

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年8月1日(01.08.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/111365 A1

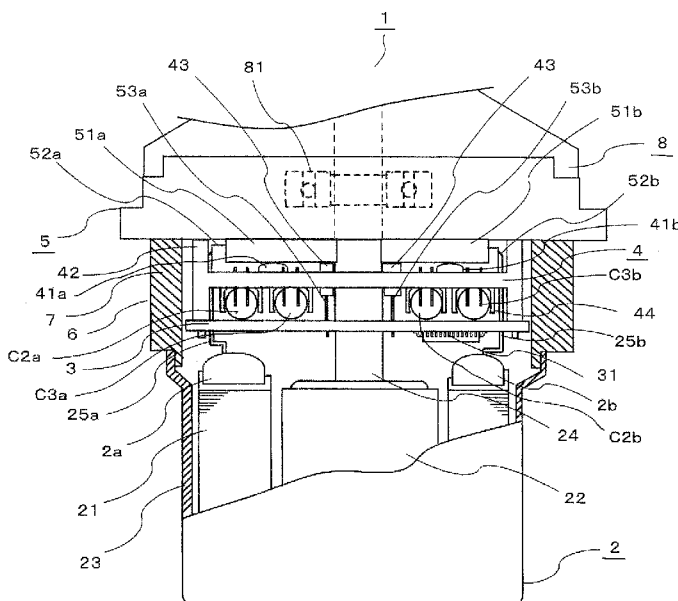
- (51) 国際特許分類:
B62D 5/04 (2006.01) H02K 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/067190
- (22) 国際出願日: 2012年7月5日(05.07.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-012577 2012年1月25日(25.01.2012) JP
特願 2012-012578 2012年1月25日(25.01.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (Mitsubishi Electric Corporation) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 浅尾 淑人 (ASAO Yoshihito) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 森 昭彦 (MORI Akihiko) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大岩 増雄, 外 (OIWA Masuo et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目35番8号 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置

[図8]



(57) Abstract: Surface sections of a heat sink (5) and an intermediary member (4) are positioned perpendicularly to the axial direction of a motor, respective power modules (51a, 51b) of multiple drive circuits are mounted on the surface section of the heat sink (5) such that the direction along the maximum overall size of the power modules becomes perpendicular to the axial direction, and respective electric components (C1a-C1b) of the multiple drive circuits are mounted on the surface section of the intermediary member (4) such that the direction along the maximum overall size of the electric components becomes perpendicular to the axial direction.

(57) 要約: ヒートシンク5と中継部材4との面をモータを軸心方向に対して垂直方向に配置し、複数の駆動回路の各パワーモジュール51a、51bを、その最大外形寸法の延びる方向が軸線方向に対して垂直となるようにヒートシンク5の面に装着し、複数の駆動回路の各電気的素子C1a～C1bを、その最大外形寸法の延びる方向が軸線方向に対して垂直となるように中継部材4の面に装着するようにした。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] この発明は、電動パワーステアリング装置に関し、更に詳しくは、ドライバの操舵力をアシストするモータとこのモータを制御する制御装置とを一体化した電動パワーステアリング装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来の電動パワーステアリング装置は、主にドライバの操舵力をアシストするためのモータと、このモータを制御する制御装置と、モータの出力を減速してステアリングシャフトに伝達する減速機構との連結装置と、ドライバの操舵力等を検出するセンサ類と、により構成されている。尚、ギア部を含めて電動パワーステアリング装置と称することもある。

[0003] 更に、近年あらゆる車両に電動パワーステアリング装置が搭載されるようになってきているが、電動パワーステアリング装置の故障によりアシスト機能が停止すると、ドライバがハンドルを回転させることが不可能に近く、車両走行自体が困難となっている。そこで、故障の内容によっては、できる限りアシストを継続する要求が高まっている。その対策の1つとして、モータ、又はモータの固定子巻線を複数設けると共に、それ等を制御するための駆動回路も複数個備えるようにした電動パワーステアリング装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 又、電動パワーステアリング装置の小型化の1つの対策として、モータと制御装置とを一体化した制御装置一体型電動パワーステアリング装置が提案されている（例えば、特許文献2参照）。特許文献2に示された従来の装置は、モータの出力側（以下、フロント側と称する）に、モータの軸心の延びる方向（以下、軸線方向と称する）に制御装置を配置するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-30405号公報

特許文献2：特開2009-248864号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に示された従来の電動パワーステアリング装置は、モータ自体は1個であるが、2組の3相固定子巻線と、これ等の固定子巻線の夫々に対応した駆動回路であるインバータを2組有し、且つ、モータの出力軸の軸線の延びる方向にモータと制御装置とを並置して一体化した構成が示されている。この従来の電動パワーステアリング装置に於いて、インバータ回路を構成する主要部品であるパワーモジュールは、その平面の延びる方向がモータの軸方向に対して略平行に配置（以下、この配置を、縦置きと称する）されている。そのために電動パワーステアリング装置の軸長が長くなるばかりでなく、ヒートシンクも縦置きされ、放熱性が悪いという課題があった。更に、コンデンサ他の比較的大型部品がヒートシンクに密集して配置されており、これら大型部品の放熱性にも課題があった。

[0007] 又、前述の従来の電動パワーステアリング装置は、パワーモジュールが縦置きされ、モータの固定子巻線とパワーモジュールとの接続が、モータより遠い位置に存在するパワーモジュールの上面端で行なわれるように構成されており、組立てが複雑になるという課題があった。

[0008] 更に、特許文献2に示された従来の電動パワーステアリング装置は、モータ軸方向に配置されたヒートシンクに凹部を設け、その凹部の中にコンデンサ他を配置しているが、ヒートシンクに凹部を設けているためにヒートシンクの容積が低下し、又、その凹部により発熱の大きなパワー素子の配置が制限されるという課題があった。

[0009] この発明は、従来の電動パワーステアリング装置に於ける前述のような課題を解決するためになされたもので、軸長がより短く、放熱性のよい電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] この発明による電動パワーステアリング装置は、

独立した複数個の固定子巻線を備えたモータと、前記複数個の固定子巻線を個別に駆動する複数個の駆動回路を備えた制御装置とを備え、前記制御装置により駆動される前記モータの出力に基づいてドライバの操舵力をアシストするようにした電動パワーステアリング装置であって、

前記制御装置に配置され、前記モータの軸線方向に対して垂直に配置された面部を有する中継部材を備え、

前記複数個の駆動回路は、前記対応する固定子巻線への供給電力を制御するスイッチング素子からなる複数個のパワー素子を収納したパワーモジュールと、前記駆動回路の構成部品としての複数の電氣的素子とを有し、

下記（１）と（２）とのうち少なくとも一方を備えていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

（１）前記複数個の駆動回路のパワーモジュールは、その主面が前記モータの軸線方向に対して垂直となるように、前記中継部材の面部から離れた位置に配置されたヒートシンクに夫々装着されている。

（２）前記駆動回路の電氣的素子は、その最大外形寸法の延びる方向が前記モータの軸線方向に対して垂直となるように前記中継部材の面部に装着されている。

[0011] この発明に於いてパワーモジュールの主面とは、パワーモジュールの外表面のうち最も大なる表面積を備えて略平面的に広がる表面を意味し、所謂、側面以外の表面若しくは裏面がこれに相当する。

発明の効果

[0012] この発明の電動パワーステアリング装置によれば、軸長が短く、又、放熱がヒートシンクから他の部品へ広範囲に伝わり高放熱性を備えることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]この発明の実施の形態１による電動パワーステアリング装置を示す一部断面図である。

[図2]この発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置に於ける、中継部材の平面図である。

[図3]図2のA-A線に沿って矢印方向から視た断面図である。

[図4]この発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置の回路構成図である。

[図5]この発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置に於ける、パワーモジュールの配置を示す制御装置内部の平面図である。

[図6]この発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置に於ける、パワーモジュールの回路図である。

[図7]この発明の実施の形態2による電動パワーステアリング装置の断面図である。

[図8]この発明の実施の形態4による電動パワーステアリング装置を示す一部断面図である。

[図9]この発明の実施の形態4による電動パワーステアリング装置の回路構成図である。

[図10]この発明の実施の形態4による電動パワーステアリング装置に於ける、中継部材の平面図である。

[図11]図10のA-A線に沿って矢印方向から視た断面図である。

[図12]この発明の実施の形態5による電動パワーステアリング装置に於ける、ヒートシンクの平面図である。

[図13]この発明の実施の形態5による電動パワーステアリング装置に於ける、中継部材の平面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 実施の形態1.

以下、この発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置を、図に基づいて説明する。図1は、この発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置を示す一部断面図である。図1に於いて、電動パワーステアリング装置1は、主にドライバの操舵力をアシストするためのモータ2と、

後述するパワーモジュールを冷却するためのヒートシンク 5 と、モータ 2 を制御する制御装置 6 と、モータ 2 の出力を減速してステアリング軸（図示せず）に伝達するギア部 8 とから構成されている。モータ 2 と制御装置 6 とヒートシンク 5 とギア部 8 とは、モータ 2 の軸心の延びる方向（以下、軸線方向と称する）に順次並置されて一体化されている。

[0015] モータ 2 は、3 相デルタ結線された第 1 の固定子巻線 2 a 及び 3 相デルタ結線された第 2 の固定子巻線 2 b が巻回された積層鉄心からなる固定子 2 1 と、固定子 2 1 の中央空間内に挿入された回転子 2 2 と、回転子 2 2 の中心部に配設された出力軸 2 4 と、固定子 2 1 と回転子 2 2 と出力軸 2 4 とを内部に収納するヨーク 2 3 と、から構成されている。第 1 の固定子巻線 2 a と第 2 の固定子巻線 2 b は、互いに独立した 2 個の固定子巻線を形成している。第 1 の固定子巻線 2 a と後述する第 1 のインバータ回路 5 1 1 a は、モータ 2 の第 1 の制御系統を構成し、第 2 の固定子巻線 2 b と後述する第 2 のインバータ回路 5 1 1 b は、モータ 2 の第 2 の制御系統を構成する。

[0016] 制御装置 6 は、マイクロコンピュータ（以下 CPU と称する）3 1 を搭載した制御基板 3 と、ヒートシンク 5 に当接した独立した 2 個のパワーモジュールである第 1 のパワーモジュール 5 1 a 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 b と、ヒートシンク 5 と制御基板 3 との間に介在しこれ等を所定の間隔を介して対向させる中継部材 4 と、制御基板 3 と第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b と中継部材 4 とを内部に収納するハウジング 7 と、から構成されている。

[0017] 前述の第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b は、後述するように略扇形に形成されており、その主面を構成する表面及び裏面は、モータ 2 の軸線方向に対して垂直に配置されている。第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の各主面の面積は、外縁部の側面と、内縁部の側面と、外縁部と内縁部とを結ぶ側縁部の側面との、何れの側面の面積よりも大きく形成されている。

[0018] 第 1 及び第 2 の固定子巻線 2 a、2 b の巻線端 2 5 a、2 5 b は、第 1 及

び第2のパワーモジュール51a、51bへ向かってモータ2の軸線方向に延出している。そして、これ等の巻線端25a、25bは、制御基板3を貫通して中継部材4をガイドとして利用しながら、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの巻線接続端子52a、52bに、夫々接続されている。又、中継部材4をガイドとして使用することにより、巻線の振動対策にも寄与する。

[0019] 尚、第1及び第2の固定子巻線2a、2bの巻線端25a、25bは、制御基板3を貫通せずに制御基板3の周縁部を経由して中継部材4をガイドとして第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの各接続端子52a、52bに接続するようにしても良い。又、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの接続端子52a、52bと、第1及び第2の固定子巻線2a、2bの各巻線端25a、25bを接続する位置は、図1に示す中継部材4と第1及び第2のパワーモジュール51a、52bとの間のみならず、制御基板3と中継部材4との間、或いは第1及び第2の固定子巻線2a、2bと制御基板3との間の空間であっても良く、それ等の空間の位置まで各接続端子52a、52bと各巻線端25a、25bを延出することでそれ等の接続を実現することができ、電動パワーステアリング装置の組立て性を考慮してそれ等の接続位置を任意に選択することができる。

[0020] 制御装置6に於けるCPU31は、モータ2へ供給する電流に見合う制御量を演算し、その演算結果に基づいた制御信号を出力する。CPU31から出力された制御信号は、第1の制御端子53a及び第2の制御端子53bを介して第1及び第2のパワーモジュール51a、51bへ夫々伝達される。又、後述するように、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bから各接続端子53a、53bを介してCPU31へモータ2の端子電圧、電流等が伝達され、CPU31に於いてそれ等をモニタするように構成されている。

[0021] ヒートシンク5は、モータに対してモータの軸線方向に配置されると共に、モータの軸線方向に対して垂直方向に延びる平面を備えている。ヒートシ

ンク 5 の軸線方向の一端面（図 1 の上側の端面）側に、ハンドル又はタイヤにモータ 2 からのアシストトルクを伝達するギア部 8 が密着して固定され、軸線方向の他端面（図 1 の下側の端面）側の平面に、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の主面が密着して固定されている。ここで、パワーモジュール 5 1 a、5 1 b の主面とは、パワーモジュールの外表面のうち最も大なる表面積を備えて略平面的に広がる表面を意味し、所謂、側面以外の表面若しくは裏面がこれに相当する。

[0022] 第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の動作により発生する熱は、ヒートシンク 5 を介して放熱されると共に、ヒートシンク 5 を介してギア部 8 へも伝達されて放熱される。そのため、ヒートシンク 5 は、放熱性のよい材料、例えばアルミニウム製とするのが望ましい。ヒートシンク 5 の中央部には、ベアリング 8 1 が固定されている。このベアリング 8 1 は、モータ 2 の出力軸 2 4 を回動自在に支持すると共に出力軸 2 4 の軸心の位置決め役目を担っている。

[0023] 中継部材 4 には、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b をヒートシンク 5 に密着させるための第 1 の突起 4 1 a、及び第 2 の突起 4 1 b が、夫々第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b に対応して設けられている。これ等の第 1 及び第 2 の突起 4 1 a、4 1 b は、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b をヒートシンク 5 側に押圧することで、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b をヒートシンク 5 に密着させる。

[0024] 次に、中継部材 4 について説明する。図 2 は、この発明の実施の形態 1 による電動パワーステアリング装置に於ける、中継部材の平面図、図 3 は、図 2 の A-A 線に沿って矢印方向から見た断面図である。図 1 乃至図 3 に於いて、中継部材 4 は、図 2 によく示されているように略円形をなし、全体が絶縁性樹脂により構成されている。

[0025] 前述の第 1 及び第 2 の突起 4 1 a、4 1 b は、夫々 3 個ずつ設けられ、第 1 の突起 4 1 a は、中継部材 4 の中心に対して図 2 の左側に相互に間隔を介

して縦に配列して設けられ、第2の突起41bは、中継部材4の中心に対して図2の右側に相互に間隔を介して縦に整列して設けられている。中継部材4の軸線方向の両端面には、夫々軸線方向に突出する複数個の脚部42が設けられている。これ等の脚部42のうち、中継部材4に於ける制御基板3側の端面に設けられた4個の脚部42には、更に軸線方向に延びる円筒部421が形成されており、これ等の円筒部421が制御基板3に設けられた穴に挿入され、制御基板3の位置決めと支持を行なう。

[0026] 中継部材4には、第1のパワーモジュール51aに接続される複数の第1の導電体48aと、第2のパワーモジュール51bに接続される複数の第2の導電体48bとが埋設されている。中継部材4に埋設された複数の第1の導電体48aの一部分は、中継部材4の切欠部から露出して第1のパワーモジュール51aに接続される複数の第1の導体端子46aとなる。同様に、中継部材4に埋設された複数の第2の導電体48bの一部分は、中継部材4の切欠部から一部分が露出して第2のパワーモジュール51bに接続される複数の第2の導体端子46bとなる。中継部材4に埋設された複数の第1の導体48aと複数の第2の導電体48bは、夫々、バッテリー等の電源に接続される電源ラインと車両のグラウンドレベルに接続されるグラウンドラインとなる。

[0027] 中継部材4の中央部に設けられた中心穴401は、モータ2の出力軸24により貫通され、その中心穴401の周囲にはガイド部43が形成されている。このガイド部43には軸心方向に貫通する第1及び第2の小穴49a、49bが複数個ずつ設けられている。これ等の小穴49a、49bには、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bからの導体ピンが挿入される。又、巻線端25a、25bが貫通する複数の矩形穴45a、45bを夫々備えたガイド部としての第1及び第2の衝立状ガイド44a、44bが中継部材4の両端縁部に夫々配置されている。前述の矩形状の穴45a、45bは、3個ずつ設けられており、これ等の矩形穴45a、45bに巻線端25a、25bを夫々貫通させることにより、巻線端25a、25bに対するガ

イドと位置決めが行なわれるように構成されている。

[0028] 更に、中継部材 4 の一部には、車両からの電気配線、例えばセンサ信号、電源、グラウンドラインを導く複数の導体ピン 4 7 が軸線方向に突出するように設けられている。

[0029] 図 1 に示すように、制御装置 6 は、モータ 2 の軸線方向に、モータ 2 とギア部 8 との間に配置され、制御装置 6 の中央にはモータ 2 の出力軸 2 4 が貫通している。このように構成された電動パワーステアリング装置 1 の組立て順は、先ず、中継部材 4 と第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を重ね、更にその上に制御基板 3 を積み重ねて制御装置 6 を組付け、この制御装置 6 をモータ 2 の軸心方向に組合せて後、ハウジング 7、及びヒートシンク 5 を組付け、最後にギア部 8 を一体化する順序となる。

[0030] 或いは、別の組立て順序として、先ず、モータ 2 の上に制御基板 3 と、中継部材 4 と、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を順次積み重ね、次に、ハウジング 7 と、ヒートシンク 5 とを装着し、最後に、ギア部 8 を組付けるようにすることも可能である。更には、ハウジング 7 が複数に分割されている場合、ヒートシンク 5 の上部に（図 1 ではヒートシンクの下部）第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を搭載し、次に、中継部材 4 と、制御基板 3 とを組み上げてモータ 2 と接続した後、ハウジング 7 と、ギア部 8 とを組付けるようにしてもよい。

[0031] 次に、この発明の実施の形態 1 による電動パワーステアリング装置を、電気回路的な視野で説明する。図 4 は、この発明の実施の形態 1 による電動パワーステアリング装置の回路構成図である。図 4 に於いて、この発明の実施の形態 1 による電動パワーステアリング装置 1 は、ドライバの操舵力をアシストする駆動力を発生するモータ 2 と、第 1 の駆動回路としての第 1 のインバータ回路 5 1 1 a と、第 2 の駆動回路としての第 2 のインバータ回路 5 1 1 b と、制御基板 3 に搭載された CPU 3 1 と、車両に搭載されたバッテリー 1 2 と、バッテリー 1 2 から第 1 のインバータ回路 5 1 1 a への電源供給を制御する電界効果型トランジスタ（以下、FET と称する）により構成された

第1のリレー54aと、バッテリー12から第2のインバータ回路511bへの電源供給を制御するFETにより構成された第2のリレー54bと、ドライバの操舵トルクや車速等を検出するセンサ類11とを備えている。25a、25bは、図1に於いて述べた第1及び第2の固定子巻線2a、2bの巻線端である。

[0032] 第1のインバータ回路511aは、第1のパワーモジュール51aに内蔵されており、FETからなる6個のパワー素子としてのスイッチング素子T1a、T2a、T3a、T4a、T5a、T6aと、3個のシャント抵抗Ru a、Rv a、Rw aと、1個の平滑コンデンサC1aとにより構成されている。6個のスイッチング素子のうち、スイッチング素子T1a、T3a、T5aは、三相ブリッジ回路のU相上アーム、V相上アーム、W相上アームに夫々挿入され、スイッチング素子T2a、T4a、T6aは、三相ブリッジ回路のU相下アーム、V相下アーム、W相下アームに夫々挿入されている。

[0033] 後述のモータ電流検出のために設けられたシャント抵抗Ru a、Rv a、Rw aは、スイッチング素子T2a、T4a、T6aと車両のグラウンドレベルとの間に夫々接続されている。スイッチング素子T1a、T3a、T5aの共通接続部と車両のグラウンドレベルとの間に接続された平滑コンデンサC1aは、第1のインバータ回路511aに供給される電源電圧を平滑化するために設けられている。

[0034] スwitchング素子T1aとスイッチング素子T2aとの直列接続部であるU相交流端子は、モータ2の第1の固定子巻線2aのU相端子に接続され、スイッチング素子T3aとスイッチング素子T4aとの直列接続部であるV相交流端子は、第1の固定子巻線2aのV相端子に接続され、スイッチング素子T5aとスイッチング素子T6aとの直列接続部であるW相交流端子は、第1の固定子巻線2aのW相端子に接続されている。

[0035] スwitchング素子T1a、T3a、T5aにより夫々構成された三相ブリッジ回路の各相の上アームの一端は、相互に共通接続されて第1のインバー

タ回路511aの正極側直流端子を構成し、第1のリレー54aを介してバッテリー12の正極側端子に接続される。一方、スイッチング素子T2a、T4a、T6aにより夫々構成された三相ブリッジ回路の各相の下アームの一端は、第1のインバータ回路511aの負極側直流端子を構成し、夫々シャント抵抗 R_{ua} 、 R_{va} 、 R_{wa} を介して車両のグラウンドレベルに接続されている。

[0036] 第2のインバータ回路511bは、第2のパワーモジュール51bに内蔵されており、FETから成る6個のパワー素子としてのスイッチング素子T1b、T2b、T3b、T4b、T5b、T6bと、3個のシャント抵抗 R_{ub} 、 R_{vb} 、 R_{wb} と、1個の平滑コンデンサC1bとにより構成されている。6個のスイッチング素子のうち、スイッチング素子T1b、T3b、T5bは、三相ブリッジ回路のU相上アーム、V相上アーム、W相上アームに夫々挿入され、スイッチング素子T2b、T4b、T6bは、三相ブリッジ回路のU相下アーム、V相下アーム、W相下アームに夫々挿入されている。

[0037] モータ電流検出のために設けられたシャント抵抗 R_{ub} 、 R_{vb} 、 R_{wb} は、スイッチング素子T2b、T4b、T6bと車両のグラウンドレベルとの間に夫々接続されている。スイッチング素子T1b、T3b、T5bの共通接続部と車両のグラウンドレベルとの間に接続された平滑コンデンサC1bは、第2のインバータ回路511bに供給される電源電圧を平滑化するために設けられている。

[0038] スwitchング素子T1bとスイッチング素子T2bとの直列接続部であるU相交流端子は、モータ2の第2の固定子巻線2bのU相端子に接続され、スイッチング素子T3bとスイッチング素子T4bとの直列接続部であるV相交流端子は、第2の固定子巻線2bのV相端子に接続され、スイッチング素子T5bとスイッチング素子T6bとの直列接続部であるW相交流端子は、第2の固定子巻線2bのW相端子に接続されている。

[0039] スwitchング素子T1b、T3b、T5bにより夫々構成された三相ブリ

ッジ回路の各相の上アームの一端は、相互に共通接続されて第2のインバータ回路511bの正極側直流端子を構成し、第2のリレー54bを介してバッテリー12の正極側端子に接続される。一方、スイッチング素子T2b、T4b、T6bにより夫々構成された三相ブリッジ回路の各相の下アームの一端は、第2のインバータ回路511bの負極側直流端子を構成し、夫々シャント抵抗R_{ub}、R_{vb}、R_{wb}を介して車両のグラウンドレベルに接続されている。

[0040] 制御基板3に搭載されたCPU31は、車両に搭載されたセンサ類11からの情報によりモータ2を駆動する目標電流値に相当する制御量を演算し、その演算した制御量を、ライン32を介して第1及び第2のインバータ回路511a、511bの各スイッチング素子のゲートに与え、これ等のスイッチング素子をPWM制御する。

[0041] モータ2は、第1のインバータ回路511a、及び第2のインバータ回路511bによりPWM制御された三相交流電力により駆動され、所望のアシストトルクを発生して前述のギア部8を介してステアリング軸（図示せず）に加える。CPU31により演算された目標電流制御量は、第1のインバータ回路511aと第2のインバータ回路511bに振り分けられ、第1の固定子巻線2aと第2の固定子巻線2bとで電流量を分担する。この分担割合は任意に設定可能である。

[0042] 第1のインバータ回路511aのU相交流端子、V相交流端子、及びW相交流端子から取り出された第1の固定子巻線2aのU相端子電圧M_{ua}、V相端子電圧M_{va}、W相端子電圧M_{wa}は、夫々、信号ライン33を介してCPU31へ入力される。又、第1のインバータ回路511aの各シャント抵抗R_{ua}、R_{va}、R_{wa}と各スイッチング素子T2a、T4a、T6aとの接続部から取り出された、第1の固定子巻線2aに流れるU相モータ電流I_{ua}、V相モータ電流I_{va}、W相モータ電流I_{wa}は、信号ライン33を介してCPU31へ入力される。

[0043] 同様に、第2のインバータ回路511bのU相交流端子、V相交流端子、

及びW相交流端子から取り出された第2の固定子巻線2bのU相端子電圧 M_{ub} 、V相端子電圧 M_{vb} 、W相端子電圧 M_{wb} は、夫々、信号ライン33を介してCPU31へ入力される。又、第2のインバータ回路511bの各シャント抵抗 R_{ub} 、 R_{vb} 、 R_{wb} と各スイッチング素子 T_{2b} 、 T_{4b} 、 T_{6b} との接続部から取り出された、第2の固定子巻線2bに流れるU相モータ電流 I_{ub} 、V相モータ電流 I_{vb} 、W相モータ電流 I_{wb} は、信号ライン33を介してCPU31へ入力される。

[0044] 以上のように構成されたこの発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置に於いて、CPU31からの出力に基づいて、例えば所定の分担量に基づいて、第1の固定子巻線2aと第2の固定子巻線2bの電流量を制御し、所望のアシストトルクをモータ2に発生させる。即ち、CPU31は、前述したようにセンサ類11から入力されるドライバによる操舵トルクと車速等の情報に基づいて、モータ2の目標電流制御量を算出し、その算出した目標電流制御量に対する前述の分担量に対応したゲート信号を、信号ライン32を介して第1のインバータ回路511aの各スイッチング素子のゲートに与え、これ等のスイッチング素子をPWM制御する。同様に、前述の算出した目標電流制御量に対する前述の分担量に対応したゲート信号を、信号ライン32を介して第2のインバータ回路511bの各スイッチング素子のゲートに与え、これ等のスイッチング素子をPWM制御する。

[0045] モータ2は、第1のインバータ回路511aによりPWM制御された三相交流電力により付勢される第1の固定子巻線2aと、第2のインバータ回路511bによりPWM制御された三相交流電力により付勢される第2の固定子巻線2bとにより駆動され、運転者の操舵トルクと車速に対応したアシストトルクを発生してステアリング軸（図示せず）に加える。

[0046] 尚、CPU31からの指令により第1及び第2のリレー54a、54bの開閉を制御し、第1のインバータ回路511a、又は第2のインバータ回路511bのうちの何れか一方のみを選択してモータ2を駆動するようにし、他方の系統を休止状態とすることも可能である。

[0047] 次に、発熱の大きなパワー素子である前述のスイッチング素子を内蔵した第1及び第2のパワーモジュール51a、51b等の配置について説明する。図5は、この発明の実施の形態1による電動パワーステアリング装置に於ける、パワーモジュールの配置を示す制御装置内部の平面図であって、ヒートシンク5の前述の他端面（図1の下側の端面）側の平面に、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bが密着して固定されている状態を示している。

[0048] 図5に於いて、ヒートシンク5には、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの他に、前述の第1及び第2のリレー54a、54bが搭載されている。第1及び第2のパワーモジュール51a、51bと、第1及び第2のリレー54a、54bは、大電流を流すことにより発熱量が大きく、放熱効果を大きくしないと大電流を流すことはできない。制御装置6全体は、モータ2の図1に於ける上部に配置され、制御装置6を構成する各部品がモータ2に一体に固定されており、更に、略円形をなしたヒートシンク5は、制御装置6のハウジング7に固定されている。

[0049] 第1のパワーモジュール51aと第2のパワーモジュール51bは、ヒートシンク5の表面のほぼ全面に、中心を挟んで両側に均等に配置されている。そして、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bは、ヒートシンク5との接触面積を大きくするためにヒートシンク5の外形形状に沿うように略扇形をなしている。

[0050] 第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの外縁部512a、512bは、前述の巻線接続端子52a、52bを引き出すために円弧が一部分切り欠かれた直線状に形成されているが、この直線部から両側に延びる外縁部は円弧状に形成され、又、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの内縁部513a、513bは、出力軸24を貫通させるヒートシンク5の中心穴501に沿った円弧状をなし、12個ずつの制御端子57a、57bが引き出されている。

[0051] 又、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの外縁部512a、

5 1 2 bと内縁部5 1 3 a、5 1 3 bとを夫々結ぶ側面部5 1 4 a、5 1 4 bは、ヒートシンク5の中心部から放射状に延びる直線に沿って直線状に形成されている。第1のパワーモジュール5 1 aの2個の電源ライン接続端子5 6 aと、前述のシャント抵抗 $R_{u a}$ 、 $R_{v a}$ 、 $R_{w a}$ に夫々接続される3個の抵抗接続端子5 5 u a、5 5 v a、5 5 w aは、パワーモジュール5 1 aの側面部5 1 4 aから引き出されている。第2のパワーモジュール5 1 bの2個の電源ライン接続端子5 6 bと、前述のシャント抵抗 $R_{u b}$ 、 $R_{v b}$ 、 $R_{w b}$ に夫々接続される3個の抵抗接続端子5 5 u b、5 5 v b、5 5 w bは、パワーモジュール5 1 bの側面部5 1 4 bから引き出されている。

[0052] 第1及び第2のパワーモジュール5 1 a、5 1 bの各2個の電源ライン接続端子5 6 a、5 6 bのうちの一方は、中継部材4に埋設された電源ラインとなる一部の導電体4 6 a、4 6 bに夫々接続され、他方は、平滑コンデンサ $C 1 a$ 、 $C 1 b$ を介して中継部材4に埋設されたグラウンドラインとなる一部の導電体4 6 a、4 6 bに夫々接続される。

[0053] 電子リレーとしての第1及び第2のリレー5 4 a、5 4 bは、樹脂モールド部材により略扇形にモールドされ、夫々略扇形に形成された第1及び第2のパワーモジュール5 1 a、5 1 bの間に配置され、ヒートシンク5の他端面（図1の下側の端面）側の平面に密着して固定されている。第1のリレー5 4 aの直線状に形成された両側の側面部5 4 1 aには、中継部材4に埋設された電源ラインとなる導電体4 6 aの一つに接続される入力側端子6 1 aと、第1のパワーモジュール5 1 aの電源ライン接続端子5 6 aの一つに接続される出力側端子6 2 aとが夫々引き出され、内縁部には制御端子6 3 aが引き出されている。第2のリレー5 4 bの直線状に形成された両側の側面部5 4 1 bには、中継部材4に埋設された電源ラインとなる導電体4 6 bの一つに接続される入力側端子6 1 bと、第2のパワーモジュール5 1 bの電源ライン接続端子5 6 bの一つに接続される出力側端子6 2 bとが夫々引き出され、内縁部には制御端子6 3 bが引き出されている。

[0054] ヒートシンク5の周縁部には、ネジ穴を備えた鰐部5 8が複数個分散して

配置されている。これ等の鏑部 5 8 の一部は、ヒートシンク 5 をギア部 8 へ固定するための鏑部であり、その他は、モータ 2 と制御装置 6 とを固定するための鏑部である。

[0055] 以上述べたように、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の外形は、冷却面積を有効にとるために、略扇形に形成され、更に接続端子等も 1 箇所にもまとめて配置するのではなく、分散配置されている。特に電流容量の大きさに分離し、小電流が流れる制御端子 5 7 a、5 7 b は、まとめて内縁部 5 1 3 a、5 1 3 b に配置されている。

[0056] 次に、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b 内のパワー素子としてのスイッチング素子について説明する。図 2 乃至図 4 では、第 1 及び第 2 の固定子巻線 2 a、2 b の巻線端 2 5 a、2 5 b に夫々接続される各相の上アーム及び下アームに夫々接続された F E T からなる 6 個ずつのスイッチング素子 T 1 a ~ T 6 a、T 1 b ~ T 6 b を、夫々 1 つのパッケージに内蔵して第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を形成した場合について説明したが、パワーモジュールに内蔵する回路は、以下述べるように種々の形態が考えられる。

[0057] 図 6 は、この発明の実施の形態 1 による電動パワーステアリング装置に於ける、パワーモジュールの回路図である。図 6 に於いて、(a) は、各相毎の上下 1 対のアームの F E T からなる 2 個のスイッチング素子 T 1、T 2 のみを 1 個のパワーモジュールに内蔵させた場合を示している。(b) は、F E T から成る 3 個のスイッチング素子 T 1、T 2、及び T 3 を内蔵して 1 個のパワーモジュールとしたものであり、1 個のスイッチング素子 T 3 は、モータ 2 の巻線端 2 5 a、2 5 b と、上下一対のアームのスイッチング素子 T 1、T 2 の接続点との間に挿入されている。このスイッチング素子 T 3 は、モータ 2 の巻線端 2 5 a、2 5 b と上下アームの各スイッチング素子 T 1、T 2 との接続をオン、オフ制御できるものであり、いわばモータリレーの役目を担っている。

[0058] (c) は、上下 1 対の F E T からなるスイッチング素子 T 1、T 2 と電流

検出用のシャント抵抗Rを内蔵して1個のパワーモジュールに形成したものがある。(d)は、上下2対のFETからなるスイッチング素子T1～T4を内蔵して1個のパワーモジュールとしたものである。この(d)に示すタイプのパワーモジュールは、特にHブリッジを構成することが可能で、ブラシ付きモータの制御に適している。

[0059] このように、複数のパワー素子であるスイッチング素子を、モータのタイプ、機能等を考慮して内蔵することにより、種々のパワーモジュールの形態を取ることが可能である。尚、図6の(a)～(d)に於ける○印は、パワーモジュールから導出される端子を示している。

[0060] 又、前述したように、電子リレーとしての第1及び第2のリレー54a、54bについてもパワーモジュール化は可能であり、モータ用と同等のFETを複数個並列接続したり、2個のチップを同一基板上に搭載し、外見上は1個の部品とすることもできる。このように複数のパワー素子を搭載したものがパワーモジュールである。

[0061] 実施の形態2.

前述の実施の形態1は、モータの出力方向即ちモータのフロント側に制御装置を搭載した場合を示し、更に詳しく述べれば、モータのフロント側に、制御装置とヒートシンクとギア部とを、その順番にて順次モータの軸線方向に並置してこれ等を一体化した電動パワーステアリング装置を示したが、以下述べるこの発明の実施の形態2による電動パワーステアリング装置は、モータの反出力方向、即ちモータのリア側に制御装置を搭載したものであり、更に詳しく述べれば、モータのリア側にヒートシンクと制御装置とをその順番にて順次モータの軸線方向に並置してこれ等を一体に固定すると共に、モータのフロント側にモータの軸線方向にギア部を並置してこれ等を一体に固定するようにしたものである。

[0062] 図7は、この発明の実施の形態2による電動パワーステアリング装置の断面図である。図7に於いて、制御装置6は、モータ2の反出力方向、即ちモータ2の反フロント側であるリア側に、モータ2の軸線方向に配置されて搭載

されている。より具体的に述べれば、電動パワーステアリング装置 1 は、モータ 2 と、ヒートシンク 5 と、制御装置 6 と、ギア部 8 とから構成されており、モータ 2 の軸線方向に、制御装置 6、ヒートシンク 5、モータ 2、及びギア部 8 が、その順序に並置されて一体化されている。

[0063] 制御装置 6 は、モータ 2 のリア側に固定されたヒートシンク 5 の反モータ側端面に密着して固定された第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b と、中継部材 4 と、制御基板 3 の順に積み重ねて組付けられている。中継部材 4 には実施の形態 1 と同様に第 1 及び第 2 の突起 4 1 a、4 1 b が形成されている。第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b は、これ等の第 1 及び第 2 の突起 4 1 a、4 1 b によりヒートシンク 5 に押圧されている。第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の各巻線接続端子 5 2 a、5 2 b は、夫々ヒートシンク 5 を貫通したモータ 2 の第 1 及び第 2 の固定子巻線 2 a、2 b の巻線端 2 5 a、2 5 b に接続される。

[0064] モータ 2 のフロントブラケット 9 は、出力軸 2 4 を回転自在に支持するベアリング 8 2 を固定するのみならず、ギア部 8 とモータ 2 のヨーク 2 3 とを組付け可能な構造を備えている。

[0065] 実施の形態 1 との大きな相違点は、モータ 2 の第 1 及び第 2 の固定子巻線 2 a、2 b の巻線端 2 5 a、2 5 b の導出方向が実施の形態 1 の場合と異なるので、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b、及び中継部材 4 と、巻線端 2 5 a、2 5 b との接続方法が異なる点である。

[0066] 即ち、実施の形態 1 では、モータ 2 の巻線端 2 5 a、2 5 b は、制御基板 3 と中継部材 4 の衝立状ガイド 4 4 a、4 4 b を経由して、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の各巻線接続端子 5 2 a、5 2 b に接続され、又は、中継部材 4 内の導体を介して第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の各巻線接続端子 5 2 a、5 2 b に接続されていた。しかし、実施の形態 2 の構成では、モータ 2 の巻線端 2 5 a、2 5 b は、直接、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の各巻線接続端子 5 2 a、5 2 b に接続することができる。尚、実施の形態 2 では、ヒートシンク 5 に貫通

穴を設け、この貫通穴に各巻線端 2 5 a、2 5 b を通すことが必要である。ヒートシンク 5 の貫通穴が各巻線端 2 5 a、2 5 b のガイドの役目をなし、貫通穴と巻線間の非導電性ブッシュを介入させヒートシンク 5 との絶縁性を確保すると共に、巻線の振動対策とすることもできる。

[0067] ヒートシンク 5 は、モータ 2 のヨーク 2 3 と当接しており、ヒートシンク 5 の熱はヨーク 2 3 へも伝熱される。逆にモータ 2 の発熱の方が大きい場合は、モータ 2 側の熱をヒートシンク 5 へ伝達することも可能である。

[0068] 尚、実施の形態 1 と同様に、第 1 及び第 2 の固定子巻線 2 a、2 b の巻線端 2 5 a、2 5 b は、ヒートシンク 5 を貫通して第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の近傍を通り、中継部材 4 を利用して第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の各巻線接続端子 5 2 a、5 2 b に接続するようにしてもよい。

[0069] 以上説明したように、この発明の実施の形態 2 による電動パワーステアリング装置によれば、モータのフロント側に制御装置を配置した実施の形態 1 の場合と同様な部品構成を用いて制御装置をモータのリア側に配置することにより、実施の形態 1 の場合と同一基本構造の基で設計でき、また、一部の部品は共用できるという効果を奏する。更に、ヒートシンクと、中継部材と、制御基板とにモータの出力軸を貫通させるための穴を設ける必要がなく、各部品の面積を有効に利用できる効果がある。

[0070] 実施の形態 3.

前述の実施の形態 1 及び実施の形態 2 では、第 1 及び第 2 の固定子巻線を夫々含む独立した 2 系統について、夫々、F E T からなる大電流が流れるパワー素子としてのスイッチング素子を第 1 及び第 2 のパワーモジュールに内蔵し、これ等の第 1 及び第 2 のパワーモジュールを系統別にヒートシンクに均等に分割して対応する固定子巻線の巻線端の近傍に配置すると共に、それ等の近傍に各パワーモジュールに対応するシャント抵抗を配置するようにしていた。これ等の実施の形態の場合、電氣的接続の観点からは、電氣的接続自体を短くすることができるという長所がある。

[0071] しかしながら、2つの制御系統のうちの1つの制御系統が故障、又は、各制御系統の使用頻度、使用電流が均等ではない場合については、パワー素子を夫々制御系統別に分割するのではなく、夫々の制御系統の巻線端に、他の制御系統のパワー素子を混在させて配置させる方が、熱放散の観点からは有利な場合がある。

[0072] この発明の実施の形態3による電動パワーステアリング装置は、パワー素子を夫々の制御系統別ではなく、夫々の制御系統の巻線端に、他の制御系統のパワー素子を混在させて分割して配置する、所謂、混在配置させるようにしたものである。

[0073] ここで、前述の混在配置の例について、図4を用いて具体的に説明する。先ず、第1のインバータ回路511aの上下アームのスイッチング素子T1aとT2a、T3aとT4a、T5aとT6aは、夫々1対として構成し、又、第2のインバータ回路511bの上下アームのスイッチング素子T1bとT2b、T3bとT4b、T5bとT6bは、夫々1対として構成し、これ等の対毎にパワーモジュールを構成する。

[0074] そして、第1のインバータ回路511aのスイッチング素子T1aとT2a、及びT3aとT4aの各対と、第2のインバータ回路511bのスイッチング素子T1bとT2bの対と、から成る6個のスイッチング素子を近隣に配置し、これ等のスイッチング素子が配置されている近傍に、モータ2の第1の固定子巻線2aのU相とV相の巻線端25aと、第2の固定子巻線2bのU相の巻線点25bとを混在させて延出して配置する。

[0075] 更に、第2のインバータ回路511bのスイッチング素子T3bとT4b、及びT5bとT6bの各対と、第1のインバータ回路511aのスイッチング素子T5aとT6aの対と、から成る6個のスイッチング素子を近隣に配置し、これ等のスイッチング素子が配置されている近傍に、モータ2の第2の固定子巻線2bのV相とW相の巻線端25bと、第1の固定子巻線2aのW相の巻線点25aとを混在させて延出して配置する。

[0076] 尚、混在配置は、この具体例に限られるものではない。その他の構成は、

実施の形態 1 又は実施の形態 2 と同様である。

[0077] 前述した混在配置の場合には、パワーモジュールの数は、制御系統毎の 2 個ではなく、前述の混在配置毎の 2 個のパワーモジュールとすることは可能であるが、3 個以上に分割した方が実装上自由度が高くなる。例えば、前述したように 2 個のスイッチング素子の対毎にパワーモジュール化してもよく、或いは、第 1 のインバータ回路 5 1 1 a のスイッチング素子 T 1 a と T 2 a の対と T 3 a と T 4 a の対とで 1 個のパワーモジュールとし、第 2 のインバータ回路 5 1 1 b のスイッチング素子 T 1 b と T 2 b の対で 1 個のパワーモジュールとし、第 2 のインバータ回路 5 1 1 b のスイッチング素子 T 3 b と T 4 b の対と T 5 b と T 6 b の対とで 1 個のパワーモジュールとし、更に、第 1 のインバータ回路 5 1 1 a のスイッチング素子 T 5 a と T 6 a の対で 1 個のパワーモジュールとしてもよい。後者の場合、4 個のパワーモジュールとなるが、前述の混在配置を容易に行うことができる。

[0078] このように、この発明の実施の形態 3 による電動パワーステアリング装置によれば、別の制御系統のスイッチング素子等のパワー素子を混在させて配置することにより、両制御系統の制御量に差異がある場合、発熱の分散をよりよく、均等化することができる。

[0079] 実施の形態 4.

以下、この発明の実施の形態 4 による電動パワーステアリング装置を、図に基づいて説明する。図 8 は、この発明の実施の形態 1 による電動パワーステアリング装置を示す一部断面図である。図 8 に於いて、電動パワーステアリング装置 1 は、主にドライバの操舵力をアシストするためのモータ 2 と、後述する第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を冷却するためのヒートシンク 5 と、モータ 2 を制御する制御装置 6 と、モータ 2 の出力を減速してステアリング軸（図示せず）に伝達するギア部 8 とから構成されている。モータ 2 と制御装置 6 とヒートシンク 5 とギア部 8 とは、モータ 2 の軸心の延びる方向（以下、軸線方向と称する）に順次並置されて一体化されている。

[0080] モータ 2 は、3 相デルタ結線された第 1 の固定子巻線 2 a 及び 3 相デルタ結線された第 2 の固定子巻線 2 b が巻回された積層鉄心を有するからなる固定子 2 1 と、固定子 2 1 の中央空間内に挿入された回転子 2 2 と、回転子 2 2 の中心部に配設された出力軸 2 4 と、固定子 2 1 と回転子 2 2 と出力軸 2 4 とを内部に収納するヨーク 2 3 と、から構成されている。第 1 及び第 2 の固定子巻線 2 a、2 b は、互いに独立した 2 個の固定子巻線を形成している。第 1 の固定子巻線 2 a と後述する第 1 の駆動回路としての第 1 のインバータ回路 5 1 1 a は、モータ 2 の第 1 の制御系統を構成し、第 2 の固定子巻線 2 b と後述する第 2 の駆動回路としての第 2 のインバータ回路 5 1 1 b は、モータ 2 の第 2 の制御系統を構成する。

[0081] 制御装置 6 は、マイクロコンピュータ（以下 CPU と称する）3 1 を搭載した制御基板 3 と、ヒートシンク 5 に当接した独立した 2 個のパワーモジュールである第 1 のパワーモジュール 5 1 a 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 b と、ヒートシンク 5 と制御基板 3 との間に介在しこれ等を所定の間隔を介して対向させる中継部材 4 と、制御基板 3 と第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b と中継部材 4 とを内部に収納するハウジング 7 と、から構成されている。

[0082] 前述の第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b は、例えば略扇形に形成されており、その最大外形寸法の延びる方向、つまり主面を構成する表面及び裏面の延びる方向は、モータ 2 の軸線方向に対して垂直に配置されている。第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の各主面の面積は、外縁部の側面と、内縁部の側面と、外縁部と内縁部とを結ぶ側縁部の側面との、何れの側面の面積よりも大きく形成されている。

[0083] 第 1 及び第 2 の固定子巻線 2 a、2 b の巻線端 2 5 a、2 5 b は、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b へ向かってモータ 2 の軸線方向に延出している。そして、これ等の巻線端 2 5 a、2 5 b は、制御基板 3 を貫通して中継部材 4 をガイドとして利用しながら、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の巻線接続端子 5 2 a、5 2 b に、夫々接続されてい

る。

[0084] 尚、第1及び第2の巻線端25a、25bは、制御基板3を貫通せずに制御基板3の周縁部を経由して中継部材4をガイドとして第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの各接続端子52a、52bに接続するようにしても良い。又、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの接続端子52a、52bと、第1及び第2の固定子巻線2a、2bの各巻線端25a、25bを接続する位置は、図8に示す中継部材4と第1及び第2のパワーモジュール51a、52bとの間のみならず、制御基板3と中継部材4との間、或いは第1及び第2の固定子巻線2a、2bと制御基板3との間の空間であっても良く、それ等の空間の位置まで各接続端子52a、52bと各巻線端25a、25bを延出することでそれ等の接続を実現することができ、電動パワーステアリング装置1の組立性を考慮してそれ等の接続位置を任意に選択することができる。

[0085] 制御装置6に於けるCPU31は、モータ2へ供給する電流に見合う制御量を演算し、その演算結果に基づいた制御信号を出力する。CPU31から出力された制御信号は、第1の制御端子53a及び第2の制御端子53bを介して第1及び第2のパワーモジュール51a、51bへ夫々伝達される。又、後述するように、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bから各接続端子53a、53bを介してCPU31へモータ2の端子電圧、電流等が伝達され、CPU31に於いてそれ等をモニタするように構成されている。

[0086] ヒートシンク5は、モータに対してその軸線方向に配置されると共に、モータの軸線方向に対して垂直方向に延びる平面を備えている。ヒートシンク5の軸線方向の一端面（図1の上側の端面）側に、ハンドル又はタイヤにモータ2からのアシストトルクを伝達するギア部8が密着して固定され、軸線方向の他端面（図1の下側の端面）側の平面に、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの主面が密着して固定されている。

[0087] 第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの動作により発生する熱

は、ヒートシンク 5 を介して放熱されると共に、ヒートシンク 5 を介してギア部 8 へも伝達されて放熱される。そのため、ヒートシンク 5 は、放熱性のよい材料、例えばアルミニウム製とするのが望ましい。ヒートシンク 5 の中央部には、ベアリング 8 1 が固定されている。このベアリング 8 1 は、モータ 2 の出力軸 2 4 を回動自在に支持すると共に出力軸 2 4 の軸心の位置決め役目を担っている。

[0088] 中継部材 4 には、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b をヒートシンク 5 に密着させるための第 1 の突起 4 1 a、及び第 2 の突起 4 1 b が、夫々第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b に対応して設けられている。これ等の第 1 及び第 2 の突起 4 1 a、4 1 b は、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b をヒートシンク 5 側に押圧することで、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b をヒートシンク 5 に密着させる。

[0089] 次に、この発明の実施の形態 4 による電動パワーステアリング装置を、電気回路的な視野で説明する。図 9 は、この発明の実施の形態 1 による電動パワーステアリング装置の回路構成図である。図 9 に於いて、この発明の実施の形態 1 による電動パワーステアリング装置 1 は、ドライバの操舵力をアシストする駆動力を発生するモータ 2 と、第 1 の駆動回路としての第 1 のインバータ回路 5 1 1 a と、第 2 の駆動回路としての第 2 のインバータ回路 5 1 1 b と、制御基板 3 に搭載された CPU 3 1 と、車両に搭載された電源としてのバッテリー 1 2 と、バッテリー 1 2 から第 1 のインバータ回路 5 1 1 a への電力の供給を制御する電界効果型トランジスタ（以下、FET と称する）により構成された第 1 のリレー 5 4 a と、バッテリー 1 2 から第 2 のインバータ回路 5 1 1 b への電力の供給を制御する FET により構成された第 2 のリレー 5 4 b と、ドライバの操舵トルクや車速等を検出するセンサ類 1 1 とを備えている。2 5 a、2 5 b は、図 1 に於いて述べた第 1 及び第 2 の固定子巻線 2 a、2 b の巻線端である。

[0090] 第 1 のインバータ回路 5 1 1 a は、第 1 のパワーモジュール 5 1 a に内蔵

されており、FETからなる6個のパワー素子としてのスイッチング素子T1a、T2a、T3a、T4a、T5a、T6aと、3個のシャント抵抗Ru a、Rv a、Rw aと、3個の平滑コンデンサC1a、C2a、C3aとにより構成されている。6個のスイッチング素子のうち、スイッチング素子T1a、T3a、T5aは、三相ブリッジ回路のU相上アーム、V相上アーム、W相上アームに夫々挿入され、スイッチング素子T2a、T4a、T6aは、三相ブリッジ回路のU相下アーム、V相下アーム、W相下アームに夫々挿入されている。

[0091] 後述のモータ電流検出のために設けられたシャント抵抗Ru a、Rv a、Rw aは、スイッチング素子T2a、T4a、T6aと車両のグラウンドレベルとの間に夫々接続されている。スイッチング素子T1a、T3a、T5aの共通接続部と車両のグラウンドレベルとの間に接続された平滑コンデンサC1a、C2a、C3aは、第1のインバータ回路511aに供給される電源電圧を平滑化するために設けられている。

[0092] スwitchング素子T1aとスイッチング素子T2aとの直列接続部であるU相交流端子は、モータ2の第1の固定子巻線2aのU相端子に接続され、スイッチング素子T3aとスイッチング素子T4aとの直列接続部であるV相交流端子は、第1の固定子巻線2aのV相端子に接続され、スイッチング素子T5aとスイッチング素子T6aとの直列接続部であるW相交流端子は、第1の固定子巻線2aのW相端子に接続されている。

[0093] スwitchング素子T1a、T3a、T5aにより夫々構成された三相ブリッジ回路の各相の上アームの一端は、相互に共通接続されて第1のインバータ回路511aの正極側直流端子を構成し、第1のリレー54a、及び他の装置へのノイズ流出防止のためのチョークコイル13を介して、バッテリー12の正極側端子に接続される。一方、スイッチング素子T2a、T4a、T6aにより夫々構成された三相ブリッジ回路の各相の下アームの一端は、第1のインバータ回路511aの負極側直流端子を構成し、夫々シャント抵抗Ru a、Rv a、Rw aを介して車両のグラウンドレベルに接続されている。

- [0094] 第2のインバータ回路511bは、第2のパワーモジュール51bに内蔵されており、FETから成る6個のパワー素子としてのスイッチング素子T1b、T2b、T3b、T4b、T5b、T6bと、3個のシャント抵抗Rub、Rvb、Rwbと、3個の平滑コンデンサC1b、C2b、C3bとにより構成されている。6個のスイッチング素子のうち、スイッチング素子T1b、T3b、T5bは、三相ブリッジ回路のU相上アーム、V相上アーム、W相上アームに夫々挿入され、スイッチング素子T2b、T4b、T6bは、三相ブリッジ回路のU相下アーム、V相下アーム、W相下アームに夫々挿入されている。
- [0095] モータ電流検出のために設けられたシャント抵抗Rub、Rvb、Rwbは、スイッチング素子T2b、T4b、T6bと車両のグラウンドレベルとの間に夫々接続されている。スイッチング素子T1b、T3b、T5bの共通接続部と車両のグラウンドレベルとの間に接続された平滑コンデンサC1b、C2b、C3bは、第2のインバータ回路511bに供給される電源電圧を平滑化するために設けられている。
- [0096] スwitchング素子T1bとスイッチング素子T2bとの直列接続部であるU相交流端子は、モータ2の第2の固定子巻線2bのU相端子に接続され、スイッチング素子T3bとスイッチング素子T4bとの直列接続部であるV相交流端子は、第2の固定子巻線2bのV相端子に接続され、スイッチング素子T5bとスイッチング素子T6bとの直列接続部であるW相交流端子は、第2の固定子巻線2bのW相端子に接続されている。
- [0097] スwitchング素子T1b、T3b、T5bにより夫々構成された三相ブリッジ回路の各相の上アームの一端は、相互に共通接続されて第2のインバータ回路511bの正極側直流端子を構成し、第2のリレー54b、及びチョークコイル13を介して、バッテリー12の正極側端子に接続される。一方、スイッチング素子T2b、T4b、T6bにより夫々構成された三相ブリッジ回路の各相の下アームの一端は、第2のインバータ回路511bの負極側直流端子を構成し、夫々シャント抵抗シャント抵抗Rub、Rvb、Rwb

を介して車両のグラウンドレベルに接続されている。

[0098] 制御基板 3 に搭載された CPU 31 は、車両に搭載されたセンサ類 11 からの情報によりモータ 2 を駆動する目標電流値に相当する制御量を演算し、その演算した制御量を、ライン 32 を介して第 1 及び第 2 のインバータ回路 511a、511b の各スイッチング素子のゲートに与え、これ等のスイッチング素子を PWM 制御する。

[0099] モータ 2 は、第 1 のインバータ回路 511a、及び第 2 のインバータ回路 511b により PWM 制御された三相交流電力により駆動され、所望のアシストトルクを発生して前述のギア部 8 を介してステアリング軸（図示せず）に加える。CPU 31 により演算された目標電流制御量は、第 1 のインバータ回路 511a と第 2 のインバータ回路 511b に振り分けられ、第 1 の固定子巻線 2a と第 2 の固定子巻線 2b とで電流量を分担する。この分担割合は任意に設定可能である。

[0100] 第 1 のインバータ回路 511a の U 相交流端子、V 相交流端子、及び W 相交流端子から取り出された第 1 の固定子巻線 2a の U 相端子電圧 M_{ua} 、V 相端子電圧 M_{va} 、W 相端子電圧 M_{wa} は、夫々、信号ライン 33 を介して CPU 31 へ入力される。又、第 1 のインバータ回路 511a の各シャント抵抗 R_{ua} 、 R_{va} 、 R_{wa} と各スイッチング素子 T_{2a} 、 T_{4a} 、 T_{6a} との接続部から取り出された、第 1 の固定子巻線 2a に流れる U 相モータ電流 I_{ua} 、V 相モータ電流 I_{va} 、W 相モータ電流 I_{wa} は、信号ライン 33 を介して CPU 31 へ入力される。

[0101] 同様に、第 2 のインバータ回路 511b の U 相交流端子、V 相交流端子、及び W 相交流端子から取り出された第 2 の固定子巻線 2b の U 相端子電圧 M_{ub} 、V 相端子電圧 M_{vb} 、W 相端子電圧 M_{wb} は、夫々、信号ライン 33 を介して CPU 31 へ入力される。又、第 2 のインバータ回路 511b の各シャント抵抗 R_{ub} 、 R_{vb} 、 R_{wb} と各スイッチング素子 T_{2b} 、 T_{4b} 、 T_{6b} との接続部から取り出された、第 2 の固定子巻線 2b に流れる U 相モータ電流 I_{ub} 、V 相モータ電流 I_{vb} 、W 相モータ電流 I_{wb} は、信号

ライン 33 を介して CPU 31 へ入力される。

[0102] 以上のように構成されたこの発明の実施の形態 4 による電動パワーステアリング装置に於いて、CPU 31 からの出力に基づいて、例えば所定の分担量に基づいて、第 1 の固定子巻線 2a と第 2 の固定子巻線 2b の電流量を制御し、所望のアシストトルクをモータ 2 に発生させる。即ち、CPU 31 は、前述したようにセンサ類 11 から入力されるドライバによる操舵トルクと車速等の情報に基づいて、モータ 2 の目標電流制御量を算出し、その算出した目標電流制御量に対する前述の分担量に対応したゲート信号を、信号ライン 32 を介して第 1 のインバータ回路 511a の各スイッチング素子のゲートに与え、これ等のスイッチング素子を PWM 制御する。同様に、前述の算出した目標電流制御量に対する前述の分担量に対応したゲート信号を、信号ライン 32 を介して第 2 のインバータ回路 511b の各スイッチング素子のゲートに与え、これ等のスイッチング素子を PWM 制御する。

[0103] このようにして駆動されるモータ 2 は、運転者の操舵トルクと車速に対応したアシストトルクを発生して出力軸 24 からギア部 8 を介してステアリング軸に加えられる。

[0104] 尚、CPU 31 からの指令により第 1 及び第 2 のリレー 54a、54b の開閉を制御し、第 1 のインバータ回路 511a、又は第 2 のインバータ回路 511b のうちの何れか一方のみを選択してモータ 2 を駆動するようにし、他方の系統を休止状態とすることも可能である。

[0105] 次に、中継部材 4 について説明する。図 10 は、この発明の実施の形態 4 による電動パワーステアリング装置に於ける、中継部材の平面図、図 11 は、図 10 の A-A 線に沿って矢印方向から見た断面図である。図 8、図 10、及び図 11 に於いて、中継部材 4 は、図 10 に良く示されているように略円形をなし、全体が絶縁性樹脂により構成されている。

[0106] 前述の第 1 及び第 2 の突起 41a、41b は、複数ずつ設けられ、夫々第 1 及び第 2 の突起 41a、41b は、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 51a、51b に対して相互に間隔を介して設けられている。中継部材 4 の軸線

方向の両端面に相当する両側の面部には、夫々軸線方向に突出する複数の脚部42が設けられている。これ等の脚部42のうち、中継部材4に於ける制御基板3側の面部に設けられた4個の脚部42には、更に軸線方向に延びる円筒部421が形成されており、これ等の円筒部421が制御基板3に設けられた穴に挿入され、制御基板3の位置決めと支持を行なう。

[0107] 中継部材4には、第1のパワーモジュール51aに接続される複数の第1の導電体48aと、第2のパワーモジュール51bに接続される複数の第2の導電体48bとが埋設されている。中継部材4に埋設された複数の第1の導電体48aの一部分は、中継部材4の切欠部から露出して第1のパワーモジュール51aに接続される複数の第1の電源端子46aとなる。同様に、中継部材4に埋設された複数の第2の導電体48bの一部分は、中継部材4の切欠部から一部分が露出して第2のパワーモジュール51bに接続される複数の第2の電源端子46bとなる。中継部材4に埋設された複数の第1の導電体48aと複数の第2の導電体48bは、夫々、バッテリー等の電源に接続される電源ラインと車両のグラウンドレベルに接続されるグラウンドラインとなる。

[0108] 中継部材4の中央部に設けられた中心穴402は、モータ2の出力軸24により貫通され、その中心穴402の周囲にはガイド部43が形成されている。このガイド部43には軸線方向に貫通する第1及び第2の小穴49a、49bが複数個ずつ設けられている。これ等の小穴49a、49bには、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bからの導体ピンが挿入される。又、巻線端25a、25bが貫通する複数の矩形穴45a、45bを夫々備えたガイド部としての第1及び第2の衝立状ガイド44a、44bが中継部材4の両端縁部に夫々設けられている。前述の矩形形状の穴45a、45bは、3個ずつ設けられており、これ等の矩形穴45a、45bに巻線端25a、25bを夫々貫通させることにより、巻線端25a、25bに対するガイドと位置決めが行なわれるように構成されている。

[0109] 更に、中継部材4の一部には、車両からの電気配線、例えばセンサ信号、

電源、グラウンドラインを導く複数個の導体ピン47が軸線方向に突出するように設けられている。

[0110] 前述の第1のインバータ回路511aの平滑コンデンサC2a、C3aは、中継部材4の中心部に対して図10の左側上部に並置されて中継部材4に実装され、平滑コンデンサC1aは、中継部材4の中心部に対して図10の左側下部に配置され中継部材4に実装されている。第2のインバータ回路511bの平滑コンデンサC2b、C3bは、中継部材4の中心部に対して図3の右側上部に並置され中継部材4に実装されると共に、平滑コンデンサC1bは、中継部材4の中心部に対して図10の右側下部に配置されて中継部材4に実装されている。

[0111] チョークコイル13は、環状鉄心131の周面に導体を巻回（図10には、巻回の一部のみを示している）して構成されており、中継部材4の中心部に対して図10の下部に実装されている。

[0112] 又、チョークコイル13、及び、平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、C1b、C2b、C3bから、夫々リード線が延出されている。これ等のリード線は、曲げられて中継部材4に設けられた穴に挿入され、その穴から露出している第1及び第2の導電体48a、48bに電氣的に接続されている。

[0113] 図8、図10、及び図11から明らかなように、各平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、C1b、C2b、C3b、及びチョークコイル13は、中継部材4の反ヒートシンク側の面部に実装されており、後述するようにヒートシンク5に固定された第1及び第2のパワーモジュール51a、51bが発生する熱の影響を受け難く、熱的に有利な配置となっている。

[0114] チョークコイル13は、回路上の配置位置の関係から、第1及び第2の電源端子46a、46bの近傍に配置される。一方、各平滑コンデンサは、所屬する第1及び第2のインバータ回路511a、511b毎に分離して配置され、且つ、U相、V相、W相の平滑コンデンサは夫々を離間して配置されている。

- [0115] 尚、各系統の平滑コンデンサがほぼ同様な形態で対称的に配置されていることを、平滑コンデンサの均等配置と称するが、この均等配置は、中継部材4に対して線対称、点対称のみに限定されるものではなく、他の均等配置としてもよいことは勿論である。
- [0116] 図11に示すように、中継部材4の反ヒートシンク側の面部には、大型部品である各平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、C1b、C2b、C3b、及びチョークコイル13を固定するために、多数の支柱401が軸線方向に延びるように設けられている。各平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、C1b、C2b、C3b、及びチョークコイル13は、これ等の支柱401に挟まれて配置されることで、固定並びに位置決めされている。
- [0117] 尚、平滑コンデンサは、3個ずつを1組として、前述の配置形態とは別の配置形態としてもよい。更に、平滑コンデンサがより小型に構成されていれば、その配置方法は無数に存在するが、第1のインバータ回路511aに属する平滑コンデンサと第2のインバータ回路511bに属する平滑コンデンサとは、均等配置とすることが望まれる。例えば出力軸24を中心とする対称配置、若しくは中継部材4の中央に対する対称配置とすれば、重心的観点及び配線の容易性の観点からも望ましいものとなる。
- [0118] 又、平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、C1b、C2b、C3b、及びチョークコイル13は、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bに比べ発熱は少ないものの、やはり発熱するので、ヒートシンク5から離れた位置に夫々を均等に配置することが望ましい。図10及び図11に示すように、平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、C1b、C2b、C3b、及びチョークコイル13は、中継部材4の表面に対してモータの軸線方向に対して略垂直に配置（以下、この配置を、横置き、と称する）されており、従って、中継部材4の軸線方向に突出する各平滑コンデンサ及びチョークコイルの高さ方向の寸法を短くすることができ、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bと制御基板3との距離も短くすることができる。つまり、平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、C1b、C2b、C3b、及

びチョークコイル 13 は、縦横の寸法のうち小さい方を軸線方向に向けるように配置するのがよい。

[0119] 更に、前述では中継部材 4 と制御基板 3 の間に、電氣的素子である平滑コンデンサとチョークコイルを配置したが、全ての平滑コンデンサとチョークコイルを中継部材 4 とヒートシンク 5 との間に配置してもよい。但し、この場合は、各パワーモジュール 51a、51b の発熱を考慮し、平滑コンデンサとチョークコイルとの間に適当な空間を設けるように配置することが望ましい。或いは、平滑コンデンサの一部とチョークコイルを中継部材 4 と制御基板 3 との間に配置し、残りの平滑コンデンサを中継部材 4 とヒートシンク 5 との間に配置するようにした分散配置とすることも可能である。

[0120] 各シャント抵抗 R_{ua} 、 R_{va} 、 R_{wa} 、 R_{ub} 、 R_{vb} 、 R_{wb} は、それらの高さ方向寸法つまり最大外形寸法が、平滑コンデンサ及びチョークコイルの高さ方向寸法つまり最大外形寸法より小さいので、配線を考慮した上で中継部材 4 の何れの表面に実装しても良い。又、シャント抵抗は各相に 1 個ずつではなく、まとめて 1 個の計 2 個、又は 1 相のみ削除して 2 個ずつの構成であっても制御上可能である。

[0121] 次に、発熱の大きなパワー素子である前述のスイッチング素子を内蔵した第 1 及び第 2 のパワーモジュール 51a、51b 等の配置について説明する。図 8 は、ヒートシンク 5 の前述の他端面（図 8 の下側の端面）側の平面に、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 51a、51b が密着して固定されている状態を示している。

[0122] ヒートシンク 5 には、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 51a、51b の他に、前述の第 1 及び第 2 のリレー 54a、54b が搭載されているが、図 8 には図示されていない。第 1 及び第 2 のパワーモジュール 51a、51b と、第 1 及び第 2 のリレー 54a、54b は、大電流を流すことにより発熱量が大きく、放熱効果を大きくしないと大電流を流すことはできない。制御装置 6 全体は、モータ 2 の図 8 に於ける上部に配置され、制御装置 6 を構成する各部品がモータ 2 に一体に固定されており、更に、略円形をなしたヒー

トシンク 5 は、制御装置 6 のハウジング 7 に固定されている。

[0123] 第 1 のパワーモジュール 5 1 a と第 2 のパワーモジュール 5 1 b は、ヒートシンク 5 の平面のほぼ全面に、中心を挟んで両側に均等に配置されている。そして、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b は、ヒートシンク 5 との接触面積を大きくするためにヒートシンク 5 の外形形状に沿うように略扇形をなしている。電子リレーとしての第 1 及び第 2 のリレー 5 4 a、5 4 b は、樹脂モールド部材により長方形、又は略扇形にモールドされ、夫々略扇形に形成された第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b の間に配置され、ヒートシンク 5 の他端面（図 8 の下側の端面）側の平面に密着して固定されている。

[0124] 尚、FET からなる 6 個ずつのスイッチング素子 T 1 a ~ T 6 a、T 1 b ~ T 6 b を、夫々 1 つのパッケージに内蔵して第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を形成した場合について説明したが、これに限らず、パワーモジュールに内蔵する回路は種々の形態をとり得る。

[0125] 図 8 に示すように、制御装置 6 は、モータ 2 の軸線方向に、モータ 2 とギア部 8 との間に配置され、制御装置 6 の中央にはモータ 2 の出力軸 2 4 が貫通している。このように構成された電動パワーステアリング装置 1 の組立て順は、先ず、中継部材 4 と第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を重ね、更にその上に制御基板 3 を積み重ねて制御装置 6 を組付け、この制御装置 6 をモータ 2 の軸心方向に組合せて後、ハウジング 7、及びヒートシンク 5 を組付け、最後にギア部 8 を一体化する順序となる。

[0126] 或いは、別の組立て順序として、先ず、モータ 2 の上に制御基板 3 と、中継部材 4 と、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を順次積み重ね、次に、ハウジング 7 と、ヒートシンク 5 とを装着し、最後に、ギア部 8 を組付けるようにすることも可能である。更には、ハウジング 7 が複数に分割されている場合、ヒートシンク 5 の上部に（図 8 ではヒートシンクの下部）第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b を搭載し、次に、中継部材 4 と、制御基板 3 とを組み上げてモータ 2 と接続した後、ハウジング 7 と

、ギア部 8 とを組付けるようにしてもよい。

[0127] 以上のように、制御装置 6 は、ヒートシンク 5、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b、中継部材 4、及び制御基板 3 との積層構造としており、最も発熱の大きな各パワーモジュール 5 1 a、5 1 b をヒートシンク 5 に密着させている。従って、各パワーモジュール 5 1 a、5 1 b が発生する熱をヒートシンク 5 からギア部 8 側へ伝導させることができ、放熱性に優れる。又、比較的大きな電氣的素子である平滑コンデンサ及びチョークコイルを中継部材 4 に配置し、その間に空間を設けることにより、放熱性を向上させ、前述のように各部位を順々に組付けることができ、組付け性も向上する効果を奏する。

[0128] 尚、前述の説明では、制御装置 6 をモータ 2 の出力側であるフロント側に搭載した場合を示したが、モータ 2 の反フロント側、つまりモータ 2 のリア側に制御装置 6 を搭載してもよく、この形態であれば、ヒートシンク、中継部材、制御基板にモータ出力軸用の穴を設ける必要がなく、各部品の面積を有効に利用できるものであり、大型部品の電氣的素子の配置にもさらに自由度が広がる。尚、この形態の場合も中継部材に平滑コンデンサ等の電氣的素子を前述と同様に横置きに均等配置する。

[0129] 以上述べたように、この発明の実施の形態 4 による電動パワーステアリング装置によれば、制御装置をモータのフロント側若しくはリア側の何れに配置した場合であっても、平滑コンデンサ等の大型部品である電氣的素子は、パワーモジュールから離れた中継部材に横置きすることにより、出力軸方向の長さを短くでき、ひいては装置の小型化を図ることができる。

[0130] 実施の形態 5.

次に、この発明の実施の形態 5 による電動パワーステアリング装置について説明する。図 1 2 は、この発明の実施の形態 5 による電動パワーステアリング装置に於ける、ヒートシンクの平面図である。図 1 2 に於いて、第 1 及び第 2 のパワーモジュール 5 1 a、5 1 b は、円形のヒートシンク 5 の中心から図の左右に対称的に均等に配置されている。

[0131] 又、第1及び第2のリレー54a、54bは、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの間でヒートシンク5に配置されている。尚、ここでは各パワーモジュール51a、51bは、2個の部品として示しているが、多数、例えば、1つのインバータ回路で3個以上のパワーモジュールとして構成してもよく、その場合であってもそれ等のパワーモジュールは、各系統について図12の第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの位置の範囲へ、夫々が離間して均等に配置される。

[0132] 図13は、この発明の実施の形態5による電動パワーステアリング装置に於ける、中継部材の平面図であって、ヒートシンク5に於ける第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの配置が前述の図12に示す配置の場合に用いられる中継部材を示している。又、図13に於いて、実線Yの左側と右側とでは、電氣的素子としての平滑コンデンサ及びチョークコイルの異なる配置を示している。

[0133] 図13に於いて、チョークコイル13は、中継部材4の外縁部の2箇所に設けられている第1及び第2の衝立状ガイド44a、44bから遠い位置に配置されている。第1及び第2の衝立状ガイド44a、44bが設けられている位置に対応する中継部材4の反対側の面部に対向して、図12に示すように第1及び第2のパワーモジュール51a、51bがヒートシンク5の平面に配置されているため、平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、及びC1b、C2b、C3bは、第1及び第2のパワーモジュール51a及び51bの配置付近に対向して図13の実線Yの右側若しくは左側のように配置され、系統毎に離間して配置されている。

[0134] 図13の実線Yの左側の配置を採用する場合は、平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、及びC1b、C2b、C3bは、横置きで、且つ中継部材4の中心部に対して夫々放射線状に配置される。図13の実線Yの右側の配置を採用する場合は、平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、及びC1b、C2b、C3bは、横置きで、且つ図13の水平方向に夫々平行に配置される。

[0135] 以上のように、第1及び第2のパワーモジュール51a、51bの配置位置に対応して夫々3個ずつの平滑コンデンサC1a、C2a、C3a、及びC1b、C2b、C3bを、各系統毎に均等配置し、更に、平滑コンデンサ相互は離間して配置されている。その他の電氣的素子であるチョークコイル13は、図13に示すように平滑コンデンサC1a、C2a、C3aと、平滑コンデンサC1b、C2b、C3bとの間に配置されている。実線Yの左右何れの配置であっても、チョークコイル13と、平滑コンデンサC1a、C2a、C3aと、平滑コンデンサC1b、C2b、C3bとは、中継部材4に均等配置されている。

[0136] 尚、その他の構成は、実施の形態4の場合と同様である。

[0137] 以上述べたように、この発明の実施の形態5による電動パワーステアリング装置によれば、各パワーモジュールが固定子巻線に対して離間して配置され、これに対応して中継部材に電氣的素子である平滑コンデンサ、チョークコイルも相互に離間して均等配置されることにより、制御装置の中の狭い空間を有効的に利用でき、又、軸線方向の寸法を小さくすることができる。

[0138] 尚、この発明は、その発明の範囲内に於いて、各実施の形態を自由に組合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

産業上の利用可能性

[0139] この発明による電動パワーステアリング装置は、自動車産業の分野に於いて大なる利用が期待できる。

符号の説明

[0140] 1 電動パワーステアリング装置、2 モータ、2a 第1の固定子巻線、2b 第2の固定子巻線、21 固定子、22 回転子、25a 第1の巻線端、25b 第2の巻線端、3 制御基板、31 CPU、4 中継部材、11 センサ類、41a 第1の突起、41b 第2の突起、42 脚部、421 脚部の円筒部、43 ガイド部、44a 第1の衝立状ガイド、

44b 第2の衝立状ガイド、45a 第1の矩形穴、45b 第2の矩形穴、

46a 第1の導体端子、46b 第2の導体端子、47 導体ピン、

48a 第1の導体、48b 第2の導体、49a 第1の小穴、

49b 第2の小穴、5 ヒートシンク、51a 第1のパワーモジュール、

51b 第2のパワーモジュール、512a、512b 外縁部、

52a、52b 巻線接続端子、513a、513b 内縁部、

514a、514b 側面部、501 中心穴、

56a、56b 電源ライン接続端子、57a、57b 制御端子、58 鰭部、

55ua、55va、55wa、55ub、55vb、55wb 抵抗接続端子、

6 制御装置、7ハウジング、61a、61b 入力側端子、

62a、62b 出力側端子、63a、63b 制御端子、8 ギア部、

81、82 ベアリング、

T1a、T2a、T3a、T4a、T5a、T6a、T1b、T2b、T3b、T4b、

T5b、T6b、T1、T2、T3、T4 スイッチング素子、

Rua、Rva、Rwa、Rub、Rvb、Rwb、R シャント抵抗、

C1a、C2a、C3a、C1b、C2b、C3b 平滑コンデンサ、

12 バッテリ、13 チョークコイル、54a 第1のリレー、

54b 第2のリレー、401 支柱

請求の範囲

[請求項1] 独立した複数個の固定子巻線を備えたモータと、前記複数個の固定子巻線を個別に駆動する複数個の駆動回路を備えた制御装置とを備え、前記制御装置により駆動される前記モータの出力に基づいてドライバの操舵力をアシストするようにした電動パワーステアリング装置であって、

前記制御装置に配置され、前記モータの軸線方向に対して垂直に配置された面部を有する中継部材を備え、

前記複数個の駆動回路は、前記対応する固定子巻線への供給電力を制御するスイッチング素子からなる複数個のパワー素子を収納したパワーモジュールと、前記駆動回路の構成部品としての複数の電氣的素子とを有し、

下記（１）と（２）とのうち少なくとも何れか一方を備えていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

（１）前記複数個の駆動回路のパワーモジュールは、その主面が前記モータの軸線方向に対して垂直となるように、前記中継部材の面部から離れた位置に配置されたヒートシンクに夫々装着されている。

（２）前記駆動回路の電氣的素子は、その最大外形寸法の延びる方向が前記モータの軸線方向に対して垂直となるように前記中継部材の面部に装着されている。

[請求項2] 前記パワーモジュールを装着したヒートシンクは、前記モータに対して前記モータの軸線方向に配置されると共に、前記軸線方向に対して垂直方向に延びる平面を備え、

前記複数個のパワーモジュールは、前記主面が前記ヒートシンクの前記平面に密着して固定されている、

ことを特徴とする請求項１記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項3] 前記ヒートシンクは、略円形に形成され、

前記複数個のパワーモジュールは、前記ヒートシンクの中心に対し

て略対称に配置されて前記ヒートシンクに装着されている、
ことを特徴とする請求項 2 記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項4] 前記制御装置は、前記パワーモジュールに収納された前記スイッチング素子を駆動する制御量を演算するマイクロコンピュータを搭載した制御基板を有し、

前記中継部材は、前記パワーモジュールと前記制御基板を電氣的に接続するように構成され、

前記ヒートシンクと、前記パワーモジュールと、前記中継部材と、前記制御基板とは、前記モータの軸線方向に並置されている、
ことを特徴とする請求項 2 記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項5] 前記電氣的素子は、前記中継部材の前記制御基板に対向する側の面部、又は前記ヒートシンクに対向する側の面部に装着されている、
ことを特徴とする請求項 4 記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項6] 前記中継部材は、対向する両側の表面に、前記ヒートシンクと前記中継部材との間の間隔及び前記制御基板と前記中継部材との間の間隔を保持する脚部を備えている、
ことを特徴とする請求項 4 記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項7] 前記制御装置は、前記モータの軸線方向の端部に於いて前記モータのヨークに固定されたハウジングを備え、

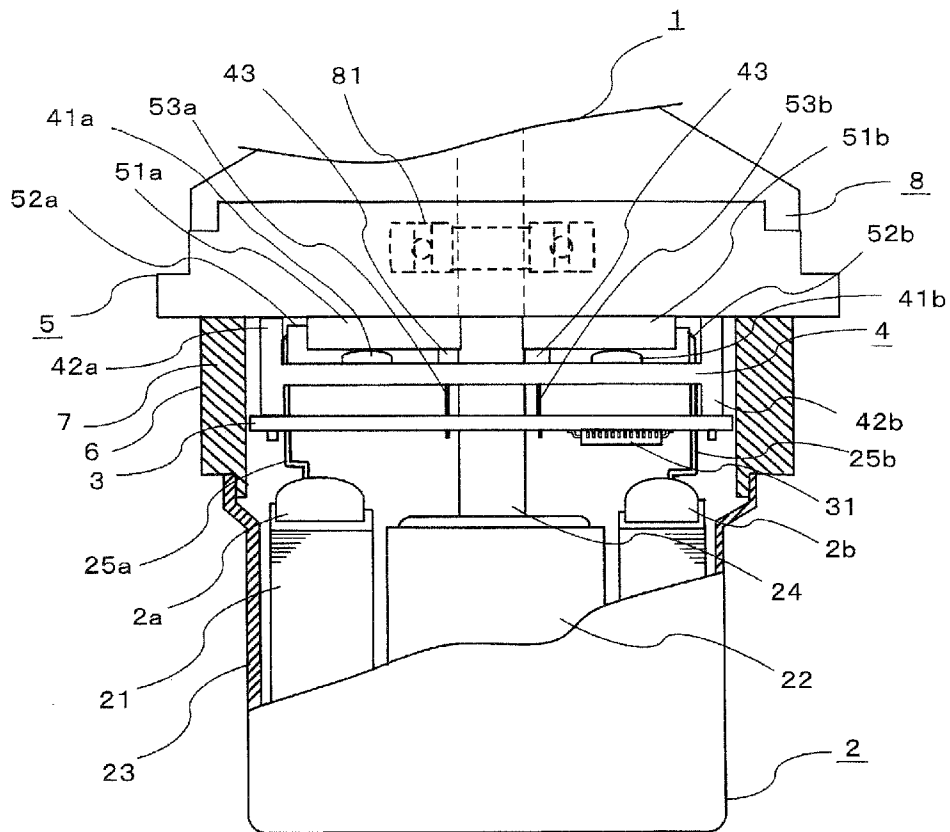
前記複数のパワーモジュールと前記中継部材と前記制御基板は、前記ハウジング内に収納されている、
ことを特徴とする請求項 4 記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項8] 前記中継部材は、少なくとも電源ラインとグラウンドラインとなる複数の導電体を埋設しており、前記パワーモジュールから延出された電源ライン接続端子及びグラウンドライン接続端子と前記複数の導電体とを接続させる、
ことを有することを特徴とする請求項 4 記載の電動パワーステアリング装置。

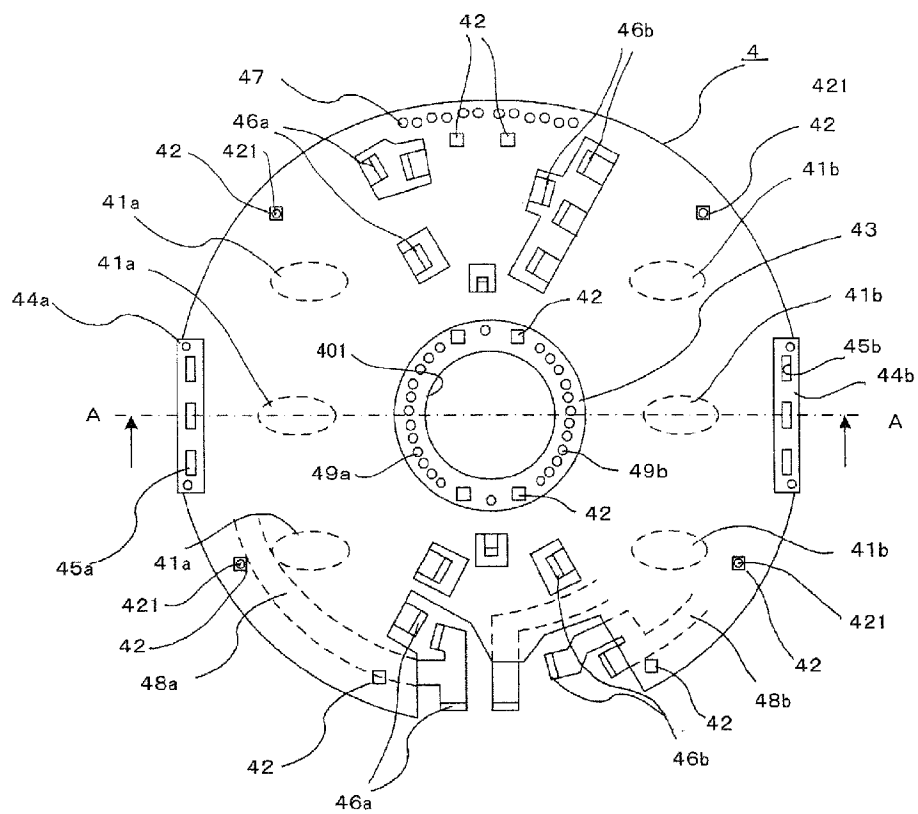
- [請求項9] 前記中継部材は、前記複数個のパワーモジュールを前記ヒートシンク側に押圧する突起を備えている、
ことを特徴とする請求項4記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項10] 前記パワーモジュール又は前記電氣的素子は、その属する前記駆動回路毎に分離して対称的に配置されている、
ことを特徴とする請求項4記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項11] 前記制御装置は、前記複数個の駆動回路と電源との間に接続されるリレーとコイルとを有し、
前記リレーと前記コイルは、それ等の最大外形寸法の延びる方向が前記軸線方向に対して垂直となるように前記中継部材の前記面部に装着されている、
ことを特徴とする請求項2記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項12] 前記パワーモジュールは、少なくとも2個の前記パワー素子を含む複数個のパワーモジュールからなり、
前記複数個の駆動回路に於けるパワーモジュールは、前記複数個のパワーモジュールのうちの別々のパワーモジュールにより構成され、
前記複数個の固定子巻線の巻線端は、前記複数個の駆動回路のパワーモジュールに対応して各固定子巻線毎に分離し延出されている、
ことを特徴とする請求項2記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項13] 前記複数個の固定子巻線は、2個の3相固定子巻線からなり、
前記複数個の駆動回路は、前記2個の3相固定子巻線を個別に駆動する2個のインバータ回路からなり、
前記複数個のパワーモジュールは、少なくとも6個のパワー素子を夫々収納し、前記2個のインバータ回路を個別に構成する2個のパワーモジュールからなり、
前記2個のパワーモジュールは、前記ヒートシンクに対称的に配置されている、
ことを特徴とする請求項12記載の電動パワーステアリング装置。

- [請求項14] 前記各駆動回路の電氣的素子は、複数個のコンデンサを少なくとも含み、
前記コンデンサは、その属する前記駆動回路毎に分離して対称的に配置されている、
ことを特徴とする請求項5記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項15] 前記モータの出力を減速するギア部を備え、
前記制御装置は、前記モータの軸線方向に、前記モータと前記ギア部との間に配置されている、
ことを特徴とする請求項2記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項16] 前記モータの出力を減速するギア部を備え、
前記モータは、前記モータの軸線方向に、前記制御装置と前記ギア部との間に配置されている、
ことを特徴とする請求項2記載の電動パワーステアリング装置。

[図1]

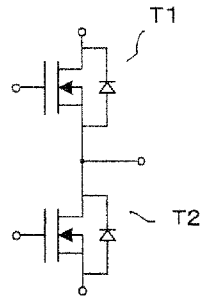


[図2]

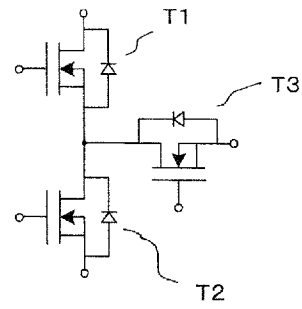


[図6]

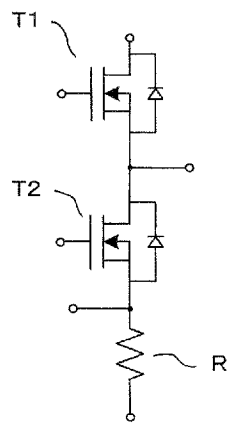
(a)



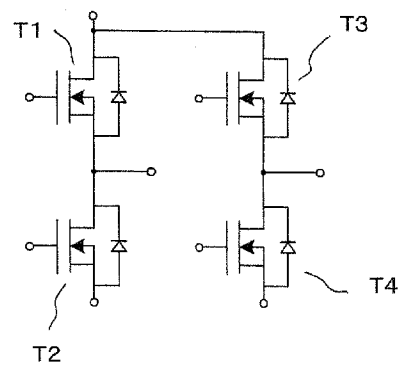
(b)



(c)

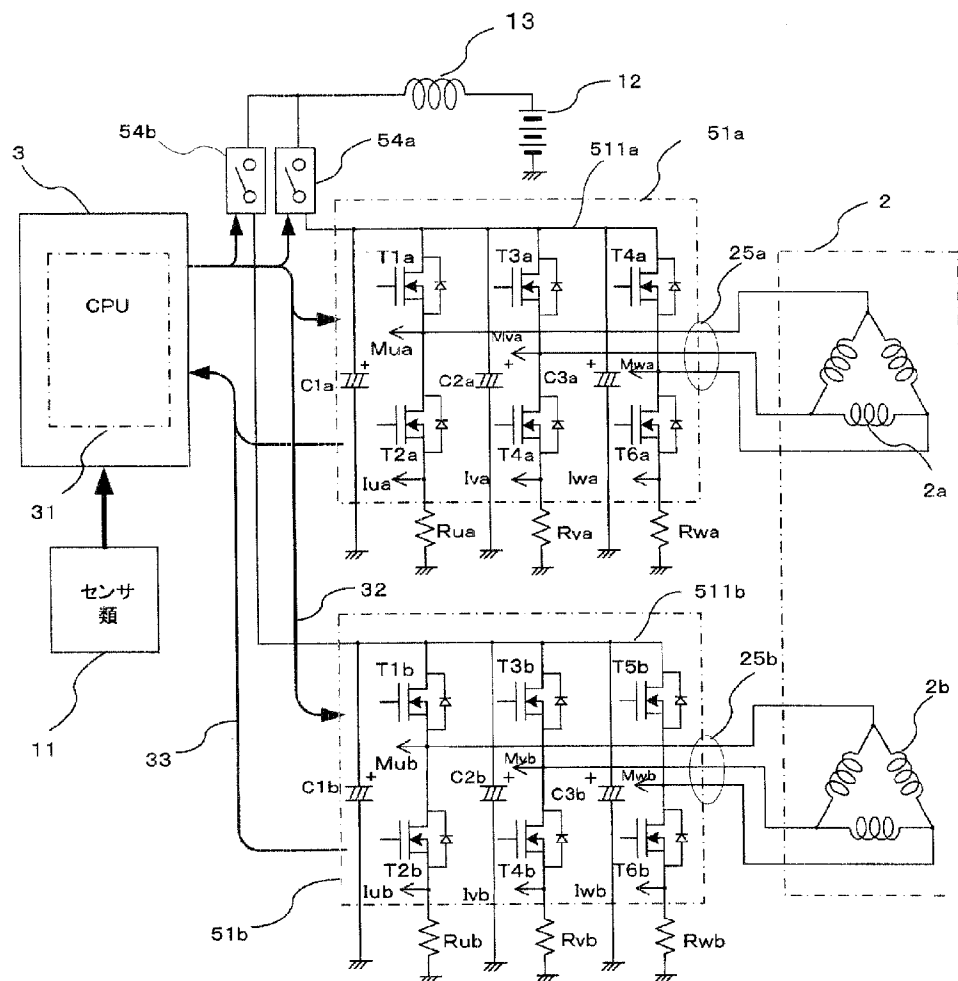


(d)

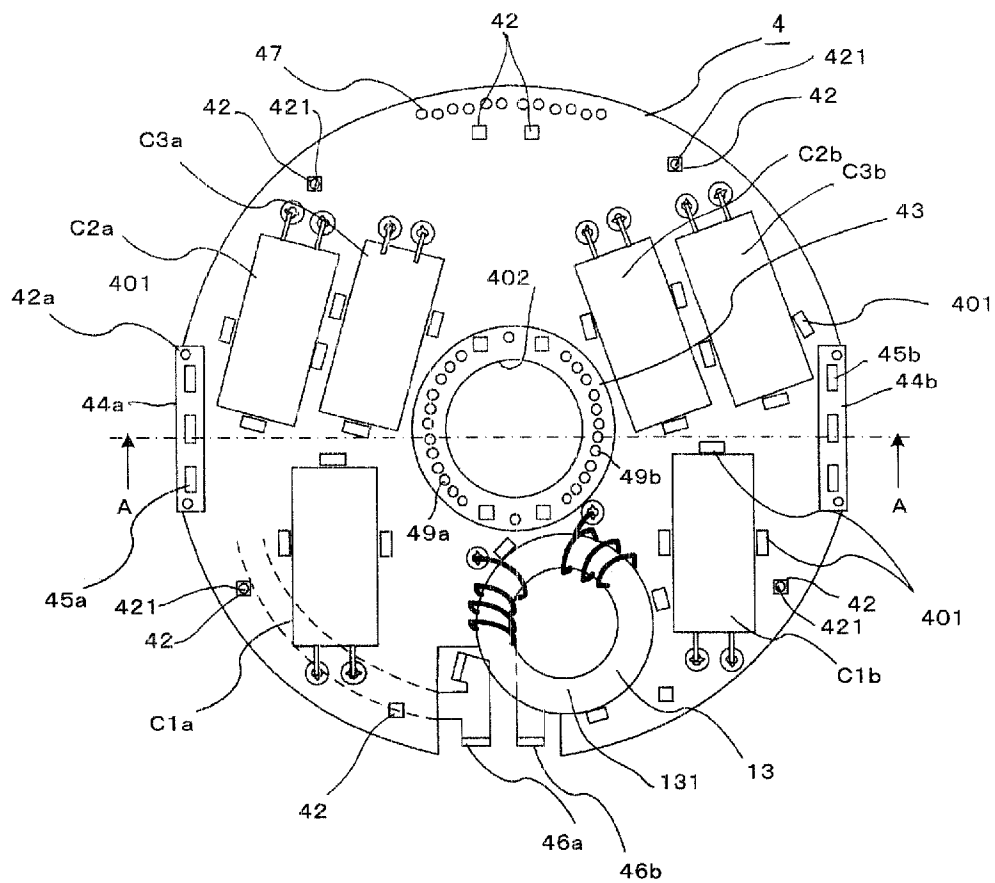


This diagram shows a detailed cross-section of a vehicle seat's internal structure. At the top is a thick, padded upper cushion (8) which houses a rectangular air or fluid distribution chamber (5). Below this is a complex arrangement of mechanical parts including a central support beam (7), side rails (6), and various springs and dampers (4, 41a, 42, 43, 44, 51a, 51b, 52a, 52b, 53a, 53b). The entire assembly is supported by a robust base frame (2) which includes vertical pillars (21, 22) and horizontal beams (23, 24, 25a, 25b). Various other components are labeled with numbers such as 1, 3, C2a, C3a, C2b, C3b, and 81.

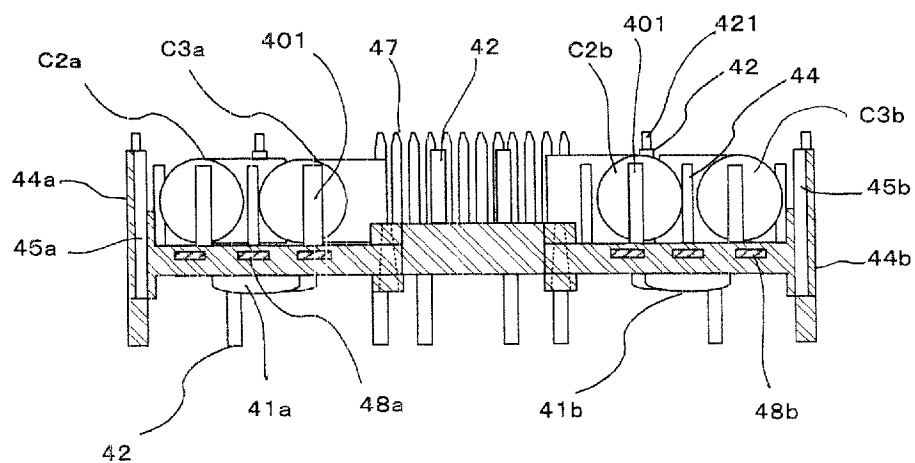
[図9]



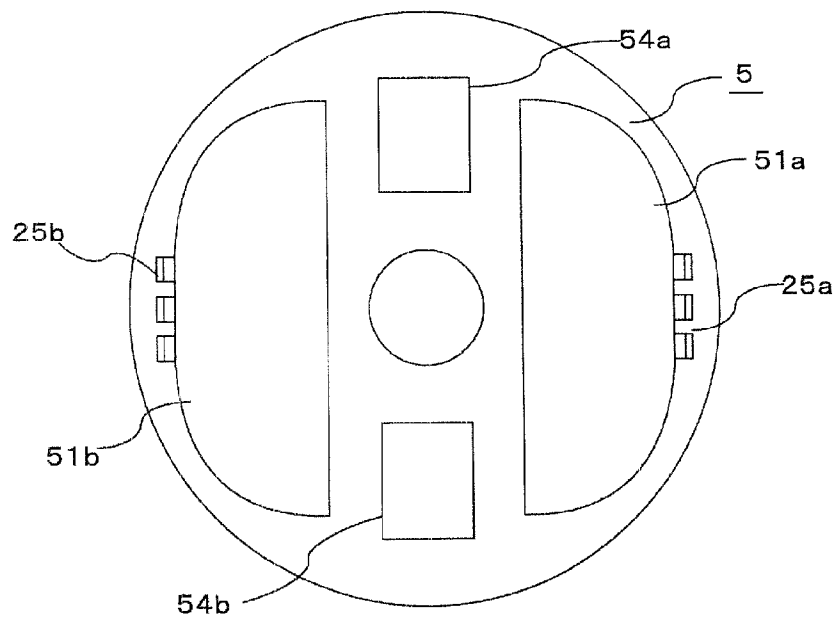
[図10]



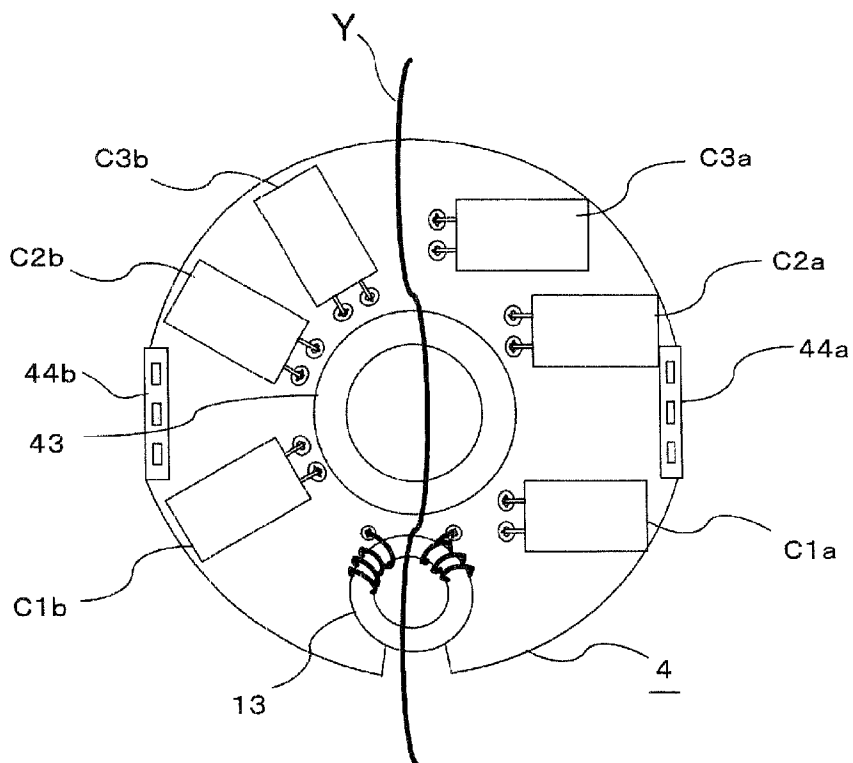
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/067190

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D5/04(2006.01) i, H02K11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B62D5/04, H02K11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-28925 A (Asmo Co., Ltd.), 04 February 2010 (04.02.2010), claims; paragraphs [0001] to [0080]; fig. 1 to 7	1-16
Y	JP 2002-320392 A (Denso Corp.), 31 October 2002 (31.10.2002), claims; paragraphs [0001] to [0045]; fig. 1 to 7	1-16
Y	JP 2001-250910 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 September 2001 (14.09.2001), paragraph [0028]; fig. 4	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 July, 2012 (27.07.12)

Date of mailing of the international search report
09 October, 2012 (09.10.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/067190

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 97/33359 A1 (Seiko Epson Corp.), 12 September 1997 (12.09.1997), page 10, line 13 to page 13, line 5; fig. 1 to 14	3-16
Y	JP 2011-250618 A (Denso Corp.), 08 December 2011 (08.12.2011), claims; paragraphs [0001] to [0070]; fig. 1 to 7	11-13,15-16
Y	JP 2009-248864 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 October 2009 (29.10.2009), fig. 1	11-13,15-16
Y	JP 2011-217466 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), fig. 1, 5 (Family: none)	11-13,15-16
A	JP 2011-30405 A (Denso Corp.), 10 February 2011 (10.02.2011), entire text; all drawings	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2012/067190

JP 2010-28925 A	2010.02.04	(Family: none)	
JP 2002-320392 A	2002.10.31	(Family: none)	
JP 2001-250910 A	2001.09.14	US 6304448 B1	2001.10.16
		DE 10054962 A1	2001.09.13
WO 97/33359 A1	1997.09.12	US 6081056 A	2000.06.27
		CN 1190500 A	1998.08.12
JP 2011-250618 A	2011.12.08	DE 102011050092 A1	2012.04.19
JP 2009-248864 A	2009.10.29	(Family: none)	
JP 2011-217466 A	2011.10.27	(Family: none)	
JP 2011-30405 A	2011.02.10	US 2011/0018374 A1	2011.01.27
		DE 102010017519 A1	2011.01.20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B62D5/04(2006.01)i, H02K11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B62D5/04, H02K11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-28925 A (アスモ株式会社) 2010.02.04, 【特許請求の範囲】, 【0001】-【0080】, 【図1】-【図7】	1-16
Y	JP 2002-320392 A (株式会社デンソー) 2002.10.31, 【特許請求の範囲】, 【0001】-【0045】, 【図1】-【図7】	1-16
Y	JP 2001-250910 A (三菱電機株式会社) 2001.09.14, 【0028】, 【図4】	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.07.2012

国際調査報告の発送日

09.10.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田々井 正吾

電話番号 03-3581-1101 内線 3381

3Q

9029

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 97/33359 A1 (セイコーエプソン株式会社) 1997.09.12, 第10 頁第13行ー第13頁第5行, 【図1】ー【図14】	3-16
Y	JP 2011-250618 A (株式会社デンソー) 2011.12.08, 【特許請求の 範囲】, 【0001】ー【0070】, 【図1】ー【図7】	11-13, 15-16
Y	JP 2009-248864 A (三菱電機株式会社) 2009.10.29, 【図1】	11-13, 15-16
Y	JP 2011-217466 A (三菱電機株式会社) 2011.10.27, 【図1】, 【図 5】 (ファミリーなし)	11-13, 15-16
A	JP 2011-30405 A (株式会社デンソー) 2011.02.10, 全文, 全図	1-16

JP 2010-28925 A	2010. 02. 04	ファミリーなし	
JP 2002-320392 A	2002. 10. 31	ファミリーなし	
JP 2001-250910 A	2001. 09. 14	US 6304448 B1	2001. 10. 16
		DE 10054962 A1	2001. 09. 13
WO 97/33359 A1	1997. 09. 12	US 6081056 A	2000. 06. 27
		CN 1190500 A	1998. 08. 12
JP 2011-250618 A	2011. 12. 08	DE 102011050092 A1	2012. 04. 19
JP 2009-248864 A	2009. 10. 29	ファミリーなし	
JP 2011-217466 A	2011. 10. 27	ファミリーなし	
JP 2011-30405 A	2011. 02. 10	US 2011/0018374 A1	2011. 01. 27
		DE 102010017519 A1	2011. 01. 20