

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4642938号
(P4642938)

(45) 発行日 平成23年3月2日 (2011.3.2)

(24) 登録日 平成22年12月10日 (2010.12.10)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 1 0 H

B 2 5 J 13/08 (2006.01)

B 2 5 J 13/08 Z

A 6 1 B 1/04 (2006.01)

A 6 1 B 1/04 3 7 2

請求項の数 8 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2010-524289 (P2010-524289)	(73) 特許権者	304050923
(86) (22) 出願日	平成22年1月14日 (2010.1.14)		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/050342		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(87) 国際公開番号	W02010/090059	(74) 代理人	100076233
(87) 国際公開日	平成22年8月12日 (2010.8.12)		弁理士 伊藤 進
審査請求日	平成22年6月22日 (2010.6.22)	(72) 発明者	河合 利昌
(31) 優先権主張番号	特願2009-23032 (P2009-23032)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
(32) 優先日	平成21年2月3日 (2009.2.3)		リンパスメディカルシステムズ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

審査官 金丸 治之

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

湾曲可能な湾曲部を備えた長尺な管体と、
前記管体に設けられた前記湾曲部を湾曲操作するための湾曲ワイヤと、
電流指令信号に応じて回転する回転軸を備えたモータと、
前記回転軸に連結され、該回転軸の回転速度に対して速度を変更するために複数のギアを噛み合わせて構成された減速機と、
前記湾曲部を操作するために前記湾曲ワイヤと前記減速機とを連結する連結手段と、
前記電流指令信号に応じて回転駆動された前記モータの回転角度を検出するモータ角度検出部と、
前記回転駆動された前記モータにより駆動される前記減速機の回転角度を検出する減速機角度検出部と、
前記モータの回転角度から前記回転軸に発生するトルク情報を算出するトルク情報算出部と、
前記電流指令信号を前記モータのモータモデルに供給することによって前記回転軸に発生すると想定される推定トルク情報とを算出する推定トルク算出部と、
前記トルク情報と前記推定トルク情報との差分値を前記モータの回転軸に発生する外乱トルク情報として算出する外乱トルク算出部と、
前記モータの回転角度と前記減速機の回転角度に基づき、前記複数のギア同士の噛み合い位置を位置データとして発生する位置データ発生部と、

前記位置データと前記外乱トルク情報に対応して、前記外乱トルクに対して重畳され、前記減速機を構成する複数のギアの噛み合わせによって前記モータの回転軸に周期的に生じるトルク変動を予め補正情報として記憶する記憶部と、

前記記憶手段から補正情報を取得し、前記補正情報に基づき前記外乱トルク情報を補正して得られる前記管体に生じる負荷により前記モータの回転軸に発生する負荷トルクを演算する管体負荷算出部と、

を具備することを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 2】

前記負荷トルクが、前記電流指令信号に対応した第 1 の状態に属するか、該第 1 の状態から逸脱した外力が作用している第 2 の状態であるか否かを判定する判定部を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

10

【請求項 3】

前記判定部は、前記電流指令信号に予め関連付けた基準の情報と、前記負荷トルクとが許容される値以上に逸脱しているか否かを比較器により比較することを特徴とする請求項 2 に記載のマニピュレータ。

【請求項 4】

前記管体負荷算出部で算出された前記負荷トルクを告知する告知手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 5】

前記告知部は、前記管体の先端部に設けられた撮像素子により撮像された画像の映像信号に、前記管体負荷算出結果を表示する信号を重畳して内視鏡画像表示部に出力することを特徴とする請求項 2 に記載のマニピュレータ。

20

【請求項 6】

前記電流指令信号を前記モータに供給する場合には、前記減速機を構成する複数のギアの静摩擦状態を解消する振幅の振動信号成分を前記モータへ重畳して印加する振動信号発生部を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 7】

前記電流指令信号を前記モータに供給しない期間に、前記モータに振動信号を、前記管体を可動させない程度の振幅で供給すると共に、前記管体負荷算出部の出力値の時間的な平均値を算出する平均値算出部を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

30

【請求項 8】

前記管体負荷算出部において算出される負荷トルクが略極値付近をとる際に前記振動信号の振幅が小さくなるように可変制御する振幅制御部を有することを特徴とする請求項 6 に記載のマニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、湾曲部の湾曲操縦等を行うマニピュレータに関する。

【背景技術】

40

【0002】

一般に、モータを駆動手段として用いた各種の電気機器が広く用いられるようになっている。また、医療機器としての例えば内視鏡においては、体腔内に挿入される挿入部に設けられた湾曲部を手動で湾曲駆動する手動方式の他に、操作性を向上するためにモータを駆動手段に用いた電動方式の内視鏡も実用化されている。

このようにモータにより負荷を駆動する場合、モータの動作状態を検出する検出手段と共に、負荷の状態を検出するために通常センサが用いられる。例えば内視鏡の場合、湾曲部を駆動するために湾曲部に働く張力を検出するセンサを挿入部内に設けると、挿入部が太くなってしまったり、センサを洗浄や消毒に対する耐性を有する構造にする等が必要になり、コストアップする。

50

【 0 0 0 3 】

このため、センサを設けることなく、モータの出力軸の回転速度等からモータの出力軸にかかる外乱（モータ自身が発生する駆動力を除いた成分）をソフトウェア的な演算処理により算出する外乱オブザーバという技術が特開 2 0 0 7 - 1 8 5 3 5 5 号公報に記載されている。

このように外乱オブザーバによる手法を採用することにより、センサを用いることなくモータの負荷値を外乱推定値として算出することができ、コストアップなどを解消できる。

なお、モータにより湾曲部等の負荷側を駆動する場合、負荷を十分に駆動できるように減速機が使用される。

10

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上記特開 2 0 0 7 - 1 8 5 3 5 5 号公報の従来例においては、湾曲部をモータにより湾曲動作させるときに、モータに連結された減速機内のギアの噛み合い（噛合）のガタつきや噛合位置に依存して、推定される外乱推定値としてのオブザーバ出力値が変動してしまう。

また、従来例においては、算出結果をユーザに告知することが出来なかった。

本発明は上述した点に鑑みてなされたもので、外乱オブザーバの手法等により推定される負荷を精度良く算出することができ、かつ告知することができるマニピュレータを提供することを目的とする。

【 発明の開示 】

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明の一形態に係るマニピュレータは、湾曲可能な湾曲部を備えた長尺な管体と、前記管体に設けられた前記湾曲部を湾曲操作するための湾曲ワイヤと、
電流指令信号に応じて回転する回転軸を備えたモータと、
前記回転軸に連結され、該回転軸の回転速度に対して速度を変更するために複数のギアを噛合させて構成された減速機と、

前記湾曲部を操作するために前記湾曲ワイヤと前記減速機とを連結する連結手段と、
前記電流指令信号に応じて回転駆動された前記モータの回転角度を検出するモータ角度検出部と、

30

前記回転駆動された前記モータにより駆動される前記減速機の回転角度を検出する減速機角度検出部と、

前記モータの回転角度から前記回転軸に発生するトルク情報を算出するトルク情報算出部と、

前記電流指令信号を前記モータのモータモデルに供給することによって前記回転軸に発生すると想定される推定トルク情報とを算出する推定トルク算出部と、

前記トルク情報と前記推定トルク情報との差分値を前記モータの回転軸に発生する外乱トルク情報として算出する外乱トルク算出部と、

前記モータの回転角度と前記減速機の回転角度に基づき、前記複数のギア同士の噛合位置を位置データとして発生する位置データ発生部と、

40

前記位置データと前記外乱トルク情報に対応して、前記外乱トルクに対して重畳され、前記減速機を構成する複数のギアの噛合わせによって前記モータの回転軸に周期的に生じるトルク変動を予め補正情報として記憶する記憶部と、

前記記憶手段から補正情報を取得し、前記補正情報に基づき前記外乱トルク情報を補正して得られる前記管体に生じる負荷により前記モータの回転軸に発生する負荷トルクを演算する管体負荷算出部と、

を具備することを特徴とする。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 図 1 は本発明の実施例 1 を備えた内視鏡システムの全体構成図。

50

【図 2】図 2 は図 1 の内視鏡内に設けられたモータユニットの構成を示すブロック図。

【図 3】図 3 はモータユニットにおけるモータ駆動系のシグナルフロー図。

【図 4】図 4 は本実施例に用いられる外乱オブザーバによる負荷算出の原理を示すブロック線図。

【図 5 A】図 5 A は本実施例に係るモータユニットに用いられている遊星ギヤの構成例を示す正面図。

【図 5 B】図 5 B は本実施例に係るモータユニットに用いられている遊星ギヤの構成例を示す斜視図。

【図 6】図 6 は図 5 を簡略化して示す図。

【図 7】図 7 は図 6 における係合状態の例を示す説明図。

10

【図 8】図 8 は模式モデルを示す図。

【図 9】図 9 は実施例 1 における外乱オブザーバの手法を用いて外乱推定値を算出する構成を示すブロック図。

【図 10 A】図 10 A はギヤの嚙合位置に対するオブザーバ出力値を示す説明図。

【図 10 B】図 10 B は補正部のルックアップテーブルに予め格納されたギヤ位置とオブザーバ出力値との相関の情報を示す説明図。

【図 10 C】図 10 C は図 10 B の情報を用いてオブザーバ出力値を補正した補正後の外乱トルク推定値を示す説明図。

【図 10 D】図 10 D はオブザーバ補正出力値を算出する説明図。

【図 10 E】図 10 E は図 10 A の時系列データを簡易的に示す図。

20

【図 10 F】図 10 F は実施例 1 の変形例における外乱オブザーバの手法を用いて外乱推定値を算出する構成を示すブロック図。

【図 11】図 11 は本発明の実施例 2 のモータユニットの構成を示すブロック図。

【図 12】図 12 は実施例 2 における外乱オブザーバの手法を用いて外乱推定値を算出する構成を示すブロック図。

【図 13 A】図 13 A は実施例 2 の動作説明図。

【図 13 B】図 13 B は外乱トルクに対するオブザーバ出力値がばらつく例を示す図。

【図 14】図 14 は本発明の実施例 3 のモータユニットの構成を示すブロック図。

【図 15】図 15 は実施例 3 における外乱オブザーバの手法を用いて外乱推定値を算出する構成を示すブロック図。

30

【図 16】図 16 は静状態における嚙合位置に対して観測されるオブザーバ出力値の特性例と、オブザーバ出力値の山と谷の値の平均値との関係を示す図。

【図 17】図 17 は実施例 3 の動作説明図。

【図 18】図 18 は実施例 3 の変形例における外乱オブザーバの手法を用いて外乱推定値を算出する構成を示すブロック図。

【図 19】図 19 は変形例の動作説明図。

【図 20】本発明の実施例 4 におけるモータ駆動系の概略の構成を示すブロック線図。

【図 21】実施例 4 におけるギヤ外乱オブザーバを含むモータ駆動系の構成を示すブロック線図。

【図 22】実システムと仮想モデルとの関係を示すブロック線図。

40

【図 23】本発明の実施例 5 における状態推定オブザーバ等を含むモータ駆動系の構成を示すブロック線図。

【図 24】図 23 における状態推定オブザーバ及びトルク推定オブザーバを含む仮想モデルシステム部分の構成を示すブロック線図。

【図 25】実施例 5 の変形例における状態推定オブザーバ等を含むモータ駆動系の構成を示すブロック線図。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

図 1 に示すように本発明の実施例 1 を備えた内視鏡システム 1 は、被検体内に挿入され

50

る内視鏡 2 と、この内視鏡 2 が接続される制御装置 3 と、この制御装置 3 に接続され、湾曲の指令操作を行う操作司令部 4 と、制御装置 3 と接続され、内視鏡画像等の表示を行う内視鏡モニタ 5 とを有する。

内視鏡 2 は、被検体内に挿入される細長で円管形状の挿入部 6 と、この挿入部 6 の後端に設けられた操作部 7 と、この操作部 7 から延出されたユニバーサルケーブル 8 とを有し、このユニバーサルケーブル 8 の端部のコネクタ 9 は、制御装置 3 のコネクタ受けに着脱自在に接続される。

また、挿入部 6 は、その先端に設けられた先端部 11 と、この先端部 11 の後端に設けられた湾曲自在の湾曲部 12 と、この湾曲部 12 の後端から操作部 7 の前端に至る長尺で可撓性を有する可撓部 13 とを有する。

10

【0009】

先端部 11 には、照明光を出射する図示しない照明窓と、この照明窓に隣接して観察窓とが設けられており、観察窓には対物レンズ 14 が取り付けられている。そして、この対物レンズ 14 は、照明光で照明された被検体内の観察対象部位の光学像を結像する。

この対物レンズ 14 の結像位置には、例えば電荷結合素子 (CCD と略記) 15 が配置され、被検体内の観察対象部位を撮像する撮像部が形成されている。この CCD 15 は信号線を介して、内視鏡 2 の外部の制御装置 3 内に設けられた映像信号生成部 16 と接続される。

映像信号生成部 16 は、CCD 15 を駆動すると共に、CCD 15 により光電変換された撮像信号に対する信号処理を行い、映像信号を生成して、モニタケーブル 17 を介して内視鏡モニタ 5 に出力する。内視鏡モニタ 5 は、CCD 15 の撮像面に結像された光学像に対応する内視鏡画像を内視鏡画像表示部 5a に表示する。

20

【0010】

上記湾曲部 12 は、可動体としての複数の略円環形状の湾曲駒 18、18、...、18 がその長手方向に回動 (回転) 自在に連結されて円管形状の管体が形成されている。なお、回動自在に連結する枢支部は、湾曲部 12 の上下や、左右に対応する位置に設けられている。

また、挿入部 6 内には、湾曲部 12 の例えば上下の湾曲方向に対応する内壁に沿って、湾曲部 12 の湾曲駒 18、18、...、18 を湾曲させる駆動力を伝達する湾曲ワイヤ 19、19 が挿通されている。

30

なお、図 1 等においては、簡単化のため例えば上下湾曲用の対となる湾曲ワイヤ 19、19 のみが示しているが、左右方向にも湾曲させる場合には、同様に対となる湾曲ワイヤ 19、19 が左右方向に沿って挿通される。対となる湾曲ワイヤ 19、19 の先端は最先端の湾曲駒 18 或いは先端部 11 に固着されている。

【0011】

また、対となる湾曲ワイヤ 19、19 の後端は、操作部 7 内に配置され、実施例 1 のマニピュレータを形成するモータユニット 21 内のスプロケット 22 に懸架されている。なお、このマニピュレータは、主にモータユニット 21、湾曲ワイヤ 19、19 及び湾曲部 12 とより構成される。本実施例においては、図 1 に示すように表示モニタ 5 は、負荷値を表示する構成要素となるため、図 1 の内視鏡システム 1 がマニピュレータの 1 つの構成例と見なすこともできる。

40

上記スプロケット 22 を、モータユニット 21 内のモータ 23 (図 2 参照) により回転駆動することによって、スプロケット 22 に懸架された対の湾曲ワイヤ 19、19 の一方を牽引し、他方を弛緩させる。そして、牽引された湾曲ワイヤ 19 の方向に湾曲部 12 の可動体としての湾曲駒 18、18、...、18 は湾曲される。

なお、スプロケット 22、モータ 23 等も例えば上下方向に湾曲駆動するものを示しているが、左右方向にも湾曲させる場合には同様の構成のものを備える。

【0012】

また、後述するようにモータ 23 による回転駆動力は、減速機を形成する遊星ギア減速機構 44 を介してスプロケット 22 に伝達される。このため、遊星ギア減速機構 44 にお

50

けるギア間の噛合ガタ等の影響が発生するが、モータユニット 2 1 は、その影響を低減して湾曲部 1 2 を湾曲駆動制御する構成となる。

このモータユニット 2 1 は、モータ 2 3 の負荷算出の演算処理を行う後述の負荷算出部 7 2 の機能を備えた大規模集積回路部 (L S I 部と略記) 2 4 を備え、この L S I 部 2 4 はユニバーサルケーブル 8 内を挿通されるケーブルを介して制御装置 3 内の制御部 2 5 に接続される。

また、操作司令部 4 は操作司令部ケーブル (操作ケーブルと略記) 2 6 を介して、この操作ケーブル 2 6 の端部のコネクタ 2 7 が制御装置 3 に着脱自在に接続される。

【 0 0 1 3 】

操作司令部 4 には、湾曲方向及び湾曲量の操作指令をその傾動方向及び傾動角度 (傾動量) で行う、例えばジョイスティック 4 a が設けてある。このジョイスティック 4 a の基端側は傾動自在に支持され、またジョイスティック 4 a の傾動方向及び傾動角度を検出するポテンショメータ等のセンサ 4 b が設けられている。

そして、このセンサ 4 b は検出値を操作司令部 4 による指令信号として操作ケーブル 2 6 を介して制御部 2 5 に伝達 (出力) する。

制御部 2 5 は、操作司令部 4 からの指令信号を受けると、ユニバーサルケーブル 8 内のケーブルを介してモータユニット 2 1 内の L S I 部 2 4 に指令信号を伝達 (出力) する。

そして、この L S I 部 2 4 は、指令信号によりモータ 2 3 を回転駆動する駆動指令信号としての指令値をモータ 2 3 に供給し、このモータ 2 3 を回転駆動した際の電流値や位置情報等を検出部 (後述するエンコーダ 4 1 等) により取り込み、指令値に一致するようにフィードバック制御を行う。

【 0 0 1 4 】

この場合、湾曲部 1 2 が湾曲ワイヤ 1 9 , 1 9 を介してモータ 2 3 によって、湾曲駆動される場合、湾曲ワイヤ 1 9 , 1 9 を牽引する際の負荷となる張力 (テンション) 量を歪みセンサ等のセンサにより検出することができる。しかし、そのようなセンサを設けると挿入部が太くなってしまうため、本実施例においてはセンサを設けなくて、以下に説明するように外乱オブザーバの手法を用いてソフトウェア的な外乱推定算出手段を用いて負荷或いは負荷値を算出する。

また、算出された負荷値は、制御部 2 5 に出力され、この制御部 2 5 は入力された負荷値を映像信号生成部 1 6 に出力する。映像信号生成部 1 6 は、入力された負荷値の情報を例えば映像信号に重畳して内視鏡モニタ 5 に出力し、内視鏡モニタ 5 における負荷値表示部 5 b には算出された負荷値が表示される。つまり負荷値を視覚的に告知する告知部が形成されている。

【 0 0 1 5 】

なお、算出された負荷値を告知する告知部は、表示による告知の場合に限らず、制御部 2 5 から操作司令部 4 に算出された負荷値に相当する力覚感覚の提示を行うようにしても良い。例えば、ジョイスティック 4 a の回転軸にモータを設け、算出された負荷値に応じた反作用力量でモータを駆動しても良いし、操作司令部 4 に振動モータ等を配置してこの振動モータを負荷値に応じて振動させる等で告知を行うようにしても良い。また、算出された負荷値は、直接的にはモータ 2 3 のモータ軸に働くトルク値として算出されるが、湾曲部 1 2 の湾曲駆動等に適した量に適宜スケール変換して告知するようにしても良い。

図 2 はモータユニット 2 1 の詳細な構成を示す。

このモータユニット 2 1 は、ユニバーサルケーブル 8 内を挿通された図示しないケーブルの端部が接続される電源コネクタ 3 1 a、湾曲制御部コネクタ 3 1 b、及び撮像部コネクタ 3 1 c が設けられている。

制御装置 3 から電源を供給するケーブルと接続された電源コネクタ 3 1 a は、 L S I 部 2 4 内の制御電源回路 3 2 と駆動電源回路 3 3 とにそれぞれ駆動電源を供給する。

【 0 0 1 6 】

制御電源回路 3 2 は、制御電源を生成し、生成された制御電源を L S I 部 2 4 内の通信

10

20

30

40

50

系ブロック 3 4 と、D C / D C コンバータ 3 5 を介しての F P G A (Field Programmable Gate Array) ブロック 3 6 等 に 供 給 す る。

また、この制御電源は、フィードバック信号入力部 (図 2 では F / B 信号と略記) 3 7 , アナログインプット信号入力部 (図 2 では A I 信号と略記) 3 8 , デジタルインプット信号入力部 (図 2 では D I 信号と略記) 3 9 に供給されると共に、L S I 部 2 4 の外部のエンコーダ 4 1 及びポテンショメータ 4 2 にも供給される。

なお、D C / D C コンバータ 3 5 は、直流の D C 電源から高圧の D C を生成し、高圧の D C 電源を必要とし、プログラムすることが可能な L S I としての F P G A ブロック 3 6 に供給する。

【 0 0 1 7 】

10

また、駆動電源回路 3 3 は、駆動電源を生成して、この駆動電源を (モータ 2 3 を駆動指令信号としての指令値により回転する) モータドライバ 4 3 に供給する。

また、湾曲制御部コネクタ 3 1 b に接続される通信系ブロック 3 4 は、図 1 の制御部 2 5 と F P G A ブロック 3 6 間での双方向の通信を行うインタフェースを形成している。例えば操作司令部 4 で生成された指令信号は、制御部 2 5 から通信系ブロック 3 4 を介して F P G A ブロック 3 6 に伝達され、F P G A ブロック 3 6 はこの指令信号からモータドライバ 4 3 を介してモータ 2 3 に指令値を供給する。

また、F P G A ブロック 3 6 により算出された負荷値は、通信系ブロック 3 4 を介して制御部 2 5 に伝達される。そして、上述したように負荷値が表示により告知される。

また、撮像部コネクタ 3 1 c は、信号線を介して C C D 1 5 と接続されている。なお、この撮像部コネクタ 3 1 c は、モータユニット 2 1 と別体に形成しても良い。

20

【 0 0 1 8 】

上記モータドライバ 4 3 により回転駆動されるモータ 2 3 は、遊星ギア減速機構 4 4 を介してスプロケット 2 2 とメカニカルに係合している。

この遊星ギア減速機構 4 4 においては、モータ 2 3 のモータ軸 (回転軸) には駆動ギア 4 5 が直接的に連結され、この駆動ギア 4 5 はクラッチ 4 6 を介してスプロケット 2 2 の回転軸に連結されたギア 4 7 と噛合している。そして、このクラッチ 4 6 の O N / O F F を行うスイッチ 4 8 により噛合離脱 (遮断) と、噛合状態 (噛合連結状態) となる。

このスイッチ 4 8 の O N / O F F 信号は、デジタルインプット信号としてデジタルインプット信号入力部 3 9 を経て F P G A ブロック 3 6 に入力される。

30

また、ギア 4 7 の回転軸に連結されたポテンショメータ 4 2 は、このギア 4 7 の回転位置を検出し、その位置情報はアナログインプット信号としてアナログインプット信号入力部 3 8 を経て F P G A ブロック 3 6 に入力される。つまり、ポテンショメータ 4 2 は、減速機を構成するギア 4 7 の位置 (情報) 検出部を形成する。

【 0 0 1 9 】

また、モータ 2 3 の回転位置 (回転位置) は、そのモータ軸 (つまり、回転軸) に連結されたエンコーダ 4 1 により検出される。そして、このエンコーダ 4 1 により検出された位置情報は、フィードバック信号としてフィードバック信号入力部 3 7 を経て F P G A ブロック 3 6 に入力される。なお、エンコーダ 4 1 は、モータ軸に連結された駆動ギア 4 5 の回転位置の検出部を形成する。

40

【 0 0 2 0 】

また、モータ 2 3 に流れる電流値は、アナログインプット信号としてアナログインプット信号入力部 3 8 を経て F P G A ブロック 3 6 に入力される。

【 0 0 2 1 】

上記エンコーダ 4 1 とモータ 2 3 に流れる電流値の検出手段は、モータ 2 3 の動作状態としてのモータ 2 3 の回転位置、回転速度等を検出する検出部を形成する。

F P G A ブロック 3 6 は、ユーザの操作指令による指令信号に基づき、モータドライバ 4 3 を介してモータ 2 3 を回転駆動させ、可動体を有する管体としての湾曲部 1 2 の湾曲制御するマニピュレータを形成する。

【 0 0 2 2 】

50

この場合、FPGAブロック36は、モータ23への負荷値を外乱オブザーバの手法を用いて外乱推定値（推定値）として推定（算出）する推定部36aと、その負荷値の算出を精度良く行うため、減速機を構成するギアの噛合位置に依存する周期的な補正情報を予め記憶（格納）する記憶部36bとを備えている。より具体的には図9（のLUT73）を参照して後述する。

図3はこのFPGAブロック36によるモータ駆動系のシグナルフロー図を示す。図3に示すように操作司令部4からの指令信号に基づく指令値は、モータ23の位置情報検出手段からの位置情報が減算された差分値がFPGAブロック36の位置制御ブロック51に入力される。

位置制御ブロック51は、差分値から生成した位置指令を、速度制御ブロック52に出力する。この速度制御ブロック52には、位置情報を微分要素で微分生成した速度情報も入力される。この速度制御ブロック52は、位置指令と速度情報から生成した速度指令を電流制御ブロック54に出力する。

【0023】

この電流制御ブロック54には、モータ23に流れる電流値も入力される。そして、この電流制御ブロック54は、速度指令及び電流値から生成した電流指令をモータ23に駆動電力として供給する。

モータ23は、電流指令に応じて目標位置に向けて回転駆動し、その際の位置情報等がモータ駆動制御系にフィードバックされる。

この場合、モータ23は、実際には遊星ギア減速機構44を経て湾曲部12を湾曲するように負荷が連結されており、本実施例においてはこの負荷を外乱負荷としてその推定値（負荷値）を算出する外乱オブザーバの手法を採用する。

この場合、通常の湾曲駆動制御状態の他に、湾曲部の先端部11が体壁等にあたり、通常の負荷の状態から逸脱する場合もあり得る。

【0024】

本実施例は、外乱オブザーバの手法により算出する負荷値の推定精度を向上することにより、通常の湾曲駆動制御状態の場合の他に、通常の湾曲駆動制御状態から逸脱した状態を判定する判定機能を備えた構成にしている。

【0025】

本実施例においては、モータ23に対する外部の負荷を外乱負荷と見なして、その値を算出し、その算出結果に応じて、挿入部6の挿入状態に対応した適切な湾曲駆動制御を行う湾曲駆動制御のマニピュレータを形成する。これにより、センサを用いる事無く適切な湾曲駆動制御を行えるようにしている。

図4は、上記外乱オブザーバにより負荷値を推定する原理説明のブロック線図を示す。図4における点線で示すモータモデルブロックAに対して、モータドライバ43からの電流指令により、その電流値に比例したトルクの指令値 u がモータ23（の電機子）に印加される。

そして、モータ軸にはトルクの指令値 u に応じたトルクが作用する。この場合、ラプラス演算子 s を用いた場合には、このモータトルク定数 K_t とすると、 $u \cdot K_t$ のトルクがモータ軸に作用する。

【0026】

そして、このモータ23は、モータ軸にかかるそのトルクに対してモータ慣性モーメント J に応じた回転数（回転Speed）で駆動される。ラプラス演算子 s を用いた場合には $1/(J \cdot s)$ で演算（つまり積分演算）した回転数となり、さらにその積分演算（ $1/s$ ）によりモータ位置が算出される。

実際のモータ23の場合、遊星ギア減速機構44を介して、モータ軸には負荷がかかるので、それを反映するようにモータ軸に外乱負荷 d のトルクが作用する。

そして、このモータモデルブロックAに対して2点鎖線56で示すように、そのモータ23の構成要素を、ソフトウェア的に或いは演算処理手段によって近似（又は模擬）する物理モデルブロック（或いは演算処理ブロック）を並列に配置する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

但し、この物理モデルブロック 5 6 は、外乱負荷 d を算出するような演算要素で構成される。つまり、モータモデルブロック A においては加算点に外乱負荷 d が入力されるが、物理モデルブロック 5 6 においては、減算ブロック 5 9 が外乱負荷 d を推定して出力するような演算ブロックとする。そのため、トルクの指令値 u を、この物理モデルブロック 5 6 内の（モータトルク定数 K_t を近似した）設計モータトルク定数 K_{tn} の第 1 演算ブロック 5 7 に入力する。

また、モータ 2 3 の回転数（回転 Speed）の情報からモータ軸にかかるトルクを逆演算する第 2 演算ブロック 5 8（ラプラス演算子 s を用いた場合には $J_n \cdot s$ の演算）の出力情報から第 1 演算ブロック 5 7 の演算出力を減算ブロック 5 9 で減算してモータ軸にかかる外乱負荷 d の値を推定した外乱推定値 d_a として算出する。なお、 J_n は、モータ 2 3 のモータ慣性モーメント J を近似した設計モータ慣性モーメントを表す。

図 4 の外乱オブザーバの手法を用いてオブザーバ出力値として外乱推定値 d_a を算出すると、その外乱推定値 d_a は、モータ軸に遊星ギア減速機構 4 4 が連結されているため、その影響を受ける。

【 0 0 2 8 】

図 5 A はこの遊星ギア減速機構 4 4 を形成する 1 つの遊星ギア 4 4 a の正面からの透視図を示し、図 5 B はその斜視図を示す。

遊星ギア 4 4 a は、外側が固定され、内周面にギアが形成されているので内歯ギア（外輪ギアともいう）6 1 と、この内歯ギア 6 1 の中心に配置される太陽ギア 6 2 と、この太陽ギア 6 2 を中心として自転しつつ、公転する 3 つの遊星ギア 6 3、6 3、6 3 と、これら遊星ギア 6 3、6 3、6 3 をそれぞれ回転自在に保持するアーム 6 4 とを備える。

図 5 B に示すように太陽ギア 6 2 に固着された入力側の回転軸 6 5 a による回転を、遊星ギア 6 3、6 3、6 3 を保持したアーム 6 4 の中心に取り付けられた出力側の回転軸 6 5 b に減速して、そのトルクを同軸的に伝達する。

【 0 0 2 9 】

本実施例においては、この遊星ギア 4 4 a を主体としたものを複数個連結して、湾曲部 1 2 を十分に湾曲駆動することが可能なトルクを発生する遊星ギア減速機構 4 4 を形成している。

この遊星ギア減速機構 4 4 を簡略化して近似すると、図 6 のように互いに逆方向に回転する 2 つのギア 6 6 a、6 6 b で表すことができる。

なお、この 2 つのギア 6 6 a、6 6 b は、図 2 の駆動ギア 4 5 とギア 4 7 を簡易的な機構モデルとして示したものである。

この場合、2 つのギア 6 6 a、6 6 b の噛合状態として、図 7 に示すように例えば 3 つの状態が発生する。

具体的には、図 7 の左側に示すギア 6 6 a における噛合に関与するギア片の（ある回転方向に関する）後縁に、他方のギア 6 6 b における噛合に関与するギア片の前縁が接触した第 1 の状態と、図 7 の中央に示すように両ギア片の噛合状態が外れた第 2 の状態と、図 7 の右側に示すように両ギア 6 6 a、6 6 b におけるそれぞれ 2 つのギア片同士が互いに接触した第 3 の状態が発生する。

【 0 0 3 0 】

換言すると、両ギア 6 6 a、6 6 b は、完全に両者が噛合した理想的な状態ではなく、噛合が外れたガタ付きのある状態が発生する。完全に噛合した状態では、両ギア 6 6 a、6 6 b における一方の状態が決まると、他方のギアの状態が一意に決定される。しかし、本実施例のような遊星ギア減速機構 4 4 の場合には、図 7 でその概略を示したようなガタ付きを持った駆動力伝達機構となってしまう。

そして、図 6 のように簡略化したギア 6 6 a、6 6 b をダイナミカルアナロジー的に模式化すると、図 8 のようなモデルで近似することができる。

図 8 に示すようにモータ 2 3 のモータ軸に連結された慣性モーメントが J_p のギア 6 6 c が、摩擦パッド 6 7 とバネ・ダンパ 6 8 を介して慣性モーメントが J_q のギア 6 6 d と

10

20

30

40

50

連結したモデルで近似する。

【 0 0 3 1 】

後述するように、遊星ギア減速機構 4 4 の場合には、ギア間のがたつきが存在しても、遊星ギア減速機構 4 4 を回転させた場合には、遊星ギア減速機構 4 4 を構成するギアはそれぞれ所定のギア数で形成されているため、周期的な特性を示す。

また、実際には、図 2 の駆動ギア 4 5 とギア 4 7 との噛合位置によって、観測されるオブザーバ出力値が変化する（図 1 0 A に、噛合位置に対する負荷値毎（異なる負荷値）の場合のオブザーバ出力値の例を示す）。

そして、本実施例は、図 4 に示した外乱オブザーバの手法を用い、図 9 に示すように減速機としての遊星ギア減速機構 4 4 におけるギア間のがたつきとギアの噛合位置に起因する外乱推定値（推定値）の精度低下を低減、つまり精度の高い外乱推定値を算出可能とする補正部 7 1 を設けている。図 9 は、本実施例における外乱オブザーバの手法を用いて外乱推定値としての負荷を算出する負荷算出部 7 2 の構成を示す。

【 0 0 3 2 】

図 9 に示すように本実施例においては、図 4 に示す構成において、外乱推定値 d_a をさらに補正部 7 1 に入力し、補正部 7 1 により補正する機能を備えた負荷算出部 7 2 を形成している。

図 4 に示す構成は、特開 2 0 0 7 - 1 8 5 3 5 5 号公報の従来例により開示されている。この従来例の場合には減速機を構成するギア間のがたつきとギア間の噛合位置により精度の低い外乱推定値 d_a となっていた。これに対して、本実施例は、減速機を構成するギア間のがたつきに対する補正を行うと共に、ギア間の噛合位置に対する特性を反映する補正情報を用いて補正を行う補正部 7 1 を備えている。

この補正部 7 1 は、減算ブロック 5 9 から出力される補正前のオブザーバ出力値、つまり外乱推定値 d_a を入力として、周期的な補正情報、ここでは例えば正弦波状のデータ値を、補正された外乱推定値 d_b として出力するルックアップテーブル（LUT と略記）7 3 と、駆動ギア 4 5 とギア 4 7 間の噛合位置の位置情報に相当する位置データ P_d を発生して LUT 7 3 に出力する位置データ発生部 7 4 とを有する。

【 0 0 3 3 】

位置データ発生部 7 4 は、図 2 の（モータ 2 3 の回転位置情報から、このモータ軸に連結された）駆動ギア 4 5 の位置を検出するエンコーダ 4 1 の出力値と、ギア 4 7 の位置情報を検出するポテンシオメータ 4 2 の出力値とが入力されることにより、両ギア 4 5 , 4 7 間の噛合位置の位置データ P_d を発生する。

また、LUT 7 3 には、図 1 0 A に示す周期的に乱高下するオブザーバ出力値と、減速機を構成するギア間の噛合位置との関係の相関量を予め調べ、その結果、その高い相関量を良好に近似することができる周期的な補正情報のデータ値が、噛合位置の位置データ P_d と関連付けて格納されている。

【 0 0 3 4 】

従って、LUT 7 3 は、両データ d_a 、 P_d の入力により、減速機を構成するギア間のがたつきの影響を低減すると共に、駆動ギア 4 5 とギア 4 7 間の噛合位置に依存した略周期的な特性を反映してバラツキが低減された（つまり精度の高い）補正された外乱推定値 d_b を出力する。

このような構成による本実施例は次のような作用を有する。図 4 に示した外乱オブザーバの手法により算出されるオブザーバ出力値（外乱推定値 d_a ）は、図 1 0 A のように、ギア間のがたつきとギア間の噛合位置とにより、周期的な特性を示すが、乱高下する。

なお、図 1 0 A は、異なる噛合位置に相当する場合の複数の出力値の特性例を示している。

【 0 0 3 5 】

これに対して、本実施例は、図 9 で示したように補正部 7 1 において、ギア間の噛合位置を検出して、その検出された噛合位置に依存して変化する特性を近似的に反映する（予め LUT 7 3 に格納された）周期的な出力データを読み出す。

【 0 0 3 6 】

LUT 7 3 には図 1 0 B で示した様に、予めギア位置とオブザーバ出力値 d_a との相関を記憶しておく。具体的には、図 1 0 C の通りギア噛合回転量（噛合位置）とオブザーバ出力値 d_a の関係を \cos 関数のルックアップテーブルとして割り当てる。これは、オブザーバ出力値 d_a の時系列データを \cos 関数で置き換えたとすると、位置の情報がわかれば時系列データにおいてオブザーバ出力値 d_a がどの部分を示しているかが抽出できるためである。

【 0 0 3 7 】

例えば、図 1 0 D 中の A 点の部分のオブザーバ出力値 d_a を検知したとする。A のオブザーバ出力値 d_a はトルク真値を基準値とすると、振幅 $\text{ } / 2$ に $\cos(\text{pos})$ を乗じた値として出力される。実際には、オフセット量 が存在するので、その分を加える事でトルク真値、すなわち補正されたオブザーバ出力値としての外乱推定値 d_b の抽出が実現できる。

10

【 0 0 3 8 】

したがって、A で出力されたオブザーバ出力値 d_a を下記の数式でオブザーバ補正出力値を算出することでトルクの真値トルクとなる外乱推定値 d_b が抽出される。

【 0 0 3 9 】

オブザーバ補正出力値 $\text{ } = 1 / (\text{ } \cdot \cos(\text{posA}) / 2) \times \text{オブザーバ出力値} +$
この算出式を用いて予め LUT 7 3 にオブザーバ出力値に対するオブザーバ補正出力値を設定しておくことでトルク真値となる外乱推定値 d_b を抽出できる。

20

【 0 0 4 0 】

なお、図 9 においては、オブザーバ出力値 d_a を LUT 7 3 に入力する構成にしているが、オブザーバ出力値 d_a を LUT 7 3 に入力しないで、オブザーバ出力値 d_a を LUT 7 3 の補正情報で減算または加算して外乱推定値 d_b を生成する構成にしても良い。

【 0 0 4 1 】

ところで、図 1 0 A の様に、実際には外乱トルクとしては一定のトルクのみならず様々なトルク量が印加される。図 1 0 A の時系列データを簡易的に示したのが図 1 0 E である。図 1 0 E に示す通り印加されるトルク値に応じて、オブザーバ出力値の波高値およびオフセット値が異なる傾向がある。概して、印加されるトルクが大きくなればギア回転量 - オブザーバ出力値 d_a の時系列データは振幅が大きくなり、かつ、オフセット量が大きくなる。このため、振幅を (obs) 、オフセット量を (obs) とオブザーバ出力の関数としたオブザーバ補正值を下記の関数で導出された値を LUT 7 3 に設定しておくことで任意の外乱量の検知も可能となる。

30

【 0 0 4 2 】

オブザーバ補正出力値 $\text{ } = 1 / ((\text{obs}) \cdot \cos(\text{posA}) / 2) \times \text{オブザーバ出力値} + (\text{obs})$

以上の様に、ギアの噛合位置の情報を用いてオブザーバ出力値 d_a を補正することにより、噛合位置に依存した周期的な特性を反映して、実際に精度良く近似する外乱推定値 d_b をオブザーバ出力値として算出することができる。

また、本実施例では余弦による三角関数を用いたが、正弦による三角関数を採用しても良い。

40

【 0 0 4 3 】

このように本実施例によれば、湾曲駆動制御の際のテンション状態を比較的精度よく算出できるので、挿入部 6 内にセンサを設けることを必要としない。このため、細径の挿入部 6 の内視鏡 2 を実現でき、体腔内への挿入部 6 の挿入等による内視鏡検査の作業が容易となる。このため、挿入などの操作性を向上した電動湾曲制御装置や電動湾曲内視鏡装置を実現できるマニピュレータを提供できる。

また、負荷算出部により算出した負荷の推定値の算出結果を術者等の使用者に告知することができる。また、判定部 7 5 の判定結果 C により、通常の湾曲駆動制御状態か否かの可能性を確認することができ、術者による内視鏡検査を行う際の操作性を向上できる。

50

【 0 0 4 4 】

また、内視鏡画像を表示する表示手段としての内視鏡モニタ 5 上に負荷の推定値の算出結果を表示するようにしているので、術者は内視鏡画像を観察する状態で負荷の算出結果を確認することができる。

【 0 0 4 5 】

(実施例 1 の変形例)

また、図 9 に示す実施例 1 の変形例として、図 1 0 F の通りの構成とすることで、負荷の判定を行うことも可能となる。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 F は、図 9 の実施例 1 の構成において負荷判定部 7 5 を設けている。図 1 0 F の変形例は、補正部 7 1 から出力される外乱推定値 d_b が、通常の湾曲駆動制御状態（通常状態と略記）にあるか、先端部 1 1 が体壁に接触して湾曲が規制された規制状態であるか否かの判定を行う判定部 7 5 を備えている。換言すると、この判定部 7 5 は、負荷の推定値が操作司令部 4 に基づく指令値（駆動指令信号）に対応した通常状態（の範囲内）であるか、この通常状態から逸脱した外力が作用している外力作用状態（規制状態）であるかの判定を行う。

【 0 0 4 7 】

この判定部 7 5 は、補正部 7 1 からの外乱推定部 d_b が入力されるウインドウ型比較器 7 6 と、例えば指令値 u のデータが入力されることにより対応する通常状態での基準の外乱推定値 d_{nor} を比較器 7 6 に出力する第 2 の LUT 7 7 とを備えている。ウインドウ型比較器 7 6 は、2 つの比較するデータ（ここでは、外乱オブザーバ出力 d_b 及び基準の外乱推定値 d_{nor} ）を時系列データとして比較するため、2 つのデータが全て一致するかどうかで判断せず、2 つのデータ系列に相関があるかないかを判断するための相関フィルタとなっている。

【 0 0 4 8 】

第 2 の LUT 7 7 には、例えば指令値 u のデータに関連付けて対応する通常状態での基準の外乱推定値 d_{nor} の情報が予め格納されている。なお、指令値 u のデータ以外のデータと基準の外乱推定値 d_{nor} の情報とを関連付けて格納するようにしても良い。

そして、判定部 7 5 を構成する比較器 7 6 は、補正部 7 1 により算出された外乱推定値 d_b が通常状態で推定される基準の外乱推定値 d_{nor} から許容される値以上、逸脱している場合には、その判定結果 C の情報を通信系ブロック 3 4 を介して制御部 2 5 に出力する。

制御部 2 5 は、この判定結果 C を受けて、例えば負荷値表示部 5 b に、判定結果 C の情報も表示するように判定結果情報を映像信号生成部 1 6 に出力する。そして、判定結果情報をユーザに例えば表示により告知する。

【 0 0 4 9 】

例えば、補正部 7 1 により算出された外乱推定値 d_b が通常状態で推定される基準の外乱推定値 d_{nor} から許容される値以上に大きいと判定した判定結果 C の場合には、負荷値表示部 5 b において、（湾曲部 1 2 或いは先端部 1 1 が体壁等に接触して）湾曲が規制された状態の可能性ありの表示又は告知を行う。

この結果、力覚提示への情報提供の手段として構成することもできる。併せて、外乱オブザーバ出力 d_b をそのまま力覚提示手段に情報を出し、内視鏡にかかる負荷を提示させることも可能である。

【 0 0 5 0 】

(実施例 2)

次に図 1 1 から図 1 3 B を参照して本発明の実施例 2 を説明する。図 1 1 は本発明の実施例 2 におけるモータユニットの構成を示し、図 1 2 は外乱オブザーバの手法を用いて外乱推定値を算出する負荷算出部の構成を示し、図 1 3 A は本実施例による動作説明図を示し、図 1 3 B は実際に負荷トルクに対するオブザーバ出力の関係の図を示す。

【 0 0 5 1 】

図 1 3 B に示す通り、印加する外乱トルクに対して外乱オブザーバ出力にばらつきがあり、しかも、段階的な波形となっている。これは静摩擦の影響が支配的であるためである。

【 0 0 5 2 】

このため、本実施例は、実施例 1 において、減速機を構成するギア間の静摩擦による影響を低減する。

【 0 0 5 3 】

図 1 1 に示すように本実施例におけるモータユニット 2 1 B は、図 2 のモータユニット 2 1 において、例えば F P G A ブロック 3 6 は、静摩擦を解消する振幅の振動信号としてのディザ信号を発生するディザ信号発生部 3 6 c を有する。

そして、F P G A ブロック 3 6 は、このディザ信号をモータドライバ 4 3 に出力する。このため、F P G A ブロック 3 6 からモータドライバ 4 3 に、指令値 u を出力させる指示信号が出力される時には、このディザ信号が重畳された状態で出力される。つまり、モータ 2 3 には、モータドライバ 4 3 を介して指令値 u が印加される場合には、既にディザ信号が（振動信号成分として）重畳して印加される状態となるようにしている。

【 0 0 5 4 】

なお、このディザ信号を、常時、モータドライバ 4 3 に印加するようにしても良い。或いは、駆動ギア 4 5 とギア 4 7 とが連結された状態の湾曲部 1 2 が湾曲可能となる期間に限定しても良い（具体的にはクラッチ 4 6 の O F F / O N に相当するスイッチ 4 8 の O N / O F F 信号によりディザ信号の印加の O N / O F F を連動させても良い）。

その他の構成は、実施例 1 の場合と同様である。図 1 2 は、本実施例に係る負荷算出部 7 2 の構成を示す。この負荷算出部 7 2 の部分は、実施例 1 における図 9 と同じ構成である。

但し、モータ 2 3 に印加される指令値 u は、この図 1 2 に示すようにディザ信号 S_d が重畳されて印加される構成となっている。

次に本実施例の動作を説明する。

【 0 0 5 5 】

モータ 2 3 により減速機としての遊星ギア減速機構 4 4 を介して湾曲部 1 2 の湾曲駆動制御を行う場合、遊星ギア減速機構 4 4 を構成するギア間が静状態の場合と動状態の場合とで、駆動した時の摩擦係数の値が異なる。

このため、算出される外乱推定値としてのオブザーバ出力値が、実際に駆動した時のギアが静摩擦状態か動摩擦状態か否かの影響を受けてその精度が低下する。実際に観測されるオブザーバ出力値の精度が低下する概略の特性例を図 1 3 の 2 点鎖線で示す。

静摩擦による影響により、例えば指示値としてのギア出力軸トルクに対し、その場合に実際に観測されるオブザーバ出力は 1 対 1 とならず、幅を持った或いは不連続な関係の特性になってしまう。このため、オブザーバ出力値を推定する場合にも、その精度が低下する。

【 0 0 5 6 】

これに対して、本実施例においては、少なくとも湾曲部 1 2 を駆動する場合には、動摩擦状態を維持する（換言すると静摩擦状態を解消する）ように振動信号としてのディザ信号 S_d をモータ 2 3 に印加する構成にしている。

このため、例えば術者がクラッチ 4 6 を連結状態にして湾曲を行うことが可能な状態においては、駆動ギア 4 5 とギア 4 7 とには、例えば小さな振幅の振動的なトルクが印加されて、動摩擦状態が維持される。

従って、図 1 3 A の実線で示す概略の特性図のように、静摩擦による影響が解消され、動摩擦状態のみとの場合の（理想的には）1 対 1 に対応した特性に改善できる。そして、実際に湾曲部 1 2 を駆動する場合には、少なくとも動摩擦状態に維持できるので、静摩擦による影響を解消した精度の高い外乱推定値 d_b を取得できる。

このように本実施例によれば、少なくとも湾曲駆動する場合には、減速機を構成するギア間を動摩擦状態で駆動するようにしているので、静摩擦の影響を受けることを解消でき

10

20

30

40

50

、実施例 1 の効果の他に、より精度の高い負荷値の算出が可能となる。その他、実施例 1 と同様の効果を有する。

【 0 0 5 7 】

(実施例 3)

次に図 1 4 から図 1 7 を参照して本発明の実施例 3 を説明する。図 1 4 は、実施例 3 に係るモータユニットの構成を示し、図 1 5 は実施例における負荷算出部の構成を示し、図 1 6 は静状態における噛合位置に対して観測されるオブザーバ出力値の特性例と、オブザーバ出力値の山と谷の値の平均値との関係を示し、図 1 7 は実施例 3 の動作説明図を示す。

図 1 4 に示すように本実施例に係るモータユニット 2 1 C は、実施例 1 において、実施例 2 のように振動信号の発生手段としてのディザ信号発生部 3 6 c を有する。本実施例においては、以下に説明するように振幅が調整されたディザ信号 S d として出力するように F P G A ブロック 3 6 は、その調整部 (或いは設定部) 3 6 d を備えている。また、本実施例は、モータ 2 3 に指令値 u を印加しない駆動停止或いは静状態の期間において、外乱推定値を精度良く算出するものである。

図 1 5 は、本実施例における負荷算出部 7 2 C の構成を示す。

また、本実施例においては、実施例 1 で説明した補正部 7 1 の出力から、その移動平均を算出する移動平均フィルタ 8 1 を設け、この移動平均フィルタ 8 1 から出力される平均推定値を外乱推定値 d c とする負荷算出部 7 2 C を形成している。

【 0 0 5 8 】

なお、本実施例は、図 1 5 の点線で示すように、減算ブロック 5 9 の出力を、補正部 7 1 を通さないで移動平均フィルタ 8 1 に入力する構成の場合にも適用することができる。その他は、実施例 1 と同様の構成である。次に本実施例の動作を説明する。

上述した図 1 0 (A) において、外乱オブザーバによる負荷値を算出する場合には、観測されるオブザーバ出力値は、ギアのがたつきや噛合位置のために、周期性を有するが、その値が乱高下することを説明した。

これに対して、その静状態でトルク加重した際の観測されるオブザーバ出力値の山と谷の平均を行うと、その値は図 1 6 に示すようにその乱高下する場合における実際の時間的な平均値と概ね比例関係となる。

【 0 0 5 9 】

従って、本実施例においては、指令が出されていない (つまりモータ 2 3 が駆動されていない) 静状態において、ディザ信号 S d を、図 1 7 に示すようにオブザーバ出力値がその山と谷間を行ったり来たりするように印加 (但し、負荷側を動かさない程度の振幅に維持して静状態を維持) して、その場合の時間的な平均値を算出して外乱推定値を算出する。

図 1 5 中に示すディザ信号 S d は、ドットで示す山と谷を往復させる如くにモータ 2 3 に (指令値 u が出力されていない期間) 印加されることを示している。

このように、指令値 u が出されていない停止した状態において、ディザ信号 S d を、負荷 (内視鏡駆動部) が動かさない程度で、その振幅を変化させるようにモータ 2 3 に印加し、その時のオブザーバ出力値に対して移動平均フィルタ 8 1 によりその出力値の時間平均化を行う。

【 0 0 6 0 】

図 1 7 は移動平均フィルタ 8 1 の処理内容とその動作説明図を示す。

【 0 0 6 1 】

図 1 7 の左側に示すように、モータ 2 3 にはディザ信号 S d が、オブザーバ出力値の山と谷を往復させる周期で印加される。その場合に、補正部 7 1 から出力される外乱推定値 (オブザーバ出力値) は、図 1 7 の右側に示す移動平均フィルタ 8 1 に入力される。この移動平均フィルタ 8 1 は、吹き出しの枠内に示すように (補正部 7 1 から出力される) 外乱推定値 d b を入力信号として、所定のサンプル期間ずつずらして、複数 n 個サンプリングした各値を加算器により加算 (積算) し、その加算した値をサンプル数となる複

10

20

30

40

50

数 n で除算して平均推定値を移動平均フィルタ 8 1 の出力値を外乱推定値 d_c として出力する。

なお、図 1 7 中における $1/z$ は、入力信号を 1 サンプル時間、遅らせる記号を示す。そして、複数 n 個のサンプル期間による平均推定値を 1 サンプル期間毎に時間的に移動して出力する。

【0062】

この場合、1 サンプル期間の間隔と、複数 n との積が山と谷の周期に略一致するように設定されている。

このようにすることにより、指令値 u が出力されていない静状態においても、その場合の負荷値を精度良く算出することができる。

10

なお、オブザーバ出力値の周期で平均値を算出する場合に限定されるものでなく、適宜の時間で平均化しても良い。

また、実施例 2 と実施例 3 とを組み合わせるような構成にしても良い。例えば、指令値 u が出力されていない静状態においては、実施例 3 のように湾曲部 9 を湾曲駆動制御し、指令値 u が出力される期間においては実施例 2 のように湾曲駆動制御を切り替えるようにしても良い。

次に本実施例の変形例を説明する。図 1 8 は変形例における負荷算出部 7 2 D のブロック図を示す。

【0063】

本変形例は、図 1 5 の構成において、移動平均フィルタ 8 1 における途中のデータ（例えば加算器）から山と谷の周期におけるその周期における位相位置の推定を行う位置推定回路 8 5 と、この位置推定回路 8 5 の出力によりディザ信号の振幅を制御する振幅制御回路 8 6 とを設けている。

20

そして、この振幅制御回路 8 6 からの振幅指令信号を振幅可変ディザ信号発生回路 8 7 に印加し、山と谷の極値付近におけるディザ信号の振幅を（極値以外の期間よりも）小さく様に制御する。

本変形例においては、このように、振幅可変ディザ信号発生回路 8 7 は、振幅指令信号により、そのディザ信号の振幅が可変制御される。

【0064】

なお、負荷算出部 7 2 C 内に振幅可変ディザ信号発生回路 8 7 を設けるようにしても良い。その他の構成は、実施例 3 と同様である。

30

図 1 9 は本変形例による振幅制御回路 8 6 からの振幅指令信号の例を示す。図 1 9 に示すように振幅指令信号は、（位置推定回路 8 5 による推定された位置信号により）オブザーバ出力値が極値となる位相位置付近でその振幅が最小となり、それらの間では最大に近い振幅となる略パルス状の波形となっている。したがって、例えば、略パルス波形を検出しながら、略パルス波形の任意の半サイクル分を駆動する様に設定する事で必要最低限のディザ信号振幅を印加する事ができる。

【0065】

このような振幅指令信号により、ディザ信号の振幅を可変制御することにより、極値付近での駆動を抑制する。

40

【0066】

また、2 つの極値を経過した 1 周期後には、駆動方向を反対方向に変更するため、このように極値付近での駆動を最小値に抑制すると、駆動方向の変更を円滑に行うことが可能になると共に、ギアを駆動した場合に発生する音を低減することもできる。その他、実施例 1 と同様の効果を有する。

（実施例 4）

次に図 2 0 及び図 2 1 を参照して本発明の実施例 4 を説明する。図 2 0 は本発明の実施例 4 におけるモータ駆動系の概略の構成を示し、図 2 1 は、ギア外乱オブザーバを含むモータ駆動系の構成を示す。

上述したようにモータ 2 3 には減速機としての例えば遊星ギア減速機構 4 4 が連結して

50

使用される。このような遊星ギア減速機構 4 4 を構成する複数のギア間には摩擦、ロストモーション量（不感帯）等が伴う。そして、上述した実施例においては、摩擦等の影響が入ったモータモデルブロック A（例えば図 4 参照）を採用し、そのモータモデルブロック A に対応するソフトウェアによる（モータ）物理モデルブロック 5 6 を用い、さらにギアによる噛合位置に関連する周期的な補正情報で、補正する等して外乱推定値を算出する構成にしていた。

【 0 0 6 7 】

外乱負荷 d としての内視鏡側からの反作用はギアを介してモータ側に印加されるが、上述した実施例においてはその反作用をモータ側で計測していたので、その補正を行う等してギアによる影響を低減していた。

10

【 0 0 6 8 】

これに対して、本実施例は、モータと共に減速機、又はこの減速機を構成するギア部のモデルを用いると共に、外乱負荷 d がギア部に印加されるように、その実体をより忠実に反映したモデルを用いる。そして、上述した実施例におけるギアの噛合位置に関連する周期的な補正情報を用いることなく、精度の高い外乱推定値を算出することができる構成にする。

【 0 0 6 9 】

このため、本実施例は、モータモデルブロックと、これに連結された遊星ギア減速機構 4 4 等のギア部を摩擦、ロストモーション量（不感帯）等の影響を含むようにモデル化したギアモデルブロックを形成すると共に、外乱負荷 d もギアモデルブロック側に印加されるように（実体をより忠実に反映する構成に）する。

20

【 0 0 7 0 】

そして、ギアモデルブロックに対応するギア物理モデル（具体的には負荷算出部としてのギア外乱オブザーバ）を形成して、このギア物理モデルにより、摩擦等の影響を低減して外乱負荷 d を精度良く、推定する構成にしている。

【 0 0 7 1 】

本実施例に係る内視鏡システムの構成及びモータユニットは、基本的には図 1 及び図 2 の構成と同じである。但し、図 2 におけるモータユニット駆動系の構成を図 2 0 にその概略を示すように（モータ部 9 1 を含む）モータ駆動部 9 2 と、ギア部 9 3 とからなる構成としている。

30

【 0 0 7 2 】

図 8 に示すようにモータ 2 3 にギアが連結されたギアモデルに対する以下の（ 1 ）、（ 2 ）の運動方程式であらわされることができる。

【 0 0 7 3 】

$$J_m \cdot (d^2 \theta_m / dt^2) + r \cdot D \cdot \{ (r \cdot (d \theta_m / dt) - (d \theta_L / dt)) \} + r \cdot K \cdot (r \theta_m - \theta_L) = \quad (1)$$

$$J_L \cdot (d^2 \theta_L / dt^2) + F_L \cdot (d \theta_L / dt) + r \cdot D \cdot \{ r \cdot (d \theta_m / dt) - (d \theta_L / dt) \} + K \cdot (r \theta_m - \theta_L) = 0 \quad (2)$$

なお、（ 1 ）、（ 2 ）における θ_m 、 θ_L は、それぞれモータ軸、ギア軸の角度を表す。 J_m 、 J_L は、それぞれモータイナーシャ（慣性モーメント）、負荷を考慮したギアイナーシャを表す。また、 r 、 D 、 K 、 F_L は、それぞれギア比、粘性定数、弾性定数、モータ駆動トルク、ギア静摩擦定数となる。

40

【 0 0 7 4 】

上記（ 1 ）、（ 2 ）の運動方程式をもとに、実際のモータ駆動部 9 2 及びギア部 9 3 ' をブロック線図で表したものが図 2 0 となる。

【 0 0 7 5 】

そして、図 2 0 のモータ駆動部 9 2 とギア部 9 3 ' に対して、ギア外乱（推定）オブザーバ 9 5 を追加することにより、図 2 1 に示すように外乱推定値を算出可能な構成にしている。また、この場合、ギア部 9 3 ' におけるポテンシオメータ 4 2（図 2 参照）により検出されるギア 4 7 の位置情報を利用することにより、高精度で外乱推定値を算出可能に

50

している。

【0076】

なお、図20におけるモータ駆動部92は、モータ部91と、このモータ部91を駆動制御するモータ駆動ユニット部94とからなる。

【0077】

このモータ駆動ユニット部94は、図4に示したシグナルフロー図の構成要素ブロック（つまり、位置制御ブロック51、速度制御ブロック52、微分要素53、電流制御ブロック54）と、基本的には同じ構成である。

【0078】

また、モータ部91も、基本的には図4に示したモータモデルブロックAと同じである。図4においては、位置情報を出力する積分演算子（ $1/s$ ）を含めない構成でモータモデルブロックAを定義していたのに対して、本実施例においては位置情報を利用する構成から、この積分演算子を含めてモータ部91と定義している。

10

【0079】

また、図4においては、モータ部91内に外乱負荷dが入力されるような単純化したモデル構成であったのに対して、本実施例においては外乱負荷dが（ギアモデルブロックとしての）ギア部93側に入力されるように、より現実に近いモデル構成にしている。

【0080】

このため、トルク定数 K_t を通した加え合わせ点（加算点）への信号入力が図4と図20においては異なっている。

20

【0081】

図20におけるこの加算点a2には、ギア部93のギア位置情報に対するギア剛性（Gear stiffness）、ギア比（Gear Ratio）の反作用を考慮した信号値が加算され、さらに（ギア部93の）ギア軸にかかる外乱負荷dが加えられる加算点a4で加算された信号値が減算される。

【0082】

なお、上述した実施例3までは、主にモータのイナーシャ（慣性モーメント）を考慮していたので、モータイナーシャをJで表していたが、本実施例以降ではギアイナーシャも考慮するため、モータイナーシャを J_m で、ギアイナーシャを J_g で表している。

【0083】

30

図20においては、ギア部93として、実際のギアモデル部分と、FPGAブロック36によるソフトウェアで演算される部分（具体的には上述した反作用の部分）を含めた構成で示している。

【0084】

これに対して、ギア外乱オブザーバ95を追加した図21のモータ駆動系のより詳細な構成においては、実際のギアモデル部分を符号93で示し、FPGAブロック36によりソフトウェアによる演算で処理される部分を符号96（36）で示している。

【0085】

つまり、FPGAブロック36は、図20で示したモータ駆動ユニット部94と、ギア反作用の部分と、ギア外乱オブザーバ95とを含む構成となる。

40

【0086】

図20及び図21において、モータ部91のモータ位置情報は、加算点a1にフィードバックされ、指令値から減算されて位置制御ブロック51の演算要素に入力される。

【0087】

また、図21に示す構成においては、この加算点a1に、さらにギア部93のギア位置情報が入力され、指令値から減算された偏差値でモータ駆動の制御を行う構成にしている。

【0088】

つまり、本実施例においては、ギア47の位置情報を検出するポテンシオメータ42（図2参照）のギア位置情報を用いた誤差を低減できるモータ駆動系の構成にして、この構

50

成により外乱推定値を算出する。このようにポテンシオメータ 42 によるギア位置情報を利用するため、負荷算出部としてのギア外乱オブザーバ 95 自体の構成を単純化したものを採用した場合でも、精度良くギア外乱推定値の算出を可能にする。

【0089】

また、モータ部 91 のモータ位置情報は、ギア比の演算要素を経て加算点 a3 において、ギア 47 の位置情報が減算される。そして、バックラッシュ、ガタ等の不感帯 (DZ)、ギア剛性の演算要素を経て加算点 a4 において外乱負荷 d が加算されると共に、速度情報に静的及び動的摩擦の演算された信号値が減算される。

【0090】

この加算点 a4 で加算された信号値は、上述ように加算点 a2 にフィードバックされて減算されると共に、ギアイナーシャ Jg を用いた積分要素 ($1/(Jg \cdot s)$)、積分要素 ($1/s$) を経てポテンシオメータ 42 により検出されるギア位置情報となる。

【0091】

このギア位置情報は、ギア外乱オブザーバ 95 の微分演算要素 (du/dt) に入力される。そして、このギア外乱オブザーバ 95 において、図 4 で説明した場合と同様の演算処理 (但し、モータをギアで置換) を行うことにより、外乱推定値を算出する。

【0092】

つまりギア位置情報は、微分演算要素によりギア速度情報が算出され、さらにギア部 93 側の ($1/(Jg \cdot s)$) の逆演算 ($Jg \cdot s$) が施された値を加算点 a5 に入力する。この加算点において、この入力値から、不感帯 (DZ) が入った値に対して (ギア部 93 側と同様に) ギア剛性 (Kg) を考慮したトルクを減算して外乱出力端子から、算出された外乱推定値を出力する。

なお、ギア外乱オブザーバ 95 におけるギアイナーシャ Jg、ギア剛性 Kg は、設計値 (公称値) である。

【0093】

また、算出された外乱推定値は、実施例 1 で説明したように通信系ブロック 34 を介して制御部 25 に伝達され、内視鏡モニタ 5 での表示等により告知される。

【0094】

このように本実施例においては、ポテンシオメータ 42 により検出されたギア位置情報をモータ 23 への指令値にフィードバックして、その位置情報を陽に利用する構成にしているため、ギア部 93 でのギア間の摩擦、不感帯要素の影響を相殺ないしは低減できる。

【0095】

また、ギア部 93 に働く外乱トルクをギア部 93 において直接検知する構成にしているため、内視鏡に働くテンション量等の負荷をセンサを用いることなく、精度良く算出することができる。

【0096】

また、算出された負荷値等を表示等により、術者等の使用者に告知することができる。

【0097】

(実施例 5)

次に図 22 から図 24 を参照して本発明の実施例 5 を説明する。本実施例は、実施例 4 と同様に外乱負荷 d をギア部において考慮する構成にすると共に、さらに状態推定オブザーバの概念を導入して、同様に外乱推定値を算出する。

【0098】

このため、まず状態推定オブザーバの概念を説明する。この状態推定オブザーバにおいては、実システムの入力と出力の情報から、実システムを模擬する仮想モデルを用いて、実システムの状態量を推定することにある。

【0099】

実システム、仮想モデルに対する状態方程式は、各々以下の (3)、(4) 式のようになる。

【0100】

10

20

30

40

50

実システム： $dx/dt = A \cdot x + B \cdot u$ $y = C \cdot x + D \cdot u$ (3)

仮想モデル： $dxm/dt = A \cdot xm + B \cdot u$ $ym = C \cdot xm + D \cdot u$ (4)

ここで、A,B,C,Dは、システムのダイナミクスを決定する係数行列で、実システムと仮想モデルでは各パラメータは同一で、状態変数 x 、 xm と出力 y 、 ym は異なる。

【 0 1 0 1 】

さて、実システムと仮想モデルの偏差 $e = xm - x$ とした場合、

$$de/dt = dxm/dt - dx/dt$$

$$= A \cdot xm - A \cdot x = A \cdot (xm - x) = A \cdot e \quad (5)$$

となり、Aが安定なら収束するので、実システムと仮想モデルの間にフィードバック機構を持たせることにより状態量の収束時間を制御可能である。実システムと仮想モデルの状態との誤差ができるだけ早く収束するように、出力偏差をモデルにフィードバックした場合には、下記式の通りとなる。ただし、Lはフィードバックゲインとする。

【 0 1 0 2 】

$$dxm/dt = A \cdot xm + B \cdot u - L \cdot (ym - y)$$

$$= A \cdot xm + B \cdot u - L(C \cdot xm + D \cdot u - y)$$

$$= (A - L \cdot C) xm + B \cdot u - L \cdot Du + L \cdot y \quad (6)$$

となる。偏差 e の時間変化は、

$$de/dt = dxm/dt - dx/dt$$

$$= (A - L \cdot C) xm + B \cdot u - L \cdot D \cdot u + L \cdot (C \cdot x + D \cdot u) - (A \cdot x + B \cdot u)$$

$$= (A - L \cdot C) (xm - x)$$

$$= (A - L \cdot C) e \quad (7)$$

となる。誤差 e は、 $A - L \cdot C$ に収束する。

【 0 1 0 3 】

この様に、 $A - L \cdot C$ の値によって収束時間が決まるため、出来るだけ誤差 e が収束するようにLの値を設定すれば、実時間で実システムの状態量と仮想モデルの状態量が一致する、すなわち仮想モデルの値から実システムの値を推定出来るという事になる。

【 0 1 0 4 】

フィードバックした両システムの間をブロック線図で示すと図 2 2 のようになる。

【 0 1 0 5 】

さて、本実施例におけるギア部を含めた実システムと、それを模擬した仮想モデルとなるオブザーバを構築したモータ駆動系の構成を図 2 3 に示す。図 2 3 の構成は、この図 2 3 における符号 9 7 で示す部分が図 2 0 の構成全体と一致する。この図 2 3 においては、9 7 中における符号 9 8 で示す部分が実システムに相当する。

【 0 1 0 6 】

そして、本実施例においては、FPGAブロック 3 6 内に、この実システム 9 8 を模擬(シミュレート)する仮想モデルシステム 9 9 と、両システムを結合して状態量を推定する状態推定オブザーバ 1 0 0 とを設ける。

【 0 1 0 7 】

つまり、図 2 3 においては、実システム 9 8 を除く全てがFPGA 3 6 内に構成される(なお、より厳密には、図 2 3 における実システム 9 8 における反作用部分は、実際にはFPGAブロック 3 6 により演算される)。

【 0 1 0 8 】

図 2 3 に示すように仮想モデルシステム 9 9 は、実システム 9 8 と同じ構成要素となるようにシミュレートする。

【 0 1 0 9 】

なお、図 2 3 において、便宜上、実システム 9 8 における加算点 a 1 ~ a 4 を、仮想モデルシステム 9 9 においては、加算点 a 1 ~ a 4 にて示す。

【 0 1 1 0 】

また、仮想モデルシステム 9 9 においては、上述した実施例 4 のギア外乱オブザーバ 9 5 に相当するトルク推定オブザーバ 9 5 が追加して形成され、トルク推定オブザーバ 9

10

20

30

40

50

5 は、センサを用いることを不要として、外乱推定値を出力する。

【0111】

なお、実施例4におけるギア外乱オブザーバ95においては、実システム98における例えばギア位置情報を用いていたが、本実施例においては仮想モデルシステム99中におけるギア位置情報を用いる。ソフトウェアによる演算処理上の構成は、両者で同じである。

【0112】

図24は、図23におけるトルク推定オブザーバ95を含む仮想モデルシステム99と、状態推定オブザーバ100部分の構成を示す。

【0113】

仮想モデルシステム99においては、実システム98における電流制御ブロック54(ゲイン)を通した信号値が加算点a6を経て加算点a2に入力され、加算される。この場合、加算点26は、状態推定オブザーバ100の出力信号値を減算する。

【0114】

また、状態推定オブザーバ100は、3つのゲインL1, L2, L3を有し、ゲインL1には、加算点a7を介して仮想モデルシステム99のモータ位置情報から実システム98のモータ位置情報を減算した信号が入力される。また、ゲインL2、L3には仮想モデルシステム99のギア位置情報とギア速度情報とがそれぞれ入力される。

【0115】

そして、ゲインL1, L2, L3の出力信号値は、加算点a8で加算されて、仮想モデルシステム99の加算点a6に出力される。

【0116】

図24に示すように(FPGAブロック36内ではモータを駆動する)電流(指令)値と、モータ位置情報からギアの挙動をシミュレートする状態推定オブザーバ100が形成されている。また、仮想モデルシステム99に対して、ギア外乱オブザーバ95の場合と同様に外乱推定値を算出するためのトルク推定オブザーバ95が形成されている。そして、このトルク推定オブザーバ95により、外乱推定値を算出する。

【0117】

上記のように、状態推定オブザーバ100においてはゲインL2, L3により仮想モデルシステム99のギア位置情報及びギア速度情報をフィードバックすることにより、仮想モデルシステム99により、実システム98をシミュレートした場合、短時間で実システム98の状態に収束させることができるようにしている。

【0118】

本実施例によれば、モータ側でのトルク検知の場合よりも、実際に外力が作用するギア部側に近い部分でギアの外乱推定値を算出するため、センサを用いることなく、精度の高い外乱推定値を得ることができる。

【0119】

また、状態推定オブザーバ100において仮想モデルシステム99における複数の情報をフィードバックするループを形成する構成とすることにより、実システム96を精度良くシミュレートする場合の応答速度を向上できる。また、算出された負荷値等を表示等により、術者等の使用者に告知することができる。

【0120】

(実施例5の変形例)

図25は、実施例5の変形例のモータユニット駆動系のブロック線図を示す。

【0121】

図23に示した実施例5における状態推定オブザーバ100においては、モータ位置情報(実システム98においてはモータ軸に取り付けられたエンコーダの情報)を用いていたが、本変形例においては、ギア位置情報(実システム98ではポテンシオメータ42の位置情報)を利用する構成にしている。

【0122】

10

20

30

40

50

このため、図 25 の構成においては、仮想モデルシステム 99 のギア位置情報から実システム 98 のギア位置情報（ポテンシオメータ 42 の出力）が加算点 a7 により減算された信号がゲイン L1 に入力される。

【0123】

また、本変形例では、ゲイン L2、L3 には仮想モデルシステム 99 におけるギア速度情報とギア位置情報がそれぞれ入力される。

【0124】

その他の構成は図 23 と同様である。

【0125】

本変形例によれば、ギア位置情報を用いているので、精度の高い外乱推定値を算出することができる。なお、図 23 の構成の場合には、ポテンシオメータ 42 を有しない構成の場合にも広く適用でき、かつ従来例よりも精度の高い外乱推定値を算出することができる。

10

【0126】

また、上述した実施例等を部分的に組み合わせる等して異なる実施例等を形成しても良い。

なお、上述の説明では、マニピュレータとして、可動体として複数の湾曲駒を回転自在に連結した管体としての湾曲部を湾曲駆動制御する場合の例で説明したが、本発明はこれに限定されるものでなく、モータにより可動体を備えた管体を駆動する場合に広く適用することができる。

20

【産業上の利用可能性】

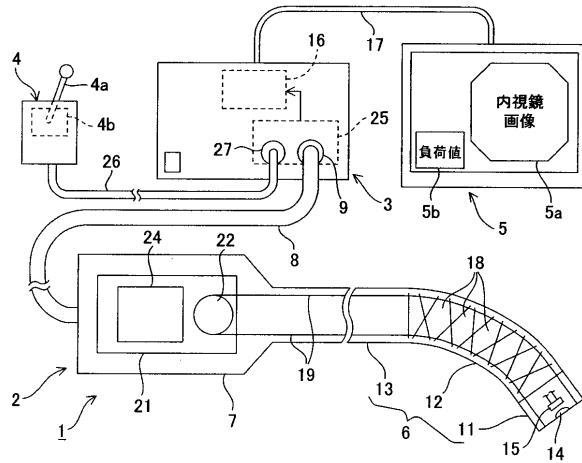
【0127】

モータの負荷に働く張力検出のセンサを必要としないで、外乱オブザーバの手法を用いることにより精度良く負荷値を推定する。

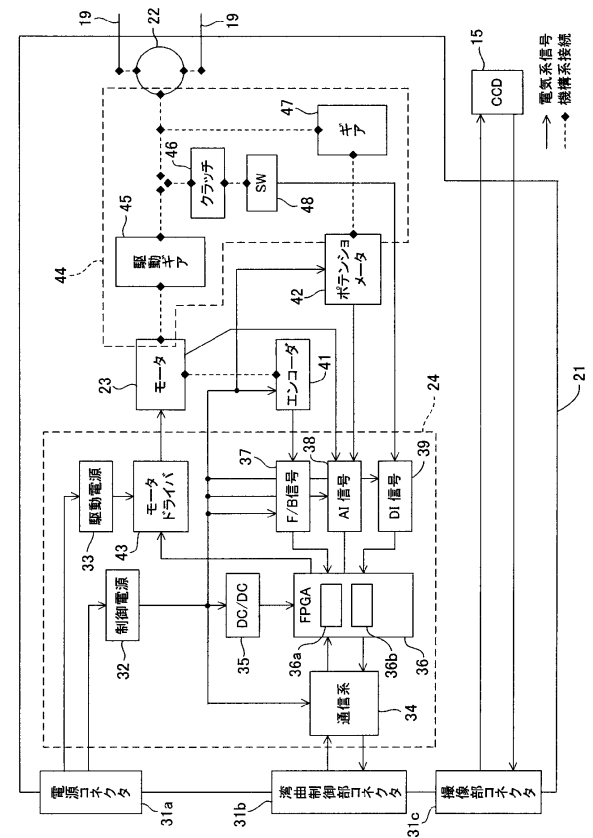
【0128】

本出願は、2009年2月3日に日本国に出願された特願2009-23032号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されるものとする。

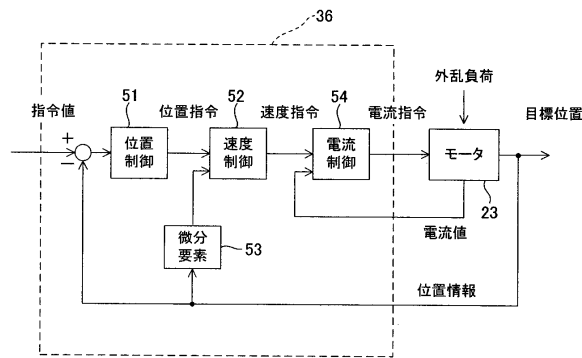
【図 1】



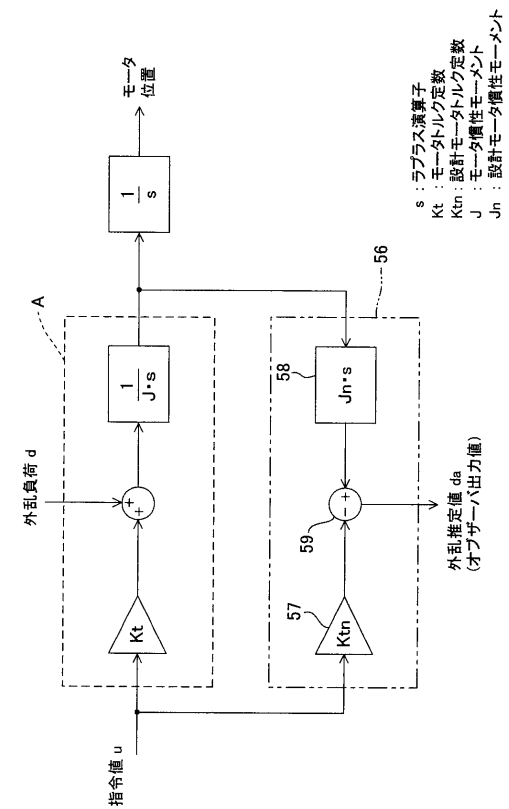
【図 2】



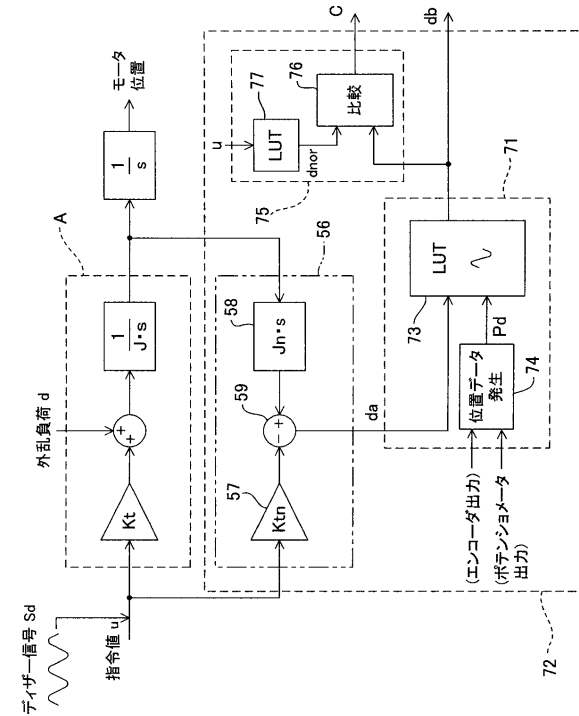
【図 3】



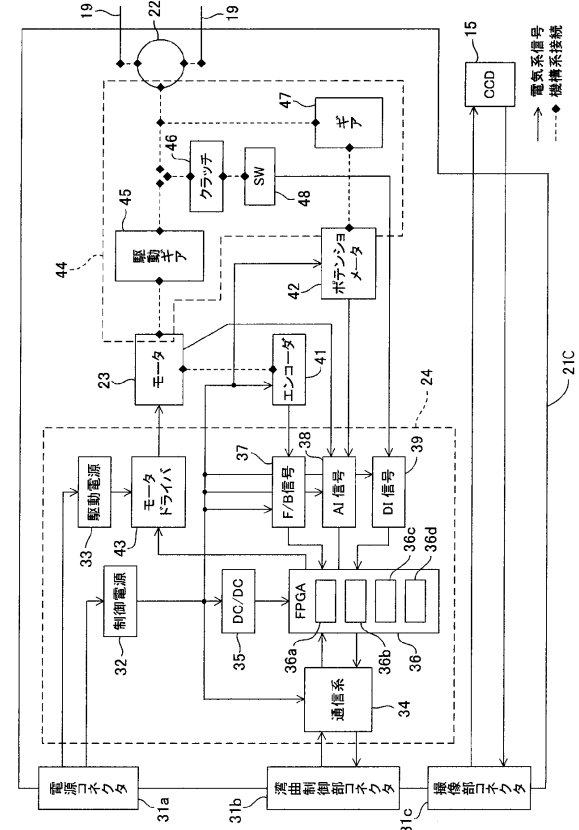
【図 4】



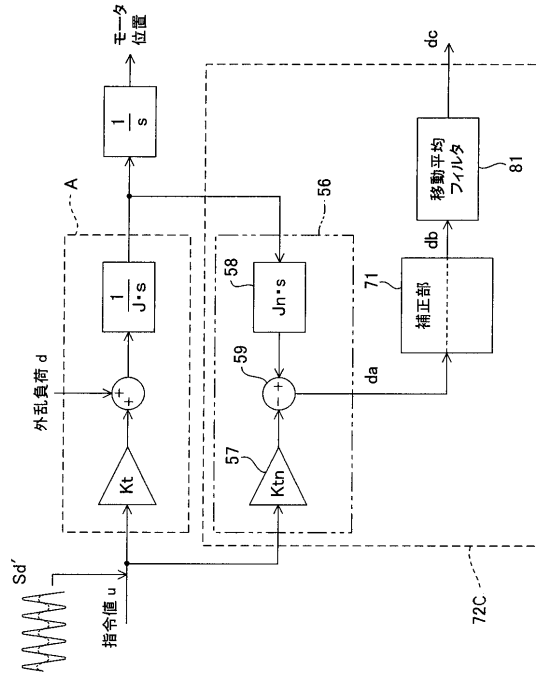
【 図 1 2 】



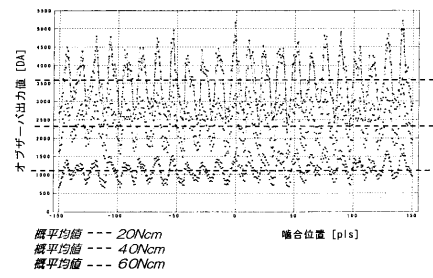
【 図 1 4 】



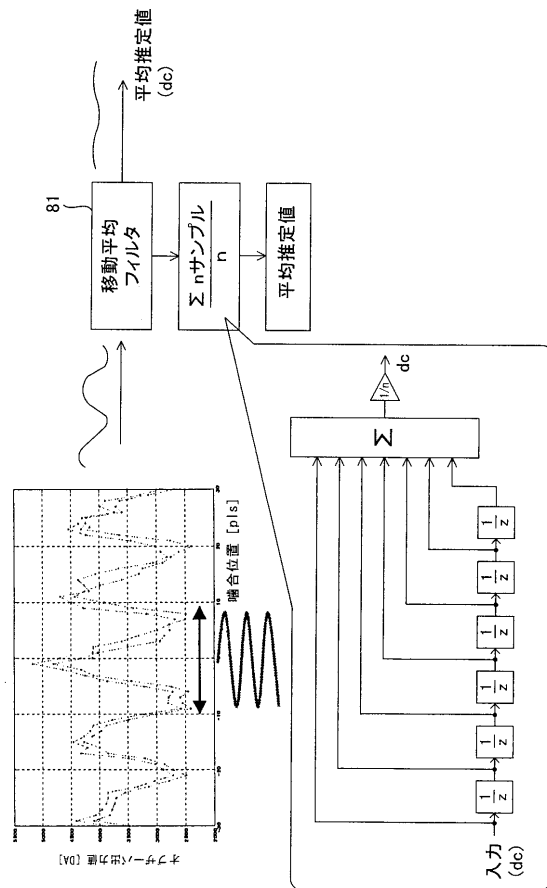
【図 15】



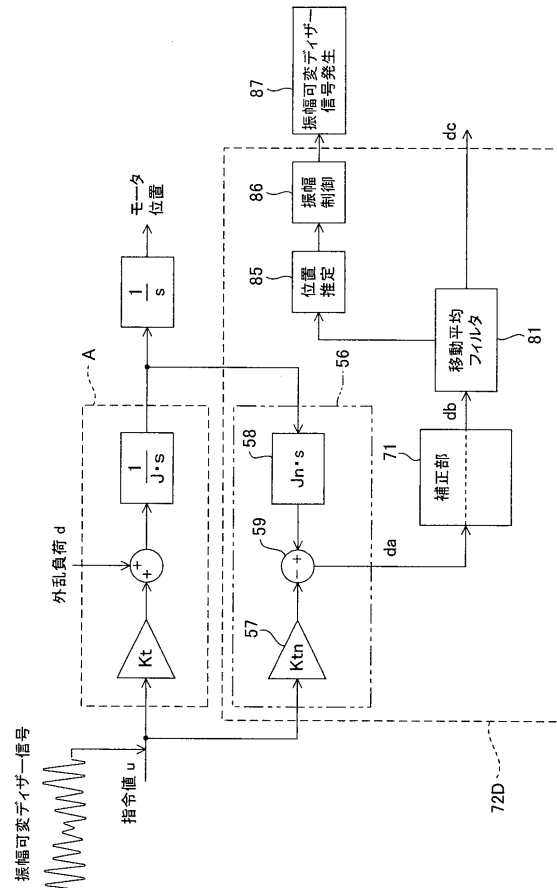
【図 16】



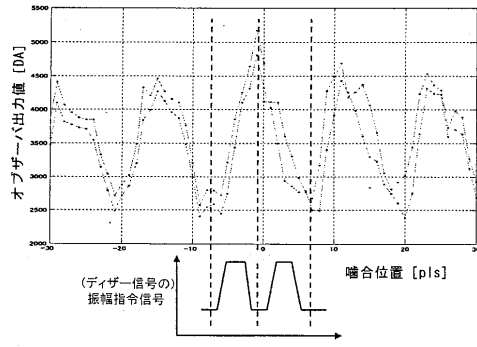
【図 17】



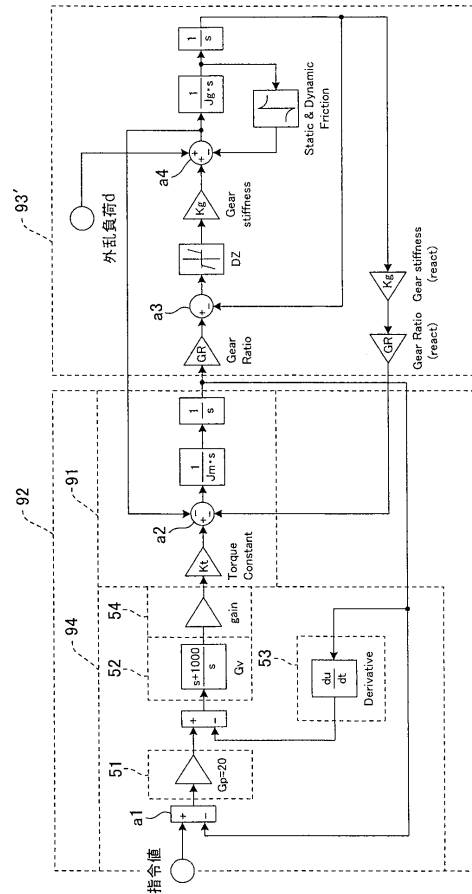
【図 18】



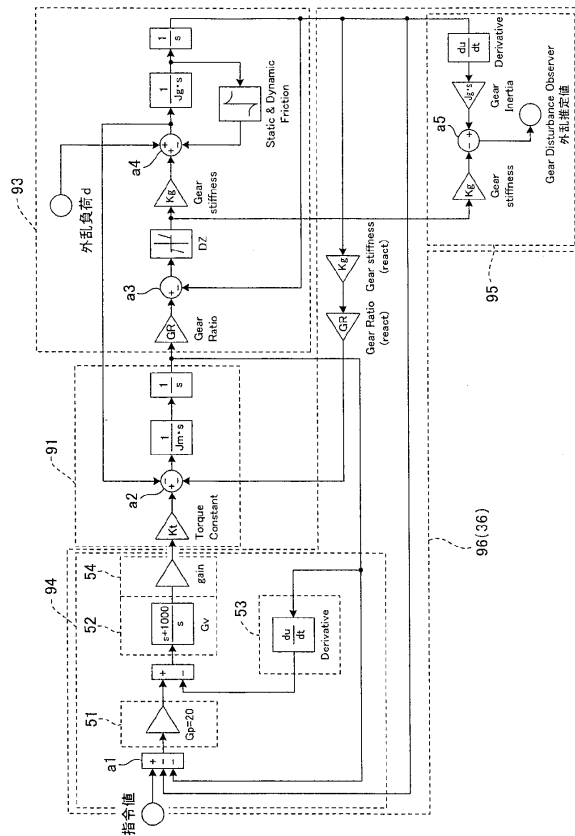
【図 19】



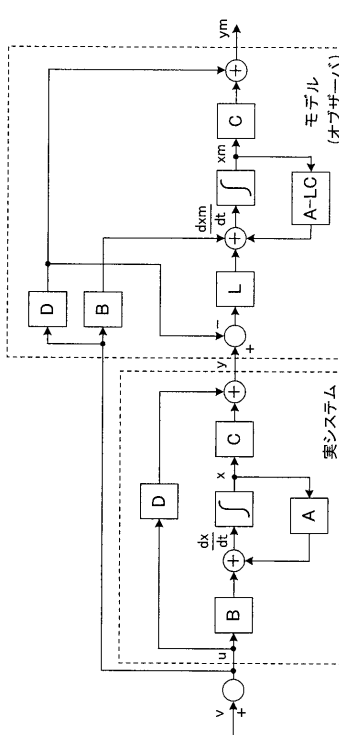
【図 20】



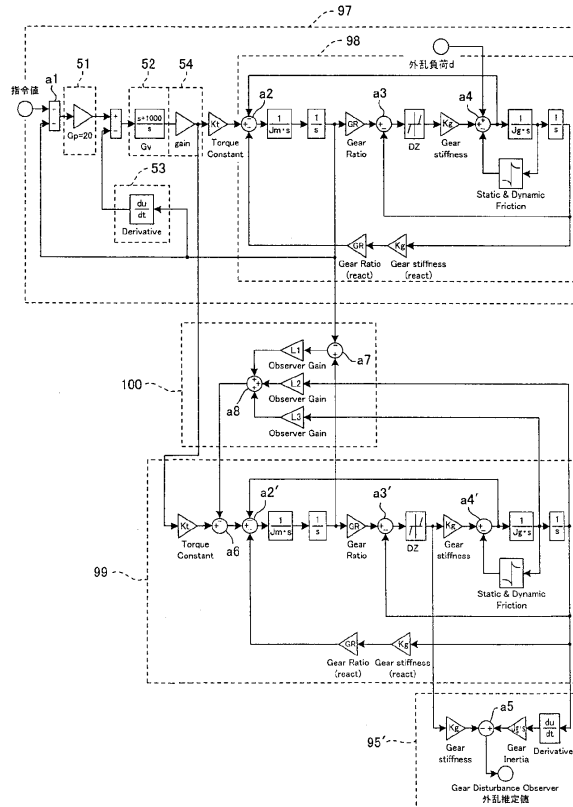
【図 21】



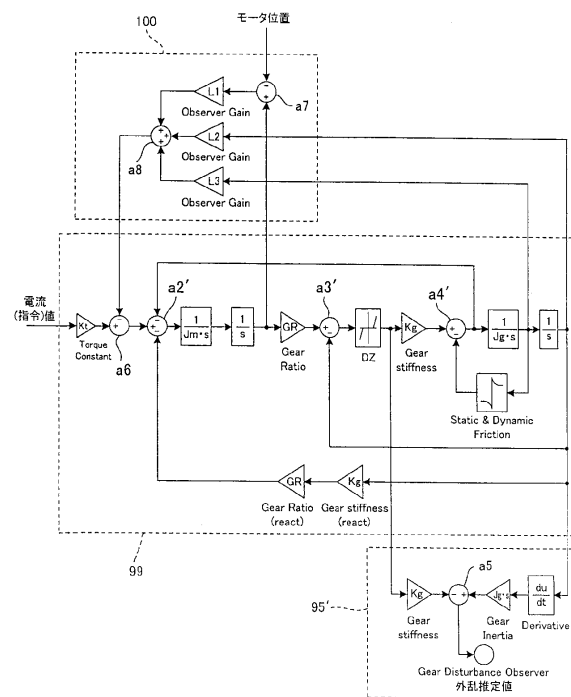
【図 22】



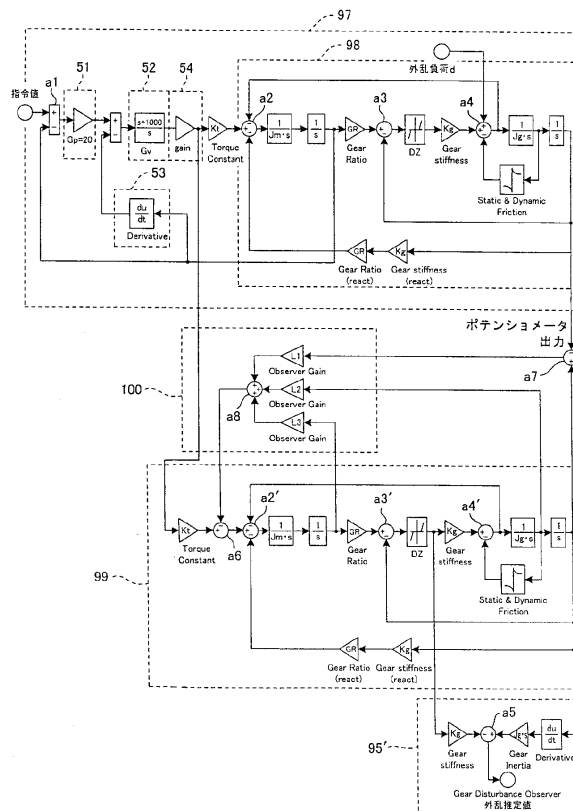
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 8 5 3 5 5 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 4 3 6 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 0 0 1 4 5 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 5 6 0 0 4 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 8 6 7 5 9 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 5 5 9 2 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 1/00

A61B 1/04

B25J 13/08

专利名称(译)	机械手		
公开(公告)号	JP4642938B2	公开(公告)日	2011-03-02
申请号	JP2010524289	申请日	2010-01-14
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	河合利昌		
发明人	河合 利昌		
IPC分类号	A61B1/00 B25J13/08 A61B1/04		
CPC分类号	A61B1/0052 A61B1/00147 A61B1/0016 A61B34/70 A61B2034/742 Y10T74/20323		
FI分类号	A61B1/00.310.H B25J13/08.Z A61B1/04.372		
代理人(译)	伊藤 进		
优先权	2009023032 2009-02-03 JP		
其他公开文献	JPWO2010090059A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

操纵器包括马达 (23) , 其具有响应于驱动命令信号而旋转的旋转轴 , 连接到旋转轴的减速齿轮 (44) , 以及检测马达的操作状态的检测单元 (41) 。与通过减速齿轮 (44) 和构成减速齿轮 (44) 的齿轮由电动机 (23) 驱动的具有可动体 (22) 的管的啮合位置信息相关联的周期性校正信息对提供给电动机 (23) 的驱动命令信号和检测单元 (41) 的检测信息进行计算处理 , 并且使用校正信息进一步计算作用在电动机上的负载。它具有作为估计值计算的负荷计算单元 (36a) , 以及通知负荷计算单元 (36a) 的计算结果的通知单元。

【 图 2 】

