

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6155101号
(P6155101)

(45) 発行日 平成29年6月28日(2017.6.28)

(24) 登録日 平成29年6月9日(2017.6.9)

(51) Int.Cl.	F 1
B62D 6/00	(2006.01)
B62D 5/04	(2006.01)
B62D 101/00	(2006.01)
B62D 113/00	(2006.01)
B62D 119/00	(2006.01)
	B 6 2 D 6/00
	B 6 2 D 5/04
	B 6 2 D 101:00
	B 6 2 D 113:00
	B 6 2 D 119:00

請求項の数 6 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-121622 (P2013-121622)
(22) 出願日	平成25年6月10日 (2013.6.10)
(65) 公開番号	特開2014-237405 (P2014-237405A)
(43) 公開日	平成26年12月18日 (2014.12.18)
審査請求日	平成28年3月28日 (2016.3.28)

(73) 特許権者	000000929 K Y B 株式会社 東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル
(74) 代理人	110002468 特許業務法人後藤特許事務所
(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜
(74) 代理人	100137604 弁理士 須藤 淳
(73) 特許権者	000005348 株式会社 S U B A R U 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜

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】

ステアリングホイールから入力される操舵トルクを検出するトルクセンサの検出結果に基づいて演算されるアシスト指令値によって電動モータを駆動し、ドライバによる前記ステアリングホイールの操舵を補助する電動パワーステアリング装置であって、

前記ステアリングホイールを中立位置へ戻す方向の基本戻し指令値を、前記ステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角検出器の検出結果に基づいて演算する基本戻し指令値演算部と、

前記基本戻し指令値を補正する第1補正ゲインを、車速を検出する車速検出器の検出結果に基づいて演算する第1補正ゲイン演算部と、

前記基本戻し指令値を補正する第2補正ゲインを前記トルクセンサによって検出された操舵トルクの変化量に基づいて演算する第2補正ゲイン演算部と、を備え、

前記基本戻し指令値を前記第1補正ゲイン及び前記第2補正ゲインにて補正して戻し指令値を演算し、当該戻し指令値を前記アシスト指令値に加算して前記電動モータを駆動し、

前記第2補正ゲインは、操舵トルクの変化量が大きいほど小さい値となるように設定され、操舵トルクの変化量が所定操舵トルク変化量以上ではゼロに設定され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 2】

前記基本戻し指令値は、操舵角の絶対値が所定値以上の範囲ではゼロに設定されること

を特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】

前記所定操舵トルク変化量は、想定されるキックバックに伴うトルクの変化量よりも小さい値に設定されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】

前記基本戻し指令値を補正する第 3 補正ゲインを前記トルクセンサによって検出された操舵トルクに基づいて演算する第 3 補正ゲイン演算部をさらに備え、

前記基本戻し指令値を前記第 1 補正ゲイン、前記第 2 補正ゲイン、及び第 3 補正ゲインにて補正して前記戻し指令値を演算し、当該戻し指令値を前記アシスト指令値に加算して前記電動モータを駆動することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の電動パワーステアリング装置。 10

【請求項 5】

前記第 3 補正ゲインは、操舵トルクの絶対値が大きいほど小さい値で、かつ操舵トルクの絶対値が所定値以上でゼロに設定されることを特徴とする請求項 4 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 6】

前記各補正ゲインは、1.0 以下であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一つに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】

本発明は、電動パワーステアリング装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の電動パワーステアリング装置として、操舵アシスト用の電動モータを利用して、ステアリングホイールの戻り制御を行うものがある。

【0003】

特許文献 1 には、操舵トルクがハンドル手放し状態と判断できる小さいトルク閾値以下である条件と、トルク変化率が所定のトルク変化率閾値以下である条件との 2 条件を同時に満足したときに、ハンドル戻し制御を実行することによってハンドルの戻しを滑らかに行ない運転者に違和感を与えないようにする電動パワーステアリング装置が開示されている。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 320383 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載の電動パワーステアリング装置では、2 条件の成立を監視し、その 2 条件が満足したと判定した場合にハンドル戻し制御を実行するものであるため、ハンドル戻し制御が複雑となる。 40

【0006】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、簡便な戻し制御によって操舵の違和感を軽減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、ステアリングホイールから入力される操舵トルクを検出するトルクセンサの検出結果に基づいて演算されるアシスト指令値によって電動モータを駆動し、ドライバに 50

よる前記ステアリングホイールの操舵を補助する電動パワーステアリング装置であって、前記ステアリングホイールを中立位置へ戻す方向の基本戻し指令値を、前記ステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角検出器の検出結果に基づいて演算する基本戻し指令値演算部と、前記基本戻し指令値を補正する第1補正ゲインを、車速を検出する車速検出器の検出結果に基づいて演算する第1補正ゲイン演算部と、前記基本戻し指令値を補正する第2補正ゲインを前記トルクセンサによって検出された操舵トルクの変化量に基づいて演算する第2補正ゲイン演算部と、を備え、前記基本戻し指令値を前記第1補正ゲイン及び前記第2補正ゲインにて補正して戻し指令値を演算し、当該戻し指令値を前記アシスト指令値に加算して前記電動モータを駆動し、前記第2補正ゲインは、操舵トルクの変化量が大きいほど小さい値となるように設定され、操舵トルクの変化量が所定操舵トルク変化量以上ではゼロに設定されることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明は、ステアリングハンドルの切りと戻りの判定を行なわずに、戻し指令値をアシスト指令値に加算して電動モータを駆動するものである。また、戻し指令値は車速及び操舵トルクの変化量に基づいて演算された第1補正ゲイン及び第2補正ゲインにて基本戻し指令値を補正することによって演算されるものである。したがって、本発明によれば、簡便な戻し制御によって操舵の違和感を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

20

【図1】本発明の実施形態に係る電動パワーステアリング装置の構成図である。

【図2】本発明の実施形態に係る電動パワーステアリング装置の制御ブロック図である。

【図3】基本戻し電流を演算するための基本マップ図である。

【図4】第1補正ゲインを演算するための第1補正マップ図である。

【図5】第2補正ゲインを演算するための第2補正マップ図である。

【図6】第3補正ゲインを演算するための第3補正マップ図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。

【0011】

30

まず、図1を参照して、本発明の実施形態に係る電動パワーステアリング装置100の全体構成について説明する。

【0012】

電動パワーステアリング装置100は、ドライバによるステアリングホイール1の操作に伴って回転する入力シャフト7と、上端がトーションバー4を介して入力シャフト7に接続され下端がラック軸5に連係する出力シャフト3と、を有し、出力シャフト3の下端に設けられるピニオン3aと噛合するラック軸5を軸方向に移動させることで車輪6を操舵するものである。入力シャフト7と出力シャフト3とによってステアリングシャフト2が構成される。

【0013】

40

また、電動パワーステアリング装置100は、ドライバによるステアリングホイール1の操舵を補助するための動力源である電動モータ10と、電動モータ10の回転をステアリングシャフト2に減速して伝達する減速機11と、ステアリングホイール1から入力される操舵トルクを検出するトルクセンサ12と、トルクセンサ12の検出結果に基づいて電動モータ10の駆動を制御するコントローラ13と、を備える。

【0014】

減速機11は、電動モータ10の出力軸に連結されるウォームシャフト11aと、出力シャフト3に連結されウォームシャフト11aに噛み合うウォームホイール11bと、からなる。電動モータ10が出力するトルクは、ウォームシャフト11aからウォームホイール11bに伝達されて出力シャフト3に補助トルクとして付与される。

50

【0015】

トルクセンサ12は、トーションバー4に付与される操舵トルクを入力シャフト7と出力シャフト3の相対回転に基づいて検出するものである。トルクセンサ12は、検出した操舵トルクに対応する電圧信号をコントローラ13に出力する。コントローラ13は、トルクセンサ12からの電圧信号に基づいて電動モータ10が出力するトルクを演算し、そのトルクが発生するように電動モータ10の駆動を制御する。このように、電動パワーステアリング装置100は、ステアリングホイール1から入力される操舵トルクを検出するトルクセンサ12の検出結果に基づいて電動モータを駆動し、ドライバによるステアリングホイール1の操舵を補助するものである。

【0016】

10

ステアリングシャフト2には、ステアリングホイール1の操舵角（絶対操舵角）を検出する操舵角検出器としての操舵角センサ15が設けられる。操舵角センサ15の検出結果はコントローラ13に出力される。操舵角センサ15は、ステアリングホイール1が中立位置の場合には操舵角としてゼロ度を出力する。また、ステアリングホイール1が中立位置から右切り方向に操舵される場合には、ステアリングホイール1の回転に応じて+の符号の操舵角を出力する一方、ステアリングホイール1が中立位置から左切り方向に操舵される場合には、ステアリングホイール1の回転に応じて-の符号の操舵角を出力する。

【0017】

また、コントローラ13には、車速を検出する車速検出器としての車速センサ16の検出結果が入力される。

20

【0018】

コントローラ13は、電動モータ10の動作を制御するCPUと、CPUの処理動作に必要な制御プログラムや設定値等が記憶されたROMと、トルクセンサ12、操舵角センサ15、及び車速センサ16等の各種センサが検出した情報を一時的に記憶するRAMと、を備える。

【0019】

ここで、車両走行時には、ステアリングホイール1を中立位置に戻そうとするセルフアライニングトルクが働く。このセルフアライニングトルクは、高速走行時には大きいのに対して低速走行時には小さい。セルフアライニングトルクが小さい低速走行時には、ウォームシャフト11aとウォームホイール11b等のステアリング系のギヤのフリクションによってステアリングホイール1の中立位置への戻り性が悪化する。そこで、電動パワーステアリング装置100では、低速走行時でもステアリングホイール1の中立位置への戻り性を向上させる戻し制御が行われる。

30

【0020】

次に、図2～6を参照して、戻し制御について説明する。

【0021】

図2に示すように、コントローラ13は、ベース電流演算部19にてトルクセンサ12の検出結果に基づいて電動モータ10の駆動を制御するためのアシストベース電流（アシスト指令値）を演算する。一方、コントローラ13は、基本戻し電流演算部（基本戻し指令値演算部）20にてステアリングホイール1を中立位置へ戻す方向の基本戻し電流を演算すると共に、第1補正ゲイン演算部21、第2補正ゲイン演算部22、及び第3補正ゲイン演算部23にて基本戻し電流を補正する第1補正ゲイン、第2補正ゲイン、及び第3補正ゲインを演算し、乗算器24にて基本戻し電流に第1補正ゲイン、第2補正ゲイン、及び第3補正ゲインを乗算して戻し電流（戻し指令値）を演算する。演算された戻し電流は、加算器25にてアシストベース電流に加算される。

40

【0022】

以下では、基本戻し電流演算部20、第1補正ゲイン演算部21、第2補正ゲイン演算部22、及び第3補正ゲイン演算部23について説明する。

【0023】

まず、基本戻し電流演算部20について説明する。

50

【0024】

基本戻し電流演算部20は、ステアリングホイール1を中立位置へ戻す方向の基本戻し電流を操舵角センサ15の検出結果に基づいて演算するものである。具体的には、図3に示す基本マップを参照して、操舵角センサ15から入力された操舵角に対応する基本戻し電流を演算する。基本戻し電流は、戻し制御の基本となる電流である。

【0025】

図3に示す基本マップは、操舵角と基本戻し電流との関係を規定したマップであり、横軸が操舵角であり、縦軸が基本戻し電流である。横軸の+側は中立位置から右切り側の操舵角を示し、-側は中立位置から左切り側の操舵角を示す。また、縦軸の+側はステアリングホイール1を右切り方向へアシストする基本戻し電流であり、-側はステアリングホイール1を左切り方向へアシストする基本戻し電流である。基本マップの特性は、図3からわかるように、操舵角が右切り側である場合には、基本戻し電流は左切り方向へアシストする値となり、操舵角が左切り側である場合には、基本戻し電流は右切り方向へアシストする値となる。このように、基本マップを参照することによって出力される基本戻し電流は、ステアリングホイール1を中立位置へ戻す方向の電流となる。

10

【0026】

図3に示す基本マップを詳しく説明する。ステアリングホイール1の中立位置近傍では、基本戻し電流がゼロとなる不感帯に設定される。これは、操舵角センサ15の検出誤差に起因する外乱の発生を防ぐためである。操舵角の絶対値が不感帯よりも大きくなると、基本戻し電流の絶対値は所定の傾きで大きくなる。この傾きを調整することによって、ステアリングホイール1が中立位置へ戻る際のドライバが感じる戻り感を変化させることができる。傾きを大きく設定するほど戻り感が大きくなる。操舵角の絶対値が所定値a以上の範囲では基本戻し電流がゼロに設定される。これは、基本戻し電流は、ステアリングホイール1の切り込み時にはドライバによる操舵力を増大させるように作用するものであるため、中立位置付近でのみ基本戻し電流が作用し、ステアリングホイール1を大きく切り込んだ際には基本戻し電流が作用しないようにするためである。また、ステアリングホイール1を大きく切り込んで戻す際の急な戻りを抑えるためである。

20

【0027】

次に、第1補正ゲイン演算部21について説明する。

【0028】

30

第1補正ゲイン演算部21は、基本戻し電流を補正する第1補正ゲインを車速センサ16の検出結果に基づいて演算するものである。具体的には、図4に示す第1補正マップを参照して、車速センサ16から入力された車速に対応する第1補正ゲインを演算する。セルファライニングトルクは車速に応じて変化するため、車速に応じて変化する第1補正ゲインにて基本戻し電流を補正する。

【0029】

図4に示す第1補正マップは、車速と第1補正ゲインとの関係を規定したマップであり、横軸が車速であり、縦軸が第1補正ゲインである。第1補正ゲインは全車速域で1.0以下に設定される。つまり、第1補正ゲインは基本戻し電流を減らす値となる。セルファライニングトルクは高速走行時には大きく低速走行時には小さいため、図4に示すように、第1補正ゲインは、低速領域では大きく、車速が大きくなるほど小さくなるように設定され、所定速度b以上ではゼロに設定される。また、所定の微低速cから停車状態までは所定の傾きで小さくなり、停車状態ではゼロに設定される。このように所定の傾きで第1補正ゲインを小さくしたのは、停車状態となり第1補正ゲインがゼロとなる際に生じる操舵の違和感を軽減するためである。

40

【0030】

次に、第2補正ゲイン演算部22について説明する。

【0031】

第2補正ゲイン演算部22は、基本戻し電流を補正する第2補正ゲインをトルク変化量演算部26にて演算された操舵トルク変化量に基づいて演算するものである。具体的には

50

、図5に示す第2補正マップを参照して、トルク変化量演算部26から入力された操舵トルク変化量に対応する第2補正ゲインを演算する。トルク変化量演算部26は、トルクセンサ12によって検出された操舵トルクから操舵トルク変化量を演算するものである。

【0032】

図5に示す第2補正マップは、操舵トルク変化量と第2補正ゲインとの関係を規定したマップであり、横軸が操舵トルク変化量であり、縦軸が第2補正ゲインである。第2補正ゲインは全操舵トルク変化量域で1.0以下に設定される。つまり、第2補正ゲインも、第1補正ゲインと同様に基本戻し電流を減らす値となる。

【0033】

図5に示すように、第2補正ゲインは、操舵トルク変化量が大きいほど小さい値となるように設定され、所定操舵トルク変化量d以上ではゼロに設定される。これにより、ステアリングホイール1を素早く切り込んだ際には、基本戻し電流は第2補正ゲインにて小さくなるように補正されるため、戻し制御によってドライバが重いと感じることがなく、操舵フィーリングが改善する。また、ステアリングホイール1を大きく切り込んだ後に手を離してステアリングホイール1を戻す際には、操舵トルク変化量が大きい初期は第2補正ゲインが小さいため、ステアリングホイール1はゆっくりと戻り始めるのに対して、操舵トルク変化量が小さくなる中立位置近傍では第2補正ゲインが徐々に大きくなるため、ステアリングホイール1は素早く滑らかに戻る。このように、操舵状態から手を離した際に、ステアリングホイール1を滑らかに戻すことができる。以上のように、第2補正ゲインはドライバの操舵意思に応じて基本戻し電流を補正するものであり、基本戻し電流を第2補正ゲインにて補正することによって操舵時の違和感を軽減することができる。

10

20

【0034】

また、車両が砂利道等の凹凸のある路面を走行する際には、路面からの衝撃である所謂キックバックがステアリングホイール1に伝達されドライバの意思とは無関係にステアリングホイール1が回転する場合がある。キックバックによるステアリングホイール1の回転に対しても戻し制御が作用すると、ドライバの操舵意思とは無関係にステアリングホイール1が制御されてしまうことになるため、好ましくない。そこで、所定操舵トルク変化量dは、想定されるキックバックに伴うトルクの変化量よりも小さい値に設定するのが望ましい。これにより、キックバック発生時には、第2補正ゲインがゼロとなり、基本戻し電流はゼロとなるため、戻し制御が作用しなくなる。

30

【0035】

次に、第3補正ゲイン演算部23について説明する。

【0036】

第3補正ゲイン演算部23は、基本戻し電流を補正する第3補正ゲインをトルクセンサ12の検出結果に基づいて演算するものである。具体的には、図6に示す第3補正マップを参照して、トルクセンサ12から入力された操舵トルクに対応する第3補正ゲインを演算する。

【0037】

図6に示す第3補正マップは、操舵トルクと第3補正ゲインとの関係を規定したマップであり、横軸が操舵トルクであり、縦軸が第3補正ゲインである。横軸の+側は中立位置から右切り側の操舵トルクを示し、-側は中立位置から左切り側の操舵トルクを示す。第3補正ゲインは全操舵トルク域で1.0以下に設定される。つまり、第3補正ゲインも、第1補正ゲイン及び第2補正ゲインと同様に基本戻し電流を減らす値となる。

40

【0038】

図6に示すように、第3補正ゲインは、操舵トルクの絶対値が大きいほど小さい値で、かつ操舵トルクの絶対値が所定値e以上でゼロに設定される。操舵トルクの絶対値が所定値eより小さい範囲では、操舵トルクの変化に対して第3補正ゲインが曲線状に変化するように設定される。所定値eは、ステアリングホイール1を切り込んでいる際には第3補正ゲインがゼロとなるように設定するのが望ましい。これにより、ステアリングホイール1を切り込んでいる際には、基本戻し電流は第3補正ゲインによる補正にてゼロとなるた

50

め、戻し制御によってドライバが重いと感じることがなく、操舵フィーリングが改善する。また、ステアリングホイール1を切り込んだ後に手を離してステアリングホイール1を戻す際には、操舵トルクが大きい初期は第3補正ゲインがゼロとなるため、ステアリングホイール1はゆっくりと戻り始めるのに対し、操舵トルクが小さくなる中立位置近傍では第3補正ゲインが徐々に大きくなるため、ステアリングホイール1は素早く滑らかに戻る。このように、操舵状態から手を離した際に、ステアリングホイール1を滑らかに戻すことができる。以上のように、第3補正ゲインは、第2補正ゲインと同様に、ドライバの操舵意思に応じて基本戻し電流を補正するものであり、基本戻し電流を第3補正ゲインにて補正することによって操舵時の違和感を軽減することができる。また、ステアリングホイール1が中立位置近傍で保舵されている状態では、操舵トルクの絶対値は所定値eよりも小さいため、ステアリングホイール1を中立位置に保持するように戻し制御が作用する。

【0039】

以上のようにして演算された基本戻し電流、第1補正ゲイン、第2補正ゲイン、及び第3補正ゲインは、図2に示すように、乗算器24にて乗算された後、ローパスフィルタ31及び上下限値リミッタ32にて処理され、戻し電流として加算器25にてアシストベース電流に加算される。なお、加算器25では、ギヤのフリクション等を補償する各種補償電流も加算される。加算器25から出力された制御電流によって電動モータ10の駆動が制御される。

【0040】

以上の実施形態によれば、以下に示す効果を奏する。

【0041】

本実施形態は、ステアリングホイール1の切りと戻りの判定を行なわずに、戻し電流をアシストベース電流に加算して電動モータ10を駆動するものである。また、戻し電流は、操舵角に基づいて演算された基本戻し電流を、車速に基づいて演算された第1補正ゲイン、操舵トルクの変化量に基づいて演算された第2補正ゲイン、及び操舵トルクに基づいて演算された第3補正ゲインにて補正することによって演算されるものである。したがって、簡便な戻し制御によって操舵の違和感を軽減することができる。

【0042】

なお、第3補正ゲインは、基本戻し電流を補正するための必須のファクターではなく、基本戻し電流を第1補正ゲイン及び第2補正ゲインのみにて補正することによって、簡便な戻し制御によって操舵の違和感を軽減するという一定の効果が得られる。

【0043】

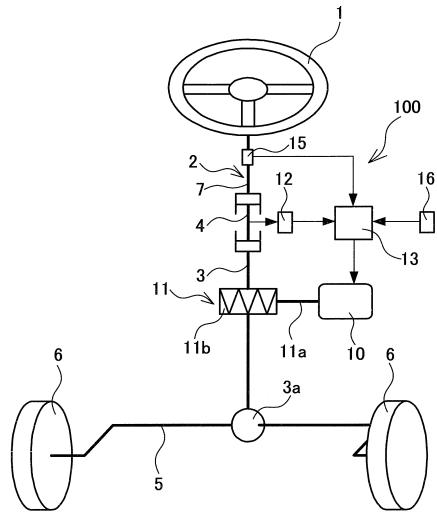
本発明は上記の実施の形態に限定されず、その技術的な思想の範囲内において種々の変更がなしうることは明白である。

【符号の説明】

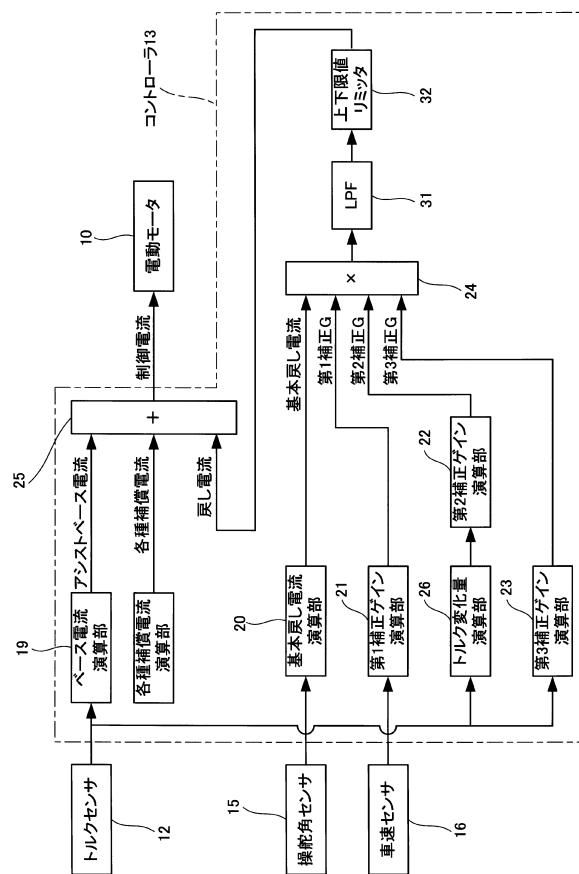
【0044】

100	電動パワーステアリング装置	
1	ステアリングホイール	
10	電動モータ	40
12	トルクセンサ	
13	コントローラ	
15	操舵角センサ	
16	車速センサ	
19	ベース電流演算部	
20	基本戻し電流演算部（基本戻し指令値演算部）	
21	第1補正ゲイン演算部	
22	第2補正ゲイン演算部	
23	第3補正ゲイン演算部	

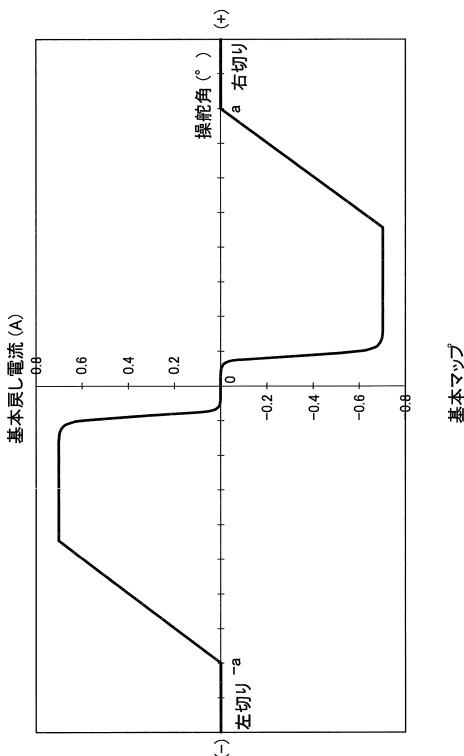
【図1】



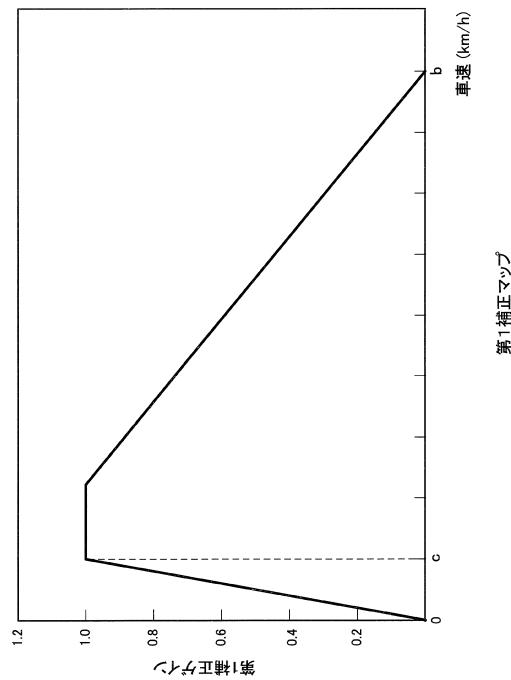
【図2】



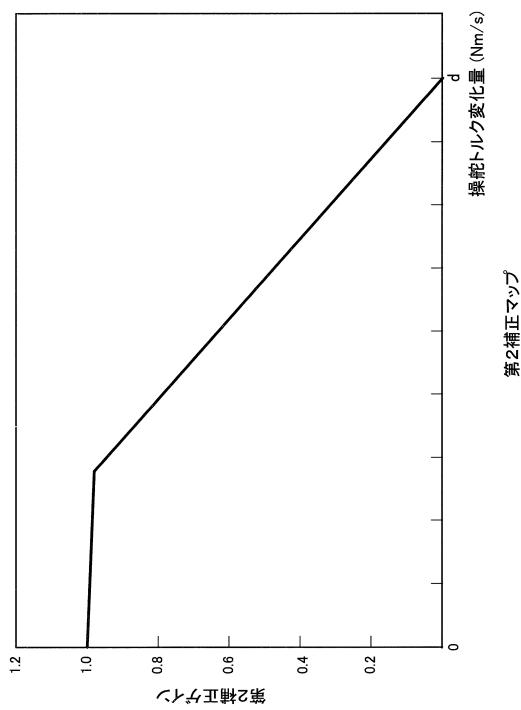
【図3】



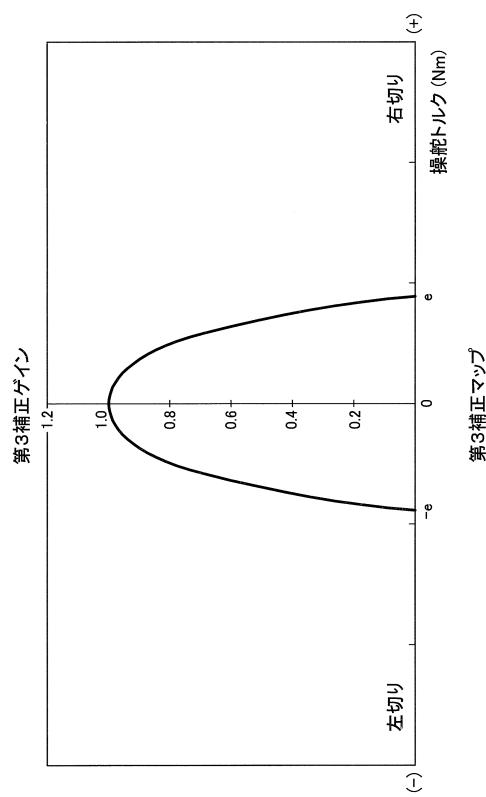
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

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

(74)代理人 100137604
弁理士 須藤 淳
(72)発明者 後藤 宏行
東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内
(72)発明者 佐々木 和弘
東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内
(72)発明者 岡本 雄一郎
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内
(72)発明者 山崎 一磨
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内

審査官 神田 泰貴

(56)参考文献 特開2007-099053 (JP, A)
特開2002-308130 (JP, A)
特開平05-208684 (JP, A)
特開2009-292286 (JP, A)
特開平10-230861 (JP, A)
特開2002-120745 (JP, A)
特開2006-123827 (JP, A)
特開2006-168483 (JP, A)
特開2009-126244 (JP, A)
特開2013-147236 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 2 D	6 / 0 0	-	6 / 1 0
B 6 2 D	7 / 0 0	-	7 / 2 2
B 6 2 D	5 / 0 4		