

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-248354
(P2006-248354A)

(43) 公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00	3 D 2 3 2
B 6 2 D 5/04 (2006.01)	B 6 2 D 5/04	3 D 2 3 3
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 113/00 (2006.01)	B 6 2 D 113:00	
B 6 2 D 119/00 (2006.01)	B 6 2 D 119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-66764 (P2005-66764)
(22) 出願日 平成17年3月10日 (2005.3.10)

(71) 出願人 000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎1丁目6番3号
(74) 代理人 100064447
弁理士 岡部 正夫
(74) 代理人 100085176
弁理士 加藤 伸晃
(74) 代理人 100106703
弁理士 産形 和央
(74) 代理人 100096943
弁理士 臼井 伸一
(74) 代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
(74) 代理人 100096688
弁理士 本宮 照久

最終頁に続く

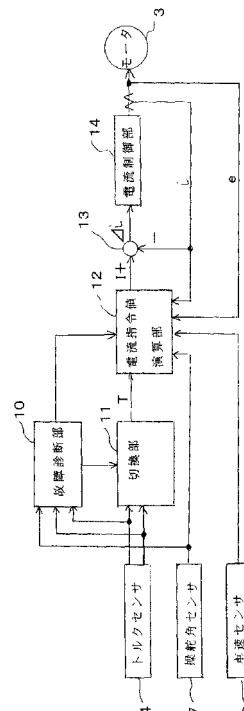
(54) 【発明の名称】 パワーステアリング制御装置、方法、およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】 パワーステアリング制御装置において、2つのトルク信号の一方が使用可能な場合にはアシストを継続することにより、アシスト停止に伴う問題を最小限に抑える。

【解決手段】 故障診断部10はトルク信号の変化量算出し、変化量が所定値を越える場合にはトルク信号の異常を判定する。メイントルク信号、サブトルク信号の一方が使用可能な場合には、使用可能なトルク信号に基づくアシストを継続する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて複数のトルク信号を出力可能なトルクセンサと、

複数のトルク信号の各々の異常を判定する故障判定部と、

複数のトルク信号のうち、前記故障判定部により異常と判定されなかったトルク信号を選択する切換部と、

前記切換部により選択されたトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算する演算部と、

前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給する電流制御部とを有するパワーステアリング制御装置。

10

【請求項 2】

前記故障判定部は、トルク信号の単位時間あたりの電圧変動量が所定値を越えた場合に、当該トルク信号が異常であると判定することを特徴とする請求項 1 に記載のパワーステアリング制御装置。

【請求項 3】

前記故障判定部は、異常であると判定したトルク信号の電圧が所定時間、略一定となった場合に、当該トルク信号が異常であると確定的に判定することを特徴とする請求項 2 に記載のパワーステアリング制御装置。

【請求項 4】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて複数のトルク信号を出力可能なトルクセンサと、

前記ステアリングの操舵角に基づく操舵角信号を出力する操舵角センサと、

複数のトルク信号のうち、前記操舵角信号が変動したにも拘わらず変動しなかったトルク信号を異常であると判定する故障判定部と、

複数のトルク信号のうち、前記故障判定部により異常と判定されなかったトルク信号を選択する切換部と、

前記切換部により選択されたトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算する演算部と、

前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給する電流制御部とを有するパワーステアリング制御装置。

20

【請求項 5】

前記故障判定部が複数のトルク信号のうちのいずれかの異常を判定した場合には、所定時間に限って操舵補助トルクを発生させる指示を前記演算部に与えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のパワーステアリング制御装置。

30

【請求項 6】

前記故障判定部が複数のトルク信号のうちのいずれかの異常を判定した場合には、操舵補助トルクの最大値を制限する指示を前記演算部に与えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のパワーステアリング制御装置。

【請求項 7】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて互いに逆に変化するとともに、各々の合計電圧が所定の規定電圧となるメイントルク信号およびサブトルク信号を出力可能なトルクセンサと、

メイントルク信号またはサブトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算する演算部と、

前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給する電流制御部と、

メイントルク信号およびサブトルク信号の合計電圧が前記規定電圧から外れた場合に、メイントルク信号またはサブトルク信号が異常であると判定するとともに操舵補助トルクの漸減を行い、前記合計電圧が前記規定電圧となった場合に、メイントルク信号またはサブトルク信号が正常に復帰したと判定する故障判定部とを有するパワーステアリング制御装置において、

40

前記故障判定部は、メイントルク信号またはサブトルク信号の一方が変動するにも拘わらず、他方が変動しない場合には、正常に復帰したとの判定を行わないことを特徴とする

50

パワーステアリング制御装置。

【請求項 8】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて複数のトルク信号を出力するステップと、
複数のトルク信号の各々の異常を判定するステップと、
複数のトルク信号のうち、異常と判定されなかったトルク信号を選択するステップと、
選択された前記トルク信号に基づき操舵補助トルクを演算するステップと、
前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給するステップとを有するパワーステアリング制御方法。

【請求項 9】

前記異常を判定するステップは、トルク信号の単位時間あたりの電圧変動量が所定値を越えた場合に、当該トルク信号が異常であると判定することを特徴とする請求項 8 に記載のパワーステアリング制御方法。

【請求項 10】

前記異常を判定するステップは、異常であると判定したトルク信号の電圧が所定時間、略一定となった場合に、当該トルク信号が異常であると確定的に判定することを特徴とする請求項 9 に記載のパワーステアリング制御方法。

【請求項 11】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて複数のトルク信号を出力するステップと、
前記ステアリングの操舵角に基づく操舵角信号を出力するステップと、
複数のトルク信号のうち、前記操舵角信号が変動したにも拘わらず変動しなかったトルク信号を異常であると判定するステップと、
複数のトルク信号のうち、異常と判定されなかったトルク信号を選択するステップと、
選択された前記トルク信号に基づき操舵補助トルクを演算するステップと、
前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給するステップとを有するパワーステアリング制御方法。

【請求項 12】

複数のトルク信号のうちのいずれかの異常を判定した場合には、所定時間に限って操舵補助トルクを発生させる指示を前記演算部に与えることを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載のパワーステアリング制御方法。

【請求項 13】

複数のトルク信号のうちのいずれかの異常を判定した場合には、操舵補助トルクの最大値を制限する指示を前記演算部に与えることを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載のパワーステアリング制御方法。

【請求項 14】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて互いに逆に変化するとともに、各々の合計電圧が所定の規定電圧となるメイントルク信号およびサブトルク信号を出力するステップと、

メイントルク信号またはサブトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算するステップと、
前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給するステップと、
メイントルク信号およびサブトルク信号の合計電圧が前記規定電圧から外れた場合には、メイントルク信号またはサブトルク信号が異常であると判定するとともに操舵補助トルクの漸減を行い、前記合計電圧が前記規定電圧となった場合には、メイントルク信号またはサブトルク信号が正常に復帰したと判定するステップとを有するパワーステアリング制御方法において、

前記判定を行うステップは、メイントルク信号またはサブトルク信号の一方が変動するにも拘わらず他方が変動しない場合には、正常に復帰したとの判定を行わないことを特徴とするパワーステアリング制御方法。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて複数のトルク信号を出力するステップと、
、
複数のトルク信号の各々の異常を判定するステップと、
複数のトルク信号のうち、異常と判定されなかったトルク信号を選択するステップと、
選択された前記トルク信号に基づき操舵補助トルクを演算するステップと、
前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給するステップとを有するパワーステアリング制御プログラム。

【請求項 16】

前記異常を判定するステップは、トルク信号の単位時間あたりの電圧変動量が所定値を越えた場合に、当該トルク信号が異常であると判定することを特徴とする請求項 15 に記載のパワーステアリング制御プログラム。

10

【請求項 17】

前記異常を判定するステップは、異常であると判定したトルク信号の電圧が所定時間、略一定となった場合に、当該トルク信号が異常であると確定的に判定することを特徴とする請求項 16 に記載のパワーステアリング制御プログラム。

【請求項 18】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて複数のトルク信号を出力するステップと、
、
前記ステアリングの操舵角に基づく操舵角信号を出力するステップと、
、
複数のトルク信号のうち、前記操舵角信号が変動したにも拘わらず変動しなかったトルク信号を異常であると判定するステップと、
、
複数のトルク信号のうち、異常と判定されなかったトルク信号を選択するステップと、
、
選択された前記トルク信号に基づき操舵補助トルクを演算するステップと、
、
前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給するステップとを有するパワーステアリング制御プログラム。

20

【請求項 19】

複数のトルク信号のうちのいずれかの異常を判定した場合には、所定時間に限って操舵補助トルクを発生させる指示を前記演算部に与えることを特徴とする請求項 15 乃至 18 のいずれかに記載のパワーステアリング制御プログラム。

30

【請求項 20】

複数のトルク信号のうちのいずれかの異常を判定した場合には、操舵補助トルクの最大値を制限する指示を前記演算部に与えることを特徴とする請求項 15 乃至 18 のいずれかに記載のパワーステアリング制御プログラム。

【請求項 21】

ステアリングに印加された操舵トルクに応じて互いに逆に変化するとともに、各々の合計電圧が所定の規定電圧となるメイントルク信号およびサブトルク信号を出力するステップと、

40

メイントルク信号またはサブトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算するステップと、
、
前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給するステップと、
、
メイントルク信号およびサブトルク信号の合計電圧が前記規定電圧から外れた場合には、メイントルク信号またはサブトルク信号が異常であると判定するとともに操舵補助トルクの漸減を行い、前記合計電圧が前記規定電圧となった場合には、メイントルク信号またはサブトルク信号が正常に復帰したと判定するステップとを有するパワーステアリング制御方法において、

前記判定を行うステップは、メイントルク信号またはサブトルク信号の一方が変動するにも拘わらず他方が変動しない場合には、正常に復帰したとの判定を行わないことを特徴とするパワーステアリング制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、パワーステアリング制御装置、方法、およびプログラムに関し、詳しくは、2つのトルク信号の一方の異常が検出された場合に他方のトルク信号を用いて制御を継続可能なパワーステアリング制御装置、方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車用の補助操舵装置として、電動モータのトルクを用いた電動パワーステアリング装置が利用されている。このパワーステアリング装置は、ドライバによるハンドルの操作および車の動きを検出するトルクセンサと、トルクセンサからの検出信号に基づき補助操舵力を演算する電動パワーステアリング制御ユニット（ECU）と、ECUからの出力信号に基づき回転トルクを発生する電動モータと、回転トルクをステアリング機構に伝える減速ギア等を備えて構成されている。

10

【0003】

このように構成されたパワーステアリング装置において、ドライバがステアリングを操舵すると、トルクセンサにトルクが印加され、トルクの強さに応じたトルク信号がECU内のA/D変換器に出力される。ECUはA/D変換されたトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算し、電動モータによって操舵補助トルクがステアリングに与えられる。

【0004】

仮に、トルクセンサに異常が生じた場合には、ステアリングに印加されたトルクを正常に検出することができなくなり、パワーステアリング装置の誤動作が生じることも考えられる。このため、トルク信号に基づきトルクセンサの異常を検出することが従来より行われている。

20

【0005】

例えば、特開平6-135340号公報には、操舵角速度が実質的にゼロであるにも拘わらずトルク信号の変化率が基準値を超えた場合には、トルクセンサの異常と判断し、パワーアシストを禁止する構成が開示されている。操舵角速度がゼロであれば、ステアリングは回転していないと考えられる。ところが、この場合にトルク信号が急激に変化したとすれば、トルクセンサに異常が発生した可能性が高い。そこで、この装置は、操舵角速度がゼロでありながらトルクセンサが急激に変化した場合に、トルクセンサの異常を検出することを目的として案出されたものである。

30

【0006】

しかしながら、この装置においては、2つのトルク信号の一方に異常が検出されただけでパワーアシストが停止してしまう。このため、ステアリング操作が急激に重くなり、車両の操舵が困難となるという問題が生じる。特に、大型車においてはパワーアシストなしでステアリング操作することは困難であり、パワーアシストの停止は重大な事故に結びつくおそれがある。

【0007】

また、この装置は、トルク信号だけでなく操舵角速度の両者を考慮しなければトルクセンサの異常を判断することができず、トルク信号だけからトルクセンサの異常を判断することはできない。このため、新たなハードウェアの追加が必要になり、コストの増加という問題が新たに生じてしまう。

40

【0008】

他の従来技術として、特開2001-171538号公報には、トルク信号の増幅器出力の時間的变化率が所定値を超えたか否かを監視し、所定回数の検出がなされた場合にはハンチングが発生したと判断してパワーアシストを停止する装置が開示されている。しかしながら、この装置はハンチング等の異常を検出した場合にはパワーアシストを停止してしまうため、上述した問題を回避することはできない。

【特許文献1】特開平6-135340号公報

【特許文献2】特開2001-171538号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は上述の問題に鑑みてなされたものであり、本発明の解決しようとする課題は、メイントルク信号、サブトルク信号の一方の異常が検出された場合であっても、他方の信号に基づき制御を継続することをその目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述の課題を解決するために、本発明は、ステアリングに印加された操舵トルクに応じて複数のトルク信号を出力可能なトルクセンサと、複数のトルク信号の各々の異常を判定する故障判定部と、複数のトルク信号のうち、前記故障判定部により異常と判定されなかったトルク信号を選択する切換部と、前記切換部により選択されたトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算する演算部と、前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給する電流制御部とを有する。

10

また、前記故障判定部は、トルク信号の単位時間あたりの電圧変動量が所定値を越えた場合に、当該トルク信号が異常であると判定する。

【0011】

前記故障判定部は、異常であると判定したトルク信号の電圧が所定時間、略一定となった場合に、当該トルク信号が異常であると確定的に判定する。

さらに、本発明は、ステアリングに印加された操舵トルクに応じて複数のトルク信号を出力可能なトルクセンサと、前記ステアリングの操舵角に基づく操舵角信号を出力する操舵角センサと、複数のトルク信号のうち、前記操舵角信号が変動したにも拘わらず変動しなかったトルク信号を異常であると判定する故障判定部と、複数のトルク信号のうち、前記故障判定部により異常と判定されなかったトルク信号を選択する切換部と、前記切換部により選択されたトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算する演算部と、前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給する電流制御部とを有する。

20

また、前記故障判定部が複数のトルク信号のうちのいずれかの異常を判定した場合には、所定時間に限って操舵補助トルクを発生させる指示を前記演算部に与える。

【0012】

前記故障判定部が複数のトルク信号のうちのいずれかの異常を判定した場合には、操舵補助トルクの最大値を制限する指示を前記演算部に与える。

30

さらに、本発明は、ステアリングに印加された操舵トルクに応じて互いに逆に変化するとともに、各々の合計電圧が所定の規定電圧となるメイントルク信号およびサブトルク信号を出力可能なトルクセンサと、メイントルク信号またはサブトルク信号に基づき操舵補助トルクを演算する演算部と、前記補助トルクに応じた駆動電流を操舵補助モータに供給する電流制御部と、メイントルク信号およびサブトルク信号の合計電圧が前記規定電圧から外れた場合に、メイントルク信号またはサブトルク信号が異常であると判定するとともに操舵補助トルクの漸減を行い、前記合計電圧が前記規定電圧となった場合に、メイントルク信号またはサブトルク信号が正常に復帰したと判定する故障判定部とを有するパワーステアリング制御装置において、前記故障判定部は、メイントルク信号またはサブトルク信号の一方が変動するにも拘わらず、他方が変動しない場合には、正常に復帰したとの判定を行わないことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、複数のトルク信号のうち、異常と判定されなかったトルク信号、すなわち正常なトルク信号に基づきアシストを継続することができるので、アシストの停止に伴う車両の挙動変化等の問題を最小限に抑えることができる。

【0014】

また、故障判定部は、トルク信号の単位時間あたりの電圧変動量が所定値を越えた場合に、トルク信号が異常であると判定することができる。トルク信号の短絡が発生した場合

50

には、通常のトルク信号には表れることのない急激な変化が生じる。このため、トルク信号の電圧変動量が所定値を越えた場合には、トルク信号の短絡等の異常が発生したと考えられ、トルク信号の異常を判断することが可能となる。また、トルク信号の変化のみに基づき、異常判定を行うことができるので、操舵角センサ等のハードウェアの追加を行う必要もない。

【0015】

さらに、故障判定部は、異常であると判定したトルク信号の電圧が所定時間、略一定となった場合に、当該トルク信号が異常であると確定的に判定することができる。トルク信号にパルス性の雑音等が混入した場合には、電圧値は急激に変動してしまい、トルク信号が異常であると誤判定されるおそれがある。本発明においては、故障判定部は、トルク信号の電圧を所定時間監視することにより、ノイズ等による誤判定を防止することができる。

10

【0016】

さらに、故障判定部は、操舵角信号が変動したにも拘わらずトルク信号が変動しなかった場合には当該トルク信号を異常であると判定する。トルク信号が正常に機能している場合には、操舵角信号が変動すれば、トルク信号も同様に変動する。本発明によれば、操舵角信号が変動したにも拘わらずトルク信号が変動しなかった場合には、当該トルク信号を異常であると判断することが可能である。また、異常であると判定されたトルク信号以外の正常なトルク信号に基づきアシストを継続することにより、アシストの急激な停止に伴う問題を最小限に抑えることができる。

20

【0017】

さらに、本発明の他の態様によれば、メイントルク信号またはサブトルク信号が異常であると判定するとともに操舵補助トルクの漸減を行い、合計電圧が前記規定電圧となった場合に、メイントルク信号またはサブトルク信号が正常に復帰したと判定する故障判定部とを有するパワーステアリング制御装置において、故障判定部は、メイントルク信号またはサブトルク信号の一方が変動するにも拘わらず他方が変動しない場合には、正常に復帰したとの判定を行わない。すなわち、本発明によれば、メイントルク信号、サブトルク信号の合計電圧が規定電圧となった場合における誤復帰を防止することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下に、図面を参照しながら本発明の最良の実施の形態を説明する。

30

(第1実施形態)

図1は、本実施形態に係る電動パワーステアリング装置の概略図である。この図において、ハンドル9の軸9aの端部はユニバーサルジョイント6a、6bを介してラック&ピニオン6に連結されている。また、ラック&ピニオン6には車輪のタイロッド6cが設けられており、ハンドル9の回転運動はタイロッド6cの軸方向の運動に変換される構造となっている。

【0019】

ハンドル9のシャフト9aにはトルクセンサ4および操舵角センサ7が設けられている。トルクセンサ4はハンドル9の操舵トルクを検出するためのものであり、操舵角センサ7はハンドル9の操舵角を検出するためのものである。さらに、シャフト9aには減速ギア8およびモータ3が取り付けられており、モータ3の回転トルクが減速ギア8を介してシャフト9aに伝達される。

40

【0020】

ECU1は上述のようにトルクセンサ4からのトルク信号、操舵角センサ7からの操舵角信号、車速センサ2からの車速信号に基づき補助操舵トルクを算出し、この算出結果に基づく駆動信号をモータ3に送出するものである。ECU1には電源5が直接に接続されており、電源5から電力が供給されている。また、ECU1にはイグニッションキー5aが接続されており、イグニッションキー5aのオンまたはオフの信号がECU1に入力される構成となっている。

50

【0021】

図2はECU1のハードウェア構成を現すブロック図である。ECU1は、A/D変換器110、I/Oインタフェース111、CPU113、ROM114、RAM115、フラッシュROM116、PWM117、モータ駆動回路119、モータ電流検出回路120、バス121、基準電圧回路130、定電圧回路140を備えて構成されている。

【0022】

A/D変換器110は、トルクセンサ4から出力されたメイントルク信号およびサブトルク信号からの電圧をデジタル信号に変換するものである。I/Oインタフェース111は車速センサ2からの車速パルスのカウントしデジタル信号に変換するものである。

【0023】

ROM114はモータ3の制御プログラムおよびフェールセーフ機能のプログラムを記憶するためのメモリとして使用され、RAM115は当該プログラムを動作させるためのワークメモリとして使用される。フラッシュROM116は電源遮断後においても記憶内容を保持可能なメモリであり、故障診断結果等を記録することができる。

【0024】

PWMコントローラ117はモータ3のトルクを表す信号をパルス幅変調された信号に変換するためのものである。モータ駆動回路119はインバータ回路により構成され、PWMコントローラ117から出力された信号に基づき駆動電力を発生させるためのものである。モータ電流検出回路120はモータ3の電流値を検出するためのものであり、このモータ電流値はA/D変換器110によってデジタル信号に変換された後にCPU113に送出される構成となっている。

【0025】

上述のトルクセンサ4は、メイントルク信号、サブトルク信号の2つの出力信号を備え、これらの信号の合計電圧は一定電圧(例えば5V)であるクロス特性となるように設定されている。すなわち、ステアリングにトルクが印加されない場合には、メイントルク信号およびサブトルク信号はそれぞれトルク中立電圧2.5Vとなり、ステアリングに何らかのトルクが印加された場合には、メイントルク信号およびサブトルク信号は中立電圧2.5Vを基準として互いに逆方向に変動する。

【0026】

基準電圧発生回路130はオペアンプなどにより構成され、電源5の電圧を降下させることにより例えば3.3Vの基準電圧を発生させるためのものである。この基準電圧はトルクセンサ4に供給され、トルク中点電圧2.5Vを発生させるために用いられる。定電圧回路140はレギュレータ回路等により構成され、A/D変換器110、CPU113等を動作させるための電源回路として機能するものである。

【0027】

図3に、ECU1の機能ブロック図を示す。この図において、故障診断部10、切換部11、電流指令値演算部12、加算器13、電流制御部14はECU1内のCPU113によって機能するものである。

【0028】

故障診断部10は、トルクセンサ4からのメイントルク信号、サブトルク信号、および操舵角センサ7からの操舵角信号に基づきトルクセンサ4の故障を診断し、いわゆるフェールセーフ処理を実行する。故障診断部10がトルクセンサ4の故障を検出し、かつ2つのトルク信号の一方が正常であると判断した場合には、故障診断部10は正常なトルク信号を選択するように切換部11に指示を与える。また、故障診断部10が2つのセンサ信号のいずれもが異常であると判断した場合には、補助トルクの漸減等のフェールセーフ処理を電流指令値演算部12に指示することが可能である。

【0029】

切換部11にはトルクセンサ4からのメイントルク信号、サブトルク信号が入力されており、故障診断部10からの指示に従い、いずれかのトルク信号を選択する機能を有している。切換部11によって選択されたトルク信号は電流指令値演算部12に入力される。

10

20

30

40

50

すなわち、メイントルク信号またはサブトルク信号の一方に異常が生じた場合には、正常な他方の信号がトルク信号 T として電流指令値演算部 12 に出力される構成となっている。

【0030】

電流指令値演算部 12 は、トルク信号 T、車速信号、モータの検出電流 i 、操舵角信号、および検出電圧 e に基づき電流指令値 I を演算する機能を有している。この電流指令値 I はモータ 3 に供給する駆動電流値を表しており、電流指令値 I に等しい駆動電流がモータ 3 に供給されるような制御が行われる。また、電流指令値演算部 12 には車速センサ 2 からの車速パルスが入力されており、車速に応じた操舵補助力を決定することが可能である。

10

【0031】

また、電流指令値演算部 12 は、ハンドル戻り補償、モータ最大電流制御を有している。例えば、ハンドル戻り補償は、ハンドル 9 を中立位置に復元させるための制御を行うものである。一般に、電動パワーステアリング装置においては、減速ギア 8 等の影響によりセルフライニングトルクが弱くなり易く、このためにハンドルが中立位置に戻り難くなってしまふ。そこで、セルフライニングトルクの作用によってモータ 3 が回転させられる際のモータの端子間電圧 e およびモータ電流 i を検出することによりモータ角速度を検出し、ハンドルを中立位置に復元させるための補償電流値を算出している。

【0032】

モータ電流検出回路 120 はモータ 3 に供給された電流を検出し、検出電流 i の信号を出力する。この検出電流 i は加算器 13 にフィードバックされるとともに、電流指令値演算部 12 に入力される。加算器 13 は検出電流 i と電流指令値 I との偏差 i を算出し、電流制御部 14 に出力する。

20

【0033】

電流制御部 14 は、微分演算器、比例演算器、積分演算器から構成され、偏差 i がゼロとなるような制御を行う機能を有している。微分補償器は制御の応答速度を改善するために設けられており、比例演算器は偏差 i と所定の比例係数との乗算を行うためのものである。さらに、積分演算器は偏差 i の時間軸で積分値を算出し、偏差 i の定常値がゼロとなるような制御を行うためのものである。

【0034】

図 4 は故障診断部 10 の機能ブロック図を表している。トルクセンサ 4 からのメイントルク信号およびサブトルク信号は高域通過フィルタ (HPF) 101 に入力されている。高域通過フィルタ 101 は、正常なトルクセンサ 4 からは出力され得ない周波数成分を検出するためのものであり、IIR フィルタ等のデジタルフィルタにより構成されている。通常は、ステアリングに急激なトルクが印加されることはなく、所定の周波数を越えた成分はトルク信号には含まれていない。ところが、トルク信号が電源に短絡したり、トルクセンサ 4 等に何らかの異常が発生した場合には、トルク信号が急激に変化し、通常の動作状態では含まれていない周波数成分がトルク信号に含まれる。高域通過フィルタ 101 は、このような高域成分を検出するために用いられるものである。高域通過フィルタ 101 の通過周波数は、例えばトルクセンサ 4 等のトルク系の時定数に基づき定めることができる。

30

40

【0035】

低域通過フィルタ 102 はトルクセンサ 4 の回路時定数を越える周波数成分を除去するためのフィルタである。トルクセンサ 4 の回路時定数を越える周波数成分はトルクセンサ 4 以外で発生したパルス等の雑音であることが考えられる。低域通過フィルタ 102 の遮断周波数をトルクセンサ 4 の回路時定数に設定することにより、ノイズ等による誤動作を防止することができる。

【0036】

変動量算出部 103 は高域通過フィルタ 101、低域通過フィルタ 102 によってフィルタリングされたトルク信号の変化量を算出するためのものである。例えば、図 8 に示さ

50

れたように、時刻 $t_1 \sim t_2$ におけるトルク信号の変化量が、電圧変化 / ($t_1 - t_2$) として表される。このようにして算出された変動量算出部 103 は故障判定部 106 に出力される。

【0037】

比較部 104 は微分演算器により構成され、トルク信号の微分値が所定範囲内にあるか否か、すなわち、トルク信号が急激な変化をした後にトルク信号が定常状態にあるか否かを判断するためのものである。また、タイマ 105 はトルク信号の電圧が所定範囲内にある時間を計時するためのものである。トルク信号が急激に変化した後に、トルク信号が接地電位、基準電位等の所定の電位を長時間に亘って維持した場合には、トルクセンサ 4 の故障、あるいはトルク信号の短絡等が発生したことが考えられる。例えば、図 8 に示されるように、トルク信号が時刻 $t_1 \sim t_2$ において急激に変化した後、時刻 $t_2 \sim t_3$ において電圧が殆ど変動しなかった場合には、故障が確定的に判断される。

10

【0038】

故障判定部 106 は、変動量算出部 103、比較部 104 における検出結果に基づき、故障の判断を行うためのものである。すなわち、変動量算出部 103 によってトルク信号の急激な変動が検出され、かつ、比較部 104 によってトルク信号が所定時間定常状態にあることが検出された場合には、故障判定部 106 は故障を確定的に判断する。

【0039】

フェールセーフ処理部 107 は、故障判定部 106 による判断結果に応じて、所定のフェールセーフ処理を実行可能である。例えば、故障判定部 106 が 2 つのトルク信号の一方のみが異常であると判断した場合には、フェールセーフ処理部 107 は他方のトルク信号に基づく制御を行うように切換部 11 に指示を与える。また、故障判定部 106 が両方のトルク信号の異常を判断した場合には、フェールセーフ処理部 107 は補助トルクの漸減処理等を行うように電流指令値演算部 12 に指示を与える。

20

【0040】

続いて、図 5、図 6 のフローチャートを参照しながら、本実施形態に係る電動パワーステアリング制御装置の動作を説明する。

図 5 は電動パワーステアリング制御装置の全体処理を表すフローチャートである。先ず、CPU 113 は RAM 115 上のフラグおよび変数等を初期値に設定し (ステップ S501)、メイントルク信号、サブトルク信号、操舵角信号等を A/D 変換するとともに、車速センサ 2 からの信号を取得する (ステップ S502)。続いて、CPU 113 は故障診断処理を実行し (ステップ S503)、処理結果に基づき補助トルクの演算を行う (ステップ S504)。演算された補助トルクに応じた駆動電流がモータ 3 に与えられ、ステアリングに補助トルクが与えられる。

30

【0041】

図 6 は、ステップ S503 で示された故障診断処理の詳細を表すフローチャートである。先ず、故障診断処理部 10 はメイントルク信号、サブトルク信号を検出し (ステップ S601)、これらの信号を高域通過フィルタ 101 に入力する。高域通過フィルタ 101 は、トルク信号に含まれる周波数成分のうち、通常の動作時には含まれない高周波数成分を通過させる。また、低域通過フィルタ 102 は、トルクセンサ 4 の回路時定数を超える周波数成分をトルク信号から除去することにより、ノイズ等の成分を除去する (ステップ S603)。

40

【0042】

変動量算出部 103 は、フィルタリング処理されたトルク信号の変動量 T を算出する (ステップ S604)。すなわち、図 8 に示されるように、時刻 $t_1 \sim t_2$ においてトルク信号の電圧値が 2.0 V から 3.3 V に急激に変化している。このときの変化量 T は、 $(3.3 - 2.0) \text{ V} / (t_1 - t_2)$ で表される。

【0043】

故障判定部 106 は変化量 T が閾値 T_{\max} を越えたか否かを判断する (ステップ S605)。この閾値 T_{\max} は、正常動作時では起こりえない変化量に基づき定めることがで

50

きる。変化量 T が閾値 T_{max} よりも小さい場合 (ステップ S 6 0 5 で N O) には、故障判定部 1 0 6 はトルク信号に異常が発見されないとして、故障診断処理から図 6 のフローチャートに戻る。一方、変化量 T が閾値 T_{max} よりも大きい場合 (ステップ S 6 0 5 で Y E S) には、比較部 1 0 4 はトルク信号の変動量 T が閾値 T_{min} の範囲内であるかどうかを判断する (ステップ S 6 0 6)。

【 0 0 4 4 】

すなわち、比較部 1 0 4 は短絡等によりトルク信号が一定電圧になったかどうかを判断する。判断の結果が Y E S であれば、比較部 1 0 4 は所定時間経過したかどうかをさらに判断する (ステップ S 6 0 7)。このように、所定時間が経過するまで (ステップ S 6 0 7 で Y E S)、比較部 1 0 4 は変化量 T が閾値 T_{min} の範囲内にあるか否かを判断する。所定時間内に変化量 T が閾値 T_{min} を越えた場合 (ステップ S 6 0 6 で N O) には、処理は図 5 のフローチャートに戻る。一方、所定時間、変化量 T が閾値 T_{min} の範囲内にある場合 (ステップ S 6 0 7 で Y E S) には、トルク信号が短絡等により一定電圧となっていると考えられ、故障判定部 1 0 6 はトルク信号の異常を確定的に判断する (ステップ S 6 0 7)。例えば、図 8 に示されたように、トルク信号が時刻 $t_2 \sim t_3$ において一定値となっており、トルク信号に短絡等が発生したと考えられる。なお、この場合には、トルク信号が増大するに伴い、モータ駆動電流も増大してしまい、ステアリングに不所望の補助トルクが印加されてしまう。

10

【 0 0 4 5 】

続いて、故障判定部 1 0 6 は、メイントルク信号、サブトルク信号のうち的一方が使用可能である否かを判断する (ステップ S 6 0 8)。上述の処理により異常であると判断されたトルク信号以外のトルク信号が正常である場合 (ステップ S 6 0 8 で Y E S) には、フェールセーフ処理部 1 0 7 は正常なトルク信号を選択するように切換部 1 1 に対して指示を与える。これにより、電流指令値演算部 1 2 は正常なトルク信号を用いたアシストを行うことができる (ステップ S 6 1 0)。なお、この場合には、一定の制限が付されたアシストを行っても良い。例えば、一定時間に限定してアシストを許可し、その後はアシストを禁止することも可能である。また、補助トルクの最大値を抑えながらアシストを許可しても良い。

20

【 0 0 4 6 】

メイントルク信号、サブトルク信号のいずれもが異常であると判断された場合 (ステップ S 6 0 8 で Y E S) には、フェールセーフ処理部 1 0 7 はアシストを禁止する (ステップ S 6 0 9)。これにより、図 8 に示されるように、モータ駆動電流はゼロとなり (時刻 t_3)、ステアリングに不所望の補助トルクが印加されるのを未然に防止することができる。

30

【 0 0 4 7 】

以上により、本実施形態によれば、一方のトルク信号が異常と判断された場合であっても、他方の正常なトルク信号を用いた動作を続行することができる。このため、アシストの急激な停止に伴う問題を最小限に抑えることが可能となる。

【 0 0 4 8 】

(第 2 実施形態)

続いて、本発明の第 2 実施形態に係るパワーステアリング制御装置を説明する。本制御装置の構成のうち、第 1 実施形態に係る装置の構成と同一の構成については同一符号を用いて説明する。

40

図 9 は、本実施形態に係るパワーステアリング制御装置の故障診断処理の詳細を表すフローチャートである。まず、故障判定部 1 0 6 はメイントルク信号、サブトルク信号を検出し (ステップ S 9 0 1)、これらの信号の合計電圧 V_t を算出する (ステップ S 9 0 2)。続いて、故障判定部 1 0 6 は、合計電圧 V_t が規定電圧 $5V$ に対して所定の誤差の範囲内 ($V_{min} \sim V_{max}$) の範囲内にあるか否かを判断する (ステップ S 9 0 3)。例えば、合計電圧 V_t が $V_{min} (5V \times 95\%) \sim V_{max} (5V \times 105\%)$ の範囲内にある場合 (ステップ S 9 0 3 で Y E S) には、故障判定部 1 0 6 は、トルク信号はいずれも正常であると判断し

50

、図5のフローチャートに処理を戻す。

【0049】

一方、合計電圧 V_t が規定電圧の誤差の範囲内でない場合（ステップS903でN0）には、トルクセンサ4に何らかの異常が発生したと考えられる。例えば、図10に示されるように、メイントルク信号がセンサ基準電圧3.3Vに短絡した場合には、トルク信号の合計電圧 V_t は5Vから外れてしまう。故障判定部106はステップS904以降の処理においていずれのトルク信号が使用可能かを判断する。

【0050】

ステップS904において、故障判定部106は操舵角センサ7からの操舵角信号を検出する。この操舵角信号は、ステアリングの操舵角を表すものであり、ステアリングの操舵が行われると、トルク信号と同様の変化を示すものである。例えば、図10に示されたように、サブトルク信号が正常である場合には、ステアリングの操舵に伴い、サブトルク信号、操舵角信号が変化する（時刻 $t_1 \sim t_2$ ）。これに対して、3.3Vに短絡したメイントルク信号は、操舵角信号が変化したとしても一定の値を保持したままである。このように、トルク信号の変化と操舵角信号の変化とが相関を有する場合には、トルク信号は正常である可能性が高い。本実施形態によれば、トルク信号と操舵角信号両者の変化の類似性を調べることにより、トルク信号が正常であるか否かを判断可能である。

【0051】

すなわち、操舵角信号の変化とトルク信号の変化との間に相関がある場合（ステップS905でYES）には、故障判定部106は、トルク信号は正常であると判断し、当該トルク信号に基づくアシストを続行する（ステップS906）。例えば、サブトルク信号が正常であると判断された場合には、切換部11はメイントルク信号からサブトルク信号に切り換え、サブトルク信号に基づく制御が行われる。なお、第1実施形態と同様に、アシストの続行の際に、アシストの時間制限、補助トルクの最大値の制限等を設けることが可能である。

【0052】

ステップS905において、トルク信号の変化と操舵角信号の変化との間に相関がない場合、例えば操舵角信号が変化したにも拘わらずサブトルク信号が一定値を維持した場合には、サブトルク信号も異常を有すると考えられる。従って、故障判定部106はメイントルク信号だけでなくサブトルク信号も異常を有すると判断し、アシストを停止する（ステップS907）。

【0053】

以上、述べたように本実施形態によれば、トルク信号の変動の有無に基づき、2つのトルク信号のいずれが正常か否かを判断し、正常なトルク信号に基づき制御を続行することができる。従来によれば、トルク信号が通常の動作電圧の範囲内において短絡した場合、例えば基準電圧3.3Vに短絡した場合には、トルク信号が動作電圧の範囲外であるとの理由によるトルク信号の異常を検出することはできなかった。本実施形態によれば、トルク信号の変動の有無を検出することにより、動作電圧の範囲内におけるトルク信号の短絡時においてもトルク信号の異常を判断することが可能となる。また、正常であると判断されたトルク信号に基づく制御を続行することにより、急激なアシストの停止に伴う問題を最小限に抑えることができる。

【0054】

（第3実施形態）

続いて、本発明の第3実施形態に係るパワーステアリング制御装置を説明する。本制御装置の構成のうち、第1実施形態に係る装置の構成と同一の部分については同一符号を用いて説明する。

本実施形態にかかる制御装置は、トルク信号に異常があるにも拘わらず正常復帰と誤判断されるのを防止可能なものである。図12に示されたように、ドライバがステアリングを右操舵方向に保舵している場合において、メイントルク信号が時刻 t_1 において基準電圧3.3Vに短絡すると、所定時間経過後においてメイントルク信号の異常が検出され（

10

20

30

40

50

時刻 t_2)、フェールセーフ機能によりアシスト力が漸減し、これに伴いサブトルク信号も次第に低下する(時刻 $t_2 \sim t_3$)。ところが、サブトルク信号が約 $1.7V$ に低下すると(時刻 t_3)、メイントルク信号とサブトルク信号の合計電圧が規定電圧 $5V$ になってしまい、トルク信号が正常復帰したと判断されてしまうことがある。すなわち、従来の制御装置によれば、トルク信号が異常であるにもかかわらず、正常に復帰したと誤判断されるという問題があった。本実施例に係る制御装置は上述の問題を回避することを目的としたものである。

【0055】

図11は本実施形態に係るパワーステアリング制御装置の故障診断処理の詳細を表すフローチャートである。まず、故障判定部106はメイントルク信号、サブトルク信号に基づき故障検出処理を実行する(ステップS1101)。故障検出処理は上述の第1、第2実施形態において説明したものを適用可能である。すなわち、第1、第2実施形態の処理に加えて、本実施形態に係る処理を実行することができる。故障検出の結果、故障判定部106が故障確定と判断した場合(ステップS1102でYES)には、ステップS1103以降の故障復帰処理を実行し、そうでなければ図5のフローチャートに戻る。

10

【0056】

ステップS1103において、故障判定部106はメイントルク信号、サブトルク信号を検出し、これらの信号の合計電圧 V_t を算出する。続いて、故障判定部106は、合計電圧 V_t が規定電圧 $5V$ に対して所定の誤差の範囲内 ($V_{min} \sim V_{max}$) の範囲内にあるか否かを判断する(ステップS1104)。例えば、合計電圧 V_t が $V_{min}(5V \times 95\%) \sim V_{max}(5V \times 105\%)$ の範囲内でない場合(ステップS1104でYES)には、メイントルク信号、サブトルク信号はクロス特性を充足していない。このため、故障判定部106は故障復帰を行うことなく、図5のフローチャートに戻る。

20

【0057】

ステップS1104の判断結果がYESである場合には、故障判定部106は2つのトルク信号の一方のみが時間とともに変化しているか否かを判断する(ステップS1105)。2つのトルク信号がともに変動している場合(ステップS1105でNO)には、故障判定部106は故障復帰処理を実行する。一方のトルク信号が一定であるにもかかわらず、他方のトルク信号のみが変動している場合(ステップS1105でYES)には、故障判定部106はトルク信号は依然として異常であると判断する。

30

【0058】

例えば、図12に示されたように、時刻 $t_2 \sim t_3$ において、メイントルク信号の電圧が一定であるにもかかわらず、サブトルク信号の電圧が変動している場合(ステップS1105でYES)には、故障判定部106はトルクセンサは依然として異常であると判断する。すなわち、トルク信号の合計電圧が規定電圧 $5V$ となったのは、アシスト停止に伴うトルクセンサの漸減が原因であると可能性が高い。従って、このような場合には、トルクセンサの異常と判断し、誤って故障復帰と判断されるのを防止することができる。

【0059】

なお、上述の処理に代えて、メイントルク信号、サブトルク信号の一方の変化量が所定値を越えた場合に、故障と判断する処理を行ってもよい。すなわち、一方のトルク信号の変化量のみが所定値を越えたということは、一方のトルク信号は変動せず、かつ、他方のトルク信号が変動していると考えられる。この場合には、アシスト停止に伴い、他方のトルクセンサが漸減していると考えられ、トルクセンサの異常と判断することが可能である。

40

【0060】

以上、本実施形態を説明したが、本発明は上述の構成に拘泥されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更可能である。例えば、本実施形態に係るパワーステアリング制御装置はコラムタイプ、ラックタイプを問わず、また、油圧式パワーステアリング装置にも適用可能である。さらに、プログラムの形態は上述のフローチャートに限定されず、同様の機能を実現できるものであれば変更可能である。

50

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明の第1実施形態に係るパワーステアリング装置の概略図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係るパワーステアリング制御装置のブロック図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る電動パワーステアリング制御ユニットのブロック図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る故障診断部のブロック図である。

【図5】本発明の第1実施形態に係るパワーステアリング制御装置の動作を表すフローチャートである。

【図6】本発明の第1実施形態に係るパワーステアリング制御装置の故障診断処理を表すフローチャートである。 10

【図7】本発明の第1実施形態に係るパワーステアリング制御装置の故障診断処理を表すフローチャートである。

【図8】本発明の第1実施形態に係るトルク信号、モータ駆動電流、診断結果を表すグラフである。

【図9】本発明の第2実施形態に係るパワーステアリング制御装置の故障診断処理を表すフローチャートである。

【図10】本発明の第2実施形態に係るトルク信号、操舵角信号を表すグラフである。

【図11】本発明の第3実施形態に係るパワーステアリング制御装置の故障診断処理を表すフローチャートである。 20

【図12】本発明の第3実施形態に係るトルク信号を表すグラフである。

【符号の説明】

【0062】

1 ECU

3 モータ

4 トルクセンサ

7 操舵角センサ

10 故障診断部

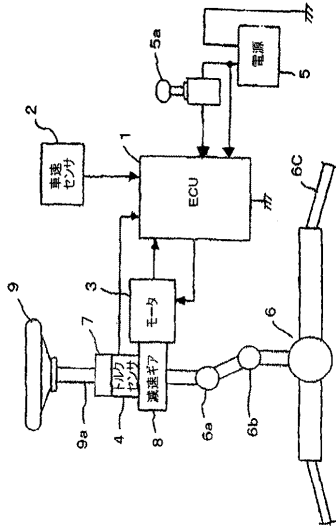
11 切換部

12 電流指令値演算部 30

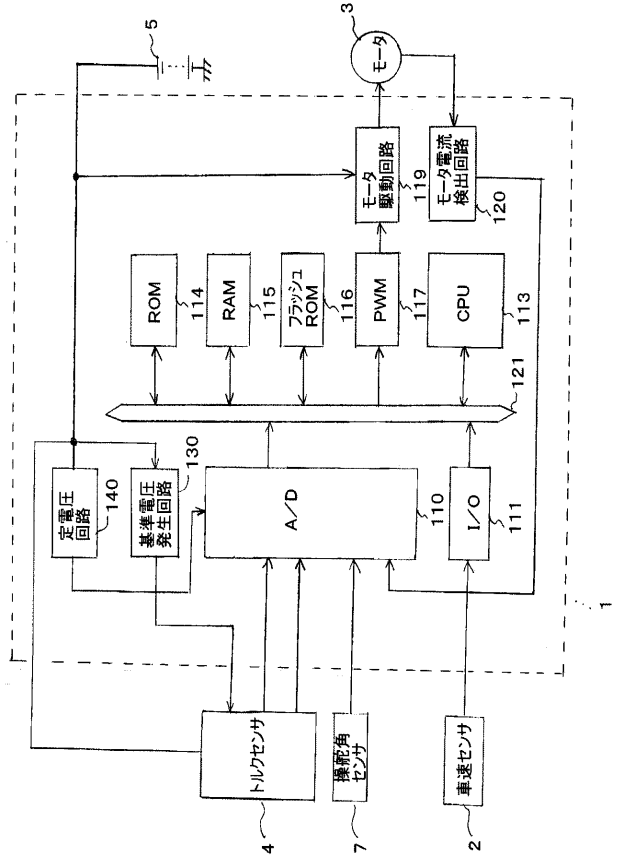
14 電流制御部

113 CPU

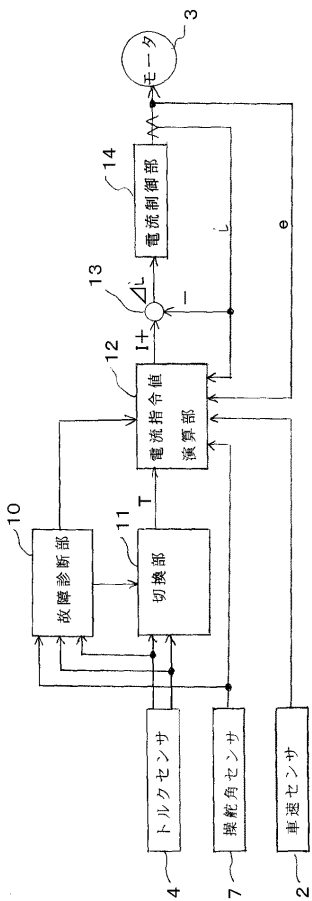
【図1】



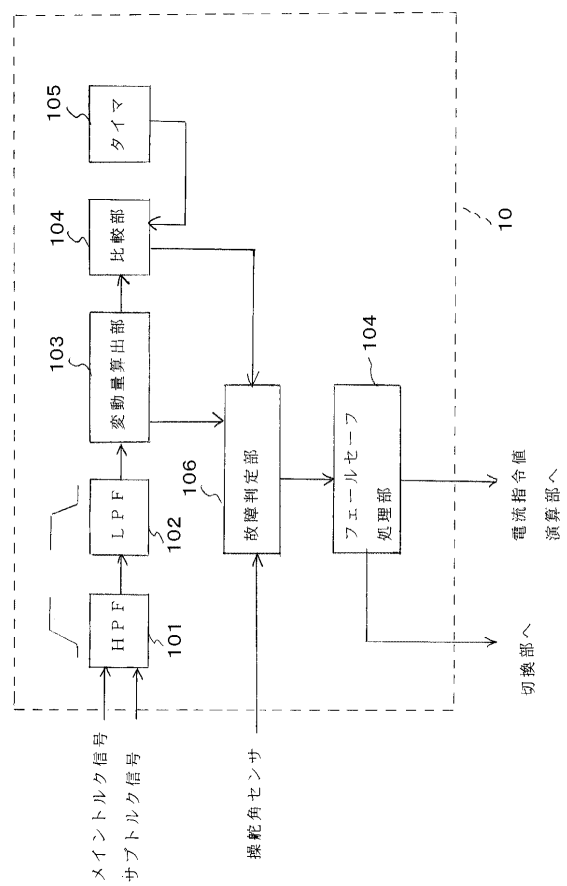
【図2】



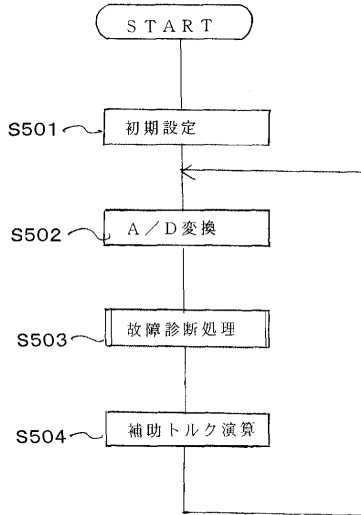
【図3】



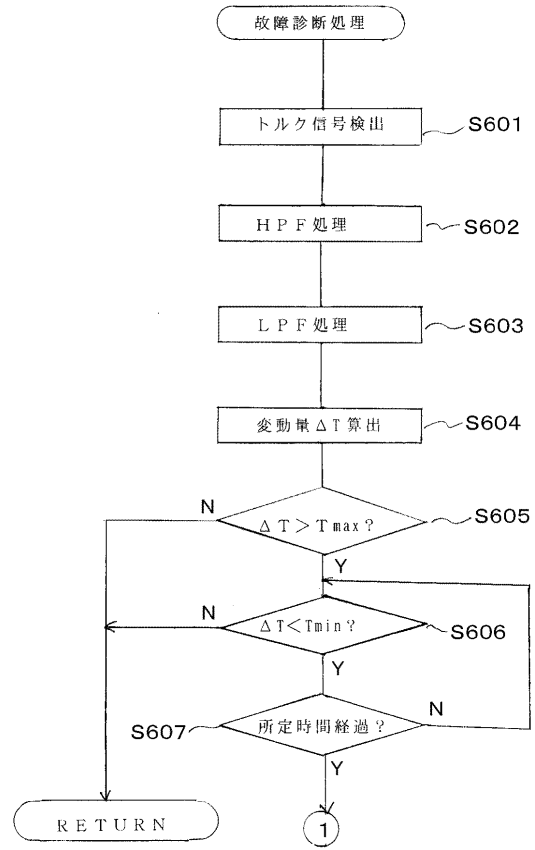
【図4】



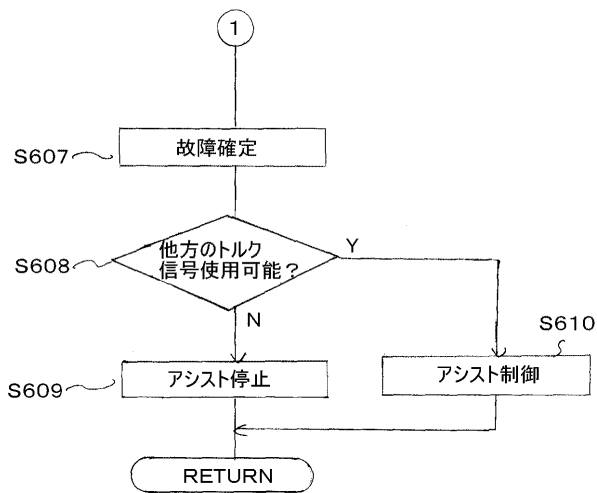
【 図 5 】



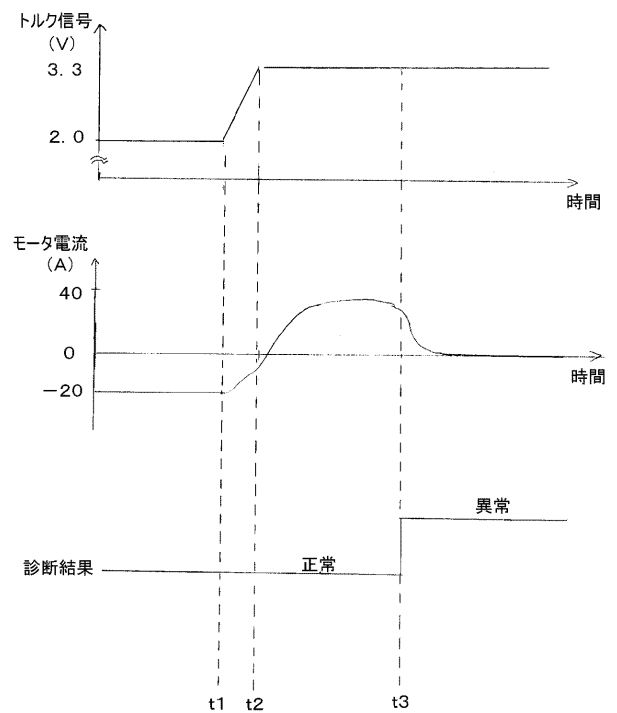
【 図 6 】



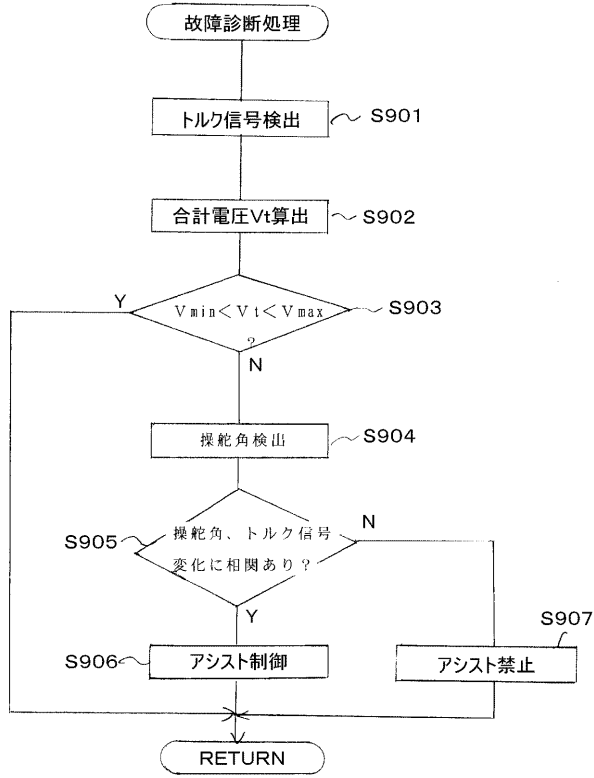
【 図 7 】



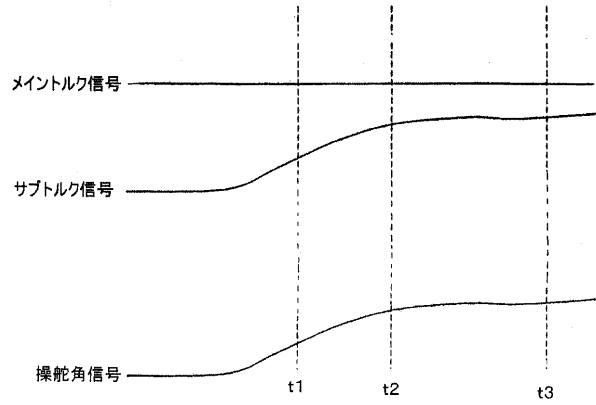
【 図 8 】



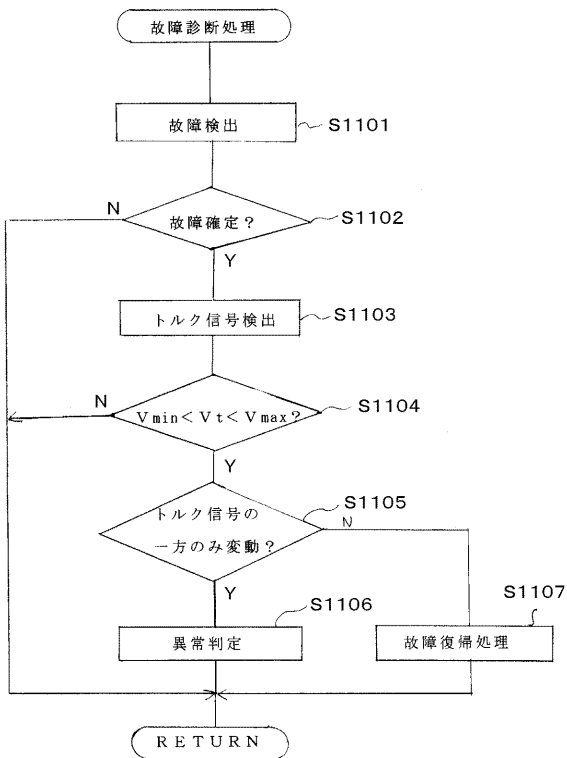
【図9】



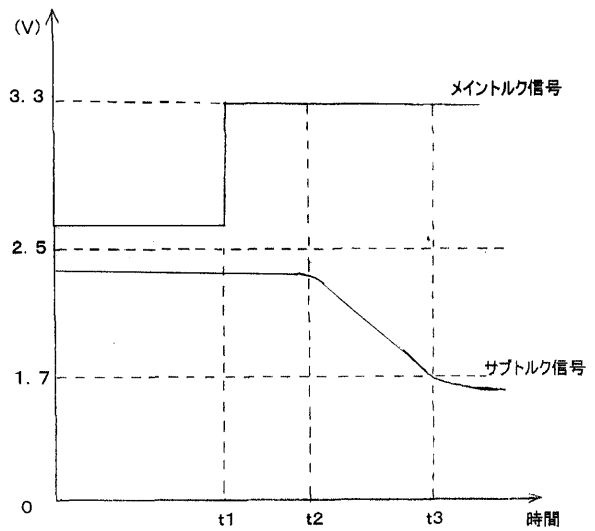
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 6 2 D 137/00 (2006.01) B 6 2 D 137:00

(74)代理人 100107401

弁理士 高橋 誠一郎

(74)代理人 100106183

弁理士 吉澤 弘司

(74)代理人 100094112

弁理士 岡部 譲

(72)発明者 永井 秀幸

群馬県前橋市鳥羽町78番地 N S Kステアリングシステムズ株式会社内

(72)発明者 阿部 博一

群馬県前橋市鳥羽町78番地 N S Kステアリングシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 3D232 CC33 DA03 DA15 DA23 DA64 DA65 DC01 DC02 DC03 DC09
DC12 DC13 DC33 DC34 DC35 DD17 DE05 DE09 EB08 EB11
EC23 GG01
3D233 CA13 CA16 CA17 CA20 CA21 CA31