(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
2007 年12 月6 日 (06.12.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/138772 A1

(51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) *B62D 113/00* (2006.01)
B62D 101/00 (2006.01) *B62D 119/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/054516

(22) 国際出願日: 2007 年3 月8 日 (08.03.2007)

(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2006-146390 2006 年5 月26 日 (26.05.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３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): 家造坊 勲 (KEZOBO, Isao) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 井上 知之 (INOUE, Noriyuki) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 藤本 千明 (FUJIMOTO, Chiaki) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 喜福 隆之 (KIFUKU, Takayuki) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 木全 政弘 (KIMATA, Masahiro) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 堤 和道 (TUTUMI, Kazumichi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

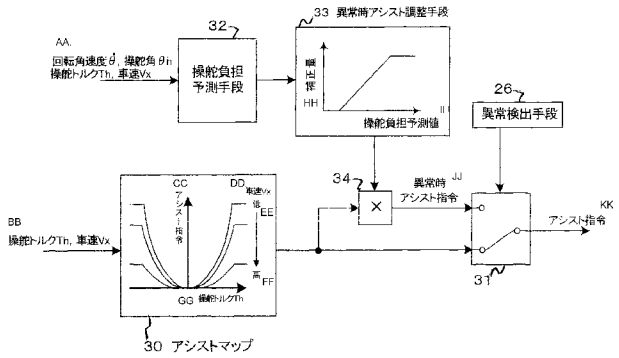
(74) 代理人: 大岩 増雄 , 外 (OIWA, Masuo et al.); 〒6610012 兵庫県尼崎市南塚口町２丁目１４－１ Hyogo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[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



AA... ROTATING ANGULAR VELOCITY θ, STEERING ANGLE θh, STEERING TORQUE Th, VEHICLE SPEED Vx
BB... STEERING TORQUE Th, VEHICLE SPEED Vx
32... STEERING LOAD PREDICTING MEANS
30... ASSIST MAP
CC... ASSIST COMMAND
DD... VEHICLE SPEED Vx
EE... LOW
FF... HIGH
GG... STEERING TORQUE Th
33... ANOMALY ASSIST ADJUSTING MEANS
HH... CORRECTION QUANTITY
II... STEERING LOAD PREDICTED VALUE
JJ... ANOMALY ASSIST COMMAND
26... ANOMALY DETECTING MEANS
KK... ASSIST COMMAND

(57) **Abstract:** Provided is an electric power steering device, which is enabled, in case an anomaly occurs in the electric power steering device body, to reduce an uncomfortable feeling of a driver, by making an assist lower than the normal one when it is predicted that a steering load is light, and to reduce the steering load sufficiently, by making the assist equivalent to the normal one when it is predicted that the steering load is heavy. In case the anomaly is detected by anomaly detecting means, an anomaly assist command is made smaller than that at the normal time within a first range, in which the steering load predicted by steering load predicting means (32) is light, and the anomaly assist command is made equivalent to the usual one within a second range, in which the steering load predicted by the steering load predicting means (32) is heavier than that of the first range, thereby to control the assist torque of a motor in response to the anomaly assist command.

[続葉有]

WO 2007/138772 A1

DM, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 電動パワーステアリング装置本体に異常が発生した場合に、操舵負担が小さいと予測される時は、アシストを通常より小さくして、運転者の感じる違和感を小さくし、操舵負担が大きいと予測されるときは、アシストを通常と同等まで大きくすることができ、操舵負担を十分軽減できる電動パワーステアリング装置を得る。異常検出手段で異常が検出された場合に、操舵負担予測手段３２で予測した操舵負担が小さい第１範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時より小さくし、操舵負担予測手段３２で予測した操舵負担が第１の範囲より大きい第２範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時と同等に大きくし、異常時アシスト指令に応じてモータのアシストトルクを制御する。

明 細 書

電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] この発明は、自動車等に搭載される電動パワーステアリング装置に関するものであり、特に装置本体の一部が故障した際に運転者が感じる操舵感の改善に係るものである。

背景技術

[0002] 従来装置として、特許文献1に示されるものは、電動パワーステアリング装置のモータの1相が断線する異常時に、通常よりも電流を小さく、すなわち、アシストを小さく制限して制御を継続するものである。これによって、異常により発生するトルク脈動を小さくし、運転者の感じる違和感を小さくすることができる。また、特許文献2に示されるものは、電動パワーステアリング装置本体の一部に軽微な異常が生じた場合に、通常のアシストゲインに1以下の定数を乗じてやることで、アシストの大きさを通常より小さく制限して制御を継続するものであり、なおかつ、急激に小さくするのではなく、段階的に徐々に小さく制限するものである。これによると、急激な変化が無いので、運転者が感じる違和感を小さくできる。

[0003] 特許文献1:特開平10—181617号公報

特許文献2:特開2003—170857号公報

特許文献3:特許第3600805号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1，2では、アシストを通常より小さく制限しており、異常によるトルク脈動による違和感を軽減できるが、異常発生後は、常に小さなアシストに制限されている。そのため、快適な走行をするために大きなアシストを必要とするような操舵時においても、アシストが小さいので、運転者の操舵負担が大きくなるという問題がある。また、発生した異常のせいで、操舵状態によっては、目標とするアシストよりも、実現できるアシストが小さくなる場合がある。この場合には，アシストが目標とする大きさより小さくな

るので、アシストの目標値を小さく制限したままでは、運転者の操舵負担が大きくなるという問題がある。例えば、モータの1相が短絡した場合は、短絡箇所を流れる電流により制動トルクが発生し、速く操舵した場合に、制動トルクが大きくなるので、目標とするアシストよりも小さくなる。

[0005] この発明は、上記のような従来の装置の問題点に鑑みてなされたもので、電動パワーステアリング装置本体の一部に異常が発生した場合に、運転者の操舵負担を予測して、予測された操舵負担の大きさに応じて、モータによるアシストの大きさを決定することにより、操舵負担が小さいと予測される時は、アシストを通常より小さくして、運転者の感じる違和感を小さくし、操舵負担が大きいと予測されるときは、アシストを通常と同等まで大きくすることができ、操舵負担を十分軽減でき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。

課題を解決するための手段

[0006] この発明に係わる電動パワーステアリング装置は、運転者がステアリングシャフトに加えた操舵トルクを検出するトルクセンサ、前記ステアリングシャフトに操舵を補助するアシストトルクを付加するモータ、車両の速度を検出する車速センサ、前記トルクセンサで検出した操舵トルクと前記車速センサで検出した車速に応じてアシスト指令を算出するアシスト指令演算手段、前記アシスト指令算出手段で算出したアシスト指令に応じて前記モータのアシストトルクを制御する電動機制御装置、電動パーステアリング装置本体に生じた異常を検出する異常検出手段、及び、前記モータより検出した前記モータの回転角速度，前記操舵トルク，前記車速の内のいずれか1つ以上の信号に基づいて、運転者の操舵負担を予測する操舵負担予測手段を備え、前記異常検出手段で異常が検出された場合に、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が小さい第1範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時より小さくし、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が第1の範囲より大きい第2範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時と同等に大きくし、前記異常時アシスト指令に応じて前記モータのアシストトルクを制御するものである。

[0007] また、この発明に係わる電動パワーステアリング装置は、運転者がステアリングシャフトに加えた操舵トルクを検出するトルクセンサ、前記ステアリングシャフトに操舵を補

助するアシストトルクを付加するモータ、車両の速度を検出する車速センサ、前記トルクセンサで検出した操舵トルクと前記車速センサで検出した車速に応じてアシスト指令を算出するアシスト指令演算手段、前記アシスト指令算出手段で算出したアシスト指令に応じて前記モータのアシストトルクを制御する電動機制御装置、電動パーステアリング装置本体に生じた異常を検出する異常検出手段、及び前記モータより検出した前記モータの回転角速度，前記操舵トルク、前記車速の内のいずれか1つ以上の信号に基づいて、運転者の操舵負担を予測する操舵負担予測手段を備えるものであって、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が小さい第1範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時より小さくし、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が第1の範囲より大きい第2範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時と同等に大きくするところの異常時アシスト指令のデータを予め記憶している異常時用アシストマップを設けて、前記異常検出手段で異常が検出された場合に、異常時用アシストマップの異常時アシスト指令をもとに前記モータのアシストトルクを制御するものである。

発明の効果

[0008] この発明の電動パワーステアリング装置によれば、異常発生後においても、運転者の操舵負担を予測して、予測された操舵負担の大きさに応じて、モータによるアシストの大きさを調整できるので、異常検出手段で異常が検出された場合に、操舵負担予測手段で予測した操舵負担が小さい第1範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時より小さくし、異常によるトルク脈動を抑えて、違和感を小さくすることができ、操舵負担予測手段で予測した操舵負担が第1の範囲より大きい第2範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時と同等に大きくし、操舵負担を十分軽減することができ、異常発生後にも、快適な操舵感を得ることができる。

[0009] この発明の上記以外の目的、特徴、観点及び効果は、図面を参照する以下のこの発明の詳細な説明から、さらに明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]この発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置を示す概略構成図である。

[図2]実施の形態1によるコントローラユニットの全体構成を示すブロック図である。

[図3]実施の形態1によるアシスト指令演算手段を示すブロック図である。

[図4]実施の形態1による操舵負担予測手段の構成を示すブロック図である。

[図5]実施の形態1によるアシストトルクを説明する図である。

[図6]実施の形態2によるアシスト指令演算手段を示すブロック図である。

[図7]実施の形態3によるアシスト指令演算手段を示すブロック図である。

[図8]実施の形態4によるコントローラユニットの全体構成を示すブロック図である。

[図9]実施の形態5によるコントローラユニットの全体構成を示すブロック図である。

[図10]実施の形態5による異常時アシスト指令の上限値を示す図である。

[図11]実施の形態5によるアシスト指令演算手段を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

[0011] 実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置の概略構成図である。図において、運転者からステアリングホイール1に加えられた操舵トルクは、ステアリングシャフト2をとおり、ラック・ピニオンギヤ12を介して、ラックに伝達され、車輪3，4を転舵させる。モータ5は、モータ減速ギア7を介してステアリングシャフト2と連結している。モータから発生するアシストトルク(以下モータトルクとも言う)は、モータ減速ギア7を介してステアリングシャフト2に伝達され、操舵時に運転者が加える操舵トルクを軽減する。

[0012] トルクセンサ8は、運転者がステアリングホイール1を操舵することによりステアリングシャフト2に加わった操舵トルクを検出する。コントローラユニット9は、トルクセンサ8で検出した操舵トルクと、車速センサ13で検出した車速に応じて、モータ5が付与するアシストトルクの方向と大きさを決定し、この補助力(アシストトルク)を発生させるべく電源11からモータ5に流れる電流を制御する。なお、回転角度センサ6は、モータの回転角度を検出する。

[0013] 図2は、実施の形態1によるコントローラユニット9の構成を示すブロック図である。アシストトルクの目標値に相当するアシスト指令を算出するアシスト指令演算手段20は、トルクセンサ8で検出した操舵トルク信号と、車速センサ13で検出した車速信号に

応じたモータトルクの方向と大きさを決定し、アシスト指令を算出する。また、モータ回転角度検出回路21は、モータ5の回転角度を検出する回転角度センサ6からの信号を受け、モータ5の回転角度を算出する。微分手段27は、回転角度を近似的に微分演算して、回転角速度を算出する。また、電流検出回路22は、モータの各相に流れる電流を検出する。

[0014] 電流制御手段23は、アシスト指令、モータの検出電流、回転角度に応じて電圧指令を算出する。スイッチング素子駆動回路24は、この電圧指令をPWM変調してインバータ25へスイッチング操作を指示する。インバータ25はスイッチング操作信号を受けてスイッチング素子61A—63A, 61B—63Bのチョッパ制御を実現し、バッテリ11から供給される電力により、モータに電流を流す。この電流によって、モータトルクすなわちアシストトルクが発生する。また、電動パワーステアリング装置本体の異常を検出する異常検出手段を備えている。なお、このインバータの構成は、三相モータに対応したものであるが、モータがブラシ付DCモータの場合、Hブリッジ回路を用いればよい。

[0015] 図3は、実施の形態1のアシスト指令演算手段を示している。アシストマップ30は、操舵トルク信号Thと車速信号Vxに応じたアシスト指令の値を予め記憶しており、アシスト指令を出力する。アシスト指令切替え手段31は、異常検出手段26が出力する異常検出信号に応じて、出力する信号を切替える。異常検出信号が電動パワーステアリング装置本体の正常を示す場合は、アシスト指令切替え手段は、アシストマップ30の出力するアシスト指令を出力し、電流制御手段23に目標モータトルクすなわち目標電流として供給する。

[0016] 異常検出手段26の異常検出信号が電動パワーステアリング装置本体の異常を示す場合は、操舵負担予測手段32で操舵負担を予測し操舵負担予測信号を出力し、操舵負担予測信号に応じて、異常時アシスト調整手段33と乗算手段34により算出された異常時アシスト指令を、アシスト指令切替え手段31の出力とし、電流制御手段23に目標電流として供給する。

[0017] 図4は実施の形態1の操舵負担予測手段の構成を示すブロック図である。操舵負担予測手段32は、例えば、図4(a)のように構成され、予測マップ41で回転角速度d

θ／dtの大きさに対してほぼ比例するように操舵負担予測信号を出力する。もしくは、図4(b)のように、予測マップ41，42，43で、回転角速度dθ／dt、操舵トルク信号Thのそれぞれの大きさにほぼ比例する信号と、車速信号Vxにほぼ反比例する信号を乗算もしくは加算したものを、操舵負担予測信号としてもよい。図4(b)では、乗算手段46により乗算している。

[0018] また、電動パワーステアリング装置に、ハンドルの操舵角を検出するセンサが付加されているものの場合、図4(c)のように、この操舵角の検出信号θhも用いてもよい。44は予測マップ、47は乗算手段である。なお、操舵負担は、概ね、回転角速度dθ／dt、操舵トルクTh、操舵角θhの大きさの増大に伴って大きくなる傾向があり、また、車速Vxの増大に伴って小さくなる傾向がある。

[0019] 図3に示すように、異常時アシスト調整手段33は、操舵負担予測信号に概ね比例し、原点近傍では不感帯を有し、操舵負担予測信号が大きい領域では飽和するような信号を出力する。この出力信号と、アシストマップ30が出力するアシスト指令を、乗算手段34で乗算した信号を、異常時アシスト指令とする。なお、異常の内容としては、例えば、モータ線の1相が断線する異常などがある。このような異常が発生した場合においては、トルク脈動が生じるものの、アシストの継続が可能であることが、特許文献3に示されている。

[0020] この実施の形態1のような構成によれば、例えば、モータ線の1相が断線する異常が発生した場合において、異常検出手段26により異常が生じたことを示す異常検出信号が出力され、それによって、操舵負担予測手段32と異常時アシスト調整手段33と乗算手段34が計算を開始し、異常時アシスト指令を算出し、この異常時アシスト指令に応じたアシストトルクを実現すべく電流が制御される。すなわち、操舵負担が小さいと予測される場合(第1範囲)では、アシストトルクを異常がない通常時より小さくすることにより、トルク脈動が抑制され、運転者の感じる違和感を小さくできる。また、操舵負担が大きいと予測される場合(第1範囲より大きい第2範囲)では、アシストトルクを異常がない通常時と同等に大きくすることにより(つまり、異常がない通常時と同等もしくはそれに近い大きさにすることにより)、運転者の操舵負担を十分軽減することができる。従って、図5に示すように、異常時のアシストトルクは、通常時と同等な大き

さ、又は通常時より小さい範囲の値をとり得る。このように、操舵負担が小さいと予測される第1の範囲では、アシスト指令の制限を強くして(つまり、ゲインを小さくして)アシスト指令を小さく制限し、操舵負担が大きいと予測される第2範囲では、アシスト指令の制限を第1範囲より緩めて(つまり第1の範囲よりゲインを大きくして)アシスト指令を大きくする。これにより、異常時においても、操舵をより快適にすることができる。

[0021] また、異常の内容として、回転角度センサの異常も挙げられる。このような異常発生時においても、トルク脈動は生じるものの、アシストの継続が可能であることが、特許文献3に示されている。したがって、この実施の形態1に示すような構成で、アシストの制御が可能である。ただし、この場合は、回転角速度の信号を使用できないので、図4において、回転角速度に基づく値を零としなければならないが、その他の信号で操舵負担予測信号を算出することができる。この場合は、回転角速度信号を使用しないで、残った他の信号にしたがって、前述と同様な効果を得ることができる。

[0022] また、装置本体の異常の内容として、モータ線の相間短絡、モータ巻線の短絡、モータ線の1線の地絡または天絡、スイッチング素子の短絡などが挙げられる。このような異常発生時においては、モータ回転角度の一部の角度領域において、短絡箇所を流れる電流により制動トルクが発生することがあるが、他の角度領域ではアシスト方向のトルクが出力可能なので、アシストの継続が可能である。ただし、この制動トルクは、モータの回転角速度に比例して大きくなる性質があるので、もし通常どおりにアシストトルクを指令すると、実際は、回転角速度が大きい時に制動トルクが大きくなり、指令よりも平均的なアシストが不足する。

[0023] ところが、この実施の形態1で示すような構成を用いれば、回転角速度に比例して、操舵負担が大きくなることを予測し、アシスト指令を予め大きくできるので、運転者の操舵負担を十分軽減することが可能である。また、前述と同様に、操舵負担が小さいと予測される場合には、アシストトルクを小さくして、トルク脈動による違和感を軽減できる。このように、予測する操舵負担の大きさに応じてアシストトルクの大きさを増減することによって、異常時においても、操舵をより快適にすることができる。

[0024] 実施の形態2.

図6は実施の形態2のアシスト指令演算手段20を示すブロック図である。実施の形

態1においては、図3のアシスト指令演算手段を用いたが、図6で示す手段に置き換えてもよい。図3の乗算手段34の代わりに、図6では、飽和処理手段35を用いている。飽和処理手段35は、異常時アシスト調整手段33の出力信号を飽和処理の上限値として、この上限値を超えないように、アシストマップ30が出力するアシスト指令を飽和処理する。この飽和処理された信号を、異常時アシスト指令とする。実施の形態2で示すような構成によれば、予測する操舵負担に応じて、アシスト指令の大きさを増減できるので、実施の形態1と同様な効果を得ることができる。

[0025] 実施の形態3.

図7は、実施の形態3のアシスト指令演算手段20を示すブロック図である。実施の形態1においては図3、実施の形態2においては図6のアシスト指令演算手段をそれぞれ用いたが、図7で示す手段に置き換えてもよい。図7の異常時用アシストマップ37は、図3の操舵負担予測手段32と異常時アシスト調整手段33と乗算手段34によって算出される異常時アシスト指令の値を、回転角速度$d\theta/dt$、操舵トルク信号Th、車速信号Vx、操舵角信号θhの値に対応付けたマップとして予め記憶しておいたものである。

[0026] もしくは、図7の異常時用アシストマップ37は、図6の操舵負担予測手段32と異常時アシスト調整手段33と飽和処理手段35によって算出される異常時アシスト指令の値を、回転角速度$d\theta/dt$、操舵トルク信号Th、車速信号Vx、操舵角信号θhの値に対応付けたマップとして予め記憶しておいたものである。もしくは、図7の異常時用アシストマップ37は、その枠内37に示すように、操舵トルク信号Th、回転角速度$d\theta/dt$、操舵角信号θhについての重み係数(k1、k2、k3)つきの線形和$(k1\cdot Th+k2\cdot d\theta/dt+k3\cdot \theta h)$の大きさの増大に伴って、異常時アシスト信号が増大し、車速の増加に伴って、異常時アシスト信号が減少するように構成されていればよく、上記2種類とほぼ同様のマップを得ることができる。

[0027] すなわち、この異常時用アシストマップ37は、操舵負担が小さいと予測される場合は、異常時アシスト指令を小さくし、操舵負担が大きいと予測される場合は、異常時アシスト指令を大きくすることが可能である。実施の形態3で示すような構成によれば、実施の形態1または2で示した構成と同様な制御を実施することができ、アシスト指

令の大きさを増減できるので、実施の形態1または2と同様な効果を得ることができる。

[0028] 実施の形態4.

以上の実施の形態で示した電動パワーステアリング装置においては、操舵負担に応じてアシストを増減させる際に、アシスト指令を増減することにより実施したが、実施の形態4においては、これに加えて、さらに、電流を遮断するリレーも用いる。この実施の形態4においては、図8のようにリレー71をインバータ25とモータ5を結ぶ配線上に配置し、操舵負担が十分小さくアシストを零にしたい場合に、このリレー71を開放する。すなわち、操舵負担予測手段32において操舵負担が十分小さいと予測され、異常時アシスト指令を零とする場合に、アシスト指令演算手段20によって、リレー71を開放するよう指令する。この結果、リレー71が開放され、モータ5に流れる電流が遮断され、アシストを零にすることができる。その後、操舵負担予測手段32において、再び操舵負担が増加した場合は、リレー71を閉じるよう指令し、異常時アシスト指令に応じてモータトルクを制御する。

[0029] 実施の形態1から3における構成では、アシスト指令を零にした場合でも、例えばスイッチング素子短絡など異常の種類によっては、モータ5に電流が流れモータトルクが発生することがあるが、実施の形態4の構成によれば、リレー71によって電流を遮断するので、このような場合にもトルクを零にでき、運転者が感じる違和感を小さくすることができる。上記では、リレー71の配置箇所は、図8のようにモータ5とインバータ25の間に配置したが、インバータの直流部またはモータ内部に配置しても電流を遮断することができ、同じ効果を得ることができる。

[0030] このように、モータへの給電を遮断するリレーを備え、操舵負担予測手段で予測した操舵負担が前記第1の範囲(つまり、実施の形態1で示した操舵負担が小さいと予測される第1の範囲)より小さい第3の範囲では、リレーを開放して電流を遮断するようにした。

その結果、アシスト指令を零にした場合でも、逆起電力等の影響でモータに電流が流れモータトルクが発生することがあるが、前記構成によれば、リレーによって電流を遮断するので、モータトルクを確実に零にでき、運転者が感じる違和感を小さくするこ

とができる。

[0031] 実施の形態5.

以上の実施の形態で示した電動パワーステアリング装置においては、装置に異常が発生した場合に、操舵負担に応じてアシストを継続する方式を幾つか示したが、実施の形態5においては、さらに、この異常時に継続したアシストを、ある終了条件に基づいて遮断する手段を備えている。この実施の形態5においては、図9に示すように、異常時アシスト終了手段72を設けており、異常時アシスト終了手段72は、車速、操舵トルク、操舵角、操舵角速度、モータ回転角度、モータ回転角速度、縦方向加速度、横方向加速度、ヨーレート、操舵負担予測値の内いずれか1つ以上を用いて、異常時アシストを終了するか否かを判定する。

[0032] 異常時アシスト終了手段72において、異常時アシストを終了すると判断した場合は、リレー71を開放して(OFFして)電流を遮断し、アシストを零にする。その後は、異常個所を修理するまで、リレー71を閉じる(ONする)ことは無い。

なお、図9では、異常時アシスト終了手段72において用いる信号として、車速、操舵トルク、操舵角、操舵負担予測値のみが示されているが、その他に、操舵角を微分した操舵角速度、モータ回転角度、モータ回転角速度、車両の縦・横方向加速度、車両のヨーレートなどを用いても良い。

[0033] 次に、異常時アシスト終了手段72で行う処理について述べる。異常時アシスト終了手段72は、車速、操舵トルク、操舵角、操舵角速度、モータ回転角度、モータ回転角速度、縦方向加速度、横方向加速度、ヨーレート、操舵負担予測値の内いずれか1つ以上について、その値が、それぞれ所定値よりも小さい時間が、所定時間継続した時に、異常時アシスト終了判定条件を満足するものとし、異常時アシストを終了するよう指令する。

[0034] この判定条件の意味するところは、すなわち、上述した信号の車速、操舵トルク、操舵角、操舵角速度、モータ回転角度、モータ回転角速度、縦方向加速度、横方向加速度、ヨーレート、操舵負担予測値は、それぞれ、車両の運動状態量の大小を表しているので、車両の運動状態量が所定値以下の時間が所定時間継続した場合に、電動パワーステアリング装置によるアシストを停止しても、車両の運動状態への影響

も小さいことを考慮したということである。また、異常時アシスト終了手段72で判定に用いる信号として、その他に、モータ電流を用いても良い。というのは、モータ電流は、操舵トルク、車速などの状態量に基づいて概ね比例するように定められるからである。

[0035] さらに、この実施の形態5における電動パワーステアリング装置は、図10に示すように、リレーを開放する前に、異常時アシスト終了判定条件を満足した時点T0以後、異常時アシスト指令を徐々に低減していき、その後でリレーを開放するという手段を備えている。図11に示すように、アシスト指令演算手段には、異常時アシスト制限手段81を設けており、異常時アシスト指令の上限値により制限された値を異常時アシスト指令として出力するようにしている。図10に示すように、異常時アシスト終了判定条件を満足した時点T0以後、異常時アシスト指令の上限値を徐々に小さくしていき、この上限値が所定値α以下に達した時T1に、リレーを開放する。

[0036] また、その他に、単に時間に基づいて、例えば、時間が、予め定めた所定時間、例えば異常検出手段26で異常を検出後、30分経過したときに、異常時アシスト終了判定条件を満足させ、満足した時点T0以後、異常時アシスト指令の上限値を徐々に小さくしていき、この上限値が所定値α以下に達した時T1に、リレーを開放する。これは、時間が十分経過すれば、運転者が異常に気付き、車両の運動を抑制した運転をしていると予測されるからである。図10においては、時間に依存して、異常時アシスト指令を漸減するようにしている。この方法によれば、異常時アシストが十分小さくなってから終了するので、運転者が感じる違和感をさらに小さくすることができる。

[0037] なお、図11では、図3のアシスト指令演算手段に異常時アシスト制限手段81を設けた例を示したが、図6、図7で示したアシスト指令演算手段において、異常時アシスト制限手段を設けてもよい。この実施の形態5で示した構成によれば、操舵負担予測手段32に基づいた異常時アシスト指令によって、操舵負担に応じて増減するアシストトルクが得られ、運転者の感じる違和感を小さくすることができ、さらに、所定条件を満足してから、そのアシストトルクの上限値を徐々に低減してリレーを開放するので、異常時アシストの終了時に運転者が感じる違和感を小さくすることができる。なお、徐々に上限値を低減している間も、異常時アシスト指令の変化を無視しているわけでは

なく、異常時アシストによる制御の効果を維持したままで異常時アシストを終了することができるので、運転者の感じる違和感を小さくできる。また、異常が発生した状態を放置して、そのまま運転を継続することがなく、異常個所を修理することを運転者に促すことができる。

[0038] この発明の各種の変形または変更は、関連する熟練技術者が、この発明の範囲と精神を逸脱しない中で実現可能であり、この明細書に記載された各実施の形態には制限されないことと理解されるべきである。

請求の範囲

[1] 運転者がステアリングシャフトに加えた操舵トルクを検出するトルクセンサ、
前記ステアリングシャフトに操舵を補助するアシストトルクを付加するモータ、
車両の速度を検出する車速センサ、
前記トルクセンサで検出した操舵トルクと前記車速センサで検出した車速に応じてアシスト指令を算出するアシスト指令演算手段、
前記アシスト指令算出手段で算出したアシスト指令に応じて前記モータのアシストトルクを制御する電動機制御装置、
電動パーステアリング装置本体に生じた異常を検出する異常検出手段、及び、
前記モータより検出した前記モータの回転角速度，前記操舵トルク，前記車速の内のいずれか1つ以上の信号に基づいて、運転者の操舵負担を予測する操舵負担予測手段を備え、
前記異常検出手段で異常が検出された場合に、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が小さい第1範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時より小さくし、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が第1の範囲より大きい第2範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時と同等に大きくし、前記異常時アシスト指令に応じて前記モータのアシストトルクを制御するようにしたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[2] 前記操舵負担予測手段により予測された操舵負担予測値にほぼ比例する値を、電動パーステアリング装置本体が異常でない通常のアシスト指令に乗じた信号を、異常時アシスト指令とすることを特徴とする請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

[3] 前記操舵負担予測手段により予測された操舵負担予測値にほぼ比例する値を上限値として、アシスト指令が前記上限値以下になるよう飽和処理を実施した信号を、異常時アシスト指令とすることを特徴とする請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

[4] 運転者がステアリングシャフトに加えた操舵トルクを検出するトルクセンサ、
前記ステアリングシャフトに操舵を補助するアシストトルクを付加するモータ、

車両の速度を検出する車速センサ、

前記トルクセンサで検出した操舵トルクと前記車速センサで検出した車速に応じてアシスト指令を算出するアシスト指令演算手段、

前記アシスト指令算出手段で算出したアシスト指令に応じて前記モータのアシストトルクを制御する電動機制御装置、

電動パーステアリング装置本体に生じた異常を検出する異常検出手段、及び

前記モータより検出した前記モータの回転角速度，前記操舵トルク、前記車速の内のいずれか1つ以上の信号に基づいて、運転者の操舵負担を予測する操舵負担予測手段を備えるものであって、

前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が小さい第1範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時より小さくし、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が第1の範囲より大きい第2範囲では、異常時アシスト指令を異常がない通常時と同等に大きくするところの異常時アシスト指令のデータを予め記憶している異常時用アシストマップを設けて、

前記異常検出手段で異常が検出された場合に、異常時用アシストマップの異常時アシスト指令をもとに前記モータのアシストトルクを制御するようにしたことを特徴とする電動パワーステアリング制御装置。

[5] 前記操舵負担予測手段は、前記回転角速度、前記操舵トルクの内のいずれか1つ以上の信号の大きさにほぼ比例した信号と、前記車速にほぼ反比例した信号により、運転者の操舵負担を予測するようにしたことを特徴とする請求項1又は請求項4記載の電動パワーステアリング装置。

[6] 前記操舵負担予測手段は、操舵角センサで検出した操舵角，前記回転角速度、前記操舵トルク、前記車速の内のいずれか1つ以上の信号に基づいて、運転者の操舵負担を予測するようにしたことを特徴とする請求項1又は請求項4記載の電動パワーステアリング装置。

[7] 前記操舵負担予測手段は、操舵角センサで検出した操舵角，前記回転角速度、前記操舵トルクの内のいずれか1つ以上の信号の大きさにほぼ比例した信号と、前記車速にほぼ反比例した信号により、運転者の操舵負担を予測するようにしたことを

特徴とする請求項6記載の電動パワーステアリング装置。

[8] 前記モータへの給電を遮断するリレーを備え、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担が前記第1の範囲より小さい第3の範囲では、前記リレーを開放して電流を遮断するようにしたことを特徴とする請求項1又は請求項4記載の電動パワーステアリング装置。

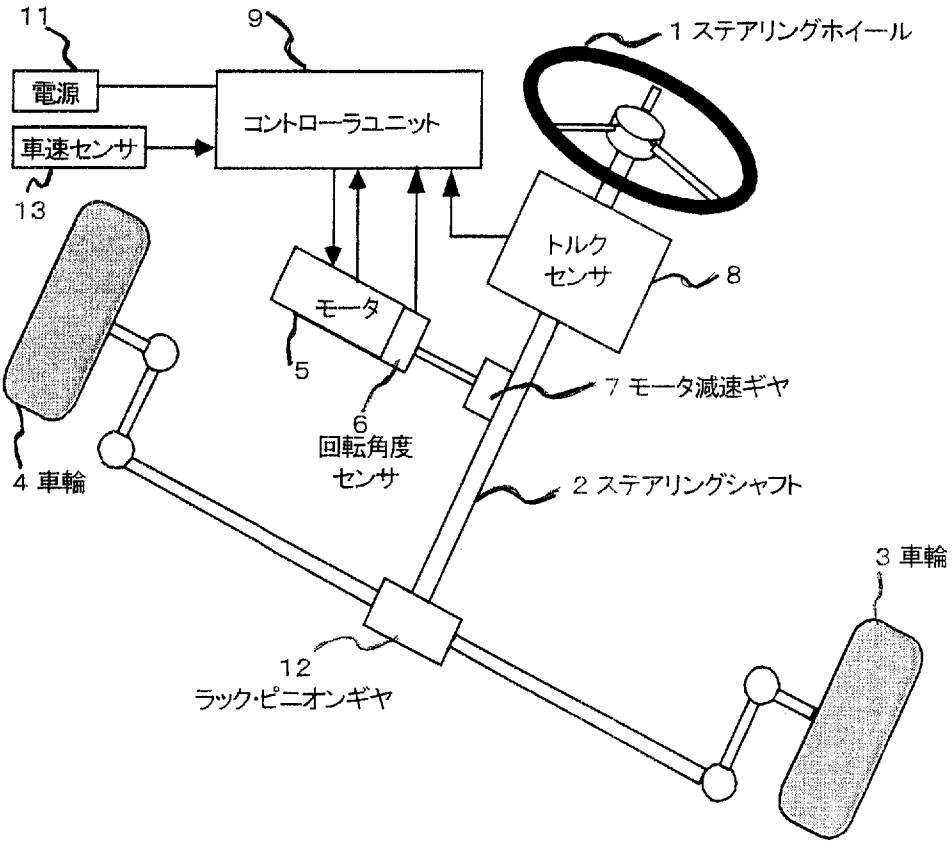
[9] 前記モータへの給電を遮断するリレー、及び
前記異常時アシスト指令を終了する異常時アシスト終了手段を備え、
前記異常時アシスト指令は、車両の運転状態量が所定値以下になったときに、前記異常時アシスト終了手段で前記リレーを開放して前記モータへの給電を遮断するようにしたことを特徴とする請求項1又は請求項4記載の電動パワーステアリング装置。

[10] 前記モータへの給電を遮断するリレー、及び
前記異常時アシスト指令を終了する異常時アシスト終了手段を備え、
前記異常時アシスト指令には、上限値が設けられており、その上限値で制限された前記異常時アシスト指令に基づいて、前記モータのアシストトルクが制御され、前記異常時アシスト指令の前記上限値を時間の経過と共に低減し、前記上限値が所定値以下に達したときに、前記異常時アシスト終了手段で前記リレーを開放して前記モータへの給電を遮断するようにしたことを特徴とする請求項1又は請求項4記載の電動パワーステアリング装置。

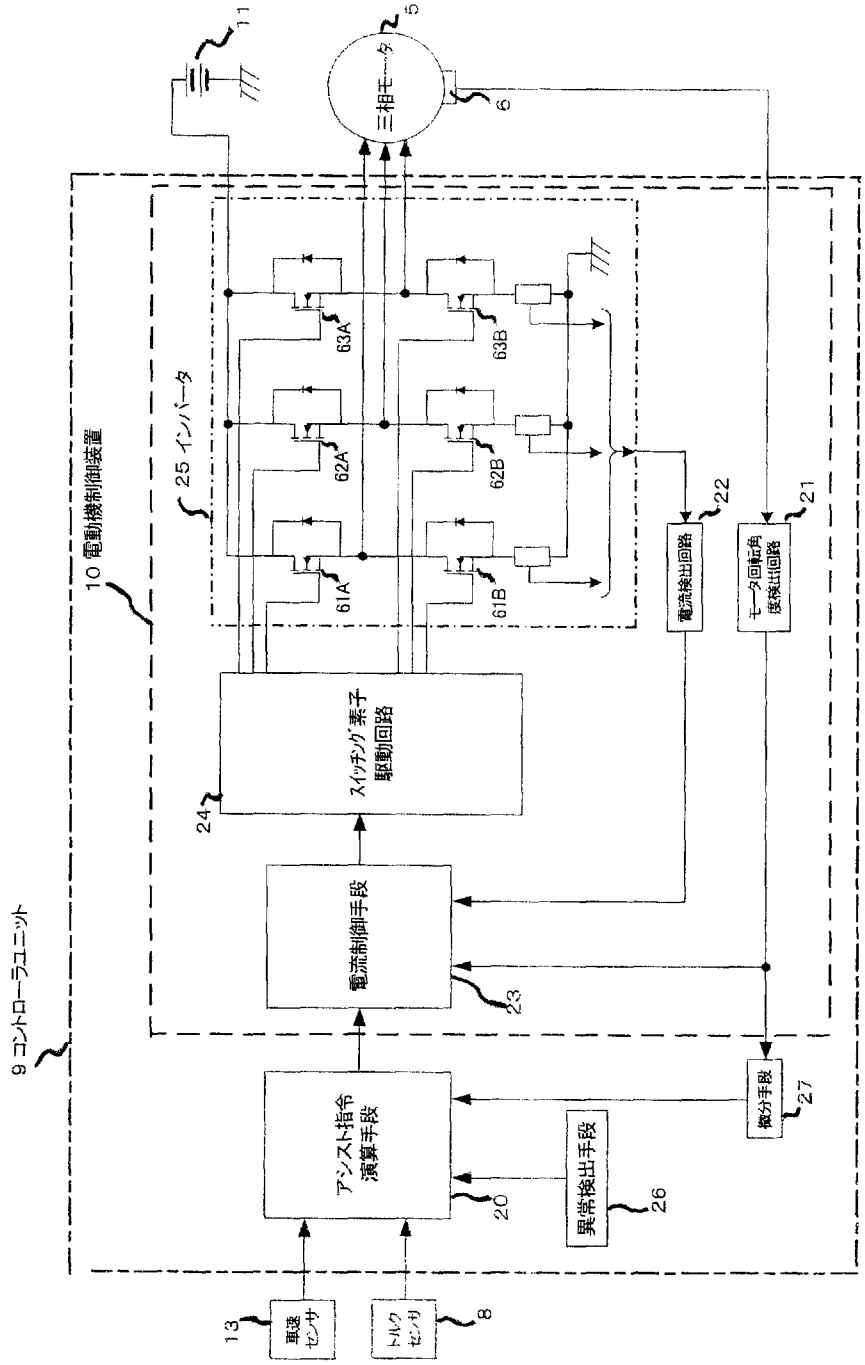
[11] 前記異常時アシスト指令に設けられた前記上限値は、車両の運転状態量が所定値以下になった後に、時間の経過と共に低減させるようにしたことを特徴とする請求項10記載の電動パワーステアリング装置。

[12] 前記異常時アシスト指令に設けられた前記上限値は、所定時間後に、時間の経過と共に低減させるようにしたことを特徴とする請求項10記載の電動パワーステアリング装置。

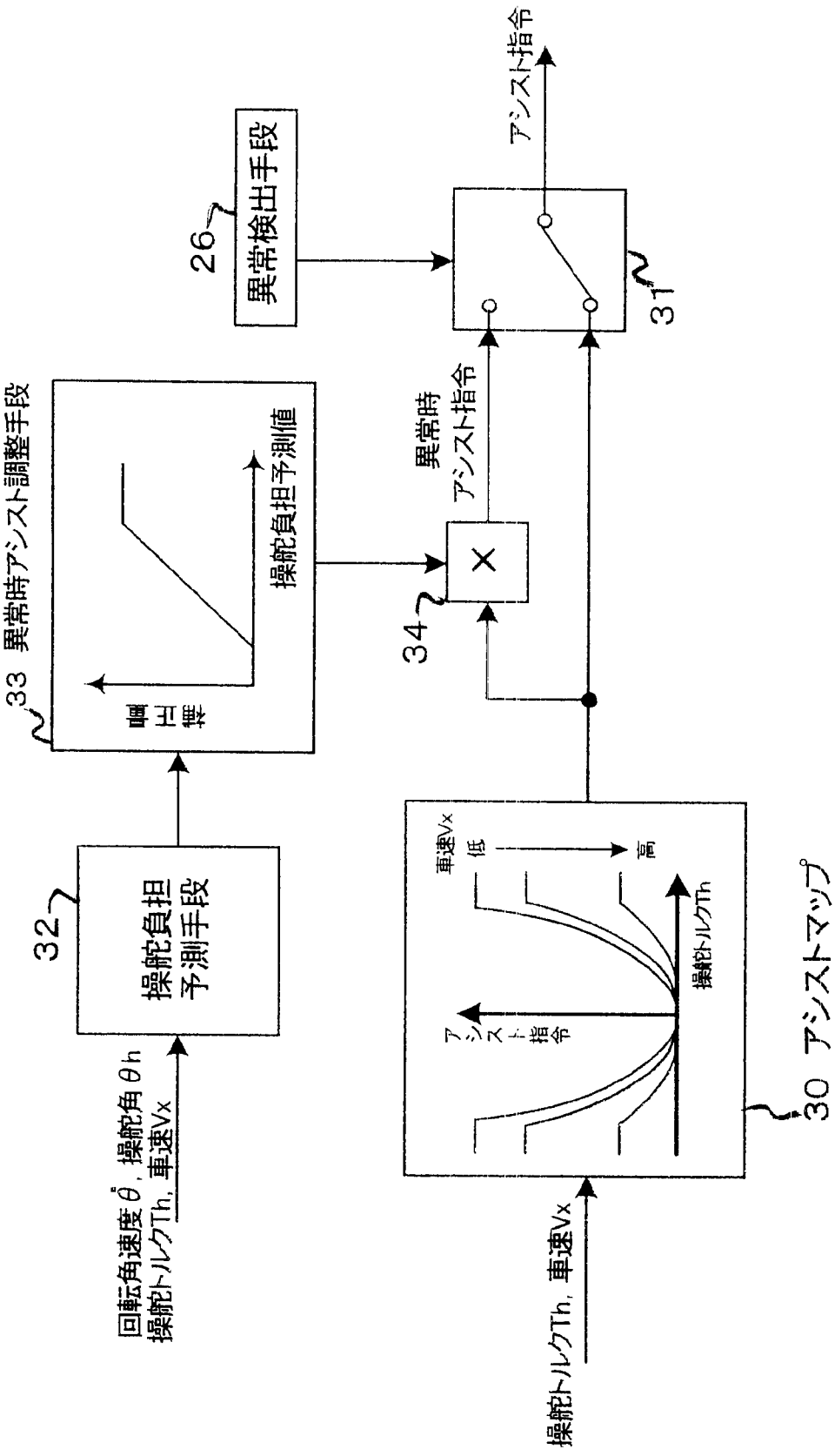
[図1]


11
9
1 ステアリングホイール
電源
コントローラユニット
車速センサ
13
トルク
センサ
8
モータ
5
7 モータ減速ギヤ
6
回転角度
センサ
2 ステアリングシャフト
4 車輪
3 車輪
12
ラック・ピニオンギヤ

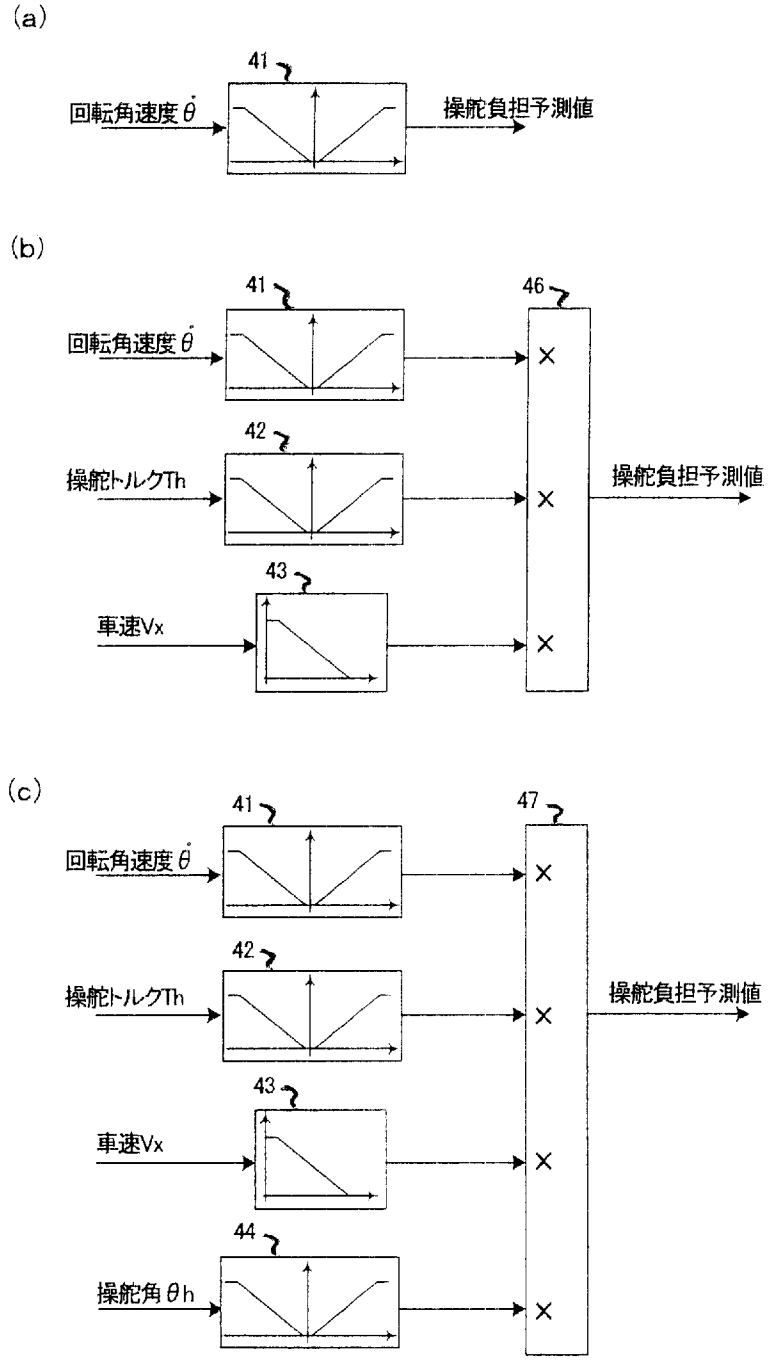
[図2]


9 コントローラユニット
10 電動機制御装置
25 インバータ
三相モータ
5
6
11
63A
63B
62A
62B
61A
61B
24
スイッチング素子駆動回路
電流制御手段
23
電流検出回路
22
モータ回転角度検出回路
21
アシスト指令演算手段
20
異常検出手段
26
微分手段
27
車速センサ
13
トルクセンサ
8

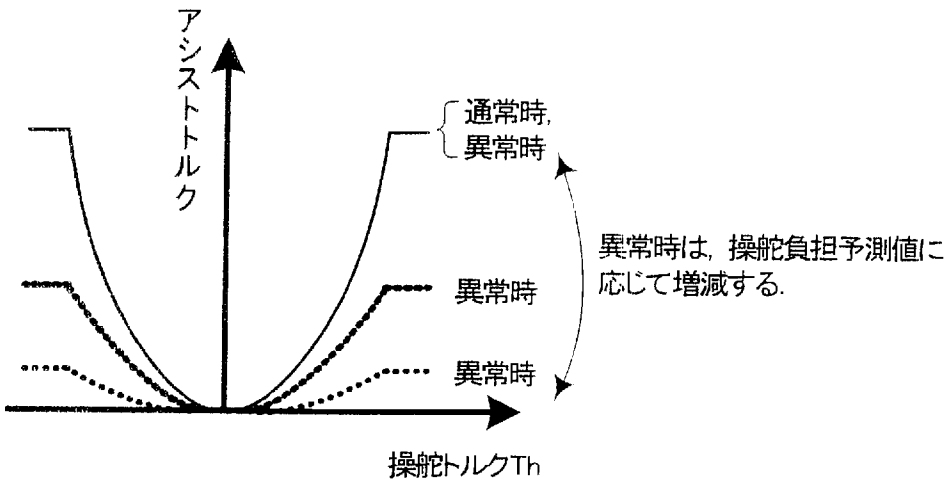
[図3]


回転角速度θ̇, 操舵角θh
操舵トルクTh, 車速Vx
32
操舵負担
予測手段
33 異常時アシスト調整手段
操舵負担予測値
補正量
異常時
アシスト指令
34
×
26
異常検出手段
31
アシスト指令
車速Vx
低
高
アシスト指令
操舵トルクTh
30 アシストマップ
操舵トルクTh, 車速Vx

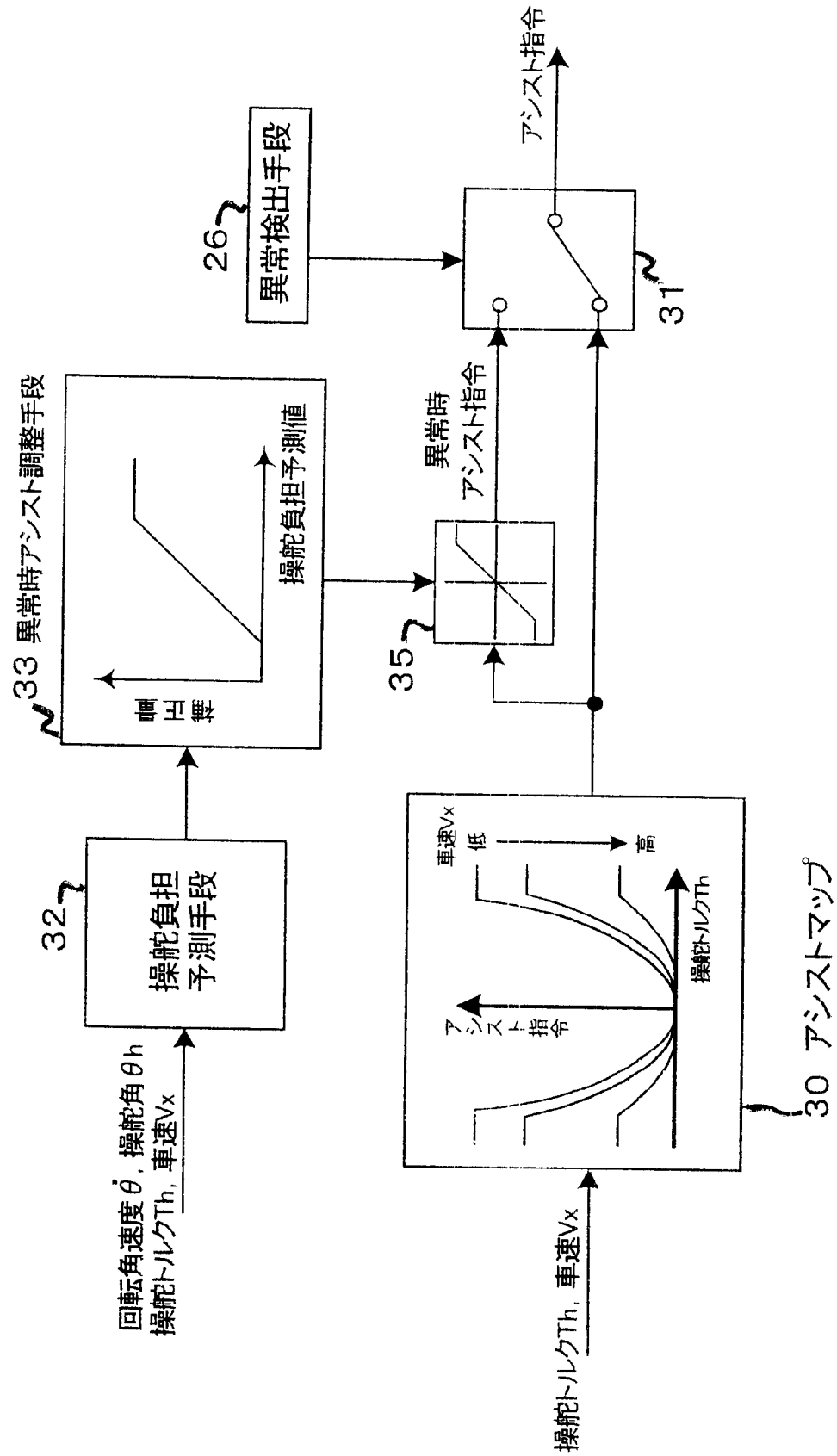
[図4]


(a)
41
回転角速度 $\dot{\theta}$
操舵負担予測値
(b)
41
46
回転角速度 $\dot{\theta}$
42
操舵トルクTh
操舵負担予測値
43
車速Vx
(c)
41
47
回転角速度 $\dot{\theta}$
42
操舵トルクTh
操舵負担予測値
43
車速Vx
44
操舵角 θh

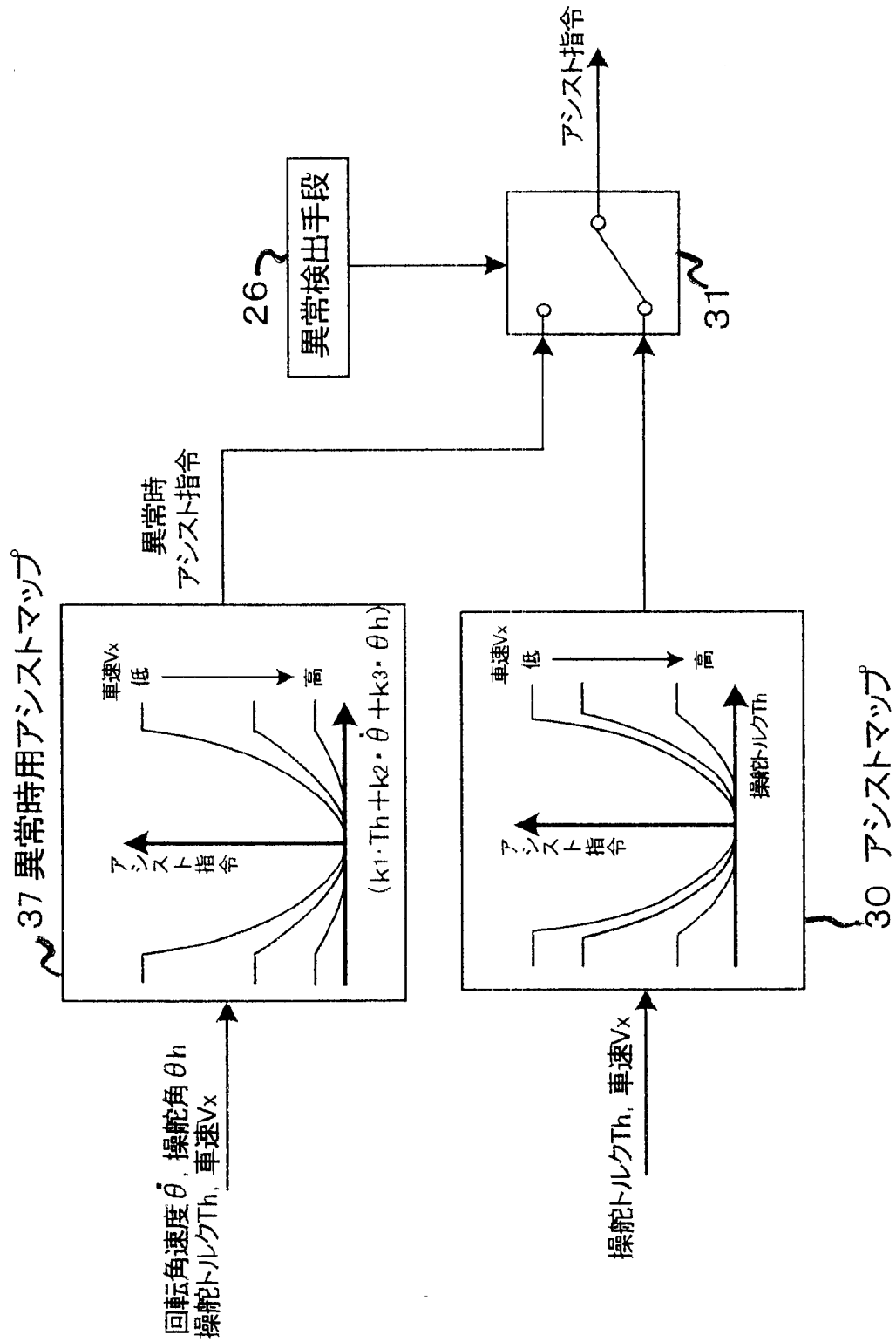
[図5]



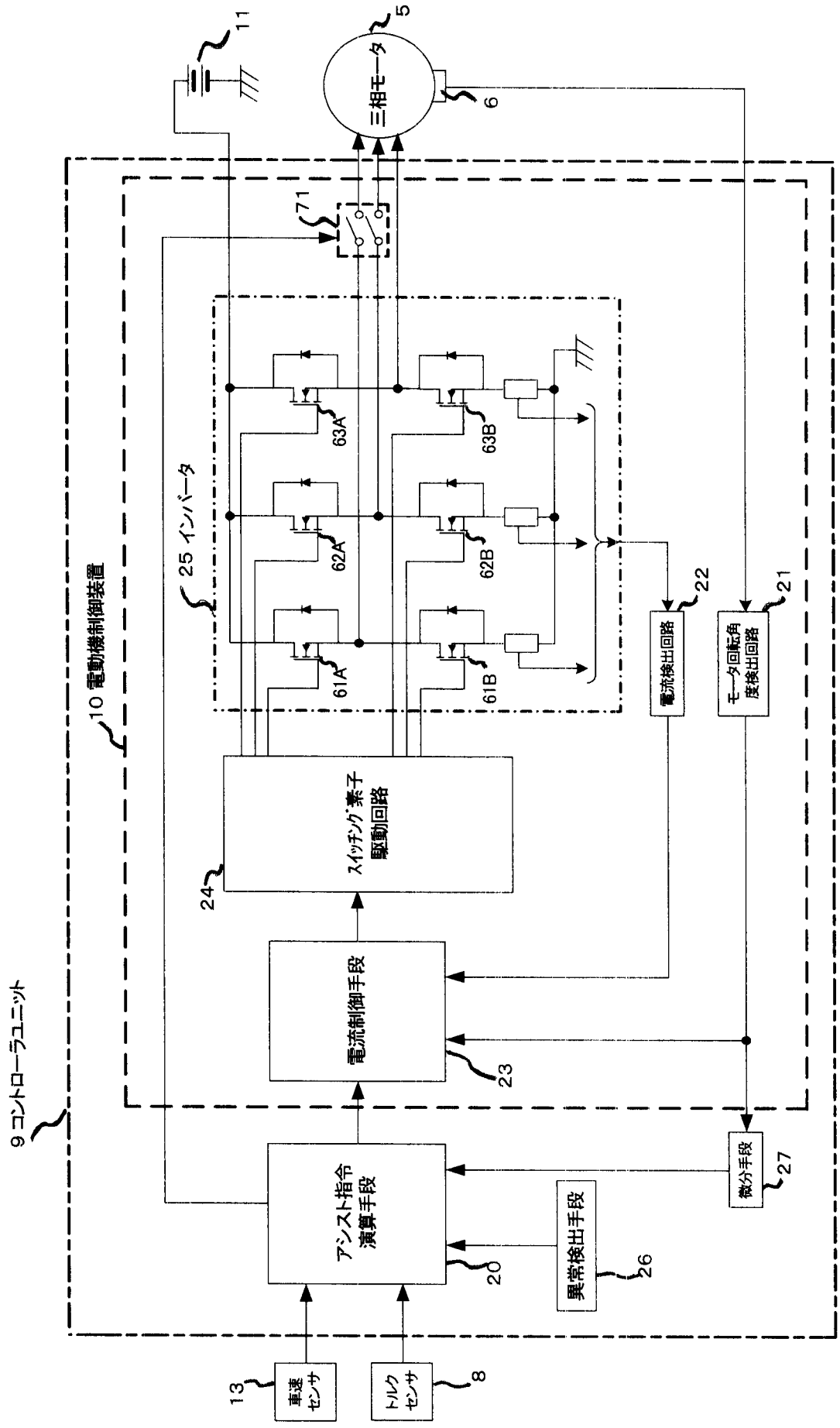
[図6]


回転角速度θ̇, 操舵角θh
操舵トルクTh, 車速Vx
32
操舵負担
予測手段
33 異常時アシスト調整手段
操舵負担予測値
異常時
アシスト指令
35
26
異常検出手段
アシスト指令
31
車速Vx
低
高
アシスト指令
操舵トルクTh
30 アシストマップ
操舵トルクTh, 車速Vx

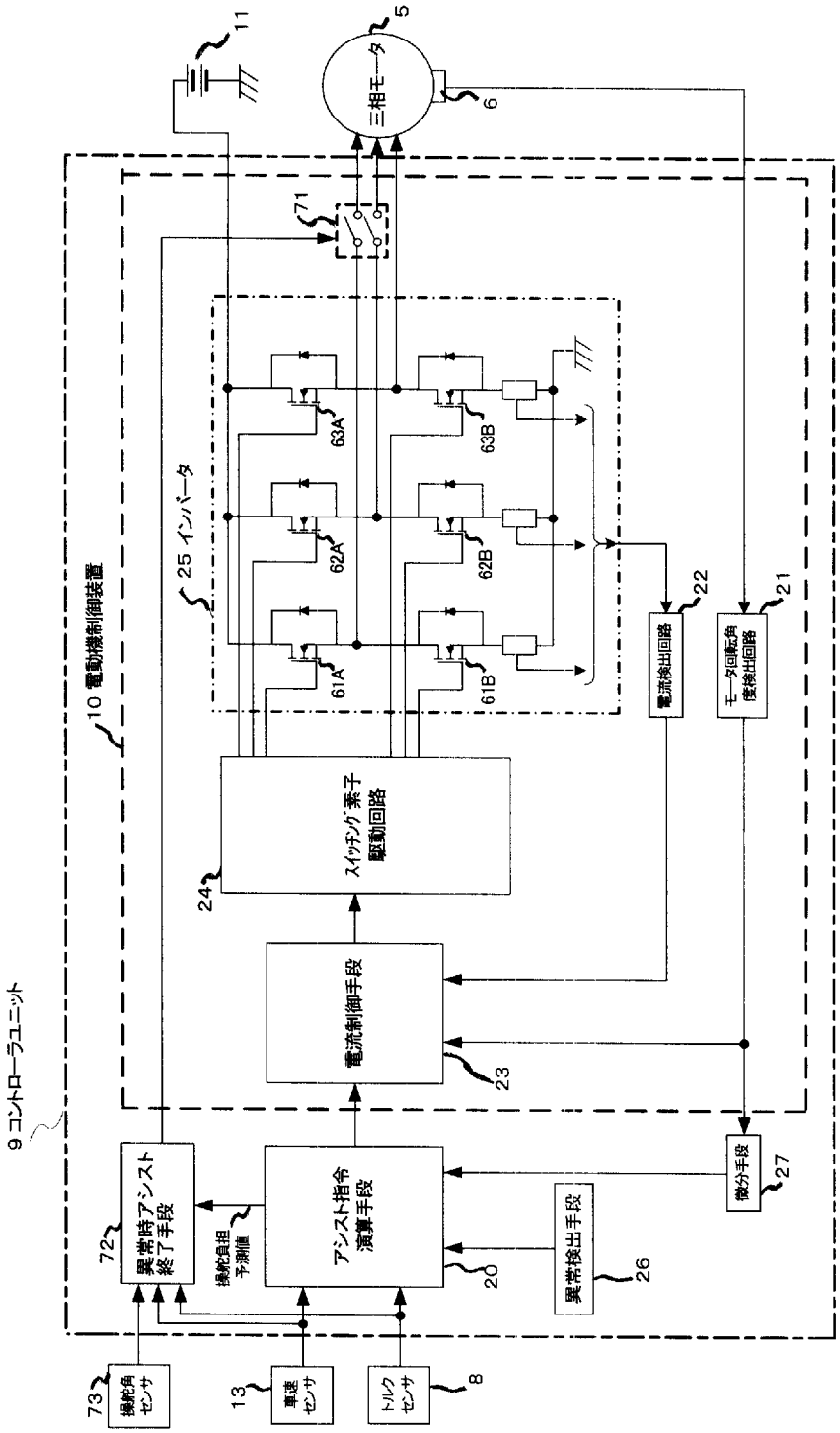
[図7]


37 異常時用アシストマップ
車速Vx
低
高
アシスト指令
(k1·Th+k2·θ̇+k3·θh)
異常時
アシスト指令
回転角速度θ̇, 操舵角θh
操舵トルクTh, 車速Vx
26
異常検出手段
31
アシスト指令
30 アシストマップ
車速Vx
低
高
アシスト指令
操舵トルクTh
操舵トルクTh, 車速Vx

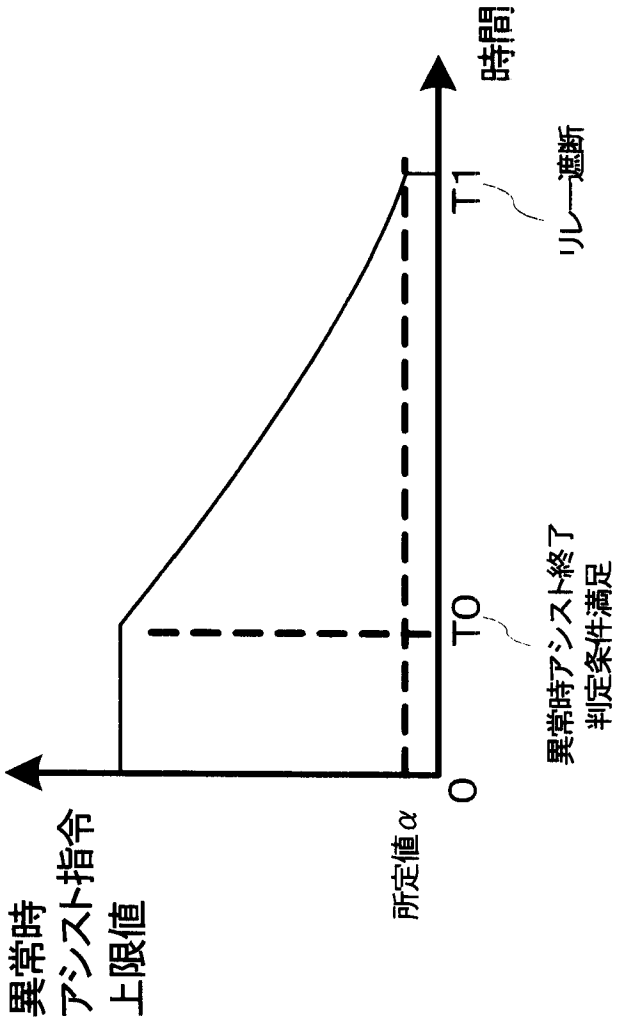
[図8]


9 コントローラユニット
10 電動機制御装置
11
三相モータ
5
6
71
25 インバータ
63A
63B
62A
62B
61A
61B
24
スイッチング素子駆動回路
電流制御手段
23
電流検出回路
22
モータ回転角度検出回路
21
アシスト指令演算手段
20
異常検出手段
26
微分手段
27
車速センサ
13
トルクセンサ
8

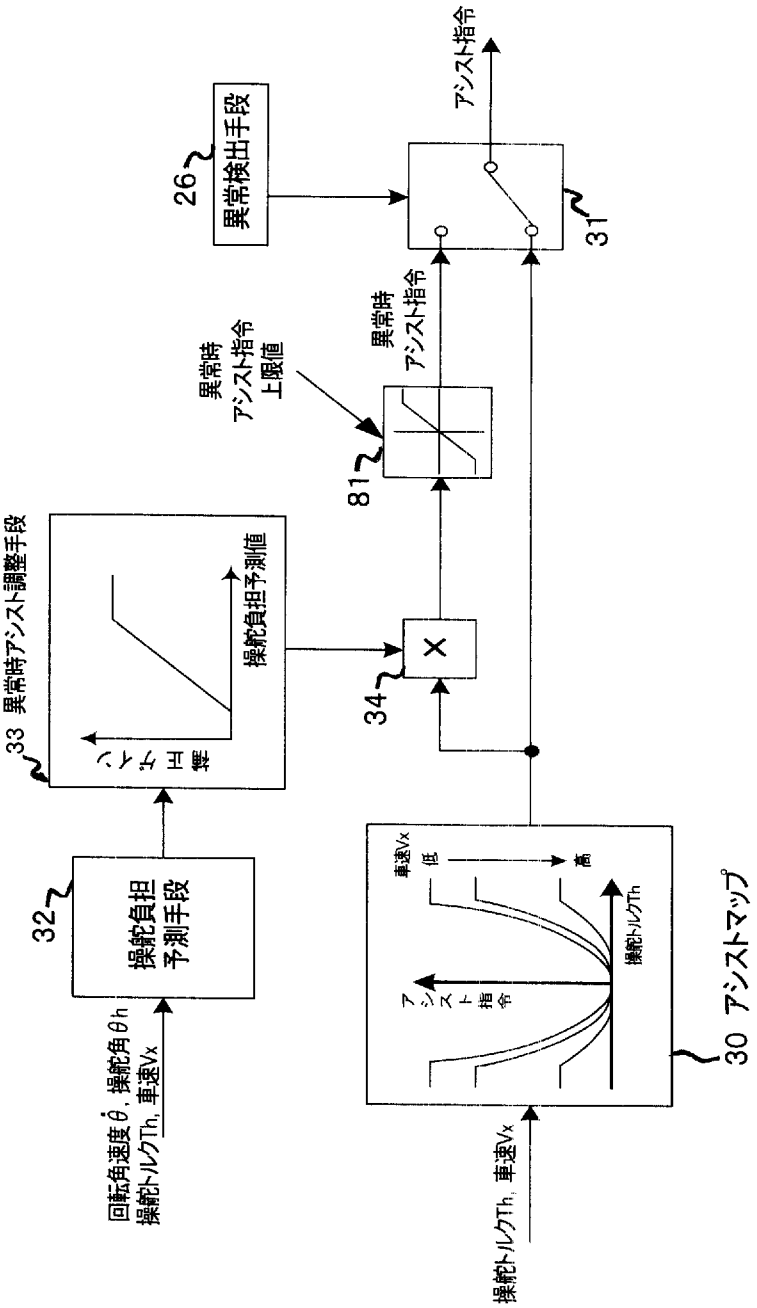
[図9]


9 コントローラユニット
10 電動機制御装置
11
5
三相モータ
6
71
25 インバータ
63A
63B
62A
62B
61A
61B
22
電流検出回路
21
モータ回転角度検出回路
24
スイッチング素子駆動回路
電流制御手段
23
72
異常時アシスト終了手段
操舵角相当予測値
アシスト指令演算手段
20
異常検出手段
26
微分手段
27
73
操舵角センサ
13
車速センサ
トルクセンサ
8

[図10]



[図11]


回転角速度θ̇, 操舵角θh
操舵トルクTh, 車速Vx
32
操舵負担
予測手段
33 異常時アシスト調整手段
操舵負担予測値
ゲイン
34
81
異常時
アシスト指令
上限値
異常時
アシスト指令
26
異常検出手段
31
アシスト指令
30 アシストマップ
車速Vx
低
高
アシスト指令
操舵トルクTh
操舵トルクTh, 車速Vx

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/054516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B62D6/00(2006.01)i, *B62D101/00*(2006.01)n, *B62D113/00*(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, B62D101/00, B62D113/00, B62D119/00

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 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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 6-127412 A (Toyota Motor Corp.), 10 May, 1994 (10.05.94), Page 3, column 3, line 33 to page 4, column 5, line 45; Fig. 4 (Family: none)	1-4,10-12 5-9
Y A	JP 2003-26020 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 January, 2003 (29.01.03), Page 9, column 16, line 49 to page 10, column 17, line 45; Fig. 10 (Family: none)	1-4,10-12 5-9

☐ 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
09 April, 2007 (09.04.07)	15 May, 2007 (15.05.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０５４５１６

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, B62D101/00(2006.01)n, B62D113/00(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, B62D101/00, B62D113/00, B62D119/00

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	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７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	関連する請求の範囲の番号
Y A	JP 6-127412 A（トヨタ自動車株式会社）1994.05.10, 第３ページ第３欄第３３行～第４ページ第５欄第４５行,第４図 （ファミリーなし）	1-4,10-12 5-9
Y A	JP 2003-26020 A（三菱電機株式会社）2003.01.29, 第９ページ第１６欄第４９行～第１０ページ第１７第４５行,第１０図（ファミリーなし）	1-4,10-12 5-9

☐　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
０９．０４．２００７	１５．０５．２００７

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	３Ｑ	３４１９
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	仁木　学 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３８１		