

(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2006-44293

(P2006-44293A)

(43) 公開日 平成18年2月16日(2006.2.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B60W 30/02 (2006.01)</b>	B60K 41/00 340	3D046
<b>B60W 40/10 (2006.01)</b>	B60K 41/00 460	
<b>B60W 30/00 (2006.01)</b>	B60K 41/00 466	
<b>B60T 8/1755 (2006.01)</b>	B60K 41/00 610G	
	B60K 41/00 610J	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-223979 (P2004-223979)  
 (22) 出願日 平成16年7月30日 (2004.7.30)

(71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100071216  
 弁理士 明石 昌毅  
 (72) 発明者 前田 義紀  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72) 発明者 奥村 和也  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72) 発明者 余合 繁一  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

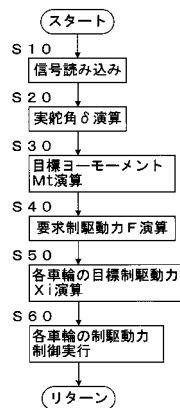
(54) 【発明の名称】 車輛の運動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 操舵に対し遅れて発生する車輛のロールが低減されるよう左右輪間の制駆動力差を制御することにより、操舵に対し遅れて発生する車輛のロールのオーバーシュートや振動を低減し、運転者が異和感や不安感を感じる虞れを低減する。

【解決手段】 左右前輪の実舵角  $\delta$  が演算され (S20)、車輛の実ロール角を操舵輪の舵角に基づく車輛の目標ロール角に追従させるために車輛に付与すべき左右輪の制駆動力差による目標ヨーモーメント  $M_t$  が演算され (S30)、アクセル開度 及びマスタシリンダ圧力  $P_m$  に基づき運転者による車輛全体の要求制駆動力  $F$  が演算され (S40)、目標ヨーモーメント  $M_t$  及び要求制駆動力  $F$  に基づき各車輪の目標制駆動力  $X_i$  が演算され (S50)、各車輪の制駆動力が目標制駆動力  $X_i$  になるよう電動発電機 12FL ~ 12RR 若しくは摩擦制動装置 16 が制御される (S60)。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

左右輪間に制駆動力差を付与可能な車輛の運動制御装置にして、車輛の実ロール角を操舵輪の舵角に基づく車輛の目標ロール角に追従させるために車輛に付与すべき目標ヨーモメントを演算し、車輛に付与されるヨーモメントが前記目標ヨーモメントになるよう左右輪間の制駆動力差を制御することを特徴とする車輛の運動制御装置。

## 【請求項 2】

操舵輪の舵角に基づく車輛の目標横加速度に対応する車輛のロール角として車輛の目標ロール角を演算することを特徴とする請求項 1 に記載の車輛の運動制御装置。

## 【請求項 3】

操舵輪の操舵に対する車輛の横加速度発生が遅れを考慮して車輛の目標横加速度に対応する車輛の目標ロール角を演算することを特徴とする請求項 2 に記載の車輛の運動制御装置。

## 【請求項 4】

左右輪間に制駆動力差を付与することに対する車輛の横加速度発生が遅れを考慮して左右輪間の制駆動力差を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載の車輛の運動制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、車輛の運動制御装置に係り、更に詳細には左右輪間の制駆動力差を制御する車輛の運動制御装置に係る。

## 【背景技術】

## 【0002】

自動車等の車輛の運動制御装置の一つとして、例えば本願出願人の出願にかかる下記の特許文献 1 に記載されている如く、車輛の実ヨーレートが運転者の運転操作に基づく車輛の目標ヨーレートになるよう後輪の舵角及び左右後輪の駆動力を制御する運動制御装置が従来より知られている。

## 【0003】

かかる運動制御装置によれば、後輪の舵角及び左右後輪の駆動力が制御されるので、後輪の舵角のみを制御する運動制御装置や左右後輪の駆動力のみを制御する運動制御装置の場合に比して、より高度な車輛の姿勢制御を行うことができる。

【特許文献 1】特開 2003 - 000000 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかし上述の如き従来の運動制御装置に於いては、後輪の舵角及び左右後輪の駆動力が制御されるが、車輛の実ヨーレートが運転者の運転操作に基づく車輛の目標ヨーレートになるようにしか制御されないため、車輛の旋回時のロールを適正に制御することができない。

## 【0005】

即ち、車輛の旋回時には運転者による操舵が遅れて車輛の横加速度が発生し、車輛の横加速度が遅れて車輛のロール運動が発生する。ロール運動は車輛の横加速度に対し二次の遅れ系の現象であり、操舵に対し遅れて車輛のロールのオーバーシュートや振動が発生するため、車輛の実ヨーレートが車輛の目標ヨーレートになるように制御されてもこれらの現象を効果的に低減することができず、そのため車輛の旋回状況によっては運転者が異和感や不安感を感じる事が避けられない。

## 【0006】

本発明は、車輛の実ヨーレートが車輛の目標ヨーレートになるよう後輪の舵角若しくは左右後輪の駆動力を制御する従来の運動制御装置に於ける上述の如き問題に鑑みてなされ

10

20

30

40

50

たものであり、本発明の主要な課題は、操舵に対し遅れて発生する車輛のロールが低減されるよう左右輪間の制駆動力差を制御することにより、操舵に対し遅れて発生する車輛のロールのオーバーシュートや振動を低減し、運転者が異和感や不安感を感じる虞れを低減することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の主要な課題は、本発明によれば、請求項1の構成、即ち左右輪間に制駆動力差を付与可能な車輛の運動制御装置にして、車輛の実ロール角を操舵輪の舵角に基づく車輛の目標ロール角に追従させるために車輛に付与すべき目標ヨーモーメントを演算し、車輛に付与されるヨーモーメントが前記目標ヨーモーメントになるよう左右輪間の制駆動力差を制御することを特徴とする車輛の運動制御装置によって達成される。

10

【0008】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、操舵輪の舵角に基づく車輛の目標横加速度に対応する車輛のロール角として車輛の目標ロール角を演算するよう構成される（請求項2の構成）。

【0009】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項2の構成に於いて、操舵輪の操舵に対する車輛の横加速度発生が遅れを考慮して車輛の目標横加速度に対応する車輛の目標ロール角を演算するよう構成される（請求項3の構成）。

【0010】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1乃至3の構成に於いて、左右輪間に制駆動力差を付与することに対する車輛の横加速度発生が遅れを考慮して左右輪間の制駆動力差を制御するよう構成される（請求項4の構成）。

20

【発明の効果】

【0011】

上記請求項1の構成によれば、車輛の実ロール角を操舵輪の舵角に基づく車輛の目標ロール角に追従させるために車輛に付与すべき目標ヨーモーメントが演算され、車輛に付与されるヨーモーメントが目標ヨーモーメントになるよう左右輪間の制駆動力差が制御されるので、左右輪間の制駆動力差によるヨーモーメントによって車輛の実ロール角を操舵輪の舵角に基づく車輛の目標ロール角に追従させ、これにより操舵に対し遅れて発生する車輛のロールのオーバーシュートや振動を低減し、運転者が異和感や不安感を感じる虞れを低減することができる。

30

【0012】

また上記請求項2の構成によれば、操舵輪の舵角に基づく車輛の目標横加速度に対応する車輛のロール角として車輛の目標ロール角が演算されるので、車輛の実ロール角を追従させる目標としての目標ロール角を確実に演算することができる。

【0013】

また上記請求項3の構成によれば、操舵輪の操舵に対する車輛の横加速度発生が遅れを考慮して車輛の目標横加速度に対応する車輛の目標ロール角が演算されるので、操舵輪の操舵に対する車輛の横加速度発生が遅れが考慮されない場合に比して、車輛の目標横加速度に対応する車輛の目標ロール角を適正に演算することができる。

40

【0014】

また上記請求項4の構成によれば、左右輪間に制駆動力差を付与することに対する車輛の横加速度発生が遅れを考慮して左右輪間の制駆動力差が制御されるので、左右輪間に制駆動力差を付与することに対する車輛の横加速度発生が遅れが考慮されない場合に比して、左右輪間の制駆動力差を適正に制御することができる。

【0015】

〔課題解決手段の好ましい態様〕

図3に示されている如く、車輛100のロール剛性を $K_r$ とし、車輛のばね上質量を $M_s$ とし、車輛のロール軸102と重心との間の距離を $H_s$ とし、車輛のロール角を  $\theta$  とし、

50

図 3 には示されていないショックアブソーバによるばね上の単位ロール角速度当りのロールモーメントを  $C_r$  とし、重力加速度を  $g$  とすると、車輛 100 がそのロール軸 102 の周りにロールする場合のロールモーメントの和  $M_x$  は下記の式 1 により表される。

【数 1】

$$\Sigma M_x = (-K_r + M_s \cdot g \cdot H_s) \phi - C_r \frac{d\phi}{dt} \quad \dots\dots (1)$$

【0016】

また車輛 100 のロール慣性モーメントを  $I_r$  とすると、車輛 100 のロール軸 102 の周りに作用する外力の和  $L$  は下記の式 2 により表される。

【数 2】

$$\Sigma L = I_r \frac{d^2\phi}{dt^2} - M_s \cdot H_s \cdot G_y \quad \dots\dots (2)$$

【0017】

車輛 100 のロール軸 102 の周りに作用する力の釣り合いより上記ロールモーメントの和  $M_x$  及び外力の和  $L$  は互いに等しいので、上記式 1 及び 2 より下記の式 3 が成立する。

【数 3】

$$I_r \frac{d^2\phi}{dt^2} - M_s \cdot H_s \cdot G_y = (-K_r + M_s \cdot g \cdot H_s) \phi - C_r \frac{d\phi}{dt} \quad \dots\dots (3)$$

【0018】

上記式 3 をラプラス変換し、車輛のロール角  $\phi$  について解くことにより、車輛のロール角  $\phi$  は下記の式 4 により表される。

【数 4】

$$\phi(S) = G_r \frac{1}{\frac{I_r}{Z} S^2 + \frac{C_r}{Z} S + 1} G_y(S) \quad \dots\dots (4)$$

ここに  $Z = K_r - M_s \cdot g \cdot H_s$  である。

【0019】

但し上記式 4 に於ける  $G_r$  は下記の式 5 により表されるロールゲインである。

【数 5】

$$G_r = \frac{M_s \cdot g \cdot H_s}{Z} \quad \dots\dots (5)$$

【0020】

操舵による車輛の横加速度を  $G_{ys}$  とし、左右輪の制駆動力差ヨーモーメントによる車輛の横加速度を  $G_{ym}$  とすると、車輛の横加速度  $G_y$  は  $G_{ys}$  と  $G_{ym}$  との和であるので、 $G_y = G_{ys} + G_{ym}$  である。

【0021】

車輛のロールのオーバーシュートや振動をなくすべく、操舵による車輛の横加速度を  $G_{ys}$  に対応する車輛のロール角  $G_r G_{ys}$  を車輛の目標ロール角とし、左右輪の制駆動力差によるヨーモーメントを車輛に付与することによって車輛のロール角を目標ロール角に追従

10

20

30

40

50

させるとすると、上記式 4 より車輛の目標ロール角  $G_r G_{ys}(S)$  は下記の式 6 により表される。

【数 6】

$$G_r G_{ys}(S) = G_r \frac{1}{\frac{I_r}{Z} S^2 + \frac{C_r}{Z} S + 1} \{G_{ys}(S) + G_{ym}(S)\} \quad \dots\dots (6)$$

【0022】

また上記式 6 を左右輪の制駆動力差ヨーモーメントによる車輛の横加速度を  $G_{ym}(S)$  について解くと、横加速度  $G_{ym}(S)$  は下記の式 7 により表される。

10

【数 7】

$$G_{ym}(S) = \left\{ \frac{I_r}{Z} S^2 + \frac{C_r}{Z} S \right\} G_{ys}(S) \quad \dots\dots (7)$$

【0023】

車輛の横加速度  $G_y$  の一次及び二次の進み時定数をそれぞれ  $T_1$  及び  $T_2$  とし、車輛のヨー減衰比を  $\zeta$  とし、車輛の固有振動数を  $n$  とし、実舵角  $\delta$  に対する横加速度ゲインを  $G_{gys}$  とすると、操舵（前輪の実舵角  $\delta$ ）に対する車輛の横加速度  $G_y$  の応答は既知であり、下記の式 8 により表される。

20

【数 8】

$$G_{ys}(S) = G_{gys} \frac{1 + T_1 S + T_2 S^2}{1 + \frac{2\zeta}{\omega n} S + \frac{S^2}{\omega n}} \delta(S) \quad \dots\dots (8)$$

【0024】

また左右輪の制駆動力差ヨーモーメントを  $M$  とし、車速を  $V$  とし、前輪（一輪分）のコーナリングパワーを  $K_{cf}$  とし、後輪（一輪分）のコーナリングパワーを  $K_{cr}$  とし、車輛のヨー慣性モーメントを  $I_y$  とし、車輛の重心と前輪車軸との間の車輛前後方向の距離を  $L_f$  とし、車輛の重心と後輪車軸との間の車輛前後方向の距離を  $L_r$  とし、車輛のヨーレートを  $\dot{\gamma}$  とし、車輛のスリップ角を  $\beta$  とすると、周知の如く車輛の横方向の力の釣り合いより下記の式 9 が成立し、車輛の重心周りのヨー方向の力の釣り合いより下記の式 10 が成立する。

30

【数 9】

$$M_s V \left( \frac{d\beta}{dt} + \gamma \right) = -2 K_{cf} \left( \beta + L_f \frac{\gamma}{V} - \delta \right) - 2 K_{cr} \left( \beta - L_r \frac{\gamma}{V} \right) \quad \dots\dots (9)$$

$$I_y \frac{d\gamma}{dt} = -2 L_f K_{cf} \left( \beta + L_f \frac{\gamma}{V} - \delta \right)$$

40

$$+ 2 L_r K_{cr} \left( \beta - L_r \frac{\gamma}{V} \right) + M \quad \dots\dots (10)$$

【0025】

上記式 9 及び 10 の連立方程式をラプラス変換し、ヨーレート  $\dot{\gamma}$  及びスリップ角  $\beta$  について解き、更に  $G_y = V \left( \beta + \frac{d\beta}{dt} \right)$  の関係を用いることにより、左右輪の制駆動力差ヨーモーメント  $M$  に対する横加速度ゲインを  $G_{gym}$  とし、左右輪の制駆動力差ヨーモー

50

メントMに対する車輛の横加速度Gyの応答は下記の式11により表される。

【数10】

$$G_{ym}(S) = G_{gym} \frac{1 + T_{gym} S}{1 + \frac{2\zeta}{\omega_n} S + \frac{S^2}{\omega_n^2}} M(S) \quad \dots\dots (11)$$

【0026】

上記式8及び11を上記式7に代入し、左右輪の制駆動力差ヨーモーメントM(S)について解くことにより、左右輪の制駆動力差ヨーモーメントM(S)は下記の式12により表され

10

【数11】

$$M(S) = G_m \frac{C_r + (I_r + C_r T_1) S}{1 + T_{gym} S} S \delta(S) \\ + G_m \frac{(I_r T_1 + C_r T_2) + I_r T_2 S}{1 + T_{gym} S} S^3 \delta(S) \quad \dots\dots (12)$$

【0027】

20

但し上記式12に於けるGmは下記の式13により表されるモーメントゲインである。

【数12】

$$G_m = \frac{G_{gys}}{G_{gym} (K_r - M_s \cdot g \cdot H_s)} \quad \dots\dots (13)$$

【0028】

従って本発明の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1乃至4の構成に於いて、上記式12に対応する下記の式14に従って左右輪の制駆動力差による目標ヨーモーメントMt(S)を演算するよう構成される(好ましい態様1)。

30

【数13】

$$M_t = G_m \frac{C_r + (I_r + C_r T_1) S}{1 + T_{gym} S} S \delta \\ + G_m \frac{(I_r T_1 + C_r T_2) + I_r T_2 S}{1 + T_{gym} S} S^3 \delta \quad \dots\dots (14)$$

【0029】

40

次に目標ヨーモーメントMtを達成するための各車輪の目標制駆動力の演算要領について説明する。

【0030】

駆動側を正として左前輪、右前輪、左後輪、右後輪の目標制駆動力をXti(i = fl, fr, rl, rr)とし、運転者による車輛全体の要求制駆動力をFとし、前輪及び後輪のトレッドをそれぞれDf及びDrとすると、下記の式15及び16が成立する。

$$X_{tfl} + X_{tfr} + X_{trl} + X_{trr} = F \quad \dots\dots (15)$$

$$D_f (X_{tfr} - X_{tfl}) + D_r (X_{trr} - X_{trl}) = 2 M_t \quad \dots\dots (16)$$

【0031】

また前後輪の制駆動力配分比をj : (1 - j) (但し0 ≤ j ≤ 1である)とし、前後輪

50

のヨーモーメント配分比を  $k : (1 - k)$  (但し  $0 \leq k \leq 1$  である) とすると、下記の式 17 及び 18 が成立する。

$$(1 - j)(X_{tfl} + X_{tfr}) - j(X_{trl} + X_{trr}) = 0 \quad \dots \dots (17)$$

$$D_f(1 - k)(X_{tfr} - X_{tfl}) - D_r \cdot k(X_{trr} - X_{trl}) = 0 \quad \dots \dots (18)$$

【0032】

上記式 15 ~ 18 を行列式にまとめると、下記の式 19 が成立し、式 19 より各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  を演算することができる。

【数 14】

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ D_f & -D_f & D_r & -D_r \\ 1 - j & 1 - j & -j & -j \\ D_f(1 - k) & -D_f(1 - k) & -D_r \cdot k & D_r \cdot k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{fr} \\ X_{fl} \\ X_{rr} \\ X_{rl} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F \\ 2Mt \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \dots \dots (19)$$

10

【0033】

上記式 19 の各項を下記式 20 ~ 22 の通りに置き換えると、上記式 19 は下記式 23 となる。

【数 15】

20

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ D_f & -D_f & D_r & -D_r \\ 1 - j & 1 - j & -j & -j \\ D_f(1 - k) & -D_f(1 - k) & -D_r \cdot k & D_r \cdot k \end{bmatrix} \quad \dots \dots (20)$$

$$X = \begin{bmatrix} X_{fr} \\ X_{fl} \\ X_{rr} \\ X_{rl} \end{bmatrix} \quad \dots \dots (21)$$

30

$$B = \begin{bmatrix} F \\ 2Mt \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \dots \dots (22)$$

40

$$A X = B \quad \dots \dots (23)$$

【0034】

上記式 23 の解  $X$  を求める方法として一般的な逆行列  $A^{-1}$  を求める方法があるが、行列  $A$  を  $LU$  分解することで比較的容易に解  $X$  を求めることができるので、 $LU$  分解法を採用する。

【0035】

行列  $A$  は下記の式 24 及び 25 にて表される単位下方三角行列  $L$  及び単位上方三角行列  $U$  に分解可能である。

## 【数 1 6】

$$L = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ Df & 1 & 0 & 0 \\ 1-j & 0 & 1 & 0 \\ Df(1-k) & 1-k & Dr & 1 \end{bmatrix} \dots\dots (24)$$

$$U = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & -2Df & Dr-Df & -Dr-Df \\ 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 2Dr \end{bmatrix} \dots\dots (25)$$

10

## 【0 0 3 6】

上記式 2 3 は下記の式 2 6 となるので、 $UX = C$  を満たすベクトル  $C$  を設定し、下記の式 2 7 を満たすベクトル  $C$  を求める。

$$A \cdot X = L U X = B \dots\dots (26)$$

$$L C = B \dots\dots (27)$$

## 【0 0 3 7】

求めるべきベクトル  $C$  を  $C^T = [C_0 \ C_1 \ C_2 \ C_3]$  とすると、上記式 2 7 は下記式 2 8 となる。

20

## 【数 1 7】

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ Df & 1 & 0 & 0 \\ 1-j & 0 & 1 & 0 \\ Df(1-k) & 1-k & Dr & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F \\ 2Mt \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \dots\dots (28)$$

30

## 【0 0 3 8】

上記式 2 8 より、ベクトル  $C$  の各要素  $C_0 \sim C_3$  は下記の式 2 9 ~ 3 2 の通りに求められる。

## 【0 0 3 9】

$$C_0 = F \dots\dots (29)$$

$$C_1 = 2M - Df C_0$$

$$= 2M - Df F \dots\dots (30)$$

$$C_2 = -(1-j) C_0$$

$$= -(1-j) F \dots\dots (31)$$

40

$$C_3 = -Df(1-k) C_0 - (1-k) C_1 - Dr C_2$$

$$= -Df(1-k) F - (1-k)(2M - Df F) + Dr(1-j) F$$

$$= -2M(1-k) + Dr(1-j) F \dots\dots (32)$$

上記式  $UX = C$  は下記の式 3 3 となる。

## 【0 0 4 0】

【数 18】

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & -2Df & Dr-Df & -Dr-Df \\ 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 2Dr \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Xfr \\ Xfl \\ Xrr \\ Xrl \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C0 \\ C1 \\ C2 \\ C3 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (33)$$

【0041】

10

上記式 33 を X について解くことにより、下記の式 34 ~ 37 の通り各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  を演算することができる。

【数 19】

$$X_{rl} = \frac{C3}{2Dr} \quad \dots\dots (34)$$

$$X_{rr} = -C2 - X_{rl}$$

$$= -C2 - \frac{C3}{2Dr} \quad \dots\dots (35)$$

20

$$X_{fl} = \frac{1}{2Df} \{ -C1 + (Dr - Df) X_{rr} - (Dr + Df) X_{rl} \}$$

$$= \frac{1}{2Df} \left\{ -C1 + (Dr - Df) C2 - \frac{Df}{Dr} C3 \right\} \quad \dots\dots (36)$$

$$X_{fr} = C0 - X_{fl} - X_{rl} - X_{rr}$$

$$= C0 - \frac{1}{2Df} \left\{ -C1 + (Dr - Df) C2 - \frac{Df}{Dr} C3 \right\} + C2 \quad \dots\dots (37)$$

30

【0042】

尚一般に、前輪のトレッド  $Df$  及び後輪のトレッド  $Dr$  は実質的に互いに等しく、 $Dr/Df = 1$ 、 $Dr - Df = 0$  であるので、上記式 34 ~ 37 より各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  を下記の式 38 ~ 41 の通り演算することができる。

【数 2 0】

$$X_{fl} = \frac{1}{2 D_f} (-C_1 - C_3) \quad \dots\dots (38)$$

$$X_{fr} = C_0 - \frac{1}{2 D_f} (-C_1 - C_3) + C_2 \quad \dots\dots (39)$$

$$X_{rl} = \frac{C_3}{2 D_r} \quad \dots\dots (40)$$

10

$$X_{rr} = -C_2 - \frac{C_3}{2 D_r} \quad \dots\dots (41)$$

【0043】

従って本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 1 乃至 4 の構成に於いて、上記式 34 ~ 37 に従って各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  を演算するよう構成される（好ましい態様 2）。

【0044】

20

また本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 1 乃至 4 の構成に於いて、上記式 38 ~ 41 に従って各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  を演算するよう構成される（好ましい態様 3）。

【0045】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 1 乃至 4 の構成に於いて、運転者による車輛全体の要求制駆動力は運転者の駆動操作量及び制動操作量に基づいて演算されるよう構成される（好ましい態様 4）。

【0046】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 1 乃至 4 の構成に於いて、車輛はそれぞれ対応する車輪を駆動する独立の電動機を有するよう構成される（好ましい態様 5）。

30

【0047】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 5 の構成に於いて、電動機は回生制動を行うよう構成される（好ましい態様 6）。

【発明を実施するための最良の形態】

【0048】

以下に添付の図を参照しつつ、本発明を幾つかの好ましい実施例について詳細に説明する。

【0049】

図 1 はホイールインモータ式の四輪駆動車に適用された本発明による車輛の運動制御装置の一つの実施例を示す概略構成図である。

40

【0050】

図 1 に於いて、10FL及び10FRはそれぞれ左右の前輪を示し、10RL及び10RRはそれぞれ左右の後輪を示している。左右の前輪10FL及び10FRにはそれぞれホイールインモータである電動発電機12FL及び12FRが組み込まれており、左右の前輪10FL及び10FRは電動発電機12FL及び12FRにより駆動され、電動発電機12FL及び12FRは駆動力制御用電子制御装置14により制御される。電動発電機12FL及び12FRはそれぞれ左右前輪の発電機としても機能し、回生発電機としての機能（回生駆動）も駆動力制御用電子制御装置14により制御される。

【0051】

50

同様に、左右の後輪 10 RL及び 10 RRにはそれぞれホイールインモータである電動発電機 12 RL及び 12 RRが組み込まれており、左右の前輪 10 RL及び 10 RRは電動発電機 12 RL及び 12 RRにより駆動され、電動発電機 12 RL及び 12 RRも駆動力制御用電子制御装置 14により制御される。電動発電機 12 RL及び 12 RRはそれぞれ左右後輪の発電機としても機能し、回生発電機としての機能も駆動力制御用電子制御装置 14により制御される。

#### 【0052】

尚図 1には詳細に示されていないが、駆動力制御用電子制御装置 14はマイクロコンピュータと駆動回路とよりなり、マイクロコンピュータは例えば中央処理ユニット(CPU)と、リードオンリメモリ(ROM)と、ランダムアクセスメモリ(RAM)と、入出力ポート装置とを有し、これらが双方向性のコモンバスにより互いに接続された一般的な構成のものであってよい。また通常走行時には図 1には示されていないバッテリーに充電された電力が駆動回路を経て各電動発電機 12 FL~ 12 RRへ供給され、車輛の減速制動時には各電動発電機 12 FL~ 12 RRによる回生制動により発電された電力が駆動回路を経てバッテリーに充電される。

10

#### 【0053】

左右の前輪 10 FL、10 FR及び左右の後輪 10 RL、10 RRの摩擦制動力は摩擦制動装置 16の油圧回路 18により対応するホイールシリンダ 20 FL、20 FR、20 RL、20 RRの制動圧が制御されることによっても制御される。図には示されていないが、油圧回路 18はリザーバ、オイルポンプ、種々の弁装置等を含み、各ホイールシリンダの制動圧力はブレーキペダル 22の踏み込みに応じて駆動されるマスタシリンダ 24の圧力に応じてオイルポンプや種々の弁装置が制動力制御用電子制御装置 26によって制御されることにより制御される。

20

#### 【0054】

尚図 1には詳細に示されていないが、制動力制御用電子制御装置 26もマイクロコンピュータと駆動回路とよりなり、マイクロコンピュータは例えば中央処理ユニット(CPU)と、リードオンリメモリ(ROM)と、ランダムアクセスメモリ(RAM)と、入出力ポート装置とを有し、これらが双方向性のコモンバスにより互いに接続された一般的な構成のものであってよい。

#### 【0055】

駆動力制御用電子制御装置 14には、アクセル開度センサ 28より運転者によって操作される図には示されていないアクセルペダルの踏み込み量としてのアクセル開度  $\alpha$  を示す信号が入力され、また操舵角センサ 30より操舵角  $\delta$  を示す信号が入力される。尚操舵角センサ 30は車輛の左旋回方向を正として操舵角  $\delta$  を検出する。

30

#### 【0056】

制動力制御用電子制御装置 26には、圧力センサ 36よりマスタシリンダ圧力  $P_m$ を示す信号、圧力センサ 38 FL~ 38 RRより対応する車輪の制動圧(ホイールシリンダ圧力)  $P_i$  ( $i = fl, fr, rl, rr$ )を示す信号が入力される。駆動力制御用電子制御装置 14及び制動力制御用電子制御装置 26は必要に応じて相互に信号の授受を行う。

#### 【0057】

駆動力制御用電子制御装置 14は、操舵角  $\delta$  に基づき左右前輪の実舵角  $\delta_{fl}$  を演算すると共に、実舵角  $\delta$  に基づき上記式 14に従って左右輪の制駆動力差による目標ヨーモーメント  $M_t(S)$  を演算する。また駆動力制御用電子制御装置 14は、アクセル開度  $\alpha$  及びマスタシリンダ圧力  $P_m$  に基づき運転者による車輛全体の要求制駆動力  $F$  (駆動方向を正とする)を演算し、目標ヨーモーメント  $M_t$  及び要求制駆動力  $F$  に基づき上記式 38~ 41に従って各車輪の目標制駆動力  $X_i$  ( $i = fl, fr, rl, rr$ )を演算し、目標制駆動力  $X_i$  に基づき電動発電機 12 FL~ 12 RRに対する目標駆動電流  $I_{ti}$  ( $i = fl, fr, rl, rr$ )を演算し、目標駆動電流  $I_{ti}$  に基づき各電動発電機 12 FL~ 12 RRに通電される駆動電流を制御することにより各車輪の制駆動力が目標制駆動力  $X_i$  になるよう各車輪の制駆動力を制御する。

40

#### 【0058】

50

この場合駆動力制御用電子制御装置 14 は、何れかの車輪の目標制駆動力  $X_i$  が当該車輪の最大回生制動力よりも大きい負の値であるときには、当該車輪の制駆動力が目標制駆動力  $X_i$  になるよう電動発電機 12 FL ~ 12 RR により回生制動し、何れかの車輪の目標制駆動力  $X_i$  が当該車輪の最大回生制動力よりも小さい負の値であるときには、当該車輪の回生制動力が最大回生制動力になるよう電動発電機 12 FL ~ 12 RR を制御し、目標制駆動力  $X_i$  - 最大回生制動力に相当する目標摩擦制動力を示す信号を制動力制御用電子制御装置 26 へ出力する。制動力制御用電子制御装置 26 は、目標摩擦制動力を示す信号が入力されると、目標摩擦制動力に基づき当該車輪の目標制動圧  $P_{ti}$  ( $i = fl, fr, rl, rr$ ) を演算し、当該車輪の制動圧が目標制動圧  $P_{ti}$  になるよう摩擦制動装置 16 を制御する。

【0059】

10

次に図 2 に示されたフローチャートを参照して図示の実施例に於ける車輛の運動制御ルーチンについて説明する。尚図 2 に示されたフローチャートによる制御は図には示されていないイグニッションスイッチが閉成されることにより開始され、イグニッションスイッチが開成されるまで所定の時間毎に繰返し実行される。また以下の説明に於いて、 $i$  はそれぞれ左前輪、右前輪、左後輪、右後輪を示す  $fl, fr, rl, rr$  である。

【0060】

まずステップ 10 に於いてはアクセル開度センサ 28 により検出されたアクセル開度を示す信号等の読み込みが行われ、ステップ 20 に於いてはステアリングギヤ比を  $N$  とし  $\delta / N$  により左右前輪の実舵角  $\delta$  が演算され、ステップ 30 に於いては上記式 14 に従って左右輪の制駆動力差による目標ヨーモーメント  $M_t$  が演算される。

20

【0061】

ステップ 40 に於いてはアクセル開度  $a$  及びマスタシリンダ圧力  $P_m$  に基づき図には示されていないマップ又は関数により車輛全体の要求制駆動力  $F$  が演算され、ステップ 50 に於いては上記式 38 ~ 41 に従って各車輪の目標制駆動力  $X_i$  が演算され、ステップ 60 に於いては各車輪の制駆動力が目標制駆動力  $X_i$  になるよう電動発電機 12 FL ~ 12 RR 若しくは摩擦制動装置 16 が制御される。

【0062】

かくして図示の実施例によれば、ステップ 20 に於いて左右前輪の実舵角  $\delta$  が演算され、ステップ 30 に於いて左右輪の制駆動力差による目標ヨーモーメント  $M_t$  が演算され、ステップ 40 に於いてアクセル開度  $a$  及びマスタシリンダ圧力  $P_m$  に基づき運転者による車輛全体の要求制駆動力  $F$  が演算され、ステップ 50 に於いて目標ヨーモーメント  $M_t$  及び要求制駆動力  $F$  に基づき各車輪の目標制駆動力  $X_i$  が演算され、ステップ 60 に於いて各車輪の制駆動力が目標制駆動力  $X_i$  になるよう電動発電機 12 FL ~ 12 RR 若しくは摩擦制動装置 16 が制御される。

30

【0063】

前述の如く、上記式 14 に従って演算される左右輪の制駆動力差による目標ヨーモーメント  $M_t$  は車輛の実ロール角を操舵輪の舵角に基づく車輛の目標ロール角に追従させるために車輛に付与すべき目標ヨーモーメントであり、上記式 6 により表わされる車輛の目標ロール角は操舵輪の舵角に基づく車輛の目標横加速度に対応する車輛のロール角として操舵輪の操舵に対する車輛の横加速度発生の遅れを考慮して演算され、また各車輪の目標制駆動力  $X_i$  は左右輪間に制駆動力差を付与することに対する車輛の横加速度発生を考慮して演算される。

40

【0064】

従って図示の実施例によれば、左右輪間の制駆動力差によるヨーモーメントによって車輛の実ロール角を操舵輪の舵角に基づく車輛の目標ロール角に追従させ、これにより操舵に対し遅れて発生する車輛のロールのオーバーシュートや振動を低減し、運転者が異和感や不安感を感じる虞れを低減することができる。

【0065】

特に図示の実施例によれば、各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  は上記式 38 ~ 41 に従って演算されるので、各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  が上記式 34 ~ 37 に従って演算される場合に

50

比して、各車輪の目標制駆動力を能率よく演算することができる。

【0066】

また上述の実施例に於いては、左右前輪及び左右後輪の全ての制駆動力が制御されるので、例えば左右前輪のみの制駆動力又は左右後輪のみの制駆動力により左右輪間の制駆動力差によるヨーモーメントが発生される場合に比して、左右前輪間の制駆動力差及び左右後輪間の制駆動力差を大きくすることなく確実に目標ヨーモーメント  $M_t$  を達成することができる。

【0067】

以上に於いては本発明を特定の実施例について詳細に説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施例が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

10

【0068】

例えば上述の実施例に於いては、各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  は上記式 38 ~ 41 に従って演算されるようになってきているが、前輪のトレッド  $D_f$  及び後輪のトレッド  $D_r$  が相互に異なる車輛の場合には各車輪の目標制駆動力  $X_{ti}$  は上記式 34 ~ 37 に従って演算されてもよい。

【0069】

また上述の実施例に於いては、車輪 10 FL ~ 10 RR の全てがそれぞれ電動発電機 12 FL ~ 12 RR により制駆動されるようになってきているが、例えば左右後輪が内燃機関により駆動され、左右前輪がそれぞれ電動発電機により制駆動されるよう修正されてもよく、また左右前輪が内燃機関により駆動され、左右後輪がそれぞれ電動発電機により制駆動されるよう修正されてもよい。

20

【0070】

また上述の実施例に於いては、車輪 10 FL ~ 10 RR はそれぞれ電動発電機 12 FL ~ 12 RR により直接制駆動されるようになってきているが、車輪 10 FL ~ 10 RR はそれぞれ歯車減速機構の如き減速機構を介して電動発電機 12 FL ~ 12 RR により制駆動されるようになっていてもよい。

【0071】

また上述の実施例に於いては、電動発電機は各車輪に組み込まれたホイールインモータであるが、電動発電機は各車輪を駆動し得る限り車体に支持された電動発電機であってもよく、また上述の実施例に於ける電動発電機は車輛の制動時に回生制動を行う電動発電機であるが、電動発電機は回生制動を行わない電動機であってもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】ホイールインモータ式の四輪駆動車に適用された本発明による車輛の運動制御装置の一つの実施例を示す概略構成図である。

【図2】実施例に於ける車輛の運動制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図3】車輛が旋回しロールする場合にロール軸周りに作用する力を示す説明図である。

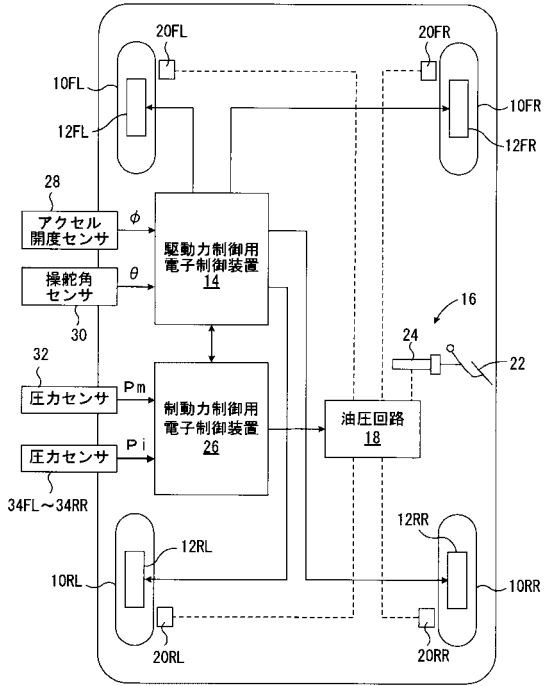
【符号の説明】

【0073】

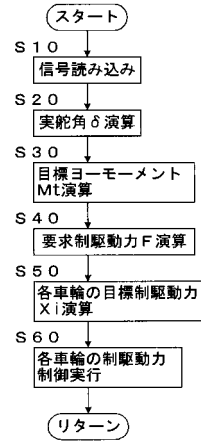
- 12 FL ~ 12 RR 電動発電機
- 14 駆動力制御用電子制御装置
- 16 摩擦制動装置
- 22 ブレーキペダル
- 26 制動力制御用電子制御装置
- 28 アクセル開度センサ
- 30 操舵角センサ
- 32、34 FL ~ 34 RR 圧力センサ

40

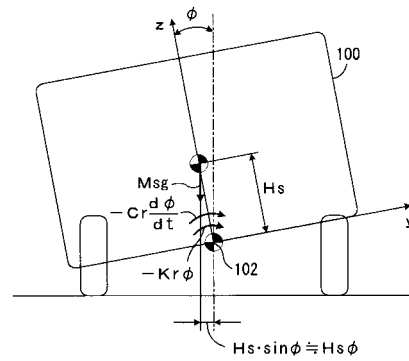
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 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 0 T 8/1755 A

(72)発明者 土田 充孝  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 吉末 監介  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D046 AA09 BB21 CC02 GG01 HH05 HH08 HH16