

(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2009-274686

(P2009-274686A)

(43) 公開日 平成21年11月26日(2009.11.26)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)
B62D	6/00	(2006.01)	B62D 6/00	3D232
B62D	5/04	(2006.01)	B62D 5/04	3D233
B62D	5/30	(2006.01)	B62D 5/30	5H007
H02M	7/48	(2007.01)	H02M 7/48	M
H02P	25/04	(2006.01)	H02P 5/41	3O1Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-130336 (P2008-130336)  
 (22) 出願日 平成20年5月19日 (2008.5.19)

(71) 出願人 00004204  
 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 100078776  
 弁理士 安形 雄三  
 (74) 代理人 100114269  
 弁理士 五十嵐 貞喜  
 (74) 代理人 100093090  
 弁理士 北野 進  
 (72) 発明者 三浦 友博  
 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内  
 (72) 発明者 小林 伸行  
 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内

最終頁に続く

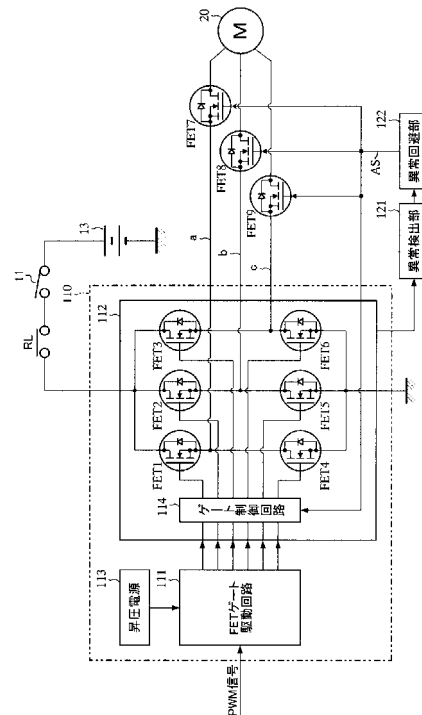
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 インバータに異常が発生してアシストを停止した場合に、閉回路が形成されて運転者が意図しない操舵補助力や電磁ブレーキが発生することを、小型で低コスト、騒音が無く、消費電力の少ない装置で極めて短時間に確実に回避することができると共に、通常操舵時にはより良好な操舵感の得られる操舵補助力を付与することのできる電動パワーステアリング装置を提供する

【解決手段】 少なくとも操舵トルク及び車速に基づいて電流指令値を演算し、前記電流指令値に基づいてステアリング機構に操舵補助力を付与するモータの各相にモータ相電流を供給するインバータを具備した電動パワーステアリング装置において、モータ相電流をモータに供給する各相供給路に第1のFET群を設け、インバータの異常が検出されたときに、インバータを構成する第2のFET群及び第1のFET群をオフにする機能を具備する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくとも操舵トルク及び車速に基づいて電流指令値を演算し、前記電流指令値に基づいてステアリング機構に操舵補助力を付与するモータの各相にモータ相電流を供給するインバータを具備した電動パワーステアリング装置において、前記モータ相電流を前記モータに供給する各相供給路に第 1 の F E T 群を設け、前記インバータの異常が検出されたときに、前記インバータを構成する第 2 の F E T 群及び前記第 1 の F E T 群をオフにする機能を具備した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】

少なくとも操舵トルク及び車速に基づいて電流指令値を演算し、前記電流指令値に基づいてステアリング機構に操舵補助力を付与するモータの各相にモータ相電流を供給するインバータを具備した電動パワーステアリング装置において、前記モータ相電流を前記モータに供給する各相供給路に第 1 の F E T 群を設けると共に、前記インバータの異常を検出する異常検出部と、前記異常検出部が前記異常を検出したときに前記第 1 の F E T 群をオフにすると共に、前記インバータに備えられたゲート制御回路を介して前記インバータを構成する第 2 の F E T 群をオフにする異常回避部とを具備したことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

## 【請求項 3】

前記異常が前記インバータを構成する F E T のショート故障である請求項 1 又は 2 に記載の電動パワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、車両のステアリング系にモータによる操舵補助力を付与するようにした電動パワーステアリング装置に関し、特にモータの各相に相電流を供給するインバータの異常によってアシストを停止したときに、電磁ブレーキが発生することを回避するようにした電動パワーステアリング装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

車両のステアリング装置をモータの回転力で補助負荷付勢（アシスト）する電動パワーステアリング装置は、モータの駆動力を減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に補助負荷付勢するようになっている。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、アシストトルク（操舵補助力）を正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、電流指令値とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的に P W M（パルス幅変調）制御のデュ - ティ比の調整で行っている。

## 【0003】

電動パワーステアリング装置の一般的な構成を図 4 に示して説明すると、ステアリングホイール 1 のコラム軸（ステアリングシャフト）2 は減速ギア 3、ユニバーサルジョイント 4 a 及び 4 b、ピニオンラック機構 5 を経て操向車輪のタイロッド 6 に連結されている。コラム軸 2 には、ステアリングホイール 1 の操舵トルクを検出するトルクセンサ 1 0 が設けられており、ステアリングホイール 1 の操舵力を補助するモータ 2 0 が減速ギア 3 を介してコラム軸 2 に連結されている。電動パワーステアリング装置を制御するコントロールユニット 1 0 0 には、バッテリー 1 3 から電力が供給されると共に、イグニションキー 1 1 を経てイグニションキー信号が入力される。コントロールユニット 1 0 0 は、トルクセンサ 1 0 で検出された操舵トルク T と車速センサ 1 2 で検出された車速 V とに基づいてアシスト（操舵補助）指令の操舵補助指令値（電流指令値）I の演算を行い、演算された操

10

20

30

40

50

舵補助指令値  $I$  に基づいてモータ 20 に供給する電流を制御する。

【0004】

コントロールユニット 100 は主として CPU (又は MPU や MCU) で構成されるが、その CPU 内部においてプログラムで実行される一般的な機能を示すと、図 5 のようになる。

【0005】

図 5 を参照してコントロールユニット 100 の機能及び動作を説明すると、トルクセンサ 10 で検出されて入力される操舵トルク  $T$  及び車速センサ 12 からの車速  $V$  は、操舵補助指令値演算部 101 に入力されて操舵補助指令値  $I_{ref1}$  が演算される。演算された操舵補助指令値  $I_{ref1}$  は操舵系の安定性を高めるための位相補償部 102 で位相補償され、位相補償された操舵補助指令値  $I_{ref2}$  が加算部 103 に入力される。また、操舵トルク  $T$  は応答速度を高めるためのフィードフォワード系の微分補償部 105 に入力され、微分補償された操舵トルク  $T_A$  は加算部 103 に入力され、加算部 103 は操舵補助指令値  $I_{ref2}$  と操舵トルク  $T_A$  を加算する。その加算結果である操舵補助指令値  $I_{ref3}$  は電流制限部 106 に入力され、電流制限部 106 は、操舵補助指令値  $I_{ref3}$  が電流制限部 106 に設定されている最大電流値  $I_{max}$  より大きい場合は、操舵補助指令値  $I_{ref3}$  を最大電流値  $I_{max}$  に制限する。そして、電流制限部 106 の出力である電流指令値  $I_{ref4}$  が減算部 104 に入力される。

10

【0006】

減算部 104 は、電流指令値  $I_{ref4}$  とフィードバックされているモータ電流  $i$  との偏差  $I_{ref5} = (I_{ref4} - i)$  を求め、偏差  $I_{ref5}$  は PI 制御部 107 で PI 制御され、更に PWM 制御部 108 に入力されてデューティを演算され、モータ駆動回路 110 を介してモータ 20 を駆動する。モータ 20 のモータ電流値  $i$  はモータ電流検出手段 (図示せず) で検出され、減算部 104 に入力されてフィードバックされる。

20

【0007】

モータ駆動回路 110 の構成例を図 6 に示して説明すると、モータ駆動回路 110 は PWM 制御部 108 からのパルス幅変調 (PWM) 信号に基づいて電界効果トランジスタ (FET) FET1 ~ FET6 の各ゲートを駆動する FET ゲート駆動回路 111、FET1 ~ FET6 の 3 相ブリッジ回路で構成されるインバータ 112、FET1、FET2 及び FET3 のハイサイド側を駆動する昇圧電源 113 等で構成されている。なお、FET1 ~ FET6 のソース・ドレイン間にはサージ吸収用のダイオードが逆並列に接続されている。インバータ 112 には、バッテリー 13 からイグニッションキー 11 及び電源リレー RL を経て電力が供給されている。インバータ 112 は、直列に接続された FET1 及び FET4 と、同様に直列に接続された FET2 及び FET5 と、直列に接続された FET3 及び FET6 とを備え、これら直列に接続された FET が並列に接続されて構成される。このインバータ 112 の FET1 及び FET4 の接続点、FET2 及び FET5 の接続点並びに FET3 及び FET6 の接続点から、供給路 a、b、c を介してモータ 20 に各相のモータ相電流が供給されるようになっている。

30

【0008】

なお、上述の例では、モータ 20 が 3 相モータである場合を考えているため、インバータ 112 は 6 個の FET1 ~ FET6 で成る 3 相ブリッジ回路を用いているが、モータ 20 が 2 相モータである場合には、インバータ 112 は 4 個の FET で成る Hブリッジ回路を用いる。

40

【0009】

従来このような電動パワーステアリング装置において、電動パワーステアリング装置に故障が検出された場合には、機械式のリレーである電源リレー RL を開状態にするか、或いはモータ相電流の供給路の 2 相に機械式のリレーを設けて、この機械式のリレーを開状態にすることによって、インバータ 112 のブリッジ回路への給電を遮断してモータ 20 の駆動を停止してアシストを停止すると共に、モータ 20 から意図しない操舵補助力が発生するのを回避していた。

50

## 【 0 0 1 0 】

しかし、機械式のリレーを用いていたのでは、動作遅れがあるためにブリッジ回路への給電を直ちに遮断することができない。また、機械式のリレーが大型になってしまう等の問題点があった。これらの問題を解決するために、特許第 3 3 7 5 5 0 2 号公報（特許文献 1）に開示された電動パワーステアリング装置では、ブリッジ回路への給電を開閉する開閉器を F E T で構成している。過電流などの異常状態を検出すると、この F E T をオフにすることによって、ブリッジ回路への給電を極めて短時間に遮断することができるようにしている。

## 【 0 0 1 1 】

また、モータを駆動するブリッジ回路の異常や、ブリッジ回路とモータとの間での短絡や地絡などによって意図しない閉回路が形成され、これによって、モータから意図しない操舵補助力が発生したり、逆にモータが電磁ブレーキとして動作し、運転者の操舵操作を妨げる方向に作用したりする恐れがある。特開 2 0 0 7 - 2 9 5 6 5 8 号公報（特許文献 2）に開示されているモータ制御装置及びこれを用いた電動パワーステアリング装置では、3相ブラシレスモータの中性点と励磁コイル  $L_u \sim L_w$  との間に、電界効果トランジスタ F E T  $u \sim F E T w$  と、これと逆並列に接続されたダイオード  $D_u \sim D_w$  を設けるようにしている。モータ制御装置に異常を検出した場合には、3相ブラシレスモータを停止すると共に、電界効果トランジスタ F E T  $u \sim F E T w$  を開放状態にすることによって、閉回路が形成されることを回避するようにしている。

## 【 0 0 1 2 】

更に、特許第 3 4 2 7 8 7 6 号公報（特許文献 3）に開示されている電動パワーステアリング装置では、ブラシレスモータの中性点にスイッチ手段（リレー回路）を設けている。そして、ブリッジ回路に故障が生じた場合には、スイッチ手段の開閉により、モータ駆動電流の閉ループを遮断するようにしている。

【特許文献 1】特許第 3 3 7 5 5 0 2 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 2 9 5 6 5 8 号公報

【特許文献 3】特許第 3 4 2 7 8 7 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 3 】

特許文献 1 に記載の電動パワーステアリング装置は、過電流等の異常を検出した場合に、リレーの代わりに対向する F E T（半導体リレー）をオフにしてブリッジ回路への給電を遮断してアシストを停止するものである。しかし、インバータ等の異常発生時に形成される閉回路を遮断して、運転者が意図しない操舵補助力や電磁ブレーキが発生することを回避できるものではない。

## 【 0 0 1 4 】

また、特許文献 2 に記載のモータ制御装置及びこれを用いた電動パワーステアリング制御装置では、モータ内部に電界効果トランジスタ F E T  $u \sim F E T w$  を設けるために、モータ内部に基板を実装する必要があり、モータが大型化するという問題がある。更に、電界効果トランジスタ F E T  $u \sim F E T w$  を制御するために、モータとコントロールユニットの間に信号線が必要になり、モータ及びコントロールユニットのコネクタの大型化、ハーネス増による信頼性の悪化の問題の他、モータ内部が高温になるため部品劣化が早く、信頼性が悪化するという問題がある。

## 【 0 0 1 5 】

特許文献 3 に記載の電動パワーステアリング装置では、閉ループ開放用のスイッチ手段としてリレー回路を使用しており、異常を検出してから直ちに閉ループを開放することができないという問題がある。また、大きなアシスト電流を必要とする大型車等では、リレー回路が大きくなってしまいう問題がある。

## 【 0 0 1 6 】

また、モータ相電流の供給路の 2 相に半導体リレーを設けるようにした場合、2 相それ

10

20

30

40

50

それに2個のFETが必要になり、合計4個のFETが必要になる。そのため、コントロールユニットが大型化してしまうという問題がある。

【0017】

本発明は上述のような事情によりなされたものであり、本発明の目的は、インバータに異常が発生してアシストを停止した場合に、閉回路が形成されて運転者が意図しない操舵補助力や電磁ブレーキが発生することを、小型で低コスト、騒音が無く、消費電力の少ない装置で極めて短時間に確実に回避することができると共に、通常操舵時にはより良好な操舵感の得られる操舵補助力を付与することのできる電動パワーステアリング装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明は、少なくとも操舵トルク及び車速に基づいて電流指令値を演算し、前記電流指令値に基づいてステアリング機構に操舵補助力を付与するモータの各相にモータ相電流を供給するインバータを具備した電動パワーステアリング装置に関し、本発明の上記目的は、前記モータ相電流を前記モータに供給する各相供給路に第1のFET群を設け、前記インバータの異常が検出されたときに、前記インバータを構成する第2のFET群及び前記第1のFET群をオフにする機能を具備したことによって達成される。

【0019】

本発明は、少なくとも操舵トルク及び車速に基づいて電流指令値を演算し、前記電流指令値に基づいてステアリング機構に操舵補助力を付与するモータの各相にモータ相電流を供給するインバータを具備した電動パワーステアリング装置に関し、本発明の上記目的は、前記モータ相電流を前記モータに供給する各相供給路に第1のFET群を設けると共に、前記インバータの異常を検出する異常検出部と、前記異常検出部が前記異常を検出したときに前記第1のFET群をオフにすると共に、前記インバータに備えられたゲート制御回路を介して前記インバータを構成する第2のFET群をオフにする異常回避部とを具備したことによって、或いは前記異常が前記インバータを構成するFETのショート故障であることによって達成される。

【発明の効果】

【0020】

本発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、モータ相電流をモータに供給する供給路にFETを設け、インバータに異常が発生した場合に、インバータを構成するFET及び供給路に設けられたFETをオフするようにしている。そのため、インバータの故障によって閉回路が形成され、運転者が意図しない操舵補助力や電磁ブレーキが発生することを確実に回避することができると共に、各供給路にFETを設けているため回路のバランスが良く、通常操舵時にはより良好な操舵感の得られる操舵補助力を付与することができる。

【0021】

閉回路の形成を回避するために、リレー回路ではなく高速スイッチング素子であるFETを用いているので、閉回路が形成するのを極めて短時間に回避することができると共に、電動パワーステアリング装置の小型化を図ることができる。また、リレー回路の駆動による作動音が解消でき、更に、リレー駆動コイルに流す電流が不要になるため、消費電力量を低く抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明に係る電動パワーステアリング装置では、モータ相電流をモータに供給する各相供給路にFETを設けており、インバータに異常が検出されてアシストを停止するとき、インバータを構成するFET及び供給路に設けられたFETの全てをオフすることによって閉回路を遮断し、運転者が意図しない操舵補助力や電磁ブレーキが発生することを回避するようにしている。

【0023】

10

20

30

40

50

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。

【0024】

図1は、本発明に係る電動パワーステアリング装置において、インバータ112に異常が発生し、アシストを停止した場合に形成される閉回路を遮断するためのモータ駆動系の構成を示す回路結線図である。本発明に係る電動パワーステアリング装置では、インバータ112からモータ20に供給されるモータ相電流の供給路a、b、cに、それぞれ1つずつスイッチング手段としてFET7、FET8、FET9（第1のFET群）を設けている。FET7～FET9のソース・ドレイン間にはサージ吸収用のダイオードが逆並列に接続されている。更に本発明に係る電動パワーステアリング装置は、インバータ112を構成するFET1～FET6（第2のFET群）のショート故障等の異常を検出する異常検出部121と、異常検出部121が異常を検出したときにアシスト停止信号ASを出力し、供給路a、b、cに設けられたFET7～FET9をオフにすると共に、インバータ112内に設けられたゲート制御回路114を介してインバータ112を構成するFET1～FET6をオフにする異常回避部122とを具備しており、インバータ112には、異常回避部122からのアシスト停止信号ASを入力したときにFET1～FET6を同時にオフにするゲート制御回路114が備えられている。本発明に係る電動パワーステアリング装置のこれ以外の構成は、図4、図5及び図6に示される電動パワーステアリング装置の構成と同様である。従って、インバータ112内のゲート制御回路114にアシスト停止信号ASが入力されていない場合、FETゲート駆動回路111からのデューティ信号がゲート制御回路114を経てFET1～FET6に入力され、更に、FET7～FET9を経てモータ20が駆動される。

10

20

【0025】

本発明に係る電動パワーステアリング装置によると、異常検出部121はインバータ112を構成するFET1～FET6のショート故障等に関する異常の検出を行う。異常検出部121が異常を検出するとアシスト停止信号ASを出力し、供給路a、b、cに設けられたFET7～FET9をオフにすると共に、ゲート制御回路114を介してインバータ112を構成するFET1～FET6をオフにする。これによって、インバータ112を構成するFETがショート故障を起こすことによって形成される閉回路を遮断し、運転者が意図しない操舵補助力や電磁ブレーキが発生することを回避することができる。

【0026】

なお、異常回避部122によってFET1～FET6及びFET7～FET9がオフされると、モータ20を流れる電流経路が遮断されるため、モータ20には電流が流れなくなり、アシストは停止される。

30

【0027】

例えば図2に示されるように、インバータ112のFET1がショート故障を起こした場合、FET2、FET7、FET8を通る経路で閉回路Aが形成される。閉回路Aが形成されると、モータ20の誘起電圧によって運転者が意図しない電磁ブレーキが発生する恐れがある。しかし、本発明に係る電動パワーステアリング装置では、異常検出部121がFET1のショート故障を検出すると、異常回避部122はアシスト停止信号ASを出力して供給路a、b、cに設けられたFET7～FET9をオフにすると共に、ゲート制御回路114を介してインバータ112を構成するFET1～FET6をオフにする。これによって、意図しない電磁ブレーキが発生することが回避される。

40

【0028】

また、図3に示されるように、インバータ112のFET4がショート故障を起こした場合、FET5、FET7、FET8を通る経路で閉回路Bが形成される。閉回路Bが形成されると、モータ20の誘起電力によって運転者が意図しない電磁ブレーキが発生する恐れがある。しかし、本発明に係る電動パワーステアリング装置では、異常検出部121がFET4のショート故障を検出すると、異常回避部122はアシスト停止信号ASを出力して供給路a、b、cに設けられたFET7～FET9をオフにすると共に、ゲート制御部114を介してインバータ112を構成するFET1～FET6をオフにする。これ

50

によって、意図しない電磁ブレーキが発生することが回避される。

【0029】

上述の実施形態では、モータ20が3相モータである場合を示したため、モータ相電流の供給路が3つあり、3つの供給路に1つずつFETを設けるようにしている。モータ20が2相モータである場合には、モータ相電流の供給路は2つになり、2つの供給路に1つずつFETを設けるようにすれば良い。

【0030】

以上、本発明の実施形態について具体的に説明してきたが、本発明はこれに限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】インバータに異常が発生した場合に形成される閉回路を遮断するためのモータ駆動系の構成を示す回路結線図である。

【図2】インバータのFET1がショート故障を起こした場合に形成される閉回路Aを説明するための回路結線図である。

【図3】インバータのFET4がショート故障を起こした場合に形成される閉回路Bを説明するための回路結線図である。

【図4】一般的な電動パワーステアリング装置の構成例を示す図である。

【図5】従来の電動パワーステアリング装置のコントロールユニットの構成例を示すブロック図である。

【図6】モータ駆動回路の構成例を示す結線図である。

【符号の説明】

【0032】

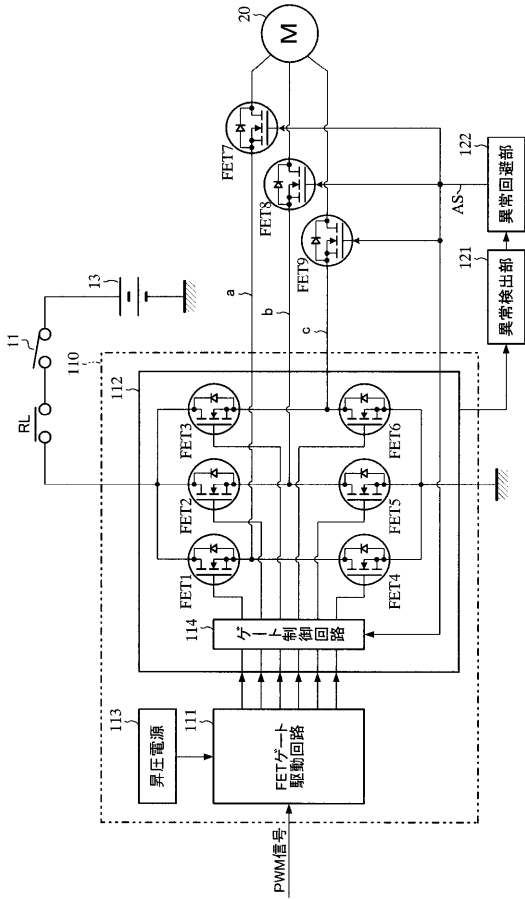
20	モータ
110	モータ駆動回路
111	FETゲート駆動回路
112	インバータ
113	昇圧電源
114	ゲート制御回路
121	異常検出部
122	異常回避部

10

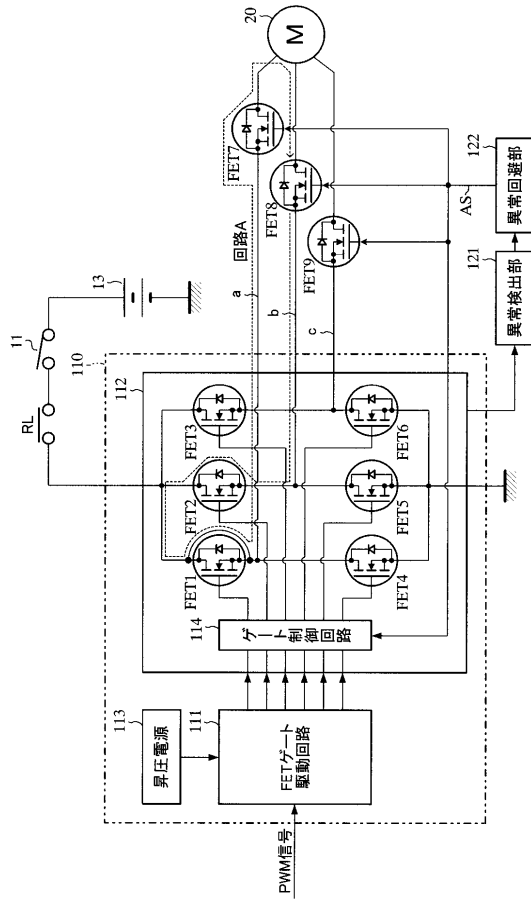
20

30

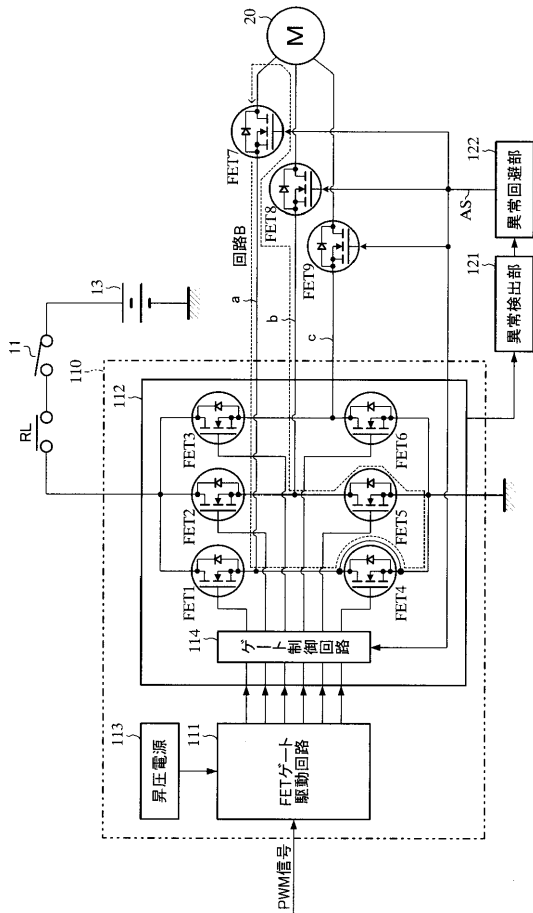
【図1】



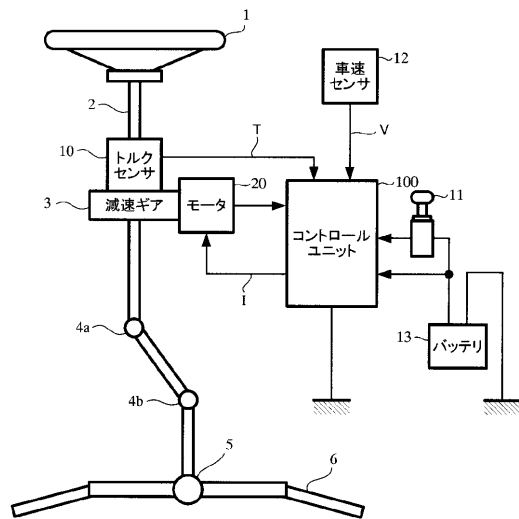
【図2】



【図3】

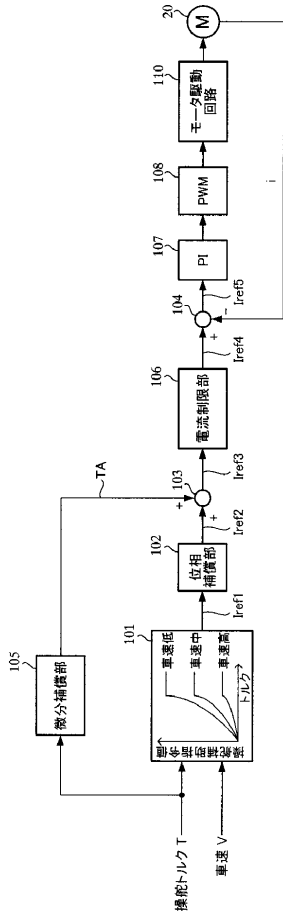


【図4】

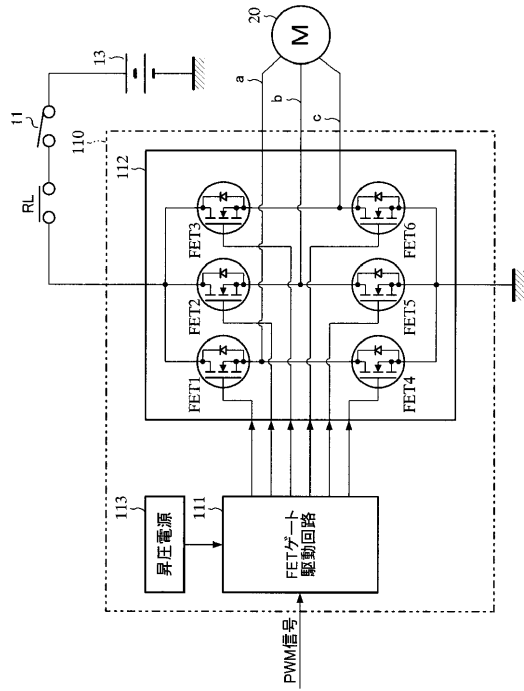




【図5】



【図6】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード(参考)
<b>H 0 2 P 27/06</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 2 D 101:00	
B 6 2 D 101/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00	
B 6 2 D 119/00	(2006.01)		

Fターム(参考)	3D232	CC32	CC50	DA15	DA23	DA64	DD10	DD17	DD18	DE09	EC23
	3D233	CA03	CA13	CA16	CA20	CA21	CA31	MA04			
	5H007	AA06	AA17	BB06	CA02	CB02	CC06	CC07	DA05	DC02	EA02
		FA03	FA14	FA19							
	5H505	AA19	CC02	DD05	DD08	EE49	GG04	HA09	HA20	HB02	JJ02
		KK04	KK05	LL22	MM02						