

(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2006-217746
(P2006-217746A)

(43) 公開日 平成18年8月17日(2006.8.17)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 H02P 29/00 (2006.01) H02P 5/00 H 5H303
 G05D 3/12 (2006.01) G05D 3/12 306Z 5H501

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-28790 (P2005-28790)
 (22) 出願日 平成17年2月4日(2005.2.4)

(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 高松 祥治
 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) 5H303 AA04 BB01 BB06 CC01 DD01
 EE03 FF03 JJ01 KK02 KK03
 KK04 KK31 LL02 MM05
 5H501 AA22 BB20 DD01 GG01 GG03
 GG08 GG20 JJ03 JJ22 JJ24
 KK06 LL03

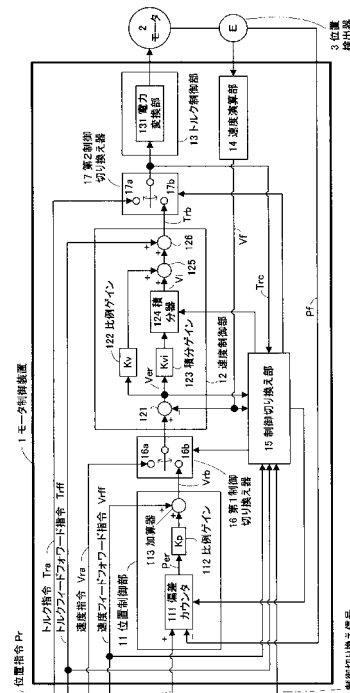
(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】モータの実運転中に制御モードをダイレクトに切り換える際において、位置指令にフィルタ等の処理があつて遅れが発生する場合や切り換え後の制御系に外部フィードフォワード指令がある場合においても、モータ動作の連続性を保つことができるモータ制御装置を提供する。

【解決手段】上位制御部と下位制御部との間に制御切り換え器16、17とを備え、制御モードを切り換える際に外部フィードフォワード指令に基づいて、制御切り換え時の補償値を算出し制御切り換え器16、17を切り換える制御切り換え部15と、制御切り換え時の協調動作を容易にするため、位置制御部11と速度制御部12とトルク制御部13の各制御と制御切り換え部を同一のモータ制御装置1内で構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部位置指令と位置フィードバックに基づいて、内部速度指令を出力する位置制御部と、前記内部速度指令、または、外部速度指令と速度フィードバックに基づいて、内部トルク指令を出力する速度制御部と、

前記内部トルク指令に応じた電力をモータに供給するトルク制御部と、

速度指令の入力を選択する制御切り換え器とを備えたモータ制御装置であり、

外部速度フィードフォワード指令を前記位置制御部に入力するモータ制御装置において、

前記外部速度フィードフォワード指令、および、速度フィードバックに基づいて、制御切り換え直後の前記内部速度指令が切り換え時点の速度フィードバック値と一致するように補償値を算出し、前記制御切り換え器を切り換える制御切り換え部を備え、

前記制御切り換え部が、速度制御から位置制御への制御切り換え時の補償をすることを特徴とするモータ制御装置。

10

【請求項 2】

外部位置指令と位置フィードバックに基づいて、内部速度指令を出力する位置制御部と、前記内部速度指令と速度フィードバックに基づいて、内部トルク指令を出力する速度制御部と、

前記内部トルク指令、または、外部トルク指令に応じた電力をモータに供給するトルク制御部とを備えたモータ制御装置であり、

外部速度フィードフォワード指令を前記位置制御部に入力するモータ制御装置において、

トルク指令の入力を選択する制御切り換え器と、

前記外部速度フィードフォワード指令に基づいて、制御切り換え直後の前記内部速度指令が切り換え時点の速度フィードバック値と一致するように補償値を算出し、前記制御切り換え器を切り換える制御切り換え部を備え、

前記制御切り換え部が、トルク制御から位置制御への制御切り換え時の補償をすることを特徴とするモータ制御装置。

20

【請求項 3】

前記補償値が、前記速度フィードバックから前記外部速度フィードフォワード指令を差し引いた値を位置制御比例ゲインで割った値であり、速度制御、または、トルク制御から位置制御へ切り換える際に前記補償値を算出し、前記外部位置指令と位置フィードバックとの位置偏差の初期値として与えるようにし、

前記外部速度フィードフォワード指令がない場合においても、前記制御切り換え部が制御切り換え時の補償をすることを特徴とする請求項 1、2 記載のモータ制御装置。

30

【請求項 4】

外部位置指令と位置フィードバックに基づいて、内部速度指令を出力する位置制御部と、外部速度指令と速度フィードバックに基づいて、内部トルク指令を出力する速度制御部と、

前記内部トルク指令、または、外部トルク指令に応じた電力をモータに供給するトルク制御部とを備えたモータ制御装置であり、

外部トルクフィードフォワード指令を前記速度制御部に入力するモータ制御装置において、

トルク指令の入力を選択する制御切り換え器と、

前記外部トルクフィードフォワード指令に基づいて、制御切り換え直後の前記内部トルク指令が切り換え直前の前記外部トルク指令と一致するように補償値を算出し、前記制御切り換え器を切り換える制御切り換え部を備え、

前記制御切り換え部が、トルク制御から速度制御への制御切り換え時の補償をすることを特徴とするモータ制御装置。

40

【請求項 5】

50

前記補償値が、前記内部速度指令、または、前記外部速度指令と速度フィードバックとの速度偏差に速度制御比例ゲインを乗じた値と前記外部トルクフィードフォワード指令の加算値を前記外部トルク指令から差し引いた値であり、トルク制御から速度制御へ切り換える際に前記補償値を算出し、前記速度制御部内の速度制御積分器の初期値として与えるようにし、

前記外部トルクフィードフォワード指令がない場合においても、前記制御切り換え部が制御切り換え時の補償をすることを特徴とする請求項4記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、NC等のモーションシステムにおいて、制御モードをダイレクトに切り換えられるモータ制御装置に関わり、特に、制御モードの切り換えにおいて、連続的なモータ動作を実現するモータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、制御モードを切り換えるモータ制御装置として、例えば、特許文献1には第1の従来技術と第2の従来技術が開示されている。

以下、第1の従来技術と第2の従来技術について図示して説明する。図5は、第1の従来技術の構成と動作を示す図であり、図6は、第2の従来技術の構成と動作を示す図である。

【0003】

まず、第1の従来技術の構成と動作について、図5で説明する。

上位制御部8が位置制御系の場合におけるモータ制御装置4である。モータ制御装置4は、速度制御部42とモータ駆動用のアンプ(電力増幅装置)43を備え、これによりモータ5を回転駆動させると共に、このモータ5の回転速度を速度検出器6により検出し、速度フィードバック値として速度制御部42に取り込み、速度制御部42に入力される速度指令の回転速度となるようにモータ5をフィードバック制御している。また、モータ制御装置4は、制御切り換え部45と制御切り換え器46を備えており、外部から制御切り換え部45を介しての制御切り換え信号により、速度制御部42に入力される速度指令は、外部からの速度指令 V_{ra} 、または、上位制御部8で作成された速度指令 V_{rb} のどちらかを選択できる。

【0004】

ここで、上位制御部8の位置制御系の動作について説明する。位置制御を行う場合、モータ5、または、このモータ5によって駆動される機器には、位置検出器(E)7が結合されている。この位置検出器7としては、パルス出力式のロータリーエンコーダなどが用いられることが多く、この出力がモータ制御装置4内に設けてある位置フィードバックカウンタ44でカウントされ、位置フィードバック値 P_f となる。

【0005】

一方、外部からは位置指令値が与えられるが、これもパルス形態で与えられることが多く、このパルスがモータ制御装置4内に設けてある位置指令カウンタ41でカウントされ、位置指令値となる。

【0006】

そこで、この位置制御では、比較器81で位置指令値と位置フィードバック値の差を取り、この結果である位置偏差 P_{er} に対して、予め設定してある比例ゲイン82(定数値)を掛け、速度指令値 V_{rb} として出力するようになっている。

【0007】

次に、外部からの制御切り換え信号によって、外部からの速度指令から上位制御部8で作成された内部速度指令へ切り換える場合の動作について説明する。上位制御部8の処理は、モータ制御装置4が外部からの速度指令により速度制御されている時は動作しておらず、速度制御から位置制御に切り換えられた時点から実動作を開始する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

そこで、制御切り換え部 4 5 を設け、速度制御から位置制御への切り換え時には、切り換え時点での速度フィードバック値を V_f 、位置フィードバック値を P_f 、位置制御の比例ゲインを K_p として、式 (1) で計算される初期値 P_r を切り換え時の位置指令カウンタ 4 1 に与えている。

$$P_r = P_f + V_f / K_p \quad \dots (1)$$

【 0 0 0 9 】

この処理によれば、切り換えた瞬間の上位制御部 8 で作成された速度指令 V_{rb} は、

$$V_{rb} = (P_r - P_f) \times K_p = V_f \quad \dots (2)$$

となり、切り換え時の速度フィードバック値 V_f と一致する。

10

【 0 0 1 0 】

次に、第 2 の従来技術の構成と動作について、図 6 で説明する。上位制御部 1 0 が比例・積分制御系の場合におけるモータ制御装置 9 であり、上位制御部 1 0 で運転する場合について説明する。

【 0 0 1 1 】

上位制御部 1 0 は、上位指令信号と上位フィードバック信号を入力とし、比較器 1 0 1 で両者の差をとり、偏差量 X_{er} を求める。この偏差量 X_{er} に対して、予め設定してある比例ゲイン 1 0 2 (定数値) を掛け、比例項の結果を得る。また、これと並行して、同じくこの偏差量 X_{er} に対して、予め設定してある積分ゲイン 1 0 3 (定数値) を掛け、この結果を積分器 1 0 4 で時間積分して積分項の結果とする。

20

【 0 0 1 2 】

そして、これら比例項の結果と積分項の結果を加算器 1 0 5 で加算し、その結果を速度指令値 V_{rb} として出力するようになっている。

【 0 0 1 3 】

次に、外部からの制御切り換え信号によって、外部からの速度指令から上位制御部 1 0 で作成された内部速度指令へ切り換える場合の動作について説明する。この場合も上位制御部 1 0 の処理は、モータ制御装置 9 が外部からの速度指令により速度制御されている時は動作しておらず、速度制御から位置制御に切り換えられた時点から実動作を開始する。

【 0 0 1 4 】

そこで、制御切り換え部 9 4 を設け、速度制御から上位制御部 1 0 での制御への切り換え時には、切り換え時点での速度フィードバック値を V_f 、上位指令と上位フィードバックの偏差を X_{er} 、上位制御部 1 0 の比例ゲインを K_p として、式 (3) で計算される初期値 X_i を切り換え時の積分器 1 0 4 に与えている。

30

$$X_i = V_f - X_{er} \times K_p \quad \dots (3)$$

【 0 0 1 5 】

この処理によれば、切り換えた瞬間の上位制御部 1 0 で作成された速度指令 V_{rb} は、

$$V_{rb} = X_i + X_{er} \times K_p = V_f \quad \dots (4)$$

となり、切り換え時の速度フィードバック値 V_f と一致する。

【 0 0 1 6 】

以上のように、従来技術の制御モードを切り換えるモータ制御装置は、外部指令入力であるゆえに上位制御部との制御切り換えがスムーズにできないという課題が生じ、補償値を算出する手段をモータ制御装置内に備え、速度制御から上位制御部での制御へ制御モードを切り換える際に、切り換えた瞬間に上位制御部で作成された速度指令を切り換え時点での速度フィードバック値と一致するように補償値を算出し補償しているため、連続的なモータ動作を実現しているのである。

40

【 0 0 1 7 】

【特許文献 1】特開平 9 - 1 8 2 4 7 7 公報 (第 3 - 5 頁、図 1、図 2)

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 8 】

50

第1の従来技術のモータ制御装置は、制御切り換え部で算出する補償値を初期値として位置指令カウンタに与えているため、位置指令にフィルタ等の処理があつて遅れが発生する場合、位置制御部で作成される内部速度指令に遅れ要素が含まれるため、切り換えた瞬間に位置制御部から出力される内部速度指令を切り換え時の速度フィードバックに一致できないという問題があつた。

【0019】

また、第1および第2の従来技術のモータ制御装置は、切り換え後の位置制御に速度フィードフォワード指令が入力されている場合、制御切り換え部で算出する補償値は、その速度フィードフォワード指令の入力を考慮していないため、その速度フィードフォワード指令が過補償となつて連続的なモータ動作とならないという問題もあつた。

10

【0020】

また、第1および第2の従来技術のモータ制御装置は、トルク制御から位置制御へ、または、トルク制御から速度制御への制御モードの切り換え方法については、記載されておらず、トルク制御からの制御モード切り換えを要する用途には使用できないという問題点もある。

【0021】

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、トルク制御からの制御モードの切り換え方法も含め、位置指令にフィルタ等の処理があつて遅れが発生する場合や切り換え後の制御系にフィードフォワード指令がある場合においても、制御モードの切り換えにおいて、モータ動作の連続性を保つことができるモータ制御装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0022】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したものである。

請求項1に記載の発明は、外部位置指令と位置フィードバックに基づいて、内部速度指令を出力する位置制御部と、前記内部速度指令、または、外部速度指令と速度フィードバックに基づいて、内部トルク指令を出力する速度制御部と、前記内部トルク指令に応じた電力をモータに供給するトルク制御部と、速度指令の入力を選択する制御切り換え器とを備えたモータ制御装置であり、外部速度フィードフォワード指令を前記位置制御部に入力するモータ制御装置において、前記外部速度フィードフォワード指令、および、速度フィードバックに基づいて、制御切り換え直後の前記内部速度指令が切り換え時点の速度フィードバック値と一致するように補償値を算出し、前記制御切り換え器を切り換える制御切り換え部を備え、前記制御切り換え部が、速度制御から位置制御への制御切り換え時の補償をするものである。

30

請求項2に記載の発明は、外部位置指令と位置フィードバックに基づいて、内部速度指令を出力する位置制御部と、前記内部速度指令と速度フィードバックに基づいて、内部トルク指令を出力する速度制御部と、前記内部トルク指令、または、外部トルク指令に応じた電力をモータに供給するトルク制御部とを備えたモータ制御装置であり、外部速度フィードフォワード指令を前記位置制御部に入力するモータ制御装置において、トルク指令の入力を選択する制御切り換え器と、前記外部速度フィードフォワード指令に基づいて、制御切り換え直後の前記内部速度指令が切り換え時点の速度フィードバック値と一致するように補償値を算出し、前記制御切り換え器を切り換える制御切り換え部を備え、前記制御切り換え部が、トルク制御から位置制御への制御切り換え時の補償をするものである。

40

請求項3に記載の発明は、前記補償値が、前記速度フィードバックから前記外部速度フィードフォワード指令を差し引いた値を位置制御比例ゲインで割った値であり、速度制御、または、トルク制御から位置制御へ切り換える際に前記補償値を算出し、前記外部位置指令と位置フィードバックとの位置偏差の初期値として与えるようにし、前記外部速度フィードフォワード指令がない場合においても、前記制御切り換え部が制御切り換え時の補償をするものである。

請求項4に記載の発明は、外部位置指令と位置フィードバックに基づいて、内部速度指

50

令を出力する位置制御部と、外部速度指令と速度フィードバックに基づいて、内部トルク指令を出力する速度制御部と、前記内部トルク指令、または、外部トルク指令に応じた電力をモータに供給するトルク制御部とを備えたモータ制御装置であり、外部トルクフィードフォワード指令を前記速度制御部に入力するモータ制御装置において、トルク指令の入力を選択する制御切り換え器と、前記外部トルクフィードフォワード指令に基づいて、制御切り換え直後の前記内部トルク指令が切り換え直前の前記外部トルク指令と一致するように補償値を算出し、前記制御切り換え器を切り換える制御切り換え部を備え、前記制御切り換え部が、トルク制御から速度制御への制御切り換え時の補償をするものである。

請求項 5 に記載の発明は、前記補償値が、前記内部速度指令、または、前記外部速度指令と速度フィードバックとの速度偏差に速度制御比例ゲインを乗じた値と前記外部トルクフィードフォワード指令の加算値を前記外部トルク指令から差し引いた値であり、トルク制御から速度制御へ切り換える際に前記補償値を算出し、前記速度制御部内の速度制御積分器の初期値として与えるようにし、前記外部トルクフィードフォワード指令がない場合においても、前記制御切り換え部が制御切り換え時の補償をするものである。

10

【発明の効果】

【0023】

請求項 1 に記載の発明によると、速度制御から位置制御への制御モード切り換えにおいて、位置制御部に外部速度フィードフォワード指令がある場合においても、モータ動作の連続性を保つことができる。

また、請求項 2 に記載の発明によると、トルク制御から位置制御への制御モード切り換えにおいて、位置制御部に外部速度フィードフォワード指令がある場合においても、モータ動作の連続性を保つことができる。

20

また、請求項 3 に記載の発明によると、上述の請求項 1、2 に記載の発明の作用および効果があると共に、外部位置指令にフィルタ等の処理があつて遅れが発生する場合においても、また、外部速度フィードフォワード指令の入力に依らず、モータ動作の連続性を保つことができる。

また、請求項 4 に記載の発明によると、トルク制御から速度制御への制御モード切り換えにおいて、速度制御部に外部トルクフィードフォワード指令がある場合においても、モータ動作の連続性を保つことができる。

また、請求項 5 に記載の発明によると、上述の請求項 4 に記載の発明の作用および効果があると共に、外部トルクフィードフォワード指令の入力に依らず、モータ動作の連続性を保つことができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

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。

【0025】

図 1 は、本発明のモータ制御装置の構成を示す図である。図において、1 はモータ制御装置、2 がモータ、3 がモータ 2 の位置を検出する位置検出器である。モータ制御装置 1 は、位置制御部 11 と速度制御部 12 とトルク制御部 13 と速度演算部 14 と制御切り換え部 15 と二つの制御切り換え器 16、17 とで構成されている。位置制御部 11 は、外部位置指令、または、外部速度フィードフォワード指令と位置検出器 3 からの位置フィードバックに基づいて、内部速度指令を第 1 制御切り換え器 16 へ出力するものであり、偏差カウンタ 111 と比例ゲイン 112 と加算器 113 とで構成されている。速度制御部 12 は、第 1 制御切り換え器 16 で選択された速度指令、または、外部トルクフィードフォワード指令と速度演算部 14 で得られた速度フィードバックに基づいて、内部トルク指令を第 2 制御切り換え器 17 へ出力するものであり、比較器 121 と比例ゲイン 122 と積分ゲイン 123 と積分器 124 と二つの加算器 125、126 とで構成されている。トルク制御部 13 は、第 2 制御切り換え器 17 で選択されたトルク指令に基づいてモータ 2 を駆動するものであり、図示していないが、指令に応じたモータトルク、または、モータ電流を出力する制御ループ、例えば電流制御ループを構成しており、電力変換部 131 を含

40

50

めたものとしている。速度演算部 14 は、位置検出器 3 のモータ位置から速度フィードバックを演算するものであり、制御切り換え部 15 は、外部制御切り換え信号に応じて、第 1 制御切り換え器 16、または、第 2 制御切り換え器 17 のスイッチを切り換える。第 1 制御切り換え器 16 は、位置制御部 11 からの内部速度指令と外部速度指令を切り換えるスイッチであり、第 2 制御切り換え器 17 は速度制御部 12 からの内部トルク指令と外部トルク指令を切り換えるスイッチである。

【0026】

本発明が特許文献 1 と異なる部分は、位置制御部に外部速度フィードフォワード指令入力がある点と、速度制御部に外部トルクフィードフォワード指令入力がある点と、制御切り換え部での補償値算出方法や補償値の設定の仕方が異なるという点であり、位置制御部と速度制御部とトルク制御部の各制御と制御切り換え部を同一のモータ制御装置内で構成することで制御切り換え時の協調動作を容易に実現している。

10

【実施例 1】

【0027】

本発明の第 1 実施例として、速度制御から位置制御へ切り換える際の動作を説明する。図 2 は、本発明の第 1 実施例であるモータ制御装置の構成と動作を示す図である。なお、図における図 1 との同符号の構成は図 1 と同一のため、構成の説明は省略する。

【0028】

モータ制御装置 1 が、速度制御の場合の動作を説明する。速度制御では、第 1 制御切り換え器 16 が接点 16a に接続され、外部速度指令 V_{ra} が速度制御部 12 へ入力される。この外部速度指令 V_{ra} と速度演算部 14 から帰還された速度フィードバックを比較器 121 で比較し速度偏差を算出し、これに比例ゲイン 122 を乗じて比例項を算出する。これと平行して速度偏差に積分ゲイン 123 を乗じたものを積分器 124 で時間積分して積分項を算出する。算出された比例項と積分項を加算器 125 で加算した値と外部トルクフィードフォワード指令とを加算器 126 で加算し、内部トルク指令を生成している。速度制御では、第 2 制御切り換え器 17 は接点 17b に接続され、速度制御部 12 が出力する内部トルク指令に応じたトルク制御部 13 でのモータトルク、または、モータ電流によりモータ 2 を駆動する。

20

【0029】

次に、モータ制御装置 1 が、位置制御の場合の動作を説明する。位置制御では、外部位置指令が位置制御部 11 へ入力される。この外部位置指令と位置検出器 3 から帰還された位置フィードバックとの位置偏差 P_{er} を算出し、偏差カウンタ 111 に設定する。この位置偏差 P_{er} に比例ゲイン 112 を乗じて得られた値と外部速度フィードフォワード指令 V_{rff} とを加算器 113 で加算し、内部速度指令 V_{rb} を算出する。位置制御では、第 1 制御切り換え器 16 は接点 16b に接続され、位置制御部 11 が出力する内部速度指令 V_{rb} を速度制御部 12 へ出力する。速度制御部 12 では、この内部速度指令 V_{rb} と速度演算部 14 から帰還された速度フィードバックを比較器 121 で比較し速度偏差を算出する。以降の動作は、速度制御の場合と同様のため、説明を省略する。

30

【0030】

次に、制御切り換え信号に応じた、速度制御から位置制御へ制御モードを切り換える際の動作について説明する。位置制御部 11 の処理は、速度制御から位置制御へ切り換えた時点から、その実動作を開始する。

40

【0031】

そこで、時刻 i において速度制御から位置制御へ制御モードを切り換えるという制御切り換え信号が外部より制御切り換え部 15a に入力された場合、制御切り換え部 15a は、今までの速度制御での第 1 制御切り換え器 16 の接点 16a を接点 16b に切り換えると共に、外部速度フィードフォワード指令を $V_{rff}(i)$ 、速度フィードバックを $V_f(i)$ 、位置比例ゲインを K_p として、式 (5) で計算される補償値を時刻 i において偏差カウンタ 111 に初期値 $P_{er0}(i)$ として与える。

$$P_{er0}(i) = \{ V_f(i) - V_{rff}(i) \} / K_p \quad \dots (5)$$

50

この処理によれば、位置制御に切り換えた時刻 i において位置制御部 11 から出力される内部速度指令 $Vrb(i)$ は、外部位置指令を $Pr(i)$ 、位置フィードバックを $Pf(i)$ とすると、

$$\begin{aligned} Vrb(i) &= \{Per0(i) + Pr(i) - Pf(i)\} \times Kp + Vrff(i) \\ &= Vf(i) + \{Pr(i) - Pf(i)\} \times Kp \quad \dots (6) \end{aligned}$$

となり、切り換え時点の時刻 i における速度フィードバック $Vf(i)$ を基準とした速度指令を出力するため、モータ動作の連続性を保つことができる。

【0032】

例えば、位置制御をするにあたって、時刻 i において $Pr(i) = Pf(i)$ となる位置指令、すなわち時刻 i におけるモータ速度と等しい速度の位置指令を与えれば、式(6)においては、 $Vrb(i) = Vf(i)$ となるため、時刻 i において速度フィードバックに変化は生じない。また、この場合の偏差カウンタには、 $Per0(i)$ が溜まっているため、時刻 i 次以降 ($k > i$) も $Pr(k) = Pf(k) = Pf(i)$ となる位置指令を与えれば、 $Vrb(k) = Vf(i)$ となり、ショックの全く発生しないモータ動作を実現できる。

10

【0033】

また、外部速度フィードフォワード指令 $Vrff$ がない場合は、式(5)、(6)において $Vrff(i) = 0$ なので $Vrb(i) = Vf(i) + \{Pr(i) - Pf(i)\} \times Kp$ となり、前述の外部速度フィードフォワード指令がある場合と同じ結果となる。よって、式(5)、(6)の演算式を用いることにより、外部速度フィードフォワード指令がある場合、あるいは、外部速度フィードフォワード指令がない場合のいずれにおいても、制御切り換え時の補償が可能であるといえる。

20

【0034】

このように、速度制御から位置制御への制御モード切り換えにおいて、偏差カウンタに補償値を初期値として与えているので、切り換え直後の内部速度指令を切り換え時点の速度フィードバックを基準とした値とすることができ、外部速度フィードフォワード指令の入力に依らず、連続的なモータ動作を実現することができる。また、外部位置指令の後段である偏差カウンタに補償値を初期値として与えているので、外部位置指令にフィルタ等の処理があつて遅れが発生する場合においても、連続的なモータ動作を実現できる。すなわち、モータの実運転中に連続的な制御モード切り換えができるといえる。

30

【実施例2】

【0035】

本発明の第2実施例として、トルク制御から位置制御へ切り換える際の動作を説明する。図3は、本発明の第2実施例であるモータ制御装置の構成と動作を示す図である。なお、図における図1との同符号の構成は図1と同一のため、構成の説明は省略する。

【0036】

モータ制御装置1が、トルク制御の場合の動作を説明する。トルク制御では、第2制御切り換え器17が接点17aに接続され、外部トルク指令 Tra に応じたトルク制御部13でのモータトルク、または、モータ電流によりモータ2を駆動する。

なお、モータ制御装置1が、位置制御の場合は、その動作は、第1実施例の位置制御の場合と同様のため、説明を省略する。

40

【0037】

次に、制御切り換え信号に応じた、トルク制御から位置制御へ制御モードを切り換える際の動作について説明する。位置制御部11の処理は、トルク制御から位置制御へ切り換えた時点から、その実動作を開始する。

【0038】

そこで、時刻 i においてトルク制御から位置制御へ制御モードを切り換えるという制御切り換え信号が外部より制御切り換え部15aに入力された場合、制御切り換え部15aは、今までのトルク制御での第2制御切り換え器17の接点17aを接点17bに切り換えると共に、第1実施例と同様に式(5)で計算される補償値を時刻 i において偏差カウン

50

タ 1 1 1 に初期値 $Per0(i)$ として与える。以降は、第 1 実施例と同様なため、説明を省略する。

【 0 0 3 9 】

トルク制御から位置制御への制御モード切り換えにおいて、第 1 実施例と同様に、偏差カウンタに補償値を初期値として与えているので、切り換え直後の内部速度指令を切り換え時点の速度フィードバックを基準とした値とすることができ、外部速度フィードフォワード指令の入力に依らず、連続的なモータ動作を実現することができる。また、外部位置指令の後段である偏差カウンタに補償値を初期値として与えているので、外部位置指令にフィルタ等の処理があつて遅れが発生する場合においても、連続的なモータ動作を実現できる。すなわち、モータの実運転中に連続的な制御モード切り換えができるといえる。

10

【 実施例 3 】

【 0 0 4 0 】

本発明の第 3 実施例として、トルク制御から速度制御へ切り換える際の動作を説明する。図 4 は、本発明の第 3 実施例であるモータ制御装置の構成と動作を示す図である。なお、図における図 1 との同符号の構成は図 1 と同一のため、構成の説明は省略する。なお、モータ制御装置 1 が、トルク制御、または、速度制御の場合は、その動作は、第 1、2 の実施例の速度制御、トルク制御の場合と同様なため、説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

制御切り換え信号に応じた、トルク制御から速度制御へ制御モードを切り換える際の動作について説明する。速度制御部 1 2 の処理は、トルク制御から速度制御へ切り換えた時点から、その実動作を開始する。

20

【 0 0 4 2 】

そこで、時刻 i においてトルク制御から速度制御へ制御モードを切り換えるという制御切り換え信号が外部より制御切り換え部 1 5 b に入力された場合、制御切り換え部 1 5 b は、今までのトルク制御での第 2 制御切り換え器 1 7 の接点 1 7 a を接点 1 7 b に切り換えると共に、外部トルクフィードフォワード指令を $Trff(i)$ 、速度偏差を $Ver(i)$ 、切り換え直前の時刻 $i - 1$ の外部トルク指令 $Trc(i - 1)$ (切り換え直前の外部トルク指令 $Tra(i - 1)$ と同一なもの)、速度比例ゲインを Kv とすると、式 (7) で計算される補償値を時刻 i において積分器 1 2 4 に初期値 $Vi0(i)$ として与える。

$$Vi0(i) = Trc(i - 1) - \{ Ver(i) \times Kv + Trff(i) \} \quad \dots (7)$$

30

この処理によれば、速度制御に切り換えた時刻 i において速度制御部 1 2 から出力される内部トルク指令 $Trb(i)$ は、

$$\begin{aligned} Trb(i) &= Vi0(i) + Ver(i) \times (Kv + Ki / s) + Trff(i) \\ &= Trc(i - 1) + Ver(i) \times Ki / s \quad \dots (8) \end{aligned}$$

となり、切り換え直前の時刻 $i - 1$ における外部トルク指令 $Trc(i - 1)$ を基準としたトルク指令を出力するため、モータ動作の連続性を保つことができる。

【 0 0 4 3 】

例えば、速度制御をするにあたって、時刻 i において $Ver(i) = 0$ すなわち $Vra(i) = Vf(i)$ となる速度指令を与えれば、式 (8) においては、 $Trb(i) = Trc(i - 1)$ となるため、時刻 i においてトルク指令に変化は生じない。また、この場合の積分器には、 $Vi0(i)$ が溜まっているため、時刻 i 次以降 ($k > i$) も $Ver(k) = 0$ すなわち $Vra(k) = Vf(k) = Vf(i)$ となる速度指令を与えれば、 $Trb(k) = Trc(i - 1)$ となり、ショックの全く発生しないモータ動作を実現できる。

40

【 0 0 4 4 】

また、外部トルクフィードフォワード指令 $Trff$ がない場合は、式 (7)、(8) において $Trff(i) = 0$ なので $Trb(i) = Trc(i - 1) + Ver(i) \times Ki / s$ となり、前述の外部トルクフィードフォワード指令がある場合と同じ結果となる。

よって、式 (7)、(8) の演算式を用いることにより、外部トルクフィードフォワ

50

ド指令がある場合、あるいは、外部トルクフィードフォワード指令がない場合のいずれにおいても、制御切り換え時の補償が可能であるといえる。

【 0 0 4 5 】

このように、トルク制御から速度制御への制御モード切り換えにおいて、速度制御積分器に補償値を初期値として与えているので、切り換え直後の内部トルク指令を切り換え直前の外部トルク指令を基準とした値にすることができ、外部トルクフィードフォワード指令の入力に依らず、モータ動作の連続性を保つことができる。すなわち、モータの実運転中に連続的な制御モード切り換えができるといえる。

【 0 0 4 6 】

なお、第 1 ~ 3 実施例の制御モード切り換えの逆切り換え、すなわち、位置制御から速度制御、または、位置制御からトルク制御、または、速度制御からトルク制御への切り換えについては、いずれも上位制御から下位制御への切り換えとなるので、切り換え前と同じモータ速度やトルクで指令を与えれば、下位制御から上位制御への切り換えのような補償を考慮することなく制御モード切り換えは可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 7 】

本発明のモータ制御装置は、モータの実運転中に制御モードをダイレクトに切り換えられるので、NC等のモーションシステムにおいて産業上幅広く利用可能である。例えば、工作機械などへの適用には有効である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 8 】

【 図 1 】 本発明のモータ制御装置の構成を示す図

【 図 2 】 本発明の第 1 実施例であるモータ制御装置の構成と動作を示す図

【 図 3 】 本発明の第 2 実施例であるモータ制御装置の構成と動作を示す図

【 図 4 】 本発明の第 3 実施例であるモータ制御装置の構成と動作を示す図

【 図 5 】 第 1 の従来技術を示すモータ制御装置の構成と動作を示す図

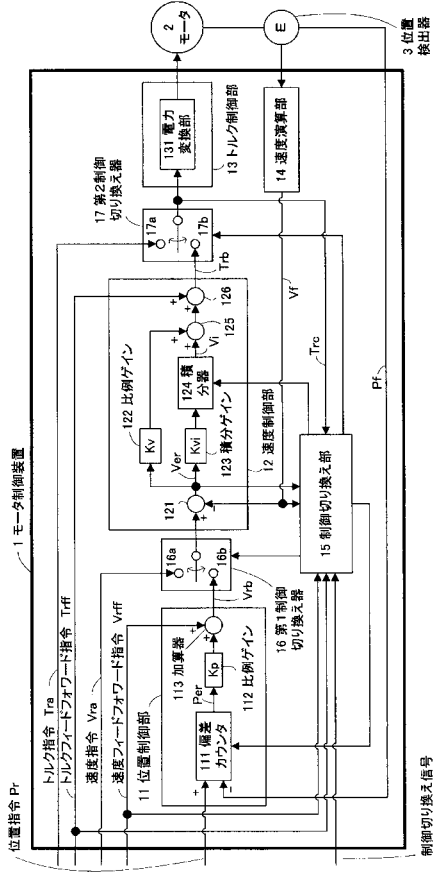
【 図 6 】 第 2 の従来技術を示すモータ制御装置の構成と動作を示す図

【 符号の説明 】

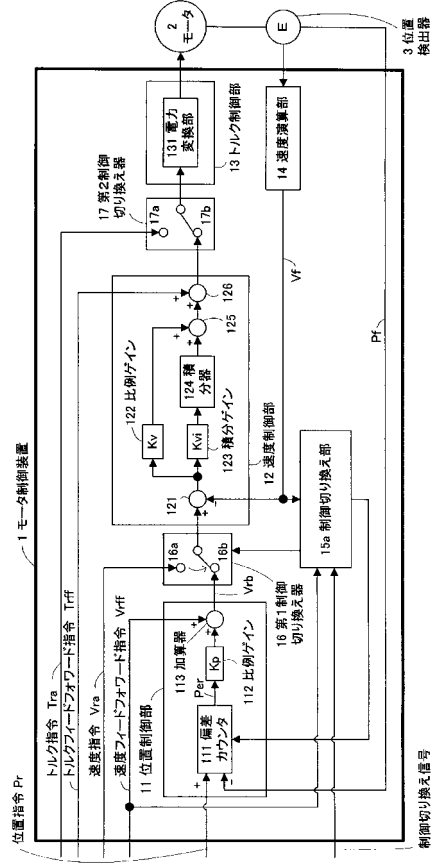
【 0 0 4 9 】

1、4、9	モータ制御装置	30
2、5	モータ	
3、7	位置検出器	
6	速度検出器	
8、10	上位制御部	
11	位置制御部	
12、42、92	速度制御部	
13、43、93	トルク制御部（アンプ）	
14	速度演算部	
15、45、94	制御切り換え部	
16、17、46、91	制御切り換え器	40
111	偏差カウンタ	
124、104	積分器	
121、81、101	比較器	
113、125、126、105	加算器	
112、122、82、102	比例ゲイン	
123、103	積分ゲイン	

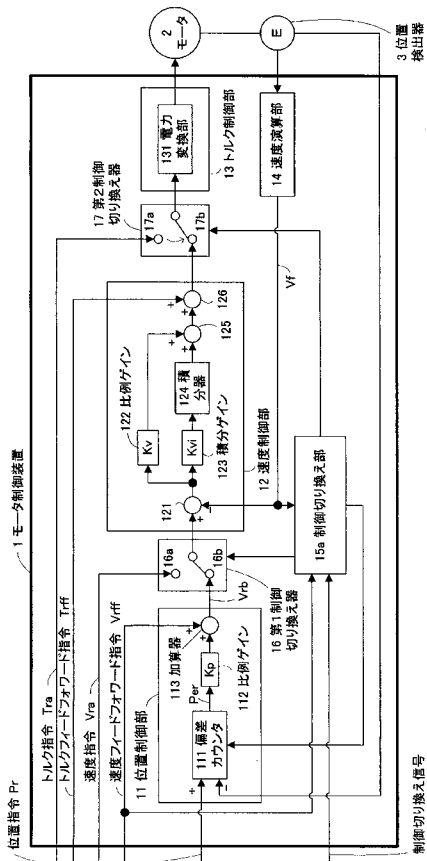
【 図 1 】



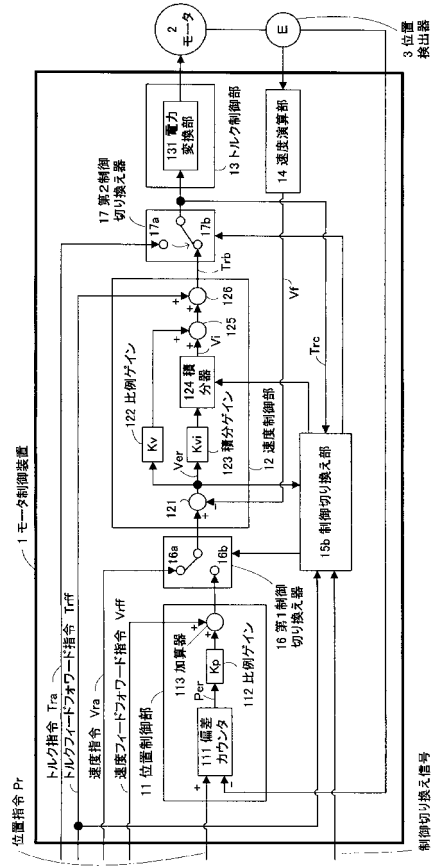
【 図 2 】



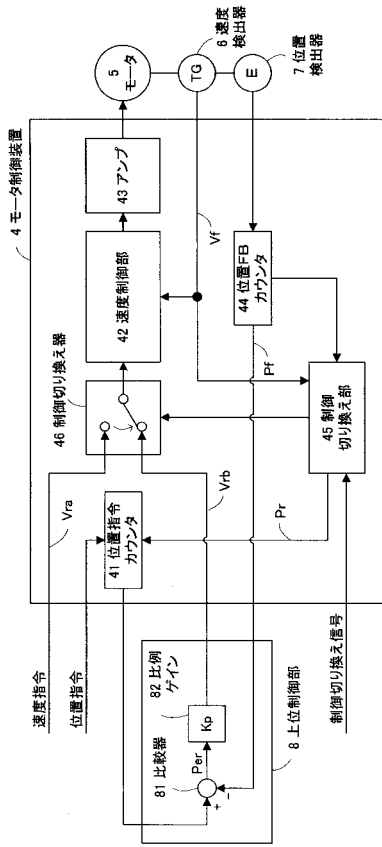
【 図 3 】



【 図 4 】



【図5】



【図6】

