(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
2014 年 7 月 3 日(03.07.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/104253 A1

(51) 国際特許分類:
B62D 5/04 (2006.01) *B62D 111/00* (2006.01)
B62D 6/00 (2006.01) *B62D 113/00* (2006.01)
F16D 41/06 (2006.01) *B62D 119/00* (2006.01)
F16D 41/08 (2006.01) *B62D 137/00* (2006.01)
B62D 101/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/085002

(22) 国際出願日: 2013 年 12 月 26 日(26.12.2013)

(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 2012-287173 2012 年 12 月 28 日(28.12.2012) JP

(71) 出願人: 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２－１－１ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 清水　康夫(SHIMIZU Yasuo); 〒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). 池谷　学(IKEGAYA Manabu); 〒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). 米田　篤彦(YONEDA Atsuhiko); 〒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). 三好　尚(MIYOSHI Takashi); 〒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). 大庭　吉裕(ONIWA Yoshihiro); 〒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: 磯野　道造(ISONO Michizo); 〒1020093 東京都千代田区平河町２丁目７番４号　砂防会館別館　磯野国際特許商標事務所内 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,

[続葉有]

(54) **Title**: VEHICLE STEERING DEVICE

(54) 発明の名称 : 車両用操舵装置

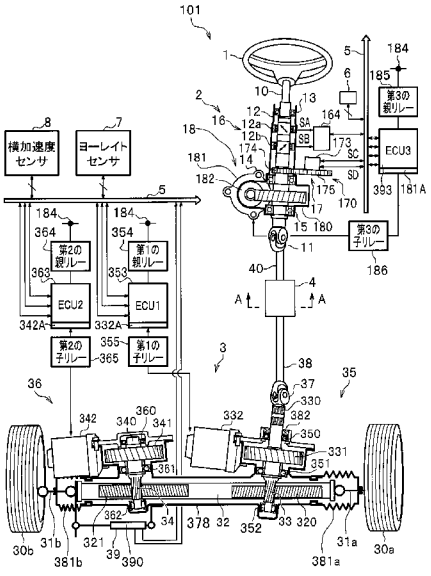


FIG. 1A:
8 Lateral acceleration sensor
7 Yaw rate sensor
364 Second parent relay
365 Second child relay
354 First parent relay
355 First child relay
185 Third parent relay
186 Third child relay

(57) **Abstract**: A vehicle steering device (101) is provided with: a turning unit (3) which has a first motor (332) and a second motor (342) for turning that have an electric characteristic set in common with each other, and turns steered wheels (30a, 30b) according to the operation of a steering wheel (1); a first current sensor (332A) which detects a first current value flowing through the first motor (332); a second current sensor (342A) which detects a second current value flowing through the second motor (342); and an abnormality diagnosis unit (79a, 79b, 79c). The abnormality diagnosis unit (79a, 79b, 79c) diagnoses the turning unit (3) as being abnormal when the deviation between the first and second current values detected by the first and second current sensors (332A, 342A), respectively, exceeds a predetermined threshold. For example, when some kind of abnormality has occurred in the current detection unit (332A, 342A) for detecting the magnitude of a current flowing through the motor for turning (332, 342), the occurrence of the abnormality is rapidly diagnosed.

(57) 要約: 車両用操舵装置（１０１）は、その電気的特性が相互に共通に設定された転舵用の第１のモータ（３３２）及び第２のモータ（３４２）を有し、操向ハンドル（１）の操作に応じて操舵車輪（３０ａ，３０ｂ）を転舵する転舵装置（３）と、第１のモータ（３３２）に流れる第１の電流値を検出する第１の電流センサ（３３２Ａ）と、第２のモータ（３４２）に流れる第２の電流値を検出する第２の電流センサ（３４２Ａ）と、異常診断部（７９ａ，７９ｂ，７９ｃ）と、を備える。異常診断部（７９ａ，７９ｂ，７９ｃ）は、第１及び第２の電流センサ（３３２Ａ，３４２Ａ）によりそれぞれ検出される第１及び第２の電流値の偏差が所定の閾値を超える場合、転舵装置（３）が異常である旨の診断を下す。例えば、転舵用モータ（３３２，３４２）に流れる電流の大きさを検出する電流検出部（３３２Ａ，３４２Ａ）に何らかの異常が生じた場合に、異常発生の診断を速やかに行う。

WO 2014/104253 A1

LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

(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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

— 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

明　細　書

発明の名称 ： 車両用操舵装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両の進行方向を所望の方向に変えようとする際に用いられる車両用操舵装置に関する。

背景技術

[0002] 最近の車両では、運転者の操舵意図を、電線を媒介し電気信号に変換して操舵車輪に伝える、バイ・ワイヤ（By Wire）式の操舵装置を採用したものがある。かかるバイ・ワイヤ式の操舵装置では、運転者による操向ハンドルの操作方向及び操作量を電気信号に変換し、転舵用モータを含む転舵装置に与える。すると、転舵装置は、電気信号に従って転舵用モータを駆動することで運転者の操舵意図に応じて操舵車輪を転舵するように動作する（例えば、特許文献１参照）。

[0003] 特許文献１に係るバイ・ワイヤ式の操舵装置によれば、例えば、わだちのような起伏のある路面を走行中に、この起伏のある路面部分に車幅方向の一対の操舵車輪のうち一方がはまり込んだとしても、車両にヨーモーメントが発生し操向ハンドルが取られる事態を抑制することができる。その結果、運転者による操向ハンドルの操作負担を軽減することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－１６５４６０号公報

特許文献2：特開２００８－２２１９１６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、仮に、特許文献１に記載されているようなバイ・ワイヤ式の操舵装置において、転舵用モータが何らかの異常状態に陥ることにより、この転舵用モータに流れる電流の大きさを検出する電流センサに異常信号が生じ

たとする。かかる状況で、前記異常信号に対して演算処理を施すことで転舵用モータや電流センサなどの異常診断を試みた場合、その演算処理には所要の時間がかかるため、異常診断を下すまでにある程度の待機時間を不可避的に要するという課題があった。

[0006] また、特許文献２に記載されているようなバイ・ワイヤ式の操舵装置では、転舵装置に主転舵モータと副転舵モータを有し、ハンドル角センサと車速センサから演算にて求めた転舵指令角とモータ角度センサからの信号により両モータの転舵電流指令値を算出し、それらの指令値の符号が異なるか否か、及び、両者の差の絶対値が異常判定しきい値以上であるか否かに基づいて、転舵装置の異常診断を行っている。

[0007] こうした特許文献２に係るバイ・ワイヤ式の操舵装置では、転舵指令角やモータ角度センサ信号から転舵電流指令値を算出するには所要の時間がかかるため、前記特許文献１と同様に、異常診断を下すまでにある程度の待機時間を不可避的に要するという課題があった。

[0008] しかも、特許文献２に係るバイ・ワイヤ式の操舵装置では、転舵用モータの異常診断を、転舵用モータに流れる電流の大きさを用いずに、第１の転舵指令角と第１転舵モータ角度センサとから求めた第１の転舵電流指令値と、第２の転舵指令角と第２の転舵モータ角度センサとから求めた舵２の転舵電流指令値との差異に基づいて行っている。そのため、例えば、転舵用モータが何らかの異常状態に陥った際に、この転舵用モータの異常状態を受けて異常発生の診断がなされる結果、異常発生の診断を行っている間、車両の挙動が異常状態に陥ることが懸念される。

[0009] 本発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、例えば、転舵用モータが何らかの異常状態に陥って、この転舵用モータに流れる電流の大きさを検出する電流検出部に異常信号が生じた場合であっても、かかる異常発生の診断を、車両の挙動を正常状態に保ちながら速やかに行うことができるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するために、（１）に係る発明は、舵力伝達機構を介して相互に連結され、その電気的特性が相互に共通に設定された転舵用の第１のモータ及び第２のモータを有し、操向部材の操作に応じて操舵車輪を転舵する転舵装置と、前記第１のモータに流れる第１の電流値を検出する第１の電流検出部と、前記第２のモータに流れる第２の電流値を検出する第２の電流検出部と、前記第１及び第２の電流検出部によりそれぞれ検出される第１及び第２の電流値の偏差が予め定められる閾値を超える場合、前記転舵装置が異常である旨の診断を下す異常診断部と、を備えることを最も主要な特徴とする。

[0011] （１）に係る発明では、異常診断部は、第１及び第２の電流検出部によりそれぞれ検出される第１及び第２の電流値の偏差が予め定められる閾値を超える場合、転舵装置が異常である旨の診断を下すこととした。

ここで、操舵車輪の所要の転舵動作が正常に行われた場合、第１のモータ及び第２のモータのそれぞれには、均衡した大きさの電流が流れる。これは、第１のモータ及び第２のモータは、その電気的特性が相互に共通になるように設定され、かつ、舵力伝達機構を介して相互に連結されているからである。

[0012] そうすると、異常診断部は、第１の電流値及び第２の電流値の偏差を監視するだけで、煩雑な演算処理や診断処理による待機時間を要することなく、転舵装置（第１の電流センサ又は第２の電流センサ）の異常診断を行うことができる。

したがって、（１）に係る発明によれば、例えば転舵用モータ等が故障することで第１又は第２の電流検出部に異常信号が生じた場合であっても、かかる異常発生の診断を速やかに行うことができる。

[0013] また、異常診断部は、転舵用の第１のモータ及び第２のモータのそれぞれに流れる電流を、第１及び第２の電流検出部により直接検出した第１及び第２の電流値に基づいて異常診断を行うため、異常診断に際し故障したモータが異常回転する前に異常発生の診断を下すことができ、故障したモータが異

常回転することで現れるおそれがある車両の異常挙動を未然に抑止することができる。

これについて、例えば、仮に、転舵用の第１のモータ及び第２のモータとして３相モータを採用し、３相モータのうち１相が短絡して大電流が流れた故障例をあげて説明する。この故障例では、正常なモータの電流検出信号と比べると、異常なモータの電流検出信号は、判定閾値を大きく超える結果、異常診断を瞬時に行うことができる。しかも、第１のモータ及び第２のモータは、その電気的特性が相互に共通になるように設定されているため、正常なモータの出力の大きさは、異常なモータの出力の大きさと同等であり、異常なモータの出力の大きさが正常なモータの出力の大きさに打ち勝って、操舵車輪が異常状態に至るまで転舵される事態を生じることはない。

[0014] また、第１及び第２のモータのうち一方にその他の異常（停止）が生じたとしても、他方のモータにより転舵機能を維持することができる。さらに、仮に、第１及び第２のモータのうち一方に異常（逆転）が生じたとしても、他方のモータにより異常（逆転）を相殺することができる。その結果、転舵機能を可及的に維持する効果を期待することができる。

[0015] しかも、（１）に係る発明によれば、電気的特性が相互に共通に設定された転舵用の第１及び第２のモータが舵力伝達機構を介して相互に連結されているため、単一のモータで転舵駆動する場合と比べて、個々のモータの出力特性を低く抑えることができる。そのため、例えば、既存の１２ボルト容量のバッテリからの電源供給を受けて動作させることが可能であって、新たな２４ボルト容量または４８ボルト容量の昇圧回路なども要しない。その結果、個々のモータのサイズを小さくすることができ、レイアウト設計の自由度を確保することができる。

[0016] また、（２）に係る発明は、（１）記載の車両用操舵装置であって、第３のモータを有し、前記操向部材の操作に対する反力を付与する反力付与装置と、前記第１のモータの駆動制御を主として行う第１の制御装置と、前記第２のモータの駆動制御を主として行う第２の制御装置と、前記第３のモータ

の駆動制御を主として行う第３の制御装置と、をさらに備え、前記第１～第３の制御装置は、前記異常診断部を有すると共に、少なくとも一部が同一である共通処理を実行する機能を有し、前記異常診断部は、前記第１～第３の制御装置が前記共通処理をそれぞれ実行することで得られる三つの処理結果を比較し、この比較結果に基づいて、前記三つの処理結果のうち二以上の処理結果が予め定められる許容範囲内に属する場合に、前記二以上の処理結果に対応する制御装置が正常である旨の診断を下す一方、前記二以上から外れた処理結果に対応する制御装置が異常である旨の診断を下す、ことを特徴とする。

[0017] （２）に係る発明では、多数決の原理にしたがって、異常診断部が異常診断を行う。すなわち、異常診断部は、第１～第３の制御装置が共通処理をそれぞれ実行することで得られる三つの処理結果を比較し、この比較結果に基づいて、三つの処理結果のうち二以上の処理結果が予め定められる許容範囲内に属する場合に、前記二以上の処理結果に対応する制御装置が正常である旨の診断を下す一方、前記二以上から外れた処理結果に対応する制御装置が異常である旨の診断を下すこととした。

[0018] （２）に係る発明によれば、第１～第３の制御装置に係る異常診断を、適時かつ適確に行うことができる。

なお、正常である旨の診断が下された制御装置について、その制御動作を継続するように構成すれば、操舵機能の可及的な維持に貢献することができる。

[0019] また、（３）に係る発明は、（２）記載の車両用操舵装置であって、前記転舵装置と前記反力付与装置との間に設けられ、前記転舵装置の側の第１の回転軸と前記反力付与装置の側の第２の回転軸との間の機械的な連結を切離状態および結合状態のいずれかに切り替える連結装置をさらに備え、前記連結装置は、前記第１の回転軸又は前記第２の回転軸のうちいずれか一方に設けられる円筒部材と、前記第１の回転軸又は前記第２の回転軸のうち前記一方とは異なる他方に設けられ、前記円筒部材に収容可能なカム部材と、前記

円筒部材及び前記カム部材の隙間に設けられる複数の対ローラと、前記対ローラの間を離間させる方向に付勢するように、該対ローラの間にそれぞれ設けられる複数のばね部材と、前記円筒部材及び前記カム部材の隙間に対して挿抜自在に設けられる切替え爪部と、前記切替え爪部を、前記隙間に挿し込んだ切離状態、又は、前記隙間から抜き出した結合状態のうちいずれかに切り替える切替装置と、を備え、前記異常診断部による異常診断により、前記連結装置の前記切替装置が前記切替え爪部を前記切離状態から前記結合状態に切り替えると、前記複数のばね部材が前記切替え爪部による押圧力から解放されることで前記円筒部材及び前記カム部材の隙間に前記複数の対ローラがくさび状に係合し、これをもって、前記第１の回転軸及び前記第２の回転軸を機械的に連結することで前記操向部材と前記操舵車輪とを機械的に連結する、ことを特徴とする。

[0020] （３）に係る発明では、異常診断部による異常診断により、連結装置の切替装置が切替え爪部を切離状態から結合状態に切り替えると、複数のばね部材が切替え爪部による押圧力から解放されることで円筒部材及び前記カム部材の隙間に複数の対ローラがくさび状に係合し、これをもって、第１の回転軸及び第２の回転軸を機械的に連結することで操向部材と操舵車輪とが機械的に連結される。

[0021] （３）に係る発明によれば、異常診断部が異常診断を行った場合に、連結装置の切替装置の働き、すなわち、対ローラを遊嵌させている爪部を第１の回転軸又は第２の回転軸の軸方向に抜き出すことによって、第１の回転軸及び第２の回転軸を機械的に連結することで操向部材と操舵車輪とを瞬時に機械的に連結することができる。しかも、この機械的な連結は操向部材の操作位置に依存しないため、どの操作位置でも操舵機能を瞬時かつ確実に維持することができる。

[0022] また、（４）に係る発明は、（３）記載の車両用操舵装置であって、前記第１～第３の制御装置は、前記異常診断部による異常診断を受けて、前記連結装置の前記切替装置に対する電源供給を遮断させる制御を行うことにより

、前記切替え爪部を前記切離状態から前記結合状態に切り替えさせる、ことを特徴とする。

[0023] （４）に係る発明では、第１～第３の制御装置は、異常診断部による異常診断を受けて、連結装置の切替装置に対する電源供給を遮断させる制御を行うことにより、切替え爪部を切離状態から結合状態に切り替えさせることとした。

[0024] （４）に係る発明によれば、フェールセーフの観点から好ましい実施形態、すなわち、仮に、第１～第３の制御装置のうち１つの制御装置が異常である旨の診断が下され、その制御装置に対する電源供給が遮断されたとしても、他の２つの制御装置が補完的に動作する実施形態によって、操舵機能を確実に維持することができる。

[0025] また、（５）に係る発明は、（２）～（４）のいずれか一に記載の車両用操舵装置であって、前記第１～第３の制御装置は、前記切替え爪部を前記結合状態から前記切離状態へと切り替えさせる際に、前記第１のモータ、前記第２のモータ、又は、前記第３のモータのうち少なくとも一以上を駆動させる制御を行う、ことを特徴とする。

[0026] 本発明に係る車両用操舵装置の起動開始時（車両の起動時）には、連結装置の切替え爪部は結合状態にある。具体的には、例えば、連結装置の切替え爪部が結合状態にある車両の駐車時において、操向部材を据え切りすることで過大な負荷トルクを連結装置の結合部分に与えた場合には、この結合部分（円筒部材、カム部材、及び、複数の対ローラの三者が相互に当接する部分）同士が食いついた固着状態を生じる。その結果、連結装置の切替装置を働かせようとしても、円筒部材の内方であって円筒部材及びカム部材の隙間に複数の切替え爪部をさし込むことができずに、連結装置を結合状態から切離状態へと切り替えることができないおそれがある。

[0027] そこで、（５）に係る発明では、第１～第３の制御装置は、切替え爪部を結合状態から切離状態へと切り替えさせる際に、第１のモータ、第２のモータ、又は、第３のモータのうち少なくとも一以上を駆動させる制御を行うこ

ととした。

[0028] （５）に係る発明によれば、仮に、連結装置の結合部分同士が食いついた固着状態にある場合であっても、前記の結合部分を確実かつ速やかに緩ませることができる。その結果、本来の操舵機能を確実に発揮させることができる。

[0029] また、（６）に係る発明は、（１）～（５）のいずれか一に記載の車両用操舵装置であって、前記第１～第３の制御装置は、複数の異常箇所のそれぞれに対応付けて適切な操舵機能モードの種別が記述された対応情報を記憶する記憶部をさらに有し、前記異常診断部による異常診断に係る異常箇所と、前記対応情報とを参照して、前記異常診断に係る異常箇所に対応する適切な操舵機能モードを、第１の操舵機能モード（アクティブ可変ギアレシオステアリング：アクティブＶＧＳ）、第２の操舵機能モード（可変ギアレシオステアリング：ＶＧＳ）、第３の操舵機能モード（電動パワーステアリング：ＥＰＳ）、又は、第４の操舵機能モード（マニュアルステアリング）のうちいずれかに設定する制御を行う、ことを特徴とする。

[0030] （６）に係る発明では、第１～第３の制御装置は、異常診断部による異常診断に係る異常箇所と、前記対応情報とを参照して、異常診断に係る異常箇所に対応する適切な操舵機能モードを、第１の操舵機能モード（アクティブＶＧＳ）、第２の操舵機能モード（ＶＧＳ）、第３の操舵機能モード（ＥＰＳ）、又は、第４の操舵機能モード（マニュアルステアリング）のうちいずれかに設定する制御を行うこととした。

[0031] （６）に係る発明によれば、操舵システムに異常が生じた際の最終手段であるマニュアルステアリングへの移行段階を４段階に設定して、それぞれの段階において残された機能を用いて操舵システムの再構築を行い、適切な操舵機能モードを設定して操舵制御を行うため、最終手段であるマニュアルステアリングへの切り替え頻度を抑制し、操舵機能の質的向上に寄与することができる。

発明の効果

[0032] 本発明に係る車両用操舵装置によれば、例えば、転舵用モータが何らかの異常状態に陥って、この転舵用モータに流れる電流の大きさを検出する電流検出部に異常信号が生じた場合であっても、かかる異常発生の診断を、車両の挙動を正常状態に保ちながら速やかに行うことができる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1A]本発明の実施形態に係る車両用操舵装置の概要を表す構成図である。

[図1B]車両用操舵装置が有する第１～第３の制御装置の内部構成図である。

[図2]連結装置の切離状態を表すＡ－Ａ線に沿う矢視横断面図である。

[図3]連結装置の切離状態を表す縦断面図である。

[図4]連結装置の結合状態を表すＡ－Ａ線に沿う矢視横断面図である。

[図5]連結装置の結合状態を表す縦断面図である。

[図6]本発明の実施形態に係る車両用操舵装置の動作説明に供するフローチャート図である。

[図7]アクティブＶＧＳ（Active Variable Gear ratio Steering）に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

[図8]アクティブＶＧＳ１（Active Variable Gear ratio Steering 1）に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

[図9]アクティブＶＧＳ２（Active Variable Gear ratio Steering 2）に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

[図10]アクティブＶＧＳ３（Active Variable Gear ratio Steering 3）に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

[図11]ＶＧＳ（Variable Gear ratio Steering）に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

[図12]ＥＰＳ（Electric PowerSteering）に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

[図13]マニュアルステアリング（Manual Steering）に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置について、図面を参照して詳細に説明する。

図１Ａは、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１の概要を表す構成図である。図１Ｂは、車両用操舵装置１０１が有する第１～第３の制御装置３５４，３６３，３９３の内部構成図である。図２は、連結装置４の切離状態を表すＡ－Ａ線に沿う矢視横断面図である。図３は、連結装置４の切離状態を表す縦断面図である。図４は、連結装置４の結合状態を表すＡ－Ａ線に沿う矢視横断面図である。図５は、連結装置４の結合状態を表す縦断面図である。

[0035] 本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１は、図１Ａに示すように、操向ハンドル（ステアリングホイール）１、反力付与装置２、転舵装置３、連結装置４、例えばＣＡＮ（Controller Area Network）のような通信媒体５、車両の速度（車速）を検出する車速センサ６、ヨーレイトセンサ７、横加速度センサ８、及び、ラック位置センサ３９を備える。

[0036] 本発明の“操向部材”に相当する操向ハンドル１は、不図示の車両の進行方向を所望の方向に変えようとする際に用いられる。操向ハンドル１の中央部には、操舵軸１０が連結されている。

[0037] 反力付与装置２は、操舵軸１０の回転方向に対する反力を付与する機能を有する。操舵軸１０は、第１の自在継手１１を介して、後記する連結装置４の第２の回転軸４０に連結されている。操舵軸１０は、ケース１２の内部に間隔を置いて設けられた第１～第３の軸受１３，１４，１５により回転自在に支持されている。ケース１２の内部は液密に保持される。操舵軸１０には、操舵トルクセンサ１６、操舵角センサ１７、反力発生装置１８が設けられる。

[0038] 操舵トルクセンサ１６は、操向ハンドル１から入力される操舵トルクの大きさと方向を、例えばソレノイド型のコイル１２ａ，１２ｂを用いて検出する機能を有する。このコイル１２ａ，１２ｂにより透磁率の変化として検出される操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢは、相互に相反する特性となる（操舵トル

ク信号ＳＡ，ＳＢの加算値は一定）。操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢは、インターフェイス回路１６４に入力される。インターフェイス回路１６４では、増幅・フィルタ処理により、操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢの波形が整形される。波形整形後の操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢは、通信媒体５を介して、後記する第１の制御装置３５３、第２の制御装置３６３、第３の制御装置３９３のそれぞれに入力される。

[0039] 第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３では、操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢの加算値が演算される。ここで、操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢの加算値は、操舵トルクセンサ１６が正常の場合、常に一定の値を採る。操舵トルクセンサ１６により検出される操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢは、相互に相反する特性を有するからである。これは、操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢの加算値が一定の値を採るか否かに基づいて、操舵トルクセンサ１６の異常診断を行うことができることを意味する。また、操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢのうちいずれかが急激に変動した場合、コイルの断線や回路の部品異常を生じた蓋然性が高い。

[0040] したがって、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢの加算値、又は、それぞれの単独値の時間変化を監視することにより、操舵トルクセンサ１６の異常診断（コイルの断線や回路の部品異常が生じているか否かに係る異常診断を含む）を行うことができる。

[0041] 操舵角センサ１７は、操向ハンドル１から入力される操舵角と方向を、例えば、二つのポテンショメータのような一対の回転角度センサ（不図示）を用いて検出する機能を有する。操舵角センサ１７の構成について詳しく述べると、操舵軸１０には、図１Ａに示すように、操舵軸１０周りに回転自在に小ギア１７４が設けられる。小ギア１７４には、この小ギア１７４に噛み合う大ギア１７５が並んで設けられる。ケース１７３に収容された一対の回転角度センサは、大ギア１７５の回転角度をそれぞれ検出することにより、減速された操向ハンドル１の操舵に係る回転角度信号ＳＣ，ＳＤ（共に同等な信号）を出力する。回転角度信号ＳＣ，ＳＤは、通信媒体５を介して、後記

する第１の制御装置３５３、第２の制御装置３６３、第３の制御装置３９３のそれぞれに入力される。

[0042] 第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、回転角度信号ＳＣ，ＳＤ同士の比較結果を監視することにより、操舵角センサ１７が異常か否かに係る異常診断を行う機能を有する。回転角度信号ＳＣ，ＳＤは、操舵角センサ１７が正常の場合、相互に共通の特性となる。これは、回転角度信号ＳＣ，ＳＤ同士の比較結果が一致するか否かに基づいて、操舵角センサ１７が異常か否かに係る異常診断を行うことができることを意味する。

[0043] したがって、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、回転角度信号ＳＣ，ＳＤ同士の比較結果を監視することにより、操舵角センサ１７が異常か否かに係る異常診断を行うことができる。

[0044] 反力発生装置１８は、操向ハンドル１の操舵軸１０の回転方向に対する反力を発生させる機能を有する。反力発生装置１８は、操舵軸１０に対して共廻りするように設けられた第３のウォームホィール１８０と、第３のモータ１８１の回転軸に設けられ、第３のウォームホィール１８０に噛み合う第３のウォーム１８２と、第３の制御装置３９３と、を有する。

[0045] 第３の制御装置３９３には、第３のモータ１８１に流れる第３の電流値を検出する第３の電流センサ（第３の電流検出部）１８１Ａが設けられている。第３の電流センサ１８１Ａで検出された第３の電流値は、第３の制御装置３９３により通信媒体５を介して第１の制御装置３５３及び第２の制御装置３６３のそれぞれへ送られる。

[0046] 第３の制御装置３９３は、後で詳しく説明するが、操舵トルクセンサ１６の操舵トルク信号ＳＡ，ＳＢや、操舵角センサ１７の回転角度信号ＳＣ，ＳＤなどに基づいて、後記する転舵用の第１のモータ３３２及び第２のモータ３４２、並びに、操舵反力付与用の第３のモータ１８１を駆動制御するための制御信号を生成する機能を有する。ただし、第３の制御装置３９３は、第１のモータ３３２又は第２のモータ３４２を駆動制御するための制御信号を生成する機能を省略して構成してもよい。

[0047] 転舵装置３は、車幅方向の一対の操舵車輪３０ａ，３０ｂに対してタイロッド３１ａ，３１ｂを介して連結されるラック軸３２、このラック軸３２に設けられた第１のラック歯３２０に噛み合う第１のピニオンギア３３、第１のピニオンギア３３が一端に設けられた第１のギア軸３３０、前記ラック軸３２に設けられた第２のラック歯３２１に噛み合う第２のピニオンギア３４、第２のピニオンギア３４が一端に設けられた第２のギア軸３４０、第１のギア軸３３０を駆動する第１の駆動装置３５、及び、第２のギア軸３４０を駆動する第２の駆動装置３６を有して構成されている。

[0048] 第１のギア軸３３０は、第２の自在継手３７を介して、連結装置４から延びる一方の第１の回転軸３８に連結される。連結装置４から延びる他方の第２の回転軸４０は、第１の自在継手１１を介して、操舵軸１０に連結されている。連結装置４の構成について、詳しくは後記する。

[0049] ラック軸３２の一側（紙面に向かって左側）と、ラック軸３２などの構成部材を覆うハウジング３８０との間には、ラック軸３２の軸方向における位置を検出する一対のラック位置センサ３９が設けられている。このラック位置センサ３９は、ケース３９０内に例えば二つのポテンショメータ等による一対のセンサ（不図示）を設けて構成される。一対のラック位置センサ３９の位置検出信号は、直接、通信媒体５を介して、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のそれぞれへ送られる。また、一対のラック位置センサ３９のうち一方の位置検出信号を、第１の制御装置３５３が、通信媒体５を介して、第２の制御装置３５３及び第３の制御装置３６３のそれぞれへ送ってもよい。さらに、一対のラック位置センサ３９のうち他方の位置検出信号を、第２の制御装置３６３が、通信媒体５を介して、第１の制御装置３５３及び第３の制御装置３９３のそれぞれへ送ってもよい。ハウジング３８０の開口部は、ダストシール３８１ａ，３８１ｂ及びオイルシール３８２の組み合わせにより液密に保持されている。

[0050] 第１の駆動装置３５は、第１のウォームホィール３３１と、第１のウォームホィール３３１に噛み合う第１のウォーム（不図示）と、を含んで構成さ

れている。第１のウォームホィール３３１及び第１のピニオンギア３３が設けられた第１のギア軸３３０は、軸受３５０、３５１、３５２を介してハウジング３８０に対して回転自在に３点支持されている。第１のウォームは、第１のモータ３３２の回転軸に設けられている。これにより、第１のモータ３３２の回転軸が駆動されると、第１のウォーム及び第１のウォームホィール３３１を介して第１のギア軸３３０が回転駆動される。すると、第１のピニオンギア３３が回転駆動される結果、ラック軸３２が軸方向に駆動されるように動作する。

[0051] 第２の駆動装置３６は、第２のウォームホィール３４１と、第２のウォームホィール３４１に噛み合う第２のウォーム（不図示）と、を含んで構成されている。第２のウォームホィール３４１及び第２のピニオンギア３４が設けられた第２のギア軸３４０は、軸受３６０，３６１，３６２を介してハウジング３８０に対して回転自在に３点支持されている。第２のウォームは、第２のモータ３４２の回転軸に設けられている。これにより、第２のモータ３４２の回転軸が駆動されると、第２のウォーム及び第２のウォームホィール３４１を介して第２のギア軸３４０が回転駆動される。すると、第２のピニオンギア３４が回転駆動される結果、第１の駆動装置３５の例と同様に、ラック軸３２が軸方向に駆動されるように動作する。

[0052] ラック軸３２、第１のピニオンギア３３、第２のピニオンギア３４、第１の駆動装置３５、及び、第２の駆動装置３６は、本発明（請求項１）の”舵力伝達機構”に相当する。

[0053] 第１の制御装置３５３には、第１のモータ３３２に流れる第１の電流値を検出する第１の電流センサ（第１の電流検出部）３３２Ａが設けられている。第１の電流センサ３３２Ａで検出された第１の電流値は、第１の制御装置３５３により通信媒体５を介して第１の制御装置３５３及び第３の制御装置３９３のそれぞれへ送られる。

[0054] 第１の制御装置３５３は、データ入出力用のインターフェイス回路、制御演算用のコンピュータ、異常診断用のウォッチドッグタイマ回路、及び、第

１のモータ３３２を駆動するためのＦＥＴブリッジ回路（いずれも不図示）などを含んで構成されている。

[0055] また、第１の制御装置３５３は、フューズ（不図示）及び第１の親リレー３５４の直列回路を介して電源１８４に接続されている。さらに、第１の制御装置３５３は、第１の子リレー３５５を介して第１のモータ３３２に接続されている。したがって、第１の制御装置３５３は、例えば、第１の電流センサ３３２Ａの異常診断時において、第１の親リレー３５４及び第１の子リレー３５５のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第１のモータ３３２、第１の制御装置３５３、及び、連結装置４への電源供給を確実に遮断するように構成されている。

[0056] また、第１の制御装置３５３（と第２の制御装置３６３と第３の制御装置３９３）は、ラック軸３２の目標位置を演算すると共に、ラック位置センサ３９により検出されるラック軸３２の現在位置が、演算により求められたラック軸３２の目標位置と一致するようにフィードバック制御を行う。

[0057] このフィードバック制御の際に、本発明の”異常診断部”を有する第１の制御装置３５３（と第２の制御装置３６３と第３の制御装置３９３）は、第１の電流センサ３３２Ａにより検出される第１の電流値と、後記する第２の電流センサ３４２Ａにより検出される第２の電流値とを比較し、これら第１及び第２の電流値の偏差が予め定められる閾値を超えるか否かを判定する。ここで、操舵車輪３０ａ，３０ｂの所要の転舵動作が正常に行われた場合、第１のモータ３３２、及び、第２のモータ３４２のそれぞれには、均衡した大きさの電流が流れる。これは、第１のモータ３３２、及び、第２のモータ３４２は、その電気的特性が相互に共通に設定され、言い換えると、正常な動作範囲では電気特性が同じになるように、減速比や制御装置での処理が適宜設定され、第１のモータ３３２、及び、第２のモータ３４２のそれぞれの回転軸は、前記の”舵力伝達機構”を介して相互に連結されているからである。

[0058] したがって、第１の制御装置３５３は、第１の電流値及び第２の電流値の

偏差を監視するだけで、煩雑な診断処理や待機時間を要することなく、第１のモータ３３２や第２のモータ３４２やそれらの駆動回路（第１の制御装置３５３と第２の制御装置３６３）などの異常診断を速やかに行うことができる。また、ラック位置センサ３９の異常時（一対のセンサ３９のうちいずれか一方が故障した場合）には、ラック軸３２を移動させなくとも、第１の電流値及び第２の電流値の偏差が大きくなるので、この値を監視することにより、ラック位置センサ３９の異常診断を行うことができる。要するに、操舵車輪３０ａ，３０ｂを動かすことなしに、ラック位置センサ３９の異常診断を速やかに行うことができる。

なお、前記の第１の制御装置３５３が有する第１の電流センサ３３２Ａ又は第２の電流センサ３４２Ａの異常診断機能は、第２の制御装置３６３及び第３の制御装置３９３も同様に有して構成されている。

[0059] 第１の電流センサ３３２Ａ又は第２の電流センサ３４２Ａの少なくともいずれか一方が異常である旨の診断が下された場合、第１の制御装置３５３は、連結装置４への通電を遮断する制御を行う。これにより、連結装置４から延びる一対の第１の回転軸３８及び第２の回転軸４０を機械的に結合させ、これをもって、操舵軸１０と第１の回転軸３８とを機械的に連結させる。

[0060] また、第１の制御装置３５３は、第１の電流センサ３３２Ａ又は第２の電流センサ３４２Ａの少なくともいずれか一方が異常である旨の診断が下された場合において、連結装置４への通電を不図示のリレーにより遮断し第１の回転軸３８及び第２の回転軸４０を連結すると同時に、第１の親リレー３５４及び第１の子リレー３５５のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第１のモータ３３２、及び、第１の制御装置３５３への電源供給を確実に遮断するように動作する。

[0061] 前記と同時に、第２の制御装置３６３は、第１の電流センサ３３２Ａ又は第２の電流センサ３４２Ａの少なくともいずれか一方が異常である旨の診断が下された場合において、第２の親リレー３６４及び第２の子リレー３６５のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第２のモータ３４２、

及び、第２の制御装置３６３への電源供給を確実に遮断して、連結装置４への通電を不図示のリレーにより遮断し第１の回転軸３８及び第２の回転軸４０を連結するように動作する。

[0062] そして、前記と同時に、正常時において反力発生装置１８の一部として機能する第３の制御装置３９３は、操舵機能の設定状態を表す操舵機能モードを、電動パワーステアリング（Electric PowerSteering：以下、”ＥＰＳ”と省略する。）機能に再構築して、操向ハンドル１の操舵トルクを軽減するＥＰＳアシスト制御を実行（継続）するように制御する（表１参照）。

[0063] 第１の制御装置３５３と同様に、第２の制御装置３６３には、第２のモータ３４２に流れる第２の電流値を検出する第２の電流センサ（第２の電流検出部）３４２Ａが設けられている。第２の電流センサ３４２Ａで検出された第２の電流値は、第２の制御装置３６３により、通信媒体５を介して第１の制御装置３５３及び第３の制御装置３９３のそれぞれへ送られる。

[0064] 第２の制御装置３６３は、第１の制御装置３５３と同様に、データ入出力用のインターフェイス回路、制御演算用のコンピュータ、異常診断用のウォッチドッグタイマ回路、及び、第２のモータ３４２を駆動するためのＦＥＴブリッジ回路（いずれも不図示）などを含んで構成されている。

[0065] また、第２の制御装置３６３は、フューズ（不図示）及び第２の親リレー３６４の直列回路を介して電源１８４に接続されている。さらに、第２の制御装置３６３は、第２の子リレー３６５を介して第２のモータ３４２に接続されている。したがって、第２の制御装置３６３は、例えば、第２のモータ３４２が故障することで第１の電流センサ３３２Ａ及び第２の電流センサ３４２Ａの信号の偏差が予め定められる閾値を超える異常診断時において、第２の親リレー３６４及び第２の子リレー３６５のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第２のモータ３４２、第２の制御装置３６３、及び、連結装置４への電源供給を不図示のリレーにより遮断し第１の回転軸３８及び第２の回転軸４０を連結するように動作する。

[0066] また、第２の制御装置３６３（と第１の制御装置３５３と第３の制御装置

３９３）は、ラック軸３２の目標位置を演算すると共に、ラック位置センサ３９により検出されるラック軸３２の現在位置が、演算により求められたラック軸３２の目標位置と一致するようにフィードバック制御を行う。

[0067] このフィードバック制御の際に、第２の制御装置３６３は、第１の電流センサ３３２Ａにより検出される第１の電流値と、第２の電流センサ３４２Ａにより検出される第２の電流値との差を演算により求め、求められた第１及び第２の電流値の差が、予め定められる閾値を超えるか否かを判定する。ここで、第１のモータ３３２、及び、第２のモータ３４２の特性が共通に設定されている前提で、所要の転舵処理を正常に行った場合、第１のモータ３３２、及び、第２のモータ３４２のそれぞれには、略均衡した大きさの電流が流れる。その理由は、前記と同様である。

[0068] そうすると、第１及び第２の電流値の差が閾値を超えるか否かに係る判定結果に基づいて、第２の制御装置３６３は、第１の電流センサ３３２Ａの信号、又は第２の電流センサ３４２Ａの信号のうち、少なくともいずれか一方が異常か否かに係る異常診断を行うことができることが分かる。

[0069] したがって、第２の制御装置３６３は、第１及び第２の電流値の差が閾値を超えるか否かに係る判定結果を監視することにより、第１の電流センサ３３２Ａの信号、又は第２の電流センサ３４２Ａの信号のうち、少なくともいずれか一方が異常か否かに係る異常診断を行うことができる。

[0070] 第１の電流センサ３３２Ａの信号、又は第２の電流センサ３４２Ａの信号のうち、少なくともいずれか一方が異常である旨の診断が下された場合、第２の制御装置３６３は、不図示のリレーにより連結装置４への通電を遮断する制御を行う。これにより、連結装置４から延びる一対の第１の回転軸３８及び第２の回転軸４０を結合させ、これをもって、操舵軸１０と第１の回転軸３８とを連結させる。

[0071] また、第２の制御装置３６３は、第１の電流センサ３３２Ａの信号、又は第２の電流センサ３４２Ａの信号のうち、少なくともいずれか一方が異常である旨の診断が下された場合において、第２の親リレー３６４及び第２の子

リレー３６５のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第２のモータ３４２、及び、第２の制御装置３６３への電源供給を確実に遮断するように動作する。

[0072] 前記と同時に、第１の制御装置３５３は、第１の電流センサ３３２Ａの信号、又は第２の電流センサ３４２Ａの信号のうち、少なくともいずれか一方が異常である旨の診断が下された場合において、第１の親リレー３５４及び第１の子リレー３５５のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第１のモータ３３２、及び、第１の制御装置３５３への電源供給を確実に遮断するように動作する。

[0073] そして、前記と同時に、正常時において反力発生装置１８の一部として機能する第３の制御装置３９３は、操舵機能の設定状態を表す操舵機能モードを、ＥＰＳ機能に再構築して、操向ハンドル１の操舵トルクを軽減するＥＰＳアシスト制御を実行（継続）するように制御する（表１参照）。

なお、表１の”◎”は、単一の故障時、例えば操舵トルクセンサ１６だけが故障した場合に、操舵システムの再構築により設定される操舵機能モード（本例ではＶＧＳ１）を示す。また、表１の”○”は、多重故障時、すなわち、例えば、操舵トルクセンサ１６が故障した後に第３の電流センサ１８１Ａ又はヨーレイトセンサ７が故障した場合に、操舵システムの再構築により設定される操舵機能モード（本例ではＶＧＳ）を示す。そして、表１の”×”は、各種センサ類６，７，８，１６，１７，３９，３３２Ａ，３４２Ａ，１８１Ａ、又は、第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３を含む各種機能部のいずれかが故障した場合に、操舵システムの再構築により設定不能な操舵機能モードを示す。

[0074] 第３の制御装置３９３は、車両速度センサ６の車速信号、ヨーレイトセンサ７の信号、横加速度センサ８の信号、操舵トルクセンサ１６の信号、操舵角センサ１７の信号、ラック位置センサ３９の信号などに基づいて、主として第３のモータ１８１を駆動制御する機能を有する。また、第３の制御装置３９３は、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３において生成され

たそれぞれの制御信号を比較することで異常診断を行い、異常診断箇所を特定して、特定された異常診断箇所を要しないことを考慮して操舵システムを再構築し、後で詳しく説明するように、適切な操舵機能モードを選定して必要な制御を実行するように動作する。

[0075] 詳しく述べると、第３の制御装置３９３は、データ入出力用のインターフェイス回路、制御演算用のコンピュータ、異常診断用のウォッチドッグタイマ回路、及び、第３のモータ１８１を駆動するためのＦＥＴブリッジ回路（いずれも不図示）などを含んで構成されている。

[0076] また、第３の制御装置３９３は、フューズ（不図示）及び第３の親リレー１８５の直列回路を介して電源１８４に接続されている。さらに、第３の制御装置３９３は、第３の子リレー１８６を介して第３のモータ１８１に接続されている。したがって、第３の制御装置３９３は、例えば、操舵トルクセンサ１６及び操舵角センサ１７が共に異常である旨の診断が下された場合において、第３の親リレー１８５及び第３の子リレー１８６のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第３のモータ１８１、第３の制御装置３９３、及び、連結装置４への電源供給を確実に遮断するように構成されている。この場合、第３の制御装置３９３は、連結装置４により第１の回転軸３８及び第２の回転軸４０を結合させ、操舵軸１０と第１の回転軸３８とを連結させることにより、操舵機能モードをマニュアルステアリングにする。

ただし、第３の制御装置３９３を、操舵システム全体の統括制御装置として機能させる場合には、第３の親リレー１８５及び第３の子リレー１８６の構成を省略することができる。

[0077] ところで、例えば、操舵トルクセンサ１６の異常診断が下された場合（表１参照）、第３の制御装置３９３は、操舵角センサ１７の回転角度信号ＳＣ，ＳＤに基づく操舵角と方向に応じた操舵反力を第３のモータ１８１に発生させる制御を実行する。この制御の際に、操舵トルクセンサ１６に異常が生じている旨を運転者に報知するために、警告表示を行うと共に、正常時と比べて操舵トルクを大きく（重く）する制御を行う。

[0078] また、第３の制御装置３９３は、第３のモータ１８１に与える第３の目標電流値を演算すると共に、第３の電流センサ１８１Ａにより検出される第３の現在電流値が、演算により求められた第３の目標電流値と一致するようにフィードバック制御を行う。

[0079] 第３の電流センサ１８１Ａの信号に異常が生じた場合（表１参照）、第３の制御装置３９３は、演算により求められた第３の目標電流値を、第３のモータ１８１の端子電圧信号に変えて、同変換後の電圧信号を用いて制御を行う。この制御の際にも、第３の電流センサ１８１Ａの信号に異常が生じている旨を運転者に報知するために、警告表示を行うと共に、正常時と比べて操舵トルクを大きく（重く）する制御を行う。

[0080] また、第３のモータ１８１又は第３の制御装置３９３の少なくともいずれか一方に異常が生じた場合には（表１参照）、操舵角センサ１７の回転角度信号ＳＣ，ＳＤに基づく操舵角と方向、及び、ラック位置センサ３９により検出されるラック軸３２の現在位置を参照しながら、異常が生じている旨を運転者に報知するための警告表示を行うと共に、正常操舵時と比べて大きい（応答性の緩慢な）ギア比になるように、第１の制御装置３５３及び第２の制御装置３６３を用いて、第１のモータ３３２及び第２のモータ３４２の駆動制御を実行する。この駆動制御の際に、第３の制御装置３９３は、第３の親リレー１８５及び第３の子リレー１８６のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第３のモータ１８１、及び、第３の制御装置３９３への電源供給を確実に遮断する。

[0081] 連結装置４は、転舵装置３の側に連結される第１の回転軸３８（図３，図５参照）と、反力付与装置２の側に連結される第２の回転軸４０（図２～図５参照）との間を、結合状態又は切離状態のいずれか一方に切り替える機能を有する。第１の回転軸３８は、図３，図５に示すように、４点接触軸受（複列アンギュラ軸受でもよい）３８１を介して、ケース４５に対し回転自在に支持されている。第２の回転軸４０は、軸受４０１を介してケース４５に回転自在に支持されると共に、軸受４０５を介して第１の回転軸３８に回転

自在に支持されている。

[0082] 第１の回転軸３８のうち反力付与装置２の側には、略円筒形状の凹部３８３が設けられている。一方、第２の回転軸４０のうち転舵装置３に向かう先端側には、略円筒形状の軸部４０３が設けられている。第２の回転軸４０の軸部４０３は、第１の回転軸３８の凹部３８３に設けられた軸受４０５を介して、第１の回転軸３８に対し回転自在に支持されている。

[0083] 連結装置４は、第１の回転軸３８のうち反力付与装置２に向かう先端側に設けられる円筒部材３８０と、第２の回転軸４０周りに間隔を置いて設けられる複数のローラ４１と、複数のローラ４１間に設けられる複数のばね部材４２と、第２の回転軸４０の外周側に設けられるカム部材４０１と、を有して構成される。

[0084] 円筒部材３８０は、反力付与装置２の側に向かって開口する、略ハット形状の横断面を有して構成されている。円筒部材３８０のハット形状部は、第２の回転軸４０の外径寸法と比べて大きい内径寸法を有する。

[0085] 複数のローラ４１は、円筒部材３８０の内周側であって、カム部材４０１の外周側に接した状態で設けられている。図２，図４に示す例では、複数のローラ４１は、一対のローラ（以下、”対ローラ”と呼ぶ場合がある。）４１を組として、都合３組（６個）設けられている。複数のばね部材４２は、一対のローラ４１の間を離間させる方向に付勢するように、一対のローラ４１間のそれぞれに設けられている。

[0086] カム部材４０１は、第２の回転軸４０の放射方向に直交する３つのカム面４０７を有するように、頂点部分が面取りされた略三角柱形状に形成されている。カム部材４０１の３つのカム面４０７のそれぞれには、対ローラ４１が三方から密着するように設けられている。

[0087] 第１の回転軸３８と、第２の回転軸４０との間を、結合状態又は切離状態のいずれか一方に切り替える機能を発揮するために、連結装置４は、切替装置４４（図３，図５参照）を備えている。

[0088] 切替装置４４は、円筒部材３８０に対して切替え爪部４３を、第２の回転

軸４０の軸方向に沿って往復移動させることにより、カム部材４０１及び３組の対ローラ４１の組み合わせと、円筒部材３８０とのくさび状の係合関係を機械的に制御する機能を有する。

[0089] 詳しく述べると、切替装置４４は、第２の回転軸４０の外周部分に軸方向に沿って往復移動自在なスリーブ状のスライダ部４４０と、スライダ部４４０をカム部材４０１から離間させる方向に付勢するばね部材４４１と、スライダ部４４０の外周部分に回転自在に支持される円環状のスライダリング４４２と、を有する。ただし、スライダリング４４２は、第２の回転軸４０の軸方向に沿う方向の移動が拘束されている。

[0090] 例えば金属製（特に限定されない）のスライダ部４４０には、周方向に等間隔を置いて３つの切替え爪部４３が、転舵装置３の側を指向して一体に延びるように設けられている。３つの切替え爪部４３は、円筒部材３８０の内方にさし込まれた状態（図２参照）で、カム部材４０１における面取りされた頂点部分が対面すると共に、３組の対ローラ４１の隙間を埋めるように配設されている。

[0091] スライダリング４４２には、第２の回転軸４０を挟んで相互に対向する位置に、第２の回転軸４０の放射方向に沿って、一対のピン部材４４３がそれぞれ一体に設けられている。スライダリング４４２の外周側には、円環状の部分を有するてこ部材４４４が設けられている。金属製のケース４５には、てこ部材４４４の支点４４６が設けられている。一方、てこ部材４４４の力点４４７には、ロッド部材４４７Ａがリンク結合されている。磁性体からなるロッド部材４４７Ａは、電磁ソレノイド４４８のコイルに対して挿抜自在に設けられている。

[0092] てこ部材４４４における円環状の部分には、第２の回転軸４０を挟んで相互に対向する位置に、第２の回転軸４０の軸方向と直交する方向に延びる一対の長孔部４４５がそれぞれ開設されている。てこ部材４４４の一対の長孔部４４５には、一対のピン部材４４３がそれぞれ係合するように設けられている。これにより、支点４４６を中心とするてこ部材４４４の回転動作が、

一対の長孔部４４５に係合する一対のピン部材４４３を介して、スライダリング４４２における第２の回転軸４０の軸方向の動きとして作用するように構成されている。

[0093] スライダ部４４０の内周部分には、第２の回転軸４０の軸方向に沿って延びるスプライン４４９が複数形成されている。スライダ部４４０の内周部分が対面する第２の回転軸４０にも、前記と同様に、軸方向に沿って延びるスプライン４５０が複数形成されている。これにより、第２の回転軸４０に対してスライダ部４４０が、それぞれのスプライン４４９，４５０間の係合状態を維持して、軸方向に沿って摺動自在に支持される。

[0094] 前記のように構成された切替装置４４は、以下のように動作する。すなわち、電磁ソレノイド４４８のコイルが通電により帯磁している状態では、図３に示すように、ロッド部材４４７Ａは、電磁ソレノイド４４８のコイルに対して挿入方向に位置する。このとき、てこ部材４４４は、ロッド部材４４７Ａに連なる力点４４７の移動に伴って反時計方向に回転動作する。すると、支点４４６を中心とするてこ部材４４４の反時計方向への回転動作が、一対の長孔部４４５に係合する一対のピン部材４４３を介して、転舵装置３の側へ向かうスライダ部４４０の軸方向の動きに変換される。その結果、スライダ部４４０がばね部材４４１の弾発力に抗して転舵装置３の側へ移動する。このスライダ部４４０の移動に伴って、複数の切替え爪部４３が円筒部材３８０の内方にさし込まれて、３組の対ローラ４１の隙間を埋めるようになる（図２参照）。

[0095] 複数の切替え爪部４３が円筒部材３８０の内方にさし込まれると、３組の対ローラ４１のそれぞれは、３つの切替え爪部４３が有するくさび状の側部によって、周方向に押し込まれるように動作する。これにより、複数の対ローラ４１の間にそれぞれ設けられる複数のばね部材４２は、それぞれが圧縮された状態となる。その結果、複数の対ローラ４１の外周縁部と、円筒部材３８０の内周縁部とが離隔することで、第１の回転軸３８と、第２の回転軸４０との間が、切離状態に維持される。この切離状態において、第１の回転

軸３８及び第２の回転軸４０は、相対回転が自在になっている。

[0096] これに対し、電磁ソレノイド４４８のコイルが通電停止により消磁している状態では、図５に示すように、ばね部材４４１によりロッド部材４４７Ａは、電磁ソレノイド４４８のコイルに対して抜け方向に位置する。このとき、てこ部材４４４は、ロッド部材４４７Ａに連なる力点４４７の移動に伴って時計方向に回転動作する。すると、支点４４６を中心とするてこ部材４４４の時計方向への回転動作が、一対の長孔部４４５に係合する一対のピン部材４４３を介して、転舵装置３の側へ向かうスライダ部４４０の軸方向の動きに変換される。その結果、スライダ部４４０がばね部材４４１の弾発力を受けて反力付与装置２の側へ移動する。このスライダ部４４０の移動に伴って、複数の切替え爪部４３が円筒部材３８０の内方から抜け出て、３組の対ローラ４１が３つの切替え爪部４３による押圧力から解放されるようになる（図４参照）。

なお、電磁ソレノイド４４８は、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のそれぞれから出力される電磁ソレノイド４４８の駆動信号が全てオン（通電）である場合に限って帯磁される一方、それ以外では消磁されるように動作する。

[0097] 複数の切替え爪部４３が円筒部材３８０の内方から抜け出ると、３組の対ローラ４１のそれぞれは、複数の対ローラ４１の間にそれぞれ設けられる複数のばね部材４２が有する弾発力の作用によって、一対のローラ４１間の間隔が、ばね部材４２のセット長まで大きく拡がる。また、３組の対ローラ４１のそれぞれは、カム部材４０１が有する３つのカム面４０７に密着している。その結果、複数の対ローラ４１の外周縁部と、円筒部材３８０の内周縁部とがくさび状に係合することで、第１の回転軸３８と、第２の回転軸４０との間が、切離状態（図２，図３参照）から結合状態（図４，図５参照）へと瞬時に切り替えられる。

[0098] 実際には、例えば、第３の制御装置３９３（と第１の制御装置３５３と第２の制御装置３６３）は、表１に示すように、例えば、操舵トルクセンサ１

６等の箇所が複数において異常診断（多重故障）されて、操舵機能モードとしてＥＰＳが選択された場合に、連結装置４への電源供給を遮断する。これにより、電磁ソレノイド４４８のコイルが通電停止状態となる。その後、前記の手順を経て、第１の回転軸３８と、第２の回転軸４０との間が、切離状態から結合状態へと切り替えられることになる。この切り替えに伴い、実際にてこ部材４４４が時計方向へ回転動作した旨は、リミットスイッチ（図３，図５参照）４５１を介して検知され、通信媒体５を介して、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３へと伝えられる。

[0099] 車両の始動時に、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、例えば、切替え爪部４３が円筒部材３８０の内方に入らないなどといった事象をリミットスイッチ４５１の信号により異常診断し、この異常診断結果に応じて、表１に示すように、操舵システムの再構築を行う。例えば、切替え爪部４３が円筒部材３８０の内方に入らない旨の異常診断結果が下された場合、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵機能モードをＥＰＳモードに設定して操舵制御を行う。

[0100] ところで、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１の起動開始時には、連結装置の切替え爪部は結合状態にある。具体的には、例えば、連結装置の切替え爪部が結合状態にある車両の駐車時において、操向ハンドル１を据え切りすることで過大な負荷トルクを連結装置４の結合部分（円筒部材３８０の内周縁部、複数の対ローラ４１の外周縁部、及び、カム部材４０１のカム面４０７の三者が相互に当接する部分）に与えた場合には、この結合部分同士が食いついた固着状態を生じる。その結果、連結装置４に電源を投入しても、切替装置４４が円筒部材３８０の内方に複数の切替え爪部４３をさし込むことができずに、連結装置４を結合状態から切離状態へと切り替えることができないおそれがある。

[0101] こうした不具合をなくすために、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、連結装置４の状態にかかわらず、切替装置４４が円筒部材３８０の内方に複数の切替え爪部４３を円滑にさし込むことができるように対応し

ている。すなわち、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、第１のモータ３３２又は第２のモータ３４２の少なくともいずれか一方、及び、第３のモータ１８１を駆動することで、前記の結合部分をローラ４１及びカム面４０７の固着状態から解放するように制御する。この駆動制御の際に、第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１の回転方向を、適当な周期をもって振動的に切り替える駆動制御を行うことで、前記の結合部分を緩ませるようにしてもよい。

[0102] 〔本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１の動作〕

次に、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１の動作について、図６、及び、表１を適宜参照して説明する。

図６は、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１の動作説明に供するフローチャート図である。

表１は、本発明に係る車両用操舵装置１０１の構成要素である、各種センサ類６，７，８，１６，１７，３９，３３２Ａ，３４２Ａ，１８１Ａ、第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３を含む各種機能部のうち単独又は複合の異常箇所のそれぞれに対応付けて適切な操舵機能モードの種別が記述されたマップ（本発明の”対応情報”に相当する。）である。このマップ（以下で言及するマップも同様）は、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のそれぞれが有する記憶部７７ａ，７７ｂ，７７ｃ（図１Ｂ参照）に記憶されている。

[表1]

操舵機能モード / 異常個所		SBW		EPS	マニュアルステアリング
		アクティブVGS	VGS		
センサ	ヨーレイトセンサ	×	◎	○	○
	横加速度センサ	×	◎	○	○
	操舵トルクセンサ	◎ VGS1	○	○	○
	操舵角センサ	×	×	◎	○
	ラック位置センサ	×	×	◎	○
	第3の電流センサ	◎ VGS2	○	○	○
	第1の電流センサ	×	×	◎	○
	第2の電流センサ	×	×	◎	○
モータ又はECU	第3のモータ又は第3のECU	◎ VGS3	○	○	○
	第1のモータ又は第1のECU	×	×	◎	○
	第2のモータ又は第2のECU	×	×	◎	○
連結装置		×	×	◎	○
EPSモード中に第3のモータ又は第3のECUに異常発生		×	×	×	◎
その他		×	×	×	◎

[0103] まず、車両のイグニッションキースイッチをオンすると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のそれぞれには、ヒューズを介して車載バッテリ（不図示）から電源が供給される。これにより、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、図６に示す処理の流れを順次実行する。

[0104] ステップＳ１において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、通信媒体５を介して、車速センサ６、ヨーレイトセンサ７、横加速度センサ８、操舵トルクセンサ１６、操舵角センサ１７、ラック位置センサ３９、第１～第３の電流センサ３３２Ａ，３４２Ａ，１８１Ａを含む各種センサ類からの信号を入力する。

[0105] ステップＳ２において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、異常診断処理を実行する。異常診断処理では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、各種センサ類６，７，８，１６，１７，３９，３３２Ａ，３４２Ａ，１８１Ａ、第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１、及び、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３を含む各種機能部が、異常か否かの診断を行う。

[0106] ここで、各種センサ類６，７，８，１６，１７，３９，３３２Ａ，３４２Ａ，１８１Ａ、及び、第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１に係る異常診断と、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３に係る異常診断とに分けて、それぞれの診断手順について具体的に説明する。

[0107] まず、各種センサ類６，７，８，１６，１７，３９，３３２Ａ，３４２Ａ，１８１Ａに係る異常診断では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、それぞれが多重化（二重化）されている各種センサ類からの一対の検出信号を相互に比較し、これらが一致（所定の許容範囲以内に収束するケースを含む。以下、同じ。）しているか否かに基づいて、各種センサ類が異常か否かの診断を行う。

[0108] これについて、車速センサ６を例示して説明すると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、多重化（二重化）された一対の車速センサ６からの一対の車速検出信号を相互に比較し、これらが一致しているか否かに基づいて、車速センサ６が異常か否かの診断を行う。

[0109] なお、例えば、車両用操舵装置１０１以外の他のシステム（例えば、PGM-FI：ProGraMmed Fuel Injection）からエンジン回転速度の信号を通信媒体５を介して取り込み比較することにより、車速センサ６の異常診断を行ってもよい。

[0110] また、第１の電流センサ３３２Ａを例示して説明すると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、多重化（二重化）された一対の第１の電流センサ３３２Ａからの一対の第１の電流検出信号を相互に比較し、これらが一致しているか否かに基づいて、第１の電流センサ３３２Ａが異常か否か

の診断を行う。第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、第２の電流センサ３４２Ａからの一対の第２の電流検出信号、及び、第３の電流センサ１８１Ａからの一対の第３の電流検出信号についても、前記と同様の異常診断を行う。

[0111] さらに、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、第１の電流センサ３３２Ａ、又は第２の電流センサ３４２Ａのいずれか一方が異常である旨の診断を下してもよい。これについて説明すると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、第１の電流センサ３３２Ａからの検出信号と、第２の電流センサ３４２Ａからの検出信号を相互に比較し、これらが一致しているか否かに基づいて、第１の電流センサ３３２Ａ、又は第２の電流センサ３４２Ａのいずれか一方が異常である旨の診断を下す構成を採用してもよい。このように構成すれば、それぞれの電流センサ３３２Ａ，３４２Ａを多重化しなくても、異常診断を行うことができるため、システム構成を簡素化することができる。

[0112] また、第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１に係る異常診断は、例えば、第１及び第２の電流センサ３３２Ａ，３４２Ａの二値比較に基づく異常診断結果に基づいて、第１のモータ３３２又は第２のモータが異常である旨の診断を下す一方、第３のモータの駆動命令電流値及び第３の電流センサ１８１Ａの信号を比較した結果に基づいて、第３のモータ１８１が異常である旨の診断を下す、構成を採用すればよい。

[0113] また、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３に係る異常診断では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、それぞれにおいて入力及び出力が共通の処理内容に対する結果を相互に３値比較することで、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のうち、異常が生じている蓋然性の高い制御装置を特定する。例えば、前記共通の処理内容に対する結果が三者で同じ（所定の許容範囲以内に収束するケースを含む。以下、同じ。）場合には、多数決の原理に従い、第１～第３の全ての制御装置３５３，３６３，３９３が正しいと診断する。

[0114] また、前記共通の処理内容に対する結果が二者で同じであり、残りの一者が異なる（所定の許容範囲から逸脱するケースを含む。以下、同じ。）場合には、前期と同様に多数決の原理に従い、前記二者が正しいと診断する一方、前記残りの一者が誤っていると診断する。

そして、前記共通の処理内容に対する結果が三者間で異なる場合には、三者全てが誤っていると診断する。

[0115] 第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、ステップＳ２における全てのセンサ類又は機能部が正常であるか否かの診断結果に基づいて、マップ（表１）を参照して、診断結果に応じた操舵機能モードを選択する。マップ（表１）には、異常箇所の種別に対する適切な操舵機能モードが関連付けて記述されている。例えば、全てのセンサ類又は機能部が正常の場合、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵機能モードをアクティブ可変ギアレシオステアリング（Active Variable Gear ratio Steering：以下、”アクティブＶＧＳ”と省略する。）に設定する。一方、センサ類又は機能部のうちいずれかが異常の場合、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、マップ（表１）を参照して、異常箇所の種別に対する適切な操舵機能モードを適宜設定する。

[0116] ステップＳ３において、ステップＳ２における全てのセンサ類又は機能部が正常であるか否かの診断結果を受けて、全てのセンサ類又は機能部が正常である場合（Ｙｅｓ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを次のステップＳ４へと進ませる。

[0117] 一方、ステップＳ３の判定の結果、操舵機能モードをアクティブＶＧＳモードに設定すべきでない旨の判定が下された場合（Ｎｏ）、つまり、センサ類又は機能部のうちいずれか１以上が異常である旨の判定が下された場合、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを処理の流れをステップＳ６へとジャンプさせる。

[0118] ステップＳ４において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、連結装置４の電磁ソレノイド４４８に電源を供給することにより、連結装

置４を切離状態にする制御を行う。

[0119] ステップＳ５において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵機能モードをアクティブＶＧＳモード（本発明の”第１の操舵機能モード”に相当する。）に設定するアクティブＶＧＳ制御を行い、その後、処理の流れをステップＳ１へと戻す。なお、アクティブＶＧＳ制御について、詳しくは後記する。

[0120] ステップＳ６において、ステップＳ３の判定の結果、センサ類又は機能部のうちいずれか１以上が異常である旨の判定が下された場合、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、車両のインストルメントパネル（不図示）に設けた警報ランプを点灯させると共に、異常診断箇所を表示させる制御を行う。

[0121] ステップＳ７～Ｓ２２において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、次に説明するように、ステップＳ２の異常診断結果に応じて操舵システムの再構築を行い、適切な操舵機能モードを設定して操舵制御を行う。

[0122] まず、ステップＳ７において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、ステップＳ２における（操舵トルクセンサ１６が異常である旨の）異常診断結果、及び、表１の操舵機能モードマップを参照して、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ１モードに設定すべきか否かを判定する。ステップＳ７の判定の結果、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ１モードに設定すべき旨の判定が下された場合（Ｙｅｓ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを次のステップＳ８へと進ませる。

[0123] 一方、ステップＳ７の判定の結果、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ１モードに設定すべきでない旨の判定が下された場合（Ｎｏ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れをステップＳ１０へとジャンプさせる。

[0124] ステップＳ８において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、連結装置４への電源供給を継続することにより、連結装置４を切離状態に

する制御を行う。

[0125] ステップＳ９において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ１モード（本発明の”第１の操舵機能モード”に相当する。）に設定するアクティブＶＧＳ１制御を行い、その後、処理の流れをステップＳ１へと戻す。なお、アクティブＶＧＳ１制御について、詳しくは後記する。

[0126] ステップＳ１０において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、ステップＳ２の（第３の電流センサ１８１Ａが異常である旨の）異常診断結果を参照して、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ２モードに設定すべきか否かを判定する。ステップＳ１０の判定の結果、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ２モードに設定すべき旨の判定が下された場合（Ｙｅｓ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを次のステップＳ１１へと進ませる。

[0127] 一方、ステップＳ１０の判定の結果、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ２モードに設定すべきでない旨の判定が下された場合（Ｎｏ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れをステップＳ１３へとジャンプさせる。

[0128] ステップＳ１１において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、連結装置４への電源供給を継続することにより、連結装置４を切離状態にする制御を行う。

[0129] ステップＳ１２において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ２モード（本発明の”第１の操舵機能モード”に相当する。）に設定するアクティブＶＧＳ２制御を行い、その後、処理の流れをステップＳ１へと戻す。なお、アクティブＶＧＳ２制御について、詳しくは後記する。

[0130] ステップＳ１３において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、ステップＳ２の（第３のモータ１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３が異常である旨の）異常診断結果を参照して、操舵機能モードを

アクティブＶＧＳ３モードに設定すべきか否かを判定する。ステップＳ１３の判定の結果、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ３モードに設定すべき旨の判定が下された場合（Ｙｅｓ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを次のステップＳ１４へと進ませる。

[0131] 一方、ステップＳ１３の判定の結果、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ３モードに設定すべきでない旨の判定が下された場合（Ｎｏ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れをステップＳ１６へとジャンプさせる。

[0132] ステップＳ１４において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、連結装置４への電源供給を継続することにより、連結装置４を切離状態にする制御を行う。

[0133] ステップＳ１５において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ３モード（本発明の”第１の操舵機能モード”に相当する。）に設定するアクティブＶＧＳ３制御を行い、その後、処理の流れをステップＳ１へと戻す。なお、アクティブＶＧＳ３制御について、詳しくは後記する。

[0134] ステップＳ１６において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、ステップＳ２の（ヨーレイトセンサ７又は横加速度センサ８が異常である旨の）異常診断結果を参照して、操舵機能モードをＶＧＳモードに設定すべきか否かを判定する。ステップＳ１６の判定の結果、操舵機能モードをＶＧＳモードに設定すべき旨の判定が下された場合（Ｙｅｓ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを次のステップＳ１７へと進ませる。

[0135] 一方、ステップＳ１６の判定の結果、操舵機能モードをＶＧＳモードに設定すべきでない旨の判定が下された場合（Ｎｏ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れをステップＳ１９へとジャンプさせる。

[0136] ステップＳ１７において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３

は、連結装置４への電源供給を継続することにより、連結装置４を切離状態にする制御を行う。

[0137] ステップＳ１８において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵機能モードをＶＧＳモード（本発明の”第２の操舵機能モード”に相当する。）に設定するＶＧＳ制御を行い、その後、処理の流れをステップＳ１へと戻す。なお、ＶＧＳ制御について、詳しくは後記する。

[0138] ステップＳ１９において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、連結装置４の電磁ソレノイド４４８への電源供給を遮断することにより、連結装置４を切離状態から結合状態へと切り替える制御を行う。

[0139] ステップＳ２０において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、ステップＳ２の（操舵角センサ１７、ラック位置センサ３９、第１の電流センサ３３２Ａ、第２の電流センサ３４２Ａ、第１のモータ３３２、第１の制御装置（第１のＥＣＵ）３５３、第２のモータ３４２、第２の制御装置（第２のＥＣＵ）３６３、又は連結装置４のいずれかが異常である旨の）異常診断結果を参照して、操舵機能モードをＥＰＳモードに設定すべきか否かを判定する。ステップＳ２０の判定の結果、操舵機能モードをＥＰＳモードに設定すべき旨の判定が下された場合（Ｙｅｓ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のうち正常な制御装置は、処理の流れを次のステップＳ２１へと進ませる。

[0140] 一方、ステップＳ２０の判定の結果、操舵機能モードをＥＰＳモードに設定すべきでない旨の判定が下された場合（Ｎｏ）、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れをステップＳ２２へとジャンプさせる。

[0141] ステップＳ２１において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のうち正常な制御装置は、操舵機能モードを電動パワーステアリング（ＥＰＳ）モード（本発明の”第３の操舵機能モード”に相当する。）に設定するＥＰＳ制御を行い、その後、処理の流れをステップＳ１へと戻す。なお、ＥＰＳ制御について、詳しくは後記する。

[0142] ステップＳ２２において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵機能モードをマニュアルステアリングモード（本発明の”第４の操舵機能モード”に相当する。）に設定するマニュアルステアリング制御を行い、その後、処理の流れをステップＳ１へと戻す。なお、マニュアルステアリング制御について、詳しくは後記する。

[0143] 次に、ステップＳ５のアクティブＶＧＳ制御について、図７を参照して説明する。図７は、アクティブＶＧＳに係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

[0144] ステップＳ５０において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵角センサ１７、ラック位置センサ３９、及び、車速センサ６の信号を用いて、操舵角センサ１７の信号に基づく操舵角と、ラック位置センサ３９の信号に基づく操舵車輪転舵角との間のギア比を、車速センサ６の車速信号に応じて可変設定し、こうして設定したギア比を実現する操舵車輪転舵角に、ラック軸３２の現在位置が追従するように、第１及び第２のモータ３３２，３４２の駆動制御を行う。このような第１及び第２のモータ３３２，３４２の駆動制御を、”ＶＧＳ制御”と呼ぶ。

[0145] 詳しく述べると、ステップＳ５０のＶＧＳ制御では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、車速の変化に応じて適切なギヤレシオが予め設定されたマップを参照することで、現在車速に応じたギア比（ＶＧＳレシオ）を読み出して設定する。これにより、ＶＧＳレシオは、例えば、低車速域において１以下の値となるクイックレシオ、つまり、実際の操舵角に対して操舵車輪転舵角が大きくなるギア比に設定される一方、高車速域において１以上の値となるスローレシオ、つまり、実際の操舵角に対して操舵車輪転舵角が小さくなるギア比に設定される。

[0146] そして、こうして設定されたギア比（ＶＧＳレシオ）を実現する操舵車輪転舵角に対応するラック軸３２の位置に対し、ラック軸３２の現在位置が追従するように、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、第１及び第２のモータ３３２，３４２の駆動制御を行う。なお、ギア比（ＶＧＳレシ

オ）は、車両のヨーレイトが予め定められる定常値に一致すること、及び、車体の横加速度が予め定められる限界値を超えないことを考慮して適宜設定される。

[0147] 第１及び第２のモータ３３２，３４２の駆動制御に際し、第１及び第２のモータ３３２，３４２にそれぞれ流れる第１及び第２の電流値は、第１及び第２のモータ３３２，３４２や、第１及び第２の制御装置３５３、３６３や、第１及び第２の駆動装置３５，３６等が正常の場合は、主として路面の負荷（摩擦係数）に基づいて定められる。

[0148] 一方、第１及び第２のモータ３３２，３４２や、第１及び第２の制御装置３５３、３６３や、第１及び第２の駆動装置３５，３６等が異常の場合、具体的には、例えば、第１のモータ３３２の１相の巻線が短絡している場合には、第１のモータ３３２の電流が増大する。そこで、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のそれぞれは、このような事象（第１のモータ３３２の電流増大）が起きていないかどうかを、通信媒体５を介して監視する。こうして監視される第１及び第２の電流値は、第１及び第２の電流センサ３３２Ａ，３４２Ａの異常診断を行う際や、第１及び第２の制御装置３５３，３６３の異常診断を行う際などに参照される。

[0149] ステップＳ５１において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵角センサ１７、ラック位置センサ３９、ヨーレイトセンサ７、及び、横加速度センサ８の信号を用いて、ヨーレイトセンサ７の信号に基づく車両のヨーレイト、及び、横加速度センサ８の信号に基づく車体の横加速度に基づいて、操舵角とは独立して、前記のギア比（ＶＧＳレシオ）をアクティブに制御する、アクティブギア比制御を行う。これにより、車両の挙動を安定化させる。

[0150] 詳しく述べると、ステップＳ５１のアクティブギア比制御では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵角センサ１７の信号に基づく操舵角、及び、操舵角の変化に応じて適切なヨーレイト及び横加速度が予め設定されたマップを参照することで、現在の操舵角に応じた規範（目標）ヨ

ーレイト及び規範（目標）横加速度をそれぞれ読み出して設定し、こうして設定した規範（目標）値に、車両のヨーレイト、及び、車体の横加速度が追従するように、第１及び第２のモータ３３２，３４２をフィードバック制御する。

[0151] これにより、ステップＳ５０のＶＧＳ制御では考慮されなかった、走行路面の摩擦係数の差異（アスファルトや圧雪路）や、走行路面の凹凸（わだち）などの外乱要因を修正し、車両の安定走行に貢献する。特に、車両の直進走行中に、操舵車輪３０ａ，３０ｂがわだちにはまったり、車体が横風を受けたりしても、運転者は操向ハンドル１の向きを直進方向に維持してさえいれば、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵車輪３０ａ，３０ｂの転舵角を自動的に修正することで車両を直進走行させるように制御を行う。

要するに、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、ＶＧＳ制御では機械的にギア比制御を行うが、アクティブギア比制御では外乱要因に対して細やかに自動修正して運転者の操向ハンドル１からの操舵意図を命令（ハンドルコマンド；Handle Command）とし、操向ハンドル１による操舵角から独立して、操舵車輪転舵角を適切に転舵する制御を行う。

[0152] ステップＳ５２において、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵トルクセンサ１６、操舵角センサ１７、車速センサ６、ヨーレイトセンサ７、及び、横加速度センサ８の信号、並びに、操舵トルク設定テーブル（操舵トルクセンサ１６、操舵角センサ１７、車速センサ６、ヨーレイトセンサ７、及び、横加速度センサ８の検出信号毎に対応する、適切な操舵トルクが予め設定されたテーブル）を参照して、操舵角センサ検出信号とヨーレイト検出信号と横加速度検出信号の増大に応じて操舵トルクが大きく（重く）なり、また、車速の増大に応じて操舵トルクが大きく（重く）なるように、目標となる操舵トルクを設定し、操舵トルクセンサ１６の信号に基づく現在の操舵トルクが、前記設定された目標となる操舵トルクに追従するようにフィードバック制御する。このようなフィードバック制御を、”アクティ

ブ反力制御”と呼ぶ。

これにより、操向ハンドル１の操作時に適切な手応えを付与することで、車両のセルフアライニングトルクを増大させ、車両を安定方向に導くことができる。あたかも運転者は、操向ハンドル１に手を添えているだけで、自然に安定方向に操舵したかのように操舵車輪３０ａ，３０ｂが戻される（セルフアライニングトルク）結果として、操向ハンドル１の操作性を向上させることができる。

[0153] 詳しく述べると、ステップＳ５２のアクティブ反力制御では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、車速センサ６の車速信号、及び、車速の変化に応じて適切な操舵トルクが予め設定されたマップを参照することで、低車速域では操向ハンドル１の手ごたえを小さく設定する一方、高車速域では操向ハンドル１の手ごたえを大きく設定するように制御する。

したがって、操向ハンドル１の操舵角に応じて、又は、ヨーレイトや横加速度に応じて、さらに、車速センサ６の車速信号を参酌することで、操向ハンドル１の手応えを適切に設定し、これをもって、操向ハンドル１の操作性を向上させることができる。

[0154] また、車両がスピン傾向にあるときは、ヨーレイトセンサ７の検出信号が増大して操舵反力が大きく、つまり手応えが重く制御されるため、セルフアライニングトルクが増大して、スピンを止める方向に操向ハンドル１を操作し易くさせる。このように、操向ハンドル１の操作方向に係る手応えを変えることで運転者に適切な操向ハンドル１の操作を促すことができる。さらに、原則として、操向ハンドル１と操舵車輪３０ａ，３０ｂとの間の機械的な結合がされていないため、走行路面の振動や段差でのキックバック、操舵車輪３０ａ，３０ｂ間の駆動力差（前輪駆動車）に基づくトルクステアをなくすことができる。

[0155] ステップＳ５２のアクティブ反力制御が終了すると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを図６のステップＳ１へと戻し、以下の処理を順次実行させる。

[0156] 次に、ステップＳ９のアクティブＶＧＳ１制御について、図８を参照して説明する。図８は、アクティブＶＧＳ１に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

図７に示すアクティブＶＧＳ制御と、図８に示すアクティブＶＧＳ１制御とでは、共通の処理ステップ（Ｓ５０及びＳ５１）が存在する。そこで、これら共通の処理ステップ（Ｓ５０及びＳ５１）についての説明を省略し、両者の相違点（ステップＳ５３）に注目して説明する。

[0157] ステップＳ５３において、操舵トルクセンサ１６に異常が生じている旨の異常診断を下した第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵角センサ１７、車速センサ６、ヨーレイトセンサ７、及び、横加速度センサ８の信号、並びに、操舵トルク設定テーブル（操舵角センサ１７、車速センサ６、ヨーレイトセンサ７、及び、横加速度センサ８の検出信号毎に対応する、適切な操舵トルクが予め設定されたテーブル）を参照して、操舵角センサ検出信号とヨーレイト検出信号と横加速度検出信号の増大に応じて操向ハンドル１上の操舵トルクが大きく（重く）なり、また、車速の増大に応じて操舵トルクが大きく（重く）なるように、操舵角センサ検出信号とヨーレイト検出信号と横加速度検出信号の増大に応じて目標となる操舵トルクを設定し、現在の操舵トルクが前記設定された目標となる操舵トルクに追従するように、操舵トルクの代替情報として操舵角センサ１７の微分信号を用いて、第３のモータ１８１の端子間電圧を制御する。このような制御を、”反力制御１”と呼ぶ。

これにより、操向ハンドル１の操作時に適切な手応えを付与することで、車両のセルフアライニングトルクを増大させ、車両を安定方向に導くことができる。あたかも運転者は、操向ハンドル１に手を添えているだけで、自然に安定方向に操舵したかのように操舵車輪３０ａ，３０ｂが戻される（セルフアライニングトルク）結果として、車両のセルフアライニングトルクを増大させ、車両の安定性を付与するとともに、操向ハンドル１の操作性を向上させることができる。

[0158] 詳しく述べると、ステップＳ５３の反力制御１では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、車速センサ６の車速信号、及び、車速の変化に応じて適切な操舵トルクが予め設定されたマップを参照することで、低車速域では操向ハンドル１の手ごたえを小さく設定する一方、高車速域では操向ハンドル１の手応えを大きく設定するように制御する。

したがって、操向ハンドル１の操舵角に応じて、又は、ヨーレイトや横加速度に応じて、さらに、車速センサ６の車速信号を参酌することで、操向ハンドル１の手応えを適切に設定し、これをもって、操向ハンドル１の操作性を向上させることができる。

[0159] また、車両がスピン傾向にあるときは、スピンを止める方向に操向ハンドル１を操作させることを、操向ハンドル１の操作方向に係る手応えを変えることで運転者に促すことができる。さらに、原則として、操向ハンドル１と操舵車輪３０ａ，３０ｂとの間の機械的な結合がされていないため、走行路面の振動や段差でのキックバック、操舵車輪３０ａ，３０ｂ間の駆動力差（前輪駆動車）に基づくトルクステアをなくすことができる。

[0160] ただし、ステップＳ５３の反力制御１では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵トルクセンサ１６の異常を知らせる警告表示を行うと共に、正常時と比べて操舵トルクを大きく（重く）する制御を行う。これにより、操舵システムに異常が生じている旨を適時に運転者に報知する。

[0161] ステップＳ５３の反力制御１が終了すると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを図６のステップＳ１へと戻し、以下の処理を順次実行させる。

[0162] 次に、ステップＳ１２のアクティブＶＧＳ２制御について、図９を参照して説明する。図９は、アクティブＶＧＳ２に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

図７に示すアクティブＶＧＳ制御と、図９に示すアクティブＶＧＳ２制御とでは、共通の処理ステップ（Ｓ５０及びＳ５１）が存在する。そこで、これら共通の処理ステップ（Ｓ５０及びＳ５１）についての説明を省略し、両

者の相違点（ステップＳ５４）に注目して説明する。

[0163] ステップＳ５４において、第３の電流センサ１８１Ａに異常が生じている旨の異常診断を下した第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵トルクセンサ１６、操舵角センサ１７、車速センサ６、ヨーレイトセンサ７、及び、横加速度センサ８の信号、並びに、操舵トルク設定テーブル（操舵トルクセンサ１６、操舵角センサ１７、車速センサ６、ヨーレイトセンサ７、及び、横加速度センサ８の検出信号毎に対応する、適切な操舵トルクが予め設定されたテーブル）を参照して、操舵角センサ検出信号とヨーレイト検出信号と横加速度検出信号の増大に応じて操舵トルクが大きく（手応えが重く）なり、また、車速の増大に応じて操舵トルクが大きく（手応えが重く）なるように、目標となる操舵トルクを設定し、現在の操舵トルクが前記設定された目標となる操舵トルクに追従するように、操舵角センサ１７の微分信号を用いて、第３のモータ１８１の端子間電圧を制御する。このような制御を、”反力制御２”と呼ぶ。

[0164] これにより、操向ハンドル１の操作時に適切な手応えを付与することで、車両のセルフアライニングトルクを増大させ、車両を安定方向に導くことができる。あたかも運転者は、操向ハンドル１に手を添えているだけで、自然に安定方向に操舵したかのように操舵車輪３０ａ，３０ｂが戻される（セルフアライニングトルクによる）結果として、車両のセルフアライニングトルクを増大させ、車両の安定性を付与するとともに、操向ハンドル１の操作性を向上させることができる。

[0165] 詳しく述べると、ステップＳ５４の反力制御２では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、車速センサ６の車速信号、及び、車速の変化に応じて適切な操舵トルクが予め設定されたマップを参照することで、低車速域では操向ハンドル１の手ごたえを小さく設定する一方、高車速域では操向ハンドル１の手ごたえを大きく設定するように制御する。

したがって、操向ハンドル１の操舵角に応じて、又は、ヨーレイトや横加速度に応じて、さらに、車速センサ６の車速信号を参酌することで、操向ハ

ンドル１の手応えを適切に設定し、これをもって、操向ハンドル１の操作性を向上させることができる。

[0166] また、車両がスピン傾向にあるときは、スピンを止める方向に操向ハンドル１を操作させることを、操向ハンドル１の操作方向に係る手応えを変えることで運転者に促すことができる。さらに、原則として、操向ハンドル１と操舵車輪３０ａ，３０ｂとの間の機械的な結合がされていないため、走行路面の振動や段差でのキックバック、操舵車輪３０ａ，３０ｂ間の駆動力差（前輪駆動車）に基づくトルクステアをなくすことができる。

[0167] ただし、ステップＳ５４の反力制御２では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、第３の電流センサ１８１Ａの異常を知らせる警告表示を行うと共に、正常時と比べて操舵トルクを大きく（手応えを重く）する制御を行う。これにより、操舵システムに異常が生じている旨を適時に運転者に報知する。

[0168] ステップＳ５４の反力制御２が終了すると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを図６のステップＳ１へと戻し、以下の処理を順次実行させる。

[0169] 次に、ステップＳ１５のアクティブＶＧＳ３制御について、図１０を参照して説明する。図１０は、アクティブＶＧＳ３に係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

なお、アクティブＶＧＳ３（図６のステップＳ１５）は、第３のモータ１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３が異常であって、図６のステップＳ１３において、操舵機能モードをアクティブＶＧＳ３モードに設定すべき旨の判定が下された場合に実行される処理である。

[0170] 第３のモータ１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３が異常であると、第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、操向ハンドル１の手応えを適切に制御することが困難である。第３のモータ１８１や第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３が、操舵トルクに対する反力を付与する役割を主として担うからである。

[0171] 前記の事情を踏まえて、ステップＳ５５において、第３のモータ１８１又は第３の制御装置３９３に異常が生じている旨の異常診断を下した第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、図７に示すステップＳ５０のＶＧＳ制御に準じたＶＧＳ制御１を行う。すなわち、ステップＳ５５のＶＧＳ制御１では、第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、操舵角センサ１７、ラック位置センサ３９、及び、車速センサ６の信号を用いて、前記のギア比（ＶＧＳレシオ）を、車速センサ６の車速信号に応じて、ステップＳ５０のＶＧＳ制御の例と比べてスローレシオとなるように可変設定し、こうして設定したギア比を実現する操舵車輪転舵角に、ラック軸３２の現在位置が追従するように、第１及び第２のモータ３３２，３４２の駆動制御を行う。

[0172] ステップＳ５５のＶＧＳ制御１では、ステップＳ５０のＶＧＳ制御の例と比べて、操向ハンドル１の操作量に対する操舵車輪転舵角の応答性を低下させる。その結果、ステップＳ５５のＶＧＳ１制御によれば、第３のモータ１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３が異常であるにもかかわらず、運転者に特段の違和感を生じさせることなく、全体としての車両の挙動を緩慢に制御することができる。

[0173] ステップＳ５６において、第３のモータ１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３が異常である旨の異常診断を下した第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、図７に示すステップＳ５１のアクティブギア比制御に準じたアクティブギア比制御１を行う。すなわち、ステップＳ５６のアクティブギア比制御１では、第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、操舵角センサ１７、ラック位置センサ３９、ヨーレイトセンサ７、及び、横加速度センサ８の信号を用いて、ヨーレイトセンサ７の信号に基づく車両のヨーレイト、及び、横加速度センサ８の信号に基づく車体の横加速度に基づいて、操舵角とは独立して、ステップＳ５１のアクティブギア比制御の例と比べてスローレシオとなるように前記のギア比（ＶＧＳレシオ）をアクティブに制御する。これにより、車両の挙動を安定化させる。

[0174] 詳しく述べると、ステップＳ５６のアクティブギア比制御１では、第１又

は第２の制御装置３５３，３６３は、操舵角センサ１７の信号に基づく操舵角、及び、操舵角の変化に応じて適切なヨーレイト及び横加速度が予め設定されたマップを参照することで、現在の操舵角に応じた規範（目標）ヨーレイト及び規範（目標）横加速度をそれぞれ読み出して設定する。この設定に際に、ステップＳ５６のアクティブギア比制御１では、ステップＳ５１のアクティブギア比制御の例と比べて、それぞれの規範（目標）値を小さく（穏やかに）設定する。そして、こうして小さく（穏やかに）設定した規範（目標）値に、車両のヨーレイト、及び、車体の横加速度が追従するように、第１及び第２のモータ３３２，３４２をフィードバック制御する。

[0175] これにより、ステップＳ５６のアクティブギア比制御１では、ステップＳ５１のアクティブギア比制御の例と比べて、操向ハンドル１の操作量に対する操舵車輪転舵角の応答性を低下させる。その結果、ステップＳ５６のアクティブギア比制御１によれば、第３のモータ１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３が異常であるにもかかわらず、運転者に特段の違和感を生じさせることなく、全体としての車両の挙動を安定化させることができる。

[0176] ステップＳ５７において、第３のモータ１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３が異常である旨の異常診断を下した第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、図７に示すステップＳ５２のアクティブ反力制御に準じた反力制御３を行う。すなわち、ステップＳ５７の反力制御３では、第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、第３の親リレー１８５及び第３の子リレー１８６のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第３のモータ１８１、及び、第３の制御装置３９３への電源供給を遮断する。

[0177] ステップＳ５７の反力制御３が終了すると、第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、処理の流れを図６のステップＳ１へと戻し、以下の処理を順次実行させる。

[0178] 次に、ステップＳ１８のＶＧＳ制御について、図１１を参照して説明する。図１１は、ＶＧＳに係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフロ

ーチャート図である。

図７に示すアクティブＶＧＳ制御と、図１１に示すＶＧＳ制御とでは、共通の処理ステップ（Ｓ５０）が存在する。そこで、この共通の処理ステップ（Ｓ５０）についての説明を省略し、図１１に示すＶＧＳ制御のみが有するステップＳ５８の処理に注目して説明する。

なお、ＶＧＳ（図６のステップＳ１８）は、ヨーレイトセンサ７又は横加速度センサ８が異常であって、図６のステップＳ１８において、操舵機能モードをＶＧＳモードに設定すべき旨の判定が下された場合に実行される処理である。

[0179] ステップＳ５８において、ヨーレイトセンサ７又は横加速度センサ８が異常である旨の異常診断を下した第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、電動パワーステアリング（ＥＰＳ）において一般に行われる反力制御に類似した反力制御４を行う。すなわち、ステップＳ５８の反力制御４では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、操舵トルクセンサ１６の信号に基づく操舵トルク、及び、操舵トルクの変化に応じた適切な目標電流が予め設定されたマップを参照することで、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のそれぞれに与える目標電流値を、現在の操舵トルクに応じて設定し、こうして設定した目標電流値に対し、第１～第３の電流センサ３３２Ａ，３４２Ａ，１８１Ａの検出値が追従するように、第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１の駆動制御を行う。

[0180] これにより、運転者による操向ハンドル１の操舵トルクに係る負担を軽減する。ただし、ステップＳ５８の反力制御４では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、ヨーレイトセンサ７又は横加速度センサ８が異常である旨を知らせる警告表示を行うと共に、正常時と比べて操舵トルクを大きく（重く）する制御を行う。これにより、操舵システムに異常が生じている旨を適時に運転者に報知する。

[0181] ステップＳ５８の反力制御４が終了すると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、処理の流れを図６のステップＳ１へと戻し、以下の処

理を順次実行させる。

[0182] 次に、ステップＳ２１のＥＰＳ制御について、図１２を参照して説明する。図１２は、ＥＰＳに係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

なお、ＥＰＳ（図６のステップＳ２１）は、操舵角センサ１７、ラック位置センサ３９、第１の電流センサ３３２Ａ、第２の電流センサ３４２Ａ、第１のモータ３３２、第１の制御装置（第１のＥＣＵ）３５３、第２のモータ３４２、第２の制御装置（第２のＥＣＵ）３６３、又はクラッチ（不図示）のいずれかが異常であって、図６のステップＳ２１において、操舵機能モードをＥＰＳモードに設定すべき旨の判定が下された場合に実行される処理である。

[0183] ステップＳ５９において、操舵角センサ１７、ラック位置センサ３９、第１の電流センサ３３２Ａ、第２の電流センサ３４２Ａ、第１のモータ３３２、第１の制御装置（第１のＥＣＵ）３５３、第２のモータ３４２、第２の制御装置（第２のＥＣＵ）３６３、又はクラッチのいずれかが異常である旨の異常診断を下した第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、電動パワーステアリング（ＥＰＳ）において一般に行われる反力制御に類似した反力制御５を行う。

[0184] すなわち、ステップＳ５９の反力制御５では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、例えば、リミットスイッチ４５１の信号、及び、連結装置４を結合状態にするための指令信号の発行状況に基づいて、連結装置４の異常診断（例えば、連結装置４を結合状態にするための指令信号が発行されているにもかかわらず、リミットスイッチ４５１の信号はオフ（図３参照）であるとき）を下した場合には、ステップＳ５８の反力制御４を行う。

[0185] また、第１のモータ３３２、第１の制御装置（第１のＥＣＵ）３５３、第２のモータ３４２、又は、第２の制御装置（第２のＥＣＵ）３６３のいずれかに異常が生じた旨の異常診断を下した場合、第３の制御装置３９３は、操舵トルクセンサ１６の信号に基づく操舵トルク、及び、操舵トルクの変化に

応じた適切な目標電流が予め設定されたマップを参照することで、現在の操舵トルクに応じた第３のモータ１８１の目標電流値を設定し、こうして設定した目標電流値に対し、第３の電流センサ１８１Ａの検出値が追従するように、第３のモータ１８１の駆動制御を行う。

[0186] これにより、運転者による操向ハンドル１の操舵トルクに係る負担を軽減する。ただし、ステップＳ５９の反力制御５では、第３の制御装置３９３は、異常箇所を知らせる警告表示を行うと共に、正常時と比べて操舵トルクを大きく（重く）する制御を行う。これにより、操舵システムに異常が生じている旨を適時に運転者に報知する。

[0187] ステップＳ５９の反力制御５が終了すると、第３の制御装置３９３は、処理の流れを図６のステップＳ１へと戻し、以下の処理を順次実行させる。

[0188] 次に、ステップＳ２２のマニュアルステアリング制御について、図１３を参照して説明する。図１３は、マニュアルステアリングに係るサブルーチンプログラムの処理の流れを表すフローチャート図である。

なお、マニュアルステアリング（図６のステップＳ２２）は、操舵機能モードが図１２に示すＥＰＳモードである際に、第３のモータ３１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３のいずれかに異常が生じた場合に、図６のステップＳ２２において、操舵機能モードをマニュアルステアリングモードに設定すべき旨の判定が下された場合に実行される処理である。

[0189] ステップＳ５９において、操舵機能モードがＥＰＳモードである際に、第３のモータ３１８１又は第３の制御装置（第３のＥＣＵ）３９３のいずれかに異常が生じた旨の異常診断を下した第１又は第２の制御装置３５３，３６３は、第１の親リレー３５４及び第１の子リレー３５５、第２の親リレー３６４及び第２の子リレー３６５、並びに、第３の親リレー１８５及び第３の子リレー１８６のそれぞれの接点を開放する制御を行うことにより、第１のモータ３３２及び第１の制御装置３５３、第２のモータ３４２及び第２の制御装置３６３、第３のモータ１８１及び第３の制御装置３９３、並びに、連結装置４への電源供給を遮断すると共に、第１～第３の制御装置３５３，３

６３，３９３が有する全ての制御機能をＯＦＦにする。これにより、操舵機能モードをマニュアルステアリングモードに復帰させる。

[0190] 〔本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１の作用効果〕

次に、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１の作用効果について説明する。

本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３が有する異常診断部７９ａ，７９ｂ，７９ｃ（図１Ｂ参照）は、第１及び第２の電流センサ３３２Ａ，３４２Ａによりそれぞれ検出される第１及び第２の電流値の偏差が予め定められる閾値を超える場合、転舵装置３が異常である旨の診断を下すこととした。

ここで、操舵車輪３０ａ，３０ｂの所要の転舵動作が正常に行われた場合、第１のモータ３３２及び第２のモータ３４２のそれぞれには、均衡した大きさの電流が流れる。これは、第１のモータ３３２及び第２のモータ３４２は、その電気的特性が相互に共通に設定され、かつ、前記の“舵力伝達機構”を介して相互に連結されているからである。

[0191] そうすると、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３が有する異常診断部７９ａ，７９ｂ，７９ｃは、第１の電流値及び第２の電流値の偏差を監視するだけで、煩雑な演算処理や診断処理による待機時間を要することなく、転舵装置３の異常診断を行うことができる。

したがって、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１によれば、例えば、転舵用のモータ等が故障することで第１又は第２の電流検出部に異常信号が生じた場合であっても、かかる異常発生の診断を速やかに行うことができる。

[0192] また、異常診断部７９ａ，７９ｂ，７９ｃは、転舵用の第１のモータ３３２及び第２のモータ３４２のそれぞれに流れる電流を、第１及び第２の電流センサ３３２Ａ，３４２Ａにより直接検出した第１及び第２の電流値に基づいて異常診断を行うため、異常診断に際し故障したモータが異常回転する前に異常発生の診断を下すことができ、故障したモータが異常回転することで

現れるおそれがある車両の異常挙動を未然に抑止することができる。これについて、例えば、仮に、転舵用の第１のモータ３３２及び第２のモータ３４２として３相モータを採用し、３相モータのうち１相が短絡して大電流が流れた故障例をあげて説明する。この故障例では、正常なモータの電流検出信号と比べると、異常なモータの電流検出信号は、判定閾値を大きく超える結果、異常診断を瞬時に行うことができる。しかも、第１のモータ３３２及び第２のモータ３４２は、その電気的特性が相互に共通になるように設定されている。そのため、正常なモータの出力の大きさは、異常なモータの出力の大きさと同等であり、異常なモータの出力の大きさが正常なモータの出力の大きさに打ち勝って、操舵車輪３０ａ，３０ｂが異常状態に至るまで転舵される事態を生じることはない。

[0193] また、第１及び第２のモータ３３２，３４２のうち一方に異常（停止）が生じたとしても、他方のモータにより転舵機能を維持することができる。さらに、仮に、第１及び第２のモータ３３２，３４２のうち一方に異常（逆転）が生じたとしても、他方のモータにより異常（逆転）を相殺することができる。その結果、転舵機能を可及的に維持する効果を期待することができる。

[0194] しかも、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１によれば、電気的特性が相互に共通に設定された転舵用の第１及び第２のモータ３３２，３４２が舵力伝達機構を介して相互に連結されているため、単一のモータで転舵駆動する場合と比べて、個々のモータの出力特性を低く抑えることができる。そのため、例えば、既存の１２ボルト容量のバッテリからの電源供給を受けて動作させることが可能であって、新たな２４ボルト容量または４８ボルト容量の昇圧回路なども要しない。その結果、個々のモータのサイズを小さくすることができ、レイアウト設計の自由度を確保することができる。

[0195] また、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１では、多数決の原理にしたがって、異常診断部７９ａ，７９ｂ，７９ｃが異常診断を行う。すなわち、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３が有する異常診断部７

９ａ，７９ｂ，７９ｃは、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３が共通処理をそれぞれ実行することで得られる三つの処理結果を比較し、この比較結果に基づいて、三つの処理結果のうち二以上の処理結果が予め定められる許容範囲内に属する場合に、前記二以上の処理結果に対応する制御装置が正常である旨の診断を下す一方、前記二以上から外れた処理結果に対応する制御装置が異常である旨の診断を下すこととした。

[0196] ここで、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３がそれぞれ実行する共通処理とは、例えば、入力値および入力値に対する演算内容が共通となる処理を意味する。第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３の全てが正常であれば、前記共通処理を横並びで行った際の処理結果は、前記三者ともに共通の値となるはずである。また、仮に、三つの制御装置３５３，３６３，３９３のうち過半数である二つの制御装置の処理結果が同じであり、残り一つの制御装置の処理結果が前記二つの制御装置の処理結果とは異なる場合には、前記二つの制御装置のほうが、前記残り一つの制御装置と比べて、正常である蓋然性が高い。

[0197] 本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１によれば、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３に係る異常診断を、適時かつ適確に行うことができる。

なお、正常である旨の診断が下された制御装置について、その制御動作を継続するように構成すれば、操舵機能の可及的な維持に貢献することができる。

[0198] また、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３が有する異常診断部による異常診断により、連結装置４の切替装置４４が切替え爪部４３を切離状態から結合状態に切り替えると、複数のばね部材４２が切替え爪部４３による押圧力から解放されることで円筒部材３８０及びカム部材４０１の隙間に複数の対ローラ４１がくさび状に係合し、これをもって、第１の回転軸３８及び第２の回転軸４０を機械的に連結することでマニュアルステアリングが構成される。

[0199] 本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１によれば、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３が有する異常診断部７９ａ，７９ｂ，７９ｃが異常診断を行った場合に、連結装置４の切替装置４４の働きによって、第１の回転軸３８及び第２の回転軸４０を機械的に連結することで速やかにマニュアルステアリングを構成することができるため、操舵機能を確実に維持することができる。

[0200] また、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、異常診断部７９ａ，７９ｂ，７９ｃによる異常診断を受けて、連結装置４の切替装置４４に対する電源供給を遮断させる制御を行うことにより、切替え爪部４３を切離状態から結合状態に切り替えさせることとした。

[0201] 本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１によれば、フェールセーフの観点から好ましい実施形態を用いて操舵機能を確実に維持することができる。

[0202] ところで、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１の起動開始時（車両の起動時）には、連結装置４の切替え爪部４３は結合状態にある。具体的には、例えば、連結装置４の切替え爪部４３が結合状態にある車両の駐車時において、操向ハンドル（操向部材）１を据え切りすることで過大な負荷トルクを連結装置４の結合部分に与えた場合には、この結合部分（円筒部材３８０、カム部材４０１、及び、複数の対ローラ４１の三者が相互に当接する部分）同士が食いついた固着状態を生じる。その結果、連結装置４の切替装置４４を働かせようとしても、円筒部材３８０の内方であって円筒部材３８０及びカム部材４０１の隙間に複数の切替え爪部４３をさし込むことができずに、連結装置４を結合状態から切離状態へと切り替えることができないおそれがある。

[0203] そこで、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、切替え爪部４３を結合状態から切離状態へと切り替えさせる際に、第１のモータ３３２、第２のモータ３４２、

又は、第３のモータ１８１のうち少なくとも一以上を駆動させる制御を行うこととした。

[0204] 本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１によれば、仮に、連結装置４の結合部分同士が食いついた固着状態にある場合であっても、前記の結合部分を確実かつ速やかに緩ませることができる。その結果、本来の操舵機能を確実に発揮させることができる。

[0205] また、本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１では、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３は、異常診断部７９ａ，７９ｂ，７９ｃによる異常診断に係る異常箇所と、複数の異常箇所のそれぞれに対応付けて適切な操舵機能モードの種別が記述されたマップとを参照して、異常診断に係る異常箇所に対応する適切な操舵機能モードを、第１の操舵機能モード（アクティブＶＧＳ）、第２の操舵機能モード（ＶＧＳ）、第３の操舵機能モード（ＥＰＳ）、又は、第４の操舵機能モード（マニュアルステアリング）のうちいずれかに設定する制御を行うこととした。

[0206] 本発明の実施形態に係る車両用操舵装置１０１によれば、操舵システムに異常が生じた際の最終手段であるマニュアルステアリング（第１の回転軸３８と第２の回転軸４０とを連結）への移行段階を４段階に設定して、それぞれの段階において残された機能を用いて操舵システムの再構築を行い、適切な操舵機能モードを設定して操舵制御を行うため、最終手段であるマニュアルステアリングへの切り替え頻度を抑制し、操舵機能の質的向上に寄与することができる。

[0207] 〔その他の実施形態〕

以上説明した実施形態は、本発明の具現化の例を示したものである。したがって、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならない。本発明はその要旨またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形態で実施することができるからである。

[0208] 例えば、本発明の実施形態において、第１の制御装置３５３が第１のモータ３３２の駆動制御を主として行い、第２の制御装置３６３が第２のモータ

３４２の駆動制御を主として行い、第３の制御装置３９３が第３のモータ１８１の駆動制御を主として行う、構成を例示して説明したが、本発明はこの例に限定されない。

[0209] 前記の構成に代えて、例えば、第１の制御装置３５３に異常が生じた場合に、第２の制御装置３６３が、第２のモータ３４２に加えて、第１のモータ３３２の駆動制御をも主として行う、構成を採用してもよい。また、第１の制御装置３５３に異常が生じた場合に、第３の制御装置３９３が、第３のモータ１８１に加えて、第１のモータ３３２の駆動制御をも主として行う、構成を採用してもよい。さらに、第１の制御装置３５３及び第２の制御装置３６３に異常が生じた場合に、第３の制御装置３９３が、第３のモータ１８１に加えて、第１のモータ３３２及び第２のモータ３４２の駆動制御をも主として行う、構成を採用してもよい。

[0210] 要するに、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のそれぞれは、相互補完的に連係して、第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１の駆動制御を行う構成を採用してもよい。

このように構成すれば、仮に、第１～第３の制御装置３５３，３６３，３９３のうち１又は２の制御装置に異常が生じた場合であっても、残りの制御装置を用いて第１～第３のモータ３３２，３４２，１８１の駆動制御を行うことができるため、健全な操舵機能を可及的に維持することができる。

符号の説明

[0211]

１	操向ハンドル（操向部材）
２	反力付与装置
３	操舵装置
４	連結装置
３０ａ，３０ｂ	操舵車輪
３８	第１の回転軸
４０	第２の回転軸
４１	複数の対ローラ

４２　　複数のばね部材

４３　　切替え爪部

４４　　切替装置

１０１　車両用操舵装置

１８１　第３のモータ

１８１Ａ　第３の電流センサ

３３２　第１のモータ

３３２Ａ　第１の電流センサ（第１の電流検出部）

３４２　第２のモータ

３４２Ａ　第２の電流センサ（第２の電流検出部）

３５３　第１の制御装置（ＥＣＵ１）

３６３　第２の制御装置（ＥＣＵ２）

３８０　円筒部材

３９３　第３の制御装置（ＥＣＵ３）

４０１　カム部材

請求の範囲

[請求項1] 舵力伝達機構を介して相互に連結され、その電気的特性が相互に共通に設定された転舵用の第１のモータ及び第２のモータを有し、操向部材の操作に応じて操舵車輪を転舵する転舵装置と、

前記第１のモータに流れる第１の電流値を検出する第１の電流検出部と、

前記第２のモータに流れる第２の電流値を検出する第２の電流検出部と、

前記第１及び第２の電流検出部によりそれぞれ検出される第１及び第２の電流値の偏差が予め定められる閾値を超える場合、前記転舵装置が異常である旨の診断を下す異常診断部と、

を備えることを特徴とする車両用操舵装置。

[請求項2] 第３のモータを有し、前記操向部材の操作に対する反力を付与する反力付与装置と、

前記第１のモータの駆動制御を主として行う第１の制御装置と、

前記第２のモータの駆動制御を主として行う第２の制御装置と、

前記第３のモータの駆動制御を主として行う第３の制御装置と、

をさらに備え、

前記第１～第３の制御装置は、前記異常診断部を有すると共に、少なくとも一部が同一である共通処理を実行する機能を有し、

前記異常診断部は、前記第１～第３の制御装置が前記共通処理をそれぞれ実行することで得られる三つの処理結果を比較し、この比較結果に基づいて、前記三つの処理結果のうち二以上の処理結果が予め定められる許容範囲内に属する場合に、前記二以上の処理結果に対応する制御装置が正常である旨の診断を下す一方、前記二以上から外れた処理結果に対応する制御装置が異常である旨の診断を下す、

ことを特徴とする請求項１記載の車両用操舵装置。

[請求項3] 前記転舵装置と前記反力付与装置との間に設けられ、前記転舵装置

の側の第１の回転軸と前記反力付与装置の側の第２の回転軸との間の機械的な連結を切離状態および結合状態のいずれかに切り替える連結装置をさらに備え、

前記連結装置は、

前記第１の回転軸又は前記第２の回転軸のうちいずれか一方に設けられる円筒部材と、

前記第１の回転軸又は前記第２の回転軸のうち前記一方とは異なる他方に設けられ、前記円筒部材に収容可能なカム部材と、

前記円筒部材及び前記カム部材の隙間に設けられる複数の対ローラと、

前記対ローラの間を離間させる方向に付勢するように、該対ローラの間にそれぞれ設けられる複数のばね部材と、

前記円筒部材及び前記カム部材の隙間に対して挿抜自在に設けられる切替え爪部と、

前記切替え爪部を、前記隙間に挿し込んだ切離状態、又は、前記隙間から抜き出した結合状態のうちいずれかに切り替える切替装置と、

を備え、

前記異常診断部による異常診断により、前記連結装置の前記切替装置が前記切替え爪部を前記切離状態から前記結合状態に切り替えると、前記複数のばね部材が前記切替え爪部による押圧力から解放されることで前記円筒部材及び前記カム部材の隙間に前記複数の対ローラがくさび状に係合し、これをもって、前記第１の回転軸及び前記第２の回転軸を機械的に連結することで前記操向部材と前記操舵車輪とを機械的に連結する、

ことを特徴とする請求項２記載の車両用操舵装置。

[請求項4] 前記第１～第３の制御装置は、前記異常診断部による異常診断を受けて、前記連結装置の前記切替装置に対する電源供給を遮断させる制御を行うことにより、前記切替え爪部を前記切離状態から前記結合状

態に切り替えさせる、

ことを特徴とする請求項３記載の車両用操舵装置。

[請求項5] 前記第１～第３の制御装置は、前記切替え爪部を前記切離状態から前記結合状態に切り替えさせる際に、前記第１のモータ、前記第２のモータ、又は、前記第３のモータのうち少なくとも一以上を駆動させる制御を行う、

ことを特徴とする請求項２～４のいずれか一項に記載の車両用操舵装置。

[請求項6] 前記第１～第３の制御装置は、複数の異常箇所のそれぞれに対応付けて適切な操舵機能モードの種別が記述された対応情報を記憶する記憶部をさらに有し、

前記異常診断部による異常診断に係る異常箇所と、前記対応情報とを参照して、前記異常診断に係る異常箇所に対応する適切な操舵機能モードを、第１の操舵機能モード（アクティブ可変ギアレシオステアリング：アクティブＶＧＳ）、第２の操舵機能モード（可変ギアレシオステアリング：ＶＧＳ）、第３の操舵機能モード（電動パワーステアリング：ＥＰＳ）、又は、第４の操舵機能モード（マニュアルステアリング）のうちいずれかに設定する制御を行う

ことを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の車両用操舵装置。

補正された請求の範囲
[2014年5月28日 (28.05.2014) 国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 舵力伝達機構を介して相互に連結され、その電気的特性が相互に共通に設定された転舵用の第１のモータ及び第２のモータを有し、操向部材の操作に応じて操舵車輪を転舵する転舵装置と、

前記第１のモータに流れる第１の電流値を直接検出する第１の電流検出部と、

前記第２のモータに流れる第２の電流値を直接検出する第２の電流検出部と、

前記第１及び第２の電流検出部によりそれぞれ検出される第１及び第２の電流値の偏差が予め定められる閾値を超える場合、前記転舵装置が異常である旨の診断を下す異常診断部と、

を備えることを特徴とする車両用操舵装置。

[請求項 2] 第３のモータを有し、前記操向部材の操作に対する反力を付与する反力付与装置と、

前記第１のモータの駆動制御を主として行う第１の制御装置と、

前記第２のモータの駆動制御を主として行う第２の制御装置と、

前記第３のモータの駆動制御を主として行う第３の制御装置と、

をさらに備え、

前記第１～第３の制御装置は、前記異常診断部を有すると共に、少なくとも一部が同一である共通処理を実行する機能を有し、

前記異常診断部は、前記第１～第３の制御装置が前記共通処理をそれぞれ実行することで得られる三つの処理結果を比較し、この比較結果に基づいて、前記三つの処理結果のうち二以上の処理結果が予め定められる許容範囲内に属する場合に、前記二以上の処理結果に対応する制御装置が正常である旨の診断を下す一方、前記二以上から外れた処理結果に対応する制御装置が異常である旨の診断を下す、

ことを特徴とする請求項１記載の車両用操舵装置。

[請求項 3] 前記転舵装置と前記反力付与装置との間に設けられ、前記転舵装置

の側の第１の回転軸と前記反力付与装置の側の第２の回転軸との間の機械的な連結を切離状態および結合状態のいずれかに切り替える連結装置をさらに備え、

前記連結装置は、

前記第１の回転軸又は前記第２の回転軸のうちいずれか一方に設けられる円筒部材と、

前記第１の回転軸又は前記第２の回転軸のうち前記一方とは異なる他方に設けられ、前記円筒部材に収容可能なカム部材と、

前記円筒部材及び前記カム部材の隙間に設けられる複数の対ローラと、

前記対ローラの間を離間させる方向に付勢するように、該対ローラの間にそれぞれ設けられる複数のばね部材と、

前記円筒部材及び前記カム部材の隙間に対して挿抜自在に設けられる切替え爪部と、

前記切替え爪部を、前記隙間に挿し込んだ切離状態、又は、前記隙間から抜き出した結合状態のうちいずれかに切り替える切替装置と、

を備え、

前記異常診断部による異常診断により、前記連結装置の前記切替装置が前記切替え爪部を前記切離状態から前記結合状態に切り替えると、前記複数のばね部材が前記切替え爪部による押圧力から解放されることで前記円筒部材及び前記カム部材の隙間に前記複数の対ローラがくさび状に係合し、これをもって、前記第１の回転軸及び前記第２の回転軸を機械的に連結することで前記操向部材と前記操舵車輪とを機械的に連結する、

ことを特徴とする請求項２記載の車両用操舵装置。

[請求項 4] 前記第１～第３の制御装置は、前記異常診断部による異常診断を受けて、前記連結装置の前記切替装置に対する電源供給を遮断させる制御を行うことにより、前記切替え爪部を前記切離状態から前記結合状

態に切り替えさせる、

ことを特徴とする請求項３記載の車両用操舵装置。

[請求項5]（補正後） 前記第１～第３の制御装置は、前記切替え爪部を前記切離状態から前記結合状態に切り替えさせる際に、前記第１のモータ、前記第２のモータ、又は、前記第３のモータのうち少なくとも一以上を駆動させる制御を行う、

ことを特徴とする請求項３又は４に記載の車両用操舵装置。

[請求項6] 前記第１～第３の制御装置は、複数の異常箇所のそれぞれに対応付けて適切な操舵機能モードの種別が記述された対応情報を記憶する記憶部をさらに有し、

前記異常診断部による異常診断に係る異常箇所と、前記対応情報とを参照して、前記異常診断に係る異常箇所に対応する適切な操舵機能モードを、第１の操舵機能モード（アクティブ可変ギアレシオステアリング：アクティブＶＧＳ）、第２の操舵機能モード（可変ギアレシオステアリング：ＶＧＳ）、第３の操舵機能モード（電動パワーステアリング：ＥＰＳ）、又は、第４の操舵機能モード（マニュアルステアリング）のうちいずれかに設定する制御を行う

ことを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の車両用操舵装置。

条約第１９条（１）に基づく説明書

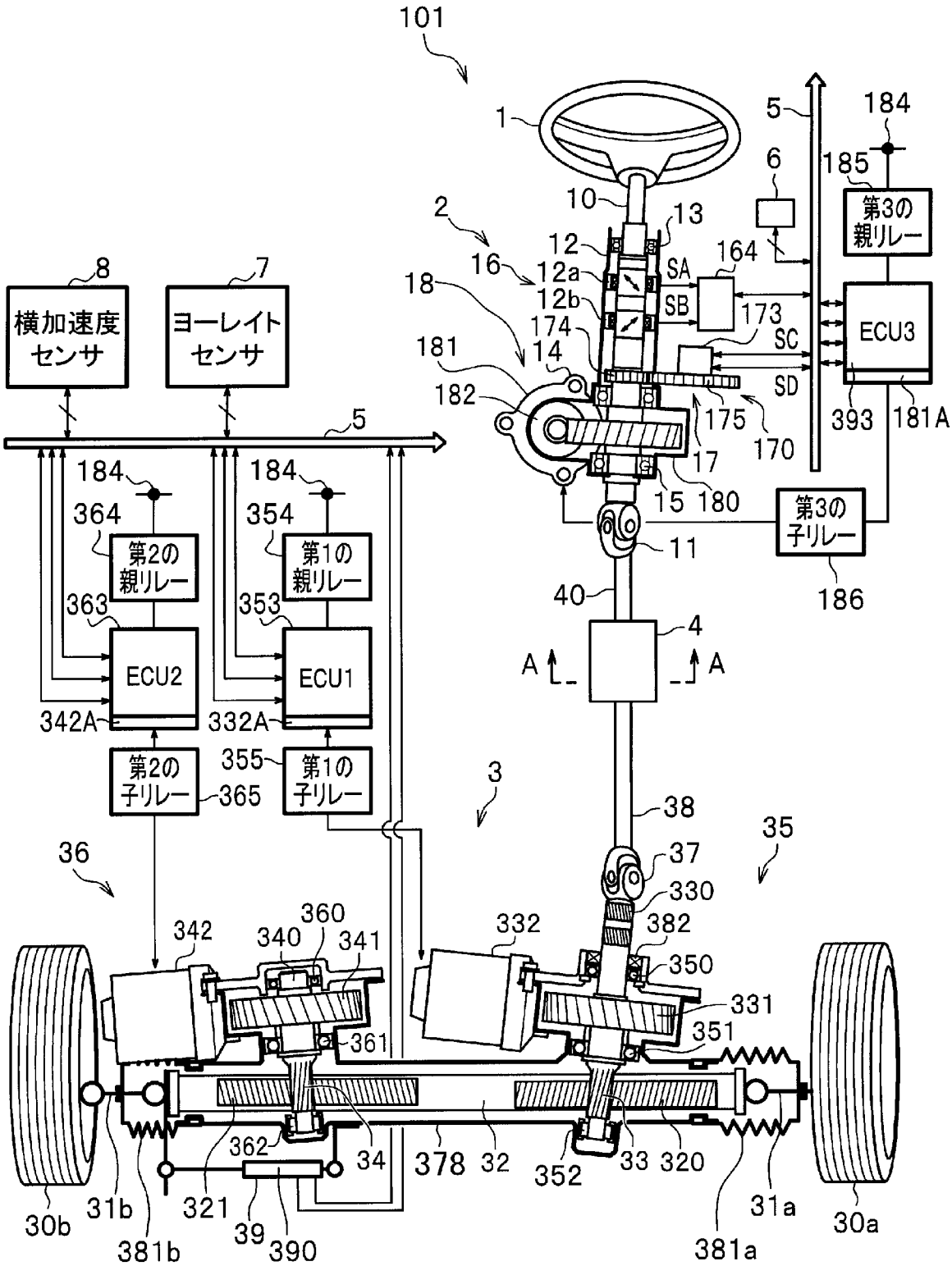
請求の範囲第１項の補正では、第１及び第２の電流検出部のそれぞれが、第１及び第２の電流値を直接検出する点を明確にした。

請求の範囲第１項の補正は、国際出願時における、明細書の段落００５３，００６３、及び、図１Ａ，図１Ｂの記載事項に基づく。

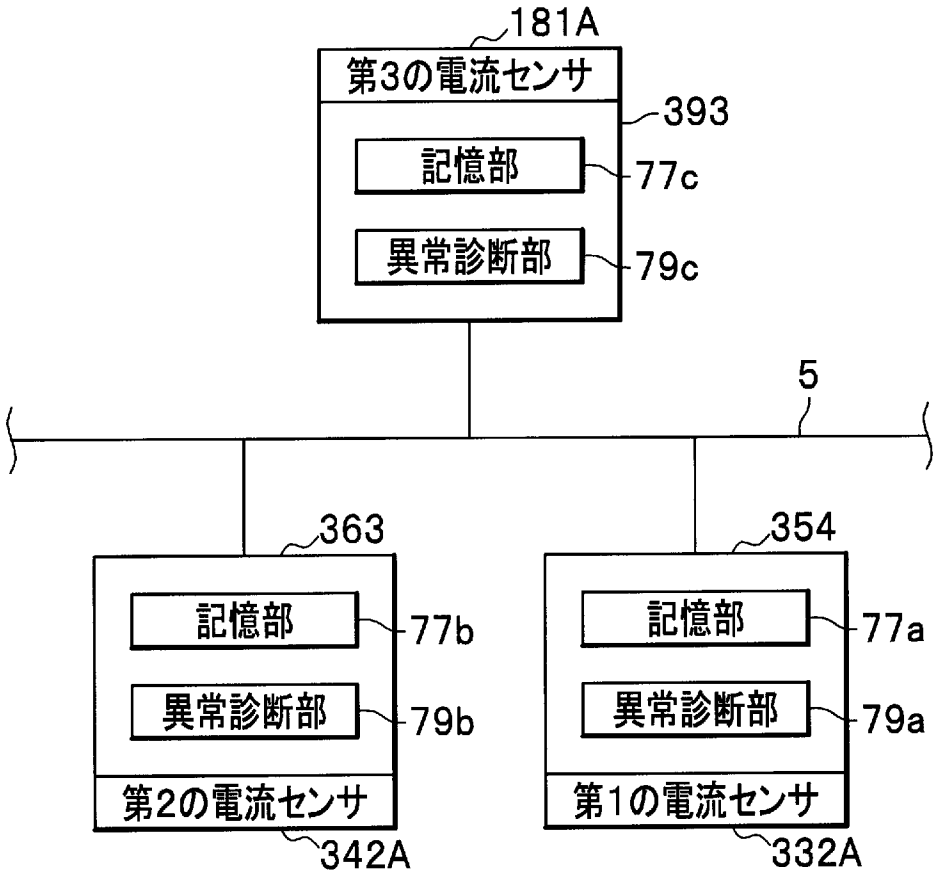
文献１には、主転舵モータ及び副転舵モータの電流指令値を、ハンドル角センサと車速センサから演算にて求めた転舵指令角とモータ角度センサからの信号に基づいてそれぞれ算出し、それらの指令値の符号が異なるか否か、及び、両者の差の絶対値が異常判定しきい値以上か否かに基づいて、転舵装置の異常診断を行うバイ・ワイヤ式操舵装置の技術が記載されている。しかし、文献１には、主転舵モータ及び副転舵モータのそれぞれに流れる電流の大きさを直接検出する点が記載されていない。

請求の範囲第５項の補正では、従属関係の誤りを正した。

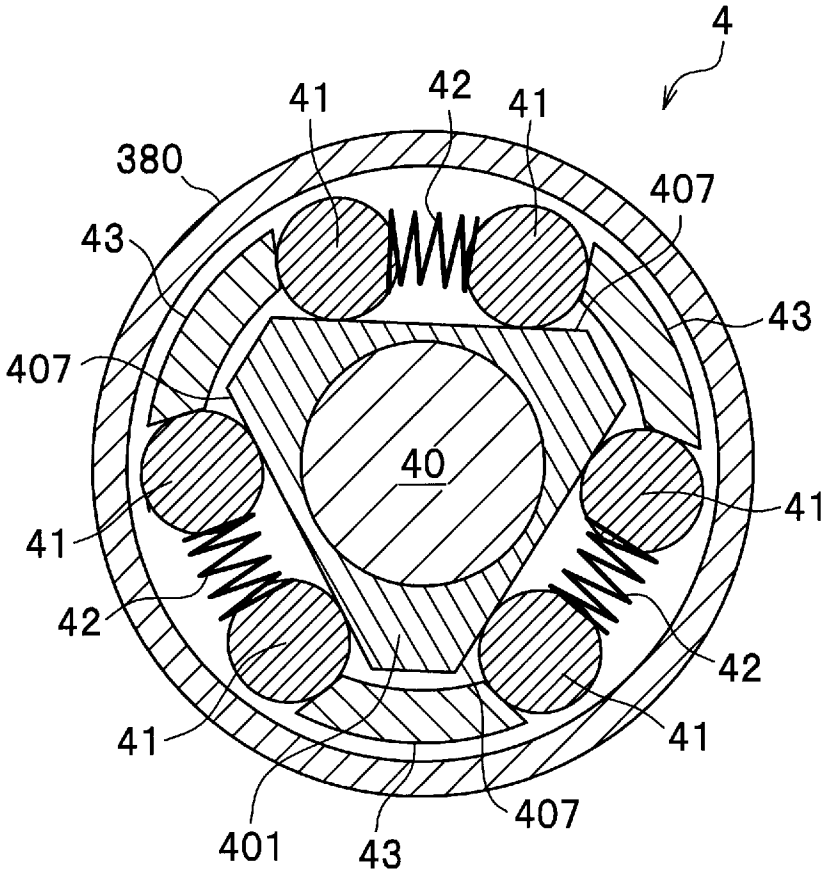
[図1A]


101
1
2
3
4
5
6
7
8
10
11
12
12a
12b
13
14
15
16
17
18
30a
30b
31a
31b
32
33
34
35
36
37
38
39
40
横加速度センサ
ヨーレイトセンサ
ECU1
ECU2
ECU3
第1の親リレー
第2の親リレー
第3の親リレー
第1の子リレー
第2の子リレー
第3の子リレー
SA
SB
SC
SD
164
170
173
174
175
180
181
181A
182
184
185
186
320
321
330
331
332
340
341
342
350
351
352
354
355
360
361
362
363
364
365
378
382
390
393
A
A
342A
332A
353
381a
381b

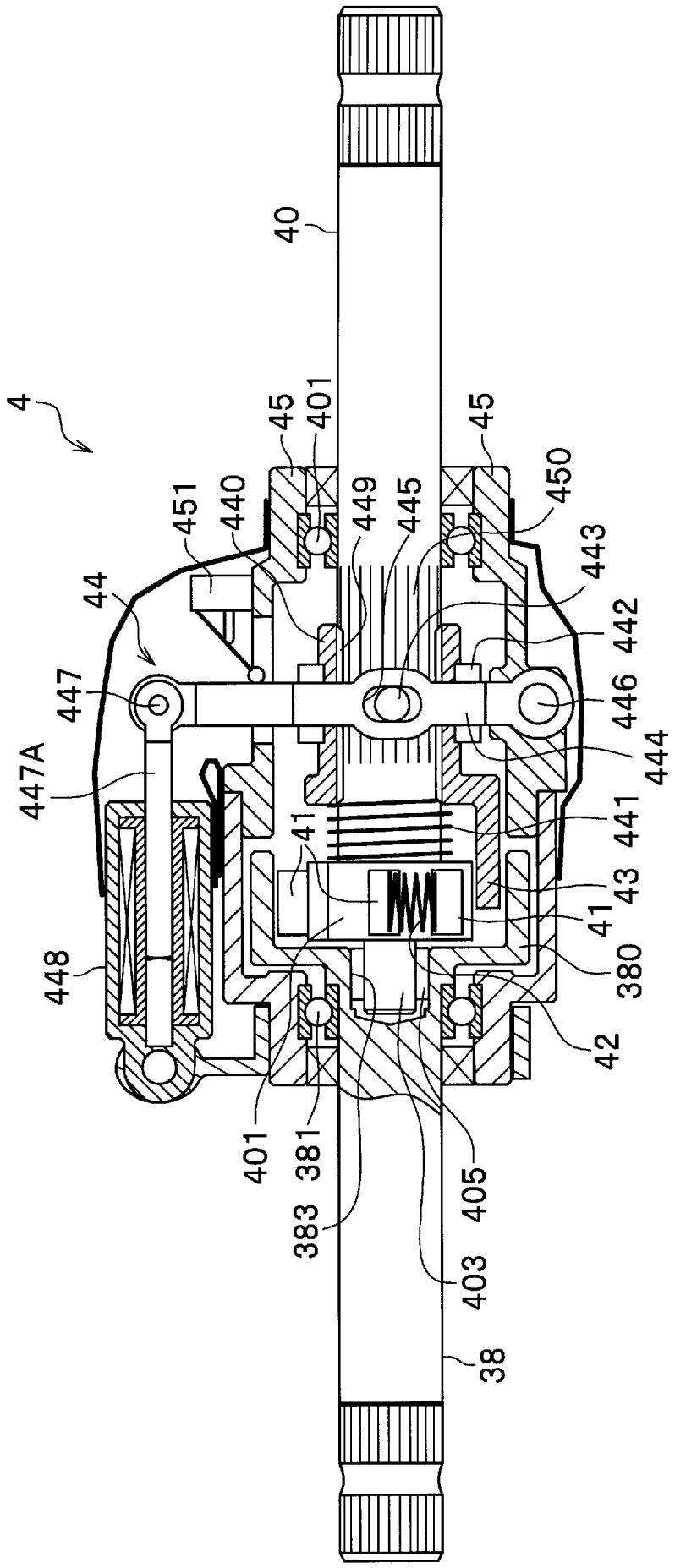
[図1B]


181A
第3の電流センサ
393
記憶部
77c
異常診断部
79c
5
363
記憶部
77b
異常診断部
79b
第2の電流センサ
342A
354
記憶部
77a
異常診断部
79a
第1の電流センサ
332A

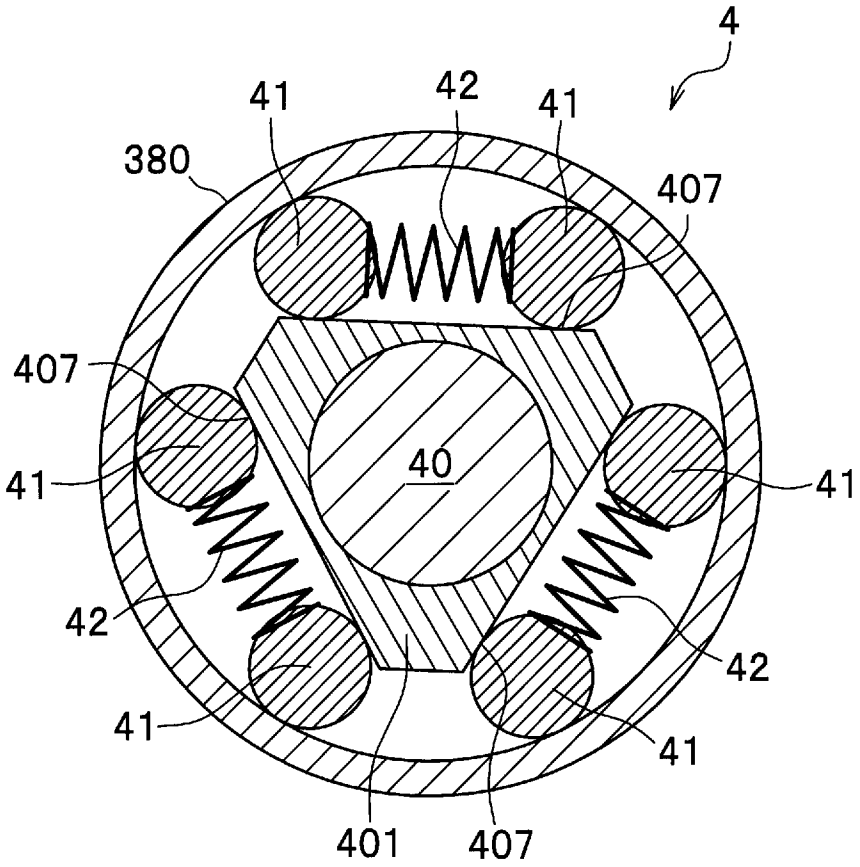
[図2]



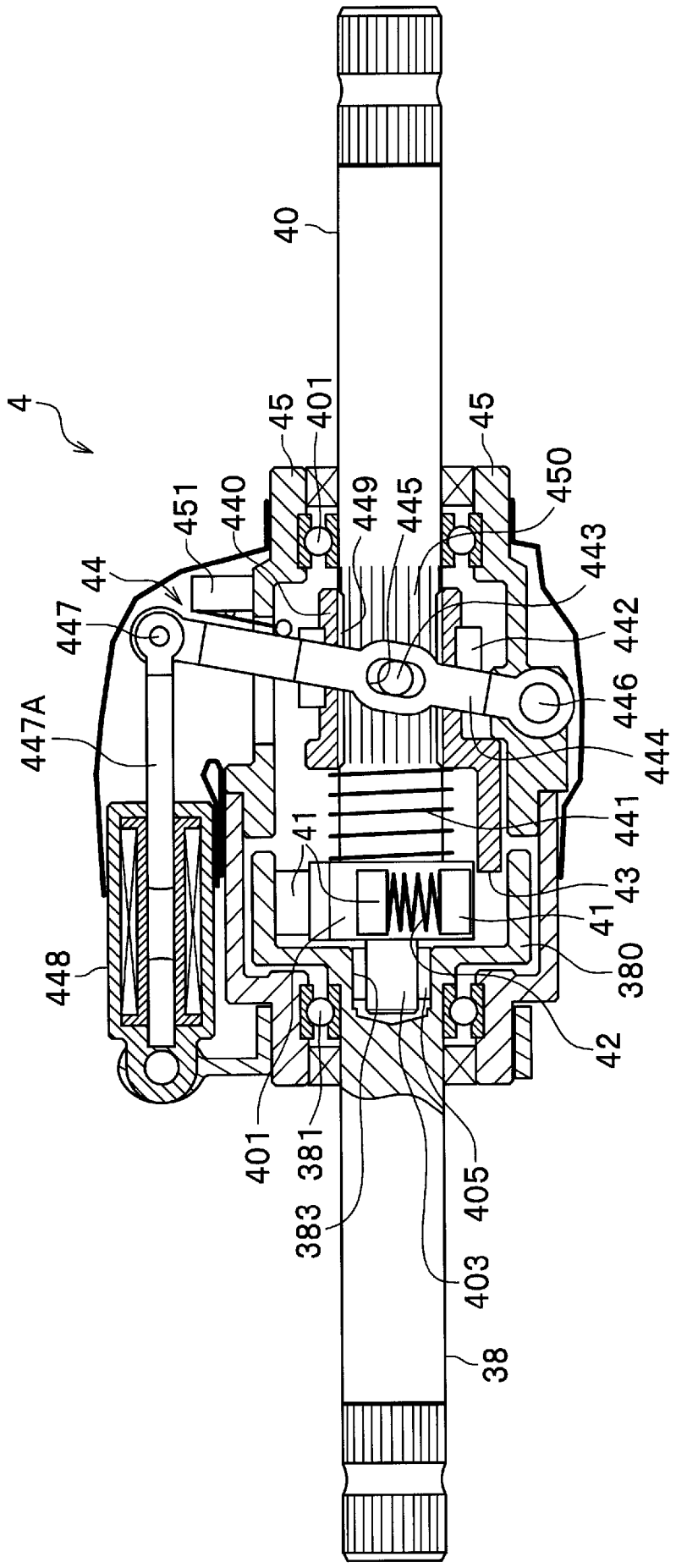
[図3]


4
40
45
401
45
450
451
440
449
445
443
44
442
447
446
447A
444
441
41
43
41
448
380
42
401
381
405
383
403
38

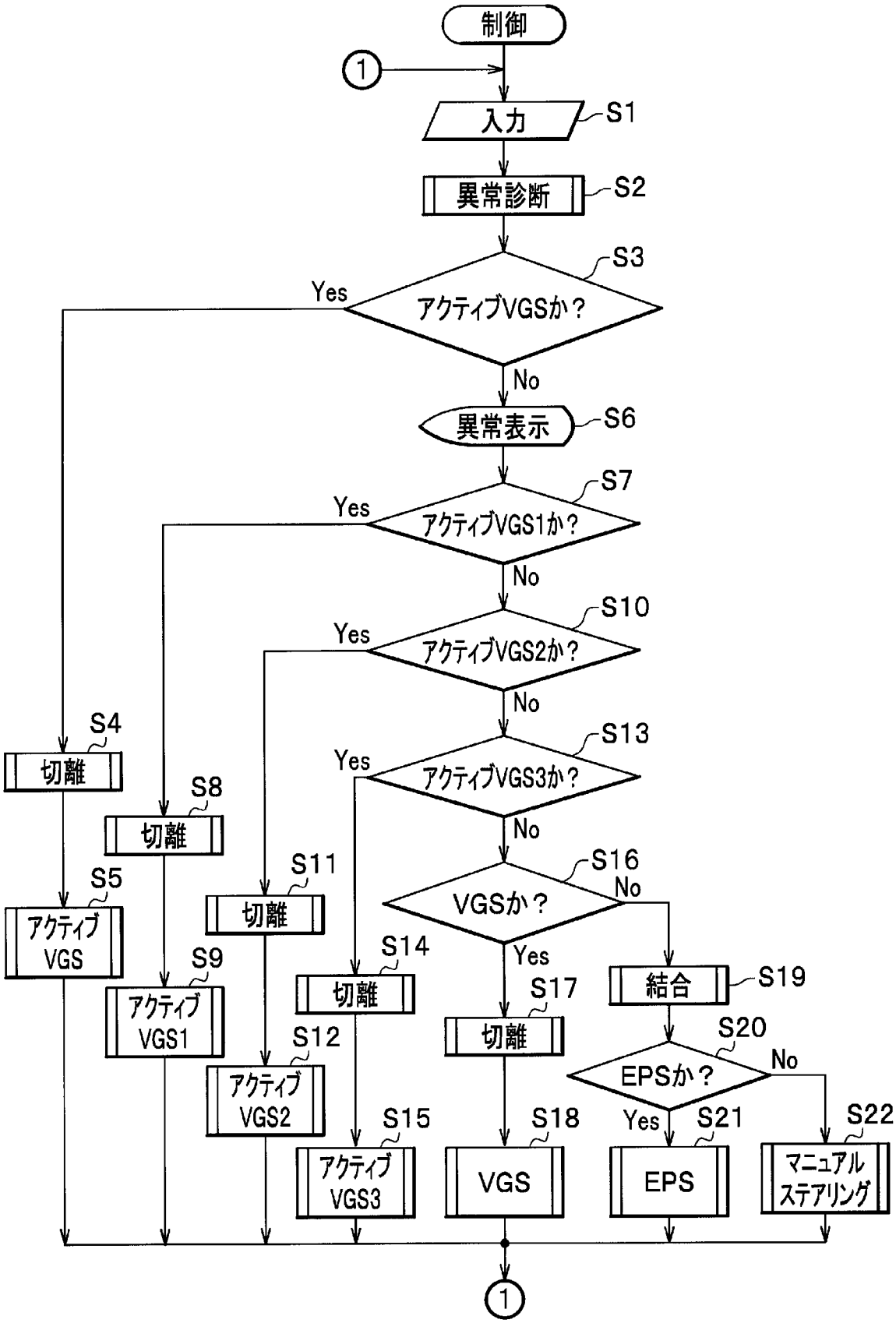
[図4]



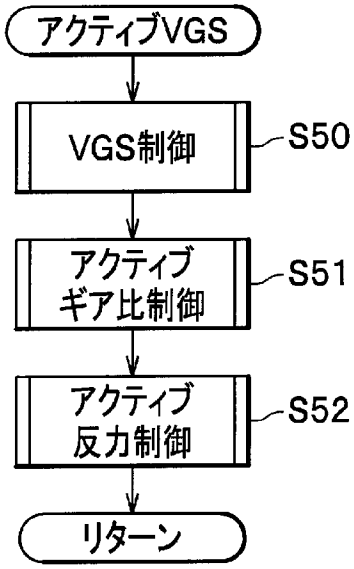
[図5]


4
40
45
401
45
450
451
440
449
445
443
44
447
442
446
447A
444
441
41
43
41
448
380
42
401
381
405
383
403
38

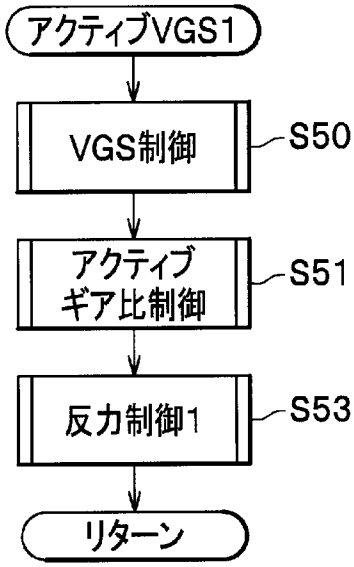
[図6]


制御
1
入力
S1
異常診断
S2
S3
アクティブVGSか？
Yes
No
異常表示
S6
S7
アクティブVGS1か？
Yes
No
S10
アクティブVGS2か？
Yes
No
S13
アクティブVGS3か？
Yes
No
S16
VGSか？
No
Yes
S4
切離
S8
切離
S11
切離
S14
切離
S17
切離
S19
結合
S5
アクティブVGS
S9
アクティブVGS1
S12
アクティブVGS2
S15
アクティブVGS3
S18
VGS
S20
EPSか？
No
Yes
S21
EPS
S22
マニュアルステアリング
1

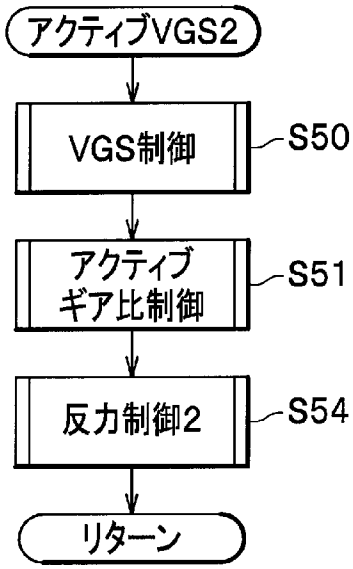
[図7]


アクティブVGS
VGS制御
S50
アクティブ
ギア比制御
S51
アクティブ
反力制御
S52
リターン

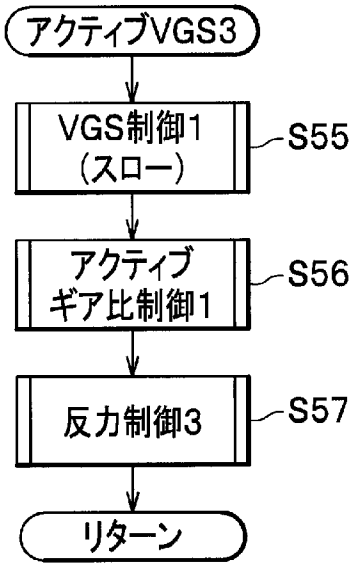
[図8]


アクティブVGS1
VGS制御
S50
アクティブ
ギア比制御
S51
反力制御1
S53
リターン

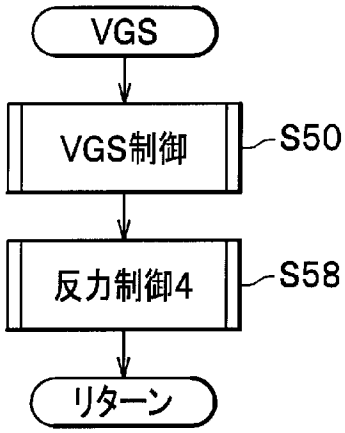
[図9]


アクティブVGS2
VGS制御
S50
アクティブ
ギア比制御
S51
反力制御2
S54
リターン

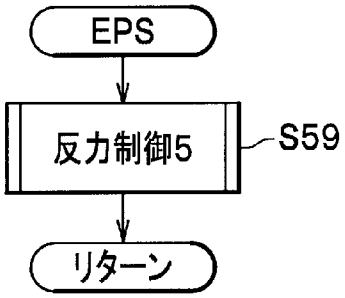
[図10]


アクティブVGS3
VGS制御1
(スロー)
S55
アクティブ
ギア比制御1
S56
反力制御3
S57
リターン

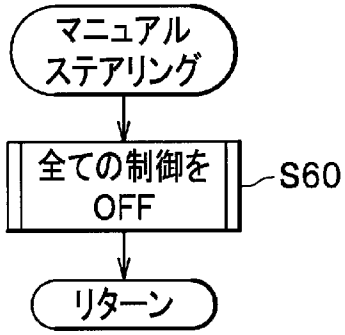
[図11]


VGS
VGS制御
S50
反力制御4
S58
リターン

[図12]


EPS
反力制御5
S59
リターン

[図13]


マニュアル
ステアリング
全ての制御を
OFF
S60
リターン

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/085002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B62D5/04(2006.01)i, *B62D6/00*(2006.01)i, *F16D41/06*(2006.01)i, *F16D41/08*(2006.01)i, *B62D101/00*(2006.01)n, *B62D111/00*(2006.01)n, *B62D113/00*(2006.01)n, *B62D119/00*(2006.01)n, *B62D137/00*(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)
B62D5/04, B62D6/00, F16D41/06, F16D41/08, B62D101/00, B62D111/00, B62D113/00, B62D119/00, B62D137/00

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 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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.
X Y	JP 2008-221916 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 25 September 2008 (25.09.2008), claim 3; paragraphs [0021], [0026], [0087] to [0090]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1 2-6
Y	JP 2010-149678 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 July 2010 (08.07.2010), paragraph [0020]; fig. 1, 2 (Family: none)	2-6
Y	JP 2005-8073 A (NTN Corp.), 13 January 2005 (13.01.2005), claim 1; paragraphs [0009] to [0011], [0023] to [0027]; fig. 1 to 5 (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
18 March, 2014 (18.03.14)	01 April, 2014 (01.04.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/085002

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 2002-225733 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 14 August 2002 (14.08.2002), claim 2; paragraphs [0007], [0039] to [0042] (Family: none)	5,6
Y	JP 2005-82057 A (Hitachi Unisia Automotive, Ltd.), 31 March 2005 (31.03.2005), claim 1; paragraphs [0018] to [0023] (Family: none)	6
Y	JP 2010-195251 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 09 September 2010 (09.09.2010), paragraph [0002] (Family: none)	6
Y	JP 2010-76692 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 April 2010 (08.04.2010), paragraph [0025] (Family: none)	6
Y	JP 2008-273419 A (Toyota Motor Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), claim 1; paragraph [0005] (Family: none)	6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０８５００２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B62D5/04(2006.01)i, B62D6/00(2006.01)i, F16D41/06(2006.01)i, F16D41/08(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D111/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D119/00(2006.01)n, B62D137/00(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.　B62D5/04, B62D6/00, F16D41/06, F16D41/08, B62D101/00, B62D111/00, B62D113/00, B62D119/00, B62D137/00

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
X	JP 2008-221916 A（日産自動車株式会社）2008.09.25, 【請求項３】、段落【００２１】、【００２６】、【００８７】－【００９０】、図１－３（ファミリーなし）	1
Y		2-6
Y	JP 2010-149678 A（日産自動車株式会社）2010.07.08, 段落【００２０】、図１，２（ファミリーなし）	2-6
Y	JP 2005-8073 A（ＮＴＮ株式会社）2005.01.13, 【請求項１】、【０００９】－【００１１】、【００２３】－【００２７】、図１－５（ファミリーなし）	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	国際調査報告の発送日
１８．０３．２０１４	０１．０４．２０１４

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）　３Ｑ　３９１７
柳元　八大
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３８１

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 2002-225733 A（光洋精工株式会社）2002.08.14, 【請求項２】、段落【０００７】、【００３９】－【００４２】（ファミリーなし）	5, 6
Y	JP 2005-82057 A（株式会社日立ユニシアオートモティブ）2005.03.31, 【請求項１】、段落【００１８】－【００２３】、（ファミリーなし）	6
Y	JP 2010-195251 A（日産自動車株式会社）2010.09.09, 段落【０００２】（ファミリーなし）	6
Y	JP 2010-76692 A（日産自動車株式会社）2010.04.08, 段落【００２５】（ファミリーなし）	6
Y	JP 2008-273419 A（トヨタ自動車株式会社）2008.11.13, 【請求項１】、段落【０００５】（ファミリーなし）	6