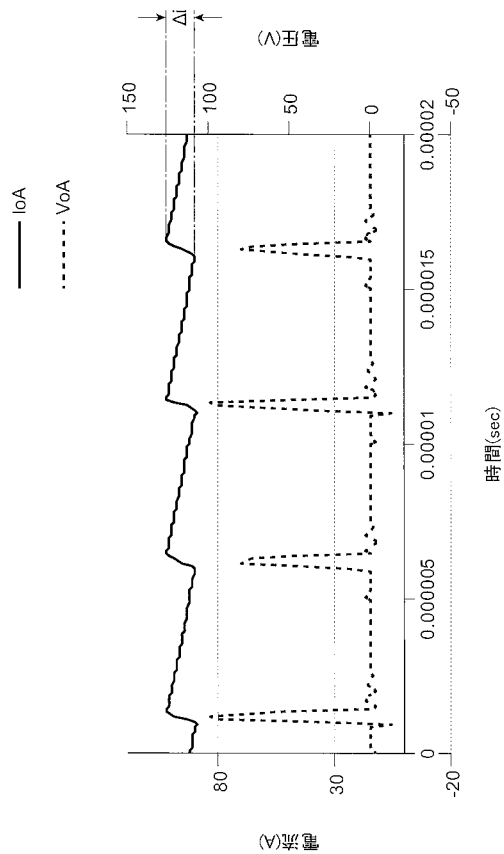
【 図 3 】



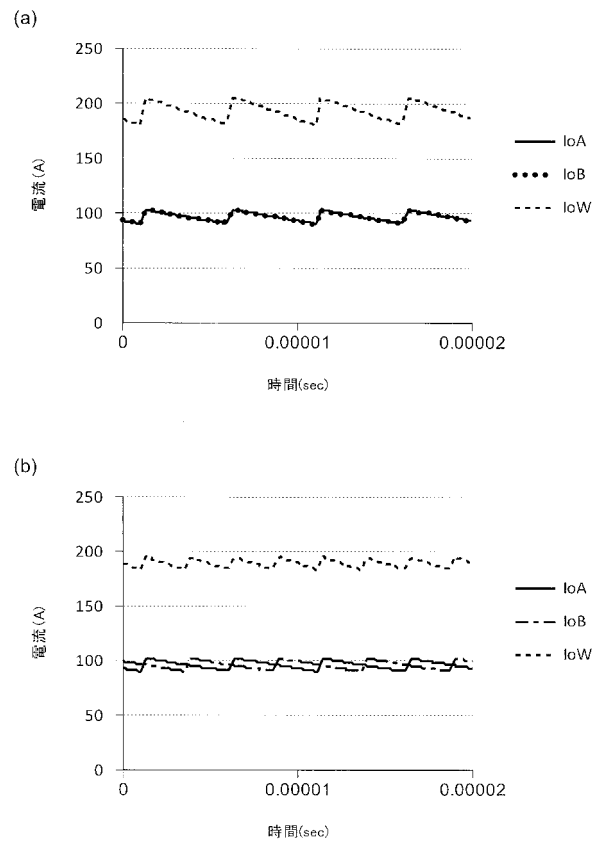
【 図 4 】



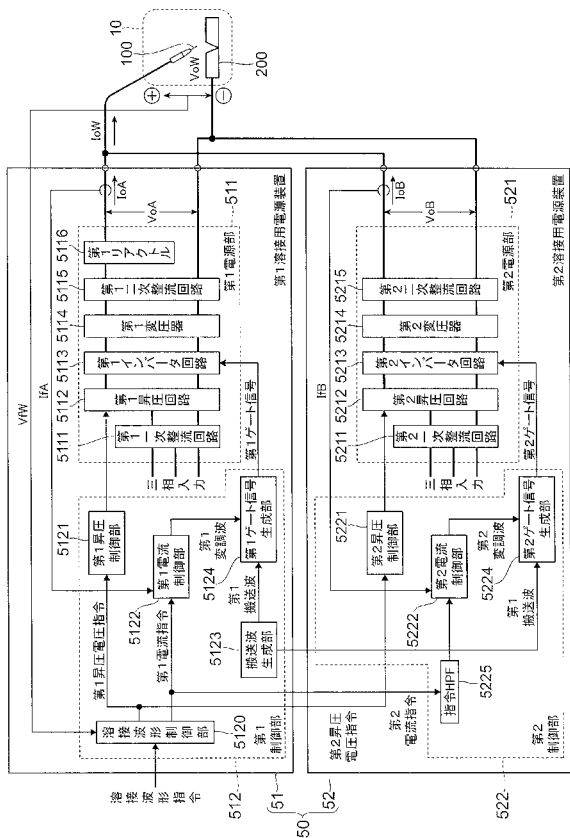
【 図 5 】



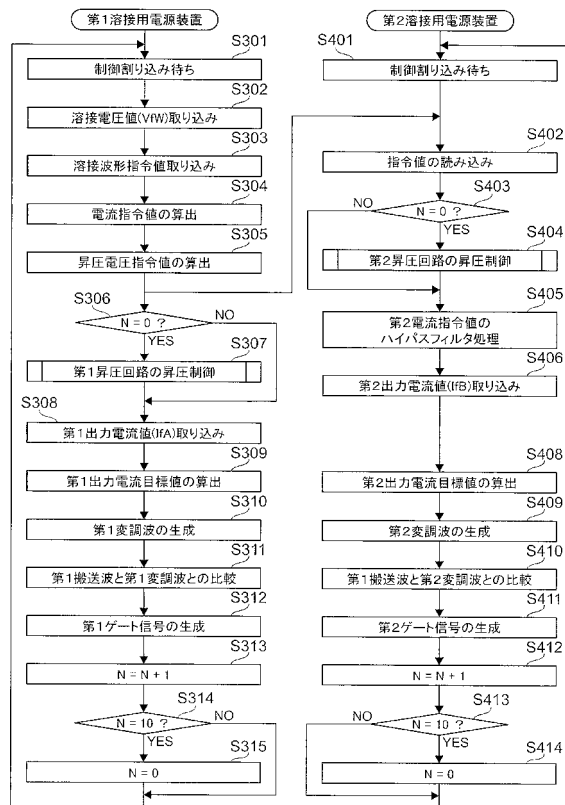
【 図 6 】



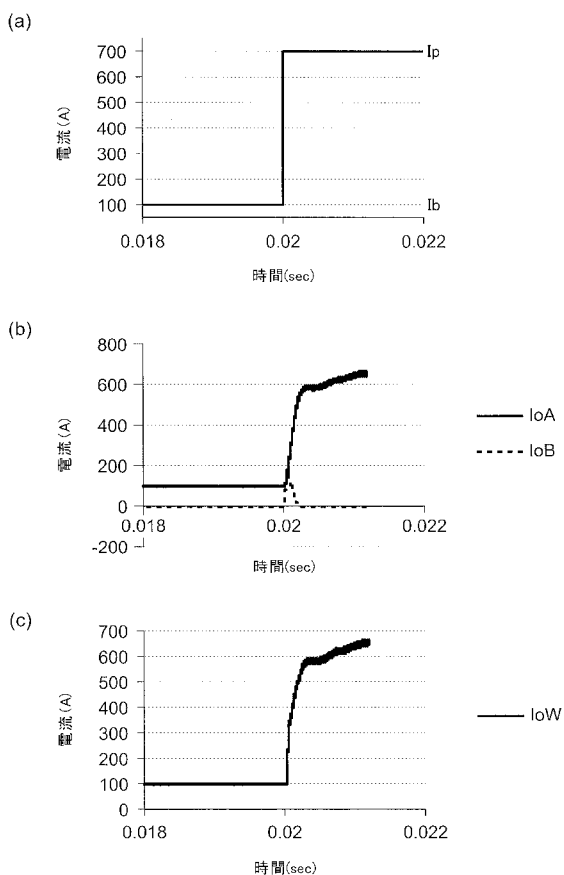
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 北村 佳昭

兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内

(72)発明者 戸田 亮

兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内

Fターム(参考) 4E082 AA01 CA01 DA01 EB11 EF02

5H770 AA05 AA29 BA20 CA01 CA02 DA01 DA14 DA22 DA26 DA30

EA03 EA07 EA25 GA20 HA02Y HA03Y HA03Z JA13Y JA13Z KA01Z