

(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2007-204034
(P2007-204034A)

(43) 公開日 平成19年8月16日(2007.8.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00	3 D 2 3 2
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04	3 D 2 3 3
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 113/00 (2006.01)	B 6 2 D 113:00	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-14153 (P2007-14153)
 (22) 出願日 平成19年1月24日 (2007.1.24)
 (31) 優先権主張番号 102006004685.4
 (32) 優先日 平成18年2月2日 (2006.2.2)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. フロッピー

(71) 出願人 500396654
 ツェットエフ、レンクジステメ、ゲゼルシ
 ャフト、ミット、ベシユレンクテル、ハフ
 ツング
 Z F L E N K S Y S T E M E G M B H
 ドイツ・D-73527・シュベビシュ・
 グミュント・リヒャルト-ブリンガー-シ
 ュトラーセ・77
 (74) 代理人 100075812
 弁理士 吉武 賢次
 (74) 代理人 100091982
 弁理士 永井 浩之
 (74) 代理人 100096895
 弁理士 岡田 淳平

最終頁に続く

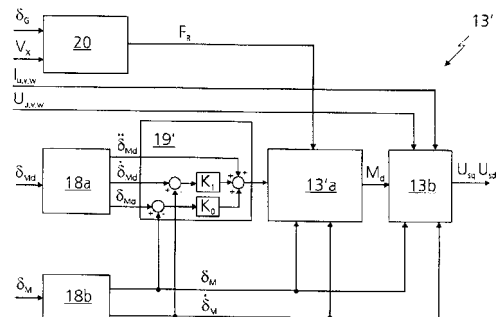
(54) 【発明の名称】 重畳角操作部の操作角及び出力トルクの制御のための方法及び制御構造

(57) 【要約】

【課題】自動車用の重畳形ステアリングシステム又は重畳角操作部を、動挙動、触覚、音響及び/又は堅牢性といった性質に関して改善する。

【解決手段】自動車の重畳形ステアリングシステム(1)の重畳角操作部(9)の操作角(M)及び出力トルクの制御を行うに際して、少なくとも操作角(M)の制御を非線形補償コントローラ(13'a)によって行われるようにした。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自動車の重畳形ステアリングシステム(1)の重畳角操作部(9)の操作角(M)及び出力トルクの制御のための制御方法において、

少なくとも操作角(M)の制御が非線形補償コントローラ(19'、19"、19"'')によって行われることを特徴とする制御方法。

【請求項 2】

重畳角操作部が電動機(9)であることを特徴とする、請求項 1 に記載の制御方法。

【請求項 3】

出力トルクの制御が電動機(9)の電流制御によって行なわれることを特徴とする、請求項 2 に記載の制御方法。 10

【請求項 4】

電動機(9)の電流制御がフィールドオリエンテッドコントロールにより行われることを特徴とする、請求項 3 に記載の制御方法。

【請求項 5】

さらに出力トルクの制御が非線形補償コントローラ(19"、19"'')によって行われることを特徴とする、請求項 1 に記載の制御方法。

【請求項 6】

非線形補償コントローラ(19')がトルク算出コントローラとして形成されていることを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の制御方法。 20

【請求項 7】

非線形補償コントローラ(19")が完全線形化に基づくことを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の制御方法。

【請求項 8】

非線形補償コントローラ(19"'')がスライディングモードコントローラとして形成されていることを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の制御方法。

【請求項 9】

システム誤差の補償のためにさらに不連続コントローラ(21)が使用されることを特徴とする、請求項 8 に記載の制御方法。

【請求項 10】

少なくとも 1 個の微分前置フィルタ(18a、18b)が使用されることを特徴とする、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の制御方法。 30

【請求項 11】

重畳形ステアリングシステム(1)の合成ラックギヤ力をモデルに基づいて推定することを特徴とする、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の制御方法。

【請求項 12】

少なくとも 2 つの極点の極点設定を行うことを特徴とする、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の制御方法。

【請求項 13】

自動車の重畳形ステアリングシステム(1)の重畳角操作部(9)の操作角(M)及び出力トルクの制御のための制御構造(13'、13"、13"'')において、 40

少なくとも操作角(M)の制御のために非線形補償コントローラ(19'、19"、19"'')が設けられていることを特徴とする制御構造。

【請求項 14】

出力トルクの制御のためにも非線形補償コントローラ(19"、19"'')が設けられていることを特徴とする、請求項 13 に記載の制御構造(13'、13"、13"'')。

【請求項 15】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の制御方法の実施のための手段を有する請求項 13 または 14 に記載の制御構造(13'、13"、13"'')。

【請求項 16】

プログラムがコンピュータのマイクロプロセッサで、重畳形ステアリングシステム(1)の制御装置(11)で実行される場合に、自動車の重畳形ステアリングシステム(1)の操作角(M)及び出力トルクの制御のための請求項1乃至12のいずれか一項に記載の制御方法を行うための、プログラムコード手段を備えたコンピュータプログラム。

【請求項17】

プログラムがコンピュータのマイクロプロセッサで、重畳形ステアリングシステム(1)の制御器(11)で実行される場合に、自動車の重畳形ステアリングシステム(1)の操作角(M)及び出力トルクの制御のための請求項1乃至12のいずれか一項に記載の制御方法を行うために、コンピュータ読み取り可能なデータ媒体に記憶された、プログラムコード手段を備えたコンピュータプログラム製品。

10

【請求項18】

自動車の少なくとも1個のかじ取り可能な車輪(5a、5b)の所望のかじ取り角(F_m)の尺度としてステアリングホイール角(S)を設定するためのステアリングハンドルと、

ステアリングホイール角(S)を自動車の少なくとも1個のかじ取り可能な車輪(5a、5b)のかじ取り角(F_m)に変換するステアリングギヤ(2)と、

重畳角操作部(9)により操作角(M)を生成し、ステアリングホイール角(S)と操作角を重ね合わせてステアリングギヤ(4)の入力角(G)を生成するための重畳手段(8)と、を有し、

重畳角操作部(9)が請求項13乃至15のいずれか一項に記載の制御構造によって制御される自動車の重畳形ステアリングシステム(1)。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は自動車の重畳(重ね合わせ)形ステアリングシステムの重畳角操作部の操作角及び出力トルクの制御のための制御方法及び制御構造に関する。また本発明は制御方法を行うためのコンピュータプログラム及びコンピュータプログラム製品並びに重畳形ステアリングシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

ドイツ特許公開DE19751125A1によりステアリングシステムの操作方法が公知である。ここでは運転者がステアリングホイールによって生じさせるステアリング運動、即ちステアリングホイール角は、重畳ギヤによってアクチュエータ又は重畳角操作部の運動、即ちモータ角又は操作角と重ね合わされる。こうして生じた重畳運動は、ステアリング角の調整のために、ステアリングギヤ又はステアリングリンケージを介してかじ取り可能に構成された車輪へ伝達される。ここではアクチュエータは電動機として構成されている。このようなパワーステアリングシステムの機能原理又は実用化は、特にステアリングが重畳ギヤの変速比によって間接的に遂行され、こうして小さなステアリングホイール・トルクが得られることにある。これに基づいて通常の大さのステアリングホイール角で所要の出力角が設定できるように、適当な操作角を重ね合わせることによって、非常に大きなステアリングホイール角が回避される。ステアリングのアシストのために必要な操作角又はその目標値はステアリングホイール角から決定される。また操作角は、センサ及び/又はその他の車両システム、例えばエレクトロニック・スタビリティ・プログラム(ESP)により検出された車両運動を表す信号にも関係する。これは、必要なモータ操作角の決定のため又は実用化の制御のために必要なプログラムを実行する制御装置によって行われる。

30

40

【0003】

自動車のこのような重畳形ステアリングシステムの重畳角操作部又は電動機の操作角及び出力トルクの制御は通常、操作角位置のシーケンス制御及び出力トルクの電流制御によってカスケード制御として行われる。

50

【 0 0 0 4 】

制御においては重畳形ステアリングシステムの下記の性質が考慮される。

- ステアリングの動挙動、即ち動的起動及び操縦挙動、
- ステアリングトルクの感触、即ち粗さ又は波打ち（いわゆる「リップル」）、
- 音響、
- 重畳角操作部の堅牢性、即ち機械的性質、例えば付着摩擦又は粘性減衰の変化及び環境の影響、例えば温度、製造精度及び許容差に対する感受性。

【特許文献 1】ドイツ国特許公開公報 D E 1 9 7 5 1 1 2 5 A 1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 5 】

本発明の根底にあるのは、重畳形ステアリングシステム又は重畳角操作部を動挙動、触覚、音響及び / 又は堅牢性といった性質に関して改善する、冒頭に挙げた種類の制御方法及び制御構造を提供する課題である。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明に基づきこの課題は自動車の重畳形ステアリングシステムの重畳角操作部の操作角及び出力トルクの制御のための制御方法において、少なくとも操作角の制御が非線形補償コントローラによって行われる制御方法によって解決される。

【 0 0 0 7 】

制御構造に関しては、この課題は請求項 1 3 によって解決される。

20

【 0 0 0 8 】

非線形補償コントローラを使用することによって、重畳角操作部の起動又は操縦挙動の著しい改善が得られる利点がある。さらにアクチュエータの動挙動の直接的な数学的物理解設定が可能になる。即ち触覚及び音響に直接影響を及ぼすことができる。制御対象の性質（例えば摩擦等）の周知のパラッキをコントローラの設計の際にすでに考慮することができるから、使用時の重畳角操作部の安定性又は堅牢性が著しく高められる。同時に制御技術の周知の定評ある方法によるコントローラの設計は、コントローラの安定性の証明と品質を暗黙のうちに示している。

【 0 0 0 9 】

また本発明に基づき、さらに出力トルクの制御が非線形補償コントローラによって行なわれるように構成することができる。

30

【 0 0 1 0 】

それによって重畳角操作部の操作角の制御も、出力トルクの制御も、非線形補償コントローラによって行うことができる利点がある。

【 0 0 1 1 】

非線形補償コントローラとしてとりわけ

- トルク算出コントローラ
- 完全線形化に基づく補償コントローラ
- スライディングモードコントローラ

40

が考えられる。

【 0 0 1 2 】

このような補償コントローラ又はコントローラ案は例えば “ W.Kleiner, Theoretische Modellbildung, Rechnersimulation und Regelung räumlicher servopneumatischer Parallelroboter, Dissertation, Universität Kassel, Fachbereich Maschinenbau, Fachgebiet Regelungstechnik, Shaker Verlag, 2002 ” (W. クライナー著、立体的サーボ空気式並列ロボットの理論的モデル構成、コンピュータシミュレーション及び制御、カッセル大学学位請求論文、専攻領域・機械製造、専攻分野・制御工学、シャーカ出版、2002 年刊) で詳しく説明されている。

【 0 0 1 3 】

50

システム誤差の補償のために、さらに不連続コントローラを使用すれば好都合である。

【0014】

少なくとも1個の微分前置フィルタ又は状態変数フィルタを使用することが好ましい。

【0015】

モデルに基づいて合成ラックギヤ力を推定すれば好都合である。この推定方法の実施は、例えば“B.Pnini, Steering Rack Force Model for Active Steering Systems, Diplomarbeit, Department of Machine and Vehicle Systems, Chalmers University of Technology, Sweden, 2004”(B.プニーニ著、アクティブ・ステアリングシステムのためのステアリング・ラック力モデル、スウェーデン、チャルムス工科大学機械・車両システム学部卒業論文、2004年)に記載されている。

10

【0016】

少なくとも2つ、特に3つの極点の極点設定を指定することもできる。

【0017】

自動車の重畳形ステアリングシステムの重畳角操作部の操作角及び出力トルクの制御のための本発明に基づく制御方法は、とりわけ重畳形ステアリングシステムの制御装置でコンピュータプログラムとして実現される。そのためにコンピュータプログラムが制御装置の記憶素子に記憶される。制御装置のマイクロプロセッサで処理することによって、この方法が実行される。コンピュータプログラムはコンピュータ読み取り可能なデータ媒体(フロッピーディスク、CD、DVD、ハードディスク、USBメモリースティック等)又はインターネットサーバーにコンピュータプログラム製品として記憶し、そこから制御装置の記憶素子に伝送することができる。プログラムコード手段を有するこのようなコンピュータプログラム又はコンピュータプログラム製品は請求項16又は請求項17に示されている。

20

【0018】

請求項18は自動車の重畳形ステアリングシステムに関するものである。

【0019】

発明のその他の有利な実施態様及び改良は、その他の従属請求項で明らかである。次に図面に基づいて発明の実施例の概要を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図示しない自動車の重畳形ステアリングシステム1を図1に示す。重畳形ステアリングシステム1はステアリングホイール2として形成されたステアリングハンドルを有する。ステアリングホイール2はカルダン軸3を介してステアリングギヤ4と連結される。ステアリングギヤ4はカルダン軸3の回転角を自動車のかじ取り可能な車輪5a、5bのかじ取り角 F_m に変換するためのものである。ステアリングギヤ4はラック6とピニオン7を有し、ピニオン7にカルダン軸3が作用する。重畳形ステアリングシステム1はさらに重畳手段8を具備する。重畳手段8は電動機9として形成されたアクチュエータ又は重畳角操作部及びこれによって駆動される重畳ギヤ10を有する。重畳ギヤは遊星歯車装置10として形成されている。ステアリングホイール2によってステアリングホイール角 S が、自動車のかじ取り可能な車輪5a、5bの所望のかじ取り角 F_m の尺度として設定される。次に電動機9によって重畳角 M が発生され、重畳ギヤ10によってステアリングホイール角 S と重ね合わせられる。操作角 M は自動車の運転動挙動又は快適性を改善するために生成される。ステアリングホイール角 S と操作角 M の和がステアリングギヤ4の入力角又は本例ではピニオン角 G となる。

30

40

【0021】

図示しない別の実施例では、重畳形ステアリングシステム1はさらに重畳手段8の後方に、特に可変的トルク増強のためのブースタを備えることができる。

【0022】

重畳形ステアリングシステム1は、とりわけ電動機9の操作角 M 及び出力トルクの制御にも使用される電子制御装置11を有する。そのために制御装置11の図示しないマイ

50

クロプロセッサで制御構造として又はコンピュータプログラムとして構成された制御方法が、電子制御装置 11 で実行される。電動機 9 は、電動機 9 によって重ね合わせられる操作角 M の目標値に相当する電気駆動信号 M_d によって駆動される。電動機 9 の駆動又は制御はとりわけ自動車の車速 v_X に応じて行われる。即ちステアリングホイール角 S とピニオン角 G 又は車輪 5 a、5 b のかじ取り角 F_m との間の変速比は、かじ取り角 S に種々の速度依存性操作角 M を重ね合わせることににより車速 v_X に応じて調整される。こうして例えば低い車速 v_X で比較的小さな変速比を指定することが可能であり、その場合ステアリングホイール 2 の比較的小さな回転が車輪 5 a、5 b の比較的大きなかじ取り角 F_m をもたらす。同様に高い車速 v_X で安定性の理由から、比較的大きな変速比を指定することが考えられる。但しこの車速 v_X への依存性は任意選択である。

10

【0023】

上記の開ループ又は閉ループ制御機能を遂行するために、制御装置 11 は入力信号として現在の車速 V_X を受け取る（例えば自動車の CAN バスを介して）。また重畳形ステアリングシステム 1 はステアリングホイール角 S 、操作角 M 及びピニオン角 G を測定し又は等価信号を送出するセンサ 12 a、12 b、12 c を有し、この信号からこれらの角を決定することができる。図 1 に示唆するように、センサ 12 a、12 b、12 c 及びその他の車両システムによりとりわけ入力信号、即ちステアリングホイール角 S 、ピニオン角 G 、操作角 M 及び操作角 M の目標値が（例えばその他のピークルダイナミクスシステムの設定値として）制御装置 11 に送られる。代案として又は補足的に、これらの量の幾つかを他の又は別の入力量（例えば車輪回転数等）に基づき、特に適当なモデルを用いて計算してもよい。

20

【0024】

図 2 に重畳形ステアリングシステム 1 の電動機 9 の操作角 M 及び出力トルクの制御のための周知の制御回路又は制御構造のブロック構成図を示す。また制御回路はカスケードコントローラとして構成されたコントローラ 13、制御対象 14、外乱 15 及び信号処理部 16 を有する。コントローラ 13 は操作角のためのシーケンス制御 13 a 及び電流制御 13 b として構成された電動機 9 の出力トルク制御を有する。シーケンス制御 13 a は入力として目標操作角 M_d 、現在測定又は検出された操作角 M 及び現在測定又は検出された操作角速度 M' を受け取り、所望の目標トルク M_d を電流制御 13 b へ送る。また電流制御 13 b は入力として現在の操作角 M 及び操作角速度 M' 並びに電動機 9 の相電流 I_u 、 I_v を受け取る。電流制御 13 b 又はコントローラ 13 は駆動信号として電圧 U_{sq} 、 U_{sd} を電動機 9 又は制御対象 14 へ送る。また制御対象 14 は作動機構 17 を有する。作動機構 17 は最終的に操作角 M を発生し、検出された現在の操作角速度 M' を電動機 9 へ、検出された現在の操作角 M を信号処理部 16 へ返送する。外乱 15 はステアリングホイール運動 15 a 及び車両運動又は油圧系 15 b からなる。油圧系 15 b は、ステアリングホイール角 S 又はその速度 S' 又はその加速 S'' に関するステアリングホイール運動の反作用力 F_S もしくは車両運動の力 F_{FZG} により、左右の油圧室の圧力差又はピニオン角 G に依存するラック 6 を介して制御対象 14 に作用する。

30

【0025】

次に図 3、4 及び 5 に基づいて、図 2 の周知のコントローラ 13 に代わる制御構造の本発明に基づく 3 つの実施形態 13'、13''、13''' を示す。制御構造 13'、13''、13''' は本発明に基づく制御方法の実施のために適しており、又は本発明に基づく制御方法の簡素化されたブロック構成図を示す。

40

【0026】

図 3 の制御構造 13' はトルク演算コントローラとして構成された非線形補償コントローラ 13' a を有する。非線形補償コントローラ 13' a は電動機 9 の所望の目標トルク M_d を同じく設けられた図 2 の周知の電流制御 13 b に送る。また微分前置フィルタ 18 a 及び 18 b が設けられ、所望の目標操作角 M_d 又は現在測定された操作角 M からそれぞれ当該の速度 M' 、 M_d'' を決定し、極点設定装置 19、補償コントローラ 13' a 及びトルクの電流制御 13 b へ送る。極点設定装置 19 は非線形補償コントローラ 13' a

50

a に対して2つの極点を決定する。本例で非線形補償コントローラ13'aは作動機構17だけを考慮する。そのためにコントローラ係数 K_0 、 K_1 が設定される。本例では電流制御13'bはフィールドオリエンテッドコントロールで行われる。さらにユニット20で合成ラックギヤ力FRがモデルに基づいて推定される。ラックギヤ力FRは非線形補償コントローラ13'aに入力として送られる。また相電流 I_u, v, w 及び相電圧 U_u, v, w が電流制御13'bに与えられる。制御構造13'は電動機9の駆動信号としての電圧 U_{sq} 、 U_{sd} を出力信号として送出する(図2と同様)。

【0027】

図4に本発明に基づく制御構造13''の別の実施形態を示す。その場合非線形補償コントローラ13''cによって操作角 M の制御も電動機9の出力トルクの制御も行われる。非線形補償コントローラ13''cは機械的及び電子的システムダイナミクスを考慮し、不完全線形化に基づいている。またこの場合極点設定装置19''がコントローラ係数 K_0 、 K_1 、 K_2 により3つの極点を設定する。こうして制御構造13''は全重畳角操作部又は電動機9の逆モデルを包含する。

10

【0028】

図5に本発明に基づく制御方法又は本発明に基づく制御構造13'''の第3の実施形態を示す。その場合全電動機9又は全制御対象14の逆モデル、即ち機械的及び電子的システムダイナミクスを考慮する非線形補償コントローラ13'''cが設けられている。非線形補償コントローラ13'''cはスライディングモードコントローラとして構成される。さらにシステム誤差の補償のために不連続コントローラ21が設けられている。この補助不連続コントローラ21は上位にあり、誤差又は万一誤ったパラメータがあっても、全系が引続き安定を保つことを保証する。制御偏差があったときに誤差の符号($\text{sign}(s)$)に応じて適当な補正が行われる。そのためにコントローラ係数 $K_{SM}(M')$ 及びモデル誤差に関する係数が設定される。このような補償コントローラ13'a、13''c、13'''c、当該のコントローラ係数 K_0 、 K_1 、 K_2 、 K_{SM} の決定及びモデル誤差に関する係数の決定は“W.Kleiner, Theoretische Modellbildung, Rechner-simulation und Regelung räumlicher servopneumatischer Parallelroboter, Dissertation, Universität Kassel, Fachbereich Maschinenbau, Fachgebiet Regelungstechnik, Shaker Verlag, 2002”(W.クライナー著、立体的サーボ空気式並列ロボットの理論的モデル構成、コンピュータシミュレーション及び制御、カッセル大学学位請求論文、専攻領域・機械製造、専攻分野・制御工学、シャーカ出版社、2002年刊)で詳しく説明されている。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】重畳形ステアリングシステムの概略図を示す。

【図2】図1の重畳形ステアリングシステムのための制御構造の概略ブロック構成図を示す。

【図3】本発明に基づく制御構造の第1実施形態の概略ブロック構成図を示す。

【図4】本発明に基づく制御構造の第2実施形態の概略ブロック構成図を示す。

【図5】本発明に基づく制御構造の第3実施形態の概略ブロック構成図を示す。

【符号の説明】

40

【0030】

- 1 重畳形ステアリングシステム
- 2 ステアリングホイール
- 3 カルダン軸
- 4 ステアリングギヤ
- 5 a、5 b かじ取り可能な車輪
- 6 ラック
- 7 ピニオン
- 8 重畳手段
- 9 重畳操作部、電動機

50

- 10 遊星歯車装置
- 11 電子制御装置
- 12 a、12 b、12 c センサ
- 13、13'、13''、13''' 制御構造
- 13 a、13 b 制御部
- 13'、13'' c、13''' c 非線形補償コントローラ
- 14 制御対象
- 15 外乱
- 16 信号処理部
- 17 作動機構
- 18 a、18 b 微分前置フィルタ
- 19、19'、19'' 極点設定装置
- 20 FR推定装置
- 21 システム誤差の補償のための不連続コントローラ

10

- Fm かじ取り可能な車輪の角
- G ピニオン角
- M 操作角
- Md 目標トルク
- S ステアリングホイール角

pL 圧力差

20

v x 車速

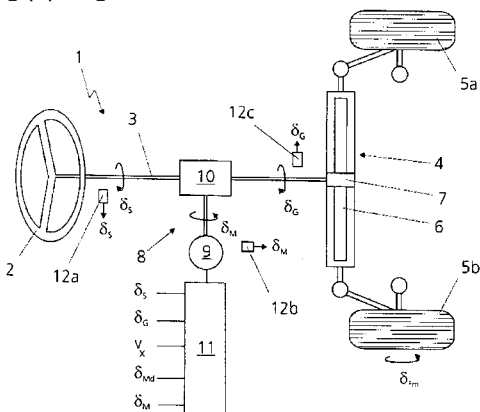
I u、I v、I w 相電流

U u、U v、U w 相電圧

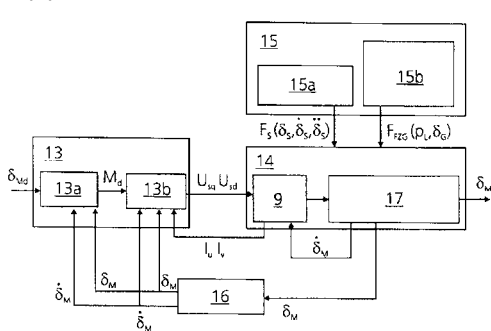
モデル誤差に関する係数

K0、K1、K2、KSM コントローラ係数

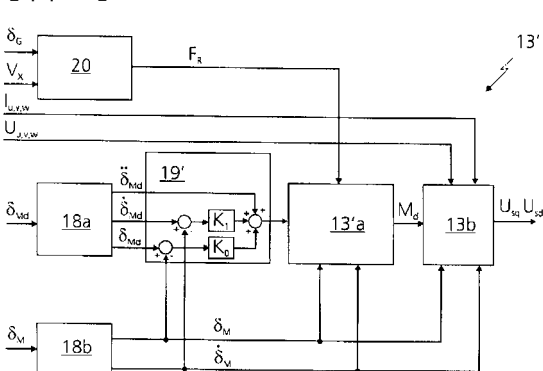
【図1】



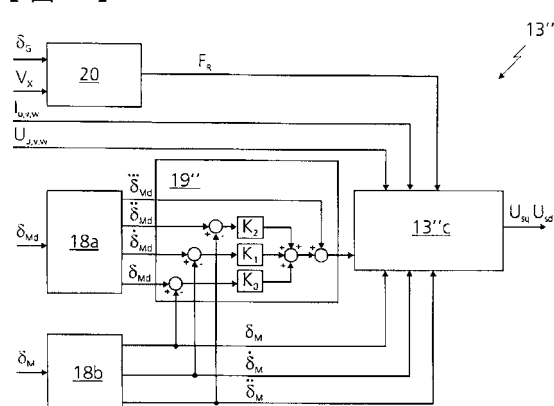
【図2】



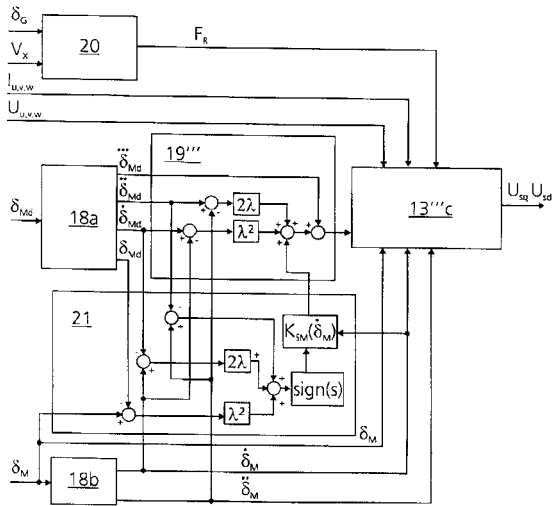
【図3】



【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100117787

弁理士 勝沼 宏仁

(74)代理人 100106655

弁理士 森 秀行

(72)発明者 ビリー、クリアー

ドイツ連邦共和国コルブ、リグスターベーク、2 2

(72)発明者 ラインハルト、グロスハイム

ドイツ連邦共和国エッシンゲン、レムスシュトラッセ、8

Fターム(参考) 3D232 CC02 CC08 DA03 DA04 DA15 DA16 DA23 DC03 DC11 EB04

EB11 EC23

3D233 CA02 CA13 CA17 CA18 CA29