

(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.CI.⁷B25J 9/10
G05B 19/18

F 1

B25J 9/10
G05B 19/18

テーマコード(参考)

Z 3C007
X 5H269

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2004-173842 (P2004-173842)
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

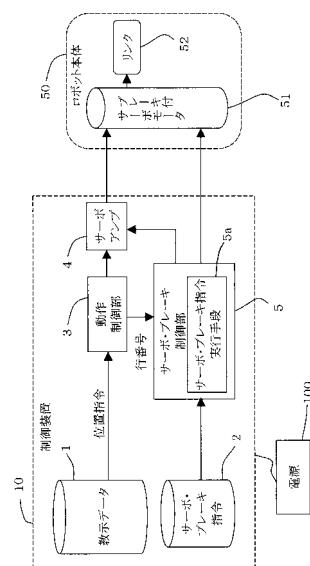
(54) 【発明の名称】ロボットの制御装置

(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、ロボットの稼動時間中、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。

【0003】

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16および図17を用いて説明する。

図16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16において、102はロボットの制御装置、107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、108はロボットの機構部を示す。制御装置102は中央処理装置（以下、CPUと記す）103を有し、CPU103にはメモリ（ROM）109、メモリ（RAM）110、I/Oユニット104、軸制御器105が接続されている。メモリ（ROM）109にはCPU103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）110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104はサーボアンプ107の電源スイッチ、ロボット機構部108内のブレーキ装置に接続され、サーボアンプ107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。

【0004】

図17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、CPU103はI/Oユニット104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107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107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。

【0005】

特許文献2について、図18および図19を用いて説明する。

図18は特許文献2のロボットの構成を表す図である。

図18において120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123およびモータブレーキ125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CPU121と、制御プログラムが記憶されたROM126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RAM127とを有している。また、コントローラ120はモータ123を駆動してロボットを駆動せるモータドライバ122を有している。CPU121は、ROM126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RAM127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122に出力とともに、モータ123の現在の位置データ等をモータドライバ122から読み出す。さらにCPU121はモータブレーキ125を制御するI/Oモジュール124を有しており、CPU121からの信号によってモータブレーキ125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、RAM127に記憶された教示データからモータブレーキ125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123の電源供給を断ちかつモータブレーキ125で制動するようになっている。

【0006】

この制御内容を図19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125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120は教示された教示点(P0～P6)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122に送る。

このときコントローラ120では演算された各軸の位置指令値から教示点P2～P3の間に第3軸 3の移動がなく、また教示点P4～P5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P2に到達した時点で第3軸 3のモータ123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P3に到達したら第3軸 3のモータ123に電源供給を開始しあ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P4～P5の間、モータ123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123の電源供給を断ちかつモータブレーキ125で制動するのである。

【特許文献1】特許2709934号(第4-4頁、図1)

【特許文献2】特開2000-308990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】

【0007】

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】

【0008】

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 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 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。30

【発明を実施するための最良の形態】

【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51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50を構成する第N軸のブレーキ付サーボモータ51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5a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5a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。

【0013】

図4はサーボ・ブレーキ指令実行手段5a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5aは、サーボオフかつブレーキオン（ステップS1）の状態で第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S2）第N軸をサーボオンかつブレーキオフ（ステップS3）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S3）の状態で第N軸のサーボオフかつブレーキオン指令（図7の11）を検出したら（ステップS4）、サーボオフかつブレーキオン（ステップS1）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。

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15の101）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10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況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。

【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。

サーボオフ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。

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6a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6a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S11)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12)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S14)にする。サーボオンかつブレーキ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S13)。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S14)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S11)の状態を保持する。

【0018】

20

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S14)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11)を検出したら(ステップS15)、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S16)。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オン(ステップS11)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S14)。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。

30

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ので、誤動作を防止することができる。

40

【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7a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7a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11のステップS22）。サーボオフかつブレーキオン（ステップS21）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12）を検出したら（ステップS23）サーボオンかつブレーキオフ（ステップS25）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S24）。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S25）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S21）の状態を保持する。

【0020】

また第N軸がサーボオンかつブレーキオフ（ステップS25）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11）を検出したら（ステップS26）、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S27）。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S21）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S25）。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】

【0021】

次に第5実施例について、図12、図13、図14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12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53と、センサ53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9aを持つ補正量演算部9と、位置指令と補正量演算手段9a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8aを持つ位置指令補正部8を備え、動作指令確認部6には、教示ステップ毎にでは無く、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6bを備えた構成とした点である。

図13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13に示すようにセンサ53の例として力センサ54、補正量演算手段9aの例としてインピーダンス制御手段55aを用いて、衝突時の安全性を向上する方法を説明する。

【0022】

図14は第5実施例の補正動作指令確認手段6b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S31）の状態で、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12）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S34）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6bで、サーボモータの制御周期毎に力センサ54の検出値を基にインピーダンス制御手段55a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S33）。

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S34）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S31）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14のステップS34）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11）を検出したら（ステップS35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S36）。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11）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S31）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11）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S34）。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11）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54の計測値をF、関節軸の指令位置、速度、加速度をそれぞれX0、V0、A0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54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。

このように求めた位置指令Xから指令位置X0を差し引くことで、本実施例では位置の補正量XE ($X_E = X - X_0$) 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XE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54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】

【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

40

【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10】本発明の第4実施例のロボットの構成を表す図
 【図11】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12】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13】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14】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15】従来のロボットの構成を表す図
 【図16】第1の従来例のロボットの構成を表す図
 【図17】第1の従来例のデータ処理を表すフローチャート
 【図18】第2の従来例のロボットの構成を表す図
 【図19】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】

【0026】

- 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
- 10 制御装置
- 11 サーボオフかつブレーキオン指令
- 12 サーボオンかつブレーキオフ指令
- 13 搬送物
- 14 教示データの行番号
- 50 ロボット本体
- 51 ブレーキ付サーボモータ
- 52 リンク
- 53 センサ
- 54 力センサ
- 55 インピーダンス制御部
- 55 a インピーダンス制御手段
- 100 電源
- 101 操作盤
- 102 制御装置
- 103 中央処理装置(CPU)
- 104 I/Oユニット
- 105 軸制御器
- 106 サーボ回路
- 107 サーボアンプ
- 108 ロボット機構部
- 109 メモリ(ROM)
- 110 メモリ(RAM)

20

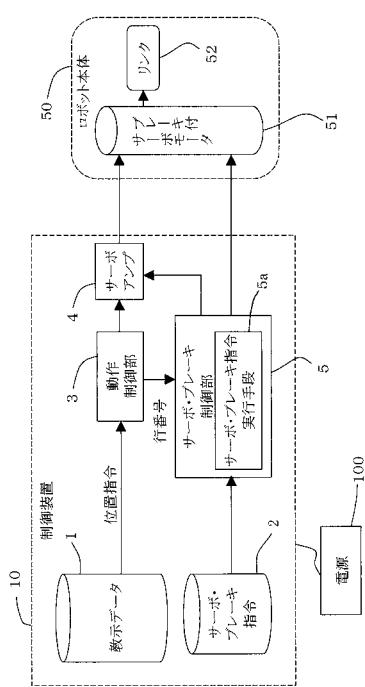
30

40

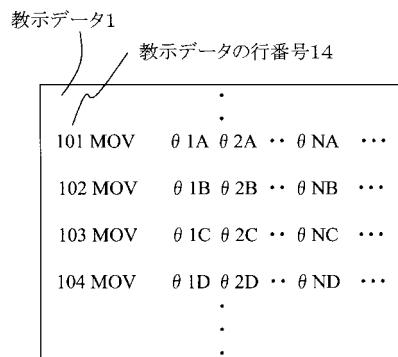
50

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 モタブレーキ
 1 2 6 R O M
 1 2 7 R A M

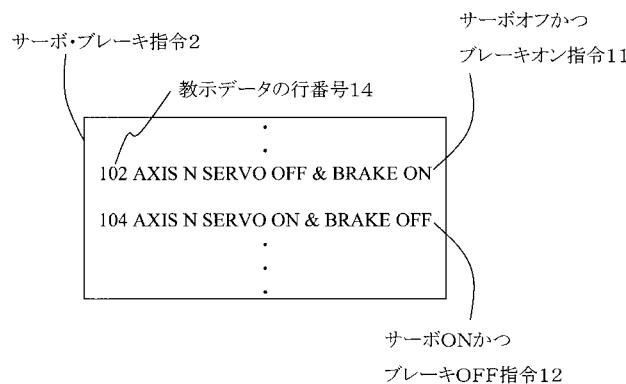
【図1】



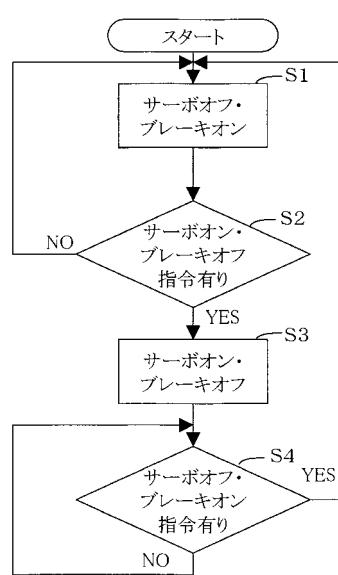
【図2】



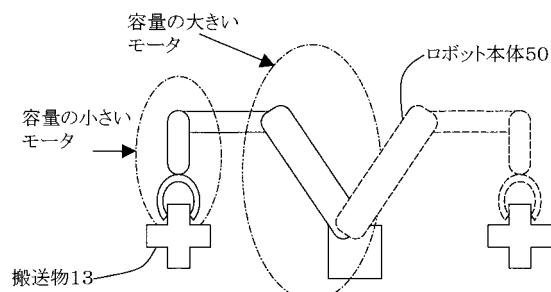
【図3】



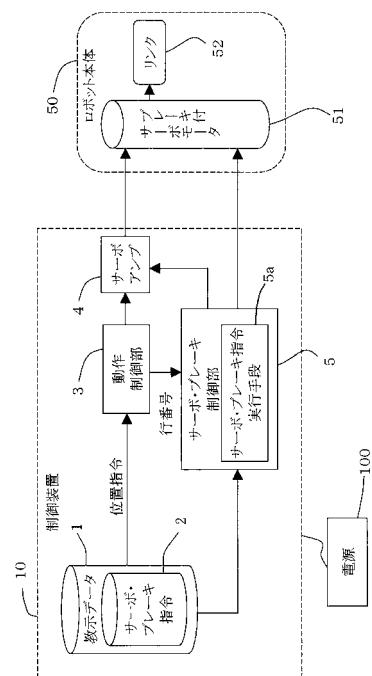
【図4】



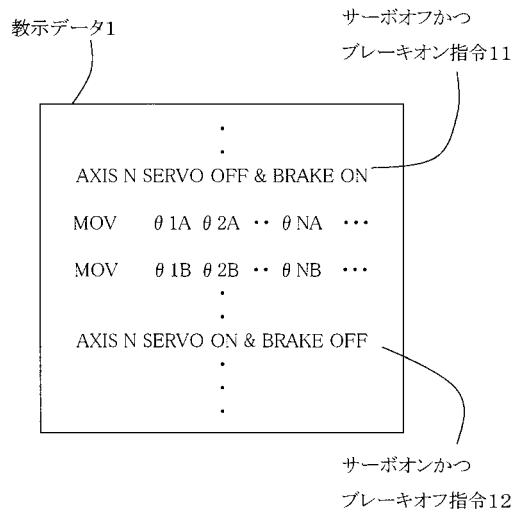
【図5】



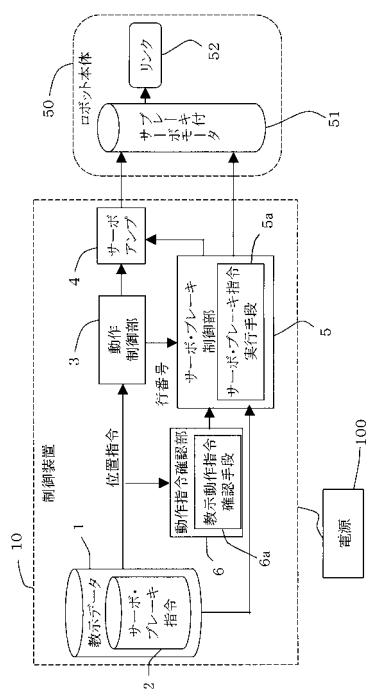
【図6】



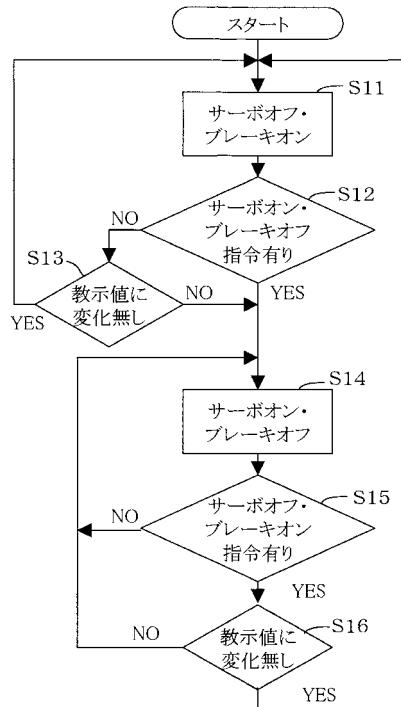
【図7】



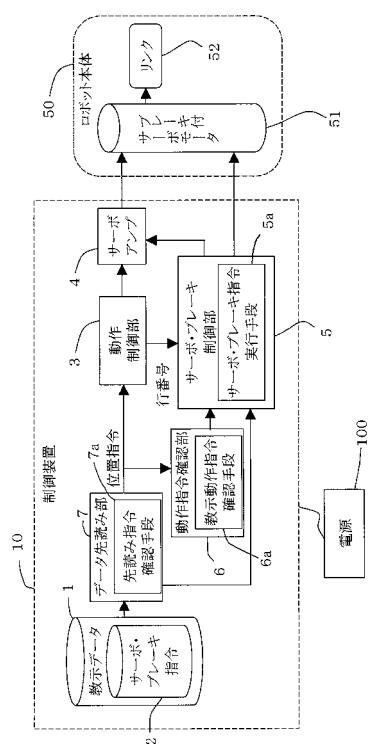
【図8】



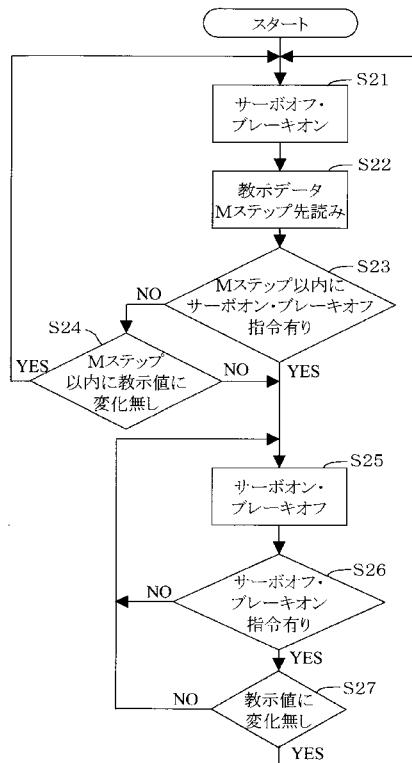
【図9】



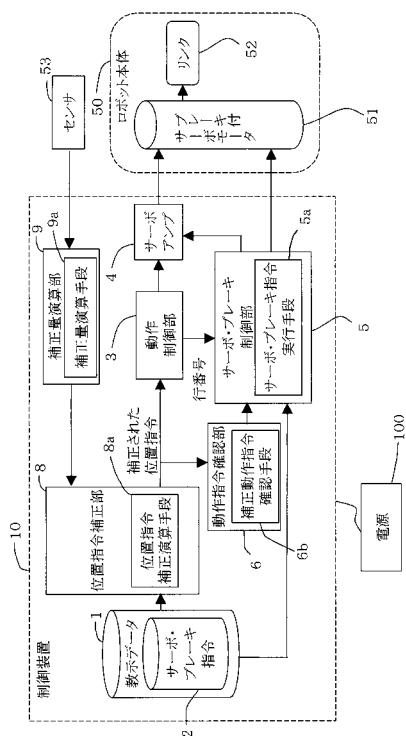
【図10】



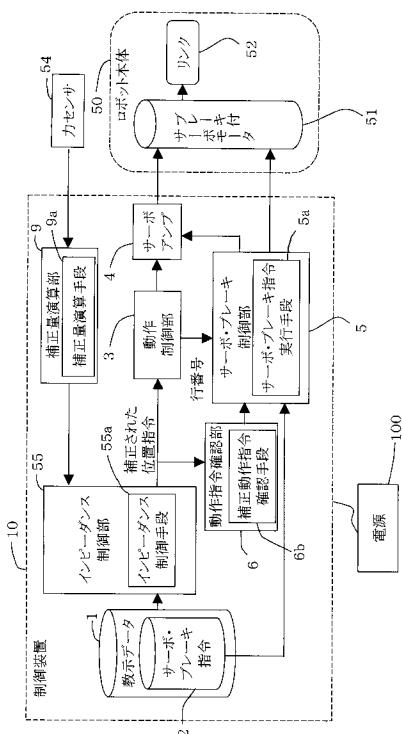
【図11】



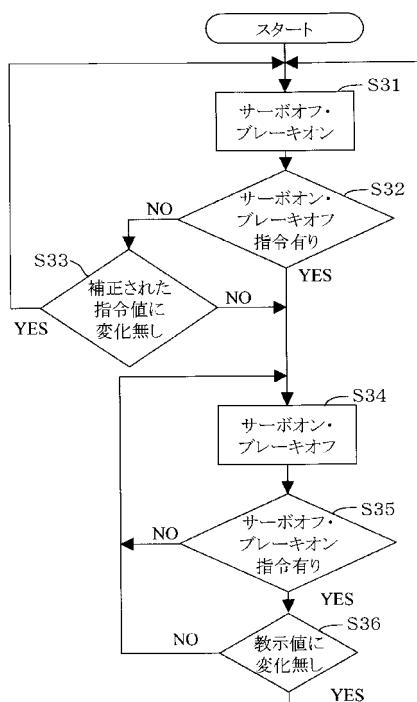
【図12】



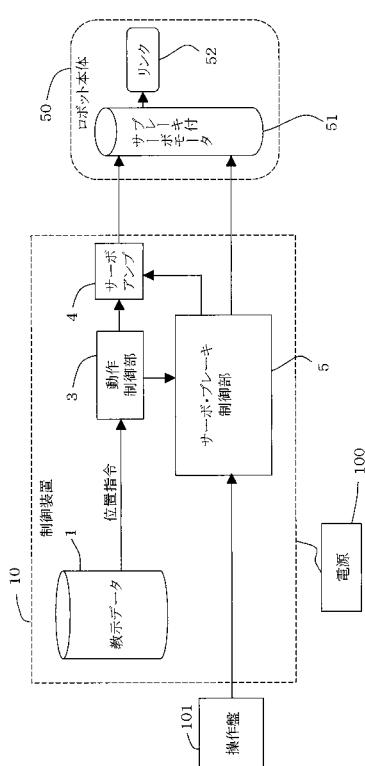
【図13】



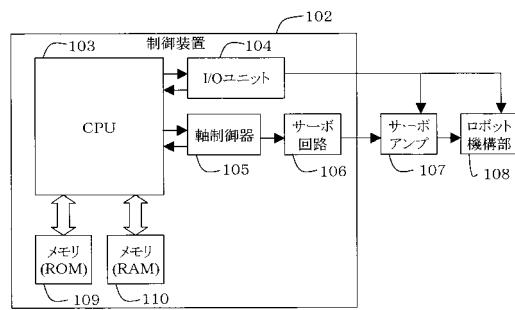
【図14】



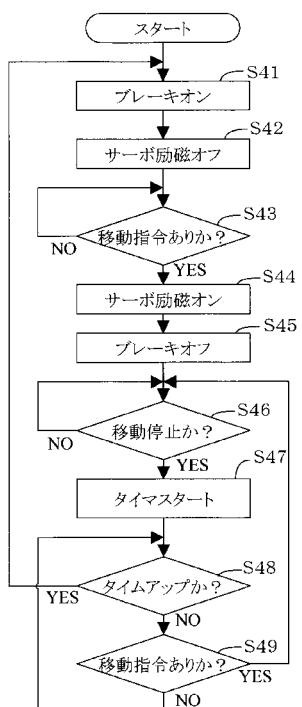
【図15】



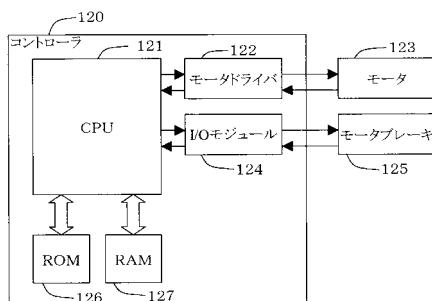
【図16】



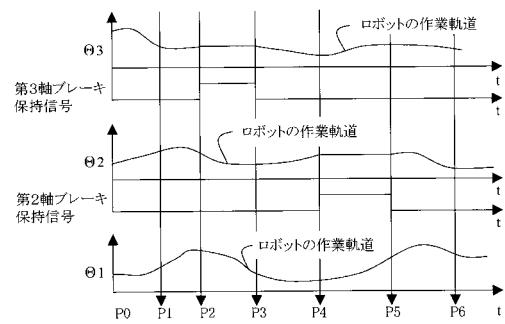
【図17】



【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