

(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2006-290302
(P2006-290302A)

(43) 公開日 平成18年10月26日(2006.10.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B62D 6/00 (2006.01)	B62D 6/00 ZYW	3D034
B62D 5/04 (2006.01)	B62D 5/04	3D232
B62D 7/08 (2006.01)	B62D 7/08 Z	3D233
B62D 101/00 (2006.01)	B62D 101:00	
B62D 113/00 (2006.01)	B62D 113:00	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-117401 (P2005-117401)
(22) 出願日 平成17年4月14日 (2005.4.14)

(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 100105924
弁理士 森下 賢樹

(74) 代理人 100109047
弁理士 村田 雄祐

(74) 代理人 100109081
弁理士 三木 友由

(72) 発明者 古平 貴大
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 中津 慎利
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

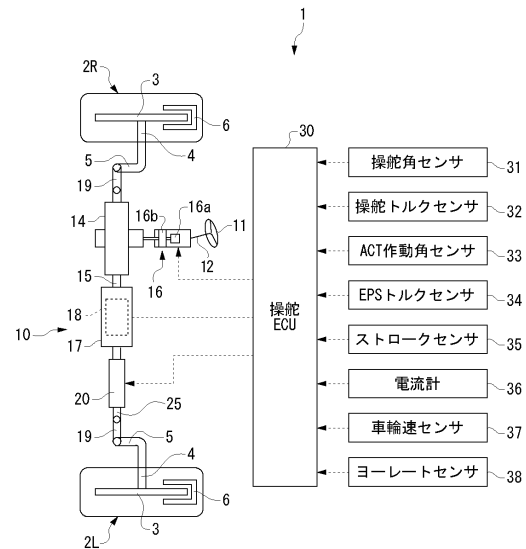
(54) 【発明の名称】 車両操舵装置

(57) 【要約】

【課題】 可変伝達比機能を有すると共に、装置のコンパクト化、エネルギー消費量の低減化を容易に達成可能な車両操舵装置の提供。

【解決手段】 車両操舵装置10は、操舵ハンドル11と連結されたステアリングシャフト12と、操舵輪2L, 2Rを転舵させるための操舵ロッドを構成するラック15およびアクチュエータロッド25と、ステアリングシャフト12の回転運動をラック15の直線運動に変換する操舵ギヤボックス14と、操舵ハンドル11と操舵ギヤボックス14との間に設けられ、操舵ハンドル11の操舵角と操舵輪2L, 2Rの転舵角との間の伝達比を変化させる伝達比可変機構16と、操舵ギヤボックス14と一方の操舵輪2Lとの間に設けられ、操舵ロッドの実効長さを変化させるアクチュエータ20と、操舵ギヤボックス14とアクチュエータ20とを制御する操舵ECU30とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に含まれる一対の操舵輪を操舵するための車両操舵装置において、
操舵ハンドルと連結されたステアリングシャフトと、
前記各操舵輪を転舵させるための操舵ロッドと、
前記ステアリングシャフトの回転運動を前記操舵ロッドの左右の直線運動に変換する操舵角伝達機構と、
前記操舵ハンドルと前記操舵角伝達機構との間に設けられており、前記操舵ハンドルの操舵角と前記操舵輪の転舵角との間の伝達比を変化させる伝達比可変手段と、
前記操舵角伝達機構と前記操舵輪の一方との間に設けられており、前記操舵ロッドの実効長さを変化させるアクチュエータと、
前記伝達比可変手段と前記アクチュエータとを制御する制御手段とを備えることを特徴とする車両操舵装置。

10

【請求項 2】

前記伝達比可変手段と前記アクチュエータとの間に設けられており、前記操舵ロッドの直線運動をアシストするためのモータを含む電動アシストユニットを更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の車両操舵装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記電動アシストユニットの作動中に前記アクチュエータの作動を許容することを特徴とする請求項 2 に記載の車両操舵装置。

20

【請求項 4】

前記制御手段は、
前記電動アシストユニットによるアシスト量を設定するアシスト量設定手段と、
ドライバーの操舵入力に応じた目標操舵反力を取得する目標操舵反力取得手段と、
前記アクチュエータを作動させて前記操舵ロッドの実効長さを変化させた際の実操舵反力を取得する実操舵反力取得手段と、
前記アクチュエータが作動させられた際に、前記目標操舵反力と前記実操舵反力との偏差に基づいて前記電動アシストユニットによるアシスト量を補正する補正手段とを含むことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の車両操舵装置。

【請求項 5】

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、前記車両の車速を検出する車速検出手段とを更に備え、
前記制御手段は、
前記操舵角検出手段によって検出される操舵角に基づいてアッカーマン角が所定値になるように第 1 目標転舵角を取得する第 1 目標転舵角取得手段と、
予め作成された車両運動モデルを用いて前記操舵角検出手段によって検出される操舵角に応じた第 2 目標転舵角を取得する第 2 目標転舵角取得手段と、
前記車速検出手段によって検出される車速に応じて、前記第 1 目標転舵角および前記第 2 目標転舵角の何れか一方を目標転舵角として設定する目標転舵角設定手段とを含むことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れかに記載の車両操舵装置。

30

40

【請求項 6】

前記目標転舵角設定手段は、前記車速検出手段によって検出される車速が所定値を下回っている場合に前記第 1 目標転舵角を目標転舵角として設定する一方、前記車速検出手段によって検出される車速が前記所定値以上である場合に前記第 2 目標転舵角を目標転舵角として設定することを特徴とする請求項 5 に記載の車両操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、車両に含まれる一对の操舵輪を操舵するための車両操舵装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、車両の操舵輪を転舵させるための車両操舵装置として、操舵輪ごとに操舵用アクチュエータを有して左右の操舵輪をそれぞれ独立に操舵させることができる車両操舵装置が知られている（例えば、特許文献1参照。）。なお、左右の操舵輪の舵角を調整可能な車両操舵装置としては、操舵ギヤボックスのラックと左右何れか一方の操舵輪との間の距離を変化させる舵角可変装置を有するものが知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【特許文献1】特開2003-112650号公報

10

【特許文献2】特開平10-324253号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述のように、左右の操舵輪に対してそれぞれ操舵用アクチュエータを備えれば、各操舵輪の舵角を独立に調整することが可能となる。しかしながら、操舵ギヤ比を可変にしたり、転舵角を大きくしたりするためには、各操舵用アクチュエータとして高出力かつストロークが大きいものを用いる必要が生じる。このため、上記従来例においては、車両操舵装置のコンパクト化やエネルギー消費量の低減化を図ることは困難である。

【0004】

20

そこで、本発明は、可変伝達比機能を有すると共に、装置のコンパクト化、エネルギー消費量の低減化を容易に達成可能な車両操舵装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による車両操舵装置は、車両に含まれる一对の操舵輪を操舵するための車両操舵装置において、操舵ハンドルと連結されたステアリングシャフトと、各操舵輪を転舵させるための操舵ロッドと、ステアリングシャフトの回転運動を操舵ロッドの左右の直線運動に変換する操舵角伝達機構と、操舵ハンドルと操舵角伝達機構との間に設けられており、操舵ハンドルの操舵角と操舵輪の転舵角との間の伝達比を変化させる伝達比可変手段と、操舵角伝達機構と操舵輪の一方との間に設けられており、操舵ロッドの実効長さを変化させるアクチュエータと、伝達比可変手段とアクチュエータとを制御する制御手段とを備えることを特徴とする。

30

【0006】

この車両操舵装置では、基本的に、一对の操舵輪の転舵角が伝達比可変手段によって設定され、一对の操舵輪の転舵角を独立に設定する際には、アクチュエータが作動させられる。これにより、大型のアクチュエータを複数用いることなく可変伝達機能を実現すると共に、一对の操舵輪の転舵角を独立に設定するためのアクチュエータとして比較的出力のものを採用することが可能となる。従って、この車両操舵装置では、可変伝達比機能を実現しつつ、装置全体をコンパクト化すると共にエネルギー消費量の低減化することが可能となる。

40

【0007】

また、本発明による車両操舵装置は、伝達比可変手段とアクチュエータとの間に設けられ、操舵ロッドの直線運動をアシストするためのモータを含む電動アシストユニットを更に備えると好ましい。

【0008】

このような構成のもとでは、伝達比可変手段が電動アシストユニットの支援下で操舵ハンドルの操舵角と操舵輪の転舵角との間の伝達比を変化させることから、伝達比可変手段として低出力かつコンパクトなものを採用することが可能となる。

【0009】

更に、制御手段は、電動アシストユニットの作動中にアクチュエータの作動を許容する

50

と好ましい。

【0010】

このように、アクチュエータによる一対の操舵輪の独立操舵が電動アシストユニットによるアシスト時に実行されるようにすれば、アクチュエータの負荷を減らすことができるので、アクチュエータを小型化して装置全体のコンパクト化、低消費エネルギー化を図ることが可能となる。

【0011】

また、制御手段は、電動アシストユニットによるアシスト量を設定するアシスト量設定手段と、ドライバーの操舵入力に応じた目標操舵反力を取得する目標操舵反力取得手段と、アクチュエータを作動させて操舵ロッドの実効長さを変化させた際の実操舵反力を取得する実操舵反力取得手段と、アクチュエータが作動させられた際に、目標操舵反力と実操舵反力との偏差に基づいて電動アシストユニットによるアシスト量を補正する補正手段とを含むと好ましい。

10

【0012】

上述のアクチュエータによる一対の操舵輪の独立操舵が行われると、各操舵輪の転舵角が異なることに起因して各操舵輪に対する路面反力が互いに異なることになる。このため、アクチュエータによる一対の操舵輪の独立操舵が行われた場合と行われなかった場合とでは操舵反力が異なることになるので、所望の転舵角を得るために操舵ハンドルに入力すべき操舵力も変動してしまう。このような点に鑑みて、この車両操舵装置では、ドライバーの操舵入力に応じた目標操舵反力と、アクチュエータを作動させて操舵ロッドの実効長さを変化させた際の実操舵反力との偏差に基づいて電動アシストユニットによるアシスト量が補正される。これにより、電動アシストユニットによって操舵輪の独立操舵に起因する操舵反力の変動の影響を抑えて操舵力の変動を良好に抑制することが可能となる。

20

【0013】

更に、本発明による車両操舵装置は、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、車両の車速を検出する車速検出手段とを更に備えるとよく、制御手段は、操舵角検出手段によって検出される操舵角に基づいてアッカーマン角が所定値になるように第1目標転舵角を取得する第1目標転舵角取得手段と、予め作成された車両運動モデルを用いて操舵角検出手段によって検出される操舵角に応じた第2目標転舵角を取得する第2目標転舵角取得手段と、車速検出手段によって検出される車速に応じて、第1目標転舵角および第2目標転舵角の何れか一方を目標転舵角として設定する目標転舵角設定手段とを含むと好ましい。

30

【0014】

このような構成を採用すれば、車速と操舵角とに応じて最適な目標転舵角を設定して車両の走行性能や取り回し性を向上させることが可能となる。

【0015】

この場合、目標転舵角設定手段は、車速検出手段によって検出される車速が所定値を下回っている場合に第1目標転舵角を目標転舵角として設定する一方、車速検出手段によって検出される車速が所定値以上である場合に第2目標転舵角を目標転舵角として設定すると好ましい。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、可変伝達比機能を有すると共に、装置のコンパクト化、エネルギー消費量の低減化を容易に達成可能な車両操舵装置の実現が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

【0018】

図1は、本発明による車両操舵装置を備えた車両の要部を示す概略構成図である。同図

50

に示されるように、車両 1 は、本実施形態では前輪である左右一对の操舵輪 2 L, 2 R または図示されない後輪を駆動するための内燃機関、電気モータ、あるいはこれらを組み合わせたハイブリッド動力ユニットといった駆動源（図示省略）を有すると共に、左側の操舵輪 2 L および右側の操舵輪 2 R を操舵するための車両操舵装置 10 を含む。操舵輪 2 L, 2 R は、それぞれホイールとタイヤとを含み、各操舵輪 2 L, 2 R のホイールは、ブレーキユニットを構成するディスクロータ 3 を介してナックル 4 により支持されている。ナックル 4 には、ナックルアーム 5 が一体化または連結されており、ナックル 4 は、車両 1 の懸架装置を構成するストラットバーやロワアーム等を介して車体に対して支持されている。また、各操舵輪 2 L および 2 R のホイールの内部には、ディスクロータ 3 を介して各操舵輪 2 L および 2 R に制動力を付与するためのブレーキキャリパ 6 が配置されている。

10

【0019】

一方、車両 1 の車両操舵装置 10 は、ドライバーによって操作される操舵ハンドル 11 を含む。操舵ハンドル 11 は、ステアリングシャフト 12 の一端に固定されており、ステアリングシャフト 12 の他端は、操舵ギヤボックス 14 に連結されている。操舵ギヤボックス 14 は、ステアリングシャフト 12 の端部に固定される図示されないピニオンギヤと、このピニオンギヤと噛合する操舵ロッドとしてのラック 15 とを含み、ステアリングシャフト 12 の回転運動をラック 15 の左右の直線運動に変換する操舵角伝達機構として機能する。また、ステアリングシャフト 12 には、操舵ハンドル 11 と操舵ギヤボックス 14 との間位置するように、伝達比可変機構 16 が組み込まれている。この伝達比可変機構 16 は、操舵ハンドル 11 の操舵角に対する操舵輪 2 L および 2 R の転舵角の比である伝達比を変化させる機能を有するものであり、この伝達比を変化させるための駆動源としての DC モータを主構成要素とするアクチュエータ 16 a と、減速機（差動装置） 16 b とを含む。

20

【0020】

そして、車両操舵装置 10 は、いわゆる電動パワーステアリングユニットとして構成されており、ラック 15（操舵ロッド）にトルクを付与してその直線運動をアシストする電動アシストユニット 17 を有している。本実施形態において、電動アシストユニット 17 は、伝達比可変機構 16 と後述のアクチュエータ 20 との間、より詳細には、操舵ギヤボックス 14 とアクチュエータ 20 との間に設けられる。電動アシストユニット 17 は、ステータおよびロータを含むモータ 18 を有し、例えば、いわゆるボールスクリュ式のアシストユニットとして構成される。本実施形態では、モータ 18 のロータに、図示されないボールねじナットが固定されており、このボールねじナットと、何れも図示されないボールおよびラック 15 の一端側（本実施形態では、操舵輪 2 L 側）に形成されたねじ溝とを介してモータ 18 からラック 15 にトルクが伝達されることになる。

30

【0021】

更に、車両操舵装置 10 は、操舵ギヤボックス 14 すなわち電動アシストユニット 17 と一方の操舵輪 2 L との間に配置されたアクチュエータ 20 を有している。アクチュエータ 20 は、操舵ギヤボックス 14 から電動アシストユニット 17 を介して延出するラック 15 に連結されており、操舵ロッドとしてのラック 15 の実効長さを変化させるものである。かかるアクチュエータ 20 は、図 2 に示されるように、ハウジング 21 を含み、このハウジング 21 内には、上述のラック 15 の端部が収容される。ハウジング 21 内に収容されるラック 15 の端部には、拡径された筒状部 15 a が形成されており、この筒状部 15 a の内周面には、電動モータを構成するステータ 22 が固定されている。ラック 15 の筒状部 15 a の内部には、軸受 23 を介して、ねじシャフト 24 が回転自在に支持されている。ねじシャフト 24 は、外周にねじ溝を有し、ステータ 22 を含むモータのロータとして機能する。

40

【0022】

また、ラック 15 の筒状部 15 a の内部には、ラック 15 と共に操舵ロッドを構成するアクチュエータロッド 25 の一端に形成された筒状部 25 a が挿入される。アクチュエータロッド 25 の筒状部 25 a の内周面には、ボールねじナット 26 が固定されており、当

50

該ボールねじナット 26 は、図示されないボールを介してねじシャフト 24 のねじ溝と係合する。これにより、ステータ 22 およびロータとしてのねじシャフト 24 とにより構成されるモータに電力を供給すれば、ねじシャフト 24 が回転する。そして、ねじシャフト 24 の回転に伴ってボールねじナット 26 および筒状部 25 a が回転し、それにより、アクチュエータロッド 25 がラック 15 の軸方向に進退移動することになる。このように、アクチュエータ 20 を作動させてアクチュエータロッド 25 を伸縮させることにより、ラック 15 およびアクチュエータロッド 25 により構成される操舵ロッドの実効長さを変化させることができる。なお、ステータ 22 には、スパイラルケーブル 27 を介して外部の図示されない電源から電力が供給される。

【0023】

ラック 15 の筒状部 15 a の端部には、アクチュエータロッド 25 の筒状部 25 a と当接可能なナットストッパ 28 が取り付けられる。この場合、ナットストッパ 28 の内周部と筒状部 25 a の外周部とをスプライン係合させ、それにより、ナットストッパ 28 に、アクチュエータロッド 25 の回転を阻止する回り止め機能をもたせるとよい。また、ナットストッパ 28 の内周に互いに平行な 2 つの平面を形成すると共に、筒状部 25 a の外周にナットストッパ 28 の内周の 2 平面と係合する 2 つの平面を形成してもよい。このような構成を採用しても、ナットストッパ 28 に、アクチュエータロッド 25 の回転を阻止する機能をもたせることができる。

【0024】

ハウジング 21 から延出するアクチュエータロッド 25 の端部は、タイロッド 19 を介して、左側の操舵輪 2 L のナックルアーム 5 に連結される。そして、アクチュエータ 20 のハウジング 21 の端部には、アクチュエータロッド 25 とタイロッド 19 との連結部周辺を覆うブーツ 29 が装着される。また、操舵ギヤボックス 14 から操舵輪 2 R 側に延出するラック 15 の端部は、タイロッド 19 を介して、右側の操舵輪 2 R のナックルアーム 5 に連結される。

【0025】

上述のように構成される車両操舵装置 10 は、図 1 に示されるように、制御手段としての操舵用電子制御ユニット（以下「操舵 ECU」という）30 によって制御される。すなわち、車両操舵装置 10 に含まれる伝達比可変機構 16、電動アシストユニット 17 およびアクチュエータ 20 は、それぞれ操舵 ECU 30 によって制御される。操舵 ECU 30 は、各種演算処理を実行する CPU、各種制御プログラムを格納する ROM、データ格納やプログラム実行のためのワークエリアとして利用される RAM、入出力インターフェース、メモリ等を備えるものである。

【0026】

そして、操舵 ECU 30 の入出力インターフェースには、操舵角センサ 31、操舵トルクセンサ 32、アクチュエータ作動角センサ 33、EPS トルクセンサ 34、ストロークセンサ 35、電流計 36、車輪速センサ 37 およびヨーレートセンサ 38 が接続されている。操舵角センサ 31 は、操舵ハンドル 11 の操舵角を検知し、検知した値を示す信号を操舵 ECU 30 に与える。操舵トルクセンサ 32 は、ドライバーから操舵ハンドル 11 に与えられた操舵トルクを検知し、検知した値を示す信号を操舵 ECU 30 に与える。アクチュエータ作動角センサ 33 は、伝達比可変機構 16 が作動したことによる操舵角の変化分（増加分）を検知し、検知した値を示す信号を操舵 ECU 30 に与える。

【0027】

EPS トルクセンサ 34 は、電動アシストユニット 17 によるアシストトルクを検知し、検知した値を示す信号を操舵 ECU 30 に与える。ストロークセンサ 35 は、アクチュエータ 20 に含まれるアクチュエータロッド 25 の変位を検知し、検知した値を示す信号を操舵 ECU 30 に与える。電流計 36 は、アクチュエータ 20 のモータを構成するステータ 22 に供給される電流の値を検知し、検知した値を示す信号を操舵 ECU 30 に与える。車輪速センサ 37 は、操舵輪 2 L, 2 R を含むすべての車輪に備えられている。各車輪速センサ 37 は、対応する車輪の回転速度を検知し、それぞれ検知した値を示す信号を

10

20

30

40

50

操舵 ECU 30 に与える。ヨーレートセンサ 38 は、車両 1 の鉛直軸回りの回転角速度（ヨーレート）を検知し、検知した値を示す信号を操舵 ECU 30 に与える。操舵 ECU 30 は、各センサ 31 ~ 38 等からの信号に基づいて、伝達比可変機構 16、電動アシストユニット 17 およびアクチュエータ 20 を制御する。

【0028】

上述の車両操舵装置 10 を備えた車両 1 では、操舵 ECU 30 により、例えば各車輪速センサ 37 の検出値から求められる車両 1 の車速に応じた操舵角と転舵角との伝達比が定められ、当該伝達比が実現されるように伝達比可変機構 16 が制御される。これにより、一对の操舵輪 2L および 2R の転舵角が伝達比可変機構 16 によって設定されることになる。また、一对の操舵輪 2L および 2R の転舵角を独立に設定する際には、操舵 ECU 30 によってアクチュエータ 20 が作動させられ、ラック 15 およびアクチュエータロッド 25 により構成される操舵ロッドの実効長さが変化させられる。この結果、車両操舵装置 10 では、大型のアクチュエータを複数用いることなく可変伝達機能を実現すると共に、一对の操舵輪 2L および 2R の転舵角を独立に設定するためのアクチュエータ 20 として高出力のものを採用する必要がなくなる。従って、車両操舵装置 10 では、装置全体をコンパクト化すると共にエネルギー消費量の低減化を図ることが可能となる。

10

【0029】

更に、車両操舵装置 10 では、伝達比可変機構 16 とアクチュエータ 20 との間にラック 15 の直線運動をアシストする電動アシストユニット 17 が備えられているので、伝達比可変機構 16 は、電動アシストユニット 17 の支援下で操舵ハンドル 11 の操舵角と操舵輪 2L, 2R の転舵角との間の伝達比を変化させることができる。従って、車両操舵装置 10 においては、伝達比可変機構 16 として低出力かつコンパクトなものを採用することが可能となる。なお、電動アシストユニット 17 は、上述のようなラックアシスト式のものに限られず、伝達比可変機構 16 とアクチュエータ 20 との間に設けられるのであれば、ピニオンアシスト式あるいはコラムアシスト式のものであってもよい。

20

【0030】

また、車両操舵装置 10 では、基本的に、電動アシストユニット 17 の作動中に操舵 ECU 30 によってアクチュエータ 20 の作動が許容される。このように、アクチュエータ 20 による一对の操舵輪 2L および 2R の独立操舵を電動アシストユニット 17 によるアシスト時に概ね限定して許容することにより、アクチュエータ 20 の負荷を減らすことができるので、アクチュエータ 20 を小型化して装置全体をコンパクト化、低消費エネルギー化を図ることが可能となる。

30

【0031】

更に、車両操舵装置 10 では、上述のように電動アシストユニット 17 の作動中にアクチュエータ 20 の作動を許容するため、更には、ドライバーの操舵負担を確実に軽減する観点から、電動アシストユニット 17、伝達比可変機構 16、アクチュエータ 20 の順で制御の優先順位が定められている。すなわち、仮に一对の操舵輪 2L, 2R の独立制御が実行されなくても、基本的には車両 1 の通常走行に支障はない。また、伝達比可変機構 16 を作動させなくても、ドライバーのハンドル操作量を増やすことにより、所望の転舵角を得ることができる。従って、ドライバーの操舵負担軽減等を優先して上述の優先順位に従って電動アシストユニット 17、伝達比可変機構 16 およびアクチュエータ 20 が制御されるようにすれば、左右の操舵輪 2L, 2R の転舵状態を安定化させると共に、制御口スを低減化することが可能となる。

40

【0032】

そして、車両操舵装置 10 においては、車両 1 の操舵性能を安定化させる共に、制御口スをより一層低減させるべく、図 3 に示される手順に従い、車速と操舵角とに応じた制御が実行される。図 3 は、車両 1 の車速と操舵角とに応じて車両操舵装置 10 の制御を切り換える手順を説明するためのフローチャートである。同図に示されるルーチンは、操舵 ECU 30 によって所定時間おきに繰り返し実行されるものである。この場合、操舵 ECU 30 は、まず、各車輪速センサ 37 からの信号に基づいて車両 1 の車速を取得すると共に

50

、操舵角センサ31からの信号に基づいてドライバーにより設定された操舵角を取得する(S10)。更に、操舵ECU30は、S10にて取得した車速が予め定められている閾値を下回っているか否か判定する(S12)。S12にて用いられる閾値は、例えば5~10km程度の範囲から定められ、車両1の車速が当該閾値を下回っていると判断すると(S12におけるYes)、操舵ECU30は、左右の操舵輪2Lおよび2Rの間における転舵角の差であるアッカerman角を最適化する処理を実行する(S14)。

【0033】

S14において、操舵ECU30は、まず、S10にて取得した操舵角に基づいて車両1の目標旋回半径を求める。更に、操舵ECU30は、予め定められているマップ等を用いて、求めた目標旋回半径と車両1のホイールベースおよびトレッドとからアッカerman角が最適になるように各操舵輪2L, 2Rの目標転舵角(第1目標転舵角)を算出する。各操舵輪2L, 2Rの目標転舵角を算出すると、操舵ECU30は、左右独立操舵のためのアクチュエータ20が設けられていない側の操舵輪2Rの転舵角を得るための伝達比可変機構16の作動量を算出する。次いで、操舵ECU30は、左右独立操舵のためのアクチュエータ20が設けられている側の操舵輪2Lについて、伝達比可変機構16により設定される転舵角を算出すると共に、得られた操舵輪2Lの転舵角と、操舵輪2Lの目標転舵角との偏差に基づいてアクチュエータ20の作動量、すなわち、アクチュエータロッド25の変位を算出する。

10

【0034】

このようにして、伝達比可変機構16の作動量と、アクチュエータ20の作動量とを算出すると、操舵ECU30は、伝達比可変機構16とアクチュエータ20とに対し、それぞれを求めた作動量だけ作動させるための制御信号を与える。これにより、伝達比可変機構16およびアクチュエータ20によって、操舵輪2Lおよび2Rのうち、内側に位置する車輪の転舵角が外側の車輪の転舵角よりも所定量だけ大きくなるように、各操舵輪2L, 2Rの転舵角が設定される。このように、車両操舵装置10では、車速が予め定められた閾値よりも低い場合、アッカerman角が最適化されるように伝達比可変機構16およびアクチュエータ20が制御される。この結果、アッカerman角の最適化により車輪に加えられる横力が極めて小さくなるので、車両1を所望の方向にスムーズに旋回させることが可能となる。

20

【0035】

S14の処理を実行とすると、操舵ECU30は、アクチュエータ20が過剰に作動して左右の操舵輪2L, 2Rの転舵角差が必要以上に大きくなることを抑制すべく、アクチュエータ20の作動量が所定の閾値を超えないようにガード値を設定した上で(S16)、再度S10以降の処理を繰り返し実行する。

30

【0036】

一方、S12にて車両1の車速が上記閾値を下回っていないと判断すると(S12におけるNo)、操舵ECU30は、S10にて取得した操舵角が予め定められている閾値を下回っているか否か判定する(S18)。S18にて用いられる閾値は、車両1が概ね直進しているとみなせる程度の値とされる。操舵角が当該閾値を下回っており、ドライバーが車両1を直進させようと意図していると判断すると(S18におけるYes)、操舵ECU30は、車両1の直進走行を安定化させるための処理を実行する(S20)。

40

【0037】

S20において、操舵ECU30は、左右の操舵輪2Lおよび2Rがそれぞれ所定角度だけトーイン側に転舵するように伝達比可変機構16およびアクチュエータ20を制御する。すなわち、操舵ECU30は、左右独立操舵のためのアクチュエータ20が設けられていない側の操舵輪2Rのトーイン角を得るための伝達比可変機構16の作動量を算出する。次いで、操舵ECU30は、左右独立操舵のためのアクチュエータ20が設けられている側の操舵輪2Lについて、伝達比可変機構16により設定される転舵角を算出すると共に、得られた操舵輪2Lの転舵角と、操舵輪2Lのトーイン角との偏差に基づいてアクチュエータ20の作動量、すなわち、アクチュエータロッド25の変位を算出する。

50

【0038】

伝達比可変機構16の作動量と、アクチュエータ20の作動量とを算出すると、操舵ECU30は、伝達比可変機構16とアクチュエータ20とに対し、それぞれを求めた作動量だけ作動させるための制御信号を与える。これにより、伝達比可変機構16とアクチュエータ20とにより、左右の操舵輪2Lおよび2Rが所定角度だけトーイン側に転舵させられる。これにより、車両操舵装置10では、ドライバーの操舵入力が予め定められた量よりも少ない場合、車両1の直進安定性を良好に確保することが可能となる。S20の処理を実行すると、操舵ECU30は、アクチュエータ20の作動量が所定の閾値を超えないようにガード値を設定した上で(S16)、再度S10以降の処理を繰り返し実行する。

10

【0039】

一方、S18にて操舵角が予め定められている閾値を下回っていないと判断すると(S18におけるNo)、操舵ECU30は、車両1を旋回させるための制御を実行する(S22)。S22において、操舵ECU30は、S10にて取得した操舵角に基づいて車両1の目標旋回半径を求める。更に、操舵ECU30は、予め作成されている車両運動モデルを用いて、求めた目標旋回半径に応じた各操舵輪2L, 2Rの目標転舵角(第2目標転舵角)を算出する。ここで用いられる車両運動モデルは、車両1のホイールベースおよびトレッド、車両1の旋回中に車輪に加わる遠心力等を考慮した上で、目標旋回半径に応じた最適な各操舵輪2L, 2Rの目標転舵角を規定するように実験および解析に基づいて作成されるものである。

20

【0040】

各操舵輪2L, 2Rの目標転舵角を算出すると、操舵ECU30は、左右独立操舵のためのアクチュエータ20が設けられていない側の操舵輪2Rの転舵角を得るための伝達比可変機構16の作動量を算出する。次いで、操舵ECU30は、左右独立操舵のためのアクチュエータ20が設けられている側の操舵輪2Lについて、伝達比可変機構16により設定される転舵角を算出すると共に、得られた操舵輪2Lの転舵角と、操舵輪2Lの目標転舵角との偏差に基づいてアクチュエータ20の作動量、すなわち、アクチュエータロッド25の変位を算出する。このようにして、伝達比可変機構16の作動量と、アクチュエータ20の作動量とを算出すると、操舵ECU30は、伝達比可変機構16とアクチュエータ20とに対し、それぞれを求めた作動量だけ作動させるための制御信号を与える。これにより、伝達比可変機構16およびアクチュエータ20によって、各操舵輪2L, 2Rの転舵角が車輪に加わる遠心力に応じた横力を発生させ得る適切な値に設定される。

30

【0041】

上述のように、車両操舵装置10では、車両1の車速が所定値を下回っている場合、操舵角に基づいてアッカーマン角が所定値になるように目標転舵角(第1目標転舵角)が取得され、操舵輪2L, 2Rの目標転舵角として設定される。また、車両1の車速が所定値以上である場合、予め作成された車両運動モデルを用いて操舵角に応じた目標転舵角(第2目標転舵角)が取得され、操舵輪2L, 2Rの目標転舵角として設定される。このように、車速と操舵角とに応じて最適な目標転舵角を設定することにより、車両1の走行性能や取り回し性を向上させることが可能となる。

40

【0042】

ところで、上述の車両1では、図4に示されるように、操舵輪2Lおよび2Rがそれぞれ僅かにトーイン側に転舵される直進走行時に、操舵輪2Lおよび2Rに加わる路面反力に応じた概ね同一の大きさで互いに逆向きの車輪反力 R_L および R_R がラック15およびアクチュエータロッド25により構成される操舵ロッドに加えられる。このため、アクチュエータ20において、図4に示されるように、各操舵輪2L, 2Rの転舵角を維持するための内力 F_i が発生する。また、アクチュエータ20による操舵輪2L, 2Rの独立操舵が行われない状態で、各操舵輪2L, 2Rを例えば図中右向きに転舵させた場合、ラック15およびアクチュエータロッド25により構成される操舵ロッドには、図5に示されるように、概ね同一の大きさかつ同方向(図中左向き)の車輪反力 R_L および R_R が加え

50

られる。このように、アクチュエータ 20 による操舵輪 2 L , 2 R の独立操舵が行われな
い状態で各操舵輪 2 L , 2 R を転舵させた場合、アクチュエータ 20 において発生する内
力 F_i は直進走行時と殆ど変わらず、操舵反力は、各操舵輪 2 L , 2 R の転舵角を維持す
るのに必要な操舵反力となる。

【 0 0 4 3 】

これに対して、図 6 に示されるように、各操舵輪 2 L , 2 R を例えば図中右向きに転舵
させると共に、アクチュエータ 20 を作動させて例えば左側の操舵輪 2 L の転舵角を右側
の操舵輪 2 R の転舵角よりも大きくした場合、ラック 15 およびアクチュエータロッド 2
5 により構成される操舵ロッドには、路面反力に応じて図 6 に示されるような向きの車輪
反力 R_L および R_R が加えられる。図 6 の例の場合、左側の操舵輪 2 L からの車輪反力 R_L が右側の操舵輪 2 R からの車輪反力 R_R よりも大きくなる。そして、この場合、各操舵
輪 2 L , 2 R の転舵角を維持するためのアクチュエータ 20 の内力 F_i は、操舵輪 2 L ,
2 R の独立操舵が行われなかった場合に比較して大きくなる。

10

【 0 0 4 4 】

このため、アクチュエータ 20 による一对の操舵輪 2 L , 2 R の独立操舵が行われな
かった場合と、行われた場合とでは、アクチュエータ 20 で発生する内力 F_i の大きさの違
いに応じて、図 5 および図 6 に示されるように、ラック 15 およびアクチュエータロッド
25 により構成される操舵ロッドに加えられる軸力 F_s の大きさが変化する。この結果、
操舵輪 2 L , 2 R の独立操舵が行われなかった場合と、行われた場合とでは、ドライバー
に対する操舵反力が異なることになるので、所望の転舵角を得るために操舵ハンドルに入
力すべき操舵力も変動してしまう。

20

【 0 0 4 5 】

すなわち、アクチュエータ 20 による一对の操舵輪 2 L , 2 R の独立操舵が行われな
かった場合、ドライバーによる操舵力（操舵トルク）と操舵反力との間には、図 7 において
実線で示されるような相関が成立するのに対して、アクチュエータ 20 による一对の操舵
輪 2 L , 2 R の独立操舵が行われた場合には、アクチュエータ 20 で発生する内力 F_i が
大きくなることに起因して、両者の相関は、図 7 において二点鎖線で示されるようなもの
となる。そして、図 7 からわかるように、操舵輪 2 L , 2 R の独立操舵が行われてアクチ
ュエータ 20 で発生する内力 F_i が大きくなると、所望の転舵角を得るためには、内力 F_i
の増加分に応じて操舵ハンドル 11 に加えるべき操舵力を大きくしなければならない。

30

【 0 0 4 6 】

このような点に鑑みて、上述の車両 1 では、各操舵輪 2 L , 2 R の操舵時に、操舵 E C
U 30 によってドライバーの操舵力の変動を抑制するためのルーチンが実行される。図 8
は、車両 1 の操舵時にドライバーの操舵力の変動を抑制するためのルーチンを示すフロー
チャートである。同図に示されるルーチンは、操舵 E C U 30 によって車両 1 の操舵時に
実行されるものである。図 8 に示されるように、操舵 E C U 30 は、ドライバーによる操
舵指令の有無を判定しており (S 30)、操舵指令がなされたと判断すると (S 30 にお
ける Y e s)、各車輪速センサ 37 からの信号に基づいて車両 1 の車速を取得し、操舵角
センサ 31 からの信号に基づいてドライバーにより設定された操舵角を取得すると共に、
操舵トルクセンサ 32 からの信号に基づいてドライバーにより操舵ハンドルに入力された
操舵トルクを取得する (S 32)。更に、操舵 E C U 30 は、車速、操舵角およびドライ
バーによる操舵力（操舵トルク）と、それに応じた目標操舵反力との相関を規定するよう
に予め作成されたマップから S 10 にて取得した車速、操舵角および操舵トルクに応じた
目標操舵反力を取得する (S 34)。

40

【 0 0 4 7 】

S 34 の処理の後、操舵 E C U 30 は、S 32 にて取得した車速や操舵角等に基づいて
アクチュエータ 20 による左右の操舵輪 2 L , 2 R の独立操舵が行われているか否か判定
する (S 36)。操舵 E C U 30 は、操舵輪 2 L , 2 R の独立操舵が行われていると判断
すると (S 36 の Y e s)、アクチュエータ 20 に対する供給電流値を検出する電流計 3
6 の検出値に基づいて、その時点における実際の操舵反力（実操舵反力）を取得する (S

50

38)。上述のように、操舵反力は、アクチュエータ20で発生する内力 F_i の大きさに依存するものである。また、アクチュエータ20で発生する内力 F_i は、各操舵輪2L, 2Rの転舵角を維持するためにアクチュエータ20に供給される電流の値に概ね比例する。従って、実操舵反力は、電流計36によって検出されるアクチュエータ20に対する供給電流値から推定することが可能である。このため、S38において、操舵ECU30は、アクチュエータ20に対する供給電流値と実操舵反力との相関を規定するように予め作成されたマップを用いて、アクチュエータ20に対する供給電流値に応じた実操舵反力を取得する。

【0048】

次いで、操舵ECU30は、S34にて取得した目標操舵反力とS38にて取得した実操舵反力との偏差を求め(S40)、更に、当該偏差を偏差がゼロになるように電動アシストユニット17によるアシスト量の補正量を算出する(S42)。アシスト量の補正量を算出すると、操舵ECU30は、当該補正量を用いて電動アシストユニット17によるアシスト量を設定する(S44)。このように、車両操舵装置10を備えた車両1では、ドライバーの操舵入力に応じた目標操舵反力と、アクチュエータ20を作動させてラック15およびアクチュエータロッド25からなる操舵ロッドの実効長さを変化させた際の実操舵反力との偏差に基づいて電動アシストユニット17によるアシスト量が補正される。これにより、電動アシストユニット17によって操舵輪2L, 2Rの独立操舵に起因する操舵反力の変動の影響を抑えて操舵力の変動を良好に抑制することが可能となる。

【0049】

なお、S36にて操舵輪2L, 2Rの独立操舵が行われていないと判断された場合(S36のNo)、電動アシストユニット17によるアシスト量の補正量がゼロとされ(S46)、S44にて電動アシストユニット17によるアシスト量が設定されることになる。また、ドライバーにより操舵指令がなされていないと判断された場合(S30におけるNo)、S32移行の処理はスキップされ、再度ドライバーによる操舵指令の有無が判定されることになる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明による車両操舵装置を備えた車両の要部を示す概略構成図である。

【図2】図1の車両操舵装置に含まれるアクチュエータを示す部分断面図である。

【図3】図1の車両の車速と操舵角とに応じて車両操舵装置の制御を切り換える手順を説明するためのフローチャートである。

【図4】図1の車両の走行中に車両操舵装置に作用する力を説明するための模式図である。

【図5】図1の車両の走行中に車両操舵装置に作用する力を説明するための模式図である。

【図6】図1の車両の走行中に車両操舵装置に作用する力を説明するための模式図である。

【図7】操舵輪の独立操舵が行われない場合と行われた場合とにおける操舵力と操舵反力との相関を示すグラフである。

【図8】車両の操舵時にドライバーの操舵力の変動を抑制するためのルーチンを示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0051】

1 車両、2L, 2R 操舵輪、3 ディスクロータ、4 ナックル、5 ナックルアーム、6 ブレーキキャリア、10 車両操舵装置、11 操舵ハンドル、12 ステアリングシャフト、14 操舵ギヤボックス、15 ラック、16 伝達比可変機構、17 電動アシストユニット、18 モータ、19 タイロッド、20 アクチュエータ、21ハウジング、22 ステータ、23 軸受、24 ねじシャフト、25 アクチュエータロッド、26 ボールねじナット、27 スパイラルケーブル、28 ナットストッ

10

20

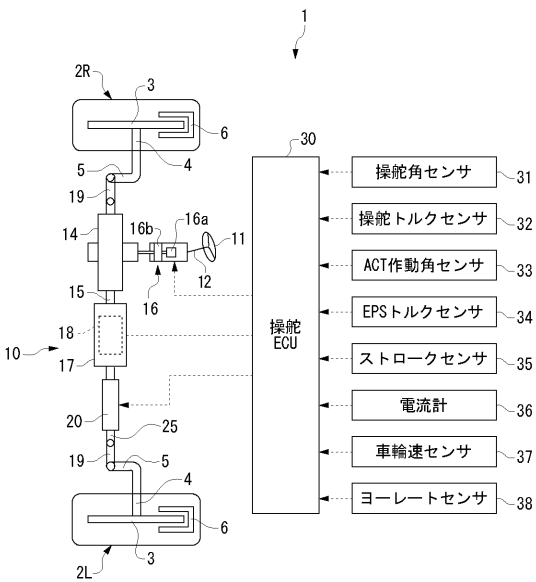
30

40

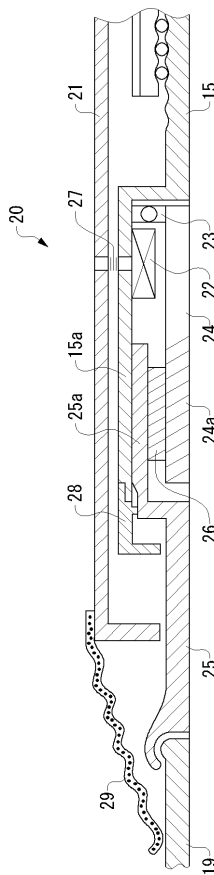
50

パ、29 ブーツ、30 操舵ECU、31 操舵角センサ、32 操舵トルクセンサ、
33 アクチュエータ作動角センサ、34 EPSトルクセンサ、35 ストロークセン
サ、36 電流計、37 車輪速センサ、38 ヨーレートセンサ。

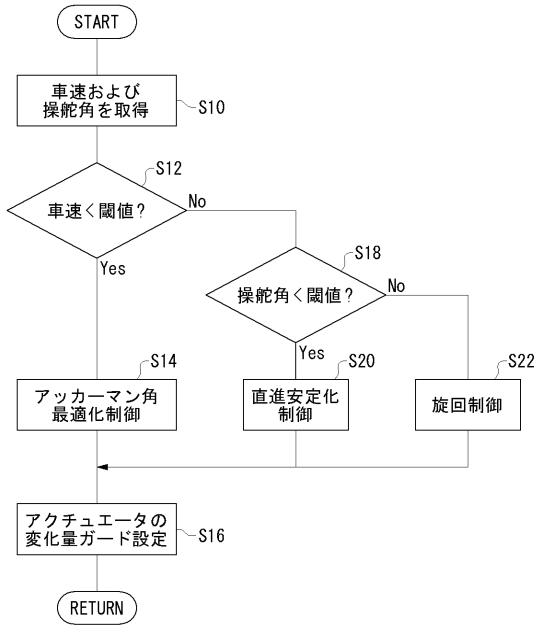
【図1】



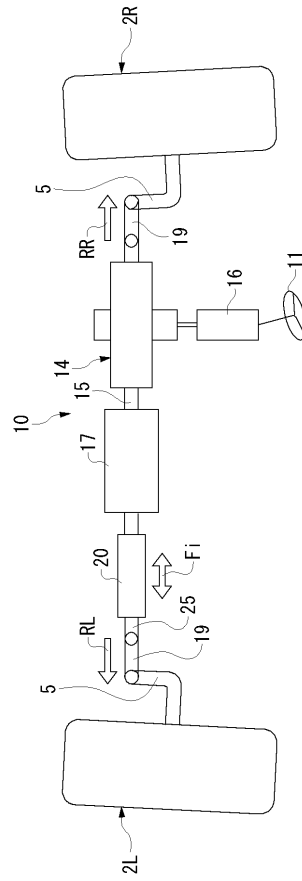
【図2】



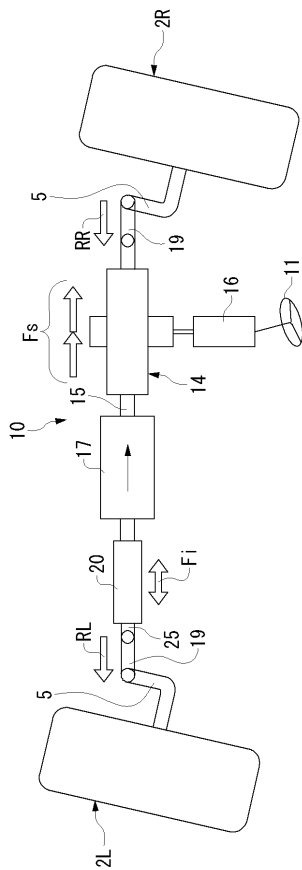
【 図 3 】



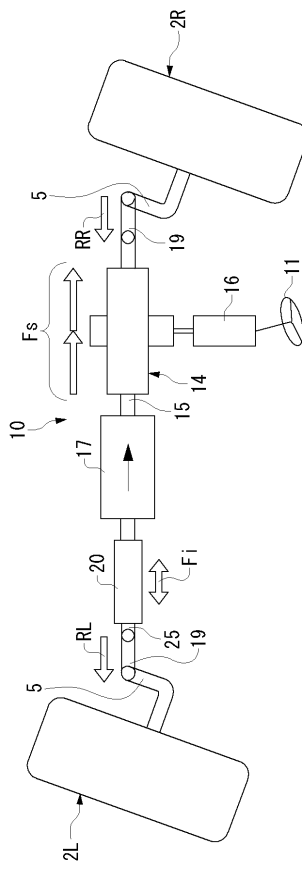
【 図 4 】



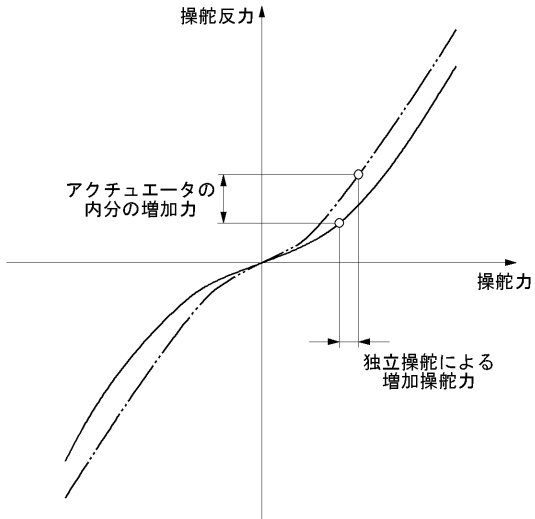
【 図 5 】



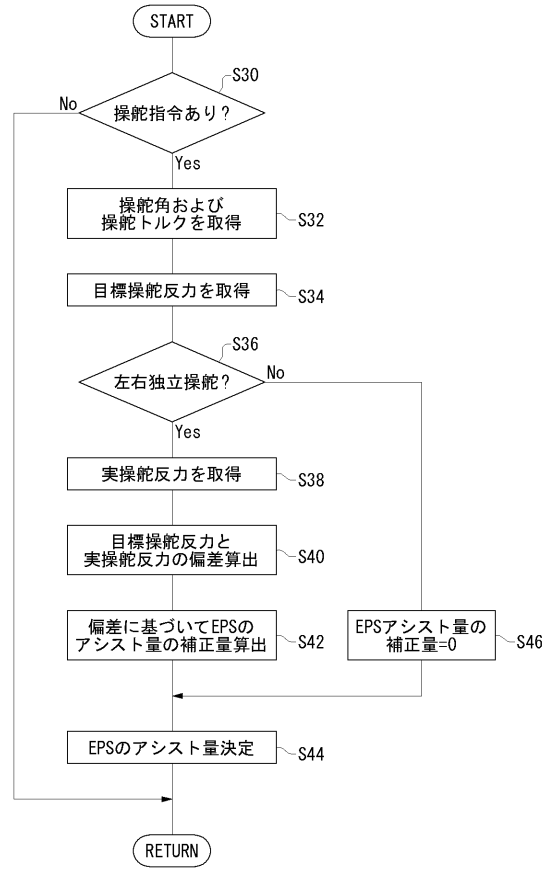
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



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 澤村 浩志

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) 3D034 BA04 BA07 BC03 BC25 BC26 BD06
3D232 CC48 CC49 DA02 DA03 DA15 DA16 DA23 DA24 DA33 DA64
DD01 EB05 EB12 EC22 EC31
3D233 CA02 CA13 CA16 CA17 CA18 CA20 CA28 CA29 CA38