

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5609046号  
(P5609046)

(45) 発行日 平成26年10月22日 (2014. 10. 22)

(24) 登録日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)

(51) Int. Cl.	F I		
<b>B 2 5 J</b> 13/00 (2006. 01)	B 2 5 J	13/00	Z
<b>B 2 3 K</b> 9/12 (2006. 01)	B 2 3 K	9/12	3 3 1 K
<b>G 0 5 B</b> 19/05 (2006. 01)	B 2 3 K	9/12	C
	G 0 5 B	19/05	D

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-205476 (P2009-205476)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成21年9月7日 (2009. 9. 7)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2011-56589 (P2011-56589A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成23年3月24日 (2011. 3. 24)	(74) 代理人	100104732
審査請求日	平成24年3月21日 (2012. 3. 21)		弁理士 徳田 佳昭
		(74) 代理人	100120156
			弁理士 藤井 兼太郎
		(72) 発明者	池田 達也
			大阪府豊中市稲津町3丁目1番1号 パナソニック溶接システム株式会社内
		審査官	松浦 陽

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶接ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットと前記ロボットを制御するロボット制御装置とを備え、前記ロボット制御装置内にプログラブルロジックコントローラ部（以下、P L C 部という）と、溶接ロボットの動作を制御するロボット制御部と、溶接出力に関する情報を検出および/または演算する溶接制御部を有し、前記溶接出力に関する情報とロボット運転情報を、P L C 部においてシーケンス制御プログラムに基づいて処理する溶接ロボットであって、前記P L C 部でシーケンス制御プログラムに基づいて行われる処理は、前記溶接出力に関する情報の上限値の監視、前記溶接出力に関する情報の下限値の監視、および、前記溶接出力に関する情報のP L C 変数への格納を含み、前記ロボットの動作とは非同期に行われる溶接ロボット。

【請求項 2】

溶接出力に関する情報は、溶接電流、溶接電圧、短絡回数、ワイヤ送給速度、ワイヤ送給モータ電流の内の少なくとも1つを含む請求項1記載の溶接ロボット。

【請求項 3】

ロボット運転情報は、ロボット動作速度、エラー番号、ロボット稼働時間、溶接実行時間、教示プログラム実行回数の内の少なくとも1つを含む請求項1または2記載の溶接ロボット。

【請求項 4】

— P L C 部に設けられておりシーケンス制御プログラムに基づいてP L C 機能を実行する

PLC制御部を備え、ロボット制御装置内の記憶部に記憶されている溶接出力に関する情報とロボット運転情報を、前記ロボット制御部から前記PLC制御部へ送信して、前記溶接出力に関する情報と前記ロボット運転情報を前記PLC部でシーケンス制御プログラムに基づいて処理する請求項1から3のいずれか1項に記載の溶接ロボット。

【請求項5】

— PLC部に設けられておりシーケンス制御プログラムに基づいてPLC機能を実行するPLC制御部と、前記ロボット制御部と前記PLC制御部の両方に接続されたデュアルポートメモリとを備え、ロボット制御装置内の記憶部に記憶されている溶接出力に関する情報とロボット運転情報を、前記デュアルポートメモリを経由して前記ロボット制御部から前記PLC制御部へ送信して、前記溶接出力に関する情報と前記ロボット運転情報を前記PLC部でシーケンス制御プログラムに基づいて処理する請求項1から3のいずれか1項に記載の溶接ロボット。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プログラマブルロジックコントローラ（以下、PLCという）機能を内蔵した溶接ロボットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

PLCは、工場内の生産設備やエレベーターなどの電気機械をシーケンス制御するためのコンピュータであり、主に入出力を制御する装置である。溶接ロボットに溶接作業を行わせる際は、PLCからロボットへのシーケンス制御として、動作させるロボットプログラムの選択、ロボット運転起動、ロボット運転停止などのシーケンス制御を行う。そして、これとともに、PLCがロボットの周辺装置へのシーケンス制御として、ワーク搬送装置、ワーク供給装置、ワーククランプ装置、溶接アーク光の遮光装置などのシーケンス制御を行う。

20

【0003】

PLCのシーケンス制御とは、接点命令や出力命令などの入出力命令や、比較演算命令や算術演算命令などの演算命令などのシーケンス命令を、PLCのシーケンス制御プログラムとして登録し、実行させることにより、ロボットや周辺装置への入出力制御を行う。

30

【0004】

PLCのシーケンス制御プログラムは、多くの場合、パソコン上のソフトウェアにおいてラダー図などで作成され、パソコンとPLCを通信接続してPLCへ転送される。

【0005】

従来の産業用ロボットとして、PLC機能を内蔵しているものが知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1では、PLC機能をコンカレント入出力機能と呼称し、ロボットの入出力をシーケンサ機能と呼称しているが、このコンカレント入出力機能をロボット制御装置に内蔵し、ロボット動作やロボットのシーケンサ機能とは非同期に、コンカレント入出力機能が入出力制御を行っている。

【0006】

40

また、PLC機能をロボットの制御装置に内蔵し、ユーザによるシーケンスプログラムの変更によって、ユーザが表示させたいロボット制御装置側のデータを表示部に表示できるようにし、指示データによりユーザが表示させたいデータを簡単に切り換えて表示可能とし、ロボット制御装置側のデータ表示のための専用の表示部を別に設けることを不要としているものもある（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第3287304号公報

【特許文献2】特開2003-228418号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかし、従来の、PLC機能を内蔵している産業ロボットにおいて、ロボット制御装置内に溶接制御装置およびPLC機能の両方を内蔵した構成はなく、また、PLC機能はあくまで入出力状態に関するシーケンス制御を行う機能のみとなっており、溶接を行う溶接ロボットにおける溶接出力に関する情報やロボット運転情報をPLC機能でのシーケンス制御に取り込んで処理するといったことはできないという課題を有していた。

## 【0009】

例えば、溶接出力に関する情報の一つである溶接電流値をPLC機能で処理したい場合、溶接電流値を電流計などを用いてアナログ計測し、さらにアナログ-デジタル変換器を用いてデジタル化してPLC機能にパラレル入力させる必要があった。

## 【0010】

本発明は、PLC機能を内蔵し、溶接出力に関する情報とロボット運転情報の少なくとも一方を、PLC機能で動作するシーケンス制御プログラムで処理できる溶接ロボットを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

上記課題を解決するために、本発明の溶接ロボットは、ロボットと前記ロボットを制御するロボット制御装置とを備え、前記ロボット制御装置内にプログラマブルロジックコントローラ部（以下、PLC部という）と、溶接ロボットの動作を制御するロボット制御部と、溶接出力に関する情報を検出および/または演算する溶接制御部を有し、前記溶接出力に関する情報とロボット運転情報を、PLC部においてシーケンス制御プログラムに基づいて処理する溶接ロボットであって、前記PLC部でシーケンス制御プログラムに基づいて行われる処理は、前記溶接出力に関する情報の上限値の監視、前記溶接出力に関する情報の下限値の監視、および、前記溶接出力に関する情報のPLC変数への格納を含み、前記ロボットの動作とは非同期に行われるものである。

## 【0013】

また、本発明の溶接ロボットは、上記に加えて、溶接出力に関する情報は、溶接電流、溶接電圧、短絡回数、ワイヤ送給速度、ワイヤ送給モータ電流の内の少なくとも1つを含むものである。

## 【0014】

また、本発明の溶接ロボットは、上記に加えて、ロボット運転情報は、ロボット動作速度、エラー番号、ロボット稼働時間、溶接実行時間、教示プログラム実行回数の内の少なくとも1つを含むものである。

## 【0015】

また、本発明の溶接ロボットは、上記に加えて、PLC部に設けられておりシーケンス制御プログラムに基づいてPLC機能を実行するPLC制御部を備え、ロボット制御装置内の記憶部に記憶されている溶接出力に関する情報とロボット運転情報を、前記ロボット制御部から前記PLC制御部へ送信して、前記溶接出力に関する情報と前記ロボット運転情報を前記PLC部でシーケンス制御プログラムに基づいて処理するものである。

## 【0016】

また、本発明の溶接ロボットは、上記に加えて、PLC部に設けられておりシーケンス制御プログラムに基づいてPLC機能を実行するPLC制御部と、前記ロボット制御部と前記PLC制御部の両方に接続されたデュアルポートメモリとを備え、ロボット制御装置内の記憶部に記憶されている溶接出力に関する情報とロボット運転情報を、前記デュアルポートメモリを経由して前記ロボット制御部から前記PLC制御部へ送信して、前記溶接出力に関する情報と前記ロボット運転情報を前記PLC部でシーケンス制御プログラムに基づいて処理するものである。

## 【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

以上のように、本発明によれば、溶接ロボットを制御するロボット制御部と、P L C部を制御するP L C制御部とが相互に通信可能な構成により、溶接ロボットにおける溶接出力に関する情報とロボット運転情報の少なくとも一方を、溶接ロボットに内蔵するP L C部で動作するシーケンス制御プログラムに基づいて処理することが可能となる。

## 【 0 0 1 9 】

また、溶接出力に関する情報とロボット運転情報の少なくとも一方に関しての上限下限を監視する構成、外部ネットワークへ出力する構成、P L C変数への格納を可能とする構成、とすることにより、外部の計測器などを使用することなく溶接出力に関する情報もしくはロボット運転情報を処理することができ、かつ、ロボットの動作とは非同期にP L C機能が溶接出力に関する情報もしくはロボット運転情報を処理することができる。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 における溶接ロボットの概略構成を示す図

【 図 2 】 本発明の実施の形態 1 におけるラダープログラムの基本例を示す図

【 図 3 】 本発明の実施の形態 1 におけるラダープログラム例を示す図

【 図 4 】 本発明の実施の形態 1 におけるロボット教示プログラム例を示す図

【 図 5 】 本発明の実施の形態 1 における溶接出力データを処理するラダープログラム例を示す図

【 図 6 】 本発明の実施の形態 1 におけるロボット運転情報を処理するラダープログラム例を示す図

20

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 1 】

以下、本発明を実施するための形態について、図 1 から図 6 を用いて説明する。

## 【 0 0 2 2 】

( 実施の形態 1 )

図 1 において、25 は複数の関節軸を持ち関節軸はモータと減速機で構成されるロボットである。11 はロボット25を含むロボットシステム全体を制御するロボット制御装置である。

## 【 0 0 2 3 】

ロボット制御装置11において、17 はロボットシステム全体を制御するロボット制御部としてのロボットCPUであり、18 はロボット制御装置11を制御するためのロボット制御プログラムが格納される読み出し専用メモリのロボットROMであり、19 は作業者が教示した教示プログラムが格納され随時読み出し/書き込み可能なロボットRAMであり、20 はロボット25のモータを制御してロボット25の位置と姿勢を制御するためのロボット駆動部である。

30

## 【 0 0 2 4 】

また、24 は溶接対象となる溶接母材であり、22 は溶接母材24に対して供給される溶接ワイヤであり、23 は溶接ワイヤ22を供給するためのワイヤ送給モータを有するワイヤ送給装置である。

40

## 【 0 0 2 5 】

また、ロボット制御装置11において、21 はワイヤ送給装置23を制御するとともに溶接ワイヤ22に電圧を供給して溶接アークを発生させるとともに溶接出力を計測する溶接制御部である。13 は接点命令、出力命令などの入出力命令や比較演算命令、算術演算命令などの演算命令などのシーケンス命令で構成されたシーケンス制御プログラムを実行するP L C制御部としてのP L C - C P Uであり、14 はシーケンス制御を実行するためのシーケンス実行プログラムが格納される読み出し専用メモリのP L C - R O Mであり、15 は作業者が作成したシーケンス制御プログラムを格納する随時読み出し/書き込み可能なP L C - R A Mである。そして、P L C部28は、P L C - C P U13とP L C - R O M14とP L C - R A M15とを有している。

50

## 【 0 0 2 6 】

また、ロボット制御装置 1 1 において、1 2 はロボット制御装置 1 1 が図示しない外部周辺装置と入出力接続するための入出力端子であり、ロボット CPU 1 7 と PLC - CPU 1 3 の両方から制御可能である。ここで、入出力接続とは、ひとつの信号がひとつの入出力線で接続されるパラレル入出力のことであり、入出力線を接続するための複数の端子で構成され、比較的距離の近い周辺装置との接続を行う。

## 【 0 0 2 7 】

また、1 6 はロボット制御装置 1 1 が図示しない外部周辺装置と通信接続するための外部通信ポートであり、ロボット CPU 1 7 と PLC - CPU 1 3 の両方から制御可能である。ここで、通信接続とは、RS 2 3 2 C などのシリアル通信接続、イーサネット（登録商標）ケーブルでの LAN 接続のことであり、少ない接続線で比較的距離の離れた周辺装置との接続が可能であり、LAN 接続の場合は複数の周辺装置との通信が可能である。

## 【 0 0 2 8 】

また、2 7 はロボット CPU 1 7 と PLC - CPU 1 3 がデータのやり取りを行うためのデュアルポートメモリであり、デュアルポートメモリは互いの CPU からアクセス可能なメモリであり、2 つの CPU 間で通信を行うことができる。

## 【 0 0 2 9 】

2 6 は教示装置であり、ロボット制御装置 1 1 に接続され、ロボット 2 5 の動作や溶接条件の設定等を行うためのものである。

## 【 0 0 3 0 】

作業者は教示装置 2 6 を操作してロボット 2 5 を動作させ、教示点および動作命令を登録し、必要に応じて入出力制御、溶接制御などを行うためのロボットシーケンス命令を登録して教示プログラムを作成する。この教示プログラムは、ロボット RAM 1 9 に記憶される。通常、ロボット RAM 1 9 はバックアップ用電池などが接続されており、ロボット制御装置 1 1 の電源をオフしてもロボット RAM 1 9 に記憶された教示プログラムは消去されずに残っている。

## 【 0 0 3 1 】

ロボット 2 5 に溶接を行わせる場合には、作業者はロボット 2 5 の動作を教示した教示プログラムに溶接シーケンス命令を登録する。溶接シーケンス命令では、溶接開始点ではアーク ON 命令を登録し、溶接終了点ではアーク OFF 命令を登録する。

## 【 0 0 3 2 】

ロボット 2 5 が連続運転を行う場合には、ロボット CPU 1 7 はロボット ROM 1 8 に記憶されたロボット制御プログラムに従ってロボット RAM 1 9 から作業者が教示した教示プログラムを読み出し、解析しながら教示プログラムを実行する。

## 【 0 0 3 3 】

ロボット CPU 1 7 は、教示プログラムに登録されたロボット位置データにロボット 2 5 を動作させるための関節角度や動作軌跡を計算し、ロボット駆動部 2 0 に対して動作指令を行う。ロボット駆動部 2 0 は、ロボット 2 5 の関節を構成する図示しないモータに対して回転制御を行い、ロボット 2 5 を指令通りの位置に動作させる。

## 【 0 0 3 4 】

溶接を行う際には、ロボット CPU 1 7 は、ロボット ROM 1 8 に記憶されたロボット制御プログラムに従ってロボット RAM 1 9 から作業者が教示したアーク ON 命令、アーク OFF 命令等を読み出し、解釈しながら溶接制御を行う。アーク ON 命令の実行では、ロボット CPU 1 7 が溶接制御部 2 1 に対してアーク ON 指令を行う。溶接制御部 2 1 は、アーク ON 指令を受けると、溶接ワイヤ 2 2 および溶接母材 2 4 に対して溶接電圧を印加し、また、ワイヤ送給装置 2 3 に対してワイヤ送給制御を行うことにより溶接ワイヤ 2 2 は溶接母材 2 4 へ供給される。

## 【 0 0 3 5 】

溶接ワイヤ 2 2 が溶接母材 2 4 に対して連続的に短絡接触して高電流の溶接アークが発生することにより、溶接母材 2 4 が溶融し短絡溶接による金属接合が行われる。なお、パ

10

20

30

40

50

ルス溶接の場合は、溶接制御部 2 1 がパルス状の溶接電流を発生させるための電圧制御を行うことによりパルス状に溶接アークが発生し、溶接ワイヤ 2 2 から溶接母材 2 4 への溶滴移行が発生して金属接合が行われる。

【 0 0 3 6 】

アーク OFF 命令の実行では、ロボット CPU 1 7 が溶接制御部 2 1 に対してアーク OFF 指令を行う。溶接制御部 2 1 は、アーク OFF 指令を受けるとワイヤ送給装置 2 3 に対してワイヤ送給制御の停止を行い、これにより溶接ワイヤ 2 2 の溶接母材 2 4 に対する供給が停止し、また、溶接ワイヤ 2 2 と溶接母材 2 4 に対する溶接電圧の印加を停止することにより溶接が終了する。

【 0 0 3 7 】

なお、アーク溶接を行う場合には溶融金属の酸化を防止するためにアルゴンなどの不活性ガスを溶融金属部に供給する必要があるため、アーク ON する直前からアーク OFF 直後までガスを供給するのが一般的である。

【 0 0 3 8 】

次に、溶接出力に関する情報である溶接出力データの計測について説明する。

【 0 0 3 9 】

溶接出力とは溶接制御部 2 1 が溶接アークを発生させ金属接合を行った結果、溶接ワイヤ 2 2 と溶接母材 2 4 との間に流れた溶接電流、溶接ワイヤ 2 2 と溶接母材 2 4 との間の溶接電圧、溶接ワイヤ 2 2 が溶接母材 2 4 に連続的に接触したときの短絡回数、ワイヤ送給装置 2 3 が溶接ワイヤ 2 2 を送給したときのワイヤ送給速度、ワイヤ送給装置 2 3 が溶接ワイヤ 2 2 を送給するために回転させたワイヤ送給モータに流れたワイヤ送給モータ電流等のこと指す。

【 0 0 4 0 】

溶接電流については、溶接制御部 2 1 内に図示しない電流測定用変流器（カレント・トランス）が内蔵されており、溶接電流を計測する。なお、電流計測が可能な装置であれば電流測定用変流器でなくてもよい。

【 0 0 4 1 】

溶接電圧については、溶接制御部 2 1 内に図示しない電位差計が内蔵されており、溶接電圧を計測する。なお、電圧計測が可能な装置であれば電位差計でなくてもよい。

【 0 0 4 2 】

短絡回数については、電圧計測の仕組みにより計測された電圧が 0 V と計測されたとき、溶接ワイヤ 2 2 と溶接母材 2 4 が短絡状態にあると判定し、アーク発生して電圧が上昇したときに短絡解放であると判定し、短絡した後に短絡が開放すると短絡回数 1 回とカウントする。通常は、1 秒間に溶接ワイヤ 2 2 と溶接母材 2 4 が短絡した回数を短絡回数として計測する。

【 0 0 4 3 】

ワイヤ送給速度については、ワイヤ送給装置 2 3 を構成する図示しないワイヤ送給モータに図示しないエンコーダが取り付けられており、このエンコーダの出力に基づいてワイヤ送給モータの回転速度を計測し、ワイヤ送給モータの回転速度からワイヤ送給速度を溶接制御部 2 1 で計算して計測値とする。もしくは、ワイヤ送給モータが図示しないサーボモータで構成される場合には、ワイヤ送給モータ回転速度指令値と実際のモータ回転速度との差はほとんど無いので、ワイヤ送給モータ回転速度を計算するための元となっているワイヤ送給速度指令値を計測値としても良い。

【 0 0 4 4 】

ワイヤ送給モータ電流については、溶接制御部 2 1 内に溶接電流用とは別の図示しない電流測定用変流器（カレント・トランス）が内蔵され、ワイヤ送給モータに流れる電流を計測する。なお、電流計測が可能な装置であれば電流測定用変流器でなくてもよい。

【 0 0 4 5 】

なお、これら溶接出力データのサンプリング周期については、溶接制御部 2 1 が溶接波形を制御するための制御周期に同期している。例えば、溶接波形の制御周期が 2 0 K H z

10

20

30

40

50

である場合、溶接出力のサンプリング周期は  $50 \mu s$  となる。

【0046】

溶接制御部 21 が計測した溶接出力データは、ロボット CPU 17 が溶接制御部 21 より読み出し、ロボット RAM 19 に一時的に記録される。ロボット CPU 17 は、PLC - CPU 13 からの指令により、 $50 \mu s$  ごとの溶接出力データの平均化計算を行う。例えば、PLC - CPU 13 からの指令が  $500 ms$  であった場合、 $50 \mu s$  ごとの溶接出力データに対して 10000 回分で平均計算する。

【0047】

次に、ロボット運転情報について説明する。

【0048】

ロボット動作速度は、教示プログラム内の動作命令に登録された動作速度とするか、もしくは、登録された動作速度に基づいてロボット駆動部 20 がロボット 25 を動作させたときのフィードバック値のいずれかとして選択可能である。動作命令に登録された動作速度の場合は指令値となり、加減速中の過渡状態は含まれない。フィードバック値の場合は加減速中の過渡状態が含まれる。

【0049】

エラー番号は、ロボット運転稼働中に何らかの異常要因で停止したとき、要因を番号で表したものを示す。例えば、ロボット 25 による溶接実行中にアーク切れが発生してロボット 25 が停止した場合、停止した要因がアーク切れであることを示す 0001 がエラー番号となる。

【0050】

ロボット稼働時間は、ロボット 25 が運転稼働中である合計時間を示す。作業者が教示プログラムを選択した状態で、ロボット制御装置 11 に対して起動指示を行ったとき、ロボット 25 の運転稼働が開始し、ロボット 25 の稼働時間のカウントを開始し、教示プログラムを最後まで実行するか、あるいは、作業者がロボット制御装置 11 に対して停止指示を行ったときにロボット 25 の稼働時間のカウントを停止する。このロボット 25 の稼働時間は、カウントを開始するたびにゼロクリアして開始するか、もしくはゼロクリアせずに積算してカウントするかは選択可能である。また、作業者が任意のタイミングでゼロクリアすることも可能である。

【0051】

溶接中時間は、ロボット 25 が溶接実行中である合計時間を示す。作業者が教示装置 26 を用いて溶接する教示プログラムを選択して起動指示を行い、アーク ON 命令を実行して溶接開始したときに溶接中時間のカウント開始し、アーク OFF 命令を実行して溶接が終了したときに溶接中時間のカウントを停止する。この溶接中時間は、カウントを開始するたびにゼロクリアして開始するか、もしくはゼロクリアせずに積算してカウントするかは選択可能である。また、作業者が任意のタイミングでゼロクリアすることが可能である。また、溶接中にロボット 25 を停止させた場合にもカウント停止し、再起動した場合にもカウントを開始する。

【0052】

教示プログラム実行回数は、作業者が教示プログラムを選択した状態で、ロボット制御装置 11 に対して起動指示を行ったときに、選択した教示プログラムの実行回数に 1 を加算する。この教示プログラム実行回数は、教示プログラムごとに記憶される。また、作業者が任意のタイミングでゼロクリアすることも可能である。

【0053】

これらのエラー番号、ロボット稼働時間、溶接中時間、教示プログラム実行回数等は、ロボット RAM 19 に記憶される。

【0054】

次に、PLC - CPU 13 がシーケンス制御プログラムを実行する仕組みを説明する。

【0055】

図 2 は基本的なシーケンス制御プログラムをラダー図で表したものである。ラダー図は

10

20

30

40

50

、ラダーロジックとも呼ばれ、多くのPLCで採用されているシーケンス制御プログラムの表現方法である。そして、シーケンス制御プログラムは論理回路とも呼ばれる。

【0056】

ロボット制御装置11に内蔵されているPLC部28のシーケンス制御プログラムは、作業者が教示装置26を用いて作成する、もしくは、図示しないPCなどの外部端末を用いてシーケンス制御プログラムを作成し、PCとロボット制御装置11を通信接続してロボット制御装置11に転送してもよい。

【0057】

作成されたシーケンス制御プログラムは、PLC-RAM15に格納される。PLC-RAM15は、バックアップ用電池などが接続されており、ロボット制御装置11の電源をオフしてもPLC-RAM15に記憶されたシーケンス制御プログラムは消去されずに残っている。

10

【0058】

図2の例では、IN001は入力回路1番、IN002は入力回路2番、OUT001は出力回路1番、OUT002は出力回路2番を表している。IN001がONすると、すなわち、入力回路1番が入力ありの状態にあると、OUT001がON、すなわち、出力回路1番が出力ありの状態になる。同様に、IN002がONするとOUT002がONする。

【0059】

図2において、LD回路はパラレル入力回路であり、IN(16)001で定義されるパラレル16bit入力端子から取り込まれる16bit数値がLD回路に格納され、SET-VAL回路に渡される。SET-VAL回路は、渡された値を変数へ転送する回路である。なお、SET-VAL回路のD(16)001は、16bit整数型であるPLC変数であることを表し、001は変数番号を表す。LD回路から渡された16bit数値は、16bit整数型PLC変数D(16)001に格納される。

20

【0060】

図2において、LD-VAL回路は、PLC変数値を入力する回路を示し、PLC変数D(16)001の値が格納される。LD-VAL回路に格納された値は、MONITOR回路に渡される。MONITOR回路は、渡されたPLC変数D(16)001の値が下限と上限の範囲外にあるか否かを判定し、範囲内であれば真、範囲外であれば偽となる回路である。なお、MONITOR回路のMINに続く180という設定値は監視の下限を示し、MAXに続く220という設定値は監視の上限を示す。また、REに続くM001は内部リレー番号を示す。

30

【0061】

例えば、LD-VAL回路から渡されたPLC変数D(16)001の値が200である場合は、下限と上限の間にあるため、MONITOR回路の判定結果は真となり、内部リレーM001はONとなる。LD-VAL回路から渡されたPLC変数D(16)001の値が170である場合は、下限と上限の間にないため、MONITOR回路の判定結果は偽となり、内部リレーM001はOFFとなる。内部リレーM001がONとなったとき、入力回路M001がONとなり、出力回路OUT003がONとなる。出力回路OUT003には、例えば、図示しないランプやブザーなどが接続され、PLC変数D(16)001の値が範囲内にある場合は範囲内であることを示すランプ表示やブザー音が示され、PLC変数D(16)001の値が範囲外にある場合は範囲外であることを示すランプ表示やブザー音が示される。

40

【0062】

シーケンス制御プログラムおよびPLC変数は、PLC-RAM15に記憶される。シーケンス制御プログラムを解釈して実行するためのシーケンス実行プログラムは、PLC-ROM14に格納されている。PLC-CPU13は、PLC-ROM14に格納されたシーケンス実行プログラムに従いながらPLC-RAM15に記憶されたシーケンス制御プログラムを読み出して実行していく。そして、シーケンス制御プログラムの最終行ま

50

で実行すると、先頭行に戻って先頭行から繰り返しシーケンス制御プログラムを実行する。この実行サイクルは、P L C部 2 8の性能を現わす一つの指標であり、通常は決められたシーケンス制御プログラムのサイズに対する1サイクル時間で表され、例えば、1 0 0 0回路あたり1 0ミリ秒以内と表現される。

**【 0 0 6 3 】**

次に、溶接出力データおよびロボット運転情報を、P L C部 2 8に転送する仕組みについて説明する。

**【 0 0 6 4 】**

ロボットC P U 1 7は、溶接出力データおよびロボット運転情報をロボットR A M 1 9より読み出し、P L C - C P U 1 3に転送する。ロボットC P U 1 7は、デュアルポートメモリ 2 7にデータをライト（書き込み）した後、P L C - C P U 1 3にデータをライトしたことをP L C - C P U 1 3に対するC P U割り込みにより通知する。このC P U割り込みは、ハードウェア上で実現される。

**【 0 0 6 5 】**

P L C - C P U 1 3は、C P U割り込みによりデュアルポートメモリ 2 7にデータがライトされたことを検出し、データをリードすることにより通信が実現する。同様に、P L C - C P U 1 3からロボットC P U 1 7に対する通信もデュアルポートメモリ 2 7およびC P U割り込みにより実現される。

**【 0 0 6 6 】**

なお、ロボットC P U 1 7とP L C - C P U 1 3とが通信する仕組みは、前述のデュアルポートメモリ 2 7の経由以外に、高速シリアル通信など、通信が可能であれば方式は問わない。

**【 0 0 6 7 】**

また、ロボットC P U 1 7がP L C - C P U 1 3に溶接出力データおよびロボット運転情報を転送するタイミングについては、例えば1 m sごとといった周期的な転送や、P L C - C P U 1 3からロボットC P U 1 7へ要求し、ロボットC P U 1 7からP L C - C P U 1 3に応答する形で溶接出力データおよびロボット運転情報を転送してもよい。

**【 0 0 6 8 】**

P L C - C P U 1 3は、受信した溶接出力データおよびロボット運転情報をP L C - R A M 1 5に格納する。

**【 0 0 6 9 】**

ロボット制御装置 1 1に内蔵のP L C部 2 8は、標準的なシーケンス制御機能を備える。例えば、入出力制御の他に、P L C変数に対する四則演算、P L C変数値の平行出力、P L C変数値をタイムアップ設定値とするタイマ機能、P L C変数値をカウントアップとするカウンタ機能などを備える。これらの機能はP L C機能として一般的であるので、説明を省略する。

**【 0 0 7 0 】**

次に、P L C部 2 8のシーケンス制御プログラムに基づいて溶接出力データを処理する方法について図 3を用いて説明する。

**【 0 0 7 1 】**

図 3において、W E L D A M P回路は溶接電流を入力する回路を示し、A V Gに続く5 0 0という設定値は5 0 0 m s単位で平均化することを示す。平均時間は、P L C - C P U 1 3からロボットC P U 1 7に送信され、ロボットC P U 1 7が平均化計算を行い、5 0 0 m sごとにロボットC P U 1 7からP L C - C P U 1 3に送信される。P L C - C P U 1 3は受信した溶接電流平均値をW E L D A M P回路の入力として格納する。

**【 0 0 7 2 】**

次に、W E L D A M P回路に格納された溶接電流平均値は、M O N I T O R回路に渡される。M O N I T O R回路は、渡された値が下限と上限の範囲外にあるかを判定し、範囲内であれば真、範囲外であれば偽となる回路である。M O N I T O R回路のM I Nに続く1 8 0という設定値は監視の下限を示し、M A Xに続く2 2 0という設定値は監視の上限

10

20

30

40

50

を示す。REに続くM001は、内部リレー番号を示す。

#### 【0073】

例えば、WELDAMP回路から渡された溶接電流平均値が200アンペアである場合は、下限と上限の間にあるため、MONITOR回路の判定結果は真となり、内部リレーM001はONとなる。WELDAMP回路から渡された溶接電流平均値が170アンペアである場合は、下限と上限の間にないため、MONITOR回路の判定結果は偽となり、内部リレーM001はOFFとなる。内部リレーM001がONとなったときは入力回路M001がONとなり、出力回路OUT001がONとなる。出力回路OUT001には、例えば図示しないランプやブザーなどが接続され、溶接電流平均値が範囲内にある場合は正常を示すランプ表示やブザー音が示され、溶接電流が範囲外にある場合は異常を示すランプ表示やブザー音が示される。

10

#### 【0074】

次に、WELDAMP回路に格納された溶接電流平均値は、NET-OUT回路に渡される。NET-OUT回路は、渡された値をネットワーク出力する回路である。Portに続く番号は出力先を表し、例えばイーサネット（登録商標）ポートや、RS232CやUSBなどのシリアル通信ポート、パラレル通信ポートなどを表す。WELDAMP回路から渡された溶接電流平均値は、NET-OUT回路を通じてネットワーク出力される。例えばネットワーク出力先が図示しないPCなどであった場合は、PCは受信した溶接電流平均値のロギングやグラフ表示などを行う。

#### 【0075】

20

次に、WELDAMP回路に格納された溶接電流平均値は、SET-VAL回路に渡される。SET-VAL回路は、渡された値を変数へ転送する命令である。SET-VAL回路により16bit整数型PLC変数D(16)001に格納され、PLC-RAM15に記憶される。

#### 【0076】

次に、図4を用いて教示プログラムについて説明する。

#### 【0077】

図4はロボット教示プログラムの一例である。行番号1と行番号2のMOVE命令は、ロボット動作命令である。行番号3のIF命令は条件分岐命令であり、ラダープログラムのOUT回路によりOUT001がONされている状態で、図4のロボット教示プログラムの行番号3においてOUT001の内容が判定される。OUT001がONとなっている場合は行番号11のLABEL1にジャンプし、行番号12のHOLD命令が続けて実行されてロボットを停止する。OUT001がOFFとなっている場合は行番号4のMOVE命令が実行され、次に行番号5のEND命令が実行されてロボット教示プログラムの実行は終了する。

30

#### 【0078】

PLC部28のシーケンス制御プログラムで溶接電圧、短絡回数、ワイヤ送給速度、ワイヤ送給モータ電流等処理する方法について図5を用いて説明する。

#### 【0079】

図5において、WELDVOLT回路は、溶接電圧を入力する回路を示し、AVGに続く500という設定値は、500ms単位で平均化することを示す。平均時間は、PLC-CPU13からロボットCPU17に送信され、ロボットCPU17が平均化計算を行い、500msごとにロボットCPU17からPLC-CPU13に送信される。PLC-CPU13は、受信した溶接電圧平均値をWELDVOLT回路の入力として格納する。

40

#### 【0080】

次に、WELDVOLT回路に格納された溶接電圧平均値は、SET-VAL回路に渡される。SET-VAL回路は、渡された値を変数へ転送する回路である。SET-VAL回路のD(16)002は、16bit整数型であるPLC変数であることを表し、002は変数番号を表す。WELDVOLT回路から溶接電圧平均値は16bit整数型P

50

LC変数D(16)002に格納され、PLC-RAM15内のPLC変数に格納される。

【0081】

図5において、WELDSHORT回路は短絡回数を入力する回路を示し、SUMに続く1000という設定値は1000msごとに積算することを示す。積算時間は、PLC-CPU13からロボットCPU17に送信され、ロボットCPU17が積算を行い、1000msごとにロボットCPU17からPLC-CPU13に送信される。PLC-CPU13は受信した短絡回数積算値をWELDSHORT回路の入力として格納する。

【0082】

次に、WELDSHORT回路に格納された短絡回数積算値は、SET-VAL回路に渡され、WELDVOLT回路の場合と同様にPLC変数D(16)003に格納される。

10

【0083】

図5において、WELDWIRE-S回路はワイヤ送給速度を入力する回路を示し、AVGに続く500という設定値は500ms単位で平均化することを示す。平均時間はPLC-CPU13からロボットCPU17に送信され、ロボットCPU17が平均化計算を行い、500msごとにロボットCPU17からPLC-CPU13に送信される。PLC-CPU13は受信したワイヤ送給速度平均値をWELDWIRE-S回路の入力として格納する。

【0084】

20

次に、WELDWIRE-S回路に格納されたワイヤ送給速度平均値は、SET-VAL回路に渡され、WELDVOLT回路の場合と同様にPLC変数D(16)004に格納される。

【0085】

図5において、WELDWIRE-A回路はワイヤ送給モータ電流を入力する回路を示し、AVGに続く500という設定値は500ms単位で平均化することを示す。平均時間はPLC-CPU13からロボットCPU17に送信され、ロボットCPU17が平均化計算を行い、500msごとにロボットCPU17からPLC-CPU13に送信される。PLC-CPU13は、受信したワイヤ送給モータ電流平均値をWELDWIRE-A回路の入力として格納する。

30

【0086】

次に、WELDWIRE-A回路に格納されたワイヤ送給電流平均値は、SET-VAL回路に渡され、WELDVOLT回路の場合と同様にPLC変数D(16)005に格納される。

【0087】

同様に、PLC部28のシーケンス制御プログラムでロボット動作速度、エラー番号、ロボット稼働時間、溶接中時間、教示プログラム実行回数を処理する方法について、図6を用いて説明する。

【0088】

図6において、ROBOT-S回路はロボット動作速度を入力する回路を示し、AVGに続く500という設定値は500ms単位で平均化することを示す。平均時間はPLC-CPU13からロボットCPU17に送信され、ロボットCPU17が平均化計算を行い、500msごとにロボットCPU17からPLC-CPU13に送信される。PLC-CPU13は受信したロボット動作速度平均値をROBOT-S回路の入力として格納する。

40

【0089】

次に、ROBOT-S回路に格納されたロボット動作速度は、SET-VAL回路に渡され、PLC-RAM15内のPLC変数D(16)006に格納される。

【0090】

図6において、ROBOT-ERR回路はロボットエラー番号を入力する回路を示し、

50

NUMは番号データであることを示す。ロボットエラー発生時にロボットCPU17からPLC-CPU13にエラー番号が送信される。PLC-CPU13は、受信したロボットエラー番号をROBOT-ERR回路の入力として格納する。

【0091】

次に、ROBOT-ERR回路に格納されたロボットエラー番号はSET-VAL回路に渡され、PLC-RAM15内のPLC変数D(16)007に格納される。

【0092】

図6において、ROBOT-ON回路はロボット稼働時間を入力する回路を示し、HOURは単位が時間であることを示す。ロボット稼働時間は、ロボットCPU17からPLC-CPU13に時間が送信される。PLC-CPU13は、受信したロボット稼働時間をROBOT-ON回路の入力として格納する。

10

【0093】

次に、ROBOT-ON回路に格納されたロボット稼働時間は、SET-VAL回路に渡され、PLC-RAM15内のPLC変数D(16)008に格納される。

【0094】

図6において、ROBOT-W回路は、ロボット溶接時間を入力する回路を示し、HOURは単位が時間であることを示す。ロボット溶接時間は、ロボットCPU17からPLC-CPU13に時間が送信される。PLC-CPU13は受信したロボット溶接時間をROBOT-ON回路の入力として格納する。

【0095】

次に、ROBOT-W回路に格納されたロボット溶接時間は、SET-VAL回路に渡され、PLC-RAM15内のPLC変数D(16)009に格納される。

20

【0096】

図6において、ROBOT-EXE回路はプログラム実行回数を入力する回路を示し、ROBOT-EXE回路内のPr g 0001という設定値はProg 0001という教示プログラム名称であることを示す。教示プログラム名称は、PLC-CPU13からロボットCPU17に送信され、ロボットCPU17がプログラム実行回数カウントを行い、ロボットCPU17からPLC-CPU13に送信される。PLC-CPU13は受信したプログラム実行回数をROBOT-EXE回路の入力として格納する。

【0097】

次に、ROBOT-EXE回路に格納されたプログラム実行回数はSET-VAL回路に渡され、PLC-RAM15内のPLC変数D(16)010に格納される。

30

【0098】

以上のように、溶接出力データおよびロボット運転情報に対して、例えばMONITOR回路により上限や下限の範囲判定を行い、判定結果をOUT回路で出力することにより、図示しないランプ表示やブザー音を鳴らすなどの所望の動作を行わせることができる。

【0099】

また、範囲判定だけでなく、ネットワークへの出力や、PLC変数への転送が可能となる。

【0100】

また、PLC変数に溶接出力データおよびロボット運転情報を格納することにより、溶接出力データおよびロボット運転情報に対する四則演算、パラレル出力、タイマ機能、カウンタ機能などを使用することができる。

40

【0101】

なお、本実施の形態では、ロボット制御装置11に溶接制御部21を内蔵する例を示したが、溶接制御部21の機能を有する図示しない溶接電源装置をロボット制御装置11とは別に設け、この溶接電源装置で溶接出力データの検出や演算を行い、この溶接出力データを溶接電源装置からロボット制御装置11に送信してロボット装置11内で処理するようにしても良い。

【産業上の利用可能性】

50

## 【 0 1 0 2 】

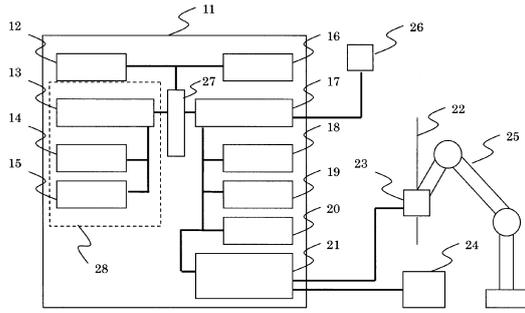
本発明の溶接ロボットは、溶接ロボットにおける溶接出力データとロボット運転情報の少なくとも一方を、溶接ロボットに内蔵する P L C 部で動作するシーケンス制御プログラムに基づいて処理することにより、溶接出力データの上限下限の監視、外部ネットワークへの出力、P L C 変数へ格納することができるので、溶接を行う溶接ロボットにおける溶接出力データやロボット運転情報を P L C 機能でのシーケンス制御に取り込んで処理する溶接ロボットとして産業上有用である。

## 【符号の説明】

## 【 0 1 0 3 】

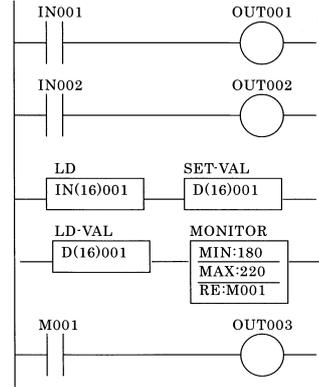
1 1	ロボット制御装置	10
1 2	入出力端子	
1 3	P L C - C P U	
1 4	P L C - R O M	
1 5	P L C - R A M	
1 6	外部通信ポート	
1 7	ロボット C P U	
1 8	ロボット R O M	
1 9	ロボット R A M	
2 0	ロボット駆動部	
2 1	溶接制御部	20
2 2	溶接ワイヤ	
2 3	ワイヤ送給装置	
2 4	溶接母材	
2 5	ロボット	
2 6	教示装置	
2 7	デュアルポートメモリ	
2 8	P L C 部	

【 図 1 】

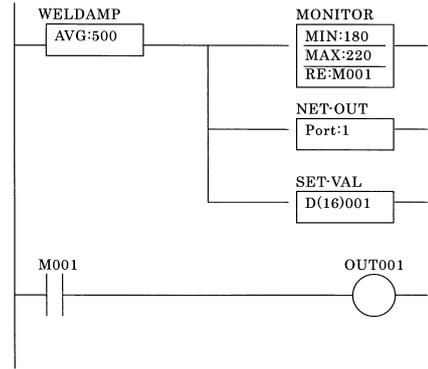


- 11 ロボット制御装置
- 12 入出力端子
- 13 PLC-CPU
- 14 PLC-ROM
- 15 PLC-RAM
- 16 外部通信ポート
- 17 ロボットCPU
- 18 ロボットROM
- 19 ロボットRAM
- 20 ロボット駆動部
- 21 溶接制御部
- 22 溶接ワイヤ
- 23 ワイヤ送給装置
- 24 溶接母材
- 25 ロボット
- 26 教示装置
- 27 デュアルポートメモリ
- 28 PLC部

【 図 2 】



【 図 3 】

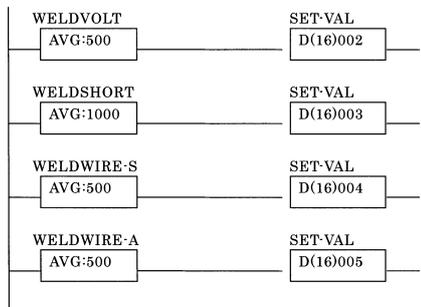


【 図 4 】

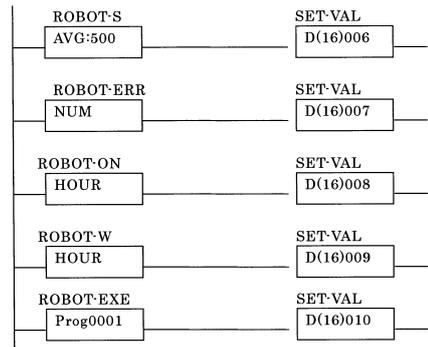
```

行番号1: MOVE P1
行番号2: MOVE P2
行番号3: IF OUT001=ON THEN JUMP LABEL01
行番号4: MOVE P3
行番号5: END
:
:
行番号11: LABEL01
行番号12: HOLD
  
```

【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-103485(JP,A)  
特開2006-007242(JP,A)  
特開2003-108208(JP,A)  
特開2003-228418(JP,A)  
特開平05-333910(JP,A)  
特開2005-342858(JP,A)  
特開平11-104831(JP,A)  
特開平01-169507(JP,A)  
特開平07-072920(JP,A)  
特開平10-128693(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02  
G05B 19/18 - 19/46  
B23K 9/12  
G05B 19/05