

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年9月20日(20.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/124145 A1

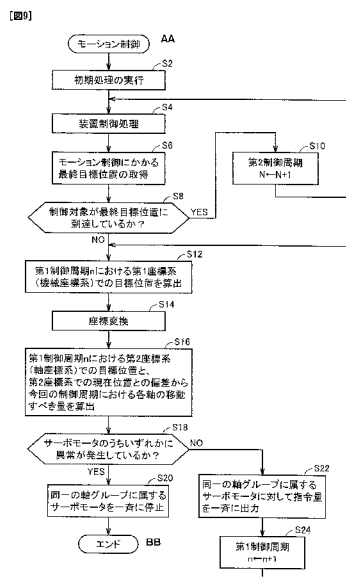
- (51) 国際特許分類:
G05B 19/18 (2006.01) G05B 19/042 (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/056781
- (22) 国際出願日: 2011年3月22日(22.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-056770 2011年3月15日(15.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): オムロン株式会社(OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 島村 純児 (SHIMAMURA, Junji), 白木 真二 (SHIRAKI, Shinji).

- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: COMPUTATION UNIT, ASSISTANCE UNIT, ASSISTANCE PROGRAM, RECORDING MEDIUM STORING ASSISTANCE PROGRAM, AND OPERATION METHOD IN ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 演算ユニット、支援装置、支援プログラム、支援プログラムを格納した記憶媒体、および、支援装置における動作方法



S2 Execution of initial processing
S4 Device control processing
S6 Acquisition of final target position of motion control
S8 Has control subject reached final target position?
S10 Second control cycle $N \leftarrow N+1$
S12 Calculate target position in first coordinate system (machine coordinate system) in first control cycle (n)
S14 Coordinate transformation
S16 Calculate amount to move each axis in current control cycle from deviation between current position in second coordinate system (axis coordinate system) and target position in second coordinate system in first control cycle (n)
S18 Is abnormality occurring in any servo motor?
S20 Stop all servo motors belonging to same axis group
S22 Batch output command values to servo motors belonging to same axis group
S24 First control cycle $n \leftarrow n+1$
AA Motion control
BB End

(57) Abstract: This computation unit contains: a target position calculation means that sequentially calculates first target positions in a first coordinate system with regard to the same motion operation; and a command value calculation means that calculates motion command values for a designated drive device during each control cycle of motion control by sequentially calculating second target positions in a second coordinate system corresponding to the first target position in accordance with a predetermined correspondence. Here, the second coordinate system is defined by a plurality of axes respectively associated with a plurality of motors that are involved in the same motion operation. The computation unit further contains an output means that batch outputs the respective motion command values for the plurality of motors during each control cycle of motion control.

(57) 要約: 演算ユニットは、同一のモーション動作に係る、第1の座標系における第1の目標位置を順次算出する目標位置算出手段と、予め定められた対応関係に従って、第1の目標位置に対応する第2の座標系における第2の目標位置を順次算出することで、指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を、モーション制御の制御周期毎に算出する指令値算出手段とを含む。ここで、第2の座標系は、同一のモーション動作に関与する複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義される。演算ユニットは、さらに、モーション制御の制御周期毎に、複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する出力手段を含む。



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

演算ユニット、支援装置、支援プログラム、支援プログラムを格納した記憶媒体、および、支援装置における動作方法

技術分野

[0001] 本発明は、モーション制御が可能なコントローラの演算ユニット、ならびに、それに向けられた支援装置、その支援装置を実現するための支援プログラム、その支援プログラムを格納した記憶媒体、および、その支援装置における動作方法に関する。

背景技術

[0002] プログラマブルロジックコントローラ（Programmable Logic Controller：以下「P L C」と称す。）は、たとえば、ユーザプログラムを実行する演算ユニット、外部のスイッチやセンサからの信号入力および外部のリレーやアクチュエータへの信号出力を担当する I O（Input Output）ユニットといった複数のユニットで構成される。それらのユニット間で、ユーザプログラム実行サイクルごとに、P L C システムバスおよび／またはフィールドネットワークを経由してデータの授受をしながら、P L C は制御動作を実行する。

[0003] 機械、設備などの動作の制御としては、モータの運動を制御するためのモーション制御が含まれる場合がある。このようなモーション制御の典型例としては、位置決めテーブルやロボットといったメカニカル機構の位置決めを行うようなアプリケーションが想定される。このようなアプリケーションでは、単一のメカニカル機構を複数のモータ（複数の軸）で構成しているような場合が多い。このような複数のモータ（複数の軸）を管理する方法として、非特許文献 1 では、座標変換や状態管理を行う単位として「軸グループ」を定義することが提案されている。

[0004] なお、上述のようなメカニカル機構を駆動するモーションコントローラで

は、モータの座標系（例えば、関節座標系など）と、メカニカル機構が有する座標系（例えば、機械座標系、ツール座標系、エンドエフェクタ座標系など）との間の幾何学的関係を表した座標変換式を用いて、メカニカル機構を所望の軌道で動作させるために必要なそれぞれのモータへの指令値をそれぞれ算出する必要があった。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1: Technical Specification PLCopen – Technical Committee 2 – Task Force, Function blocks for motion control (Formerly Part 1 and Part 2), PLCopen Working Draft, Version 1.99 – Release for comments – till August 16, 2010

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上述の非特許文献1では、軸グループを有効にするファンクションブロック、および、軸グループを無効にするファンクションブロックについて言及されており、これらのファンクションブロックを用いて、例えば直線補間を行う場合には、以下のような処理を用いて実現されることが開示されている。すなわち、軸グループを有効化する、軸グループの間で直線補間を行う、軸グループを無効化する。
- [0007] 非特許文献1では、このように軸グループが有効化されている期間中に可能な動作として、補間動作やギア動作などが例示されている。非特許文献1では、さらに、メカニカル機構とモータとの間の座標変換式をモーションコントローラが持つことを要求している。しかし、汎用モーションコントローラではあらゆるメカニカル機構に対応する座標変換式を用意することは不可能である。そのため、新しいメカニカル機構が導入されるたびに、新しい座標変換式を追加するためにモーションコントローラを改造しなければならず、時間およびコストの面で不利であった。

[0008] 本願発明は上記の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、複数の軸のモータからなる単一のメカニカル機構に対して、モーション制御を容易に実現できる演算ユニット、ならびに、それに向けられた支援装置および支援プログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明のある局面に従えば、モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットを提供する。演算ユニットは、複数のモータを制御するための、1つ以上の駆動装置と通信するためのインターフェイスと、同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置を指定するための情報を格納する記憶手段と、同一のモーション動作に係る、第1の座標系における第1の目標位置を順次算出する目標位置算出手段と、予め定められた対応関係に従って、第1の目標位置に対応する第2の座標系における第2の目標位置を順次算出することで、指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を、モーション制御の制御周期毎に算出する指令値算出手段とを含む。ここで、第2の座標系は、同一のモーション動作に関与する複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義される。演算ユニットは、さらに、モーション制御の制御周期毎に、複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する出力手段を含む。

[0010] 好ましくは、目標位置算出手段は、最終目標位置を取得する手段と、予め指定された規則に従って現在位置から最終目標位置までの軌道を算出する手段とを含む。

[0011] 好ましくは、演算ユニットは、複数のモータの運動についての状態をそれぞれ監視するとともに、複数のモータの運動のうちいずれかに異常が発生したことに応答して、複数のモータを一斉に停止させる監視手段をさらに含む。

[0012] さらに好ましくは、複数のモータの運動を一斉に停止させる方式は、現在位置と第1の目標位置との関係から決定される軌道を維持しつつ、速度を低下させる方式、対応する軸において許容される減速加速度で、複数のモータ

を互いに独立してそれぞれ停止させる方式、および、複数のモータに対応するそれぞれのモーション指令値を一斉にゼロにする方式のうち、いずれか１つである。

[0013] 好ましくは、指令値算出手段は、モーション制御の制御周期毎に繰返し実行される、第１の目標位置を第２の目標位置に変換する座標変換処理と、モーション制御の制御周期毎に繰返し実行される、現在位置と第２の目標位置との偏差からそれぞれのモーション指令値を算出する指令値算出処理とを含む。

[0014] 好ましくは、指令値算出手段は、モーション制御の制御周期の整数倍である周期毎に繰返し実行される、第１の目標位置を第２の目標位置に変換する座標変換処理と、モーション制御の制御周期毎に繰返し実行される、現在位置と第２の目標位置との偏差からそれぞれのモーション指令値を算出する指令値算出処理とを含み、指令値算出処理では、現在位置と第２の目標位置との間を補間することで、モーション制御の制御周期毎にそれぞれのモーション指令値が算出される。

[0015] この発明の別の局面に従えば、モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットで実行されるプログラムを作成するための支援装置を提供する。支援装置は、同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置の指定を受け付ける指定手段と、同一のモーション動作に係る、第１の座標系における第１の目標位置を順次算出するための命令を受け付ける命令入力手段と、第１の目標位置に対応する第２の座標系における第２の目標位置を算出するための対応関係を受け付ける対応関係入力手段とを含む。ここで、第２の座標系は、同一のモーション動作に関与する複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義される。支援装置は、さらに、入力された情報からプログラムを生成する生成手段を含む。演算ユニットは、複数のモータを制御するための、１つ以上の駆動装置と通信するように構成されており、プログラムを実行することで、第１の目標位置に対応する第２の目標位置を順次算出することで、指定された駆動装置に対するそれぞれのモーシ

ョン指令値を算出するとともに、モーション制御の制御周期毎に、複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する。

[0016] この発明のさらに別の局面に従えば、モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットで実行されるプログラムを作成するための支援プログラムを提供する。支援プログラムは、コンピュータを、同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置の指定を受け付ける指定手段と、同一のモーション動作に係る、第1の座標系における第1の目標位置を順次算出するための命令を受け付ける命令入力手段と、第1の目標位置に対応する第2の座標系における第2の目標位置を算出するための対応関係を受け付ける対応関係入力手段として機能させる。ここで、第2の座標系は、同一のモーション動作に関与する複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義される。支援プログラムは、さらに、入力された情報からプログラムを生成する生成手段として機能させる。演算ユニットは、複数のモータを制御するための、1つ以上の駆動装置と通信するように構成されており、プログラムを実行することで、第1の目標位置に対応する第2の目標位置を順次算出することで、指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を算出するとともに、モーション制御の制御周期毎に、複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する。

[0017] この発明のさらに別の局面に従えば、モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットで実行されるプログラムを作成するための支援プログラムを格納する記憶媒体を提供する。支援プログラムは、コンピュータを、同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置の指定を受け付ける指定手段と、同一のモーション動作に係る、第1の座標系における第1の目標位置を順次算出するための命令を受け付ける命令入力手段と、第1の目標位置に対応する第2の座標系における第2の目標位置を算出するための対応関係を受け付ける対応関係入力手段として機能させる。ここで、第2の座標系は、同一のモーション動作に関与する複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義される。支援プログラムは、さらに、入力された

情報からプログラムを生成する生成手段として機能させる。演算ユニットは、複数のモータを制御するための、１つ以上の駆動装置と通信するように構成されており、プログラムを実行することで、第１の目標位置に対応する第２の目標位置を順次算出することで、指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を算出するとともに、モーション制御の制御周期毎に、複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する。

[0018] この発明のさらに別の局面に従えば、モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットで実行されるプログラムを作成するための支援装置における動作方法を提供する。動作方法は、同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置の指定を受け付けるステップと、同一のモーション動作に係る、第１の座標系における第１の目標位置を順次算出するための命令を受け付けるステップと、第１の目標位置に対応する第２の座標系における第２の目標位置を算出するための対応関係を受け付けるステップとを含む。ここで、第２の座標系は、同一のモーション動作に関与する複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義される。動作方法は、さらに、入力された情報からプログラムを生成するステップを含む。演算ユニットは、複数のモータを制御するための、１つ以上の駆動装置と通信するように構成されており、プログラムを実行することで、第１の目標位置に対応する第２の目標位置を順次算出することで、指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を算出するとともに、モーション制御の制御周期毎に、複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、複数の軸のモータからなる単一のメカニカル機構に対して、モーション制御を容易に設定および監視できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の実施の形態に係るＰＬＣシステムの概略構成を示す模式図である。

[図2]本発明の実施の形態に係るＣＰＵユニットのハードウェア構成を示す模

式図である。

[図3]本発明の実施の形態に係るCPUユニットで実行されるソフトウェア構成を示す模式図である。

[図4]本発明の実施の形態に係るCPUユニットに接続して用いられるPLCサポート装置のハードウェア構成を示す模式図である。

[図5]本発明の実施の形態に係るCPUユニットに接続して用いられるPLCサポート装置のソフトウェア構成を示す模式図である。

[図6]モーション制御の一例として産業用ロボットを模式的に示す図である。

[図7]本発明の実施の形態に係る座標変換について説明するための図である。

[図8]本発明の実施の形態に係る座標変換について説明するための図である。

[図9]本発明の実施の形態に係るPLCのモーション制御に係る制御手順を示すフローチャートである。

[図10]本発明の実施の形態に係るPLCのモーション制御に係る機能ブロック図である。

[図11]本発明の実施の形態に係るPLCのCPUユニットで実行されるタスクについて説明するための図である。

[図12]図11に示す制御周期の変化に伴う制御応答性について説明するための図である。

[図13]本発明の実施の形態に係るPLCで実行される制御プログラムの生成を説明する模式図である。

[図14]図13に示す装置制御プログラムコードの一例を示す図である。

[図15]図13に示すグループ定義情報を設定するためのユーザインターフェイス画面500の一例を示す図である。

[図16]本発明の実施の形態に係るPLCサポート装置が提供する停止方法を指定するためのユーザインターフェイス画面の一例を示す図である。

[図17]図16においてそれぞれ選択されたモードに対応する停止動作を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰返さない。

[0022] < A. システム構成 >

本実施の形態に係る PLC は、モータの運動を制御するためのモーション制御機能を有する。まず、図 1 を参照して、本実施の形態に係る PLC 1 のシステム構成について説明する。

[0023] 図 1 は、本発明の実施の形態に係る PLC システムの概略構成を示す模式図である。図 1 を参照して、PLC システム SYS は、PLC 1 と、PLC 1 とフィールドネットワーク 2 を介して接続されるサーボモータドライバ 3-1, 3-2, ..., 3-n (以下「サーボモータドライバ 3」とも総称する。) およびリモート I/O ターミナル 5 と、フィールド機器である検出スイッチ 6 およびレー 7 とを含む。また、PLC 1 には、接続ケーブル 10 などを通じて PLC サポート装置 8 が接続される。

[0024] PLC 1 は、主たる演算処理を実行する CPU ユニット 13 と、1 つ以上の I/O ユニット 14 と、特殊ユニット 15 とを含む。これらのユニットは、PLC システムバス 11 を介して、データを互いに遣り取りできるように構成される。また、これらのユニットには、電源ユニット 12 によって適切な電圧の電源が供給される。なお、PLC 1 として構成される各ユニットは、PLC メーカーが提供するものであるので、PLC システムバス 11 は、一般に PLC メーカーごとに独自に開発され、使用されている。これに対して、後述するようにフィールドネットワーク 2 については、異なるメーカーの製品同士が接続できるように、その規格などが公開されている場合も多い。

[0025] PLC 1 の演算ユニットである CPU ユニット 13 の詳細については、図 2 を参照して後述する。

[0026] I/O ユニット 14 は、一般的な入出力処理に関するユニットであり、オン／オフといった 2 値化されたデータの入出力を司る。すなわち、I/O ユニット 14 は、検出スイッチ 6 などのセンサが何らかの対象物を検出している状

態（オン）および何らの対象物も検出していない状態（オフ）のいずれであるかという情報を収集する。また、ＩＯユニット１４は、リレー７やアクチュエータといった出力先に対して、活性化するための指令（オン）および不活性化するための指令（オフ）のいずれかを出力する。

[0027] 特殊ユニット１５は、アナログデータの入出力、温度制御、特定の通信方式による通信といった、ＩＯユニット１４ではサポートしない機能を有する。

[0028] フィールドネットワーク２は、ＣＰＵユニット１３と遣り取りされる各種データを伝送する。フィールドネットワーク２としては、典型的には、各種の産業用イーサネット（登録商標）を用いることができる。産業用イーサネット（登録商標）としては、たとえば、ＥｔｈｅｒＣＡＴ（登録商標）、Ｐｒｏｆｉｎｅｔ ＩＲＴ、ＭＥＣＨＡＴＲＯＬＩＮＫ（登録商標）－ＩＩＩ、Ｐｏｗｅｒｌｉｎｋ、ＳＥＲＣＯＳ（登録商標）－ＩＩＩ、ＣＩＰ Ｍｏｔｉｏｎなどが知られており、これらのうちのいずれを採用してもよい。さらに、産業用イーサネット（登録商標）以外のフィールドネットワークを用いてもよい。たとえば、モーション制御を行わない場合であれば、ＤｅｖｉｃｅＮｅｔ、ＣｏｍｐｏＮｅｔ／ＩＰ（登録商標）などを用いてもよい。本実施の形態に係るＰＬＣシステムＳＹＳでは、典型的に、本実施の形態においては、産業用イーサネット（登録商標）であるＥｔｈｅｒＣＡＴ（登録商標）をフィールドネットワーク２として採用する場合の構成について例示する。

[0029] なお、図１には、ＰＬＣシステムバス１１およびフィールドネットワーク２の両方を有するＰＬＣシステムＳＹＳを例示するが、一方のみを搭載するシステム構成を採用することもできる。たとえば、フィールドネットワーク２ですべてのユニットを接続してもよい。あるいは、フィールドネットワーク２を使用せずに、サーボモータドライバ３をＰＬＣシステムバス１１に直接接続してもよい。さらに、フィールドネットワーク２の通信ユニットをＰＬＣシステムバス１１に接続し、ＣＰＵユニット１３から当該通信ユニット

経由で、フィールドネットワーク 2 に接続された機器との間の通信を行うようにしてもよい。

[0030] サーボモータドライバ 3-1, 3-2, ..., 3-n は、フィールドネットワーク 2 を介して CPU ユニット 13 と接続されるとともに、CPU ユニット 13 からの指令値に従ってサーボモータ 4-1, 4-2, ..., 4-n (以下「サーボモータ 4」とも総称する。) をそれぞれ駆動する。サーボモータドライバ 3 は、モータを制御するための駆動装置に相当する。より具体的には、サーボモータドライバ 3 は、PLC 1 から一定周期で、位置指令値、速度指令値、トルク指令値といった指令値を受ける。また、サーボモータドライバ 3 は、サーボモータ 4 の軸に接続されている位置センサ (ロータリーエンコーダ) やトルクセンサといった検出器から、位置、速度 (典型的には、今回位置と前回位置との差から算出される)、トルクといったサーボモータ 4 の動作に係る実測値を取得する。そして、サーボモータドライバ 3 は、CPU ユニット 13 からの指令値を目標位置に設定し、実測値をフィードバック値として、フィードバック制御を行う。すなわち、サーボモータドライバ 3 は、実測値が目標位置に近づくようにサーボモータ 4 を駆動するための電流を調整する。なお、サーボモータドライバ 3 は、サーボモータアンプと称されることもある。

[0031] また、図 1 には、サーボモータ 4 とサーボモータドライバ 3 とを組み合わせたシステム例を示すが、その他の構成、たとえば、パルスモータとパルスモータドライバとを組み合わせたシステムを採用することもできる。

[0032] 図 1 に示す PLC システム SYS のフィールドネットワーク 2 には、さらに、リモート I/O ターミナル 5 が接続されている。リモート I/O ターミナル 5 は、基本的には、I/O ユニット 14 と同様に、一般的な入出力処理に関する処理を行う。より具体的には、リモート I/O ターミナル 5 は、フィールドネットワーク 2 でのデータ伝送に係る処理を行うための通信カプラ 52 と、1 つ以上の I/O ユニット 53 とを含む。これらのユニットは、リモート I/O ターミナルバス 51 を介して、データを互いに遣り取りできるように構成さ

れる。

[0033] なお、P L Cサポート装置 8 については後述する。

＜B. C P Uユニットのハードウェア構成＞

次に、図 2 を参照して、C P Uユニット 1 3 のハードウェア構成について説明する。図 2 は、本発明の実施の形態に係る C P Uユニット 1 3 のハードウェア構成を示す模式図である。図 2 を参照して、C P Uユニット 1 3 は、マイクロプロセッサ 1 0 0 と、チップセット 1 0 2 と、メインメモリ 1 0 4 と、不揮発性メモリ 1 0 6 と、システムタイマ 1 0 8 と、P L Cシステムバスコントローラ 1 2 0 と、フィールドネットワークコントローラ 1 4 0 と、U S Bコネクタ 1 1 0 とを含む。チップセット 1 0 2 と他のコンポーネントとの間には、各種のバスを介してそれぞれ結合されている。

[0034] マイクロプロセッサ 1 0 0 およびチップセット 1 0 2 は、典型的には、汎用的なコンピュータアーキテクチャに準じて構成される。すなわち、マイクロプロセッサ 1 0 0 は、チップセット 1 0 2 から内部クロックに従って順次供給される命令コードを解釈して実行する。チップセット 1 0 2 は、接続されている各種コンポーネントとの間で内部的なデータを遣り取りするとともに、マイクロプロセッサ 1 0 0 に必要な命令コードを生成する。さらに、チップセット 1 0 2 は、マイクロプロセッサ 1 0 0 での演算処理の実行の結果得られたデータなどをキャッシュする機能を有する。

[0035] C P Uユニット 1 3 は、記憶手段として、メインメモリ 1 0 4 および不揮発性メモリ 1 0 6 を有する。

[0036] メインメモリ 1 0 4 は、揮発性の記憶領域（R A M）であり、C P Uユニット 1 3 への電源投入後にマイクロプロセッサ 1 0 0 で実行されるべき各種プログラムを保持する。また、メインメモリ 1 0 4 は、マイクロプロセッサ 1 0 0 による各種プログラムの実行時の作業用メモリとしても使用される。このようなメインメモリ 1 0 4 としては、D R A M（Dynamic Random Access Memory）やS R A M（Static Random Access Memory）といったデバイスが用いられる。

- [0037] 一方、不揮発性メモリ 106 は、リアルタイム OS (Operating System)、PLC 1 のシステムプログラム、ユーザプログラム、モーション演算プログラム、システム設定パラメータといったデータを不揮発的に保持する。これらのプログラムやデータは、必要に応じて、マイクロプロセッサ 100 がアクセスできるようにメインメモリ 104 にコピーされる。このような不揮発性メモリ 106 としては、フラッシュメモリのような半導体メモリを用いることができる。あるいは、ハードディスクドライブのような磁気記録媒体や、DVD-RAM (Digital Versatile Disk Random Access Memory) のような光学記録媒体などを用いることもできる。
- [0038] システムタイマ 108 は、一定周期ごとに割り込み信号を発生してマイクロプロセッサ 100 に提供する。典型的には、ハードウェアの仕様によって、複数の異なる周期でそれぞれ割り込み信号を発生するように構成されるが、OS (Operating System) や BIOS (Basic Input Output System) などによって、任意の周期で割り込み信号を発生するように設定することもできる。このシステムタイマ 108 が発生する割り込み信号を利用して、後述するようなモーション制御サイクルごとの制御動作が実現される。
- [0039] CPU ユニット 13 は、通信回路として、PLC システムバスコントローラ 120 およびフィールドネットワークコントローラ 140 を有する。
- [0040] PLC システムバスコントローラ 120 は、PLC システムバス 11 を介したデータの遣り取りを制御する。より具体的には、PLC システムバスコントローラ 120 は、DMA (Dynamic Memory Access) 制御回路 122 と、PLC システムバス制御回路 124 と、バッファメモリ 126 とを含む。なお、PLC システムバスコントローラ 120 は、PLC システムバスコネクタ 130 を介して PLC システムバス 11 と内部的に接続される。
- [0041] バッファメモリ 126 は、PLC システムバス 11 を介して他のユニットへ出力されるデータ（以下「出力データ」とも称す。）の送信バッファ、および、PLC システムバス 11 を介して他のユニットから入力されるデータ（以下「入力データ」とも称す。）の受信バッファとして機能する。なお、

マイクロプロセッサ 100 による演算処理によって作成された出力データは、原始的にはメインメモリ 104 に格納される。そして、特定のユニットへ転送されるべき出力データは、メインメモリ 104 から読み出されて、バッファメモリ 126 に一次的に保持される。また、他のユニットから転送された入力データは、バッファメモリ 126 に一次的に保持された後、メインメモリ 104 に移される。

[0042] DMA 制御回路 122 は、メインメモリ 104 からバッファメモリ 126 への出力データの転送、および、バッファメモリ 126 からメインメモリ 104 への入力データの転送を行う。

[0043] PLC システムバス制御回路 124 は、PLC システムバス 11 に接続される他のユニットとの間で、バッファメモリ 126 の出力データを送信する処理および入力データを受信してバッファメモリ 126 に格納する処理を行う。典型的には、PLC システムバス制御回路 124 は、PLC システムバス 11 における物理層およびデータリンク層の機能を提供する。

[0044] フィールドネットワークコントローラ 140 は、フィールドネットワーク 2 を介したデータの遣り取りを制御する。すなわち、フィールドネットワークコントローラ 140 は、用いられるフィールドネットワーク 2 の規格に従い、出力データの送信および入力データの受信を制御する。上述したように、本実施の形態においては E t h e r C A T（登録商標）規格に従うフィールドネットワーク 2 が採用されるので、通常のイーサネット（登録商標）通信を行うためのハードウェアを含む、フィールドネットワークコントローラ 140 が用いられる。E t h e r C A T（登録商標）規格では、通常のイーサネット（登録商標）規格に従う通信プロトコルを実現する一般的なイーサネット（登録商標）コントローラを利用できる。但し、フィールドネットワーク 2 として採用される産業用イーサネット（登録商標）の種類によっては、通常の通信プロトコルとは異なる専用仕様の通信プロトコルに対応した特別仕様のイーサネット（登録商標）コントローラが用いられる。また、産業用イーサネット（登録商標）以外のフィールドネットワークを採用した場合

には、当該規格に応じた専用のフィールドネットワークコントローラが用いられる。

[0045] 本実施の形態に係る PLC 1 においては、フィールドネットワーク 2 を介して、サーボモータドライバ 3 と接続されるため、フィールドネットワーク 2 は、複数のモータを制御するための、1 つ異常の駆動装置と通信するためのインターフェイスに相当する。

[0046] バッファメモリ 146 は、フィールドネットワーク 2 を介して他の装置などへ出力されるデータ（このデータについても、以下「出力データ」と称す。）の送信バッファ、および、フィールドネットワーク 2 を介して他の装置などから入力されるデータ（このデータについても、以下「入力データ」とも称す。）の受信バッファとして機能する。上述したように、マイクロプロセッサ 100 による演算処理によって作成された出力データは、原始的にはメインメモリ 104 に格納される。そして、特定の装置へ転送されるべき出力データは、メインメモリ 104 から読み出されて、バッファメモリ 146 に一次的に保持される。また、他の装置から転送された入力データは、バッファメモリ 146 に一次的に保持された後、メインメモリ 104 に移される。

[0047] DMA 制御回路 142 は、メインメモリ 104 からバッファメモリ 146 への出力データの転送、および、バッファメモリ 146 からメインメモリ 104 への入力データの転送を行う。

[0048] フィールドネットワーク制御回路 144 は、フィールドネットワーク 2 に接続される他の装置との間で、バッファメモリ 146 の出力データを送信する処理および入力データを受信してバッファメモリ 146 に格納する処理を行う。典型的には、フィールドネットワーク制御回路 144 は、フィールドネットワーク 2 における物理層およびデータリンク層の機能を提供する。

[0049] USB コネクタ 110 は、PLC サポート装置 8 と CPU ユニット 13 とを接続するためのインターフェイスである。典型的には、PLC サポート装置 8 から転送される、CPU ユニット 13 のマイクロプロセッサ 100 で実

行可能なプログラムなどは、USBコネクタ 110 を介して PLC 1 に取込まれる。

[0050] < C. CPUユニットのソフトウェア構成 >

次に、図 3 を参照して、本実施の形態に係る各種機能を提供するためのソフトウェア群について説明する。これらのソフトウェアに含まれる命令コードは、適切なタイミングで読み出され、CPUユニット 13 のマイクロプロセッサ 100 によって実行される。

[0051] 図 3 は、本発明の実施の形態に係る CPUユニット 13 で実行されるソフトウェア構成を示す模式図である。図 3 を参照して、CPUユニット 13 で実行されるソフトウェアとしては、リアルタイム OS 200 と、システムプログラム 210 と、ユーザプログラム 236 との 3 階層になっている。

[0052] リアルタイム OS 200 は、CPUユニット 13 のコンピュータアーキテクチャに応じて設計されており、マイクロプロセッサ 100 がシステムプログラム 210 およびユーザプログラム 236 を実行するための基本的な実行環境を提供する。このリアルタイム OS は、典型的には、PLC のメーカーあるいは専門のソフトウェア会社などによって提供される。

[0053] システムプログラム 210 は、PLC 1 としての機能を提供するためのソフトウェア群である。具体的には、システムプログラム 210 は、スケジューラプログラム 212 と、出力処理プログラム 214 と、入力処理プログラム 216 と、シーケンス命令演算プログラム 232 と、モーション演算プログラム 234 と、その他のシステムプログラム 220 とを含む。なお、一般には出力処理プログラム 214 および入力処理プログラム 216 は、連続的（一体として）に実行されるので、これらのプログラムを、IO 処理プログラム 218 と総称する場合もある。

[0054] ユーザプログラム 236 は、ユーザにおける制御目的に応じて作成される。すなわち、PLC システム SYS を用いて制御する対象のライン（プロセス）などに応じて、任意に設計されるプログラムである。

[0055] 後述するように、ユーザプログラム 236 は、シーケンス命令演算プログ

ラム 2 3 2 およびモーション演算プログラム 2 3 4 と協働して、ユーザにおける制御目的を実現する。すなわち、ユーザプログラム 2 3 6 は、シーケンス命令演算プログラム 2 3 2 およびモーション演算プログラム 2 3 4 によって提供される命令、関数、機能モジュールなどを利用することで、プログラムされた動作を実現する。そのため、ユーザプログラム 2 3 6、シーケンス命令演算プログラム 2 3 2、およびモーション演算プログラム 2 3 4 を、制御プログラム 2 3 0 と総称する場合もある。

[0056] このように、CPU ユニット 1 3 のマイクロプロセッサ 1 0 0 は、記憶手段に格納されたシステムプログラム 2 1 0 およびユーザプログラム 2 3 6 を実行する。

[0057] 以下、各プログラムについてより詳細に説明する。

上述のユーザプログラム 2 3 6 は、上述したように、ユーザにおける制御目的（たとえば、対象のラインやプロセス）に応じて作成される。ユーザプログラム 2 3 6 は、典型的には、CPU ユニット 1 3 のマイクロプロセッサ 1 0 0 で実行可能なオブジェクトプログラム形式になっている。このユーザプログラム 2 3 6 は、PLC サポート装置 8 などにおいて、ラダー言語などによって記述されたソースプログラムがコンパイルされることで生成される。そして、生成されたオブジェクトプログラム形式のユーザプログラム 2 3 6 は、PLC サポート装置 8 から接続ケーブル 1 0 を介して CPU ユニット 1 3 へ転送され、不揮発性メモリ 1 0 6 などに格納される。

[0058] スケジューラプログラム 2 1 2 は、出力処理プログラム 2 1 4、入力処理プログラム 2 1 6、および制御プログラム 2 3 0 について、各実行サイクルでの処理開始および処理中断後の処理再開を制御する。より具体的には、スケジューラプログラム 2 1 2 は、ユーザプログラム 2 3 6 およびモーション演算プログラム 2 3 4 の実行を制御する。

[0059] 本実施の形態に係る CPU ユニット 1 3 では、モーション演算プログラム 2 3 4 に適した一定周期の実行サイクル（モーション制御サイクル）を処理全体の共通サイクルとして採用する。そのため、1 つのモーション制御サイ

クル内で、すべての処理を完了することは難しいので、実行すべき処理の優先度などに応じて、各モーション制御サイクルにおいて実行を完了すべき処理と、複数のモーション制御サイクルに亘って実行してもよい処理とが区分される。スケジューラプログラム 212 は、これらの区分された処理の実行順序などを管理する。より具体的には、スケジューラプログラム 212 は、各モーション制御サイクル期間内において、より高い優先度が与えられているプログラムほど先に実行する。

[0060] 出力処理プログラム 214 は、ユーザプログラム 236（制御プログラム 230）の実行によって生成された出力データを、PLCシステムバスコントローラ 120 および／またはフィールドネットワークコントローラ 140 へ転送するのに適した形式に再配置する。PLCシステムバスコントローラ 120 またはフィールドネットワークコントローラ 140 が、マイクロプロセッサ 100 からの、送信を実行するための指示を必要とする場合は、出力処理プログラム 214 がそのような指示を発行する。

[0061] 入力処理プログラム 216 は、PLCシステムバスコントローラ 120 および／またはフィールドネットワークコントローラ 140 によって受信された入力データを、制御プログラム 230 が使用するのに適した形式に再配置する。

[0062] シーケンス命令演算プログラム 232 は、ユーザプログラム 236 で使用されるある種のシーケンス命令が実行されるときに呼び出されて、その命令の内容を実現するために実行されるプログラムである。

[0063] モーション演算プログラム 234 は、ユーザプログラム 236 による指示に従って実行され、サーボモータドライバ 3 やパルスモータドライバといったモータドライバに対して出力する指令値を算出するプログラムである。

[0064] その他のシステムプログラム 220 は、図 3 に個別に示したプログラム以外の、PLC 1 の各種機能を実現するためのプログラム群をまとめて示したものである。その他のシステムプログラム 220 は、モーション制御サイクルの周期を設定するプログラム 222 を含む。

- [0065] モーション制御サイクルの周期は、制御目的に応じて適宜設定することができる。典型的には、モーション制御サイクルの周期を指定する情報をユーザがＰＬＣサポート装置８へ入力する。すると、その入力された情報は、ＰＬＣサポート装置８からＣＰＵユニット１３へ転送される。モーション制御サイクルの周期を設定するプログラム２２２は、ＰＬＣサポート装置８からの情報を不揮発性メモリ１０６に格納させるとともに、システムタイマ１０８から指定されたモーション制御サイクルの周期で割り込み信号が発生されるように、システムタイマ１０８を設定する。ＣＰＵユニット１３への電源投入時に、モーション制御サイクルの周期を設定するプログラム２２２が実行されることで、モーション制御サイクルの周期を指定する情報が不揮発性メモリ１０６から読み出され、読み出された情報に従ってシステムタイマ１０８が設定される。
- [0066] モーション制御サイクルの周期を指定する情報の形式としては、モーション制御サイクルの周期を示す時間の値や、モーション制御サイクルの周期に関する予め用意された複数の選択肢のうちから１つを特定する情報（番号または文字）などを採用することができる。
- [0067] 本実施の形態に係るＣＰＵユニット１３において、モーション制御サイクルの周期を設定する手段としては、モーション制御サイクルの周期を指定する情報を取得するために用いられるＰＬＣサポート装置８との通信手段、モーション制御サイクルの周期を設定するプログラム２２２、ならびにモーション制御サイクルを規定する割り込み信号の周期を任意に設定可能に構成されているシステムタイマ１０８の構成といった、モーション制御サイクルの周期を任意の設定するために用いられる要素が該当する。
- [0068] リアルタイムＯＳ２００は、複数のプログラムを時間の経過に従い切り換えて実行するための環境を提供する。本実施の形態に係るＰＬＣ１においては、ＣＰＵユニット１３のプログラム実行によって生成された出力データを他のユニットまたは他の装置へ出力（送信）するためのイベント（割り込み）として、出力準備割り込み（Ｐ）およびフィールドネットワーク送信割り

込み（X）が初期設定される。リアルタイムOS 200は、出力準備割り込み（P）またはフィールドネットワーク送信割り込み（X）が発生すると、マイクロプロセッサ100での実行対象を、割り込み発生時点で実行中のプログラムからスケジューラプログラム212に切り換える。なお、リアルタイムOS 200は、スケジューラプログラム212およびスケジューラプログラム212がその実行を制御するプログラムが何ら実行されていない場合に、その他のシステムプログラム210に含まれているプログラムを実行する。このようなプログラムとしては、たとえば、CPUユニット13とPLCサポート装置8との間の接続ケーブル10（USB）などを介した通信処理に関するものが含まれる。

[0069] < D. サポート装置 >

次に、PLC 1で実行されるプログラムの作成およびPLC 1のメンテナンスなどを行うためのPLCサポート装置8について説明する。

[0070] 図4は、本発明の実施の形態に係るCPUユニットに接続して用いられるPLCサポート装置8のハードウェア構成を示す模式図である。図4を参照して、PLCサポート装置8は、典型的には、汎用のコンピュータで構成される。なお、メンテナンス性の観点からは、可搬性に優れたノート型のパーソナルコンピュータが好ましい。

[0071] 図4を参照して、PLCサポート装置8は、OSを含む各種プログラムを実行するCPU 81と、BIOSや各種データを格納するROM（Read Only Memory）82と、CPU 81でのプログラムの実行に必要なデータを格納するための作業領域を提供するメモリRAM 83と、CPU 81で実行されるプログラムなどを不揮発的に格納するハードディスク（HDD）84とを含む。

[0072] PLCサポート装置8は、さらに、ユーザからの操作を受け付けるキーボード85およびマウス86と、情報をユーザに提示するためのディスプレイ87とを含む。さらに、PLCサポート装置8は、PLC 1（CPUユニット13）などと通信するための通信インターフェイス（IF）を含む。

- [0073] 後述するように、P L Cサポート装置 8 で実行される各種プログラムは、C D - R O M 9 に格納されて流通する。このC D - R O M 9 に格納されたプログラムは、C D - R O M (Compact Disk-Read Only Memory) ドライブ 8 8 によって読取られ、ハードディスク (H D D) 8 4 などへ格納される。あるいは、上位のホストコンピュータなどからネットワークを通じてプログラムをダウンロードするように構成してもよい。
- [0074] 上述したように、P L Cサポート装置 8 は、汎用的なコンピュータを用いて実現されるので、これ以上の詳細な説明は行わない。
- [0075] 図 5 は、本発明の実施の形態に係るC P Uユニットに接続して用いられるP L Cサポート装置 8 のソフトウェア構成を示す模式図である。図 5 を参照して、P L Cサポート装置 8 ではO S 3 1 0 が実行され、P L Cサポートプログラム 3 2 0 に含まれる各種のプログラムを実行可能な環境が提供される。
- [0076] P L Cサポートプログラム 3 2 0 は、エディタプログラム 3 2 1 と、コンパイラプログラム 3 2 2 と、デバッガプログラム 3 2 3 と、シミュレーション用シーケンス命令演算プログラム 3 2 4 と、シミュレーション用モーション演算プログラム 3 2 5 と、通信プログラム 3 2 6 とを含む。P L Cサポートプログラム 3 2 0 に含まれるそれぞれのプログラムは、典型的には、C D - R O M 9 に格納された状態で流通して、P L Cサポート装置 8 にインストールされる。
- [0077] エディタプログラム 3 2 1 は、ユーザプログラム 2 3 6 を作成するための入力および編集といった機能を提供する。より具体的には、エディタプログラム 3 2 1 は、ユーザがキーボード 8 5 やマウス 8 6 を操作してユーザプログラム 2 3 6 のソースプログラム 3 3 0 を作成する機能に加えて、作成したソースプログラム 3 3 0 の保存機能および編集機能を提供する。また、エディタプログラム 3 2 1 は、外部からのソースプログラム 3 3 0 の入力を受け付ける。
- [0078] コンパイラプログラム 3 2 2 は、ソースプログラム 3 3 0 をコンパイルし

て、CPUユニット13のマイクロプロセッサ100で実行可能なオブジェクトプログラム形式のユーザプログラム236を生成する機能を提供する。また、コンパイラプログラム322は、ソースプログラム330をコンパイルして、PLCサポート装置8のCPU81で実行可能なオブジェクトプログラム形式のユーザプログラム340を生成する機能を提供する。このユーザプログラム340は、PLCサポート装置8によってPLC1の動作をシミュレート（模擬）するために使用される、シミュレーション用のオブジェクトプログラムである。

[0079] デバッガプログラム323は、ユーザプログラムのソースプログラムに対してデバッグを行うための機能を提供する。このデバッグの内容としては、ソースプログラムのうちユーザが指定した範囲を部分的に実行する、ソースプログラムの実行中における変数値の時間的な変化を追跡する、といった動作を含む。

[0080] デバッガプログラム323は、さらに、シミュレーション用のオブジェクトプログラムであるユーザプログラム340を実行する機能を提供する。このシミュレーション時には、CPUユニット13のシステムプログラムに含まれるシーケンス命令演算プログラム232およびモーション演算プログラム234に代えて、PLCサポートプログラム320に含まれるシミュレーション用シーケンス命令演算プログラム324およびシミュレーション用モーション演算プログラム325が用いられる。

[0081] 通信プログラム326は、PLC1のCPUユニット13へユーザプログラム236を転送する機能を提供する。

[0082] 一般的には、PLC1に実装されるシステムプログラム210は、CPUユニット13の製造段階でCPUユニット13の不揮発性メモリ106へ格納される。但し、CD-ROM9にシステムプログラム210を格納しておけば、ユーザは、CD-ROM9のシステムプログラム210をPLCサポート装置8へコピーし、通信プログラム326が提供する機能を利用してコピーしたシステムプログラム210をCPUユニット13へ転送することも

できる。さらに、CD-ROM 9に、PLC 1のCPUユニット 13で実行されるリアルタイムOS 200を格納しておけば、リアルタイムOS 200についてもユーザ操作によってPLC 1へ再インストールできる。

[0083] < E. モーション制御および座標変換 >

次に、本実施の形態に係るモーション制御およびそれに関する座標変換処理について説明する。

[0084] 図6は、モーション制御の一例として産業用ロボットを模式的に示す図である。図6に示すロボットRは、3つのサーボモータ4-1, 4-2, 4-3で駆動される。ロボットRは、サーボモータ4-1, 4-2, 4-3を適切に制御されることで、そのアーム先端にあるカッターでワークWを切断するような場合を想定している。

[0085] 図6に示すロボットRでは、サーボモータ4-1によって駆動される回転軸（回転角度 θ_1 ）、サーボモータ4-2によって駆動される第1アームの回転軸（回転角度 θ_2 ）、サーボモータ4-3によって駆動される第2アームの回転軸（回転角度 θ_3 ）の3つの軸を有する。したがって、ロボットRが提供する同一のモーション動作には、サーボモータ4-1, 4-2, 4-3が関与することになる。

[0086] 本発明の実施の形態に係るCPUユニット13がサーボモータ4-1, 4-2, 4-3を駆動するサーボモータドライバ3-1, 3-2, 3-3に対してそれぞれ適切な指令値を与えることで、ロボットRのアーム先端は、図6に示すような所望の軌道で移動することになる。

[0087] なお、一般的なモーションコントローラでは、何からの方法によって最終目標値が設定されると、現在位置から当該設定された最終目標位置に到達するための軌道が順次演算される。この軌道は、予め指定された規則に従って算出される。この予め指定された規則としては、任意の補間方法（直線補間や曲線補間）などが含まれる。

[0088] ところで、ロボットRのアーム先端の軌道と、サーボモータ4-1, 4-2, 4-3の時間的な変位（すなわち、回転角度 θ_1 , θ_2 , θ_3 の時間的

な変化)との間は、所定の対応関係を有することになるが、この対応関係は、線形ではなく非線形となる。そのため、図6に示すように軌道を制御するためには、各制御周期(モーション制御周期)で各サーボモータ4の目標角度を算出し、対応する指令値を順次与える必要がある。

[0089] 図7および図8は、本発明の実施の形態に係る座標変換について説明するための図である。たとえば、図6に示すワークWを基準とした機械座標系(X-Y-Z座標系)と、サーボモータ4-1, 4-2, 4-3のそれぞれの回転角度についての軸座標系(θ_1 - θ_2 - θ_3 座標系)とを考える。

[0090] 図7に示すように、機械座標系において2つの直線運動の組み合わせを考える。すなわち、第1開始位置(X_{s1} , Y_{s1} , Z_{s1})から第1目標位置(X_{e1} , Y_{e1} , Z_{e1})までの直線移動、および、第2開始位置(X_{s2} , Y_{s2} , Z_{s2})から第1目標位置(X_{e2} , Y_{e2} , Z_{e2})までの直線移動を考える。ここで、第1目標位置(X_{e1} , Y_{e1} , Z_{e1})と、第2開始位置(X_{s2} , Y_{s2} , Z_{s2})とは同じである。

[0091] 図7に示すような軌道に対応して、機械座標系における各座標における変位の時間的な変化としては、図8(a)に示すようになる。すなわち、X軸, Y軸, Z軸の各々において、各区間における座標位置は、開始位置に対応する値から目標位置に対応する値まで時間軸に対して1次的に変化する。このような機械座標系における時間的な変化に対応して、図8(b)に示すように、軸座標系では、回転角度 θ_1 , θ_2 , θ_3 の各々が時間軸に対して非線形に変化する。

[0092] このような機械座標系と軸座標系との間の対応関係は、機械座標系における位置(X, Y, Z)と、軸座標系における位置(θ_1 , θ_2 , θ_3)とを用いて、以下のように示すことができる。

$$[0093] \quad X = f_1(\theta_1) + f_1(\theta_2) + f_1(\theta_3)$$

$$Y = f_2(\theta_1) + f_2(\theta_2) + f_2(\theta_3)$$

$$Z = f_3(\theta_1) + f_3(\theta_2) + f_3(\theta_3)$$

あるいは、

$$\theta_1 = g_1(X) + g_1(Y) + g_1(Z)$$

$$\theta_2 = g_2(Y) + g_2(Y) + g_2(Z)$$

$$\theta_3 = g_3(Z) + g_3(Z) + g_3(Z)$$

上述のように、それぞれのサーボモータ 4 の変位量は、一体的に制御される必要があり、基本的には、特定の軸だけを単独で駆動させることは適切ではない。

[0094] そこで、本実施の形態に係る PLC 1 では、同一のモーション動作に係る複数のサーボモータを一体的に管理することを容易化するための機能およびそれに関連するユーザインターフェイスを提供する。

[0095] < F. 制御手順および制御構造 >

次に、本実施の形態に係る PLC 1 のモーション制御に係る制御手順について説明する。

[0096] (f 1 : フローチャート)

図 9 は、本発明の実施の形態に係る PLC 1 のモーション制御に係る制御手順を示すフローチャートである。なお、図 9 に示すフローチャートにおいては、理解を容易化するために、3 軸の指令値を出力する場合の処理について例示するが、この軸の数については、何ら制限されるものではない。また、図 9 に示すフローチャートにおいては、モーション制御の指令値を算出するための演算が第 1 制御周期で実行され、最終目標値を変更する処理が第 2 制御周期で実行される場合を示す。

[0097] 図 9 を参照して、PLC 1 の CPU ユニット 13 のマイクロプロセッサ 100 は、初期処理を実行する（ステップ S 2）。この初期処理は、初期パラメータなどの設定、初期値の計算、ネットワーク接続先の更新などを含む。特に、本実施の形態においては、同一のモーション動作に関与する複数のサーボモータ 4 に対応するサーボモータドライバ 3 についての情報を取得する。なお、以下では、複数のサーボモータ 4 が同一のモーション制御に関与することを「軸グループに属する」とも称す。

[0098] 続いて、マイクロプロセッサ 100 は、装置制御処理を実行する（ステッ

プS 4)。この装置制御処理は、制御対象の装置から得られる各種情報（状態値）に応じて、機械座標系における最終目標位置を設定する処理を含む。続いて、マイクロプロセッサ100は、モーション制御に係る目標位置を取得する（ステップS 6）。すなわち、マイクロプロセッサ100は、同一のモーション動作に係る座標系（機械座標系）における最終目標位置（ X_e , Y_e , Z_e ）を順次算出する。

[0099] その後、マイクロプロセッサ100は、現在位置と取得した最終目標位置とを比較し、制御対象が目標位置に到達しているか否かを判断する（ステップS 8）。制御対象が最終目標位置に到達していれば（ステップS 8においてYES）、第2制御周期を現在サイクルNから次のサイクルN+1に進め（ステップS 10）した上で、ステップS 4以下の処理が再度実行される。

[0100] これに対して、制御対象が最終目標位置に到達していなければ（ステップS 8においてNO）、マイクロプロセッサ100は、第1制御周期の現在サイクルnにおける第1座標系（機械座標系）での目標位置を算出する（ステップS 12）。この目標位置の算出は、予め指定された規則（例えば、補間方式）に従って現在位置からステップS 6において取得された最終目標位置までの軌道を算出する処理と、当該算出された軌道に基づいて、第1制御サイクルの現在サイクルnにおいて移動すべき位置（目標位置）を算出する処理を含む。

[0101] 続いて、マイクロプロセッサ100は、予め定められた座標変換関数を用いて、ステップS 12において取得した目標位置に対応する第2座標系（軸座標系）での目標位置を算出する（ステップS 14）。続いて、マイクロプロセッサ100は、第1制御周期の現在サイクルnにおける第2座標系（軸座標系）での目標位置と、第2座標系での現在位置との偏差から、今回の制御周期における各軸の移動すべき量（ $\Delta \theta 1$, $\Delta \theta 2$, $\Delta \theta 3$ ）を算出する（ステップS 16）。この移動すべき量が各サーボモータドライバに対する指令値となる。

[0102] 続いて、マイクロプロセッサ100は、同一の軸グループに属するサーボ

モータ 4 の運動についての状態をそれぞれ監視するとともに、サーボモータ 4 の運動のうちいずれかに異常が発生したか否かを判断する（ステップ S 18）。

[0103] サーボモータ 4 の運動のうちいずれかに異常が発生すれば（ステップ S 18において YES）、マイクロプロセッサ 100 は、同一の軸グループに属するサーボモータ 4 を一斉に停止させる（ステップ S 20）。この停止方法の詳細については、後述する。

[0104] 一方、サーボモータ 4 の運動のうちすべてが正常であれば（ステップ S 18において NO）、マイクロプロセッサ 100 は、ステップ S 12において算出して指令値を同一の軸グループに属するサーボモータ 4 に対して一斉に出力する（ステップ S 22）。

[0105] そして、第 1 制御周期を現在サイクル n から次のサイクル n + 1 に進め（ステップ S 24）した上で、ステップ S 12 以下の処理が再度実行される。

[0106] （f 2：機能ブロック）

図 10 は、本発明の実施の形態に係る PLC 1 のモーション制御に係る機能ブロック図である。図 10 に示す各機能モジュールは、基本的には、マイクロプロセッサ 100 が制御プログラム 230（典型的には、オブジェクト形式プログラム）を実行することで提供される。

[0107] より具体的には、CPU ユニット 13 は、その制御機能として、装置制御モジュール 402 と、座標変換モジュール 404 と、指令値算出／状態管理モジュール 406-1, 406-2, ..., 406-n（以下「指令値算出／状態管理モジュール 406」とも総称する。）と、監視モジュール 410 とを含む。

[0108] 装置制御モジュール 402 は、制御対象の装置から得られる各種情報（状態値）に応じて、機械座標系における最終目標位置を順次算出する。この順次算出される機械座標系の最終目標位置は、座標変換モジュール 404 へ与えられる。すなわち、装置制御モジュール 402 は、同一のモーション動作に係る、第 1 の座標系における第 1 の目標位置を順次算出する。

[0109] 座標変換モジュール404は、装置制御モジュール402から最終目標位置を取得し、予め指定された規則に従って現在位置から最終目標位置までの軌道を算出する。そして、座標変換モジュール404は、現在の制御周期における機械座標系における目標位置を取得する。さらに、座標変換モジュール404は、予め定められた対応関係（変換関数）に従って、機械座標系における目標位置に対応する第2の座標系（軸座標系）における目標位置を順次算出する。ここで、第2の座標系（軸座標系）は、当該同一のモーション動作に関与する複数のサーボモータ4にそれぞれ関連付けられた複数の軸（ θ_1 , θ_2 , θ_3 ）で定義される。この順次算出される目標位置は、指令値演算／状態管理モジュール406-1, 406-2, ..., 406-nへ出力される。なお、指令値演算／状態管理モジュール406の各々には、目標位置の対応する軸における成分のみを出力するようにしてもよい。すなわち、第1軸に対応する指令値演算／状態管理モジュール406-1には、第1軸成分（ θ_1 ）のみを出力するといった具合である。

[0110] 指令値演算／状態管理モジュール406の各々は、対応するサーボモータドライバ3（駆動装置）に対するモーション指令値をモーション制御の制御周期毎に算出する。指令値演算／状態管理モジュール406の各々は、他の指令値演算／状態管理モジュール406と実質的に同じタイミングで、モーション指令値を制御周期毎に対応するサーボモータドライバ3へ出力する。なお、サーボモータドライバ3へ与えられる指令値は、一般的には、現在位置からの移動量（変位量）に対応する数のパルスが用いられる。この指令値を受けたサーボモータドライバ3は、指令値に含まれるパルス数の数に対応する角度だけサーボモータ4を回転駆動する。

[0111] 図10に示す機能ブロックにおいては、座標変換モジュール404および指令値演算／状態管理モジュール406-1, 406-2, ..., 406-nが、本発明に係る目標位置算出手段および指令値算出手段を実現する。

[0112] 監視モジュール410は、複数のサーボモータ4の運動についての状態をそれぞれ監視するとともに、複数のサーボモータ4の運動のうちいずれかに

異常が発生したことに応答して、複数のサーボモータ 4 を一斉に停止させる。より具体的には、監視モジュール 410 は、指令値演算／状態管理モジュール 406 を介して、それぞれのサーボモータ 4 およびサーボモータドライバ 3 の状態値を取得するとともに、取得した状態値に基づいて異常の有無を判断する。この異常としては、例えば、出力した指令値に対して、実績値（変位量のフィードバック値）が十分に得られていないとか、サーボモータドライバ 3 で過電流によるエラーが発生したといったような事象を含む。

[0113] （ f 3 : 実行タスク）

図 9 には、P L C 1 のモーション制御について全体的な処理手順について説明したが、実装形態としては、モーション制御に係るタスクと、座標変換に係るタスクとをそれぞれ実行させる形態を採用してもよい。以下のこのような実行周期の一例について説明する。

[0114] 図 1 1 は、本発明の実施の形態に係る P L C 1 の C P U ユニット 13 で実行されるタスクについて説明するための図である。

[0115] 図 1 1 （ a ） には、モーション制御に係る処理（第 1 制御周期）および座標変換に係る処理（第 2 制御周期）がいずれも共通の制御周期で実行される場合を示す。図 1 1 （ b ） には、座標変換に係る処理の制御周期は、モーション制御に係る処理の制御周期の整数倍（図 1 1 （ b ） に示す例では、2 倍）に設定される場合を示す。

[0116] 図 1 1 （ a ） を参照して、制御サイクル 1 ～ 4 の各々は、モーション制御に係る制御サイクルを示す。このモーション制御に係る制御サイクル（第 1 制御周期）は、サーボモータドライバ 3 へ新たな指令値が出力（指令値が更新）される周期を示す。すなわち、サーボモータドライバ 3 では、1 つの制御サイクルに相当する期間ごとに、新たな指令値が与えられる。

[0117] 一般的に、機械座標系における目標位置を軸座標系における目標位置に変換する関数は、三角関数などの非線形要素を含む。そのため、軸座標系の目標位置を算出する処理（すなわち、座標変換処理）は、その計算量が多く、比較的多くの演算時間を要する。そのため、サーボモータドライバ 3 への指

令値を算出および出力する処理とは別のタスクとして、目標位置を決定するタスクを設定する場合がある。

[0118] 一例として、モーション制御に係るタスクには、O/I (Output/Input) 処理、指令値算出処理（同一の軸グループに属するすべての指令値を計算）、および状態監視処理を含む。また、目標位置を決定するタスクには、装置制御処理および座標変換処理を含む。

[0119] 図 1 1 (a) に示す例では、目標位置を決定するタスクは、モーション制御の制御周期毎に繰返し実行され、最終目標位置を生成する処理と、予め登録された関数を用いて、機械座標系における目標位置を軸座標系における目標位置に変換する処理とを含む。モーション制御に係るタスクは、モーション制御の制御周期ごとに繰返し実行され、そのタスク中に含まれる指令値算出処理では、現在位置と軸座標における目標位置との偏差からそれぞれのモーション指令値が算出される。

[0120] この例では、目標位置を決定するタスクは、モーション制御に係るタスクと同一の制御周期で繰返し実行されるので、各制御周期において算出される軸座標系における目標位置は、次の制御サイクルにおいて実行されるモーション制御に係るタスクで利用することができる。すなわち、ある制御周期において座標変換処理によって得られた目標位置は、次の制御サイクルにおけるモーション制御において利用される。

[0121] このようなタスク形態を採用することで、機械座標系における目標位置を変換して軸座標系における目標位置を順次算出しつつ、目標位置の変換処理からの時間遅れを最小にしつつモーション制御を行うことができる。

[0122] 図 1 1 (b) に示す例は、座標変換に係る演算量が相対的に多い場合などにより好適である。この例では、目標位置を決定するタスクは、モーション制御の制御周期の整数倍である周期毎に繰返し実行され、現在位置から最終目標位置に至る軌道に沿って決定される機械座標系における目標位置を、予め登録された関数を用いて、軸座標系における目標位置へに変換する。但し、この例では、軸座標系のある目標位置が算出されてから次の目標位置が算

出されるまでに、モーション制御に係る指令値を複数回出力する必要がある。そのため、座標変換処理によって得られた目標位置を何らかの方法で分割して、より短い制御周期で実行されるそれぞれのモーション制御に用いられる目標位置を生成する必要がある。すなわち、図 1 1 (b) に示すように、低優先制御サイクル 1 において実行された座標変換に係るタスクによって得られた目標位置は、いずれも、その後続く、モーション制御サイクル 3 およびモーション制御サイクル 4 における指令値の算出処理に用いられる。

[0123] 図 1 2 は、図 1 1 に示す制御周期の変化に伴う制御応答性について説明するための図である。図 1 2 (a) には、図 1 1 (a) に対応して、目標位置を決定するタスクがモーション制御に係るタスクと同一の制御周期で繰返し実行される場合の処理例を示す。また、図 1 2 (b) には、図 1 1 (b) に対応して、目標位置を決定するタスクがモーション制御の制御周期の整数倍である周期毎に繰返し実行される場合の処理例を示す。

[0124] なお、図 1 2 に示すように、本実施の形態に係るサーボモータドライバ 3 としては、オープンループ形式を採用しており、P L C 1 の C P U ユニット 1 3 から見れば、指令値を与えれば、後の制御については、サーボモータドライバ 3 内で実行される。より具体的には、サーボモータドライバ 3 は、位置制御ループ 3 1 と、速度制御ループ 3 2 と、トルク制御ループ 3 3 と、1 次微分器 3 4 と、2 次微分器 3 5 とを含む。これらのループ制御を用いて、与えられた指令値（目標位置）とフィードバックされる実績値（位置パルス）とを用いて、トルク制御、速度制御、位置制御が行われる。

[0125] 図 1 1 (a) に示す例では、軸座標系における目標位置の算出完了の次の制御周期で、指令値が出力され、より高い応答性を実現できる。一方、図 1 1 (b) に示す例では、座標変換に係るタスクの制御周期ごとに指令値が更新されることになる。そのため、図 1 1 (a) の場合に比較して、応答性はやや低下する。

[0126] また、指令値の変化量は、図 1 1 (a) の場合に比較して大きくなる。そこで、本実施の形態に係る C P U ユニット 1 3 では、モーション制御に係る

タスクに含まれる指令値算出処理において目標位置の補間処理を実行する。すなわち、指令値算出処理は、モーション制御の制御周期毎に繰返し実行され、現在位置と軸座標系における目標位置との偏差からそれぞれのモーション指令値を算出する。この際、指令値算出処理では、現在位置と軸座標系における目標位置との間を補間することで、モーション制御の制御周期毎にそれぞれのモーション指令値を算出する。

[0127] この目標位置の補正方法としては、公知の各種の方法を採用することができるが、最も単純化された方法として、軸座標系における現在位置と目標位置とを直線補間した上で、当該直線補間によって得られた軌道の中点を第1番目の制御サイクルにおける目標位置に設定し、与えられた目標位置を第2番目の制御サイクルにおける目標位置に設定するといった方法を採用できる。

[0128] 図11(b)に示すタスク形態を採用することで、座標変換により多くの演算リソースが消費される場合であっても、サーボモータドライバ3に対する指令値の更新周期を伸ばすことなく、より高精度なモーション制御を実現することができる。

[0129] なお、上述の図11には、理解を容易化するために、2つのタスクが独立に実行可能である場合の例を示した。このような形態は、マイクロプロセッサ100として、複数のコアを有するマルチコアプロセッサを採用することで容易に実現できる。一方、シングルコアプロセッサを採用する場合には、タスク間で優先度を予め決定しておき、より優先度の高いタスクが実行される期間において、より優先度の低いタスクは、その実行を一次的に停止するといったタスク切替えを行うようにしてもよい。この場合には、モーション制御に係る処理の実行周期を維持するとともに、座標変換処理の制御周期をモーション制御の制御周期の整数倍に設定することができる。このような場合であっても、上述したような目標位置の補間処理を行うことで、モーション制御の制御精度を維持することができる。

[0130] < G. プログラム作成 >

上述のような制御プログラムは、ＰＬＣサポート装置８によって作成される。すなわち、ＰＬＣサポート装置８は、モーション制御が可能なＰＬＣ１のＣＰＵユニット１３で実行されるプログラムを作成するための支援装置に相当する。

[0131] 図１３は、本発明の実施の形態に係るＰＬＣ１で実行される制御プログラム２３０の生成を説明する模式図である。図１３を参照して、本実施の形態に係る制御プログラム２３０は、装置制御プログラムコード４５２と、座標変換プログラムコード４５４と、サーボドライバマッピング情報４７２と、グループ定義情報４７４と、ライブラリ群４６０とから生成される。

[0132] 装置制御プログラムコード４５２は、制御対象を制御するためのプログラムが記述されたソースコードであり、入力データに対して予め定められた条件の成立の有無に応じて出力データを生成するシーケンス制御ロジックや、予め定められた条件が成立したことを条件にロボットの移動先の目標位置を算出および出力するようなロジックを含む。ユーザは、ＰＬＣサポート装置８上で実行されるエディタプログラム３２１（図５）によって提供されるＧＵＩ（Graphical User Interface）などを操作して、制御対象に応じたユーザプログラムを作成する。このように、ＰＬＣサポート装置８は、同一のモーション動作に係る、機械座標系における目標位置を順次算出するための命令を受け付ける機能を有する。

[0133] 座標変換プログラムコード４５４は、上述したような機械座標系の目標位置を軸座標系の目標位置に変換するためのソースコードおよび各種設定を含む。この座標変換プログラムコード４５４では、座標変換の対象となる、同一の軸グループに属するサーボモータドライバ３（および、対応するサーボモータ４）のグループが指定される。この指定方法については後述する。

[0134] サーボドライバマッピング情報４７２は、ＣＰＵユニット１３と、ＰＬＣシステムバス１１および／またはフィールドネットワーク２を介してサーボモータドライバ３が接続されている場合に、バス上のアドレス（識別情報）および／またはフィールドネットワーク２上のアドレス（識別情報）と対応

付けて、それぞれのサーボモータドライバ3を定義する情報である。サーボドライバマッピング情報472を参照することで、特定のサーボモータドライバ3がバス上またはフィールドネットワーク2上のいずれの位置に存在しているかを一意に決定することができる。

[0135] グループ定義情報474は、同一の軸グループに属するサーボモータドライバ3（および、対応するサーボモータ4）を定義するための情報である。このグループ定義情報474においては、サーボドライバマッピング情報472において定義されるサーボモータドライバ3の識別情報（名前）を用いて、各軸グループに属するサーボモータドライバ3（および、対応するサーボモータ4）が指定される。

[0136] ライブラリ群460は、制御プログラム230を生成するために必要なライブラリ、サブルーチン、モジュールなどを含むデータ群であり、コンパイル時にその一部または全部のデータが組み入れられて制御プログラム230が生成される。このライブラリ群460には、装置制御プログラムコード452中においてコールされる関数などを実現するためのモジュールなどの他、本実施の形態に従うCPUユニット13が提供する基本的な機能についてのモジュールを含む。より具体的には、ライブラリ群460は、図10に示す監視モジュール410などを実現するためのデータを含む。

[0137] なお、本実施の形態においては、オブジェクトプログラム形式の制御プログラム230を利用する場合について説明するが、ニーモニック形式またはそれに類似した形式の制御プログラムを利用する場合であっても同様である。この場合には、ライブラリ群460に相当する機能モジュールは、ファームウェアまたはハードウェアの形で、CPUユニット13に内蔵されることになる。

[0138] 上述のような、プログラムコードや各種の情報は、ユーザがPLCサポート装置8を操作して入力／作成することになるが、このような機能は、エディタプログラム321（図5）などによって提供される。

[0139] そして、PLCサポート装置8でコンパイラプログラム322が実行され

ることで、コンパイル処理が実行され、制御プログラム 230 が生成される。すなわち、PLC サポート装置 8 は、上述のような各種入力された情報から制御プログラム 230 を生成する機能を有する。

[0140] 図 14 は、図 13 に示す装置制御プログラムコード 452 の一例を示す図である。図 14 には、一例として、IEC 61131-3 で定義されたファンクションブロックを用いて、座標変換プログラムを実現する例を示す。すなわち、図 14 には、PLC で一般的に使用されるラダー言語を用いた記述例を示す。この例では、接点 1 が TRUE (オン) になると、入力された最終目標位置 (X_e , Y_e , Z_e) を (θ_1 , θ_2 , θ_3) に座標変換して出力する。ユーザは、PLC サポート装置 8 上に表示されるエディタ画面などにおいて、この座標変換ファンクションブロックをタップすることで、その座標変換に使用すべき関数を定義することができる。

[0141] このように、PLC サポート装置 8 は、機械座標系の目標位置に対応する軸座標系における目標位置を算出するための対応関係 (座標変換関数) を受け付ける。なお、軸座標系は、同一のモーション動作に関与する複数のサーボモータ 4 にそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義される。

[0142] また、ユーザは、PLC サポート装置 8 に対して、機械座標系の現在位置から最終目標位置に至る軌道を算出するための任意の方法 (補間方式など) を設定することもできる。このように、本実施の形態に係る PLC サポート装置 8 では、機械座標系の最終目標値に対する軌道の決定方法、および、機械座標系の目標位置から対応する軸座標系の目標位置への変換関数をユーザが任意に設定することができる。そのため、従来のように、専用のモーションコントローラが変換関数などの情報を保持する必要がある。

[0143] 図 15 は、図 13 に示すグループ定義情報 474 を設定するためのユーザインターフェイス画面 500 の一例を示す図である。図 15 を参照して、ユーザインターフェイス画面 500 は、PLC サポート装置 8 によって提供される。

[0144] このユーザインターフェイス画面 500 は、軸グループ番号を選択する入

カボックス 502 と、軸グループ機能の有効／無効を選択する入力ボックス 504 と、軸グループに含める軸の数を入力する入力ボックス 506 と、選択されている軸グループに含まれるサーボモータドライバ 3 を指定するための入力リスト 510 とを含む。

[0145] まず、ユーザは、本実施の形態に係る軸グループ機能を使用する場合には、軸グループの番号を入力ボックス 502 に入力する。図 15 には、軸グループ「0」が選択されている状況を示す。続いて、ユーザは、軸グループ機能を有効化するために、入力ボックス 504 において「Using Group」（軸グループを使用するの意）を選択する。さらに、ユーザは、選択されている軸グループに属する軸の数を入力ボックス 506 に入力する。図 15 に示す例では、「2」つの軸が選択されている例を示す。

[0146] なお、本実施の形態に係る PLC サポート装置 8 は、入力ボックス 506 に入力された軸の数に応じて、その入力された軸の数に対応する装置のイメージ 508 が表示される。図 16 に示す例では、2 つの方向に移動する装置が概念的に表示されている例を示す。

[0147] 上述のように、使用する軸グループに関する設定が行われると、ユーザは、選択されている軸グループに属するサーボモータドライバ 3 を入力リスト 510 で指定する。図 16 に示す例では、2 つの軸からなる軸グループが設定されており、この軸グループに属するサーボモータドライバ 3 として、「MC_Axis000 (0)」および「MC_Axis000 (1)」が指定されている。

[0148] このように、ユーザは、PLC サポート装置 8 上で軸グループに属するサーボモータドライバ 3（および、対応するサーボモータ 4）を容易に設定することができる。すなわち、PLC サポート装置 8 は、同一のモーション動作に関与する複数のサーボモータ 4 に対応するサーボモータドライバ 3（駆動装置）の指定を受け付ける機能を有する。この指定された情報は、グループ定義情報 474（図 13）として格納される。なお、この同一のモーション動作に関与する複数のサーボモータ 4 に対応するサーボモータドライバ 3

（駆動装置）の指定するための情報（グループ定義情報 474）は、制御プログラム 230 に組み込まれて、実質的に CPU ユニット 13 に格納されることになる。

[0149] なお、グループ定義情報 474 をそのまま CPU ユニット 13 のメモリ上に格納するようにしてもよい。このようにすれば、同一の軸グループに属するサーボモータドライバ 3 をより簡単に変更することができる。

[0150] < H. 異常動作／停止処理 >

本実施の形態に係る PLC 1 の CPU ユニット 13 では、同一の軸グループに属するいずれかのサーボモータドライバ 3（および、対応するサーボモータ 4）に異常が発生すれば、同一の軸グループに属する他のサーボモータドライバ 3（および、対応するサーボモータ 4）も含めて一斉に停止させる。

[0151] 本実施の形態に係る PLC サポート装置 8 は、このような一斉停止における停止方法についても、適用先のアプリケーションに応じて適宜選択することができる。

[0152] より具体的には、複数のサーボモータ 4 を一斉に停止させる方式は、基本的には以下の 3 つの方式から任意に選択することができる。

[0153] （１） 複数のサーボモータに対応するそれぞれのモーション指令値を一斉にゼロにする方式

（２） 対応する軸において許容される減速加速度で複数のサーボモータを互いに独立してそれぞれ停止させる方式

（３） 現在位置と機械座標系の目標位置との関係から決定される軌道を維持しつつ、速度を低下させる方式

なお、さらに、制御ロジック内の偏差をリセットするような処理や、減速時におけるサーボモータ 4 の加速度／加減速度の監視を無効化するような処理をさらに付加してもよい。

[0154] 図 16 は、本発明の実施の形態に係る PLC サポート装置 8 が提供する停止方法を指定するためのユーザインターフェイス画面 600 の一例を示す図

である。図 17 は、図 16 においてそれぞれ選択されたモードに対応する停止動作を説明するための図である。

[0155] ユーザが、ユーザインターフェイス画面 600 のプルダウンメニューを選択すると、図 16 に示すような停止方法に係るモードがリスト形式で表示される。

[0156] このうち、モード 601 ~ 604 は、上述の (1) ~ (3) のうちいずれかの停止動作に対応する。

[0157] 上述の (1) 複数のサーボモータに対応するそれぞれのモーション指令値を一斉にゼロにする方式は、モード 603 および 604 に相当する。これらのうちいずれかのモードが選択された場合の停止動作は、図 17 (a) に示す。すなわち、図 17 (a) に示すように、いずれかのサーボモータドライバ 3 (および、対応するサーボモータ 4) に異常が発生すれば、同一の軸グループに属する他のサーボモータドライバ 3 (および、対応するサーボモータ 4) も含めて、それぞれの指令値が「0」に一斉に変更される。

[0158] また、上述の (2) 対応する軸において許容される減速加速度で複数のサーボモータを互いに独立してそれぞれ停止させる方式は、モード 602 に相当する。このモードが選択された場合の停止動作は、図 17 (b) に示す。すなわち、図 17 (b) に示すように、いずれかのサーボモータドライバ 3 (および、対応するサーボモータ 4) に異常が発生すれば、同一の軸グループに属するそれぞれのサーボモータドライバ 3 (および、対応するサーボモータ 4) は、その許容される減速加速度 $\alpha_1 \sim \alpha_3$ に従って、それぞれの指令値が「0」まで低減される。この場合、それぞれの指令値の大きさ (絶対値) および最大の減速加速度に応じて、実際に指令値が「0」となるタイミングは互いに異なったものとなり得る。但し、この方式では、各軸における機械的な破損の可能性を低減しつつ、最も速く動作を停止できる。

[0159] また、上述の (3) 現在位置と機械座標系の目標位置との関係から決定される軌道を維持しつつ、速度を低下させる方式は、モード 601 に相当する。このモードが選択された場合の停止動作は、図 17 (c) に示す。すなわ

ち、図 17 (c) に示すように、いずれかのサーボモータドライバ 3 (および、対応するサーボモータ 4) に異常が発生すれば、同一の軸グループに属するそれぞれのサーボモータドライバ 3 (および、対応するサーボモータ 4) は、予定された軌道を守りつつ、全体的な速度が「0」まで低減される。この場合、停止動作時にも予定の軌道を遵守できるので、より安全に停止させることができる。

[0160] <J. まとめ>

上述の本実施の形態に係る CPU ユニット 13 をまとめると、以下のよう
に示すことができる。すなわち、CPU ユニット 13 は、サーボモータが有
する軸座標系とメカニカル機構が有する機械座標系との間の座標変換を行う
必要がある機械装置、を制御することが可能なコントローラ (モーションコ
ントローラ) である。

[0161] CPU ユニット 13 は、ユーザプログラムにより、複数の軸に対し制御周
期毎に、目標位置を与えることで所望の動作を実現する動作方式を実現する
ことができる。同時に、CPU ユニット 13 は、これらの複数の軸での異常
監視を一括して行う機能を提供することで、メカニカル機構に応じた座標変
換式を追加する場合に、モーションコントローラの改造をいちいち行う必要
がない。さらに、ユーザは、軸状態の監視を各軸個別に行う必要がなくなる
。

[0162] 要約すると、本実施の形態に係る CPU ユニット 13 は、サーボモータが
有する軸座標系とメカニカル機構が有する座標系との間に座標変換を行う必
要がある機械装置、を制御するモーションコントローラである。CPU ユニ
ット 13 では、メカニカル機構の座標をモータの軸座標に変換する座標変換
プログラムをユーザが作成することが出来る。この座標変換プログラムは、
毎制御周期、少なくとも 2 軸以上の軸に対して独立した目標位置を与えるこ
とができ、かつ、次制御周期で目標位置に到達する指令値を各軸のモータド
ライバに指令する機能を有する。

[0163] 本実施の形態に係る CPU ユニット 13 は、各軸への指令値を計算するプ

ログラムを第1の定周期毎に繰返すとともに、座標変換プログラムを第1の定周期毎に繰返す。

[0164] あるいは、本実施の形態に係るCPUユニット13は、各軸への指令値を計算するプログラムを第1の定周期毎に繰返し、座標変換プログラムを、第1の定周期の整数倍となる第2の定周期毎に繰返すこともできる。

[0165] さらに、本実施の形態に係るCPUユニット13は、同時に動作すべき軸のうち少なくとも1軸が異常となった場合、残りの軸も動作を停止させる機能を有する。さらに、本実施の形態に係るCPUユニット13は、停止させる方式として、目標軌道を守るように停止させるか、それぞれの軸が有する最大現速度で停止させるか、即停止させるか、即停止と偏差リセット処理を行うか、軸のサーボフィードバックを中断して停止するか、をユーザが指定できる機能を有する。

[0166] 本実施の形態によれば、複数の軸のモータからなる単一のメカニカル機構に対して、モーション制御を容易に設定および監視できる。

[0167] また、本実施の形態によれば、同一の軸グループに属するいずれかの軸で異常があった場合に、他の軸も含めて停止させることができる。これにより、ユーザプログラムから複数の軸を使って動作させる場合、それら複数の軸のうち少なくとも1つの軸で異常が発生した際に複数の軸を停止させる必要がある場合、これら複数の軸で異常が発生していないか、発生した場合にどうやって停止させるかをユーザプログラムで実装する必要があり煩雑であったという従来の課題を解決することができる。

[0168] また、本実施の形態に係るPLCサポート装置8では、機械座標系の最終目標値に対する軌道の決定方法、および、機械座標系の目標位置から対応する軸座標系の目標位置への変換関数をユーザが任意に設定することができる。そのため、従来のように、専用のモーションコントローラが変換関数などの情報を保持する必要がない。また、新しいメカニカル機構が導入された場合でも、ユーザが当該メカニカル機構に対応する軌道の補間方法や座標変換関数を容易に設定できるので、コストおよび手間をかけずに、これらの新し

いメカニカル機構に対応できる。

[0169] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0170] 1 PLC、2 フィールドネットワーク、3 サーボモータドライバ、4 サーボモータ、5 リモートIOターミナル、6 検出スイッチ、7 リレー、8 PLCサポート装置、9 CD-ROM、10 接続ケーブル、11 PLCシステムバス、12 電源ユニット、13 CPUユニット、14、53 IOユニット、15 特殊ユニット、31 位置制御ループ、32 速度制御ループ、33 トルク制御ループ、34 1次微分器、35 2次微分器、51 リモートIOターミナルバス、52 通信カプラ、81 CPU、83 RAM、85 キーボード、86 マウス、87 ディスプレイ、88 CD-ROMドライブ、100 マイクロプロセッサ、102 チップセット、104 メインメモリ、106 不揮発性メモリ、108 システムタイマ、110 USBコネクタ、120 PLCシステムバスコントローラ、122 DMA制御回路、124 PLCシステムバス制御回路、126、146 バッファメモリ、130 コネクタ、140 フィールドネットワークコントローラ、142 DMA制御回路、144 フィールドネットワーク制御回路、200 リアルタイムOS、210 システムプログラム、212 スケジューラプログラム、214 出力処理プログラム、216 入力処理プログラム、218 IO処理プログラム、220 その他のシステムプログラム、230 制御プログラム、232 シーケンス命令演算プログラム、234 モーション演算プログラム、236、340 ユーザプログラム、320 PLCサポートプログラム、321 エディタプログラム、322 コンパイラプログラム、323 デバッグプログラム、324 シミュレーション用シーケンス命令演算プログラム

、 3 2 5 シミュレーション用モーション演算プログラム、 3 2 6 通信プログラム、 3 3 0 ソースプログラム、 4 0 2 装置制御モジュール、 4 0 4 座標変換モジュール、 4 0 6 状態管理モジュール、 4 1 0 監視モジュール、 4 5 2 装置制御プログラムコード、 4 5 4 座標変換プログラムコード、 4 6 0 ライブラリ群、 4 7 2 サーボドライバマッピング情報、 4 7 4 グループ定義情報、 R ロボット、 S Y S システム、 W ワーク。

請求の範囲

- [請求項1] モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットであって、
 複数のモータを制御するための、1つ以上の駆動装置と通信するためのインターフェイスと、
 同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置を指定するための情報を格納する記憶手段と、
 前記同一のモーション動作に係る、第1の座標系における第1の目標位置を順次算出する目標位置算出手段と、
 予め定められた対応関係に従って、前記第1の目標位置に対応する第2の座標系における第2の目標位置を順次算出することで、前記指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を、前記モーション制御の制御周期毎に算出する指令値算出手段とを備え、前記第2の座標系は、前記同一のモーション動作に関与する前記複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義され、さらに
 前記モーション制御の制御周期毎に、前記複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する出力手段を備える、演算ユニット。
- [請求項2] 前記目標位置算出手段は、
 最終目標位置を取得する手段と、
 予め指定された規則に従って現在位置から前記最終目標位置までの軌道を算出する手段とを含む、請求項1に記載の演算ユニット。
- [請求項3] 前記複数のモータの運動についての状態をそれぞれ監視するとともに、前記複数のモータの運動のうちいずれかに異常が発生したことに応答して、前記複数のモータを一斉に停止させる監視手段をさらに備える、請求項1または2に記載の演算ユニット。
- [請求項4] 前記複数のモータの運動を一斉に停止させる方式は、
 現在位置と前記第1の目標位置との関係から決定される軌道を維持しつつ、速度を低下させる方式、

対応する軸において許容される減速加速度で、前記複数のモータを互いに独立してそれぞれ停止させる方式、および

前記複数のモータに対応するそれぞれのモーション指令値を一斉にゼロにする方式、のうち、いずれか１つである、請求項３に記載の演算ユニット。

[請求項５] 前記指令値算出手段は、

前記モーション制御の制御周期毎に繰返し実行される、前記第１の目標位置を前記第２の目標位置に変換する座標変換処理と、

前記モーション制御の制御周期毎に繰返し実行される、現在位置と前記第２の目標位置との偏差からそれぞれのモーション指令値を算出する指令値算出処理とを含む、請求項１～４のいずれか１項に記載の演算ユニット。

[請求項６] 前記指令値算出手段は、

前記モーション制御の制御周期の整数倍である周期毎に繰返し実行される、前記第１の目標位置を前記第２の目標位置に変換する座標変換処理と、

前記モーション制御の制御周期毎に繰返し実行される、現在位置と前記第２の目標位置との偏差からそれぞれのモーション指令値を算出する指令値算出処理とを含み、前記指令値算出処理では、現在位置と前記第２の目標位置との間を補間することで、前記モーション制御の制御周期毎にそれぞれのモーション指令値が算出される、請求項１～４のいずれか１項に記載の演算ユニット。

[請求項７] モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットで実行されるプログラムを作成するための支援装置であって、

同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置の指定を受け付ける指定手段と、

前記同一のモーション動作に係る、第１の座標系における第１の目標位置を順次算出するための命令を受け付ける命令入力手段と、

前記第 1 の目標位置に対応する第 2 の座標系における第 2 の目標位置を算出するための対応関係を受け付ける対応関係入力手段とを備え、前記第 2 の座標系は、前記同一のモーション動作に関与する前記複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義され、さらに

入力された情報から前記プログラムを生成する生成手段を備え、前記演算ユニットは、複数のモータを制御するための、1 つ以上の駆動装置と通信するように構成されており、前記プログラムを実行することで、前記第 1 の目標位置に対応する前記第 2 の目標位置を順次算出することで、前記指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を算出するとともに、前記モーション制御の制御周期毎に、前記複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する、支援装置。

[請求項 8]

モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットで実行されるプログラムを作成するための支援プログラムであって、前記支援プログラムは、コンピュータを、

同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置の指定を受け付ける指定手段と、

前記同一のモーション動作に係る、第 1 の座標系における第 1 の目標位置を順次算出するための命令を受け付ける命令入力手段と、

前記第 1 の目標位置に対応する第 2 の座標系における第 2 の目標位置を算出するための対応関係を受け付ける対応関係入力手段として機能させ、前記第 2 の座標系は、前記同一のモーション動作に関与する前記複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義され、さらに

入力された情報から前記プログラムを生成する生成手段として機能させ、前記演算ユニットは、複数のモータを制御するための、1 つ以上の駆動装置と通信するように構成されており、前記プログラムを実行することで、前記第 1 の目標位置に対応する前記第 2 の目標位置を

順次算出することで、前記指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を算出するとともに、前記モーション制御の制御周期毎に、前記複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する、支援プログラム。

[請求項9]

モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットで実行されるプログラムを作成するための支援プログラムを格納する記憶媒体であって、前記支援プログラムは、コンピュータを、

同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置の指定を受け付ける指定手段と、

前記同一のモーション動作に係る、第1の座標系における第1の目標位置を順次算出するための命令を受け付ける命令入力手段と、

前記第1の目標位置に対応する第2の座標系における第2の目標位置を算出するための対応関係を受け付ける対応関係入力手段として機能させ、前記第2の座標系は、前記同一のモーション動作に関与する前記複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義され、さらに

入力された情報から前記プログラムを生成する生成手段として機能させ、前記演算ユニットは、複数のモータを制御するための、1つ以上の駆動装置と通信するように構成されており、前記プログラムを実行することで、前記第1の目標位置に対応する前記第2の目標位置を順次算出することで、前記指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を算出するとともに、前記モーション制御の制御周期毎に、前記複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する、支援プログラムを格納する記憶媒体。

[請求項10]

モーション制御が可能なコントローラの演算ユニットで実行されるプログラムを作成するための支援装置における動作方法であって、

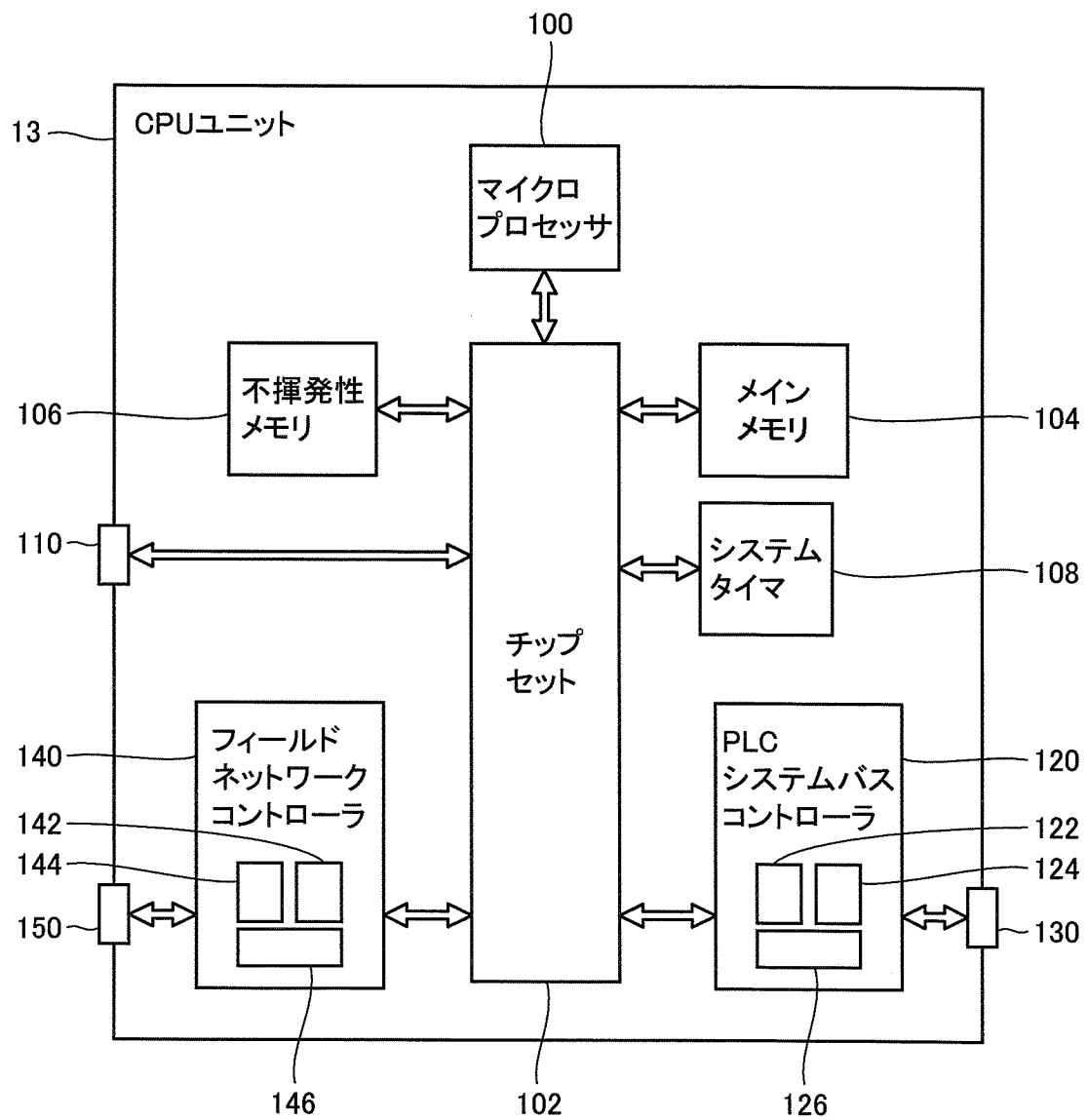
同一のモーション動作に関与する複数のモータに対応する駆動装置の指定を受け付けるステップと、

前記同一のモーション動作に係る、第1の座標系における第1の目標位置を順次算出するための命令を受け付けるステップと、

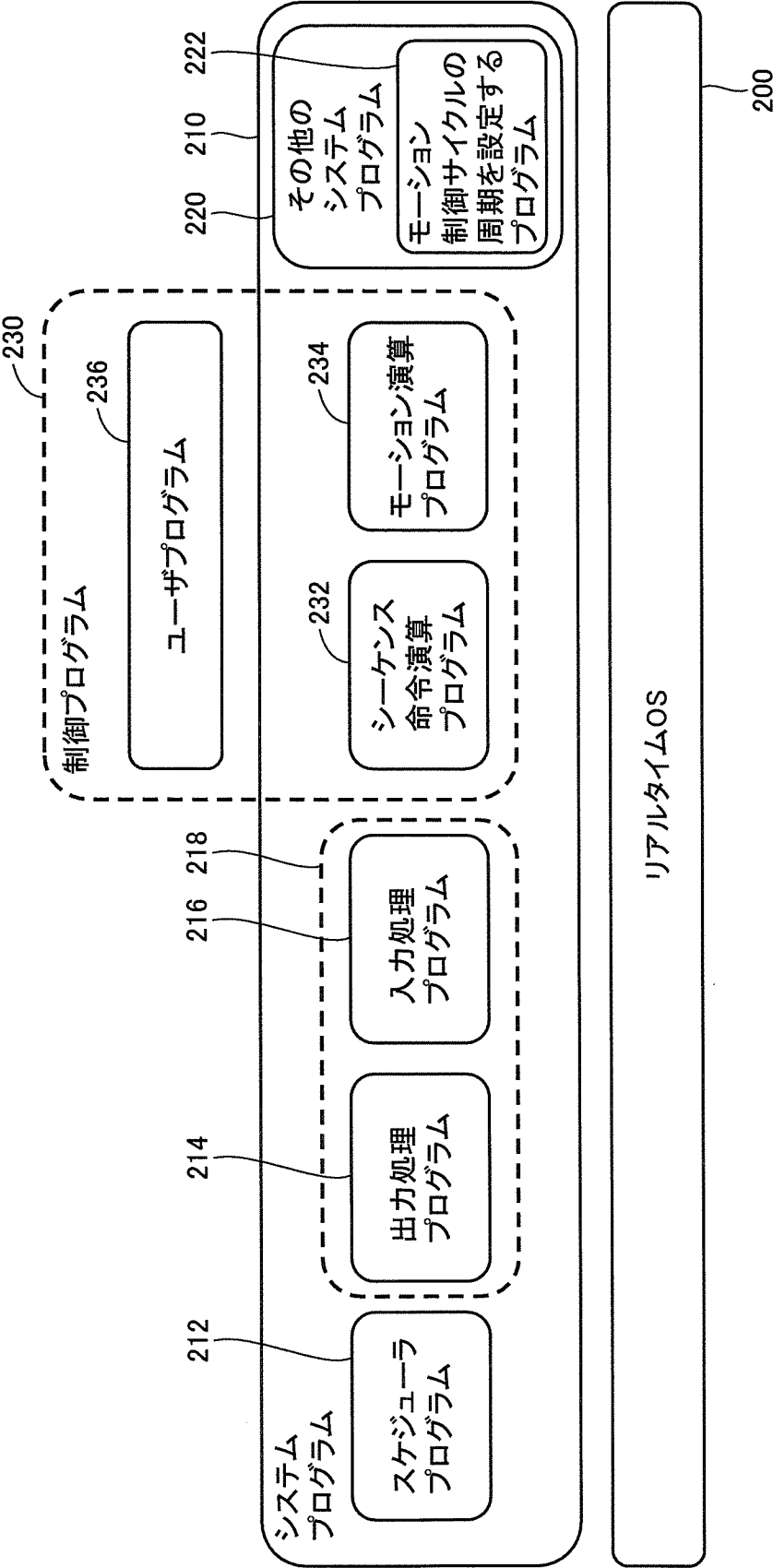
前記第1の目標位置に対応する第2の座標系における第2の目標位置を算出するための対応関係を受け付けるステップとを備え、前記第2の座標系は、前記同一のモーション動作に関与する前記複数のモータにそれぞれ関連付けられた複数の軸で定義され、さらに

入力された情報から前記プログラムを生成するステップを備え、前記演算ユニットは、複数のモータを制御するための、1つ以上の駆動装置と通信するように構成されており、前記プログラムを実行することで、前記第1の目標位置に対応する前記第2の目標位置を順次算出することで、前記指定された駆動装置に対するそれぞれのモーション指令値を算出するとともに、前記モーション制御の制御周期毎に、前記複数のモータに対するそれぞれのモーション指令値を一斉に出力する、支援装置における動作方法。

[図2]

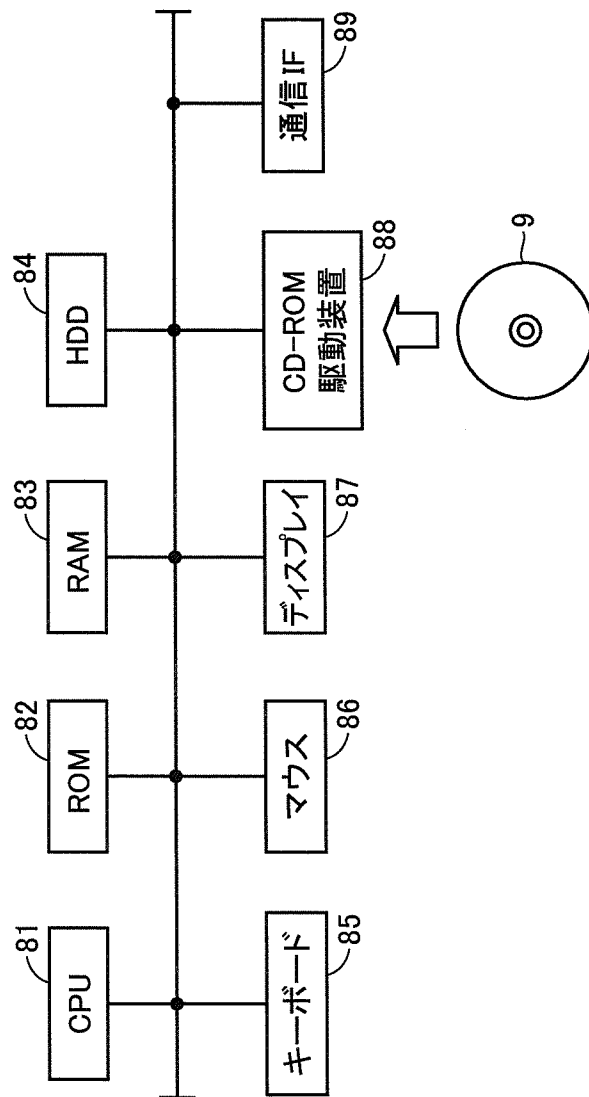


[図3]

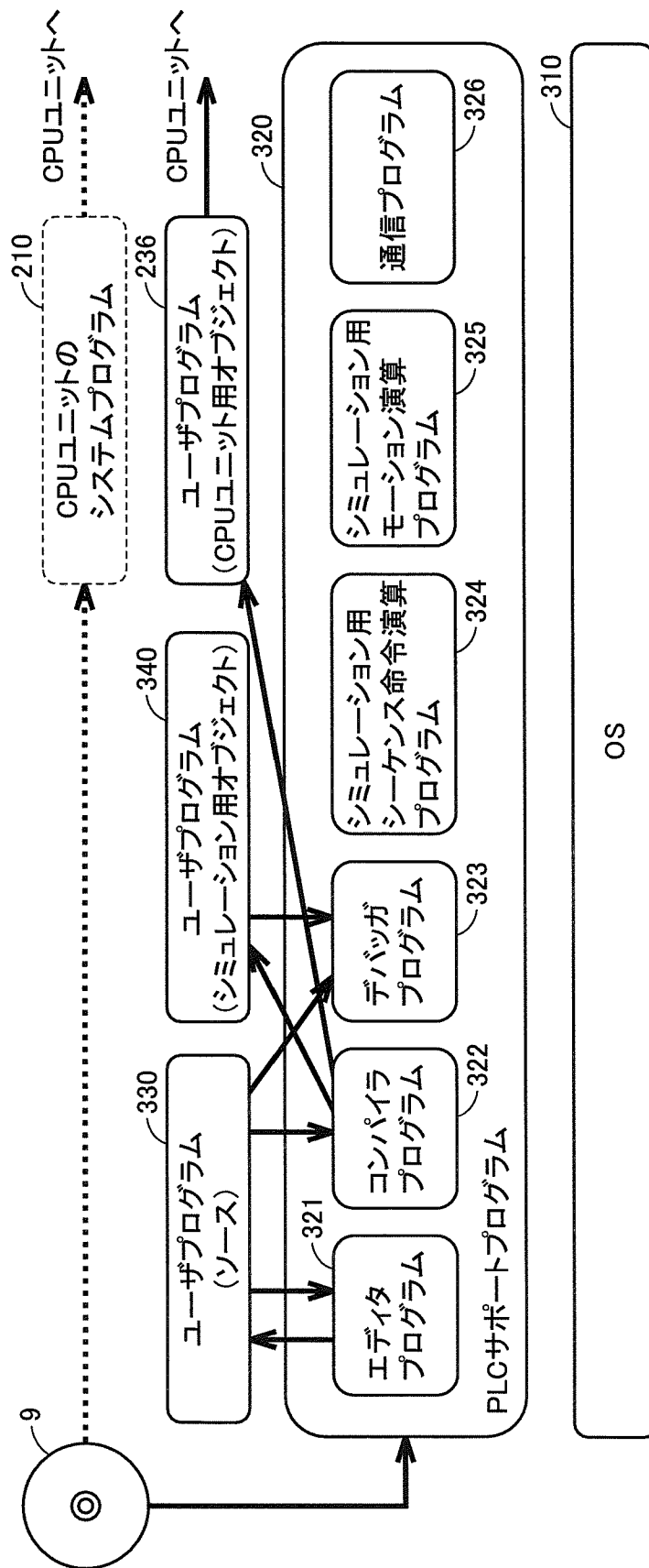


[図4]

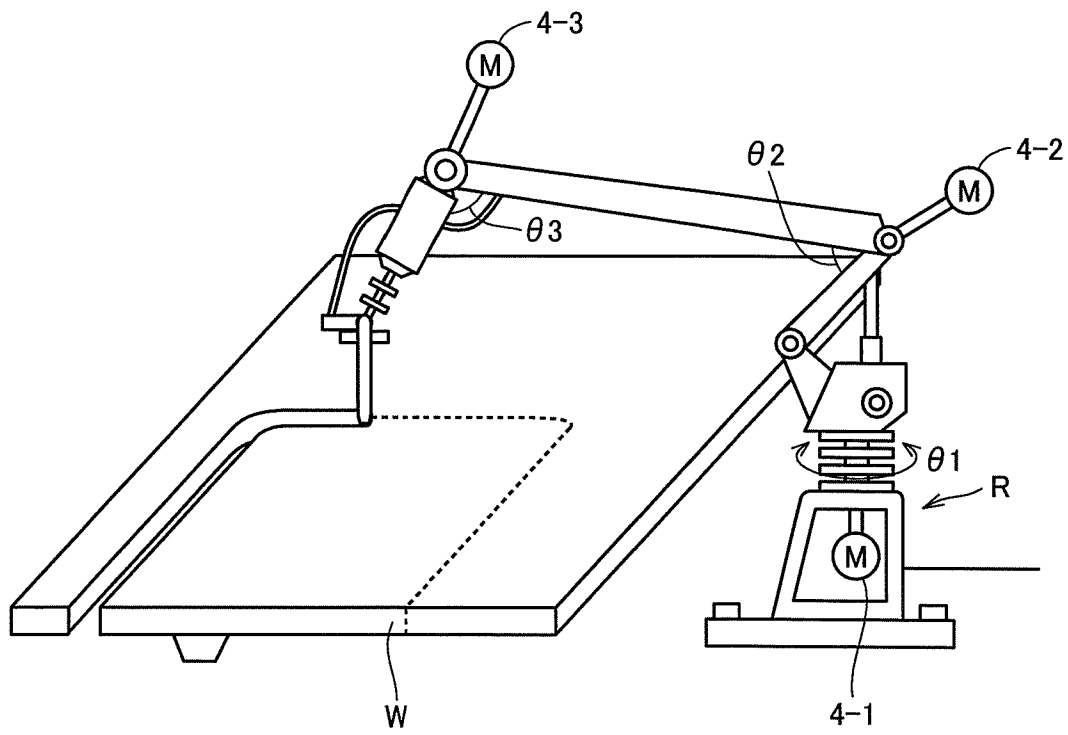
8|



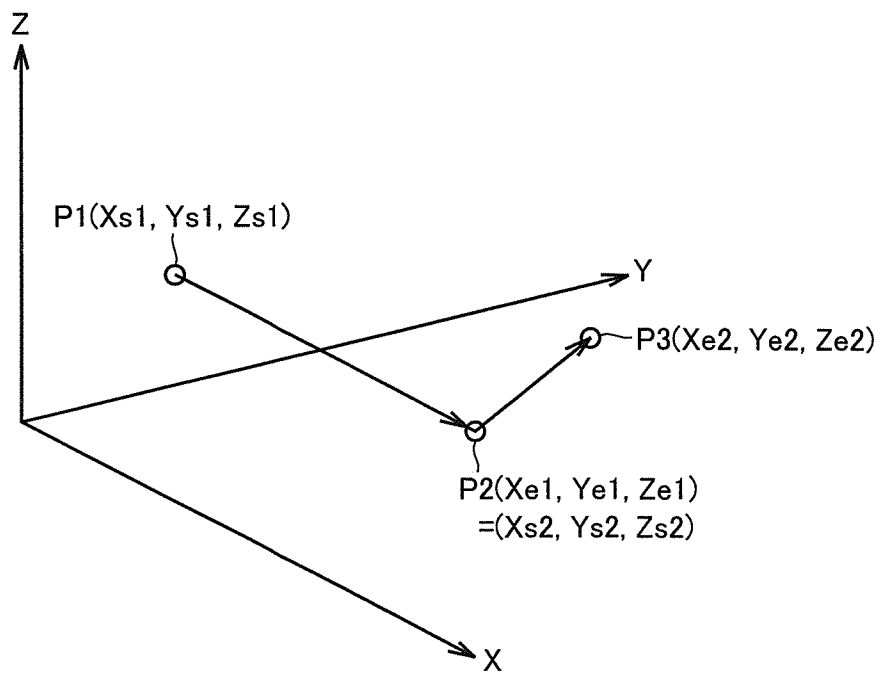
[図5]



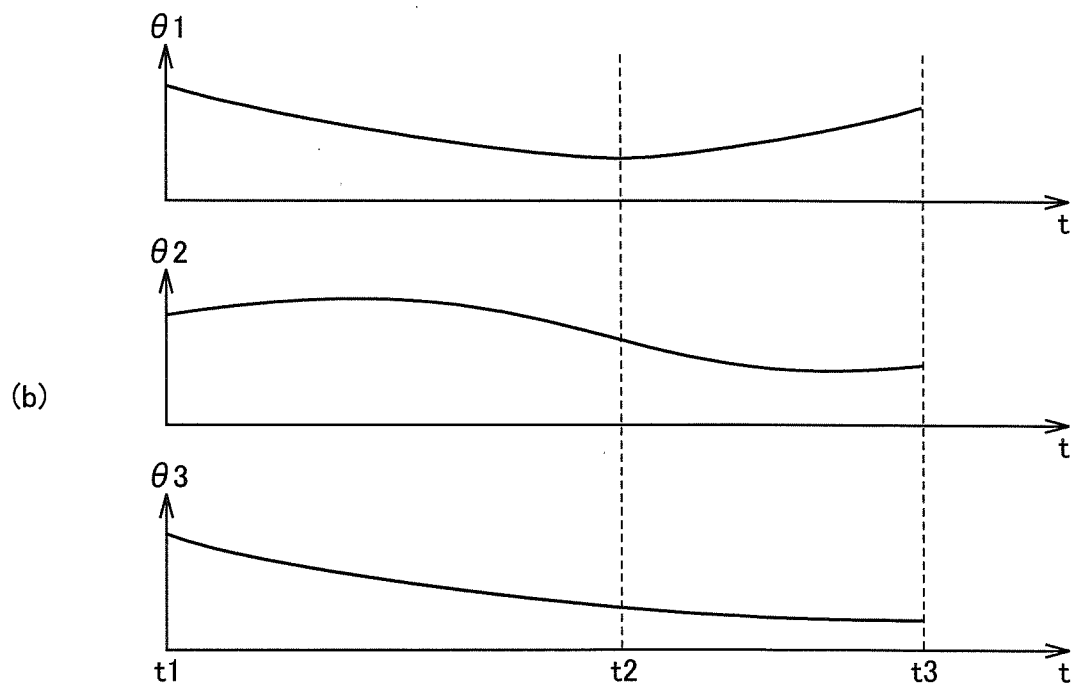
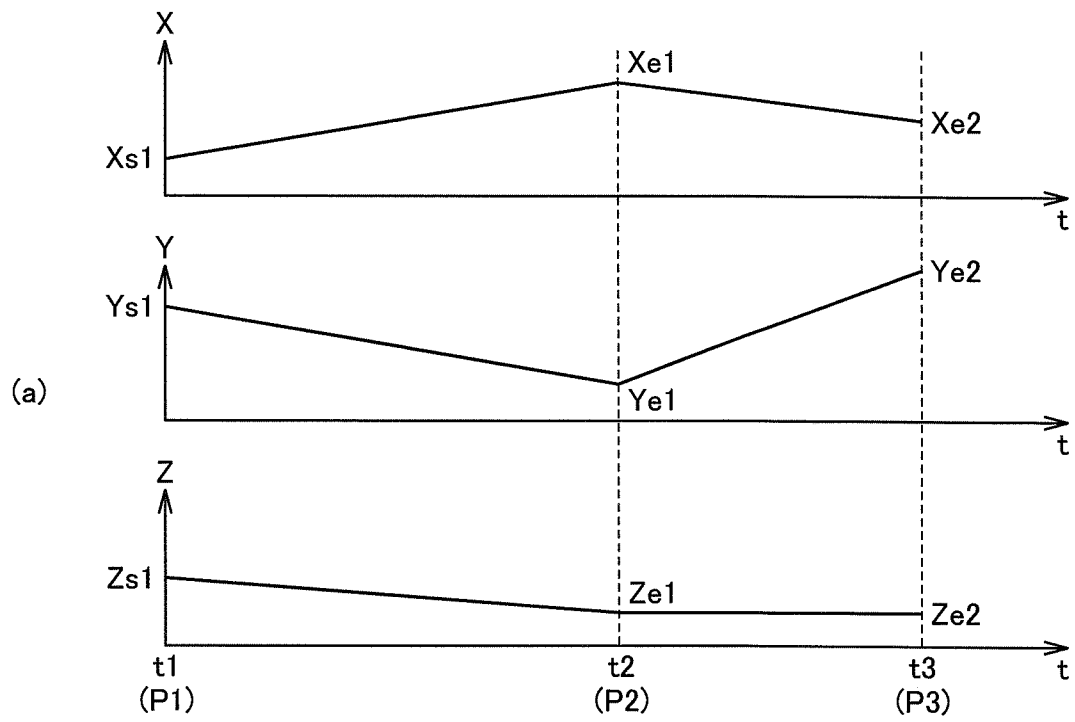
[図6]



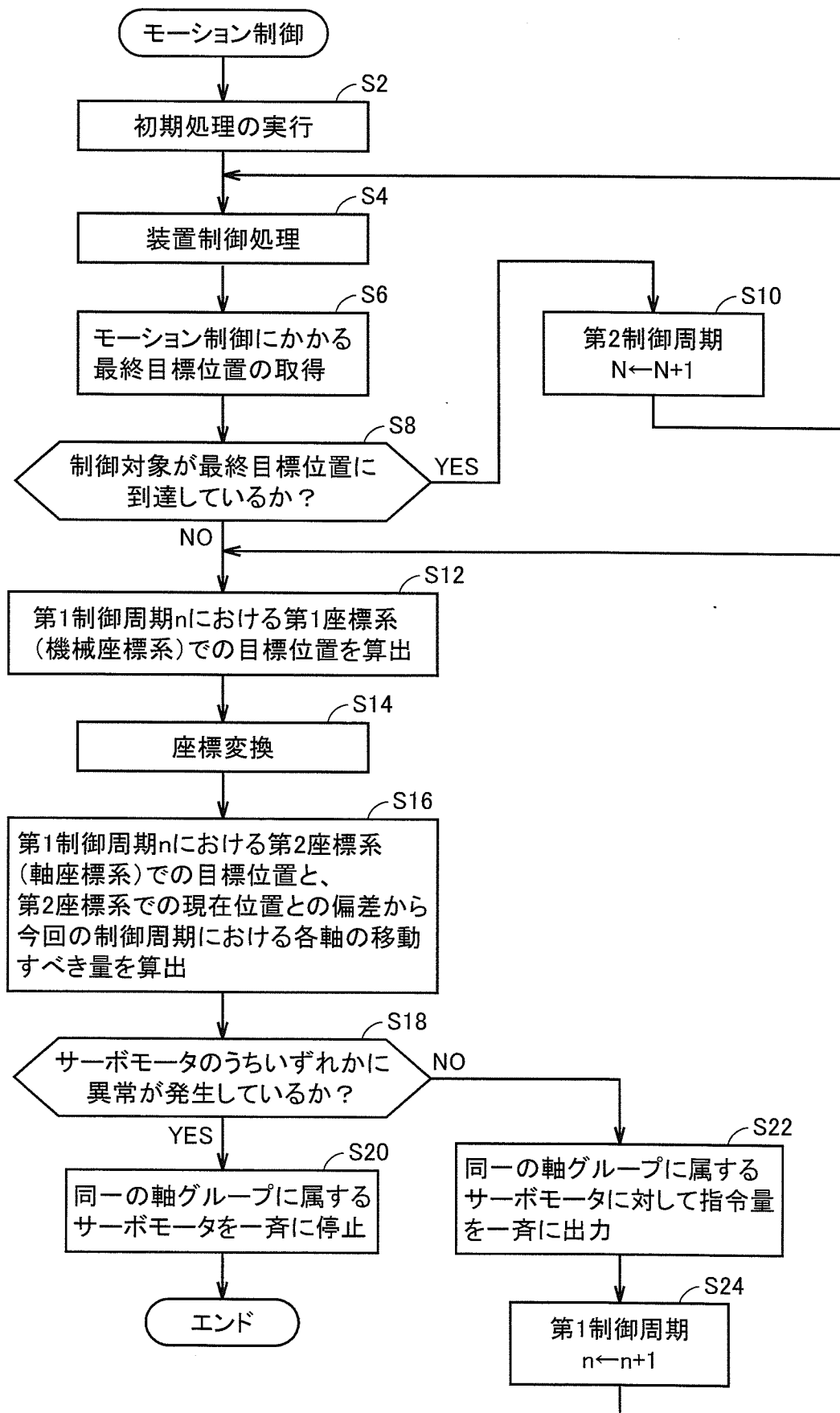
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

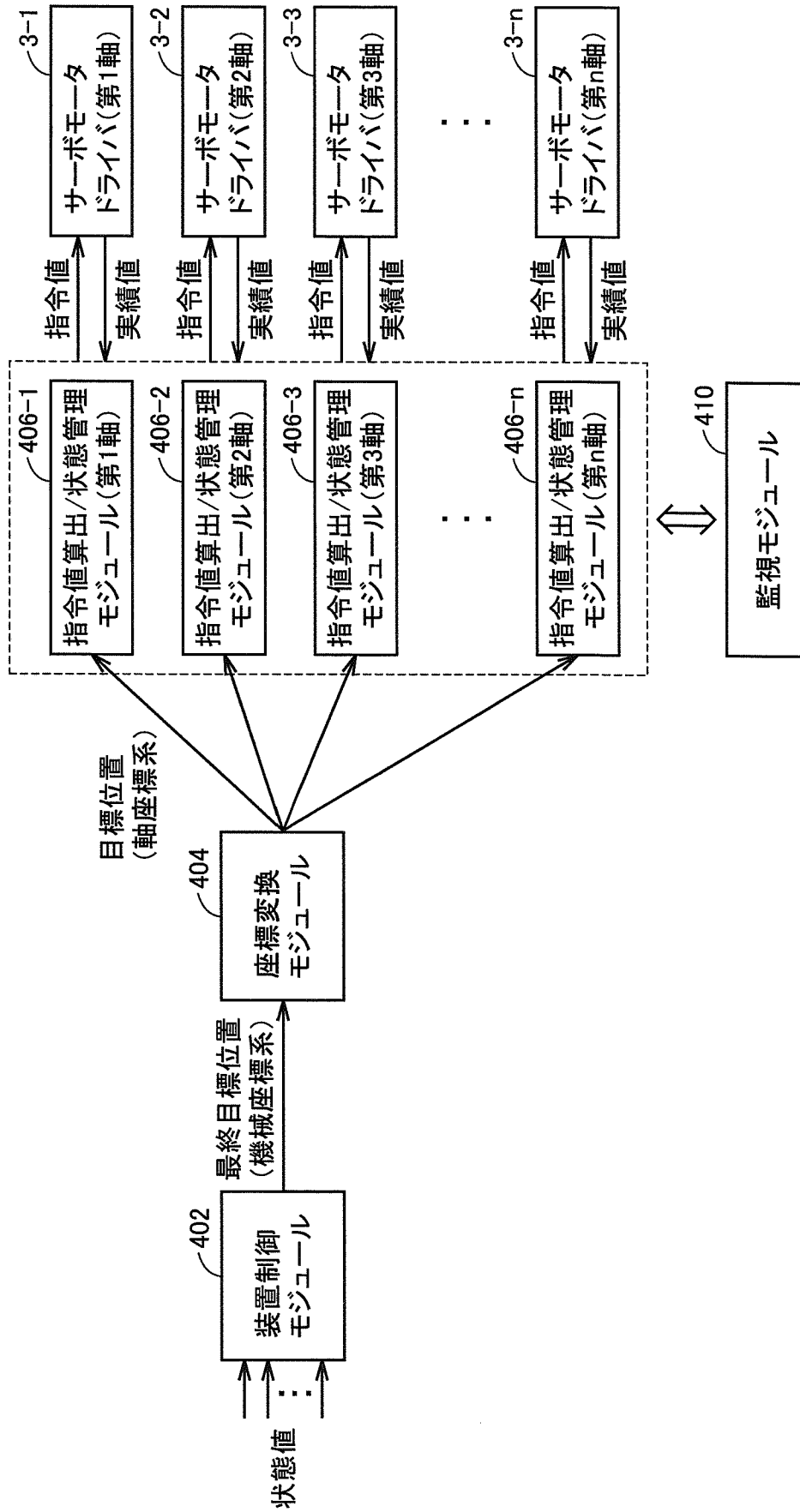


Figure 1 illustrates the sequence of operations for motion control cycles, divided into two main scenarios: (a) Normal sequence and (b) Priority sequence.

(a) Normal sequence:

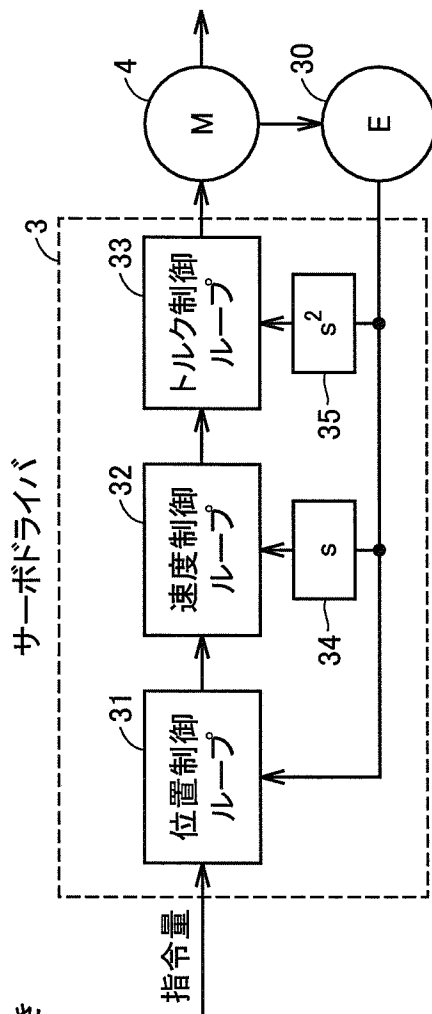
- 第1周期 (Cycle 1):** O/I 処理 (O/I processing), 指令値算出処理 (グループ分) 視処理 (Instruction value calculation processing (group-wise) vision processing), 状態監視 (Status monitoring), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing).
- 第2周期 (Cycle 2):** 装置制御処理 (Device control processing), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing), 装置制御処理 (Device control processing), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing).
- 第3周期 (Cycle 3):** O/I 処理 (O/I processing), 指令値算出処理 (グループ分) 視処理 (Instruction value calculation processing (group-wise) vision processing), 状態監視 (Status monitoring), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing).
- 第4周期 (Cycle 4):** O/I 処理 (O/I processing), 指令値算出処理 (グループ分) 視処理 (Instruction value calculation processing (group-wise) vision processing), 状態監視 (Status monitoring), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing).

(b) Priority sequence:

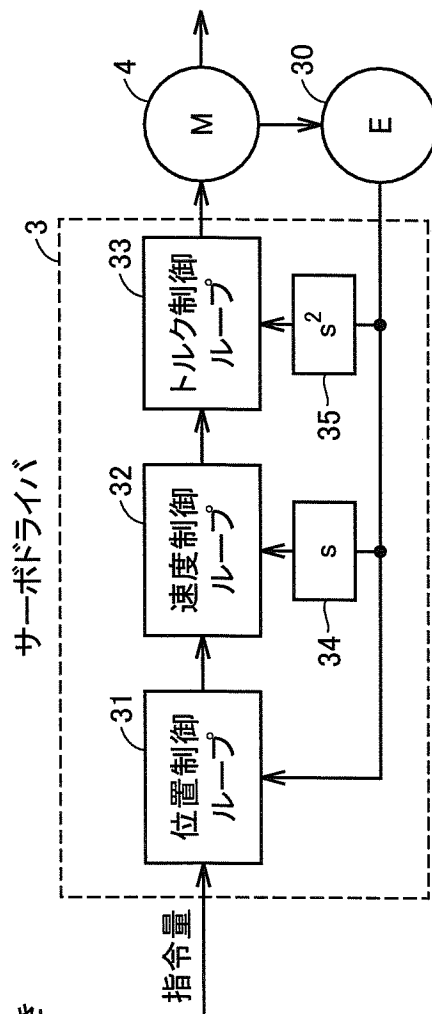
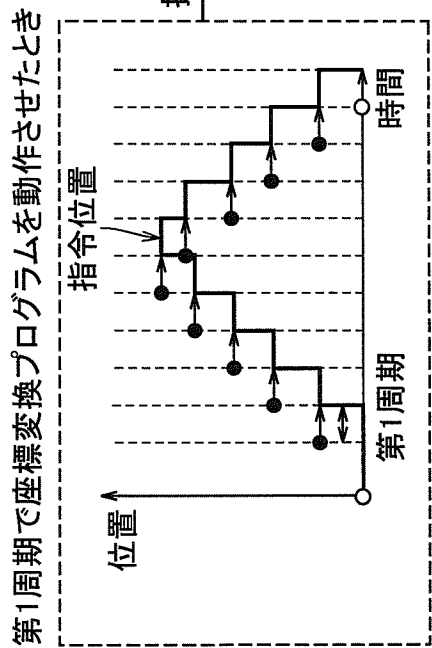
- 第1周期 (Cycle 1):** O/I 処理 (O/I processing), 指令値算出処理 (グループ分) 視処理 (Instruction value calculation processing (group-wise) vision processing), 状態監視 (Status monitoring), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing).
- 第2周期 (Cycle 2):** 装置制御処理 (Device control processing), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing), 装置制御処理 (Device control processing), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing).
- 第3周期 (Cycle 3):** O/I 処理 (O/I processing), 指令値算出処理 (グループ分) 視処理 (Instruction value calculation processing (group-wise) vision processing), 状態監視 (Status monitoring), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing).
- 第4周期 (Cycle 4):** O/I 処理 (O/I processing), 指令値算出処理 (グループ分) 視処理 (Instruction value calculation processing (group-wise) vision processing), 状態監視 (Status monitoring), 座標変換処理 (Coordinate transformation processing).

The diagrams show the flow of data and control signals between the processing blocks, with arrows indicating the sequence of operations. The labels "最終目標位置" (Final target position) and "目標位置(t+1)" (Target position at t+1) indicate the progression of the control sequence.

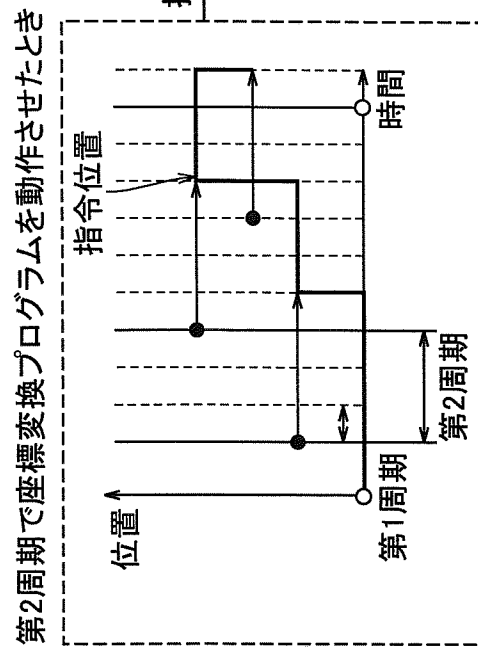
[図12]



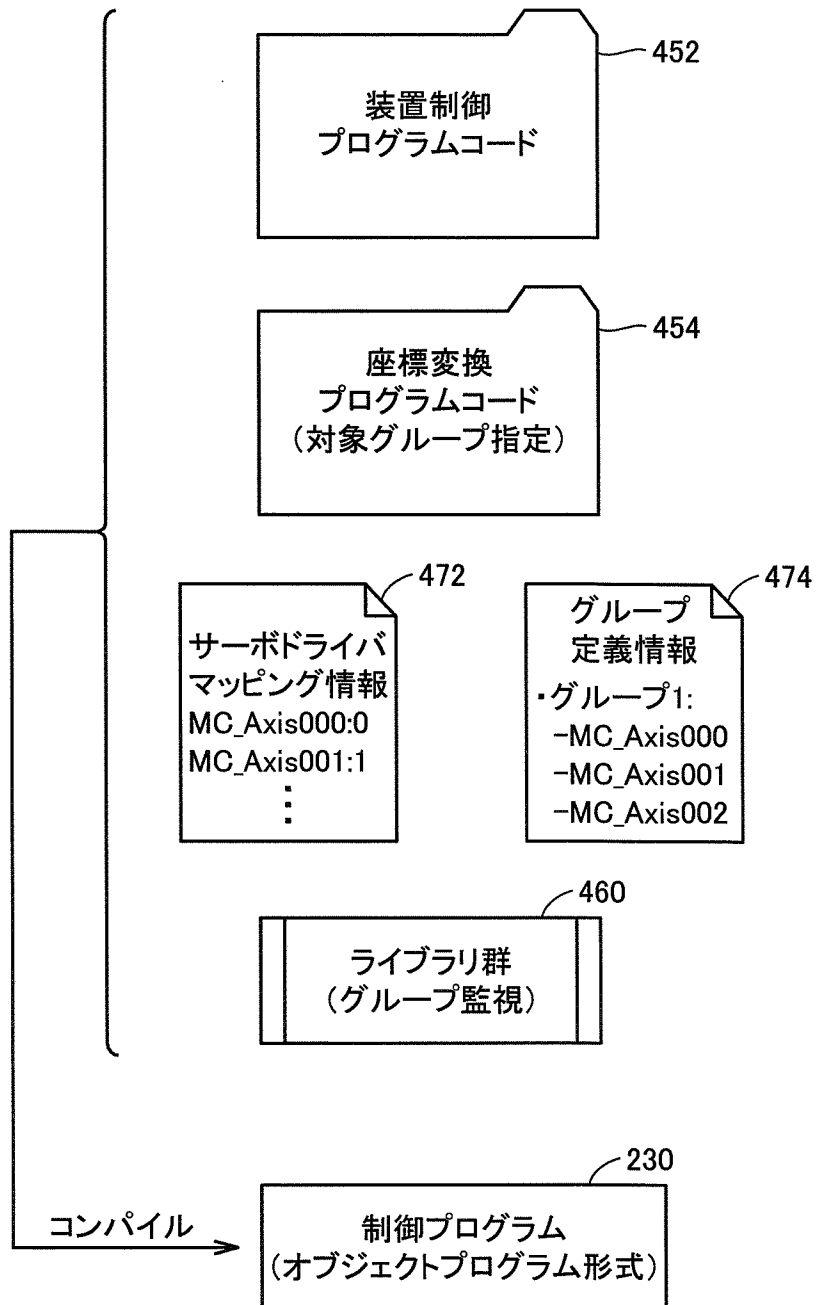
(a)



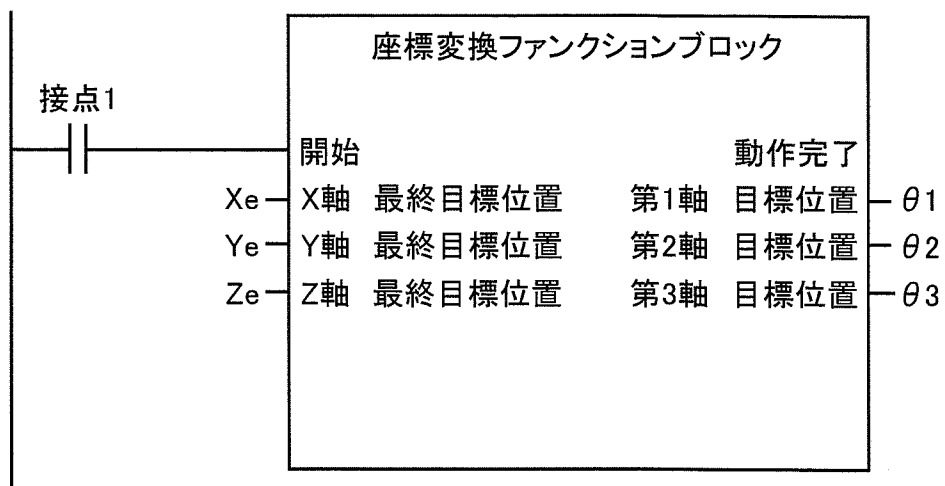
(b)



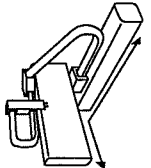
[図13]



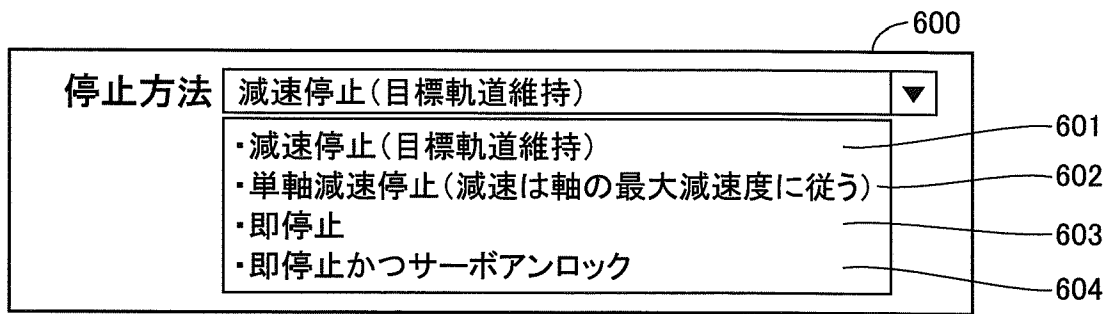
[図14]



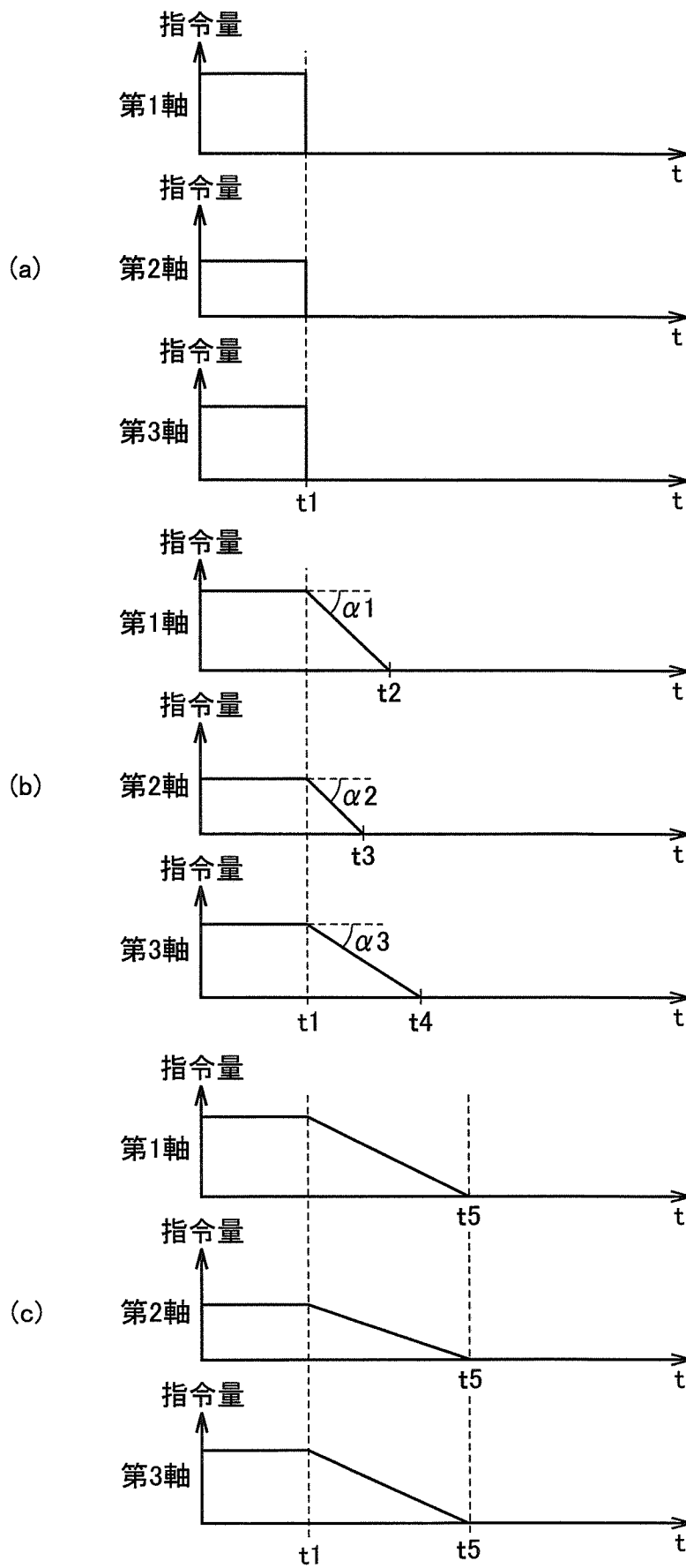
500
991

Configuration							
MCGroup000	+						
General							
Axes Group No. 0 Group Use Using Group 504 Group Type 2Axes 506  508							
Choice to map axes of this group.							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Group Axes</th> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Mapped Axes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">A0</td> <td style="padding: 5px;">MC-Axis000(0)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">A1</td> <td style="padding: 5px;">MC-Axis001(1)</td> </tr> </tbody> </table>	Group Axes	Mapped Axes	A0	MC-Axis000(0)	A1	MC-Axis001(1)	510
Group Axes	Mapped Axes						
A0	MC-Axis000(0)						
A1	MC-Axis001(1)						

[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/056781

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B19/18(2006.01)i, B25J9/10(2006.01)i, G05B19/042(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B19/18, B25J1/00-21/02, G05B19/042

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-231915 A (Yaskawa Electric Corp.), 27 August 1999 (27.08.1999), claims 1 to 2; paragraph [0007]; fig. 1, 4, 6 (Family: none)	1-10
Y	JP 2001-147706 A (Sony Corp.), 29 May 2001 (29.05.2001), paragraphs [0039] to [0051], [0057] to [0061]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August, 2011 (10.08.11)

Date of mailing of the international search report

23 August, 2011 (23.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05B19/18(2006.01)i, B25J9/10(2006.01)i, G05B19/042(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05B19/18, B25J1/00-21/02, G05B19/042

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 11-231915 A (株式会社安川電機) 1999.08.27, 請求項 1-2, 段落【0007】, 図 1, 4, 6 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2001-147706 A (ソニー株式会社) 2001.05.29, 段落【0039】-【0051】, 【0057】-【0061】, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-10

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 0 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

植村 森平

3 U

3 5 0 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4