

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4862043号
(P4862043)

(45) 発行日 平成24年1月25日 (2012. 1. 25)

(24) 登録日 平成23年11月11日 (2011. 11. 11)

(51) Int. Cl. F I
B 6 2 D 6/00 (2006. 01)
B 6 2 D 5/04 (2006. 01)
 B 6 2 D 101/00 (2006. 01)
 B 6 2 D 103/00 (2006. 01)
 B 6 2 D 111/00 (2006. 01)

B 6 2 D 6/00
 B 6 2 D 5/04
 B 6 2 D 101:00
 B 6 2 D 103:00
 B 6 2 D 111:00

請求項の数 12 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-517794 (P2008-517794)
 (86) (22) 出願日 平成19年3月8日 (2007. 3. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/054516
 (87) 国際公開番号 W02007/138772
 (87) 国際公開日 平成19年12月6日 (2007. 12. 6)
 審査請求日 平成20年8月25日 (2008. 8. 25)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-146390 (P2006-146390)
 (32) 優先日 平成18年5月26日 (2006. 5. 26)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100073759
 弁理士 大岩 増雄
 (74) 代理人 100093562
 弁理士 児玉 俊英
 (74) 代理人 100088199
 弁理士 竹中 孝生
 (74) 代理人 100094916
 弁理士 村上 啓吾
 (72) 発明者 冢造坊 勲
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 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、
 電動パワ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、
 アシスト指令と異常時アシスト指令を切り替えるアシスト指令切替え手段、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、運転者の操舵負担予測値を出力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は、アシスト指令切替え手段がアシス
 ト指令を異常時アシスト指令に切換えることで、異常時アシスト指令に応じて前記モータ
 のアシストトルクの制御を継続し、前記異常時アシスト指令は、前記操舵負担予測手段で
 予測した操舵負担予測値が小さい第1範囲にあるときは、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予測値が第1の範囲よ
 り大きい第2範囲にあるときは、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
 するようにし、操舵負担予測値に応じて、アシストトルクを減少又は増大させることを特

10

20

徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 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、電動パワ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。

【請求項 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处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。

【請求項 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、

電動パワ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、アシスト指令と異常時アシスト指令を切り替えるアシスト指令切替え手段、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、運転者の操舵負担予測値を出力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予測値が小さい第 1 範囲にあるときは、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予測値が第 1 の範囲より大きい第 2 範囲にあるときは、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、アシスト指令切替え手段がアシスト指令を異常時アシスト指令に切換えることで、前記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の制御を継続するようにし、操舵負担予測値に応じて、アシストトルクを減少又は増大させることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 5】

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、前記操舵負担予測値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。

【請求項 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、前記操舵負担予測値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。

【請求項 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、前記操舵負担予測値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。

【請求項 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予測値が前記第 1 の範囲より小さい第 3 の範囲にあるときは、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

10

20

30

40

50

リング装置。

【請求項 9】

前記モータへの給電を遮断するリレー、及び、異常時アシスト終了手段を備え、前記異常時アシスト終了手段は、車両の運動状態量が所定値以下になったと判定したときに、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。

【請求項 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させ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。

10

【請求項 11】

前記異常時アシスト指令に設けられた前記上限値は、車両の運動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。

【請求項 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。

20

【発明の詳細な説明】

【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。

30

【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

40

【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

50

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、電動パワ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、アシスト指令と異常時アシスト指令を切り替えるアシスト指令切替え手段、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、運転者の操舵負担予測値を出力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は、アシスト指令切替え手段がアシスト指令を異常時アシスト指令に切換えることで、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の制御を継続し、前記異常時アシスト指令は、前記操舵負担予測手段で予測した操舵負担予測値が小さい第1範囲にあるときは、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予測値が第1の範囲より大きい第2範囲にあるときは、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ようにし、操舵負担予測値に応じて、アシストトルクを減少又は増大させるものである。

【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、電動パワ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、アシスト指令と異常時アシスト指令を切り替えるアシスト指令切替え手段、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、運転者の操舵負担予測値を出力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予測値が小さい第1範囲にあるときは、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予測値が第1の範囲より大きい第2範囲にあるときは、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、アシスト指令切替え手段がアシスト指令を異常時アシスト指令に切換えることで、前記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の制御を継続するようにし、操舵負担予測値に応じて、アシストトルクを減少又は増大させるものである。

【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、運転者の操舵負担予測値を予測して、予測された操舵負担予測値の大きさに応じて、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予測値が小さい第1範囲にあるときは、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予測値が第1の範囲より大きい第2範囲にあるときは、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。

10

【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。

20

【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.

30

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

40

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

50

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、バッテリー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。

10

【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 T_h と車速信号 V_x 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。

20

【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 $d\theta/dt$ 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 $d\theta/dt$ 、操舵トルク信号 T_h のそれぞれの大きさにほぼ比例する信号と、車速信号 V_x 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。

30

【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 θ_h 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 $d\theta/dt$ 、操舵トルク T_h 、操舵角 θ_h 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 V_x の増大に伴って小さくなる傾向がある。

40

【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

50

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。

10

【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。

20

【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。

30

【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.

40

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、飽和处理手段 35 を用いている。飽和处理手段 35 は、異常時アシスト調整手段 33 の出力信号を飽和处理の上限値として、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处理する。この飽和处理された信号を、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】

50

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 と飽和处理手段 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

10

20

30

40

50

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。

10

【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、異常箇所を修理するまで、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。

20

【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。

30

【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。

40

【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、運転者が異常に気づき、車両の運動を抑制した運転をしていると予測され

50

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。

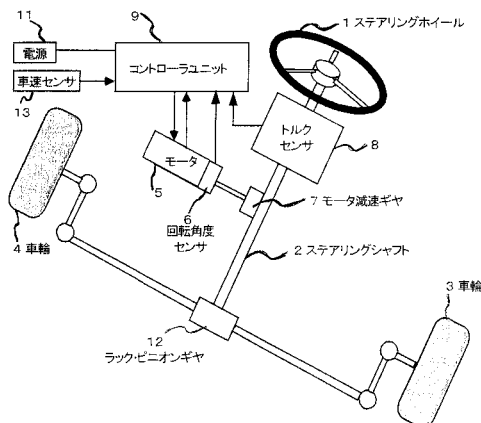
【 0 0 3 7 】

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、異常箇所を修理することを運転者に促すことができる。

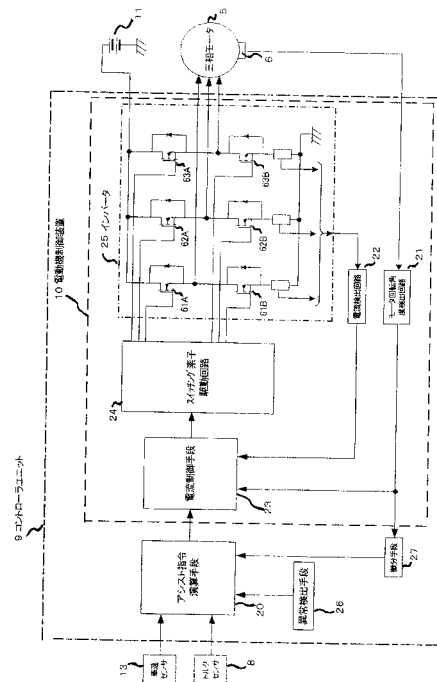
【 0 0 3 8 】

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。

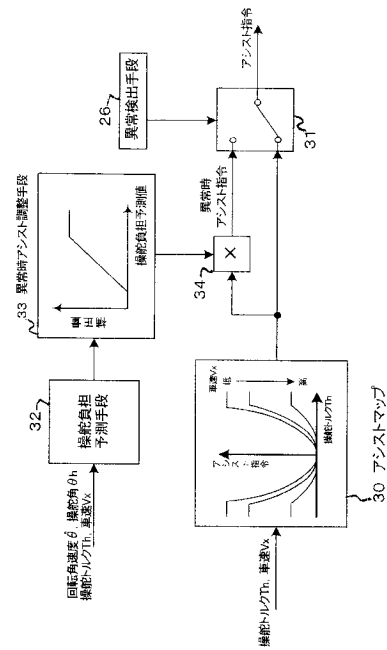
【図 1】



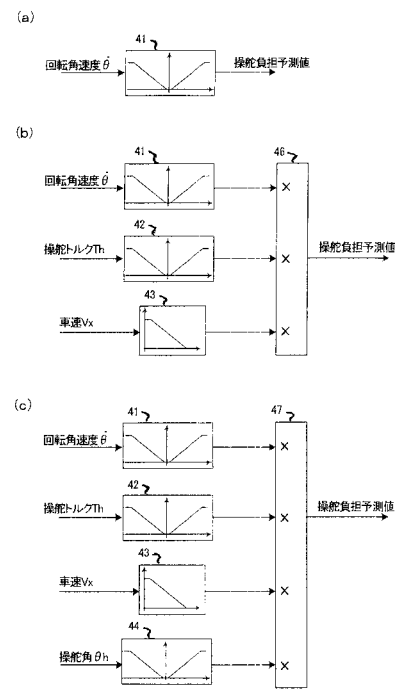
【図 2】



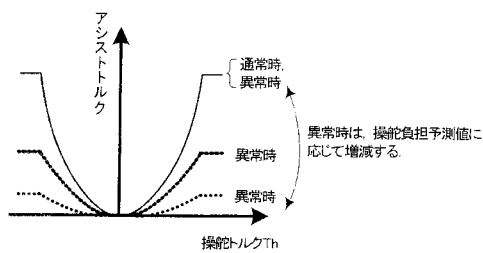
【図 3】



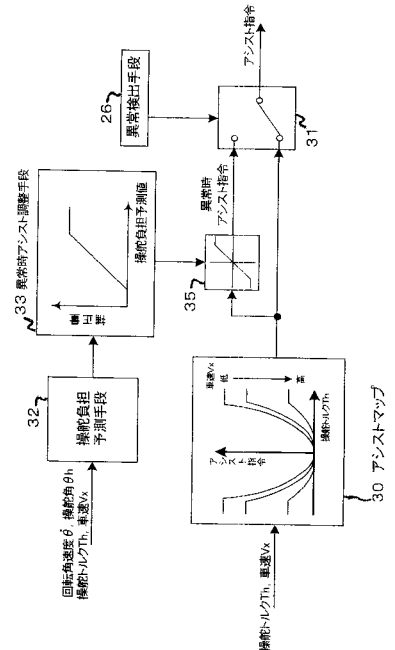
【図 4】



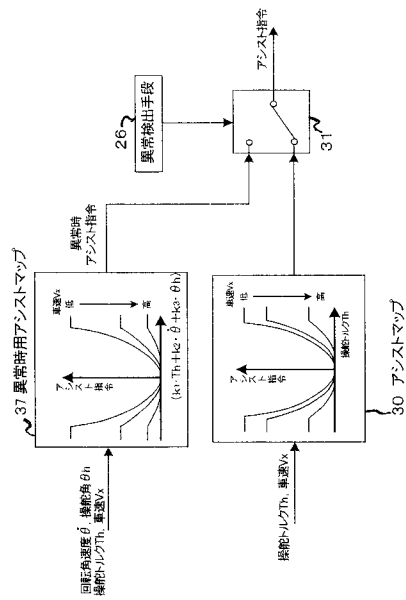
【図 5】



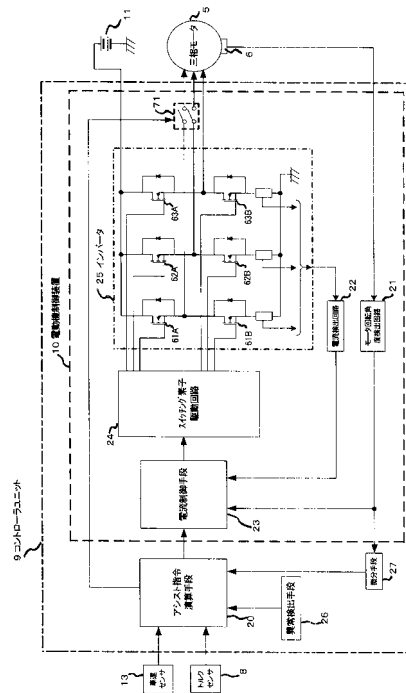
【図 6】



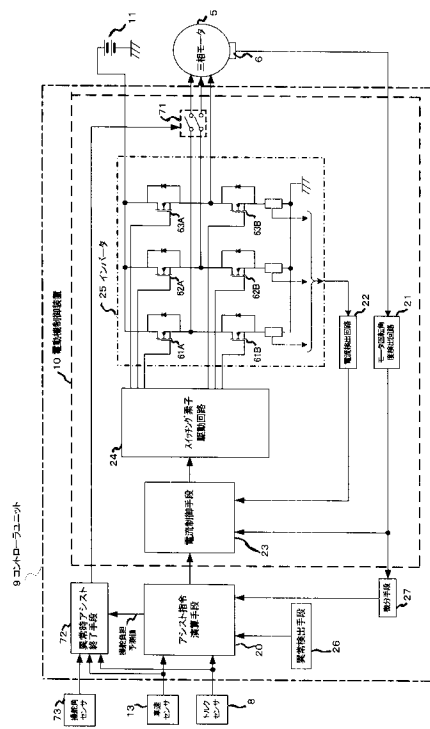
【図 7】



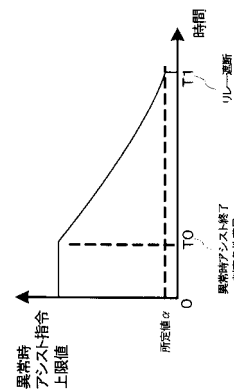
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00
B 6 2 D 117/00	(2006.01)	B 6 2 D 117:00
B 6 2 D 119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00
B 6 2 D 137/00	(2006.01)	B 6 2 D 137:00

(72)発明者 井上 知之
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

(72)発明者 藤本 千明
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

(72)発明者 喜福 隆之
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

(72)発明者 木全 政弘
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

(72)発明者 堤 和道
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

審査官 佐々木 智洋

(56)参考文献 特開平06-127412 (JP, A)
特開平10-181617 (JP, A)
特開2003-026020 (JP, A)
特開2003-170857 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B62D 6/00
B62D 5/04