

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5251028号
(P5251028)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月26日(2013.4.26)

(51) Int. Cl. F 1
B 6 2 D 6/00 (2006.01) B 6 2 D 6/00
 B 6 2 D 5/04 (2006.01) B 6 2 D 5/04
 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

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-201483 (P2007-201483)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成19年8月2日(2007.8.2)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2009-35147 (P2009-35147A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成21年2月19日(2009.2.19)	(74) 代理人	100119644
審査請求日	平成22年7月28日(2010.7.28)		弁理士 綾田 正道
		(72) 発明者	今村 昌幸
			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	種田 友明
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用操舵制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

目標転舵角に応じて操向輪の転舵角に対するハンドルの操舵角の比であるステアリングギア比を可変するギア比可変アクチュエータを備えた車両用操舵制御装置において、

運転者の操舵力を検出する操舵力検出手段と、

前記操向輪の実際の転舵角である実転舵角を検出する転舵角検出手段と、

前記目標転舵角と実転舵角との偏差が所定値以下、かつ、操舵力の減少量が所定量以上である場合、自励振動が発生する状況であると判断する自励振動発生判断手段と、

自励振動が発生する状況であると判断された場合、前記目標転舵角を実転舵角として前記ギア比可変アクチュエータの回転角指令値の変化を制限する自励振動抑制制御手段と、
を備え、

前記自励振動抑制制御手段は、前記回転角指令値の変化の制限中に前記目標転舵角と実転舵角とが一致した場合、前記回転角指令値の変化の制限を解除すること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、

前記自励振動抑制制御手段は、自励振動が発生する状況であると判断されてから所定時間経過後に前記回転角指令値の変化の制限を解除することを特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項3】

目標転舵角に応じて操向輪の転舵角に対するハンドルの操舵角の比であるステアリングギア比を可変するギア比可変アクチュエータを備えた車両用操舵制御装置において、

前記目標転舵角と実際の転舵角である実転舵角との偏差が所定値以下、かつ、運転者の操舵力の減少量が所定量以上である場合、自励振動が発生する状況であると判断し、前記目標転舵角を実転舵角として前記ギア比可変アクチュエータの回転角指令値の変化を制限し、当該回転角指令値の変化の制限中に前記目標転舵角と実転舵角とが一致した場合、前記回転角指令値の変化の制限を解除すること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、操向輪の転舵角に対するハンドルの操舵角の比であるステアリングギア比を可変する車両用操舵制御装置の技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

この種の車両用操舵制御装置としては、操舵速度に比例してギア比可変アクチュエータのモータ目標駆動速度を制御することで、ハンドルが切り返し操舵された際のモータ慣性に起因する転舵角のオーバーシュートを抑制するものが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開平11-310147号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ギア比可変アクチュエータは、ハンドルの中間シャフト上に配置されており、ハンドルを支持点としてトルクを発生しているため、モータがトルクを発生している状態からハンドル手放しにより運転者の操舵力が小さくなると、モータの支持力が小さくなり、モータの回転角指令値と実際の回転角である実回転角との偏差が振動的に変化する、いわゆる自励振動が発生する。

【0004】

この現象は、操舵速度が変化する前の段階で発生することから、操舵速度に応じてモータを速度制御する上記従来技術では、操舵力の減少に伴う自励振動を防止することができなかつた。加えて、モータの支持力が小さくなっている場合、モータの速度制御を行うことは困難である。

【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、ハンドルの手放し等、操舵力の減少に伴うギア比可変アクチュエータの自励振動を抑制することができる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、目標転舵角と実転舵角との偏差が所定値以下、かつ、操舵力の減少量が所定量以上である場合、自励振動が発生する状況であると判断し、目標転舵角を実転舵角としてギア比可変アクチュエータの回転角指令値の変化を制限し、当該回転角指令値の変化の制限中に目標転舵角と実転舵角とが一致した場合、回転角指令値の変化の制限を解除する。

【発明の効果】

【0007】

本発明では、操舵力の減少に伴い自励振動が発生する状況となったとき、ギア比可変アクチュエータの回転角指令値の変化を制限するため、回転角指令値と実回転角（実際の回転角）との偏差が振動的に変化するのを抑制することができる。

この結果、ハンドルの手放し等、操舵力の減少に伴うギア比可変アクチュエータの自励

10

20

30

40

50

振動を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、実施例1～3に基づいて説明する。

【実施例1】

【0009】

まず、構成を説明する。

図1は、実施例1の車両用操舵制御装置の全体システム図である。

ハンドル10と前輪(操舵輪)11, 11を転舵する前輪操舵機構12とを連結するコラムシャフト13には、操舵角センサ1と前輪操舵アクチュエータ(ギア比可変アクチュエータ)5と操舵力センサ(操舵力検出手段)6とが設けられている。

10

【0010】

前輪操舵アクチュエータ5は、例えば、モータと減速器等により構成され、コラムシャフト13に、減速器を介してモータの出力軸が連結されている。この前輪操舵アクチュエータ5は、コントローラ14からの電流指令値により、コラムシャフト13を介して入力される回転を可変ギア比により減速して前輪操舵機構12のステアリングギアへ出力するもので、これにより、前輪11, 11の舵角に対するハンドル10の操舵角の比であるステアリングギア比を、操舵角や車速に応じて可変に制御する。

【0011】

図2は、実施例1のコントローラ14の制御ブロック図であり、コントローラ14は、操舵制御コントローラ3と、前輪操舵コントローラ4とから構成される。

20

操舵制御コントローラ3は、操舵角センサ1からの運転者操舵角と車速センサ2からの車体速とに基づいて、目標前輪舵角(目標転舵角)を演算する。前輪操舵コントローラ4は、目標前輪舵角に対して実際の前輪舵角である実前輪舵角(実転舵角)を一致させるように前輪操舵アクチュエータ5のモータに送る電流を制御する。

【0012】

操舵制御コントローラ3は、目標値生成部31と、目標出力値生成部32と、ロジック開始・解除判断部(自励振動発生判断手段)33と、制御切り替え部(自励振動抑制制御手段)34と、を備えている。

目標値生成部31は、操舵角センサ1からの運転者操舵角と車速センサ2からの車体速とに基づいて目標ヨーレートを生成する。生成した目標ヨーレートは、目標出力値生成部32へ出力される。目標出力値生成部32は、目標値生成部31からの目標ヨーレートに基づいて、目標前輪舵角演算値を生成する。

30

【0013】

図3は、実施例1の目標値生成部31の制御ブロック図であり、目標値生成部31は、車両モデル演算部311と、目標値演算部312とを備えている。車両モデル演算部311は、運転者操舵角と車体速とに基づき、2輪モデルを用いて車両パラメータを演算する。演算された車両パラメータは、目標値演算部312へ出力される。目標値演算部312は、操舵角と車体速と車両パラメータとに基づいて、車両の目標ヨーレートを決定する。

【0014】

ロジック開始・解除判断部33は、操舵力センサ6からの操舵力(操舵トルク)と、目標出力値生成部32からの目標前輪舵角と、前輪操舵アクチュエータ5の実前輪舵角とに基づいて、自励振動が発生する状況であるか否かを判断し、自励振動が発生する状況であると判断した場合、制御切り替え部34に制御フラグ=1を出力し、自励振動が発生する状況ではないと判断した場合、制御切り替え部34に制御フラグ=0を出力する。

40

【0015】

制御切り替え部34は、制御フラグ=0の場合、目標出力値生成部32の出力である目標前輪舵角演算値を目標前輪舵角として前輪操舵コントローラ4へ出力する。一方、制御フラグ=1の場合、実前輪舵角を目標前輪舵角として前輪操舵コントローラ4へ出力する。制御フラグ=1の場合、自励振動の発生を抑制する自励振動抑制制御が実行される。

50

【 0 0 1 6 】

前輪操舵コントローラ 4 は、目標前輪舵角と実前輪舵角との偏差に基づいて、前輪操舵アクチュエータ 5 を駆動するPWM(Pulse Width Modulation)信号のデューティ指令値(デューティ比)を演算し、演算されたデューティ指令値に基づいて前輪操舵アクチュエータ 5 へ供給する電力(電流指令値)を制御する。ここで、実施例 1 では、前輪 1 1 , 1 1 の実舵角として、前輪操舵アクチュエータ 5 のモータの実回転角を計測している(舵角検出手段に相当)。よって、目標前輪舵角と実舵角との偏差は、目標前輪舵角に対応する前輪操舵アクチュエータ 5 の回転角指令値と実回転角との偏差を比較することで判定している。

【 0 0 1 7 】

10

次に、操舵制御コントローラ 3 における車両モデル演算、目標ヨーレート生成、目標前輪舵角生成について詳述する。

[車両モデル演算]

車両モデル演算部 3 1 1 では、以下に示す車両モデルを用いて車両パラメータを演算する。

【 0 0 1 8 】

一般に、2 輪モデルを仮定すると、車両のヨー角加速度と横速度は、下記の式(1)で表せる。

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} \psi'' \\ V_y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi' \\ V_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{f1} \\ b_{f2} \end{bmatrix} \theta + \begin{bmatrix} b_{r1} \\ b_{r2} \end{bmatrix} \delta \quad \dots(1)$$

20

ここで、

【 数 2 】

ψ' :ヨーレート	V_y :横速度
θ :前輪操舵角	δ :後輪舵角
I_z :車両慣性モーメント	M :車両重量
L_f :前軸～重心点距離	L_r :重心点～後軸距離
N :ギア比	V_x :前後速度
K_f :前輪コーナリングパワー	K_r :後輪コーナリングパワー
C_f :前輪コーナリングフォース	C_r :後輪コーナリングフォース
s :微分演算子	

30

【数 3】

$$\left. \begin{aligned}
 a_{11} &= \frac{-2(K_f L_f^2 + K_r L_r^2)}{I_z V_x} \\
 a_{12} &= \frac{-2(K_f L_f - K_r L_r)}{I_z V_x} \\
 a_{21} &= \frac{-2(K_f L_f - K_r L_r)}{M V_x} - V_x \\
 a_{22} &= \frac{-2(K_f + K_r)}{M V_x} \\
 b_{f1} &= \frac{2K_f L_f}{I_z N}, b_{f2} = \frac{2K_f}{M N} \\
 b_{r1} &= \frac{-2K_r L_r}{I_z}, b_{r2} = \frac{2K_r}{M}
 \end{aligned} \right\} \dots (2) \quad 10$$

である。

【0 0 1 9】

状態方程式より前輪操舵に対するヨーレートの伝達関数を求めると、下記の式(3)となる。 20

【数 4】

$$\frac{\psi'(s)}{\theta(s)} = \frac{H_f(s)}{G(s)} = \frac{b_{f1}s + (a_{12}b_{f2} - a_{22}b_{f1})}{G(s)} \quad \dots (3)$$

【数 5】

ただし $G(s) = s^2 - (a_{11} + a_{22})s + (a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})$ とする。

【0 0 2 0】

ヨーレート伝達関数は、式(3)より下記の式(4)と表される。 30

【数 6】

$$\psi'(s) = \frac{\omega_{\psi}(V)^2 (T(V)s + g_{\psi}(V))}{s^2 + 2\xi_{\psi}(V)\omega_{\psi}(V)s + \omega_{\psi}(V)^2} \theta(s) \quad \dots (4)$$

ここで、

【数 7】

$$\left. \begin{aligned}
 g_{\psi}(V) &= \frac{a_{12}b_{f2} - a_{22}b_{f1}}{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}, 2\xi_{\psi}(V)\omega_{\psi}(V) = -a_{11} - a_{22} \\
 \omega_{\psi}(V)^2 &= a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}, T_{\psi}(V) = \frac{b_{f1}}{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}
 \end{aligned} \right\} \dots (5) \quad 40$$

である。

【0 0 2 1】

以上から、車両パラメータ

【数 8】

$$g_{\psi}(V), \xi_{\psi}(V), \omega_{\psi}(V), T_{\psi}(V)$$

が求められる。

【0 0 2 2】

[目標値演算]

目標値演算部 3 1 2 では、車体速 V 、車両パラメータと後述する目標値パラメータから目標ヨーレート $\dot{\psi}^*$ を求める。

【 0 0 2 3 】

目標ヨー角加速度 $\ddot{\psi}^*$ は、式(4)から下記の式(6)により表される。

【 数 9 】

$$\ddot{\psi}^*(s) = -2\xi_{\psi^*}(V)\omega_{\psi^*}(V)\dot{\psi}^*(s) + \omega_{\psi^*}(V)^2 T_{\psi^*}(V)\theta(s) + \frac{1}{s}\omega_{\psi^*}(V)^2 (g_{\psi^*}(V)\theta(s) - \dot{\psi}^*(s)) \quad \dots (6)$$

【 0 0 2 4 】

ここで、目標ヨーレート $\dot{\psi}^*$ のパラメータは、下記の式(11)で表される。

10

【 数 1 0 】

$$\left. \begin{aligned} g_{\psi^*}(V) &= g_{\psi}(V) \times \text{yrate_gain_map} \\ \omega_{\psi^*}(V) &= \omega_{\psi}(V) \times \text{yrate_omegn_map} \\ \xi_{\psi^*}(V) &= \xi_{\psi}(V) \times \text{yrate_zeta_map} \\ T_{\psi^*}(V) &= T_{\psi}(V) \times \text{yrate_zero_map} \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

ただし、yrate_gain_map , yrate_omegn_map , yrate_zeta_map , yrate_zero_map はチューニングパラメータである。

【 0 0 2 5 】

20

よって、目標ヨーレートは、

$$\dot{\psi}^*(s) = \ddot{\psi}^*(s) / s \quad \dots (8)$$

であり、目標前輪舵角 δ^* は、

$$\ddot{\psi}^* = a_{11} \dot{\psi}^* + a_{12} V_y + b_{f1} \delta^* \quad \dots (9)$$

$$\dot{\psi}^* = (\ddot{\psi}^* + a_{11} \dot{\psi}^* + a_{12} V_y) / b_{f1} \quad \dots (10)$$

と求められる。

【 0 0 2 6 】

次に、ロジック開始・解除判断部 3 3 の動作について説明する。

ロジック開始・解除判断部 3 3 では、自励振動が発生すると考えられる下記AND条件が成立した場合には、制御フラグ = 1 とする。これにより、目標前輪舵角を実前輪舵角とする自励振動抑制制御が実行される。

30

【 0 0 2 7 】

(a) 目標前輪舵角と実前輪舵角との偏差が所定値以上

ここで、所定値は、あらかじめ、モータの支持力を減少させたとき、自励振動が発生する状況を実験的に計測して測定することができる。

(b) 操舵力の減少量が所定量以上となった場合

ここで、所定量は、上記所定値の設定に対応させて、自励振動が発生する操舵力の減少量を設定する。

【 0 0 2 8 】

ロジック開始・解除判断部 3 3 は、自励振動が発生する状況を脱したと判断される下記条件(c)が成立した場合には、制御フラグ = 0 とする。これにより、目標前輪舵角演算値を目標前輪舵角とする通常制御へと復帰する。

40

【 0 0 2 9 】

(c) 目標出力値生成部 3 2 により演算された目標前輪舵角演算値が実前輪舵角と略一致した場合、または制御フラグ = 1 となってから所定時間経過後

ここで、所定時間は、開始条件(偏差の所定値、操舵力の減少量)の状態から、目標前輪舵角演算値 = 実前輪舵角となる時間を求めることができるので、開始条件に合わせてあらかじめ設定する。

【 0 0 3 0 】

[自励振動抑制制御処理]

50

図4は、実施例1の前輪操舵コントローラ4で実行される自励振動抑制制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0031】

ステップS1では、ロジック開始・解除判断部33において、目標前輪舵角演算値（実際はモータの回転角指令値）を読み込み、ステップS2へ移行する。

【0032】

ステップS2では、ロジック開始・解除判断部33において、操舵力（操舵トルク）を読み込み、ステップS3へ移行する。

【0033】

ステップS3では、ロジック開始・解除判断部33において、実前輪舵角（実際はモータの実回転角）を読み込み、ステップS4へ移行する。

10

【0034】

ステップS4では、ロジック開始・解除判断部33において、目標前輪舵角演算値と実前輪舵角との偏差が所定値以上、かつ、操舵力の減少量が所定量以上であるか否かを判定する。YESの場合にはステップS5へ移行し、NOの場合にはステップS7へ移行する。ここで、操舵力の減少量は、例えば、ステップS2で読み込んだ操舵力と、前回制御周期で読み込んだ操舵力（操舵力前回値）との比較により行う。

【0035】

ステップS5では、制御切り替え部34において、目標前輪舵角を実前輪舵角とし、ステップS6へ移行する。これにより、目標前輪舵角を実前輪舵角とする自励振動抑制制御が実行される。

20

【0036】

ステップS6では、ロジック開始・解除判断部33において、目標前輪舵角演算値が実前輪舵角と一致したか否かを判定する。YESの場合にはステップS7へ移行し、NOの場合にはステップS5へ移行する。ここでは、目標前輪舵角演算値と実前輪舵角との比較に代えて、経過時間で判断してもよい。この場合、ステップS4でYESと判定されてから所定時間が経過したか否かを判定し、YESの場合にはステップS7、NOの場合にはステップS5へ移行する。

【0037】

ステップS7では、制御切り替え部34において、目標前輪舵角を目標前輪舵角演算値とし、リターンへ移行する。これにより、目標前輪舵角演算値を目標前輪舵角とする通常制御が実行される。

30

【0038】

次に、作用を説明する。

〔自励振動発生メカニズム〕

ギア比可変アクチュエータは、ハンドルの中間シャフト上に配置されており、ハンドルを支持点としてトルクを発生しているため、トルクを発生している状態で運転者の操舵力が小さくなると、支持力が小さくなり、モータの回転角指令値と実際の回転角である実回転角との偏差が振動的に変化する、いわゆる自励振動が発生する。この現象は、操舵速度が変化する前の段階で発生するため、操舵速度に応じてモータを速度制御する上記従来技術では、操舵力の減少に伴う自励振動を防止することができなかった。加えて、支持力が小さくなっている場合、モータの速度制御を行うことは困難である。

40

【0039】

以下に自励振動の発生メカニズムを説明する。

図5において、時点t0～時点t1の間では、ギア比可変アクチュエータの回転角指令値と実回転角とは所定の偏差を持って力が釣り合った状態である。

【0040】

時点t1では、運転者の手放しにより、アクチュエータの支持点（ハンドル）がなくなる（支持力が小さくなる。）。

【0041】

50

時点 t_2 では、タイヤからの入力とアクチュエータ内部のメカフリクションが打ち消し合い、アクチュエータ内部のモータ出力軸にかかる負荷が小さくなる。これにより、時点 t_2 ～時点 t_3 の間では、実回転角がオーバーシュートし、ハンチングを始める（自励振動）。

【0042】

時点 t_3 以降では、ハンドルが操舵中立位置へと戻り始め、アクチュエータの回転角指令値が実回転角に近づくと、アクチュエータにかかる負荷は増大し、回転角指令値と実回転角とが釣り合い状態となる。

【0043】

[自励振動抑制作用]

これに対し、実施例1では、操舵力の減少に伴い自励振動が発生する状況となったとき、前輪操舵アクチュエータ5の回転角指令値の変化を制限するため、回転角指令値と実回転角との偏差が振動的に変化するのを抑制できる。これにより、ハンドル10の手放し等、操舵力の減少に伴う前輪操舵アクチュエータ5の自励振動を抑制することができる。

【0044】

実施例1では、前輪操舵アクチュエータ5の回転角指令値の変化を制限する方法として、実前輪舵角を目標前輪舵角としている。すなわち、図6に示すように、時点 t_1 でハンドル手放しにより目標前輪舵角演算値（回転角指令値）と実前輪舵角（実回転角）との偏差が所定値以上、かつ、操舵力が所定値以下となった場合、自励振動が発生する状態であると判断し、ステップS1 ステップS2 ステップS3 ステップS4 ステップS5 ステップS6 へと進み、目標前輪舵角演算値が実前輪舵角と一致するまでの間（または所定時間が経過するまでの間）、実前輪舵角を目標前輪舵角とする自励振動抑制制御を実施する。

実前輪舵角を目標前輪舵角とすることで、前輪操舵アクチュエータ5の回転角指令値と実回転角との偏差がなくなるため、自励振動の発生を確実に防止することができる。

【0045】

さらに、自励振動を無くすことで、ハンドル10の操舵中立位置までの戻り時間を短くし、ハンドル戻り性能を向上させることができる。図7に示すように、自励振動の影響によりハンドル戻り時間 T_B が長い従来技術に対し、実施例1では、ハンドル戻り時間 T_A がより短くなるため、ハンドル戻り性能の点でも有利である。

【0046】

自励振動抑制制御中に目標前輪舵角演算値（回転角指令値）と実前輪舵角（実回転角）とが一致した場合（時点 t_4 ）には、ステップS6 ステップS7へと進み、自励振動抑制制御を解除し、目標前輪舵角演算値を目標前輪舵角とする通常の制御へと復帰する。すなわち、目標前輪舵角演算値と実前輪舵角とが一致した場合には、前輪操舵アクチュエータ5にかかる負荷が増大し、自励振動が発生する状況から脱したと判断できる。よって、自励振動が発生しない状況では通常制御に復帰することで、操舵感への影響を極力排除し、自励振動抑制制御に伴う操舵感の悪化を回避することができる。

【0047】

また、実施例1では、ステップS4において、操舵力の減少量に加え、目標前輪舵角演算値と実前輪舵角との偏差が所定値以上となった場合に限り、自励振動が発生する状況であると判断している。例えば、操舵力の減少量のみから自励振動が発生する状況であるか否かを判断した場合、直進走行時の手放しやハンドルを軽く握っている状態であっても自励振動が発生する状況であると誤判断してしまう。

【0048】

これに対し、実施例1では、操舵力の減少量に加え、目標前輪舵角演算値と実前輪舵角との偏差に基づいて自励振動が発生する状況であるか否かを判断するため、直進走行時の手放し等を自励振動が発生する状況であると誤判断し、不要な自励振動抑制制御が実行されるのを防ぐことができる。

【0049】

次に、効果を説明する。

10

20

30

40

50

実施例 1 の車両用操舵制御装置では、以下に列挙する効果が得られる。

【 0 0 5 0 】

(1) 目標前輪舵角と実前輪舵角との偏差が所定値以下、かつ、操舵力の減少量が所定量以上である場合、自励振動が発生する状況であると判断するロジック開始・解除判断部 3 3 と、自励振動が発生する状況であると判断された場合、目標前輪舵角に応じた前輪操舵アクチュエータ 5 の回転角指令値の変化を制限する制御切り替え部 3 4 と、を備える。これにより、ハンドル 1 0 の手放し等、操舵力の減少に伴う前輪操舵アクチュエータ 5 の自励振動を抑制することができる。

【 0 0 5 1 】

(2) 制御切り替え部 3 4 は、自励振動が発生する状況であると判断された場合、実前輪舵角を目標前輪舵角とするため、自励振動の発生をより確実に防止することができる。

10

【 0 0 5 2 】

(3) 制御切り替え部 3 4 は、自励振動抑制制御中に目標前輪舵角と実前輪舵角とが一致した場合、回転角指令値の変化の制限を解除するため、自励振動が発生しない領域において、通常制御に対する自励振動抑制制御の介入を排除することができる。

【 0 0 5 3 】

(4) 制御切り替え部 3 4 は、自励振動が発生する状況であると判断されてから所定時間経過後に回転角指令値の変化の制限を解除するため、自励振動が発生しない領域において、通常制御に対する自励振動抑制制御の介入を排除することができる。

【 実施例 2 】

20

【 0 0 5 4 】

実施例 2 は、前輪操舵アクチュエータ 5 の回転角指令値の変化を制限する方法として、実施例 1 に示した実前輪舵角を目標前輪舵角とする方法に代えて、デューティ指令値を固定する方法を用いる例である。

なお、実施例 2 の全体構成については、図 1 に示した実施例 1 と同様であるため、図示ならびに説明は省略する。

【 0 0 5 5 】

図 8 は、実施例 2 の操舵制御コントローラ 3 の制御ブロック図であり、操舵制御コントローラ 3 は、目標値生成部 3 1 と、目標出力値生成部 3 2 とを備えている。目標値生成部 3 1 は、操舵角センサ 1 からの運転者操舵角と車速センサ 2 からの車体速とに基づいて目標ヨーレートを生成する。生成した目標ヨーレートは、目標出力値生成部 3 2 へ出力される。目標出力値生成部 3 2 は、目標値生成部 3 1 からの目標ヨーレートに基づいて、目標前輪舵角を生成する。

30

【 0 0 5 6 】

図 9 は、実施例 2 の前輪操舵コントローラ 4 の制御ブロック図であり、前輪操舵コントローラ 4 は、デューティ指令演算部 4 1 と、電流制御部（電流制御手段）4 2 と、ロジック開始・解除判断部（自励振動発生判断手段）4 3 と、デューティ指令補正值演算部 4 4 と、制御切り替え部（自励振動抑制制御手段）4 5 とを備えている。

【 0 0 5 7 】

デューティ指令演算部 4 1 は、目標前輪舵角と実前輪舵角との偏差に基づいて、前輪操舵アクチュエータ 5 を駆動するPWM(Pulse Width Modulation)信号のデューティ指令演算値（デューティ比）を演算する。

40

電流制御部 4 2 は、制御切り替え部 4 5 から出力されたデューティ指令値に基づいて前輪操舵アクチュエータ 5 へ供給する電力を制御する。

【 0 0 5 8 】

ロジック開始・解除判断部 4 3 は、操舵力センサ 6 からの操舵力（操舵トルク）と、目標出力値生成部 3 2 からの目標前輪舵角と、前輪操舵アクチュエータ 5 の実前輪舵角とに基づいて、自励振動が発生する状況であるか否かを判断し、自励振動が発生する状況であると判断した場合、制御切り替え部 3 4 に制御フラグ = 1 を出力し、自励振動が発生する状況ではないと判断した場合、制御切り替え部 3 4 に制御フラグ = 0 を出力する。

50

【 0 0 5 9 】

デューティ指令補正值演算部 4 4 は、アクチュエータ自励振動を抑制するためのデューティ指令補正值を演算する。デューティ指令補正值は固定値とする。この固定値は、直前（開始条件（偏差の所定値、操舵力の減少量）が成立する前）に算出された数回分のデューティ指令値の平均値でもよい。

【 0 0 6 0 】

制御切り替え部 4 5 は、制御フラグ = 0 の場合、デューティ指令演算部 4 1 の出力であるデューティ指令演算値をデューティ指令値として電流制御部 4 2 へ出力する。一方、制御フラグ = 1 の場合、デューティ指令補正值演算部 4 4 の出力であるデューティ指令補正值（固定値）をデューティ指令値として電流制御部 4 2 へ出力する。制御フラグ = 1 の場合、自励振動の発生を抑制する自励振動抑制制御が実行される。

10

【 0 0 6 1 】

[自励振動抑制制御処理]

実施例 2 の自励振動抑制制御処理は、図 4 に示した実施例 1 の処理の流れに対し、ステップ S5 とステップ S7 の処理内容のみが異なるため、図 4 を参照し、ステップ S5 とステップ S7 の処理内容について説明する。

【 0 0 6 2 】

ステップ S5 では、制御切り替え部 4 5 において、デューティ指令補正值をデューティ指令値とし、ステップ S6 へ移行する。これにより、デューティ指令値を固定する自励振動抑制制御が実行される。

20

【 0 0 6 3 】

ステップ S7 では、制御切り替え部 4 5 において、デューティ指令演算値をデューティ指令値とし、リターンへ移行する。これにより、目標前輪舵角に応じたデューティ指令値により前輪操舵アクチュエータ 5 を駆動する通常制御が実行される。

【 0 0 6 4 】

次に、作用を説明する。

[自励振動抑制作用]

実施例 2 では、操舵力の減少に伴い自励振動が発生する状況となったとき、デューティ指令補正值をデューティ指令値とする。ここで、デューティ指令補正值は、開始条件（偏差の所定値、操舵力の減少量）が成立する直前に算出された数回分のデューティ指令値の平均値としている。すなわち、ハンドル手放し直前のデューティ指令値は、切り増しや切り戻し時のデューティ指令値よりも小さいため、デューティ指令値を直近数回の平均値に固定することで、前輪操舵アクチュエータ 5 の応答性を、操舵力の減少により生じるモータの回転角指令値と実回転角との偏差に対し、実回転角が変更されない程度まで低下させることができる。

30

【 0 0 6 5 】

よって、モータの回転角指令値と実回転角との間の偏差が変動した場合であっても、前輪操舵アクチュエータ 5 の追従遅れにより、実前輪舵角は一定の角度に維持されるため、自励振動を抑制することができる。

【 0 0 6 6 】

また、デューティ指令補正值を直近過去数回の平均値としたことで、通常制御から自励振動抑制制御への移行時、デューティ指令値の変動が小さく抑えられるため、デューティ指令値の変動に伴う違和感を抑制することができる。

40

【 0 0 6 7 】

次に、効果を説明する。

実施例 2 の車両用操舵制御装置では、実施例 1 の効果(1),(3),(4)に加え、以下の効果が得られる。

【 0 0 6 8 】

(5) 目標舵角に基づいて、前輪操舵アクチュエータ 5 へ供給する電力を PWM 制御する電流制御部 4 2 を備え、

50

【 0 0 6 9 】

制御切り替え部 4 5 は、自励振動が発生する状況であると判断された場合、PWM制御のデューティ指令値を一定に維持するため、ハンドル 1 0 の手放し等、操舵力の減少に伴うギア比可変アクチュエータの自励振動を抑制することができる。

【 実施例 3 】

【 0 0 7 0 】

実施例 3 は、前輪操舵アクチュエータ 5 の回転角指令値の変化を制限する方法として、実施例 1 に示した実前輪舵角を目標前輪舵角とする方法に代えて、前輪操舵アクチュエータの応答性（ゲイン）を下げる方法を用いる例である。

なお、実施例 3 の全体構成については、図 1 に示した実施例 1 と同様であるため、図示ならびに説明を省略する。

10

【 0 0 7 1 】

図 1 0 は、実施例 3 の操舵制御コントローラ 3 の制御ブロック図である。

実施例 3 の操舵制御コントローラ 3 は、実施例 1 の操舵制御コントローラ 3 に対し、制御切り替え部 3 4 に代えて、目標前輪舵角補正部（自励振動抑制制御手段）3 5 を設けた点で実施例 1 と異なるため、実施例 1 と異なる部分について説明する。

【 0 0 7 2 】

ロジック開始・解除判断部 3 3 は、操舵力センサ 6 からの操舵力（操舵トルク）と、目標出力値生成部 3 2 からの目標前輪舵角と、前輪操舵アクチュエータ 5 の実前輪舵角とに基づいて、自励振動が発生する状況であるか否かを判断し、自励振動が発生する状況であると判断した場合、目標前輪舵角補正部 3 5 に制御フラグ = 1 を出力し、自励振動が発生する状況ではないと判断した場合、目標前輪舵角補正部 3 5 に制御フラグ = 0 を出力する。

20

【 0 0 7 3 】

目標前輪舵角補正部 3 5 は、制御フラグ = 0 の場合、目標出力値生成部 3 2 の出力である目標前輪舵角演算値を補正することなく目標前輪舵角として前輪操舵コントローラ 4 へ出力する。一方、制御フラグ = 1 の場合、目標前輪舵角演算値を減少補正した値を目標前輪舵角として前輪操舵コントローラ 4 へ出力する。制御フラグ = 1 の場合、自励振動の発生を抑制する自励振動抑制制御処理が実行される。ここで、減少補正の方法については任意の方法を用いることができる。

30

【 0 0 7 4 】

〔 自励振動抑制制御処理 〕

実施例 3 の自励振動抑制制御処理は、図 4 に示した実施例 1 の処理の流れに対し、ステップ S5 とステップ S7 の処理内容のみが異なるため、図 4 を参照し、ステップ S5 とステップ S7 の処理内容について説明する。

【 0 0 7 5 】

ステップ S5 では、目標前輪舵角補正部 3 5 において、目標前輪舵角演算値を減少補正した値を目標前輪舵角とし、ステップ S6 へ移行する。これにより、前輪操舵アクチュエータ 5 のゲインを小さくする自励振動抑制制御が実行される。

【 0 0 7 6 】

ステップ S7 では、目標前輪舵角補正部 3 5 において、目標前輪舵角演算値を目標前輪舵角とし、リターンへ移行する。これにより、目標前輪舵角演算値を目標前輪舵角とする通常制御が実行される。

40

【 0 0 7 7 】

次に、作用を説明する。

〔 自励振動抑制作用 〕

実施例 3 では、自励振動が発生する状況であると判断された場合、目標前輪舵角補正部 3 5 により目標前輪舵角を減少補正し、目標前輪舵角と実前輪舵角との偏差を小さくすることで、前輪操舵アクチュエータ 5 のゲイン（応答性）を下げるることができる。

【 0 0 7 8 】

50

よって、モータの回転角指令値と実回転角との間の偏差が変動した場合であっても、前輪操舵アクチュエータ5の追従遅れにより、実前輪舵角は一定の角度に維持されるため、自励振動を抑制することができる。

【0079】

次に、効果を説明する。

実施例3の車両用操舵制御装置では、実施例1の効果(1),(3),(4)に加え、以下の効果が得られる。

【0080】

(6) 目標前輪舵角補正部35は、自励振動が発生する状況であると判断された場合、自励振動が発生しない状況であると判断された場合よりも前輪操舵アクチュエータ5のゲインを小さくするため、ハンドル10の手放し等、操舵力の減少に伴うギア比可変アクチュエータの自励振動を抑制することができる。

【0081】

(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1~3に基づいて説明したが、本発明の具体的な構成は、実施例1~3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。

【0082】

例えば、前輪操舵アクチュエータ(ギア比可変アクチュエータ)の回転角指令値の変化を制限する方法は、実施例1~3に示した方法に限られない。実施例2では、デューティ指令値を固定する例を示したが、デューティ指令値を固定する方法に代えて、デューティ指令値を減少補正することで前輪操舵アクチュエータの応答性を下げるような方法を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】実施例1の車両用操舵制御装置の全体システム図である。

【図2】実施例1のコントローラ14の制御ブロック図である。

【図3】実施例1の目標値生成部31の制御ブロック図である。

【図4】実施例1の前輪操舵コントローラ4で実行される自励振動抑制制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】ギア比可変アクチュエータの自励振動の発生メカニズムを示す回転角指令値と実回転角のタイムチャートである。

【図6】実施例1の自励振動抑制制御を示す回転角指令値と実回転角のタイムチャートである。

【図7】実施例1の手放し時におけるハンドル戻り性能を示す操舵角のタイムチャートである。

【図8】実施例2の操舵制御コントローラ3の制御ブロック図である。

【図9】実施例2の前輪操舵コントローラ4の制御ブロック図である。

【図10】実施例3の操舵制御コントローラ3の制御ブロック図である。

【符号の説明】

【0084】

- 1 操舵角センサ
- 2 車速センサ
- 3 操舵制御コントローラ
- 4 前輪操舵コントローラ
- 5 前輪操舵アクチュエータ(ギア比可変アクチュエータ)
- 6 操舵力センサ(操舵力検出手段)
- 10 ハンドル
- 11, 11 前輪(操向輪)
- 12 前輪操舵機構

10

20

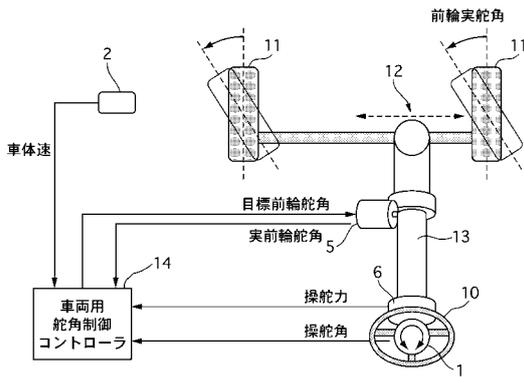
30

40

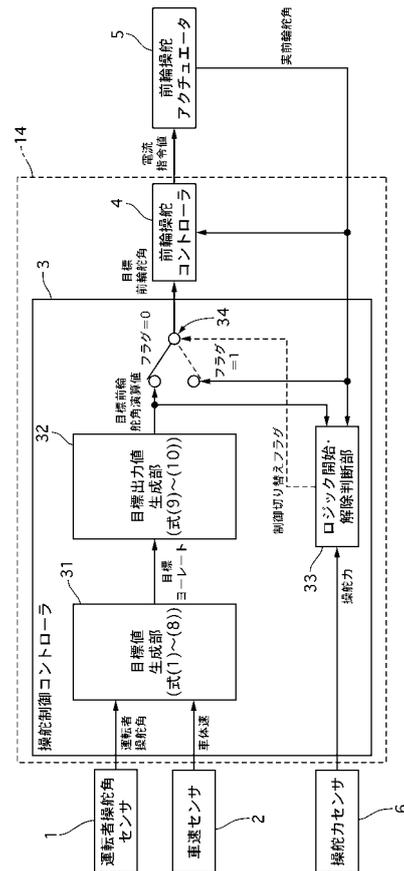
50

- 1 3 コラムシャフト
- 1 4 コントローラ
- 3 1 目標値生成部
- 3 1 1 車両モデル演算部
- 3 1 2 目標値演算部
- 3 2 目標出力値生成部
- 3 3 , 4 3 ロジック開始・解除判断部 (自励振動発生判断手段)
- 3 4 , 4 5 制御切り替え部 (自励振動抑制制御手段)
- 3 5 目標前輪舵角補正部 (自励振動抑制制御手段)
- 4 1 デューティ指令演算部
- 4 2 電流制御部 (電流制御手段)
- 4 4 デューティ指令補正值演算部

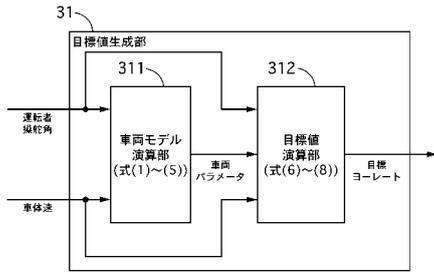
【図 1】



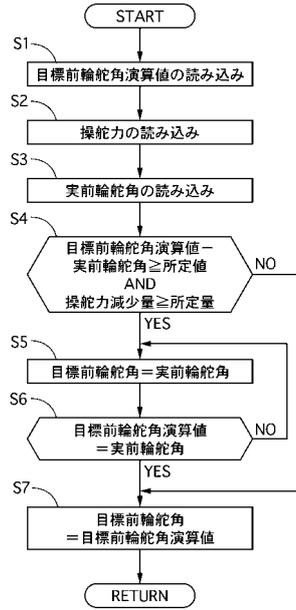
【図 2】



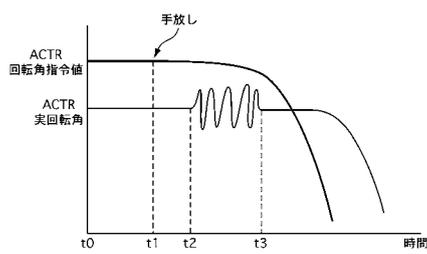
【図3】



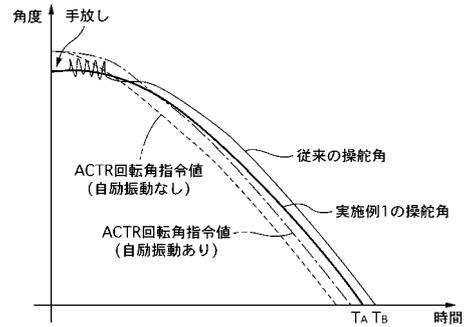
【図4】



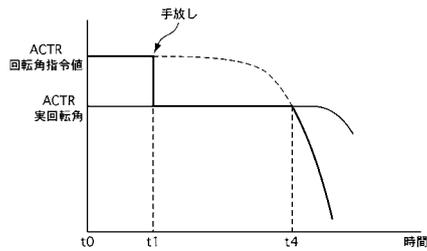
【図5】



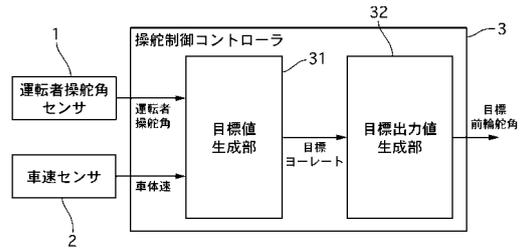
【図7】



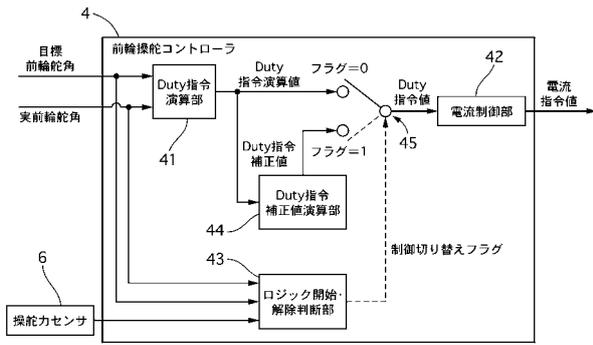
【図6】



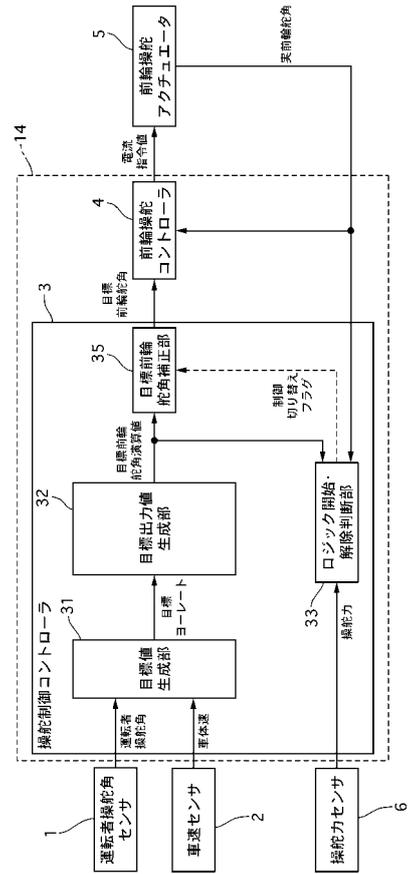
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 五十嵐 一弘
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 田中 智規
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

審査官 田々井 正吾

- (56)参考文献 特開平11-321684(JP,A)
特開2002-145093(JP,A)
特開2007-118645(JP,A)
特開平11-310147(JP,A)
特開2000-351382(JP,A)
特開2002-240734(JP,A)
特開2007-125965(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00
B62D 5/04
B62D 113/00
B62D 119/00