

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6160576号  
(P6160576)

(45) 発行日 平成29年7月12日 (2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日 (2017.6.23)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO2K</b>	<b>11/30</b>	<b>(2016.01)</b>	HO2K	11/30	
<b>HO5K</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	HO5K	7/20	B
<b>HO2M</b>	<b>7/48</b>	<b>(2007.01)</b>	HO2M	7/48	Z

請求項の数 24 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2014-156485 (P2014-156485)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成26年7月31日 (2014.7.31)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2016-34205 (P2016-34205A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成28年3月10日 (2016.3.10)	(74) 代理人	100093779
審査請求日	平成28年1月29日 (2016.1.29)		弁理士 服部 雅紀
		(72) 発明者	株根 秀樹
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	澤久井 道夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動装置、および、これを用いた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】

巻線(13、14)が巻回されるステータ(12、212)、前記ステータに対して相対回転可能に設けられるロータ(15)、および、前記ロータと共に回転するシャフト(16)を有する回転電機(10、210)と、

前記回転電機の軸方向側であって、前記シャフトと接続され前記回転電機の駆動力を出力する出力端(165)と反対側に設けられ、前記回転電機に固定されるフレーム部材(20、220)と、

前記フレーム部材の前記回転電機と反対側に固定される回路基板(41、241)と、  
前記回路基板の前記フレーム部材側の面である発熱素子実装面(42、242)に前記フレーム部材に対して放熱可能に実装され、前記巻線に通電される電流を切り替えるインバータ部(50、60)を構成する駆動素子(51~56、61~66)と、

演算処理を実行する演算回路部(81)、前記駆動素子に駆動信号を出力するブリドライバ(821)、電源(109)の電圧を所定電圧に調整して出力するレギュレータ(823)、入力された信号を処理する信号処理部(822)、および、前記ロータの回転角度を検出する回転角センサ(85)を含み、前記駆動素子と同一の前記回路基板に実装される制御部品(80)と、

を備え、

前記巻線およびコネクタを除き、前記駆動素子および前記制御部品を含む制御回路を構成する全ての部品は、1枚の前記回路基板のいずれかの面に表面実装されており、

前記発熱素子実装面に実装される前記駆動素子を含む発熱素子は、前記フレーム部材に対して背面放熱可能に設けられることを特徴とする駆動装置（１、２）。

【請求項２】

前記制御回路を構成する部品には、前記巻線に通電される電流を検出する電流検出素子（５７、５８、５９、６７、６８、６９）が含まれることを特徴とする請求項１に記載の駆動装置。

【請求項３】

前記電流検出素子は、前記発熱素子であって、前記発熱素子実装面に実装されることを特徴とする請求項２に記載の駆動装置。

【請求項４】

前記回路基板の中心側から、前記駆動素子のうち高電位側に接続される素子、前記駆動素子のうち低電位側に接続される素子、前記電流検出素子の順に配列されることを特徴とする請求項３に記載の駆動装置。

【請求項５】

前記制御部品を構成する電子部品のうち放熱が必要である発熱制御部品（８２）は、前記発熱素子であって、前記発熱素子実装面に実装されることを特徴とする請求項１～４のいずれか一項に記載の駆動装置。

【請求項６】

前記発熱素子実装面に実装され、前記発熱素子実装面からの高さが前記駆動素子よりも大きい大型部品（７１、７２、８２、１８０）を備え、

前記フレーム部材には、前記大型部品を収容する大型部品収容室（３３、３４、３５、１８２）が形成され、

前記駆動素子の高さをＴ１、前記駆動素子と前記フレーム部材との間隔をＧ１、前記大型部品の高さをＴ２、前記大型部品と前記フレーム部材との最短距離をＧ２とすると、

前記発熱素子実装面と平行な平面上における前記駆動素子の放熱スラグの前記大型部品側の端部と前記大型部品の頂部の前記駆動素子側の端部との距離Ｌ１は、

$$L1 = T2 + \{ 2 - ( \quad ) \} \times G2 - T1 - G1$$

を満たすことを特徴とする請求項１～４のいずれか一項に記載の駆動装置。

【請求項７】

前記フレーム部材には、板厚方向に貫通する孔部（２３、２４、２５、２３１）が形成され、

前記フレーム部材における前記回転電機側の端面と前記回転電機と反対側の端面との間の距離を必要放熱厚、前記必要放熱厚を二分割する仮想線を分割仮想線とすると、

前記駆動素子の放熱スラグの前記孔部側の端部と、前記分割仮想線上における前記孔部の前記駆動素子側の壁部との前記発熱素子実装面上における距離は、前記必要放熱厚の（１／２）以上であることを特徴とする請求項１～６のいずれか一項に記載の駆動装置。

【請求項８】

前記フレーム部材には、板厚方向に貫通する軸孔（２３、２３１）が形成され、

前記インバータ部は、複数であって、

前記フレーム部材における前記回転電機側の端面と前記回転電機と反対側の端面との間の距離を必要放熱厚ｄ、前記必要放熱厚を二分割する仮想線を分割仮想線、前記分割仮想線上における前記軸孔を構成する壁部間の距離をＬ３とすると、

第１インバータの前記駆動素子の放熱スラグと第２インバータの前記駆動素子の放熱スラグとの間の距離Ｌ２は、

$$L2 = d + L3$$

を満たすことを特徴とする請求項１～７のいずれか一項に記載の駆動装置。

【請求項９】

前記インバータ部は、２つであって、

前記インバータ部的一方である第１インバータ部（５０）を構成する前記駆動素子（５１～５６）が実装される領域を第１領域、前記インバータ部の他方である第２インバータ

10

20

30

40

50

部(60)を構成する前記駆動素子(61~66)が実装される領域を第2領域とすると、

前記第1領域は、前記回転電機の軸中心を延長した前記回路基板上の点である中心相当点を挟んで前記第2領域の反対側に配置されることを特徴とする請求項1~8のいずれか一項に記載の駆動装置。

【請求項10】

前記中心相当点には、前記回転角センサが実装され、

前記第1インバータ部を構成する前記駆動素子と前記第2インバータ部を構成する前記駆動素子とは、前記中心相当点に対して点対称に配置されることを特徴とする請求項9に記載の駆動装置(2)。

10

【請求項11】

前記第1領域の基板配線と前記第2領域の基板配線とは、前記中心相当点に対して点対称であることを特徴とする請求項9または10に記載の駆動装置。

【請求項12】

前記第1インバータ部を構成する前記駆動素子は、バッテリーからの電力が供給される電力供給領域側から、第1相、第2相、第3相の順に配列され、

前記第2インバータ部を構成する前記駆動素子は、前記電力供給領域側から、第3相、第2相、第1相の順に配列されることを特徴とする請求項9~11のいずれか一項に記載の駆動装置。

【請求項13】

前記制御回路を構成する部品には、コンデンサ(86、87)が含まれることを特徴とする請求項1~12のいずれか一項に記載の駆動装置。

20

【請求項14】

前記コンデンサは、前記回路基板の前記フレーム部材と反対側の面である大型部品実装面に実装されることを特徴とする請求項13に記載の駆動装置。

【請求項15】

前記コンデンサは、前記駆動素子が実装される領域と少なくとも一部が重複する箇所に実装されることを特徴とする請求項14に記載の駆動装置。

【請求項16】

チョークコイル(89)は、前記制御回路が実装される前記回路基板のいずれかの面に表面実装されることを特徴とする請求項1~15のいずれか一項に記載の駆動装置。

30

【請求項17】

前記チョークコイルは、前記回路基板の前記フレーム部材と反対側の面である大型部品実装面に実装されることを特徴とする請求項16に記載の駆動装置。

【請求項18】

前記駆動素子が実装される領域、および、前記回転電機の軸中心を延長した前記回路基板上の点である中心相当点を含む領域を駆動素子実装領域とすると、

前記演算回路部、前記ブリドライバ、前記レギュレータ、および、前記信号処理部の少なくとも1つを含んで構成される集積回路部品(81、82)は、前記駆動素子実装領域の外側に配置されることを特徴とする請求項1~17のいずれか一項に記載の駆動装置。

40

【請求項19】

前記発熱素子には、前記電源と前記インバータ部との間に通電される電流の導通または遮断を切り替え可能であるリレー(71~74)が含まれ、

前記リレーは、前記駆動素子実装領域を挟んで前記集積回路部品と反対側に配置されることを特徴とする請求項18に記載の駆動装置。

【請求項20】

前記制御回路を構成する部品には、前記電源と前記インバータ部との間に通電される電流の導通または遮断を切り替え可能である電源リレー(71、72)が含まれることを特徴とする請求項1~18のいずれか一項に記載の駆動装置。

【請求項21】

50

前記電源リレーは、前記発熱素子であって、前記発熱素子実装面に実装されることを特徴とする請求項 20 に記載の駆動装置。

【請求項 22】

前記制御回路を構成する部品には、寄生ダイオードの向きが前記電源リレーと逆向きとなるように接続される逆接保護リレー（73、74）が含まれる請求項 20 または 21 に記載の駆動装置。

【請求項 23】

前記逆接保護リレーは、前記発熱素子であって、前記発熱素子実装面に実装されることを特徴とする請求項 22 に記載の駆動装置。

【請求項 24】

請求項 1 ~ 23 のいずれか一項に記載の駆動装置と、  
前記回転電機から出力されたトルクを駆動対象（102）に伝達するギア（9）と、  
を備え、  
前記回転電機のトルクにより前記駆動対象を駆動することで、運転者による操舵部材（101）の操舵を補助することを特徴とする電動パワーステアリング装置（8）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動装置、および、これを用いた電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、モータとモータの駆動を制御するインバータ回路とを近接させて配置させることが公知である。例えば特許文献 1 では、インバータ回路が実装された回路基板を収納した筐体を圧縮機の外殻に取り付けている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 153552 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 では、筐体の開口部にヒートシンクが設けられ、このヒートシンクに I P M の熱を放熱させている。そのため、特許文献 1 では筐体に開口部を形成する必要があり、またヒートシンクを別途に設けているので、部品点数が増大する。

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、部品点数を低減可能な駆動装置、および、これを用いた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】

【0005】

本発明の駆動装置は、回転電機と、フレーム部材と、回路基板と、駆動素子と、制御部品と、を備える。

回転電機は、巻線が巻回されるステータ、ステータに対して相対回転可能に設けられるロータ、および、ロータとともに回転するシャフトを有する。

【0006】

フレーム部材は、回転電機の軸方向側であって、シャフトと接続され回転電機の駆動力を出力する出力端（165）と反対側に設けられ、回転電機に固定される。

回路基板は、フレーム部材の回転電機と反対側に固定される。

巻線に通電される電流を切り替えるインバータ部を構成する駆動素子は、基板のフレーム部材側の面にフレーム部材に対して放熱可能に実装される。

【0007】

制御部品は、演算回路部、ブリドライバ、レギュレータ、信号処理部、および、回転角

10

20

30

40

50

センサを含み、駆動素子と同一の回路基板に実装される。演算回路部は、演算処理を実行する。ブリドライバは、駆動素子に駆動信号を出力する。レギュレータは、電源の電圧を所定電圧に調整して出力する。信号処理部は、入力された信号を処理する。回転角センサは、ロータの回転角度を検出する。

巻線およびコネクタを除き、駆動素子および制御部品を含む制御回路を構成する全ての部品は、回路基板のいずれかの面に表面実装されている。発熱素子実装面に実装される駆動素子を含む発熱素子は、フレーム部材に対して背面放熱可能に設けられる。

【0008】

本発明では、駆動素子は、基板が固定されるフレーム部材に放熱可能に設けられる。これにより、駆動素子の熱を放熱させるためのヒートシンク等を別途に設ける場合と比較し、部品点数を低減することができる。

10

また、本発明では、駆動素子が実装される回路基板と同一の基板に制御部品が実装される。これにより、回路基板の実装面積を有効に活用でき、装置の小型化に寄与する。特に、駆動素子が実装される基板と同一の基板に全ての制御部品を実装することで、基板を複数設ける場合と比較し、部品点数を低減可能であるとともに、駆動装置を小型化することができる。

【0009】

また、駆動装置は、電動パワーステアリング装置に好適に適用される。電動パワーステアリング装置は、駆動装置と、回転電機から出力されたトルクを駆動対象に伝達するギアと、を備え、回転電機のトルクにより駆動対象を駆動することで、運転者による操舵部材の操舵を補助する。

20

本発明の駆動装置は、駆動素子と制御部品とを同一の回路基板に実装し、駆動素子の熱をフレーム部材に放熱させることで、小型化を図っている。そのため、搭載スペースが狭い箇所にも搭載可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態によるパワーステアリングシステムを示す概略構成図である。

【図2】本発明の第1実施形態による駆動装置の回路構成を示す模式図である。

【図3】本発明の第1実施形態による駆動装置の断面図である。

30

【図4】本発明の第1実施形態による駆動装置の側面図である。

【図5】図4のV方向の矢視図である。

【図6】図4のVI方向の矢視図である。

【図7】本発明の第1実施形態による駆動装置の分解斜視図である。

【図8】本発明の第1実施形態による駆動装置の分解斜視図である。

【図9】本発明の第1実施形態によるECUの側面図である。

【図10】図9のX方向の矢視図である。

【図11】図9のXI方向の矢視図である。

【図12】本発明の第1実施形態によるSW素子と他の電子部品との位置関係を説明する模式的な断面図である。

40

【図13】本発明の第1実施形態によるSW素子と軸孔との位置関係を説明する模式的な断面図である。

【図14】本発明の第2実施形態による駆動装置の断面図である。

【図15】本発明の第2実施形態による駆動装置の側面図である。

【図16】図15のカバー部材の一部を除いた側面図である。

【図17】図16のXVII方向の矢視図であって、カバー部材の一部を除いた図である。

【図18】本発明の第2実施形態による基板のフレーム部材側の面を示す平面図である。

【図19】本発明の第2実施形態による基板のフレーム部材と反対側の面を示す平面図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0011】

以下、本発明による駆動装置、および、電動パワーステアリング装置を図面に基づいて説明する。

## (第1実施形態)

本発明の第1実施形態による駆動装置、および、電動パワーステアリング装置を図1～図11に示す。以下、複数の実施形態において、実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

## 【0012】

図1に示すように、駆動装置1は、運転者によるステアリング操作を補助するための電動パワーステアリング装置8に適用される。駆動装置1は、回転電機としてのモータ10と、モータ10の駆動制御に係るコントローラであるECU40とが一体に形成される。

## 【0013】

図1は、電動パワーステアリング装置8を備えるステアリングシステム100の全体構成を示すものである。ステアリングシステム100は、操舵部材としてのハンドル101、コラム軸102、ピニオンギア104、ラック軸105、車輪106、および、電動パワーステアリング装置8等から構成される。

## 【0014】

ハンドル101は、コラム軸102と接続される。コラム軸102には、運転者がハンドル101を操作することにより入力される操舵トルクを検出するトルクセンサ103が設けられる。コラム軸102の先端には、ピニオンギア104が設けられ、ピニオンギア104はラック軸105に噛み合っている。ラック軸105の両端には、タイロッド等を介して一对の車輪106が設けられる。

## 【0015】

これにより、運転者がハンドル101を回転させると、ハンドル101に接続されたコラム軸102が回転する。コラム軸102の回転運動は、ピニオンギア104によりラック軸105の直線運動に変換され、ラック軸105の変位量に応じた角度に一对の車輪106が操舵される。

## 【0016】

電動パワーステアリング装置8は、減速ギア9、および、駆動装置1を備える。電動パワーステアリング装置8は、トルクセンサ103から取得される操舵トルクや、図示しないCAN(Contoller Area Network)から取得される車速等の信号に基づき、ハンドル101の操舵を補助するための補助トルクをモータ10から出力し、減速ギア9を介してコラム軸102に伝達する。すなわち、本実施形態の電動パワーステアリング装置8は、モータ10にて発生したトルクにてコラム軸102の回転をアシストする、所謂「コラムアシスト」であるが、ラック軸105の駆動をアシストする、所謂「ラックアシスト」としてもよい。換言すると、本実施形態では、コラム軸102が「駆動対象」であるが、ラック軸105を「駆動対象」としてもよい、ということである。

## 【0017】

次に、電動パワーステアリング装置8の電氣的構成を図2に基づいて説明する。なお、図2においては、煩雑になることを避けるため、一部の制御線等を省略している。

モータ10は、三相ブラシレスモータであって、後述するステータ12に巻回される第1巻線組13および第2巻線組14を有する。第1巻線組13は、U相コイル131、V相コイル132、および、W相コイル133から構成される。第2巻線組14は、U相コイル141、V相コイル142、および、W相コイル143から構成される。本実施形態では、第1巻線組13および第2巻線組14が「巻線」に対応する。

## 【0018】

ECU40は、いずれも後述の回路基板41に実装される第1インバータ部50、第2インバータ部60、電源リレー71、72、逆接保護リレー73、74、制御部品80、コンデンサ86、87、チョークコイル89等を備える。本実施形態では、ECU40を

10

20

30

40

50

構成する電子部品は、1枚の回路基板41に実装される。これにより、複数の基板によりECU40を構成する場合と比較し、部品点数を低減可能であるとともに、小型化が可能である。

#### 【0019】

第1インバータ部50は、6つのスイッチング素子(以下、「SW素子」という。)51~56がブリッジ接続されており、第1巻線組13への通電を切り替える。第2インバータ部60は、6つのSW素子61~66がブリッジ接続されており、第2巻線組14への通電を切り替える。

本実施形態のSW素子51~56、61~66は、MOSFET(金属酸化物半導体電界効果トランジスタ)であるが、IGBT等の他の素子を用いてもよい。

本実施形態では、SW素子51~56、61~66が、「駆動素子」に対応する。

#### 【0020】

第1インバータ部50の高電位側に配置されるSW素子51、52、53は、ドレインが電源としてのバッテリー109の正極側に接続され、ソースが低電位側に配置されるSW素子54、55、56のドレインに接続される。SW素子54、55、56のソースは、電流検出素子57、58、59を経由してバッテリー109の負極側に接続される。高電位側のSW素子51、52、53と低電位側のSW素子54、55、56との接続点は、それぞれU相コイル131、V相コイル132、W相コイル133に接続される。

#### 【0021】

第2インバータ部60の高電位側に配置されるSW素子61、62、63は、ドレインがバッテリー109の正極側に接続され、ソースが低電位側に配置されるSW素子64、65、66のドレインに接続される。SW素子64、65、66のソースは、電流検出素子67、68、69を経由してバッテリー109の負極側に接続される。高電位側のSW素子61、62、63と低電位側のSW素子64、65、66との接続点は、それぞれU相コイル141、V相コイル142、W相コイル143に接続される。

#### 【0022】

電流検出素子57、58、59は、第1巻線組13の各相に対応してSW素子54~56の低電位側に設けられ、第1巻線組13の各相に通電される電流を検出する。

電流検出素子67、68、69は、第2巻線組14の各相に対応してSW素子64~66の低電位側に設けられ、第2巻線組14の各相に通電される電流を検出する。

本実施形態の電流検出素子57~59、67~69は、シャント抵抗である。

#### 【0023】

電源リレー71は、バッテリー109と第1インバータ部50との間に設けられ、バッテリー109と第1インバータ部50との間における電流を導通または遮断する。電源リレー72は、バッテリー109と第2インバータ部60との間に設けられ、バッテリー109と第2インバータ部60との間における電流を導通または遮断する。

#### 【0024】

逆接保護リレー73は、電源リレー71と第1インバータ部50との間に設けられる。逆接保護リレー74は、電源リレー72と第2インバータ部60との間に設けられる。逆接保護リレー73、74は、寄生ダイオードの向きが電源リレー71、72と反対向きとなるように接続され、バッテリー109が逆向きに接続された場合に逆向きの電流が流れるのを防ぎ、ECU40を保護する。

本実施形態では、電源リレー71、72および逆接保護リレー73、74は、いずれもMOSFETであるが、IGBT等の他の素子を用いてもよい。本実施形態では、電源リレー71、72および逆接保護リレー73、74が「リレー」に対応する。

#### 【0025】

制御部品80は、演算回路部としてのマイコン81、発熱制御部品としてのASIC82、および、回転角センサ85から構成される。本実施形態では、マイコン81およびASIC82が「集積回路部品」に対応する。

マイコン81は、トルクセンサ103や回転角センサ85等からの信号に基づき、第1

10

20

30

40

50

巻線組 1 3 および第 2 巻線組 1 4 への通電に係る指令値を演算する。

A S I C 8 2 は、ブリドライバ 8 2 1、信号処理部 8 2 2、および、レギュレータ 8 2 3 等から構成される。

【 0 0 2 6 】

ブリドライバ 8 2 1 は、指令値に基づいて駆動信号を生成し、生成された駆動信号を第 1 インバータ部 5 0 および第 2 インバータ部 6 0 に出力する。詳細には、ブリドライバ 8 2 1 は、生成された駆動信号を、S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 のゲートに出力する。S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 が駆動信号に従ってスイッチング動作することで、第 1 インバータ部 5 0 および第 2 インバータ部 6 0 から第 1 巻線組 1 3 および第 2 巻線組 1 4 に指令値に応じた交流電流が通電される。これにより、モータ 1 0 が駆動される。

10

【 0 0 2 7 】

信号処理部 8 2 2 は、電流検出素子 5 7 ~ 5 9、6 7 ~ 6 9 の検出信号（本実施形態では両端電圧）や回転角センサ 8 5 の検出信号について、増幅等の処理を実行し、マイコン 8 1 に出力する。

レギュレータ 8 2 3 は、電源の電圧（例えば 1 2 [ V ]）を所定電圧（例えば 5 [ V ]）に調整してマイコン 8 1 等へ出力する。すなわち、レギュレータ 8 2 3 は、マイコン 8 1 等に供給する電圧を安定化させる安定化回路である、といえる。

【 0 0 2 8 】

回転角センサ 8 5 は、磁気検出素子により構成され、後述するシャフト 1 6 の他端 1 6 2 に設けられるマグネット 1 8 が回転することによる回転磁界を検出することにより、ロータ 1 5 の回転角度を検出する。本実施形態では、回転角センサ 8 5 は、電気角を検出するものとするが、機械角を検出するものであってもよい。

20

【 0 0 2 9 】

コンデンサ 8 6 は、第 1 インバータ部 5 0 と並列に接続される。コンデンサ 8 7 は、第 2 インバータ部 6 0 と並列に接続される。本実施形態では、コンデンサ 8 6、8 7 は、アルミ電解コンデンサであって、リレー 7 1 ~ 7 4 のインバータ部 5 0、6 0 側に設けられる。また、チョークコイル 8 9 は、バッテリー 1 0 9 とコンデンサ 8 6、8 7 の正極側との間に接続される。本実施形態では、チョークコイル 8 9 は、リレー 7 1 ~ 7 4 のバッテリー 1 0 9 側に設けられる。

【 0 0 3 0 】

30

コンデンサ 8 6、8 7 およびチョークコイル 8 9 は、フィルタ回路を構成し、バッテリー 1 0 9 を共有する他の装置から伝わるノイズを低減するとともに、駆動装置 1 からバッテリー 1 0 9 を供給する他の装置に伝わるノイズを低減する。また、コンデンサ 8 6、8 7 は、電荷を蓄えることで、第 1 インバータ部 5 0 および第 2 インバータ部 6 0 への電力供給を補助する。

【 0 0 3 1 】

本実施形態では、第 1 巻線組 1 3 に対応して設けられる第 1 インバータ部 5 0、電源リレー 7 1、逆接保護リレー 7 3、および、コンデンサ 8 6 を、第 1 系統 2 0 1 とする。また、第 2 巻線組 1 4 に対応して設けられる第 2 インバータ部 6 0、電源リレー 7 2、逆接保護リレー 7 4、および、コンデンサ 8 7 を、第 2 系統 2 0 2 とする。すなわち、モータ 1 0 は、複数系統（本実施形態では 2 系統）にて駆動制御される。

40

【 0 0 3 2 】

次に、駆動装置 1 の構造について図 3 ~ 図 1 1 に基づいて説明する。以下適宜、モータ 1 0 の軸方向を単に「軸方向」といい、モータ 1 0 の径方向を単に「径方向」という。なお、図 3 は、図 5 の I I I - I I I 線の断面図である。

図 3 ~ 図 8 に示すように、駆動装置 1 は、モータ 1 0、フレーム部材 2 0、E C U 4 0、および、カバー部材 9 0 等を備える。

図 3 に示すように、モータ 1 0 は、モータケース 1 1、ステータ 1 2、第 1 巻線組 1 3、第 2 巻線組 1 4、ロータ 1 5、および、シャフト 1 6 等を有する。

【 0 0 3 3 】

50

モータケース 11 は、底部 111、および、筒部 114 を有し、例えばアルミ等の金属により有底筒状に形成される。本実施形態のモータケース 11 は、アルミにより形成され、表面はアルマイト処理がなされている。モータケース 11 は、底部 111 が ECU40 と反対側、開口側が ECU40 側となるように配置される。本実施形態では筒部 114 が「回転電機の筒部」に対応し、筒部 114 を軸方向に投影した領域を「モータ領域」とする。

底部 111 の略中央には、シャフト 16 の一端 161 が挿通される軸孔 112 が形成される。また、底部 111 には、ベアリング 166 が嵌合する。

【0034】

筒部 114 の開口側には、フレーム部材 20 を固定するための固定部 116 が径方向外側に突出して形成される。固定部 116 には、ねじ孔 117 が形成される。本実施形態の固定部 116 は、等間隔で 3 箇所 に設けられる。

10

【0035】

ステータ 12 は、例えば鉄等の磁性材の薄板を積層してなる積層部、および、積層部の軸方向外側に形成されるインシュレータを有し、モータケース 11 の内側に固定される。ステータ 12 の積層部に用いる薄板の枚数は、モータ 10 に要求される出力に応じて変更可能である。これにより、軸方向の長さを変更することで、径方向の大きさを変更することなく、モータ 10 の出力を変更可能である。

【0036】

第 1 巻線組 13 および第 2 巻線組 14 は、ステータ 12 のインシュレータに巻回される。第 1 巻線組 13 からは、相毎に第 1 モータ線 135 が取り出される。第 2 巻線組 14 からは、相毎に第 2 モータ線 145 が取り出される。モータ線 135、145 は、モータケース 11 から ECU40 側に取り出される（図 7 参照）。

20

【0037】

第 1 モータ線 135 は、第 1 U 相モータ線 136、第 1 V 相モータ線 137、および、第 1 W 相モータ線 138 から構成され、電源リレー 71、72 側から、第 1 U 相モータ線 136、第 1 V 相モータ線 137、第 1 W 相モータ線 138 の順に配列される。

また、第 2 モータ線 145 は、第 2 U 相モータ線 146、第 2 V 相モータ線 147、および、第 2 W 相モータ線 148 から構成され、電源リレー 71、72 側から、第 2 W 相モータ線 148、第 2 V 相モータ線 147、第 2 U 相モータ線 146 の順に配列される。

30

【0038】

ここで、シャフト 16 の軸線および軸線を仮想的に延長した軸線仮想延長線をモータ 10 の軸中心 O とすると、第 1 U 相モータ線 136 と第 2 U 相モータ線 146、第 1 V 相モータ線 137 と第 2 V 相モータ線 147、第 1 W 相モータ線 138 と第 2 W 相モータ線 148 とは、軸中心 O に対し、点対称に配置される。また、第 1 U 相モータ線 136 と第 1 W 相モータ線 138 とは、第 1 V 相モータ線 137 に対して対称に配置される。同様に、第 2 U 相モータ線 146 と第 2 W 相モータ線 148 とは、第 2 V 相モータ線 147 を挟んで対称に配置される。

【0039】

これにより、第 1 モータ線 135 からの磁束漏れと第 2 モータ線 145 からの磁束漏れとが相殺される。また、モータ 10 の軸中心 O に実装される回転角センサ 85 における磁束漏れの影響を低減でき、検出誤差を低減することができる。

40

ここで、「対称」とは、磁束漏れを相殺できる程度であれば、製造上の誤差程度は許容されるものとする。

【0040】

ロータ 15 は、ロータコア 151 および永久磁石 152 を有する。ロータコア 151 は、例えば鉄等の磁性材により略円筒状に形成され、ステータ 12 と同軸となるようにステータ 12 の径方向内側に設けられる。永久磁石 152 は、ロータコア 151 の径方向外側に設けられ、N 極と S 極とが交互となるように構成される。

【0041】

50

シャフト16は、例えば金属により棒状に形成され、ロータコア151の軸中心に固定される。シャフト16は、モータケース11の底部111に設けられるベアリング166、および、フレーム部材20に設けられるベアリング167に軸受され、回転可能に支持される。これにより、シャフト16はロータ15とともに回転可能となる。なお、ロータ15の外壁と、ステータ12の内壁との間には、エアギャップが形成される。

#### 【0042】

シャフト16の一端161は、モータケース11の底部111に形成される軸孔112に挿通され、モータケース11の外部に突出する。シャフト16の一端161には、減速ギア9(図1参照)と接続される出力端165が設けられる。これにより、ロータ15およびシャフト16の回転により生じるトルクが、減速ギア9を経由してコラム軸102に出力される。なお、図4等においては、出力端165の記載を省略した。

10

シャフト16の他端162には、マグネット18を保持するマグネット保持部17が設けられる。

#### 【0043】

図3および図7等に示すように、フレーム部材20は、例えばアルミ等の熱伝導性のよい金属により形成され、モータケース11の開口側を塞ぐように、筒部114の径方向内側に挿入される。ここで、フレーム部材20のモータ10側の面をモータ側端面21、ECU40側の面をECU側端面31とする。

#### 【0044】

フレーム部材20の略中央には、板厚方向(本実施形態では軸方向)に貫通する軸孔23が形成される。軸孔23には、シャフト16の他端162側が挿通される。これにより、シャフト16の他端162に設けられるマグネット18がECU40側に露出する。また、フレーム部材20には、ベアリング167が嵌合する。

20

また、フレーム部材20には、第1モータ線135が挿通されるモータ線挿通孔24、および、第2モータ線145が挿通されるモータ線挿通孔25が形成される。これにより、モータ線135、145は、ECU40側に取り出される。

#### 【0045】

フレーム部材20には、固定部116に対応する箇所(本実施形態では3箇所)において径方向外側に突出する固定部26が形成される。固定部26には、スルーホール27が形成される。フレーム固定ねじ38は、スルーホール27に挿通され、ねじ孔117に螺着される。これにより、フレーム部材20がモータケース11に固定される。

30

#### 【0046】

フレーム部材20の径方向外側であって、固定部26よりも底部111側には、リング溝29が形成され、リング39がリング溝29と筒部114との間に嵌め込まれる。これにより、モータケース11とフレーム部材20との間からモータ10の内部への水滴等の浸入が防止される。

フレーム部材20のECU側端面31には、基板固定部32、リレー収容室33、34、ASIC収容室35、端子逃がし溝36、および、接着溝37が形成される。

#### 【0047】

図3、図7～図11に示すように、ECU40は、フレーム部材20を挟んでモータ10と反対側であって、モータ10と略同軸、かつ、モータ領域内に概ね収まるように設けられる。

40

ECU40は、各種電子部品が実装される回路基板41を有する。

#### 【0048】

回路基板41は、モータ領域内に収まる形状に形成される。本実施形態では、回路基板41は、フレーム部材20のECU側端面31に形成される接着溝37の径方向内側に収まる形状に形成される。すなわち本実施形態では、回路基板41に実装され、ECU40を構成するSW素子51～56、61～66、電流検出素子57～59、67～69、コンデンサ86、87、および、チョークコイル89が、モータ領域内に収まっている。換言すると、ECU40全体がモータ領域内に収まっている、ともいえる。

50

ここで、回路基板 4 1 のモータ 1 0 側の面を発熱素子実装面 4 2、モータ 1 0 と反対側の面を大型部品実装面 4 3 とする。

【 0 0 4 9 】

図 8 および図 1 0 等に示すように、発熱素子実装面 4 2 には、SW 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6、電流検出素子 5 7 ~ 5 9、6 7 ~ 6 9、電源リレー 7 1、7 2、逆接保護リレー 7 3、7 4、ASIC 8 2、および、回転角センサ 8 5 等が実装される。なお、図 1 0 においては、回転角センサ 8 5 を省略した。本実施形態では、発熱素子実装面 4 2 に実装される全ての部品、および、大型部品実装面 4 3 に実装されるマイコン 8 1 は、表面実装されている。換言すると、全ての制御部品 8 0 が、回路基板 4 1 のいずれかの面に表面実装されている、ともいえる。

10

【 0 0 5 0 】

回転角センサ 8 5 は、発熱素子実装面 4 2 に略中心であって、フレーム部材 2 0 から露出するマグネット 1 8 と対向する箇所に実装される。回転角センサ 8 5 は、発熱素子実装面 4 2 の軸中心 O に実装される（図 3 参照）。本実施形態では、回路基板 4 1 における軸中心 O が「中心相当点」に対応する。

【 0 0 5 1 】

発熱素子実装面 4 2 に実装される逆接保護リレー 7 3、7 4、および、ASIC 8 2 のフレーム部材 2 0 側の面には、SW 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 と同様、銅等の熱伝導性のよい素材で形成される放熱スラグが形成される。また、SW 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6、電流検出素子 5 7 ~ 5 9、6 7 ~ 6 9、電源リレー 7 1、7 2、逆接保護リレー 7 3、7 4、および、ASIC 8 2 は、放熱ゲル 7 5（図 1 2 および図 1 3 参照）を介してフレーム部材 2 0 の ECU 側端面 3 1 に放熱可能な状態で当接する。これにより、SW 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6、電流検出素子 5 7 ~ 5 9、6 7 ~ 6 9、電源リレー 7 1、7 2、逆接保護リレー 7 3、7 4、および、ASIC 8 2 にて生じた熱は、放熱ゲル 7 5 を経由して、フレーム部材 2 0 に放熱される。なお、図 3 等において、ASIC 8 2 とフレーム部材 2 0 とが離間して見えるのは、放熱ゲル 7 5 が省略されているためである。

20

【 0 0 5 2 】

すなわち、発熱素子実装面 4 2 に実装される回転角センサ 8 5 以外の部品である SW 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6、電流検出素子 5 7 ~ 5 9、6 7 ~ 6 9、電源リレー 7 1、7 2、逆接保護リレー 7 3、7 4、および、ASIC 8 2 は、フレーム部材 2 0 に対して放熱可能に設けられており、SW 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6、電流検出素子 5 7 ~ 5 9、6 7 ~ 6 9、電源リレー 7 1、7 2、逆接保護リレー 7 3、7 4、および、ASIC 8 2 が、発熱素子 7 0 を構成する。

30

【 0 0 5 3 】

また本実施形態では、フレーム部材 2 0 がモータ 1 0 の外郭としての機能、ECU 4 0 を保持する機能、および、発熱素子 7 0 の熱を放熱するヒートシンクとしての機能を兼ね備えている。これにより、ヒートシンクを別途に設ける場合と比較し、部品点数を低減可能であり、装置全体としての体格を小型化可能である。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 に示すように、SW 素子 5 1 は、チップ 5 1 1、ドレイン端子 5 1 2、ソース端子 5 1 3、および、放熱スラグ 5 1 4、および、モールド部 5 1 5 を有する。なお、SW 素子 5 2 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 は、SW 素子 5 1 と同様の構成であって、3 桁目の数字が同じである場合、同様の構成であることを意味するものとする。

40

【 0 0 5 5 】

チップ 5 1 1 は、ドレイン端子 5 1 2 と一体に形成されるランドに設けられる。ソース端子 5 1 3 は、一側がモールド部 5 1 5 から突出し、他側には放熱スラグ 5 1 4 が設けられる。放熱スラグ 5 1 4 は、回路基板 4 1 と反対側にてモールド部 5 1 5 から露出する。これにより、SW 素子 5 1 のオンオフにより生じた熱は、放熱スラグ 5 1 4 および放熱ゲル 7 5 を経由してフレーム部材 2 0 側へ放熱される。以下、放熱スラグ 5 1 4 が露出する箇所を「放熱部位」とする。なお、図 1 2 は、模式的な図であるため、図 3、図 7、図 1

50

0等とは配置や形状等が必ずしも一致していない。図13についても同様である。

【0056】

図8および図10に示すように、第1インバータ部50を構成するSW素子51～56が実装される第1領域R1は、第2インバータ部60を構成するSW素子61～66が実装される第2領域R2と、モータ10の軸中心Oを挟んで反対側に配置される。

本実施形態では、SW素子51～56とSW素子61～66とは、モータ10の軸中心Oを通る直線を挟んで線対称に配置される。

【0057】

相配置について説明すると、第1インバータ部50は電源リレー71に近い側から、U相、V相、W相の順に、第2インバータ部60は電源リレー72に近い側から、W相、V相、U相の順の点対称の関係で配置されている。すなわち、本実施形態では、電源リレー71、72が実装されている領域をバッテリー109から回路基板41へ電力を供給する電力供給領域と捉えると、第1インバータ部50は、電力供給領域側から、第1相、第2相、第3相の順に配列され、第2インバータ部60は、電力供給領域側から、第3相、第2相、第1相の順に配列される。モータ線135、145についても同様である。すなわち、換言すると、第2系統202の相配列は、第1系統の相配列と逆順になっている。

これにより、インピーダンスを低減可能であるとともに、回路基板41における各相の配線長のばらつきが低減されるので、各相のインピーダンスのばらつきを低減することができる。なお、ここでいう「対称」とは、インピーダンスを低減可能な程度であって、製造誤差等は許容されるものとする。

【0058】

また、高電位側に接続されるSW素子51～53の外側には、低電位側に接続されるSW素子54～56が配置され、さらにその外側に電流検出素子57～59が配置される。同様に、高電位側に接続されるSW素子61～63の外側には、低電位側に接続されるSW素子64～66が配置され、さらにその外側に電流検出素子67～69が配置される。

【0059】

SW素子51～56は、回路基板41側の面にドレインが形成される。また、第1モータ線135は、高電位側に接続されるSW素子51～53のソースおよび低電位側に接続されるSW素子54～56のドレインと接続される(図2参照)。そのため、外側に配置される第1モータ線135とドレインが接続される低電位側のSW素子54～56を高電位側のSW素子51～53よりも外側に配置することで、回路基板41における配線が容易となる。

SW素子61～66および第2モータ線145の配置についても同様である。

【0060】

第1領域R1、第2領域R2および軸中心Oを含む領域を駆動素子実装領域R3とすると、ASIC82は、駆動素子実装領域R3の外側に配置される。また、電源リレー71、72および逆接保護リレー73、74は、駆動素子実装領域R3を挟んで、ASIC82と反対側に配置される。なお、本実施形態では、領域R1～R3を矩形の領域として示したが、SW素子51～56、61～66および電流検出素子57～59、67～69の実装箇所に応じ、例えば各素子の外縁により定義される矩形以外の領域等、どのように定義してもよい。

【0061】

ここで、発熱素子実装面42に実装される部品間の位置関係について説明する。

SW素子51～56、61～66と比較して発熱素子実装面42からの高さが大きい電源リレー71、72は、フレーム部材20のECU側端面31に形成されるリレー収容室33、34に収容される。また、SW素子51～56、61～66と比較して発熱素子実装面42からの高さが大きいASIC82は、フレーム部材20のECU側端面31に形成されるASIC収容室35に収容される。本実施形態では、電源リレー71、72およびASIC82を「大型部品」とし、図12においては、SW素子51と大型部品180(電源リレー71、72およびASIC82に対応)との関係を例に説明する。図12に

10

20

30

40

50

おいては、説明のため、大型部品 180 の軸方向の大きさを強調して記載している。

【0062】

図 12 (b) に示すように、SW 素子 51 の熱は、2 点鎖線で示すようにフレーム部材 20 に伝達される。そのため、回路基板 41 の垂直方向（すなわち軸方向）に放熱スラグ 514 を投影した領域の端部から外側方向に 45° の角度で広がる拡散ライン S1 よりも内側の領域を高放熱部 HS とすると、高放熱部 HS に掘り込み等により空間 A が形成されると、SW 素子 51 からの放熱効率が低下する。

【0063】

そこで本実施形態では、SW 素子 51 よりも軸方向の大きさが大きい大型部品 180 を発熱素子実装面 42 側に設ける場合、大型部品 180 を配置するためにフレーム部材 20 の ECU 側端面 31 に形成される凹部である大型部品収容室 182（本実施形態ではリレー収容室 33、34、および、ASIC 収容室 35 に対応）が高放熱部 HS と重複しないように、大型部品 180 の体格に応じ、SW 素子 51 から離間して配置する。

例えば、アルミ電解コンデンサ等の高さの大きい部品を発熱素子実装面 42 側に実装する場合、高さが大きいほど、SW 素子 51 から離間させて配置する、といった具合である。

【0064】

詳細には、図 12 (a) に示すように、発熱素子実装面 42 と平行な平面上における SW 素子 51 の放熱スラグ 514 の大型部品 180 側の端部と、大型部品 180 の頂部 181 の SW 素子 51 側の端部との距離 L1 を、式 (1) とする。

$$L1 = T2 + \{2 - (\quad 2)\} \times G2 - T1 - G1 \quad \dots (1)$$

【0065】

なお、式 (1) 中の記号は、以下の通りである。

T1 : SW 素子 51 の高さ

G1 : SW 素子 51 とフレーム部材 20 との間隔

T2 : 大型部品 180 の高さ

G2 : 大型部品 180 とフレーム部材 20 との最短間隔

（本実施形態では、軸方向における間隔）

また、式 (1) 中の G2 の係数 {2 - ( )} は、大型部品収容室 182 の側壁と底壁との間が円弧状に形成されることを想定しているが、大型部品収容室 182 の側壁と底壁とを円弧状としない場合には、式 (1) 中の G2 の係数を 2 としてもよい。

【0066】

式 (1) を満たす距離 L1 の分、SW 素子 51 と大型部品 180 とを離間して配置することで、SW 素子 51 の高放熱部 HS と大型部品収容室 182 とが重複せず、SW 素子 51 の熱を高効率にフレーム部材 20 に放熱させることができる。

なお、大型部品 180 とフレーム部材 20 との間のギャップに放熱ゲル 75 を設けることで大型部品 180 の熱をフレーム部材 20 側に放熱させてもよいし、大型部品 180 とフレーム部材 20 とを離間させた状態としてフレーム部材 20 側に放熱させなくてもよい。

【0067】

また、高さが SW 素子 51 の高さ以下である小型部品 185 は、フレーム部材 20 の ECU 側端面 31 に凹部等を形成することなく発熱素子実装面 42 に実装可能であるので、SW 素子 51 と離間させて配置する必要はなく、例えば、配線可能な範囲で近接させて配置してもよい。小型部品 185 は、本実施形態の電流検出素子 57 ~ 59、67 ~ 69 および逆接保護リレー 73、74 や、チップコンデンサ等が例示される。

【0068】

次に、SW 素子 51 ~ 56、61 ~ 66 と軸孔 23 との位置関係について、図 13 に基づいて説明する。なお、図 13 においては、説明を簡略化するため、SW 素子 52、55、62、65 以外の回路基板 41 に実装される部品を省略した。以下、SW 素子 52、55、62、65 の放熱を中心に説明する。

## 【 0 0 6 9 】

回路基板 4 1 の垂直方向に放熱スラグ 5 2 4、5 5 4 を投影した領域の端部から第 1 領域 R 1 の外側方向に 4 5 ° の角度で広がるライン、および、放熱スラグ 6 2 4、6 5 4 の端部から第 2 領域 R 2 の外側方向に 4 5 ° の角度で広がるラインを拡散ライン S 1 とする。また、S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 の熱を放熱させるのに必要なフレーム部材 2 0 の軸方向長さを必要放熱厚 d とし、本実施形態では、フレーム部材 2 0 のモータ側端面 2 1 と E C U 側端面 3 1 との間の距離を必要放熱厚 d とする。また、必要放熱厚 d を二分する仮想線を分割仮想線 S 2 とし、分割仮想線 S 2 よりも回路基板 4 1 側であって拡散ライン S 1 よりも内側の領域を高放熱部 H S 1、H S 2 とする。ここで、高放熱部 H S 1 が第 1 インバータ部 5 0 を構成する S W 素子 5 1 ~ 5 6 に対応し、高放熱部 H S 2 が第 2 インバータ部 6 0 を構成する S W 素子 6 1 ~ 6 6 に対応する。

10

## 【 0 0 7 0 】

S W 素子 5 2、5 5、6 2、6 5 の熱は、高放熱部 H S 1、H S 2 において、拡散ライン S 1 に沿って径方向に広がりつつ軸方向に伝達される(図 1 2 参照)。また、S W 素子 5 2、5 5、6 2、6 5 の熱は、分割仮想線 S 2 よりもモータ 1 0 側において、主に軸方向に伝達される。

## 【 0 0 7 1 】

図 1 2 にて説明したように、高放熱部 H S 1、H S 2 に掘り込み等が形成されることによる空間が存在すると、S W 素子 5 2、5 5、6 2、6 5 からの放熱効率が低下する。

また、本実施形態では、S W 素子 5 1 ~ 5 5 と、S W 素子 6 1 ~ 6 6 とは、軸中心 O を挟んで反対側に配置されており、フレーム部材 2 0 において、S W 素子 5 2 が対向する箇所と、S W 素子 6 2 が対向する箇所との間には、軸孔 2 3 が形成される。そのため、高放熱部 H S 1、H S 2 と軸孔 2 3 とが重複しないように、S W 素子 5 2 と S W 素子 6 2 とを離間させて配置する。

20

## 【 0 0 7 2 】

詳細には、S W 素子 5 2 の放熱スラグ 5 2 4 の S W 素子 6 2 側の端部と S W 素子 6 2 の放熱スラグ 6 2 4 の S W 素子 5 2 側の端部との距離 L 2 を、式 ( 2 ) とする。なお、式 ( 2 ) 中の記号 L 3 は、分割仮想線 S 2 上における軸孔 2 3 を構成する壁部間の距離である。

$$L 2 \quad d + L 3 \quad \cdots ( 2 )$$

30

## 【 0 0 7 3 】

換言すると、S W 素子 5 2 は、S W 素子 5 2 の放熱スラグ 5 2 4 の軸孔 2 3 側の端部と、分割仮想線 S 2 上における軸孔 2 3 の S W 素子 5 2 側の壁部との発熱素子実装面 4 2 上における距離 L 4 が、必要放熱厚 d の 1 / 2 ( すなわち ( 1 / 2 ) d ) 以上となるように、発熱素子実装面 4 2 に実装される。同様に、S W 素子 6 2 は、S W 素子 6 2 の放熱スラグ 6 2 4 の軸孔 2 3 側の端部と、分割仮想線 S 2 上における軸孔 2 3 の S W 素子 6 2 側の壁部との発熱素子実装面 4 2 上における距離 L 5 が、必要放熱厚 d の 1 / 2 以上となるように、発熱素子実装面 4 2 に実装される。

## 【 0 0 7 4 】

これにより、高放熱部 H S 1、H S 2 と軸孔 2 3 とが重複せず、高放熱部 H S 1、H S 2 に空間が形成されないため、S W 素子 5 2、6 2 の熱を高効率に放熱させることができる。また、図 1 3 に示すように、高放熱部 H S 1、H S 2 と重複しない拡散ライン S 1 よりも軸孔 2 3 側の範囲で、マグネット 1 8 の形状に合わせて軸孔 2 3 に段差部 2 3 9 を形成することも可能である。

40

## 【 0 0 7 5 】

なお、S W 素子 5 2、6 2 よりも外側に配置される S W 素子 5 1、5 3 ~ 5 6、6 1、6 3 ~ 6 6 の放熱スラグと軸孔 2 3 との距離は、S W 素子 5 2、6 2 と軸孔 2 3 との距離よりも大きく、S W 素子 5 1、5 3 ~ 5 6、6 1、6 3 ~ 6 6 の高放熱部 H S 1、H S 2 と軸孔 2 3 とは重複しないため、S W 素子 5 1、5 3 ~ 5 6、6 1、6 3 ~ 6 6 の熱も、高効率に放熱される。

50

図13では、高放熱部HS1、HS2と軸孔23との位置関係を中心に説明したが、高放熱部HS1、HS2とモータ線挿通孔24、25との位置関係についても同様である。すなわち本実施形態では、軸孔23およびモータ線挿通孔24、25が「孔部」に対応する。また、高放熱部HSが「第1高放熱部」に対応し、高放熱部HS1、HS2が「第2高放熱部」に対応する。

【0076】

図7および図11等に示すように、大型部品実装面43には、マイコン81、コンデンサ86、87およびチョークコイル89等が実装される。

マイコン81は、ASIC82が実装される領域の裏側であって、少なくとも一部が重複する箇所に実装される。また、マイコン81は、駆動素子実装領域R3の外側に配置される。なお、図11においては、駆動素子実装領域R3の記載を省略した。

10

【0077】

本実施形態では、ASIC82の熱をフレーム部材20側に放熱させている。そのため、ASIC82の熱を回路基板41側に放熱させるための放熱ビア等を形成する必要がなく、大型部品実装面43側のASIC82が実装される領域にも配線を形成可能であり、マイコン81等の電子部品をASIC82の裏側に実装可能である。いずれも回路基板41における占有面積が比較的大きいマイコン81をASIC82の裏側に実装することで、回路基板41の実装面積を有効に活用でき、回路基板41の小型化に寄与する。また、マイコン81とASIC82との間の配線を短くすることができる。

【0078】

20

コンデンサ86は、第1インバータ部50を構成するSW素子51～56が実装される第1領域R1の裏側であって、少なくとも一部が重複する箇所に実装される。また、コンデンサ87は、第2インバータ部60を構成するSW素子61～66が実装される第2領域R2の裏側であって、少なくとも一部が重複する箇所に実装される。コンデンサ86、87を、インバータ部50、60の裏側に配置することで、配線長を短くインピーダンスを小さく構成できるため、ノイズ低減効果が高まる。

【0079】

本実施形態では、比較的大型の電子部品であるコンデンサ86、87およびチョークコイル89を大型部品実装面43側に実装することで、回路基板41とフレーム部材20とを近接した状態にて配置可能である。これにより、発熱素子実装面42側に実装される発熱素子70の熱をフレーム部材20に背面放熱させることができる。

30

【0080】

第1領域R1よりも径方向外側には、モータ線挿通部44が形成される。モータ線挿通部44には、第1モータ線135が挿通される。また、第2領域R2よりも径方向外側には、モータ線挿通部45が形成される。モータ線挿通部45には、第2モータ線145が挿通される。

【0081】

大型部品実装面43において、モータ線挿通部44、45が形成される箇所には、導電性のよい金属等により形成されるモータ線接続部46が設けられる。モータ線接続部46は、圧入部を有し、この圧入部にモータ線135、145が圧入されると、プレスフィットにより、モータ線135、145と回路基板41とが電氣的に接続される。

40

【0082】

回路基板41の基板固定部32に対応する箇所には、孔部48が形成される。基板固定ねじ49(図7および図8参照)は、孔部48に挿入され、フレーム部材20の基板固定部32に螺着される。これにより、回路基板41は、フレーム部材20に固定される。

【0083】

図3～図8に示すように、カバー部材90は、カバー本体91、給電用コネクタ96、および、信号用コネクタ97を有し、回路基板41の大型部品実装面43側を覆うように形成される。

カバー本体91の周壁92の端部には、挿入部921が形成される。挿入部921は、

50

フレーム部材 20 の接着溝 37 に挿入され、接着剤により固定される。これにより、フレーム部材 20 とカバー部材 90 との間からの水滴等の浸入が防止される。

【0084】

カバー本体 91 の略中央には、コンデンサ収容部 93 が形成される。コンデンサ収容部 93 は、モータ 10 と反対側に突出して形成され、コンデンサ 86、87 を収容する。コンデンサ収容部 93 には、呼吸穴 94 が形成される。呼吸穴 94 は、フィルタ部材 95 により塞がれる。フィルタ部材 95 は、水を通さず、空気を通す素材にて形成される。これにより、温度変化に伴う駆動装置 1 内部の圧力変化を抑制する。

【0085】

給電用コネクタ 96 および信号用コネクタ 97 (以下適宜、「コネクタ 96、97」という。)は、カバー本体 91 からモータ 10 と反対側に突出して形成される。本実施形態では、コネクタ 96、97 は、カバー本体 91 と一体に形成される。

10

給電用コネクタ 96 は、開口部 961 がモータ 10 と反対側の端部に形成され、軸方向端部側からバッテリー 109 と接続される図示しないハーネスを接続可能に形成される。また、給電用コネクタ 96 は、回路基板 41 と接続される給電コネクタ端子 962 を有する。給電コネクタ端子 962 は、回路基板 41 に形成される端子挿通孔 965 に挿通され、はんだ等により回路基板 41 と接続される。これにより、ECU 40 は、バッテリー 109 と接続される。

【0086】

信号用コネクタ 97 は、開口部 971 がモータ 10 と反対側の端部に形成され、開口部 971 から図示しないハーネスを接続可能に形成される。本実施形態では、信号用コネクタ 97 は、2つ形成され、一方の信号用コネクタ 97 には、トルクセンサ 103 と接続されるハーネスが接続され、他方の信号用コネクタ 97 には、CAN と接続されるハーネスが接続される。また、信号用コネクタ 97 は、回路基板 41 と接続される信号コネクタ端子 972 を有する。信号コネクタ端子 972 は、回路基板 41 に形成される端子挿通孔 975 に挿通され、はんだ等により回路基板 41 に接続される。これにより、ECU 40 には、トルクセンサ 103 からの情報、および、CAN からの情報が入力される。

20

【0087】

なお、給電コネクタ端子 962 および信号コネクタ端子 972 (以下適宜、「端子 962、972」という。)の先端は、フレーム部材 20 の ECU 側端面 31 に形成される端子逃がし溝 36 に挿入され、端子 962、972 とフレーム部材 20 とが短絡しないように構成される。

30

【0088】

以上詳述したように、駆動装置 1 は、モータ 10 と、フレーム部材 20 と、回路基板 41 と、SW 素子 51 ~ 56、61 ~ 66 と、制御部品 80 と、を備える。

モータ 10 は、第 1 巻線組 13 および第 2 巻線組 14 が巻回されるステータ 12、ステータ 12 に対して相対回転可能に設けられるロータ 15、および、ロータと共に回転するシャフト 16 を有する。

【0089】

フレーム部材 20 は、モータ 10 に固定される。回路基板 41 は、フレーム部材 20 に固定される。

40

巻線組 13、14 に通電される電流を切り替えるインバータ部 50、60 を構成する SW 素子 51 ~ 56、61 ~ 66 は、回路基板 41 のフレーム部材 20 側の面である発熱素子実装面 42 に、フレーム部材 20 に対して放熱可能に実装される。

【0090】

制御部品 80 は、マイコン 81、ブリドライバ 821、レギュレータ 823、信号処理部 822、および、回転角センサ 85 の少なくとも 1 つを含み、SW 素子 51 ~ 56、61 ~ 66 と同一の回路基板 41 に実装される。マイコン 81 は、演算処理を実行する。ブリドライバ 821 は、SW 素子 51 ~ 56、61 ~ 66 等に駆動信号を出力する。レギュレータ 823 は、バッテリー 109 の電圧を所定電圧に調整して出力する。信号処理部 82

50

2は、入力された信号を処理する。回転角センサ85は、ロータ15の回転角度を検出する。

#### 【0091】

本実施形態では、SW素子51～56、61～66は、回路基板41が固定されるフレーム部材20に放熱可能に設けられる。これにより、SW素子51～56、61～66の熱を放熱させるためのヒートシンク等を別途に設ける場合と比較して、部品点数を低減することができる。

また、SW素子51～56、61～66が実装される回路基板41に制御部品80が実装される。これにより、回路基板41の実装面積を有効に活用でき、電子部品を高密度に実装できるので、装置の小型化に寄与する。特に本実施形態では、SW素子51～56、61～66が実装される回路基板41に全ての制御部品80が実装することで、基板を複数設ける場合と比較し、部品点数を低減可能であるとともに、駆動装置1を小型化することができる。

10

#### 【0092】

本実施形態では、フレーム部材20は、モータ10の軸方向側に設けられる。これにより、駆動装置1の径方向における体格を小型化することができる。

また、フレーム部材20は、シャフト16と接続されモータ10の駆動力を出力する出力端165と反対側に設けられるので、出力軸が回路基板41を貫通しないため、全面に素子実装が可能となり、回路基板41をさらに小型化することができる。

20

#### 【0093】

回路基板41は、フレーム部材20のモータ10と反対側に固定される。これにより、回路基板41をフレーム部材20のモータ10側に設ける場合と比較し、フレーム部材20をモータ10に容易に固定可能である。また、回路基板41に実装される電子部品の体格によらず、フレーム部材20を小型化可能である。

20

#### 【0094】

駆動装置1は、回路基板41の発熱素子実装面42に実装され、第1巻線組13および第2巻線組14に通電される電流を検出する電流検出素子57～59、67～69を備える。これにより配線が短くできるため、配線インピーダンスが小さくなり、スイッチングによる電流変動時のダンピングが小さくなり、第1巻線組13および第2巻線組14の電流を適切に検出することができる。

30

電流検出素子57～59、67～69は、フレーム部材20に対して放熱可能に実装される。これにより、電流検出素子57～59、67～69への通電により生じた熱が、フレーム部材20に放熱されるので、前記素子を小型化できるとともに、検出誤差を低減することができる。

#### 【0095】

制御部品80を構成する電子部品のうち、放熱が必要であるASIC82は、発熱素子実装面42にフレーム部材20に対して放熱可能に実装される。これにより、ASIC82により生じた熱を適切に放熱させることができる。また、ASIC82により生じた熱をフレーム部材20側に放熱させることで、ASIC82の熱を回路基板41側に放熱させるための放熱ビアの形成を省略することができる。これにより、ASIC82の裏側の領域にも電子部品(本実施形態ではマイコン81)を実装することができるので、回路基板41の実装面積をより有効に活用することができ、小型化に寄与する。

40

#### 【0096】

駆動装置1は、発熱素子実装面42に実装され、発熱素子実装面42からの高さがSW素子51～56、61～66よりも大きい大型部品180を備える。

また、フレーム部材20には、大型部品180を収容する大型部品収容室182が形成される。フレーム部材20において、回路基板41の垂直方向にSW素子51～56、61～66の放熱部位をフレーム部材20の回路基板41側の面であるECU側端面31に投影した領域の端部から外側方向に45°の角度の拡散ラインS1の内側を高放熱部HSとすると、大型部品収容室182は、高放熱部HSと重複しない箇所に形成される。

50

## 【 0 0 9 7 】

換言すると、大型部品 1 8 0 は、大型部品収容室 1 8 2 と高放熱部 H S とが重複しないように、大型部品 1 8 0 の高さに応じて S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 から離間して実装される。

これにより、高放熱部 H S に空間 A が形成されず、S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 の熱をフレーム部材 2 0 側へ高効率に放熱させることができる。

## 【 0 0 9 8 】

フレーム部材 2 0 には、板厚方向に貫通する軸孔 2 3 およびモータ線挿通孔 2 4、2 5 が形成される。本実施形態では、S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 の放熱に必要なフレーム部材 2 0 の板厚を必要放熱厚 d とし、フレーム部材 2 0 において、必要放熱厚 d の半分よりも回路基板 4 1 側であって、回路基板 4 1 の垂直方向に S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 の放熱部位をフレーム部材 2 0 の回路基板 4 1 側の面である E C U 側端面 3 1 に投影した領域の端部から外側方向に 4 5 ° の角度の拡散ライン S 1 よりも内側をそれぞれ高放熱部 H S 1、H S 2 とする。

## 【 0 0 9 9 】

軸孔 2 3 およびモータ線挿通孔 2 4、2 5 は、高放熱部 H S 1、H S 2 と重複しない箇所に形成される。

高放熱部 H S 2 と軸孔 2 3 およびモータ線挿通孔 2 4、2 5 とが重複せず、高放熱部 H S 1、H S 2 に空間が形成されないため、S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 の熱をフレーム部材 2 0 側へ高効率に放熱させることができる。

また、軸孔 2 3 等の貫通穴がない場合には、第 1 インバータ部 5 0 の S W 素子 5 1 ~ 5 6 に対応する高放熱部 H S 1 と第 2 インバータ部 6 0 の S W 素子 6 1 ~ 6 6 に対応する高放熱部 H S 2 の空間が重複しないように S W 素子 5 1 ~ 5 6、および S W 素子 6 1 ~ 6 6 を実装配置することで、S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 の熱をフレーム部材 2 0 側へ高効率に放熱させることができる。

## 【 0 1 0 0 】

インバータ部 5 0、6 0 を 2 つ設ける構成とし、電流を 2 分割することにより、S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6、電流検出素子 5 7 ~ 5 9、6 7 ~ 6 9、およびコンデンサ 8 6、8 7 を小型化でき、かつ大電流配線幅を半減させることができるため、コンパクトな実装が可能となる。

同時に、電源リレー 7 1、7 2 および逆接保護リレー 7 3、7 4 も 2 つ構成とすることで、同様な効果が得られる。

更に、第 1 インバータ部 5 0 を含む第 1 領域 R 1 および対応する第 1 巻線組 1 3 から取り出される第 1 モータ線 1 3 5 が挿通されるモータ線挿通部 4 4 は、第 2 インバータ部 6 0 を含む第 2 領域 R 2 および第 2 巻線組 1 4 から取り出される第 2 モータ線 1 4 5 が挿通されるモータ線挿通部 4 5 と回路基板 4 1 の軸中心 O を挟んで反対側に配置することにより、軸中心 O を挟んで両側に効率よく配線を形成することができ、かつ発熱が分散できるので、小型化に寄与する。

## 【 0 1 0 1 】

駆動装置 1 は、コンデンサ 8 6、8 7 を備える。コンデンサ 8 6、8 7 は、回路基板 4 1 のフレーム部材 2 0 と反対側の面である大型部品実装面 4 3 であって、S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 6 が実装される領域 R 1、R 2 と少なくとも一部が重複する箇所に実装される。これにより、コンデンサ 8 6、8 7 を他の箇所に配置する場合と比較すると、配線長が短くなり配線インピーダンスが小さくなるため、第 1 インバータ部 5 0 および第 2 インバータ部 6 0 のノイズ低減効果が高まる。

## 【 0 1 0 2 】

S W 素子 5 1 ~ 5 6、6 1 ~ 6 7 が実装される領域 R 1、R 2、および、回路基板 4 1 の軸中心 O を含む領域を駆動素子実装領域 R 3 とすると、マイコン 8 1 および A S I C 8 2 は、駆動素子実装領域 R 3 の外側に配置される。回路基板 4 1 において比較的占有面積の大きいマイコン 8 1 および A S I C 8 2 を駆動素子実装領域 R 3 の外側に配置すること

10

20

30

40

50

で、大電流部と信号系制御部を分離し、制御部への大電流スイッチングノイズの影響を低減できる。

また、これにより大電流系の配線をコンパクトに構成できるため、回路基板41の実装面積を有効に活用し、小型化することができる。

#### 【0103】

駆動装置1は、発熱素子実装面42にフレーム部材20に対して放熱可能に実装され、バッテリー109とインバータ部50、60との間に通電される電流の導通または遮断を切り替え可能である電源リレー71、72および逆接保護リレー73、74を備える。これにより、電源リレー71、72および逆接保護リレー73、74の通電により生じる熱を、フレーム部材20に適切に放熱させることができる。

電源リレー71、72および逆接保護リレー73、74は、駆動素子実装領域R3を挟んでマイコン81およびASIC82と反対側に配置される。これにより、回路基板41の発熱素子実装面42の実装面積を有効に活用し、各素子類を適切に配置することができる。

#### 【0104】

本実施形態の駆動装置1は、電動パワーステアリング装置8に適用される。すなわち、電動パワーステアリング装置8は、駆動装置1と、モータ10から出力されたトルクをコラム軸102に伝達する減速ギア9と、を備え、モータ10のトルクによりコラム軸102を駆動することで、運転者によるハンドル101の操舵を補助する。

#### 【0105】

本実施形態の駆動装置1は、モータ10とECU40とが同軸に設けられ、SW素子51~56、61~66と制御部品80とを同一の回路基板41に実装し、SW素子51~56、61~66の熱をフレーム部材20に放熱させることで小型化を図っている。そのため、搭載スペースが狭い箇所にも搭載可能となる。また、本実施形態の駆動装置1は、モータケース11とフレーム部材20との間にリング39が設けられており、また、フレーム部材20とカバー部材90とが接着剤にて固定されており、防水構造となっている。そのため、駆動装置1をエンジンルームへ搭載してもよく、例えばラックアシストタイプの電動パワーステアリング装置にも好適に適用可能である。

#### 【0106】

##### (第2実施形態)

本実施形態の第2実施形態による駆動装置を図14~図19に示す。なお、図14は、図17のXIV-XIV線の断面図である。

駆動装置2は、回転電機としてのモータ210、フロントフレームエンド215、リアフレームエンド220、コントローラとしてのECU240、コネクタ280、および、カバー部材290等を備える。本実施形態では、リアフレームエンド220が「フレーム部材」に対応する。なお、駆動装置2の電氣的構成は、上記実施形態と同様であるので、説明を省略する。

#### 【0107】

図14等に示すように、モータ210は、ステータ212、ロータ15、および、シャフト16等を備える。

ステータ212には、フロントフレームエンド215およびリアフレームエンド220が固定される。また、本実施形態では、モータケースが省略されており、ステータ212が露出している。その他の点については、上記実施形態のステータ12と同様である。すなわち本実施形態の駆動装置2では、ステータ212が剥き出しとなっており、防水構造とはなっていない。そのため、本実施形態の駆動装置2は、車室内に設けられることが好ましく、コラムアシスト型の電動パワーステアリング装置に好適に適用される。

本実施形態では、モータケースが省略されているので、ステータ212を投影した領域を「モータ領域」と捉えるものとする。

#### 【0108】

フロントフレームエンド215は、例えばアルミ等の金属により形成され、モータ21

10

20

30

40

50

0のECU240とは反対側の端部に設けられる。フロントフレームエンド215の略中央には、軸孔216が形成される。フロントフレームエンド215には、ベアリング166が設けられ、シャフト16の一端161が挿通される。これにより、シャフト16の一端161は、フロントフレームエンド215から露出する。シャフト16の一端161には、出力端165が設けられる。出力端165は、減速ギア9に接続される。これにより、ロータ15およびシャフト16の回転により生じるトルクが、減速ギア9を經由してコラム軸102に出力される。

#### 【0109】

図14～図17に示すように、リアフレームエンド220は、フレーム部222、放熱部230、および、コネクタ受部236を有し、例えばアルミ等の熱伝導性のよい金属により形成され、モータ210のECU240側に設けられる。フロントフレームエンド215とリアフレームエンド220とは、モータ210を挟んだ状態にて、図示しないスルーボルトにより締結される。また、リアフレームエンド220には、図示しないモータ線挿通孔が形成される。モータ線135、145は、モータ線挿通孔に挿通され、ECU240側に取り出される。本実施形態では、モータ線挿通孔および後述の軸孔231が「孔部」に対応する。

10

#### 【0110】

フレーム部222は、モータ210側に略環状に形成され、モータ210のステータ212に固定される。

放熱部230は、フレーム部222のECU240側に立設される。放熱部230には、基板固定部232が形成される。放熱部230のECU240側には、放熱面235が形成される。

20

#### 【0111】

放熱部230の軸中心Oには、軸孔231が形成される。軸孔231には、ベアリング167が設けられ、シャフト16の他端162が挿通される。これにより、シャフト16の他端162に設けられるマグネット18がECU240側に露出する。

コネクタ受部236には、放熱部230から径方向外側に突出して形成される。コネクタ受部236のECU240側には、コネクタ280が配置される。コネクタ受部236とコネクタ280とは、離間している。

本実施形態では、コネクタ受部236よりもECU240側の放熱部230の軸方向の大きさを、必要放熱厚dとする。

30

#### 【0112】

ECU240は、リアフレームエンド220を挟んでモータ210と反対側であって、モータ210と略同軸に設けられる。

ECU240は、各種電子部品が実装される回路基板241を有する。

回路基板241は、リアフレームエンド220を投影した領域内に収まる形状に形成される。また、回路基板241に実装され、ECU240を構成するSW素子51～56、61～66、電流検出素子57～59、67～69、コンデンサ86、87、および、チョークコイル89が、モータ領域内に収まっている。

ここで、回路基板241のモータ210側の面を発熱素子実装面242、モータ10と反対側の面を大型部品実装面243とする。

40

#### 【0113】

図18に示すように、発熱素子実装面242には、SW素子51～56、61～66、電流検出素子57～59、電源リレー71、72、逆接保護リレー73、74、ASIC82、および、回転角センサ85等が実装される。

本実施形態では、SW素子51～56、61～66、電流検出素子57～59、67～69、電源リレー71、72、逆接保護リレー73、74、および、ASIC82は、放熱ゲルを介して、リアフレームエンド220の放熱部230の放熱面235に放熱可能な状態で当接する。これにより、SW素子51～56、61～66、電源リレー71、72、逆接保護リレー73、74、および、ASIC82にて生じた熱は、放熱ゲルを經由し

50

て、リアフレームエンド 2 2 0 に放熱される。

【 0 1 1 4 】

A S I C 8 2 は、放熱部 2 3 0 に放熱可能な状態にて回路基板 2 4 1 の発熱素子実装面 2 4 2 に実装されるので、上記実施形態と同様、大型部品実装面 2 4 3 において、A S I C 8 2 と重複する領域に電子部品を実装可能である。本実施形態では、上記実施形態と同様、大型部品実装面 2 4 3 において、A S I C 8 2 と少なくとも一部が重複する領域には、マイコン 8 1 が実装される（図 1 4、図 1 9 参照）。

【 0 1 1 5 】

本実施形態では、第 1 インバータ部 5 0 を構成する S W 素子 5 1 ~ 5 6 と、第 2 インバータ部 6 0 を構成する S W 素子 6 1 ~ 6 6 とは、モータ 1 0 の軸中心 O（本実施形態では、回転角センサ 8 5 が実装される箇所）に対して、対称に配置される。本実施形態では、S W 素子 5 1 ~ 5 6 と S W 素子 6 1 ~ 6 6 とは、モータ 1 0 の軸中心 O に対して点対称に配置される。また、回路基板 2 4 1 において、第 1 領域 R 1 の基板配線と、第 2 領域 R 2 との基板配線とは、軸中心 O に対して点対称である。

【 0 1 1 6 】

なお、相配列については、上記実施形態と同様、第 1 インバータ部 5 0 は、電源リレー 7 1 に近い側から、U 相、V 相、W 相の順に配置され、第 2 インバータ部 6 0 は、電源リレー 7 2 に近い側から、W 相、V 相、U 相の順に配置されている。

回路基板 2 4 1 に実装される各種電子部品の配置や、第 1 実施形態におけるフレーム部材 2 0 に対応するリアフレームエンド 2 2 0 との位置関係等で特に言及していない点については、上記実施形態と同様である。

【 0 1 1 7 】

回路基板 2 4 1 の第 1 インバータ部 5 0 を構成する素子類が実装される領域よりも径方向外側には、モータ線挿通部 2 4 4 が形成される。モータ線挿通部 2 4 4 には、第 1 モータ線 1 3 5 が挿通され、はんだ等により接続される。また、回路基板 2 4 1 の第 2 インバータ部 6 0 を構成する素子類が実装される領域よりも径方向外側には、モータ線挿通部 2 4 5 が形成される。モータ線挿通部 2 4 5 には、第 2 モータ線 1 4 5 が挿通され、はんだ等により接続される。

【 0 1 1 8 】

モータ線挿通部 2 4 4、2 4 5 は、軸中心 O を中心とする円周 C 上に形成される。すなわち、回路基板 2 4 1 上において、モータ線 1 3 5、1 4 5 は、円周 C 上に配置される。本実施形態では、環状のステータ 2 1 2 に巻回される巻線組 1 3、1 4 からモータ線 1 3 5、1 4 5 が取り出される。モータ線挿通部 2 4 4、2 4 5 を同一円周上に形成することで、モータ線 1 3 5、1 4 5 をステータ 2 1 2 側から回路基板 4 1 側に略真っ直ぐに取り出せばよいので、モータ線 1 3 5、1 4 5 と回路基板 2 4 1 との接続が容易になる。

また、インバータ部 5 0、6 0 との配線抵抗を小さくでき、かつ第 1 インバータ部 5 0 の配線と第 2 インバータ部 6 0 の配線との配線バランスがよい（すなわち、配線インピーダンス差が小さい）接続が容易になり、トルクリップルが小さいスムーズなモータ駆動を実現し易くなる。

【 0 1 1 9 】

回路基板 2 4 1 の基板固定部 2 3 2 に対応する箇所には、孔部 2 4 8 が形成される。基板固定ねじ 4 9 は、孔部 2 4 8 に挿入され、リアフレームエンド 2 2 0 の基板固定部 2 3 2 に螺着される。これにより、回路基板 2 4 1 は、リアフレームエンド 2 2 0 に固定される。

【 0 1 2 0 】

また、回路基板 2 4 1 は、円弧状に形成される円弧部 2 5 1 と、円弧部 2 5 1 の径方向外側に形成されるコネクタ固定部 2 5 2 を有する。コネクタ固定部 2 5 2 には、コネクタ固定ねじ 2 8 9 が挿通される孔部 2 5 3 が形成される。

回路基板 2 4 1 の発熱素子実装面 2 4 2 側であって、電源リレー 7 1、7 2 および逆接保護リレー 7 3、7 4 の外側のコネクタ固定部 2 5 2 には、コネクタ 2 8 0 が設けられる

10

20

30

40

50

。

## 【 0 1 2 1 】

図 1 4 ~ 図 1 7 に示すように、コネクタ 2 8 0 は、回路基板 2 4 1 の大型部品実装面 2 4 3 側から挿入されるコネクタ固定ねじ 2 8 9 にて、回路基板 2 4 1 に固定される。

コネクタ 2 8 0 は、樹脂等で形成され、回路基板 2 4 1 から径方向外側に突出した状態にて固定され、リアフレームエンド 2 2 0 のコネクタ受部 2 3 6 の E C U 2 4 0 側に配置される。なお、コネクタ 2 8 0 は、リアフレームエンド 2 2 0 のフレーム部 2 2 2 およびコネクタ受部 2 3 6 よりも E C U 2 4 0 側に設けられており、「コネクタは、フレーム部材よりもコントローラ側に配置される」という概念に含まれるものとする。

## 【 0 1 2 2 】

本実施形態では、コネクタ 2 8 0 を回路基板 2 4 1 の発熱素子実装面 2 4 2 側に設けることで、コネクタ 2 8 0 の高さ分、放熱部 2 3 0 を立ち上がらせて形成することにより、放熱部 2 3 0 の熱マスを大きくすることができ、発熱素子 7 0 により生じた熱を高効率に放熱させることができる。

## 【 0 1 2 3 】

コネクタ 2 8 0 は、開口部 2 8 1 が径方向外側を向き、径方向外側からハーネスを接続可能に形成される。また、コネクタ 2 8 0 は、端子 2 8 2 を有する。端子 2 8 2 は、回路基板 2 4 1 に接続される。

本実施形態のコネクタ 2 8 0 は、給電用コネクタ 2 8 3 と信号用コネクタ 2 8 4 とが一体に形成される。また、コネクタ 2 8 0 の外周には、フランジ部 2 8 5 が形成される。

## 【 0 1 2 4 】

カバー部材 2 9 0 は、金属等により、コネクタ 2 8 0 とは別体にて形成される。カバー部材 2 9 0 は、頂部 2 9 1、および、頂部 2 9 1 の外縁に沿って形成される側壁 2 9 2 を有し、E C U 2 4 0 を覆うように形成され、かしめ等により、リアフレームエンド 2 2 0 に固定される。

側壁 2 9 2 には、コネクタ 2 8 0 に応じた形状の切欠部 2 9 3 が形成される。これにより、コネクタ 2 8 0 の開口部 2 8 1 側は、カバー部材 2 9 0 から露出する。

## 【 0 1 2 5 】

本実施形態では、モータ 1 0 側が鉛直方向下側となるように搭載されることを前提とし、フランジ部 2 8 5 のモータ 1 0 側がカバー部材 2 9 0 から露出している。フランジ部 2 8 5 を設けることにより、カバー部材 2 9 0 とコネクタ 2 8 0 との間からの装置内部への水等の浸入が防止される。また、浸入してしまった水は、フランジ部 2 8 5 を伝って駆動装置 2 の外部へ排出される。

## 【 0 1 2 6 】

本実施形態では、回路基板 2 4 1 の軸中心 O には、回転角センサ 8 5 が実装される。第 1 インバータ部 5 0 を構成する S W 素子 5 1 ~ 5 6 と、第 2 インバータ部 6 0 を構成する S W 素子 6 1 ~ 6 6 とは、軸中心 O に対して点対称に配置される。特に、相配列も点対称とすることで、磁束漏れがキャンセルされるので、回転角センサ 8 5 における検出誤差を低減することができる。

## 【 0 1 2 7 】

また、第 1 領域 R 1 の基板配線と第 2 領域 R 2 の基板配線とは、軸中心 O に対して点対称である。これにより、配線長を短くすることができるので、インピーダンスを低減することができる。特に、相配列も点対称とすることで、各相の配線長のばらつきが低減されるので、相間のインピーダンスのばらつきを低減することができる。

また、上記実施形態と同様の効果を奏する。

## 【 0 1 2 8 】

(他の実施形態)

(ア) フレーム部材

他の実施形態では、フレーム部材は、フレーム固定ねじによりモータケースに固定されてもよいし、ねじ以外の部材によってフレーム部材をモータケースに固定してもよい。ま

10

20

30

40

50

た、圧入により、フレーム部材をモータケースに固定してもよい。これにより、部品点数を低減することができる。また、径方向における体格を小型化することができる。

【0129】

上記実施形態では、フレーム部材は、回転電機の軸方向側であって、出力端と反対側に設けられる。他の実施形態では、フレーム部材を出力端側に設けてもよい。また、フレーム部材を、回転電機の径方向外側等、軸方向側以外の箇所にも設けてもよい。上記実施形態では、回路基板が回転電機に対して略同軸に設けられることを前提とし、軸中心Oを中心相当点とする。他の実施形態では、回路基板が回転電機と同軸でない場合、或いは、回路基板が回転電機の軸方向側以外の箇所にも設けられるフレーム部材に固定される場合、軸中心O以外の箇所（例えば、回路基板の中心点）を中心相当点としてもよい。

10

【0130】

さらにまた、上記実施形態では、フレーム部材が回転電機の外郭を構成する。他の実施形態では、回転電機の外郭を構成する外郭部材とは別途にフレーム部材を構成し、フレーム部材を外郭部材等に固定してもよい。

また、上記実施形態では、回路基板は、フレーム部材の回転電機の反対側に固定される。他の実施形態では、回路基板をフレーム部材の回転電機側に固定してもよい。

【0131】

(イ) ECU

上記実施形態では、ECUには、インバータ部およびリレーは、2組ずつ設けられる。他の実施形態では、インバータ部およびリレーを1組としてもよいし、3組以上設けてもよい。

20

上記実施形態では、発熱素子は、放熱ゲルを介してフレーム部材と放熱可能に当接する。他の実施形態では、放熱ゲルに替えて、放熱シートを用いてもよいし、発熱素子とフレーム部材とが直接的に当接するように構成してもよい。また、上記実施形態では、SW素子は、モールド部から放熱スラグが露出して形成される。他の実施形態では、SW素子は、放熱スラグが露出していなくてもよい。上記実施形態では、放熱スラグが露出している箇所を「放熱部位」としたが、放熱スラグが露出していない場合、例えばモールド部全体を「放熱部位」と捉えてもよい。電源リレー、逆接保護リレー、および、ASICについても同様である。

【0132】

30

また、上記実施形態では、駆動素子、電流検出素子、電源リレー、逆接保護リレー、および、ASICが発熱素子に対応し、これらの発熱素子がフレーム部材に対して放熱可能に設けられる。他の実施形態では、電流検出素子、電源リレー、逆接保護リレー、および、ASICは、大型部品実装面側に実装してもよいし、省略してもよい。また、電流検出素子は、シャント抵抗以外の例えばホールIC等としてもよいし、2相分の電流検出素子を設けるといった具合に、一部を省略してもよい。電源リレーは、メカリレーとしてもよい。また、電流検出素子をホールIC等、放熱の必要のない素子で構成した場合、フレーム部材とは離間して設け、フレーム部材側に放熱させなくてもよい。

さらにまた、これらの素子類とは異なる電子部品を発熱素子として、フレーム部材に対して放熱可能となるように基板の発熱素子実装面に実装してもよい。

40

また、コンデンサおよびチョークコイルの少なくとも一部を、発熱素子実装面側に実装してもよい。

【0133】

上記実施形態では、第1実施形態では、第1インバータ部を構成するSW素子と第2インバータ部を構成するSW素子とが線対称に配置され、第2実施形態では、第1インバータ部を構成するSW素子と第2インバータ部を構成するSW素子が点対称に配置される。他の実施形態では、第1実施形態の構成にてSW素子を点対称配置としてもよいし、第2実施形態の構成にてSW素子を線対称配置としてもよい。また、SW素子の配置は、対称配置に限らず、どのように配置してもよい。さらにまた、SW素子以外の基板に実装される各種電子部品の配置も、どのようであってもよい。

50

## 【 0 1 3 4 】

また、上記実施形態では、第1系統において、電源リレーに近い側から、U相、V相、W相の順に配列され、第2系統において、電源リレーに近い側から、W相、V相、U相の順に配列される。他の実施形態では、第1系統の相配列は、電源リレー側からU相、V相、W相の順に限らず、どのように配列してもよい。また、第2系統の相配列は、第1系統の相配列と逆順であることが望ましい。これにより、上記実施形態と同様、回転角センサにおける磁束漏れの影響を低減可能である。また、配線インピーダンスの相間でのばらつきを低減することができる。また、他の実施形態では、第1系統の相配列と第2系統の相配列とは、逆順でなくてもよい。

## 【 0 1 3 5 】

上記実施形態では、制御部品は、演算回路部、ブリドライバ、レギュレータ、信号処理部、および、回転角センサを含む。他の実施形態では、これらの一部を駆動素子が実装される回路基板とは別の基板に実装してもよいし、省略してもよい。

上記実施形態では、ASICは、発熱素子実装面にフレーム部材に対して放熱可能に実装される。他の実施形態では、ASIC以外の制御部品（例えばマイコン）を発熱素子実装面にフレーム部材に対して放熱可能に実装してもよい。この場合、マイコンが「発熱制御部品」に対応する。

## 【 0 1 3 6 】

上記実施形態では、ASICは、ブリドライバ、信号処理部、および、レギュレータを含む。他の実施形態では、ASICは、ブリドライバ、信号処理部、および、レギュレータの少なくとも1つが含まれていればよい。また、ブリドライバ、信号処理部、および、レギュレータの一部または全部が別個の回路部品として構成されていてもよい。また、ASICは、ブリドライバ、信号処理部、および、レギュレータの少なくとも1つに加え、例えば他の装置との通信を行うための構成である通信部等、他の回路構成を含んでもよい。

## 【 0 1 3 7 】

また、上記実施形態では、基板の回転電機と反対側の面であって、集積回路部品が配置される領域と少なくとも一部が重複する箇所には、マイコンが実装される。他の実施形態では、基板の回転電機と反対側の面であって、集積回路部品が配置される領域と少なくとも一部が重複する箇所に実装される電子部品は、マイコンに限らず、例えばコンデンサ等、どのような電子部品であってもよい。

## 【 0 1 3 8 】

第1実施形態では、基板にモータ線との接続に用いられる金属片が実装され、プレスフィットにて基板とモータ線とが接続される。また、第2実施形態では、はんだ等により基板とモータ線とが接続される。他の実施形態では、例えば、第1実施形態の構成にて、基板とモータ線とをはんだにて接続してもよいし、第2実施形態の構成にて、基板に設けられた金属片を用いたプレスフィットにて基板とモータ線を接続してもよい。また、基板とモータ線との接続は、プレスフィットやはんだに限らず、どのような方法で接続してもよい。

上記実施形態では、基板は、基板固定ねじによりフレーム部材に固定される。他の実施形態では、基板をフレーム部材に固定する手法は、ねじを用いるのに限らず、どのような方法であってもよい。

## 【 0 1 3 9 】

## (ウ)コネクタ部

第1実施形態では、コネクタ部は、1つの給電用コネクタ、および、2つの信号用コネクタから構成される。他の実施形態では、これらのコネクタの一部または全部を複数設けてもよい。これらのコネクタは、第1実施形態のようにそれぞれ別個に設けてもよいし、一部または全部を第2実施形態のように一体に形成してもよい。

また、コネクタの数、コネクタの開口部の向き、および、カバー部材との一体もしくは別体については、どのような組み合わせとしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 4 0 】

## (エ)カバー部材

第1実施形態では、カバー部材は接着剤にてフレーム部材に固定される。また、第2実施形態では、かしめによりフレーム部材に固定される。カバー部材のフレーム部材への固定方法は、これに限らず、例えばねじ等で固定する等、どのように固定してもよい。

## 【 0 1 4 1 】

## (オ)駆動装置

上記実施形態では、回転電機は三相ブラシレスモータである。他の実施形態では、回転電機は、三相ブラシレスモータに限らず、どのようなモータであってもよい。また、回転電機は、モータ(電動機)に限らず、発電機であってもよいし、電動機および発電機の機能を併せ持つ所謂モータジェネレータであってもよい。また、巻線は、2系統に限らず、3系統以上設けてもよい。

上記実施形態では、駆動装置は、電動パワーステアリング装置に適用される。他の実施形態では、駆動装置を電動パワーステアリング装置以外の装置に適用してもよい。

以上、本発明は、上記実施形態になんら限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施可能である。

## 【符号の説明】

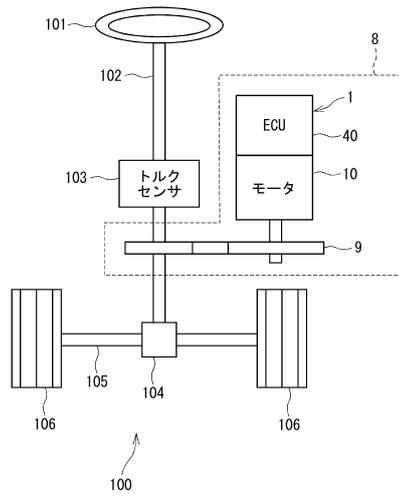
## 【 0 1 4 2 】

- 1、2・・・駆動装置
- 8・・・電動パワーステアリング装置
- 10、210・・・モータ(回転電機)
- 20・・・フレーム部材      220・・・リアフレームエンド(フレーム部材)
- 41、241・・・回路基板
- 42、242・・・発熱素子実装面
- 51～56、61～66・・・SW素子(駆動素子)
- 80・・・制御部品

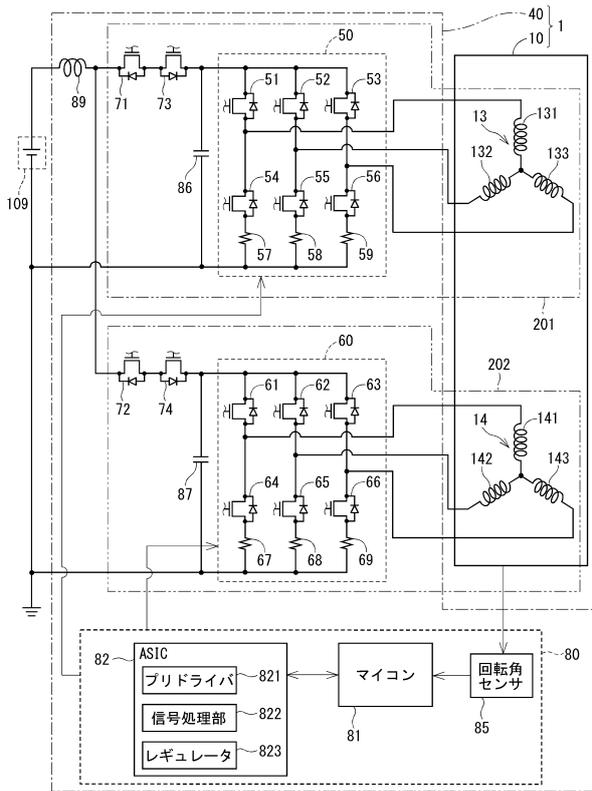
10

20

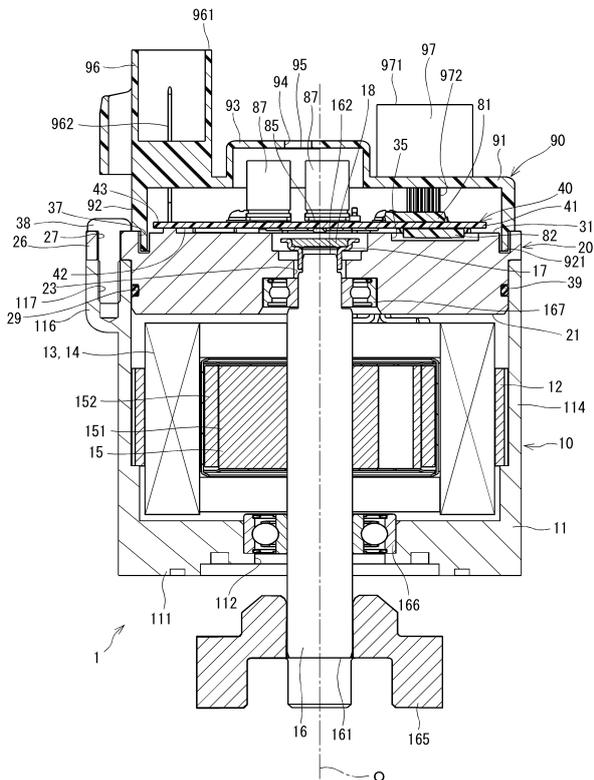
【図1】



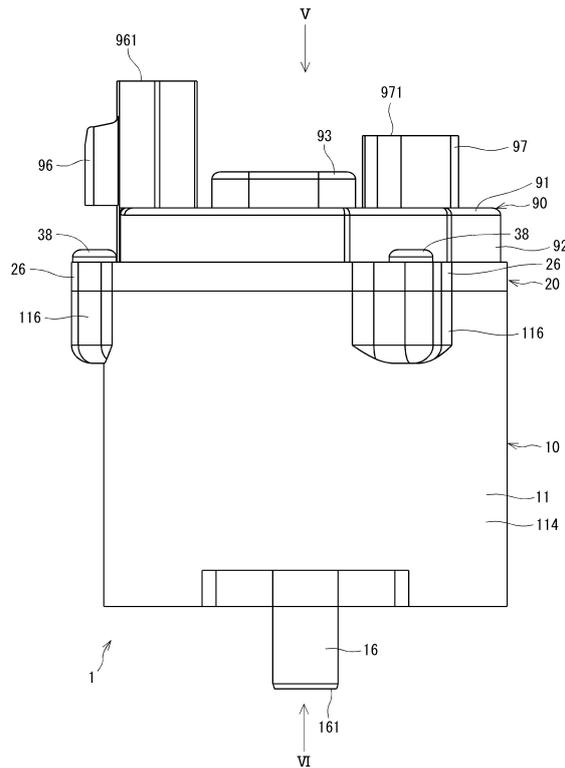
【図2】



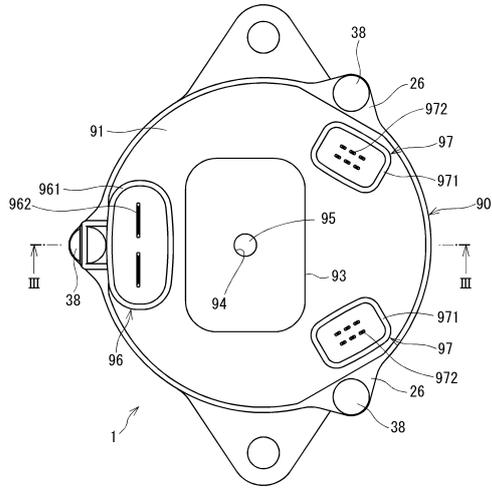
【図3】



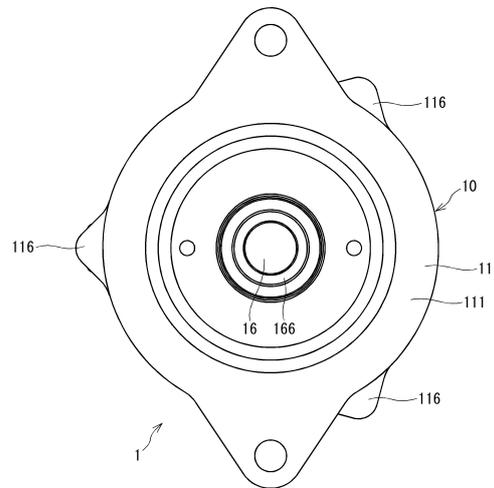
【図4】



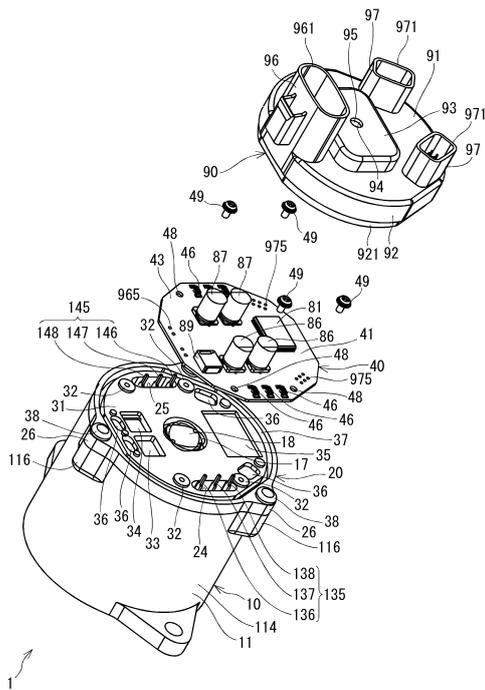
【 図 5 】



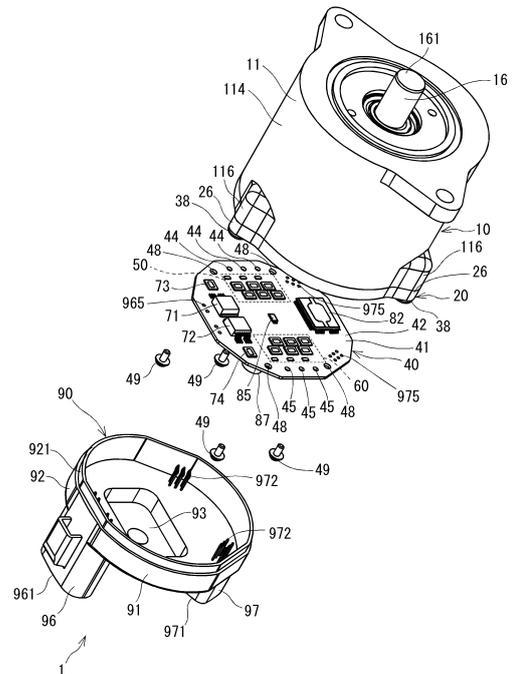
【 図 6 】



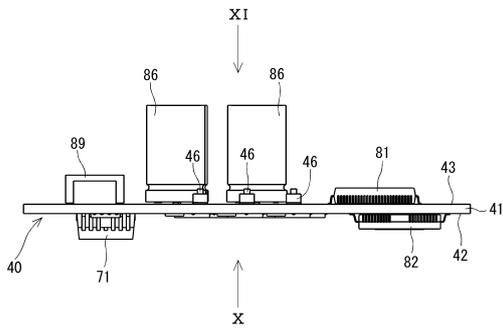
【 図 7 】



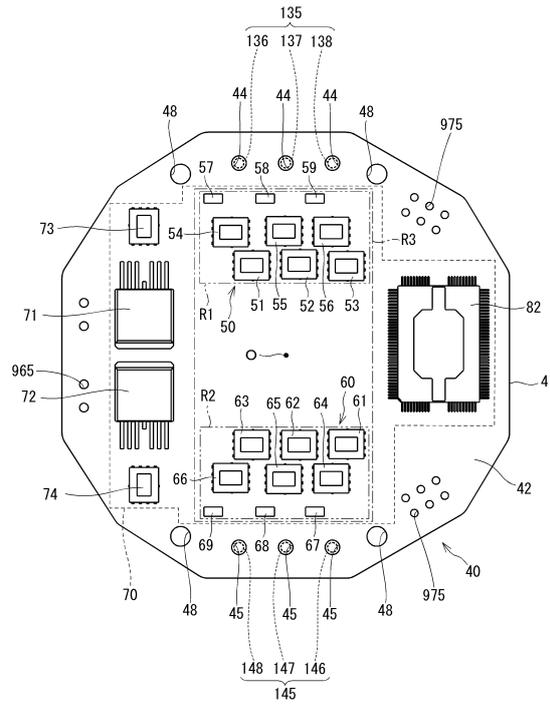
【 図 8 】



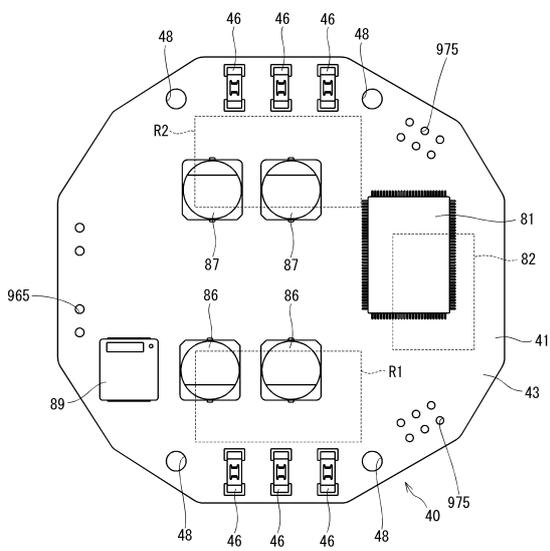
【図9】



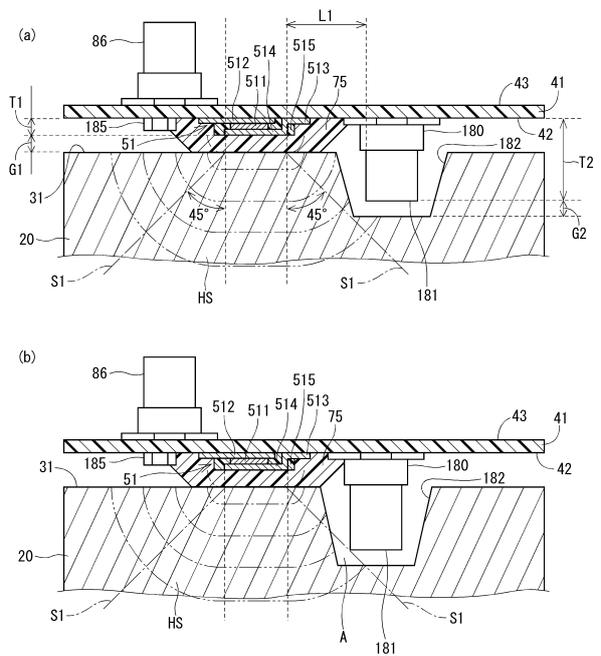
【図10】



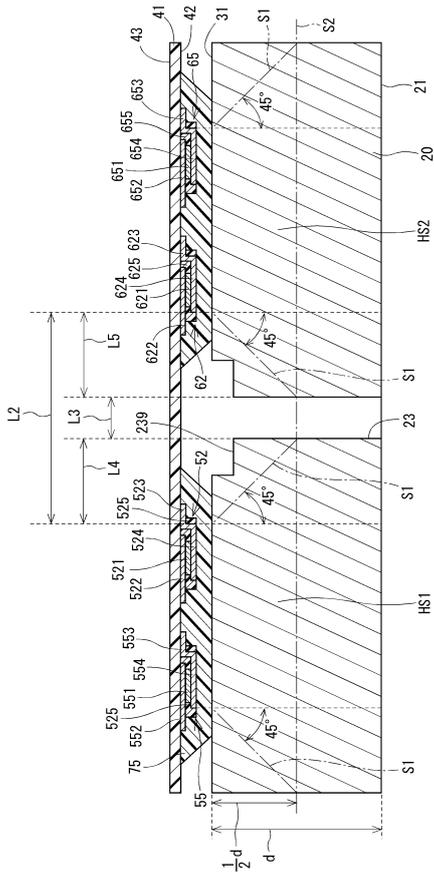
【図11】



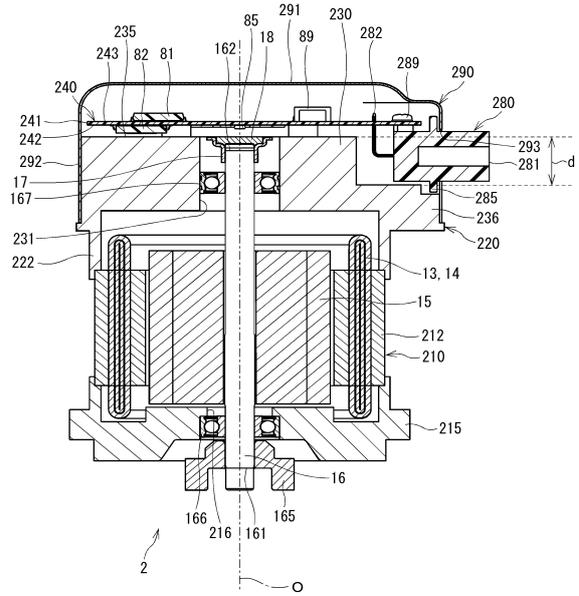
【図12】



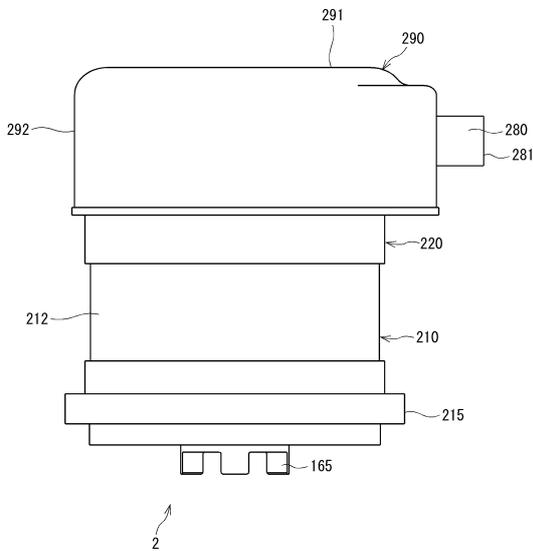
【 図 1 3 】



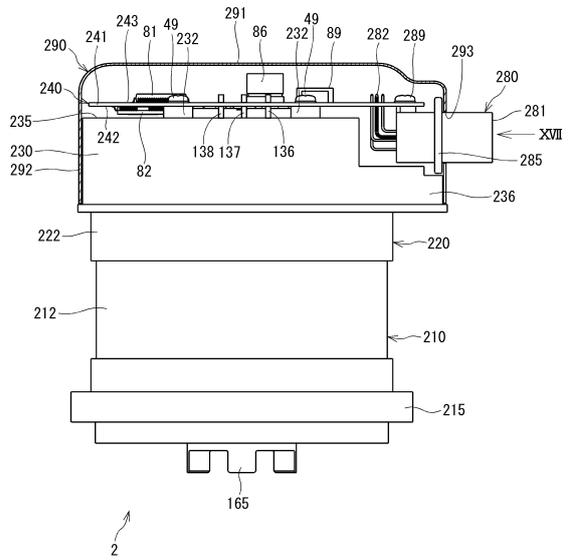
【 図 1 4 】



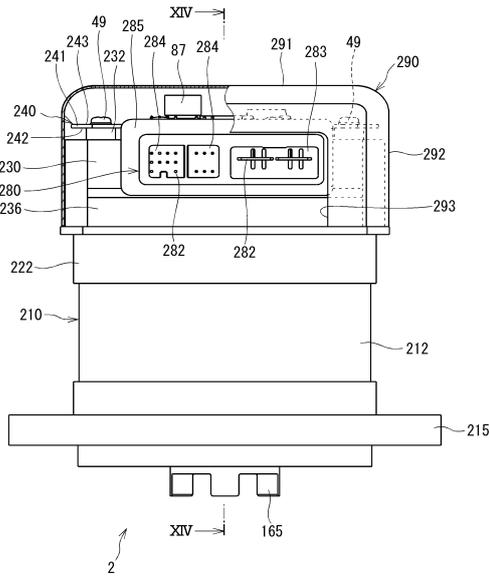
【 図 1 5 】



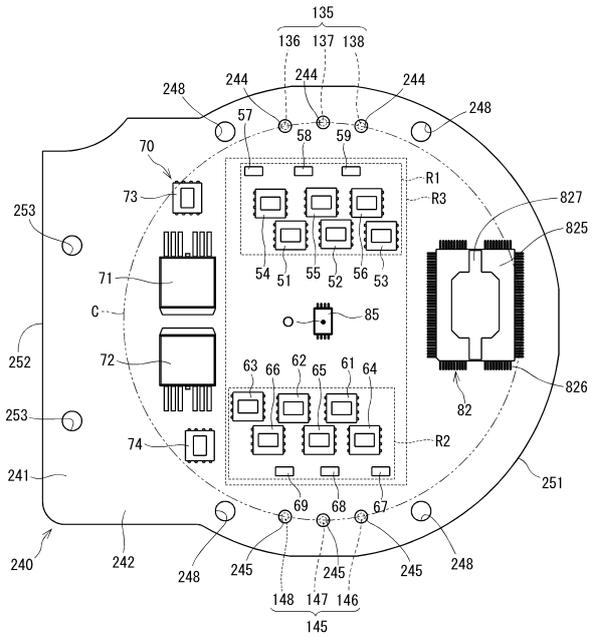
【 図 1 6 】



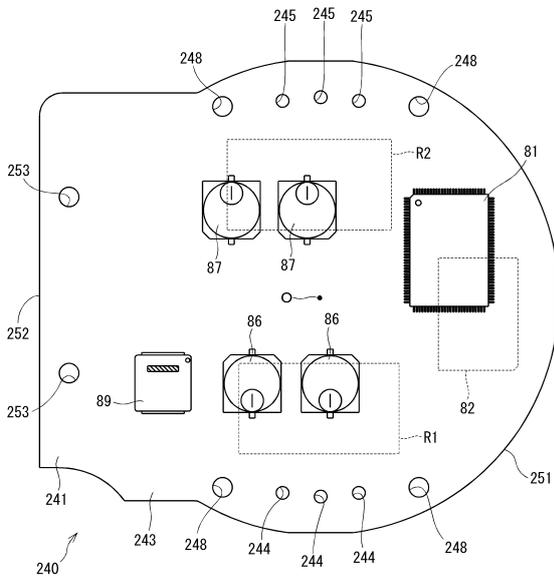
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-142123(JP,A)  
国際公開第2014/033833(WO,A1)  
特開2006-280089(JP,A)  
特開2013-062959(JP,A)  
特開2011-176998(JP,A)  
特開2011-041355(JP,A)  
特開2008-263755(JP,A)  
特開2014-054017(JP,A)  
特開2012-090412(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K11/00 - 11/40  
H02K 9/00 - 9/28  
H02K 7/20  
H02M 7/42 - 7/98