

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2011/105154 A1

- (51) 国際特許分類:  
B62D 6/00 (2006.01) B62D 113/00 (2006.01)  
B62D 5/04 (2006.01) B62D 117/00 (2006.01)  
B62D 101/00 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/051570
- (22) 国際出願日: 2011年1月27日(27.01.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-040583 2010年2月25日(25.02.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社(HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 森下文寛(MORISHITA Fumihiko) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 和田卓士(WADA Takuji) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 堀井宏明(HORII Hiroaki) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉

県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 相模宏樹(SAGAMI Hiroki) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 浜本恭司(HAMAMOTO Kyoji) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 廣中慎司(HIRONAKA Shinji) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

- (74) 代理人: 千葉剛宏, 外(CHIBA Yoshihiro et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目1番1号 新宿マインズタワー 16階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

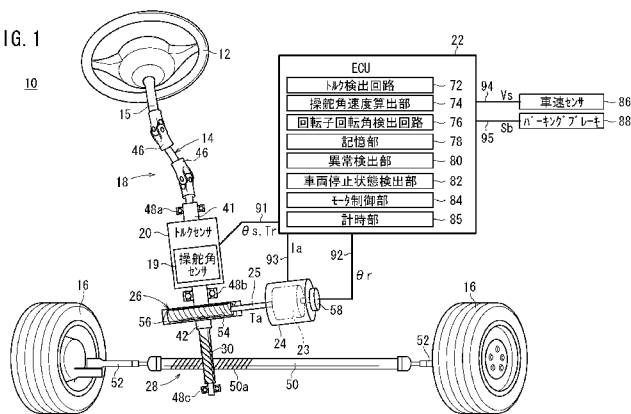
[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置

[図1]

FIG. 1



- 19 STEERING ANGLE SENSOR
- 20 TORQUE SENSOR
- 72 TORQUE SENSING CIRCUIT
- 74 STEERING ANGULAR VELOCITY COMPUTATION UNIT
- 76 ROTATING ELEMENT ANGLE OF ROTATION SENSING CIRCUIT
- 78 MEMORY UNIT
- 80 ANOMALY SENSING UNIT
- 82 VEHICLE STOP STATE SENSING UNIT
- 84 MOTOR CONTROL UNIT
- 85 TIMEKEEPING UNIT
- 86 VEHICLE VELOCITY SENSOR
- 88 PARKING BRAKE

(57) Abstract: Disclosed is an electric power steering device (10) capable of applying a prescribed steering assist force to a steering assembly (18), even when a torque sensor (20) is out of order and the electric power steering device (10) is in a state of being unable to sense steering torque ( $T_r$ ) by the torque sensor (20). Using an angle of rotation ( $\theta_r$ ) of a rotating element (23), which is detected by a resolver (58) that serves as a rotating element angle of rotation sensing unit of a motor (24), a steering angle ( $\theta_s$ ) and a steering angular velocity ( $\theta_s'$ ) are estimated, and a prescribed steering assist force is applied to a steering assembly (18) by the motor (24), on the basis of an estimated steering angle ( $\theta_{sc}$ ) and/or an estimated steering angular velocity ( $\theta_{sc}'$ ).

(57) 要約: トルクセンサ(20)が故障してトルクセンサ(20)により操舵トルク( $T_r$ )を検出することができない状態であっても、操舵系(18)に所定の操舵アシスト力を付与可能な電動パワーステアリング装置(10)を提供する。モータ(24)の回転子回転角検出部としてのレゾルバ(58)による検出される回転子(23)の回転角( $\theta_r$ )を利用して、操舵角( $\theta_s$ )や操舵角速度( $\theta_s'$ )を推定し、推定操舵角( $\theta_{sc}$ )及び(又は)推定操舵角速度( $\theta_{sc}'$ )に基づき、モータ(24)により操舵系(1

8) に所定の操舵アシスト力を付与する。

WO 2011/105154 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

### 発明の名称： 電動パワーステアリング装置

#### 技術分野

[0001] この発明は、操作者によるステアリングホイールへの操舵力を、操舵系を通じて車輪に伝達する際に、前記ステアリングホイールの軽い操舵力で車両が旋回できるようにする電動パワーステアリング装置に関する。

#### 背景技術

[0002] 操作者からステアリングホイールに加えられる操舵力は、前記ステアリングホイールに連結されたステアリングシャフトに設けられたトルクセンサにより検出される。前記トルクセンサにより検出された操舵力（操舵トルク）に基づいて、電動パワーステアリング装置では、制御装置が電動モータ（単に、モータともいう。）を駆動し、このモータの発生するアシストトルク（補助トルク）を、ウォームギア減速機構等を介して前記ステアリングシャフト（操舵系）に伝達することで前記操作者による前記ステアリングホイールの前記操舵力を低減させる。

[0003] この場合、前記トルクセンサとしては、特許第3055752号公報及び特許第2830992号公報に示すように、入力軸と出力軸間をトーションバーで連結するとともに、前記入力軸及び出力軸に係合するコアを設け、前記入出力軸間にトルクが作用すると前記コアが変位し、前記コアの変位を検出コイルにて電氣的に検出するようにしたもの、あるいは特許第3964414号公報及び特許第4057552号公報に示すように、ステアリングシャフトに磁歪膜を被覆し前記磁歪膜の磁気特性変化を検出する検出コイルを備え前記ステアリングシャフトに加えられるトルクを前記検出コイルにて電氣的に検出するようにしたものが公知である。

[0004] 特公平6-96389号公報には、トルクセンサが故障した場合には、車速が所定速度以上であるときには、前記電動モータによる操舵力のアシストを解除して手動操舵とし、前記車速が所定速度以下であるときには、操舵角セ

ンサの出力から計算した操舵角速度に応じて電動モータを制御するようにした技術が提案されている。

### 発明の概要

- [0005] 従来、操舵トルクを検出するトルクセンサが故障した場合には、特公平6-96389号公報に記載されているように、操舵角センサの出力から計算した操舵角速度に応じて電動モータを制御するようにしている。
- [0006] しかしながら、前記操舵角センサが付加されていない車両では、前記トルクセンサが故障して操舵トルクを検出できなくなった場合には、前記電動モータによる操舵力のアシストを解除して手動操舵にせざるを得ない。
- [0007] この発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、トルクセンサが故障して前記トルクセンサにより操舵トルクを検出することができなくなった場合においても、モータによる操舵アシスト力を付与することを可能とする電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。
- [0008] この発明に係る電動パワーステアリング装置は、操舵系に発生するトルクを検出するトルク検出部と、前記操舵系の回転軸にアシストトルクを付与するモータと、前記モータの回転子の回転角を検出する回転子回転角検出部と、前記トルク検出部にて検出された前記トルクに基づいて、前記モータを駆動する電流を制御するモータ制御部と、を備える電動パワーステアリング装置であって、前記トルク検出部に異常が発生したかどうかを検出する異常検出部を備え、前記モータ制御部は、前記異常検出部によりトルク検出部の異常が検出されたとき、前記回転子回転角検出部により検出された前記回転子の回転角に基づいて、前記モータを駆動する前記電流を制御することを特徴とする。
- [0009] この発明によれば、トルク検出部の異常が検出されたとき、モータの回転制御（磁極位置の検出）に必須の構成要件であるモータの回転子回転角検出部により検出された回転子の回転角に基づいて、前記モータを駆動する電流、すなわちアシスト電流を制御するようにしたので、トルクセンサが故障してトルクセンサにより操舵トルクを検出することができなくなった場合にお

いても、モータによる操舵アシスト力を付与することができる。

[0010] この場合、さらに、前記回転子の回転角と前記モータを駆動する前記電流との関係を特性として予め記憶した記憶部と、当該電動パワーステアリング装置が搭載される車両の車速を検出する車速検出部と、を備え、前記モータ制御部は、前記異常検出部によりトルク検出部の異常が検出されたとき、前記回転子回転角検出部により検出された前記回転子の回転角に基づいて、前記記憶部に記憶された前記特性を参照して前記モータを駆動する前記電流を得、該電流を前記車速検出部により検出した車速により補正して前記モータを駆動する前記電流とすることで、アシスト力が必要な全車速域で操舵アシスト力を付与することができる。

[0011] なお、さらに、前記車速に応じた電流制限値を記憶する記憶部を備えることで、車速に応じた操舵アシスト力を付与できるとともに、過電流を防止することができる。

[0012] また、さらに、前記操舵系の前記回転軸の角速度を検出する操舵角速度検出部を備え、前記モータ制御部は、ステアリングの切り込み時に、前記操舵角速度検出部により検出される操舵角速度の絶対値がゼロ値近傍になったとき、前記モータを駆動する前記電流を制限することで、過アシスト電流を防止できる。

[0013] この場合、前記操舵角速度検出部は、前記操舵系の前記回転軸の前記角速度を、前記回転子の角速度により検出することができる。

[0014] さらに、当該電動パワーステアリング装置が搭載される車両の停止状態を検出する車両停止状態検出部、を備え、前記モータ制御部は、前記車両停止状態検出部により車両が停止状態にあることが検出されたとき、前記モータを駆動する前記電流の値をゼロ値とすることで、不必要に操舵アシスト力を付与しないようにできる。

[0015] この発明によれば、トルクセンサが故障してトルクセンサにより操舵トルクを検出することができなくなった場合においても、モータの回転を制御するための回転子回転角検出部により検出された回転子の回転角に基づいて、

モータを駆動する電流を制御することで操舵アシスト力を付与することができる。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1] この実施形態に係る電動パワーステアリング装置の全体概略構成図である。

[図2] 図1例の電動パワーステアリング装置中、ECU内の接続図である。

[図3] 操舵角推定処理及び電流フェード処理の説明に供されるフローチャートである。

[図4] 図4Aは、通常時アシスト処理で参照されるベースアシスト電流特性の説明図、図4Bは、異常時アシスト処理で参照されるベースアシスト電流特性の説明図である。

[図5] 電流フェード特性の説明図である。

[図6] 連続操舵時間低減特性の説明図である。

[図7] 車速レシオ補正処理及び車速電流制限処理の説明に供されるフローチャートである。

[図8] 車速レシオ特性の説明図である。

[図9] 車速電流制限特性の説明図である。

[図10] アシスト電流補正処理の説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0017] 以下、この発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0018] 図1は、車両に搭載されるこの実施形態に係る電動パワーステアリング装置10の全体概略構成図である。

[0019] 図2は、図1の電動パワーステアリング装置10中、ECU（Electronic Control Unit：制御装置）22内の機能ブロック図である。

[0020] 図1に示すように、電動パワーステアリング装置10は、基本的には、ステアリングホイール12（運転者が車両を操縦するために操作する操作子）からステアリングシャフト14を介して転舵輪16に至る操舵系（ステアリ

ング系) 18と、この操舵系18の回転軸に設けられて内部に操舵角センサ19を備え前記回転軸のトルク $T_r$ と操舵角 $\theta_s$ とを検出するトルクセンサ(トルクセンサ及び操舵角センサともいう。)20と、トルクセンサ20からの出力等に基づいてアシストトルク $T_a$ を決定するECU22と、このECU22によって駆動されるブラシレスモータである電動モータ(以下、単に、モータともいう。)24と、このモータ24の出力を減速し前記操舵系18の回転軸にアシストトルク $T_a$ として伝達する減速伝達機構26と、を備える。なお、モータ24は、ブラシ付きモータであってもよい。

[0021] トルクセンサ20は、それぞれが操舵系18の回転軸である入力軸41と出力軸42が内部でトーションバーにより連結され、図示しないハウジングに支持された2個の検出コイル(不図示)が、入出力軸41、42に係合している円筒状のコア(不図示)を囲むように配設された公知の構成を備える(例えば、特許第3055752号公報、特許第2830992号公報参照)。

[0022] 操舵角センサ19は、入力軸41の回転角を操舵角 $\theta_s$ として検出する公知の構成を備える(例えば、特許第3055752号公報参照)。

[0023] トルクセンサ20は、トーションバーや円筒状のコアを利用しない磁歪膜センサを用いた公知の構成を備えるようにしてもよい(例えば、特許第3964414号公報、又は特許第4057552号公報参照)。

[0024] なお、操舵角センサ19が設けられていないトルクセンサであってもこの発明を適用することができる。

[0025] トルクセンサ20及び操舵角センサ19の出力信号であるトルク $T_r$ 及び操舵角 $\theta_s$ の各信号は、ハーネス91を通じて、前記トルク $T_r$ がECU22のトルク検出回路72に供給され、前記操舵角 $\theta_s$ が操舵角速度検出部としての操舵角速度算出部74に供給される。

[0026] ステアリングシャフト14は、それぞれが回転軸である、ステアリングホイール12に一体結合されたメインステアリングシャフト15と、このメインステアリングシャフト15に対してユニバーサルジョイント46を介して

結合された入力軸 4 1 と、ラック & ピニオン機構 2 8 のピニオン 3 0 が設けられた出力軸 4 2 と、が連結された構成とされている。

[0027] 入力軸 4 1 と出力軸 4 2 が軸受 4 8 a、4 8 b、4 8 c によって支持されており、出力軸 4 2 の下端部にピニオン 3 0 が設けられている。ピニオン 3 0 は、車幅方向に往復動可能なラック軸 5 0 のラック歯 5 0 a に噛合する。ラック軸 5 0 の両端には、タイロッド 5 2 を介して左右の前輪である転舵輪 1 6 が連結されている。

[0028] 上述した操舵系 1 8 は、より詳細には、ステアリングホイール 1 2 からステアリングシャフト 1 4 (メインステアリングシャフト 1 5、ユニバーサルジョイント 4 6、入力軸 4 1、ピニオン 3 0 が設けられた出力軸 4 2)、ラック歯 5 0 a を有するラック軸 5 0、タイロッド 5 2、及び転舵輪 1 6 を含む構成とされている。

[0029] この構成により、ステアリングホイール 1 2 の操舵時に通常のラック & ピニオン式の転舵操作が可能であり、ステアリングホイール 1 2 を操作して転舵輪 1 6 を転舵させ車両の向きを変えることができる。ここで、ラック軸 5 0、ラック歯 5 0 a、タイロッド 5 2 は転舵機構を構成する。

[0030] 上述したように、電動パワーステアリング装置 1 0 は、ステアリングホイール 1 2 による操舵力を軽減するための操舵アシスト力 (操舵補助力であって、単にアシスト力ともいう。) を供給するモータ 2 4 を備えており、このモータ 2 4 の回転軸に固定されたウォームギア 5 4 が、出力軸 4 2 の中間部の軸受 4 8 b の下側に設けられたウォームホイールギア 5 6 に噛合している。ウォームギア 5 4 とウォームホイールギア 5 6 とにより減速伝達機構 2 6 が構成される。

[0031] 回転軸 2 5 と一体的に回転するモータ 2 4 の回転子 2 3 の回転角  $\theta_{rm}$  (モータ機械角ともいう。) が、回転子回転角検出部としてのレゾルバ 5 8 により回転子 2 3 の回転角  $\theta_r$  (モータ電気角ともいう。) として検出されハーネス 9 2 を通じて ECU 2 2 の回転子回転角検出回路 7 6 (後述するように、モータ機械角  $\theta_{rm}$  を算出するモータ機械角算出回路として機能する。

）に供給される。なお、レゾルバ58は、相対角検出センサであるが、レゾルバ58に代えて絶対角検出センサのロータリエンコーダを採用することもできる。回転角 $\theta_{rm}$ （モータ機械角）と回転角 $\theta_r$ （モータ電気角）との違いについては後述する。

[0032] ECU22は、マイクロコンピュータを含む計算機であり、CPU（中央処理装置）、メモリであるROM（EEPROMも含む。）及びRAM（ランダムアクセスメモリ）、その他、A/D変換器、D/A変換器等の入出力装置、計時手段としてのタイマ等を有しており、CPUがROMに記録されているプログラムを読み出し実行することで各種機能実現部（機能実現手段）、たとえば制御部、演算部、処理部等として機能する。

[0033] この実施形態において、ECU22は、後述する各種の特性（マップを含む）、プログラム等が記憶されるメモリとしての記憶部78を有し、前記のトルク検出回路72、操舵角速度算出部（操舵角速度検出部）74、回転子回転角検出回路76として機能する他、異常検出部80、車両停止状態検出部82、モータ制御部84、及び計時部85等として機能する。

[0034] トルク検出回路72は、トルクセンサ20の2つの検出コイル（不図示）からハーネス91を通じて出力されるトルク $T_r$ に関連する信号の差動信号からトルク $T_r$ に対応する信号（理解の便宜のために、トルク $T_r$ という。）を生成して、モータ制御部84に供給する。

[0035] 回転子回転角検出回路76は、レゾルバ58から供給された回転角 $\theta_r$ （モータ電気角）からモータ24の回転子23の回転に対応する回転角（モータ機械角） $\theta_{rm}$ を算出（検出）してモータ制御部84に供給するとともに、操舵角速度算出部74に供給する。

[0036] 操舵角速度算出部74は、正常動作している操舵角センサ19から操舵角（ステアリングシャフト14の舵角、ステアリング角又はハンドル角ともいう。） $\theta_s$ が供給されている場合には、その操舵角センサ19からハーネス91を通じて出力される操舵角 $\theta_s$ を微分して操舵角速度 $\theta_s'$ （ $\theta_s' = d\theta_s/dt$ ：dは微分演算子、tは時間。）を生成してモータ制御部84

に供給する。

- [0037] 一方、操舵角センサ 19 に異常が発生したときあるいは元々操舵角センサ 19 が設けられていない車両において、操舵角速度算出部 74 は、レゾルバ 58 の回転角  $\theta_r$  に基づき回転子回転角検出回路 76 により算出されるモータ機械角  $\theta_{rm}$  から算出した推定操舵角  $\theta_{sc}$  を時間微分して推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$  ( $\theta_{sc}' = d\theta_{sc}/dt$  :  $d$  は微分演算子、 $t$  は時間。) を算出する。
- [0038] 異常検出部 80 は、トルク検出回路 72 の出力であるトルク  $T_r$  及び操舵角センサ 19 の出力である操舵角  $\theta_s$  を監視することで、トルクセンサ 20 の端子とハーネス 91 との間のヒューズ不良、ハーネス 91 の開放 (ハーネス 91 の断線) あるいはハーネス 91 間内での短絡、トルク検出回路 72 内の差動増幅器等の異常、例えば、出力が 0 ボルトに固定されるあるいは 0 ~ 5 ボルト以外の電圧が出力される等の異常を検出したとき、異常検出信号  $S_{ab}$  をモータ制御部 84 及び操舵角速度算出部 74 に供給する。
- [0039] ECU 22 のモータ制御部 84 及び車両停止状態検出部 82 には、さらに、前後輪若しくはトランスミッションの回転数から車速  $V_s$  を検出する車速センサ 86 の出力、すなわち車速  $V_s$  がハーネス 94 を通じて供給される。
- [0040] さらにまた、ECU 22 の車両停止状態検出部 82 及びモータ制御部 84 には、パーキングブレーキ 88 のブレーキ作動信号  $S_b$  がハーネス 95 を通じて供給される。
- [0041] 実際上、車速  $V_s$  並びにブレーキ作動信号  $S_b$  等の信号は、CAN (コントローラエリアネットワーク) 等の車内ネットワークを通じて ECU 22 に供給される。車内ネットワークではなく、いわゆるポイントツーポイント配線システムにより接続してもよい。
- [0042] パーキングブレーキ 88 のブレーキ作動信号  $S_b$  を検出したとき、あるいは車速  $V_s$  がゼロ値となったことを検出したとき、車両停止状態検出部 82 は、モータ制御部 84 に対して車両停止検出信号  $S_{stop}$  を供給する。
- [0043] モータ制御部 84 は、アシストトルク  $T_a$  に対応するモータ 24 のアシス

ト電流  $I_a$  を決定する際、トルク  $T_r$  及び操舵角速度  $\theta_{s'}$  の他、回転子 23 の回転角（モータ機械角） $\theta_{rm}$ 、推定操舵角  $\theta_{sc}$ 、推定操舵角速度  $\theta_{sc'}$ 、異常検出信号  $S_{ab}$ 、車速  $V_s$ 、及びブレーキ作動信号  $S_b$  等に基づき、記憶部 78（特性記憶部）に記憶されている特性（後述する。）を参照し、かつプログラムを実行して決定し、決定したアシスト電流  $I_a$  を、ハーネス 93 を通じてモータ 24 の各相の固定子のコイルに供給する。

[0044] モータ 24 は、供給されたアシスト電流  $I_a$  に応じたアシストトルク  $T_a$  を発生し、減速伝達機構 26 を通じて出力軸 42 に付与することでステアリングシャフト 14 に操舵アシスト力を発生させる。

[0045] 基本的には以上のように構成されかつ動作するこの実施形態の電動パワーステアリング装置 10 の特徴的な動作についてフローチャート等を参照して以下に説明する。

[0046] [第 1 実施例]

図 3 は、第 1 実施例及び第 2 実施例の動作説明に供されるフローチャートである。このフローチャートによる処理は、所定時間毎に繰り返し実行される。

[0047] ECU 22 は、トルクセンサ 20 や操舵角センサ 19 の異常・正常に係わらず、ステップ S1～S3 において、操舵角推定処理（推定操舵角算出処理）を行う。

[0048] ステップ S1 において、回転子回転角検出回路 76 は、レゾルバ 58 により検出されている回転角  $\theta_r$ （回転子 23 の電気角）を積算し、モータ電気角  $\theta_{re}$  を算出する。

[0049] 次に、回転子回転角検出回路 76 は、ステップ S2 において、次の（1）式に示すように、算出したモータ電気角  $\theta_{re}$  にレゾルバ 58 の極対数を乗算して、回転子 23（回転軸 25）の回転角であるモータ機械角  $\theta_{rm}$  を算出し（モータ機械角  $\theta_{rm}$  に換算し）、モータ制御部 84 及び操舵角速度算出部 74 に供給する。

モータ機械角 = モータ電気角 × レゾルバ極対数

$$\theta_{rm} = \theta_{re} \times \text{レゾルバ極対数} \quad \dots (1)$$

[0050] 次に、モータ制御部 84 及び／又は回転子回転角検出回路 76 は、ステップ S3 において、次の (2) 式に示すように、算出したモータ機械角  $\theta_{rm}$  をステアリングシャフト 14 の操舵角 (推定操舵角)  $\theta_{sc}$  に換算する。

推定操舵角 = モータ機械角  $\times$  (モータ 24 の回転軸と操舵系 18 の回転軸の比率) = モータ機械角  $\times$  減速伝達機構 26 の減速比

$$\theta_{sc} = \theta_{rm} \times \text{減速伝達機構 26 の減速比} \quad \dots (2)$$

[0051] 減速伝達機構 26 の減速比は、この実施形態では、値 1/20 に設定している。すなわち、この実施形態では、モータ機械角  $\theta_{sm}$  の 360 [deg] が、ステアリングホイール 12 (出力軸 42) の回転を推定する推定操舵角  $\theta_{sc}$  では、18 (= 360/20) [deg] に換算される。同様に、1 秒間当たりのモータ 24 の回転子 23 の回転数であるモータ回転速度  $N$ 、例えば、 $N = 2$  [rps] は、ステアリングホイール 12 (出力軸 42) の回転速度 (推定操舵回転速度)  $N_{sc}$  では、 $N_{sc} = 0.1$  (= 2/20) [rps] に対応する。

[0052] そして、ステアリングホイール 12 (出力軸 42) の推定操舵回転速度  $N_{sc} = 0.1$  [rps] は、推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$  では、 $\theta_{sc}' = 36$  ( $0.1$  [rps]  $\times$  360 [deg]) [deg/s] に対応する。したがって、モータ回転速度  $N$  と、推定操舵角速度 (回転角速度)  $\theta_{sc}'$  とは一意に対応する。例えば、モータ回転速度  $N$  が  $N = 2$  [rps] は、推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$  の  $\theta_{sc}' = 36$  [deg/s] に対応する。

[0053] なお、モータ回転速度  $N$  及び推定操舵回転速度  $N_{sc}$  は、モータ制御部 84 により算出される。

[0054] 図 1 に示すように、ステアリングホイール 12 に固定されたステアリングシャフト 14 と一体的に回転する出力軸 42 の回転により、出力軸 42 に軸が固着されたウォームホイールギア 56 が一体的に回転するとウォームギア 54 が回転し、ウォームギア 54 が回転すると、ウォームギア 54 に固着されているモータ 24 の回転軸 25 (回転子 23) が一体的に回転し、回転子

23の回転がレゾルバ58により検出されるので、結果として、レゾルバ58による回転角 $\theta_r$ に基づき、ステアリングホイール12の回転角である操舵角 $\theta_s$ を推定した推定操舵角 $\theta_{sc}$ を算出（検出）することができる。

[0055] なお、操舵角 $\theta_s$ 及び推定操舵角 $\theta_{sc}$ は、ステアリングホイール12の右回転が正で左回転が負とされ、直進状態（ $\theta_s = \theta_{sc} = 0$  [deg]）から右折する場合には、運転者は、まず、ステアリングホイール12を右回転させて切り込んだ後、左回転させて切り戻して、直進状態に戻る。従って、基本的には、直進状態から右折して直進状態に戻る場合には、右回転が切り込み方向、左回転が切り戻し方向となる。

[0056] 一方、直進状態（ $\theta_s = \theta_{sc} = 0$  [deg]）から左折する場合には、まず、左回転で切り込んだ後、右回転で切り戻して、直進状態に戻る。従って、基本的には、直進状態から左折して直進状態に戻る場合には、左回転が切り込み方向、右回転が切り戻し方向となる。

[0057] このように、直進状態（ステアリングホイール12の中立状態）から右方向にステアリングホイール12が回転される場合の操舵角 $\theta_s$ （推定操舵角 $\theta_{sc}$ ）は、正の値となり、直進状態（ステアリングホイール12の中立状態）から左方向にステアリングホイール12が回転される場合の操舵角 $\theta_s$ （推定操舵角 $\theta_{sc}$ ）は、負の値となり、角度の大小を考察する場合に、正負の符号があると、煩雑となるので、以下の説明においては、注記しない場合には、直進状態から右折して直進状態に戻る場合を例（操舵アシスト特性の座標上では、第1象限を対象）として説明する。この場合、操舵角 $\theta_s$ 及び推定操舵角 $\theta_{sc}$ ともに正の値を採る。

[0058] 上述したステップS1～S3の手順により、操舵角センサ19及びトルクセンサ20が、仮に異常状態となったときにおいても、レゾルバ58により検出される回転角 $\theta_r$ に基づき、回転子回転角検出回路76、操舵角速度算出部74、及びモータ制御部84により操舵角 $\theta_s$  [deg]が推定された推定操舵角 $\theta_{sc}$  [deg]及び推定操舵角速度 $\theta_{sc}'$  [deg/s]を求めることができる。

- [0059] なお、モータ 24 を回転させてステアリングホイール 12 に付与する操舵アシスト力は、基本的には、操舵角  $\theta_s$  又は推定操舵角  $\theta_{sc}$  の変化している方向に付与すればよいこととなる。
- [0060] 次に、ステップ S4 において、異常検出部 80 から異常検出信号 S a b が供給されたかどうかを検出される。このステップ S4 において、モータ制御部 84 は、トルクセンサ 20 及び操舵角センサ 19 に係る異常検出信号 S a b を検出したとき、ステップ S5 以降の処理を実行する。なお、図 1 に示す操舵角センサ 19 内蔵型のトルクセンサ 20 では、ハーネス 91 の開放あるいは短絡等により電源の供給が停止され、操舵角センサ 19 とトルクセンサ 20 の出力が、同時に異常状態になる場合が多い。
- [0061] ステップ S4 において、モータ制御部 84 が異常検出信号 S a b を検出なかった場合には、ステップ S10 において通常処理（通常時アシスト処理）を行う。この通常処理では、トルクセンサ 20 及び操舵角センサ 19 が正常であるので、従来通りの操舵アシスト力の付与動作を行う。
- [0062] この場合、モータ制御部 84 は、記憶部 78 に予め記憶されている図 4 A に示す、車速  $V_s$  をパラメータとした操舵トルク  $T_r$  [kgfcm] に対するベースアシスト電流  $I_a$  [A] の特性（ベースアシスト電流特性又はベースアシスト特性ともいう。） 101 を参照（検索）し、基本的には、車速が低くなるほど大きくなるベースアシスト電流  $I_a$  を算出してモータ 24 を駆動する。
- [0063] 一方、ステップ S4 において、モータ制御部 84 が、トルクセンサ 20 等が異常になったことを示す異常検出信号 S a b を検出したとき、ステップ S5 での異常時アシスト処理が実行される。
- [0064] ステップ S5 において、モータ制御部 84 は、記憶部 78 に予め記憶されている図 4 B に示す推定操舵角  $\theta_{sc}$  に対するベースアシスト電流  $I_a$  [A] の特性（ベースアシスト電流特性又はベースアシスト特性という。） 102 を参照（検索）して、ベースアシスト電流  $I_a$  を算出し、算出したベースアシスト電流  $I_a$  に基づきモータ 24 を駆動する。

- [0065] ベースアシスト電流特性102は、マップとして記憶部78に記憶しておいてもよく、算出式で記憶部78に記憶しておいてもよい。マップとして記憶部78に離散的に記憶しておく場合、間の値は補間により求めることが好ましい。
- [0066] 図4Bから分かるように、ベースアシスト電流特性102は、推定操舵角 $\theta_{sc}$  [deg]が、0 [deg]から不感帯対応操舵角 $\theta_d$  [deg] (0~10 [deg]程度の値とされるが、この実施形態では、10 [deg]に設定している。)までの中立位置近傍では、 $I_a=0$  [A]とされ(アシスト電流 $I_a$ を流さない領域とされ)、不感帯対応操舵角 $\theta_d$  [deg]以上では、推定操舵角 $\theta_{sc}$ の増加に応じて増加させ(略比例して増加させ)、それ以上の推定操舵角 $\theta_{sc}$ では、増加の割合を減少させて、推定操舵角 $\theta_{sc}$ が、180 [deg]近傍以上では、一定の値を採る(ベースアシスト電流 $I_a$ の値が飽和する)特性に設定している。
- [0067] 上述したステップS1~S5までの処理が第1実施例の処理に対応する。この第1実施例に係る電動パワーステアリング装置10は、操舵系18に発生するトルク $T_r$ を検出するトルク検出部としてのトルクセンサ20と、操舵系18の回転軸である出力軸42にアシストトルクを付与するモータ24と、モータ24の回転子23の回転角 $\theta_r$ を検出する回転子回転角検出部としてのレゾルバ58と、トルクセンサ20にて検出されたトルク $T_r$ に基づいて、モータ24を駆動する電流を制御する(ステップS10)モータ制御部84と、を備える電動パワーステアリング装置10であって、トルクセンサ20やトルク検出回路72に異常が発生したかどうかを検出する異常検出部80を備え、モータ制御部84は、異常検出部80によりトルクセンサ20あるいはトルク検出回路72の異常が検出されたとき、レゾルバ58により検出された回転角 $\theta_r$ の積算値であるモータ電気角 $\theta_{re}$ に基づいて推定操舵角 $\theta_{sc}$ を算出し、この推定操舵角 $\theta_{sc}$ に対するベースアシスト電流 $I_a$  [A]の特性102を参照して、ベースアシスト電流 $I_a$ を算出し、モータ24を駆動するように制御している。

[0068] このように制御駆動することで、たとえトルクセンサ20又はトルク検出回路72の異常が異常検出信号S<sub>ab</sub>で検出され、トルクセンサ20により操舵トルクT<sub>r</sub>を検出することができなくなった異常時においても、ベースアシスト電流特性102に基づくアシスト電流I<sub>a</sub>を流してモータ24による操舵アシスト力をステアリングホイール12に付与する所定の操舵アシスト制御が行えるようにしている。ただし、異常時における操舵アシスト制御は暫定的なアシスト処理であり、後述するように種々の制限を課すようにしている。

[0069] なお、トルクセンサ20が正常状態であるときに、トルクセンサ20の出力が略ゼロ値であって、車速センサ86での車速V<sub>s</sub>の検出値が略等速度である状態が所定時間継続したとき、レゾルバ58の出力である回転角 $\theta_r$ に対応する推定操舵角 $\theta_{sc}$ をゼロ値(0 [deg])として記憶を更新する中点(中立状態)補正処理を適宜行うように構成されている。

[0070] また、回転子回転角検出回路76を利用した操舵アシスト力の付与は、暫定的な処理であるので、異常検出部80がトルクセンサ20等の異常を検出したときには、音声あるいは表示等により、当該異常対応の操舵アシスト処理を行っていることを操作者(運転手)に伝達する。これにより操作者(運転者)は、モータ24の回転子23の回転角 $\theta_r$ を用いて暫定的な電動パワーステアリングによるアシスト力を利用して、当該車両を安全な場所まで運転することができる。

[0071] この暫定的な電動パワーステアリングによるアシスト力は、トルクセンサ20等が正常状態のステップS21の通常アシスト処理に対して種々の制限を課している。

[0072] [第2実施例]

この制限の一つとして、次に、ステップS6~S9の電流フェード処理について説明する。

[0073] 図5は、記憶部78に記憶されている電流フェード処理に供される切り込み電流フェード特性(切り込み時電流フェード特性ともいう。)103と、

切り戻し電流フェード特性（切り戻し時電流フェード特性ともいう。）104の例を示すとともに、図4Bのベースアシスト電流特性102の一部を再掲している。なお、以下、理解の容易化のために、図5中の第1象限の特性（横軸の0 [deg] から正の方向の大きい値に向かう右方向への切り込み方向と、正の方向から0 [deg] 方向の小さい値に向かう切り戻し方向とに係る特性）により説明する。

[0074] ステップS6において、アシスト電流  $I_a$  の通電中であってステアリングホイール12が切り込み時中であるかどうか、上記した推定操舵角  $\theta_{sc}$  の微分値である推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$  から判定される。なお、推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$  は、操舵角速度算出部74又はモータ制御部84により算出される。

[0075] 推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$  が正 ( $\theta_{sc}' > 0$ ) である場合には、切り込み中であると判定し、切り込み電流フェード特性103に沿ってアシスト電流  $I_a$  を決定してモータ24を駆動制御する。

[0076] 図5において、同一の推定操舵角  $\theta_{sc}$  において、一点鎖線で示した切り込み電流フェード特性103が実線で示しているベースアシスト電流特性102よりアシスト量（アシスト電流  $I_a$ ）を少なくしている理由は、切り込み過ぎを防止するためである。ステアリングホイール12を同一方向に切り続けている場合には、モータ制御部84は、切り始めからの時間 {（同一方向の）連続操舵時間  $t_r$  という。} を計時部85により計時し、図6に示す連続操舵時間低減特性105を参照してレシオ（連続操舵低減レシオ、又は連続操舵低減比率という。） $R_c$  [ $R_c$ は、1（低減なし）～0（アシスト電流  $I_a$  をゼロ値にする。）までの値を採る。] を算出する。

[0077] 連続操舵中が検出された場合には、ベースアシスト電流特性102上で推定操舵角  $\theta_{sc}$  により算出されるアシスト電流  $I_a$  に対し、連続操舵時間  $t_r$  に対応する連続操舵低減レシオ  $R_c$  が掛け合わされて、次の(3)式に示すように、フェード（低減）されたアシスト電流  $I_a$  とされる。

[0078]  $I_a \leftarrow I_a \times R_c \quad \dots (3)$

(3) 式の右辺の  $I_a$  がベースアシスト電流特性 102 上でのベースアシスト電流、左辺の  $I_a$  が切り込み電流フェード特性 103 上でのフェード（低減）されたベースアシスト電流を意味する。

[0079] 連続操舵時間低減特性 105 の連続操舵低減レシオ  $R_c$  は、この例では、1 秒（1 [s]）で、アシスト電流  $I_a$  が 10% ずつ低減される特性にしているので、10 [s] 以上、同一方向に切り続けられることが検出されるとアシスト電流  $I_a$  は、ゼロ値にされる。

[0080] このように、ステップ S7 の切り込み電流フェード処理において、同一方向に連続切り込み操舵している場合には、ベースアシスト電流特性 102 よりもアシスト量（アシスト電流  $I_a$ ）を少なくなる切り込み電流フェード特性 103 としてアシストするようにしている。

[0081] さらに、切り込み時の過アシスト電流を防止するため、推定操舵角  $\theta_{sc}$  が閾値操舵角  $\theta_{sc\ th}$  以上の値となったときには、アシスト電流  $I_a$  を許容最大アシスト電流  $I_{amax}$  に制限する〔図 5 中の座標点 106（ $\theta_{sc\ th}$ ,  $I_{amax}$ ）参照〕。

[0082] 次いで、ステップ S8 において、推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$ （ $\theta_{sc}' = d\theta_{sc}/dt$ ）（の絶対値）が略ゼロ値（ $\theta_{sc}' \doteq 0$  [deg/s]）、この第 2 実施例では、例えば、閾値操舵角速度  $\theta_{sc}'\ th = 7.2$  [deg/s]（操舵回転速度  $N_{se} = 0.02$  [rps] 換算、モータ回転速度  $N = 0.4$  [rps] 換算）以下の値になったかどうかを判定し（ $\theta_{sc}' \leq \theta_{sc}'\ th = 7.2$ ）、このステップ S8 の判定が肯定的となった場合には、切り戻し時のステアリングホイール 12 の戻りを促進するため、ステップ S9 の切り戻し電流フェード処理を実行する。

[0083] ステップ S9 の切り戻し電流フェード処理実行中には、図 5 の切り戻し電流フェード特性 104 に沿ってアシスト電流  $I_a$  を決定してモータ 24 を駆動制御する。

[0084] この切り戻し電流フェード特性 104 は、推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$  が閾値操舵角速度  $\theta_{sc}'\ th$  以下の値になったときの推定操舵角  $\theta_{sc} = \theta_{sc}$

1でのアシスト電流  $I_a = I_{a1}$  {座標点107 ( $\theta_{sc1}$ ,  $I_{a1}$ )} から、計時部85により計時される1秒程度の時間でアシスト電流  $I_a$  (図5例では、 $I_a = I_{a1}$ ) をゼロ値まで徐々に、例えば比例的かつ自動的に減衰させる特性である。このとき、切り戻し電流フェード特性104において、推定操舵角  $\theta_{sc}$  が左方向に切り戻されているのは、走行中の車両に働く、ステアリングホイール12 (操舵系12) を直進方向 (中立位置) に戻そうとする力、いわゆるSAT (Self Aligning Torque) による。

[0085] このように第2実施例によれば、さらに、操舵系18の回転軸である出力軸42の推定角速度  $\theta_{sc}'$  を算出する操舵角速度算出部74又はモータ制御部84を備え、モータ制御部84は、ステアリングの切り込み時に、操舵角速度算出部74により算出される推定操舵角速度  $\theta_{sc}'$  の絶対値がゼロ値近傍 (一例としては、上述したように、閾値操舵角速度  $\theta_{sc}'_{th} = 7.2$  [deg/s]) になったとき、モータ24を駆動するアシスト電流  $I_a$  を切り戻し電流フェード特性104 {この特性104の勾配は、個々の車両毎の負荷 (車両の前軸荷重)、車速  $V_s$ 、路面状態等に応じて変化する。} に沿ってフェード (制限) することで、過アシスト電流を防止することができる。

[0086] もちろん、トルクセンサ20に付設される操舵角センサ19あるいはトルクセンサ20とは単独に設けられている操舵角センサが正常状態である場合には、それら操舵角センサ19等の出力である操舵角  $\theta_s$  を微分することで操舵角速度  $\theta_s'$  を算出して電流フェード処理を行うことができる。

[0087] [第3実施例、第4実施例]

次に、図7のフローチャートを参照して、上述したベースアシスト電流  $I_a$  を補正する第3実施例に係る車速レシオ補正処理及び第4実施例に係る車速電流制限処理について説明する。

[0088] 車速が高速になるとSATが大きくなるために、アシスト電流は、低速領域に比較して、中速、高速領域では増加させる必要がある。

[0089] そのため、図4Bに示したベースアシスト電流特性102を車速 $V_s$ に応じて変更（補正）することが好ましい。

[0090] 図8は、記憶部78に記憶される、車速 $V_s$ に応じてベースアシスト電流特性102を補正するための車速レシオ特性109を示している。レシオ $R$ は、この実施形態において、車速 $V_s$ が $V_s = 40$  [km/h]で $R \doteq 0.5$ 、 $V_s = 80$  [km/h]で $R \doteq 1$ に設定し、車速 $V_s$ の増加に応じてレシオ $R$ を比例的に大きくしている。車速 $V_s$ が $V_s = 80$  [km/h]以上では、レシオ $R$ を $\doteq 1$ に固定している。また、車速 $V_s$ が $V_s = 10$  [km/h]程度以下では、 $R \doteq 0.2$ 程度に設定している。

[0091] 車速補正後のアシスト電流 $I_{as}$ は、次の（4）式で求めることができる。

$$I_{as} = \text{ベースアシスト電流} \times \text{レシオ} = I_a \times R \quad \dots (4)$$

[0092] 上述したように、アシスト電流は、低速領域に比較して、中速、高速領域では増加させる必要があるが、車速 $V_s$ が上がるにつれて操舵できる角度範囲が狭まること、過電流防止の観点並びにレゾルバ58の回転角 $\theta_r$ に基づいて操舵アシスト力を制御していることに鑑み、車速 $V_s$ 毎にアシスト電流の最大値（制限値）である電流制限値 $I_{max}$ を設定することが好ましいことが分かった。

[0093] 記憶部78に記憶される、図9に示す車速電流制限特性108に示すように、車速 $V_s = 0 \sim 20$  [km/h]程度では、第1の一定値 $I_{max1}$ とし、 $10 \sim 30$  [km/h]程度では徐々に大きくし、 $30 \sim 60$  [km/h]程度では、第2の一定値 $I_{max2}$ とし、 $60 \sim 120$  [km/h]程度では徐々に小さくし、 $120$  [km/h]程度以上では、第3の一定値 $I_{max3}$ に設定すると実用上好ましいことが分かった（ $I_{max3} < I_{max1} < I_{max2}$ ）。

[0094] そこで、上述したステップS5の処理の後で、ステップS6の処理の前に、図7に示すフローチャートによる、ベースアシスト電流 $I_a$ の補正処理（第3実施例）を実施する。

[0095] ステップS 11において、車速センサ86により車速 $V_s$ が検出されると、ステップS 12において、図8に示す車速レシオ特性109が検索（参照）され、（4）式に示したように、図4Bに示したベースアシスト電流 $I_a$ にレシオ $R$ が掛けられて車速補正後のアシスト電流 $I_{as}$ が算出される。

[0096] 図10中、実線で示す特性110、150、180、220は、それぞれ、例としての、車速 $V_s$ が10 [km/h]、50 [km/h]、80 [km/h]、及び120 [km/h]における、車速補正後のアシスト電流 $I_{as}$ の特性を示している。

[0097] このように第3実施例によれば、回転子23の回転角 $\theta_r$ から求めた推定操舵角 $\theta_{sc}$ とモータ24を駆動するアシスト電流との関係の特性（ベースアシスト電流特性102）と、車速レシオ特性109と、を予め記憶した記憶部78と、当該電動パワーステアリング装置10が搭載される車両の車速 $V_s$ を検出する車速検出部としての車速センサ86と、を備え、モータ制御部84は、異常検出部80によりトルクセンサ20等の異常が検出されたとき、回転子回転角検出部としてのレゾルバ58により検出された回転子23の回転角 $\theta_r$ に基づいて算出した推定操舵角 $\theta_{sc}$ から、記憶部78に記憶された特性102を参照してモータ24を駆動するベースアシスト電流 $I_a$ を得、該ベースアシスト電流 $I_a$ を車速センサ86により検出した車速 $V_s$ により補正してモータ24を駆動する車速補正後のアシスト電流 $I_{as}$ とすることで、操舵アシスト力が必要な全車速域で操舵アシスト力を付与することができる。

[0098] [第4実施例の動作]

次いで、ステップS 14において、ステップS 13で求めた車速補正後のアシスト電流 $I_{as}$ の値が、当該車速 $V_s$ において、図9に示した車速電流制限特性108で決定される電流制限値 $I_{max}$ （ $I_{max1}$ 、 $I_{max2}$ 、 $I_{max3}$ ）を上回る値となっているかどうか判定され、 $I_{as} > I_{max}$ となっていた場合には、ステップS 15において、アシスト電流 $I_{as}$ を車速 $V_s$ に対応した電流制限値 $I_{max}$ に制限する。 $I_{as} \leq I_{max}$ と

なっていた場合には、アシスト電流  $I_{as}$  をそのまま用いる。

[0099] 図10において、実線で示す特性110、150、180、220がレシオRを考慮した電流であり、点線で示す特性110a、150a、180a、220aが、電流制限値  $I_{max}$  を考慮した特性である。

[0100] 以上のように、第4実施例によれば、車速  $V_s$  に応じた電流制限値  $I_{max}$  を特性108として記憶する記憶部78を備えることで、出力過多を抑制できるとともに、図8に示したレシオRによる車速連動制御のみでは設定し得ない特性とすることができる。

[0101] [変形例]

なお、車両停止状態検出部82は、車速センサ86により検出されている車速  $V_s$  が  $V_s = 0$ 、あるいはパーキングブレーキ88の作動によるブレーキ作動信号  $S_b$  の少なくともいずれか一方を検出したときには、モータ制御部84に対して車両停止検出信号  $S_{stop}$  を供給する。このとき、モータ制御部84は、アシスト電流  $I_a$  をゼロ値とすることで、不必要に操舵アシスト力を付与しないようにすることができる。なお、この変形例によれば、パーキングブレーキ88が解除されていて、駆動輪がエンジン等によって回転している状態、例えば、サービス工場等で車両をリフトアップしている状態においては、いわゆるセルフステアとならないように、車速センサ86により検出される車速  $V_s$  が  $V_s = 0$  のとき、アシスト電流  $I_a$  を供給しないようにすることも含まれる。

[0102] 以上説明したように、上述した実施形態によれば、トルクセンサ20が故障してトルクセンサ20により操舵トルク  $T_r$  を検出することができなくなった場合においても、モータ24のレゾルバ58等により検出される回転子23の回転角  $\theta_r$  を利用して操舵角  $\theta_s$  を推定しまた操舵角速度  $\theta_{s'}$  を推定し、推定操舵角  $\theta_{sc}$  及び（又は）推定操舵角速度  $\theta_{sc'}$  を用いて、モータ24による所定の操舵アシスト力を付与することができる。

[0103] なお、この発明は、上述した実施形態に限らず、この明細書の記載内容に基づき、種々の構成を採りうるすることができる。

## 請求の範囲

[請求項1]

操舵系（18）に発生するトルクを検出するトルク検出部（20）と、

前記操舵系（18）の回転軸（42）にアシストトルク（ $T_a$ ）を付与するモータ（24）と、

前記モータ（24）の回転子（23）の回転角（ $\theta_r$ ）を検出する回転子回転角検出部（58）と、

前記トルク検出部（20）にて検出された前記トルクに基づいて、前記モータ（24）を駆動する電流（ $I_a$ ）を制御するモータ制御部（84）と、

を備える電動パワーステアリング装置（10）であって、

前記トルク検出部（20）に異常が発生したかどうかを検出する異常検出部（80）を備え、

前記モータ制御部（84）は、

前記異常検出部（80）により前記トルク検出部（20）の異常が検出されたとき、前記回転子回転角検出部（58）により検出された前記回転子（23）の回転角（ $\theta_r$ ）に基づいて、前記モータ（24）を駆動する前記電流（ $I_a$ ）を制御することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項2]

請求項1記載の電動パワーステアリング装置において、

さらに、

前記回転子（23）の回転角（ $\theta_r$ ）と前記モータ（24）を駆動する前記電流（ $I_a$ ）との関係を特性（102）として予め記憶した記憶部（78）と、

当該電動パワーステアリング装置（10）が搭載される車両の車速（ $V_s$ ）を検出する車速検出部（86）と、を備え、

前記モータ制御部（84）は、

前記異常検出部（80）により前記トルク検出部（20）の異常が

検出されたとき、前記回転子回転角検出部（58）により検出された前記回転子（23）の回転角（ $\theta_r$ ）に基づいて、前記記憶部（78）に記憶された前記特性（102）を参照して前記モータ（24）を駆動する前記電流（ $I_a$ ）を得、該電流（ $I_a$ ）を前記車速検出部（86）により検出した車速（ $V_s$ ）により補正して前記モータ（24）を駆動する前記電流（ $I_a$ ）とする

ことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項3]

請求項2記載の電動パワーステアリング装置において、さらに、

前記車速（ $V_s$ ）に応じた電流制限値（ $I_{max}$ ）を記憶する記憶部（78）を

備えることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項4]

請求項1～3のいずれか1項に記載の電動パワーステアリング装置において、

さらに、

前記操舵系（18）の前記回転軸（42）の角速度を検出する操舵角速度検出部（74）を備え、

前記モータ制御部（84）は、

ステアリングの切り込み時に、前記操舵角速度検出部（74）により検出される操舵角速度（ $\theta_{s'}$ ,  $\theta_{sc'}$ ）の絶対値がゼロ値近傍になったとき、前記モータ（24）を駆動する前記電流（ $I_a$ ）を制限する

ことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項5]

請求項4記載の電動パワーステアリング装置において、

前記操舵角速度検出部（74）は、

前記操舵系（18）の前記回転軸（42）の前記角速度を、前記回転子（23）の角速度（ $\theta_{sc'}$ ）により検出する

ことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項6]           請求項1～5のいずれか1項に記載の電動パワーステアリング装置  
において、  
さらに、  
当該電動パワーステアリング装置（10）が搭載される車両の停止  
状態を検出する車両停止状態検出部（82）、を備え、  
前記モータ制御部（84）は、  
前記車両停止状態検出部（82）により車両が停止状態にあること  
が検出されたとき、前記モータ（24）を駆動する前記電流（I<sub>a</sub>）  
の値をゼロ値とする  
ことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[図1]

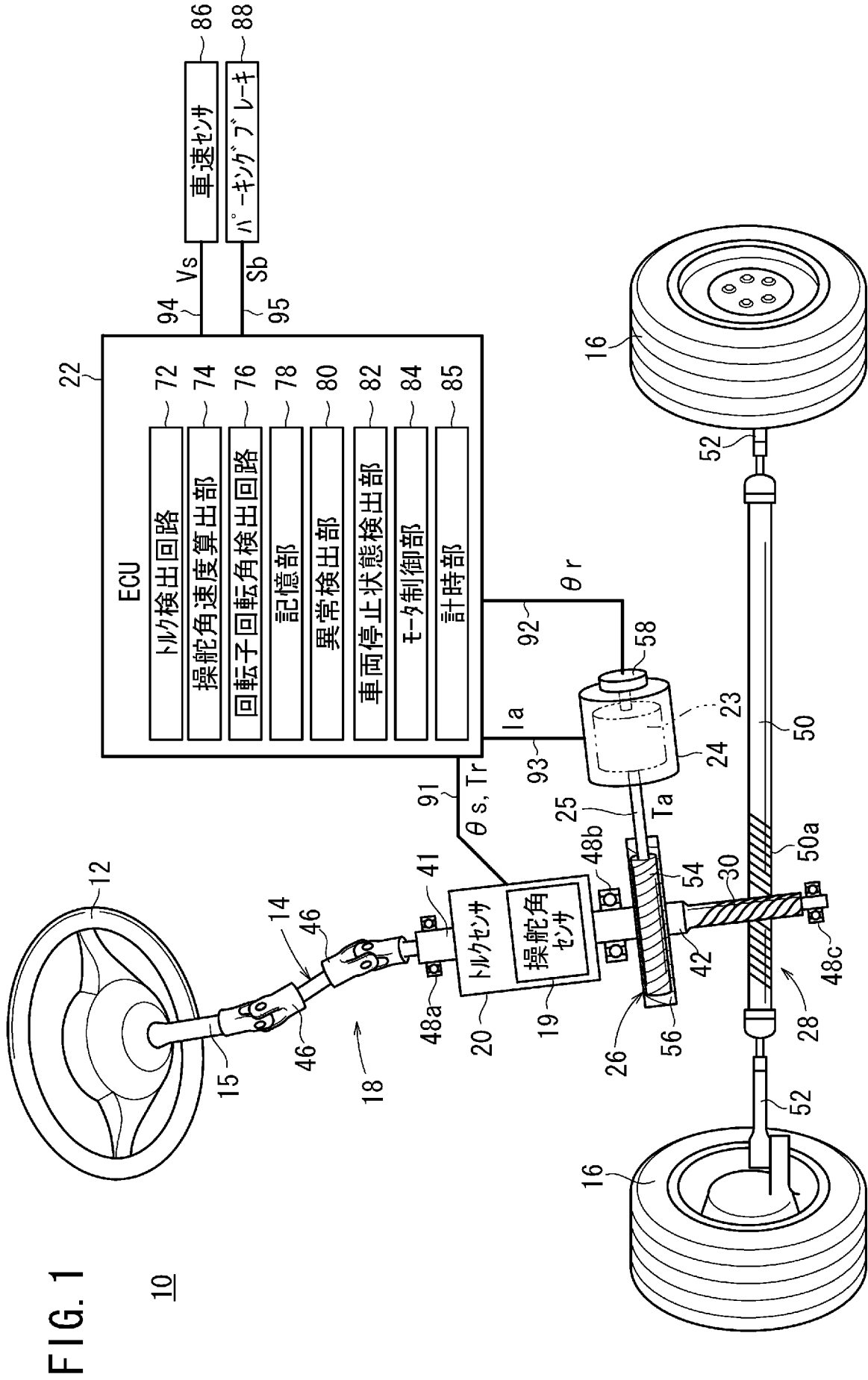


FIG. 1

10

[図2]

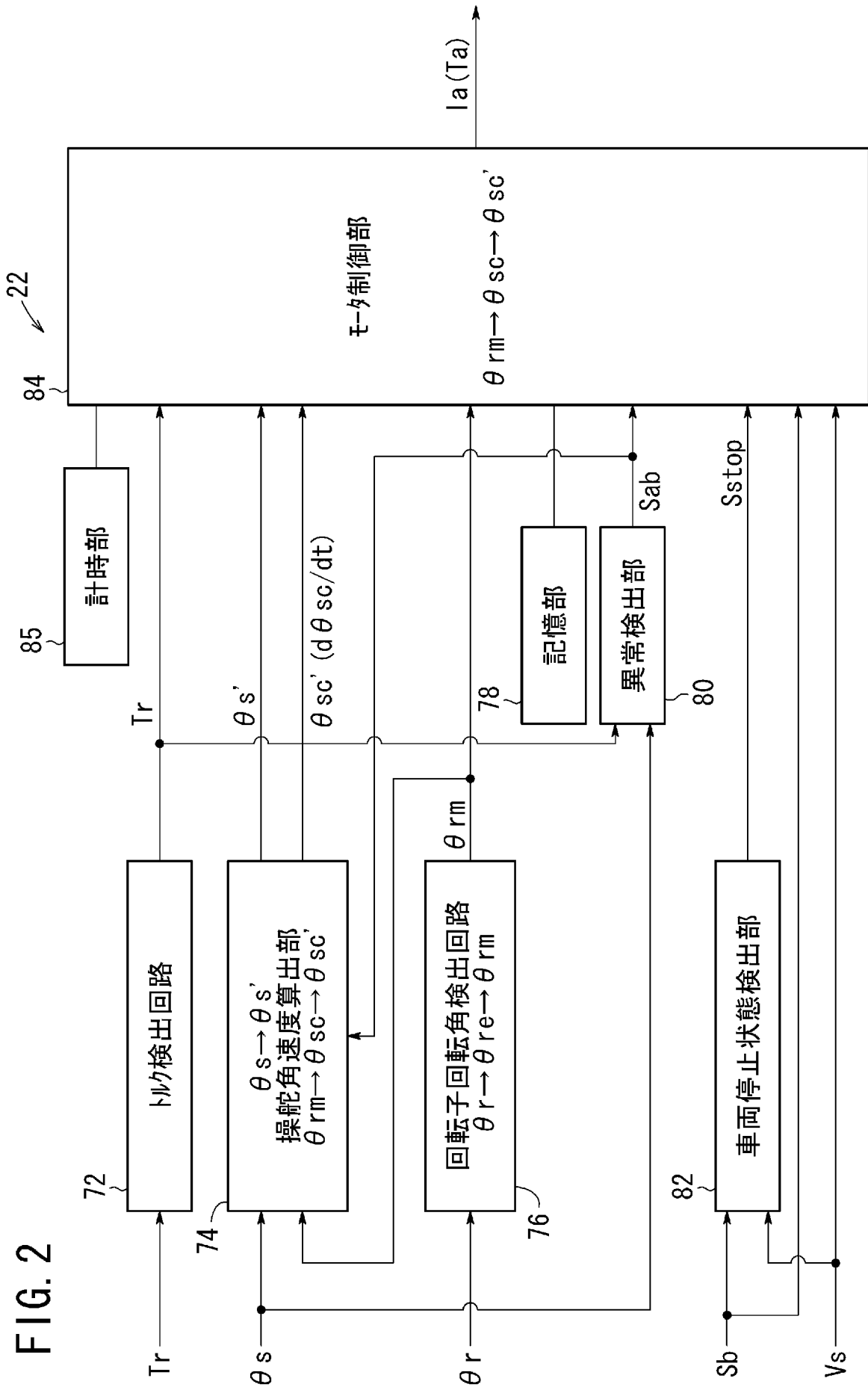
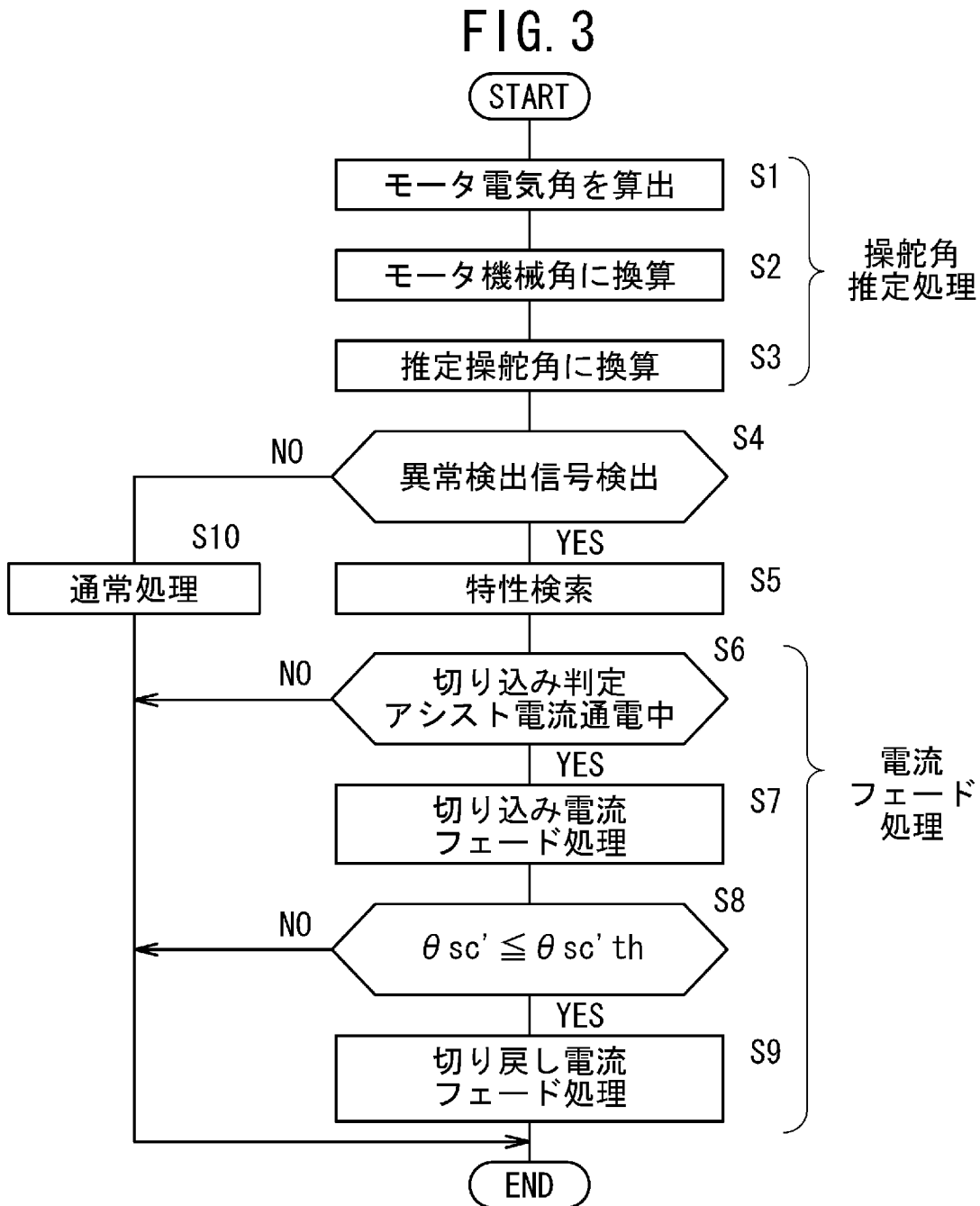


FIG. 2

[図3]



[図4]

FIG. 4A

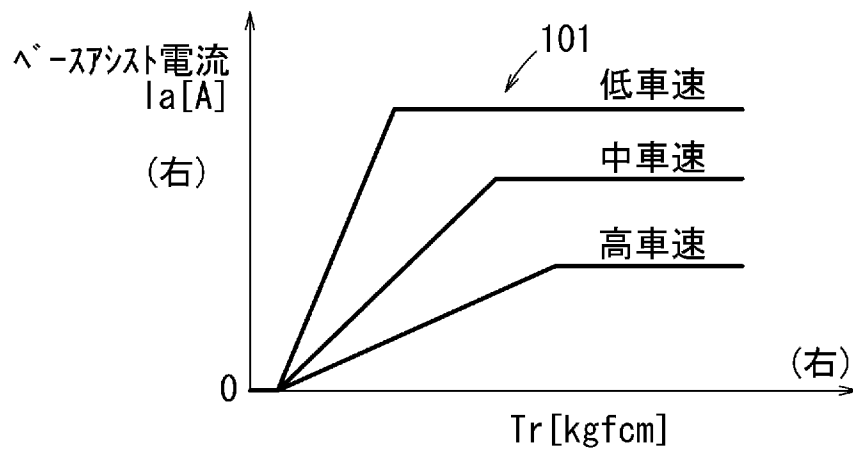
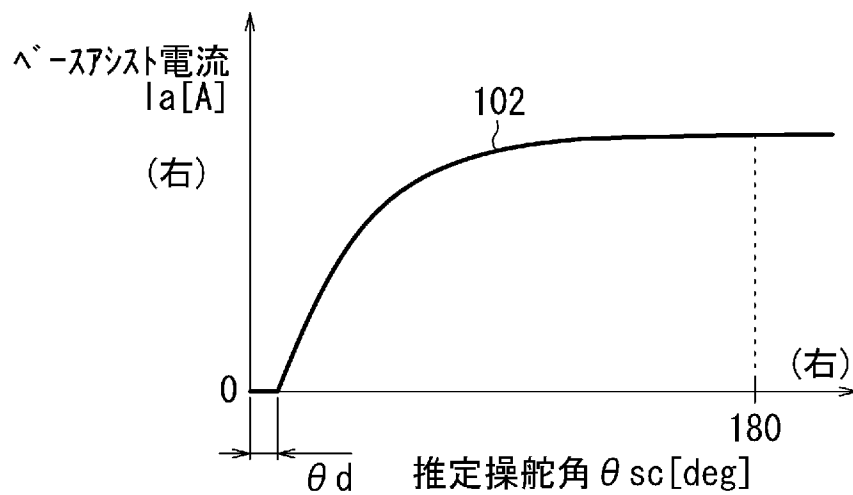
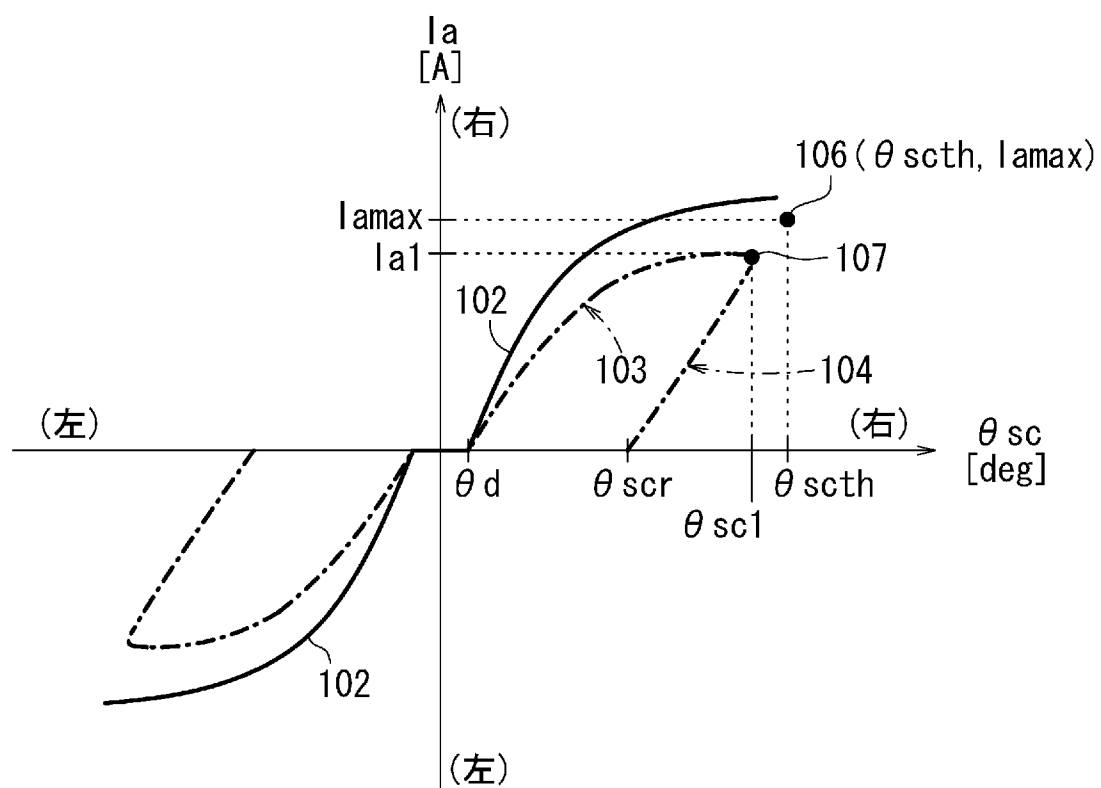


FIG. 4B



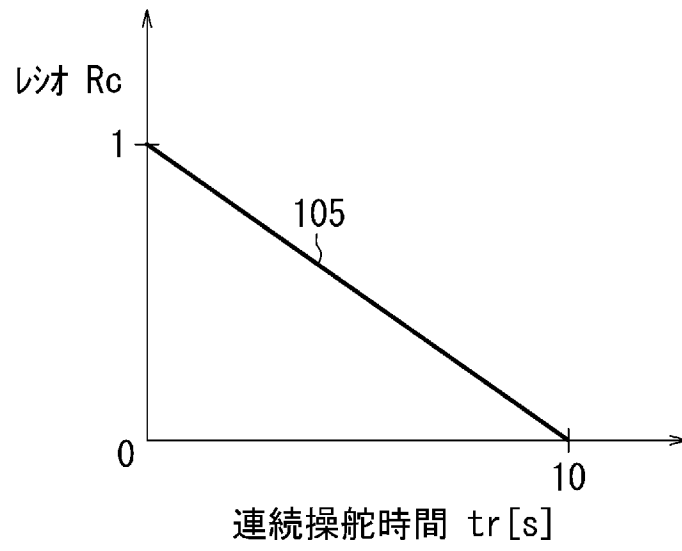
[図5]

FIG. 5

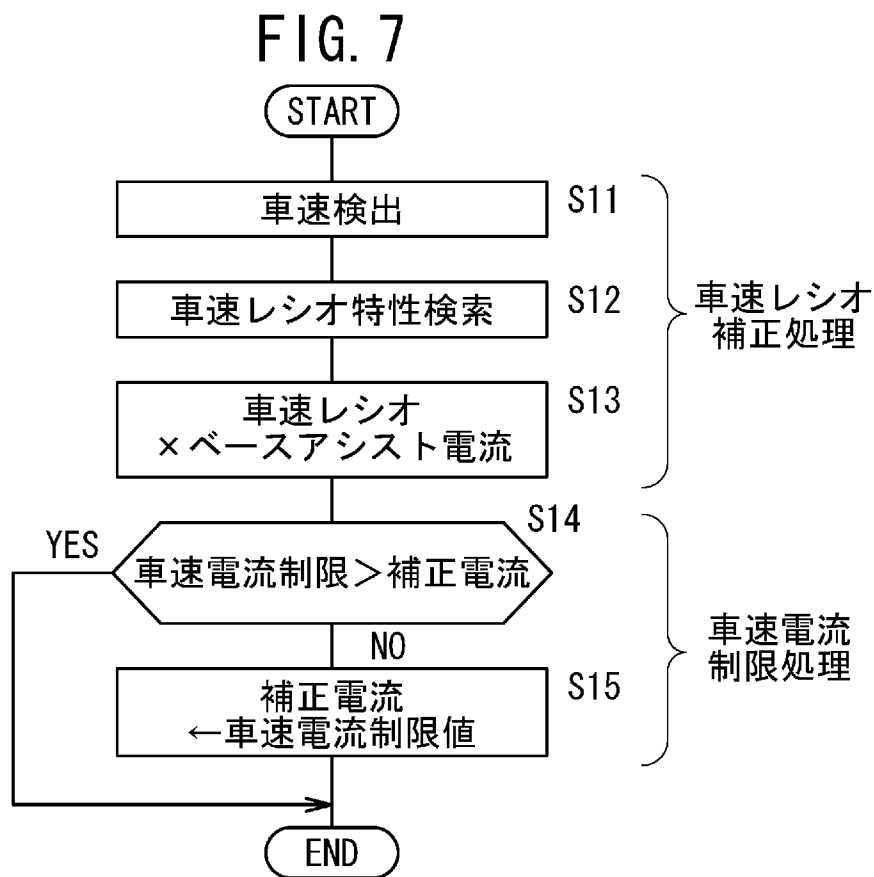


[図6]

FIG. 6

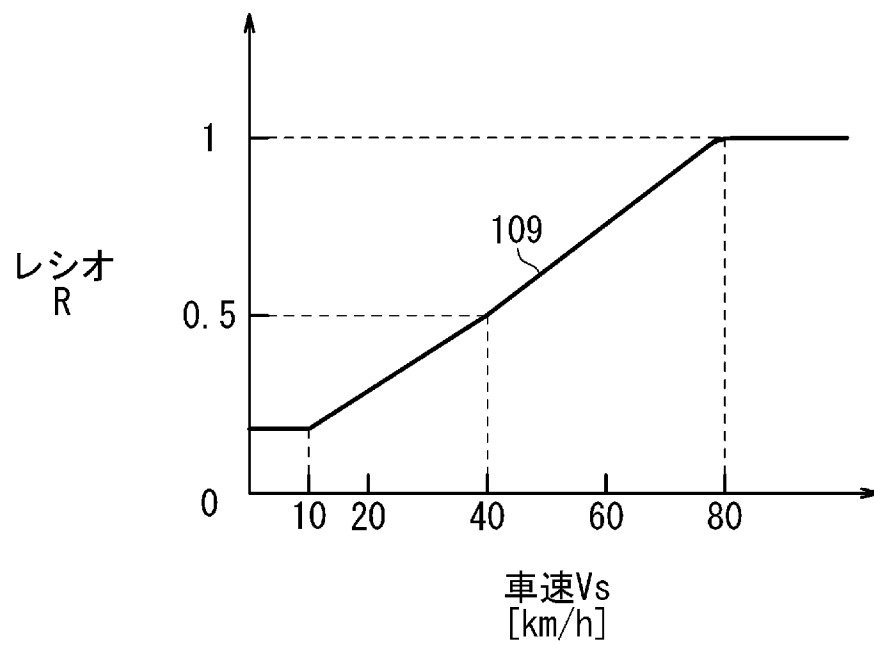


[図7]



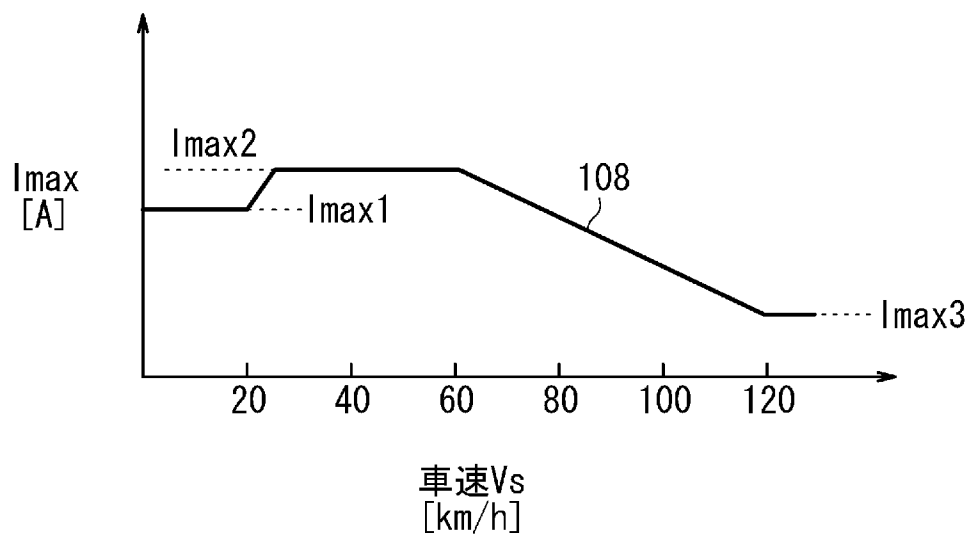
[図8]

FIG. 8



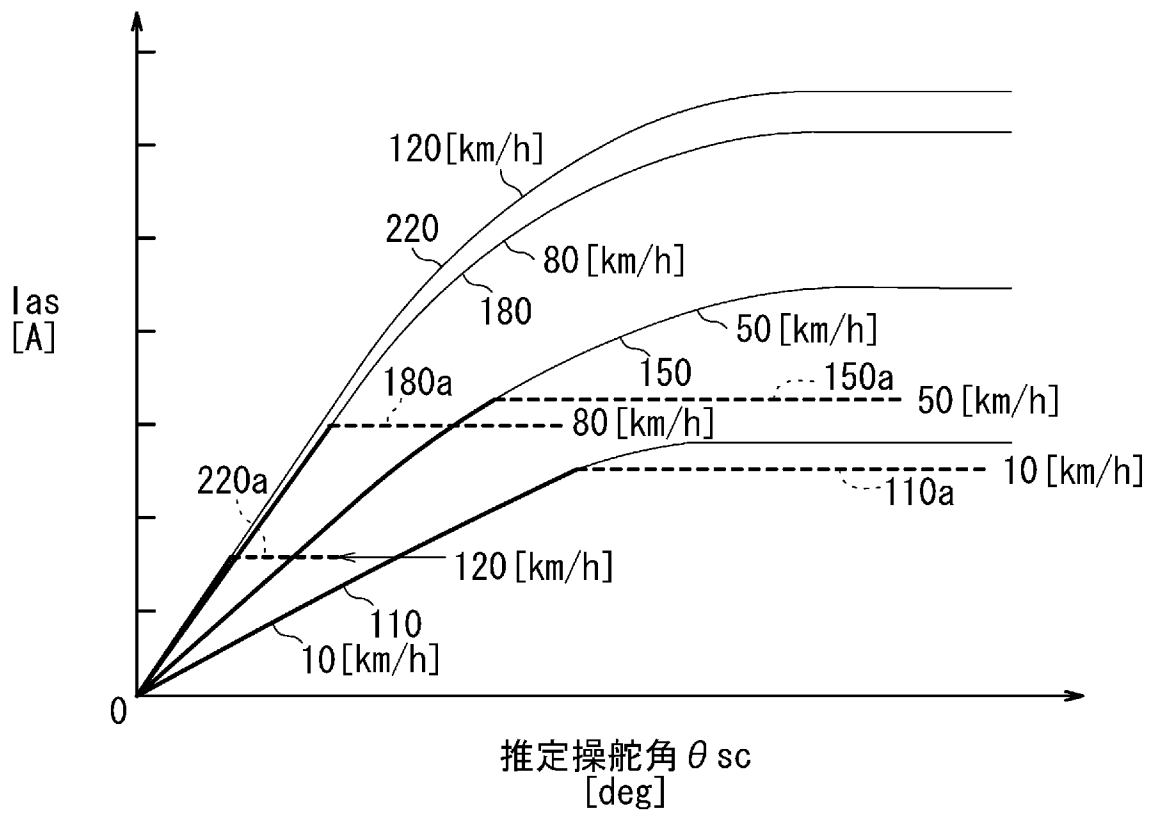
[図9]

FIG. 9



[図10]

FIG. 10



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/051570

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(2006.01)n, B62D119/00(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B62D6/00, B62D5/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-72580 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 12 March 2003 (12.03.2003), paragraphs [0022] to [0025], [0034]; fig. 1, 5 to 6 (Family: none)	1-3, 6 4, 5
Y	JP 2005-67262 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 17 March 2005 (17.03.2005), paragraph [0015] (Family: none)	1-3, 6
Y	JP 2002-225745 A (NSK Ltd.), 14 August 2002 (14.08.2002), paragraph [0026]; fig. 6 & US 2002/0120378 A1 & DE 10204005 A & DE 10204005 A1	3, 6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
29 March, 2011 (29.03.11)

Date of mailing of the international search report  
12 April, 2011 (12.04.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/051570

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-129925 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 18 May 1999 (18.05.1999), paragraph [0062] (Family: none)	6
A	JP 2001-106099 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 17 April 2001 (17.04.2001), paragraphs [0035] to [0036]; fig. 5 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(2006.01)n, B62D119/00(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B62D6/00, B62D5/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2003-72580 A (光洋精工株式会社) 2003.03.12, 【0022】-【0025】, 【0034】, 図 1, 5-6 (ファミリーなし)	1-3, 6 4, 5
Y	JP 2005-67262 A (日産自動車株式会社) 2005.03.17, 【0015】 (ファミリーなし)	1-3, 6
Y	JP 2002-225745 A (日本精工株式会社) 2002.08.14, 【0026】, 図 6 & US 2002/0120378 A1 & DE 10204005 A & DE 10204005 A1	3, 6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.03.2011

国際調査報告の発送日

12.04.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

本庄 亮太郎

電話番号 03-3581-1101 内線 3381

3Q

4650

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 11-129925 A (日産自動車株式会社) 1999. 05. 18, 【0062】 (ファミリーなし)	6
A	JP 2001-106099 A (光洋精工株式会社) 2001. 04. 17, 【0035】-【0036】, 図5 (ファミリーなし)	1-6