

(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2010-137745

(P2010-137745A)

(43) 公開日 平成22年6月24日 (2010.6.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00 Z Y W	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 5/30 (2006.01)	B 6 2 D 5/30	
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 6 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-316659 (P2008-316659)	(71) 出願人	000003997
(22) 出願日	平成20年12月12日 (2008.12.12)		日産自動車株式会社
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
		(74) 代理人	100119644
			弁理士 綾田 正道
		(72) 発明者	森 憲一
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
			日産自動車株式会社
			内
		(72) 発明者	堤 淳二
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
			日産自動車株式会社
			内

最終頁に続く

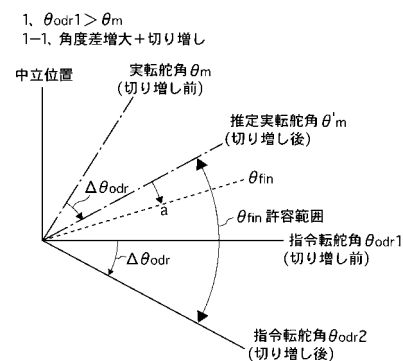
(54) 【発明の名称】 車両用操舵制御装置

(57) 【要約】

【課題】 車両挙動の急変を低減しつつステアバイワイヤ制御の続行を可能とした車両用操舵制御装置を提供する。

【解決手段】 操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段を備え、コントローラは、常判定手段で、複数の転舵のいずれの異常も検出されていない場合には、操舵角に基づき転舵モータに対する指令転舵角を演算すると共に、実転舵角が指令転舵角に一致する様に、複数の転舵モータを制御し、異常判定手段で、複数の転舵モータのいずれかの異常が検出された場合には、この異常となった転舵モータの駆動を禁止するとともに、実転舵角に指令転舵角と実転舵角との偏差を低減させる所定の角度である角度差低減量を加算して指令転舵角を演算して、実転舵角が指令転舵角に一致する様に、複数の転舵モータのうちの正常な転舵モータを制御する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

運転者が操舵可能な操舵ハンドルと、
前記操舵ハンドルと機械的に切り離された転舵輪と、
前記転舵輪に転舵トルクを付与する複数の転舵モータと、
前記転舵モータを制御するコントローラと、
前記操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、
前記転舵輪の転舵角である実転舵角を検出する転舵角検出手段と、
前記複数の転舵モータの異常を判定する異常判定手段と、
を備えた車両用操舵制御装置において、
前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出手段を備え、
前記コントローラは、

10

前記異常判定手段で、前記複数の転舵のいずれの異常も検出されていない場合には、前記操舵角に基づき前記転舵モータに対する指令転舵角を演算すると共に、前記実転舵角が指令転舵角に一致する様に、前記複数の転舵モータを制御し、

前記異常判定手段で、複数の転舵モータのいずれかの異常が検出された場合には、この異常となった転舵モータの駆動を禁止するとともに、前記実転舵角に指令転舵角と前記実転舵角との偏差を低減させる所定の角度である角度差低減量を加算して指令転舵角を演算して、前記実転舵角が指令転舵角に一致する様に、前記複数の転舵モータのうちの正常な転舵モータを制御すること

20

を特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用操舵制御装置において、

前記コントローラは、前記異常判定手段で複数の転舵モータのいずれかの異常が検出された場合に、運転者による保舵中は前記実転舵角を保持し、運転者による操舵中のみ、前記実転舵角に前記指令転舵角と実転舵角との偏差を低減させる角度差低減量を加算して指令転舵角を演算すること

を特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の車両用操舵制御装置において、

前記角度差低減量は、前記操舵ハンドルに対する操舵速度の増大に伴って大きく設定されること

30

を特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の車両用操舵制御装置において、

前記角度差低減量は、前記操舵ハンドルの操舵角変化に対する車両のヨーレイト変化であるヨーレイトゲインが小さい程大きく設定されること

を特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の車両用操舵制御装置において、

前記コントローラは、
前記操舵角の変化方向と同一方向に前記指令転舵角が変化するように前記実転舵角に角度差低減量を加算すること

40

を特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の車両用操舵制御装置において、

前記コントローラは、運転者の操舵操作によって前記指令転舵角と前記実転舵角との偏差が増大する方向に前記指令転舵角が変化し、かつ運転者の操舵操作によって指令転舵角が実転舵角より小さい値から大きな値、若しくは実転舵角より大きな値から小さな値に変化する場合、前記角度差低減量の上限値を設定すること

50

を特徴とする車両用操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用操舵制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両用操舵制御装置にあっては特許文献1に記載の様に、通常時には操舵ハンドルと転舵輪を機械的に分離し、操舵ハンドルへの入力に基づき転舵用のモータを駆動して転舵輪を転舵させるステアバイワイヤシステムが知られている。この技術にあっては、転舵輪を駆動する転舵用のモータ（以下、転舵モータという）およびコントローラを複数備えて冗長系を構成し、いずれか1つの系統が失陥した際には他の系統によってステアバイワイヤを継続可能となっている。

10

【特許文献1】特表2003-529483号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述のようなステアバイワイヤシステムを採用した車両用制御装置においては、例えばある回転半径のカーブを一定操舵角、一定車速で走行中、複数の転舵モータの合計出力（トルク）は路面反力と釣り合うトルクとなっている。このとき複数の転舵モータおよびコントローラから成る複数系統のうちの幾つかの系統が故障して、幾つかの転舵モータが所望のトルクを出力できなくなると、複数の転舵モータの合計出力は路面反力よりも小さくなり、路面反力によって転舵輪が押し戻され、実転舵角は操舵入力に基づく指令転舵角よりも小さくなり、指令転舵角と実転舵角とが乖離する。

20

【0004】

その際、上記従来技術にあっては異常となった系統を遮断して（異常が発生した系統の転舵モータの出力トルクを0として）、正常な系統のみでステアバイワイヤ制御を継続する。しかし、指令転舵角と実転舵角との乖離によって車両は運転者の所望する軌道からアウト側（カーブ外側）に外れており、所望の軌道に戻すために運転者が操舵ハンドルを切り増すと指令転舵角も増加する。増加した指令転舵角に追従するように正常な系統の転舵モータが制御されるため、実転舵角が急増して車両挙動が急変するおそれがあった。

30

【0005】

本発明は上記問題に着目してなされたもので、その目的とするところは、車両挙動の急変を低減しつつステアバイワイヤ制御の続行を可能とした車両用操舵制御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】

上記目的を達成するため、本発明では、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段を備え、コントローラは、常判定手段で、複数の転舵のいずれの異常も検出されていない場合には、操舵角に基づき転舵モータに対する指令転舵角を演算すると共に、実転舵角が指令転舵角に一致する様に、複数の転舵モータを制御し、異常判定手段で、複数の転舵モータのいずれかの異常が検出された場合には、この異常となった転舵モータの駆動を禁止するとともに、実転舵角に指令転舵角と実転舵角との偏差を低減させる所定の角度である角度差低減量を加算して指令転舵角を演算して、実転舵角が指令転舵角に一致する様に、複数の転舵モータのうちの正常な転舵モータを制御することとした。

40

【発明の効果】

【0007】

よって、車両挙動の急変を低減しつつステアバイワイヤ制御の続行を可能とした車両用操舵制御装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 0 8 】

以下、本発明の車両用操舵制御装置を実現する最良の形態を、図面に示す実施例に基づいて説明する。

【 実施例 1 】

【 0 0 0 9 】

〔 システム構成 〕

実施例 1 につき説明する。図 1 は本願車両用操舵制御装置のシステム構成図である。車両用操舵制御装置は、操舵ハンドル（ステアリング）1、ステアリングシャフト 9 a、ピニオンシャフト 9 b、転舵輪 F L , F R、ラック 4、バックアップクラッチ 5、第 1、第 2 転舵モータ 6 a , 6 b、および第 1、第 2 転舵用コントローラ 1 1 a , 1 1 b、ピニオンギヤ 1 2 を有する。

10

【 0 0 1 0 】

ピニオンギヤ 1 2 はピニオンシャフト 9 b に結合されたギヤであり、ピニオンシャフト 9 b の回転に伴って回転する。ピニオンギヤ 1 2 とラック 4 とはギヤ機構により結合されており、ピニオンギヤ 1 2 の回転に伴ってラック 4 が軸方向に移動する、所謂ラック & ピニオン機構を形成している。

【 0 0 1 1 】

ラック 4 は軸方向移動によって転舵輪 F L , F R を転舵させる。第 1、第 2 転舵モータ 6 a , 6 b はピニオンシャフト 9 b を介して、又は直接ピニオンギヤ 1 2 に接続され、ピニオンギヤ 1 2 に回転トルクを付与する事により転舵輪 F L , F R を転舵駆動する。

20

【 0 0 1 2 】

本願車両用操舵制御装置はいわゆるステアバイワイヤシステムであって、通常時にはバックアップクラッチ 5 を開放してステアリングシャフト 9 a とピニオンシャフト 9 b との機械的接続を切断すると共に、電動モータである第 1、第 2 転舵モータ 6 a , 6 b によってラック 8 を軸方向移動させ、転舵輪 F L , F R の転舵を行う。

【 0 0 1 3 】

例えば第 1、第 2 転舵モータ 6 a , 6 b の双方共に駆動する事ができないフェール時には、バックアップクラッチ 5 を締結してステアリングシャフト 9 a とピニオンシャフト 9 b とを機械的に接続し、操舵ハンドル 1 の回転をラック 4 に機械的に伝達可能とする事により、操舵ハンドル 1 の操舵によるラック 4 の軸方向移動を可能とする。

30

【 0 0 1 4 】

ステアリングシャフト 9 a には操舵角センサ 2、トルクセンサ 3、反力モータ 4 が設けられている。これらはバックアップクラッチ 5 よりも操舵ハンドル 1 側に設けられている。

【 0 0 1 5 】

操舵角センサ 2、トルクセンサ 3 はそれぞれ運転者によって操舵ハンドル 1 に入力された操舵角 θ_h および操舵トルク T を検出し、操舵反力コントローラ 1 0 に出力する。また、第 1、第 2 転舵モータ角センサ 7 a , 7 b は転舵モータ角 θ_1 、 θ_2 を検出し、第 1、第 2 転舵用コントローラ 1 1 a , 1 1 b を介して操舵反力コントローラ 1 0 に出力される。

40

【 0 0 1 6 】

尚、転舵モータ角 θ_1 、 θ_2 と実際の転舵輪 F L , F R の転舵角（実転舵角 θ_m ）とはラック & ピニオン機構のギヤ比に応じて一意に定まる相関関係が有る為、転舵モータ角 θ_1 、 θ_2 に基づいて実転舵角 θ_m を検出する事が可能であり、以下では特に記載が無い限り実転舵角 θ_m は転舵モータ角 θ_1 、 θ_2 に基づいて算出されたものとする。

【 0 0 1 7 】

各コントローラ 1 0 , 1 1 a , 1 1 b はそれぞれ通信ライン 1 2 によって接続されて相互に通信可能とされ、操舵反力コントローラ 1 0 に入力された操舵トルク T 及び操舵角 θ_h は第 1、第 2 転舵用コントローラ 1 1 a , 1 1 b へ、第 1、第 2 転舵用コントローラ 1 1 a , 1 1 b に入力された転舵モータ角 θ_1 、 θ_2 は操舵反力コントローラ 1 0 へ、それ

50

ぞれ通信ライン 12 を介して入力される。

【0018】

操舵反力コントローラ 10 は、第 1、第 2 転舵モータ角センサ 7a, 7b により検出された転舵モータ角 θ_1 、 θ_2 に基づき（すなわち実転舵角 θ_m に基づき）操舵ハンドル 1 に付与する反力 T' を演算し、この反力 T' に基づき反力モータ 4 を駆動する。

また、反力モータ 4 の故障診断を行ない、反力モータ 4 の故障時にはバックアップクラッチ 5 を締結する。

【0019】

転舵用コントローラ 11a, 11b はシステムの正常時（バックアップクラッチ 5 の切断時）には、操舵角 θ_h に基づいて指令転舵角 θ_{odr} を算出し、算出した指令転舵角 θ_{odr} と転舵モータ角 θ_1 、 θ_2 （に基づいた実転舵角 θ_m ）とに基づき第 1、第 2 転舵モータ 6a, 6b の指令電流 I_{s1} , I_{s2} を演算し、第 1、第 2 転舵モータ 6a, 6b を駆動して転舵を行う。

【0020】

つまり、操舵角 θ_h に基づいて転舵角の目標値である指令転舵角 θ_{odr} を演算し、この指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差に基づいて第 1、第 2 転舵モータ 6a, 6b の指令電流 I_{s1} , I_{s2} を演算し、第 1、第 2 転舵モータ 6a, 6b を駆動する事により、指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m とが一致するように制御する角度制御を行っている。

【0021】

また、転舵モータ 6a, 6b の異常を検出する異常診断を行い、転舵モータ 6a, 6b の双方共に異常であればバックアップクラッチ 5 を締結する。

【0022】

なお、操舵角 θ_h に基づく指令転舵角 θ_{odr} の算出は、予め定められた操舵角 θ_h と指令転舵角 θ_{odr} との比率に基づいて算出する。この操舵角 θ_h と指令転舵角 θ_{odr} との比率は、例えば車速が高い場合には操舵角 θ_h に対する指令転舵角 θ_{odr} を小さく、車速が低い場合には操舵角 θ_h に対する指令転舵角 θ_{odr} を大きくする等、可変であっても良い。

【0023】

このようなシステムにおいては、第 1、第 2 転舵モータ 6a, 6b および反力モータ 4 が正常である正常時にはバックアップクラッチ 5 を解放して操舵ハンドル 1 に反力を付与するとともに、第 1、第 2 転舵モータ 6a, 6b の双方によって転舵を行うステアバイワイヤ制御を実行する。

【0024】

また、第 1、第 2 転舵モータ 6a, 6b のいずれか一方が正常で、且つ反力モータ 4 が正常である時にはバックアップクラッチ 5 を解放して操舵ハンドル 1 に反力を付与するとともに、第 1、第 2 転舵モータ 6a, 6b のいずれか異常が発生した方の駆動を禁止し（出力トルクを 0、すなわちフリーな状態とし）、正常な一方の転舵モータによって転舵を行うステアバイワイヤ制御を実行する。

【0025】

更に反力モータ 4 もしくは転舵モータ 6a, 6b の双方の転舵モータの異常が検出された際は、バックアップクラッチ 5 を締結すると共に反力モータ 4、転舵モータ 6a, 6b のトルク出力を停止し、操舵ハンドル 1 によって直接ラック 4 を駆動可能とし、運転者の操舵操作による転舵を可能とする。

【0026】

[片系統故障時における車両挙動安定化]

ある回転半径のカーブを一定操舵角、一定車速で走行中、転舵モータ 6a, 6b は路面反力と釣り合うトルクを出力している。このとき転舵モータ 6a, 6b のうち一方の系統が故障して所望のトルクを出力できなくなると、路面反力によって転舵輪 F_L , F_R が押し戻される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

そのため、転舵輪 F L , F R の実転舵角 θ_m は操舵角 θ_h に基づく指令転舵角 θ_{odr} よりも小さくなり、指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m とが乖離する。この乖離によって車両は運転者の所望する軌道からアウト側（カーブ外側）に外れることとなる。

【 0 0 2 8 】

所望の軌道に戻すために運転者が操舵ハンドル 1 を切り増すと指令転舵角 θ_{odr} も増加する。増加した指令転舵角 θ_{odr} に追従するように正常な系統が制御されるため、実転舵角 θ_m が急増して（すなわち、実転舵角 θ_m の変化量が大きくなり）車両挙動が急変するおそれがある。

【 0 0 2 9 】

すなわち、運転者が所望の軌道に戻すために操舵ハンドル 1 を切り増した場合、指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差は、路面反力によって転舵輪 F L , F R が押し戻された事によって発生した偏差に、更に運転者によって切り増された操舵角が加算される場合があり、指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差が大きくなる。この偏差を 0 とするように正常な系統の転舵モータが制御され、実転舵角の変化量が大きくなる。

【 0 0 3 0 】

したがって本願では、指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差（角度差）を徐々に低減させるように、転舵モータ 6 a , 6 b に対する指令転舵角 θ_{odr} にかえて、後述する最終指令転舵角 θ_{fin} を指令転舵角とする制御を行う。

【 0 0 3 1 】

すなわち、指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m とが乖離した場合、この乖離を少なくする方向に転舵モータ 6 a , 6 b に対し偏差（角度差）を低減する補正量（角度差低減量 a）を設定することにより最終指令転舵角 θ_{fin} を算出し、算出した最終指令転舵角 θ_{fin} と実転舵角 θ_m との偏差に基づいて転舵モータ 6 a , 6 b の制御を行う。角度差低減量 a は、図 2 の操舵速度 - 角度差低減量マップから求める。

【 0 0 3 2 】

図 2 では、角度差低減量 a を操舵ハンドル 1 に対する操舵速度の増大に伴って大きく設定している。切り増し時では操舵速度が大きいほど運転者は大きい転舵（大きく転舵量を変化させる事）を意図していると考えられるため、実転舵角 θ_m が大きく変化しても運転者に違和感を与えない。この為、角度差低減量 a を大きく設定して指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差（角度差）を極力すみやかに低減させるものである。

【 0 0 3 3 】

以下、転舵モータ 6 a , 6 b のいずれかが故障した際の指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m の関係につき、図 3 ~ 図 8 に示す想定される各パターンについて説明する。以降の実施例では指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差を角度差 $\Delta\theta_{odr}$ とする。

【 0 0 3 4 】

なお、転舵前、転舵後の指令転舵角をそれぞれ θ_{odr1} , θ_{odr2} とし、転舵後の推定実転舵角 $\theta_{m'}$ を以下の式で求める。また、 $\Delta\theta_{odr}$ は下記のとおり θ_{odr1} , θ_{odr2} の差分であり、右回り方向を正とする。

$$\Delta\theta_{odr} = \theta_{odr2} - \theta_{odr1} \cdots (1)$$

$$\theta_{m'} = \theta_m + \Delta\theta_{odr} \cdots (2)$$

【 0 0 3 5 】

（ 1 . 指令転舵角 $\theta_{odr} >$ 実転舵角 θ_m ）

（ 1 - 1 . 角度差増大 + 切り増し ）

図 3 は指令転舵角 $\theta_{odr} >$ 実転舵角 θ_m の状態で切り増しを行った場合の最終指令転舵角 θ_{fin} および角度差低減量 a を示す図である。なお、角度差低減量 a は常に正の値とする。

【 0 0 3 6 】

指令転舵角 $\theta_{odr} >$ 実転舵角 θ_m であり、かつ角度差が拡大する方向に指令転舵角 θ_{odr} が変化する場合、角度差低減量 a を推定実転舵角 $\theta_{m'}$ に加算し、最終指令転舵角

10

20

30

40

50

θ_{fin} を求める。

$$\begin{aligned}\theta_{fin} &= \theta_{m'} + a \\ &= \theta_m + \Delta\theta_{odr} + a \cdots (1-1)\end{aligned}$$

【0037】

(1-2. 角度差減少 + 切り戻し)

指令転舵角 θ_{odr} > 実転舵角 θ_m の状態で切り戻しが行われた場合、切り戻しによって指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m を跨いで変化するか否かによって場合分けを行う。

尚、指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m を跨いで変化するとは、運転者の切り戻しや切り増し操舵によって、指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m 未満の値から実転舵角 θ_m より大きな値に変化する場合、若しくは実転舵角 θ_m より大きな値から実転舵角 θ_m 未満の値に変化する場合を意味し、これらを以下では「指令転舵角が実転舵角を跨ぐ」と記載する。

【0038】

(1-2-1. θ_{odr2} が θ_m を跨ぐ場合)

図4は、切り戻しによって指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m を跨ぐ場合を示す図である。すなわち、切り戻し前の指令転舵角 θ_{odr1} が切り戻し前の実転舵角 θ_m より大きく、切り戻し後の指令転舵角 θ_{odr2} が切り戻し前の実転舵角 θ_m 未満の値となる場合を表わしている。切り戻しによって操舵前の指令転舵角 θ_{odr1} と実転舵角 θ_m との角度差が減少する方向に変化する。

【0039】

その際、操舵後の指令転舵角 θ_{odr2} が実転舵角 θ_m を跨いで変化する、上記(2)式に基づき演算される推定実転舵角 $\theta_{m'}$ は、切り戻し後の指令転舵角 θ_{odr2} よりも中立側に位置することとなる。

【0040】

ここで、切り戻し後の推定実転舵角 $\theta_{m'}$ と指令転舵角 θ_{odr2} との角度差を低減するため、推定実転舵角 $\theta_{m'}$ に角度差低減量 a を加算して最終指令転舵角 θ_{fin} を算出する。なお、切り戻しであるため $\Delta\theta_{odr}$ は負の値である。

$$\begin{aligned}\theta_{fin} &= \theta_{m'} + a \\ &= \theta_m + \Delta\theta_{odr} + a \cdots (3)\end{aligned}$$

【0041】

しかし角度差低減量 a の値が過大であると、最終指令転舵角 θ_{fin} の値が切り戻し後の指令転舵角 θ_{odr2} よりも大きくなってしまふ。

【0042】

切り戻し後の指令転舵角 θ_{odr2} は運転者の切り戻し操舵角に対応するため、最終指令転舵角 θ_{fin} がこの θ_{odr2} よりも大きいと、切り戻し前の指令転舵角 θ_{odr1} と最終指令転舵角 θ_{fin} との差分である切り戻し量が過少となり、操舵角変化に対する実際の転舵角 θ_m の変化量が小さく、運転者に違和感を与えることとなる。

【0043】

したがって、運転者の操舵によって指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m を跨ぐ場合は角度差低減量 a に上限値を設けることとする。これにより最終指令転舵角 θ_{fin} の値が切り戻し後の指令転舵角 θ_{odr2} よりも大きくなることを防止し、切り戻し量が過少となることを防ぐ。よって運転者に与える違和感を低減する。

【0044】

運転者に違和感を与えないためには、最終指令転舵角 θ_{fin} の許容範囲を

$$\text{推定実転舵角 } \theta_{m'} < \theta_{fin} < \text{切り戻し後指令転舵角 } \theta_{odr2}$$

の範囲に限定する必要がある。したがって、最終指令転舵角 θ_{fin} と切り戻し後の指令転舵角 θ_{odr2} の関係が

$$\theta_{fin} < \theta_{odr2} \cdots (4)$$

となればよい。

【0045】

10

20

30

40

50

ここで、上記式 (3) から

$$\theta_{fin} = \theta_m + \Delta\theta_{odr} + a < \theta_{odr2}$$

上記式 (1) から

$$\theta_{odr2} = \theta_{odr1} + \Delta\theta_{odr}$$

【0046】

これにより、上記式 (4) を用いて

$$\theta_m + \Delta\theta_{odr} + a < \theta_{odr1} + \Delta\theta_{odr}$$

$$a < \theta_{odr1} - \theta_m$$

したがって、角度差低減量 a の上限値 a_{max} は

$$a_{max} = \theta_{odr1} - \theta_m \cdots (1-2-1)$$

10

となる。

【0047】

(1-2-2. θ_{odr2} が θ_m を跨がない場合)

図5は、切り戻しによっても指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m を跨がない場合を示す図である。図3とは異なり、切り戻し後の指令転舵角 θ_{odr2} は切り戻し前の実転舵角 θ_m よりも大きいため、最終指令転舵角 θ_{fin} は切り戻し前の実転舵角 θ_m よりも中立側であれば運転者に違和感を与えることはない。

【0048】

したがって、この場合における最終指令転舵角 θ_{fin} の許容範囲は

$$\text{推定実転舵角 } \theta_{m'} < \theta_{fin} < \text{切り戻し前実転舵角 } \theta_m$$

20

上記 (3) 式を用いて

$$\theta_{fin} = \theta_m + \Delta\theta_{odr} + a < \theta_m$$

【0049】

したがって

$$a < -\Delta\theta_{odr}$$

角度差低減量 a は常に正であり、切り戻し時における $\Delta\theta_{odr}$ は負であるから、 a の上限値 a_{max} は

$$a_{max} = |\Delta\theta_{odr}| \cdots (1-2-2)$$

となる。

【0050】

30

(2. 実転舵角 $\theta_m >$ 指令転舵角 θ_{odr})

(2-1. 角度差減少 + 切り増し)

実転舵角 $\theta_m >$ 指令転舵角 θ_{odr} の状態で切り増しが行われた場合についても、上記 (1-2) と同様に指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m を跨いで変化するか否かによって場合分けを行う。

【0051】

(2-1-1. θ_{odr2} が θ_m を跨ぐ場合)

図6は、切り増しによって指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m を跨ぐ場合を示す図である。実転舵角 $\theta_m >$ 指令転舵角 θ_{odr1} であるため、切り増しによって操舵前の指令転舵角 θ_{odr1} と実転舵角 θ_m との角度差が減少する方向に変化する。

40

【0052】

その際、操舵によって指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m を跨いで変化する (操舵後の指令転舵角 θ_{odr2} が実転舵角 θ_m より大きくなる) と、上記 (2) 式に基づき演算される推定実転舵角 $\theta_{m'}$ は、切り増し後の指令転舵角 θ_{odr2} よりも大きくなる。

【0053】

切り増し後の推定実転舵角 $\theta_{m'}$ と指令転舵角 θ_{odr2} との角度差を低減するため、推定実転舵角 $\theta_{m'}$ から角度差低減量 a を減じて最終指令転舵角 θ_{fin} を算出する。切り増しであるため $\Delta\theta_{odr}$ は正の値である。

$$\begin{aligned} \theta_{fin} &= \theta_{m'} + a \\ &= \theta_m + \Delta\theta_{odr} - a \cdots (6) \end{aligned}$$

50

【0054】

ここで角度差低減量 a の値が過大であると、推定実転舵角 $\theta m'$ からの減算量が大きくなりすぎて最終指令転舵角 θfin が切り増し後の指令転舵角 $\theta odr2$ よりも小さくなってしまふ。指令転舵角 $\theta odr2$ は運転者の切り増し操舵角に対応するため、最終指令転舵角 θfin がこの $\theta odr2$ よりも小さいと、切り増し前の指令転舵角 $\theta odr1$ と最終指令転舵角 θfin との差分である切り増し量が過少となって運転者に違和感を与える。

【0055】

したがって、上記(1-2)と同様、操舵後の指令転舵角 $\theta odr2$ が実転舵角 θm を跨ぐ場合は角度差低減量 a に上限値を設けることとする。これにより最終指令転舵角 θfin の値が切り増し後の指令転舵角 $\theta odr2$ よりも小さくなることを防止し、運転者に与える違和感を低減する。

10

【0056】

運転者に違和感を与えない最終指令転舵角 θfin の許容範囲は

切り増し後指令転舵角 $\theta odr2 < \theta fin < \text{推定実転舵角 } \theta m'$

となる。したがって、最終指令転舵角 θfin と切り増し後の指令転舵角 $\theta odr2$ の関係が

$$\theta fin > \theta odr2 \cdots (7)$$

となればよい。

【0057】

20

ここで、上記(6)式を用いて

$$\theta fin = \theta m + \Delta \theta odr - a > \theta m'$$

(2)式より

$$\theta m' = \theta m + \Delta \theta odr$$

したがって

$$\theta m + \Delta \theta odr - a > \theta m + \Delta \theta odr$$

$$a < -\Delta \theta odr + \theta m$$

【0058】

角度差低減量 a は常に正であるため

$$a_{max} = |\Delta \theta odr - \theta m| \cdots (2-1-1)$$

30

となる。

【0059】

(2-1-2. $\theta odr2$ が θm を跨がない場合)

図7は、切り増しによって指令転舵角 θodr が実転舵角 θm を跨がない場合を示す図である。図6とは異なり、最終指令転舵角 θfin は切り増し前の実転舵角 θm よりも大きければ運転者に違和感を与えることはない。

【0060】

したがって、この場合における最終指令転舵角 θfin の許容範囲は

切り戻し前実転舵角 $\theta m < \theta fin < \text{推定実転舵角 } \theta m'$

上記(6)式を用いて

$$\theta m < \theta fin = \theta m + \Delta \theta odr - a$$

40

【0061】

したがって

$$a < \Delta \theta odr$$

角度差低減量 a は常に正であるから、 a の上限値 a_{max} は

$$a_{max} = |\Delta \theta odr| \cdots (2-1-2)$$

となる。

【0062】

(2-2. 角度差増大 + 切り戻し)

図8は、実転舵角 $\theta m > \text{指令転舵角 } \theta odr$ の状態で切り戻しが行われた場合の図であ

50

る。この場合、最終指令転舵角 θ_{fin} が切り戻し後の指令転舵角 θ_{odr2} よりも大きければ、運転者に違和感を与えることはない。したがって

$$\theta_{fin} > \theta_{odr2}$$

【0063】

上記(6)式から

$$\theta_{fin} = \theta_m + \Delta\theta_{odr} - a > \theta_{odr2}$$

上記(2)式を用いて θ_{odr2} を代入し

$$\theta_m + \Delta\theta_{odr} - a > \theta_{odr1} + \Delta\theta_{odr}$$

【0064】

したがって

$$a < \theta_m - \theta_{odr1}$$

角度差低減量 a は常時正であるから

$$a_{max} = |\theta_m - \theta_{odr1}|$$

となる。

【0065】

以上、各パターンをまとめると、角度差が減少する方向に操舵が行われ、かつ操舵によって指令転舵角 θ_{odr} が、転舵前の実転舵角 θ_m を跨がない場合は

$$\text{角度差低減量 } a_{max} = |\Delta\theta_{odr}|$$

跨ぐ場合は

$$\text{角度差低減量 } a_{max} = |\theta_{odr1} - \theta_m|$$

となる。

【0066】

すなわち、最終指令転舵角 θ_{fin} が変化する方向は、転舵後の指令転舵角 θ_{odr2} に対して操舵角 θ_h の変化方向と同一方向のみである。角度差低減量 a に上限値を設け、最終指令転舵角 θ_{fin} を必ず転舵後の指令転舵角 θ_{odr2} に対し運転者の操舵方向側に位置させることで、運転者に与える違和感を低減する。

【0067】

[操舵遅れ低減制御処理]

図9は角度差低減量 a の付加による操舵遅れ低減制御のフローチャートである。以下、各ステップにつき説明する。

【0068】

ステップS1では車速 V_I 、操舵角 θ_h 、実転舵角 θ_m を読み込み、ステップS2へ移行する。

【0069】

ステップS2では操舵角 θ_h に基づき指令転舵角 θ_{odr1} を演算し、ステップS3へ移行する。

【0070】

ステップS3では操舵角 θ_h に基づき操舵速度 ω を演算し、ステップS4へ移行する。

【0071】

ステップS4では第1、第2転舵モータ6a, 6bのいずれかが故障したかどうかを判断され、YESであればステップS5へ移行し、NOであればステップS10へ移行する。

【0072】

ステップS5では第1、第2転舵モータ6a, 6bのうち異常なモータを遮断し、ステップS6へ移行する。

【0073】

ステップS6では指令転舵角 θ_{odr1} と実転舵角 θ_m の差分が所定値 θ_o 以上かが判断され、YESであればステップS7へ移行し、NOであればステップS10へ移行する。なお、差分は絶対値を取るものとし、所定値 θ_o は $2^\circ \sim 3^\circ$ とする。

【0074】

10

20

30

40

50

ステップ S 7 では後述のステップ S 1 2 で立てられるフラグ（最終指令転舵角 θ_{fin} = 実転舵角 θ_m とした際に立てるフラグ）が立っているかどうか判断され、YES であればステップ S 8 へ移行し、NO であればステップ S 1 2 へ移行する。

【0075】

ステップ S 8 では操舵中（操舵ハンドル 1 の切り増しまたは切り戻し）かどうか判断され、YES であればステップ S 9 へ移行し、NO であれば制御を終了する。

切り増しまたは切り戻しではない保舵中は実転舵角 θ_m を保持し、切り増しまたは切り戻しの操舵中のみステップ S 9 に進んで指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差を低減させる。

これにより、非操舵時に指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との角度差を低減する制御が介入することを回避し、運転者に違和感を与えることを防止する。

10

【0076】

ステップ S 9 では、転舵前指令転舵角 $\theta_{odr1} >$ 転舵前実転舵角 θ_m であるかどうか判断され、YES であればステップ S 1 4 へ移行し、NO であればステップ S 1 6 へ移行する。

【0077】

ステップ S 1 0 では最終指令転舵角 θ_{fin} = 現在の指令転舵角 θ_{odr} とし、ステップ S 1 1 へ移行する。

【0078】

ステップ S 1 1 ではステップ S 1 3 で立てられるフラグをクリアし、制御を終了する。

20

【0079】

ステップ S 1 2 では最終指令転舵角 θ_{fin} = 実転舵角 θ_m とし、制御を終了する。

【0080】

ステップ S 1 3 では最終指令転舵角 θ_{fin} = 実転舵角 θ_m とした際に立てるフラグを立て、制御を終了する。

【0081】

ステップ S 1 4 では $\theta_{odr1} > \theta_m$ の場合における角度差低減量 a を演算し、ステップ S 1 5 へ移行する。

【0082】

ステップ S 1 5 では、 $\theta_{odr1} > \theta_m$ の場合における最終指令転舵角 θ_{fin} を演算し、制御を終了する。

30

【0083】

ステップ S 1 6 では $\theta_{odr1} < \theta_m$ の場合における角度差低減量 a を演算し、ステップ S 1 7 へ移行する。

【0084】

ステップ S 1 7 では $\theta_{odr1} < \theta_m$ の場合における最終指令転舵角 θ_{fin} を演算し、制御を終了する。

【0085】

[操舵制御の経時変化]

図 1 0 は比較例、図 1 1 は本願における操舵制御のタイムチャートである。

40

（比較例）

（時刻 t_1 ）

時刻 t_1 において異常が発生し、第 1、第 2 転舵モータ 6 a, 6 b のいずれかが故障する。このため、路面反力に対し転舵トルクが不十分となり、指令転舵角 θ_{odr} は一定値であるにもかかわらず実転舵角 θ_m が減少する。ヨーレイトは遅れて追従する。

【0086】

（時刻 t_2 ）

時刻 t_2 において実転舵角 θ_m を指令転舵角 θ_{odr} に追従させる制御が行われ、実転舵角 θ_m が上昇する。

【0087】

50

(時刻 t_3)

時刻 t_3 において運転者による切り増しが行われ、指令転舵角 θ_{odr} および実転舵角 θ_m が上昇する。

【0088】

(時刻 t_4)

時刻 t_4 において切り増しから切り戻しに切り替わる。

【0089】

(時刻 t_5)

時刻 t_5 において保舵状態となる。時刻 $t_1 \sim t_5$ にかけて、ヨーレイトは実転舵角 θ_m に対し遅れて追従する。

10

【0090】

(本願)

(時刻 t_{11})

時刻 t_{11} において異常が発生し、第1、第2転舵モータ $6a$ 、 $6b$ のいずれかが故障する。このため、路面反力に対し転舵トルクが不十分となり、指令転舵角 θ_{odr} は一定値であるにもかかわらず実転舵角 θ_m が減少する。ヨーレイトは遅れて追従する。

指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との角度差(差分)が θ_0 以上となった場合、角度差を低減するための制御が実行される(図9:ステップS6以降)。

【0091】

(時刻 t_{12})

時刻 t_{12} において運転者により保舵状態とされる。また、時刻 t_{12} において第1、第2転舵モータ $6a$ 、 $6b$ のいずれかの異常が確定し、図9にしたがって角度差低減制御が行われる。これにより最終指令転舵角 θ_{fin} と実転舵角 θ_m との偏差が低減される。

20

【0092】

(時刻 t_{13})

時刻 t_{13} において運転者による切り増しが行われる。

【0093】

(時刻 t_{14})

時刻 t_{14} において運転者による保舵が行われる。

【0094】

(時刻 t_{15})

時刻 t_{15} において運転者による切り戻しが行われる。

30

【0095】

[実施例1の効果]

(1) 運転者が操舵可能な操舵ハンドル1と、

操舵ハンドル1と機械的に切り離された転舵輪 FL 、 FR と、

転舵輪 FL 、 FR に転舵トルクを付与する複数の転舵モータ $6a$ 、 $6b$ と、

転舵モータ $6a$ 、 $6b$ を制御する転舵用コントローラ $11a$ 、 $11b$ と、

操舵ハンドル1の操舵角 θ_h を検出する操舵角検出手段(操舵角センサ2)と、

転舵輪 FL 、 FR の転舵角である実転舵角 θ_m を検出する転舵角検出手段(転舵モータ角センサ $7a$ 、 $7b$)と、

40

複数の転舵モータ $6a$ 、 $6b$ の異常を判定する異常判定手段(ステップS4)とを備えた車両用操舵制御装置において、

転舵用コントローラ $11a$ 、 $11b$ は、

異常判定手段で、複数の転舵のいずれの異常も検出されていない場合には、操舵角 θ_h に基づき転舵モータ $6a$ 、 $6b$ に対する指令転舵角 θ_{odr} を演算すると共に、実転舵角 θ_m が指令転舵角 θ_{odr} に一致する様に、複数の転舵モータ $6a$ 、 $6b$ を制御し、

異常判定手段で、複数の転舵モータ $6a$ 、 $6b$ のいずれかの異常が検出された場合には、この異常となった転舵モータ $6a$ 、 $6b$ の駆動を禁止するとともに、実転舵角 θ_m に指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差を低減させる所定の角度である角度差低減量 a

50

を加算して指令転舵角 θ_{odr} を演算して、実転舵角 θ_m が指令転舵角 θ_{odr} に一致するように、複数の転舵モータ 6 a , 6 b のうちの正常な転舵モータを制御することとした。

【0096】

これにより、複数の転舵モータ 6 a , 6 b のうち 1 つが異常となって所望の転舵トルクを出力できないことにより、路面反力によって転舵輪 F L , F R が押し戻されて運転者が操舵ハンドル 1 を急に操舵した場合であっても、指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差（角度差）が低減される。

よって、運転者が操舵ハンドル 1 を急に切り増しや切り戻しを行った場合であっても、実転舵角 θ_m の急変を抑制して車両挙動を安定させることができる。

【0097】

（2）転舵用コントローラ 11 a , 11 b は、異常判定手段で複数の転舵モータ 6 a , 6 b のいずれかの異常が検出された場合に、運転者による保舵中は実転舵角 θ_m を保持し、運転者による操舵中のみ、実転舵角 θ_m に指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差を低減させる角度差低減量 a を加算して指令転舵角 θ_{odr} を演算することとした。

【0098】

これにより、正常なモータの指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との角度差を確実に低減することができる。また、非操舵時に指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との角度差を低減する制御が介入することを回避し、運転者に違和感を与えることを防止できる。

【0099】

（3）角度差低減量 a は、操舵ハンドル 1 に対する操舵速度 ω の増大に伴って大きく設定されることとした。

【0100】

切り増し時では操舵速度が大きいほど運転者は大きい転舵を意図しているため、角度差低減量 a を大きく設定して指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との角度差をすみやかに低減させることができる。

【0101】

（5）転舵用コントローラ 11 a , 11 b は、操舵角 θ_h の変化方向と同一方向に指令転舵角 θ_{odr} が変化するように実転舵角 θ_m に角度差低減量 a を加算することとした。

【0102】

指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との角度差をすみやかに低減させるためには最終指令転舵角 θ_{fin} を転舵後の指令転舵角 θ_{odr2} よりも転舵前の指令転舵角 θ_{odr1} 側に变化させることが望ましい場合があるが、その場合運転者に違和感を与えるおそれがある。

したがって角度差低減量 a に上限値を設け、最終指令転舵角 θ_{fin} を必ず転舵後の指令転舵角 θ_{odr2} に対し運転者の操舵方向側に位置させることで、運転者に与える違和感を低減することができる。

【0103】

（6）転舵用コントローラ 11 a , 11 b は、運転者の操舵操作によって指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との偏差が増大する方向に指令転舵角 θ_{odr} が変化し、かつ運転者の操舵操作によって指令転舵角 θ_{odr} が実転舵角 θ_m より小さい値から大きな値、若しくは実転舵角 θ_m より大きな値から小さな値に変化する場合、角度差低減量 a の上限値を設定することとした。

【0104】

これにより、最終指令転舵角 θ_{fin} を必ず転舵後の指令転舵角 θ_{odr2} に対し運転者の操舵方向側に位置させることが可能となり、運転者に与える違和感を確実に低減することができる。

【実施例 2】

【0105】

実施例 2 につき説明する。基本構成は実施例 1 と同様である。実施例 1 では角度差低減量 a を操舵速度に基づき算出したが（図 2 参照）、実施例 2 では車速に基づき算出する点

10

20

30

40

50

で異なる。

【0106】

図12は車速 - 角度差低減量 a のマップである。また、図13は車速 - ヨーレイトゲインマップである。車速 - ヨーレイトゲインマップの関数は、車速 - 角度差低減量 a のマップの逆関数である。

【0107】

図13により車速の増大に伴ってヨーレイトを増大させるヨーレイトゲインを設定する。この場合、操舵入力に対する車両挙動変化はヨーレイトゲインによって変化するため、図12ではヨーレイトゲインが小さく、ヨーレイトによる車両挙動変化が小さい低車速領域で角度差低減量 a を大きく設定する。

10

【0108】

角度差低減量 a およびヨーレイトは、ともに値の増加によって車両挙動変化の増大を招くため、ヨーレイトの小さい低車速領域で角度差低減量 a を大きく設定し、ヨーレイトの小さい高車速領域で角度差低減量 a を小さく設定することで、角度差低減量 a の値を確保しつつ車両挙動の急変を回避する。

【0109】

[実施例2の効果]

(4) 角度差低減量 a は、操舵ハンドル1の操舵角 θ_h の変化に対する車両のヨーレイト変化であるヨーレイトゲインが小さい程大きく設定されることとした。

【0110】

20

ヨーレイトが小さいほど転舵時における車両挙動の変化も小さいため、ヨーレイトに基づくゲインが小さいときは角度差低減量 a を大きく設定した場合であっても車両挙動は小さく抑制される。したがって、角度差低減量 a を大きく設定し、指令転舵角 θ_{odr} と実転舵角 θ_m との角度差をすみやかに低減させることができる。

【0111】

[他の実施例]

以上、本発明を実施するための最良の形態を実施例に基づいて説明してきたが、本発明の具体的な構成は各実施例に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても、本発明に含まれる。

【図面の簡単な説明】

30

【0112】

【図1】本願車両用操舵制御装置のシステム構成図である。

【図2】操舵速度 - 角度差低減量マップである。

【図3】指令転舵角 > 実転舵角の状態で切り増しを行った場合の図である。

【図4】切り戻しによって操舵後の指令転舵角が実転舵角を跨ぐ場合を示す図である。

【図5】切り戻しによっても操舵後の指令転舵角が実転舵角を跨がない場合を示す図である。

【図6】実転舵角 > 指令転舵角の状態で切り増しが行われた場合であって、切り増しによって操舵後の指令転舵角が実転舵角を跨ぐ場合を示す図である。

【図7】切り増し後の指令転舵角が実転舵角を跨がない場合を示す図である。

40

【図8】実転舵角 > 指令転舵角の状態で切り戻しが行われた場合の図である。

【図9】操舵遅れ低減制御のフローチャートである。

【図10】比較例における操舵制御のタイムチャートである。

【図11】本願における操舵制御のタイムチャートである。

【図12】実施例2における車速 - 角度差低減量マップである。

【図13】実施例2における車速 - ヨーレイトゲインマップである。

【符号の説明】

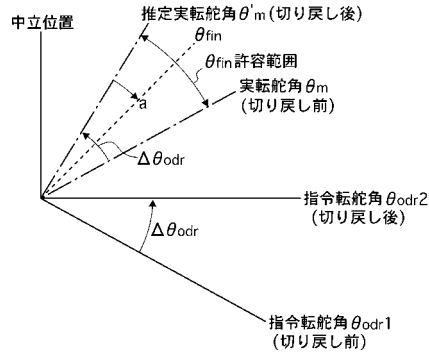
【0113】

- 1 操舵ハンドル
- 2 操舵角センサ（操舵角検出手段）

50

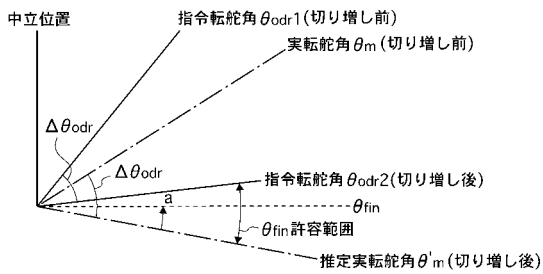
【図 5】

- 1、 $\theta_{odr1} > \theta_m$
 1-2、角度差減少+切り戻し
 1-2-2、 $\Delta\theta_{odr}$ が θ_m をまたがない場合 ($|\Delta\theta_{odr}| < \theta_{odr1} - \theta_m$)

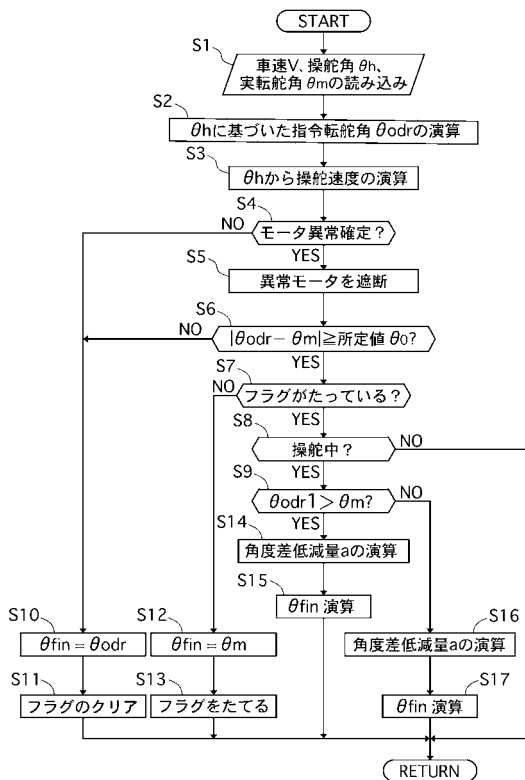


【図 6】

- 2、 $\theta_{odr} < \theta_m$
 2-1、角度差減少+切り増し
 2-1-1、 $\Delta\theta_{odr}$ が θ_m をまたぐ場合 ($|\Delta\theta_{odr}| > |\theta_{odr1} - \theta_m|$)

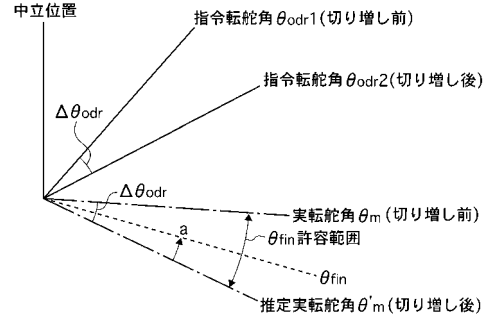


【図 9】



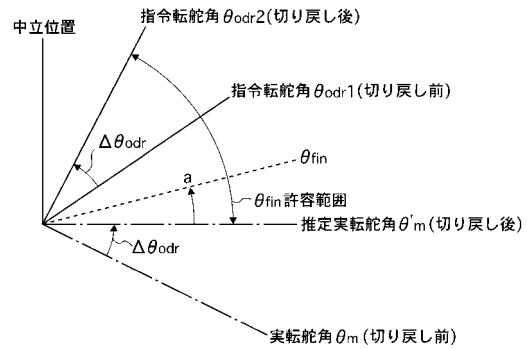
【図 7】

- 2、 $\theta_{odr1} < \theta_m$
 2-1、角度差減少+切り増し
 2-1-2、 $\Delta\theta_{odr}$ が θ_m をまたがない場合 ($|\Delta\theta_{odr}| > |\theta_{odr1} - \theta_m|$)

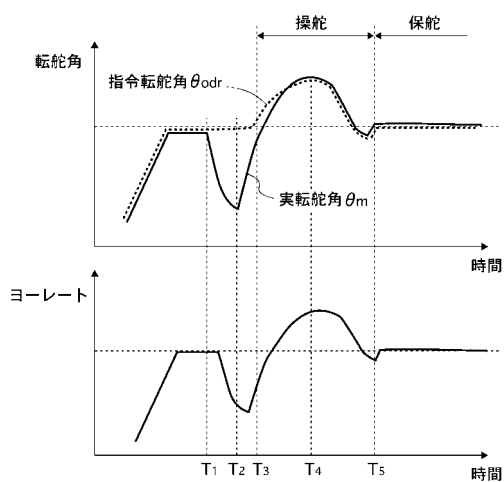


【図 8】

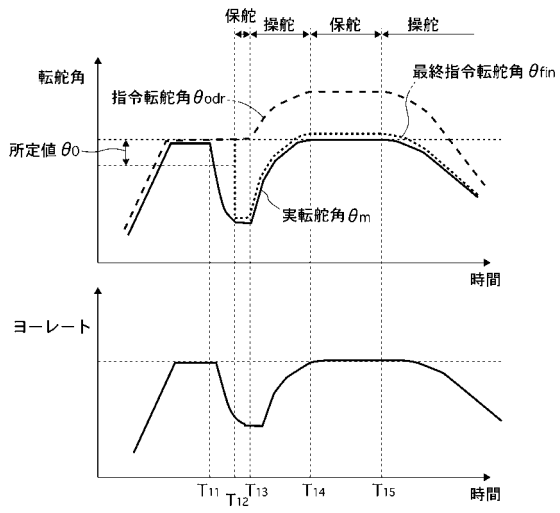
- 2、 $\theta_{odr1} < \theta_m$
 2-2、角度差増大+切り戻し



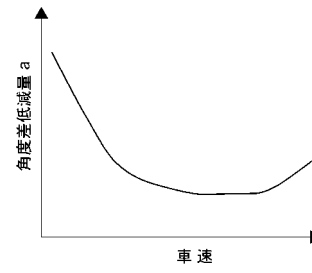
【図 10】



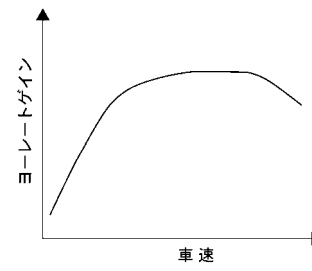
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



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 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00	
B 6 2 D 137/00 (2006.01)	B 6 2 D 137:00	

(72)発明者 笠原 敏明

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

日産自動車株式会社内

F ターム(参考) 3D232 CC34 CC37 CC38 CC40 DA03 DA04 DA15 DA20 DA23 DA33
DA63 DC33 DC34 DC35 DD02 DD05 EA01 EB04 EC22 EC37
GG01
3D233 CA02 CA13 CA16 CA17 CA18 CA20 CA21 CA31 CA35 MA02
MA03