

(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2005-349535

(P2005-349535A)

(43) 公開日 平成17年12月22日(2005.12.22)

(51) Int.Cl.⁷

B25J 9/10

G05B 19/18

F I

B25J 9/10

G05B 19/18

Z

X

テーマコード (参考)

3C007

5H269

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-173842 (P2004-173842)

(22) 出願日 平成16年6月11日 (2004.6.11)

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 河野 大

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 半田 博幸

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 松熊 研司

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

Fターム(参考) 3C007 CX01 CX05 HS27 HT40 LS00

LV11 LV21 MT13

最終頁に続く

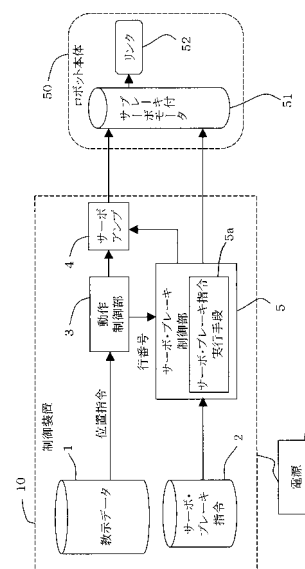
(54) 【発明の名称】 ロボットの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 作業者の意図に合わせて効率的に消費エネルギーを低減するとともに、接触や衝突により発生する干渉力を低減して損傷を防止し、さらに、容量が小さい軸の負荷容量を上回る負荷をハンドリングできるロボットの制御装置を提供する。

【解決手段】 ロボット50を、あらかじめ設定された教示データ1を基に制御する動作制御部3と、ブレーキ付サーボモータ51を駆動するサーボアンプ4と、前記ブレーキ付サーボモータ51への電力供給を制御するサーボオン/オフとブレーキオン/オフを切り替えるサーボ・ブレーキ制御部5を有するロボットの制御装置において、前記ブレーキ付サーボモータ51のサーボオン/オフとブレーキのオン/オフを軸毎に指令するサーボ・ブレーキ指令2を実行するサーボ・ブレーキ指令実行手段5aを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つのブレーキ付サーボモータを含む複数のサーボモータにより駆動される複数の関節軸から成るロボットを、あらかじめ設定された教示データを基に制御する動作制御部と、

前記ブレーキ付サーボモータを駆動するサーボアンプと、

前記ブレーキ付サーボモータへの電力供給を制御するサーボオン/オフとブレーキオン/オフを切り替えるサーボ・ブレーキ制御部を有するロボットの制御装置において、

前記ブレーキ付サーボモータのサーボオン/オフとブレーキのオン/オフを軸毎に指令するサーボ・ブレーキ指令を実行するサーボ・ブレーキ指令実行手段を備えることを特徴とするロボットの制御装置。

10

【請求項 2】

前記サーボ・ブレーキ指令は教示データに記載されていることを特徴とする請求項 1 記載のロボットの制御装置。

【請求項 3】

サーボオフかつブレーキオンに設定された軸の教示データの位置指令値の変化を検出し、該位置指令値に変化があった場合サーボオンかつブレーキオフにする動作指令確認手段を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のロボットの制御装置。

【請求項 4】

サーボオフかつブレーキオンに設定された軸の教示データを先読みして位置指令値の変化を検出し、該位置指令値に変化があった場合サーボオンかつブレーキオフにする先読み指令確認手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載のいずれかのロボットの制御装置。

20

【請求項 5】

前記ロボットの制御装置の外部から入力されるセンサ信号により軸の位置指令値の補正量を演算する補正量演算手段と、

位置指令値と前記補正量から補正された位置指令値を演算する位置指令補正手段を備え、補正された位置指令値の変化を検出し、該位置指令値に変化があった場合サーボオンかつブレーキオフにする補正動作指令確認手段を備えることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のロボットの制御装置。

30

【請求項 6】

前記補正量演算手段はインピーダンス制御により補正量を演算するインピーダンス制御手段であることを特徴とする請求項 5 記載のロボットの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、教示データを基に作業するロボットの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在一般的に使用されているロボットは、図 15 に示すように少なくとも 1 つのブレーキ付サーボモータ 51 を含む複数の関節軸で接続されたリンク 52 を有するロボット本体 50 と、ロボットを制御する制御装置 10 と、作業者が操作を入力する操作盤 101 で構成されている。制御装置 10 は教示データ 1 を基にサーボアンプ 4 への指令を演算する動作制御部 3 と、操作盤 101 からの操作を基にサーボアンプ 4 およびブレーキ付サーボモータ 51 を制御するサーボ・ブレーキ制御部 5 で構成されている。このような構成で、作業者が操作盤 101 を操作してサーボ・ブレーキ制御部 5 を介してサーボモータへの電力供給を制御するサーボオン/オフやブレーキのオン/オフを行い、前記ロボット本体 50 が前記教示データ 1 に従って動作する。

40

このようなロボットは作業者が操作盤からサーボやブレーキを操作する構成であるため、ロボットの稼働時間中、常に全てのサーボモータがサーボオンかつブレーキオフになっ

50

ているため、電力消費が大きいという問題がある。

【 0 0 0 3 】

この問題に対して、例えば特許文献 1 では、停止状態が一定時間経過したらサーボの励磁を解きモータへの電力供給を停止し、かつブレーキをかける産業用ロボットが開示されている。

また特許文献 2 では、教示ステップ間に動作指令が無い軸をサーボオフかつブレーキオンにする工業用ロボットが開示されている。

特許文献 1 について、図 1 6 および図 1 7 を用いて説明する。

図 1 6 は特許文献 1 の実施例のロボットの構成を表す図である。

図 1 6 において、1 0 2 はロボットの制御装置、1 0 7 はロボットの各軸のサーボモータを駆動するサーボアンプ、1 0 8 はロボットの機構部を示す。制御装置 1 0 2 は中央処理装置（以下、CPU と記す）1 0 3 を有し、CPU 1 0 3 にはメモリ（ROM）1 0 9、メモリ（RAM）1 1 0、I/O ユニット 1 0 4、軸制御器 1 0 5 が接続されている。メモリ（ROM）1 0 9 には CPU 1 0 3 が実行すべき各種制御プログラムが格納されている。メモリ（RAM）1 1 0 には教示データや各種パラメータの設定値が格納されている。I/O ユニット 1 0 4 はサーボアンプ 1 0 7 の電源スイッチ、ロボット機構部 1 0 8 内のブレーキ装置に接続され、サーボアンプ 1 0 7 の電源のオン・オフ指令信号、ブレーキ装置のオン・オフ指令信号を出力するようになっている。

【 0 0 0 4 】

図 1 7 は特許文献 1 のデータ処理を表すフローチャートである。まずロボットに電源が投入されると、CPU 1 0 3 は I/O ユニット 1 0 4 を介してブレーキ装置を作動させ、ブレーキをかけ、サーボアンプ 1 0 7 の電源を切り、サーボモータの励磁を解く。移動指令が発生すると、サーボアンプ 1 0 7 の電源を接続し、サーボモータを励磁すると共にブレーキ装置の動作を解除し、ブレーキを解き、ロボットを駆動させる。そしてロボットが動作した後、その移動が停止したか否かを判断し、移動停止すると、パラメータで設定されたタイマをスタートさせ、計時を開始させる。その後、タイマがタイムアップしたか、次の移動指令が発生したかを順次判断する。次の移動指令が実行されるまでの間にタイムアップしたら、ブレーキをかけ、サーボモータの励磁を解く。

このようにして、停止状態が一定時間経過したらブレーキをかけ、サーボモータの励磁を解くのである。

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 について、図 1 8 および図 1 9 を用いて説明する。

図 1 8 は特許文献 2 のロボットの構成を表す図である。

図 1 8 において 1 2 0 はコントローラであり、予め教示された教示データを基に各モータ 1 2 3 およびモータブレーキ 1 2 5 を制御するもので、ロボットの動作データの演算と実際の制御を行なう CPU 1 2 1 と、制御プログラムが記憶された ROM 1 2 6 と、教示された動作プログラムや電流制御値を記憶させる RAM 1 2 7 とを有している。また、コントローラ 1 2 0 はモータ 1 2 3 を駆動してロボットを駆動させるモータドライバ 1 2 2 を有している。CPU 1 2 1 は、ROM 1 2 6 から制御プログラムを読み出し、さらに教示データなどのデータを RAM 1 2 7 から読み出してロボットの制御データの演算を行い、モータドライバ 1 2 2 に出力するとともに、モータ 1 2 3 の現在の位置データ等をモータドライバ 1 2 2 から読み出す。さらに CPU 1 2 1 はモータブレーキ 1 2 5 を制御する I/O モジュール 1 2 4 を有しており、CPU 1 2 1 からの信号によってモータブレーキ 1 2 5 のオン/オフを制御する。

そしてこの特許文献 2 においては、RAM 1 2 7 に記憶された教示データからモータブレーキ 1 2 5 で制動可能な停止状態が軸に発生する期間を割り出し、この期間において軸駆動用のモータ 1 2 3 の電源供給を断ちかつモータブレーキ 1 2 5 で制動するようになっている。

【 0 0 0 6 】

この制御内容を図 1 9 を用いて説明する。

10

20

30

40

50

図 19 は軸の回転位置とブレーキ信号の時間的経過を表す図で、ロボットのある軌道での、第 1 軸 1 から第 3 軸 3 の回転位置と第 2 軸および第 3 軸のモータブレーキ 1 2 5 を作動させるブレーキ保持信号の時間的経過を示すものである。コントローラ 1 2 0 は教示された教示点 (P 0 ~ P 6) を順次結ぶ線をロボットが追従するような軌道を演算し、その軌道に応じた各軸の回転位置を割り出してモータドライバ 1 2 2 に送る。

このときコントローラ 1 2 0 では演算された各軸の位置指令値から教示点 P 2 ~ P 3 の間に第 3 軸 3 の移動がなく、また教示点 P 4 ~ P 5 の間に第 2 軸 2 の移動が無いことを割り出す。そしてロボットが教示点 P 2 に到達した時点で第 3 軸 3 のモータ 1 2 3 の電源を断ちかつブレーキ保持信号を出力して第 3 軸 3 を制動する。そしてこの状態を保持し、ロボットが教示点 P 3 に到達したら第 3 軸 3 のモータ 1 2 3 に電源供給を開始しかつブレーキ保持信号の出力を停止してブレーキをオフにして該第 3 軸 3 を駆動する。同様に第 2 軸 2 については教示点 P 4 ~ P 5 の間、モータ 1 2 3 の電源を断ちかつブレーキ保持信号を出力して制動する。

このようにして、教示点間に動作指令が無い軸のモータ 1 2 3 の電源供給を断ちかつモータブレーキ 1 2 5 で制動するのである。

【特許文献 1】特許 2 7 0 9 9 3 4 号 (第 4 - 4 頁、図 1)

【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 3 0 8 9 9 0 号公報 (第 7 7 頁、図 4)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 7】

しかし、特許文献 1 においてはロボットの全軸の動作が停止し、さらに一定時間が経過しないと、サーボモータの励磁を解きかつブレーキをかけないため、エネルギーを無駄に消費してしまう。また、サーボモータの励磁を解きかつブレーキをかけている間に外部から接触や衝突があった場合に外部やロボット本体に損傷を与える可能性があるという問題や、作業者の意図に合わせてサーボモータの励磁とブレーキのオン/オフを選択できないという問題がある。

また特許文献 2 においても、モータへの電源供給を断ちかつブレーキで制動している間に外部から接触や衝突があった場合に外部やロボット本体に損傷を与える可能性があるという問題や、作業者の意図に合わせてモータへの電源供給やブレーキでの制動を選択できないという問題がある。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、作業者の意図に合わせて効率的に消費エネルギーを低減するとともに、サーボオフかつブレーキオン中の状態で生じた接触や衝突により発生する干渉力を低減して損傷を防止し、さらに、容量が小さい軸の負荷容量を上回る負荷をハンドリングできるロボットの制御装置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】

【0 0 0 8】

上記問題を解決するため、本発明は次のように構成した。

請求項 1 に記載の発明は、少なくとも 1 つのブレーキ付モータを含む複数のサーボモータにより駆動される複数の関節軸から成るロボットを、あらかじめ設定された教示データを基に制御する動作制御部と、前記ブレーキ付サーボモータを駆動するサーボアンプと、前記ブレーキ付サーボモータへの電力供給を制御するサーボオン/オフとブレーキオン/オフを切り替えるサーボ・ブレーキ制御部を有するロボットの制御装置において、前記ブレーキ付サーボモータのサーボオン/オフとブレーキのオン/オフを軸毎に指令するサーボ・ブレーキ指令を実行するサーボ・ブレーキ指令実行手段を備えるものである。

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のロボットの制御装置において、前記サーボ・ブレーキ指令は教示データに記載されているものである。

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載のロボットの制御装置において、サーボオフかつブレーキオンに設定された軸の教示データの位置指令値の変化を検出し、該位置指令値に変化があった場合サーボオンかつブレーキオフにする動作指令確認手段

10

20

30

40

50

を備えるものである。

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至 3 に記載のいずれかのロボットの制御装置において、サーボオフかつブレーキオンに設定された軸の教示データを先読みして位置指令値の変化を検出し、該位置指令値に変化があった場合サーボオンかつブレーキオフにする先読み指令確認手段を備えるものである。

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 3 または請求項 4 に記載のロボットの制御装置において、前記ロボットの制御装置の外部から入力されるセンサ信号により軸の位置指令値の補正量を演算する補正量演算手段と、位置指令値と前記補正量から補正された位置指令値を演算する位置指令補正手段を備え、補正された位置指令値の変化を検出し、該位置指令値に変化があった場合サーボオンかつブレーキオフにする補正動作指令確認手段を備えるものである。

10

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 に記載のロボットの制御装置において、前記補正量演算手段はインピーダンス制御により補正量を演算するインピーダンス制御手段とするものである。

【発明の効果】

【0009】

請求項 1、請求項 2 に記載の発明によると、作業者の意図に合わせてサーボとブレーキのオン/オフを軸毎に切り替えることができるため、消費エネルギーを低減し、さらに負荷容量の小さいサーボモータで負荷容量を上回る負荷をハンドリングすることができる。

請求項 3 に記載の発明によると、作業者の設定ミスによる誤動作を回避することができる。

20

請求項 4 に記載の発明によると、現在から設定された数ステップ以内にサーボオンかつブレーキオフの指令があることを事前に検知し、サーボオンとブレーキオフを該当するステップの指令が実行される前に準備できるため、ロボットの作業時間を短縮することができる。

請求項 5 および 6 に記載の発明によると、ロボットがサーボオフかつブレーキオンの状態にあっても、センサが検出した状況の変化に応じてサーボオンかつブレーキオフになり、ロボットが動作するため、サーボオフかつブレーキオンの状態で生じた接触や衝突により発生する干渉力を低減し、安全性を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0010】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例 1】

【0011】

本発明の基本構成について、図 1 乃至図 5 を用いて説明する。

図 1 は、本発明の第 1 実施例のロボットの構成を表す図である。図 1 において、10 は制御装置であり、予め設定された教示データ 1 と、教示データ 1 を基にロボットの動作を制御する動作制御部 3 と、制御部の出力を基にサーボモータを駆動するサーボアンプ 4 と、サーボとブレーキのオン/オフを制御するサーボ・ブレーキ制御部 5 で構成されている。50 はロボット本体であり、複数のブレーキ付サーボモータ 51 と、ブレーキ付サーボモータ 51 を接続するリンク 52 から構成される。図では簡単化のため、ブレーキ付サーボモータは 1 個のみ記載している。2 はサーボ・ブレーキ指令であり、教示データ 1 の行番号に対応した各軸のサーボとブレーキのオン/オフの指令を記録している。サーボ・ブレーキ指令はサーボ・ブレーキ制御部 5 にあるサーボ・ブレーキ指令実行手段 5a で実行される。100 は電源であり、制御装置 10 に電力を供給する。

40

図 2 は教示データ 1 の具体的な例を示す図であり、行番号と、それに対応した位置指令が記述されている。図 3 はサーボ・ブレーキ指令 2 の具体的な例を示す図であり、教示データの行番号とサーボ・ブレーキ指令が対応づけて記述されている。すなわち、この例では、教示データ 102 の実行を開始すると、それに対応した第 N 軸のサーボオフかつブレーキオン指令 11 が実行される。

50

本発明が特許文献 1 および特許文献 2 と異なる部分は、サーボ・ブレーキ指令 2 を基にブレーキ付サーボモータ 5 1 のサーボとブレーキのオン/オフを軸毎に制御する構成とした点である。

【0012】

以下に、サーボ・ブレーキ指令の実行の詳細を説明する。ここでは簡単化のため、ロボット本体 5 0 を構成する第 N 軸のブレーキ付サーボモータ 5 1 を例に説明する。

サーボ・ブレーキ制御部 5 のサーボ・ブレーキ指令実行手段 5 a は、制御部 3 から現在実行中の教示データ 1 の行番号を読み込む。サーボ・ブレーキ指令 2 は、教示データの行番号に対応して、どの軸のサーボ・ブレーキをオンまたはオフするかの情報が一覧表になっていて、行番号からサーボ・ブレーキ指令がインデックスできる。サーボ・ブレーキ指令実行手段 5 a は、インデックスされたサーボ・ブレーキ指令の内容に従って第 N 軸のサーボとブレーキのオン/オフを切り替える。

10

【0013】

図 4 はサーボ・ブレーキ指令実行手段 5 a の処理を表すフローチャートである。

サーボ・ブレーキ指令実行手段 5 a は、サーボオフかつブレーキオン（ステップ S 1 ）の状態第 N 軸のサーボオンかつブレーキオフ指令を検出したら（ステップ S 2 ）第 N 軸をサーボオンかつブレーキオフ（ステップ S 3 ）にする。また第 N 軸がサーボオンかつブレーキオフ（図 6 のステップ S 3 ）の状態第 N 軸のサーボオフかつブレーキオン指令（図 7 の 1 1 ）を検出したら（ステップ S 4 ）、サーボオフかつブレーキオン（ステップ S 1 ）にする。このようにして、サーボ・ブレーキ指令 2 に従って第 N 軸のサーボオフかつブレーキオンとサーボオンかつブレーキオフを軸毎に切り替えるのである。

20

上記ステップは同時に複数の軸についても適用することができる。

【0014】

なお、サーボ・ブレーキ指令を発生させる方法としては、この動作制御部 3 から現在実行中の教示データ 1 の行番号を読み込む方法に限らず、例えば、作業者が操作盤（図 1 5 の 1 0 1 ）からサーボとブレーキのオン/オフを軸毎に設定し、指令とする方法や、制御装置 1 0 内部にタイマを設けて、タイマの値を基にサーボとブレーキのオン/オフを軸毎に切り替える方法や、外界センサを設けて周辺の状態を検出した信号を基にサーボとブレーキのオン/オフを軸毎に切り替える方法でもよい。なお、これらのサーボ・ブレーキ指令を発生させる方法は、同時に複数の軸についても適用することができる。

30

【0015】

これらの指令により、作業者の意図に合わせてサーボとブレーキのオン/オフを軸毎に指定できるので、例えば動作しなくてもよい軸をサーボオフかつブレーキオンにし、動作する軸をサーボオンかつブレーキオフの状態にできる。よって動作しなくてもよい軸へのエネルギー供給を停止し、消費エネルギーを低減することができる。これにより、例えばバッテリーを電力源とする移動型ロボットの稼動時間を延ばすことができる。

図 5 は一般的な構成のロボットで搬送物をハンドリングする作業を示す図である。一般的な構成のロボットは、自重を支えつつハンドリング作業を行なうため、図 5 に示すように根元付近に負荷容量の大きいサーボモータを配し、手先付近には負荷容量の小さいサーボモータを配している。

40

サーボオンかつブレーキオンの状態を利用すると、一般的なロボットで図 5 に示すような手先の姿勢変化が必要ないハンドリング作業を行なう場合、手先付近の負荷容量の小さいサーボモータをブレーキオンにし、根元付近の容量の大きいサーボモータだけを動作させることで、手先付近の負荷容量の小さいサーボモータで負荷容量を上回る負荷をハンドリングすることができる。

【実施例 2】

【0016】

次に本発明の第 2 実施例について、図 6、図 7 を用いて説明する。第 2 実施例が第 1 実施例の構成と異なる部分は、サーボ・ブレーキ指令 2 が教示データ 1 の中に有り、教示データとして記載されている点である。

50

図 6 は、第 2 実施例のロボットの構成を表す図である。図 6 において、サーボ・ブレーキ指令 2 の存在場所以外の点は図 1 と同じであるので説明を省略する。サーボ・ブレーキ指令 2 は図 7 に例を示すように教示データ 1 に記載されており、軸番号と、サーボオンかつブレーキオフまたはサーボオフかつブレーキオフを軸毎に指定する。

第 1 実施例のように教示データの行番号をインデックスにしてサーボ・ブレーキ指令を記述する場合、教示データを編集して 1 行追加あるいは削除した場合、行番号がずれるため、サーボ・ブレーキ指令の行番号を変更する必要があるが、第 2 実施例のように教示データに直接サーボ・ブレーキ指令を記述すると、他の教示データ編集時もサーボ・ブレーキ指令は変更する必要がない。

【実施例 3】

10

【0017】

次に本発明の第 3 実施例について、図 8、図 9 を用いて説明する。

第 3 実施例は請求項 3 に対応している。

図 8 は第 3 実施例のロボットの構成を示す図である。第 2 実施例の構成と異なる部分は、教示データ 1 に記載されている教示値の変化を検出する教示動作指令確認手段 6 a を動作指令確認部 6 に備えた点である。図 9 は第 3 実施例の教示動作指令確認手段 6 a の処理を表すフローチャートである。

第 N 軸がサーボオフかつブレーキオン（図 9 のステップ S 1 1）の状態で教示データ 1 に第 N 軸のサーボオンかつブレーキオフ指令（図 7 の 1 2）を検出したら、作業者の意図に従ってサーボオンかつブレーキオフ（ステップ S 1 4）にする。サーボオンかつブレーキ
20
オフ指令が無い場合は教示データ 1 の第 N 軸の教示値の変化の有無を確認する（ステップ S 1 3）。教示値に変化があれば第 N 軸をサーボオンかつブレーキオフ（ステップ S 1 4）にし、教示値に変化が無い場合はサーボオフかつブレーキオン（ステップ S 1 1）の状態を保持する。

【0018】

また第 N 軸がサーボオンかつブレーキオフ（図 9 のステップ S 1 4）の状態で教示データ 1 に第 N 軸のサーボオフかつブレーキオン指令（図 7 の 1 1）を検出したら（ステップ S 1 5）、教示データの第 N 軸の教示値の変化の有無を確認する（ステップ S 1 6）。教示値に変化がなければサーボオフかつブレーキオン指令に従って第 N 軸をサーボオフかつブレーキ
30
オン（ステップ S 1 1）にし、教示値に変化がある場合はサーボオフかつブレーキオン指令を無視してサーボオンかつブレーキオフの状態を保持する（ステップ S 1 4）。無視した第 N 軸のサーボオフかつブレーキオン指令は教示データの次の行を実行する時に再度実行する。

このようにして、教示データ 1 に記載されたサーボ・ブレーキ指令 2 および教示値の変化の有無に従って第 N 軸のサーボオフかつブレーキオンとサーボオンかつブレーキオフを軸毎に切り替えるのである。

なお、上記ステップは同時に複数の軸についても適用することができる。

以上のステップを繰り返すことにより、第 1、第 2 実施例と同様の効果に加え、教示ミスなどによりある軸のサーボオンかつブレーキオフ指令を入力し忘れた場合でも、教示値に変化がある場合は自動的に当該軸がサーボオンかつブレーキオフ状態になって動作する
40
ので、誤動作を防止することができる。

【実施例 4】

【0019】

次に第 4 実施例について、図 10、図 11 を用いて説明する。

第 4 実施例は請求項 4 に対応している。

図 10 は第 4 実施例のロボットの構成を示す図である。第 4 実施例が第 3 実施例の構成と異なる部分は、教示データ 1 を複数のステップ分先読みする先読み指令確認手段 7 a をデータ先読み部 7 に備えた点である。図 11 は先読み指令確認手段 7 a の処理を表すフローチャートである。

教示データの実行行が 1 行進むごとに、予め設定された M ステップ分の教示データを先読
50

みする（図 1 1 のステップ S 2 2）。サーボオフかつブレーキオン（ステップ S 2 1）の状態では、先読みした教示データに第 N 軸のサーボオンかつブレーキオフ指令（図 7 の 1 2）を検出したら（ステップ S 2 3）サーボオンかつブレーキオフ（ステップ S 2 5）にする。先読みした教示データにサーボオンかつブレーキオフ指令が無い場合は、先読みした教示データ内の教示値の変化の有無を確認する（ステップ S 2 4）。先読みした教示データに少なくとも 1 度教示値の変化があればサーボオンかつブレーキオフ（ステップ S 2 5）にし、先読みした教示データに教示値の変化が無い場合はサーボオフかつブレーキオン（ステップ S 2 1）の状態を保持する。

【 0 0 2 0 】

また第 N 軸がサーボオンかつブレーキオフ（ステップ S 2 5）の状態では、教示データ 1 に第 N 軸のサーボオフかつブレーキオン指令（図 7 の 1 1）を検出したら（ステップ S 2 6）、第 3 実施例と同様にその教示データの教示値の変化の有無を確認する（ステップ S 2 7）。教示値に変化がなければ前記サーボオフかつブレーキオン指令に従って第 N 軸をサーボオフかつブレーキオン（ステップ S 2 1）にし、教示値に変化がある場合はサーボオフかつブレーキオン指令を無視してサーボオンかつブレーキオフの状態を保持する（ステップ S 2 5）。無視した第 N 軸のサーボオフかつブレーキオン指令は教示データ 1 の次の行を実行する時に再度実行する。

このようにして、教示データ 1 に記載されたサーボ・ブレーキ指令 2 および教示値の変化の有無に従ってサーボオフかつブレーキオンとサーボオンかつブレーキオフを軸毎に切り替えるのである。

なお、上記ステップは同時に複数の軸についても適用することができる。

以上のステップを繰り返すことにより、第 2 実施例および第 3 実施例と同様の効果に加え、サーボオンとブレーキオフを該当する教示データの行が実行される前に準備するため、サーボオンおよびブレーキオフが実行されるまでの準備時間を失くし、ロボットの作業時間を短縮することができる。

【 実施例 5 】

【 0 0 2 1 】

次に第 5 実施例について、図 1 2、図 1 3、図 1 4 を用いて説明する。

第 5 実施例は請求項 5 および 6 に対応している。

図 1 2 は第 5 実施例のロボットの一般的な構成を示す図である。第 5 実施例が第 3 実施例の構成と異なる部分は、ロボットおよび外部環境の状態を計測するセンサ 5 3 と、センサ 5 3 の検出値を基に位置指令の補正量を演算する補正量演算手段 9 a を持つ補正量演算部 9 と、位置指令と補正量演算手段 9 a の出力から補正された位置指令を演算する位置指令補正演算手段 8 a を持つ位置指令補正部 8 を備え、動作指令確認部 6 には、教示ステップ毎には無く、サーボモータの制御周期毎に位置指令の変化を確認する補正動作指令確認手段 6 b を備えた構成とした点である。

図 1 3 は第 5 実施例のロボットの具体的な構成の例を表す図である。ここでは具体例として、図 1 3 に示すようにセンサ 5 3 の例として力センサ 5 4、補正量演算手段 9 a の例としてインピーダンス制御手段 5 5 a を用いて、衝突時の安全性を向上する方法を説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1 4 は第 5 実施例の補正動作指令確認手段 6 b の処理を表すフローチャートである。

サーボオフかつブレーキオン（ステップ S 3 1）の状態では、教示データに第 N 軸のサーボオンかつブレーキオフ指令（図 7 の 1 2）を検出したら、作業者の意図に従って第 N 軸をサーボオンかつブレーキオフ（ステップ S 3 4）にする。

第 N 軸のサーボオンかつブレーキオフ指令が無い場合は、補正動作指令確認手段 6 b で、サーボモータの制御周期毎に力センサ 5 4 の検出値を基にインピーダンス制御手段 5 5 a で演算された、補正された第 N 軸の位置指令の変化の有無を確認する（ステップ S 3 3）。

補正された位置指令に変化があればサーボオンかつブレーキオフ（ステップ S 3 4）にし

10

20

30

40

50

、変化が無い場合はサーボオフかつブレーキオン（ステップ S 3 1）の状態を保持する。また第 N 軸がサーボオンかつブレーキオフ（図 1 4 のステップ S 3 4）の状態で教示データ 1 に第 N 軸のサーボオフかつブレーキオン指令（図 6 の 1 1）を検出したら（ステップ S 3 5 および図 6）、第 2 実施例と同様にその教示データの教示値の変化の有無を確認する（ステップ S 3 6）。教示値に変化がなければ前記サーボオフかつブレーキオン指令（図 6 の 1 1）に従って第 N 軸をサーボオフかつブレーキオン（ステップ S 3 1）にし、教示値に変化がある場合は前記サーボオフかつブレーキオン指令（図 6 の 1 1）を無視してサーボオンかつブレーキオフの状態を保持する（ステップ S 3 4）。無視した第 N 軸のサーボオフかつブレーキオン指令（図 6 の 1 1）は前記教示データ 1 の次の行を実行する時に再度実行する。

10

【0023】

以下に、インピーダンス制御の詳細を説明する。インピーダンス制御とは、ロボットと物体の間に働く力を入力し、ロボットの動作に望ましい特性を実現する位置指令補正量を出力する制御方法である。

補正量演算部では、力センサ 5 4 の計測値を F、関節軸の指令位置、速度、加速度をそれぞれ X 0、V 0、A 0 とし、作業者が設定した望ましいインピーダンス特性を表す慣性行列 M、粘性行列 D、弾性行列 K を用いて、力センサ 5 4 の計測値 F に対する関節軸の位置指令 X、速度指令 V、加速度指令 A を演算式（1）から求める。

$$F = K \cdot (X - X_0) + D \cdot (V - V_0) + M \cdot (A - A_0) \quad (1)$$

ただし、V は X の 1 階微分（ $V = dX / dt$ ）であり、A は X の 2 階微分（ $A = d^2X / dt^2$ ）である。

20

このように求めた位置指令 X から指令位置 X 0 を差し引くことで、本実施例では位置の補正量 X E（ $X E = X - X_0$ ）を得るのである。

インピーダンス制御部では位置指令 X から補正量 X E を差し引き、補正された位置指令として出力する。ここでは例として、力センサで力を検出し、インピーダンス制御で位置の修正を行なう構成としたが、距離センサで手先と作業対象との距離を計測して位置の補正量を演算する構成などでもよい。また、補正された位置指令の変化の有無を確認する周期はサーボモータの制御周期に限らず、教示ステップごとでも良い。また、補正量演算部は一つだけでなく、複数ある構成でもよい。

30

【0024】

このようにして、教示データ 1 に記載されたサーボ・ブレーキ指令 2 および前記力センサ 5 4 の検出値を基にインピーダンス制御で補正された位置指令の変化の有無に従ってサーボオフかつブレーキオンとサーボオンかつブレーキオフを軸毎に切り替えるのである。尚、上記ステップは同時に複数の軸についても適用することができる。

以上のステップを繰り返すことにより、第 2 実施例および第 3 実施例と同様の効果に加え、センサが検出した状況の変化に応じてサーボオンかつブレーキオフになり、ロボットが動作するため、サーボオフかつブレーキオンの状態で生じた接触や衝突により発生する干渉力を低減し、安全性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

40

【図 1】本発明の第 1 実施例のロボットの構成を表す図

【図 2】本発明の第 1 実施例の教示データの具体的な例を示す図

【図 3】本発明の第 1 実施例のサーボ・ブレーキ指令の具体的な例を示す図

【図 4】本発明の第 1 実施例のサーボ・ブレーキ指令実行手段の処理を表すフローチャート

【図 5】本発明を適用する一般的なロボットの構成を表す図

【図 6】本発明の第 2 実施例のロボットの構成を表す図

【図 7】本発明の第 2 実施例の教示データの具体的な例を示す図

【図 8】本発明の第 3 実施例のロボットの構成を表す図

【図 9】本発明の第 3 実施例の教示動作指令確認手段の処理を表すフローチャート

50

- 【図 1 0】本発明の第 4 実施例のロボットの構成を表す図
- 【図 1 1】本発明の第 4 実施例の先読み指令確認手段の処理を表すフローチャート
- 【図 1 2】本発明の第 5 実施例のロボットの一般的な構成を表す図
- 【図 1 3】本発明の第 5 実施例のロボットの具体的な構成の例を表す図
- 【図 1 4】本発明の第 5 実施例の補正動作指令確認手段の処理を表すフローチャート
- 【図 1 5】従来ロボットの構成を表す図
- 【図 1 6】第 1 の従来例ロボットの構成を表す図
- 【図 1 7】第 1 の従来例のデータ処理を表すフローチャート
- 【図 1 8】第 2 の従来例ロボットの構成を表す図
- 【図 1 9】第 2 の従来例の回転位置とブレーキ信号の時間的経過を表す図

10

【符号の説明】

【 0 0 2 6 】

- 1 教示データ
- 2 サーボ・ブレーキ指令
- 3 動作制御部
- 4 サーボアンプ
- 5 サーボ・ブレーキ制御部
- 5 a サーボ・ブレーキ指令実行手段
- 6 動作指令確認部
- 6 a 教示動作指令確認手段
- 6 b 補正動作指令確認手段
- 7 データ先読み部
- 7 a 先読み指令確認手段
- 8 位置指令補正部
- 8 a 位置指令補正演算手段
- 9 補正量演算部
- 9 a 補正量演算手段
- 1 0 制御装置
- 1 1 サーボオフかつブレーキオン指令
- 1 2 サーボオンかつブレーキオフ指令
- 1 3 搬送物
- 1 4 教示データの行番号
- 5 0 ロボット本体
- 5 1 ブレーキ付サーボモータ
- 5 2 リンク
- 5 3 センサ
- 5 4 力センサ
- 5 5 インピーダンス制御部
- 5 5 a インピーダンス制御手段
- 1 0 0 電源
- 1 0 1 操作盤
- 1 0 2 制御装置
- 1 0 3 中央処理装置 (C P U)
- 1 0 4 I / O ユニット
- 1 0 5 軸制御器
- 1 0 6 サーボ回路
- 1 0 7 サーボアンプ
- 1 0 8 ロボット機構部
- 1 0 9 メモリ (R O M)
- 1 1 0 メモリ (R A M)

20

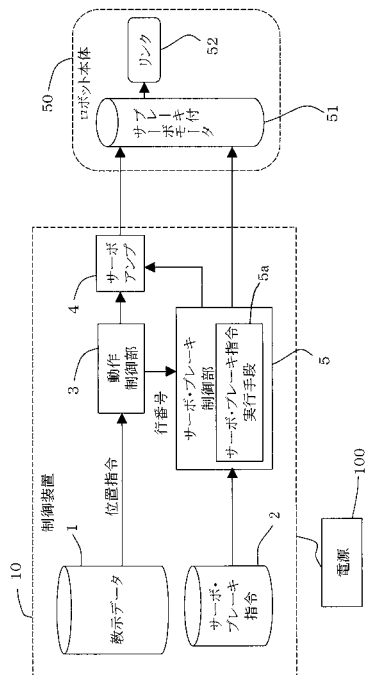
30

40

50

1 2 0 コントローラ
 1 2 1 C P U
 1 2 2 モータドライバ
 1 2 3 モータ
 1 2 4 I / O モジュール
 1 2 5 モータブレーキ
 1 2 6 R O M
 1 2 7 R A M

【図 1】



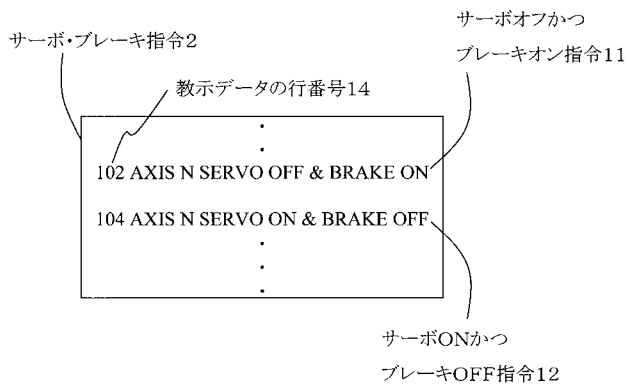
【図 2】

教示データ1

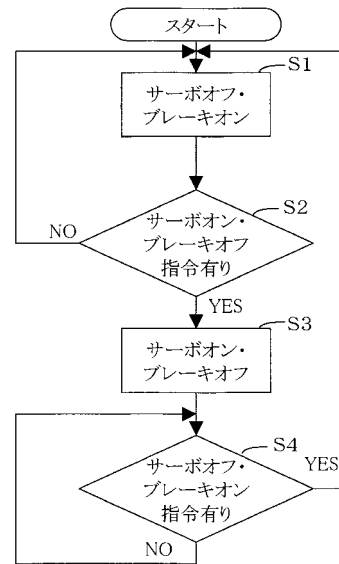
教示データの行番号14

101	MOV	$\theta 1A$	$\theta 2A$	\dots	θNA	\dots
102	MOV	$\theta 1B$	$\theta 2B$	\dots	θNB	\dots
103	MOV	$\theta 1C$	$\theta 2C$	\dots	θNC	\dots
104	MOV	$\theta 1D$	$\theta 2D$	\dots	θND	\dots

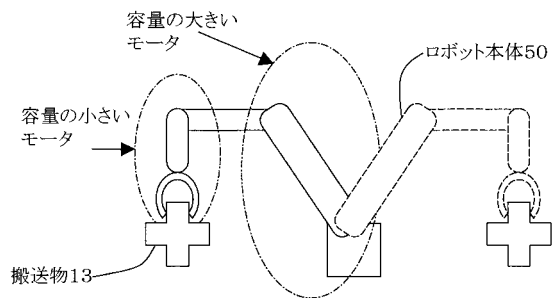
【図3】



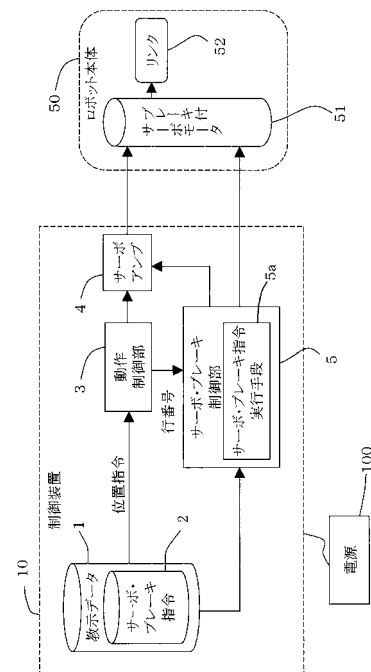
【図4】



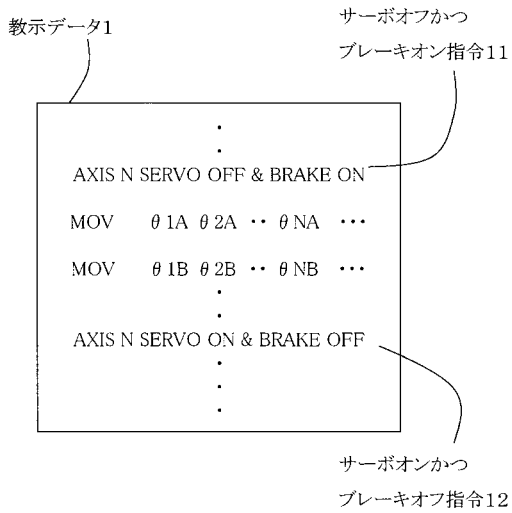
【図5】



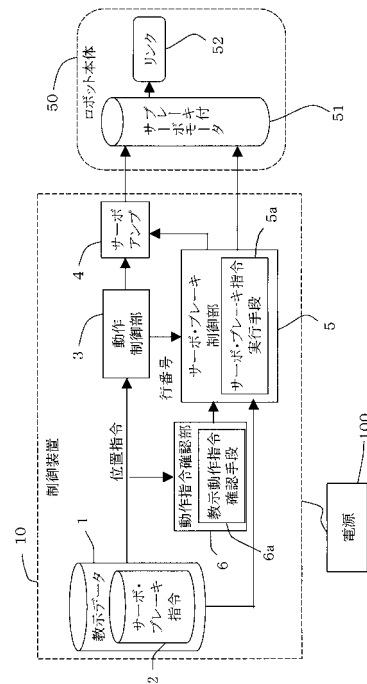
【図6】



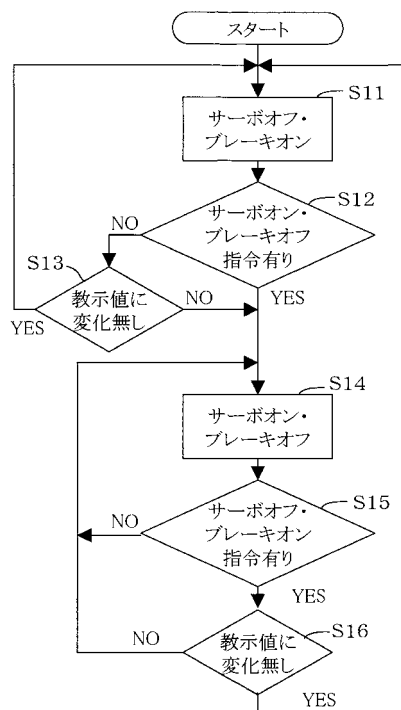
【図 7】



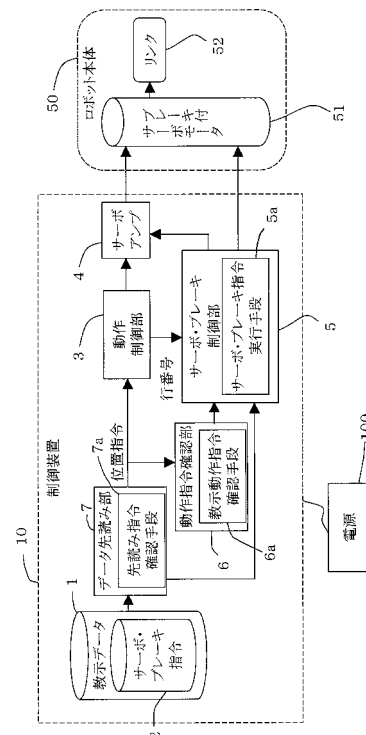
【図 8】



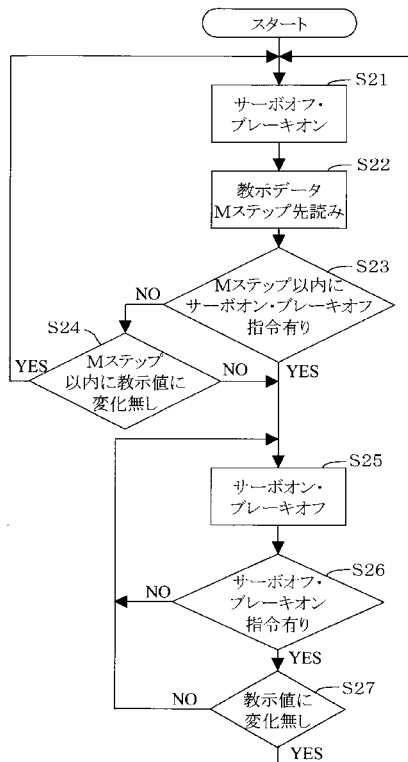
【図 9】



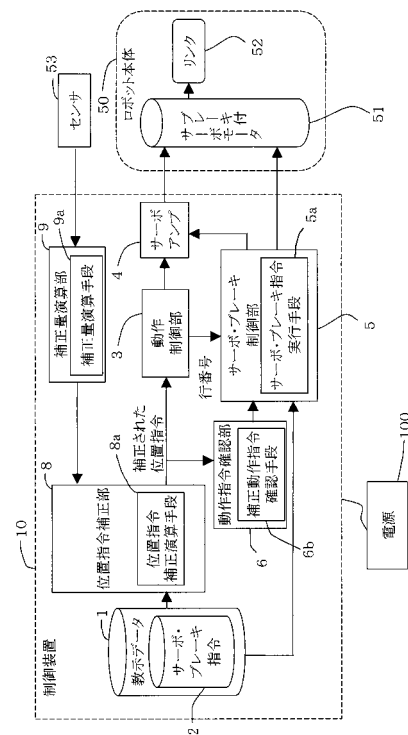
【図 10】



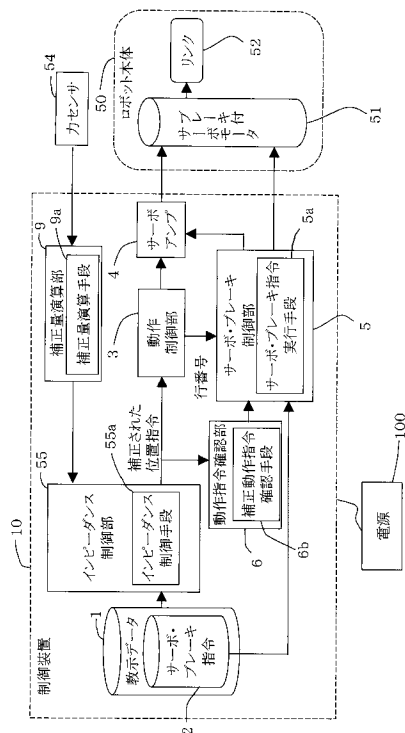
【図 1 1】



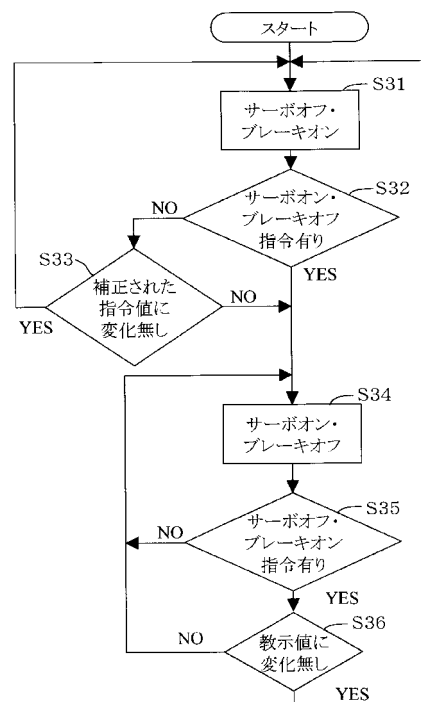
【図 1 2】



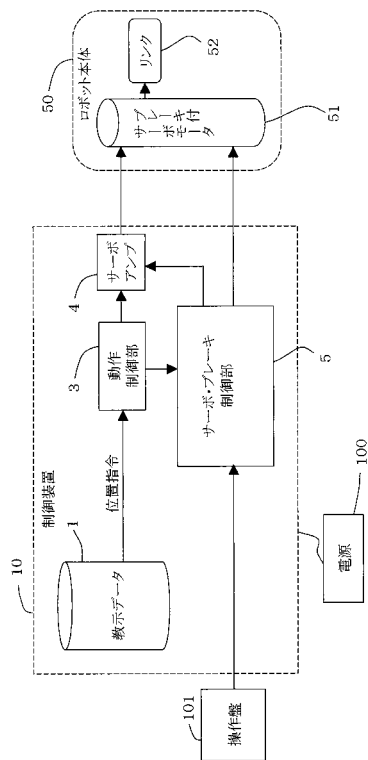
【図 1 3】



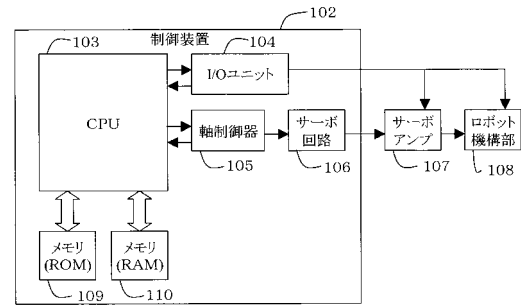
【図 1 4】



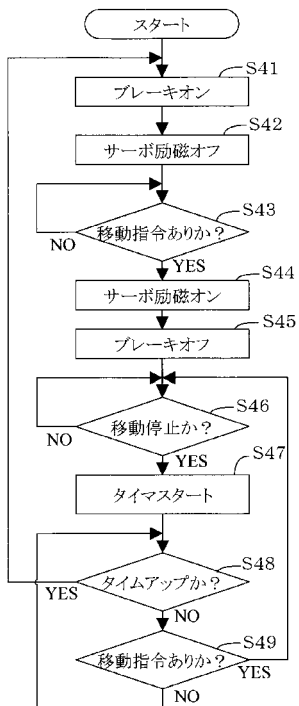
【図 15】



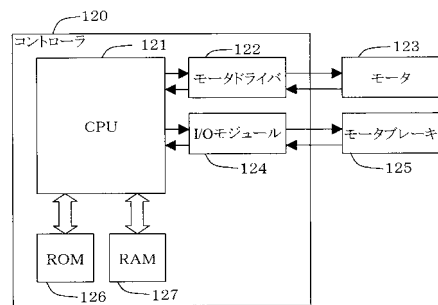
【図 16】



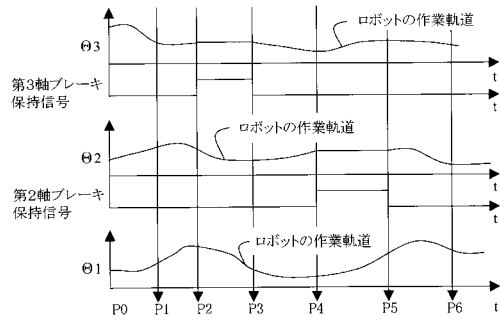
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H269 AB33 BB05 BB12 BB14 CC09 CC17 EE03 EE05 FF06 MM04
NN01 PP03