

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-90672
(P2023-90672A)

(43)公開日 令和5年6月29日(2023.6.29)

(51)国際特許分類	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
H 0 2 P 29/00 (2016.01)	H 0 2 P 29/00	5 H 5 0 1
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 10 O L 外国語出願 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-196247(P2022-196247)	(71)出願人	511110625 ジェイテクト ヨーロッブ フランス国 F - 6 9 5 4 0 イリニー , ジー . イー . デュ プロト-
(22)出願日	令和4年12月8日(2022.12.8)	(74)代理人	110001427 弁理士法人前田特許事務所
(31)優先権主張番号	2113763	(72)発明者	ミシェリ アンドレ フランス国 ショナ ランバラン , バサー ジュ デュ ラヴォワール 6 3
(32)優先日	令和3年12月17日(2021.12.17)	(72)発明者	ラーミニー ピエール フランス国 ビリー ス レ コート , リュ デ ヴィーニュ 4
(33)優先権主張国・地域又は機関	フランス(FR)	F ターム(参考)	3D232 CC04 CC20 CC22 DA03 DA62 DA63 DD02 DD17 EC34 EC37 GG01 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パワーステアリングシステムの剛性を考慮に入れた比例微分レギュレータによるモータの操作方法

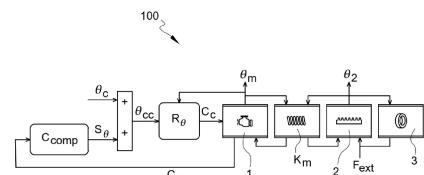
(57)【要約】

【課題】パワーステアリングシステムの剛性を考慮に入れてモータを操作する。

【解決手段】

車両のパワーステアリングシステムのモータ(1)の操作方法(100, 101)であって、前記パワーステアリングシステムは、少なくとも1つのステアリングホイールと1つのラック(2)とを有し、前記モータ(1)は、前記モータ(1)の角度位置(θ_m)及び設定角度(θ_c)を入力として受ける閉ループの比例微分レギュレータ(R_B)により操作され、前記レギュレータ(R_B)が設定モータトルク(C_c)を決定する。この方法(100, 101)の特徴は、剛性補正を決定するステップと、前記モータ(1)の角度位置(θ_m)を変更するステップと、を有することである。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両のパワーステアリングシステムのモータ(1)の操作方法(100, 101)であって、前記パワーステアリングシステムは、少なくとも1つのステアリングホイールと1つのラック(2)とを有し、前記モータ(1)は、前記モータ(1)の角度位置(m)及び設定角度(c_c)を入力として受ける閉ループの比例微分レギュレータ(R)により操作され、前記レギュレータ(R)が設定モータトルク(C_c)を決定し、特徴は、

前記パワーステアリングシステムへの出力モータトルク(C_{ex})と前記モータ(1)に連結される前記パワーステアリングシステムの剛性(K_{tot})とから補正信号(S , S_c)を決定する剛性補正コンピュータ(C_{comp})により剛性補正を決定するステップと、

前記モータ(1)の角度位置(m)を前記補正信号(S , S_c)の関数として変更するステップと、

を有することである操作方法(100, 101)。

【請求項 2】

請求項1に記載の操作方法(100, 101)において、

前記モータ(1)は、前記ラック(2)に出力モータトルク(C_{ex})を作用させ、前記モータ(1)に連結される前記パワーステアリングシステムの剛性(K_{tot})は、前記モータ(1)と前記ラック(2)との間に構成される機械剛性成分(K_m)、及び/または前記モータ(1)と少なくとも一つのステアリングホイールとの間に構成される仮想剛性成分(K_v)を有する操作方法(100, 101)。

【請求項 3】

請求項2に記載の操作方法(100, 101)において、

前記モータ(1)に連結された前記パワーステアリングシステムの剛性(K_{tot})が機械剛性成分(K_m)と仮想剛性成分(K_v)とを有するとき、前記モータ(1)に連結された前記パワーステアリングシステムの剛性(K_{tot})は、以下の式11に従って計算される項を考慮に入れて決定される操作方法(100, 101)。

【数11】

$$\frac{1}{K_{tot}} = \frac{1}{K_v} + \frac{1}{K_m}$$

30

ここで、

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

K_v : モータとステアリングホイールの間の仮想剛性

K_m : モータとラックとの間の機械剛性

である。

【請求項 4】

請求項1から3のいずれか1つに記載の操作方法において、

前記補正信号(S , S_c)が、前記レギュレータ(R)に入力する補正設定角度(c_c)を形成するように前記設定角度(c)を変更する角度補正信号(S)である操作方法(100)。

【請求項 5】

請求項4に記載の操作方法において、

前記角度補正信号(S)が前記設定角度(c)に加算される操作方法(100)。

【請求項 6】

請求項3を引用する請求項5に記載の操作方法(100)において、

前記角度補正信号(S)が以下の式12に従って計算される項を考慮に入れて決定

40

50

される操作方法（100）。

【数12】

$$S_\theta = \frac{C_{ex}}{K_{tot}}$$

ここで、

S : 角度補正信号

C_{ex} : モータトルク

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性である。

【請求項7】

請求項1から3のいずれか1つに記載の操作方法において、

前記補正信号（ S , S_c ）は、前記モータ（1）に入力する補正設定モータトルク（ C_{cc} ）を形成するように前記設定モータトルク（ C_c ）を変更するトルク補正信号（ S_c ）である操作方法（101）。

【請求項8】

請求項7に記載の操作方法（101）において、

前記トルク補正信号（ S_c ）が前記設定モータトルク（ C_c ）に加算される操作方法（101）。

【請求項9】

請求項3を引用する請求項8に記載の操作方法（101）において、

前記トルク補正信号（ S_c ）は、以下の式13に従って計算される項を考慮に入れて決定される操作方法（101）。

【数13】

$$S_c = \frac{C_{ex} \cdot K_v}{K_{tot}}$$

ここで、

S_c : トルク補正信号

C_{ex} : モータの作用トルク

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

K_v : モータとステアリングホイールとの間の仮想剛性

である。

【請求項10】

請求項1から9のいずれか1つに記載の操作方法（100, 101）が実行される車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動パワーステアリングデバイスの分野に関し、より詳しくは、モータの操作方法及びそのような方法が実行される車両に関する。

【背景技術】

【0002】

車両のステアリングシステムの目的は、運転者がステアリングホイールによって車両の

10

20

30

40

50

車輪の方向角度を変更することによって、車両の軌道を制御できるようにすることである。車輪の方向角度（以下「車輪角度」と称する）は、特に、ステアリングホイールの角度（以下「ステアリングホイール角度」と称する）と連動する。運転者は、ステアリングホイールに力を加えることで、ステアリングホイール角度を変更する。

【0003】

一般に、パワーステアリングシステムはいくつかの構成要素を有し、前記ステアリングホイール、ラック、及びタイロッドにそれぞれが接続された2つの車輪を有する。ラックは、タイロッドを介して車輪を操作可能にする部品であり、言い換えると車輪の方向角度を変更できる部品である。ラックは、ステアリングホイール角度の変動を、車両の車輪角度の変動に変換する。

10

【0004】

機械式または従来型の電動パワーステアリングシステムでは、ステアリングホイールとラックとの間に、一般にステアリングコラムによって形成される機械的なリンクが存在する。モータは、ラックまたはステアリングコラムにモータトルクを作成させることによって、ステアリングホイールに間接的にモータトルクを作成させる。従来のパワーステアリングシステムに駐車支援や車線維持支援などの運転支援機能を適用する場合、レギュレータは、モータによってラックに作用するモータトルクを操作することにより、モータの角度位置を設定角度にサーボ制御する。制御モータの角度位置は、モータとラックの間の機械剛性の値によって変わるラックの角度位置に対応する。

20

【0005】

「ステアバイワイヤ」と呼ばれる、機械的なリンクを有さない電動パワーステアリングシステムでは、ステアリングホイールはラックから機械的に分離している。この場合、ステアリングシステムは、ラックから機械的に独立したステアリングホイールユニットと、ラックユニットとを有する。言い換えると、ステアリングホイールユニットに加えられる力はラックユニットへ機械的に伝達されず、その逆もまた同様である。

【0006】

ステアリングホイールユニットは、特に前記ステアリングホイールを有する。

【0007】

ラックユニットは、前記ラックと、そのラックにモータトルクを作成させるモータを操作するレギュレータとを有する。より具体的には、到達すべき設定角度をラックの角度位置によって決定するように、ステアリングホイール角度が測定または計算される。レギュレータは、モータによってラックに作用するモータトルクを操作することにより、モータの角度位置を設定角度にサーボ制御する。モータの角度位置は、ラックの角度位置に対応し、ラックの角度位置は、モータとラックとの間の機械剛性の値によって変動し、また、モータとステアリングホイールの間の剛性を表す仮想剛性（レギュレータにプログラムされる）によって変動する。

30

【0008】

「ステアバイワイヤ」システムにおいて、または従来のステアリングシステムで駐車支援や車線維持支援などの運転支援機能を適用する場合において、機械剛性だけでなく「ステアバイワイヤ」システムでは仮想剛性も考慮に入れて、モータの角度位置を介して車輪角度すなわちラックの角度位置を正確に制御することが不可欠である。

40

【0009】

車輪角度を正確に制御するために、閉ループの比例微分（PD）レギュレータを使用して、モータの角度位置を設定角度にサーボ制御することが知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、「ステアバイワイヤ」システムでは、ラックユニットのレギュレータとステアリングホイールユニットのレギュレータとの間の安定性の限界により、一般に、道路のひずみなどの外的なストレスまたは障害がある間は、モータの角度位置を維持するの

50

に十分な仮想剛性を考慮することができなくなる。また、閉ループの比例微分（P D）レギュレータを使用することでは、モータとラックとの間の機械剛性は考慮されない。さらに、比例微分レギュレータでは静的誤差をゼロにすることができない。したがって、一方では比例微分レギュレータによりモータの設定角度と角度位置との間に角度差が生じ、他方では機械剛性によりモータの角度位置とラックの角度位置との間に角度差が生じる。

【0011】

閉ループの比例積分微分（P I D）レギュレータを使用することも知られている。しかし、モータが動作限界に達すると、非線形のレギュレータの飽和現象により正常な動作が行われなくなつてレギュレータが不安定になることがある。このことを避けるため、従来は前記モータを大型にすることが行われていたが、輸送重量、消費エネルギー、モータ自体の価格の点から、追加コストが発生することになる。他の解決策としては、「アンチワインドアップ」コマンドと呼ばれる抗飽和コマンドを使用して、性能、特にレギュレータの速度を制限し、モータの動作限界に近づくのを可能な限り回避することができる。また、閉ループの比例積分微分（P I D）レギュレータを使用すると、モータとラックとの間の機械剛性が考慮されない。

10

【0012】

このように、これらの解決策はいずれも十分に満足できるものではない。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の目的は、車両のパワーステアリングシステムのモータを操作する方法を提案することによって、前述の欠点の全部または一部を改善することである。このパワーステアリングシステムは少なくとも1つのステアリングホイールとラックとを有し、前記モータは前記モータの角度位置と設定角度とを入力として受ける閉ループの比例微分レギュレータによって操作され、前記レギュレータは設定モータトルクを決定する。この方法の特徴は、

20

パワーステアリングシステムに作用するモータトルクと、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性とから補正信号を決定する剛性補正コンピュータによって、剛性補正を決定するステップと、

補正信号に応じてモータの角度位置を変更するステップと、
を有することである。

30

【0014】

本発明は、「ステアバイワイヤ」のパワーステアリングシステムと、従来のパワーステアリングシステムに、運転支援機能を使用するときに適用される。

【0015】

モータは、設定モータトルクを入力として受け、パワーステアリングシステムの要素に出力モータトルクを作成させる。例えば、ステアリングシステムの前記要素はラックである。

【0016】

通常の運転において、設定モータトルクは出力モータトルクに近い。モータの角度位置により、パワーステアリングシステムの要素（以下では単に要素と称する）の角度位置が決定される。しかし、この要素に力が加えられた場合、前記モータと前記要素との間の機械剛性により、モータの角度位置と前記要素の角度位置とに差が生じる。

40

【0017】

また、「ステアバイワイヤ」のパワーステアリングシステムの場合、レギュレータにプログラムされる仮想剛性であつてモータと少なくとも1つのステアリングホイールとの間の剛性を表す仮想剛性では、レギュレータの安定性を維持しながらモータの角度位置と前記要素の角度位置との間の差を小さい差に保証するのに十分でない場合がある。

【0018】

本発明は、前記モータの角度位置と設定角度とを入力として受ける閉ループの比例微分レギュレータによって操作されるパワーステアリングシステムの任意のモータに適用され

50

る。したがって、本発明に係るレギュレータは、モータの設定トルクを操作することによって、検討されるモータの角度位置を設定角度にサーボ制御する点において、角度レギュレータである。

【0019】

この操作方法は、道路のひずみなどの前記要素への外的なストレスまたは障害がある間に、ラックの角度位置を設定角度と実質的に等しい角度に維持することを目的とする剛性補正計算機によって剛性補正を決定するステップを有する。外的な障害は、前記要素に加えられる力に対応する。したがって、剛性補正コンピュータの目的は、外的な障害を拒絶すること、つまり、前記要素に加えられる力が何であれ、設定角度と要素の角度位置をごく近くに維持することである。

10

【0020】

このために、補正コンピュータは、モータの角度位置を補正信号の関数として変更するステップを実行する。言い換えると、補正信号がモータの角度位置に作用する。

【0021】

剛性補正コンピュータは、設定角度と要素の角度位置との間の差を小さくするように、設定モータトルクひいてはモータの角度位置を変更する。

【0022】

本発明は、以下の特徴の1つ又は複数を単独で、または組み合わせて有していてもよい。

20

【0023】

一実施形態によれば、モータはラックに出力モータトルクを加え、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性は、モータとラックとの間の機械剛性成分、及び／またはモータとステアリングホイールとの間の仮想剛性成分を有する。

【0024】

モータトルクは、機械的な伝達チェーンを介して直接的または間接的にラックに作用する。

【0025】

一実施形態によれば、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性が機械剛性成分と仮想剛性成分とを含む場合、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性は、以下の式1に従って計算される項を考慮に入れて決定される。

30

【0026】

【数1】

$$\frac{1}{K_{tot}} = \frac{1}{K_v} + \frac{1}{K_m}$$

【0027】

ここで、

K_{tot} ：モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

40

K_v ：モータとステアリングホイールとの間の仮想剛性

K_m ：モータとラックとの間の機械剛性

である。

【0028】

一実施形態によれば、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性が、機械剛性成分、仮想剛性成分、及びフロントアクスルの剛性成分を含む場合、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性は、以下の式2に従って計算される項を考慮に入れて決定される。

【0029】

【数2】

50

$$\frac{1}{K_{tot}} = \frac{1}{K_v} + \frac{1}{K_m} + \frac{1}{K_{fa}}$$

【0030】

ここで

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

K_v : モータとステアリングホイールの間に構成される仮想剛性

K_m : モータとラックの間に構成される機械剛性

K_{fa} : ラックと車両の車輪との間のフロントアクスルの剛性

である。

【0031】

一実施形態によれば、補正信号は、レギュレータに入力する補正設定角度を形成するように設定角度を変更する角度補正信号である。

【0032】

一実施形態によれば、角度補正信号は設定角度に加算される。

【0033】

一実施形態によれば、角度補正信号は、以下の数式3に従って計算される項を考慮に入れて決定される。

【0034】

【数3】

$$S_\theta = \frac{C_{ex}}{K_{tot}}$$

【0035】

ここで、

S : 角度補正信号

C_{ex} : 出力モータトルク

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

である。

【0036】

一実施形態によれば、補正信号は、モータに入力される補正された設定モータトルクを形成するように設定モータトルクを変更するトルク補正信号である。

【0037】

一実施形態によれば、トルク補正信号は設定モータトルクに加算される。

【0038】

一実施形態によれば、トルク補正信号は以下の数式4に従って計算される項を考慮に入れて決定される。

【0039】

【数4】

$$S_C = \frac{C_{ex} \cdot K_v}{K_{tot}}$$

【0040】

ここで、

10

20

30

40

50

S_c : トルク補正信号

C_{ex} : 出力モータトルク

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

K_v : モータとステアリングホイールとの間に構成される仮想剛性である。

【0041】

一実施形態によれば、少なくとも1つのステアリングホイールと少なくとも1つのラックとの間に機械的なリンクが存在しない。

【0042】

したがって、パワーステアリングシステムはステアバイワイヤタイプである。

10

【0043】

一実施形態によれば、少なくとも1つのステアリングホイールと少なくとも1つのラックとの間に機械的なリンクが存在する。

【0044】

したがって、ステアリングシステムは従来のタイプである。

【0045】

また、本発明は、本発明に係る方法が実行される車両に関する。

【0046】

本発明は、非限定的な例として示された添付の概略図面を参照して説明されるところの本発明に係る複数の実施形態に関する以下の説明によって、さらによく理解されるであろう。

20

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】図1は、本発明に係る操作方法の第1実施形態の概略図である。

【図2】図2は、本発明に係る操作方法の第2実施形態の概略図である。

【図3】図3は、本発明を実施しない場合の設定角度、モータの角度位置、及びラックの角度位置を示す図である。

【図4】図4は、剛性がモータとステアリングホイールとの間の仮想剛性に対応する、本発明を実施した場合の設定角度、モータの角度位置、及びラックの角度位置を示す図である。

30

【図5】図5は、剛性が仮想剛性及びモータとラックとの間に構成される機械剛性に対応する、本発明を実施した場合の設定角度、モータの角度位置、及びラックの角度位置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0048】

図には本発明を理解するために必要な要素のみが示されている。図面を読み取りやすくするために、同じ要素には、ある図と他の図とで同じ参照符号を付している。

【0049】

本発明は、車両用のパワーステアリングシステムのモータ1を操作する方法100, 101に関し、より詳細には、人の輸送を目的とする自動車のための方法100, 101に関する。

40

【0050】

本発明に係る方法100, 101は、ステアリングホイールとラック2との間に一般にステアリングコラムによって構成される機械的なリンクが存在する、従来タイプのパワーステアリングシステムに特定の条件下で適用される。ステアリングホイールは、運転者がそのステアリングホイールに力を加えることによって前記パワーステアリングデバイスの操作を可能にするものである。

【0051】

ステアリングホイールは、好ましくは、車両に回転可能にガイドされるステアリングコラムに取り付けられ、ステアリングコラムは、ステアリングピニオンによってラック2に

50

噛み合い、ラック 2 自体は、前記車両に取り付けられるステアリングケーシング内で並進するようにガイドされる。

【 0 0 5 2 】

好みしくは、前記ラック 2 の端部は、それぞれ、操舵される車輪 3 のステアリングナックルに接続されるステアリングタイロッドに接続されているので、ラック 2 の並進による長手方向の移動によって、操舵される車輪 3 のステアリング角度（ヨー角）が変更可能になっている。

【 0 0 5 3 】

さらに、操舵される車輪 3 は駆動輪でもあることが好みしい。

【 0 0 5 4 】

また、従来のパワーステアリングデバイスは、モータ 1 を操作するレギュレータ R を有する。モータ 1 は、適宜、ギヤ減速機タイプの減速機を介して、いわゆる「シングルピニオン」機構を形成するようにステアリングコラム自体に噛み合わせること、または、いわゆる「ダブルピニオン」機構を形成するようにステアリングコラムをラック 2 と噛み合わせることのできる第 2 ピニオンであって例えばステアリングピニオンとは別の第 2 ピニオンによって、もしくは前記ステアリングピニオンから距離を置いて前記ラック 2 の対応するねじと協働するボールねじによって、ラック 2 に直接に噛み合わせることが可能である。

【 0 0 5 5 】

モータ 1 は、二方向の動作が可能な電気モータであることが好みしく、ブラシレスタイプの回転式電気モータであることが好みしい。

【 0 0 5 6 】

従来のパワーステアリングシステムにおいて、駐車支援または車線維持支援などの運転支援機能を適用する場合、レギュレータ R は、モータ 1 がラック 2 に加えるモータトルク C_{ex} を操作することにより、モータ 1 の角度位置 m を設定角度 c にサーボ制御する。モータ 1 の角度位置 m は、制御モータ 1 とラック 2 との間に構成される機械剛性 K_m の値によって変更されるラック 2 の角度位置 θ_2 に対応する。

【 0 0 5 7 】

本発明に係る方法 100, 101 は、ステアリングホイールがラック 2 から機械的に切り離される「ステアバイワイヤ」タイプのパワーステアリングシステムにも適用される。この場合、ステアリングシステムは、ラックユニットから機械的に独立したステアリングホイールユニットを有する。

【 0 0 5 8 】

ステアリングホイールユニットはステアリングホイールを有する。

【 0 0 5 9 】

ラックユニットでは、レギュレータ R が、ラック 2 にモータトルク C_{ex} を作用させるモータ 1 を操作する。より正確には、ラック 2 の角度位置 θ_2 によって到達すべき設定角度 c を決定するように、ステアリングホイール角度が測定または計算される。レギュレータ R は、モータ 1 によってラック 2 に加えられるモータトルク C_{ex} を操作することにより、操作用モータ 1 の角度位置 m を設定角度 c にサーボ制御する。操作用モータ 1 の角度位置 m は、モータ 1 とラック 2 との間に構成される機械剛性 K_m の値により、及びレギュレータ R にプログラムされる仮想剛性 K_v であってモータ 1 とステアリングホイールとの間に構成される剛性を表す仮想剛性 K_v により変更されたラック 2 の角度位置 θ_2 に相当する。

【 0 0 6 0 】

本発明は、パワーステアリングシステムのモータ 1 を操作する方法 100, 101 に関し、そのモータ 1 のレギュレータ R は、前記モータ 1 の角度位置 m と設定角度 c を入力として受ける閉ループの比例微分レギュレータである。したがって、レギュレータ R は角度レギュレータである。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

また、この方法 100, 101 は、モータ 1 によってラック 2 に作用するモータトルク C_{ex} と、モータ 1 に連結されるパワーステアリングシステムの剛性とから、補正信号 S_c , S_{ex} を剛性補正コンピュータ C_{comp} により決定する剛性補正決定ステップを有する。補正信号 S_c , S_{ex} は、モータ 1 の角度位置 θ_m を、モータ 1 に連結されるパワーステアリングシステムの剛性の関数として補正する。

【0062】

本発明に係る方法 100 の第 1 実施形態が図 1 に概略的に示されている。

【0063】

この実施形態では、補正信号は、レギュレータ R に入力される補正設定角度 c_c を作るように設定角度 c に加えられる角度補正信号 S_θ である。また、レギュレータ R はモータ 1 の角度位置 θ_m を入力として受ける。そして、レギュレータ R は、モータ 1 に伝達される設定モータトルク C_c を決定する。モータ 1 は、この設定モータトルクから、ラック 2 に加えるモータトルク C_{ex} を出力する。
10

【0064】

この出力モータトルク C_{ex} が測定または計算されて、剛性補正コンピュータ C_{comp} に伝達され、剛性補正コンピュータ C_{comp} が角度補正信号 S_θ を決定する。より正確には、角度補正信号 S_θ は数式 5 に従って算出される。

【0065】

【数 5】

$$S_\theta = \frac{C_{ex}}{K_{tot}}$$

20

【0066】

ここで、

S_θ : 角度補正信号

C_{ex} : 出力モータトルク

K_{tot} : モータに接続されるパワーステアリングシステムの剛性
である。
30

【0067】

機械剛性成分 K_m と仮想剛性成分 K_v を有する、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性は、以下の数式 6 により算出される。

【0068】

【数 6】

$$\frac{1}{K_{tot}} = \frac{1}{K_v} + \frac{1}{K_m}$$

40

【0069】

ここで、

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

K_v : モータとステアリングホイールとの間の仮想剛性

K_m : モータとラックの間の機械剛性

である。

【0070】

あるいは、機械剛性成分 K_m 、仮想剛性成分 K_v 、及びフロントアクスルの剛性を含む、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性は以下の数式 7 に従って算出される。

50

【 0 0 7 1 】

【 数 7 】

$$\frac{1}{K_{tot}} = \frac{1}{K_v} + \frac{1}{K_m} + \frac{1}{K_{fa}}$$

【 0 0 7 2 】

ここで、

10

 K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性 K_v : モータとステアリングホイールとの間の仮想剛性 K_m : モータとラックとの間の機械剛性 K_{fa} : ラックと車両の車輪との間のフロントアクスルの剛性

である。

【 0 0 7 3 】

本発明に係る方法 101 の第 2 実施形態が図 2 に概略的に示されている。

【 0 0 7 4 】

この実施形態では、レギュレータ R は、モータ 1 の角度位置 m と設定角度 c を入力として受ける。そして、レギュレータ R は、設定モータトルク C_c を決定する。補正信号 S はトルク補正信号 S_c であり、モータ 1 を操作する補正設定モータトルク C_{cc} を形成するように設定モータトルク C_c に加えられる。この補正設定モータトルク C_{cc} から、モータ 1 は、ラック 2 に作用するモータトルク C_{ex} を出力する。

20

【 0 0 7 5 】

この出力モータトルク C_{ex} が測定または計算されて、剛性補正コンピュータ C_{comp} に伝達され、剛性補正コンピュータ C_{comp} がトルク補正信号 S_c を決定する。より正確には、トルク補正信号 S_c は数式 8 に従って算出される。

【 0 0 7 6 】

【 数 8 】

30

$$S_c = \frac{C_{ex} \cdot K_v}{K_{tot}}$$

【 0 0 7 7 】

ここで、

 S_c : トルク補正信号 C_{ex} : 出力モータトルク K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

40

 K_v : モータとステアリングホイール間の仮想剛性

である。

【 0 0 7 8 】

機械剛性成分 K_m と仮想剛性成分 K_v とを有する、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性は、以下の数式 9 に従って算出される。

【 0 0 7 9 】

【 数 9 】

50

$$\frac{1}{K_{tot}} = \frac{1}{K_v} + \frac{1}{K_m}$$

【0080】

ここで、

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

K_v : モータとステアリングホイールとの間の仮想剛性

K_m : モータとラックの間の機械剛性

である。

【0081】

あるいは、機械剛性 K_m の成分、仮想剛性 K_v の成分、及びフロントアクスルの剛性を含む、モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性は、以下の式 10 に従つて算出される。

【0082】

【数10】

$$\frac{1}{K_{tot}} = \frac{1}{K_v} + \frac{1}{K_m} + \frac{1}{K_{fa}}$$

20

【0083】

ここで、

K_{tot} : モータに連結されるパワーステアリングシステムの剛性

K_v : モータとステアリングホイールとの間の仮想剛性

K_m : モータとラックとの間の機械剛性

K_{fa} : ラックと車両の車輪との間のフロントアクスルの剛性

30

である。

【0084】

図3、図4、及び図5は、「ステアバイワイヤ」のステアリングシステムにおいて、本発明を実施しない場合、本発明を実施して剛性が仮想剛性 K_v のみに対応する場合、及び本発明を実施して剛性がモータ1とラック2との間の仮想剛性 K_v と機械剛性 K_m とに対応する場合の、設定角度 c 、モータ1の角度位置 m 、及びラック2の角度位置 z をそれぞれ示す図である。

【0085】

図3において、レギュレータRは閉ループの比例微分レギュレータであり、本発明に係る剛性補正計算機Ccompの実行をせずに、前記モータ1の角度位置 m と設定角度 c を入力として受ける。モータ1の角度位置 m の曲線とラック2の角度位置 z の曲線は、近接しているが重なってはいない。これらは0.8°の差で離れている。つまり、モータ1の角度位置 m とラック2の角度位置 z とは0.8°の差を有する。ラックの角度位置 z と設定曲線 c との差は約10°である。

40

【0086】

図4において、モータ1に連結されるパワーステアリングシステムの剛性は、仮想剛性 K_v に等しいとみなされる。モータ1の角度位置 m の曲線と設定角度 c の曲線は近接している。すなわち、本発明では、パワーステアリングシステムの仮想剛性 K_v に関する差が小さくなる。しかし、モータの角度位置 m とラック2の角度位置 z は、パワーステアリングシステムの機械剛性 K_m に対応する0.8°の差をやはり有する。

50

【 0 0 8 7 】

図 5 では、モータ 1 に連結されるパワーステアリングシステムの剛性は、仮想剛性 K_v に等しく、且つ機械剛性 K_m に等しいとみなされる。したがって、モータの角度位置 θ_m の曲線は、設定角度 θ_c の曲線よりも大きくなる。このように、ラック 2 の角度位置 θ_2 の曲線は設定角度 θ_c の曲線に近くなり、これが本発明の目的である。言い換えると、本発明では、パワーステアリングシステムの仮想剛性 K_v と機械剛性 K_m とに関する差が小さくなる。

【 0 0 8 8 】

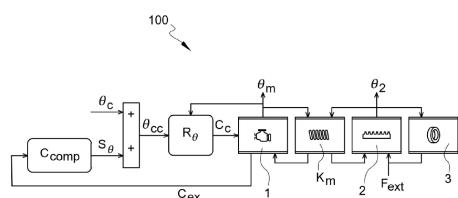
図 5 は、本発明により、例えば道路のひずみのようなラック 2 に対する外的なストレスまたは障害 F_{ext} がある間に、ラック 2 の角度位置 θ_2 を設定角度 θ_c に実質的に等しく維持できることを示している。
10

【 0 0 8 9 】

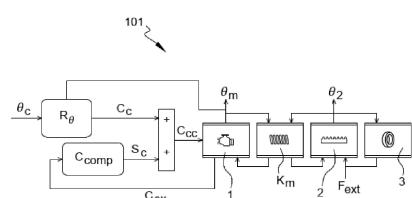
言うまでもなく、本発明は、添付の図に説明され且つ示された実施形態には限定されない。特に、本発明は、種々の要素の構成の観点から、または技術的な均等物の置換によって、本発明の保護範囲から逸脱することなく変更が可能である。

【 図面 】

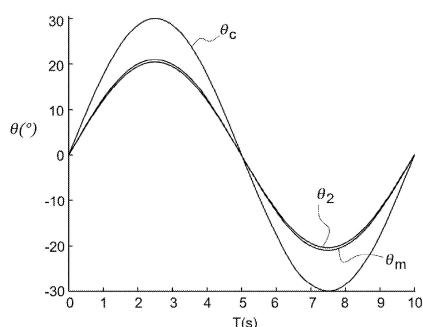
【 図 1 】



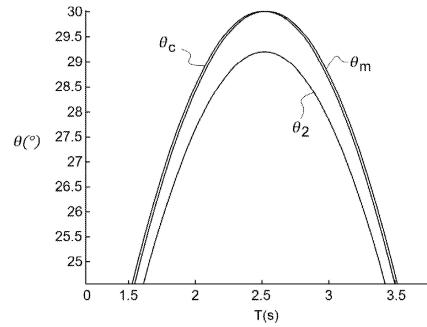
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



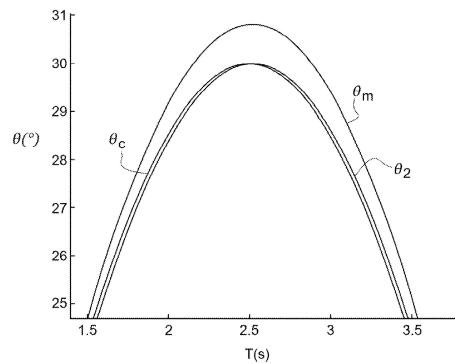
20

30

40

50

【図5】



10

【外国語明細書】

2023090672000020.pdf

20

30

40

50

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H501 AA20 DD04 GG01 JJ03 JJ23 JJ25 LL35 LL36 PP02