

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5945741号
(P5945741)

(45) 発行日 平成28年7月5日(2016.7.5)

(24) 登録日 平成28年6月10日(2016.6.10)

(51) Int.Cl.		F I		
H02P 21/00	(2016.01)	H02P	5/408	A
H02P 27/04	(2016.01)	B62D	6/00	
B62D 6/00	(2006.01)	B62D	5/04	
B62D 5/04	(2006.01)	H02P	5/00	T
H02P 29/00	(2016.01)	B62D	101:00	

請求項の数 1 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-209318 (P2012-209318)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成24年9月24日(2012.9.24)	(74) 代理人	100086232 弁理士 小林 博通
(65) 公開番号	特開2014-64430 (P2014-64430A)	(74) 代理人	100092613 弁理士 富岡 潔
(43) 公開日	平成26年4月10日(2014.4.10)	(74) 代理人	100096459 弁理士 橋本 剛
審査請求日	平成27年1月14日(2015.1.14)	(72) 発明者	久積 巧 秋田県横手市安本字下御所野1-2 日立 オートモティブシステムズステアリング株 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】

ステアリングホイールの操舵操作に伴い転舵輪を転舵させる操舵機構と、
前記操舵機構に操舵力を付与するモータと、
前記モータを駆動制御する制御装置と、
前記制御装置に設けられ、車両の運転状況に応じて前記モータを駆動制御するためのベクトル制御指令信号を演算する指令信号演算部と、
前記制御装置に設けられ、前記ベクトル制御指令信号を前記モータ各相の電圧指令信号に変換する2相-3相変換部と、
前記制御装置に設けられ、前記モータ各相の電圧指令信号に応じて前記モータ各相のP

10

WMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w を出力するPWM制御部と、
前記制御装置に設けられ、前記PWMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w によって制御されるスイッチング回路によって構成され、前記モータを駆動制御するインバータと、
前記インバータの上流側または下流側に設けられ、直流母線電流を検出する電流センサと、
前記制御装置に設けられ、前記直流母線電流および前記PWMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w に基づき、前記モータ各相の電流値 I_u 、 I_v 、 I_w を検出または推定する相電流検出部と、
前記制御装置に設けられ、モータ各相の電流値 I_u 、 I_v 、 I_w 、PWMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w に基づいて、推定一次電流である $(I_u \times D_u + I_v \times D_v + I_w \times$

20

Dw) / 100%を演算する推定一次電流算出部と、

前記直流母線電流と前記推定一次電流に基づき、前記制御装置の異常を検出する異常監視部と、

を有し、

前記異常監視部は、

所定の周期毎に直流母線電流と推定一次電流との差分絶対値と所定値とを比較し、前記差分絶対値が所定値以上の時異常判定カウント値を増加させ、前記差分絶対値が所定値未満の時異常判定カウント値を減少させるカウント手段と、

前記カウント手段によってカウントされる異常判定カウント値に基づいて前記制御装置の異常を判定する異常判定手段と、

を有することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【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の異常検知に関する。

【背景技術】

【0002】

モータ駆動回路の過電流異常監視では、モータ駆動制御に使用する電流センサとは別に設けられた電流センサにおいて、電源からインバータ回路へ与えられる電流を検出していた。そして、正常使用領域の最大電流に対して過渡応答状態の電流出力を考慮した異常検出閾値を設定することにより、モータ駆動回路の異常を監視していた。

【0003】

また、コスト削減要求からモータ駆動制御用の電流センサにて過電流異常を監視する場合も、検出電流をフィルタにて平均した値から異常を検出するため、正常使用領域の最大電流に対して十分に高い異常検出閾値が設定されていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-81930号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、モータ駆動回路に過電流異常が発生した場合に、正常使用領域の最大電流を逸脱した過大な電流が回路に流れなければ異常を検出することができない。すなわち、正常使用領域の最大電流以上であり、かつ、異常検出閾値よりも低い過電流については、過電流異常の検出が不可能となる。

【0006】

また、異常検出性を向上させるために異常検出閾値を低くした場合、モータ駆動回路に正常な過渡応答の電流が検出されると、異常を誤検出する可能性がある。そのため、異常検出性を向上させるために異常検出閾値を正常使用領域の最大電流値と同等とすることは困難であった。

【0007】

以上示したようなことから、電動パワーステアリング装置において、異常検出性を向上させると共に、異常の誤検出を抑制することが課題となる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、制御装置に設けられ、PWMデューティ信号Du, Dv, Dwによって制御されるスイッチング回路によって構成され、モータを駆動制御するインバータを備えた電動パワーステアリング装置であって、とりわけ、インバータの上流側または下流側に設けられ、直流母線電流を検出する電流センサと、前記制御装置に設けられ、前記直流母線電

10

20

30

40

50

流および前記PWMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w に基づき、前記モータ各相の電流値である I_u 、 I_v 、 I_w を検出または推定する相電流検出部と、前記制御装置に設けられ、モータ各相の電流値 I_u 、 I_v 、 I_w 、PWMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w に基づいて、推定一次電流である $(I_u \times D_u + I_v \times D_v + I_w \times D_w) / 100\%$ を演算する推定一次電流算出部と、前記直流母線電流と前記推定一次電流に基づき、前記制御装置の異常を検出する異常監視部と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、電動パワーステアリング装置において、異常検出性を向上させると共に、異常の誤検出を抑制することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施形態1における電動パワーステアリング装置を示す概略図である。

【図2】実施形態1におけるECUを示すブロック図である。

【図3】インバータの電圧指令値と直流母線電流を示すタイムチャートである。

【図4】実施形態2におけるECUを示すブロック図である。

【図5】実施形態3におけるECUを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に係る電動パワーステアリング装置の各実施形態1～3を図面に基づいて詳述する。

20

【0012】

[実施形態1]

図1は、本実施形態1における電動パワーステアリング装置を示す概略図である。図1に示す電動パワーステアリング装置は、ステアリングホイールSW、ステアリングシャフト1、ピニオン軸2、ラック軸3により基本的な操舵機構が構成されている。この操舵機構は、運転者によってステアリングホイールSWが回転操作されると、そのステアリングホイールSWの操舵トルクがステアリングシャフト1を介してピニオン軸2に伝達されるとともに、そのピニオン軸2の回転運動がラック軸3の直線運動に変換され、ラック軸3の両端に連結された左右の転舵輪Wが転舵するようになっている。つまり、ラック軸3には、ピニオン軸2が噛み合いするラック歯3Aが形成されており、そのラック歯3Aとピニオン軸2との噛み合いをもってステアリングシャフト1の回転を転舵動作に変換する変換機構が構成される。

30

【0013】

また、ステアリングシャフト1にはステアリングシャフト1の回転角を検出するトルクセンサTSや舵角センサ4が設けられており、トルクセンサTSや舵角センサ4の出力信号に基づいて制御装置(以下、ECUと称する)5によりモータ(例えば、3相ブラシレスモータ:以下、3相ブラシレスモータと称する)Mの電流制御を行い、3相ブラシレスモータMからピニオン軸2に対して操舵補助力を付与するように構成されている。

【0014】

40

図2は、前記ECU5を示すブロック図である。図2に示すように、ECU5は、指令信号演算部51と、2相-3相変換部52と、PWM制御部53と、インバータ54と、相電流検出部60と、3相-2相変換部63と、フィルタ61と、一次電流検出部55と、推定一次電流算出部56と、異常監視部57と、フェイルセーフ制御部58と、を備える。

【0015】

前記指令信号演算部51は、指令電流演算部51aと、PI制御部51bと、を備える。前記指令電流演算部51aは、車両の運転状況(トルクセンサTS、車速センサ、舵角センサ4等の出力信号)に応じて3相ブラシレスモータMを駆動制御するための指令電流 I_d^* 、 I_q^* を演算する。PI制御部51bは、指令電流 I_d^* 、 I_q^* と後述する3相-

50

2相変換部63から出力された2相の電流値 I_d 、 I_q との偏差を入力し、比例積分演算を行って3相ブラシレスモータMを制御するためのベクトル制御指令信号 V_d^* 、 V_q^* を演算する。

【0016】

2相-3相変換部52は、2相のベクトル制御指令信号 V_d^* 、 V_q^* を、3相ブラシレスモータMのU、V、W各相の電圧指令信号 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に変換する。

【0017】

PWM制御部53は、モータ各相の電圧指令信号 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に応じて3相ブラシレスモータMのU、V、W各相へのPWMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w を出力する。

10

【0018】

インバータ54は、スイッチング素子(例えば、FET)をブリッジ接続したスイッチング回路によって構成され、PWMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w に基づいてスイッチング素子をスイッチング動作させることにより、電源62の直流電圧を3相の交流電圧 V_u 、 V_v 、 V_w に変換して3相ブラシレスモータMに供給する。これにより、3相ブラシレスモータMが回転駆動され、当該3相ブラシレスモータMの発生したトルクが操舵補助力としてピニオン軸2に付与されることとなる。

【0019】

電流センサ59は、例えば、シャント抵抗が適用され、インバータ54の直流側に設けられ、直流母線電流を検出する。ここで、電流センサ59が設けられる位置は、インバータ54の直流側であれば、上流側でも下流側でもよい。

20

【0020】

相電流検出部60は、前記直流母線電流およびPWMデューティ信号 D_u 、 D_v 、 D_w に基づいて、前記3相ブラシレスモータ各相の電流値である I_u 、 I_v 、 I_w を推定する。

【0021】

ここで、直流母線電流から三相の電流値 I_u 、 I_v 、 I_w を推定する方法を図3に基づいて説明する。図3は、3相ブラシレスモータ各相の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 、3相の電流値 I_u 、 I_v 、 I_w と、PWMキャリア1周期分におけるモータ各相の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 、U相電圧、V相電圧、W相電圧、電流センサ(シャント抵抗)59で検出される直流母線電流を示している。

30

【0022】

図3に示すPWMキャリア1周期分のタイミングでは、電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* とPWMキャリアとを比較した結果、U相、V相、W相のうちU相がPWMデューティ信号のオン時間が最も長い最大相となり、V相がPWMデューティ信号のオン時間が2番目に長い中間相となり、W相がPWMデューティ信号のオン時間が最も短い最小相となっている。

【0023】

そして、U相、V相、W相のうち最大相であるU相のPWMデューティ信号がオンされた後であって、中間相であるV相のPWMデューティ信号がオンされるまでの間のタイミングAの直流母線電流を検出することにより、最大相であるU相の電流を検出することができる。すなわち、タイミングAの期間は、U相のみがオンであり、V相、W相がオフであるため、このタイミングAで直流母線電流を検出することにより、U相のみの電流を検出することができる。なお、中間相であるV相のPWMデューティ信号がオフされた後であって、最大相であるU相のPWMデューティ信号がオフされるまでの間の直流母線電流を検出しても、同様に最大相であるU相の電流を検出することができる。

40

【0024】

また、U相、V相、W相のうち中間相であるV相のPWMデューティ信号がオンされた後であって、最小相であるW相のPWMデューティ信号がオンされるまでの間のタイミングBの直流母線電流を検出することにより、最小相であるW相の電流を検出することがで

50

きる。すなわち、タイミングBの期間は、U相，V相がオンであり、W相のみがオフであるため、このタイミングBで直流母線電流を検出することにより、W相の電流のみを検出することができる。なお、最小相であるW相のPWMデューティ信号がオフされた後であって、中間相であるV相のPWMデューティ信号がオフされるまでの間の直流母線電流を検出して同様に最小相であるW相の電流を検出することができる。ここで、U相，V相がオンであり、W相がオフであるため実際の電流値はマイナスの値となるが、図3では、見かけ上プラスの値に変換している。

【0025】

さらに、前記のように検出された最大相であるU相電流および最小相であるW相電流から中間相であるV相電流を算出する。すなわち、三相の電流値の合計が0であることを利用し、2相の電流値に基づいて残り1相の電流値を算出できる。

10

【0026】

この相電流検出部60で推定された3相の電流値 I_u ， I_v ， I_w は、3相-2相変換部63により2相の電流値 I_d ， I_q に変換され、前述したようにベクトル制御電圧指令信号 V_d^* ， V_q^* の算出に用いられる。

【0027】

また、相電流検出部60で推定された3相の電流値 I_u ， I_v ， I_w は、フィルタ61，推定一次電流算出部56にも出力される。

【0028】

フィルタ61では、3相の電流値 I_u ， I_v ， I_w を平均化し、一次電流検出部55では、フィルタ61で平均化した値を一次電流検出値（直流母線電流）として検出し、異常監視部57に出力する。

20

【0029】

推定一次電流算出部56は、相電流検出部60から出力された3相の電流値 I_u ， I_v ， I_w とPWM制御部53から出力されたPWMデューティ信号 D_u ， D_v ， D_w を入力する。そして、下記(1)式により推定一次電流を算出し、異常監視部57に出力する。

【0030】

$$\text{推定一次電流} = (I_u \times D_u + I_v \times D_v + I_w \times D_w) / 100\% \dots (1)$$

異常監視部57では、一次電流検出部55から出力された一次電流検出値（直流母線電流）と、推定一次電流算出部56で算出された推定一次電流に基づいて、制御装置の異常を監視する。

30

【0031】

異常監視部57で異常を監視する方法としては、カウント手段（図示省略）により所定の周期毎に一次電流検出値（直流母線電流）と推定一次電流の差分絶対値と所定値とを比較し、前記差分絶対値が所定値以上のときは異常判定カウント値を増加させ、前記差分絶対値が所定値未満のときは異常判定カウント値を減少させる方法が挙げられる。そして、異常判定手段（図示省略）により当該異常判定カウント値が閾値を超えた時に異常と判定する。

【0032】

また、増加，減少させる前記異常判定カウント値は、前記差分絶対値が所定値以上のときと所定値未満のときで重み付けを変えてもよい。例えば、前記差分絶対値が所定値以上のときに増加させる異常判定カウント値と、差分絶対値が所定値未満のときに減少させる異常判定カウント値との比率を6：4等にしても良い。

40

【0033】

最後に、前記異常監視部57で異常と判定された場合は、フェイルセーフ制御部58に異常情報を入力し、電動パワーステアリング装置を安全に停止させる。

【0034】

以上示したように、本実施形態1における電動パワーステアリング装置によれば、ベクトル制御指令信号 V_d^* ， V_q^* に応じて算出されたPWMデューティ信号 D_u ， D_v ， D_w に基づいた推定一次電流を、一次電流検出値との比較に用いているため、ベクトル制御

50

指令信号 $V d^*$, $V q^*$ に応じた異常監視を行うことが可能となる。その結果、過電流検出用の異常検出閾値がモータ電流指令値（ベクトル制御指令信号）の大小にかかわらず一定の場合に比べ、モータ電流指令値（ベクトル制御指令信号）が比較的小さい場合であっても、過電流状態を検出することができ、異常検出性の向上を図ることが可能となる。

【 0 0 3 5 】

また、異常検出性を向上させるために、単純に異常検出閾値を正常使用領域の最大電流と同等とした場合と比較して、誤検出を抑制することが可能となる。

【 0 0 3 6 】

さらに、異常判定カウント値を用いて異常監視を行うことにより、制御装置内に発生するノイズ等により異常値が検出された場合でも、異常値の検出が一時的な場合には異常として検出されないため、誤検出を抑制することが可能となる。

10

【 0 0 3 7 】

また、増加時と減少時における異常判定カウント値の重み付けを変えることにより、前記差分絶対値が所定値以上の時と所定値未満の時がほぼ同程度に検出される場合であっても異常を検出することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

さらに、相電流検出部 6 0 により U 相 , V 相 , W 相 各相の電流を推定することにより、各相に電流センサを設ける必要なく、インバータ 5 4 の直流母線に設けた電流センサ 5 9 のみで三相全ての電流を検出することが可能となる。

【 0 0 3 9 】

20

また、従来は、実際のモータ制御に使用する下流側の電流センサ（シャント抵抗）の他に、過電流を検出するためだけに上流側にシャント抵抗を設けていた。それに対し、本実施形態 1 では、推定一次電流検出部 5 5 により一次電流検出値を検出することにより、下流側の電流センサ（シャント抵抗） 5 9 のみで過電流を検出することができる。すなわち、インバータ 5 4 の上流側から下流側に貫通電流が流れた場合には最大相に大きな電流が流れて一次電流検出値が大きな値となるため、過電流を検出することができる。その結果、過電流検出専用である上流側のシャント抵抗を無くし、実際にモータ制御に使用している電流センサ（シャント抵抗） 5 9 のみで過電流を検出することが可能となる。

【 0 0 4 0 】

[実施形態 2]

30

次に、本実施形態 2 における電動パワーステアリング装置を図 4 に基づいて説明する。本実施形態 2 は、電源 6 2 の電圧を検出する電圧検出器（図示省略）を設けた点と、推定一次電流算出部 5 6 における推定一次電流の算出の方法が実施形態 1 と異なっている。その他の構成は実施形態 1 と同様であるため、同様の符号を付してここでの説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態 2 における推定一次電流算出部 5 6 は、3 相 - 2 相変換部 5 1 b から出力された 2 相の電流値 $I d$, $I q$ と、PI 制御部 5 1 b から出力されたベクトル制御指令信号 $V d^*$, $V q^*$ と、電圧検出器から出力された電源電圧 $V b a t t$ を入力とする。

【 0 0 4 2 】

40

そして、下記 (2) 式により推定一次電流を算出し、異常監視部 5 7 に出力する。

【 0 0 4 3 】

$$\text{推定一次電流} = (I d \times V d^* + I q \times V q^*) / V b a t t \dots (2)$$

異常監視部 5 7 では、この推定一次電流を用いて実施形態 1 と同様に異常監視を行う。なお、電源電圧 $V b a t t$ は、車両のバッテリー電圧ではなく、制御装置（ECU）5 のバッテリー電圧でもよい。これにより、一般的に、車両の電源よりも ECU 5 の電源の方が制御装置に近い場合、容易に電圧情報を得ることが可能となる。

【 0 0 4 4 】

以上示したように、本実施形態 2 における電動パワーステアリング装置によれば、ベクトル制御指令信号 $V d^*$, $V q^*$ に基づいた推定一次電流を、一次電流検出値との比較に用

50

いているため、実施形態 1 と同様の作用効果を奏する。

【 0 0 4 5 】

[実施形態 3]

次に、本実施形態 3 における電動パワーステアリング装置を図 5 に基づいて説明する。本実施形態 3 は、3 相の PWM デューティ信号 D_u , D_v , D_w を d 軸 , q 軸の PWM デューティ信号 D_d , D_q に変換する 3 相 - 2 相変換部 6 2 を設けた点と、推定一次電流算出部 5 6 における推定一次電流の算出の方法が実施形態 1 と異なっている。その他の構成は実施形態 1 と同様であるため、同様の符号を付してここでの説明を省略する。

【 0 0 4 6 】

本実施形態 3 における推定一次電流算出部 5 6 は、3 相 - 2 相変換部 5 1 b から出力された 2 相の電流値 I_d , I_q と、PWM 制御部 5 3 から出力された PWM デューティ信号 D_u , D_v , D_w を 3 相 - 2 相変換部 6 2 で変換した 2 相の PWM デューティ信号 D_d , D_q を入力とする。

【 0 0 4 7 】

そして、下記 (3) 式により推定一次電流を算出し、異常監視部 5 7 に出力する。

【 0 0 4 8 】

推定一次電流 = ($I_d \times D_d + I_q \times D_q$) / 100 % ... (3)

異常監視部 5 7 では、この推定一次電流を用いて実施形態 1 と同様に異常監視を行う。

【 0 0 4 9 】

以上示したように、本実施形態 3 における電動パワーステアリング装置によれば、ベクトル制御指令信号 V_d^* , V_q^* に応じて算出される d , q 軸の PWM デューティ信号 D_d , D_q に基づいた推定一次電流を、一次電流検出値との比較に用いているため、実施形態 1 , 2 と同様の作用効果を奏する。

【 0 0 5 0 】

以上、本発明において、記載された具体例に対してのみ詳細に説明したが、本発明の技術思想の範囲で多彩な変形および修正が可能であることは、当業者にとって明白なことであり、このような変形および修正が特許請求の範囲に属することは当然のことである。

【 0 0 5 1 】

例えば、実施形態 1 ~ 3 では、直流母線電流から 3 相の電流値 I_u , I_v , I_w を推定したが、3 相全てに電流センサを設け、電流値 I_u , I_v , I_w をそれぞれ検出しても良い。

【 0 0 5 2 】

また、実施形態 1 では、異常判定カウント値を用いて異常を監視する方法を説明したが、単純に、一次電流検出値と推定一次電流とを比較し、その差分絶対値が設定された値を超えた場合に異常と判定してもよい。

【 0 0 5 3 】

ここで、上述した各実施形態から把握される技術的思想であって、特許請求の範囲に記載したもの以外のものについて、その効果とともに以下に記載する。

【 0 0 5 4 】

(1) 請求項 2 記載の電動パワーステアリング装置において、前記差分絶対値が所定値以上の時に増加させる異常判定カウント値は、前記差分絶対値が所定値未満の時に減少させる異常判定カウント値よりも大きい値であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 5 5 】

(1) 記載の技術的思想によれば、異常判定カウント値の重み付けを変えることにより、前記差分絶対値が所定値以上の時と所定値未満の時がほぼ同程度に検出される場合であっても異常を検出することが可能となる。

【 0 0 5 6 】

(2) 請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記モータの U , V , W 各相のうち PWM デューティ信号のオン時間が最も長い最大相の

10

20

30

40

50

P W M デューティ信号がオンされた後であって、オン時間が 2 番目に長い中間相の P W M デューティ信号がオンされるまでの間、または、前記中間相の P W M デューティ信号がオフされた後であって、前記最大相の P W M デューティ信号がオフされるまでの間の前記直流母線電流に基づき、前記最大相の電流を検出することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 5 7 】

(2) 記載の技術思想によれば、U , V , W 各相に電流センサを設けることなく、直流母線に設けられたモータ制御に使用する電流センサのみで最大相の電流を検出することができる。

【 0 0 5 8 】

(3) (2) 記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記モータの U , V , W 各相のうち前記中間相の P W M デューティ信号がオンされた後であって、P W M デューティ信号のオン時間が最も短い最小相の P W M デューティ信号がオンされるまで、または、前記最小相の P W M デューティ信号がオフされた後であって、前記中間相の P W M デューティ信号がオフされるまでの間の前記直流母線電流に基づき、前記最小相の電流を検出することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 5 9 】

(3) 記載の技術思想によれば、U , V , W 各相に電流センサを設けることなく、直流母線に設けられたモータ制御に使用する電流センサのみで最小相の電流を検出することができる。

【 0 0 6 0 】

(4) (3) に記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記最大相の電流および前記最小相の電流に基づき、前記中間相の電流を推定することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 6 1 】

(4) 記載の技術思想によれば、U , V , W 全相の電流の合計が 0 であることを利用することにより、中間相の電流の情報を得ることができる。

【 0 0 6 2 】

(5) 請求項 3 に記載の電動パワーステアリング装置において、前記異常監視部は、所定の周期毎に直流母線電流と推定一次電流との差分絶対値と所定値とを比較し、前記差分絶対値が所定値以上の時異常判定カウント値を増加させ、前記差分絶対値が所定値未満の時異常判定カウント値を減少させるカウント手段と、前記カウント手段によってカウントされる異常判定カウント値に基づいて前記制御装置の異常を判定する異常判定手段と、を有することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 6 3 】

(5) 記載の技術思想によれば、制御装置内に発生するノイズ等により一時的な異常値が検出された場合の誤判断を抑制することができる。

【 0 0 6 4 】

(6) (5) に記載の電動パワーステアリング装置において、前記差分絶対値が所定値以上の時に増加させる異常判定カウント値は、前記差分絶対値が所定値未満の時に減少させる異常判定カウント値よりも大きい値であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 6 5 】

(6) 記載の技術思想によれば、異常判定カウント値の重み付けを変えることにより、前記差分絶対値が所定値以上の時と所定値未満の時がほぼ同程度に検出される場合であっても異常を検出することが可能となる。

【 0 0 6 6 】

(7) 請求項 3 に記載の電動パワーステアリング装置において、前記電源電圧 V b a t t は前記制御装置の電源電圧であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

(7) 記載の技術思想によれば、車両のバッテリー電圧を検出することなく、容易に電源電圧 V_{bat} の情報を得ることが可能となる。

【0068】

(8) 請求項3記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記モータのU、V、W各相のうちPWMデューティ信号のオン時間が最も長い最大相のPWMデューティ信号がオンされた後であって、PWMデューティ信号のオン時間が2番目に長い中間相のPWMデューティ信号がオンされるまでの間、または、前記中間相のPWMデューティ信号がオフされた後であって、前記最大相のPWMデューティ信号がオフされるまでの間の前記直流母線電流に基づき、前記最大相の電流を検出することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

10

【0069】

(8) 記載の技術思想によれば、U、V、W各相に電流センサを設けることなく、直流母線に設けられたモータ制御に使用する電流センサのみで最大相の電流を検出することができる。

【0070】

(9) (8) 記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記モータのU、V、W各相のうち前記中間相のPWMデューティ信号がオンされた後であって、PWMデューティ信号のオン時間が最も短い最小相のPWMデューティ信号がオンされるまで、または、前記最小相のPWMデューティ信号がオフされた後であって、前記中間相のPWMデューティ信号がオフされるまでの間の前記直流母線電流に基づき、前記最小相の電流を検出することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

20

【0071】

(9) 記載の技術思想によれば、U、V、W各相に電流センサを設けることなく、直流母線に設けられたモータ制御に使用する電流センサのみで最小相の電流を検出することができる。

【0072】

(10) (9) 記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記最大相の電流および前記最小相の電流に基づき、前記中間相の電流を推定することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【0073】

(10) 記載の技術思想によれば、U、V、W全相の電流の合計が0であることを利用することにより、中間相の電流の情報を得ることができる。

30

【0074】

(11) 請求項4に記載の電動パワーステアリング装置において、前記異常監視部は、所定の周期毎に直流母線電流と推定一次電流との差分絶対値と所定値とを比較し、前記差分絶対値が所定値以上の時異常判定カウント値を増加させ、前記差分絶対値が所定値未満の時異常判定カウント値を減少させるカウント手段と、前記カウント手段によってカウントされる異常判定カウント値に基づいて前記制御装置の異常を判定する異常判定手段と、を有することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【0075】

(11) 記載の技術思想によれば、制御装置内に発生するノイズ等により一時的な異常値が検出された場合の誤判断を抑制することができる。

40

【0076】

(12) (11) 記載の電動パワーステアリング装置において、前記差分絶対値が所定値以上の時に増加させる異常判定カウント値は、前記差分絶対値が所定値未満の時に減少させる異常判定カウント値よりも大きい値であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【0077】

(12) 記載の技術思想によれば、異常判定カウント値の重み付けを変えることにより、前記差分絶対値が所定値以上の時と所定値未満の時がほぼ同程度に検出される場合であ

50

っても異常を検出することが可能となる。

【 0 0 7 8 】

(1 3) 請求項 4 記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記モータの U , V , W 各相のうち P W M デューティ信号のオン時間が最も長い最大相の P W M デューティ信号がオンされた後であって、 P W M デューティ信号のオン時間が 2 番目に長い中間相の P W M デューティ信号がオンされるまでの間、または、前記中間相の P W M デューティ信号がオフされた後であって、前記最大相の P W M デューティ信号がオフされるまでの間の前記直流母線電流に基づき、前記最大相の電流を検出することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 7 9 】

(1 3) 記載の技術思想によれば、 U , V , W 各相に電流センサを設けることなく、直流母線に設けられたモータ制御に使用する電流センサのみで最大相の電流を検出することができる。

【 0 0 8 0 】

(1 4) (1 3) 記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記モータの U , V , W 各相のうち前記中間相の P W M デューティ信号がオンされた後であって、 P W M デューティ信号のオン時間が最も短い最小相の P W M デューティ信号がオンされるまで、または、前記最小相の P W M デューティ信号がオフされた後であって、前記中間相の P W M デューティ信号がオフされるまでの間の前記直流母線電流に基づき、前記最小相の電流を検出することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 8 1 】

(1 4) 記載の技術思想によれば、 U , V , W 各相に電流センサを設けることなく、直流母線に設けられたモータ制御に使用する電流センサのみで最小相の電流を検出することができる。

【 0 0 8 2 】

(1 5) (1 4) 記載の電動パワーステアリング装置において、前記相電流検出部は、前記最大相の電流および前記最小相の電流に基づき、前記中間相の電流を推定することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【 0 0 8 3 】

(1 5) 記載の技術思想によれば、 U , V , W 全相の電流の合計が 0 であることを利用することにより、中間相の電流の情報を得ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

- S W ... ステアリングホイール
- M ... モータ (3 相 ブラシレスモータ)
- 5 ... 制御装置 (E C U)
- 5 1 ... 指令信号演算部
- 5 2 ... 2 相 - 3 相変換部
- 5 3 ... P W M 制御部
- 5 4 ... インバータ
- 5 6 ... 推定一次電流算出部
- 5 7 ... 異常監視部
- 5 9 ... 電流センサ
- 6 0 ... 相電流検出部
- 6 2 , 6 3 ... 3 相 - 2 相変換部

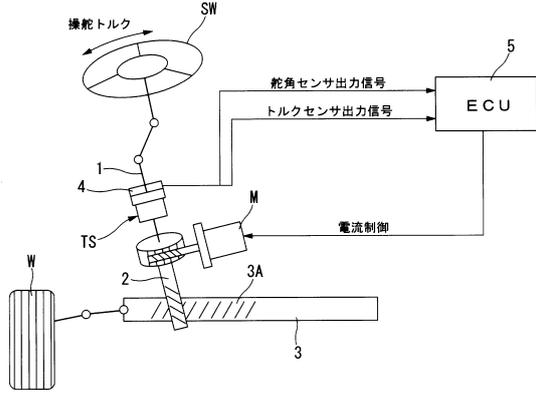
10

20

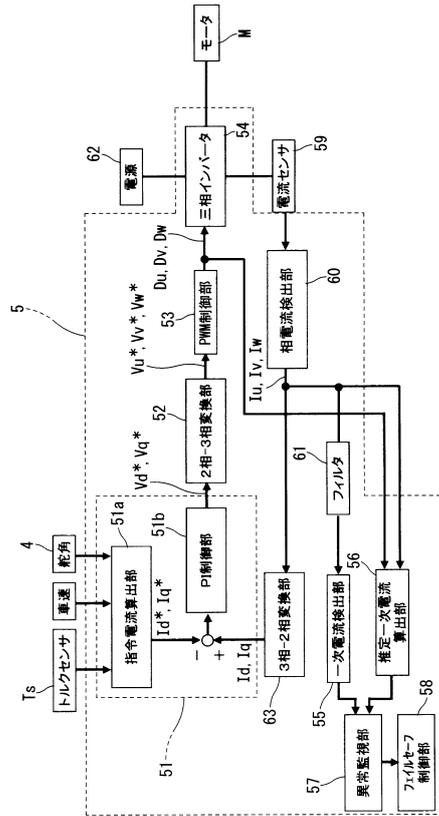
30

40

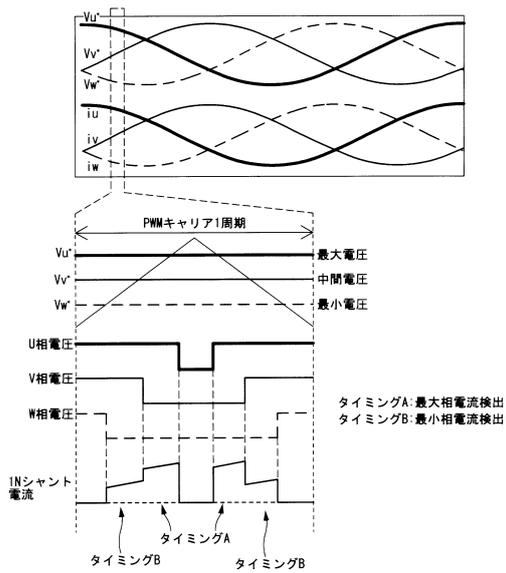
【図1】



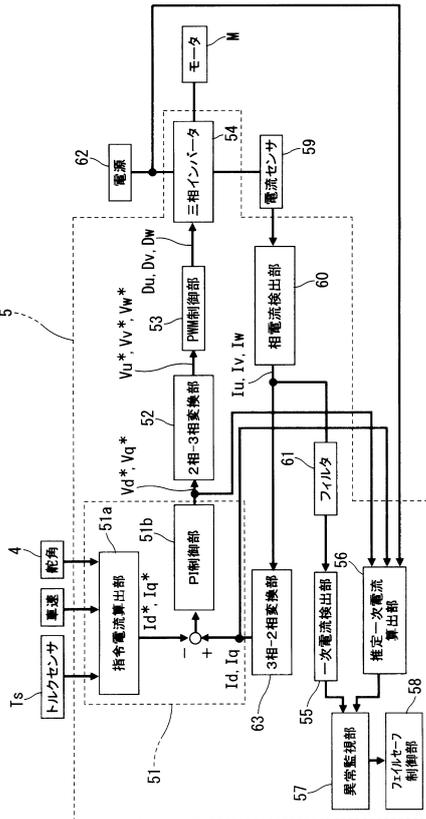
【図2】



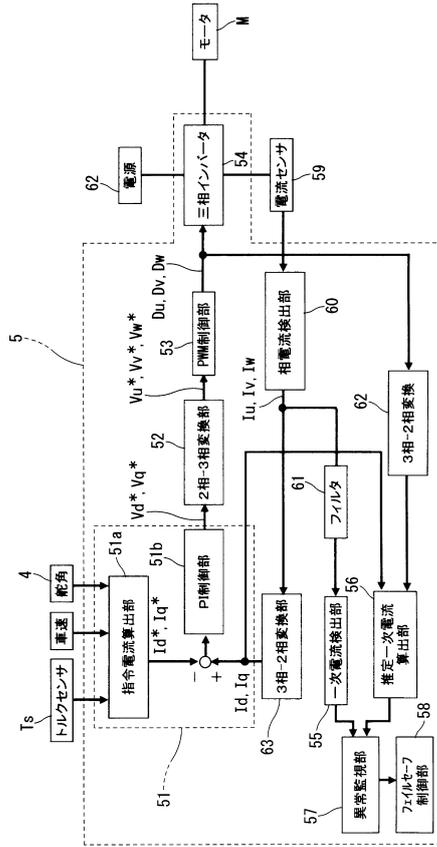
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 101/00 (2006.01) B 6 2 D 113:00
B 6 2 D 113/00 (2006.01) B 6 2 D 119:00
B 6 2 D 119/00 (2006.01)

(72)発明者 吉武 敦
秋田県横手市安本字下御所野 1 - 2 日立オートモティブシステムズステアリング株式会社内

審査官 高橋 祐介

(56)参考文献 特開2009-081930(JP,A)
特開2011-091962(JP,A)
特開2006-271108(JP,A)
特開2010-268629(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 P 2 1 / 0 0
B 6 2 D 5 / 0 4
B 6 2 D 6 / 0 0
H 0 2 P 2 7 / 0 4
H 0 2 P 2 9 / 0 0
B 6 2 D 1 0 1 / 0 0
B 6 2 D 1 1 3 / 0 0
B 6 2 D 1 1 9 / 0 0