

(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2007-295678

(P2007-295678A)

(43) 公開日 平成19年11月8日(2007.11.8)

(51) Int. Cl.		F I				テーマコード (参考)
H02P 29/00	(2006.01)	H02P	5/00		X	5H004
G05B 13/02	(2006.01)	G05B	13/02		D	5H501

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-118794 (P2006-118794)	(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
(22) 出願日	平成18年4月24日 (2006.4.24)	(72) 発明者	安藤 玄 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	中村 裕司 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)	5H004 GA01 GB15 HA07 HB07 HB08 HB09 JA03 JB01 KB02 KB05 KB06 LA02 LA12 5H501 BB20 DD01 GG03 JJ04 JJ23 LL35

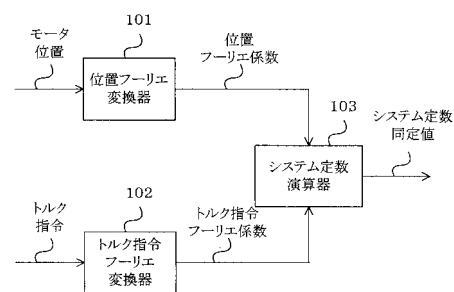
(54) 【発明の名称】 システム同定装置およびそれを備えたモータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 可動範囲が限定された負荷の連結したモータの慣性モーメント、粘性摩擦、クーロン摩擦を、微小範囲で高精度に同定することができるシステム同定装置およびそれを備えたモータ制御装置を提供する。

【解決手段】 システム定数同定器が、位置フーリエ係数とトルク指令フーリエ係数に基づいてシステム定数同定値を算出して出力するシステム定数演算器103を備え、また、前記システム定数同定器が、モータ位置に基づいて前記位置フーリエ係数を算出して出力する位置フーリエ変換器101と、トルク指令に基づいて前記トルク指令フーリエ係数を算出して出力するトルク指令フーリエ変換器102と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トルク指令とモータ位置に基づいて、モータのシステム定数であるシステム定数同定値を算出して出力するシステム定数同定器を備え、指令発生器からの指令に基づいて前記モータを駆動して前記システム定数同定値を同定するシステム同定装置において、

前記システム定数同定器が、位置フーリエ係数とトルク指令フーリエ係数に基づいて前記システム定数同定値を算出して出力するシステム定数演算器を備えることを特徴とするシステム同定装置。

【請求項 2】

前記システム定数同定器が、前記モータ位置に基づいて前記位置フーリエ係数を算出して出力する位置フーリエ変換器と、

前記トルク指令に基づいて前記トルク指令フーリエ係数を算出して出力するトルク指令フーリエ変換器と、を備えることを特徴とする請求項 1 記載のシステム同定装置。

【請求項 3】

前記システム定数同定器が、前記モータ位置の 1 次フーリエ変換により、前記モータ位置の 1 次フーリエ余弦項の係数 a_1 と前記モータ位置の 1 次フーリエ正弦項の係数 b_1 である前記位置フーリエ係数を算出して出力する位置フーリエ変換器と、

前記トルク指令の 1 次フーリエ変換により、前記トルク指令の 1 次フーリエ余弦項の係数 c_1 と前記トルク指令の 1 次フーリエ正弦項の係数 d_1 である前記トルク指令フーリエ係数を算出して出力するトルク指令フーリエ変換器と、を備えることを特徴とする請求項 1 記載のシステム同定装置。

【請求項 4】

前記システム定数同定器が、前記モータ位置の 2 次フーリエ変換により、前記モータ位置の 2 次フーリエ余弦項の係数 a_2 と前記モータ位置の 2 次フーリエ正弦項の係数 b_2 である前記位置フーリエ係数を算出して出力する位置フーリエ変換器と、

前記トルク指令の 2 次フーリエ変換により、前記トルク指令の 2 次フーリエ余弦項の係数 c_2 と前記トルク指令の 2 次フーリエ正弦項の係数 d_2 である前記トルク指令フーリエ係数を算出して出力するトルク指令フーリエ変換器と、を備えることを特徴とする請求項 1 記載のシステム同定装置。

【請求項 5】

モータへの給電を制御するモータ制御装置であって、請求項 1 乃至 4 に記載のシステム同定装置を備えることを特徴とするモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、負荷の連結したモータのシステム定数を同定するシステム同定装置およびそれを備えたモータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来 of システム同定装置は正負対称な速度指令、正負対称な台形波である第 1 速度指令と前記第 1 速度指令の振幅のみ増幅した第 2 速度指令を用いてモータのイナーシャ、粘性摩擦、クーロン摩擦を同定するものであった。(例えば、特許文献 1 参照)。

【0003】

図 7 は従来 of システム同定装置である。図 7 において、701 は速度指令発生部、702 は速度制御部、703 はモデル速度制御部、704 は同定部、705 は調整部である。

速度指令発生部 701 は速度指令を出力する。

速度制御部 702 は前記速度指令と速度制御変数を入力しトルク指令を出力する。モデル速度制御部 703 は前記速度指令と調整信号を入力しトルク指令推定値を出力する。同定部 704 は前記トルク指令と前記トルク指令推定値を入力し前記トルク指令の 1 階時間積分値と前記トルク指令推定値の 1 階時間積分値の比によりイナーシャを算出し出力し、

10

20

30

40

50

正負対称な前記速度指令に対する正転時と逆転時における前記トルク指令の差より一定トルク外乱を算出し、正負対称な台形波である第1速度指令と前記第1速度指令の振幅のみを増幅した速度指令である第2速度指令のそれぞれに対するトルク指令である第1トルク指令と第2トルク指令と前記一定トルク外乱を用いてクーロン摩擦を算出し、前記第1トルク指令と前記第2トルク指令と前記第1速度指令と前記第2速度指令を用いて粘性摩擦を算出する。調整部705は前記イナーシャを入力し前記速度制御変数と前記調整信号を出力するものであった。

【特許文献1】特開平11-46489号公報(第5頁、第1図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

従来のシステム同定装置は、可動範囲の限定された負荷の連結したモータの慣性モーメント、粘性摩擦、クーロン摩擦の同定において同定精度が落ちる問題があった。

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、可動範囲が限定された負荷の連結したモータの慣性モーメント、粘性摩擦、クーロン摩擦を、微小範囲で高精度に同定することができるシステム同定装置およびそれを備えたモータ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】

【0005】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したのである。

20

【0006】

請求項1記載の発明は、トルク指令とモータ位置に基づいて、モータのシステム定数であるシステム定数同定値を算出して出力するシステム定数同定器を備え、指令発生器からの指令に基づいて前記モータを駆動して前記システム定数同定値を同定するシステム同定装置において、前記システム定数同定器が、位置フーリエ係数とトルク指令フーリエ係数に基づいて前記システム定数同定値を算出して出力するシステム定数演算器を備えるものである。

【0007】

また、請求項2記載の発明は、請求項1記載における前記システム定数同定器が、前記モータ位置に基づいて前記位置フーリエ係数を算出して出力する位置フーリエ変換器と、前記トルク指令に基づいて前記トルク指令フーリエ係数を算出して出力するトルク指令フーリエ変換器と、を備えるものである。

30

【0008】

また、請求項3記載の発明は、請求項1記載における前記システム定数同定器が、前記モータ位置の1次フーリエ変換により、前記モータ位置の1次フーリエ余弦項の係数 a_1 と前記モータ位置の1次フーリエ正弦項の係数 b_1 である前記位置フーリエ係数を算出して出力する位置フーリエ変換器と、前記トルク指令の1次フーリエ変換により、前記トルク指令の1次フーリエ余弦項の係数 c_1 と前記トルク指令の1次フーリエ正弦項の係数 d_1 である前記トルク指令フーリエ係数を算出して出力するトルク指令フーリエ変換器と、を備えるものである。

40

【0009】

また、請求項4記載の発明は、請求項1記載における前記システム定数同定器が、前記モータ位置の2次フーリエ変換により、前記モータ位置の2次フーリエ余弦項の係数 a_2 と前記モータ位置の2次フーリエ正弦項の係数 b_2 である前記位置フーリエ係数を算出して出力する位置フーリエ変換器と、前記トルク指令の2次フーリエ変換により、前記トルク指令の2次フーリエ余弦項の係数 c_2 と前記トルク指令の2次フーリエ正弦項の係数 d_2 である前記トルク指令フーリエ係数を算出して出力するトルク指令フーリエ変換器と、を備えるものである。

【0010】

また、請求項5記載の発明は、モータへの給電を制御するモータ制御装置であって、請

50

求項 1 乃至 4 記載のシステム同定装置を備えるものである。

【発明の効果】

【0011】

請求項 1 または 2 記載の発明によると、任意の位置制御系または速度制御系において、微小動作のみで負荷の連結したモータのシステム定数を高精度に同定することができる。

また、請求項 3 記載の発明によると、任意の線形制御系において微小動作のみで負荷の連結したモータの慣性モーメントと粘性摩擦を高精度に同定することができる。

また、請求項 4 記載の発明によると、任意の線形制御系において微小動作のみで負荷の連結したモータのクーロン摩擦を高精度に同定することができる。

また、請求項 5 記載の発明によると、微小動作のみで負荷の連結したモータのシステム定数を高精度に同定できるシステム同定装置を備えるため、そのシステム同定値に基づいて、高精度で応答性の高い、モータ制御をすることができる。また、制御ゲイン調整等にかかる時間の短縮を図ることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

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】

【0013】

図 2 は本発明の第 1 実施例を示すシステム同定装置である。図 2 において、201 は速度指令発生器、202 は速度制御器、203 はトルク制御器、204 はモータ、205 は位置検出器、206 は微分器、207 はシステム定数同定器である。

20

図 2 において、速度指令発生器 201 は速度指令を出力する。速度制御器 202 は前記速度指令とモータ速度を入力しトルク指令を出力する。トルク制御器 203 は前記トルク指令を入力しモータ電流を出力する。モータ 204 は前記モータ電流により駆動されそのモータ位置は位置検出器 205 が検出し出力する。微分器 206 は前記モータ位置を入力し前記モータ速度を出力する。システム定数同定器 207 は前記トルク指令と前記モータ位置を入力しモータ 204 のシステム定数であるシステム定数同定値を算出し出力する。

なお、前記システム定数は、モータ 204 の慣性モーメント、粘性摩擦、クーロン摩擦等を示す。

【0014】

30

図 1 は本発明の第 1 実施例を示すシステム定数同定器の詳細である。図 1 において、101 は位置フーリエ変換器、102 はトルク指令フーリエ変換器、103 はシステム定数演算器である。

図 1 において、位置フーリエ変換器 101 はモータ位置を入力し前記モータ位置のフーリエ係数である位置フーリエ係数を算出し出力する。トルク指令フーリエ変換器 102 はトルク指令を入力し前記トルク指令のフーリエ係数であるトルク指令フーリエ係数を算出し出力する。システム定数演算器 103 は前記位置フーリエ係数と前記トルク指令フーリエ係数を入力し前記システム定数同定値を算出し出力する。

【0015】

位置フーリエ変換器 101 は、前記モータ位置の 1 次フーリエ変換により、前記モータ位置の 1 次フーリエ余弦項の係数 a_1 と前記モータ位置の 1 次フーリエ正弦項の係数 b_1 である前記位置フーリエ係数を算出する。

40

また、位置フーリエ変換器 101 は、前記モータ位置の 2 次フーリエ変換により、前記モータ位置の 2 次フーリエ余弦項の係数 a_2 と前記モータ位置の 2 次フーリエ正弦項の係数 b_2 である前記位置フーリエ係数も算出する。

【0016】

トルク指令フーリエ変換器 102 は、前記トルク指令の 1 次フーリエ変換により、前記トルク指令の 1 次フーリエ余弦項の係数 c_1 と前記トルク指令の 1 次フーリエ正弦項の係数 d_1 である前記トルク指令フーリエ係数を算出する。

また、トルク指令フーリエ変換器 102 は、前記トルク指令の 2 次フーリエ変換により

50

、前記トルク指令の2次フーリエ余弦項の係数c2と前記トルク指令の2次フーリエ正弦項の係数d2である前記トルク指令フーリエ係数も算出する。

【0017】

以下、システム定数演算器103が前記システム定数同定値を算出する仕組みを説明する。

【0018】

図2において、モータ204の慣性モーメントをJ、粘性摩擦をD、モータ位置を θ 、トルク指令を T_{ref} 、一定トルク外乱をwとすると、トルク制御器203、モータ204、位置検出器205を含む開ループ系の運動方程式は式(1)で表される。また、前記モータ位置および前記トルク指令の1次フーリエ近似は式(2)と式(3)で表される。

10

【0019】

【数1】

$$J\ddot{\theta} + D\dot{\theta} = T_{ref} - w \quad (1)$$

【数2】

$$\theta = a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t \quad (2)$$

【数3】

$$T_{ref} = c_1 \cos \omega t + d_1 \sin \omega t + w \quad (3)$$

【0020】

式(2)において、a1、b1は位置フーリエ係数であり、式(3)において、c1、d1はトルク指令フーリエ係数である。式(2)と式(3)を式(1)に代入し、余弦項の係数と正弦項の係数をそれぞれ比較することにより式(4)、式(5)を得る。また、式(4)と式(5)をベクトル式に書き直すと式(6)となる。また、式(6)を慣性モーメントJと粘性摩擦Dを要素とする解ベクトルxについて解くと式(7)となる。

20

【0021】

【数4】

$$J(-\omega^2 a_1) + D(\omega b_1) = c_1 \quad (4)$$

30

【数5】

$$J(-\omega^2 b_1) + D(-\omega a_1) = d_1 \quad (5)$$

【数6】

$$A\mathbf{x} = \mathbf{b}$$

$$A = \begin{bmatrix} -\omega^2 a_1 & \omega b_1 \\ -\omega^2 b_1 & -\omega a_1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} c_1 \\ d_1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} J \\ D \end{bmatrix} \quad (6)$$

40

【数7】

$$\mathbf{x} = A^{-1}\mathbf{b}$$

$$A^{-1} = \frac{1}{\omega^2(a_1^2 + b_1^2)} \begin{bmatrix} -a_1 & -b_1 \\ \omega b_1 & -\omega a_1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

【0022】

図1において、システム定数演算器103は、位置フーリエ係数a1、b1とトルク指令フーリエ係数c1、d1を用いて、式(7)によりモータ204の慣性モーメントJと粘性摩擦Dであるシステム定数同定値を算出する。すなわち、位置指令の基本周波数である位置指令基本周波数を ω とするとき、システム定数演算器は、モータ204の慣性モー

50

メント J と粘性摩擦 D である前記システム定数同定値を式 (7) により算出して出力するのである。

式 (7) は前記位置フーリエ係数と前記トルク指令フーリエ係数を用いるので、前記トルク指令の平均値は同定結果に影響せず、一定トルク外乱は同定結果に影響しない。また、同様の理由から非線形摩擦などによって前記モータ位置と前記トルク指令に含まれる周波数成分および雑音も同定結果に影響しない。

【0023】

このように、位置フーリエ係数とトルク指令フーリエ係数を用いることにより、一定トルク外乱、雑音、非線形摩擦などの影響を抑制し、微小動作のみで負荷の連結したモータの慣性モーメントと粘性摩擦を同定することができる。

10

【実施例2】

【0024】

図3は本発明の第2実施例を示すシステム同定装置である。図3において、202は速度制御器、203はトルク制御器、204はモータ、205は位置検出器、206は微分器、207はシステム定数同定器、301は位置指令発生器、302は位置制御器である。

図3において、位置指令発生器301は位置指令を出力する。位置制御器302は前記位置指令とモータ位置を入力し速度指令を出力する。速度制御器202は前記速度指令とモータ速度を入力しトルク指令を出力する。トルク制御器203は前記トルク指令を入力しモータ電流を出力する。モータ204は前記モータ電流により駆動されその前記モータ位置は位置検出器205が検出し出力する。微分器206は前記モータ位置を入力し前記モータ速度を出力する。システム定数同定器207は前記トルク指令と前記モータ位置を入力しモータ204のシステム定数であるシステム定数同定値を算出し出力する。システム定数同定器207の構成は第1実施例と同じであるのでここではその説明を省略する。

20

【0025】

以下、本実施例のシミュレーションを示す。本シミュレーションに用いた数値を式(8)に示す。

【0026】

【数8】

$$\begin{aligned} J_m &= 0.116 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2, \quad J_l = 0.8164 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2, \quad J^* = J_m + J_l \\ D^* &= 0.001 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s} / \text{rad}, \quad T_{rat} = 0.637 \text{ N} \cdot \text{m}, \quad w = 0 \text{ N} \cdot \text{m} \\ K_p &= 40 \text{ rad} / \text{s}, \quad K_v = 40(2\pi) \text{ rad} / \text{s}, \quad K_{vj} = K_v J_m, \quad T = 125 \times 10^{-6} \text{ s} \\ u_0 &= 0.01 \text{ rad}, \quad \omega = 1(2\pi) \text{ rad} / \text{s} \end{aligned} \quad (8)$$

30

【0027】

ただし、モータ204をモータに剛体負荷を連結したものとし、 J_m をモータ慣性モーメント、 J_l を負荷慣性モーメント、 J^* を慣性モーメント真値、 D^* を粘性摩擦真値、 T_{rat} を定格トルク、 w を一定トルク外乱、 T を制御周期とし、位置制御器302を比例制御ゲインが K_p である比例制御、速度制御器202を比例制御ゲインが K_{vj} である比例制御とし、位置指令を振幅 u_0 で周波数 ω の正弦波とした。

40

【0028】

図4は本発明の第2実施例を示す負荷慣性モーメントのモータ慣性モーメント比を変化した場合の慣性モーメント粘性摩擦同定結果である。図4(a)は式(9)より算出した慣性モーメント同定誤差であり、図4(b)は式(10)より算出した粘性摩擦同定誤差である。

【0029】

【数9】

$$e_j = \frac{|J - J^*|}{J^*} \cdot 100\% \quad (9)$$

50

【数 1 0】

$$e_D = \frac{|D - D^*|}{D^*} \cdot 100\% \quad (10)$$

【0030】

図4(a)において、負荷慣性モーメントのモータ慣性モーメント比 J_l / J_m を0%から10,000%まで変化させたとき、前記慣性モーメント同定誤差は0.6%以下であった。前記負荷慣性モーメントのモータ慣性モーメント比が0%に近づくにつれ前記慣性モーメント同定誤差が増大しているのは式(9)の分母が小さくなるためである。図4(b)において、前記負荷慣性モーメントのモータ慣性モーメント比を0%から10,000%まで変化させたとき、前記粘性摩擦同定誤差は1%以下であった。

10

【0031】

図5は本発明の第2実施例を示す粘性摩擦を変化した場合の慣性モーメント粘性摩擦同定結果である。図5(a)は式(9)より算出した慣性モーメント同定誤差であり、図5(b)は式(10)より算出した粘性摩擦同定誤差である。図5(a)において、粘性摩擦真値を $0 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s} / \text{rad}$ から $0.01 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s} / \text{rad}$ まで変化させたとき、前記慣性モーメント同定誤差は1%以下であった。図5(b)において、前記粘性摩擦真値を $0.001 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s} / \text{rad}$ から $0.01 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s} / \text{rad}$ まで変化させたとき、前記粘性摩擦同定誤差は0.04%以下であった。前記粘性摩擦真値が減少するにつれ前記粘性摩擦同定誤差が増大しているのは式(10)の分母が零に近づくためである。

20

【0032】

図6は本発明の第2実施例を示す一定トルク外乱の定格トルク比を変化した場合の慣性モーメント粘性摩擦同定結果である。図6(a)は式(9)より算出した慣性モーメント同定誤差であり、図6(b)は式(10)より算出した粘性摩擦同定誤差である。図6(a)において、一定トルク外乱の定格トルク比 w / T_{rat} を0%から50%まで変化させたとき、前記慣性モーメント同定誤差は0.08%以下であった。図6(b)において、前記一定トルク外乱の定格トルク比を0%から50%まで変化させたとき、前記粘性摩擦同定誤差は0.04%程度であった。本発明は前記位置フーリエ係数と前記トルク指令フーリエ係数を用いて前記慣性モーメントと前記粘性摩擦を同定するため、前記トルク指令の平均値は同定結果に影響せず、一定トルク外乱は同定結果に影響しない。また、同様の理由から非線形摩擦などによって前記モータ位置と前記トルク指令に含まれる基本周波数成分以外の周波数成分および雑音も同定結果に影響しない。

30

【0033】

このように、位置フーリエ係数とトルク指令フーリエ係数を用いることにより、一定トルク外乱、雑音、非線形摩擦などの影響を抑制し、微小動作のみで負荷の連結したモータの慣性モーメントと粘性摩擦を同定することができる。

【実施例3】

【0034】

本実施例のシステム同定装置とシステム定数同定器の構成は第1実施例、第2実施例と同じであるのでその説明を省略する。

40

【0035】

以下、システム定数同定器207の働きについて説明する。図2または図3において、トルク制御器203、モータ204、位置検出器205を含む開ループ系の運動方程式は式(11)で表される。

【0036】

【数 1 1】

$$J\ddot{\theta} + D\dot{\theta} + T_c \text{sgn}(\dot{\theta}) = T_{ref} - w \quad (11)$$

【0037】

50

ただし、 J をモータ204の慣性モーメント、 D を粘性摩擦、 T_c をクーロン摩擦、 T_{ref} をトルク指令、 w を一定トルク外乱、 θ をモータ位置とする。前記モータ位置と前記トルク指令の2次フーリエ近似は式(12)、式(13)となる。

【0038】

$$\theta = a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t + a_2 \cos 2\omega t + b_2 \sin 2\omega t \quad (12)$$

【数12】

$$T_{ref} = c_1 \cos \omega t + d_1 \sin \omega t + c_2 \cos 2\omega t + d_2 \sin 2\omega t + w \quad (13)$$

【0039】

ただし、 a_1 を前記モータ位置の1次フーリエ近似余弦項の係数、 b_1 を前記モータ位置の1次フーリエ近似正弦項の係数、 a_2 を前記モータ位置の2次フーリエ近似余弦項の係数、 b_2 を前記モータ位置の2次フーリエ近似正弦項の係数、 c_1 を前記トルク指令の1次フーリエ近似余弦項の係数、 d_1 を前記トルク指令の1次フーリエ近似正弦項の係数、 c_2 を前記トルク指令の2次フーリエ近似余弦項の係数、 d_2 を前記トルク指令の2次フーリエ近似正弦項の係数とする。式(11)の前記クーロン摩擦の項、式(12)と式(13)の2次近似の項を無視すると、第1実施例と同様に慣性モーメント J と粘性摩擦 D は式(7)と求められる。

【0040】

式(12)、式(13)の2次近似の項は前記クーロン摩擦によるものとする、式(11)、式(12)、式(13)より式(14)の関係が求められる。また、式(14)をクーロン摩擦 T_c について解くと式(15)を得る。また、 n を任意の整数とし、式(15)を時間 $t = n * \frac{2\pi}{\omega}$ において評価すると式(16)が求められる。

【0041】

【数14】

$$J(-4\omega^2 a_2 \cos 2\omega t - 4\omega^2 b_2 \sin 2\omega t) + D(-2\omega a_2 \sin 2\omega t + 2\omega b_2 \cos 2\omega t) + T_c \operatorname{sgn}(-\omega a_1 \sin \omega t + \omega b_1 \cos \omega t) = c_2 \cos 2\omega t + d_2 \sin 2\omega t \quad (14)$$

【数15】

$$T_c = \frac{(4\omega^2 a_2 J - 2\omega b_2 D + c_2) \cos 2\omega t + (4\omega^2 b_2 J + 2\omega a_2 D + d_2) \sin 2\omega t}{\operatorname{sgn}(-\omega a_1 \sin \omega t + \omega b_1 \cos \omega t)} \quad (15)$$

【数16】

$$T_c = \operatorname{sgn}(b_1 \cos n\pi) (4\omega^2 a_2 J - 2\omega b_2 D + c_2) = |4\omega^2 a_2 J - 2\omega b_2 D + c_2| \quad (16)$$

【0042】

すなわち、位置指令の基本周波数である位置指令基本周波数を ω とするとき、システム定数演算器103は、負荷の連結したモータ204のクーロン摩擦であるシステム定数同定値を式(16)により算出して出力するのである。

【0043】

式(16)は一定トルク外乱 w を含まないので、一定トルク外乱 w は前記クーロン摩擦である前記システム定数同定値に影響しない。

【0044】

このように、位置フーリエ係数とトルク指令フーリエ係数を用いることにより、一定トルク外乱、雑音などの影響を抑制し、微小動作のみで負荷の連結したモータのクーロン摩擦を同定することができる。

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0045】

微小動作のみで負荷の連結したモータのシステム定数を同定することができるので、半導体装置などの一般産業用機械の全自動制御に広く適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の第1実施例を示すシステム定数同定器の詳細

【図2】本発明の第1実施例を示すシステム同定装置

【図3】本発明の第2実施例を示すシステム同定装置

【図4】本発明の第2実施例を示す負荷慣性モーメントのモータ慣性モーメント比を変化した場合の慣性モーメント粘性摩擦同定結果 10

【図5】本発明の第2実施例を示す粘性摩擦を変化した場合の慣性モーメント粘性摩擦同定結果

【図6】本発明の第2実施例を示す一定トルク外乱の定格トルク比を変化した場合の慣性モーメント粘性摩擦同定結果

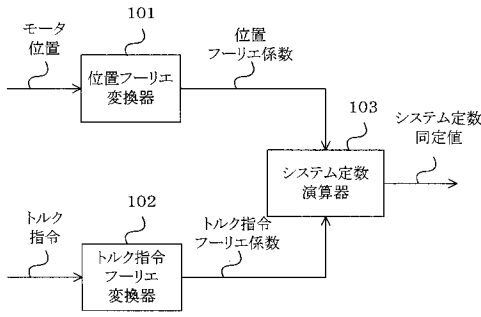
【図7】従来 of システム同定装置

【符号の説明】

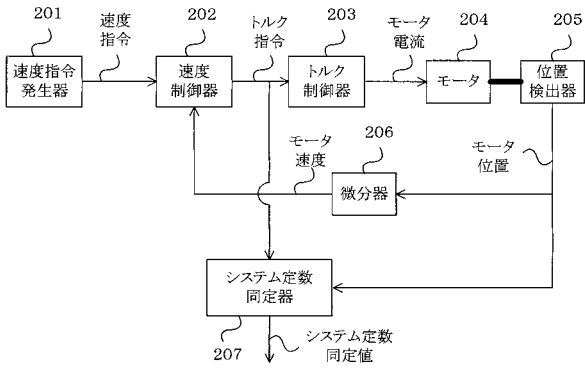
【0047】

101	位置フーリエ変換器	
102	トルク指令フーリエ変換器	20
103	システム定数演算器	
201	速度指令発生器	
202	速度制御器	
203	トルク制御器	
204	モータ	
205	位置検出器	
206	微分器	
207	システム定数同定器	
301	位置指令発生器	
302	位置制御器	30
701	速度指令発生部	
702	速度制御部	
703	モデル速度制御部	
704	同定部	
705	調整部	

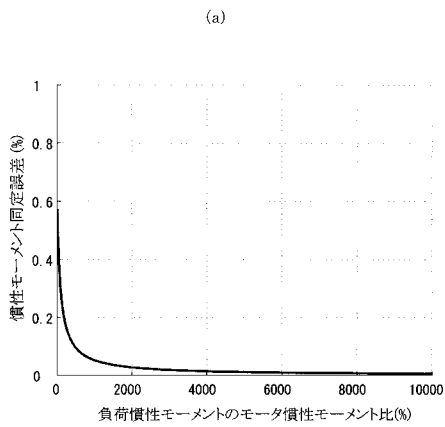
【 図 1 】



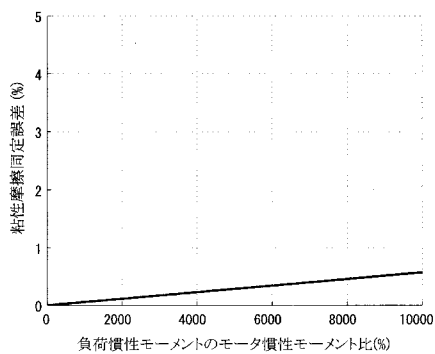
【 図 2 】



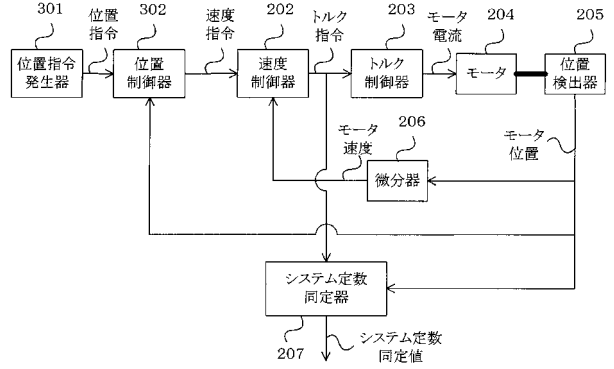
【 図 4 】



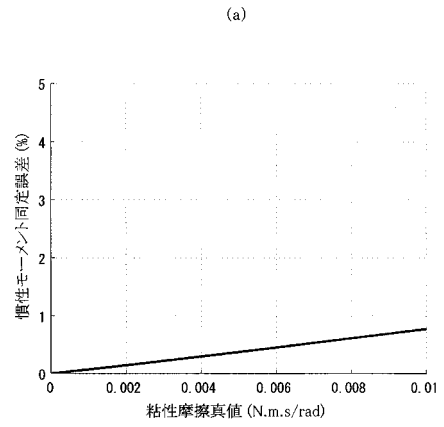
(b)



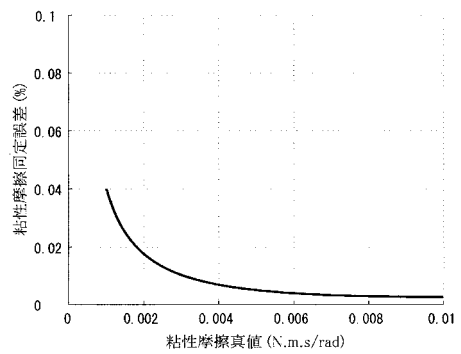
【 図 3 】



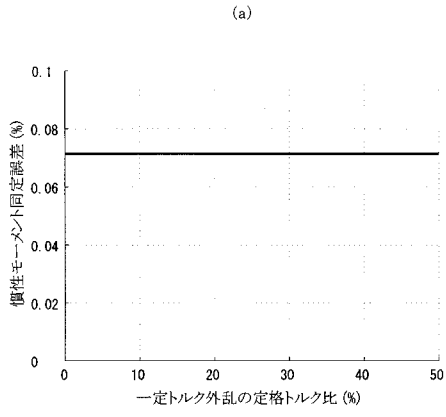
【 図 5 】



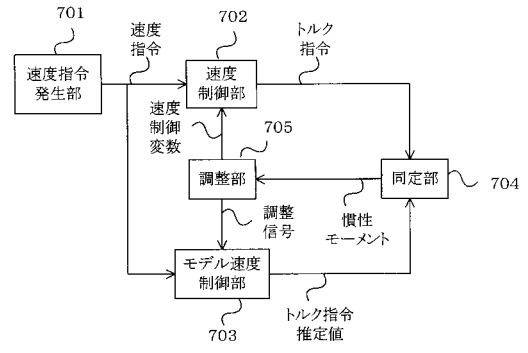
(b)



【図6】



【図7】



(b)

