

(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2006-232115

(P2006-232115A)

(43) 公開日 平成18年9月7日(2006.9.7)

(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	
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-50214 (P2005-50214)
 (22) 出願日 平成17年2月25日 (2005.2.25)

(71) 出願人 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 小川 省二
 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
 機株式会社内
 (72) 発明者 永田 富夫
 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
 機株式会社内

最終頁に続く

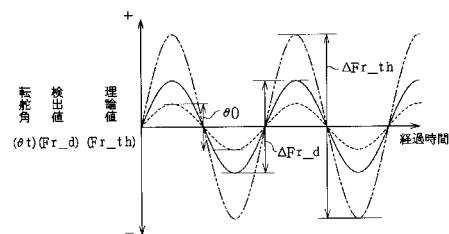
(54) 【発明の名称】 車両用操舵装置

(57) 【要約】

【課題】 より迅速に路面状態の変化に対応することのできる車両用操舵装置を提供すること。

【解決手段】 ステアリング装置は、所定条件を満たす場合に、運転者のステアリング操作によらず自動的に転舵輪（詳しくはその転舵角 θ ）を所定の角度範囲 θ_0 内で揺動させる。そして、転舵輪に作用する路面反力 F_r （検出値 F_{r_d} ）を積極的に変化させることにより、直線走行中においても路面状態判定の実行を可能とする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検出される車両状態量と該車両状態量の理論値との比較により車両走行路の路面状態を判定する路面状態判定手段を備えた車両用操舵装置であって、

転舵輪の転舵角を変更可能な転舵アクチュエータと、該転舵アクチュエータの作動を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、所定条件を満たす場合に、ステアリング操作によらず自動的に前記転舵輪を所定の角度範囲内で揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 2】

転舵輪に作用する路面反力を検出する路面反力検出手段と、前記路面反力の理論値を演算する理論路面反力演算手段と、前記検出された路面反力の検出値と前記演算された理論値との比較により車両走行路の路面状態を判定する路面状態判定手段とを備えた車両用操舵装置であって、

前記転舵輪の転舵角を変更可能な転舵アクチュエータと、該転舵アクチュエータの作動を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、所定条件を満たす場合に、ステアリング操作によらず自動的に前記転舵輪を所定の角度範囲内で揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の車両用操舵装置において、

検出される路面反力に応じた操舵反力をステアリングに付与すべく制御される反力アクチュエータを備え、

前記制御手段は、前記自動的に前記転舵輪を揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御する際、前記付与する操舵反力を該揺動制御の開始時点の値で一定とすべく前記反力アクチュエータの作動を制御すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の車両用操舵装置において、

前記ステアリングは、前記転舵輪と機械的に分離され、前記転舵アクチュエータは、前記ステアリング操作に応じた前記転舵角を発生させるべく前記制御されること、

を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 請求項 4 のうちの何れか一項に記載の車両用操舵装置において、

前記制御手段は、前記転舵角が所定時間以上一定である場合に、前記自動的に前記転舵輪を揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、

を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 請求項 4 のうちの何れか一項に記載の車両用操舵装置において、

前記制御手段は、車両が直進状態にある場合に、前記自動的に前記転舵輪を揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 請求項 6 のうちの何れか一項に記載の車両用操舵装置において、

前記判定により前記路面状態が低 μ 路であると判定された場合に、その旨を警告する警告手段を備えること、を特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 請求項 7 のうちの何れか一項に記載の車両用操舵装置において、

前記転舵アクチュエータは、ステアリングの操舵角に対する前記転舵角の比率であるオーバーオールギヤ比を可変可能なものであり、

前記制御手段は、前記判定により前記路面状態が低 μ 路であると判定された場合に、その摩擦抵抗が低いほど、前記オーバーオールギヤ比を大とすべく、前記転舵アクチュエー

10

20

30

40

50

タの作動を制御すること、を特徴とする車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、路面状態判定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】

近年、車両においては、ヨーレイト等の車両状態量と車両の運動状態との関係をモデル化した車両モデルに基づいて、路面状態やオーバーステア/アンダーステア特性等を検知し、その検知された車両環境要因に基づいて操舵特性の変更、或いはその転舵輪の舵角（
10 転舵角）を自動的に制御する操舵制御システムが提案されている。

【0003】

例えば、特許文献1に記載の車両用操舵装置は、転舵輪の舵角変更時に同転舵輪に作用する路面反力の代理変数としてラック軸力を検出し、この検出されたラック軸力を車両モデルに基づき設定された高 μ 路における理論ラック軸力と比較することにより路面状態の判定、即ち走行路面の摩擦抵抗の度合いを示す路面状態推定値を演算する。そして、その路面状態推定値の値がより摩擦抵抗の低い状態であることを示す値であるほど、ステアリングの舵角（操舵角）に対する転舵角の比率（オーバーオールギヤ比）を大きくする。即ち、車両の挙動が不安定となりやすい低 μ 路においては、操舵角の変更量に対する転舵角の変更量を小さくすることにより転舵角の変更速度を穏やかなものとする。そして、これ
20 により、転舵角の急峻な変化に伴うアンダーステアの発生やその挙動の不安定化を効果的に抑制することができるようになる。

【特許文献1】特開平11-99956号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記従来例を含め、基本的に、こうした路面状態判定は車両の挙動に何らかの変化（操舵や制動又は加速）がない限り行うことができない。従って、従来、車両が直線走行状態にある場合等には、路面状態の変化を捉えることができないという問題があり、この点においてなお改善の余地を残すものとなっていた。
30

【0005】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、より迅速に路面状態の変化に対応することのできる車両用操舵装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、検出される車両状態量と該車両状態量の理論値との比較により車両走行路の路面状態を判定する路面状態判定手段を備えた車両用操舵装置であって、転舵輪の転舵角を変更可能な転舵アクチュエータと、該転舵アクチュエータの作動を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、所定条件を満たす場合に、ステアリング操作によらず自動的に前記転舵輪を所定の角度範囲内で揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、を要旨とする。
40

【0007】

請求項2に記載の発明は、転舵輪に作用する路面反力を検出する路面反力検出手段と、前記路面反力の理論値を演算する理論路面反力演算手段と、前記検出された路面反力の検出値と前記演算された理論値との比較により車両走行路の路面状態を判定する路面状態判定手段とを備えた車両用操舵装置であって、前記転舵輪の転舵角を変更可能な転舵アクチュエータと、該転舵アクチュエータの作動を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、所定条件を満たす場合に、ステアリング操作によらず自動的に前記転舵輪を所定の角度範囲内で揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、を要旨とする。

【0008】

上記各構成によれば、車両に作用する各種の車両状態量、具体的には請求項2の構成においては転舵輪に作用する路面反力を積極的に変化させることができ、これにより、例えば直線走行中においても路面状態判定の実行が可能となる。その結果、より迅速に路面状態の変化に対応することができるようになる。尚、この場合の「理論値」は、例えば乾いたアスファルト路面等、任意の高 μ 路を基準路面として設定すればよい。また、転舵輪の揺動幅(角度範囲)は車両の挙動を乱さない程度の微小角とするとよく、更に同角度範囲及びその揺動速度を車速に応じて変化させるようにするとよい。

【0009】

請求項3に記載の発明は、検出される路面反力に応じた操舵反力をステアリングに付与すべく制御される反力アクチュエータを備え、前記制御手段は、前記自動的に前記転舵輪を揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御する際、前記付与する操舵反力を該揺動制御の開始時点の値で一定とすべく前記反力アクチュエータの作動を制御すること、を要旨とする。

10

【0010】

請求項4に記載の発明は、前記ステアリングは、前記転舵輪と機械的に分離され、前記転舵アクチュエータは、前記ステアリング操作に応じた前記転舵角を発生させるべく前記制御されること、を要旨とする。

【0011】

上記構成によれば、転舵輪揺動制御時の路面反力の変化が操舵反力に反映されないため、それに伴うステアリングの微振動の発生等を防止することができ、これにより、転舵輪揺動制御時においても良好な操舵フィーリングを維持することができるようになる。尚、こうした操舵反力保持制御は、請求項4の構成のようなステアパイワイヤ式の車両用操舵装置のみならず、例えば伝達比可変式の車両用操舵装置であっても反力アクチュエータを備えたものであれば、容易に具現化することができる。

20

【0012】

請求項5に記載の発明は、前記制御手段は、前記転舵角が所定時間以上一定である場合に、前記自動的に前記転舵輪を揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、を要旨とする。

【0013】

請求項6に記載の発明は、前記制御手段は、車両が直進状態にある場合に、前記自動的に前記転舵輪を揺動させるべく前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、を要旨とする。

30

【0014】

請求項7に記載の発明は、前記判定により前記路面状態が低 μ 路であると判定された場合に、その旨を警告する警告手段を備えること、を要旨とする。

上記構成によれば、路面状態の変化をいち早く運転者に知らしめることができ、これにより急操舵や急制動等、運転者の急操作に起因する車両挙動の不安定化を未然に防止することができるようになる。

【0015】

請求項8に記載の発明は、前記転舵アクチュエータは、ステアリングの操舵角に対する前記転舵角の比率であるオーバーオールギヤ比を可変可能なものであり、前記制御手段は、前記判定により前記路面状態が低 μ 路であると判定された場合に、その摩擦抵抗が低いほど、前記オーバーオールギヤ比を大とすべく、前記転舵アクチュエータの作動を制御すること、を要旨とする。

40

【0016】

上記構成によれば、車両の挙動が不安定となりやすい低 μ 路においては、操舵角の変更量に対する転舵角の変更量を小さく、即ち転舵角の変更速度を穏やかなものとすることができる。そして、これにより、運転者の急操舵に起因するアンダーステアの発生や車両挙動の不安定化を抑制することができるようになる。

【発明の効果】

50

【0017】

本発明によれば、より迅速に路面状態の変化に対応することが可能な車両用操舵装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明をステアパイワイヤ式の車両用操舵装置（ステアリング装置）に具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

図1に示すように、本実施形態のステアリング装置1は、ステアリング（ハンドル）2を含む操舵機構3と転舵輪4の舵角を変更するための転舵機構5とが機械的に非連結、即ちステアリング2と転舵輪4とが機械的に分離された所謂ステアパイワイヤ式の車両用操舵装置である。

10

【0019】

操舵機構3は、ステアリング2が固定されたステアリングシャフト6と、ステアリング操作に伴うステアリング2の舵角、即ち操舵角 s を検出するための操舵角検出手段としての操舵角センサ7とを備えている。そして、転舵機構5は、操舵角センサ7により検出される操舵角 s に基づいて、そのステアリング操作に応じた転舵輪4の舵角を発生させるための転舵アクチュエータ8を備えている。本実施形態では、転舵機構5は、タイロッド9及びナックルアーム10を介して左右の転舵輪4を連結する転舵軸12を有しており、転舵アクチュエータ8は、駆動源としてのモータ13と該モータ13の回転を転舵軸12の往復動に変換する変換機構14とを備えている。尚、本実施形態の転舵アクチュエータ8は、転舵軸12と同軸配置されたブラシレスモータを有し、変換機構14としてボールネジ機構を備えている。そして、この転舵アクチュエータ8により駆動された転舵軸12の往復動が転舵輪4に伝達されることにより、同転舵輪4の舵角、即ち転舵角 t が変更されるようになっている。

20

【0020】

また、本実施形態では、操舵機構3は、ステアリング操作によってステアリング2に印加される操舵トルク T を検出するための操舵トルク検出手段としてのトルクセンサ16と、該検出された操舵トルク T （及び後述する路面反力 F_r ）に応じた操舵反力をステアリング2に付与するための反力アクチュエータ17とを備えている。反力アクチュエータ17は、駆動源としてのモータ18と、該モータ18の回転を減速してステアリングシャフト6に伝達する減速機構19とを備えている。尚、本実施形態では、反力アクチュエータ17のモータ18には、転舵アクチュエータ8のモータ13と同様にブラシレスモータが採用されている。そして、反力アクチュエータ17は、減速機構19を介してモータ18の発生するモータトルクをステアリングシャフト6に伝達することによりステアリング2に操舵反力を付与するようになっている。

30

【0021】

本実施形態では、転舵アクチュエータ8及び反力アクチュエータ17は、制御手段としての制御装置20によりその作動が制御されている。詳述すると、転舵アクチュエータ8のモータ13及び反力アクチュエータ17のモータ18は、制御装置20と接続されており、各モータ13、18は、制御装置20から供給される三相（U、V、W）の駆動電力に基づいて回転する。そして、制御装置20は、その駆動電力の供給を通じて各モータ13、18の回転を制御することにより、転舵アクチュエータ8及び反力アクチュエータ17の作動を制御する。具体的には、制御装置20は、上記操舵角センサ7及びトルクセンサ16、並びに車速センサ21の出力信号に基づいて操舵角 s 、操舵トルク T 及び車速 V を検出する。また、転舵軸12には、変位量センサ22が設けられており、制御装置20は、この変位量センサ22の出力信号に基づいて転舵輪4の転舵角 t を決定する同転舵軸12の軸方向の変位量 X を検出する。そして、制御装置20は、その検出された操舵角 s 、車速 V 及び変位量 X に基づいて、転舵輪4の転舵角 t を変更すべく転舵アクチュエータ8の作動を制御し、操舵トルク T 及び車速 V （並びに路面反力 F_r ）に基づいて、操舵反力を付与すべく反力アクチュエータ17の作動を制御する。

40

50

【0022】

次に、制御装置20による転舵アクチュエータ8及び反力アクチュエータ17の制御態様について説明する。

図2は、本実施形態のステアリング装置1の制御ブロック図である。同図に示すように、制御装置20は、転舵アクチュエータ8を制御するための第1ECU23と、反力アクチュエータ17を制御するための第2ECU24とを備えている。そして、これら第1ECU23及び第2ECU24は、それぞれ各モータ13, 18を制御するためのモータ制御信号を出力するマイコン25, 26と、そのモータ制御信号に基づいて各モータ13, 18に駆動電力を供給する駆動回路27, 28とを備えている。尚、以下に示す、各マイコン25, 26内の各制御ブロックは、これらマイコン25, 26が実行するコンピュータプログラムにより実現されるものである。

10

【0023】

先ず、転舵アクチュエータ8を制御する第1ECU23側のマイコン25の構成について説明する。マイコン25は、転舵輪4の制御目標角に対応する転舵軸12の変位置指令 X^* を生成する変位置指令演算部31と、その変位置指令 X^* 及び検出された変位置 X に基づいて位置制御量を演算する位置制御演算部32と、その位置制御量に基づいて駆動回路27に出力するモータ制御信号を生成するモータ制御信号生成部33とを備えている。

【0024】

変位置指令演算部31には、操舵角 s 及び車速 V が入力され、変位置指令演算部31は、これら操舵角 s 及び車速 V に基づいて変位置指令 X^* を生成し、その変位置指令 X^* を位置制御演算部32に出力する。位置制御演算部32には、この変位置指令 X^* とともに、変位置センサ22により検出された変位置 X が入力される。そして、位置制御演算部32は、これら変位置指令 X^* 及び変位置 X に基づくフィードバック制御により位置制御量を演算し、その位置制御量をモータ制御信号生成部33に出力する。モータ制御信号生成部33には、位置制御演算部32により算出された位置制御量とともに、電流センサ34により検出された実電流値及び回転角センサ35により検出されたモータ13の回転角が入力される。そして、モータ制御信号生成部33は、これら位置制御量、実電流値及び回転角に基づいてモータ制御信号を生成し、このモータ制御信号を駆動回路27に出力する。そして、そのモータ制御信号に応じた駆動電流がモータ13に供給されることにより、転舵輪4の転舵角 t をその制御目標角に追従させるべくモータ13の回転、即ち転舵アクチュエータ8の作動が制御されるようになっている。

20

30

【0025】

一方、反力アクチュエータ17を制御する第2ECU24側のマイコン26は、ステアリング2に付与する操舵反力の制御目標量、即ちモータ18に供給する駆動電流の電流指令値として操舵反力指令 Iq^* を演算する操舵反力指令演算部41と、この操舵反力指令 Iq^* に基づいて駆動回路28に出力するモータ制御信号を生成するモータ制御信号生成部42とを備えている。

【0026】

また、本実施形態では、マイコン26は、転舵輪4に作用する路面反力 F_r を推定する路面反力推定演算部43を備えており、操舵反力指令演算部41は、この路面反力推定演算部43により推定された路面反力 F_r に基づいて操舵反力指令 Iq^* を演算する。即ち、本実施形態では、路面反力推定演算部43により路面反力検出手段が構成されている。そして、その操舵反力指令 Iq^* に基づく駆動電力がモータ18に供給、即ち反力アクチュエータ17の作動が制御されることにより転舵輪4に作用する路面反力 F_r に応じた(路面反力 F_r の反映された)操舵反力がステアリング2に付与されるようになっている。

40

【0027】

詳述すると、本実施形態では、路面反力推定演算部43には、上記変位置 X 及び電流センサ34により検出された実電流値、即ち転舵アクチュエータ8側のモータ13に通電される実電流値が入力される。そして、路面反力推定演算部43は、これら変位置 X 及び実

50

電流値に基づいて転舵軸 1 2 に作用する軸力を演算し、その軸力を転舵輪 4 に作用する路面反力 F_r と推定する。操舵反力指令演算部 4 1 には、この路面反力推定演算部 4 3 により推定された路面反力 F_r とともに、操舵トルク 及び車速 V が入力される。そして、操舵反力指令演算部 4 1 は、これら操舵トルク、路面反力 F_r 、及び車速 V に基づいて操舵反力指令 I_{q^*} を演算し、その操舵反力指令 I_{q^*} をモータ制御信号生成部 4 2 へと出力する。モータ制御信号生成部 4 2 には、操舵反力指令 I_{q^*} とともに、電流センサ 4 4 により検出された実電流値及び回転角センサ 4 5 により検出されたモータ 1 8 の回転角が入力される。そして、モータ制御信号生成部 4 2 は、これら操舵反力指令 I_{q^*} 、実電流値及び回転角に基づきモータ制御信号を生成し、そのモータ制御信号を駆動回路 2 8 へと出力する。そして、このモータ制御信号に応じた電流値を有する駆動電流がモータ 1 8 に供給されることにより、その操舵トルク、路面反力 F_r 、及び車速 V に応じた操舵反力がステアリング 2 に付与されるようになっている。

【0028】

また、本実施形態では、この第 2 ECU 2 4 側のマイコン 2 6 は、車両走行路の路面状態、具体的にはその摩擦抵抗の度合いを判定する路面状態判定装置としての機能を有している。詳述すると、本実施形態のマイコン 2 6 は、上記路面反力推定演算部 4 3 に加え、高 μ 路走行時における路面反力 F_r の理論値 F_{r_th} を演算する路面反力理論値演算部 4 6 と、路面反力推定演算部 4 3 により検出された路面反力 F_r の検出値 F_{r_d} と路面反力理論値演算部 4 6 により演算された理論値 F_{r_th} との比較により車両走行路の路面状態を判定する路面状態判定部 4 7 とを備えている。即ち、本実施形態では、路面反力理論値演算部 4 6 が理論路面反力演算手段を構成し、路面状態判定部 4 7 が路面状態判定手段を構成する。

【0029】

本実施形態では、路面反力理論値演算部 4 6 には、転舵軸 1 2 の変位置量 X 及び車速 V が入力されるようになっており、同路面反力理論値演算部 4 6 は、これら変位置量 X 及び車速 V に基づいて、その変位置量 X により規定される転舵角 δ (及び車速) に応じた路面反力 F_r の理論値 F_{r_th} を演算する。具体的には、路面反力理論値演算部 4 6 は、車両モデルに基づくシミュレーションや実験等により求められた、車速 V 及び転舵角 δ と基準路面である高 μ 路 (例えば乾いたアスファルト路面) 走行時における路面反力 F_r の理論値 F_{r_th} との関係が記録された三次元マップを有している。そして、路面反力理論値演算部 4 6 は、この三次元マップを参照することにより、入力された変位置量 X により規定される転舵角 δ (及び車速 V) に対応する路面反力 F_r の理論値 F_{r_th} を演算する。そして、路面状態判定部 4 7 は、この路面反力理論値演算部 4 6 により演算された理論値 F_{r_th} と検出値 F_{r_d} との比較により車両走行路の路面状態、詳しくは、その摩擦抵抗 (の高低) の度合いを判定する。

【0030】

また、本実施形態のステアリング装置 1 は、上記路面状態判定の結果に基づいて、その操舵特性を変更する機能を有している。具体的には、制御装置 2 0 は、上記路面状態判定により車両走行路の路面状態が低 μ 路であると判定した場合には、その摩擦抵抗が低いほど、ステアリングの舵角 (操舵角) に対する転舵角の比率、即ちオーバーオールギヤ比 (操舵角 s / 転舵角 δ) を大とすべく転舵アクチュエータ 8 の作動を制御する。そして、これにより、車両の挙動が不安定となりやすい低 μ 路においては、操舵角 s の変更量に対する転舵角 δ の変更量を小さく、即ち転舵角 δ の変更速度を穏やかなものとして、アンダーステアの発生や車両挙動の不安定化を抑制するようになっている。

【0031】

詳述すると、本実施形態では、路面状態判定部 4 7 は、上記路面状態判定の結果を、路面反力 F_r の理論値 F_{r_th} を演算する基礎として設定された高 μ 路の摩擦抵抗に対して実際の走行路面の摩擦抵抗がどの程度低いかを示す指標である路面状態評価値 R として出力する。尚、通常制御時における路面状態評価値 R の算出方法については、例えば、上述の特許文献 1 に記載の方法を参照されたい。また、マイコン 2 6 は、この路面状態判定部 4

10

20

30

40

50

7の出力する路面状態評価値Rを第1ECU23側のマイコン25、詳しくはその変位置指令演算部31に出力する。そして、変位置指令演算部31は、この入力された路面状態評価値Rが小さい程、その出力する変位置指令 X^* の絶対値を小とする。そして、これにより、同路面状態評価値Rの値が小さい、即ち走行路面の摩擦抵抗が低いほど、オーバーオールギヤ比 G_r がその基本値 G_{r0} （高 μ 路走行時、路面状態評価値 $R = 1.0$ である場合の値）よりも大となるように転舵アクチュエータ8の作動が制御されるようになっていく（ギヤ比可変制御、図3参照）。

【0032】

また、本実施形態のステアリング装置1は、上記路面状態判定により車両走行路の路面状態が低 μ 路であると判定した場合に、車両搭乗者に対してその旨、即ち車両が低 μ 路を走行中であることを警告する警告機能を有している。10
 詳述すると、ステアリング装置1は、音響効果（音声や警告音等）及び視覚効果（ウォーニングランプ点灯等）を通じた警告出力により車両搭乗者に対して低 μ 路走行中であることを警告可能な警告手段としての警告装置48を備えている。そして、本実施形態では、この警告装置48は、制御装置20（詳しくは第2ECU24）により、その作動が制御されている。具体的には、本実施形態では、路面状態判定部47の出力する路面状態評価値Rは、警告出力判定部49に入力され、警告出力判定部49は、その路面状態評価値Rが所定値 R_0 以下である否かの判定により上記車両搭乗者に対する警告出力を行うか否かを判定する。そして、警告出力判定部49は、その判定結果を示す警告信号 S_w を出力し、マイコン26（第2ECU24）は、その警告信号 S_w を警告装置48に出力する。そして、警告装置48は、この第2ECU24から入力される警告信号 S_w が「ON」である場合に上記警告出力を行うようになっている。20

【0033】

（転舵輪揺動制御）

次に、本実施形態のステアリング装置における転舵輪揺動制御について説明する。

上述のように、基本的に上記路面状態判定は、車両の挙動に何らかの変化（操舵や制動又は加速）がない限り行うことができない。従って、例えば、車両が直線走行状態にある場合等には、路面状態の変化を捉えることができず、直線走行中にその走行路の路面状態が低 μ 路へと移行した場合等には、事実上、運転者の急操舵や急制動に起因する車両挙動の不安定化を有効に抑制することが困難であるという課題を残していた。30

【0034】

この点を踏まえ、本実施形態のステアリング装置1は、所定条件を満たす場合に、図4に示すように、運転者のステアリング操作によらず自動的に転舵輪4（詳しくはその転舵角 θ ）を所定の角度範囲 θ_0 内で揺動させる（転舵輪揺動制御）。そして、転舵輪4に作用する路面反力 F_r （検出値 $F_{r,d}$ ）を積極的に変化させることにより、直線走行中においても上記路面状態判定の実行を可能とする。

【0035】

10
 20
 30
 40
 50
 60
 70
 80
 90
 100
 110
 120
 130
 140
 150
 160
 170
 180
 190
 200
 210
 220
 230
 240
 250
 260
 270
 280
 290
 300
 310
 320
 330
 340
 350
 360
 370
 380
 390
 400
 410
 420
 430
 440
 450
 460
 470
 480
 490
 500
 510
 520
 530
 540
 550
 560
 570
 580
 590
 600
 610
 620
 630
 640
 650
 660
 670
 680
 690
 700
 710
 720
 730
 740
 750
 760
 770
 780
 790
 800
 810
 820
 830
 840
 850
 860
 870
 880
 890
 900
 910
 920
 930
 940
 950
 960
 970
 980
 990
 1000
 1010
 1020
 1030
 1040
 1050
 1060
 1070
 1080
 1090
 1100
 1110
 1120
 1130
 1140
 1150
 1160
 1170
 1180
 1190
 1200
 1210
 1220
 1230
 1240
 1250
 1260
 1270
 1280
 1290
 1300
 1310
 1320
 1330
 1340
 1350
 1360
 1370
 1380
 1390
 1400
 1410
 1420
 1430
 1440
 1450
 1460
 1470
 1480
 1490
 1500
 1510
 1520
 1530
 1540
 1550
 1560
 1570
 1580
 1590
 1600
 1610
 1620
 1630
 1640
 1650
 1660
 1670
 1680
 1690
 1700
 1710
 1720
 1730
 1740
 1750
 1760
 1770
 1780
 1790
 1800
 1810
 1820
 1830
 1840
 1850
 1860
 1870
 1880
 1890
 1900
 1910
 1920
 1930
 1940
 1950
 1960
 1970
 1980
 1990
 2000
 2010
 2020
 2030
 2040
 2050
 2060
 2070
 2080
 2090
 2100
 2110
 2120
 2130
 2140
 2150
 2160
 2170
 2180
 2190
 2200
 2210
 2220
 2230
 2240
 2250
 2260
 2270
 2280
 2290
 2300
 2310
 2320
 2330
 2340
 2350
 2360
 2370
 2380
 2390
 2400
 2410
 2420
 2430
 2440
 2450
 2460
 2470
 2480
 2490
 2500
 2510
 2520
 2530
 2540
 2550
 2560
 2570
 2580
 2590
 2600
 2610
 2620
 2630
 2640
 2650
 2660
 2670
 2680
 2690
 2700
 2710
 2720
 2730
 2740
 2750
 2760
 2770
 2780
 2790
 2800
 2810
 2820
 2830
 2840
 2850
 2860
 2870
 2880
 2890
 2900
 2910
 2920
 2930
 2940
 2950
 2960
 2970
 2980
 2990
 3000
 3010
 3020
 3030
 3040
 3050
 3060
 3070
 3080
 3090
 3100
 3110
 3120
 3130
 3140
 3150
 3160
 3170
 3180
 3190
 3200
 3210
 3220
 3230
 3240
 3250
 3260
 3270
 3280
 3290
 3300
 3310
 3320
 3330
 3340
 3350
 3360
 3370
 3380
 3390
 3400
 3410
 3420
 3430
 3440
 3450
 3460
 3470
 3480
 3490
 3500
 3510
 3520
 3530
 3540
 3550
 3560
 3570
 3580
 3590
 3600
 3610
 3620
 3630
 3640
 3650
 3660
 3670
 3680
 3690
 3700
 3710
 3720
 3730
 3740
 3750
 3760
 3770
 3780
 3790
 3800
 3810
 3820
 3830
 3840
 3850
 3860
 3870
 3880
 3890
 3900
 3910
 3920
 3930
 3940
 3950
 3960
 3970
 3980
 3990
 4000
 4010
 4020
 4030
 4040
 4050
 4060
 4070
 4080
 4090
 4100
 4110
 4120
 4130
 4140
 4150
 4160
 4170
 4180
 4190
 4200
 4210
 4220
 4230
 4240
 4250
 4260
 4270
 4280
 4290
 4300
 4310
 4320
 4330
 4340
 4350
 4360
 4370
 4380
 4390
 4400
 4410
 4420
 4430
 4440
 4450
 4460
 4470
 4480
 4490
 4500
 4510
 4520
 4530
 4540
 4550
 4560
 4570
 4580
 4590
 4600
 4610
 4620
 4630
 4640
 4650
 4660
 4670
 4680
 4690
 4700
 4710
 4720
 4730
 4740
 4750
 4760
 4770
 4780
 4790
 4800
 4810
 4820
 4830
 4840
 4850
 4860
 4870
 4880
 4890
 4900
 4910
 4920
 4930
 4940
 4950
 4960
 4970
 4980
 4990
 5000
 5010
 5020
 5030
 5040
 5050
 5060
 5070
 5080
 5090
 5100
 5110
 5120
 5130
 5140
 5150
 5160
 5170
 5180
 5190
 5200
 5210
 5220
 5230
 5240
 5250
 5260
 5270
 5280
 5290
 5300
 5310
 5320
 5330
 5340
 5350
 5360
 5370
 5380
 5390
 5400
 5410
 5420
 5430
 5440
 5450
 5460
 5470
 5480
 5490
 5500
 5510
 5520
 5530
 5540
 5550
 5560
 5570
 5580
 5590
 5600
 5610
 5620
 5630
 5640
 5650
 5660
 5670
 5680
 5690
 5700
 5710
 5720
 5730
 5740
 5750
 5760
 5770
 5780
 5790
 5800
 5810
 5820
 5830
 5840
 5850
 5860
 5870
 5880
 5890
 5900
 5910
 5920
 5930
 5940
 5950
 5960
 5970
 5980
 5990
 6000
 6010
 6020
 6030
 6040
 6050
 6060
 6070
 6080
 6090
 6100
 6110
 6120
 6130
 6140
 6150
 6160
 6170
 6180
 6190
 6200
 6210
 6220
 6230
 6240
 6250
 6260
 6270
 6280
 6290
 6300
 6310
 6320
 6330
 6340
 6350
 6360
 6370
 6380
 6390
 6400
 6410
 6420
 6430
 6440
 6450
 6460
 6470
 6480
 6490
 6500
 6510
 6520
 6530
 6540
 6550
 6560
 6570
 6580
 6590
 6600
 6610
 6620
 6630
 6640
 6650
 6660
 6670
 6680
 6690
 6700
 6710
 6720
 6730
 6740
 6750
 6760
 6770
 6780
 6790
 6800
 6810
 6820
 6830
 6840
 6850
 6860
 6870
 6880
 6890
 6900
 6910
 6920
 6930
 6940
 6950
 6960
 6970
 6980
 6990
 7000
 7010
 7020
 7030
 7040
 7050
 7060
 7070
 7080
 7090
 7100
 7110
 7120
 7130
 7140
 7150
 7160
 7170
 7180
 7190
 7200
 7210
 7220
 7230
 7240
 7250
 7260
 7270
 7280
 7290
 7300
 7310
 7320
 7330
 7340
 7350
 7360
 7370
 7380
 7390
 7400
 7410
 7420
 7430
 7440
 7450
 7460
 7470
 7480
 7490
 7500
 7510
 7520
 7530
 7540
 7550
 7560
 7570
 7580
 7590
 7600
 7610
 7620
 7630
 7640
 7650
 7660
 7670
 7680
 7690
 7700
 7710
 7720
 7730
 7740
 7750
 7760
 7770
 7780
 7790
 7800
 7810
 7820
 7830
 7840
 7850
 7860
 7870
 7880
 7890
 7900
 7910
 7920
 7930
 7940
 7950
 7960
 7970
 7980
 7990
 8000
 8010
 8020
 8030
 8040
 8050
 8060
 8070
 8080
 8090
 8100
 8110
 8120
 8130
 8140
 8150
 8160
 8170
 8180
 8190
 8200
 8210
 8220
 8230
 8240
 8250
 8260
 8270
 8280
 8290
 8300
 8310
 8320
 8330
 8340
 8350
 8360
 8370
 8380
 8390
 8400
 8410
 8420
 8430
 8440
 8450
 8460
 8470
 8480
 8490
 8500
 8510
 8520
 8530
 8540
 8550
 8560
 8570
 8580
 8590
 8600
 8610
 8620
 8630
 8640
 8650
 8660
 8670
 8680
 8690
 8700
 8710
 8720
 8730
 8740
 8750
 8760
 8770
 8780
 8790
 8800
 8810
 8820
 8830
 8840
 8850
 8860
 8870
 8880
 8890
 8900
 8910
 8920
 8930
 8940
 8950
 8960
 8970
 8980
 8990
 9000
 9010
 9020
 9030
 9040
 9050
 9060
 9070
 9080
 9090
 9100
 9110
 9120
 9130
 9140
 9150
 9160
 9170
 9180
 9190
 9200
 9210
 9220
 9230
 9240
 9250
 9260
 9270
 9280
 9290
 9300
 9310
 9320
 9330
 9340
 9350
 9360
 9370
 9380
 9390
 9400
 9410
 9420
 9430
 9440
 9450
 9460
 9470
 9480
 9490
 9500
 9510
 9520
 9530
 9540
 9550
 9560
 9570
 9580
 9590
 9600
 9610
 9620
 9630
 9640
 9650
 9660
 9670
 9680
 9690
 9700
 9710
 9720
 9730
 9740
 9750
 9760
 9770
 9780
 9790
 9800
 9810
 9820
 9830
 9840
 9850
 9860
 9870
 9880
 9890
 9900
 9910
 9920
 9930
 9940
 9950
 9960
 9970
 9980
 9990
 10000

【0036】

また、変位置指令演算部31は、ステアリング操作に応じた転舵角 θ を発生させるための制御目標成分である通常制御目標量 X_{n^*} を演算し、及びギヤ比可変制御を行う通常制御演算部52に加え、ステアリング操作によらず自動的に転舵角 θ を変更するための制

御目標成分であるアクティブ制御目標量 X_{a^*} を演算するアクティブ制御演算部 53 を備えている。そして、同変位置指令演算部 31 は、これら通常制御目標量 X_{n^*} 及びアクティブ制御目標量 X_{a^*} を重畳した値を変位置指令 X^* として出力する。

【0037】

本実施形態では、開始判定部 50 による判定結果は、開始信号 S_s としてアクティブ制御演算部 53 に入力され、アクティブ制御演算部 53 は、この入力される開始信号 S_s が「ON」である場合に、転舵輪 4 を所定の角度範囲 θ_0 内で揺動させるためのアクティブ制御目標量 X_{a^*} を演算する。尚、本実施形態では、開始判定部 50 は、転舵輪揺動制御を「オン」と判定した場合には、所定時間、その出力する開始信号 S_s を「ON」とする。また、本実施形態では、アクティブ制御演算部 53 には、車速 V が入力されるようになっており、入力される車速 V が大であるほど、上記の角度範囲 θ_0 を小とし、及びその変化速度を緩やかとするようになっている。そして、変位置指令演算部 31 が、このアクティブ制御目標量 X_{a^*} の重畳された変位置指令 X^* を出力し、マイコン 25 がこの変位置指令 X^* に基づくモータ制御信号を出力することにより、転舵輪 4 を所定の角度範囲 θ_0 内で揺動させるべく転舵アクチュエータ 8 の作動が制御されるようになっている。

10

【0038】

また、本実施形態では、開始判定部 50 の出力する開始信号 S_s は、路面状態判定部 47 にも入力されるようになっている。そして、路面状態判定部 47 は、上記転舵輪揺動制御時には、その転舵輪 4 の揺動に伴い変化する路面反力 F_r の検出値 F_{r_d} の変化幅 ΔF_{r_d} をそれに対応する理論値 F_{r_th} の変化幅 ΔF_{r_th} で除することにより求められる低下率

20

($R = \Delta F_{r_d} / \Delta F_{r_th}$) に基づいて上記路面状態評価値 R を演算する (図 4 参照)

。そして、その算出された路面状態評価値 R に基づいて上記ギヤ比可変制御及び警告出力がなされるようになっている。

【0039】

(操舵反力保持制御)

次に、本実施形態のステアリング装置における転舵輪揺動制御時の操舵反力保持制御について説明する。上述のように、本実施形態のステアリング装置 1 では、反力アクチュエータ 17 は、検出された路面反力 F_r に応じた操舵反力をステアリング 2 に付与すべくその作動が制御される。従って、何らの手当てもしない場合、上記転舵輪揺動制御時の路面反力 F_r の変化が操舵反力に反映されることになり、その結果、ステアリング 2 の微振動等の発生により操舵フィーリングを損ねてしまうおそれがある。

30

【0040】

この点を踏まえ、本実施形態では、制御装置 20 (第 2 ECU 24) は、上記転舵輪揺動制御時には、ステアリング 2 に付与する操舵反力を該転舵輪揺動制御が開始された時点の値で一定とすべく反力アクチュエータ 17 の作動を制御する。そして、これにより、転舵輪揺動制御時においても良好な操舵フィーリングを維持することができるようになっている。

【0041】

詳述すると、図 2 に示すように、本実施形態のマイコン 26 は、転舵輪揺動制御時にステアリング 2 に一定の操舵反力を付与するための制御目標量である保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ を出力する操舵反力指令保持部 54 を備えている。本実施形態では、操舵反力指令保持部 54 には、開始判定部 50 の出力する開始信号 S_s 及び操舵反力指令演算部 41 により演算された操舵反力指令 I_{q^*} が入力されるようになっており、同操舵反力指令保持部 54 は、開始信号 S_s が「ON」となった場合に、その時点の操舵反力指令 I_{q^*} を保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ として記憶する。即ち、操舵反力指令保持部 54 は、転舵輪揺動制御が開始された時点の操舵反力指令 I_{q^*} を保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ として記憶する。そして、操舵反力指令保持部 54 は、入力される開始信号 S_s が「OFF」、即ち転舵輪揺動制御が終了するまでその保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ を出力する。

40

【0042】

本実施形態では、操舵反力指令演算部 41 の出力する操舵反力指令 I_{q^*} 、及び操舵反力

50

指令保持部 5 4 の出力する保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ は、開始信号 S_s とともに、出力切替部 5 5 に入力される。そして、出力切替部 5 5 は、開始信号 S_s が「OFF」の場合には、操舵反力指令演算部 4 1 が出力する操舵反力指令 I_{q^*} をモータ制御信号生成部 4 2 に出力し、開始信号 S_s が「ON」の場合には、操舵反力指令保持部 5 4 の出力する保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ をモータ制御信号生成部 4 2 に出力する。

【0043】

即ち、図 5 のフローチャートに示すように、マイコン 2 6 は、先ず、センサ値（車両状態量）として変位量 X 、実電流値 I_s 、操舵トルク、操舵角 δ_s 、及び車速 V を取得し（ステップ 101）、続いて路面反力 F_r の推定（ステップ 102）、及びその路面反力 F_r に応じた操舵反力をステアリングに付与するための操舵反力指令 I_{q^*} の演算を実行する（ステップ 103）。 10

【0044】

次に、マイコン 2 6 は、第 1 ECU 2 3 側から入力される開始信号 S_s が「ON」であるか否か、即ち上記転舵輪揺動制御が「オン」であるか否かを判定する（ステップ 104）。そして、その判定が「オン」である場合（ $S_s = ON$ 、ステップ 104：YES）には、続いて操舵反力保持制御が実行されているか否か、即ち既に保持中であるか否かを判定する（ステップ 105）。尚、保持中であるか否かの判定は、後述する保持フラグがセットされているか否かにより行われる。

【0045】

次に、マイコン 2 6 は、このステップ 105 において、保持中ではない、即ち操舵反力保持制御の開始時であると判定した場合（ステップ 105：NO）には、保持フラグをセットし（ステップ 106）、その時点の操舵反力指令 I_{q^*} を保持値、即ち保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ として記憶する（ステップ 107）。そして、その保持値（保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ ）に基づくモータ制御信号を駆動回路 2 8 へと出力する（ステップ 108）。また、マイコン 2 6 は、上記ステップ 105 において、既に保持中であると判定した場合（ステップ 105：YES）には、上記ステップ 106、107 の処理を実行することなく、ステップ 108 において保持値（保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ ）に基づくモータ制御信号を出力する。 20

【0046】

一方、上記ステップ 104 において、ステップ 104 における判定が「オフ」であると判定した場合（ $S_s = OFF$ 、ステップ 104：NO）、マイコン 2 6 は、続いて保持中であるか否かを判定する（ステップ 109）。そして、このステップ 109 において、保持中であると判定した場合（ステップ 109：YES）には、保持フラグをリセットし（ステップ 110）、上記ステップ 103 において演算された操舵反力指令 I_{q^*} 、即ち現在の路面反力 F_r が反映された現在値に基づくモータ制御信号を駆動回路 2 8 に出力する（ステップ 111）。尚、上記ステップ 109 において、保持中ではないと判定した場合（ステップ 109：NO）には、上記ステップ 110 を実行することなく、ステップ 111 において、現在値（操舵反力指令 I_{q^*} ）に基づくモータ制御信号を駆動回路 2 8 に出力する。 30

【0047】

こうした上記一連の処理によって、通常時（非操舵反力保持制御時）には、操舵反力指令演算部 4 1 の出力する操舵反力指令 I_{q^*} に基づく駆動電力がモータ 1 8 に供給されることにより、現在の路面反力 F_r が反映された操舵反力がステアリング 2 に付与される。そして、操舵反力保持制御時には、操舵反力指令保持部 5 4 の出力する保持操舵反力指令 $I_{q_s^*}$ に基づく駆動電力がモータ 1 8 に供給され、これにより同操舵反力保持制御の開始時点の値を有する一定の操舵反力がステアリング 2 に付与されるようになっている。 40

【0048】

次に、本実施形態の制御装置による上記各制御の処理手順について説明する。

図 6 のフローチャートに示すように、制御装置 2 0 は、先ず、開始 $SW 5 1$ が「オン」されているか否かを判定し（ステップ 201）、続いて車両が直進中であるか否かを判定 50

する（ステップ202）。そして、開始SW51が「オン」であり（ステップ201：YES）、且つ車両が直進中である場合（ステップ202：YES）には、ステアリング操作によらず自動的に転舵輪4を所定の角度範囲0内で揺動させるべく転舵アクチュエータ8の作動を制御（転舵輪揺動制御）し、及びステアリング2に付与する操舵反力を該転舵輪揺動制御が開始された時点の値で一定とすべく反力アクチュエータ17の作動を制御する（操舵反力保持制御、ステップ203）。尚、本実施形態では、開始SW51が「オフ」（ステップ201：NO）、又は車両が直進中ではない場合（ステップ202：NO）、制御装置20は、上記ステップ203の処理、即ち転舵輪揺動制御及び操舵反力保持制御を実行しない。

【0049】

次に、制御装置20は、上述の路面状態評価値Rを演算し（ステップ204）、その演算された路面状態評価値Rに基づいてギヤ比可変制御を実行する（ステップ205）。そして、路面状態評価値Rが所定値R0以下であるか否かを判定し（ステップ206）、路面状態評価値Rが所定値R0以下である場合（ $R < R_0$ 、ステップ206：YES）には、上記警告出力を実行する（ステップ207）。

【0050】

以上、本実施形態によれば、以下のような特徴を得ることができる。

（1）制御装置20（第1ECU23）は、所定条件（開始SW51が「ON」、且つ車両直進中）を満たす場合に、ステアリング操作によらず自動的に転舵輪4（詳しくはその転舵角 θ ）を所定の角度範囲0内で揺動させるべく転舵アクチュエータ8の作動を制御する。このような構成とすれば、転舵輪4に作用する路面反力 F_r （検出値 F_{r_d} ）を積極的に変化させることができ、これにより、例えば直線走行中においても路面状態判定の実行が可能となる。その結果、より迅速に路面状態の変化に対応することができるようになる。

【0051】

（2）制御装置20（第2ECU24）は、転舵輪揺動制御時には、ステアリング2に付与する操舵反力を該転舵輪揺動制御が開始された時点の値で一定とすべく反力アクチュエータ17の作動を制御する。このような構成とすれば、転舵輪揺動制御時の路面反力 F_r の変化が操舵反力に反映されないため、それに伴うステアリング2の微振動の発生等を防止することができ、これにより、転舵輪揺動制御時においても良好な操舵フィーリングを維持することができるようになる。

【0052】

（3）制御装置20は、路面状態判定により車両走行路の路面状態が低 μ 路であると判定した場合には、その摩擦抵抗が低いほど、ステアリングの舵角（操舵角）に対する転舵角の比率、即ちオーバーオールギヤ比（操舵角 s /転舵角 θ ）を大とすべく転舵アクチュエータ8の作動を制御する。このような構成とすれば、車両の挙動が不安定となりやすい低 μ 路においては、操舵角 s の変更量に対する転舵角 θ の変更量を小さく、即ち転舵角 θ の変更速度を穏やかなものとするすることができる。そして、これにより、運転者の急操舵に起因するアンダーステアの発生や車両挙動の不安定化を抑制することができるようになる。

【0053】

（4）ステアリング装置1は、路面状態判定により車両走行路の路面状態が低 μ 路であると判定した場合に、車両搭乗者に対してその旨、即ち車両が低 μ 路を走行中であることを警告する。このような構成とすれば、路面状態の変化をいち早く運転者に知らしめることができ、これにより急操舵や急制動等、運転者の急操作に起因する車両挙動の不安定化を未然に防止することができるようになる。

【0054】

なお、上記各実施形態は以下のように変更してもよい。

・本実施形態では、制御手段としての制御装置20は、転舵アクチュエータ8を制御するための第1ECU23と、反力アクチュエータ17を制御するための第2ECU24と

10

20

30

40

50

を備えることとした。しかし、これに限らず、転舵アクチュエータ 8 及び反力アクチュエータ 17 を制御する制御手段は、第 1 E C U 2 3 及び第 2 E C U 2 4 に相当するものが各々別体に設けられた構成であってもよい。

【 0 0 5 5 】

・本実施形態では、制御装置 20 は、検出された操舵角 δ 、車速 V 及び変位量 X に基づいて、転舵輪 4 の転舵角 δ を変更すべく転舵アクチュエータ 8 の作動を制御することとした。しかし、これに限らず、転舵アクチュエータ 8 は、少なくとも操舵角 δ に基づいて制御されるものであればよい。また、制御装置 20 は、操舵トルク T 及び車速 V (並びに路面反力 F_r) に基づいて、操舵反力を付与すべく反力アクチュエータ 17 の作動を制御することとしたが、路面反力 F_r に応じた操舵反力を付与可能なものであれば、路面反力 F_r 以外のパラメータは、操舵トルク T 及び車速 V に限るものではない。

10

【 0 0 5 6 】

・本実施形態では、路面反力推定演算部 43 は、変位量センサ 22 により検出された変位量 X 及び転舵アクチュエータ 8 の駆動源であるモータ 13 の実電流値に基づいて転舵軸 12 に作用する軸力を演算し、その軸力を転舵輪 4 に作用する路面反力 F_r と推定することとした。しかし、これに限らず、路面反力 F_r の推定には、位置制御演算部 32 により算出された位置制御量 δ を用いる構成としてもよい。

【 0 0 5 7 】

・また、制御装置 20 は、推定された路面反力 F_r を用いて反力アクチュエータの作動を制御することとしたが、路面反力 F_r は、歪みゲージ等を用いて転舵軸 12 に作用する軸力を検出する等、路面反力 F_r を直接的に検出する構成としてもよい。

20

【 0 0 5 8 】

・また、変位量 X は、必ずしも変位量センサ 22 により検出することはなく、回転角センサ 35 により検出されるモータ 13 の回転角から推定する構成としてもよい。

・本実施形態では、本発明をステアバイワイヤ式の車両用操舵装置 (ステアリング装置) に具体化した。しかし、これに限らず転舵輪 4 を駆動可能なアクチュエータを有するものであれば、ステアリング 2 と転舵輪 4 とが機械的に連結された従来型のステアリング装置に具体化してもよい。即ち、ステアリング操作によらず自動的に転舵輪 4 を揺動させるアクチュエータは、電動パワーステアリング装置 (EPS) の EPS アクチュエータや、伝達比可変装置の伝達比可変アクチュエータでもよく、また、伝達比可変アクチュエータに加えて反力アクチュエータも備えたステアリング装置であれば、転舵輪揺動制御時の操舵反力保持制御をも行うことが可能である。

30

【 0 0 5 9 】

・本実施形態では、転舵輪揺動制御を開始するための所定条件を、開始 SW 51 が「オン」、且つ車両直進状態にある場合とした。しかし、これに限らず、開始 SW 51 を廃して、所定間隔で自動的に開始判定を実行することとしてもよく、また、直進状態のみならず所定時間以上一定舵角である場合に同転舵輪揺動制御を実行することとしてもよい。

【 0 0 6 0 】

・また、本実施形態では、上記開始判定は、これらオン/オフ信号 S_j 及び変位量 X (転舵角 δ) のみならず、車速 V や操舵角 δ 、或いはヨーレート等その他、任意の車両状態量に基づいて実行することとしてもよい。

40

【 0 0 6 1 】

・本実施形態では、路面反力理論値演算部 46 は、予め設定された三次元マップを参照することにより、入力された変位量 X により規定される転舵角 δ (及び車速 V) に対応する路面反力 F_r の理論値 F_{r_th} を演算することとした。しかし、これに限らず、車両モデルに基づく演算を逐次行うこととしてもよく、この場合の演算に用いるパラメータもまた車速及び転舵角 δ (変位量 X) に限るものではない。

【 0 0 6 2 】

・更に、本実施形態では、路面状態判定部 47 は、上記転舵輪揺動制御時には、その転舵輪 4 の揺動に伴い変化する路面反力 F_r の検出値 F_{r_d} の変化幅 ΔF_{r_d} をそれに対応す

50

る理論値 F_{r_th} の変化幅 F_{r_th} で除することにより求められる低下率 ($= F_{r_d} / F_{r_th}$) に基づいて上記路面状態評価値 R を演算することとした。しかし、これに限らず、転舵輪揺動制御時においても通常時と同様の方法で路面状態評価値 R を演算することとしてもよい。

【0063】

・本実施形態では、路面反力 F_r の検出値 F_{r_d} とその理論値 F_{r_th} との比較に基づいて路面状態判定を行うこととした。しかし、これに限らず、ヨーレートや加速度変化(横 G 等)について、その検出値と理論値との比較に基づいて路面状態判定を行うものに具体化してもよい。

【0064】

・本実施形態では、路面状態判定により車両走行路の路面状態が低 μ 路であると判定した場合に、オーバーオールギヤ比を大とし、及び警告出力をすることとした。しかし、これに限らず、制動特性の立ち上がりを遅らせる、アクセルペダルの踏み込み量に対するエンジンのスロットル開度を小さくする、発進時の変速ギヤを高く(2速発進等)する、或いは、駆動輪の駆動力分配を変更する等、その他の対低 μ 路制御を実行することとしてもよい。また、転舵輪揺動制御時には、同制御を実行中であることを告知することとしてもよい。

【0065】

・本実施形態では、上記転舵輪揺動制御時には、ステアリング 2 に付与する操舵反力を該転舵輪揺動制御が開始された時点の値で一定とすべく反力アクチュエータ 17 の作動を制御することとした。しかし、これに限らず、例えば、直進状態にある場合を転舵輪揺動制御の開始条件とする場合にあっては、 $I_{q^*} = k \cdot s$ の関数として弾力的とする。或いは、操舵角 s が所定の角度範囲内にあることを前提として操舵角 $s = 0$ となるように位置制御を行うこととしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】ステアリング装置の概略構成図。

【図2】ステアリング装置の制御ブロック図。

【図3】ギヤ比可変制御の態様を示す説明図。

【図4】転舵輪揺動制御、及び同制御時における路面状態判定の態様を示す説明図。

【図5】操舵反力保持制御の処理手順を示すフローチャート。

【図6】制御装置による各制御の処理手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

【0067】

1 ... ステアリング装置、2 ... ステアリング(ハンドル)、3 ... 操舵機構、4 ... 転舵輪、5 ... 転舵機構、6 ... ステアリングシャフト、7 ... 操舵角センサ、8 ... 転舵アクチュエータ、12 ... 転舵軸、16 ... トルクセンサ、17 ... 反力アクチュエータ、20 ... 制御装置、21 ... 車速センサ、22 ... 変位量センサ、23 ... 第1 ECU、24 ... 第2 ECU、25, 26 ... マイコン、31 ... 変位量指令演算部、55 ... 出力切替部、 s ... 操舵角、 t ... 転舵角、 θ ... 角度範囲、 T ... 操舵トルク、 V ... 車速、 X ... 変位量、 X^* ... 変位量指令、 X_n^* ... 通常制御目標量、 X_a^* ... アクティブ制御目標量、 Y ... 位置制御量、 F_r ... 路面反力、 F_{r_d} ... 検出値、 F_{r_th} ... 理論値、 F_{r_d} , F_{r_th} ... 変化幅、 R ... 低下率、 R ... 路面状態評価値、 R_0 ... 所定値、 S_s ... 開始信号、 S_j ... オン/オフ信号、 S_w ... 警告信号、 I_{q^*} ... 操舵反力指令、 $I_{q_s^*}$... 保持操舵反力指令、 G_r ... オーバーオールギヤ比。

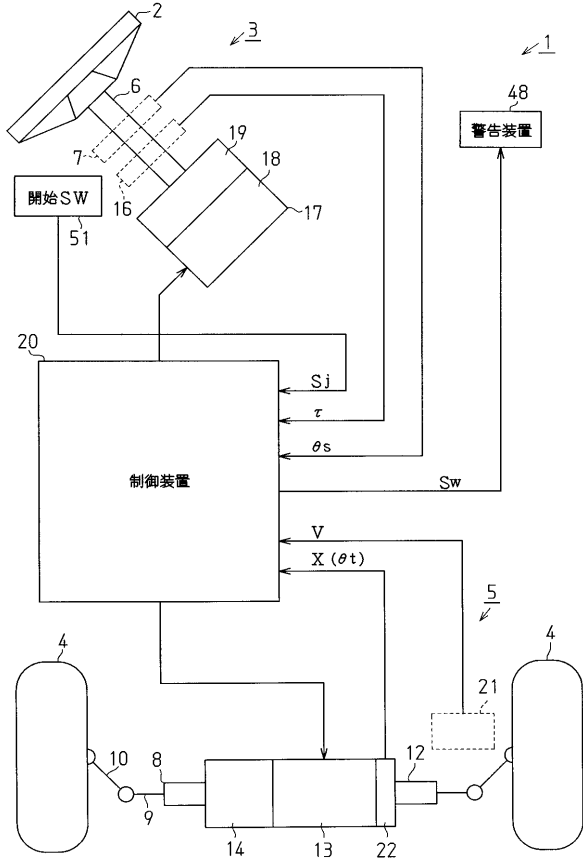
10

20

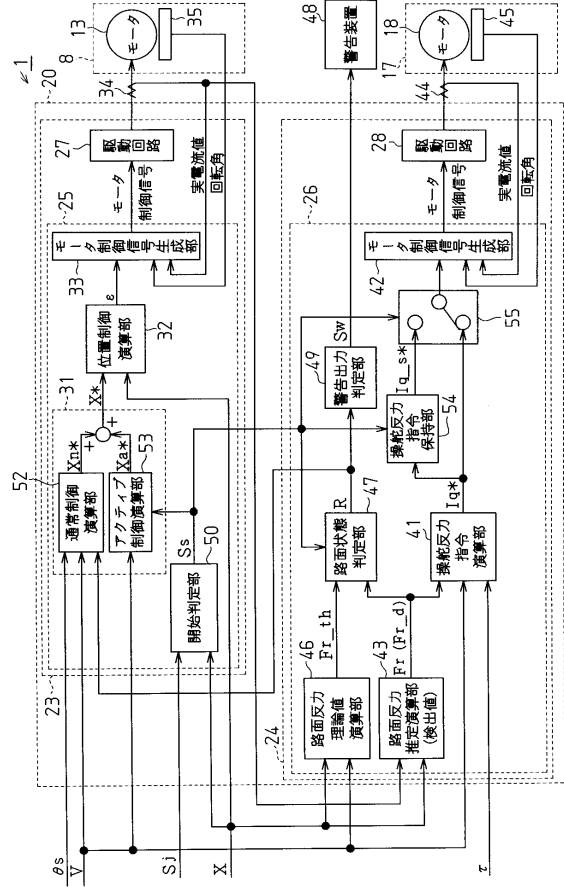
30

40

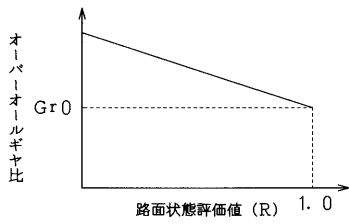
【図1】



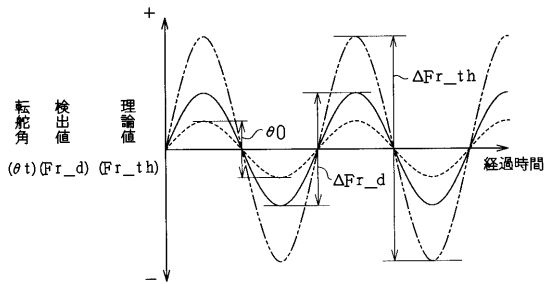
【図2】



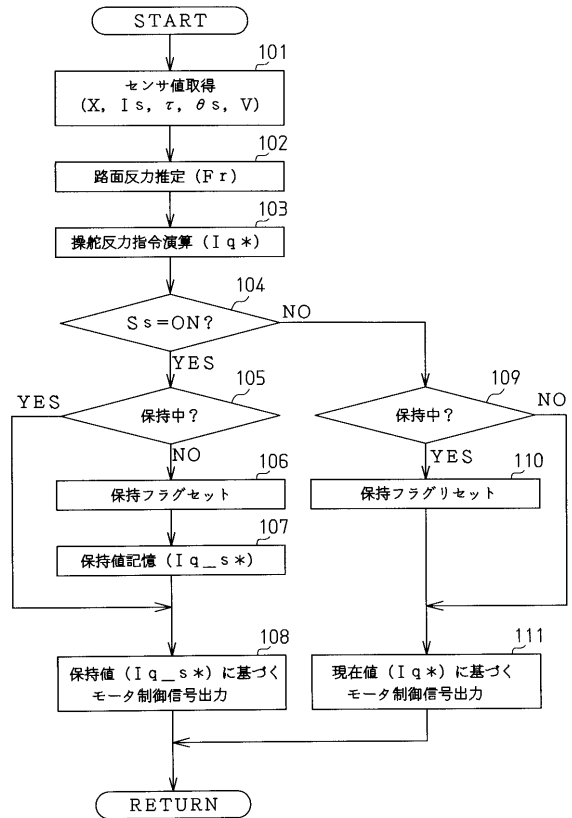
【図3】



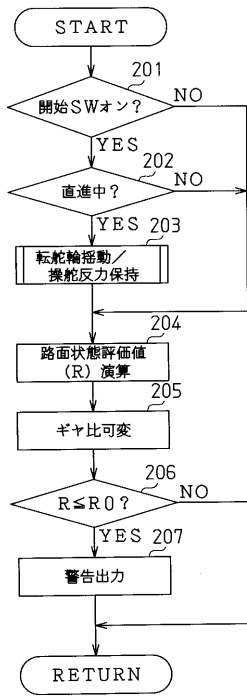
【図4】



【図5】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 由之

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

(72)発明者 高野 寿男

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

Fターム(参考) 3D232 CC05 CC17 DA03 DA04 DA15 DA23 DA63 DA64 DA82 DD17
EB05 EC23 EC31 EC37 GG01
3D233 CA02 CA13 CA16 CA17 CA18 CA20 CA21 CA31 CA33 CA35
CA38