

(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2010-30489

(P2010-30489A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.
B62D 5/04 (2006.01)F1
B62D 5/04テーマコード (参考)
3D233

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2008-196021 (P2008-196021)
(22) 出願日 平成20年7月30日 (2008.7.30)(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人 100084412
弁理士 永井 冬紀
(72) 発明者 越智 健太郎
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72) 発明者 金澤 拓朗
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72) 発明者 三島 彰
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

最終頁に続く

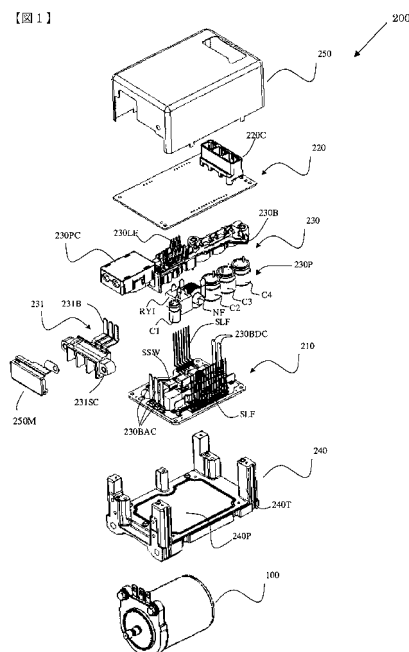
(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング用制御装置および電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 小型で信頼性の高い電動パワーステアリング用制御装置および電動パワーステアリング装置を提供すること。

【解決手段】 電動機を一体に保持する電動パワーステアリング用制御装置は、電動機を駆動するスイッチング素子を実装するパワー基板と、パワー基板と対向配置され、スイッチング素子に制御信号を伝達し、該スイッチング素子のスイッチングを制御する制御基板と、電源から直流電流が供給され、該直流電流をスイッチング素子に供給する直流電流系導体と、直流電流系導体と電氣的に接続された平滑コンデンサとを備える。そして、直流電流系導体と平滑コンデンサは、パワー基板と制御基板との間に配置される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電動機を一体に保持する電動パワーステアリング用制御装置であって、
前記電動機を駆動するスイッチング素子を実装するパワー基板と、
前記パワー基板と対向配置され、前記スイッチング素子に制御信号を伝達し、該スイッチング素子のスイッチングを制御する制御基板と、
電源から直流電流が供給され、該直流電流を前記スイッチング素子に供給する直流電流系導体と、
前記直流電流系導体と電氣的に接続された平滑コンデンサとを備え、
前記直流電流系導体と前記平滑コンデンサは、前記パワー基板と前記制御基板との間に配置されることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、
前記直流電流系導体は、板状導体であり、樹脂でモールドされていることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、
前記パワー基板は、一方の端部に直流入力端子を備え、他方の端部に交流出力端子を備え、
前記直流電流系導体は、一方の端部に電源からの入力端子を備え、他方の端部に直流出力端子を備え、
前記平滑コンデンサは、前記直流電流系導体の前記入力端子と前記直流出力端子との間において前記直流電流系導体に取り付けられ、
前記パワー基板と前記直流電流系導体は、前記パワー基板の前記直流入力端子と前記直流電流系導体の前記直流出力端子とを電源系リード端子を介して接続することにより、対向するように配置されることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、
前記パワー基板は、前記交流出力端子と前記スイッチング素子との間に設けられる継電器を含む背の高い部品を実装する領域と、前記背の高い部品を実装しない領域に分割し、
前記直流電流系導体は、前記直流電流系導体に取り付けられた前記平滑コンデンサが前記背の高い部品を実装しない領域側に来るように配置されることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、
前記平滑コンデンサは電解コンデンサであり、前記直流電流系導体に溶接により固定されることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

【請求項 6】

請求項 3 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、
前記パワー基板は、3 相を構成する複数のスイッチング素子間の接続に使用されるジャンパーリードを含む背の高い部品を実装する領域と、前記背の高い部品を実装しない領域に分割し、
前記直流電流系導体は、前記直流電流系導体に取り付けられた前記平滑コンデンサが前記背の高い部品を実装しない領域側に来るように配置されることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

40

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、
前記パワー基板上において、3 相の各相を構成する直列に接続される 2 つのスイッチング素子と、この 2 つのスイッチング素子に並列に設けられるコンデンサとを、前記ジャンパーリードを介しない前記パワー基板に密着する配線によってループを形成するように接

50

続し、

前記パワー基板の前記スイッチング素子を実装する面とは反対の面に金属部材を接するようにして設けることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、

前記制御基板と前記パワー基板との間で制御信号を受受する複数の信号系リード端子を設け、

前記複数の信号系リード端子は、前記パワー基板の一方の辺と対向する他方の辺に沿ってそれぞれ配置された一対のリード群であることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

10

【請求項 9】

請求項 8 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、

前記制御基板は、前記パワー基板を保持する部材から立設した金属製支柱で保持することを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

【請求項 10】

請求項 3 または請求項 8 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、

前記電源系リード端子または前記信号系リード端子に、応力緩和部を設けることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

【請求項 11】

請求項 3 に記載の電動パワーステアリング用制御装置において、

前記電源系リード端子は焼きなまし材を使用し、さらに応力緩和部を設けることを特徴とする電動パワーステアリング用制御装置。

20

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の電動パワーステアリング用制御装置と、

前記電動パワーステアリング用制御装置に一体に保持される電動機とを備え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 13】

請求項 12 に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記電動機の回転軸を前記パワー基板の前記スイッチング素子の実装面と略平行とすることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

30

【請求項 14】

請求項 13 に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記電動機の円筒側部が前記パワー基板に隣接して配置されてい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 15】

請求項 12 ~ 14 のいずれかに記載の電動パワーステアリング装置において、

前記電動パワーステアリング用制御装置の前記電動機の回転軸方向と直交する方向の幅は、前記電動機の円筒外径より小さい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】

40

【0001】

本発明は、電動パワーステアリング用制御装置および電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両用の電動パワーステアリング用制御装置とモータは、車種に応じた車両搭載位置に柔軟に対応するため、小型化することが求められる。この要求に対応するためにモータと電動パワーステアリング用制御装置を一体化した電動パワーステアリング装置が提案されている（特許文献 1）。

【0003】

50

【特許文献１】特開２００７－３０６５２号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、特許文献１に記載の電動パワーステアリング制御装置は、単にモータと電動パワーステアリング用制御装置を一体化しただけのもので、電動パワーステアリング用制御装置自体が十分に小型化されていない。従って、車種に応じた車両搭載位置に柔軟に対応するために小型化するというのに、必ずしも十分に答えていない。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

10

請求項１の発明は、電動機を一体に保持する電動パワーステアリング用制御装置に適用され、電動機を駆動するスイッチング素子を実装するパワー基板と、パワー基板と対向配置され、スイッチング素子に制御信号を伝達し、該スイッチング素子のスイッチングを制御する制御基板と、電源から直流電流が供給され、該直流電流をスイッチング素子に供給する直流電流系導体と、直流電流系導体と電氣的に接続された平滑コンデンサとを備え、直流電流系導体と平滑コンデンサは、パワー基板と制御基板との間に配置されることを特徴とするものである。

請求項１２の発明は、電動パワーステアリング装置に適用され、請求項１に記載の電動パワーステアリング用制御装置と、電動パワーステアリング用制御装置に一体に保持される電動機とを備えることを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

【０００６】

本発明によれば、小型で信頼性の高い電動パワーステアリング用制御装置および電動パワーステアリング装置を得る事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００７】

以下、図１～図１２を用いて、本発明の実施形態による電動パワーステアリング用制御装置および電動パワーステアリング装置を説明する。図１～図９は、モータの駆動を制御する電動パワーステアリング用制御装置の構造および動作を説明する図であり、図１０は、電動パワーステアリング用制御装置の組立について説明する図であり、図１１は、電動パワーステアリング用制御装置をモータに搭載する状態を示す図であり、図１２は電動パワーステアリングの装置を説明する図である。

30

【０００８】

最初に、図１～図３を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の構造について説明する。図１は本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の構造を示す分解斜視図であり、図２は、電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュール２１０とＤＣ導体モジュール２３０と制御モジュール２２０の構造を示す側面図であり、図３は、パワーモジュール２１０の斜視図である。

【０００９】

40

図１に示すように、電動パワーステアリング用制御装置（以下、モータ制御装置とも言う）２００は、ＤＣ導体モジュール２３０、ＡＣ導体モジュール２３１、パワーモジュール２１０、制御モジュール２２０、カバー２５０、金属製筐体２４０、とを備えている。

【００１０】

ＤＣ導体モジュール２３０は、電力線となるバスバ２３０Ｂ、バッテリーＢＡ（図４）から電力が供給される電源端子台２３０ＰＣ、信号線となるリードフレーム２３０ＬＦが樹脂によりモールド成形されており、バスバ２３０Ｂおよび電源端子台２３０ＰＣは一体成形されている。また、ＤＣ導体モジュール２３０には、ノーマルフィルタＮＦや電解コンデンサＣ１などのフィルタ素子や、回路保護用のリレーＲＹ１や、モータ１００の駆動電力を授受する電解コンデンサＣ２、Ｃ３、Ｃ４が取り付けられている。これらの素子とバスバ２３０Ｂは、ＴＩＧ溶接（アーク溶接）により固定される。

50

【 0 0 1 1 】

A C 導体モジュール 2 3 1 は、電力線となるバスバ 2 3 1 B が、モータ 1 0 0 へ電力を供給するモータ端子台 2 3 1 S C と一体成形されている。

【 0 0 1 2 】

パワーモジュール 2 1 0 は、金属ベース上に絶縁層を介して配線パターンが形成され、その上に、M O S F E T などの半導体スイッチング素子 S S W や抵抗体からなるインバータが取り付けられている。パワーモジュール 2 1 0 には、複数の信号用リードフレーム S L F およびパワーリードフレーム 2 3 0 B D C (図 4 の 2 3 0 B P 、 2 3 0 B N) 、 2 3 0 B A C (図 4 の 2 3 0 B U 、 2 3 0 B V 、 2 3 0 B W) を取り付ける信号用端子、直流入力用端子、交流出力用端子が設けられ、各リードフレームの一端が半田付けにより固定されている。

10

【 0 0 1 3 】

信号用リードフレーム S L F は、パワーモジュール 2 1 0 と制御モジュール 2 2 0 を電氣的に接続するために用いられる。パワーリードフレーム 2 3 0 B D C 、 2 3 0 B A C は、それぞれ、パワーモジュール 2 1 0 と D C 導体モジュール 2 3 0 のバスバ 2 3 0 B およびパワーモジュール 2 1 0 と A C 導体モジュール 2 3 1 のバスバ 2 3 1 B を電氣的に接続するために用いられる。

【 0 0 1 4 】

制御モジュール 2 2 0 は、プリント基板上に C P U や、ドライバ回路や昇圧回路などの複数の機能を集積したカスタム I C (A S I C) などが取り付けられている。図 1 の状態では、基板の下側の面に、C P U やカスタム I C (A S I C) などが取り付けられている。また、制御モジュール 2 2 0 には、信号コネクタ 2 2 0 C が取り付けられている。

20

【 0 0 1 5 】

金属製筐体 2 4 0 は、パワーモジュールを接続するための放熱面 2 4 0 P と、支柱 2 4 0 T により構成されている。パワーモジュール 2 1 0 で発生した熱は、パワーモジュール 2 1 0 の下面に接する放熱面 2 4 0 P を介して金属製筐体 2 4 0 に蓄えられ、放熱される。支柱 2 4 0 T は、モータ制御装置 2 0 0 とモータ 1 0 0 をネジ等によって機械的、電氣的に接続する固定部であり、且つ、金属製筐体 2 4 0 の熱を、モータ 1 0 0 を介して搭載車両に放熱する熱伝達経路である。

【 0 0 1 6 】

カバー 2 5 0 および金属製筐体 2 4 0 は、アルミ製である。組立時には、金属製筐体 2 4 0 にパワーモジュール 2 1 0 がネジ止めされる。次に、D C 導体モジュール 2 3 0 および A C 導体モジュール 2 3 1 がパワーモジュール 2 1 0 の上部に配置され、金属製筐体 2 4 0 にそれぞれネジ止めされる。また、パワーリードフレーム 2 3 0 B D C 、 2 3 0 B A C の他端が D C 導体モジュール 2 3 0 および A C 導体モジュール 2 3 1 の各バスバに T I G 溶接される。

30

【 0 0 1 7 】

次に、D C 導体モジュール 2 3 0 および A C 導体モジュール 2 3 1 の上部に、制御モジュール 2 2 0 が配置され、同じく金属製筐体 2 4 0 にネジ止めされる。そして、信号用リードフレーム S L F の他端が制御モジュール 2 2 0 の端子と半田付けされる。最後に、カバー 2 5 0 を金属製筐体 2 4 0 にかしめることにより、モータ制御装置 2 0 0 が製造される。

40

【 0 0 1 8 】

図 2 は、本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュール 2 1 0 と D C 導体モジュール 2 3 0 と制御モジュール 2 2 0 の構造を示す側面図である。また、図 3 は、本発明の一実施形態によるパワーモジュール 2 1 0 の斜視図である。なお、図 1 と同一符号は、同一部品を示している。

【 0 0 1 9 】

パワーモジュール 2 1 0 は、半導体スイッチング素子 S S W やシャント抵抗など、背丈の低い部品と、リレー (継電器) R Y 2 、 R Y 3 やジャンパリード J L など、背丈の高い

50

部品が実装されている。また、DC導体モジュール230は、電解コンデンサC1、C2、C3、C4やリレーRY1、ノーマルフィルタNFなど、大型で背丈の高い部品が実装されている。モータ制御装置200の高さ寸法を低くするため、パワーモジュール210とDC導体モジュール230の、上述した背丈の高い部品同士は、お互いが干渉しないように配置されている。

【0020】

すなわち、パワーモジュール210は、DC導体モジュール230と干渉しないエリアA1に、リレーRY2、RY3やジャンパリードJLなど、上述した背丈の高い部品を実装している。また、DC導体モジュール230は、パワーモジュール210の背丈の低い部品が実装されたエリアA2の上部に位置しており、パワーモジュール210と制御モジュール220の間にロフト状に配置されている。エリアA2には、背丈の高い部品は実装されていない。これらにより、部品間の干渉を避けることにより、モータ制御装置200の高さ寸法を低くしている。

10

【0021】

図4は本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の回路構成を示す回路図である。なお、図1と同一符号は、同一部分を示している。

【0022】

モータ制御装置200は、パワーモジュール210と、制御モジュール220と、DC導体モジュール230と、AC導体モジュール231とを備えている。

20

【0023】

DC導体モジュール230は、電力線となるバスバ230Bが樹脂モールドにより一体成形されている。図中、太い実線部分はバスバを示している。DC導体モジュール230においては、ノーマルフィルタ(コイル)NF、電解コンデンサC1、C2、C3、C4、リレーRY1が、電源であるバッテリーBAと接続されるとともに、パワーモジュール210のMOSFETなどの半導体スイッチング素子SSWのドレイン端子とソース端子を接続するバスバすなわち板状の導体に、パワーリードフレーム230BP、230BNを介して図示のように接続されている。

【0024】

リレーRY1は電源電流の過電流保護用である。また、いずれのリレーも過電流の状態で回路を遮断する。リレーRY1は、電解コンデンサへの突入電流を防止するため、電解コンデンサC1、C2、C3、C4よりもバッテリーBA側に実装されている。即ち、電解コンデンサC1、C2、C3、C4はDC導体モジュールに実装可能となり、パワーモジュールからの熱を受けにくくなり、長寿命化がなされる。

30

【0025】

電解コンデンサC2、C3、C4はバッテリーBAから供給される電流を蓄電すると共に、半導体スイッチング素子SSWの動作に応じてモータ100に電力を供給する平滑用コンデンサである。ノーマルフィルタNFとコンデンサC1はフィルタを構成し、ノイズの放出や進入、特に半導体スイッチング素子SSWの動作による電源ラインの電圧脈動の影響を抑え、ラジオノイズの影響を低減する働きをする。ラジオノイズ低減構成に関しては図9に後述する。さらにセラミックコンデンサCC1、CC2、CC3は半導体スイッチング素子SSWのスパイクノイズを抑え、半導体スイッチング素子SSWのサージ電圧を吸収する働きをする。スパイクノイズ低減構成に関しては図8に後述する。

40

【0026】

また、図4中、二重丸で示す部分は、溶接接続部を示している。たとえば、ノーマルフィルタNFの2個の端子は、バスバの端子に溶接により接続されている。また、電解コンデンサC1、C2、C3、C4のそれぞれ2個の端子、リレーRY1の2個の端子、パワーリードフレーム230BP、230BNのバスバ230B側の端子も、それぞれ、バスバ端子に溶接により接続されている。

【0027】

また、図4中バツ印を丸で囲った部分は、ネジ止め箇所を示している。たとえば、バッ

50

テリ B A の電源配線と D C 導体モジュール 2 3 0 のバスバ 2 3 0 B はネジ止めによって電氣的に接続されている。また、バッテリー B A のマイナス側配線と接続されるバスバ 2 3 0 B のマイナス側配線は、モータ制御装置 2 0 0 の金属製筐体 2 4 0 とネジ止めによって電氣的に接続されている。

【 0 0 2 8 】

A C 導体モジュール 2 3 1 は、モータ 1 0 0 にモータ電流を供給する電力線となるバスバ 2 3 1 B が樹脂モールドにより一体成形されている。A C 導体モジュール 2 3 1 は、パワーリードフレーム 2 3 1 B U、2 3 1 B V、2 3 1 B W を介してパワーモジュール 2 1 0 と図示のように接続されている。また、D C 導体モジュール 2 3 0 と同様に、パワーリードフレーム 2 3 1 B U、2 3 1 B V、2 3 1 B W のバスバ 2 3 1 B 側の端子も、それぞれバスバ端子に溶接により接続されている。また、バスバ 2 3 1 B はモータの三相電力線とネジによって接続されている。また金属製のモータ筐体とモータ制御装置 2 0 0 の金属製筐体 2 4 0 もネジによって接続されている。

【 0 0 2 9 】

制御モジュール 2 2 0 は、C P U 2 2 2 およびドライバ回路 2 2 4 を備えている。C P U 2 2 2 は、トルクセンサ T S によって検出されたトルクや、レゾルバ 1 5 6 によって検出されたモータ 1 0 0 の回転位置に基づいて、パワーモジュール 2 1 0 の半導体スイッチング素子 S S W を制御する。すなわち導通や遮断を行う制御信号を、ドライバ回路 2 2 4 に出力する。ドライバ回路 2 2 4 は、C P U 2 2 2 から供給される制御信号に基づいて、パワーモジュール 2 1 0 の半導体スイッチング素子 S S W を制御する。

【 0 0 3 0 】

パワーモジュール 2 1 0 からモータ 1 0 0 に供給されるモータ電流は、モータ電流の検出素子である抵抗（シャント抵抗）D R 1、D R 2、D R 3 によって検出され、増幅器 A P 1、A P 2、A P 3 によってそれぞれ増幅された上、C P U 2 2 2 に入力する。C P U 2 2 2 は、モータ電流が目標値となるようにフィードバック制御する。また、モータ 1 0 0 に供給される全相電流は、検出素子である抵抗（シャント抵抗）D R 4 によって検出され、増幅器 A P 4 によって増幅された上、C P U 2 2 2 に入力する。

【 0 0 3 1 】

C P U 2 2 2 は外部のエンジンコントロールユニット E C U 等と C A N 等により接続されており、情報の授受を行える構成となっている。また、ドライバ回路 2 2 4 を含むカスタム I C （ A S I C ） 2 2 4 A は、昇圧回路、マイコン電源回路、電流センス用アンプ、C A N 通信回路等を 1 つの I C に集積する事で、制御モジュール 2 2 0 の小型化がなされている。

【 0 0 3 2 】

ここで、図 4 中、印は、リードフレームを用いて半田付けにより接続された部分を示している。リードフレームを用いる事により、応力を緩和する構造としている。リードフレームの形状等については、図 1 0 を用いて後述する。制御モジュール 2 2 0 と、パワーモジュール 2 1 0 若しくは導体モジュール 2 3 0 との電氣的接続部には、リードフレームを用いた半田付け接続が用いられている。

【 0 0 3 3 】

パワーモジュール 2 1 0 は、M O S F E T などの 6 個の半導体スイッチング素子 S S W を備えている。半導体スイッチング素子 S S W は、3 相（U 相、V 相、W 相）の各相毎に、上アームと下アームにそれぞれ直列接続されている。ここで、パワーリードフレーム 2 3 0 B P、2 3 0 B N、2 3 1 B U、2 3 1 B V、2 3 1 B W とパワーモジュール 2 1 0 は半田付けにより電氣的に接続されている。すなわち、D C 導体モジュール 2 3 0 からパワーモジュール 2 1 0 と A C 導体モジュール 2 3 1 を介して、モータ 1 0 0 にモータ電流が供給されるが、この電流は、たとえば、1 0 0 A の大電流である。

【 0 0 3 4 】

そこで、大電流を流す事ができ、しかも、応力を緩和できる構造として、たとえば銅の焼きなまし材により接続している。この詳細については、図 7 を用いて後述する。また、

パワーモジュール 210 はリレー RY2、RY3 を備えている。リレー RY2、RY3 は、たとえば 100A の大電流が流れるため、発熱量が大きい。パワーモジュール 210 は放熱性に優れた基板を使用しており、リレー RY2、RY3 の高放熱化がなされ、小型のリレーを実装することができる。

【0035】

パワーモジュール 210 の基板は放熱性に優れており、たとえば DC 導体モジュール 230 に実装されたリレー RY1 をパワーモジュール 210 に実装するなどが考えられる。しかしながら、リレー RY1 をパワーモジュール 210 に実装した場合には、上述するように、電解コンデンサ C1、C2、C3、C4 および ノーマルフィルタ NF もパワーモジュール 210 に実装することとなる。その結果、パワーモジュール 210 は、実装部品の
10

【0036】

電解コンデンサ C1、C2、C3、C4 は、高温環境下にさらされると、寿命が著しく低下する事が知られている。そのため、本実施形態のリレー RY1 は、DC 導体モジュール 230 に実装し、電解コンデンサ C1、C2、C3、C4 および リレー RY1 も DC 導体モジュール 230 に実装する事で、リフロー半田付けによる寿命劣化を防ぐことができる。

【0037】

次に、図 5 ~ 図 6 を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の DC 導体モジュール 230 の構造について説明する。図 5 は、本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の DC 導体モジュール 230 の構造を示す斜視図であり、図 6 は、DC 導体モジュール 230 のバスバ 230B と実装部品を上から見た図である。なお、図 1 および図 4 と同一符号は、同一部分を示している。
20

【0038】

図 5 に示すように、DC 導体モジュール 230 は、モールド成形されており、予め、ノーマルフィルタ NF、電解コンデンサ C1、C2、C3、C4、リレー RY1 などの電気部品の端子を挿入するための孔が形成されている。それらの位置に電気部品を配置し、図示の上面側において、電気部品の端子とバスバ 230B の端子を溶接接続する。

【0039】

また、信号用リードフレーム 230LF と第二樹脂材 230PD は、DC 導体モジュール 230 の図示の上面に積層される。第二樹脂材 230PD は、バスバ 230B と信号用リードフレーム 230LF の電氣的絶縁をとっている。DC 導体モジュール 230 は凸状モールド部 230T が形成されている。また、第二樹脂材 230PD および信号用リードフレーム 230LF は、凸状モールド部 230T を挿入するための孔が形成されており、凸状モールド部 230T にはめ込むことで、DC 導体モジュール 230 に固定される。電源端子台 230PC は車載電源であるバッテリー BA から電流の供給を受ける。
30

【0040】

図 6 に示すように、電解コンデンサ C2、C3、C4 は、バッテリー BA から供給される電流を蓄電すると共に、図 1 に示す半導体スイッチング素子 SSW の動作に応じてモータに電力を供給する。電解コンデンサ C2、C3、C4 は、端子を図示の面側にあるとして、C2、C3、C4 の順に、P 側バスバ 230BPP と略並行に配置される。P 側バスバ 230BPP と図 4 に示すパワーリードフレーム 230BP との接続は、P 側接続部（直流出力端子）230BPT でなされ、N 側バスバ 230BNN と図 4 に示すパワーリードフレーム 230BN との接続は、N 側接続部（直流出力端子）230BNT でなされる。
40

【0041】

N 側バスバ 230BNN は、電解コンデンサ C2 の位置で、コンデンサ接続配線と N 側接続部 230BNT への配線に分岐されている。すなわち、各電解コンデンサの正極側端子から P 側接続部 230BPT までのインダクタンスは、電解コンデンサが P 側接続部 230BPT に近いほど小さいのに対し、各電解コンデンサの負極側端子から N 側接続部 230BNT までのインダクタンスは、電解コンデンサが N 側接続部 230BNT に近いほど
50

ど大きくなっている。

【 0 0 4 2 】

この構造により、各電解コンデンサに接続されるバスバの長さは略等しくなり、各電解コンデンサは、正負極端子間のインダクタンスばらつきが小さくなり、各電解コンデンサの出力電流のばらつきも少なくなる。従って、各電解コンデンサの温度上昇量は均一化され、特定の電解コンデンサの寿命劣化を防ぐ。なお、上述の分岐されたN側バスバ230 B N Nのバスバ間距離は、インダクタンスのバランスを揃えるため、相互インダクタンスを下げるように、離して配置する事が望ましい。

【 0 0 4 3 】

次に、図3および図7を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュール210の構造について説明する。図3は、本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュール210の構造を示す斜視図であり、図7は、パワーモジュール210とDC導体モジュール230およびAC導体モジュール231との接続を示す断面図である。なお、図1と同一符号は、同一部分を示している。

10

【 0 0 4 4 】

図3および図7に示すように、パワーモジュール210は、半導体スイッチング素子SSWやシャント抵抗DR1、DR2、DR3、DR4などが実装されており、その放熱のためにアルミや銅などの金属ベースMP(図7)を用いている。図7に示すように、金属ベースMPと金属製筐体240の間には、熱伝導グリースHCGを介在させ、半導体スイッチング素子SSWなどの発熱体から発生する熱を、金属ベースMP—熱伝導グリースHCGを介して、金属製筐体240から放熱する構造としている。

20

【 0 0 4 5 】

金属ベースMPの上には、絶縁層IMを介して配線パターンWPが形成されている。配線パターンWPは、厚さ105μmの銅箔をエッチングによりパターンニングしている。さらに、配線パターンWP上面には半導体スイッチング素子SSWや抵抗体等の他に、配線パターン間を跨ぐジャンパリードJLが備えられている。パワーモジュール210は、ジャンパリードJLを用いることにより配線パターンWPの自由度が向上する。すなわち、パワーモジュール210を小型化し、モータ制御装置200が小型化される。

【 0 0 4 6 】

次に、パワーモジュール210とDC導体モジュール230、AC導体モジュール231との接続部の詳細構造を示す。図7は、上記接続の一部である、パワーモジュール210とP側バスバ230 B P Pとの接続を示している。P側バスバ230 B P Pとパワーリードフレーム230 B Pは、TIG溶接で接続され、パワーモジュール210とパワーリードフレーム230 B Pは、半田付けで接続される。

30

【 0 0 4 7 】

上述したように、パワーモジュール210およびDC導体モジュール230は金属製筐体240に接続される。ここで、パワーモジュール210およびDC導体モジュール230では搭載されている部品、流れる電流が異なるため発熱量、放熱経路も異なる。そのため、パワーモジュール210とDC導体モジュール230の間には温度差が発生し、パワーリードフレーム230 B Pの半田接合部には、熱膨張差による応力が加わる。

40

【 0 0 4 8 】

そのため、パワーモジュール210とパワーリードフレーム230 B Pの半田接合部には剥離が生じる恐れがある。また、パワーリードフレーム230 B Pは、例えば100Aの大電流が流れるため、導電性が良い太い金属の使用が望まれるが、太い金属は硬く曲がりにくいため、熱ストレスの応力を緩和する効果が低い。

【 0 0 4 9 】

そこで、本実施形態のパワーリードフレーム230 B Pは、予め焼鈍しを施した銅材を使用し、下部にベンド構造を採用することで半田付け部に加わる応力を緩和している。また、大電流を流すことができるようにするため、パワーリードフレーム230 B Pの断面

50

積は 2 mm^2 以上にしている。なお、ここではパワーリードフレーム 230BP を例にとって説明したが、本実施形態で使用する全てのパワーリードフレームは、同様の処置が実施されている。

【0050】

次に、図 8 を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュール 210 の配線パターン WP のレイアウト構造について説明する。図 8 は、本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュール 210 の配線パターン WP のレイアウト構造を示す上面図である。なお、図 3 および図 7 と同一符号は、同一部分を示している。

【0051】

パワーモジュール 210 は、MOSFET などの 6 個の半導体スイッチング素子 SSW を備えている。半導体スイッチング素子 SSW は、三相（U 相、V 相、W 相）の各相毎に、上アームと下アームにそれぞれ直列接続されている。セラミックコンデンサ CC1、CC2、CC3 は、上アームと下アームに直列接続された半導体スイッチング素子 SSW に、並列に接続されている。

【0052】

半導体スイッチング素子 SSW は、制御信号によって制御される導通や遮断の高速動作によって、スパイクノイズが発生する。スパイクノイズの増大は、半導体スイッチング素子 SSW のサージ電圧増大を引き起こす。セラミックコンデンサ CC1、CC2、CC3 は、三相（U 相、V 相、W 相）の各相で発生したスパイクノイズを吸収し、サージ電圧を抑制する効果がある。サージ電圧は、 $L(d i / d t)$ によって求められる。

【0053】

ここで、W 相を例に説明すると、L は、上アーム側の半導体スイッチング素子 SSWWP のドレインから、下アーム側の半導体スイッチング素子 SSWWN のソースを経由し、セラミックコンデンサ CC3 を介して、再び上アーム側の半導体スイッチング素子 SSWWP のドレインに戻る閉ループのインダクタンスである。また、 $(d i / d t)$ は、半導体スイッチング素子 SSWWP、SSWWN の導通や遮断時の電流変化の速度である。すなわち、サージ電圧は、閉ループインダクタンス L を低減する事でなされる。

【0054】

閉ループがパワーモジュール 210 の配線パターン WP で形成されると、パワーモジュール 210 の金属ベースに閉ループとは逆向きの渦電流が誘起される。金属ベースに発生した渦電流は、閉ループの磁場をキャンセルする効果が働き、閉ループのインダクタンス L を低減する効果がある。パワーモジュール 210 の配線パターン WP は、金属ベース上に薄い絶縁層を介して密着するように形成されており、大きな渦電流が得られ、インダクタンス L の低減効果が得られる。

【0055】

一方、パワーモジュール 210 の電気配線は、配線パターン WP と配線パターン間を跨ぐジャンパリード J L によって形成されている。ジャンパリード J L は、金属ベースから浮くように離れている。そのため、前述の閉ループにジャンパリード J L を含む構成は、渦電流が小さくなり、インダクタンス L の低減効果は低くなる。本実施形態では、ジャンパリード J L を介さずに閉ループを形成するため、セラミックコンデンサ CC3 の接続に、図 8 の斜線で示す専用の配線パターン WPWC が設けられている。以下、V 相、W 相に関して記載は省くが、同じ構造とすることで同様の効果を得られる。

【0056】

次に、図 9 を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のラジオノイズ低減構成について説明する。図 9 は本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の回路構成を示す回路図である。なお、図 1 および図 4 と同一符号は、同一部分を示している。

【0057】

図 9 に示すハーネス BAN の長さは、約 1 メートルである。このハーネス BAN に、後

10

20

30

40

50

述するノイズ電流が流れることで、当該ハーネス B A N からラジオノイズが放射される。すなわち、ハーネス B A N はノイズを放射するアンテナの役割を果たしてしまう。そこで、本実施形態は、ラジオノイズ対策として、ハーネス B A N に流れるノイズ電流を低減するための種々の手段を講じている。

【 0 0 5 8 】

まず、ラジオノイズ源となるノイズ電流の経路、及びノイズ電流の低減方法を説明する。図 9 に示された半導体スイッチング素子 S S W のスイッチング動作によって、電源ライン上には電圧脈動が発生する。この電圧脈動により、図 9 の (A) に示されたノーマルモードノイズ電流 (A) が発生する。ノーマルモードノイズ電流 (A) は、半導体スイッチング素子 S S W のドレイン側から、P 側バスバ 2 3 0 B P P、P 側ハーネス B A P を流れ、N 側ハーネス B A N、バスバ 2 3 0 B の N 側バスバ 2 3 0 B N N を経由して半導体スイッチング素子 S S W のソース側に戻る経路を辿る。ノーマルモードノイズ電流 (A) が、P 側ハーネス B A P 及び N 側ハーネス B A N を流れることで、前述のラジオノイズを発生させる。

【 0 0 5 9 】

そこで、本実施形態では、P 側バスバ 2 3 0 B P P にノーマルフィルタ N F を挿入させ、さらに P 側バスバ 2 3 0 B P P と N 側ハーネス B A N との間に電解コンデンサ C 1 を接続させた。これにより、ノーマルモードノイズ電流 (A) を P 側バスバ 2 3 0 B P P から N 側バスバ 2 3 0 B N N に抜けさせることができるので、P 側ハーネス B A P 及び N 側ハーネス B A N にノイズ電流が流れるのを防ぐことができる (図 9 の (A '))。すなわち、ノーマルフィルタ (コイル) N F と電解コンデンサ C 1 とで、ノーマルモードノイズ電流 (A) をバッテリーのハーネス B A P、B A N 側に流さないようにするフィルタを形成するようにした。このように形成されたフィルタによりノーマルモードノイズがハーネス B A P、B A N 側へ流出することが遮断される。

【 0 0 6 0 】

また、半導体スイッチング素子 S S W のスイッチング動作によって発生する電圧脈動によってコモンモードノイズ電流 (B) が発生する。コモンモードノイズ電流 (B) は、2 つの経路を辿るノイズ電流となる。一方は、半導体スイッチング素子 S S W の下アーム側ソース端子 L S の電位脈動に起因するコモンモードノイズ電流 (B - 1) であり、他方は、半導体スイッチング素子 S S W の上アーム側ソース端子 H S の電位脈動に起因するコモンモードノイズ電流 (B - 2) である (図 9 の (B - 1) 及び (B - 2) 参照)。いずれのコモンモードノイズ電流 (B - 1) (B - 2) が N 側ハーネス B A N を流れることで、前述のラジオノイズが発生する。

【 0 0 6 1 】

従来は、コモンモードノイズ電流 (B - 1) が N 側ハーネス B A N に流れないように、図 9 の C F で示された位置に、コモンフィルタが実装されていた。しかし、このコモンフィルタは比較的大型電子部品であるため、小型化を求められる電動パワーステアリング装置にとっては課題となっていた。

【 0 0 6 2 】

そこで、本実施形態では、(1) N 側バスバ 2 3 0 B N N と P C B 制御グラウンド 2 2 5 G S (制御モジュール 2 2 0 に実装) とを N 側電源配線 2 2 5 N で電氣的に接続する。この N 側電源配線 2 2 5 N のインピーダンスは、N 側ハーネス B A N より小さい。そのためコモンモードノイズ電流 (B - 1) は、N 側電源配線 2 2 5 N 側に流れ込む。また、(2) P C B 制御グラウンド 2 2 5 G S と P C B パワーグラウンド 2 2 5 G P とをダイオード 2 2 6 D を介して電氣的に接続する。ダイオード 2 2 6 D は、P C B 制御グラウンド 2 2 5 G S から P C B パワーグラウンド 2 2 5 G P の方向を順方向として接続される。さらに、(3) P C B パワーグラウンド 2 2 5 G P と下アーム側ソース端子 L S とをゲート戻り線 G P で電氣的に接続する。

【 0 0 6 3 】

上記 (1) ~ (3) の接続関係によって、コモンモードノイズ電流 (B - 1) は、図 9

10

20

30

40

50

に示される電流経路（B' - 1）を辿ることになる。すなわち、N側バスバ230BNN、PCB制御グラウンド225GS、ダイオード226D、PCBパワーグラウンド225GP、下アーム側ソース端子LS、N側バスバ230BNNの電流経路を辿る。これによって、大型電子部品であるコモンフィルタをCFの位置に実装することなく、コモンモードノイズ電流（B - 1）をN側ハーネスBANに流れないようにすることができる。すなわち制御装置全体を小型化させるとともに、コモンモードノイズ電流（B - 1）を金属筐体内に閉じ込めてノイズを低減させることができる。

【0064】

なお、上記（2）のPCB制御グラウンド225GSとPCBパワーグラウンド225GPの間にダイオード226Dを（順方向を図示の方向として）介することで、下アーム側ソース端子LS側から制御モジュール220に侵入するノイズ電流を低減させることができる。また、P側電源配線225PとN側電源配線225Nとの間には、コモンフィルタやノーマルフィルタ等のノイズ対策部品を実装しないことが望ましい。なぜなら、ノイズ対策部品によってコモンモードノイズ経路のインピーダンスが増加し、ノイズを閉じ込める事ができなくなるためである。

【0065】

さらに、本実施形態は、ノイズ電流の発生原因となる電圧脈動を低減させるための種々の手段を講じている。

【0066】

主な電圧脈動の一つ目は、半導体スイッチング素子SSWのスイッチング動作による電圧脈動がPCBパワーグラウンド225GPを介してPCB制御グラウンド225GSに伝わる電圧脈動である。本実施形態では、この電圧脈動を低減させるために、短絡用ネジ225GGによって、PCB制御グラウンド225Gと金属製筐体240を短絡させている。主な電圧脈動の二つ目は、半導体スイッチング素子SSWのスイッチング動作による電圧脈動が、直接N側バスバ230BNNに伝わる電圧脈動である。本実施形態では、この電圧脈動を低減させるために、短絡用ネジ230BCによって、N側バスバ230BNNと金属製筐体240を短絡させている。

【0067】

これらの電圧脈動への対策に加えて、（1）イグニションラインIGNとP側電源配線225Pとの合流前にノーマルコイルNF2を実装し、また（2）モータ100の金属製筐体と金属製筐体240とを、例えばネジ等100Bによって電氣的に接続する。これにより、前述のコモンモードノイズ電流（B - 2）は、モータ100の寄生容量100Cを抜けた後、電氣的接続100Bを介して金属製筐体240に流れ、短絡用ネジ230BCや短絡用ネジ225GGを介して、制御モジュール220のPCB制御グラウンド225GSとPCBパワーグラウンド225GPに抜ける、または、N側バスバ230BNNに抜ける（B' - 2）。

【0068】

これは、モータ100の金属製筐体からDC導体モジュール230のN側バスバ230BNNや制御モジュール220のPCB制御グラウンド225GSまでのインピーダンスが、シャーシCSおよびハーネスBANを介した経路より電氣的接続100Bと金属製筐体240とを介した経路の方において低くなるためである。すなわち、電氣的接続100B、金属製筐体240、短絡用ネジ230BC、短絡用ネジ225GG、PCB制御グラウンド225GS、ダイオード226D、PCBパワーグラウンド225GPとで、コモンモードノイズ電流（B - 2）が流れやすい経路が形成される。その結果、コモンモードノイズ電流（B - 2）がハーネスBANに流れることが防止され、ハーネスBANからのラジオノイズの放射が防止される。

【0069】

なお、ノーマルコイルNF2は、イグニションラインIGNより高インピーダンス化することで、シャーシCSからイグニションラインIGNを経由して、制御モジュール220にノイズが侵入する事を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

次に、図 1 および図 1 0 を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の制御モジュール 2 2 0 とリードフレーム 2 3 0 L F、リードフレーム S L F の接続時の組立について説明する。図 1 0 は、本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の制御モジュール 2 2 0 とリードフレーム 2 3 0 L F、リードフレーム S L F の接続時の組立構造を示す斜視図である。なお、図 1 と同一符号は、同一部分を示している。

【 0 0 7 1 】

パワーモジュール 2 1 0 の信号用リードフレーム S L F と D C 導体モジュールのリードフレーム 2 3 0 L F は、制御モジュール 2 2 0 の端子に接続される。また、制御モジュール 2 2 0 は金属製筐体 2 4 0 にネジ止めされる。信号用リードフレーム S L F およびリードフレーム 2 3 0 L F は、制御モジュール 2 2 0 の両端に、それぞれの辺に沿って一列に配置される。一列に配置されたリードフレームは、制御モジュール 2 2 0 の端子孔にリードフレームを入れる際、位置決めが容易であり、組立性を容易にすることができる。また、本実施形態による構造は、制御モジュール 2 2 0 とリードフレームを半田付けで接続する際の接続作業を効率的に行える。

【 0 0 7 2 】

制御モジュール 2 2 0 は、金属製筐体 2 4 0 の支柱 2 4 0 T にネジ止めにより接続されている。また、制御モジュール 2 2 0 に半田付けされた信号用リードフレーム S L F を介してパワーモジュール 2 1 0 にも半田で接続されている。信号用リードフレーム S L F の半田付け部には、制御装置全体と制御モジュール 2 2 0 の熱膨張による応力が加わる。そこで、信号用リードフレーム S L F をベンド構造（図 7）とすることで、信号用リードフレーム S L F の半田付け部の応力を緩和することができる。

【 0 0 7 3 】

次に、図 1 および図 1 1 を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のモータ制御装置 2 0 0 とモータ 1 0 0 の組立てについて説明する。図 1 1 は、本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のモータ制御装置 2 0 0 とモータ 1 0 0 を示す斜視図である。モータ制御装置 2 0 0 はモータ 1 0 0 を一体に保持するように構成されている。なお、図 1 と同一符号は、同一部分を示している。

【 0 0 7 4 】

モータ制御装置 2 0 0 の金属製筐体 2 4 0 は、モータ 1 0 0 とネジにより電気的かつ機械的に接続される。次に、モータ制御装置 2 0 0 の A C 導体モジュール 2 3 1 のバスバ 2 3 1 B は、モータ 1 0 0 の三相入力部にネジにより電気的に接続される。次に、バスバ 2 3 1 B の接続部は、金属製のシールドカバー 2 5 0 M で閉じる。最後に、シールドカバー 2 5 0 M は、金属製筐体 2 4 0 に、少なくとも 1 個のネジで固定される。以上により、モータ制御装置 2 0 0 とモータ 1 0 0 は組み立てられる。

【 0 0 7 5 】

この場合、モータ 1 0 0 の回転軸はパワーモジュールのスイッチング素子の実装面と略平行となるように組み立てられる。また、モータ 1 0 0 の円筒側部はパワーモジュールに隣接して配置されるようにする。ただし、モータ 1 0 0 の円筒側部は必ずしもパワーモジュールに接するように配置される必要はなく、若干の隙間をもたせて配置するようにしてもよい。そして、電動パワーステアリング用制御装置のモータの回転軸方向と直交する方向の幅は、本実施の形態の構成を採用することによって小型化された結果、モータの円筒外径より小さいくするとことろまで可能となった。

【 0 0 7 6 】

金属製のシールドカバー 2 5 0 M は、モータ 1 0 0 の三相入力部から発生する輻射ノイズを吸収する静電シールドを果たす。本シールドカバー 2 5 0 M は、1 M H z 以下の輻射ノイズを吸収し、主にスマート帯域（1 3 5 k H z）の輻射ノイズを低減することができる。

【 0 0 7 7 】

次に、図 12 を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング用制御装置を用いたシステム構成について説明する。図 12 は、本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置を用いた電動パワーステアリングの構成を示すシステム構成図である。電動パワーステアリングは車両に搭載される。この車両は、乗用車やトラックや作業用車両など、ステアリングを有するすべての車両が含まれる。

【0078】

ステアリング S T を回転させると、その回転駆動力は、ロッド R O を介して、マニュアルステアリングギア S T G により減速して、左右のタイロッド T R 1、T R 2 に伝達し、左右の車輪 W H 1、W H 2 に伝達され、左右の車輪 W H 1、W H 2 を舵取りする。

【0079】

本実施形態によるモータ 100 は、ロッド R O の近傍に取り付けられており、ギア G E を介して、その駆動力をマニュアルステアリングギア S T G に伝達する。ロッド R O には、トルクセンサ T S が取り付けられており、ステアリング S T に与えられた回転駆動力（トルク）を検出する。

【0080】

制御装置 200 は、トルクセンサ T S の出力および図示していないが車両の車速センサの出力に基づいてモータ 100 の目標トルクを算出する。この算出において、モータ 100 の回転速度や回転加速度をさらに考慮してモータ 100 の目標トルクを算出しても良く、この方がより最適なあるいはフィーリングの優れた制御が可能となる。また安全面からモータ 100 の温度や電流値を検出し、モータ 100 の出力トルクである電流値が目標トルクに相当する電流値となるようにモータ 100 への通電電流を制御する。制御装置 200 およびモータ 100 の電源は、バッテリー B A から供給される。

【0081】

なお、以上の構成は、ステアリングホイールの直ぐ下のステアリングコラムの部分にトルクセンサとトルクをアシストするモータ 100 を置くものであるが、モータ 100 をラック & ピニオンギアの近傍に備えるラック型のパワーステアリングに対しても、本実施形態のモータ 100 および前述のインバータを含むモータ制御装置 200 をそのまま使用できる。

【0082】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【0083】

例えば、本実施の形態においては、図 6 に示すように、N 側バスバ 230 B N N を電解コンデンサ C 2 の位置で、コンデンサ接続配線と N 側接続部 230 B N T への配線に分歧し、各電解コンデンサの正負極端子間のインダクタンスばらつきを小さくしたが、図 13 に示すように、P 側バスバ 230 B P P を電解コンデンサ C 2 の位置で分歧しても良い。

【0084】

次に、図 14 ~ 図 17 を用いて、本実施形態による電動パワーステアリング制御装置のラジオノイズ低減の他の構成について説明する。なお、図 9 と同一符号は同一部分を示している。図 14 は、例えばトルクセンサなどに代表される、センサ起因で起こるラジオノイズ対策の構成を示している。

【0085】

トルクセンサ T S は、ノイズによるセンサ誤動作を防止するため、センサ内部回路とトルクセンサ T S の金属製筐体を容量 T C C で接続し、ノイズをシャーシ C S に落とす構成をとっている。しかしながら、容量 T C C は、トルクセンサ T S の信号線やグラウンド線 T S L のインダクタンス等により、特定の周波数で共振するため、共振周波数のノイズ電流がシャーシ C S に抜ける。上述したように、シャーシ C S に抜けたノイズ電流は、他のハーネスに回り込む事で、強いノイズを放射する。

【0086】

10

20

30

40

50

図 1 4 は、シールドケーブル T S C を用いたトルクセンサ T S の共振ノイズ対策の構成を示している。シールドケーブル T S C は、トルクセンサの信号線やグラウンド線 T S L を金属メッシュで覆う構造であり、金属メッシュは図示するように、トルクセンサ T S の金属製筐体と、モータ制御装置 2 0 0 の金属製筐体に電氣的に接続されている。以上の構成により、容量 T C C を抜けた共振ノイズは、シャーシ C S に抜けるよりも低いインピーダンス経路であるシールドケーブル T S C の金属メッシュを介してモータ制御装置 2 0 0 に戻るため、他のハーネスへのノイズ電流の回り込みを抑制する。

【 0 0 8 7 】

また、金属製メッシュの静電シールド効果により、トルクセンサ T S の信号線やグラウンド線 T S L に発生する電位脈動による輻射ノイズも抑制できる。本実施形態では、シールドケーブル T S C を例に説明したが、低インピーダンス経路となれば他の構成でも良い。例えば、シールドケーブル T S C の代わりに、トルクセンサ T S の金属製筐体とモータ制御装置 2 0 0 の金属製筐体を電氣的に接続するハーネスを使用しても良い。また、同軸線を用いても良い。

【 0 0 8 8 】

図 1 5 は、トルクセンサ T S の共振ノイズ対策の他の構成を示している。図示の対策は、図 1 4 に示したシールドケーブル T S C の代わりに、例えばフェライトコアにトルクセンサ T S の信号線やグラウンド線 T S L を巻きつけ、信号線やグラウンド線のインダクタンスを増加させている。インダクタンスは、周波数が高くなるほどに、大きなインピーダンスをもつため、共振ノイズそのものが流れにくくなり、輻射ノイズの低減が可能となる。また、トルクセンサ T S のインダクタンスを増加させる方法であれば、フェライトコアによる対策以外にも磁性体を使用したり、インダクタンス素子を使用しても良い。また、モータ制御装置 2 0 0 の制御モジュール 2 2 0 にチップインダクタ等を実装しても良い。

【 0 0 8 9 】

図 1 6 は、トルクセンサ T S の共振ノイズ対策の他の構成を示している。図示の対策は、共振源である容量 T C C に直列に、例えばダンピング抵抗を入れている。共振ノイズは、容量 T C C を抜ける際にダンピング抵抗 T C R によってエネルギーを消費するため、輻射ノイズが低減される。また、ダンピング抵抗 T C R 以外にも、インダクタンス素子を使用し、共振ノイズの周波数を低周波側にシフトさせてもよい。

【 0 0 9 0 】

図 1 7 は、ノーマルモードノイズを低減可能なフィルタの他の構成を示している。図 9 に示すフィルタは、ノーマルフィルタ N F と電解コンデンサ C 1 によって構成されている。図 1 7 に示す構成では、電解コンデンサ C 1 を外し、代わりに制御モジュール 2 2 0 の P 側電源配線 2 2 5 P と N 側電源配線 2 2 5 N の間に、セラミックコンデンサ 2 2 5 C を実装している。セラミックコンデンサ 2 2 5 C は、十分な大きさの容量が必要となるが、電解コンデンサ C 1 を削減可能となり、D C 導体モジュール 2 3 0 の小型化が可能となる。

【 0 0 9 1 】

以上説明した本実施の形態によれば、以下のような作用効果を得ることができる。

(1) モータを駆動するスイッチング素子を実装するパワーモジュール (パワー基板) と、スイッチング素子に制御信号を伝達しスイッチング素子のスイッチングを制御する制御モジュール (制御基板) とを対向配置する。そして、バスバを有しこのバスバに平滑コンデンサが取り付けられた D C 導体モジュールをパワーモジュールと制御モジュールとの間に配置するようにした。これにより、電動パワーステアリング用制御装置の小型化および電動パワーステアリング装置の小型化が実現できる。

【 0 0 9 2 】

(2) パワーモジュールは、一方の端部に直流用パワーリードフレームを取り付ける直流入力端子を備え、他方の端部に交流用パワーリードフレームを取り付ける交流出力端子を備えるようにした。また、D C 導体モジュールのバスバは、一方の端部に電源からの入力端子を備え、他方の端部に直流出力端子を備え、平滑用電解コンデンサは、バスバの入力

10

20

30

40

50

端子と直流出力端子との間に取り付けるようにした。そして、パワーモジュールとDC導体モジュールのバスバは、パワーモジュールの直流入力端子とバスバの直流出力端子とをパワーリードフレームを介して接続することにより、対向するように配置されるようにした。

【0093】

このような構成により、平滑用の電解コンデンサは、パワーモジュールに設けることなくDC導体モジュールに設けることができる。パワーモジュールは、各種の部品を半田付けリフロー工程で実装する。一方、電解コンデンサは熱に弱い。しかし、本実施の形態では、平滑用電解コンデンサをパワーモジュールに設けることなくDC導体モジュールに設けるようにした。DC導体モジュールの製造では、電解コンデンサの取り付けを溶接で行うなど半田付けリフロー工程を経ない。これにより、電解コンデンサがハンダ付け時のリフロー工程の熱で寿命が劣化することを防ぐことができる。

10

【0094】

また、上記のような構成により電解コンデンサをバスバの入力端子から直流出力端子に向けて一列に並べることができる。これにより、パワーモジュールの背の高い部品と干渉しないようにDC導体モジュールを配置することが容易となる。

【0095】

(3) パワーモジュールは、交流出力端子とスイッチング素子との間に設けられるリレー(継電器)やジャンパリードなどの背の高い部品を実装する領域と、半導体スイッチング素子SSWやシャント抵抗など背の低い部品を実装する領域、すなわち背の高い部品を実装しない領域に分割するようにした。そして、DC導体モジュールのバスバに取り付けられた平滑コンデンサが背の高い部品を実装しない領域側に来るように配置されるようにした。これにより、パワーモジュールとDC導体モジュールの、背の高い部品同士がお互いが干渉しないように配置され、電動パワーステアリング用制御装置の小型化を達成することができる。

20

【0096】

(4) 上述のように、平滑用電解コンデンサは、DC導体モジュールのバスバーに溶接により固定されるようにした。これにより、平滑用電解コンデンサは半田付けリフロー時の高熱の影響を受けることなく、長寿命を達成することができる。

【0097】

(5) パワーモジュール上において、3相の各相を構成する上アームのスイッチング素子と下アームのスイッチング素子を直列に接続し、この直列に接続された2つのスイッチング素子に並列にコンデンサを接続し、小さな閉ループを形成するようにした。このときの配線は、パワーモジュール基板上にプリント配線で行う。このプリント配線は、ジャンパリードを介することなく、パワーモジュールの基板に密着するようにして閉ループを形成するので、パワーモジュールの金属ベースに閉ループとは逆向きの渦電流が大きく誘起される。金属ベースに発生した渦電流は、閉ループの磁場をキャンセルする効果が働き、閉ループのインダクタンスLを低減する効果がある。これにより、サージ電圧を低減し、スパイクノイズを低減する。

30

【0098】

(6) 制御モジュールとパワーモジュールとの間で制御信号を授受する複数の信号系リードフレームを、パワーモジュールの一方の辺と対向する他方の辺に沿ってそれぞれ配置された一対のリード群であるようにした。これにより、まず一方の辺に沿って一列に配置されたリードフレームを、制御モジュールの一方の辺に沿って設けられた端子孔に入れるようにし、その後、他方の辺に沿って一列に配置されたリードフレームを、制御モジュールの他方の辺に沿って設けられた端子孔に入れるようにすることができる。その結果、リードフレームと端子孔の位置決めが容易であり、組立性を容易にすることができ、半田付けで接続する際の接続作業を効率的に行える。

40

【0099】

(7) 制御モジュールは、パワーモジュールを保持する金属製筐体から立設した金属製支

50

柱で保持するようにした。制御モジュールとパワーモジュールとの間で信号の授受を行うために接続する信号用リードフレームは金属であり、制御モジュールを保持する部材も同じように金属製の支柱とした。これにより、熱膨張などに大差がなくなり、制御モジュールとパワーモジュールとの間の電氣的接続の信頼性を高めることができる。

【0100】

(8) 電源系リードフレーム(端子)や信号系リードフレーム(端子)に、図7に示すようなベンド状(コの字状)の応力緩和部を設けるようにした。制御装置全体や制御モジュールの熱膨張などにより、電源系リードフレーム(端子)や信号系リードフレーム(端子)の半田付け部に応力が加わる。しかし、上記のような構成を取ることで、その応力を緩和することができ、接続の信頼性を高めることができる。

10

【0101】

(9) 電源系リード端子は、応力緩和部に加えてさらに焼きなまし材を使用するようにした。これにより、より一層の応力の緩和を実現し、接続部の信頼性を高めている。

【0102】

(10) モータの回転軸をパワーモジュールのスイッチング素子の実装面と略平行となるように組み立てられている。また、モータの円筒側部がパワーモジュールに隣接して配置されるように組み立てられている。これにより、電動パワーステアリング装置全体としてコンパクトにすることができる。

【0103】

(11) 本実施の形態の電動パワーステアリング用制御装置は、モータの回転軸方向と直交する方向の幅において、モータの円筒外径より小さくすることまで可能になった。

20

【0104】

(12) 本実施の形態の電動パワーステアリング用制御装置の作用効果を少し表現を変えて説明すると次のようになる。電源から供給された直流電流をスイッチング素子に供給する配線部であって、平滑用コンデンサが設けられたモールドバスバ部を、パワーモジュールとこのパワーモジュールに対向して配置される制御モジュールとの間にロフト状に配置した。これにより、モータ制御装置全体を小型化できる。

【0105】

モールドバスバ部は、相リレーをパワーモジュールに実装する事で小型化される。また、パワーモジュールはジャンパリードによる中空配線によって、リレー実装による大面積化が緩和される。パワーモジュールに実装されるリレーやジャンパリードと、モールドバスバ部に実装される部品(平滑用コンデンサなど)は大型であるが、モールドバスバ部をロフト状に配置する事でお互いの部品間の干渉を避け、低背化される。ここで言うロフト状とは、パワーモジュールと制御モジュールを2階建て構造にし、モールドバスバ部はその中間の中2階に、全面に設けるのではなく一部に張り出すようにして設けられる構造を意味している。

30

【0106】

また、制御モジュールに実装される部品は、カスタムIC化により小型化する事で、制御モジュール実装面積も小型化される。電動パワーステアリングの車両搭載エリアは狭く、且つ幅広い車種の車両搭載位置に柔軟に対応する事が求められるため、小型化する事が重要である。

40

【0107】

さらに、上記の実施の形態では、劣化部品である電解コンデンサの長寿命化ができると共に、ラジオノイズに対し低ノイズ化が実現され、信頼性の高い電動パワーステアリングが得られる。

【0108】

さらに上記の実施の形態では、電動パワーステアリングが製作し易い構造であり、製造作業性に優れている。製造工程において、製造対象の装置内部の電気回路の配線端子を自動的に接続するための機械や器具を使用できる構造を有している事、製造対象製品の回路素子が前記接続作業を考慮した配置である事が必要である。上記の実施の形態では、製造

50

作業の機械化に適した構造や回路素子の配置になっている。

【 0 1 0 9 】

なお、本発明の特徴的な機能を損なわない限り、本発明は、上述した実施の形態における構成に何ら限定されない。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 0 】

【図 1】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の構造を示す分解斜視図

【図 2】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュールと D C 導体モジュールと制御モジュールの構造を示す側面図

【図 3】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュールの構造を示す斜視図

【図 4】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の回路構成を示す回路図

【図 5】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の D C 導体モジュールの構造を示す斜視図

【図 6】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の D C 導体モジュールのバスバと実装部品を上から見た図

【図 7】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュールと D C 導体モジュールおよび A C 導体モジュールとの接続を示す断面図

【図 8】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のパワーモジュールの配線パターンのレイアウト構造を示す上面図

【図 9】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の回路構成を示す回路図

【図 1 0】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置の制御モジュールとリードフレームの接続時の組立構造を示す斜視図

【図 1 1】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置のモータ制御装置とモータを示す斜視図

【図 1 2】本発明の一実施形態による電動パワーステアリング用制御装置を用いた電動パワーステアリングの構成を示すシステム構成図

【図 1 3】他の D C 導体モジュール構成を示す上面図

【図 1 4】他のノイズ対策構成を示す回路図

【図 1 5】他のノイズ対策構成を示す回路図

【図 1 6】他のノイズ対策構成を示す回路図

【図 1 7】他のノイズ対策構成を示す回路図

【符号の説明】

【 0 1 1 1 】

1 0 0 . . . モータ、 1 5 6 . . . レゾルバ、 2 0 0 . . . モータ制御装置、 S T . . . ステアリング、 R O . . . ロッド、 S T G . . . マニュアルステアリングギア、 T R 1 . . . タイロッド、 T R 2 . . . タイロッド、 W H 1 . . . 車輪、 W H 2 . . . 車輪、 G E . . . ギア、 T S . . . トルクセンサ、 B A . . . バッテリ、 2 1 0 . . . パワーモジュール、 S S W . . . 半導体スイッチング素子、 C C 1 . . . セラミックコンデンサ、 C C 2 . . . セラミックコンデンサ、 C C 3 . . . セラミックコンデンサ、 R Y 2 . . . リレー、 R Y 3 . . . リレー、 D R 1 . . . ショント抵抗、 D R 2 . . . ショント抵抗、 D R 3 . . . ショント抵抗、 D R 4 . . . ショント抵抗、 2 2 0 . . . 制御モジュール、 2 2 0 C . . . 信号コネクタ、 2 2 2 . . . C P U 、 2 2 4 . . . ドライバ回路、 2 2 4 A . . . カスタム I C (A S I C) 、 A P 1 . . . 増幅器、 A P 2 . . . 増幅器、 A P 3 . . . 増幅器、 A P 4 . . . 増幅器、 2 3 0 . . . D C 導体モジュール、 2 3 0 B . . . バスバ、 2 3 0 B P . . . パワーリードフレーム、 2 3 0 B N . . . パワーリードフレーム、 2 3 1 . . . A C 導体モジュール、 2 3 1 B . . . バスバ、 2 3 1 B U . . . パワ

10

20

30

40

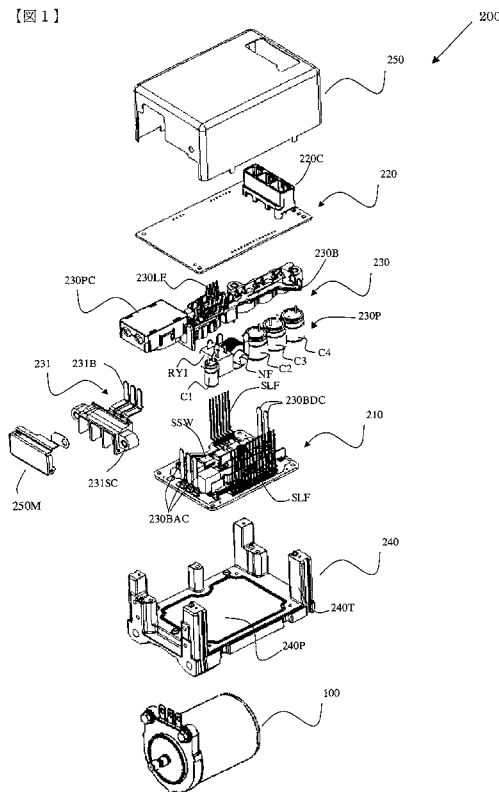
50

ーリードフレーム、231BV・・・パワーリードフレーム、231BW・・・パワーリードフレーム、230PC・・・電源端子台、230PD・・・第二樹脂材、230LF・・・リードフレーム、230T・・・凸モールド部、231SC・・・モータ端子台、SLF・・・信号用リードフレーム、230BDC・・・パワーリードフレーム、230BAC・・・パワーリードフレーム、C1・・・電解コンデンサ、C2・・・電解コンデンサ、C3・・・電解コンデンサ、C4・・・電解コンデンサ、RY1・・・リレー、NF・・・ノーマルフィルタ、240・・・金属製筐体、230BPP・・・P側バスバ、BAP・・・P側ハーネス、BAN・・・N側ハーネス、230BNN・・・N側バスバ、LS・・・下アーム側ソース端子、HS・・・上アーム側ソース端子、CF・・・コモンフィルタ実装位置、225P・・・P側電源配線、225N・・・N側電源配線、225GS・・・PCB制御グラウンド、GP・・・ゲート戻り線、225GP・・・PCBパワーグラウンド、226D・・・ダイオード、225GG・・・短絡用ネジ、230BC・・・短絡用ネジ、UVW・・・三相線、100C・・・寄生容量、CS・・・シャシ、IGN・・・イグニションライン、NF2・・・ノーマルコイル、100B・・・電気的接続、250・・・カバー、JL・・・ジャンパリード、MP・・・金属ベース、HCG・・・熱伝導グリース、IM・・・絶縁層、WP・・・配線パターン、240P・・・放熱面、240T・・・支柱、240F・・・フィン、230BPT・・・P側接続部、230BNT・・・N側接続部、A1・・・エリア、A2・・・エリア、100C・・・寄生容量、TCC・・・容量、TSC・・・シールドケーブル、TSL・・・トルクセンサライン、FC・・・フェライトコア、TCR・・・ダンピング抵抗、225C・・・セラミックコンデンサ

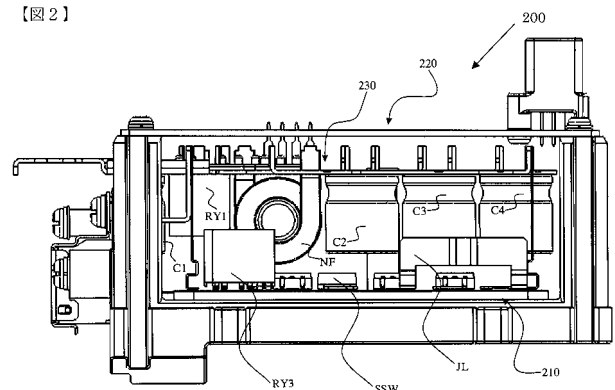
10

20

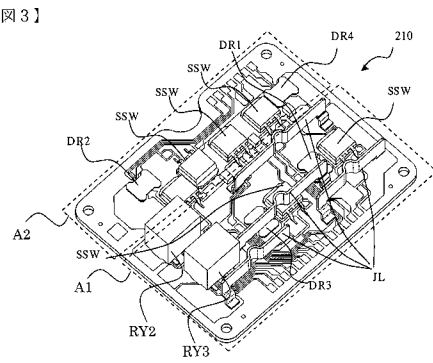
【図1】



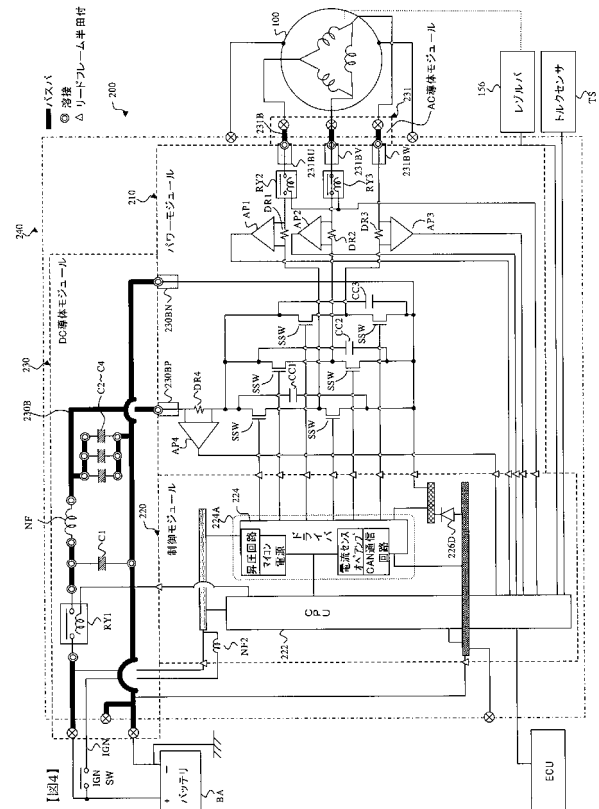
【図2】



【図 3】

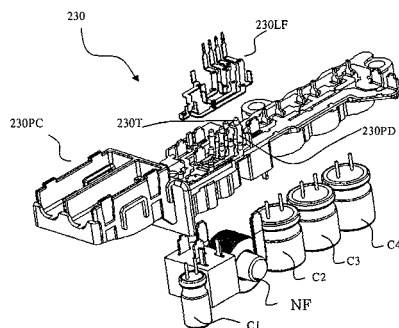


【図 4】



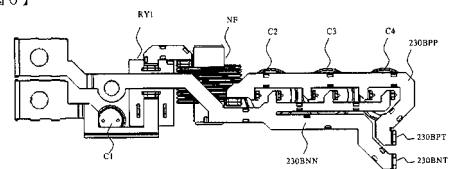
【図 5】

【図 5】

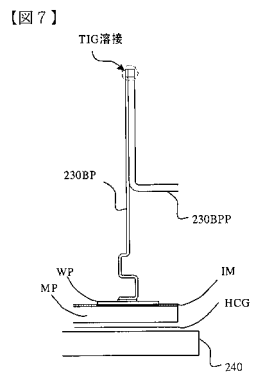


【図 6】

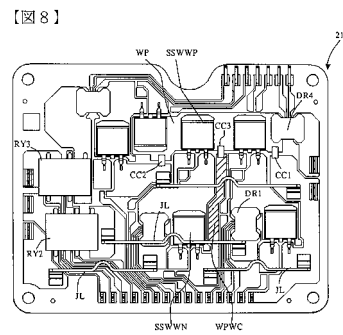
【図 6】



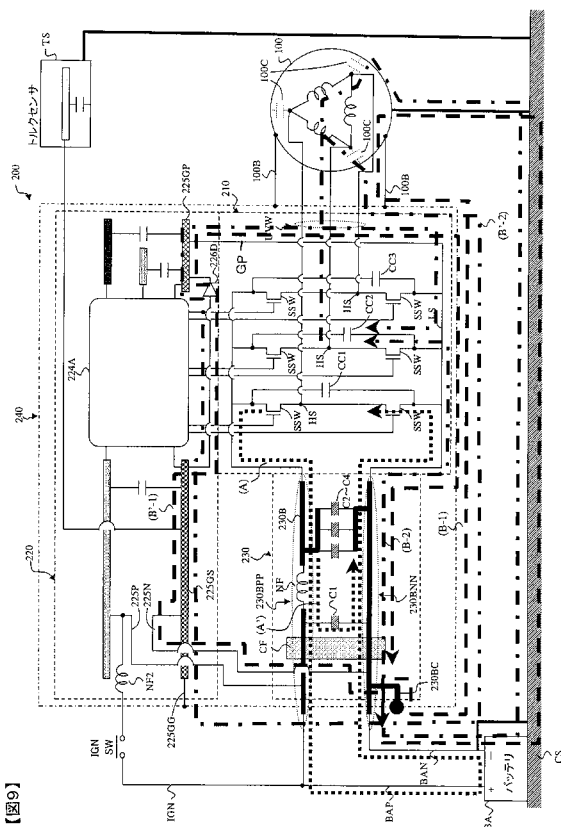
【圖 7】



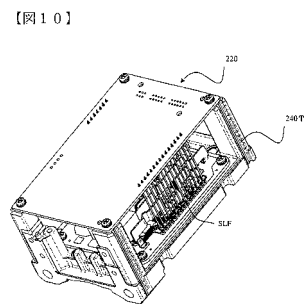
【 図 8 】



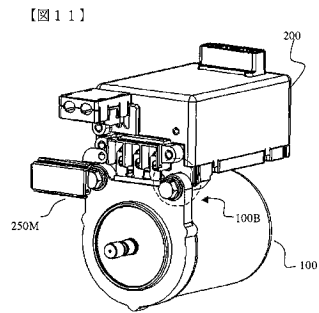
【 図 9 】



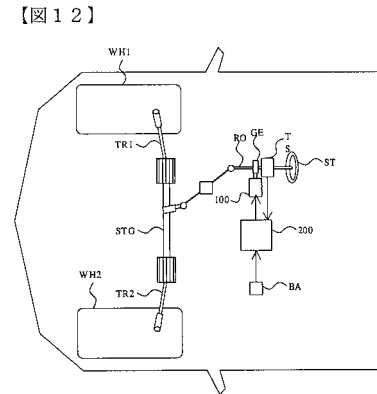
【 図 1 0 】



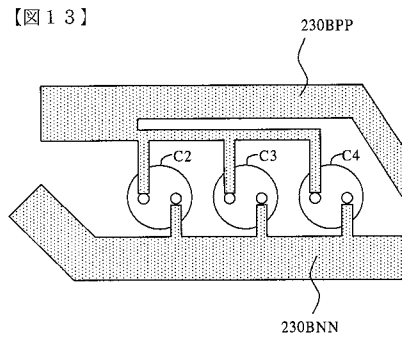
【図 1 1】



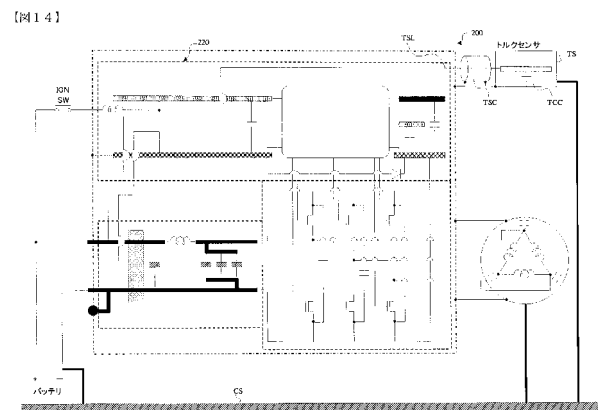
【図 1 2】



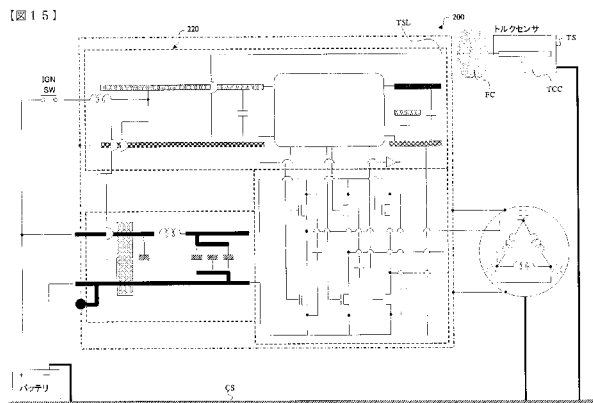
【図 1 3】



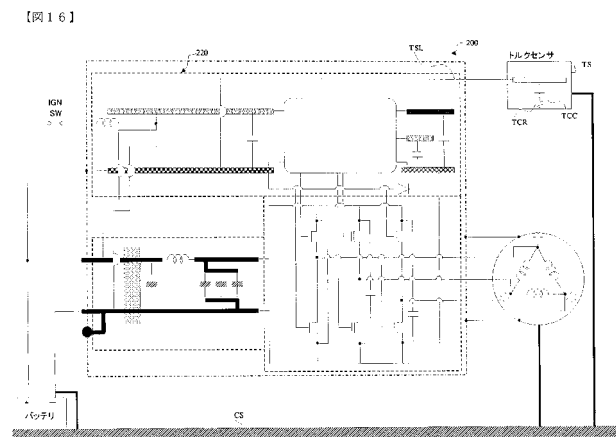
【図 1 4】



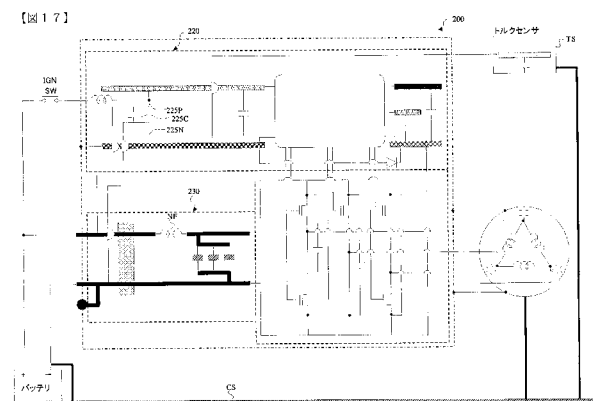
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 小関 知延
茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ
内

(72)発明者 市毛 洋
東京都千代田区外神田一丁目 1 8 番 1 3 号株式会社日立製作所モノづくり技術事業部内

Fターム(参考) 3D233 CA03 CA16 CA20