

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5164799号
(P5164799)

(45) 発行日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(24) 登録日 平成24年12月28日(2012.12.28)

(51) Int.Cl.		F I
B 6 2 D 6/00	(2006.01)	B 6 2 D 6/00
B 6 2 D 5/04	(2006.01)	B 6 2 D 5/04
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 117/00	(2006.01)	B 6 2 D 117:00

請求項の数 9 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-285187 (P2008-285187)
 (22) 出願日 平成20年11月6日(2008.11.6)
 (65) 公開番号 特開2010-111253 (P2010-111253A)
 (43) 公開日 平成22年5月20日(2010.5.20)
 審査請求日 平成23年4月21日(2011.4.21)

(73) 特許権者 510123839
 オムロンオートモーティブエレクトロニクス株式会社
 愛知県小牧市大草年上坂6368番地
 (74) 代理人 100101786
 弁理士 奥村 秀行
 (72) 発明者 遠藤 豪
 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
 801番地 オムロン株式会社内
 (72) 発明者 鞍谷 真一
 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
 801番地 オムロン株式会社内
 (72) 発明者 中村 健信
 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
 801番地 オムロン株式会社内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動式パワーステアリング制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両が有する操舵機構の操舵トルクを入力する操舵トルク入力手段と、
 前記操舵機構の回転角速度を入力する角速度入力手段と、
 前記車両の車速を入力する車速入力手段と、
 前記操舵トルク入力手段、前記角速度入力手段、および前記車速入力手段からの入力に基づいて、前記操舵機構に補助力を与えるモータを駆動するための駆動電流指令値を出力する駆動電流指令値出力手段と、
 を備えた電動式パワーステアリング制御装置において、
 前記駆動電流指令値出力手段は、
 前記操舵トルクを微分して微分指令値を算出する微分指令値算出手段と、
 前記操舵トルクと前記車速とに基づいて前記微分指令値に対するゲインである微分ゲインを算出する微分ゲイン算出手段と、
 前記操舵トルクと前記車速とに基づいて第1電流指令値を算出する第1電流指令値算出手段と、
 前記操舵トルクと前記回転角速度とに基づいて前記操舵機構の操舵感覚を判定し、当該判定結果に基づいて前記第1電流指令値に対するゲインである第1電流ゲインを算出する電流ゲイン算出手段と、
 前記微分指令値と前記微分ゲインとを乗算して第2電流指令値を算出する第2電流指令値算出手段と、

前記第 1 電流指令値と前記第 1 電流ゲインとを乗算して第 3 電流指令値を算出する第 3 電流指令値算出手段と、

前記第 2 電流指令値と前記第 3 電流指令値とを加算して前記駆動電流指令値を算出する駆動電流指令値算出手段と、
を有することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電動式パワーステアリング制御装置において、

前記第 2 電流指令値に基づいて第 4 電流指令値を算出する第 4 電流指令値算出手段をさらに設け、

前記電流ゲイン算出手段は、前記操舵トルクと前記回転角速度とに基づいて前記操舵機構の操舵感覚を判定し、当該判定結果に基づいて前記第 2 電流指令値に対するゲインである第 2 電流ゲインを算出し、

前記第 4 電流指令値算出手段は、前記第 2 電流指令値と前記第 2 電流ゲインとを乗算して前記第 4 電流指令値を算出し、

前記駆動電流指令値算出手段は、前記第 2 電流指令値と前記第 3 電流指令値とを加算して駆動電流指令値を算出することに代えて、前記第 4 電流指令値と前記第 3 電流指令値とを加算して駆動電流指令値を算出することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電動式パワーステアリング制御装置において、

前記電流ゲイン算出手段は、前記操舵トルクと前記回転角速度とに基づいて分類された複数の操舵感覚の中から、各操舵トルクおよび回転角速度に対応する操舵感覚を判定する第 1 判定手段と、前記第 1 判定手段による判定結果に基づいて当該判定結果に対応する第 1 電流ゲインを決定する第 1 電流ゲイン決定手段とを有することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の電動式パワーステアリング制御装置において、

前記電流ゲイン算出手段は、前記操舵トルクと前記回転角速度とに基づいて分類された複数の操舵感覚の中から、各操舵トルクおよび回転角速度に対応する操舵感覚を判定する第 1 判定手段と、前記第 1 判定手段による判定結果に基づいて当該判定結果に対応する前記第 1 電流ゲインを決定する第 1 電流ゲイン決定手段と、前記第 1 判定手段による判定結果に基づいて当該判定結果に対応する前記第 2 電流ゲインを決定する第 2 電流ゲイン決定手段とを有することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の電動式パワーステアリング制御装置において、

前記第 1 判定手段は、前記操舵トルクおよび前記回転角速度に対応する操舵感覚が複数ある場合は、予め決められた優先順位に従って、当該複数の操舵感覚の内のいずれかの操舵感覚を判定結果とすることを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電動式パワーステアリング制御装置において、

前記電流ゲイン算出手段は、前記操舵トルクと前記微分指令値と前記車速とに基づいて、前記操舵機構の操舵感覚が、特定の操舵感覚に該当するか否かを判定する第 2 判定手段を有し、

前記第 2 判定手段による判定結果が該当有の場合は、前記第 1 判定手段によって判定された操舵感覚が複数あるか否かを検証し、当該操舵感覚が複数ある場合は、前記第 2 判定手段による前記特定の操舵感覚が、前記第 1 判定手段による前記複数の操舵感覚のいずれかと一致するか否かを検証し、一致する操舵感覚がある場合は、当該一致する操舵感覚を前記操舵機構の操舵感覚として判定することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

請求項 3 ~ 6 のいずれかに記載の電動式パワーステアリング制御装置において、
前記電流ゲイン算出手段は、

前記第 1 判定手段での判定結果である第 1 判定結果と、前記第 1 判定結果に続く判定結果である第 2 判定結果とが異なる場合は、前記第 2 判定結果に基づいて前記操舵機構の操舵感覚を判定し、

前記第 1 判定結果と前記第 2 判定結果とが異なる場合であり、かつ、前記第 2 判定結果と同じ判定結果が、当該第 2 判定結果以降、連続して所定回数得られていない場合は、前記第 1 判定結果に基づいて前記操舵機構の操舵感覚を判定し、

前記第 1 判定結果と前記第 2 判定結果とが異なる場合であり、かつ、前記第 2 判定結果と同じ判定結果が、当該第 2 判定結果以降、連続して所定回数得られた場合は、前記第 2 判定結果に基づいて前記操舵機構の操舵感覚を判定することを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

10

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の電動式パワーステアリング制御装置において、

前記電流ゲイン算出手段と前記第 3 電流指令値算出手段との間に、当該電流ゲイン算出手段から出力される前記第 1 電流ゲインの変化を滑らかにする第 1 フィルタ手段を設けたことを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【請求項 9】

請求項 2 または請求項 4 ~ 8 のいずれかに記載の電動式パワーステアリング制御装置において、

20

前記電流ゲイン算出手段と前記第 4 電流指令値算出手段との間に、当該電流ゲイン算出手段から出力される前記第 2 電流ゲインの変化を滑らかにする第 2 フィルタ手段を設けたことを特徴とする電動式パワーステアリング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動式パワーステアリングシステムに用いられる電動式パワーステアリング制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

30

電動式パワーステアリングシステムは、例えば、自動車において、操舵機構を構成するステアリングの操舵時に電動モータにより補助力を与えることにより、運転者のステアリング操舵を補助するシステムである。このシステムにより、運転者は軽い力でステアリングを操舵することが出来る。

【0003】

このような電動式パワーステアリングシステムにおいて、ステアリングの操舵フィーリングを良好にするために、特許文献 1 では、操舵角センサからの出力に基づく操舵角に応じた操舵角速度データと、車速センサからの出力に基づく車速データとを、所定時間内に所定回数記憶し、記憶した当該データの内、上限および下限を削除した後、残りのデータに基づいて、平均速度および平均操舵角速度を算出する。そして、算出した平均速度および平均操舵角速度と、予め記憶されている標準操舵パターンとを比較することにより、運転者の特性を判断し、当該判断に基づいて、標準アシストパターンを有するコントローラにより電動モータを制御して、アシスト力を発揮させている。

40

【0004】

また、特許文献 2 では、ステアリングホイールの操舵トルクを検出するトルクセンサの出力と車速を検出する車速センサの出力とによりアシスト電流値を決定するとともに、トルクセンサの出力と車速により決められた微分ゲインであって、所定に操舵トルクの範囲において、車速が 0 である場合は中立時に小さく、操舵トルクが増加するにつれて大となる微分ゲインに、トルクセンサの出力の微分量を掛け合わせて微分指令値を決定する。そして、アシスト電流値に微分指令値を足すことで、アシストモータを駆動して、操舵トル

50

クにアシストトルクを付加している。

【0005】

特許文献3では、運転者が感じている操作感を的確に認識するために、ステアリング装置に対して加えられているトルクセンサ値を横軸とし、アシストモータの回転数値を縦軸とする2次元グラフに、各感性指標の領域としての感性領域を設定し、当該感性領域が設定された感性識別マップを車速値毎に設けて記憶部に記憶する。そして、入力される車速値、トルクセンサ値および回転数値に基づいて、感性識別マップを参照することにより、各時点において運転者が感じている操舵感を示す感性指標を出力する。

【0006】

【特許文献1】特許第3222506号公報

【特許文献2】特許第3809594号公報

【特許文献3】特開2007-276708号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、電動式パワーステアリングシステムでは、予め設定されている制御プログラムに従って電動モータが回転し、当該電動モータの回転力によって、ステアリングに補助力が供給される。しかしながら、現状では、運転者が感じている操舵感覚と合致するような補助力を供給することが出来る制御プログラムが十分に実現されていないため、運転者が操舵に違和感を覚えやすく、操舵フィーリングが悪くなる恐れがある。

【0008】

本発明は、上述した問題点に鑑み、運転者が感じている操舵感覚に応じた的確な補助力を供給して、操舵フィーリングを良好にすることが出来る電動式パワーステアリング制御装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る電動式パワーステアリング制御装置は、車両が有する操舵機構の操舵トルクを入力する操舵トルク入力手段と、操舵機構の回転角速度を入力する角速度入力手段と、車両の車速を入力する車速入力手段と、操舵トルク入力手段と角速度入力手段と車速入力手段とからの入力に基づいて、操舵機構に補助力を与えるモータを駆動するための駆動電流指令値を出力する駆動電流指令値出力手段とを備えており、駆動電流指令値出力手段は、操舵トルクを微分して微分指令値を算出する微分指令値算出手段と、操舵トルクと車速とに基づいて微分指令値に対するゲインである微分ゲインを算出する微分ゲイン算出手段と、操舵トルクと車速とに基づいて第1電流指令値を算出する第1電流指令値算出手段と、操舵トルクと回転角速度とに基づいて操舵機構の操舵感覚を判定し、当該判定結果に基づいて第1電流指令値に対するゲインである第1電流ゲインを算出する電流ゲイン算出手段と、微分指令値と微分ゲインとを乗算して第2電流指令値を算出する第2電流指令値算出手段と、第1電流指令値と第1電流ゲインとを乗算して第3電流指令値を算出する第3電流指令値算出手段と、第2電流指令値と第3電流指令値とを加算して駆動電流指令値を算出する駆動電流指令値算出手段とを有している。

【0010】

このようにすることで、操舵トルクと車速に応じてアシスト電流値と微分指令値のみを変化させる従来技術とは異なり、モータを駆動するための駆動電流指令値をきめ細かく制御して、その調整精度を上げることが出来るため、モータの駆動力も従来技術に比べて微調整可能となる。これにより、操舵手が感じている操舵感覚に応じた的確な補助力（モータの駆動力）の供給が可能となるため、操舵フィーリングを良好にすることが出来る。

【0011】

本発明の電動式パワーステアリング制御装置において、第2電流指令値に基づいて第4電流指令値を算出する第4電流指令値算出手段をさらに設け、電流ゲイン算出手段により、操舵トルクと回転角速度とに基づいて操舵機構の操舵感覚を判定し、当該判定結果に基

10

20

30

40

50

づいて第2電流指令値に対するゲインである第2電流ゲインを算出し、第4電流指令値算出手段により、第2電流指令値と第2電流ゲインとを乗算して第4電流指令値を算出し、駆動電流指令値算出手段により、第2電流指令値と第3電流指令値とを加算して駆動電流指令値を算出することに代えて、第4電流指令値と第3電流指令値とを加算して駆動電流指令値を算出してもよい。

【0012】

このようにすることで、第1電流指令値と第1電流ゲインとに基づいて第3電流指令値を算出するだけでなく、第2電流指令値と第2電流ゲインとに基づいて第4電流指令値を算出し、第3電流指令値と第4電流指令値とに基づいて駆動電流指令値を算出しているため、モータの駆動力の更なる微調整が可能となる。これにより、操舵手が感じている操舵感覚に応じた的確な補助力（モータの駆動力）の供給が可能となるため、操舵フィーリングを一層良好にすることが出来る。

10

【0013】

本発明の電動式パワーステアリング制御装置において、電流ゲイン算出手段は、操舵トルクと回転角速度とに基づいて分類された複数の操舵感覚の中から、各操舵トルクおよび回転角速度に対応する操舵感覚を判定する第1判定手段と、第1判定手段による判定結果に基づいて当該判定結果に対応する第1電流ゲインを決定する第1電流ゲイン決定手段とを有してもよい。

【0014】

このようにすることで、モータの回転数に対応付けて操舵感覚を判定する従来技術とは異なり、操舵感覚の判定にモータの回転数を用いないため、車両毎に異なる回転数に合わせて、操舵感覚判定のためのチューニングを行う必要が無い。このため、複雑なチューニングが不要となって、コストの削減を図ることが出来る。また、従来において行っていた操舵手による操舵感覚の調整値の入力も行う必要が無いため、当該調整値入力の手間を省略することが出来る。

20

【0015】

本発明の電動式パワーステアリング制御装置において、電流ゲイン算出手段は、操舵トルクと回転角速度とに基づいて分類された複数の操舵感覚の中から、各操舵トルクおよび回転角速度に対応する操舵感覚を判定する第1判定手段と、第1判定手段による判定結果に基づいて当該判定結果に対応する第1電流ゲインを決定する第1電流ゲイン決定手段と、第1判定手段による判定結果に基づいて当該判定結果に対応する第2電流ゲインを決定する第2電流ゲイン決定手段とを有してもよい。

30

【0016】

このようにすることで、モータの回転数に対応付けて操舵感覚を判定する従来技術とは異なり、操舵感覚の判定にモータの回転数を用いないため、車両毎に異なる回転数に合わせて、操舵感覚判定のためのチューニングを行う必要が無い。このため、複雑なチューニングが不要となって、コストの削減を図ることが出来る。また、従来において行っていた操舵手による操舵感覚の調整値の入力も行う必要が無いため、当該調整値入力の手間を省略することが出来る。さらに、第1電流ゲインを決定する第1電流ゲイン決定手段に加えて、第2電流ゲインを決定する第2電流ゲイン決定手段を有しているため、モータを駆動するための駆動電流指令値を更にきめ細かく制御して、モータの駆動力を微調整することが出来る。

40

【0017】

本発明の電動式パワーステアリング制御装置において、第1判定手段により、操舵トルクおよび回転角速度に対応する操舵感覚が複数ある場合は、予め決められた優先順位に従って、当該複数の操舵感覚の内のいずれかの操舵感覚を判定結果としてもよい。

【0018】

このようにすることで、操舵トルクおよび回転角速度に対応する操舵感覚が複数ある場合においても、優先順位に従っていずれかの操舵感覚を、第1判定手段による判定結果とすることが出来るため、当該判定におけるシステムエラーなどを抑制することが出来る。

50

【0019】

本発明の電動式パワーステアリング制御装置において、電流ゲイン算出手段は、操舵トルクと微分指令値と車速とに基づいて、操舵機構の操舵感覚が、特定の操舵感覚に該当するか否かを判定する第2判定手段を有していてもよい。そして、第2判定手段による判定結果が該当有の場合は、第1判定手段によって判定された操舵感覚が複数あるか否かを検証し、当該操舵感覚が複数ある場合は、第2判定手段による特定の操舵感覚が、第1判定手段による複数の操舵感覚のいずれかと一致するか否かを検証し、一致する操舵感覚がある場合は、当該一致する操舵感覚を操舵機構の操舵感覚として判定してもよい。

【0020】

このようにすることで、第1判定手段による判定結果と第2判定手段による判定結果に基づいて、操舵感覚を最終的に判定するため、操舵手が感じている操舵感覚をよりの確に特定することが出来る。これにより、操舵手が感じる操舵フィーリングの違和感を更に低減することができ、以って、操舵フィーリングをより良好にすることが出来る。

10

【0021】

本発明の電動式パワーステアリング制御装置において、電流ゲイン算出手段は、第1判定手段での判定結果である第1判定結果と、第1判定結果に続く判定結果である第2判定結果とが異なる場合は、第2判定結果に基づいて操舵機構の操舵感覚を判定し、第1判定結果と第2判定結果とが異なる場合であり、かつ、第2判定結果と同じ判定結果が、当該第2判定結果以降、連続して所定回数得られていない場合は、第1判定結果に基づいて操舵機構の操舵感覚を判定し、第1判定結果と第2判定結果とが異なる場合であり、かつ、第2判定結果と同じ判定結果が、当該第2判定結果以降、連続して所定回数得られた場合は、第2判定結果に基づいて操舵機構の操舵感覚を判定してもよい。

20

【0022】

このようにすることで、第1判定手段による判定結果が頻繁に変わる場合においても、当該判定結果に基づいて操舵感覚が頻繁に変更されることを抑制することが出来る。これにより、操舵手が感じる操舵フィーリングの違和感を更に低減することができ、以って、操舵フィーリングをより良好にすることが出来る。

【0023】

本発明の電動式パワーステアリング制御装置において、電流ゲイン算出手段と第3電流指令値算出手段との間に、当該電流ゲイン算出手段から出力される第1電流ゲインの変化を滑らかにする第1フィルタ手段を設けてもよい。

30

【0024】

このようにすることで、操舵感覚の変更に基づく第1電流ゲインの急激な変化を抑制することが出来る。これにより、モータを駆動するための駆動電流指令値の急激な変化を抑制することが出来るため、操舵感覚の切り替えの際に、操舵手が操舵フィーリングの違和感を感じないようにすることが出来る。

【0025】

本発明の電動式パワーステアリング制御装置において、電流ゲイン算出手段と第4電流指令値算出手段との間に、当該電流ゲイン算出手段から出力される第2電流ゲインの変化を滑らかにする第2フィルタ手段を設けてもよい。

40

【0026】

このようにすることで、操舵感覚の変更に基づく第2電流ゲインの急激な変化を抑制することが出来る。これにより、モータを駆動するための駆動電流指令値の急激な変化を抑制することが出来るため、操舵感覚の切り替えの際に、操舵手が操舵フィーリングの違和感を感じないようにすることが出来る。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、操舵トルクと、操舵機構の回転角速度と、車速と、操舵トルクと回転角速度とに基づいて判定した操舵機構の操舵感覚に基づいて、モータを駆動するための駆動電流指令値を算出するため、当該駆動電流指令値をきめ細かく制御して、その調整精度

50

を上げることが出来る。これにより、操舵手が感じている操舵感覚に応じた的確な補助力（モータの駆動力）の供給が可能となるため、操舵フィーリングを良好にすることが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施形態につき、図面を参照しながら説明する。

尚、図1～図2，図6～図9，図12～図19において、同一部分または対応する部分には、同一符号を付してある。

【0029】

図1は、本発明の実施形態であり、後述する電動式パワーステアリング制御装置（例えば、図2）等から成る電動式パワーステアリングシステム100を示す図である。電動式パワーステアリングシステム100は、車両（例えば、自動車）に搭載される。

10

【0030】

図中の電動式パワーステアリングシステム100において、ステアリング1を操舵（回転操作）すると、その操舵力が、軸2aを介してギア機構3に伝達され、さらに、軸2bとギア機構5を介して軸6に伝達される。軸6は、当該操舵力によって駆動し、軸6が駆動することで、リンク機構7を介して車輪8の向きが変わる。

【0031】

また、モータ15が回転すると、その駆動力が、クラッチ4を介してギア機構3に伝達され、さらに、軸2bとギア機構5を介して軸6に伝達される。これにより、軸6には、ステアリング1の操舵により伝達された操舵力に加えて、モータ15の駆動力も伝達されるため、当該駆動力によって、軸6の駆動と車輪8の転向が補助される。即ち、ステアリング1での操舵が、モータ15により補助される。尚、本実施形態におけるモータ15は、例えば、ブラシモータから成る。

20

【0032】

トルクセンサ11は、ステアリング1により加えられる操舵トルクを検出する。角速度センサ12は、ステアリング1の角速度（回転操作速度）を検出する。車速センサ13は、車両の車速（走行速度）を検出する。尚、トルクセンサ11は、本発明における操舵トルク入力手段の一実施形態であり、角速度センサ12は、本発明における角速度入力手段の一実施形態であり、車速センサ13は、本発明における車速入力手段の一実施形態である。

30

【0033】

ECU（Electronic Control Unit）10は、クラッチ4をON（結合）/OFF（離脱）制御する。また、ECU10は、トルクセンサ11により検出した操舵トルク、角速度センサ12により検出した角速度、車速センサ13により検出した車速に基づいて、モータ15を駆動するための電流指令値を決定し、当該電流指令値に基づいてモータ15の駆動を制御する。尚、ECU10は、本発明における駆動電流指令値出力手段の一実施形態である。

【0034】

バッテリー9は、ECU10とモータ15に電力を供給する。尚、ECU10、トルクセンサ11、角速度センサ12、車速センサ13は、本発明に係る電動式パワーステアリング制御装置の一実施形態を構成する。

40

【0035】

図2、図7～図9、図12～図14は、ECU10の機能ブロックを示す図であり、各図中において一点鎖線で囲まれている部分（但し、モータ駆動部51を除く）が、ECU10の内部においてプログラムにより実行される機能である。

【0036】

また、図2は、本実施形態の第1実施例におけるECU10の機能ブロックを示す図であり、以下同様に、図7は第2実施例、図8は第3実施例、図9は第4実施例、図12は第9実施例、図13は第10実施例、図14は第11実施例を示す図である。尚、第5～

50

第8実施例については、図示を省略する（詳細については後述する）。

【0037】

まず始めに、図2に示すECU10（第1実施例）について説明する。トルクセンサ11により検出されたステアリング1（図1）の操舵トルク T は、微分指令値算出器21、微分ゲイン算出器22、第1電流指令値算出器23、電流ゲイン算出器24aに入力される。

【0038】

角速度センサ12により検出されたステアリング1の角速度 AV は、電流ゲイン算出器24aに入力される。また、車速センサ13により検出された車両の車速 V は、微分ゲイン算出器22および第1電流指令値算出器23に入力される。

10

【0039】

微分指令値算出器21は、操舵トルク T を時間に対して微分することにより、微分指令値 T_1 を算出して、乗算器31に出力する。微分ゲイン算出器22は、操舵トルク T と車速 V とに基づいて、微分指令値 T_1 に対するゲインである微分ゲイン g を算出して、乗算器31に出力する。詳しくは、微分ゲイン算出器22には、車速 V によって異なる3種類の微分ゲイン曲線（図3）が予め記憶されている。尚、微分指令値算出器21は、本発明における微分指令値算出手段の一実施形態を構成する。

【0040】

図3に示す微分ゲイン曲線において、車速 V が V_0 （例えば、 $V_0 = 0$ ：車両停止時）である場合（実線）の微分ゲイン g は、操舵トルク T の値に関わらず一定である。車速 V が V_1 （例えば、 $V_1 = 10$ ：車両走行時）である場合（点線）の微分ゲイン g は、操舵トルク T の値が大きくなるにつれて小さくなる。同様に、車速 V が V_2 （例えば、 $V_2 = 20$ ：車両走行時）である場合（一点鎖線）の微分ゲイン g は、操舵トルク T の値が大きくなるにつれて小さくなる。

20

【0041】

また、操舵トルク T の値に関わらず、車速 V が V_0 である場合の微分ゲイン g は、車速 V が V_1 、 V_2 である場合の微分ゲイン g よりも常に大きく、車速 V が V_1 である場合の微分ゲイン g は、車速 V が V_2 である場合の微分ゲイン g よりも常に大きい。

【0042】

微分ゲイン算出器22は、車速 V に応じていずれかの微分ゲイン曲線を選択し、当該微分ゲイン曲線と操舵トルク T とから微分ゲイン g を算出する。尚、微分ゲイン算出器22は、本発明における微分ゲイン算出手段の一実施形態を構成する。

30

【0043】

第1電流指令値算出器23（図2）は、操舵トルク T と車速 V とに基づいて、第1電流指令値 I_1 を算出して、乗算器32に出力する。詳しくは、第1電流指令値算出器23には、車速 V によって異なる3種類の第1電流指令値曲線（図4）が予め記憶されている。尚、第1電流指令値算出器23は、本発明における第1電流指令値算出手段の一実施形態を構成する。

【0044】

図4に示す第1電流指令値曲線において、車速 V が V_0 （例えば、 $V_0 = 0$ ：車両停止時）である場合（実線）の第1電流指令値 I_1 は、操舵トルク T が所定値 T_0 となるまで増大し、当該所定値 T_0 を超えると一定になる。以下同様に、車速 V が V_1 （例えば、 $V_1 = 10$ ：車両走行時）である場合（点線）の第1電流指令値 I_1 は、操舵トルク T が所定値 T_1 となるまで増大し、当該所定値 T_1 を超えると一定になる。車速 V が V_2 （例えば、 $V_2 = 20$ ：車両走行時）である場合（一点鎖線）の第1電流指令値 I_1 は、操舵トルク T が所定値 T_2 となるまで増大し、当該所定値 T_2 を超えると一定になる。尚、本実施例では、上述した各所定値 T_0 、 T_1 、 T_2 の関係は、 $T_0 < T_1 < T_2$ であり、また、 $T_0 > 0$ としている。

40

【0045】

また、操舵トルク T の値に関わらず、車速 V が V_0 である場合の第1電流指令値 I_1 は

50

、車速 V が V_1 、 V_2 である場合の第 1 電流指令値 I_1 よりも常に大きく、車速 V が V_1 である場合の第 1 電流指令値 I_1 は、車速 V が V_2 である場合の第 1 電流指令値 I_1 よりも常に大きくなるようにしている。

【0046】

第 1 電流指令値算出器 23 は、車速 V に応じていずれかの第 1 電流指令値曲線を選択し、当該第 1 電流指令値曲線と操舵トルク T とから第 1 電流指令値 I_1 を算出する。

【0047】

電流ゲイン算出器 24a (図 2) は、第 1 電流指令値 I_1 に対するゲインであるゲイン G_1 を算出 (決定) して、乗算器 32 に出力する。詳しくは、電流ゲイン算出器 24a には、操舵トルク T と角速度 AV とに基づいて、運転者が感じる操舵感覚を分類した分類マップ 71 (図 5 の (a)) と、当該分類マップ 71 での判定結果に係る識別子 (以下、「 ID 」と記載) とゲイン値 (ゲイン G_1) とが対応付けられている対応表 72 (図 5 の (b)) とが予め記憶されている。尚、対応表 73 (図 5 の (c)) は、本実施例と関係がないため、後述する他の実施例において詳述する。また、電流ゲイン算出器 24a は、本発明における電流ゲイン算出手段の一実施形態であり、分類マップ 71 は、本発明における第 1 判定手段の一実施形態であり、対応表 72 は、本発明における第 1 電流ゲイン決定手段の一実施形態であり、対応表 73 は、本発明における第 2 電流ゲイン決定手段の一実施形態である。更に、ゲイン G_1 は、本発明における第 1 電流ゲインに対応している。

【0048】

図 5 の (a) に示す分類マップ 71 には、例えば、操舵感覚 A (破線内の領域) と、操舵感覚 B (実線内の領域) と、操舵感覚 C (一点鎖線内の領域) と、操舵感覚 A ~ C のいずれにも属さない操舵感覚 D の異なる 4 種類の操舵感覚が分布している。

【0049】

また、各操舵感覚 (A ~ D) には、上述した ID が予め設定されており、例えば、判定結果が操舵感覚 A である場合の ID は、 $ID = 0$ である。以下同様に、判定結果が操舵感覚 B である場合の ID は、 $ID = 1$ であり、操舵感覚 C である場合の ID は、 $ID = 2$ であり、操舵感覚 D である場合の ID は、 $ID = 3$ である。

【0050】

このように、操舵トルク T と角速度 AV とに基づいて、運転者が感じる操舵感覚を判定し、当該判定結果に係る ID に基づいて、図 5 の (b) に示す対応表 72 を参照することで、ゲイン G_1 を算出 (決定) する。例えば、操舵トルク T が T_A であり、角速度 AV が AV_A である場合の判定結果は、操舵感覚 A であり、当該判定結果に係る ID は 0 であるため、対応表 72 により、当該 ID ($ID = 0$) に対応するゲイン G_1 ($G_1 = a$) が算出される。

【0051】

以下同様に、操舵トルク T が T_B であり、角速度 AV が AV_B である場合の判定結果は、操舵感覚 B であり、当該判定結果に係る ID は 1 であるため、対応表 72 により、当該 ID ($ID = 1$) に対応するゲイン G_1 ($G_1 = b$) が算出される。

【0052】

操舵トルク T が T_C であり、角速度 AV が AV_C である場合の判定結果は、操舵感覚 C であり、当該判定結果に係る ID は 2 であるため、対応表 72 により、当該 ID ($ID = 2$) に対応するゲイン G_1 ($G_1 = c$) が算出される。

【0053】

操舵トルク T が T_D であり、角速度 AV が AV_D である場合の判定結果は、操舵感覚 D であり、当該判定結果に係る ID は 3 であるため、対応表 72 により、当該 ID ($ID = 3$) に対応するゲイン G_1 ($G_1 = d$) が算出される。

【0054】

尚、上述した方法により操舵感覚が判定し辛い場合、つまり、分類マップ 71 において、操舵感覚 A と操舵感覚 B とが重なる部分 (斜線部)、または、操舵感覚 B と操舵感覚 C とが重なる部分 (灰色部) の操舵感覚を判定する場合、本実施形態においては、当該分類

10

20

30

40

50

マップ 7 1 の前面に出ている（隠れていない）方の操舵感覚を優先する。

【 0 0 5 5 】

詳しくは、操舵感覚 A と操舵感覚 B とが重なる部分（斜線部）の操舵感覚を判定する場合は、分類マップ 7 1 において、操舵感覚 A よりも前面に位置する操舵感覚 B を判定結果として優先的に適用し、当該 ID（ID = 1）に対応するゲイン G_1 （ $G_1 = b$ ）を算出する。同様に、操舵感覚 B と操舵感覚 C とが重なる部分（灰色部）の操舵感覚を判定する場合は、分類マップ 7 1 において、操舵感覚 C よりも前面に位置する操舵感覚 B を判定結果として優先的に適用し、当該 ID（ID = 1）に対応するゲイン G_1 （ $G_1 = b$ ）を算出する。

【 0 0 5 6 】

乗算器 3 1（図 2）は、微分指令値 T_1 と微分ゲイン g とを乗算することにより第 2 電流指令値 I_2 を算出して、加算器 3 4（図 2）に出力する。乗算器 3 2（図 2）は、第 1 電流指令値 I_1 とゲイン G_1 とを乗算することにより第 3 電流指令値 I_3 を算出して、加算器 3 4 に出力する。加算器 3 4 は、第 2 電流指令値 I_2 に第 3 電流指令値 I_3 を加算することにより駆動電流指令値 I_d を算出して、モータ駆動部 5 1 に出力する。尚、乗算器 3 1 は、本発明における第 2 電流指令値算出手段の一実施形態であり、乗算器 3 2 は、本発明における第 3 電流指令値算出手段の一実施形態であり、加算器 3 4 は、本発明における駆動電流指令値算出手段の一実施形態である。

【 0 0 5 7 】

図 6 は、モータ 1 5 を駆動するためのモータ駆動部 5 1 の詳細を示す図である。モータ駆動部 5 1 は、後述する FET（Field Effect Transistor）ゲート駆動回路 5 2 に入力される駆動電流指令値 I_d に基づいてモータ 1 5 を PWM（Pulse Width Modulation）制御で駆動する。

【 0 0 5 8 】

詳しくは、モータ駆動部 5 1 は、FETゲート駆動回路 5 2、昇圧電源 5 3、FET 6 1 ~ 6 4 で成る Hブリッジ回路等から構成されている。FETゲート駆動回路 5 2 は、駆動電流指令値 I_d に基づいて各 FET 6 1 ~ 6 4 のゲートを駆動する。

【 0 0 5 9 】

FET 6 1 または FET 6 2 は、モータ 1 5 を駆動する際に、駆動電流指令値 I_d に基づいて決定された所定のデューティ比の PWM 信号により ON / OFF が切り替えられる。FET 6 3 または FET 6 4 は、モータ 1 5 を駆動する際に ON される。PWM 信号の符号から判断されるモータ 1 5 の回転方向に応じて、駆動する FET 6 1 ~ 6 4 が切り替わる。

【 0 0 6 0 】

例えば、FET 6 4 が ON 状態にあるときに、FET 6 1 を ON / OFF 制御することで、駆動電流指令値 I_d に応じたレベルの電流が、電源 5 4 から FET 6 1、モータ 1 5、FET 6 4、および抵抗 6 6 を経て、グランド 5 5 に流れて、モータ 1 5 が正方向に回転駆動する。

【 0 0 6 1 】

また、FET 6 3 が ON 状態にあるときに、FET 6 2 を ON / OFF 制御することで、駆動電流指令値 I_d に応じたレベルの電流が、電源 5 4 から FET 6 2、モータ 1 5、FET 6 3、および抵抗 6 5 を経て、グランド 5 5 に流れて、モータ 1 5 が逆方向に回転駆動する。

【 0 0 6 2 】

このように、本実施形態の第 1 実施例において、ECU 1 0（図 2）は、ステアリング 1（図 1）の操舵トルク T に基づいて微分指令値 T_1 を算出し、操舵トルク T と車速 V に基づいて微分ゲイン g と第 1 電流指令値 I_1 とを算出し、操舵トルク T と角速度 AV に基づいてゲイン G_1 を算出している。

【 0 0 6 3 】

そして、微分指令値 T_1 と微分ゲイン g とに基づいて第 2 電流指令値 I_2 を算出し、第

10

20

30

40

50

1 電流指令値 I_1 とゲイン G_1 とに基づいて第 3 電流指令値 I_3 を算出し、第 2 電流指令値 I_2 と第 3 電流指令値 I_3 とに基づいて駆動電流指令値 I_d を算出している。

【0064】

このため、操舵トルク T と車速 V に応じて第 1 電流指令値 I_1 と微分指令値 T_1 のみを変化させる従来技術とは異なり、モータ 15 (図 1) を駆動するための駆動電流指令値 I_d をきめ細かく制御して、その調整精度を上げることが出来るため、モータ 15 の駆動力も従来技術に比べて微調整可能となる。これにより、運転者が感じている操舵感覚に応じた的確な補助力 (モータ 15 の駆動力) の供給が可能となるため、ステアリング 1 の操舵フィーリングを良好にすることが出来る。

【0065】

また、ステアリング 1 の操舵フィーリングを良好にするための手段として、モータ 15 の回転数をパラメータの 1 つとして利用する従来技術とは異なり、本実施形態においては、当該モータ 15 の回転数を用いないため、車両毎に異なるモータ 15 の回転数に応じて、電動式パワーステアリングシステム 100 のチューニングを行う必要がない。

【0066】

更に、操舵感覚の調整を行うための調整値入力部を設けた従来技術とは異なり、操舵感覚の調整を行うための調整値を運転者が入力する必要がないため、運転者の手間を軽減することが出来る。

【0067】

次に、図 7 に示す ECU 10 (第 2 実施例) について説明する。尚、本図中の微分指令値算出器 21、微分ゲイン算出器 22、第 1 電流指令値算出器 23、乗算器 31、乗算器 32、モータ駆動部 51 は、前述の ECU 10 (図 2, 第 1 実施例) におけるそれらと同一であり、同一の機能を有するため、以下において、これらに関する説明を省略する。

【0068】

図 7 中の電流ゲイン算出器 24b は、前述の第 1 実施例における電流ゲイン算出器 24a (図 2) と同様、第 1 電流指令値 I_1 に対するゲインであるゲイン G_1 を算出 (決定) して、乗算器 32 に出力する。ここで、第 1 電流指令値 I_1 は、前述した第 1 実施例と同様に、トルクセンサ 11 により検出された操舵トルク T と、車速センサ 13 により検出された車速 V とに基づいて、第 1 電流指令値算出器 23 で算出した値である。尚、電流ゲイン算出器 24b は、本発明における電流ゲイン算出手段の一実施形態である。

【0069】

また、これとは別に、電流ゲイン算出器 24b は、第 2 電流指令値 I_2 に対するゲインであるゲイン G_2 を算出 (決定) して、乗算器 33 に出力する。ここで、第 2 電流指令値 I_2 は、前述した第 1 実施例と同様に、操舵トルク T を時間に対して微分することにより微分指令値算出器 21 で算出した微分指令値 T_1 と、微分ゲイン算出器 22 で算出した微分ゲイン g とに基づいて、乗算器 31 で算出した値である。尚、乗算器 33 は、本発明における第 4 電流指令値算出手段の一実施形態である。また、ゲイン G_2 は、本発明における第 2 電流ゲインに対応している。

【0070】

詳しくは、電流ゲイン算出器 24b には、電流ゲイン算出器 24a (図 2) と同様、分類マップ 71 (図 5 の (a)) と対応表 72 (図 5 の (b)) とが予め記憶されている。また、これに加えて、分類マップ 71 での判定結果に係る ID とゲイン値 (ゲイン G_2) とが対応付けられている他の対応表 73 (図 5 の (c)) も記憶されている。

【0071】

ここで、電流ゲイン算出器 24b におけるゲイン G_1 の算出方法については、電流ゲイン算出器 24a (図 2) におけるゲイン G_1 の算出方法と同様であるため説明を省略し、電流ゲイン算出器 24b におけるゲイン G_2 の算出方法についてのみ説明する。

【0072】

電流ゲイン算出器 24b では、操舵トルク T と角速度 AV とに基づいて、分類マップ 71 (図 5 の (a)) により操舵感覚を判定し、当該判定結果に係る ID に基づいて対応表

10

20

30

40

50

73 (図5の(c))を参照することで、ゲイン G_2 を算出する。

【0073】

例えば、分類マップ71 (図5の(a))において、操舵トルク T が T_A であり、角速度 AV が AV_A である場合の判定結果は、操舵感覚Aであり、当該判定結果に係るIDは0であるため、対応表73 (図5の(c))により、当該ID ($ID = 0$)に対応するゲイン G_2 ($G_2 = p$)が算出される。

【0074】

以下同様に、操舵トルク T が T_B であり、角速度 AV が AV_B である場合の判定結果は、操舵感覚Bであり、当該判定結果に係るIDは1であるため、対応表73により、当該ID ($ID = 1$)に対応するゲイン G_2 ($G_2 = q$)が算出される。

10

【0075】

操舵トルク T が T_C であり、角速度 AV が AV_C である場合の判定結果は、操舵感覚Cであり、当該判定結果に係るIDは2であるため、対応表73により、当該ID ($ID = 2$)に対応するゲイン G_2 ($G_2 = r$)が算出される。

【0076】

操舵トルク T が T_D であり、角速度 AV が AV_D である場合の判定結果は、操舵感覚Dであり、当該判定結果に係るIDは3であるため、対応表73により、当該ID ($ID = 3$)に対応するゲイン G_2 ($G_2 = s$)が算出される。

【0077】

尚、上述した方法により操舵感覚が判定し辛い場合、つまり、分類マップ71において、操舵感覚Aと操舵感覚Bとが重なる部分(斜線部)、または、操舵感覚Bと操舵感覚Cとが重なる部分(灰色部)の操舵感覚を判定する場合は、当該分類マップ71の前面に出ている(隠れていない)方の操舵感覚を優先する。

20

【0078】

詳しくは、操舵感覚Aと操舵感覚Bとが重なる部分(斜線部)の操舵感覚を判定する場合は、分類マップ71において、操舵感覚Aよりも前面に位置する操舵感覚Bを判定結果として優先的に適用し、当該ID ($ID = 1$)に対応するゲイン G_2 ($G_2 = q$)を算出する。同様に、操舵感覚Bと操舵感覚Cとが重なる部分(灰色部)の操舵感覚を判定する場合は、分類マップ71において、操舵感覚Cよりも前面に位置する操舵感覚Bを判定結果として優先的に適用し、当該ID ($ID = 1$)に対応するゲイン G_2 ($G_2 = q$)を算出する。

30

【0079】

乗算器33 (図7)は、第2電流指令値 I_2 とゲイン G_2 とを乗算することにより第4電流指令値 I_4 を算出して、加算器35に出力する。加算器35は、第3電流指令値 I_3 に第4電流指令値 I_4 を加算することにより駆動電流指令値 I_d を算出して、モータ駆動部51に出力する。ここで、第3電流指令値 I_3 は、前述した第1実施例と同様に、第1電流指令値 I_1 と、電流ゲイン算出器24bで算出したゲイン G_1 とに基づいて、乗算器32で算出した値である。尚、駆動電流指令値 I_d に基づくモータ駆動部51 (図6)の駆動方法については、前述の第1実施例と同様であるため、説明を省略する。また、加算器35は、本発明における駆動電流指令値算出手段の一実施形態である。

40

【0080】

このように、本実施形態の第2実施例において、ECU10 (図7)は、ステアリング1 (図1)の操舵トルク T に基づいて微分指令値 T_1 を算出し、操舵トルク T と車速 V に基づいて微分ゲイン g と第1電流指令値 I_1 とを算出し、操舵トルク T と角速度 AV に基づいてゲイン G_1 とゲイン G_2 を算出している。

【0081】

そして、微分指令値 T_1 と微分ゲイン g とに基づいて第2電流指令値 I_2 を算出し、第1電流指令値 I_1 とゲイン G_1 とに基づいて第3電流指令値 I_3 を算出し、第2電流指令値 I_2 とゲイン G_2 とに基づいて第4電流指令値 I_4 を算出し、第3電流指令値 I_3 と第4電流指令値 I_4 とに基づいて駆動電流指令値 I_d を算出している。

50

【 0 0 8 2 】

このため、操舵トルク T と車速 V に応じて第1電流指令値 I_1 と微分指令値 T_1 のみを変化させる従来技術とは異なり、モータ15(図1)を駆動するための駆動電流指令値 I_d をきめ細かく制御して、その調整精度を上げることが出来るため、モータ15の駆動力も従来技術に比べて微調整可能となる。

【 0 0 8 3 】

また、本実施例においては、第1電流指令値 I_1 とゲイン G_1 とに基づいて第3電流指令値 I_3 を算出するだけでなく、第2電流指令値 I_2 とゲイン G_2 とに基づいて第4電流指令値 I_4 を算出し、第3電流指令値 I_3 と第4電流指令値 I_4 とに基づいて駆動電流指令値 I_d を算出しているため、前述の第1実施例よりも更に、モータ15の駆動力の微調整が可能となる。

10

【 0 0 8 4 】

これにより、運転者が感じている操舵感覚に応じた的確な補助力(モータ15の駆動力)の供給が可能となるため、ステアリング1の操舵フィーリングを良好にすることが出来る。尚、その他の効果については、第1実施例と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 8 5 】

次に、図8に示すECU10(第3実施例)について説明する。尚、本図中の微分指令値算出器21、微分ゲイン算出器22、第1電流指令値算出器23、乗算器31、乗算器32、加算器34、モータ駆動部51は、前述のECU10(図2,第1実施例)におけるそれらと同一であり、同一の機能を有するため、以下において、これらに関する説明を省略する。

20

【 0 0 8 6 】

図8中の電流ゲイン算出器24cには、前述の第1実施例における電流ゲイン算出器24a(図2)と同様、トルクセンサ11により検出されたステアリング1(図1)の操舵トルク T と、角速度センサ12により検出されたステアリング1の角速度(回転操作速度) AV が入力される。尚、電流ゲイン算出器24cは、本発明における電流ゲイン算出手段の一実施形態である。

【 0 0 8 7 】

また、これに加えて、車速センサ13により検出された車両の車速 V と、微分指令値 T_1 も入力される。ここで、微分指令値 T_1 は、前述した第1実施例と同様に、操舵トルク T を時間に対して微分することにより微分指令値算出器21で算出した値である。

30

【 0 0 8 8 】

電流ゲイン算出器24cは、電流ゲイン算出器24a(図2)と同様、第1電流指令値 I_1 に対するゲインであるゲイン G_1 を算出(決定)して、乗算器32に出力する。ここで、第1電流指令値 I_1 は、前述した第1実施例と同様に、操舵トルク T と、車速 V とに基づいて、第1電流指令値算出器23で算出した値である。

【 0 0 8 9 】

詳しくは、電流ゲイン算出器24cには、電流ゲイン算出器24a(図2)と同様、分類マップ71(図5の(a))と、対応表72(図5の(b))とが予め記憶されており、また、これに加えて、操舵トルク T と微分指令値 T_1 と車速 V とに基づいて、或る特定の操舵感覚に該当するか否かを判別(判定)する特定感覚判別グラフ(以下、単に「判別グラフ」と記載)74(図10)が予め記憶されている。尚、判別グラフ74は、本発明における第2判定手段の一実施形態である。

40

【 0 0 9 0 】

ここで、電流ゲイン算出器24cにおけるゲイン G_1 の算出方法は、電流ゲイン算出器24a(図2)におけるゲイン G_1 の算出方法と異なるため、以下において説明する。

【 0 0 9 1 】

電流ゲイン算出器24cでは、操舵トルク T と角速度 AV とに基づいて、分類マップ71(図5の(a))により操舵感覚を判定する。尚、分類マップ71(図5の(a))による操舵感覚の判定方法については、電流ゲイン算出器24a(図2)における判定方法

50

と同様であるため、説明を省略する。

【0092】

これとは別に、電流ゲイン算出器24cでは、操舵トルク T と微分指令値 T_1 と車速 V とに基づいて、或る特定の操舵感覚に該当するか否かを、判別グラフ74(図10)により判別する。

【0093】

詳しくは、判別グラフ74は、各時点における操舵感覚が、予め設定された特定の(重要な)操舵感覚に該当するか否かを判別するためのグラフであり、当該判別グラフ74には、特定の操舵感覚に該当するか否かを判別するための閾値が予め設定されている。尚、上述の特定の操舵感覚は、操舵感覚A~D(図5の(a))のいずれでもよいが、本実施例においては、特定の操舵感覚を操舵感覚Aとし、以下においては、これに従って説明を行う。

10

【0094】

判別グラフ74には、例えば、操舵トルク T の閾値 T_{th1} (一点鎖線部)と、微分指令値 T_1 の閾値 T_{th2} (点線部)が設定されている。尚、これらの閾値 T_{th1} ~ T_{th2} は、車速 V に基づいて逐次変更される。

【0095】

ここで、判別グラフ74に対して、破線で示される操舵トルク T と、実線で示される微分指令値 T_1 とが入力された場合、本実施例においては、例えば、操舵トルク T が、閾値 T_{th1} と閾値 T_{th2} の間の値であり、且つ、微分指令値 T_1 が、閾値 T_{th2} と閾値 T_{th3} の間の値である場合、つまり、操舵トルク T と微分指令値 T_1 が共に、図中の斜線部内の値である場合に、その時点における操舵感覚は操舵感覚Aであると判別する。

20

【0096】

以上のように、分類マップ71(図5の(a))と判別グラフ74(図10)により、操舵感覚がそれぞれ得られた場合、電流ゲイン算出器24c(図8)では、例えば、図11に示す表75に従って、運転者が感じる操舵感覚の最終判定を行う。尚、最終判定結果(操舵感覚)は、それぞれ図11中の斜線部で示される部分である。

【0097】

詳しくは、(1)のように、分類マップ71による判定結果が操舵感覚Aであり、判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aである場合、最終的に判定される操舵感覚は、操舵感覚Aとなる。判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aでない場合、最終的に判定される操舵感覚は、分類マップ71が優先されて、操舵感覚Aとなる。

30

【0098】

(2)のように、分類マップ71による判定結果が、操舵感覚Aと操舵感覚Bとが重なる場合(図5の(a)の斜線部)に優先される操舵感覚Bであり、判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aである場合、最終的に判定される操舵感覚は、操舵感覚Aとなる。このときは、分類マップ71の操舵感覚の重なり部分に操舵感覚Aが含まれており、判別グラフ74による判別結果も操舵感覚Aであることから(操舵感覚の一致)、判別グラフ74による判別結果が優先される。判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aでない場合、最終的に判定される操舵感覚は、操舵感覚Bとなる。

40

【0099】

(3)のように、分類マップ71による判定結果が、操舵感覚Aと操舵感覚Bとが重ならない場合の操舵感覚Bであり、判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aである場合、最終的に判定される操舵感覚は、分類マップ71による判定結果が優先されて操舵感覚Bとなる。このときは、分類マップ71から得られる操舵感覚に、操舵感覚Aが含まれていないので、判別グラフ74による判別結果(操舵感覚A)は優先されない。判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aでない場合、最終的に判定される操舵感覚は、操舵感覚Bとなる。

【0100】

(4)のように、分類マップ71による判定結果が、操舵感覚Bと操舵感覚Cとが重な

50

る場合（図5の（a）の灰色部）に優先される操舵感覚Bであり、判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aである場合、最終的に判定される操舵感覚は、分類マップ71による判定結果が優先されて操舵感覚Bとなる。このときは、分類マップ71の操舵感覚の重なり部分に操舵感覚Aは含まれないため、判別グラフ74による判別結果（操舵感覚A）は優先されない。判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aでない場合、最終的に判定される操舵感覚は、操舵感覚Bとなる。

【0101】

（5）のように、分類マップ71による判定結果が、操舵感覚Bと操舵感覚Cとが重ならない場合の操舵感覚Cであり、判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aである場合、最終的に判定される操舵感覚は、分類マップ71による判定結果が優先されて操舵感覚Cとなる。このときは、（3）と同様の理由により、判別グラフ74による判別結果は優先されない。判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aでない場合、最終的に判定される操舵感覚は、操舵感覚Cとなる。

10

【0102】

（6）のように、分類マップ71による判定結果が操舵感覚Dであり、判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aである場合、最終的に判定される操舵感覚は、分類マップ71による判定結果が優先されて操舵感覚Dとなる。このときも、（3）と同様の理由により、判別グラフ74による判別結果は優先されない。判別グラフ74による判別結果が操舵感覚Aでない場合、最終的に判定される操舵感覚は、操舵感覚Dとなる。

20

【0103】

上記判定方法により、運転者が感じる操舵感覚を最終判定し、当該最終判定結果に係るIDに基づいて対応表72（図5の（b））を参照することで、ゲイン G_1 を算出する。

【0104】

電流ゲイン算出器24c（図8）で算出されたゲイン G_1 は、乗算器32において第1電流指令値 I_1 と乗算され、当該乗算により算出された第3電流指令値 I_3 は、加算器34において、第2電流指令値 I_2 に加算される。ここで、第2電流指令値 I_2 は、前述した第1実施例と同様に、微分指令値 T_1 と、微分ゲイン算出器22で算出した微分ゲイン g とに基づいて、乗算器31で算出した値である。

【0105】

そして、加算器34は、第2電流指令値 I_2 と第3電流指令値 I_3 とを加算して算出した駆動電流指令値 I_d を、モータ駆動部51に出力する。尚、駆動電流指令値 I_d に基づくモータ駆動部51の駆動方法については、前述の第1実施例と同様であるため、説明を省略する。

30

【0106】

このように、本実施形態の第3実施例において、ECU10（図7）は、前述した操舵感覚の判定方法（第1実施例）に加えて、各時点における操舵感覚が、予め設定された特定の（重要な）操舵感覚に該当するか否かを判別グラフ74（図10）により判別し、分類マップ71（図5の（a））による判定結果と判別グラフ74による判定結果に基づいて、操舵感覚を最終的に判定する。このため、分類マップ71において操舵感覚が重なる部分に該当する場合に、最適の操舵感覚を選択することが出来る。例えば、図11の（2）の場合は、分類マップ71に従えば、本来の操舵感覚はBであるが、判別グラフ74により操舵感覚がAと判別された場合は、BからAに補正されるため、操舵感覚が特定の操舵感覚Aと合致し、より最適なものとなる。こうして、分類マップ71と判別グラフ74とを用いることにより、運転者が感じている操舵感覚をよりの確に特定することが出来る。

40

【0107】

よって、運転者が感じる操舵フィーリングの違和感を更に低減することができ、以って、ステアリング1（図1）の操舵フィーリングをより良好にすることが出来る。尚、その他の効果については、第1実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0108】

50

次に、図9に示すECU10（第4実施例）について説明する。尚、本図中の微分指令値算出器21、微分ゲイン算出器22、第1電流指令値算出器23、乗算器31、乗算器32、乗算器33、加算器35、モータ駆動部51は、前述のECU10（図7，第2実施例）におけるそれらと同一であり、同一の処理機能を有するため、これらに関する説明は、以下において省略する。

【0109】

図9中の電流ゲイン算出器24dには、前述の第2実施例における電流ゲイン算出器24b（図7）と同様、トルクセンサ11により検出されたステアリング1（図1）の操舵トルクT、角速度センサ12により検出されたステアリング1の角速度（回転操作速度）AVが入力される。尚、電流ゲイン算出器24dは、本発明における電流ゲイン算出手段の一実施形態である。

10

【0110】

また、これに加えて、車速センサ13により検出された車両の車速Vと、微分指令値 T_1 も入力される。ここで、微分指令値 T_1 は、前述した第1実施例と同様に、操舵トルクTを時間に対して微分することにより微分指令値算出器21で算出した値である。

【0111】

電流ゲイン算出器24dは、電流ゲイン算出器24b（図7）と同様、第1電流指令値 I_1 に対するゲインであるゲイン G_1 を算出（決定）して、乗算器32に出力するとともに、第2電流指令値 I_2 に対するゲインであるゲイン G_2 を算出（決定）して、乗算器33に出力する。ここで、第1電流指令値 I_1 は、前述した第1実施例と同様に、操舵トルクTと、車速Vとに基づいて、第1電流指令値算出器23で算出した値である。また、第2電流指令値 I_2 は、前述した第1実施例と同様に、微分指令値 T_1 と、微分ゲイン算出器22で算出した微分ゲインgとに基づいて、乗算器31で算出した値である。

20

【0112】

詳しくは、電流ゲイン算出器24dには、電流ゲイン算出器24b（図7）と同様、分類マップ71（図5の（a））と、対応表72（図5の（b））と、対応表73（図5の（c））とが予め記憶されており、また、これに加えて、電流ゲイン算出器24c（図8，第3実施例）と同様、操舵トルクTと微分指令値 T_1 と車速Vとに基づいて、或る特定の操舵感覚に該当するか否かを判別する判別グラフ74（図10）が予め記憶されている。

30

【0113】

ここで、電流ゲイン算出器24dにおけるゲイン G_1 、 G_2 の算出方法は、電流ゲイン算出器24b（図7）におけるゲイン G_1 、 G_2 の算出方法と異なるため、以下において説明する。

【0114】

電流ゲイン算出器24dでは、操舵トルクTと角速度AVとに基づいて、分類マップ71（図5の（a））により操舵感覚を判定する。尚、分類マップ71（図5の（a））による操舵感覚の判定方法については、電流ゲイン算出器24b（図7）における判定方法と同様であるため、説明を省略する。

【0115】

これとは別に、電流ゲイン算出器24dでは、操舵トルクTと微分指令値 T_1 と車速Vとに基づいて、或る特定の操舵感覚に該当するか否かを、判別グラフ74（図10）により判別する。尚、判別グラフ74による操舵感覚の判別方法については、電流ゲイン算出器24c（図8）における判別方法と同様であるため、説明を省略する。

40

【0116】

上記構成の電流ゲイン算出器24dにおいて、分類マップ71（図5の（a））と判別グラフ74（図10）により、操舵感覚がそれぞれ得られた場合、例えば、図11に示す表75に従って、運転者が感じる操舵感覚の最終判定を行う。尚、操舵感覚の最終判定方法については、電流ゲイン算出器24c（図8）における最終判定方法と同様であるため、説明を省略する。

50

【0117】

そして、上記判定方法により、運転者が感じる操舵感覚を最終判定し、当該最終判定結果に係るIDに基づいて対応表72(図5の(b))を参照することで、ゲイン G_1 を算出するとともに、当該最終判定結果に係るIDに基づいて対応表73(図5の(c))を参照することで、ゲイン G_2 を算出する。

【0118】

電流ゲイン算出器24d(図9)で算出されたゲイン G_1 は、乗算器32において第1電流指令値 I_1 と乗算され、当該乗算により第3電流指令値 I_3 が算出される。また、電流ゲイン算出器24dで算出されたゲイン G_2 は、乗算器33において第2電流指令値 I_2 と乗算され、当該乗算により第4電流指令値 I_4 が算出される。

10

【0119】

乗算器32で算出された第3電流指令値 I_3 と乗算器33で算出された第4電流指令値 I_4 は、加算器35にそれぞれ出力され、加算器35は、第3電流指令値 I_3 と第4電流指令値 I_4 とを加算して、駆動電流指令値 I_d を算出し、当該駆動電流指令値 I_d をモータ駆動部51に出力する。尚、駆動電流指令値 I_d に基づくモータ駆動部51の駆動方法については、前述の第1実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0120】

このように、本実施形態の第4実施例において、ECU10(図9)は、前述した操舵感覚の判定方法(第2実施例)に加えて、各時点における操舵感覚が、予め設定された特定の(重要な)操舵感覚に該当するか否かを判別グラフ74(図10)により判別し、分類マップ71(図5の(a))による判定結果と判別グラフ74(図10)による判別結果に基づいて、操舵感覚を最終的に判定するため、第3実施例と同様に、運転者が感じている操舵感覚をよりの確に特定することが出来る。

20

【0121】

これにより、運転者が感じる操舵フィーリングの違和感を更に低減することができ、よって、ステアリング1(図1)の操舵フィーリングをより良好にすることが出来る。

【0122】

また、本実施例においては、第1電流指令値 I_1 とゲイン G_1 とに基づいて第3電流指令値 I_3 を算出するだけでなく、第2電流指令値 I_2 とゲイン G_2 とに基づいて第4電流指令値 I_4 を算出し、第3電流指令値 I_3 と第4電流指令値 I_4 とに基づいて駆動電流指令値 I_d を算出しているため、前述の第1実施例よりも更に、モータ15の駆動力の微調整が可能となる。

30

【0123】

これにより、運転者が感じている操舵感覚に応じた的確な補助力(モータ15の駆動力)の供給が可能となるため、ステアリング1の操舵フィーリングを良好にすることが出来る。尚、その他の効果については、第1実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0124】

次に、第5実施例~第8実施例について説明する。

尚、後述する第5実施例は、図2に示すECU10(第1実施例)の変形例であり、以下同様に、第6実施例は、図7に示すECU10(第2実施例)の変形例、第7実施例は、図8に示すECU10(第3実施例)の変形例、第8実施例は、図9に示すECU10(第4実施例)の変形例である。

40

【0125】

また、第1実施例と第5実施例、第2実施例と第6実施例、第3実施例と第7実施例、第4実施例と第8実施例、の各々においてECU10の機能ブロックに関する変更がないため、第5~第8実施例に係るECU10の機能ブロックについては、それぞれ、図2、図7~図9を流用する。

【0126】

第5実施例においては、第1実施例と同様に、電流ゲイン算出器24a(図2)にて、分類マップ71(図5の(a))による操舵感覚の判定を行う。

50

【 0 1 2 7 】

しかしながら、本実施例においては、当該判定結果に変化が生じた場合、つまり、前回の判定結果と今回の判定結果が異なる場合は、前回の判定結果を優先し、今回の判定結果は適用しない。尚、前回の判定結果は、本発明における第 1 判定結果の一例であり、今回の判定結果は、本発明における第 2 判定結果の一例である。

【 0 1 2 8 】

そして、今回の判定結果と同様の判定結果が、今回以降、連続して所定回数得られた場合にのみ、所定回数得られた判定結果を適用して、操舵感覚の変更を行い、連続して所定回数得られない場合は、操舵感覚の変更を行わない。

【 0 1 2 9 】

詳しくは、分類マップ 7 1 (図 5 の (a)) に基づく判定結果が、前回は操舵感覚 A であり、今回は操舵感覚 B である場合、前回の判定結果である操舵感覚 A を優先し、今回の判定結果である操舵感覚 B は適用しない。

【 0 1 3 0 】

そして、当該操舵感覚 B が、今回以降、連続して所定回数 (例えば、10 回) 得られた場合は、判定結果を操舵感覚 A から操舵感覚 B に変更し、連続して所定回数 (例えば、10 回) 得られない場合は、判定結果を操舵感覚 A のままとする。

【 0 1 3 1 】

ここで、上述の今回の判定結果と同様の判定結果が、今回以降、連続して所定回数 (例えば、10 回) 得られない場合の一例としては、まず、操舵感覚 A と判定され、次に、操舵感覚 B と判定され、これ以降、所定回数未満 (例えば、8 回) 操舵感覚 B と判定された後、操舵感覚 A または操舵感覚 C と判定される場合や、まず、操舵感覚 A が判定され、次に、操舵感覚 B、操舵感覚 C の順に判定された後、操舵感覚 A、B、C の順に繰り返し判定が行われる場合等がある。

【 0 1 3 2 】

以上のような判定方法は、第 6 実施例において、電流ゲイン算出器 2 4 b (図 7) でも行われ、以下同様に、第 7 実施例において、電流ゲイン算出器 2 4 c (図 8) でも行われ、第 8 実施例において、電流ゲイン算出器 2 4 d (図 9) でも行われるため、各電流ゲイン算出器 (2 4 b ~ 2 4 d) における説明を省略する。

【 0 1 3 3 】

このように、本実施形態の第 5 ~ 第 8 実施例において、各 ECU 10 は、前述したそれぞれの操舵感覚の判定方法 (第 1 ~ 第 4 実施例) に加えて、同一の判定結果 (操舵感覚) が、連続して所定回数得られたか否かを逐次検証し、検証の結果、連続して所定回数得られた判定結果である場合は、当該判定結果を適用して操舵感覚を変更し、連続して所定回数得られていない判定結果である場合は、当該判定結果を不適用とし、操舵感覚を変更しない。このため、判定結果が頻繁に変わる場合においても、当該判定結果に基づいて操舵感覚が頻繁に変更されることを抑制することが出来る。

【 0 1 3 4 】

これにより、運転者が感じる操舵フィーリングの違和感を更に低減することができ、以って、ステアリング 1 (図 1) の操舵フィーリングをより良好にすることが出来る。尚、その他の効果については、第 1 実施例 ~ 第 4 実施例と同様であるため、説明を省略する。

【 0 1 3 5 】

次に、図 1 2 に示す第 9 実施例、図 1 3 に示す第 10 実施例、図 1 4 に示す第 11 実施例、図 1 5 に示す第 12 実施例について説明する。

【 0 1 3 6 】

図 1 2 に示す ECU 10 (第 9 実施例) は、図 2 に示す ECU 10 (第 1 実施例) の他の変形例であり、電流ゲイン算出器 2 4 a と乗算器 3 2 との間に、更に、フィルタ 7 1 を設けている。

【 0 1 3 7 】

以下同様に、図 1 3 に示す ECU 10 (第 10 実施例) は、図 7 に示す ECU 10 (第

10

20

30

40

50

2実施例)の他の変形例であり、電流ゲイン算出器24bと乗算器32との間に、更に、フィルタ71を設けている。

【0138】

図14に示すECU10(第11実施例)は、図8に示すECU10(第3実施例)の他の変形例であり、電流ゲイン算出器24cと乗算器32との間に、更に、フィルタ71を設けている。

【0139】

図15に示すECU10(第12実施例)は、図9に示すECU10(第4実施例)の他の変形例であり、電流ゲイン算出器24dと乗算器32との間に、更に、フィルタ71を設けている。

10

【0140】

ここで、上述したフィルタ71は、例えば、LPF(Low Pass Filter)から構成されている。そして、各実施例(第9~第12実施例)において、電流ゲイン算出器(24a~24d)から出力されたゲイン G_1 は、フィルタ71を介して、乗算器32に入力される。尚、フィルタ71は、本発明における第1フィルタ手段の一実施形態である。

【0141】

このように、本実施形態の第9~第12実施例において、各ECU10は、前述したそれぞれの操舵感覚の判定方法(第1~第4実施例)に加えて、或る操舵感覚(例えば、操舵感覚A)から他の操舵感覚(例えば、操舵感覚B)に変更された場合に、当該変更に対応して各電流ゲイン算出器24a~24dから出力されたゲイン G_1 を、フィルタ71を介して、乗算器32に入力している。このため、ゲインの変化を滑らかにするフィルタ71の作用により、操舵感覚の変更に基づくゲイン G_1 の急激な変化を抑制することが出来る。

20

【0142】

これにより、モータ駆動部51(図6)に出力される駆動電流指令値 I_d の急激な変化を抑制することが出来るため、操舵感覚の切り替えの際に、操舵手が操舵フィーリングの違和感を感じないようにすることが出来る。尚、その他の効果については、第1実施例~第4実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0143】

次に、図16に示す第13実施例、図17に示す第14実施例について説明する。

30

【0144】

図16に示すECU10(第13実施例)は、図7に示すECU10(第2実施例)の他の変形例であり、電流ゲイン算出器24bと乗算器33との間に、更に、フィルタ72を設けている。

【0145】

図17に示すECU10(第14実施例)は、図9に示すECU10(第4実施例)の他の変形例であり、電流ゲイン算出器24dと乗算器33との間に、更に、フィルタ72を設けている。

【0146】

ここで、上述したフィルタ72は、例えば、前述のフィルタ71と同様、LPFから構成されている。そして、各実施例(第13,第14実施例)において、電流ゲイン算出器24b,24dから出力されたゲイン G_2 は、フィルタ72を介して、乗算器33に入力される。尚、フィルタ72は、本発明における第2フィルタ手段の一実施形態である。

40

【0147】

このように、本実施形態の第13,第14実施例において、各ECU10は、前述したそれぞれの操舵感覚の判定方法(第2,第4実施例)に加えて、或る操舵感覚(例えば、操舵感覚A)から他の操舵感覚(例えば、操舵感覚B)に変更された場合に、当該変更に対応して各電流ゲイン算出器24b,24dから出力されたゲイン G_2 を、フィルタ72を介して、乗算器33に入力している。このため、ゲインの変化を滑らかにするフィルタ72の作用により、操舵感覚の変更に基づくゲイン G_2 の急激な変化を抑制することが出

50

来る。

【0148】

これにより、モータ駆動部51(図6)に出力される駆動電流指令値 I_d の急激な変化を抑制することが出来るため、操舵感覚の切り替えの際に、操舵手が操舵フィーリングの違和感を感じないようにすることが出来る。尚、その他の効果については、第2,第4実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0149】

最後に、図18に示す第15実施例、図19に示す第16実施例について説明する。

【0150】

図18に示すECU10(第15実施例)は、図7に示すECU10(第2実施例)の他の変形例であり、図13に示すECU10(第10実施例)と、図16に示すECU10(第13実施例)とを組み合わせた実施例である。

10

【0151】

このため、電流ゲイン算出器24bと乗算器32との間には、フィルタ71が設けられており、また、電流ゲイン算出器24bと乗算器33との間には、フィルタ72が設けられている。

【0152】

図19に示すECU10(第16実施例)は、図9に示すECU10(第4実施例)の他の変形例であり、図15に示すECU10(第12実施例)と、図17に示すECU10(第14実施例)とを組み合わせた実施例である。

20

【0153】

このため、電流ゲイン算出器24dと乗算器32との間には、フィルタ71が設けられており、また、電流ゲイン算出器24dと乗算器33との間には、フィルタ72が設けられている。

【0154】

このように、本実施形態の第18,第19実施例において、各ECU10は、前述したそれぞれの操舵感覚の判定方法(第2,第4実施例)に加えて、或る操舵感覚(例えば、操舵感覚A)から他の操舵感覚(例えば、操舵感覚B)に変更された場合に、各電流ゲイン算出器24b,24dから出力されたゲイン G_1 , G_2 を、それぞれフィルタ71,72を介して、乗算器32,33に入力している。このため、操舵感覚の変更に基づくゲイン G_1 の急激な変化をフィルタ71により抑制することが出来るとともに、操舵感覚の変更に基づくゲイン G_2 の急激な変化をフィルタ72により抑制することが出来る。

30

【0155】

これにより、モータ駆動部51(図6)に出力される駆動電流指令値 I_d の急激な変化を抑制することが出来るため、操舵感覚の切り替えの際に、操舵手が操舵フィーリングの違和感を感じないようにすることが出来る。尚、その他の効果については、第2,第4実施例と同様であるため、説明を省略する。

【0156】

本発明では、以上述べた以外にも種々の実施形態を採用することができる。例えば、上記実施形態の全実施例(第1~第16実施例)では、微分ゲイン算出器22(例えば、図2)に、車速Vによって異なる3種類の微分ゲイン曲線(図3)を予め記憶したが、これに限られず、車速Vを更に細かく設定して、車速V毎の微分ゲイン曲線を更に多種類記憶してもよい。

40

【0157】

また、上記実施形態の全実施例では、微分ゲイン曲線(図3)において、車速Vが V_0 である場合の微分ゲインgを、操舵トルクTの値に関わらず一定の値とし、車速Vが V_1 である場合の微分ゲインgを、操舵トルクTの値が大きくなるにつれて小さくなる値とし、同様に、車速Vが V_2 である場合の微分ゲインgを、操舵トルクTの値が大きくなるにつれて小さくなる値としたが、これに限られず、全車速V(V_0 , V_1 , V_2)において、操舵トルクTの値に関わらず一定で、それぞれ値の異なる微分ゲインgとしてもよい。

50

また、車速 V が V_0 である場合の微分ゲイン g を、操舵トルク T の値が大きくなるにつれて小さくなる値としてもよい。さらに、車速 V が V_0 の場合の微分ゲイン g よりも、車速 V が V_1 もしくは V_2 の場合の微分ゲイン g のほうが大きくなるような操舵トルク T の値（領域）があってもよい。

【0158】

また、上記実施形態の全実施例では、第1電流指令値算出器23（例えば、図2）に、車速 V によって異なる3種類の第1電流指令値曲線（図4）を予め記憶したが、これに限られず、車速 V を更に細かく設定して、車速 V 毎の第1電流指令値曲線を更に多種類記憶してもよい。

【0159】

また、上記実施形態の全実施例では、ステアリング1の回転方向に関係なく操舵トルク T を正の値として、当該操舵トルク T の値と車速 V 毎の第1電流指令値曲線とから第1電流指令値 I_1 を算出したが（図4）、これに限られず、ステアリング1の回転方向が右方向である場合の操舵トルク T を正の値とし、左方向である場合の操舵トルク T を負の値として、当該操舵トルク T の値と車速 V 毎の第1電流指令値曲線とから第1電流指令値 I_1 を算出してもよい。

【0160】

尚、この場合、ステアリング1の回転方向が左方向である場合の各所定値 T_0 、 T_1 、 T_2 の大小関係は、 $T_0 > T_1 > T_2$ となり、 $T_0 < 0$ となる。また、第1電流指令値曲線は、図4に示す曲線と当該曲線を原点（ $T = 0$ 、 $I_1 = 0$ である点）中心に 180° 回転させた曲線（図示省略）とが連続する曲線（図示省略）となるため、操舵トルク T が負の値である場合、第1電流指令値 I_1 は、負の値となる。

【0161】

また、上記実施形態の全実施例では、車速 V 毎の第1電流指令値曲線（図4）において、第1電流指令値 I_1 が飽和状態となる操舵トルク T をそれぞれ所定値 T_0 、 T_1 、 T_2 とし、これら所定値 T_0 、 T_1 、 T_2 の関係を、 $T_0 > T_1 > T_2$ としたが、これに限られず、 $T_2 > T_0 > T_1$ としてもよい。つまり、所定値 T_0 、 T_1 、 T_2 の大小関係について、特に制約を設けなくてもよい。

【0162】

また、上記実施形態の全実施例では、車速 V 毎の第1電流指令値曲線（図4）において、第1電流指令値 I_1 の飽和値が、車速 V 毎に異なったが、これに限られず、車速毎に異なる値としてもよい。つまり、所定値 T_0 、 T_1 における第1電流指令値 I_1 が同一となるようにしてもよいし、所定値 T_0 、 T_2 における第1電流指令値 I_1 が同一となるようにしてもよい。同様に、所定値 T_1 、 T_2 における第1電流指令値 I_1 が同一となるようにしてもよいし、所定値 T_0 、 T_1 、 T_2 における第1電流指令値 I_1 が同一となるようにしてもよい。

【0163】

また、上記実施形態の全実施例では、分類マップ71（図5の（a））を、操舵感覚 A ~ D の4種類の操舵感覚が分布している分類マップとしたが、これに限られず、更に多種類の操舵感覚が分布している分類マップとしてもよい。

【0164】

尚、この場合、各電流ゲイン算出器24a ~ 24d には、分類マップ71での判定結果に係る ID とゲイン値（ゲイン G_1 ）とが対応付けられている対応表72（図5の（b））も予め記憶されているため、分類マップ71における操舵感覚の種類増加に伴って、当該分類マップ71での判定結果（操舵感覚）に係る ID も増加する必要があり、また、当該 ID に対応するゲイン値（ゲイン G_1 ）も設定する必要がある。

【0165】

また、各電流ゲイン算出器24a ~ 24d の内、電流ゲイン算出器24b、24d には、分類マップ71での判定結果に係る ID とゲイン値（ゲイン G_2 ）とが対応付けられている対応表73（図5の（c））も予め記憶されているため、分類マップ71における操

10

20

30

40

50

舵感覚の種類増加に伴って、当該分類マップ 7 1 での判定結果（操舵感覚）に係る ID も増加する必要があり、また、当該 ID に対応するゲイン値（ゲイン G_2 ）も設定する必要がある。

【 0 1 6 6 】

また、上記実施形態の全実施例では、分類マップ 7 1（図 5 の（a））において、操舵感覚 A と操舵感覚 B とが重なる部分（斜線部）の操舵感覚を判定する場合は、操舵感覚 B を判定結果として優先的に適用し、操舵感覚 B と操舵感覚 C とが重なる部分（灰色部）の操舵感覚を判定する場合は、操舵感覚 B を判定結果として優先的に適用したが、これに限られず、例えば、操舵感覚 A と操舵感覚 B とが重なる部分（斜線部）の操舵感覚を判定する場合は、操舵感覚 A を判定結果として優先的に適用してもよい。つまり、各操舵感覚の重なり部分において、操舵感覚の優先順位は、任意に選定することが出来る。

10

【 0 1 6 7 】

また、上記実施形態の第 3 ~ 第 4，第 7 ~ 第 8，第 1 1 ~ 第 1 2，第 1 4，第 1 6 実施例では、各電流ゲイン算出器 2 4 c，2 4 d に予め記憶された判別グラフ 7 4（図 1 0）における特定の（重要な）操舵感覚を操舵感覚 A としたが、これに限られず、操舵感覚 B や、操舵感覚 C を特定の操舵感覚としてもよい。

【 0 1 6 8 】

また、上記実施形態の第 3 ~ 第 4，第 7 ~ 第 8，第 1 1 ~ 第 1 2，第 1 4，第 1 6 実施例において、判別グラフ 7 4（図 1 0）に、操舵トルク T の閾値 T_{th1} と、微分指令値 T_{d1} の閾値 T_{dth1} を設定し、操舵トルク T が、閾値 T_{th1} と閾値 T_{th2} の間の値であり、且つ、微分指令値 T_{d1} が、閾値 T_{dth1} と閾値 T_{dth2} の間の値である場合に、予め設定された特定の操舵感覚（例えば、操舵感覚 A）に該当すると判定したが、これに限られず、例えば、操舵トルク T が、閾値 T_{th1} と閾値 T_{th2} の間の値であり、且つ、微分指令値 T_{d1} が、閾値 T_{dth1} と閾値 T_{dth2} の間の値でない場合に、特定の操舵感覚（例えば、操舵感覚 A）に該当すると判定してもよい。

20

【 0 1 6 9 】

また、特定の操舵感覚に該当する条件として、これ以外に、例えば、操舵トルク T が、閾値 T_{th1} と閾値 T_{th2} の間の値でなく、且つ、微分指令値 T_{d1} が、閾値 T_{dth1} と閾値 T_{dth2} の間の値である場合としてもよく、操舵トルク T が、閾値 T_{th1} と閾値 T_{th2} の間の値でなく、且つ、微分指令値 T_{d1} が、閾値 T_{dth1} と閾値 T_{dth2} の間の値でない場合としてもよい。

【 0 1 7 0 】

また、上記実施形態の全実施例では、角速度センサ 1 2 を用いて角速度（回転操作速度）を求めたが、これに限られず、ステアリング 1 の回転量を検出するセンサ（図示省略）や、モータ 1 5 の回転速度を検出するモータ回転センサ 1 4 等の出力値から角速度を推定するようにしても良い。

30

【 0 1 7 1 】

また、上記実施形態の全実施例において、モータ 1 5 をブラシモータとしたが、これに限られず、ブラシレスモータとしてもよい。

【 0 1 7 2 】

さらに、上記実施形態では、電動式パワーステアリングシステム 1 0 0 を、車両（例えば、自動車）に搭載したが、これに限られず、ステアリング 1 を備えるものであればよく、例えば、船舶や航空機等に搭載してもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 1 7 3 】

【図 1】電動式パワーステアリングシステムを示す図である。

【図 2】ECU の機能ブロックを示す図である。

【図 3】微分ゲイン曲線を示す図である。

【図 4】第 1 電流指令値曲線を示す図である。

【図 5】分類マップと対応表を示す図である。

【図 6】モータ駆動部を示す図である。

【図 7】ECU の機能ブロックの他の実施例を示す図である。

50

- 【図8】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図9】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図10】 判別グラフを示す図である。
 【図11】 最終判定を行うための表を示す図である。
 【図12】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図13】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図14】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図15】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図16】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図17】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図18】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。
 【図19】 ECUの機能ブロックの他の実施例を示す図である。

10

【符号の説明】

【0174】

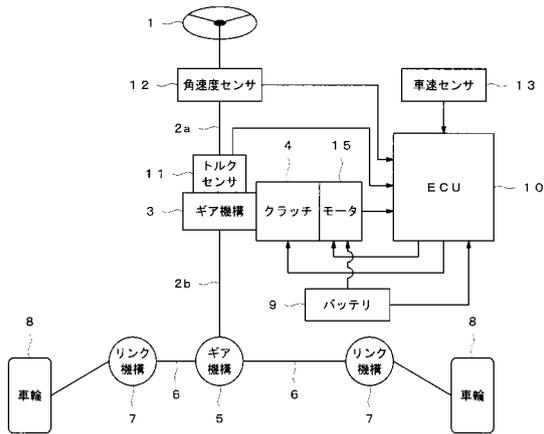
- 1 ステアリング（操舵機構）
- 10 ECU
- 11 トルクセンサ
- 12 角速度センサ
- 13 車速センサ
- 15 モータ
- 21 微分指令値算出器
- 22 微分ゲイン算出器
- 23 第1電流指令値算出器
- 24 a ~ 24 d 電流ゲイン算出器
- 31 ~ 33 乗算器
- 34、35 加算器
- 51 モータ駆動部
- 71 分類マップ
- 72、73 対応表
- 74 特定感覚判別グラフ

20

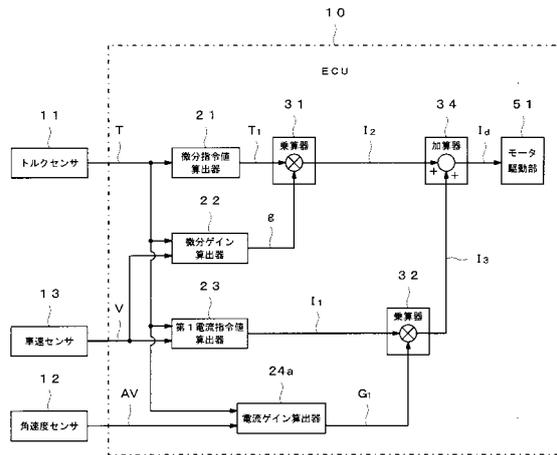
30

【図1】

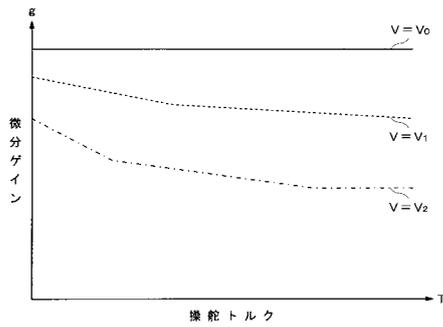
電動式パワーステアリングシステム100



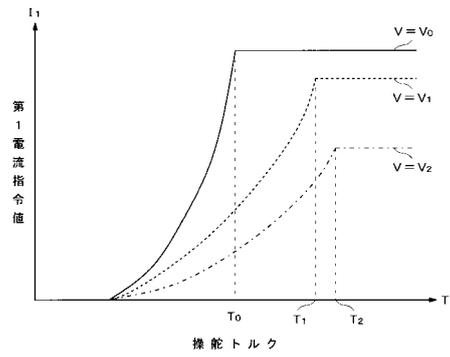
【図2】



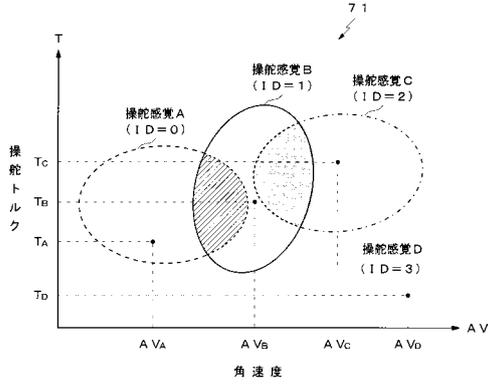
【図3】



【図4】



【図5】



(a)

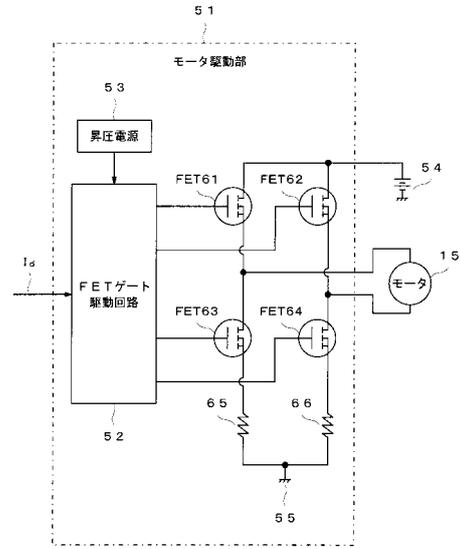
ID	0	1	2	3
ゲイン G_1	a	b	c	d

(b)

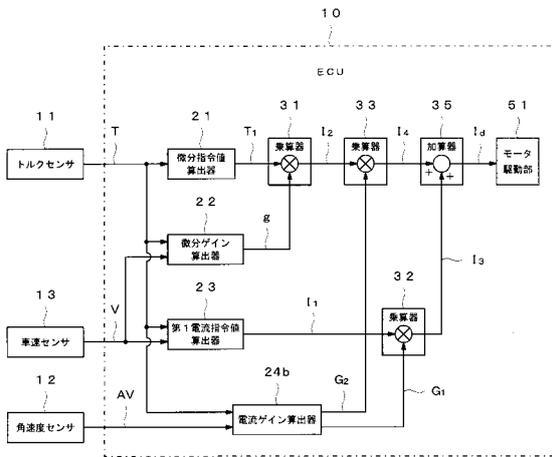
ID	0	1	2	3
ゲイン G_2	p	q	r	s

(c)

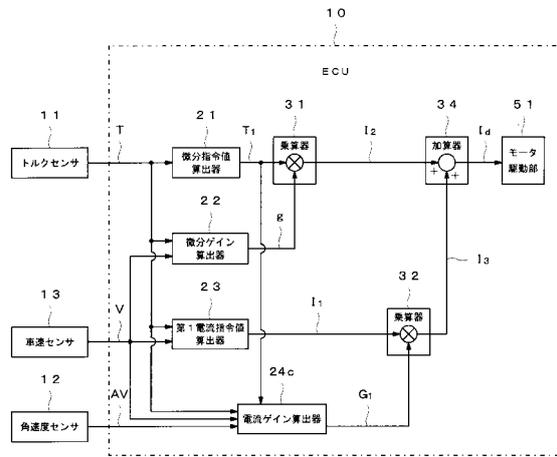
【図6】



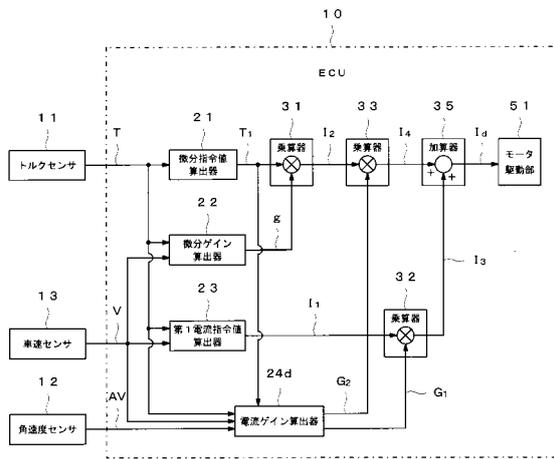
【図7】



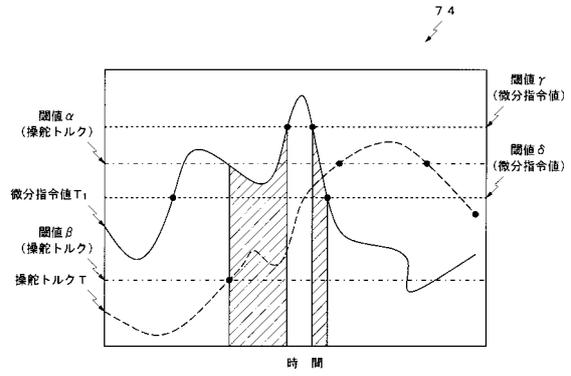
【図8】



【図 9】



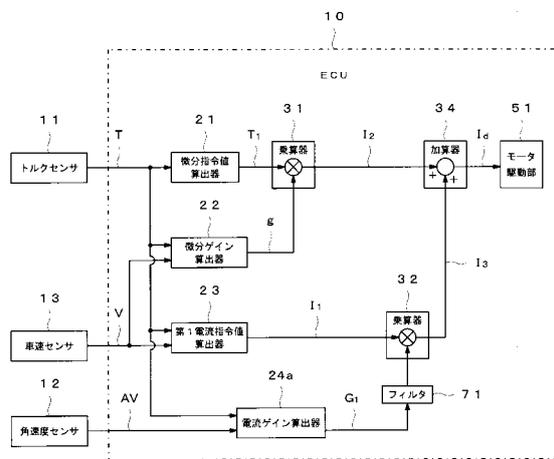
【図 10】



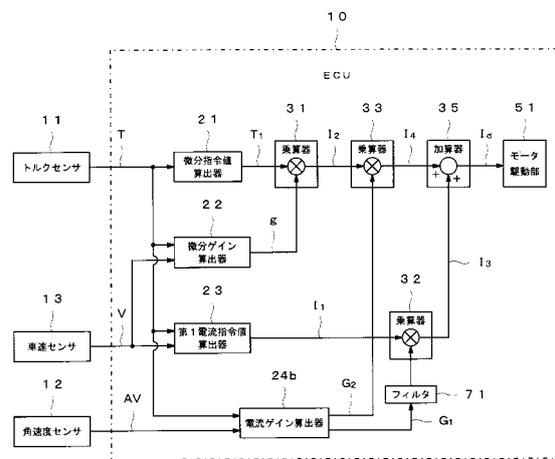
【図 11】

判別グラフによる操舵感覚	分類マップによる操舵感覚					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	A	B (AとBの重複部)	B	B (BとCの重複部)	C	D
Aである	A	A	B	B	C	D
Aでない	A	B	B	B	C	D

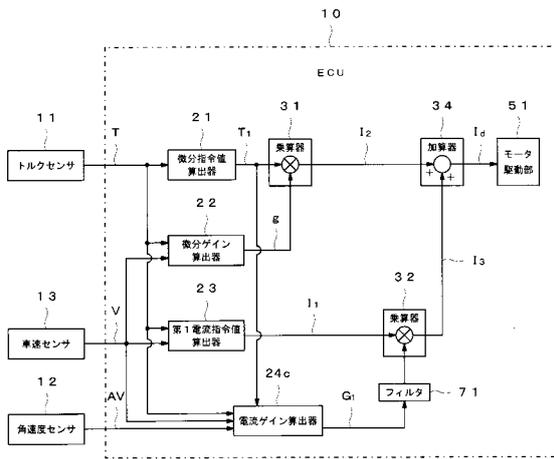
【図 12】



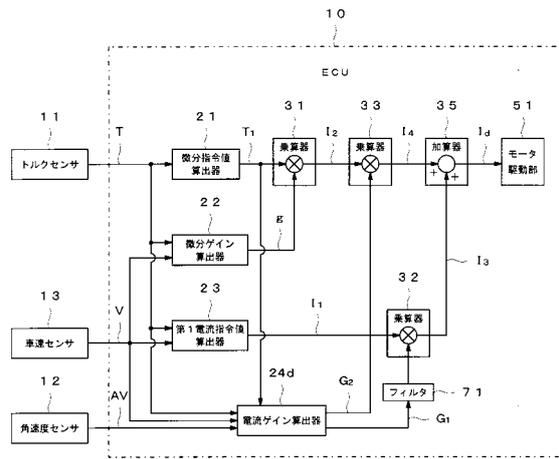
【図 13】



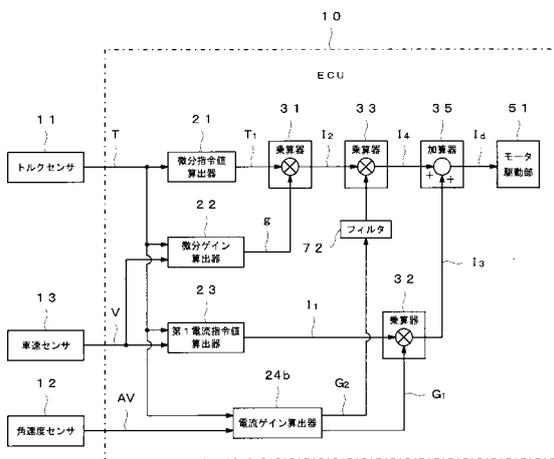
【図14】



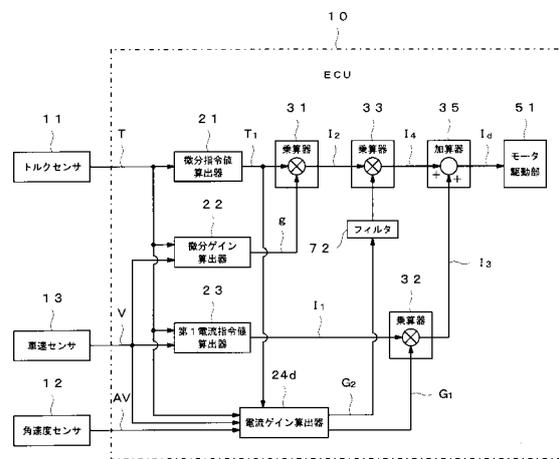
【図15】



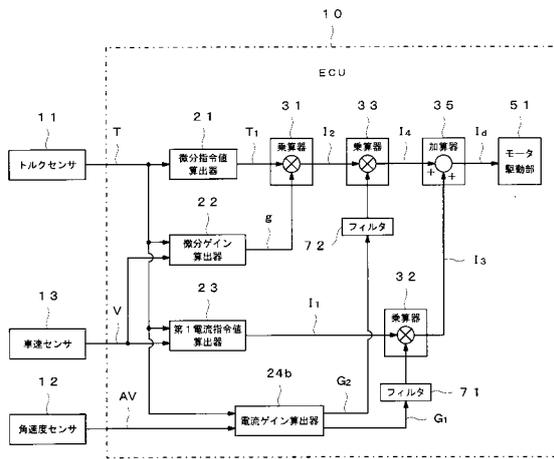
【図16】



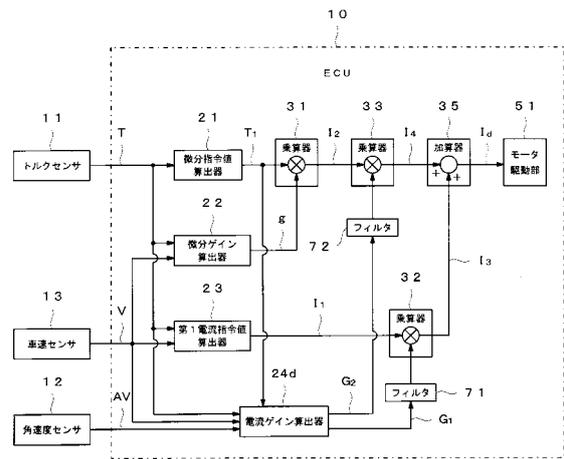
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

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

(72)発明者 藪口 教定
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 田々井 正吾

(56)参考文献 特開2007-276708(JP,A)
特許第3809594(JP,B2)
特開平10-278815(JP,A)
特開平1-262258(JP,A)
特開2001-114121(JP,A)
特許第3222506(JP,B2)
特開平6-199156(JP,A)
特開平7-47970(JP,A)
特開平10-278814(JP,A)
特開2005-67290(JP,A)
特許第3637714(JP,B2)
特開平11-105729(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 2 D 6 / 0 0
B 6 2 D 5 / 0 4