

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操舵部材に連結される第 1 シャフトと舵取り機構に連結される第 2 シャフトとの間の回転の伝達比を変更するための伝達比可変機構と、

前記伝達比可変機構の伝達比を変更する伝達比可変モータと、

前記伝達比可変モータを駆動制御する第 1 制御手段と、

前記伝達比可変機構と前記舵取り機構との間に設置され、操舵トルクを検出するための操舵トルクセンサと、

前記舵取り機構に取り付けられ、操舵補助力を発生するための操舵補助モータと、

前記操舵トルクセンサの検出トルクに基づいて前記操舵補助モータを駆動制御する第 2 制御手段と、

車速ゼロ時に前記伝達比可変モータを駆動し、タイヤ転舵角に対して算出されたタイヤ横力の前記タイヤ転舵角に対する比を求め、この比に基づき、路面摩擦係数を推定する路面摩擦係数推定手段とを備える、車両用操舵装置。

【請求項 2】

前記路面摩擦係数推定手段は、前記タイヤ横力を、前記操舵トルクセンサで検出された操舵トルクと、前記操舵補助モータの操舵補助トルクとの和に基づいて算出する、請求項 1 に記載の車両用操舵装置。

【請求項 3】

前記操舵補助モータの操舵補助トルクは、前記操舵補助モータに流れる駆動電流を測定することによって求められる、請求項 2 に記載の車両用操舵装置。

【請求項 4】

前記路面摩擦係数推定手段は、前記比を、測定済みのマップに適用することにより、路面摩擦係数を決定する、請求項 1 ～請求項 3 の何れかに記載の車両用操舵装置。

【請求項 5】

前記伝達比可変モータが駆動されているときに前記操舵部材に加わる操舵反力を減少させる反力補償用モータがさらに備えられている、請求項 1 ～請求項 4 の何れかに記載の車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、路面摩擦係数を推定する機能を有する車両用操舵装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、モータの制御により、ステアリングホイール等の操舵部材の操舵角と転舵輪の転舵角との比率を変化させることで、ドライバの意思に拘らず転舵角を変化させる、いわゆるアクティブ操舵を行う車両用操舵装置が知られている。

例えば雪道走行などで、車両がオーバーステア状態になった場合に、操舵部材の操舵方向とは逆方向に転舵角を変化させるようにアクティブ操舵をすることで、車両の姿勢を安定化させることができる。

【0003】

差動機構式アクティブフロントステアリング(DAFS)機構は、操舵部材の操舵角に対する転舵輪の転舵角の比を変更する差動機構を介して操舵部材側とステアリングギア側が連結されている構造である。差動機構のステアリングギア側の回転角度を制御するモータを「位相制御用モータ」という。位相制御用モータを回転させることで、操舵部材の操作量（回転角）に対してステアリングギア側の回転量（回転角）を任意に調整することが可能である。また、アクティブ制御時に起こる操舵反力や車外からの外乱によって発生する操舵トルクを抑制するモータを「反力補償用モータ」と言い、ドライバへの反力トルクを補償することが可能である。

【0004】

また、ドライバが操舵部材を回転させるときに操舵アシストする電動パワーステアリング装置(EPS)は、前記D A F S機構の出力側(転舵輪側)に設けられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-170237号公報

【特許文献2】特開2006-232115号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

一般的に車両運動制御を行う場合、車両モデルを用いて規範運動量の計算を行う。その場合、測定困難な路面摩擦係数を一般的に定数として扱うことが多い。

そのため、アスファルト路から雪上路に変わった場合など路面摩擦係数が適応しないため、車両モデルの計算値と実車で起きる挙動との差が大きくなり、過大な制御を行わなければならない。

【0007】

そこで、本発明の目的は、車両が停止している状態で、実際の路面の摩擦係数を推定することができる車両用操舵装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

20

前記の目的を達成するための本発明の車両用操舵装置は、操舵部材に連結される第1シャフトと舵取り機構に連結される第2シャフトとの間の回転の伝達比を変更するための伝達比可変機構と、前記伝達比可変機構の伝達比を変更する伝達比可変モータと、前記伝達比可変モータを駆動制御する第1制御手段と、前記伝達比可変機構と前記舵取り機構との間に設置され、操舵トルクを検出するための操舵トルクセンサと、前記舵取り機構に取り付けられ、操舵補助力を発生するための操舵補助モータと、前記操舵トルクセンサの検出トルクに基づいて前記操舵補助モータを駆動制御する第2制御手段と、車速ゼロ時のタイヤ転舵角に応じて算出されたタイヤ横力の前記タイヤ転舵角に対する比に基づき、路面摩擦係数を推定する路面摩擦係数推定手段とを備えるものである。

【0009】

30

この構成によれば、車速ゼロ時に伝達比可変モータを用いてタイヤを転舵させ、タイヤ転舵角に対するタイヤ横力を算出し、タイヤ横力のタイヤ転舵角に対する比を求めることができる。この比は実際の路面の状態に応じた値になるので、この比に基づいて車両が走行している路面の路面摩擦係数を推定することができる。

ここでタイヤ横力Fと路面摩擦係数 μ との関係は、次の式で与えられる。

【0010】

$$F = \mu W [\phi - (1/3) \phi^2 + (1/27) \phi^3],$$

$$\phi = [K / (\mu W)] \tan \beta t$$

Wは垂直加重、Kはコーナリングパワー、 βt はタイヤスベリ角である。

前記タイヤ横力は、前記操舵トルクセンサで検出された操舵トルクと、前記操舵補助モータの操舵補助トルクとの和に基づいて算出することができる。

40

【0011】

前記操舵補助モータの操舵補助トルクは、前記操舵補助モータに流れる駆動電流を測定することによって求めることができる。

前記比から路面摩擦係数を決定する場合、測定済みのマップに適用することにより、迅速かつ容易に決定することができる。

また、本発明の車両用操舵装置が、前記伝達比可変モータが駆動されているときに前記操舵部材に加わる操舵反力を減少させる反力補償用モータをさらに有するものであれば、操舵部材の側に生じた反力を軽減させることができるので、ドライバへの違和感を低減することができる。

50

【発明の効果】

【0012】

以上のように本発明によれば、停車若しくは駐車時に、ハンドル角が0度のままアクティブ制御を行い、タイヤ転舵角とタイヤ横力の関係を計測し、路面摩擦係数を推定する。推定した路面摩擦係数を用いることで、環境に応じた車両運動制御を高精度に実行することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。

【図2】路面摩擦係数推定部の実行する制御の手順を示すフローチャートである。

【図3】トルク和とタイヤ転舵角との関係を示すグラフである。

【図4】路面摩擦係数を推定するために用いる、測定済みのマップの内容を示すグラフである。

【図5】路面摩擦係数を変数とした、タイヤ転舵角とタイヤ横力との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。

車両用操舵装置1は、ステアリングホイール等の操舵部材2と、操舵部材2に連なるステアリングシャフト3とを有している。ステアリングシャフト3は、第1シャフト11と第1シャフト11と同軸上に配置された第2シャフト12を含んでいる。第1のシャフト11の一端に操舵部材2が同行回転可能に連結されている。第1のシャフト11の他端と第2のシャフト12の一端とは、伝達比可変機構6を介して差動回転可能に連結されている。第2のシャフト12の他端は、自在継手7、中間軸8、自在継手9及び舵取り機構10を介して、転舵輪4L、4Rと連結されている。

【0015】

舵取り機構10は、自在継手9に連結されるピニオン軸15と、ピニオン軸15の先端のピニオン15aに噛み合うラック16aを有し車両の左右方向に延びる転舵軸としてのラック軸16と、ラック軸16の一对の端部のそれぞれにタイロッド17L、17Rを介して連結されるナックルアーム18L、18Rとを有している。

操舵角センサ31は、操舵部材2の直進位置からの操作量である操舵角 θ_s （第1シャフト11の回転角）を検出する。転舵角センサ32は、転舵角 θ_t （第2シャフト12の回転角）を検出する。車速センサ33は、車速Vを検出する。ヨーレートセンサ34は、車両のヨーレートRyを検出する。DAFS制御部28は、伝達比可変モータ20の駆動回路29に接続され、反力補償用モータ25の駆動回路30に接続されている。DAFS制御部28は、各前記センサ31～36の信号等に基づいて、伝達比可変モータ20及び反力補償用モータ25の駆動を制御する。

【0016】

自在継手9と舵取り機構10との間のピニオン軸15はトーションバーを介して互いに回転可能に連結された入力軸と出力軸とを有していて、これらの軸の相対回転角に基づいて操舵トルクを検出する操舵トルクセンサ41が取り付けられている。またピニオン軸15には、前記操舵トルクに応じて舵取り機構10に操舵補助力を与える操舵補助モータ42（転舵モータ）が、図示しない減速ギヤを介して接続されている。

【0017】

43は操舵補助モータ42を駆動制御するEPS制御部を示す。EPS制御部43は、駆動回路44を介して操舵補助モータ42と接続されている。EPS制御部43には、車速センサ33、操舵トルクセンサ41がそれぞれ接続されている。

EPS制御部43は、操舵トルクセンサ41が検出する操舵トルク及び車速センサ33が検出する車速に基づいて目標電流値を設定し、操舵補助モータ42のモータ電流が目標

10

20

30

40

50

電流値に一致するように、駆動回路 44 を通して操舵補助モータ 42 を駆動させ、操舵状況及び車速に応じた適切な操舵補助を実現する。

【0018】

路面摩擦係数推定部 45 は、路面摩擦係数を推定する演算部である。路面摩擦係数推定部 45 の演算機能は、車両用操舵装置 1 に装備されたコンピュータに実装されたプログラムにより実現される。

路面摩擦係数推定部 45 は、D A F S 制御部 28 及び E P S 制御部 43 と車内バスラインにより接続されているとともに、転舵角センサ 32 の検出値である転舵角、操舵トルクセンサ 41 の検出値である操舵トルクが入力される。46 は路面摩擦係数を推定するための測定済みのマップを記憶するメモリである。路面摩擦係数推定部 45 の動作の詳細については後述する。

10

【0019】

前記の構成により、操舵部材 2 の回転は、ステアリングシャフト 3 等を介して舵取り機構 10 に伝達される。舵取り機構 10 では、ピニオン 15a の回転がラック軸 16 の軸方向の運動に変換され、各タイロッド 17 L, 17 R を介して対応するナックルアーム 18 L, 18 R がそれぞれ回転する。これにより、各ナックルアーム 18 L, 18 R に連結された対応する転舵輪 4 L, 4 R がそれぞれ操向する。

【0020】

前記伝達比可変機構 6 は、第 1 シャフト 11 の回転角（操舵角 θ_s に相当する）に対する第 2 シャフト 12 の回転角（転舵角 θ_t に相当する）の比（伝達比 θ_t / θ_s ）を変更するためのものである。伝達比可変機構 6 は、第 1 シャフト 11 及び第 2 シャフト 12 を差動回転可能に連結する差動機構としての遊星ギヤ機構 19 と、遊星ギヤ機構 19 を駆動する伝達比可変モータ 20 とを有している。

20

【0021】

遊星ギヤ機構 19 は、第 1 シャフト 11 に同行回転可能に連結された第 1 のサンギヤ 21 と、第 1 のサンギヤ 21 と相対向して配置され、第 2 シャフト 12 に同行回転可能に連結された第 2 のサンギヤ 22 と、第 1 及び第 2 のサンギヤ 21, 22 の双方に噛み合う遊星ギヤ 23 と、遊星ギヤ 23 をその軸線回りに自転可能かつ第 1 及び第 2 のサンギヤ 21, 22 の軸線回りに公転可能に保持するキャリア 24 とを含む。

【0022】

遊星ギヤ 23 は、第 1 及び第 2 のサンギヤ 21, 22 を互いに関連付けるためのものであり、ステアリングシャフト 3 の周方向に等間隔に複数（本実施形態において、2 つ）配置されている。各遊星ギヤ 23 の軸線は、ステアリングシャフト 3 の軸線 A と平行に延びている。キャリア 24 は、ステアリングシャフト 3 の軸線 A の回りを回転可能である。

30

伝達比可変モータ 20 は、キャリア 24 を回転駆動するためのものであり、軸線 A 回りに関するキャリア 24 の回転数を変更することで、伝達比 θ_t / θ_s を変更するものである。伝達比可変モータ 20 は、たとえば、ブラシレスモータからなり、ステアリングシャフト 3 と同軸に配置されている。伝達比可変モータ 20 は、キャリア 24 に同行回転可能に連結されたロータ 201 と、このロータ 201 を取り囲みハウジング 26 に固定されたステータ 202 とを含んでいる。伝達比可変モータ 20 の近傍には、伝達比可変モータ 20 の回転角を検出するための、たとえばレゾルバからなる回転角センサ 35 が配置されている。

40

【0023】

車両用操舵装置 1 はさらに、伝達比可変モータ 20 が回転しているときに操舵部材 2 に加わる操舵反力を増減するための反力補償用モータ 25 を備えている。反力補償用モータ 25 は、たとえば、ブラシレスモータからなり、ステアリングシャフト 3 と同軸に配置されている。反力補償用モータ 25 は、第 1 シャフト 11 に同行回転可能に連結されたロータ 251 と、このロータ 251 を取り囲みハウジング 26 に固定されたステータ 252 とを含んでいる。反力補償用モータ 25 の近傍には、反力補償用モータ 25 の回転角を検出するための、たとえばレゾルバからなる回転角センサ 36 が配置されている。

50

【0024】

この発明の実施形態では、停車若しくは駐車時（車速0 km/h）、ハンドル角が0度のときに路面摩擦係数を推定するために、路面摩擦係数推定部45によって、伝達比可変モータ20を駆動して、アクティブ制御を行い、タイヤ転舵角を変化させる。

このアクティブ制御を行うタイミングは車速0 km/hという条件下で、任意に設定できる。例えば運転中に車速0 km/hの状態が所定時間続いた場合に、このアクティブ制御を行ってもよい。またドライバがスイッチを手動操作したことをきっかけにしてもよい。

【0025】

次に路面摩擦係数推定部45の実行する路面摩擦係数推定手順を、フローチャート（図2）を用いて説明する。

路面摩擦係数推定部45は、前述したようにアクティブ制御を始める条件が整った場合に（ステップS1のYES）、車内バスラインを介してDAFS制御部28に指令を送り、伝達比可変モータ20を駆動して第2シャフト12を一方向に回転させ（ステップS2）、転舵角センサ32により転舵角 θ_t を検出する（ステップS3）。そして操舵トルクセンサ41により、操舵トルクを計測する（ステップS4）。それとともにEPS制御部43から出力される操舵補助トルクを計測する（ステップS5）。この操舵補助トルクは、操舵補助モータ42に流れる電流値に所定のトルク係数を掛けることによって推定できる。操舵補助モータ42に流れる電流は、EPS制御部43から与えられる。

【0026】

なお、前述したようにアクティブ制御を始める条件が整った場合に、伝達比可変モータ20を回転駆動すれば、操舵部材2の側に反力が生じることが予測される。しかし、この反力は、DAFS制御部28が反力補償用モータ25を駆動制御することで、軽減させることができる。したがって、車両が停止しているのにハンドルが動き出すと言うドライバへの違和感を低減することができる。

【0027】

路面摩擦係数推定部45は、操舵トルクと操舵補助トルクとのトルク和（単位：Nm）を算出する（ステップS6）。このトルク和はタイヤ横力と同等の値である。したがってこのトルク和とタイヤ転舵角との関係は、少なくともタイヤ転舵角が0度付近では（本手順は停車若しくは駐車時に、ハンドル角が0度のまま行う手順であるのでこの条件は満たされている）、図3に示すように、比例関係にある。路面摩擦係数推定部45は、前記トルク和をタイヤ転舵角で割ったときの傾きGを算出する（ステップS7）。この傾きGは、路面摩擦係数が小さいほど小さく、路面摩擦係数が大きいほど大きくなる。

【0028】

次に路面摩擦係数推定部45は、メモリ46に格納された、図4に示すような測定済みのマップを用いて、路面摩擦係数を推定する（ステップS8）。前記マップは、路面摩擦係数のわかっている地面に車両を置いて、実際に本アクティブ制御を実際に行って、傾きGと路面摩擦係数とをグラフ上にプロットすれば得ることができる。

このようにして推定されたタイヤと路面との路面摩擦係数は、数値制度が高いものであり、車両運動制御に好適に用いることができる（ステップS9）。車両運動制御の例として、（1）アンダーステア状態やオーバーステア状態の車両において左右車輪の制動力を制御することで車両挙動を安定化させる場合に、旋回内側車輪と旋回外側車輪の制動力差に応じて舵角をフィードフォワード制御することで、車両挙動の安定化を図る制御が挙げられる（特開2001-233229号公報参照）。この場合、旋回車輪で発生させ得る制動力を求めるときに、前記推定された路面摩擦係数を使用することができる。（2）旋回内輪側の前輪及び後輪に発生させ得る制動力の各最大値を演算し、内輪の制動力を前記制動力の各最大値に比例する割合にて配分することにより、旋回内輪側の前輪及び後輪の目標制動力を演算し、旋回外輪側の前輪及び後輪に発生させ得る制動力の各最大値を演算し、外輪の制動力を前記制動力の各最大値に比例する割合にて配分することにより旋回外輪側の前輪及び後輪の目標制動力を演算するアンチスキッド制御（特開平11-59364号公報参照）にお

10

20

30

40

50

いて、各旋回車輪で発生させ得る制動力の最大値を求めるときに、前記推定された路面摩擦係数を使用することができる。

【0029】

以上で、本発明の実施の形態を説明したが、本発明の実施は、前記の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変更を施すことが可能である。

【符号の説明】

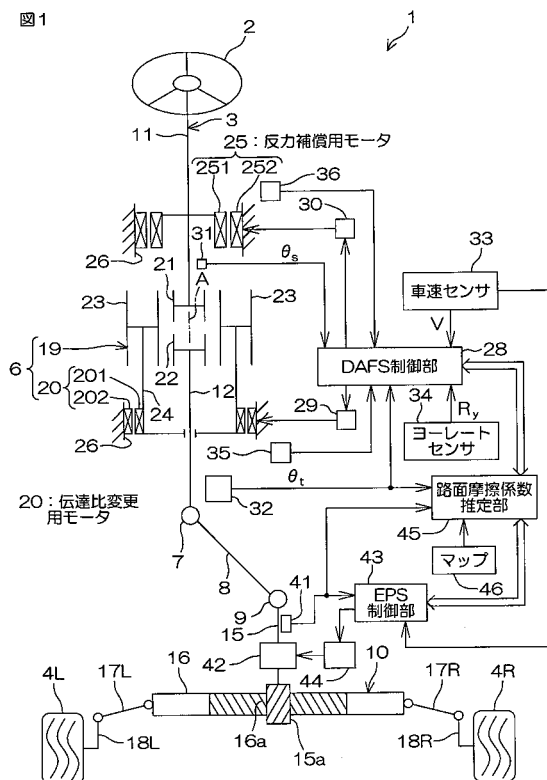
【0030】

2…操舵部材、6…伝達比可変機構、10…舵取り機構、11…第1シャフト、12…第2シャフト、20…伝達比可変モータ、25…反力補償用モータ、41…操舵トルクセンサ、42…操舵補助モータ、43…EPS制御部、45…路面摩擦係数推定部、46…メモリ

10

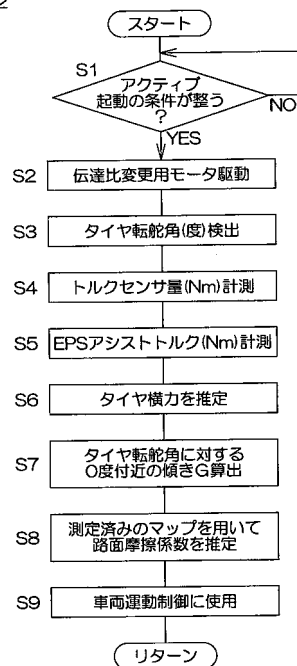
【図1】

図1

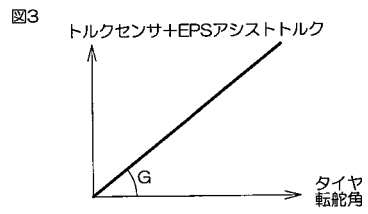


【図2】

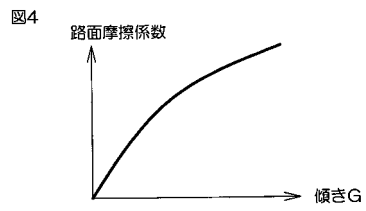
図2



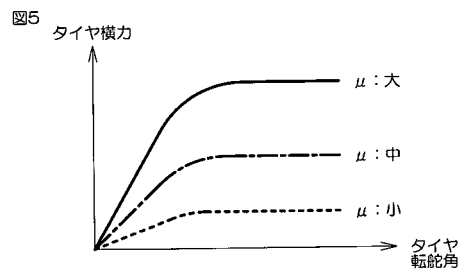
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 137/00	(2006.01)	B 6 2 D 137:00	

Fターム(参考)	3D232	CC05	DA03	DA04	DA15	DA23	DA33	DA46	DA63	DA64	DA82
		DB05	DC08	DD01	EA01	EB05	EB11	EC22	EC31	GG01	
	3D233	CA03	CA13	CA16	CA17	CA18	CA20	CA21	CA38		