

(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2010-88193

(P2010-88193A)

(43) 公開日 平成22年4月15日(2010.4.15)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H02P 29/00 (2006.01) H02P 5/00 X 5H501
H02P 5/00 K

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2008-253596 (P2008-253596)	(71) 出願人	000003399
(22) 出願日	平成20年9月30日 (2008. 9. 30)		J U K I 株式会社
			東京都調布市国領町8丁目2番地の1
		(74) 代理人	100080458
			弁理士 高矢 諭
		(74) 代理人	100076129
			弁理士 松山 圭佑
		(74) 代理人	100089015
			弁理士 牧野 剛博
		(72) 発明者	中村 明彦
			東京都調布市国領町8丁目2番地の1 J
			U K I 株式会社内
		Fターム(参考)	5H501 AA22 BB05 DD01 EE05 GG01 JJ04

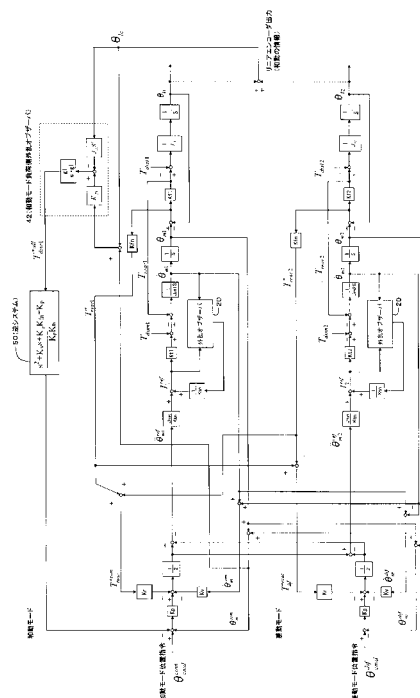
(54) 【発明の名称】 ガントリ型X Y位置決め装置の同期防振制御装置

(57) 【要約】

【課題】各軸の両端にある一対のモータで一個の負荷を共通に駆動し、一つのエンコーダを共通に使用する構成においても、負荷側外乱オブザーバを含む仮想モード制御を適用可能とする。

【解決手段】駆動軸の両端のモータの制御に、2次アダマール行列に基づいて和動モードと差動モードに分解する仮想モード制御を行なうことにより、和動軸において位置サーボを、差動軸において偏差量抑圧の為の位置レギュレータをそれぞれ構成して2軸同期制御を行なう際に、リニアエンコーダ16の信号を和動モードのリニアエンコーダ信号と見なし、軸ねじれ角と負荷の加速度に基づいて和動モード専用の負荷側外乱オブザーバ42を構成し、前記和動モード専用の負荷側外乱オブザーバにて推定した負荷側の外乱を、負荷側外乱から位置指令値までの逆システム50を通して和動モード側にフィードバックする一方、差動モードには負荷側外乱オブザーバの制御系を構成しない。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

駆動軸 1 個に 1 つのリニアエンコーダを設け、1 個の駆動軸の両端のモータには同一のリニアエンコーダ信号を分配する構成のガントリー型 X Y 位置決め装置において、

駆動軸の両端のモータの制御に、2 次アダマール行列に基づいて和動モードと差動モードに分解する仮想モード制御を行なうことにより、和動軸において位置サーボを、差動軸において偏差量抑圧の為に位置レギュレータをそれぞれ構成して 2 軸同期制御を行なう際に、

リニアエンコーダの信号を和動モードのリニアエンコーダ信号と見なし、軸ねじれ角と負荷の加速度に基づいて和動モード専用の負荷側外乱オブザーバを構成し、前記和動モード専用の負荷側外乱オブザーバにて推定した負荷側の外乱を、負荷側外乱から位置指令値までの逆システムを通して和動モード側にフィードバックする一方、

差動モードには負荷側外乱オブザーバの制御系を構成しないことを特徴とする、ガントリー型 X Y 位置決め装置の同期防振制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガントリー型 X Y 位置決め装置の同期防振制御装置に係り、特に、電子部品搭載装置等に用いるのに好適な、ガントリー型 X Y 位置決め装置の同期防振制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

例えば、電子部品搭載装置に用いられる従来のガントリー型 X Y 位置決め装置は、図 1 に例示する如く、Y 方向への移動に左右 1 対の平行に配置された Y 軸駆動部（Y L 軸 9 L、Y R 軸 9 R）を持ち、その上に設置された X 軸駆動部（X 軸 1 2）で X 方向への移動を行なう構成をとる。図において、7 は Y 軸モータ、8 はタイミングベルト、11 は X 軸モータ、15 は、X 軸 1 2 上に保持された、Z 方向（上下方向）に移動自在な搭載ヘッドである。

【0003】

X 軸、Y 軸の駆動には、回転型モータ + タイミングベルト（チェーン）又はボールねじ等が使用される。各軸は、指令発生部より各モータ制御部に受けた指令に基づき、モータ制御をして位置決めが行なわれる。

【0004】

このような位置決め装置において、高速・高加速の位置決めを図るべく、出願人は、特許文献 1 で、各軸が、図 2 に X 軸の要部構成を示す如く、それぞれ両端に駆動用のモータ 11 L、11 R を備え、各軸一対のモータが、各軸毎に備える一本のリニアエンコーダ（図示省略）を共通に使用することを提案している。図において、13 はタイミングベルトである。

【0005】

ところで、前記のようなガントリー型 X Y 型位置決め装置では、左右 1 対の Y 軸は、両軸が同期して移動することが必要である。

【0006】

図 1 の構成では、Y L 軸 9 L 側の 1 個のモータ 7 で X 軸 1 2 を Y 方向に駆動する。この場合、軸の一端（Y L 軸 9 L）のみが駆動され、他端（Y R 軸 9 R）は直動軸受でガイドしているだけであるので、いわば片持構造となっている。その為、負荷の重量バランスが悪く、また制御系の剛性が低いので、制御ゲインを上げることが難しく、高速、高加速での位置決めには適していない。

【0007】

このような問題点を解決するべく、特許文献 1 のように Y L 軸と Y R 軸の両方にモータを設けたガントリー型 X Y 位置決め装置で位置決めを行なう場合、X 軸 1 2 上の負荷（搭載

10

20

30

40

50

ヘッド 15) の位置が移動することによって、両側に設けられた Y L 軸モータと Y R 軸モータが受ける負荷のバランスが変化することが原因となり、左右の Y 軸で偏差が発生してしまい、位置決め精度や位置決め時間に悪影響を与えるという問題点を生じていた。

【0008】

発明者らは、この問題点を防ぐ為の一手法として、特許文献 2 を既に提案した。これは、その図 20 に対応する図 3 に示す如く、左右の Y 軸に掛かる負荷が変動した場合にも、仮想モード制御や負荷側外乱オブザーバ 40 等を用いてロバスト制御を行なうという手法であり、軸の同期防振制御に効果が高い。図 3 において、20 は、外乱を抑制するための外乱オブザーバ、50 は逆システムである。

【0009】

10

【特許文献 1】特許第 3510912 号公報

【特許文献 2】特開 2007-236185 号公報 (図 7、図 20)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

図 2 に例示したような、各軸の両端にある一対のモータ 11 L、11 R で 1 個の負荷 (搭載ヘッド 15) を共通に駆動し、1 本のリニアエンコーダを共通に使用する構成に特許文献 2 の手法を適用しようとする場合、和動モード側と差動モード側にリニアエンコーダの信号を分配して与えることが考えられる。しかし、このリニアエンコーダの信号は、各軸の両端にある一対のモータで 1 個の負荷を共通に駆動するものなので、差動モードの情報を含んでいない。その為、図 3 に示されるような負荷側外乱オブザーバ 40 を用いた和動モードと差動モードの制御系を構成することはできず、十分な効果を得ることができないという問題点を有していた。

20

【0011】

本発明は、前記従来の問題点を解消するべくなされたもので、各軸の両端にある一対のモータで一個の負荷を共通に駆動し、1 つのリニアエンコーダを共通に使用する構成においても、負荷側外乱オブザーバを含む仮想モード制御を適用可能とすることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

30

本発明は、駆動軸 1 個に 1 つのリニアエンコーダを設け、1 個の駆動軸の両端のモータには同一のリニアエンコーダ信号を分配する構成のガントリー型 X Y 位置決め装置において、駆動軸の両端のモータの制御に、2 次アダマール行列に基づいて和動モードと差動モードに分解する仮想モード制御を行なうことにより、和動軸において位置サーボを、差動軸において偏差量抑圧の為の位置レギュレータをそれぞれ構成して 2 軸同期制御を行なう際に、リニアエンコーダの信号を和動モードのリニアエンコーダ信号と見なし、軸ねじれ角と負荷の加速度に基づいて和動モード専用の負荷側外乱オブザーバを構成し、前記和動モード専用の負荷側外乱オブザーバにて推定した負荷側の外乱を、負荷側外乱から位置指令値までの逆システムを通して和動モード側にフィードバックする一方、差動モードには負荷側外乱オブザーバの制御系を構成しないことにより、前記課題を解決したものである。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、図 2 に例示したような、軸の両端にある一対のモータで一個の負荷を共通に駆動し、1 つのリニアエンコーダを共通に使用する構成においても、特許文献 2 で提案したような、負荷側外乱オブザーバを適用した仮想モード制御を行うことが可能となる。ここで、2 つのモータで 1 つのリニアエンコーダを用いているので、コストの低減が可能である。又、差動モード側の負荷側外乱オブザーバを省略できるので、演算の量を減らすことが可能であり、計算機の負担を減らすことができる。

【0014】

更に、和動モード負荷側外乱オブザーバを適用することにより、負荷の移動による負荷

50

質量の変動、軸に印加される外乱、剛性などのパラメータ変動により生じる外乱をまとめて補償することが可能となる。即ち、負荷がどの位置にある場合においても、あたかも軸の中央部に固定されているかのように扱うことができ、また、負荷の移動により軸が受ける外乱に対してもロバスト性を持つ為、容易に同期制御を実現することが可能となる。外乱オブザーバに基づいた制御法であるため、振動抑制効果を持ちながらロバスト性の確保も達成できる。

【 0 0 1 5 】

又、軸の両側のモータを仮想モード制御に基づいて、和と差のモードに分解して制御を行なうことにより、仮想和動軸において位置サーボ、仮想差動軸において両側モータの偏差量抑圧の為の位置レギュレータをそれぞれ構成することが可能となる。

10

【 0 0 1 6 】

又、本提案の制御手法は、状態フィードバック制御や H_∞ 制御に比べて制御系が簡単で、演算量も少ないため、高価なCPU等を使用する必要がない。更に、設計や調整も容易である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 7 】

以下図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

【 0 0 1 8 】

本発明の第1実施形態は、図4に示す如く、X軸12の両端に一对のモータ11L、11Rを備え、タイミングベルト（図示省略）により搭載ヘッド15を駆動する構成において、特許文献2で提案した、負荷側外乱オブザーバを含む仮想モード制御を適用するため、負荷側外乱オブザーバとして、図5に示す如く、共通で使用しているリニアエンコーダ16の信号を用いた和動モード専用の負荷側外乱オブザーバ42を構成する。即ち、リニアエンコーダ16の信号は、特許文献2の仮想モード制御で言うところの和動モードの信号と見なすことができる（特許文献2の構成では、左右のモータ重心位置にある負荷を並進方向に制御していることに相当する）。

20

【 0 0 1 9 】

そして、この和動モード専用の負荷側外乱オブザーバ42で検出した外乱推定値を、特許文献2と同様の逆システム50を介して、仮想モード内の和動モード側にのみフィードバックしてやる制御系を構成することによって、特許文献2と同様の同期防振制御効果を得ることが可能となる。この場合、差動モード側の負荷側外乱オブザーバは不要であるので設けない。

30

【 0 0 2 0 】

図4において、7L、7Rは左右のY軸モータ、8L、8Rは左右のY軸タイミングベルトであり、図5において、 $\theta^{c o m}_{c m d}$ は和動モード位置指令、 $\theta^{m c o m}$ は同じく和動モードモータエンコーダ値、 $\theta^{d i f}_{c m d}$ は差動モード位置指令、 $\theta^{m d i f}$ は同じく差動モードモータエンコーダ値、 K_p は位置ゲイン、 θ_l は負荷位置、 K_r は軸ねじれ反力のフィードバックゲイン、 K_v は速度ゲイン、 $T^{* c o m}_{r e a c}$ は和動モードねじれ反力、 $T^{* r e a c}_{d i f}$ は差動モードねじれ反力、 J_m はモータ慣性、 K_t はトルク定数、 $I^{r e f}$ はモータ電流参照値、 $T_{d i s m}$ は外乱、 $T_{r e a c}$ はねじれ反力、 K_f は軸剛性、 J_l は負荷側の慣性、 $T^{* a l l}_{d i s l}$ は和動モード負荷側外乱推定値、 $\theta_{l c}$ は和動モードリニアエンコーダ値である。

40

【 0 0 2 1 】

このようにして、この和動モード専用の負荷側外乱オブザーバ42を用いて仮想モード制御系を構成することで、負荷の移動による軸両端のモータが受ける負荷質量の変動、軸に印加される外乱、剛性などのパラメータ変動により生じる外乱をまとめて補償することが可能となる。即ち、負荷が軸上のどの位置にある場合においても、あたかも軸の中央部に固定されているかのように扱うことができ、また、外乱に対してもロバスト性を持つ為、容易に同期制御を実現することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

50

以下、図 5 に示した和動モード負荷側外乱オブザーバ 4 2 を用いた同期防振制御装置のブロック図を参照して、更に詳細に説明する。

【 0 0 2 3 】

軸の両端のモータについて、特許文献 2 と同様に仮想モード制御系を構成する。ブロック図の上側が和動モードの制御系、下側が差動モードの制御系である。

【 0 0 2 4 】

ここに負荷側外乱オブザーバを適用するが、先に説明したように 1 つの駆動軸にリニアエンコーダは 1 本であり、駆動軸の両端のモータにリニアエンコーダの信号を分岐して与え、共通に用いているので、図 6 に示すような和動モード専用の負荷側外乱オブザーバ 4 2 を構成し、和動モード制御系に用いる。

10

【 0 0 2 5 】

先に述べたように、図 4 の構成では、左右のモータ 1 1 L、1 1 R の重心位置にある負荷（搭載ヘッド 1 5）を並進方向に制御していることに相当する為、図 3 における和動モードでの制御と見なすことが可能である。即ち、和動モード専用の負荷側外乱オブザーバ 4 2 を構成することが可能であり、仮想モード制御系の和動モード側に適用することができる。

【 0 0 2 6 】

言い換えると、図 6 内に記した和動モードリニアエンコーダ値は、両側のモータで共通に用いるリニアエンコーダの値そのものであり、それがそのまま和動モードでの値を意味する。従って、図 4 の構成では差動モードのリニアエンコーダ値は存在しない。

20

【 0 0 2 7 】

図 6 に示す通り、和動モード負荷側外乱推定値は、

【数 1】

$$T_{disc}^{*all} = K_{fn}(\theta_{mc} - \theta_{lc}) - J_{ln} \ddot{\theta}_{lc} \cdots \text{(式1)}$$

として、和動モード負荷側外乱オブザーバ 4 2 内で推定できる。

【 0 0 2 8 】

外乱推定値は和動モードの推定値である為、負荷側外乱から位置指令までの逆システム 5 0 を通して和動モード側にフィードバックする。オブザーバゲイン g_1 を大きく設定することにより、負荷側に加わる外乱の影響を除去することが可能となる。

30

【 0 0 2 9 】

軸の両側のモータを仮想モード制御に基づいて、和と差のモードに分解して制御を行なうことにより、和動軸において位置サーボ、差動軸において両側モータの偏差量抑圧の為の位置レギュレータをそれぞれ構成することが可能となる。この場合、差動モードの位置指令を 0 として、軸の両側のモータの偏差を抑えて、高いレベルの同期制御を行なうことができる。

【 0 0 3 0 】

以上説明した和動モード負荷側外乱オブザーバ 4 2 を採用した同期防振制御を用いることによって、図 4 の構成においても、負荷の移動に関わらず負荷側をノミナル化して共振周波数を固定することが可能となり、同期の確保及び高精度な防振位置決め制御を実現することが可能となる。

40

【 0 0 3 1 】

なお、図 5 に示した制御装置のブロック図では、速度演算部に P 制御を用いているが、P I 制御、P D 制御、P I D 制御を用いても良い。

【 0 0 3 2 】

又、第 1 実施形態では、左右の Y 軸が、それぞれ 1 個モータとされていたが、X 軸だけでなく、図 7 に示す第 2 実施形態のように、左右の Y 軸 9 L、9 R の前後両側にも、それぞれモータ（7 L F、7 L R）（7 R F、7 R R）を設けて、和動モード負荷側外乱オブザーバを適用した仮想モード制御系を構成し、特許文献 2 での負荷側外乱オブザーバを適用した仮想モード制御を構成することも可能である。図において、8 L、8 R は、左右の

50

Y 軸 9 L、9 R のタイミングベルト、10 L、10 R は、同じくリニアエンコーダである。

【0033】

なお、前記実施形態においては、本発明が、電子部品搭載装置のガントリー型 X Y 位置決め装置に適用されていたが、本発明の適用対象はこれに限定されず、ガントリー型 X Y 位置決め装置一般に同様に適用できることは明らかである。

【0034】

又、エンコーダもリニアエンコーダに限定されず、ロータリエンコーダであっても良い。

【図面の簡単な説明】

10

【0035】

【図1】電子部品搭載装置における従来のガントリー型 X Y 位置決め装置の構成を示す斜視図

【図2】従来のガントリー型 X Y 位置決め装置の X 軸駆動部の他の例を示す斜視図

【図3】特許文献2で提案した同期防振制御装置の構成を示すブロック図

【図4】本発明の第1実施形態が適用される電子部品搭載装置のガントリー型 X Y 位置決め装置の構成を示す斜視図

【図5】第1実施形態における X 軸駆動部の同期防振制御装置の構成を示すブロック図

【図6】前記同期防振制御装置中の和動モード負荷側外乱オブザーバの構成を示すブロック図

20

【図7】本発明の第2実施形態が適用される電子部品搭載装置のガントリー型 X Y 位置決め装置の構成を示す斜視図

【符号の説明】

【0036】

7、7 L、7 R、7 L F、7 L R、7 R F、7 R R ... Y 軸モータ

8、8 L、8 R、13 ... タイミングベルト

9 L、9 R ... Y 軸

10 L、10 R、16 ... リニアエンコーダ

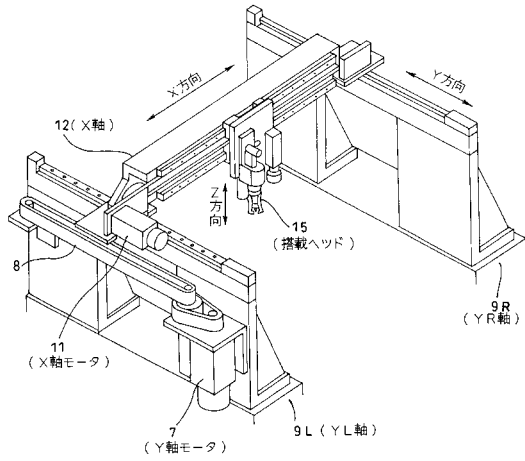
12 ... X 軸

11、11 L、11 R ... X 軸モータ

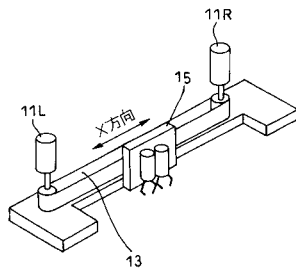
30

15 ... 搭載ヘッド

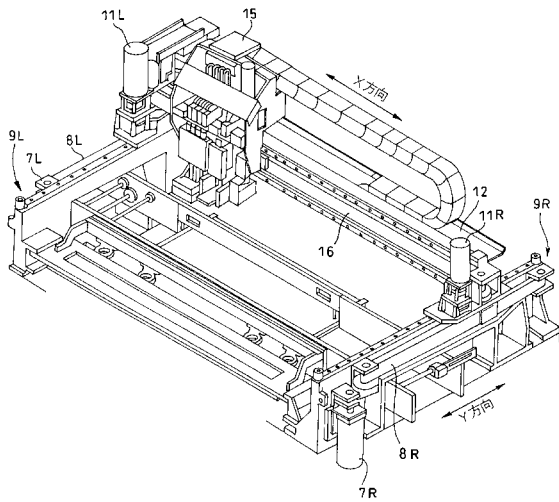
【図 1】



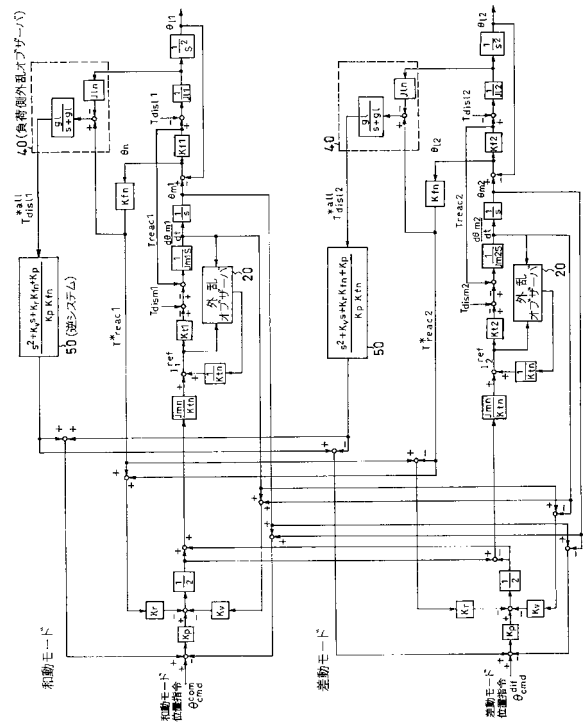
【図 2】



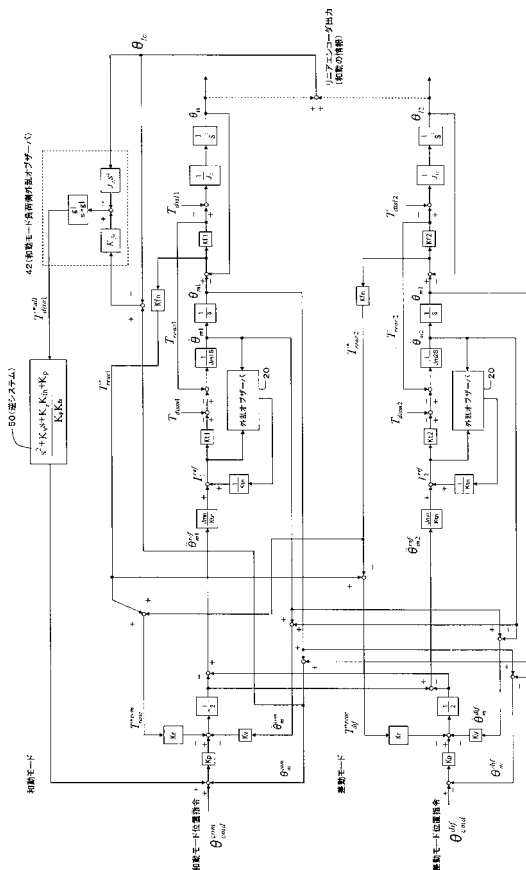
【図 4】



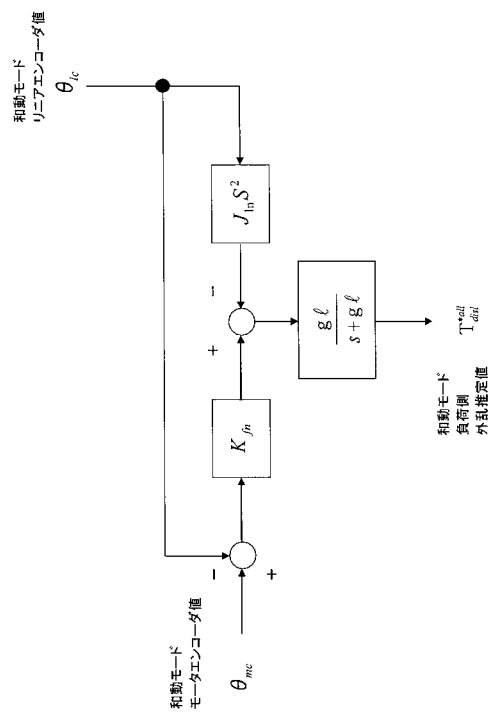
【図 3】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

