

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7538005号
(P7538005)

(45)発行日 令和6年8月21日(2024.8.21)

(24)登録日 令和6年8月13日(2024.8.13)

(51)国際特許分類 F I
 B 6 2 D 6/00 (2006.01) B 6 2 D 6/00
 B 6 2 D 119/00 (2006.01) B 6 2 D 119:00
 B 6 2 D 101/00 (2006.01) B 6 2 D 101:00

請求項の数 6 (全17頁)

(21)出願番号	特願2020-190048(P2020-190048)	(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
(22)出願日	令和2年11月16日(2020.11.16)	(73)特許権者	000001247 株式会社ジェイテクト 愛知県刈谷市朝日町一丁目1番地
(65)公開番号	特開2022-79086(P2022-79086A)	(74)代理人	110000969 弁理士法人中部国際特許事務所
(43)公開日	令和4年5月26日(2022.5.26)	(72)発明者	飯田 友幸 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	令和5年9月6日(2023.9.6)	(72)発明者	山下 正治 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	柴田 憲治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ステアリングシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

運転者によって操作されるステアリング操作部材と、反力モータによってそのステアリング操作部材に操作反力を付与する反力付与機構と、その操作反力を制御する操作コントローラとを有する操作装置と、

転舵モータによって車輪を転舵する転舵アクチュエータと、その転舵アクチュエータによる車輪の転舵量を制御する転舵コントローラとを有する転舵装置と、

前記操作コントローラと前記転舵コントローラとを通信可能に接続する通信線とを備えて車両に搭載されるステアバイワイヤ型のステアリングシステムであって、前記操作コントローラが、

前記ステアリング操作部材の操作量、当該車両の走行速度および前記ステアリング操作部材に加えられる操作力に基づいて、操作反力を変化させる基本反力制御と、前記転舵装置の状態に応じて、操作反力の大きさを変更する反力変更処理と
を実行し、

前記転舵コントローラが、転舵装置の状態に基づいて状態コードを決定するとともにその状態コードを前記通信線を介して前記操作コントローラに送信し、前記操作コントローラが、受信した状態コードに応じて前記反力変更処理を実行するように構成されたステアリングシステム。

【請求項2】

前記状態コードが、前記転舵装置において発生している現象に応じて類型化されている請

求項 1 に記載のステアリングシステム。

【請求項 3】

前記状態コードが、

それぞれが前記現象である、転舵モータの過熱現象、転舵モータのドライバに電源から導入される電圧が低下している現象、溝、縁石等の転舵障壁によって車輪の転舵が阻害されているという現象に応じて類型化されている請求項 2 に記載のステアリングシステム。

【請求項 4】

前記状態コードが、前記現象の種別と前記現象の程度とに基づいて序列が設定されている請求項 2 または請求項 3 に記載のステアリングシステム。

【請求項 5】

前記転舵コントローラが、複数の前記状態コードが送信可能であっても、前記序列のより高い単一の状態コードしか送信しないように構成された請求項 4 に記載のステアリングシステム。

【請求項 6】

前記操作コントローラが、前記反力変更処理において、

前記転舵コントローラが送信する前記状態コードが、序列が上がるように変更されたときには、変更前の前記状態コードに基づく操作反力の変更量に、変更後の前記状態コードに基づく操作反力の変更量を上乘せするように、操作反力の大きさを変更するように構成された請求項 5 に記載のステアリングシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に搭載されるステアバイワイヤ型のステアリングシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

昨今、ステアリングホイール等のステアリング操作部材と車輪とが機械的に連結されておらず、運転者の操作力に依ることなく、電動モータを有する転舵アクチュエータによって車輪を転舵するステアリングシステム、すなわち、ステアバイワイヤ型のステアリングシステムが検討されている。ステアバイワイヤ型のステアリングシステムでは、一般的に、運転者に操作感を与えるべく、ステアリング操作部材に操作反力を付与するための反力付与機構が採用される。下記特許文献に記載されているステアバイワイヤ型のステアリングシステムでは、特定の現象が生じているときに、転舵アクチュエータの負荷を考慮して、ステアリング操作部材の操作を制限すべく、反力付与機構による操作反力を増加させる制御を実行するようにされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2020 - 83059 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献に記載されているステアリングシステムでは、転舵アクチュエータによる転舵の制御と、反力付与機構による操作反力の制御とを、1つのコントローラによって行っているが、システムの簡素化、汎用性の向上等の理由で、それらの制御を、2つのコントローラによって別々に行うことも検討されている。2つのコントローラを採用するシステムにおいて、操作反力を増加させるための上記制御を実行する場合、転舵の制御を行うコントローラから、操作反力の制御を行うコントローラへ、上記特定の現象に対する転舵装置の状態として、転舵アクチュエータに関する種々のパラメータ、すなわち、車輪の転舵速度、電動モータへの供給電流、電動モータの温度、バッテリーから導入される電圧等についての情報を送信しなければならない。このことは当該システムの通信の負担増となる

10

20

30

40

50

ため、その負担を軽減することが、2つのコントローラによって構成されるステアバイワイヤ型のステアリングシステムの実用性の向上に繋がる。本発明は、そのような実情に鑑みてなされたものであり、実用性の高いステアバイワイヤ型のステアリングシステムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するため、本発明のステアリングシステムは、
運転者によって操作されるステアリング操作部材と、反力モータによってそのステアリング操作部材に操作反力を付与する反力付与機構と、その操作反力を制御する操作コントローラとを有する操作装置と、

転舵モータによって車輪を転舵する転舵アクチュエータと、その転舵アクチュエータによる車輪の転舵量を制御する転舵コントローラとを有する転舵装置と、

前記操作コントローラと前記転舵コントローラとを通信可能に接続する通信線と
を備えて車両に搭載されるステアバイワイヤ型のステアリングシステムであって、

前記操作コントローラが、

前記ステアリング操作部材の操作量、当該車両の走行速度および前記ステアリング操作部材に加えられる操作力に基づいて、操作反力を変化させる基本反力制御と、
前記転舵装置の状態に応じて、操作反力の大きさを変更する反力変更処理と
を実行し、

前記転舵コントローラが、転舵装置の状態に基づいて状態コードを決定するとともにその状態コードを前記通信線を介して前記操作コントローラに送信し、前記操作コントローラが、受信した状態コードに応じて前記反力変更処理を実行するように構成される。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、転舵装置の状態を示すコードを転舵コントローラから操作コントローラに送信するだけで、そのコードを受信した操作コントローラは、そのコードに基づいて、操作反力の大きさを変更する処理（以下、「反力変更処理」という場合がある）を実行することができる。そのため、本ステアリングシステムは、通信の負担が小さいシステムとなる。

【発明の態様】

【0007】

操作反力は、一般的に、ステアリング操作部材（以下、単に「操作部材」という場合がある）の操作量に応じて変化し、また、例えば、当該車両の走行速度（以下、「車速」と略す場合がある）や、操作部材に加えられる操作力に基づいて変化させることが可能である。本発明に係る反力変更処理によって実現される操作反力の変更は、そのような操作反力の変化とは別のもの若しくは別のレベルのものであり、端的に言えば、転舵装置の状態に応じた変更を意味する。したがって、操作量等に応じた変化と、反力変更処理で実現される操作反力の変更とが同時に行われてもよい。

【0008】

「状態コード」は、例えば、転舵装置において発生している現象に応じて類型化されてもよい。具体的には、例えば、転舵装置すなわち転舵モータの過熱現象、転舵モータのドライバ（インバータ等の駆動回路）に電源から導入される電圧が低下している現象、溝、縁石等の転舵障壁によって車輪の転舵が阻害されているという現象等に応じて類型化されていてもよいのである。簡単に言えば、状態コードは、現象の種別に応じて類型化されてもよいのである。

【0009】

状態コードが類型化されている場合、現象の種別と、現象の程度（転舵モータの温度、電圧の高さ、転舵障壁による転舵の阻害度等）によって、状態コードには、序列が設定されていてもよい。詳しくは、状態コードが、例えば、対処の必要度、緊急度、重要度といった観点での順序付けがなされていてもよいのである。つまり、状態コードに優先度が設

10

20

30

40

50

定されていてもよいのである。

【 0 0 1 0 】

互いに種別の異なる複数の現象が生じることもあり得、その場合には、状態コードに序列が設けられているのであれば、例えば、転舵コントローラは、より序列の高い状態コードを送信することが望ましい。複数の状態コードを送信するのではなく、単一の状態コードを送信することで、簡便にかつ適切に、反力変更処理を実行することが可能である。なお、転舵コントローラが送信する状態コードが、序列が上がるように変更されたときには、操作コントローラは、変更前の状態コードに基づく操作反力の変更量に、変更後の状態コードに基づく操作反力の変更量を上乘せするように、反力変更処理を実行することが可能である。このような反力変更処理によれば、序列が上がったにも拘わらず操作反力が小さくなるといったことを、回避することが可能となる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 実施例のステアリングシステムの全体構成を模式的に示す図である。

【 図 2 】 操作反力の一成分であるアシスト依拠減少成分を、ステアリング操作部材に加えられる操作トルクとの関係で示すグラフである。

【 図 3 】 実施例のステアリングシステムにおいて実行される操作プログラムのフローチャートである。

【 図 4 】 実施例のステアリングシステムにおいて実行される転舵プログラムのフローチャートである。

20

【 図 5 】 転舵プログラムを構成する状態特定処理サブルーチンのフローチャートである。

【 図 6 】 操作プログラムを構成する操作反力決定処理サブルーチンのフローチャートである。

【 図 7 】 それぞれが操作反力決定処理サブルーチンを構成する通常処理サブルーチンおよび第 1 類型処理サブルーチンのフローチャートである。

【 図 8 】 操作反力決定処理サブルーチンを構成する第 2 類型処理サブルーチンのフローチャートである。

【 図 9 】 操作反力決定処理サブルーチンを構成する第 3 類型処理サブルーチンのフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

30

【 0 0 1 2 】

以下、本発明を実施するための形態として、本発明の実施例であるステアリングシステムを、図を参照しつつ詳しく説明する。なお、本発明は、下記実施例の他、前記〔発明の態様〕の項に記載された形態を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した種々の形態で実施することができる。

【 実施例 】

【 0 0 1 3 】

[A] ステアリングシステムのハード構成

車両に搭載される実施例のステアリングシステムは、図 1 に模式的に示すように、それぞれが転舵輪である 2 つの車輪 1 0 を転舵するためのシステムであり、機械的に互いに独立した操作装置 1 2 および転舵装置 1 4 を備えたステアバイワイヤ型のステアリングシステムである。

40

【 0 0 1 4 】

操作装置 1 2 は、a) 運転者によって操舵操作されるステアリング操作部材としてのステアリングホイール 2 0 と、b) 先端にそのステアリングホイール 2 0 が取り付けられたステアリングシャフト 2 2 と、c) そのステアリングシャフト 2 2 を回転可能に保持するとともに、インパネリインフォースメント(図示を省略)に支持されるステアリングコラム 2 4 と、d) そのステアリングコラム 2 4 に支持された電動モータである反力モータ 2 6 を力源として、操舵操作に対する反力(厳密には、反トルクであるが、以下、慣用されている「操作反力」という文言を用いることとする) F_{CT} を、ステアリングシャフト 2 2 を介

50

して、ステアリングホイール 20 に付与する反力付与機構 28 とを含んで構成されている。この反力付与機構 28 は、減速機等を含む一般的な構造のものであるため、反力付与機構 28 の具体的な構造についての説明は、省略する。

【0015】

操作装置 12 は、ステアリングホイール 20 の操作角 θ をステアリング操作量として検出する操作角センサ 30 を有している。ちなみに、車両の直進状態においてステアリングホイール 20 がとる姿勢を中立姿勢とした場合に、その中立姿勢からの回転角が、ステアリングホイール 20 の操作角 θ である。また、ステアリングシャフト 22 には、トーションバー 32 が組み込まれており、そのトーションバー 32 の捩じれ量に基づいて、運転者によってステアリングホイール 20 に加えられる操作力としての操作トルク T_q を検出するための操作トルクセンサ 34 を有している。

10

【0016】

車輪 10 の各々は、ステアリングナックル 40 を介して転向可能に車体に支持されている。転舵装置 14 は、ステアリングナックル 40 を回転させることで、車輪 10 の各々を一体的に転舵する。転舵装置 14 は、主要構成要素として、転舵アクチュエータ 42 を有している。転舵アクチュエータ 42 は、a) 両端がリンクロッド 44 を介して左右のステアリングナックル 40 にそれぞれ連結されるステアリングロッド 46 と、b) そのステアリングロッド 46 を左右に移動可能に支持するとともに、車体に固定的に保持されたハウジング 48 と、c) 電動モータである転舵モータ 50 を駆動源として、ステアリングロッド 46 を左右に移動させるためのロッド移動機構 52 とを含んで構成されている。ロッド移動機構 52 は、ステアリングロッド 46 に螺設されたボール溝と、そのボール溝とベアリングボールを介して螺合するとともに転舵モータ 50 によって回転させられるナットとによって構成されるボールねじ機構を主体とするものであり、一般的な構造のものであるため、ロッド移動機構 52 についてのここでの詳しい説明は省略する。

20

【0017】

転舵装置 14 は、ステアリングロッド 46 の中立位置（車両の直進状態において位置する位置）からの移動量を検出することで、車輪 10 の転舵量としての転舵角 θ を検出するための転舵角センサ 54 を有している。また、転舵アクチュエータ 42 のハウジング 48 には、転舵モータ 50 近傍の部分の温度（以下、便宜的に、「モータ温度」と呼ぶ場合がある）を検出するための温度センサ 56 が設けられている。

30

【0018】

操作装置 12 の制御、詳しくは、操作反力 F_{CT} の制御、すなわち、操作装置 12 の反力モータ 26 の制御は、当該操作装置 12 のコントローラである操作コントローラとしての操作電子制御ユニット（以下、「操作 ECU」と言う場合がある）60 によって実行される。操作 ECU 60 は、CPU, ROM, RAM 等を有するコンピュータや、反力モータ 26 のドライバ（反力モータ 26 は 3 相ブラシレスモータであるため、具体的には、インバータである）等によって構成されている。

【0019】

同様に、転舵装置 14 の制御、詳しくは、転舵角 θ の制御、すなわち、転舵装置 14 の転舵モータ 50 の制御は、当該転舵装置 14 のコントローラである転舵コントローラとしての転舵電子制御ユニット（以下、「転舵 ECU」と言う場合がある）62 によって実行される。転舵 ECU 62 は、CPU, ROM, RAM 等を有するコンピュータや、転舵モータ 50 のドライバ（転舵モータ 50 は 3 相ブラシレスモータであるため、具体的には、インバータである）等によって構成されている。なお、転舵 ECU 62 は、転舵モータ 50 に電流を供給するために、バッテリーから当該転舵 ECU 62 に導入される電圧（以下導入電圧」という場合がある） V 、端的に言えば、バッテリーの電圧 V を検出するための電圧センサ 64 を有している。

40

【0020】

後に詳しく説明するが、操作 ECU 60, 転舵 ECU 62 は、互いに情報を送受信しながら制御処理を実行する。そのため、操作 ECU 60, 転舵 ECU 62 は、通信線として

50

のCAN (car area network or controllable area network) 66に接続させられている。

【0021】

[B]ステアリングシステムの制御

実施例のステアリングシステムでは、一般的なステアパイワイヤ型のステアリングシステムと同様に、操舵操作に応じた車輪の転舵制御（以下、単に「転舵制御」と略す場合がある）と、操作反力の制御（以下、単に「反力制御」という場合がある）とを実行する。但し、本実施例のステアリングシステムでは、転舵装置14の状態に応じて操作反力の大きさを変更する処理（以下、「反力変更処理」という場合がある）をも実行する。以下に、転舵制御、基本的な反力制御である基本反力制御、反力変更処理について順次説明し、その後、それらの制御のフローを簡単に説明する。

10

【0022】

(a) 転舵制御

転舵制御は、ステアリングホイール20に対する操舵操作に応じた車輪10の転舵を実現させるための制御である。操作ECU60は、操作角センサ30を介して、ステアリングホイール20の操作角を検出し、次式に従って、その検出した操作角に、設定されているステアリングギヤ比 R_G を乗ずることによって、車輪10の転舵角の目標となる目標転舵角 δ^* を決定する。

$$\delta^* = R_G \times \delta$$

操作ECU60は、その決定した目標転舵角 δ^* に関する情報を、CAN66を介して、転舵ECU62に送信する。

20

【0023】

転舵ECU62は、目標転舵角 δ^* に関する情報を受信するとともに、転舵角センサ54を介して、実際の車輪10の転舵角 δ （以下、「実転舵角」という場合がある）を検出する。転舵ECU62は、目標転舵角 δ^* に対する実転舵角 δ の偏差である転舵角偏差 δ_e を、次式に従って決定する。

$$\delta_e = \delta^* - \delta$$

そして転舵ECU62は、転舵角偏差 δ_e に基づくフィードバック制御則に従って、つまり、次式に従って、転舵モータ50に供給する電流 I_S を決定する。ちなみに、下記式の第1項、第2項、第3項は、それぞれ、比例項、積分項、微分項であり、 G_P 、 G_I 、 G_D は、それぞれ、比例項ゲイン、積分項ゲイン、微分項ゲインである。

30

$$I_S = G_P \times \delta_e + G_I \times \int \delta_e dt + G_D \times d\delta_e / dt$$

転舵ECU62は、決定した電流 I_S を、転舵モータ50に供給する。

【0024】

(b) 基本反力制御

反力制御は、運転者にステアリング操作に対する操作感を付与するための制御である。基本反力制御においては、操作ECU60は、操作反力 F_{CT} を、2つの成分である転舵力依拠成分 F_S 、アシスト依拠減少成分 F_A に基づいて、次式に従って決定する。

$$F_{CT} = F_S - F_A$$

【0025】

転舵力依拠成分 F_S は、車輪10を転舵するために必要な転舵力に関する成分であり、次式に従って決定される。

40

$$F_S = f_{SA}(\delta, v) + f_F(d\delta, v)$$

【0026】

上記式の第1項である $f_{SA}(\delta, v)$ は、ステアリングホイール20の操作角 δ と車両走行速度（以下、「車速」と略す場合がある） v とをパラメータとするセルフライニング依拠関数であり、車輪10に作用するセルフライニングトルクに基づく成分と考えることができる。セルフライニング依拠関数 $f_{SA}(\delta, v)$ によれば、転舵力依拠成分 F_S は、車速 v が高くなればなる程大きく、操作角 δ が大きくなればなる程大きくなるように決定される。

50

【 0 0 2 7 】

上記式の第 2 項である $f_F(d, v)$ は、操作角 δ の変化速度である操作速度 d と車速 v とをパラメータとする路面摩擦依拠関数であり、路面の摩擦に起因して車輪 10 に作用する力に基づく成分と考えることができる。路面摩擦依拠関数 $f_F(d, v)$ によれば、例えば、いわゆる据え切り等を考慮して、転舵力依拠成分 F_S は、車速 v が低くなればなる程大きく、操作速度 d が大きくなればなる程大きくなるように決定される。

【 0 0 2 8 】

基本反力制御における上述の転舵力依拠成分 F_S の決定は、すでに知られた技術であるため、ここでの詳しい説明については、省略することとする。なお、車速 v は、車輪 10 に設けられた車輪速センサによって検出された車輪回転速度に基づいて、ブレーキシステムの電子制御ユニットであるブレーキ ECU (図示を省略) によって決定される。ブレーキ ECU も CAN 66 に接続されており、操作 ECU 60 は、CAN 66 を介してブレーキ ECU から送信されてくる情報に基づいて、車速 v を取得する。また、操作 ECU 60 は、検出した操作角 δ の変化に基づいて、操作速度 d を特定する。

10

【 0 0 2 9 】

アシスト依拠減少成分 F_A は、いわゆるパワーステアリングの操作感を運転者に付与するための成分と考えることができる。パワーステアリングでは、一般的には、操作トルク T_q に応じたアシストトルクを、ステアリングシャフト 22 に付与するようにされている。そのアシストトルクを模すようにして、アシスト依拠減少成分 F_A は、次式に従って決定される。

20

$$F_A = f_T(T_q)$$

$f_T(T_q)$ は、操作トルク T_q をパラメータとするアシスト関数であり、そのアシスト関数によれば、アシスト依拠減少成分は、操作トルク T_q が大きくなる程大きくなるように決定される。模式的には、操作トルク T_q に基づき、図 2 (a) のグラフに示すように決定される。

【 0 0 3 0 】

基本反力制御における上述の転舵力依拠成分 F_S の決定は、すでに知られた技術であるため、ここでの詳しい説明については、省略することとする。操作 ECU 60 は、操作トルクセンサ 34 を介して、操作トルク T_q を検出する。

【 0 0 3 1 】

以上のようにして決定した操作反力 F_{CT} に基づき、操作 ECU 60 は、反力モータ 26 に供給する電流 I_C を、次式に従って決定し、その決定した電流 I_C を、反力モータ 26 に供給する。なお、次式における k は、設定されている電流決定係数である。

30

$$I_C = k \times F_{CT}$$

【 0 0 3 2 】

以上のような、基本反力制御によれば、転舵装置 14 側から CAN 66 を介して情報を受け取ることなく、操作反力 F_{CT} を適切に制御でき、操作装置 12 と転舵装置 14 との間の通信の負担が小さい制御が実現される。

(c) 反力変更処理

i) 反力変更処理の意義

40

操作反力 F_{CT} は、ステアバイワイヤ型のステアリングシステムにおいて、運転者に対して適切な操作感を与えるための役割を果たすが、別の役割を持たせることも可能である。詳しく言えば、例えば、転舵アクチュエータ 42、特に、転舵モータ 50 が過熱した場合に、転舵モータ 50 を保護するために、当該転舵モータ 50 の出力を制限すること、すなわち、車輪 10 の転舵を制限することが望まれる。また、転舵モータ 50 に電流を供給するための電源であるバッテリーの電圧、すなわち、転舵 ECU 62 に導入される電圧 (以下、「導入電圧」という場合がある) V が低下した場合も、転舵アクチュエータ 42 の負担を軽減すべく、車輪 10 の転舵を制限することが望まれる。さらには、縁石、溝等の障壁によって車輪 10 の転舵が阻害されている場合には、その障壁の存在を運転者に認識させる必要もある。そのような転舵制限、転舵障壁の認識のために、操作反力 F_{CT} を、上記基

50

本反力制御において発生させられる大きさから変更すること、詳しく言えば、大きくすることが可能である。つまり、反力変更処理は、転舵装置 1 4 の状態に基づいて転舵制限を運転者に課す役割や、転舵装置 1 4 の状態に基づいて転舵障壁を運転者に認識させる役割を、操作反力 F_{CT} に持たせることができるのである。

【 0 0 3 3 】

ii) 通信上の負担

これまで検討されてきた反力変更処理は、それぞれ検出された転舵モータ 5 0 のモータ温度 T , 導入電圧 V , 転舵角 の変化速度である転舵速度 d , 転舵モータ 5 0 への供給電流 I_S 等に基づいて行っていた。そのような反力変更処理を実施例のステアリングシステムで実行する場合、普通に考えれば、モータ温度 T , 導入電圧 V , 転舵速度 d , 供給電流 I_S の検出は、転舵 ECU 6 2 によって行われ、一方、反力変更処理は、操作 ECU 6 0 によって行われる。つまり、検出されたモータ温度 T , 導入電圧 V , 転舵速度 d , 供給電流 I_S に関する情報を、随時、通信線である CAN 6 6 を介して、転舵 ECU 6 2 から操作 ECU 6 0 に送信しなければならない。このような多大な情報の送受信は、当該システムにおける通信上の負担となる。この負担は、ひいては、当該ステアリングシステムの制御の遅延や、CAN 6 6 に接続されている他のシステムにおける制御の障害ともなりかねないのである。

10

【 0 0 3 4 】

iii) 転舵装置の状態のコード化

上記通信上の負担に鑑み、本実施例のステアリングシステムでは、転舵 ECU 6 2 は、モータ温度 T , 導入電圧 V , 転舵速度 d , 供給電流 I_S に基づいて、転舵装置 1 4 の状態をコード化し、1 つの状態コードを、CAN 6 6 を介して、操作 ECU 6 0 に送信する。操作 ECU 6 0 は、送られてきた状態コードに基づき、予め設定されている規則に従って、操作反力 F_{CT} を変更する。

20

【 0 0 3 5 】

状態コードは、下記表に示すようなものであり、転舵装置 1 4 において発生している現象に応じて類型化され、かつ、その現象の種別とその現象の程度（症状の程度と考えることもできる）とに基づいて序列が設定されている。換言すれば、現象への対処の必要度、対処の緊急度、対処することの重要性といった観点での順序付けがなされている。

【表 1】

30

状態コード	現象種別	現象程度
0	通常状態	—
1 L	過熱状態	軽度
1 M	過熱状態	中程度
1 H	過熱状態	重度
2 L	低電圧状態	軽度
2 M	低電圧状態	中程度
2 H	低電圧状態	重度
3 L	障壁存在状態	軽度
3 H	障壁存在状態	重度

40

【 0 0 3 6 】

対象となる現象の種別は、モータ温度 T が高くなっている過熱状態（第 1 類型）、導入電圧 V が低くなっている低電圧状態（第 2 類型）、転舵障壁が存在している障壁存在状態（第 3 類型）であり、対象となる現象が生じていない場合が通常状態である。状態コードは、通常状態が “ 0 ” とされ、過熱状態が “ 1 * ” , 低電圧状態が “ 2 * ” , 障壁存在状態が “ 30

* ”とされている（* は、何某かの程度を表す）。状態コードにおいて、現象の程度は、軽度が“ * L ”，中程度が“ * M ”，重度が“ * H ”とされている（* は、何某かの種別を表す）。

【 0 0 3 7 】

表の下に向かうほど序列が高くなるように状態コードが設定されており、序列の低い方から具体的に列挙すれば、状態コードは、通常状態“ 0 ”，軽度過熱状態“ 1 L ”，中程度過熱状態“ 1 M ”，重度過熱状態“ 1 H ”，軽度低電圧状態“ 2 L ”，中程度低電圧状態“ 2 M ”，重度低電圧状態“ 2 M ”，軽度障壁存在状態“ 3 L ”，重度障壁存在状態“ 3 H ”の9つが設定されている。

【 0 0 3 8 】

転舵 E C U 6 2 は、モータ温度 T ，導入電圧 V ，転舵速度 d ，供給電流 I_S に基づいて、転舵装置 1 4 の現時点での状態を特定し、状態コードを決定する。具体的に言えば、温度センサ 5 6 を介して検出されたモータ温度 T が、軽度閾温度 T_L より高く中程度閾温度 T_M 以下である場合に、軽度過熱状態“ 1 L ”に、中程度閾温度 T_M より高く重度閾温度 T_H 以下である場合に、中程度過熱状態“ 1 M ”に、重度閾温度 T_H より高い場合に、重度過熱状態“ 1 H ”に、それぞれ状態コードを決定する。また、電圧センサ 6 4 を介して検出された導入電圧 V が、軽度閾電圧 V_L より低く中程度閾電圧 V_M 以上である場合に、軽度低電圧状態“ 2 L ”に、中程度閾電圧 V_M より低く重度閾電圧 V_H 以上である場合に、中程度低電圧状態“ 2 M ”に、重度閾電圧 V_H より低い場合に、重度低電圧状態“ 2 H ”に、それぞれ状態コードを決定する。さらに、転舵速度 d が閾速度 d_{TH} より低い場合、つまり、転舵角が実質的に変化していないとみなせる場合において、転舵モータ 5 0 への供給電流 I_S が、軽度閾電流 I_{SL} よりも大きく重度閾電流 I_{SH} 以下であるときに、軽度障壁存在状態“ 3 L ”に、重度閾電流 I_{SH} よりも大きいときに、重度障壁存在状態“ 3 H ”に、それぞれ状態コードを決定する。

【 0 0 3 9 】

転舵装置 1 4 が、2つ以上の状態コードが決定される状態となることもあり得る。しかし、通信の負担を軽減する観点から、2つ以上の状態コードが決定される場合であっても、転舵 E C U 6 2 は、より序列の高い状態コード、換言すれば、序列が最高の状態コードのみを、現時点での状態コードとして決定し、その1つの状態コードについての情報を、操作 E C U 6 0 に送信する。なお、以下、状態コードについての情報の送受信を、単に、状態コードの送受信という場合があることとする。

【 0 0 4 0 】

iv) 状態コードに依拠した操作反力の変更

簡単に言えば、操作 E C U 6 0 は、状態コードに応じて、基本反力制御による操作反力 F_{CT} を変更する。言い換えれば、基本反力制御によって決定されるであろう操作反力 F_{CT} が状態コードに応じた分だけシフトするように、操作反力 F_{CT} を決定する。

【 0 0 4 1 】

詳しく説明すれば、送られてきた状態コードが、過熱状態を示すコードである場合には、操作 E C U 6 0 は、第 1 類型処理として、基本反力制御における上記アシスト依拠減少成分 F_A を減少させることで、操作反力 F_{CT} を大きくする。アシスト依拠減少成分 F_A は、上述したように、通常状態では、図 2 (a) に示すようなアシスト関数 $f_T(T_q)$ に従って決定される。それに対して、過熱状態においては、操作 E C U 6 0 は、図 2 (b) に示すように、操作トルク T_q を減少トルク T_{qL} だけ減少させたものをパラメータとするアシスト関数 $f_T(T_q - T_{qL})$ に従って、アシスト依拠減少成分 F_A を決定する。パラメータである操作トルク T_q を減少させることで、アシスト依拠減少成分 F_A が減少させられ、その結果として、操作反力 F_{CT} が大きくなる。さらに言えば、減少トルク T_{qL} は、過熱状態の程度によって異なる値に決定される。具体的には、操作 E C U 6 0 は、減少トルク T_{qL} を、軽度過熱状態“ 1 L ”である場合には、軽度時トルク T_{qL} に、中程度過熱状態“ 1 M ”である場合には、軽度時トルク T_{qL} よりも大きな中程度時トルク T_{qM} に、重度過熱状態“ 1 H ”である場合には、中程度時トルク T_{qM} よりも大きな重度時トルク T_{qH} に、それぞれ決定する。つまり、程度が高くなる程、アシスト依拠減少成分 F_A が

より減少させられることで、操作反力 F_{CT} がより増加させられるのである。

【 0 0 4 2 】

送られてきた状態コードが、低電圧状態を示すコードである場合には、操作 E C U 6 0 は、第 2 類型処理として、基本反力制御における上記アシスト依拠減少成分 F_A に上限を設けることで、操作反力 F_{CT} を大きくする。詳しくは、操作 E C U 6 0 は、図 2 (c) に示すように、基本反力制御において決定されるアシスト依拠減少成分 F_A が上限値 F_{AL} を上回った場合に、アシスト依拠減少成分 F_A を上限値 F_{AL} に決定する。アシスト依拠減少成分 F_A にそのような制限が加えられることで、制限が加えられた範囲において、アシスト依拠減少成分 F_A が減少させられ、その結果として、操作反力 F_{CT} が大きくなる。さらに言えば、上限値 F_{AL} は、低電圧状態の程度によって異なる値に決定される。具体的には、操作 E C U 6 0 は、上限値 F_{AL} を、軽度低電圧状態 “ 2 L ” である場合には、軽度時値 F_{ALL} に、中程度低電圧状態 “ 2 M ” である場合には、軽度時値 F_{ALL} よりも小さな中程度時値 F_{ALM} に、重度低電圧状態 “ 2 H ” である場合には、中程度時値 F_{ALM} よりも小さな重度時値 F_{ALH} に、それぞれ決定する。つまり、程度が高くなる程、アシスト依拠減少成分 F_A がより制限され、その制限に応じて操作反力 F_{CT} がより増加させられるのである。

10

【 0 0 4 3 】

送られてきた状態コードが、障壁存在状態を示すコードである場合には、操作 E C U 6 0 は、第 3 類型処理として、基本反力制御における操作反力 F_{CT} に、障壁依拠成分 F_B を加えることで、操作反力 F_{CT} を大きくする。つまり、次式に従って、操作反力 F_{CT} を決定する。

20

$$F_{CT} = F_S - F_A + F_B$$

障壁依拠成分 F_B は、障壁存在状態の程度によって異なる値に決定される。具体的には、操作 E C U 6 0 は、障壁依拠成分 F_B を、軽度障壁存在状態 “ 3 L ” である場合には、軽度時成分 F_{BL} に、重度障壁存在状態 “ 3 H ” である場合には、軽度時成分 F_{BL} よりも大きな重度時成分 F_{BH} に、それぞれ決定する。つまり、程度が高くなる程、追加される障壁依拠成分 F_B が大きくされることで、操作反力 F_{CT} がより増加させられるのである。

【 0 0 4 4 】

先に説明したように、転舵装置 1 4 が、2 以上の異なる 2 つの状態となる場合もあり、その場合でも、操作 E C U 6 0 に対して、転舵 E C U 6 2 からは、序列のより高い 1 つの状態コードしか送信されてこない。したがって、送信されてくる状態コードが序列の高いものにも変わったとしても、操作反力 F_{CT} が減少してしまうことが起こり得る。

30

【 0 0 4 5 】

そこで、本ステアリングシステムでは、現象の種別が異なる状態コードに変更された場合、その変更が序列が高くなるような変更であるときには、操作反力 F_{CT} が減少しないような方策が採られている。詳しく説明すれば、操作 E C U 6 0 は、アシスト依拠減少成分 F_A を決定するための上記減少トルク T_q 、上記上限値 F_{AL} の値を前回値 T_{qPR} 、前回値 F_{ALPR} として記憶しており、状態コードが、過熱状態 “ 1 * ” から、低電圧状態 “ 2 * ” 若しくは障壁存在状態 “ 3 * ” に変更されたときには、減少トルク T_q を、前回値 T_{qR} に維持し、状態コードが、低電圧状態 “ 2 * ” から障壁存在状態 “ 3 * ” に変更されたときには、上限値 F_{AL} を、前回値 F_{ALPR} に維持する。それによって、序列が高くなるような上記変更における操作反力 F_{CT} の減少が防止されることになる。

40

【 0 0 4 6 】

[C] ステアリングシステムの制御の流れ

本ステアリングシステムでは、上述の転舵制御、基本反力制御、反力変更処理は、操作 E C U 6 0 が、図 3 にフローチャートを示す操作プログラムを、転舵 E C U 6 2 が、図 4 にフローチャートを示す転舵プログラムを、それぞれ、短い時間ピッチ（例えば、数 $m \sim$ 数十 $msec$ ）で繰り返し実行することによって行われる。以下にそれらのプログラムに沿った処理を説明することで、本ステアリングシステムの制御の流れ、すなわち、転舵制御、基本反力制御、反力変更処理の流れについて、簡単に説明する。

【 0 0 4 7 】

50

操作プログラムに沿った処理では、まず、ステップ 1 (以下、「S 1」と略す。他のステップも同様である。)において、操作角センサ 30 を介してステアリングホイール 20 の操作角 θ が検出される。次の S 2 において、検出された操作角 θ に所定のステアリングギヤ比 R_G が乗じられることで、目標転舵角 θ^* が決定され、S 3 において、その目標転舵角 θ^* についての情報が、転舵 ECU 62 に送信される。

【 0 0 4 8 】

続く S 4 において、操作反力 F_{CT} の決定処理 (以下、「操作反力決定処理」という場合がある) が実行される。この処理についての詳細は、後に詳しく説明する。操作反力決定処理の後、S 5 において、決定された操作反力 F_{CT} に所定の電流決定係数 k が乗じられることで、反力モータ 26 への供給電流 I_C が決定され、S 6 において、その電流 I_C が反力モータ 26 に供給される。

10

【 0 0 4 9 】

転舵プログラムに沿った処理では、まず、S 11 において、操作 ECU 60 から送信される目標転舵角 θ^* についての情報が受信される。続く S 12 において、転舵角センサ 54 を介して、実際の車輪 10 の転舵角である実転舵角 θ_r が検出され、S 13 において、受信された目標転舵角 θ^* から検出された実転舵角 θ_r が減じられることで、転舵角偏差 $\Delta\theta$ が決定される。そして、S 14 において、先に説明した転舵角偏差 $\Delta\theta$ に基づくフィードバック制御則に従った手法によって、転舵モータ 50 への供給電流 I_S が決定され、S 15 において、その電流 I_S が転舵モータ 50 に供給される。

【 0 0 5 0 】

20

次の S 16 において、転舵装置 14 の状態を特定するための状態特定処理が実行される。この状態特定処理は、図 5 にフローチャートを示す状態特定処理サブルーチンが実行されることによって行われる。

【 0 0 5 1 】

状態特定処理サブルーチンに沿った処理では、まず、S 21 において、温度センサ 56 を介して、転舵モータ 50 近傍の温度であるモータ温度 T が検出される。続く S 22 ~ S 24 において、検出されたモータ温度 T と、軽度閾温度 T_L 、中程度閾温度 T_M 、重度閾温度 T_H とが比較され、S 25 ~ S 28 において、モータ温度 T が重度閾温度 T_H より高い場合には、状態コード code が “ 1 H ” に、モータ温度 T が中程度閾温度 T_M より高く重度閾温度 T_H 以下の場合には、状態コード code が “ 1 M ” に、モータ温度 T が軽度閾温度 T_L より高く中程度閾温度 T_M 以下の場合には、状態コード code が “ 1 L ” に、モータ温度 T が軽度閾温度 T_L 以下の場合には、状態コード code が “ 0 ” に、それぞれ、決定される。

30

【 0 0 5 2 】

次に、S 29 において、電圧センサ 64 を介して、転舵 ECU 62 に導入されるバッテリーの電圧である導入電圧 V が検出される。続く S 30 ~ S 32 において、検出された導入電圧 V と、軽度閾電圧 V_L 、中程度閾電圧 V_M 、重度閾電圧 V_H とが比較され、S 33 ~ S 36 において、導入電圧 V が重度閾電圧 V_H より低い場合には、状態コード code が “ 2 H ” に、導入電圧 V が中程度閾電圧 V_M より低く重度閾電圧 V_H 以上の場合には、状態コード code が “ 2 M ” に、導入電圧 V が軽度閾電圧 V_L より低く中程度閾電圧 V_M 以上の場合には、状態コード code が “ 2 L ” に、それぞれ置き換えられ、導入電圧 V が軽度閾電圧 V_L 以上の場合には、既に決定されている状態コード code が維持される。

40

【 0 0 5 3 】

次に、S 37 において、実転舵角 θ_r の変化に基づいて転舵速度 d が特定され、その転舵速度 d が閾速度 d_{TH} より低いかが、言い換えれば、車輪 10 が実質的に転舵されているかが判定される。転舵速度 d が閾速度 d_{TH} より低い場合には、S 38、S 39 において、決定されている転舵モータ 50 への供給電流 I_S と、軽度閾電流 I_{SL} 、重度閾電流 I_{SH} とが比較され、S 40 ~ S 42 において、供給電流 I_S が重度閾電流 I_{SH} より大きい場合には、状態コード code が “ 3 H ” に、供給電流 I_S が軽度閾電流 I_{SL} より大きく重度閾電流 I_{SH} 以下の場合には、状態コード code が “ 3 L ” に、置き換えられ、供給電流 I_S が軽度閾電流 I_{SL} 以下の場合には、既に決定されている状態コード code が維持される。な

50

お、S 3 7において転舵速度 d が閾速度 d_{TH} 以上であると判定された場合にも、S 4 2において、既に決定されている状態コードcodeが維持される。

【0054】

以上のようにして決定された状態コードcodeは、複数の現象が生じている場合であっても最も序列の高いものとなり、S 4 3において、その状態コードcodeに関する情報が、操作ECU60に送信される。

【0055】

操作プログラムのS 4の操作反力決定処理は、図6にフローチャートを示す操作反力決定処理サブルーチンが実行されることによって行われる。このサブルーチンに沿った処理では、まず、S 5 1において、ブレーキECUから送られてくる情報に基づいて、当該車両の車速 v が認定される。続くS 5 2において、先に説明したように、セルフライニング依拠関数 $f_{SA}(, v)$ と路面摩擦依拠関数 $f_F(d , v)$ とを利用して、転舵力依拠成分 F_S が決定される。次に、S 5 3において、操作トルクセンサ34を介して、操作トルク T_q が検出される。

【0056】

続くS 5 4 ~ S 5 7は、転舵ECU62から送られてくる状態コードcodeに応じた処理である。S 5 4の通常処理は、図7にフローチャートを示す通常処理サブルーチンが実行されることによって行われる。このサブルーチンに沿った処理では、まず、S 5 4 1において、送られてきた状態コードcodeが“0”であるか否かが判定される。状態コードcodeが“0”である場合には、S 5 4 2において、上述の減少トルク T_q が0とされ、上述のアシスト依拠減少成分 F_A の上限が解除され（フローチャートでは、アシスト依拠減少成分 F_A の上限値 F_{AL} が とされると表現している）、さらに、上述の障壁依拠成分 F_B が0に決定される。そして、S 5 4 3において、後に詳しく説明する維持フラグFLが、“0”にリセットされる。なお、S 5 4 1において状態コードcodeが“0”ではないと判定された場合には、S 5 4 2, S 5 4 3はスキップされる。

【0057】

S 5 5の第1類型処理は、図7にフローチャートを示す第1類型処理サブルーチンが実行されることによって行われる。このサブルーチンに沿った処理では、まず、S 5 5 1において、送られてきた状態コードcodeが“1L”, “1M”, “1H”のいずれかであるか否かが、つまり、過熱状態を示すコードであるか否かが判定される。状態コードcodeが“1L”, “1M”, “1H”のいずれかである場合には、S 5 5 2において、先に説明したように、減少トルク T が、過熱状態の程度に応じて、具体的には、軽度である場合には、軽度時トルク T_{qL} に、中程度である場合には、中程度時トルク T_{qM} に、重度である場合には、重度時トルク T_{qH} に、それぞれ決定される。そして、S 5 5 3において、上述のアシスト依拠減少成分 F_A の上限が解除され、障壁依拠成分 F_B が0に決定される。なお、S 5 5 1において状態コードcodeが過熱状態を示すものではないと判定された場合には、S 5 5 2, S 5 5 3はスキップされる。

【0058】

S 5 6の第2類型処理は、図8にフローチャートを示す第2類型処理サブルーチンが実行されることによって行われる。このサブルーチンに沿った処理では、まず、S 5 6 1において、送られてきた状態コードcodeが“2L”, “2M”, “2H”のいずれかであるか否かが、つまり、低電圧状態を示すコードであるか否かが判定される。状態コードcodeが“2L”, “2M”, “2H”のいずれかである場合には、S 5 6 2において、今回の処理において状態コードの序列が高い方に変更されたか否か、つまり、今回、状態コードが過熱状態を示すものから低電圧状態を示すものになったか否かが判定される。状態コードが過熱状態を示すものから低電圧状態を示すものになった場合には、S 5 6 3において、維持フラグFLが“1”にセットされる。維持フラグFLは、初期値が“0”とされ、減少トルク T_q 、または、減少トルク T_q とアシスト依拠減少成分 F_A の上限値 F_{AL} との両方が、前回の当該プログラムの実行における値、すなわち、前回値 T_{qPR} , 前回値 F_{ALPR} を引き継ぐべき場合に、“1”とされるフラグである。今回、状態コードが過熱状態を示すものから

低電圧状態を示すものには変わったのではない場合には、S 5 6 3 はスキップされる。

【 0 0 5 9 】

続く S 5 6 4 において、維持フラグ FL が “ 1 ” であるか否かが判定され、維持フラグ FL が “ 1 ” である場合には、S 5 6 5 において、減少トルク T_q が前回値 T_{qPR} と、維持フラグ FL が “ 0 ” である場合には、S 5 6 6 において、減少トルク T_q が 0 とされる。次の S 5 6 7 では、先に説明したように、アシスト依拠減少成分 F_A の上限値 F_{AL} が、低電圧状態の程度に応じて、具体的には、軽度である場合には、軽度時値 F_{ALL} に、中程度である場合には、中程度時値 F_{ALM} に、重度である場合には、重度時値 F_{ALH} に、それぞれ決定される。そして、S 5 6 8 において、障壁依拠成分 F_B が 0 に決定される。なお、S 5 6 1 において状態コード code が低電圧状態を示すものではないと判定された場合には、S 5 6 2 以降のステップはスキップされる。

10

【 0 0 6 0 】

S 5 7 の第 3 類型処理は、図 9 にフローチャートを示す第 3 類型処理サブルーチンが実行されることによって行われる。このサブルーチンに沿った処理では、まず、S 5 7 1 において、送られてきた状態コード code が “ 3 L ” , “ 3 H ” のいずれかであるか否かが、つまり、障壁存在状態を示すコードであるか否かが判定される。状態コード code が “ 3 L ” , “ 3 H ” のいずれかである場合には、S 5 7 2 において、今回の処理において状態コードの序列が高い方に変更されか否か、つまり、今回、状態コードが過熱状態若しくは低電圧状態を示すものから障壁存在状態を示すものになったか否かが判定される。状態コードが過熱状態若しくは低電圧状態を示すものから障壁存在状態を示すものになった場合には、S 5 7 3 において、維持フラグ FL が “ 1 ” にセットされる。今回、状態コードが過熱状態若しくは低電圧状態を示すものから障壁存在状態を示すものになったのではない場合には、S 5 7 3 はスキップされる。

20

【 0 0 6 1 】

続く S 5 7 4 において、維持フラグ FL が “ 1 ” であるか否かが判定され、維持フラグ FL が “ 1 ” である場合には、S 5 7 5 において、減少トルク T_q , アシスト依拠減少成分 F_A の上限値 F_{AL} が、それぞれ前回値 T_{qPR} , 前回値 F_{ALPR} とされ、維持フラグ FL が “ 0 ” である場合には、S 5 7 6 において、減少トルク T_q が 0 とされ、アシスト依拠減少成分 F_A の上限が解除される。次の S 5 7 7 では、先に説明したように、障壁依拠成分 F_B が、障壁存在状態の程度に応じて、具体的には、軽度である場合には、軽度時成分 F_{BL} に、重度である場合には、重度時成分 F_{BH} に、それぞれ決定される。なお、S 5 7 1 において状態コード code が障壁存在状態を示すものではないと判定された場合には、S 5 7 2 以降のステップはスキップされる。

30

【 0 0 6 2 】

図 6 にフローチャートを示す操作反力決定サブルーチンに沿った処理では、S 5 7 の第 3 類型処理の後、S 5 8 において、アシスト依拠減少成分 F_A が、先に説明したように、アシスト関数 $f_T(T_q - T_q)$ を利用して決定される。続く S 5 9 では、決定されたアシスト依拠減少成分 F_A が上限値 F_{AL} より大きいかが判定され、大きい場合には、S 6 0 において、アシスト依拠減少成分 F_A が上限値 F_{AL} とされる。

【 0 0 6 3 】

そして、S 6 1 において、操作反力 F_{CT} が、転舵力依拠成分 F_S からアシスト依拠減少成分 F_A を減じたものに障壁依拠成分 F_B を加えることで、決定され、S 6 2 において、現時点で決定されている減少トルク T_q , アシスト依拠減少成分 F_A の上限値 F_{AL} が、それぞれ、次の当該プログラムの実行における前回値 T_{qPR} , 前回値 F_{ALPR} として記憶される。

40

【符号の説明】

【 0 0 6 4 】

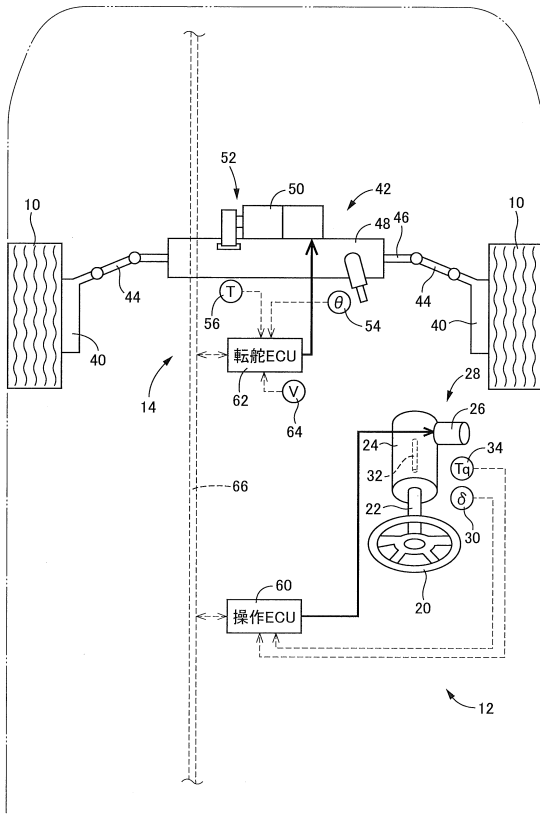
1 0 : 車輪 1 2 : 操作装置 1 4 : 転舵装置 2 0 : ステアリングホイール〔ステアリング操作部材〕
2 6 : 反力モータ 2 8 : 反力付与機構 4 2 : 転舵アクチュエータ
5 0 : 転舵モータ 6 0 : 操作電子制御ユニット（操作 ECU）〔操作コントロ

50

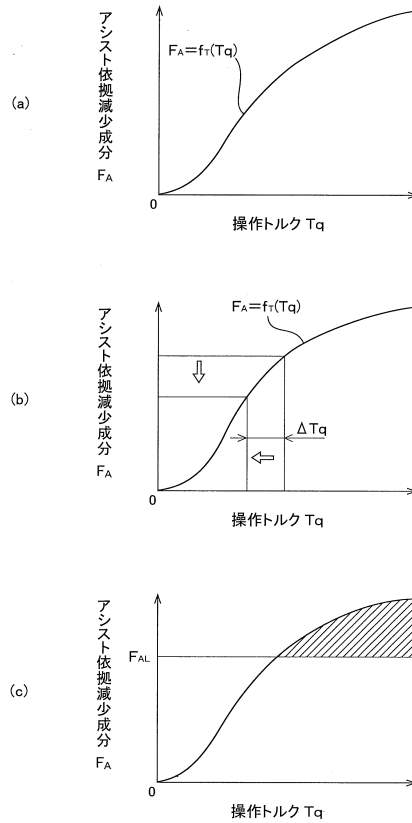
ーラ] 62: 転舵電子制御ユニット(転舵ECU) [転舵コントローラ] 66: CAN [通信線]

【図面】

【図1】



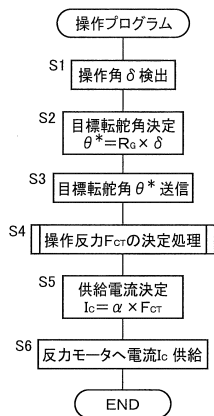
【図2】



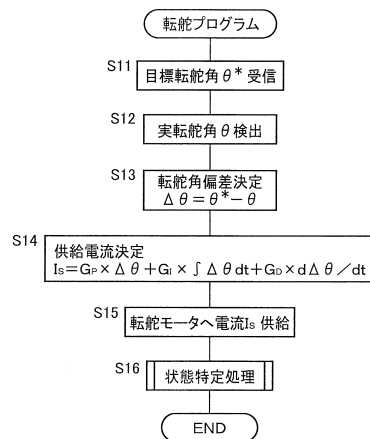
10

20

【図3】



【図4】

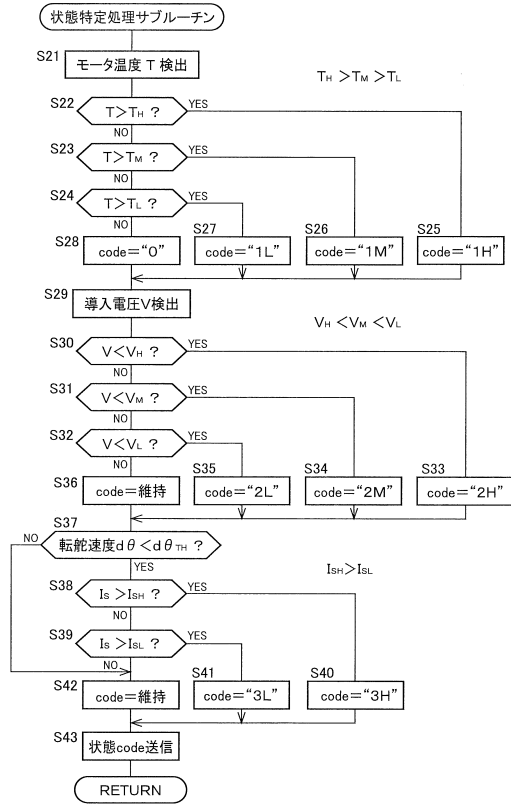


30

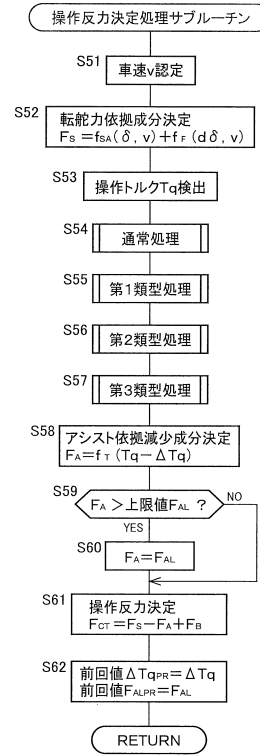
40

50

【 図 5 】



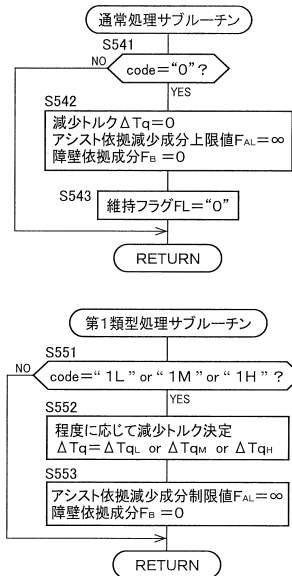
【 図 6 】



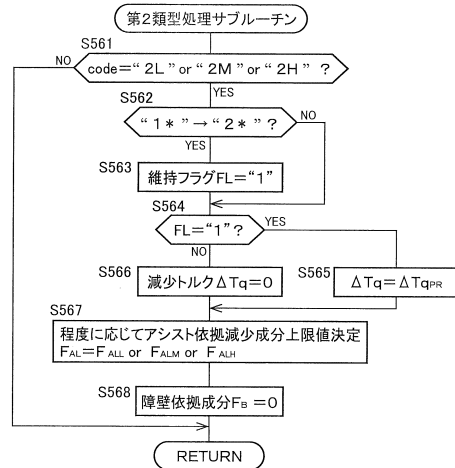
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

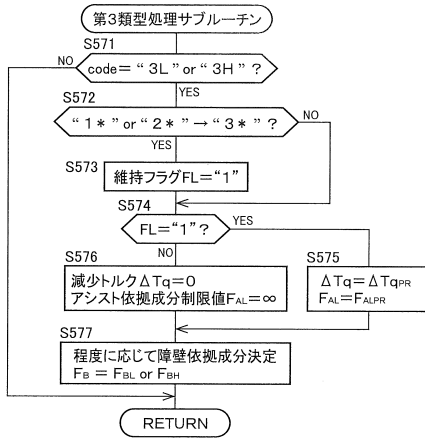


30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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 小寺 隆志

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

(72)発明者 並河 勲

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

(72)発明者 松田 哲

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

(72)発明者 藤田 祐志

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

審査官 田邊 学

(56)参考文献

特開2006-103428(JP,A)

特開2005-096725(JP,A)

米国特許出願公開第2019/0389508(US,A1)

特開2018-052205(JP,A)

特開2020-142596(JP,A)

特開2020-069863(JP,A)

特開2019-199172(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B62D 6/00

B62D 119/00

B62D 101/00