

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第4873159号
(P4873159)**

(45) 発行日 **平成24年2月8日(2012.2.8)**

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

(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 101/00 (2006.01) B 6 2 D 101:00
 B 6 2 D 113/00 (2006.01) B 6 2 D 113:00

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-25001 (P2007-25001)
 (22) 出願日 平成19年2月5日(2007.2.5)
 (65) 公開番号 特開2008-189105 (P2008-189105A)
 (43) 公開日 平成20年8月21日(2008.8.21)
 審査請求日 平成21年9月22日(2009.9.22)

(73) 特許権者 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 110000213
 特許業務法人プロスペック特許事務所
 (72) 発明者 伊藤 公一
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 審査官 森林 宏和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の操舵装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

転舵輪を協働して転舵する複数の転舵用電気アクチュエータと、
 操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、
 転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出手段と、
 操舵ハンドルの操舵角と転舵輪の転舵角との予め決められた対応関係を表す制御則を記憶した制御則記憶手段と、

上記制御則に基づいて上記検出された操舵角に対応した転舵角を目標転舵角として算出し、転舵輪の転舵角が上記目標転舵角となるように上記複数の転舵用電気アクチュエータを同時に駆動制御する転舵制御手段と、

上記複数の転舵用電気アクチュエータの異常をそれぞれ検出する異常検出手段と、
 上記複数の転舵用電気アクチュエータのうちのいずれかに異常が検出されているとき、異常の検出されていない転舵用電気アクチュエータを使って転舵制御する異常時転舵制御手段と

を備えたステアバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、
 車速を検出する車速検出手段を備えるとともに、
 上記異常時転舵制御手段は、
 上記車速が予め設定した所定速度にまで上昇したときに、上記制御則に従って上記転舵角検出手段によって検出されている転舵角に対応した操舵角と、上記操舵角検出手段によって検出されている操舵角との差を操舵角補正量として算出する操舵角補正量算出手段と

上記車速が上記所定速度にまで上昇した後は、上記操舵角検出手段によって検出される操舵角を上記操舵角補正量で補正する操舵角補正手段と

を備え、上記制御則に基づいて、上記補正された操舵角に対応した転舵角を目標転舵角として算出し、転舵輪の転舵角が上記目標転舵角となるように上記異常が検出されていない転舵用電気アクチュエータを駆動制御することを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 2】

転舵輪を協働して転舵する複数の転舵用電気アクチュエータと、

操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、

転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出手段と、

操舵ハンドルの操舵角と転舵輪の転舵角との予め決められた対応関係を表す制御則を記憶した制御則記憶手段と、

上記制御則に基づいて上記検出された操舵角に対応した転舵角を目標転舵角として算出し、転舵輪の転舵角が上記目標転舵角となるように上記複数の転舵用電気アクチュエータを同時に駆動制御する転舵制御手段と、

上記複数の転舵用電気アクチュエータの異常をそれぞれ検出する異常検出手段と、

上記複数の転舵用電気アクチュエータのうちのいずれかに異常が検出されているとき、異常の検出されていない転舵用電気アクチュエータを使って転舵制御する異常時転舵制御手段と

を備えたステアバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

車速を検出する車速検出手段を備えるとともに、

上記異常時転舵制御手段は、

上記車速が予め設定した所定速度にまで上昇したときに、上記制御則に従って上記操舵角検出手段によって検出されている操舵角に対応した転舵角と、上記転舵角検出手段によって検出されている転舵角との差を転舵角補正量として算出する転舵角補正量算出手段と

上記車速が上記所定速度にまで上昇した後は、上記制御則に基づいて上記操舵角検出手段によって検出される操舵角に対応した転舵角を上記転舵角補正量で補正する転舵角補正手段と

を備え、上記転舵角補正手段で補正された転舵角を目標転舵角として、転舵輪の転舵角が上記目標転舵角となるように上記異常が検出されていない転舵用電気アクチュエータを駆動制御することを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 3】

上記異常時転舵制御手段は、上記車速が上記所定速度にまで上昇していない間は、上記検出される操舵角にかかわらず上記転舵用電気アクチュエータの駆動を禁止する駆動禁止手段を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車両の操舵装置。

【請求項 4】

上記駆動禁止手段は、転舵制御開始時における上記転舵角検出手段によって検出された転舵角を目標転舵角に設定し、上記車速が上記所定速度にまで上昇していない間は、上記設定された目標転舵角を上記検出される操舵角にかかわらず変更しないことにより上記転舵用電気アクチュエータの駆動を禁止することを特徴とする請求項 3 記載の車両の操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の転舵用アクチュエータを備え、操舵ハンドルの操舵操作に応じてこの複数の転舵用電気アクチュエータを協働して駆動制御して転舵輪を転舵するステアバイワイヤ方式の車両の操舵装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来から、この種の車両の操舵装置は、操舵ハンドルの操舵角 および転舵輪の実転舵角 を検出し、検出した操舵角 に応じて決定される目標転舵角 * と検出した転舵輪の実転舵角 との差 * - に応じて転舵用電気アクチュエータの作動を制御して、転舵輪を目標転舵角 * に転舵するようにしている。また、冗長性をもたせるために複数の転舵用電気アクチュエータを備え、この複数の転舵用電気アクチュエータを同時に協働駆動して転舵輪を転舵する車両の操舵装置も知られている。

【 0 0 0 3 】

例えば、特許文献 1 においては、2つの転舵用電動モータを備え、通常時においては、2つの転舵用電動モータを使って転舵輪を転舵し、一方の転舵用電動モータの異常が検出された場合には、他方の転舵用電動モータにて転舵輪を転舵するように制御している。こうした一方の転舵用電動モータにて転舵輪を駆動する場合、転舵輪を転舵する能力が半分となり、状況によっては十分な能力が得られないことがある。特許文献 1 のものでは、転舵能力不足時に操舵ハンドルの切り返し操作を行うと、ハンドル操作に対して転舵輪の転舵遅れが生じて転舵方向が操舵ハンドルの操舵方向と逆向きになってしまうという課題を挙げている。そして、その課題を解決するために、操舵ハンドルの切り返し時点での転舵輪の実転舵角に対応した操舵角と、操舵ハンドルの切り返し時点での実際の操舵角との差を算出し、その差を補正量として操舵角を補正するようにしている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 6 9 4 5 6 号

【発明の開示】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、操舵ハンドルの切り返し操作を行っていない場合であっても、以下のような問題が生じる。例えば、車両走行を開始するときに操舵ハンドルを切った場合、つまり、据え切りしている状態で車両走行を開始した場合には、走行開始後の途中から転舵輪が急に転舵するようになってしまう。この理由について図 1 0 を用いて説明する。

【 0 0 0 5 】

図 1 0 は、車速に対する必要ラック軸力を表す特性図である。図中において破線は、2系統の転舵用電動モータのうち1系統が失陥した場合に出力可能な最大ラック軸力である。操舵装置は、2系統の転舵用電動モータを同時に駆動することによりラックをその軸方向に変位させて転舵輪を転舵するが、そのラックを変位させるのに必要な必要ラック軸力は車速に応じて変化する。

【 0 0 0 6 】

図示するように、車速が低い領域においては、必要ラック軸力が大きい。従って、1系統の転舵用電動モータが失陥した状態では、据え切り操作してもモータ能力不足により転舵輪を転舵することができない。そして、走行開始して車速が上がってくると、必要なラック軸力が低下し、1系統の転舵用電動モータでも転舵可能になる。このため、走行開始時の操舵ハンドルの操舵角 に対する目標転舵角 * と、実際の実転舵角 との位相差 (* -) が大きいと、転舵制御により転舵輪が急激に大角度動くことになる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記問題に対処するためになされたもので、複数系統の転舵用電気アクチュエータの一つが失陥した場合でも、走行開始時に車速増加に伴って転舵輪が急激に動かないようにすることを目的とする。

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明の特徴は、転舵輪を協働して転舵する複数の転舵用電気アクチュエータと、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出手段と、操舵ハンドルの操舵角と転舵輪の転舵角との予め決められた対応関係を表す制御則を記憶した制御則記憶手段と、上記制御則に基づいて上記検出された操舵角に対応した転舵角を目標転舵角として算出し、転舵輪の転舵角が上記目標転舵角となるように上記複数の転舵用電気アクチュエータを同時に駆動制御する転舵制御手段と、上記複数の転舵用電気アクチュエータの異常をそれぞれ検出する異常検出手段と、上記複数の転舵用電気アクチュエータのうちのいずれかに異常が検出されているとき、

10

20

30

40

50

異常の検出されていない転舵用電気アクチュエータを使って転舵制御する異常時転舵制御手段とを備えたステアバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、車速を検出する車速検出手段を備えるとともに、上記異常時転舵制御手段は、上記車速が予め設定した所定速度にまで上昇したときに、上記制御則に従って上記操舵角検出手段によって検出されている操舵角に対応した操舵角と、上記操舵角検出手段によって検出されている操舵角との差を操舵角補正量として算出する操舵角補正量算出手段と、上記車速が上記所定速度にまで上昇した後は、上記操舵角検出手段によって検出される操舵角を上記操舵角補正量で補正する操舵角補正手段とを備え、上記制御則に基づいて、上記補正された操舵角に対応した転舵角を目標転舵角として算出し、転舵輪の転舵角が上記目標転舵角となるように上記異常が検出されていない転舵用電気アクチュエータを駆動制御することにある。

10

【0009】

この発明によれば、制御則記憶手段が操舵ハンドルの操舵角と転舵輪の転舵角との予め決められた対応関係を表す制御則を記憶しており、転舵制御手段は、制御則に基づいて操舵角検出手段により検出された操舵角に応じた転舵角を目標転舵角として算出し、転舵輪の転舵角が目標転舵角となるように複数の転舵用電気アクチュエータを同時に駆動制御する。複数の転舵用電気アクチュエータのいずれかに異常が検出されると、異常時転舵制御手段が異常の検出されていない転舵用電気アクチュエータを使って転舵制御する。こうした異常時においては、特に車速が遅い状態では転舵用電気アクチュエータの転舵能力が不足し、実際の操舵ハンドルの操舵角に対応した転舵輪の転舵角が得られないことがある。この場合、車速が上昇すれば転舵輪を転舵するために必要な力らが低下して、異常の検出

20

【0010】

そこで、本発明においては、車速が予め設定した所定速度にまで上昇したときに、制御則に従って操舵角検出手段によって検出されている操舵角に対応した操舵角と、操舵角検出手段によって検出されている操舵ハンドルの操舵角との差を操舵角補正量算出手段により操舵角補正量として算出する。

【0011】

そして、車速が所定速度にまで上昇した後は、操舵角補正手段が操舵角検出手段によって検出される操舵角を操舵角補正量で補正する。従って、車速が上昇して転舵用電気アクチュエータの能力が必要転舵力を上回っても、補正された操舵角に対応した転舵角を目標転舵角とすることで転舵輪が急激に転舵してしまうことが防止される。

30

【0012】

本発明の他の特徴は、転舵輪を協働して転舵する複数の転舵用電気アクチュエータと、操舵ハンドルの操舵角を検出する操舵角検出手段と、転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出手段と、操舵ハンドルの操舵角と転舵輪の転舵角との予め決められた対応関係を表す制御則を記憶した制御則記憶手段と、上記制御則に基づいて上記検出された操舵角に対応した転舵角を目標転舵角として算出し、転舵輪の転舵角が上記目標転舵角となるように上記複数の転舵用電気アクチュエータを同時に駆動制御する転舵制御手段と、上記複数の転舵用電気アクチュエータの異常をそれぞれ検出する異常検出手段と、上記複数の転舵用電気アクチュエータのうちのいずれかに異常が検出されているとき、異常の検出されていない転舵用電気アクチュエータを使って転舵制御する異常時転舵制御手段とを備えたステアバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、車速を検出する車速検出手段を備えるとともに、上記異常時転舵制御手段は、上記車速が予め設定した所定速度にまで上昇したときに、上記制御則に従って上記操舵角検出手段によって検出されている操舵角に対応した転舵角と、上記操舵角検出手段によって検出されている操舵角との差を操舵角補正量として算出する操舵角補正量算出手段と、上記車速が上記所定速度にまで上昇した後は、上記制御則に基づいて上記操舵角検出手段によって検出される操舵角に対応した転舵角を上記操舵角補正量で補正する操舵角補正手段とを備え、上記操舵角補正手段で補正された転舵角を目

40

50

標転舵角として、転舵輪の転舵角が上記目標転舵角となるように上記異常が検出されていない転舵用電気アクチュエータを駆動制御することにある。

【0013】

この発明においては、車速が予め設定した所定速度にまで上昇したときに、制御則に従って操舵角検出手段によって検出されている操舵ハンドルの操舵角に対応した転舵角と、転舵角検出手段によって検出されている転舵角との差を転舵角補正手段により転舵角補正量として算出する。

【0014】

そして、車速が所定速度にまで上昇した後は、転舵角補正手段が操舵角検出手段によって検出される操舵角に対応した転舵角を転舵角補正量で補正し、その補正された転舵角を目標転舵角とする。従って、車速が上昇して転舵用電気アクチュエータの能力が必要転舵力を上回っても、補正された転舵角を目標転舵角とすることで転舵輪が急激に転舵してしまうことが防止される。

【0015】

本発明の他の特徴は、上記異常時転舵制御手段は、上記車速が上記所定速度にまで上昇していない間は、上記検出される操舵角にかかわらず上記転舵用電気アクチュエータの駆動を禁止する駆動禁止手段を備えたことにある。

【0016】

この発明によれば、車速が予め設定した所定速度にまで上昇していない間は、駆動禁止手段が、検出される操舵角にかかわらず転舵用電気アクチュエータの駆動を禁止する。従って、低速時においては、路面状況にかかわらず転舵輪が作動しない。つまり、路面状況によって転舵輪を転舵するために必要となる駆動力が変化するが、車速が所定速度まで上昇しないあいだは、転舵用電気アクチュエータの駆動を禁止するため、転舵輪の転舵動作を確実に止める事ができる。

【0017】

この場合、上記駆動禁止手段は、転舵制御開始時における上記転舵角検出手段によって検出された転舵角を目標転舵角に設定し、上記車速が上記所定速度にまで上昇していない間は、上記設定された目標転舵角を上記検出される操舵角にかかわらず変更しないことにより上記転舵用電気アクチュエータの駆動を禁止するようにしてもよい。

この発明によれば、転舵装置を起動したときの転舵角を目標転舵角として車速が所定車速になるまで固定するため、転舵制御を行いながら簡単に転舵用電気アクチュエータの駆動を禁止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の2つの実施形態に係る車両の操舵装置について図面を用いて説明する。図1～図6は第1実施形態に係り、第7～図9は第2実施形態に係る。まず、第1実施形態の車両の操舵装置について説明する。図1は、第1実施形態に係る車両の操舵装置を概略的に示している。

【0019】

この車両の操舵装置は、運転者によって操舵操作される操舵操作装置10と、転舵輪としての左右前輪FW1、FW2を運転者の操舵操作に応じて転舵する転舵装置20とを機械的に分離して備えたステアバイワイヤ方式を採用している。操舵操作装置10は、運転者によって回動操作される操作部としての操舵ハンドル11を備えている。操舵ハンドル11は操舵入力軸12の上端に固定され、操舵入力軸12の下端には減速機構を内蔵した反力発生用の操舵反力用電動モータ13が組み付けられている。操舵反力用電動モータ13は、操舵ハンドル11の操舵操作に対して反力を付与する。

【0020】

転舵装置20は、車両の左右方向に延びて配置された転舵軸21を備えている。この転舵軸21の両端部には、タイロッド22a、22bおよびナックルアーム23a、23bを介して、左右前輪FW1、FW2が転舵可能に接続されている。左右前輪FW1、FW

10

20

30

40

50

2 は、転舵軸 2 1 の軸線方向の変位により左右に転舵される。転舵軸 2 1 の外周上には、図示しないハウジングに組み付けられた第 1 転舵用電動モータ 2 4 および第 2 転舵用電動モータ 2 5 が設けられている。第 1 転舵用電動モータ 2 4 および第 2 転舵用電動モータ 2 5 の回転は、それぞれねじ送り機構 2 6 , 2 7 により減速されるとともに転舵軸 2 1 の軸線方向の変位に変換される。

【 0 0 2 1 】

次に、操舵反力用電動モータ 1 3、第 1 転舵用電動モータ 2 4 および第 2 転舵用電動モータ 2 5 の回転を制御する電気制御装置 3 0 について説明する。電気制御装置 3 0 は、操舵角センサ 3 1、転舵角センサ 3 2、車速センサ 3 9 を備えている。操舵角センサ 3 1 は、操舵入力軸 1 2 に組み付けられて、操舵ハンドル 1 1 の基準位置からの回転角を検出して操舵角 を表す信号を出力する。以下、この操舵角センサ 3 1 により検出される操舵角 を実操舵角 と呼ぶ。実操舵角 は、基準位置を「 0 」とし、右方向の角度を正の値で表し、左方向の角度を負の値で表す。転舵角センサ 3 2 は、転舵軸 2 1 に組み付けられて、転舵軸 2 1 の基準位置からの軸線方向の変位量を検出して左右前輪 F W 1 , F W 2 の転舵角 を表す信号を出力する。以下、この転舵角センサ 3 2 により検出される転舵角 を実転舵角 と呼ぶ。実転舵角 は、基準位置を「 0 」とし、左右前輪 F W 1 , F W 2 の右方向の転舵に対応した転舵軸 2 1 の変位を正の値で表し、左右前輪 F W 1 , F W 2 の左方向の転舵に対応した転舵軸 2 1 の変位を負の値で表す。車速センサ 3 9 は、車速 V を表す車速信号を出力する。

【 0 0 2 2 】

また、電気制御装置 3 0 は、互いに接続された操舵反力用電子制御ユニット（以下、操舵反力用 E C U という）3 3、第 1 転舵用電子制御ユニット（以下、第 1 転舵用 E C U という）3 4、および第 2 転舵用電子制御ユニット（以下、第 2 転舵用 E C U という）3 5 を備えている。操舵反力用 E C U 3 3 には、操舵角センサ 3 1 が接続されている。第 1 転舵用 E C U 3 4 および第 2 転舵用 E C U 3 5 には、操舵角センサ 3 1、転舵角センサ 3 2、車速センサ 3 9 がそれぞれ接続されている。

【 0 0 2 3 】

これらの E C U 3 3 ~ 3 5 は、それぞれ C P U , R O M , R A M などからなるマイクロコンピュータを主要構成部品とする。操舵反力用 E C U 3 3 は、R O M に記憶した図 5 の操舵反力制御プログラムを実行して、駆動回路 3 6 を介して操舵反力用電動モータ 1 3 を駆動制御する。第 1 および第 2 転舵用 E C U 3 4 , 3 5 は、R O M に記憶した図 2 および図 3 の第 1 および第 2 転舵制御プログラムをそれぞれ実行して、駆動回路 3 7 , 3 8 を介して第 1 および第 2 転舵用電動モータ 2 4 , 2 5 をそれぞれ駆動制御する。

【 0 0 2 4 】

駆動回路 3 6 ~ 3 8 は、E C U 3 3 ~ 3 5 によりそれぞれ制御されて、電動モータ 1 3 , 2 4 , 2 5 を駆動制御する。これらの駆動回路 3 6 ~ 3 8 内には、電動モータ 1 3 , 2 4 , 2 5 に流れる駆動電流をそれぞれ検出する駆動電流センサ 3 6 a ~ 3 8 a がそれぞれ設けられていて、駆動電流センサ 3 6 a ~ 3 8 a によって検出された駆動電流値信号は E C U 3 3 ~ 3 5 にそれぞれ供給される。

【 0 0 2 5 】

次に、上記のように構成した実施形態の動作を説明する。イグニッションスイッチ（図示しない）の投入により、第 1 転舵用 E C U 3 4 は、図 2 に示す第 1 転舵制御プログラムを所定の短時間ごとにそれぞれ繰り返し実行する。

この第 1 転舵制御プログラムが開始されると、第 1 転舵用 E C U 3 4 は、ステップ S 1 1 にて、第 1 フェイルフラグ F F 1 が “ 1 ” であるか否かを判定する。この第 1 フェイルフラグ F F 1 は、“ 0 ” により第 1 転舵制御系統の非異常状態（すなわち第 1 転舵用電動モータ 2 4 による左右前輪 F W 1 , F W 2 の転舵可能状態）を表し、“ 1 ” により第 1 転舵制御系統の異常状態（すなわち第 1 転舵用電動モータ 2 4 による左右前輪 F W 1 , F W 2 の転舵不能状態）を表している。

【 0 0 2 6 】

まず、第1フェイルフラグFF1が“0”である場合について説明する。この場合においては、第1転舵用ECU34は、ステップS12に処理を進め、第1転舵制御系統に異常が発生しているかを検査する。この場合、第1転舵用ECU34は、第1転舵用電動モータ24の断線、短絡、その他の異常を駆動回路37からの信号を入力して、第1転舵用電動モータ24および駆動回路37を含む第1転舵制御系統に異常が発生しているかを検査する。続いて、ステップS13において、先のステップS12の処理によって異常が検出されたか否かを判定する。まず、ステップS12, S13の処理によって異常が検出されなかった場合について説明する。

【0027】

第1転舵用ECU34は、第1転舵制御系統の異常が検出されなかった場合には、ステップS14にて第1フェイルフラグFF1を“0”に設定する。なお、この第1フェイルフラグFF1は、イグニッションスイッチがオフされても、その値が保持されるように、第1転舵用ECU34の非作動時には不揮発性のメモリ領域に記憶保持され、次にイグニッションスイッチが新たに投入されたときにも以前の値のままに保たれている。

【0028】

次に、第1転舵用ECU34は、ステップS15において、操舵角センサ31、転舵角センサ32、車速センサ39によって検出された実操舵角、実転舵角、車速Vに加えて、第2転舵用ECU35から第2フェイルフラグFF2を入力する。なお、第2フェイルフラグFF2は、“0”により第2転舵制御系統の非異常状態（すなわち第2転舵用電動モータ25による左右前輪FW1, FW2の転舵可能状態）を表し、“1”により第2転舵制御系統の異常状態（すなわち第2転舵用電動モータ25による左右前輪FW1, FW2の転舵不能状態）を表している。続いて、ステップS16において、第2フェイルフラグFF2が“1”であるか否かを判定する。ここでは、まず、第2転舵制御系統に異常が発生しておらず、第2フェイルフラグFF2が“0”である場合について説明する。

【0029】

第1転舵用ECU34は、第2フェイルフラグFF2が“0”である場合には、その処理をステップS17に進める。ステップS17においては、ステップS15にて入力した実操舵角から後述する操舵角補正量を減算することにより補正操舵角 c （ $=$ - ）を計算する。なお、前述のように、第1および第2転舵制御系統のいずれにも異常が検出されていないければ、操舵角補正量は「0」であり、補正操舵角 c は実操舵角に等しい。

【0030】

このステップS17の処理後、第1転舵用ECU34は、ステップS18において、この補正操舵角 c を表す信号を操舵反力用ECU33に出力する。操舵反力用ECU33は、第1転舵用ECU34から出力された信号で表される補正操舵角 c に基づいて操舵ハンドル11に付与する目標操舵反力を決定する。尚、この操舵反力制御については後述する。

【0031】

続いて、第1転舵用ECU34は、ステップS19において、ROM内に予め用意された目標転舵角テーブルを参照して、入力した補正操舵角 c に対応する目標転舵角 $*$ を計算する。この目標転舵角テーブルは、操舵ハンドル11の操舵角に対応する目標転舵角 $*$ の制御則を規定するもので、図4に示すように、操舵角の増加に従って増加する目標転舵角 $*$ を記憶している。ステップS19においては、補正操舵角 c を目標転舵角テーブルの操舵角に代入し、その操舵角（補正操舵角 c ）に対応する目標転舵角 $*$ を求める。この場合、第1および第2転舵制御系統のいずれにも異常が検出されていない状況においては、操舵角補正量が「0」であるため、目標転舵角テーブルに従って実操舵角に対応する目標転舵角 $*$ が求められる。なお、目標転舵角テーブルを用いるのに代えて、操舵角と目標転舵角 $*$ との関係を予め定めた関数を用意しておいて、その関数を用いて補正操舵角 c に対応する目標転舵角 $*$ を計算するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

続いて、第1転舵用ECU34は、ステップS20に処理を進め、目標転舵角 * から実転舵角 を減算した差分値 (* -) に比例した目標駆動電流値を演算し、目標駆動電流値に応じた制御信号 (例えば、PWM制御信号) を駆動回路37aに出力することで目標駆動電流を第1転舵用電動モータ24に流す。この通電制御は、例えば、駆動電流センサ37aによって検出された駆動電流をフィードバックすることにより行う。これにより、第1転舵用電動モータ24は、差分値 (* - 1) が「0」となるように駆動制御され、その回転により、ねじ送り機構26を介して転舵軸21を軸線方向に駆動する。そして、転舵軸21の軸線方向の変位により、左右前輪FW1, FW2が目標転舵角 * に転舵される。その結果、左右前輪FW1, FW2は、操舵ハンドル11の回動操作に応じて転舵され、車両は左右に旋回される。こうして、第1転舵用ECU34は、ステップS20の処理を実行すると第1転舵制御プログラムの実行を一旦終了する。そして、所定の短い周期で第1転舵制御プログラムを繰り返し実行する。

10

【 0 0 3 3 】

また、第2転舵用ECU35も、第1転舵制御プログラムと並行して、図3に示す第2転舵制御プログラムを所定の短い周期で繰り返し実行する。第2転舵制御プログラムもイグニッションスイッチ (図示しない) の投入により開始される。第2転舵制御プログラムが開始されると、第2転舵用ECU35は、第1および第2転舵制御システムに異常が発生していない場合には、上述した図2のステップS11~20と同様な図3のステップS41~S50の処理により、操舵ハンドル11の回動操作に応じて左右前輪FW1, FW2を目標転舵角 * に転舵制御する。

20

【 0 0 3 4 】

ただし、この場合には、ステップS41においては、第2フェイルフラグFF2が“1”であるか否かが判定される。また、ステップS42、S43においては、第2転舵用電動モータ25の断線、短絡、その他の異常を駆動回路38からの信号を入力して、第2転舵用電動モータ25および駆動回路38を含む第2転舵制御システムに異常が発生しているか否かが検査される。そして、ステップS44においては、第2転舵制御システムに異常が発生していないことを条件に、第2フェイルフラグFF2が“0”に設定される。なお、この第2フェイルフラグFF2も、イグニッションスイッチがオフされても、その値が保持されるように、第2転舵用ECU35の非作動時には不揮発性のメモリ領域に記憶保持されるものである。さらに、ステップS45においては、実操舵角、実転舵角、車速Vに加えて、第1転舵用ECU34から第1フェイルフラグFF1が入力される。そして、ステップS46においては、第1フェイルフラグFF1が“1”であるか否かが判定される。

30

【 0 0 3 5 】

このような第1および第2転舵制御プログラムの実行により、第1および第2転舵用電動モータ24, 25は、ほぼ均等な回転トルクにより協働して左右前輪FW1, FW2を転舵制御して、左右前輪FW1, FW2を目標転舵角 * に転舵制御する。この左右前輪FW1, FW2の転舵制御時には、第1および第2転舵用電動モータ24, 25による十分な転舵力が得られるので、左右前輪FW1, FW2は操舵ハンドル11の回動操作に良好に追従して転舵される。

40

【 0 0 3 6 】

次に、第2転舵制御システムに異常が発生した場合について説明する。この場合、第2転舵用ECU35は、ステップS43にて「Yes」と判定して、その処理をステップS60に進める。第2転舵用ECU35は、ステップS60において、第2フェイルフラグFF2を“1”に設定し、続くステップS61において、この“1”に設定された第2フェイルフラグFF2を第1転舵用ECU33に出力する。そして、ステップS62にて、第2転舵用電動モータ25の作動を停止する。これ以降、第2転舵制御プログラムが再実行された場合には、第2転舵用ECU35は、ステップS41にて“1”に設定された第2フェイルフラグFF2に基づいて「Yes」と判定し、ステップS61, S62の処理を実

50

行し続ける。その結果、第2 転舵制御系統の異常の発生以降においては、第2 転舵用電動モータ25の作動が停止して、第2 転舵用電動モータ25は左右前輪FW1, FW2の転舵に関与しなくなる。

【0037】

一方、第1 転舵用ECU34は、ステップS15にて第2 フェイルフラグFF2 (= 1)を入力し、ステップS16での「Yes」の判定のもとにその処理をステップS21に進める。ステップS21においては、車速フラグFVが“0”であるか否かが判断される。この車速フラグFVは、車両の車速状態を表すもので、後述する処理から分かるように、車速Vが「0」となる転舵制御開始時においては、“0”に設定されており、車速Vが上昇して第1 基準速度V1に達したときに“1”に設定される。その後、車速Vが低下して第2 基準速度V2にまで低下したときに“0”に戻されるものである。

10

【0038】

尚、第1 基準速度V1は、第2 基準速度V2よりも大きく($V1 > V2$)、しかも、図10に示すように、一方の転舵制御系統が失陥した場合であっても、必要ラック軸力(転舵輪FW1, FW2を転舵するために必要な転舵力)が得られる最小速度Vminよりも大きな値に設定される。本実施形態においては、第1 基準速度V1は、クリープ車速(例えば、7~8 km/h)に設定される。

【0039】

第1 転舵制御が開始されたときは、車速フラグFVは“0”に設定されているため、ステップS21の判断は「Yes」となり、処理をステップS22に進める。このステップS22においては、車速Vが上昇して第1 基準速度V1に達したか否かが判断される。具体的には、今回の検出速度Vnが第1 基準速度V1以上であり、かつ、直前回の検出速度Vn-1が第1 基準速度V1未満であるか否かを判断する。直前回の検出速度Vn-1とは、所定周期で繰り返し実行される第1 転舵制御の1 周期前に実行されたステップS15で読み込んだ車速Vを意味する。尚、検出速度Vn-1の初期値は“0”に設定されている。

20

【0040】

転舵制御の開始時においては、車速が「0」であるため、ステップS22の判断は「No」となり、その処理をステップS25に進める。第1 転舵用ECU34は、ステップS25において、固定目標転舵角*が設定済みか否かを判断する。この固定目標転舵角*については後述する。第1 転舵制御の開始時においては、固定目標転舵角*が設定されていないため、ステップS25の判断は「No」となり、第1 転舵用ECU34は、その処理をステップS28に進める。

30

【0041】

ステップS28において、第1 転舵用ECU34は、ステップS15で入力した実転舵角を固定目標転舵角*として設定する。つまり、操舵ハンドル11の操舵角とは無関係に、現時点において転舵角センサ32に検出されている実転舵角を、ステップS20で使用する目標転舵角*に設定する。この固定目標転舵角*は、後述する処理から分かるように、車速Vが第1 基準速度V1に達しない期間において、ステップS20での目標転舵角*として使用されるため、実操舵角に関係なく目標転舵角*を一定値に規定するものとなる。

40

【0042】

続いて、第1 転舵用ECU34は、ステップS29において、車速フラグFVが“1”か否かを判断する。第1 転舵制御の開始時においては、車速フラグFVは“0”に設定されているため、ステップS29の判断は「No」となり、ステップS20の処理に移行する。ステップS20においては、実転舵角が目標転舵角*になるように第1 転舵用電動モータ24を駆動制御する。つまり、目標転舵角*から実転舵角を減算した差分値($* -$)に比例した目標駆動電流を第1 転舵用電動モータ24に流す。この場合、先のステップS28において、実転舵角を目標転舵角*(固定目標転舵角*)に設定しているため、差分値($* -$)は「0」となり、第1 転舵用電動モータ24が駆動されない。換言すれば、第1 転舵用電動モータ24の駆動が禁止される。

50

【 0 0 4 3 】

この第1 転舵制御は、所定の周期で繰り返されるが、第2 転舵制御システムのみ異常が検出されているといった状況においては、車速Vが第1 基準速度V1にまで上昇していない場合は、ステップS22の判断が「No」に維持される。従って、第1 転舵用ECU34は、処理をステップS25に進めて、固定目標転舵角*が設定済みか否かを判断する。この場合、すでにステップS28において固定目標転舵角*が設定されているため、ステップS25の判断は、「Yes」となる。従って、第1 転舵用ECU34は、ステップS28の処理を行うことなくステップS29の判断に移行し、車速フラグFVが“1”か否かを判断する。この段階では、まだ車速フラグFVは“0”に維持されているため、その処理をステップS20に進めて実転舵角が目標転舵角*になるように制御する。この場合、実転舵角は、最初に設定された固定目標転舵角*と等しい角度になっているため、第1 転舵用電動モータ24には通電されない。

10

【 0 0 4 4 】

こうして、車速Vが第1 基準速度V1にまで上昇しない間は(S22:No)、この第1 転舵制御開始時における実転舵角を目標転舵角*(固定目標転舵角*)に設定して転舵制御する。従って、目標転舵角*から実転舵角を減算した差分値(*-)は常に「0」になるため、第1 転舵用電動モータ24は駆動されない。こうして第1 転舵用電動モータ24の駆動禁止状態が継続される。

【 0 0 4 5 】

車速Vが第1 基準速度V1にまで上昇すると、ステップS22の判断は「No」となり、第1 転舵用ECU34は、その処理をステップS23に進める。このステップS23においては、操舵角補正量を算出しRAMに記憶する。この操舵角補正量は、図4に示す目標転舵角テーブルを参照してステップS15にて入力した現時点の実転舵角に対応する操舵角を算出し、その操舵角とステップS15にて入力した現時点の操舵ハンドル11の実操舵角との角度差を計算したものである。つまり、目標転舵角テーブルに基づいて現時点の実転舵角が目標転舵角*となる操舵角(図4におけるcに相当)と、実際の操舵角との偏差を操舵角補正量として算出する。

20

【 0 0 4 6 】

ステップS23において操舵角補正量が算出・記憶されると、次に、ステップS24において、車速フラグFVを“1”に設定する。続いて、ステップS29にて車速フラグFVの状態を確認する。この場合、車速フラグFVが“1”に設定されているため、第1 転舵用ECU34は、その処理をステップS17に進める。このステップS17においては、ステップS15にて入力した実操舵角にステップS23にて算出した操舵角補正量を減算することにより補正操舵角c(= -)を計算する。

30

【 0 0 4 7 】

続いて、第1 転舵用ECU34は、ステップS18において、補正操舵角cを表すデータ信号を操舵反力用ECU33に出力し、ステップS19において、目標転舵角テーブルを参照して、入力した補正操舵角cに対応する目標転舵角*を計算する。この場合、操舵角補正量は、先のステップS23において、実転舵角が目標転舵角*となる操舵角と実操舵角との偏差として求めたものであるため、ここで計算された補正操舵角cに対応する目標転舵角*は、実転舵角と等しくなる。続いて、第1 転舵用ECU34は、ステップS20において、目標転舵角*と実転舵角とが等しくなるように第1 転舵用電動モータ24を通電制御する。この場合、目標転舵角*と実転舵角とが等しくなるため第1 転舵用電動モータ24には通電されない。

40

【 0 0 4 8 】

第1 転舵用ECU34は、この第1 転舵制御を所定の短い周期で繰り返し実行する。第2 転舵制御システムのみ異常が検出されている状況が継続しているケースにおいては、車速Vが第1 基準速度V1に達した後は、車速フラグFVが“1”に設定されている。このため、ステップS21の判断が「No」となり、第1 転舵用ECU34は、その処理をステップS26に進める。このステップS26においては、ステップS15にて入力した車速V

50

が第2基準速度 V_2 にまで低下したか否かを判断する。具体的には、今回の検出速度 V_n が第2基準速度 V_2 以下であり、かつ、直前回の検出速度 V_{n-1} が第2基準速度 V_2 より大きいかなかを判断する。

【0049】

車速 V が第2基準速度 V_2 にまで低下していない間は、そのままステップ S_{29} の処理に進み、車速フラグ FV を確認する。この場合、車速フラグ FV が“1”に設定されているため、第1転舵用 ECU_{34} は、ステップ S_{17} からステップ S_{20} までの処理を行う。ステップ S_{17} においては、実操舵角からステップ S_{23} にて算出した操舵角補正量を減算して補正操舵角 c を求める。そして、ステップ S_{19} において、目標転舵角テーブルを参照して補正操舵角 c に対応する目標転舵角 $*$ を求め、ステップ S_{20} において、実操舵角が目標転舵角 $*$ に一致するように第1転舵用転舵モータ 24 の通電制御する。

10

【0050】

上述したように、操舵角補正量 c は、車速 V が第1基準速度 V_1 に到達したときにおける、目標転舵角テーブルを参照して得られた実操舵角に対応する操舵角と、実操舵角との角度差を計算したものである。このため、車速 V が第1基準速度 V_1 に到達したときに、実操舵角に対応する目標転舵角 $*$ と実操舵角との間に大きな角度差が生じていても、実操舵角を操舵角補正量 c で補正することにより、転舵制御上においては転舵角度差がない状態となっている。

【0051】

20

このことは、第1転舵用 ECU_{34} が、操舵角センサ 31 により検出される実操舵角を、車速 V が第1基準速度 V_1 に到達した時点における転舵角度差相当分だけオフセットしているとも言える。そして、その状態から操舵ハンドル 11 の操舵操作に応じて目標転舵角 $*$ を逐次計算して、実操舵角が目標転舵角 $*$ と一致するように第1転舵用電動モータ 24 を通電制御する。従って、実操舵角と目標転舵角 $*$ との偏差が大きくなり、転舵輪 FW_1 、 FW_2 が急激に転舵されるといった不具合が防止される。

【0052】

第1転舵用 ECU_{34} は、こうした処理を繰り返し実行し、ステップ S_{26} において、車速 V が第2基準速度 V_2 にまで低下したことを検出すると、次に、ステップ S_{27} において車速フラグ FV を“0”に設定する。続いて、ステップ S_{28} において、実操舵角を固定目標転舵角 $*$ に設定する。つまり、車速 V が第2基準速度 V_2 にまで低下した時点における実操舵角を固定目標転舵角 $*$ に設定する。続いて、ステップ S_{29} に進み、車速フラグ FV を確認する。この場合、車速フラグ FV が“0”に設定されているため、第1転舵用 ECU_{34} は、処理をステップ S_{20} に進めて、実操舵角が目標転舵角 $*$ と一致するように第1転舵用電動モータ 24 を通電制御する。この場合、目標転舵角 $*$ としてステップ S_{28} にて算出された固定目標転舵角 $*$ が使用される。

30

【0053】

車速 V が第2基準速度 V_2 にまで低下した後は、車速フラグ FV が“0”に設定されるため、次の制御周期におけるステップ S_{21} の判断は「Yes」となる。そして、ステップ S_{22} において車速 V が第1基準速度 V_1 にまで上昇していないと判断されているあいだは(S_{22} :No)、ステップ S_{25} において「Yes」、ステップ S_{29} において「No」という判定が繰り返される。従って、第1転舵用 ECU_{34} は、車速 V が第1基準速度 V_1 にまで上昇していないあいだは、ステップ S_{20} において実操舵角が目標転舵角 $*$ と一致するように第1転舵用電動モータ 24 を通電制御する。この場合、目標転舵角 $*$ は、車速 V が第2基準速度 V_2 にまで低下した時点の実操舵角(固定目標転舵角 $*$)に固定され、その後の操舵ハンドル 11 の操舵操作に関わらず変更されない。従って、実操舵角と目標転舵角 $*$ とが一致する状態が継続するため、第1転舵用電動モータ 24 への通電が行われなくなり、転舵輪 FW_1 、 FW_2 の転舵動作が禁止される。

40

【0054】

こうした第1転舵制御プログラムが繰り返し実行され、車速 V が第1基準速度 V_1 にま

50

で達すると (S 2 2 : Y e s)、上述したようにステップ S 2 3 からの処理を行う。

【 0 0 5 5 】

また、第 1 転舵制御系統に異常が発生した場合には、第 1 転舵用 E C U 3 4 は、上述した図 3 のステップ S 4 1 ~ S 4 3、ステップ S 6 0 ~ S 6 2 の処理と同様に図 2 のステップ S 1 1 ~ S 1 3、ステップ S 3 0 ~ S 3 2 の処理により、第 1 フェイルフラグ F F 1 を “ 1 ” に設定するとともに、“ 1 ” に設定された第 1 フェイルフラグ F F 1 を第 2 転舵用 E C U 3 5 に出力し、かつ第 1 転舵用電動モータ 2 4 の作動制御を停止する。

【 0 0 5 6 】

一方、第 2 転舵用 E C U 3 5 は、第 2 転舵制御系統に異常が検知されておらず、第 1 転舵用 E C U 3 4 から第 1 転舵制御系統の異常を表す “ 1 ” となる第 1 フェイルフラグ F F 10
を入力した場合には、図 3 に示すステップ S 4 6 における「 Y e s 」との判断により、ステップ S 5 1 ~ S 5 9 の処理もあわせて行う。このステップ S 5 1 ~ S 5 9 の処理は、上述した第 1 転舵用 E C U 3 4 が行うステップ S 2 1 ~ S 2 9 の処理と同一であるため、その説明を省略する。

【 0 0 5 7 】

次に、操舵反力用 E C U 3 3 により実施される操舵反力制御について説明する。図 5 は、操舵反力制御プログラムを表す。操舵反力用 E C U 3 3 は、イグニッションスイッチ (図示しない) の投入により操舵反力制御プログラムを開始し、所定の短い周期で繰り返す。操舵反力用 E C U 3 3 は、ステップ S 7 1 にて補正操舵角 c を入力する。補正操舵角 c は、第 1 転舵制御系統および第 2 転舵制御系統に異常が検知されていない状況において、第 1 転舵用 E C U 3 4 および第 2 転舵用 E C U 3 5 から出力され (S 1 8 , S 4 8 参照)、第 1 転舵制御系統あるいは第 2 転舵制御系統の何れか一方に異常が検出されている場合には、異常が検出されていない制御系統の転舵用 E C U 3 4 (3 5) から出力される。従って、操舵反力用 E C U 3 3 は、第 1 転舵制御系統および第 2 転舵制御系統に異常が検知されていない状況においては、何れか一方の転舵用 E C U 3 4 (3 5) から補正操舵角 c を入力し、第 1 転舵制御系統あるいは第 2 転舵制御系統の何れか一方に異常が検出されている場合には、異常が検出されていない制御系統の転舵用 E C U 3 4 (3 5) から補正操舵角 c を入力する。尚、第 1 転舵制御系統および第 2 転舵制御系統に異常が検知されていない状況においては、補正操舵角 c は、操舵角センサ 3 1 にて検出された実操舵角 c と等しいため、操舵角センサ 3 1 から入力するようにしてもよい。 20
30

【 0 0 5 8 】

続いて、操舵反力用 E C U 3 3 は、ステップ S 7 2 において、目標操舵反力テーブルを参照して、入力した補正操舵角 c に対応する目標操舵反力を計算する。この目標操舵反力テーブルは、補正操舵角 c に対応する目標操舵反力の制御則を規定するもので、図 6 に示すように、補正操舵角 c の増加に従って増加する目標操舵反力を R O M 内に記憶している。この目標操舵反力はヒステリシス特性を有しており、図中に矢印で示すように、補正操舵角 c の増加時には図 6 の上側の実線上の値に設定され、補正操舵角 c の減少時には図 6 の下側の実線上の値に設定される。なお、目標操舵反力テーブルを用いるのに代えて、補正操舵角 c と目標操舵反力との関係を予め定めた関数を用意しておいて、入力した補正操舵角 c に対応する目標操舵反力を関数により計算するようにしてもよい。 40

【 0 0 5 9 】

次に、操舵反力用 E C U 3 3 は、ステップ S 7 3 において、目標操舵反力に応じた制御信号 (例えば、 P W M 制御信号) を駆動回路 3 6 に出力することで、目標操舵反力に応じた駆動電流を操舵反力用電動モータ 1 3 に流す。この通電制御は、例えば、駆動電流センサ 3 6 a によって検出された駆動電流をフィードバックすることにより行う。そして、この操舵反力制御プログラムの実行を一旦終了する。

【 0 0 6 0 】

この操舵反力制御プログラムは所定の短い周期で繰り返されるため、逐次計算した目標操舵反力に等しい操舵反力が操舵入力軸 1 2 を介して操舵ハンドル 1 1 に付与される。これにより、運転者による操舵ハンドル 1 1 の回動操作に対して、適切な反力トルクが付与 50

され、運転者は、この操舵反力を感じながら操舵ハンドル 11 を回動操作できる。また、第 1 転舵制御系統あるいは第 2 転舵制御系統の何れか一方に異常が検出されている場合に、第 1 転舵用 ECU 34 あるいは第 2 転舵用 ECU 35 側で転舵角のずれに相当する操舵角補正を行っても、その補正された補正操舵角 c に基づいて目標操舵反力が設定されるため、操舵反力用 ECU 33 によって付与される操舵反力の中立点と、転舵輪 FW1, FW2 の中立点とが一致することになり運転操作に悪影響を及ぼさない。

【0061】

以上説明した第 1 実施形態の車両の操舵装置によれば、第 1 転舵制御系統あるいは第 2 転舵制御系統に異常が検出された場合には、異常が検出されていない側の転舵制御系統を使って転舵輪 FW1, FW2 を転舵する。こうした異常時においては、車速が遅い状態では転舵能力が不足して転舵不能となり、据え切り状態で走行開始した場合には、車速の増加に伴って転舵輪 FW1, FW2 が急に転舵されてしまうというおそれがある。そこで、本実施形態においては、転舵制御の開始時点における実転舵角 θ を目標転舵角 θ^* に設定し、車速 V が第 1 基準速度 V_1 に達するまで、その目標転舵角 θ^* を実操舵角 θ の変化に関わらず固定する。このため、転舵用電動モータ 24 (25) の駆動が停止される。換言すれば、転舵用電動モータ 24 (25) の駆動が禁止される。従って、転舵輪 FW1, FW2 の転舵が行われなくなる。

【0062】

そして、車速 V が第 1 基準速度 V_1 にまで上昇すると、目標転舵テーブルを参照してその時点における実転舵角 θ に対応する操舵角を算出し、その操舵角と実操舵角 θ との角度差を操舵角補正量 $\Delta\theta$ として算出記憶し、それ以降、車速 V が第 2 基準速度 V_2 にまで低下するまでのあいだ、実操舵角 θ から操舵角補正量 $\Delta\theta$ を減算した値を補正操舵角 c として、この補正操舵角 c から目標転舵角 θ^* を求めるようにしている。つまり、操舵角センサ 31 により検出される実操舵角 θ を、車速 V が第 1 基準速度 V_1 に到達した時点における転舵角度差相当分だけオフセットする。従って、車速 V が第 1 基準速度 V_1 に到達したときに、実操舵角 θ に対応する目標転舵角 θ^* と実転舵角 θ との間に大きな角度差が生じていても、転舵制御上においては角度差がない状態となっている。

【0063】

このため、車速 V が第 1 基準速度 V_1 にまで上昇した後、ハンドル操作に応じて転舵輪 FW1, FW2 の向きを変える転舵制御に切り替えても、転舵輪 FW1, FW2 が急激に転舵されてしまうといった不具合を生じない。また、第 1 基準速度 V_1 を、一方の転舵制御系統のみにより必要ラック軸力が確保される最小速度 V_{min} よりも大きな値に設定しているため、第 1 基準速度 V_1 を越えた後になってから転舵可能になるということもない。つまり、最小速度 V_{min} は路面状態によって変化するが、本実施形態においては、第 1 基準速度 V_1 を路面影響分を加味して大きめに設定しているため、転舵輪 FW1, FW2 が急激に転舵されてしまうといった不具合を確実に防止できる。

【0064】

また、車速 V が第 2 基準速度 V_2 にまで低下したときには、その時点における実転舵角 θ を目標転舵角 θ^* (固定目標転舵角 θ^*) に固定し、その後は、車速 V が第 1 基準速度 V_1 に上昇するまでその目標転舵角 θ^* を維持するため、転舵用電動モータ 24 (25) への通電が行われなくなり、転舵輪 FW1, FW2 の転舵動作を禁止する。従って、転舵禁止状態と補正操舵角 c に基づく転舵制御状態とがハンチングしてしまうことがなく、安定した制御動作が得られる。

【0065】

また、補正された補正操舵角 c に基づいて目標操舵反力が設定されるため、操舵反力用 ECU 33 によって付与される操舵反力の中立点と、転舵輪 FW1, FW2 の中立点とが一致することになり運転操作に悪影響を及ぼさない。一方、操舵ハンドル 11 の幾何学的中立点は、転舵輪 FW1, FW2 の中立点とずれることになるが、安全上の問題はなく、かえって幾何学的なずれが運転者に異常発生を認識させるという効果を奏する。

【0066】

10

20

30

40

50

次に、第2実施形態にかかる車両の操舵装置について説明する。この第2実施形態は、第1実施形態に対して第1転舵用ECU34の実施する第1転舵制御、および、第2転舵用ECU35の実施する第2転舵制御が相違し、図1に示す全体構成は同じである。

【0067】

図7は、第2実施形態としての第1転舵用ECU34が実行する第1転舵制御プログラムを表し、図8は第2実施形態としての第2転舵用ECU35が実行する第2転舵制御プログラムを表す。各制御プログラムは、イグニッションスイッチ（図示しない）の投入により開始され、所定の短い周期で並行して繰り返される。

【0068】

この第2実施形態の第1転舵制御は、第1実施形態の第1転舵制御プログラム（図2）のステップS23，S25，S28およびステップS17～S20の処理に代えて、ステップS123，S125，S128およびステップS117～S119の処理を行うものであり、他の処理については第1実施形態と同一である。また、第2実施形態の第2転舵制御は、第1実施形態の第2転舵制御プログラム（図3）のステップS53，S55，S58およびステップS47～S50の処理に代えて、ステップS153，S155，S158およびステップS147～S149の処理を行うものであり、他の処理については第1実施形態と同一である。従って、第1実施形態と同一処理については図面に同一ステップ番号を付けて説明を省略する。

10

【0069】

まず、第2実施形態の第1転舵制御について説明する。

20

第1転舵用ECU34は、第1、第2転舵制御システムに異常が検知されていない場合には、ステップS117において、図9に示す目標転舵角テーブルに従って、ステップS15にて入力した実操舵角 に対応する目標転舵角 * を計算する。この目標転舵角テーブルも、第1実施形態と同様に操舵角 と目標転舵角 との対応関係を表す制御則でありROM内に記憶されている。

【0070】

続いて、ステップS118において、目標転舵角 * から後述する転舵角補正量 を減算することにより補正目標転舵角 * c (= * -) を計算する。第1、第2転舵制御システムに異常が検知されていない場合には、この転舵角補正量 は「0」であり、補正目標転舵角 * c は目標転舵角 * と等しい。続いて、ステップS119において、実転舵角 が補正目標転舵角 * c と一致するように第1転舵用電動モータ24に通電する。この通電制御は、第1実施形態と同様に、目標転舵角 * から実転舵角 を減算した差分値 * - に比例した駆動電流を駆動回路37aを介して第1転舵用電動モータ24に流すことにより行う。

30

【0071】

第2転舵制御システムに異常が検知されている場合には、第1実施形態と同様に、車速フラグFVの状態（S21）および車速Vの状況（S22，S26）が判断される。この転舵制御開始時においては、車速フラグFVが“0”に設定され（S21：Yes）、車速Vが「0」であるため、第1転舵用ECU34は、ステップS125において、固定補正目標転舵角 * c が設定済みか否かを判断する。転舵制御開始時においては、固定補正目標転舵角 * c が設定されていない。従って、第1転舵用ECU34は、その処理をステップS128に進めて、現時点における実転舵角 を固定補正目標転舵角 * c として設定する。この固定目標転舵角 * c は、後述する処理から分かるように、車速Vが第1基準速度V1に達しない期間において、ステップS119での補正目標転舵角 * c として使用され、実操舵角 に関係なく補正目標転舵角 * c を一定値に規定するものとなる。

40

【0072】

続いて、第1転舵用ECU34は、ステップS29の判断「No」に従って、その処理をステップS119に進める。この場合、ステップS128で設定された固定補正目標転舵角 * c が補正目標転舵角 * c として使用される。従って、実転舵角 が固定補正目標転舵角 * c と一致するように第1転舵用電動モータ24が制御される。この場合、実

50

転舵角 と固定補正目標転舵角 $*c$ とは一致しているため、第1転舵用電動モータ24は駆動されない。換言すれば、第1転舵用電動モータ24の駆動が禁止される。

【0073】

第1転舵用ECU34は、車速Vが第1基準速度V1に到達するまでは、制御開始時点における実転舵角 を固定補正目標転舵角 $*c$ に維持する。このため、第1転舵用電動モータ24の駆動停止状態が継続される。そして、車速Vが上昇して第1基準速度V1に到達すると(S22: Yes)、ステップS123の処理を行う。

【0074】

ステップS123においては、転舵角補正量 を算出しRAMに記憶する。この転舵角補正量 は、図9に示す目標転舵角テーブルを参照してステップS15にて入力した現時点の実操舵角 に対応する目標転舵角 $*$ を算出し、その目標転舵角 $*$ とステップS15にて入力した現時点の実転舵角 との角度差 ($* -$) を計算したものである。

【0075】

ステップS123において転舵角補正量 が算出・記憶されると、次のステップS24において、車速フラグFVを“1”に設定する。従って、ステップS29の判断は「Yes」となり、その処理をステップS117 S118 S119へと進める。ステップS118においては、ステップS123で算出した転舵角補正量 を、ステップS117で算出した目標転舵角 $*$ から減算することにより補正目標転舵角 $*c$ ($= * -$) を計算する。

【0076】

この場合、転舵角補正量 は、先のステップS123において、実操舵角 に対応する目標転舵角 $*$ と実転舵角 との角度差として求めたものであるため、ここで計算された補正目標転舵角 $*c$ は、実転舵角 と等しくなる。従って、続くステップS119においては、第1転舵用電動モータ24には通電されない。

【0077】

こうして車速Vが第1基準速度V1に達した後は、車速フラグFVが“1”に設定されているため、ステップS21の判断が「No」となり、ステップS26において、車速Vが第2基準速度にまで低下したか否かを判断するようになる。そして、車速Vが第2基準速度にまで低下していない間においては、ステップS117~S119の処理が繰り返される。この場合、目標転舵角テーブルに基づいて、操舵ハンドル11の操舵操作により変化する実操舵角 に対応する目標転舵角 $*$ が逐次算出され(S117)、その目標転舵角 $*$ に対して転舵角補正量 を減算することにより補正目標転舵角 $*c$ が算出される(S118)。そして、実転舵角 が補正目標転舵角 $*c$ と一致するように第1転舵用電動モータ24が通電制御される(S119)。

【0078】

第1転舵用ECU34は、こうした処理を繰り返し実行し、車速Vが第2基準速度V2にまで低下したことを検出すると(S26: Yes)、車速フラグFVを“0”に設定し(S27)、その時点における実転舵角 を新たに固定補正目標転舵角 $*c$ として設定する(S128)。従って、その後は、第1転舵用ECU34は、ステップS117~S118の処理を飛ばし、ステップS119により、実転舵角 が補正目標転舵角 $*c$ と一致するように第1転舵用電動モータ24を通電制御する。この補正目標転舵角 $*c$ としては、ステップS28にて設定した固定目標転舵角 $*c$ が使われる。

【0079】

その後、車速Vが第1基準速度V1に上昇するまでのあいだは、操舵ハンドル11の操舵操作に関わらず、補正目標転舵角 $*c$ として固定目標転舵角 $*c$ が使用される。従って、実転舵角 と補正目標転舵角 $*c$ とが一致する状態が継続するため、第1転舵用電動モータ24への通電が行われなくなり、転舵輪FW1, FW2の転舵動作が禁止される。

【0080】

こうした第1転舵制御プログラムが繰り返し実行され、車速Vが第1基準速度V1にま

10

20

30

40

50

で達すると (S 2 2 : Y e s)、上述したようにステップ S 1 2 3 からの処理を行う。

【 0 0 8 1 】

また、第 1 転舵用 E C U 3 4 は、第 1 転舵制御系統に異常が発生した場合には、図 2 に示す第 1 実施形態と同一の処理 (S 1 1 ~ 1 3 , S 3 0 ~ S 3 2) を行う。

【 0 0 8 2 】

一方、第 2 転舵用 E C U 3 5 は、第 2 転舵制御系統に異常が検知されておらず、第 1 転舵用 E C U 3 4 から第 1 転舵制御系統の異常を表す “ 1 ” となる第 1 フェイルフラグ F F を入力した場合には、図 8 に示すステップ S 4 6 における「 Y e s 」との判断により、ステップ S 5 1 ~ S 5 2 , S 1 5 3 , S 5 4 , S 1 5 5 , S 5 6 ~ S 5 7 , S 1 5 8 , S 5 9 の処理もあわせて行う。この処理は、上述した第 1 転舵用 E C U 3 4 が行うステップ S 1 0 2 1 ~ S 1 0 2 2 , S 1 0 2 3 , S 1 0 2 4 , S 1 0 2 5 , S 1 0 2 6 ~ S 1 0 2 7 , S 1 0 2 8 , S 1 0 2 9 の処理と同一であるため、その説明を省略する。

【 0 0 8 3 】

また、第 2 実施形態における操舵反力制御に関しては、図 5 に示す操舵反力制御プログラムのステップ S 7 1 , S 7 2 で用いる補正操舵角 c に代えて、操舵角センサ 3 1 にて検出される実操舵角 c を使用する。そして、第 1 転舵制御系統あるいは第 2 転舵制御系統の何れか一方でも異常が検出された場合には、操舵反力制御を中止して操舵反力用電動モータ 1 3 の駆動を禁止する。

【 0 0 8 4 】

以上説明した第 2 実施形態の転舵制御によれば、第 1 実施形態と同様に、車速 V が第 1 基準速度 $V 1$ に達するまでのあいだは、転舵用電動モータ 2 4 (2 5) の駆動が停止される。従って、転舵輪 F W 1 , F W 2 の転舵が行われなくなる。

【 0 0 8 5 】

そして、車速 V が第 1 基準速度 $V 1$ にまで上昇すると、目標転舵テーブルを参照してその時点における実操舵角 c に対応する目標転舵角 c^* を算出し、その目標転舵角 c^* と実操舵角 c との角度差を転舵角補正量 c^* として算出記憶し、それ以降、車速 V が第 2 基準速度 $V 2$ にまで低下するまでのあいだ、目標転舵角 c^* から転舵角補正量 c^* を減算した値を補正目標転舵角 c^*c としている。つまり、目標転舵テーブルを参照して得た目標転舵角 c^* を、車速 V が第 1 基準速度 $V 1$ に到達した時点における転舵角度差分だけオフセットする。従って、車速 V が第 1 基準速度 $V 1$ に到達したときに、実操舵角 c に対応する目標転舵角 c^* と実操舵角 c との間に大きな角度差が生じていても、転舵制御上においては角度差がない状態となっている。

【 0 0 8 6 】

このため、車速 V が第 1 基準速度 $V 1$ にまで上昇した後、ハンドル操作に応じて転舵輪 F W 1 , F W 2 の向きを変える転舵制御に切り替えても、転舵輪 F W 1 , F W 2 が急激に転舵されてしまうといった不具合を生じない。また、第 1 基準速度 $V 1$ を一方の転舵制御系統のみにより必要ラック軸力が得られる最小速度 $V m i n$ よりも大きな値に設定しているため、第 1 基準速度 $V 1$ を越えた後になってから転舵輪 F W 1 , F W 2 が急激に転舵されてしまうといった不具合も防止できる。

【 0 0 8 7 】

また、車速 V が第 2 基準速度 $V 2$ にまで低下したときには、その時点における実操舵角 c を補正目標転舵角 c^*c (固定補正目標転舵角 c^*) に設定し、その後は、車速 V が第 1 基準速度 $V 1$ に上昇するまでその補正目標転舵角 c^*c を維持するため、転舵用電動モータ 2 4 (2 5) への通電が行われなくなり、転舵輪 F W 1 , F W 2 の転舵動作を禁止する。従って、転舵禁止状態と操舵角 c に基づく転舵制御状態とがハンチングしてしまうことがなく、安定した制御動作が得られる。

【 0 0 8 8 】

以上、本実施形態の車両の操舵装置について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

【 0 0 8 9 】

10

20

30

40

50

例えば、本実施形態においては、車速 V が第1基準速度 V_1 に到達するまでは、目標舵角 δ^* を固定して制御したが、その間は舵制御自体を行わないようにしてもよい。あるいは、車速が所定車速に到達するまでは、補正を行わない通常の制御（異常が検出されていないときの制御）を行い、所定速度に到達したときに操舵角の補正、あるいは目標舵角の補正を行う制御に切り替えるようにしてもよい。

【0090】

また、本実施形態においては2つの舵用電気アクチュエータを同時に作動させて舵輪を舵するシステムについて説明したが、3つ以上の舵用電気アクチュエータを同時に作動させて舵輪を舵するシステムにも適用できるものである。

【0091】

尚、本実施形態の第1、第2舵用ECU34, 35は、本発明における舵制御手段、異常検出手段、異常時舵制御手段、操舵角補正量算出手段、操舵角補正手段、舵角補正量算出手段、舵角補正手段、駆動禁止手段、制御則記憶手段に相当する構成を備える。

【0092】

舵制御手段は、第1実施形態において補正操舵角 $c = 0$ として行う第1舵用ECU34のステップS17~S20の処理、および、第2舵用ECU35のステップS47~S50の処理に相当し、第2実施形態においては、舵角補正量 $c = 0$ として行う第1舵用ECU34のステップS117~S119の処理、および、第2舵用ECU35のステップS147~S149の処理に相当する。

【0093】

異常検出手段は、第1舵用ECU34のステップS12の処理、および、第2舵用ECU35のステップS42の処理に相当する。

異常時舵制御手段における操舵角補正量算出手段は、第1舵用ECU34のステップS22, S23の処理、および、第2舵用ECU35のステップS52~S53の処理に相当する。

異常時舵制御手段における操舵角補正手段は、第1舵用ECU34のステップS17の処理、および、第2舵用ECU35のステップS47の処理に相当する。

【0094】

異常時舵制御手段における舵角補正量算出手段は、第1舵用ECU34のステップS22, S123の処理、および、第2舵用ECU35のステップS52, S153の処理に相当する。

異常時舵制御手段における舵角補正手段は、第1舵用ECU34のステップS118の処理、および、第2舵用ECU35のステップS148の処理に相当する。

【0095】

異常時舵制御手段における駆動禁止手段は、第1実施形態における第1舵用ECU34のステップS22, S25, S28の処理、および、第2舵用ECU35のステップS52, S55, S58の処理に相当し、第2実施形態における第1舵用ECU34のステップS22, S125, S128の処理、および、第2舵用ECU35のステップS52, S155, S158の処理に相当する。

また、本発明の制御則記憶手段は、本実施形態における目標舵角テーブルを記憶した第1, 第2舵用ECU34, 35のROMに相当する。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】本発明の一実施形態に係る車両の操舵装置の全体概略図である。

【図2】第1実施形態に係る第1舵用ECUによって実行される第1舵制御プログラムのフローチャートである。

【図3】第1実施形態に係る第2舵用ECUによって実行される第2舵制御プログラムのフローチャートである。

【図4】第1実施形態に係る目標舵角テーブルを表すグラフである。

10

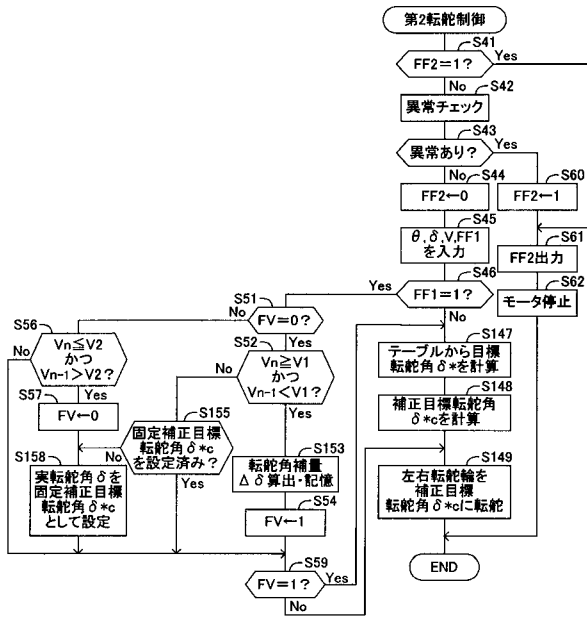
20

30

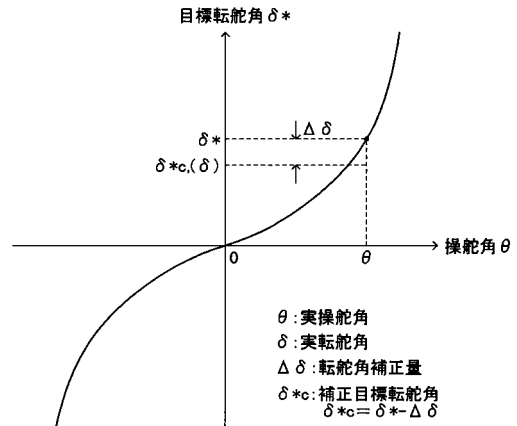
40

50

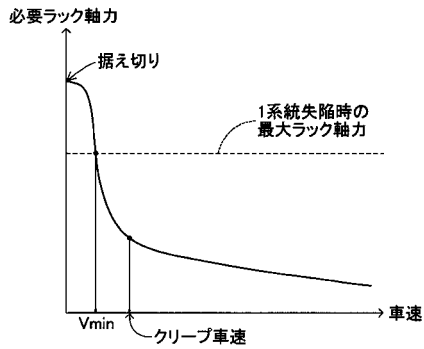
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-69456(JP,A)
特開2001-354154(JP,A)
特開平10-226355(JP,A)
特開平06-239259(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 6/00 - 6/10
B62D 5/00 - 5/32