(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
2023年11月2日(02.11.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/209787 A1

(51) 国際特許分類:
B62D 5/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/018808

(22) 国際出願日： 2022年4月26日(26.04.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人：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).

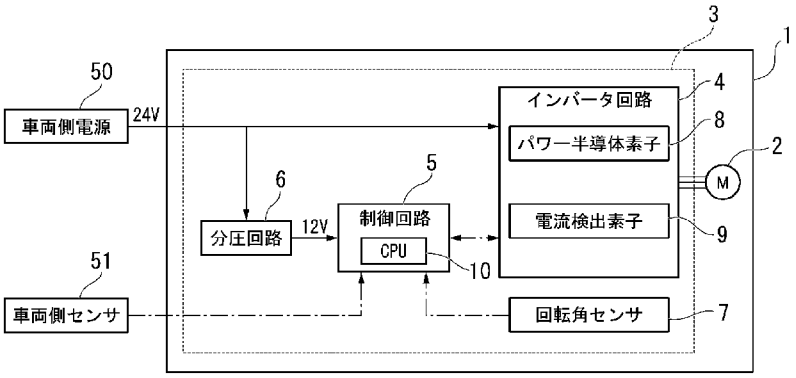
(72) 発明者：松永 俊宏 (**MATSUNAGA Toshihiro**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 大西 善彦(**ONISHI Yoshihiko**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 秋山 周三(**AKIYAMA Shuzo**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 藤倉 昇平(**FUJIKURA Shohei**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 谷脇 将太(**TANIWAKI Shota**)；〒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：西澤 和純，外(**NISHIZAWA Kazuyoshi et al.**)；〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(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



4 Inverter circuit
5 Control circuit
6 Voltage-dividing circuit
7 Rotation angle sensor
8 Power semiconductor element
9 Current-sensing element
50 Vehicle-side power supply
51 Vehicle-side sensor

(57) **Abstract:** This electric power steering device (1, 1A, 1B) comprises: a motor (2); a heatsink (32) provided with a bearing (33) that rotatably supports a rotary shaft (21) of the motor; and a circuit substrate (31) which is provided with an inverter circuit (4, 4A, 4B) for driving the motor and which is disposed on a surface of the heatsink on the side opposite to the motor. Heater elements (8, 8A, 8B, 9, 9A, 9B) constituting the inverter circuit are arranged within a projection domain (42) which is formed on the circuit substrate and onto which the outer shape of the heatsink is projected, as viewed from the axial direction of the rotary shaft. The inverter circuit is configured to be driven at a first voltage of 20 V or higher.

(57) 要約：電動パワーステアリング装置（１、１Ａ、１Ｂ）は、モータ（２）と、前記モータの回転軸（２１）を回転可能に支持する軸受（３３）が設けられたヒートシンク（３２）と、前記モータを駆動するインバータ回路（４、４Ａ、４Ｂ）が設けられるとともに、前記ヒートシンクの前記モータと逆側の面に配置された回路基板（３１）と、を備え、前記インバータ回路を構成する発熱素子（８、８Ａ、８Ｂ、９、９Ａ、９Ｂ）が、前記回転軸の軸方向から見て、前記ヒートシンクの外形を投影した前記回路基板における投影領域（４２）内に配置され、前記インバータ回路は、２０Ｖ以上の第１の電圧によって駆動するように構成されている。

WO 2023/209787 A1

[続葉有]

CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, SC, SD, SL, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　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]　本開示は、電動パワーステアリング装置に関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、車両に取り付けられ、運転者の操舵動作を補助する電動パワーステアリング装置が開示されている。電動パワーステアリング装置は、モータを駆動するインバータ回路と、インバータ回路を制御する制御回路と、を回路基板上に設けた構成の制御装置を備え、この制御装置はモータと一体化されている。インバータ回路にはスイッチング素子等のパワー半導体素子が含まれ、このパワー半導体素子は、モータの駆動に伴い発熱する発熱素子である。また、回路基板に実装された電子部品には使用温度の上限が定められている場合があり、この上限に達した場合、電子部品の誤作動や破損を防止するために、電動パワーステアリング装置の動作を休止する等の対策を採る場合がある。この場合、電動パワーステアリング装置の継続使用時間が短くなり、操舵補助力の低下に繋がる可能性があることから、発熱素子の熱を逃がす放熱構造が電動パワーステアリング装置に設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第６１４６３８０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は、放熱構造として、一方の面に発熱素子を実装した回路基板の他方の面と、モータの筐体の一部を構成するヒートシンクと、の間に放熱材を設け、回路基板を筐体にねじ固定することで、放熱材を回路基板とヒートシンクとに密着させて、回路基板の発熱素子が発生した熱を、放熱材を介してヒートシンクに放熱する構造を採用している。このような構造は発熱素

子の熱を効率よく放熱するためのものであるが、回路基板およびヒートシンクには放熱材と密着させるための面積を確保する必要があり、放熱材を利用することにより装置が大型化したり、製品重量が増加したりするといった課題があった。

[0005] 本開示は、上記のような課題を解決するためになされたもので、発熱素子の発熱量を抑えることで放熱構造を小型化および簡素化し、製品重量を抑え、低コストでの製造を可能とする制御装置一体型の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

[0006] 本開示に係る電動パワーステアリング装置は、モータと、前記モータの回転軸を回転可能に支持する軸受が設けられたヒートシンクと、前記モータを駆動するインバータ回路が設けられるとともに、前記ヒートシンクの前記モータと逆側の面に配置された回路基板と、を備え、前記インバータ回路を構成する発熱素子が、前記回転軸の軸方向から見て、前記ヒートシンクの外形を投影した前記回路基板における投影領域内に配置され、前記インバータ回路は、２０Ｖ以上の第１の電圧によって駆動するように構成されている。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、発熱素子の発熱量が抑制できるため、放熱構造を小型化および簡素化でき、製品重量が抑えられ、低コストでの製造が可能となる制御装置一体型の電動パワーステアリング装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１に係る電動パワーステアリング装置を示すブロック図である。

[図2]実施の形態１に係る電動パワーステアリング装置の断面図である。

[図3]実施の形態１に係る回路基板の平面図である。

[図4]実施の形態１の変形例１に係る回路基板の平面図である。

[図5]図４のＶ－Ｖ線矢視断面図である。

[図6]実施の形態１の変形例２に係る回路基板の平面図である。

[図7]図６のＶＩＩ－ＶＩＩ線矢視断面図である。

[図8]実施の形態１の変形例３に係る回路基板の平面図である。

[図9]図８のＩＸ－ＩＸ線矢視断面図である。

[図10]実施の形態１の変形例４に係る電動パワーステアリング装置を示すブロック図である。

[図11]実施の形態２に係る電動パワーステアリング装置を示すブロック図である。

[図12]実施の形態２に係る回路基板の平面図である。

[図13]実施の形態２の変形例に係る電動パワーステアリング装置を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態１．

図１は、実施の形態１に係る電動パワーステアリング装置１を示すブロック図である。図１に示す電動パワーステアリング装置１は、操舵補助力を発生するモータ２と、モータ２を制御する制御装置３と、を備えている。本実施の形態におけるモータ２は、３相ブラシレスモータである。制御装置３には、車両に搭載されている、車両側電源５０および車両側センサ５１が電気的に接続されている。すなわち、車両側電源５０および車両側センサ５１は、電動パワーステアリング装置１の外部に設けられている。車両側電源５０は、例えばバッテリであり、制御装置３に対して２４Ｖ（第１の電圧）の直流電力を供給する。車両側センサ５１の具体例としては、車両の速度を検出する車速センサ、ハンドルの操舵トルクを検出するトルクセンサ等が挙げられる。

[0010] 図１に示すように、制御装置３は、インバータ回路４と、制御回路５と、分圧回路６（降圧回路）と、回転角センサ７と、を備えている。

インバータ回路４は、制御回路５によって制御され、モータ２へ電流を供給および遮断するように構成されている。本実施の形態におけるインバータ回路４は、車両側電源５０から２４Ｖの電力が供給され、この電力によって

駆動するように構成されている。ただし、車両側電源５０の放電および充電状況から、車両側電源５０から供給される電圧は必ずしも一定ではなく、インバータ回路４は例えば２０Ｖ以上３２Ｖ以下の電圧であれば適切に動作するように構成されている。インバータ回路４は、スイッチング素子として機能する複数のパワー半導体素子８と、電流の大きさを検出する電流検出素子９と、を有している。また、図示しないが、インバータ回路４は、モータ２に流れる電流のリップルを吸収する複数のリップルコンデンサを有している。パワー半導体素子８の例として、ＦＥＴ（Field Effect Transistor：電界効果トランジスタ）を採用可能である。複数のスイッチング素子によって複数のブリッジ回路が構成され、各ブリッジ回路は、モータ２が有する３相（Ｕ、Ｖ、Ｗ）の巻線それぞれに電流を供給するように構成されている。電流検出素子９は、例えばシャント抵抗であってもよい。

[0011] 制御回路５は、演算処理を行うＣＰＵ１０を有している。また、図示しないが、制御回路５は、ＣＰＵ１０がインバータ回路４をスイッチング制御するために用いられる駆動回路、回転角センサ７および車両側センサ５１からの信号をＣＰＵ１０に伝える入力回路、電圧を調整するレギュレータ回路等を有してもよい。ＣＰＵ１０、駆動回路、入力回路、レギュレータ回路の各機能は、例えばＩＣ（Integrated Circuit）あるいはＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）等によって実現することができる。ＣＰＵ１０は各種の入力信号を取得するように構成されており、入力信号の具体例としては、車両側センサ５１からの情報、インバータ回路４内の各部の電圧、電流検出素子９によって検出されたモータ２の駆動電流の大きさ、および回転角センサ７による回転角の検出結果、などが挙げられる。

[0012] 分圧回路６は、車両側電源５０から供給される２４Ｖの電圧からそれよりも低い１２Ｖの電圧（第２の電圧）を生成する回路（降圧回路）である。分圧回路６は、例えば２つの抵抗器から構成される。分圧回路６は制御回路５に電気的に接続されており、生成した１２Ｖの電圧を制御回路５に供給する。

なお、分圧回路６に代えて、車両側電源５０から供給される２４Ｖの電圧（第１の電圧）からそれよりも低い電圧（第２の電圧）を生成するために、例えばレギュレータや降圧型のＤＣ／ＤＣコンバータが設けられてもよい。

[0013] 回転角センサ７は、モータ２の回転角を検出するために用いられる。本実施の形態における回転角センサ７は、磁気の変化によってモータ２の回転角を検出する。回転角センサ７には、分圧回路６または前記レギュレータ回路によって適切な電圧に調整された電力が供給される。

[0014] また、図示しないが、制御装置３は、インバータ回路４への電力供給を遮断可能な電源リレーと、車両側電源５０に接続されたノイズフィルタと、を有してもよい。電源リレーは、車両側電源５０の制御装置３に対する誤った接続などからインバータ回路４を保護するために用いられる。電源リレーに対しても、スイッチング素子であるＦＥＴを用いることができる。ノイズフィルタを設けた場合、車両側電源５０から供給された電力は、当該ノイズフィルタを通過してからインバータ回路４および分圧回路６に供給される。ノイズフィルタは、積層セラミックコンデンサ、およびチョークコイルから構成されてもよい。

[0015] 制御回路５の概略の動作を説明する。ＣＰＵ１０は、取得した入力信号に基づいて、モータ２の各巻線へ供給する駆動電流の大きさ等を演算する。演算結果に基づき、ＣＰＵ１０はインバータ回路４をスイッチング制御する。より具体的には、ＣＰＵ１０は、前記駆動回路に制御指示を行う。駆動回路は、ＣＰＵ１０からの制御指示に基づき、スイッチング素子として機能するパワー半導体素子８を制御する。駆動回路を介したＣＰＵ１０の制御は、モータ２の相（Ｕ、Ｖ、Ｗ）ごとに行われる。すなわち、各相（Ｕ、Ｖ、Ｗ）のパワー半導体素子８が、駆動回路により駆動されることで、所定の電流がモータ２の各巻線へ流れる。

[0016] モータ２の各巻線に供給された電流値の大きさは、電流検出素子９を介して、実電流値としてＣＰＵ１０に提供される。ＣＰＵ１０は、演算値（目標値）と実電流値との偏差に応じてフィードバック制御を実行する。

また、ＣＰＵ１０は、回転角センサ７によって得られた回転角情報を、モータ２の回転制御に利用している。具体的に、ＣＰＵ１０は、回転角センサ７によって得られた回転角情報を用いて、モータ２の回転軸２１の回転角（位相）または回転速度を算出する。

[0017] 次に、制御装置３およびモータ２を備えた、電動パワーステアリング装置１の各部の構造を、図２に基づいて説明する。

図２は実施の形態１に係る電動パワーステアリング装置１を示す断面図である。以下の説明では、モータ２における回転軸２１の中心軸線Ｏが延びる方向を軸方向という場合がある。軸方向は、制御装置３における回路基板３１の厚さ方向でもある。また、軸方向において、制御装置３が位置する側を上方といい、モータ２が位置する側を下方という場合がある。軸方向から見ることを平面視という場合がある。平面視において、中心軸線Ｏに交差する方向を径方向といい、中心軸線Ｏ回りに周回する方向を周方向という場合がある。

[0018] モータ２における回転軸２１の下端部は出力端２１ａとして用いられる。出力端２１ａには、駆動対象（例えば車両の操舵系）に接続されるボス２２が取り付けられている。出力端２１ａと駆動対象との間に、減速機などが介在してもよい。モータ２の出力は、出力端２１ａを介して駆動対象に伝達される。なお、電動パワーステアリング装置１を使用する際に、回転軸２１の軸方向が鉛直方向と一致していなくてもよい。

[0019] モータ２は、モータ本体Ｍおよびモータケース２３を備える。モータケース２３は、円筒部２３ａと、底部２３ｂと、突出部２３ｃと、を有している。円筒部２３ａは軸方向に沿って延びている。底部２３ｂは、円筒部２３ａの下端の開口を塞ぐように設けられている。突出部２３ｃは、円筒部２３ａの上端部から、径方向外側に向けて突出している。モータ本体Ｍは、モータケース２３における円筒部２３ａの内部に収容されている。モータケース２３は金属製である。放熱性および成形しやすさを考慮すると、モータケース２３の具体的な材質としては、例えばアルミニウム系合金が好適である。モ

ータケース２３は、例えば、アルミニウム系合金からダイカスト等によって得られた成型体に対して、切削加工を行うことで作製される。モータケース２３の底部２３ｂの中央には、回転軸２１を通す貫通穴が形成されている。底部２３ｂの貫通穴には、回転軸２１を回転可能に支持する第１軸受２５が取り付けられている。

[0020] モータ本体Ｍは、ロータ２６およびステータ２７を備えている。ロータ２６は、回転軸２１の周囲に設けられるとともに回転軸２１に固着された円筒状の回転子鉄心２６ａと、回転子鉄心２６ａの外周面に設けられた複数の永久磁石２６ｂと、を備えている。複数の永久磁石２６ｂは、ロータ２６の外周面における極性（Ｓ極およびＮ極）が、周方向に沿って交互に入れ替わるように配置されている。ステータ２７は、ロータ２６の径方向外側に、隙間に空けて配置されている。ステータ２７は、鋼板を積層してなる固定子鉄心２７ａと、固定子鉄心２７ａにインシュレータ２７ｃを介して巻回された巻線２７ｂと、を有している。ステータ２７は、モータケース２３の円筒部２３ａ内に圧入または焼き嵌め等によって固定されている。回転軸２１、ロータ２６、およびステータ２７は、同軸上に配置されている。

[0021] ステータ２７の上方には、巻線２７ｂに近接して、環状の接続リング２８が配置されている。接続リング２８は、電気配線用のバスバー２９（図３参照）が絶縁性樹脂にインサート成形された構造を有する。各巻線２７ｂの端部が接続リング２８のバスバー２９に接続されることで、３相巻線を構成している。接続リング２８から突き出された各相のバスバー２９が、制御装置３側に延びている。各相（Ｕ、Ｖ、Ｗ）に対応させて、接続リング２８には３本のバスバー２９が設けられている。各バスバー２９は接続リング２８から上方に突出し、制御装置３の回路基板３１を貫通するように配置されている。

[0022] モータケース２３の円筒部２３ａにおける上端部内には、円板状のヒートシンク３２が嵌合されている。ヒートシンク３２は、その中心軸が軸方向に平行となる姿勢で配置されている。ヒートシンク３２の上面の高さは、モー

タケース２３の突出部２３ｃの上面の高さと同等となっている。本実施の形態において、ヒートシンク３２の上面は平面状に形成され、突出部２３ｃの上面と面一である。ヒートシンク３２は、金属（例えばアルミニウム系合金）によって形成されている。モータケース２３は、比較的大きな熱容量を確保すべく、例えばモータケース２３の底部２３ｂの軸方向における板厚よりも大きな板厚を有している。

[0023] ヒートシンク３２の中央部には、板厚方向に貫通する貫通穴３２ａが形成され、この貫通穴３２ａに、回転軸２１を回転可能に支持する第２軸受３３（軸受）が取り付けられている。第２軸受３３は、回転軸２１の出力端２１ａと反対側の端部２１ｂ（本実施の形態における上端）を支持している。ヒートシンク３２の貫通穴３２ａには、回転軸２１の端部２１ｂが配置されている。回転角センサ７は回路基板３１の下面に設けられ、ヒートシンク３２の貫通穴３２ａに対向する位置に配置されている。回転角センサ７は回路基板３１の下面から下方に突出しているが、ヒートシンク３２の貫通穴３２ａ内に配置されているため、ヒートシンク３２には干渉していない。さらに、ヒートシンク３２には、各相（Ｕ、Ｖ、Ｗ）のバスバー２９を通す３つの貫通穴（不図示）が形成されている。

[0024] 回転軸２１の両端部は、第１軸受２５および第２軸受３３によって回転可能に支持されている。このため、回転軸２１に固着したロータ２６も、ステータ２７の径方向内側において回転可能となっている。出力端２１ａとは反対側の回転軸２１の端部２１ｂには、センサマグネット３４が取り付けられている。センサマグネット３４は、少なくとも一部が永久磁石により形成され、磁界を発する。センサマグネット３４は、回転軸２１とともに回転する。回転軸２１が回転することに伴い、センサマグネット３４も回転するため、磁界が変化する。センサマグネット３４は、軸方向で回転角センサ７に対向するように配置されている。このため、回転角センサ７は、回転軸２１とともに回転するセンサマグネット３４が発する磁界の変化により、モータ２の回転軸２１の回転角を検出する。

[0025] 制御装置３は、回路基板３１と、回路基板３１上に設けられた電子回路３５と、を備える。回路基板３１は、例えば、複数の絶縁層および複数の導体層が積層された多層プリント基板である。電子回路３５には、図１に示すインバータ回路４、制御回路５、および分圧回路６が含まれる。回路基板３１には、回転角センサ７、パワー半導体素子８、電流検出素子９、ＣＰＵ１０等の電子部品が実装される。これらの電子部品および回路基板３１に形成された回路パターンにより、電子回路３５が構成されている。回路基板３１は上方からカバー３６によって覆われている。

[0026] カバー３６は、回路基板３１を覆うように構成されている。回路基板３１は、カバー３６およびモータケース２３によって囲まれた空間に収納されている。カバー３６は、外来する電磁ノイズから回路基板３１を保護する機能や、回路基板３１から発生する電磁ノイズがカバー３６の外に漏れ出すのを防ぐ機能などを有する。これらの機能を発揮するため、カバー３６は金属を用いて作製されることが望ましい。本実施の形態において、カバー３６は樹脂および金属で作製されている。

[0027] モータケース２３の突出部２３ｃの下面には、コネクタ３０が設けられている。コネクタ３０は、電動パワーステアリング装置１を、車両側電源５０および車両側センサ５１と接続するために用いられる。コネクタ３０の上方には複数のコネクターミナル４３が設けられている。コネクターミナル４３は、コネクタ３０内の端子（不図示）と電気的に接続されている。モータケース２３の突出部２３ｃには、コネクターミナル４３を通すための開口（不図示）が設けられており、この開口の内側にコネクターミナル４３が挿通されている。また、回路基板３１に形成された貫通穴にコネクターミナル４３が挿入され、はんだ付けによって回路基板３１の回路パターンとコネクターミナル４３とが電気的に接続されている。なお、回路基板３１とコネクターミナル４３との接続方法は、はんだ付けに限らず、例えばプレスフィットを採用してもよい。コネクタ３０を介して、車両側電源５０の電力と車両側センサ５１の信号が回路基板３１に伝達される。なお、本実施

の形態においてコネクタ３０は突出部２３ｃの下面に設けられているが、これに限定されず、カバー３６に穴を形成し、その穴を介して上方から回路基板３１の上面にコネクタ３０を取り付けることも可能である。

[0028] 回路基板３１の下面に回転角センサ７以外の電子部品は実装されていない。回路基板３１の下面は、ヒートシンク３２のモータ２と逆側の面（本実施の形態における上面）に接して配置されている。より具体的には、回路基板３１の下面は、塗布された絶縁性のグリス（図２では不図示）を介してヒートシンク３２の上面に接している。グリスは、高い熱伝導性を有するものを選択することが好ましい。

[0029] 図３は、回路基板３１の平面図である。図３には回路基板３１の上面が示されている。

図３に示すように、回路基板３１は、複数のネジ３７によって、モータケース２３に固定されている。回路基板３１には、各相に対応した３つのバスバー２９が板厚方向に貫通して接続されている。バスバー２９は、回路基板３１における回路パターン（不図示）とはんだ付けによって接続されており、この回路パターンは、バスバー２９を介してモータ２の巻線２７ｂに電気的に接続されている。なお、回路基板３１の回路パターンと各相のバスバー２９とは、はんだ付けに限らず、たとえばプレスフィットによって接続されてもよい。

[0030] 軸方向に見たときに、ヒートシンク３２の外形を回路基板３１に投影して得られる仮想的な領域を投影領域４２という。回路基板３１は、軸方向から見て、投影領域４２の外側に突出している。回路基板３１のうち投影領域４２から突出した部分を支持するように、モータケース２３の突出部２３ｃも円筒部２３ａから径方向外側に突出している。

[0031] ここで、回路基板３１に実装されている、パワー半導体素子８および電流検出素子９等は、モータ２の駆動に伴い大電流が通電して発熱する発熱素子である。電動パワーステアリング装置１の継続使用時間を短縮させず、操舵補助力の低下を防止するためには、これらの発熱素子で発生した熱は、速や

かに電動パワーステアリング装置１の外部へ逃がすことが好ましい。

本実施の形態において、パワー半導体素子８および電流検出素子９は回路基板３１の上面に配置されている。また、パワー半導体素子８および電流検出素子９は、回路基板３１の投影領域４２内に配置されている。すなわち、パワー半導体素子８および電流検出素子９は、軸方向においてヒートシンク３２と並んで配置されている。さらに、回路基板３１の下面はグリスを介してヒートシンク３２の上面に接しているため、これらの発熱素子で生じた熱は、回路基板３１およびグリスを介してヒートシンク３２に伝わり、さらにヒートシンク３２から外部に放熱される。

[0032] 電動パワーステアリング装置１のインバータ回路４への入力電力は、入力電力Ｐ＝電流Ｉ×電圧Ｖ（Ｗ）となるが、電子部品やモータ２の発熱量は、発熱量Ｑ＝抵抗Ｒ×電流Ｉ＾２×時間ｔとなるため、発熱には電流の値が大きく影響する。従来は一般的に車両側電源から１２Ｖの電圧が電動パワーステアリング装置に供給されていたが、本実施の形態では、車両側電源５０から２４Ｖの電圧が制御装置３のインバータ回路４に供給されるため、モータ２への入力電力を従来と同等にする場合、従来に比べて電圧は２倍となるため、電流は１／２にすることができる。よってインバータ回路４におけるＦＥＴ等のパワー半導体素子８の発熱を抑制することが可能となる。

[0033] なお、このような発熱量抑制の効果は、回路基板３１に実装されるＦＥＴ等のパワー半導体素子８だけでなく、電流検出素子９、リップルコンデンサ、電源リレー、チョークコイル等、電流を下げることのできる発熱素子全てに同様の効果をもたらす。また、バスバー２９およびモータ２の巻線２７ｂの発熱も同様に抑制できる。

パワー半導体素子８および電流検出素子９の発熱量を抑制できるため、本実施の形態のヒートシンク３２を用いた簡素化された放熱構造を採用できる。上述したように、パワー半導体素子８および電流検出素子９は回路基板３１の上面かつ投影領域４２内に配置されている。このため、回路基板３１の下面がグリスを介してヒートシンク３２の上面に接しているという簡素化さ

れた放熱構造においても、上記の発熱素子で生じた熱を、回路基板３１およびグリスを介してヒートシンク３２から適切に外部に逃がすことができる。発熱素子の発熱量が抑制できるため、放熱構造を小型化および簡素化でき、電動パワーステアリング装置１の重量が抑えられ、さらに低コストでの製造が可能となる。

[0034] なお、本実施の形態では車両側電源５０から制御装置３に対して２４Ｖの電圧が供給されているが、これに限定されず、車両側電源５０から例えば４８Ｖの電圧を制御装置３およびインバータ回路４に供給してもよい。モータ２への入力電力を従来と同等とする場合、従来に比べて電圧は４倍になるため、電流は１／４にすることができ、発熱素子の発熱量をさらに抑制することができる。なお、上述したように、車両側電源５０の放電および充電状況から、車両側電源５０から供給される電圧は必ずしも一定ではなく、この場合のインバータ回路４は例えば４２Ｖ以上５６Ｖ以下の電圧であれば適切に動作するように構成されている。以上より、発熱量抑制のためには、インバータ回路４は２０Ｖ以上５６Ｖ以下の電圧で駆動するように構成されていればよい。

また、本実施の形態における制御回路５は１２Ｖの電圧で動作しているが、制御回路５を構成する電子部品の耐圧性能を上昇させ、インバータ回路４と同様に２４Ｖの電圧で動作するように構成することも可能である。この場合、上述した分圧回路６から１２Ｖの電圧を制御回路５に供給する必要はなくなる。

[0035] 本実施の形態は以下の変形例を採用できる。図４は、実施の形態１の変形例１に係る回路基板３１の平面図である。図５は、図４のＶ－Ｖ線矢視断面図である。上記実施の形態１の構成では、電流検出素子９は回路基板３１の上面かつ投影領域４２内に配置されているが、本変形例の電流検出素子９は、投影領域４２内に配置されているとともに、回路基板３１の下面、すなわち回路基板３１のヒートシンク３２に対向する面に設けられている。このように電流検出素子９が回路基板３１の下面に設けられていると、回路基板３

１の電流検出素子９以外の下面をヒートシンク３２に近づけることが難しくなるが、本変形例のヒートシンク３２には、電流検出素子９に対向する位置に電流検出素子９が収容される凹部４１が形成されている。このため、上記実施の形態１と同様に、回路基板３１の電流検出素子９以外の下面を、ヒートシンク３２の上面に近づけることが可能となる。このような構成を採用することで、回路基板３１の実装領域に制約がある場合でも、発熱素子の一部を回路基板３１の下面に実装させるとともに、良好な放熱性能を維持することができる。なお、回路基板３１の下面とヒートシンク３２の上面との隙間、および凹部４１内には、グリス４４が充填され、放熱経路を形成している。

[0036] 図６は、実施の形態１の変形例２に係る回路基板３１の平面図である。図７は、図６のＶＩＩ－ＶＩＩ線矢視断面図である。本変形例では、回路基板３１において、パワー半導体素子８の周囲に放熱用のサーマルビア４５が複数配置されている。サーマルビア４５は、回路基板３１において、パワー半導体素子８の周囲かつ平面視においてパワー半導体素子８と異なる位置に配置されている。サーマルビア４５は、回路基板３１の板厚方向に貫通した貫通穴の内面に、熱伝導率が良好な銅や金等の金属メッキを施した構成を有している。このようなサーマルビア４５をパワー半導体素子８の周囲に配置することで、パワー半導体素子８の熱をサーマルビア４５の金属メッキを介して回路基板３１の上面からヒートシンク３２に向けてさらに効率よく伝達でき、放熱性能を向上させることができる。

[0037] なお、図示しないが、回路基板３１の上面に、当該上面に沿う面方向に延びる回路パターンをサーマルビア４５とパワー半導体素子８とを繋ぐように形成してもよいし、回路基板３１の下面に、サーマルビア４５から面方向に延びる回路パターンを形成してもよい。このような回路パターンを形成することで、パワー半導体素子８の熱をさらに効率よくサーマルビア４５を介して逃がすことができる。また、サーマルビア４５は、パワー半導体素子８以外の発熱素子の周囲に形成してもよい。

[0038] 図８は、実施の形態１の変形例３に係る回路基板３１の平面図である。図９は、図８のＩＸ－ＩＸ線矢視断面図である。本変形例では、回路基板３１において、軸方向におけるパワー半導体素子８とヒートシンク３２との間の位置に銅インレイ４６が配置されている。銅インレイ４６は、回路基板３１の板厚方向に貫通した貫通穴に、熱伝導率が良好な銅からなるインレイを配置した構成を有している。銅インレイ４６の上面は、パワー半導体素子８の下面に接していることが好ましい。このような銅インレイ４６を配置することで、パワー半導体素子８の熱を銅インレイ４６を介してヒートシンク３２に向けてさらに効率よく伝達でき、放熱性能を向上させることができる。また、銅インレイ４６は、パワー半導体素子８以外の発熱素子とヒートシンク３２との間に配置してもよい。

[0039] 図１０は、実施の形態１の変形例４に係る電動パワーステアリング装置１を示すブロック図である。本変形例の、上記実施の形態１の構成と異なる点は、車両側電源５０が１２Ｖの電力を電動パワーステアリング装置１の制御装置３に供給すること、および制御装置３は、上記実施の形態１における分圧回路６に代えて、昇圧回路１１を備えていることである。

[0040] 車両側電源５０から供給される１２Ｖの電圧（第２の電圧）は、制御回路５および昇圧回路１１に供給される。制御回路５は、外部から供給される１２Ｖの電圧で駆動する。昇圧回路１１は、外部から供給される１２Ｖの電圧からそれよりも高い２４Ｖの電圧（第１の電圧）を生成する。昇圧回路１１として、例えばＤＣ／ＤＣコンバータを採用可能である。昇圧回路１１が生成した２４Ｖの電圧はインバータ回路４に供給され、インバータ回路４は、昇圧回路１１が生成した２４Ｖの電圧で駆動する。なお、上述したように、発熱量は電流値の二乗に比例するため、昇圧回路１１の出力電圧をさらに上昇させて例えば４８Ｖとし、一方でインバータ回路４における電流をさらに低下させて、発熱量をさらに減少させてもよい。昇圧回路１１が、例えば２０Ｖ以上の電圧を出力してもよい。これに対応して、インバータ回路４も２０Ｖ以上の電圧によって駆動するように構成されてもよい。本変形例によれ

ば、車両側電源５０の構成は従来から変更することなく、電動パワーステアリング装置１において発熱量低減の対策を採ることができる。

[0041] なお、実施の形態１および変形例１から４において、インバータ回路４が駆動する電圧である第１の電圧は２０Ｖ以上であればよい。一方、制御回路５が駆動する電圧である第２の電圧は、前記第１の電圧よりも低く、かつ制御回路５が適切に動作可能な電圧以上であればよい。

[0042] 以上説明したように、本実施の形態に係る電動パワーステアリング装置１は、モータ２と、モータ２の回転軸２１を回転可能に支持する第２軸受３３が設けられたヒートシンク３２と、モータ２を駆動するインバータ回路４が設けられるとともに、ヒートシンク３２のモータ２と逆側の面に配置された回路基板３１と、を備える。インバータ回路４を構成するパワー半導体素子８および電流検出素子９が、回転軸２１の軸方向から見て、ヒートシンク３２の外形を投影した回路基板３１における投影領域４２内に配置されている。インバータ回路４は、２０Ｖ以上の第１の電圧によって駆動するように構成されている。

[0043] この構成によれば、インバータ回路４における電流を低減できることから、パワー半導体素子８および電流検出素子９の発熱量を抑制できるため、ヒートシンク３２を用いた簡素化された放熱構造を採用できる。上述したように、パワー半導体素子８および電流検出素子９は回路基板３１の投影領域４２内に配置されている。このため、回路基板３１の下面がグリスを介してヒートシンク３２の上面に接しているという簡素化された放熱構造においても、上記の発熱素子で生じた熱を、回路基板３１およびグリスを介してヒートシンク３２から適切に外部に逃がすことができる。発熱素子の発熱量が抑制できるため、放熱構造を小型化および簡素化でき、電動パワーステアリング装置１の重量が抑えられ、さらに低コストでの製造が可能となる。

[0044] また、回路基板３１には、外部から供給される第１の電圧から、当該第１の電圧よりも低い第２の電圧を生成する分圧回路６（降圧回路）と、分圧回路６で生成された第２の電圧で駆動するとともに、インバータ回路４を制御

する制御回路５と、が設けられもよい。この構成によれば、制御回路５は、第１の電圧よりも低い第２の電圧で駆動するため、制御回路５を構成する電子部品の耐圧性能を向上させることなく、例えば従来一般的であった１２Ｖの電圧で動作する構成を採用でき、耐圧性能の変更による電子部品のコスト増加等を避けることができる。

[0045] また、回路基板３１には、外部から供給される、第１の電圧よりも低い第２の電圧から第１の電圧を生成する昇圧回路１１が設けられ、インバータ回路４は、昇圧回路１１が生成した第１の電圧で駆動してもよい。この構成によれば、外部の車両側電源５０の構成および出力電圧を従来から変更することなく、電動パワーステアリング装置１における構成のみでインバータ回路４等における発熱量の低減効果を得ることができる。

さらにこの場合、回路基板３１には、インバータ回路４を制御する制御回路５が設けられ、制御回路５は、外部から供給される第２の電圧で駆動してもよい。この構成によれば、制御回路５は、第１の電圧よりも低い第２の電圧で駆動するため、制御回路５を構成する電子部品の耐圧性能を向上させることなく、例えば従来一般的であった１２Ｖの電圧で動作する構成を採用でき、耐圧性能の変更による電子部品のコスト増加等を避けることができる。

[0046] また、インバータ回路４を構成する発熱素子が、回路基板３１のヒートシンク３２に対向する面に設けられた電流検出素子９を含み、ヒートシンク３２の電流検出素子９と対向する位置には、電流検出素子９が収容される凹部４１が形成されてもよい。この構成によれば、実装領域の制約等で電流検出素子９を回路基板３１の上面へ実装することが困難であり、回路基板３１の下面に実装する場合であっても、凹部４１に電流検出素子９を収容させれば、回路基板３１の電流検出素子９以外の面をヒートシンク３２に密接させることが可能となり、回路基板３１とヒートシンク３２との間の熱伝達効率を高く維持することができる。

[0047] また、回路基板３１において、パワー半導体素子８、電流検出素子９等の発熱素子の周囲に放熱用のサーマルビア４５が配置されてもよい。この構成

によれば、発熱素子で発生した熱を、回路基板３１の発熱素子実装面から反対側の面までサーマルビア４５を介して効率よく伝達することができ、よって放熱効率を向上させることができる。

[0048] また、回路基板３１において、軸方向におけるパワー半導体素子８、電流検出素子９等の発熱素子とヒートシンク３２との間の位置に銅インレイ４６が配置されてもよい。この構成によれば、発熱素子で発生した熱を、回路基板３１の発熱素子実装面から反対側の面まで銅インレイ４６を介して効率よく伝達することができ、よって放熱効率を向上させることができる。

[0049] 実施の形態２.

図１１は、実施の形態２に係る電動パワーステアリング装置１Ａを示すブロック図である。図１２は、実施の形態２に係る回路基板３１の平面図である。本実施の形態におけるモータ２の構造は、実施の形態１に係るモータ２の構造と同様である。このため、モータ２のうち実施の形態１と同様の構成要素については、同一の符号を付してその説明を省略し、異なる点を中心に説明する。

[0050] 図１１に示すように、本実施の形態における制御装置３は、２つの制御ユニット３Ａ、３Ｂを備えている。本実施の形態におけるモータ２のステータ２７は、２組の３相巻線（不図示）を有している。第１の制御ユニット３Ａは第１の３相巻線を制御するように構成され、第２の制御ユニット３Ｂは第２の３相巻線を制御するように構成されている。

[0051] 制御ユニット３Ａ、３Ｂは、互いに同等の回路構成である。また、各制御ユニット３Ａ、３Ｂはそれぞれ、実施の形態１において説明した制御装置３とほぼ同じ回路構成である。そこで本実施の形態では、第１の制御ユニット３Ａの構成部品のうち、実施の形態１において対応する構成部品と同様の符号に添え字「Ａ」を付す。また、第２の制御ユニット３Ｂの構成部品のうち、実施の形態１において対応する構成部品と同様の符号に添え字「Ｂ」を付す。

[0052] 以下では、実施の形態１と同様の構造についてはその説明を省略し、異な

る点を中心に説明する。例えば、制御ユニット３Ａは、制御回路５Ａおよびインバータ回路４Ａを備えている。制御回路５Ａおよびインバータ回路４Ａの構成は、実施の形態１において説明した制御回路５およびインバータ回路４の構成と同様である。また、図１２に示すように、本実施の形態における回路基板３１の実装領域は、制御ユニット３Ａ、３Ｂに対応する２つの領域に分けられ、制御ユニット３Ａ、３Ｂに含まれる電子部品もこれら２つの領域にそれぞれ配置されている。符号３Ａで示す領域には、複数のパワー半導体素子８Ａ、複数の電流検出素子９Ａ、ＣＰＵ１０Ａ、３つのバスバー２９Ａが配置され、符号３Ｂで示す領域には、複数のパワー半導体素子８Ｂ、複数の電流検出素子９Ｂ、ＣＰＵ１０Ｂ、３つのバスバー２９Ｂが配置されている。図１２において、リップルコンデンサ、チョークコイル、電源リレー等の電子部品は図示を省略している。

[0053] 図１１に戻り、モータ２は、３相２組の巻線を備えたブラシレスモータである。電動パワーステアリング装置１Ａは、モータ２の回転角を検出するための回転角センサ７Ａ、７Ｂを備えている。第１の回転角センサ７Ａが出力する回転角信号は第１の制御ユニット３Ａの制御回路５Ａに入力され、第２の回転角センサ７Ｂが出力する回転角信号は第２の制御ユニット３Ｂの制御回路５Ｂに入力される。

[0054] 制御ユニット３Ａ、３Ｂは、それぞれ独立にモータ２を駆動できる。すなわち、インバータ回路４Ａ、４Ｂは、それぞれモータ２を駆動する。ただし、制御ユニット３Ａ、３Ｂには、車両側電源５０が出力した電流を２つに分けた電流がそれぞれ供給され、車両側センサ５１が出力した同一の信号がいずれにも入力される。例えば、第１の制御ユニット３Ａにおいては、車両側センサ５１および第１の回転角センサ７Ａ等からの入力情報に基づいて、第１の制御回路５Ａおよび第１のインバータ回路４Ａが動作する。これにより、第１の巻線を介して回転軸２１が駆動される。同様に、第２の制御ユニット３Ｂにおいては、車両側センサ５１および第２の回転角センサ７Ｂ等からの入力情報に基づいて、第２の制御回路５Ｂおよび第２のインバータ回路４

Ｂが動作する。これにより、第２の巻線を介して回転軸２１が駆動される。

[0055] このように２つの制御ユニット３Ａ、３Ｂが互いに独立してモータ２を駆動できるように構成することで、冗長性が確保される。例えば制御ユニット３Ａ、３Ｂの一方に不具合が生じてモータ２の駆動が出来なくなった場合でも、制御ユニット３Ａ、３Ｂの他方によってモータ２の駆動を維持できるため、操舵補助力が完全に零になることを防止でき、さらに、操舵補助力の低下をハンドル操作中の運転者は知覚できるので、運転者は不具合の発生を速やかに認識できる。

[0056] 上述したように、制御ユニット３Ａ、３Ｂには、車両側電源５０が出力した電流を２つに分けた電流がそれぞれ供給されるが、制御ユニット３Ａ、３Ｂは、それぞれ独立にモータ２を駆動できるので、モータ２への入力電力Ｐ＝（電圧Ｖ×電流Ｉ／２）＋（電圧Ｖ×電流Ｉ／２）となり、モータ２に入力される電力は実施の形態１と同じであり、モータ２が出力する操舵補助力も実施の形態１と同等である。一方、インバータ回路４Ａ、４Ｂにそれぞれ供給される電流は、実施の形態１における電流の１／２であるため、各インバータ回路４Ａ、４Ｂの発熱素子が発生する熱を、実施の形態１に比べて低減できる。

[0057] 本実施の形態は以下の変形例を採用できる。図１３は、実施の形態２の変形例に係る電動パワーステアリング装置１Ｂを示すブロック図である。上記実施の形態２の構成では、制御ユニット３Ａ、３Ｂには、車両側電源５０が出力した電流を２つに分けた電流がそれぞれ供給され、車両側センサ５１が出力した同一の信号がいずれにも入力されるが、本変形例では、制御ユニット３Ａ、３Ｂにそれぞれ対応する、車両側電源５０Ａ、５０Ｂおよび車両側センサ５１Ａ、５１Ｂが用いられる。第１の車両側電源５０Ａが、第１の制御ユニット３Ａに電力を供給し、第２の車両側電源５０Ｂが、第２の制御ユニット３Ｂに電力を供給する。また、第１の制御ユニット３Ａにおいては、第１の車両側センサ５１Ａおよび第１の回転角センサ７Ａ等からの入力情報に基づいて、第１の制御回路５Ａおよび第１のインバータ回路４Ａが動作す

る。同様に、第２の制御ユニット３Ｂにおいては、第２の車両側センサ５１Ｂおよび第２の回転角センサ７Ｂ等からの入力情報に基づいて、第２の制御回路５Ｂおよび第２のインバータ回路４Ｂが動作する。なお、図示しないが、本変形例の回路基板３１を、車両側電源５０Ａ、５０Ｂおよび車両側センサ５１Ａ、５１Ｂに接続するためのコネクタも２つ設けられている。

[0058] 本変形例では、車両側電源５０Ａ、５０Ｂが、制御ユニット３Ａ、３Ｂに各別に電力を供給するが、各車両側電源５０Ａ、５０Ｂが供給する電流は、図１１に示される車両側電源５０が供給する電流の１／２である。このため、本変形例においても、インバータ回路４Ａ、４Ｂにそれぞれ供給される電流は、実施の形態１における電流の１／２であるため、各インバータ回路４Ａ、４Ｂの発熱素子が発生する熱を、実施の形態１に比べて低減できる。

[0059] なお、実施の形態２では、２つのインバータ回路４Ａ、４Ｂがそれぞれモータ２を駆動しており、２系統の構成が採用されているが、インバータ回路の個数は２に限定されず、設けられるインバータ回路の個数が３以上であり、それぞれモータ２を駆動する構成であってもよい。例えば４系統の構成を採用してもよい。従来通りのモータ２の出力を維持する場合は、インバータ回路の個数を増やすことで、インバータ回路に供給される電流をさらに低減でき、よって発熱素子の発熱量をさらに削減できる。

[0060] 本開示は、上記の実施の形態および変形例の構成には限定されず、クレームの範囲によってのみ限定される。各実施の形態において説明した変形例を互いに組み合わせたり、各実施の形態に係る構成を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

例えば、実施の形態２においては、実施の形態１の図１に示される制御装置３に基づいて説明されているが、実施の形態２に対して、実施の形態１の変形例１から４で説明された制御装置３を適用することも可能である。

符号の説明

[0061] １、１Ａ、１Ｂ　電動パワーステアリング装置

２　モータ

４、４Ａ、４Ｂ　インバータ回路

５、５Ａ、５Ｂ　制御回路

６　分圧回路（降圧回路）

８、８Ａ、８Ｂ　パワー半導体素子（発熱素子）

９、９Ａ、９Ｂ　電流検出素子（発熱素子）

１１　昇圧回路

２１　回転軸

３１　回路基板

３２　ヒートシンク

３３　第２軸受（軸受）

４１　凹部

４２　投影領域

４５　サーマルビア

４６　銅インレイ

請求の範囲

[請求項1] モータと、

前記モータの回転軸を回転可能に支持する軸受が設けられたヒートシンクと、

前記モータを駆動するインバータ回路が設けられるとともに、前記ヒートシンクの前記モータと逆側の面に配置された回路基板と、を備え、

前記インバータ回路を構成する発熱素子が、前記回転軸の軸方向から見て、前記ヒートシンクの外形を投影した前記回路基板における投影領域内に配置され、

前記インバータ回路は、２０Ｖ以上の第１の電圧によって駆動するように構成されている、電動パワーステアリング装置。

[請求項2] 前記回路基板には、

外部から供給される前記第１の電圧から、当該第１の電圧よりも低い第２の電圧を生成する降圧回路と、

前記降圧回路で生成された前記第２の電圧で駆動するとともに、前記インバータ回路を制御する制御回路と、

が設けられている、請求項１に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項3] 前記回路基板には、外部から供給される、前記第１の電圧よりも低い第２の電圧から前記第１の電圧を生成する昇圧回路が設けられ、

前記インバータ回路は、前記昇圧回路が生成した前記第１の電圧で駆動する、請求項１に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項4] 前記回路基板には、前記インバータ回路を制御する制御回路が設けられ、

前記制御回路は、外部から供給される前記第２の電圧で駆動する、請求項３に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項5] 前記回路基板には、前記インバータ回路が複数設けられ、

複数の前記インバータ回路は、それぞれ前記モータを駆動する、請求項１から４のいずれか１項に記載の電動パワーステアリング装置。

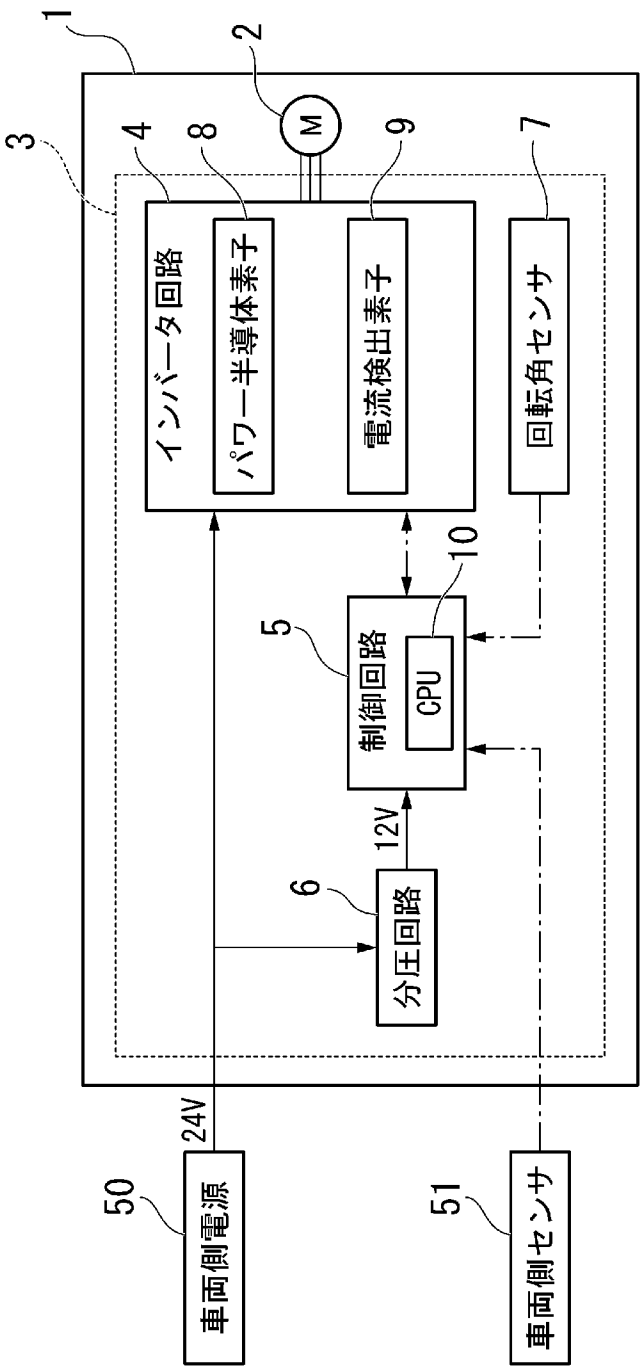
[請求項6] 前記発熱素子は、前記回路基板の前記ヒートシンクに対向する面に設けられた電流検出素子を含み、

前記ヒートシンクの前記電流検出素子と対向する位置には、前記電流検出素子が収容される凹部が形成されている、請求項１から５のいずれか１項に記載の電動パワーステアリング装置。

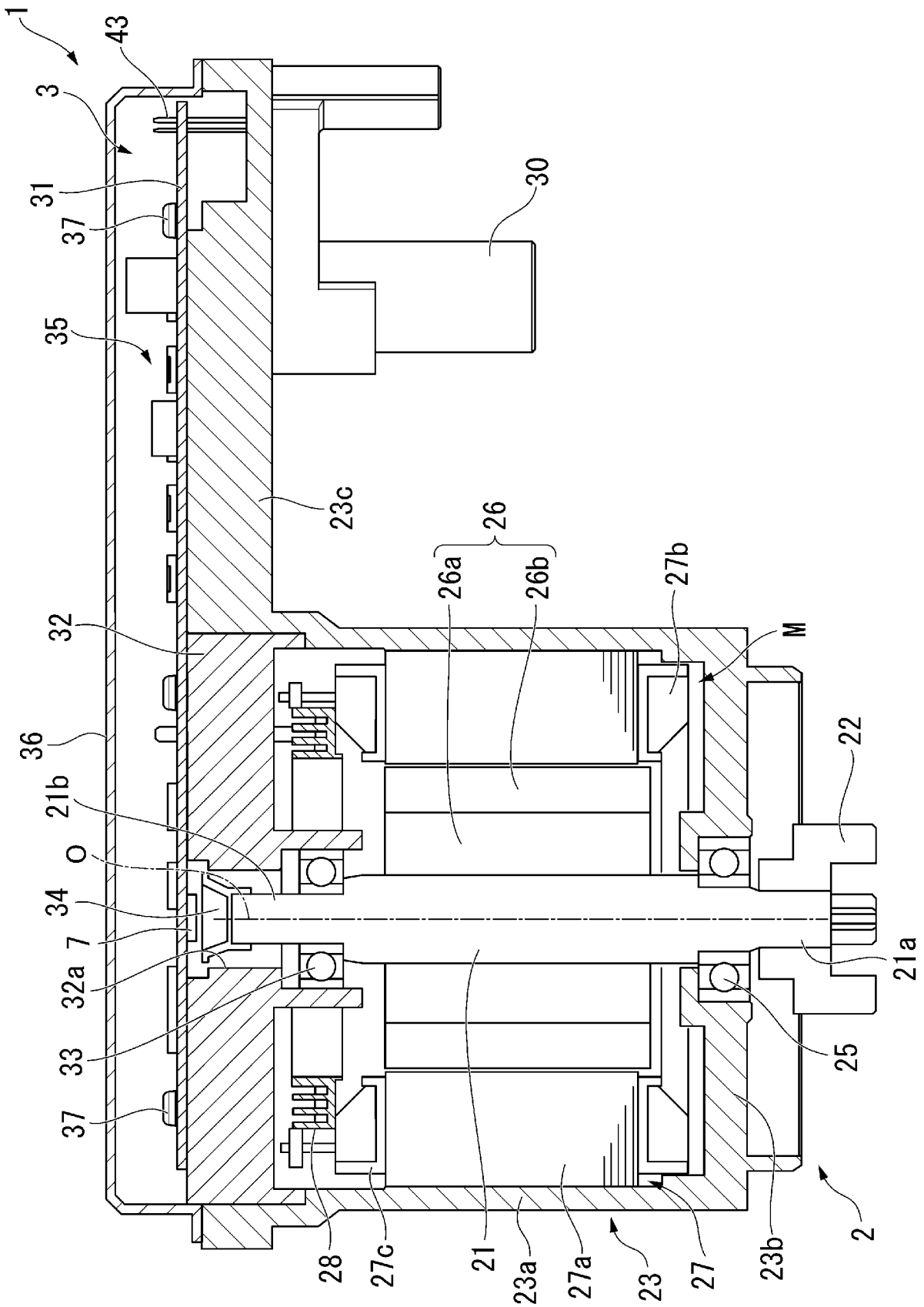
[請求項7] 前記回路基板において、前記発熱素子の周囲に放熱用のサーマルビアが配置されている、請求項１から６のいずれか１項に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項8] 前記回路基板において、前記軸方向における前記発熱素子と前記ヒートシンクとの間の位置に銅インレイが配置されている、請求項１から７のいずれか１項に記載の電動パワーステアリング装置。

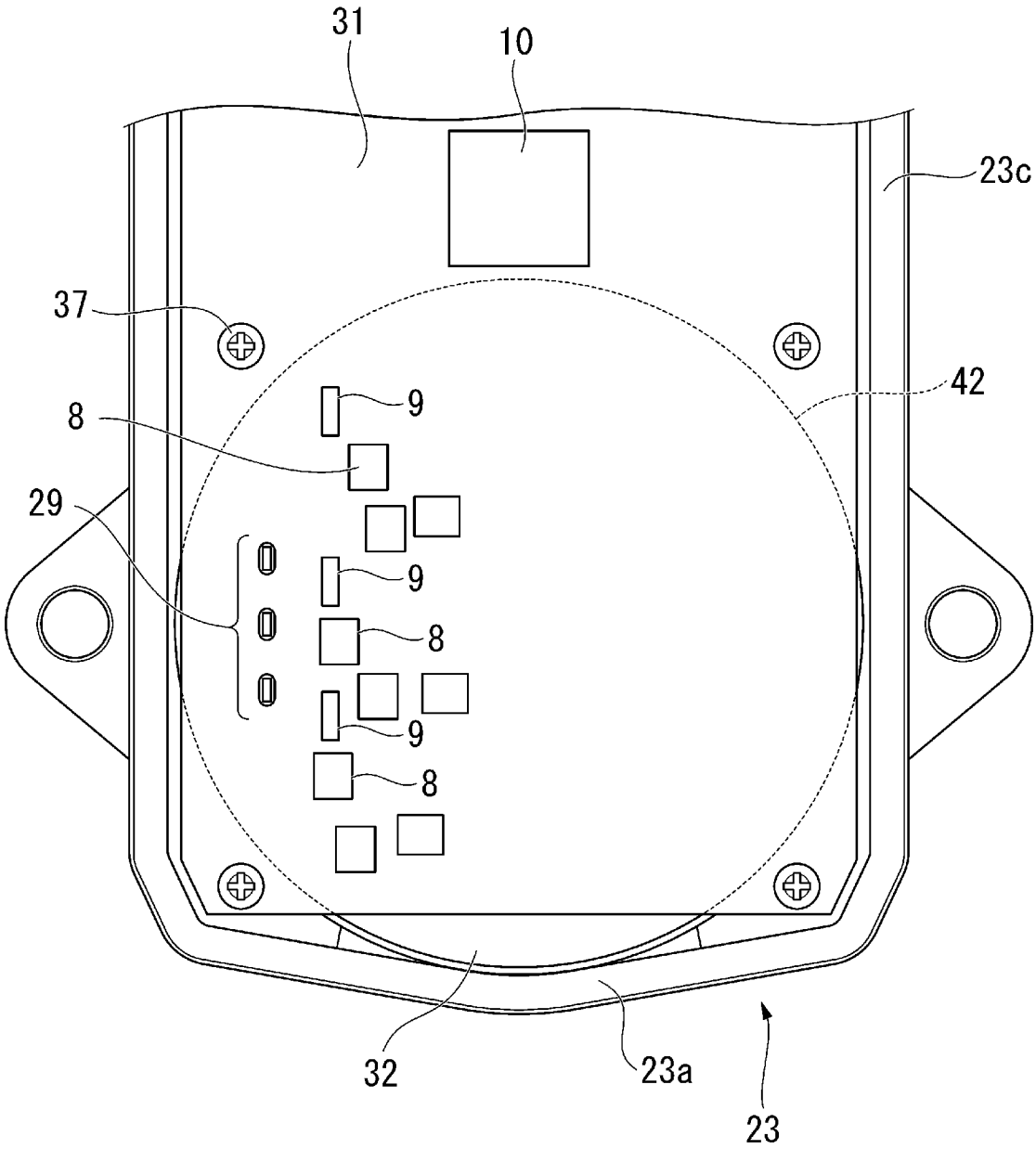
[図1]


1
2
M
3
4
8
9
7
インバータ回路
パワー半導体素子
電流検出素子
回転角センサ
10
5
制御回路
CPU
12V
6
分圧回路
24V
50
車両側電源
51
車両側センサ

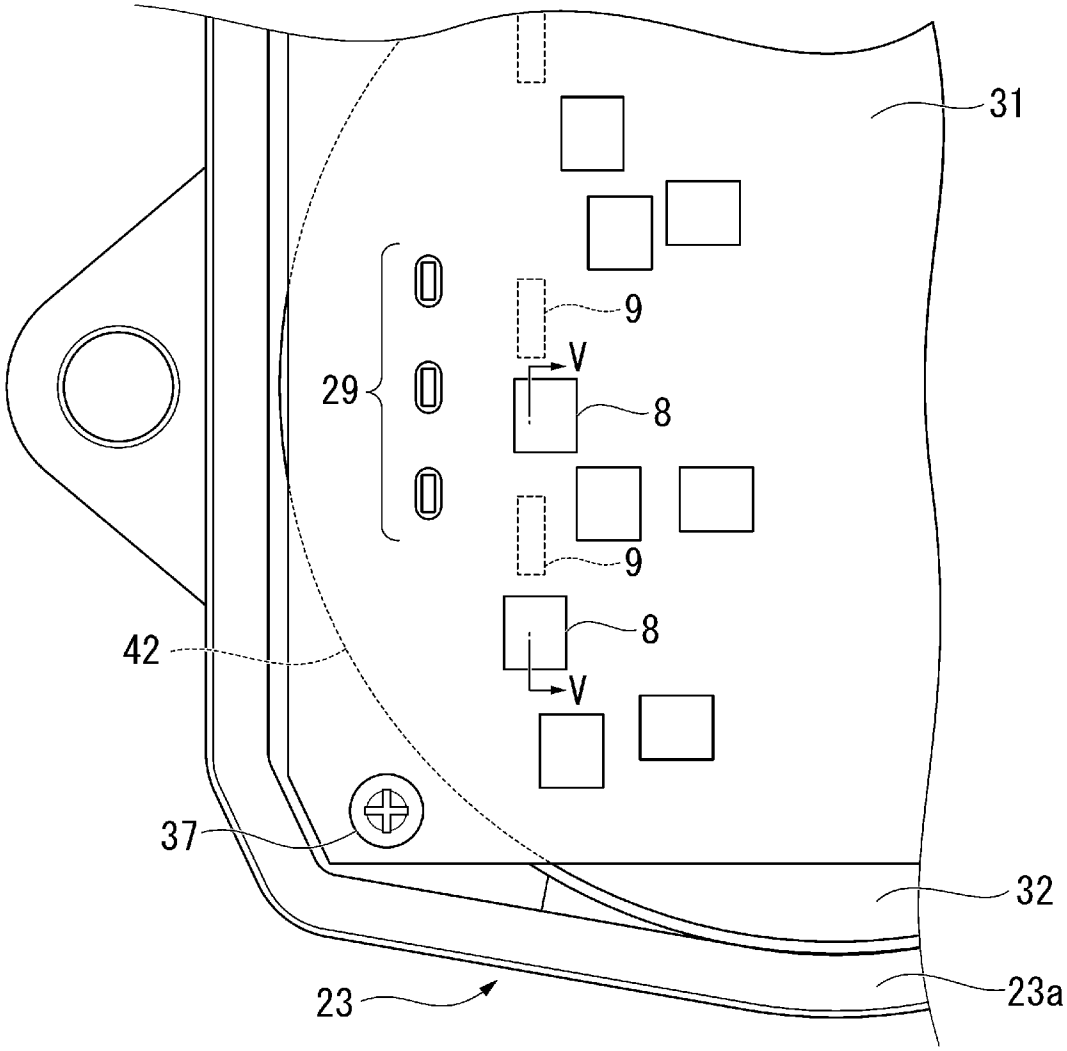
[図2]


1
43
3
31
37
30
35
23c
26
26a
26b
27b
32
M
36
22
21b
O
34
7
32a
33
37
21a
25
28
27c
21
23a
27a
23
27
23b
2

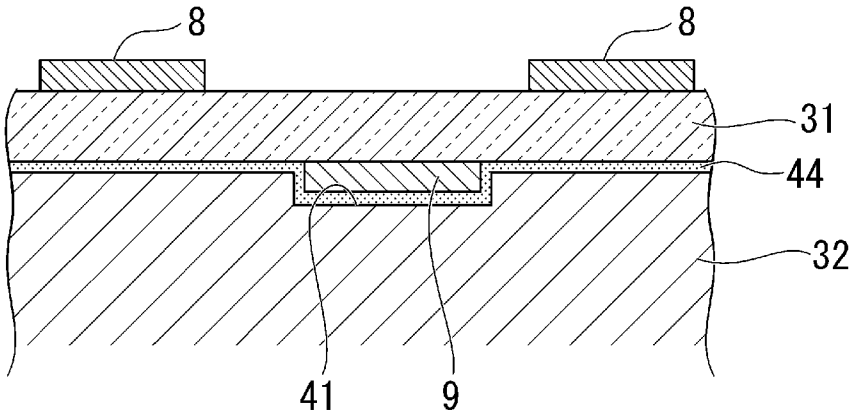
[図3]



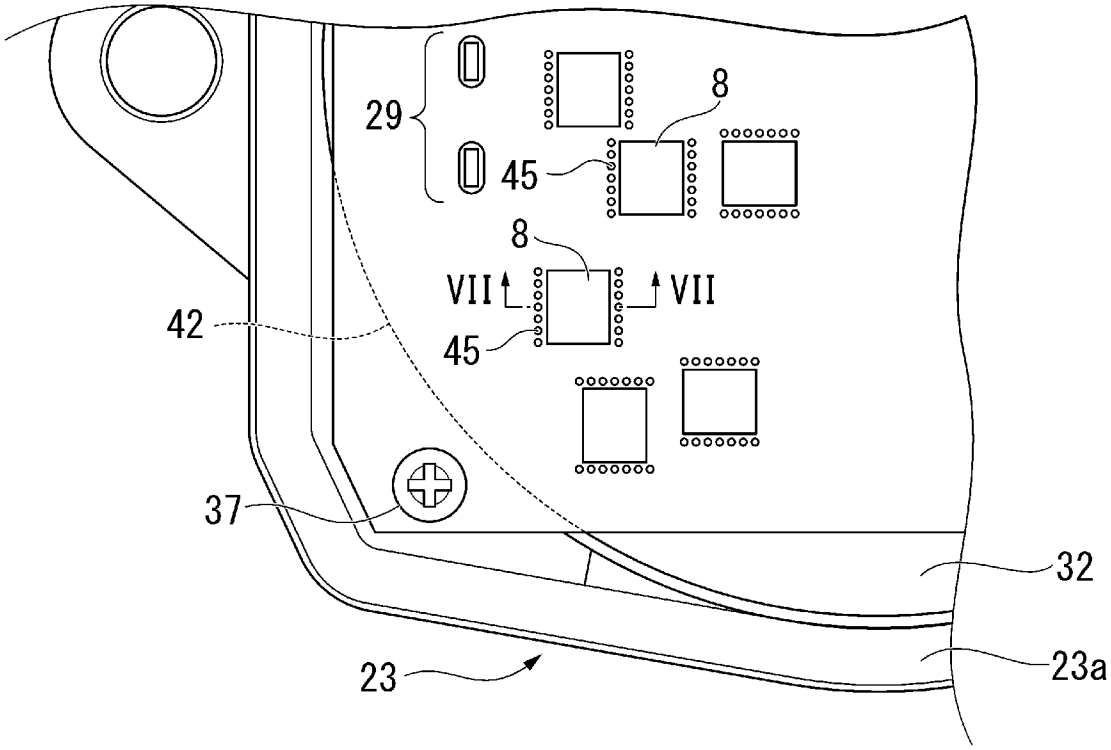
[図4]



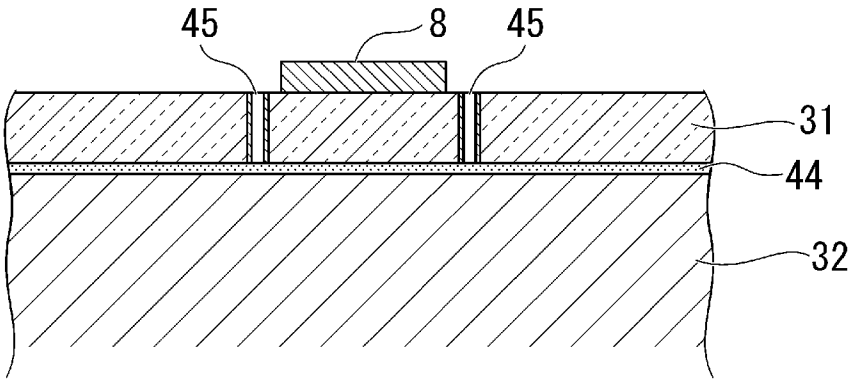
[図5]



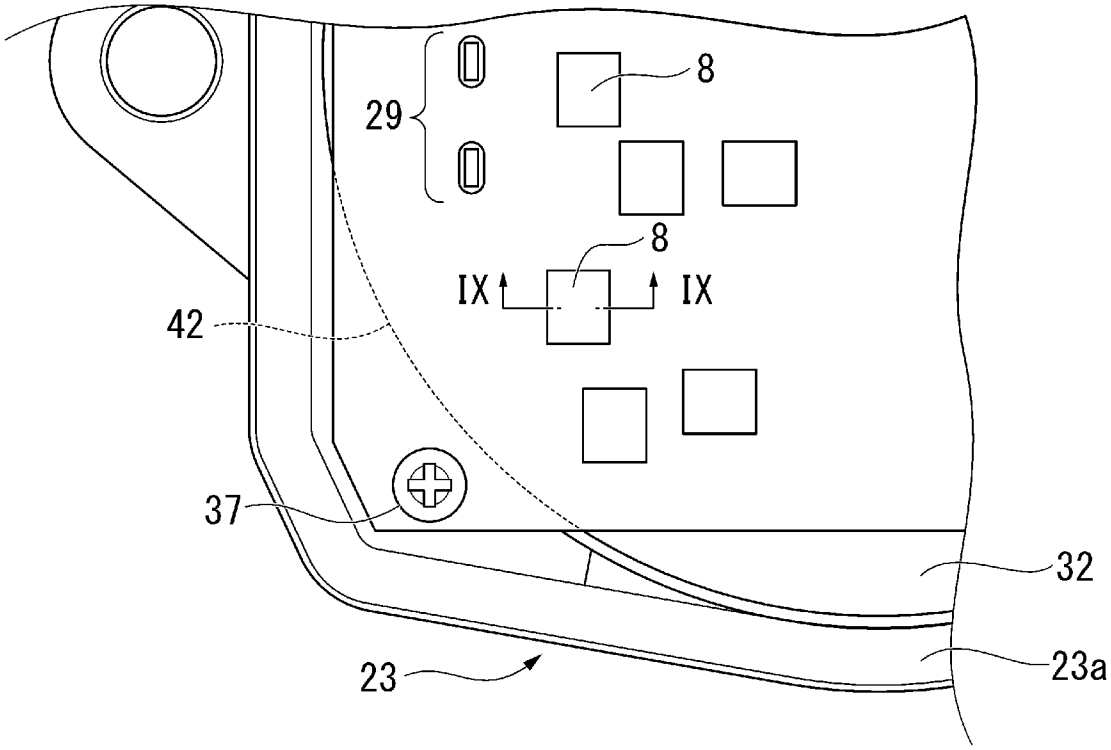
[図6]



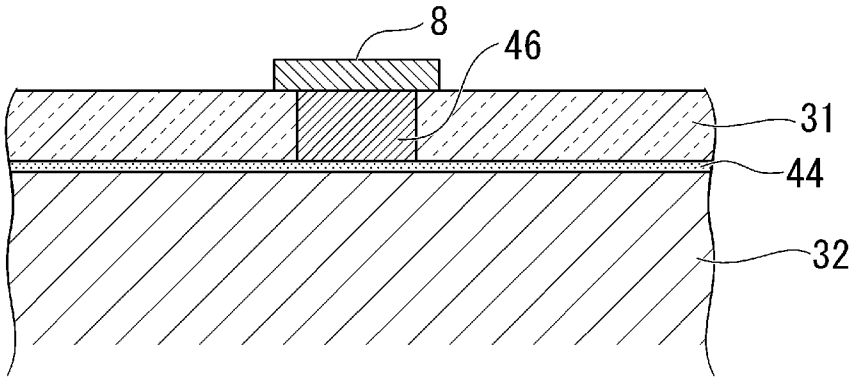
[図7]



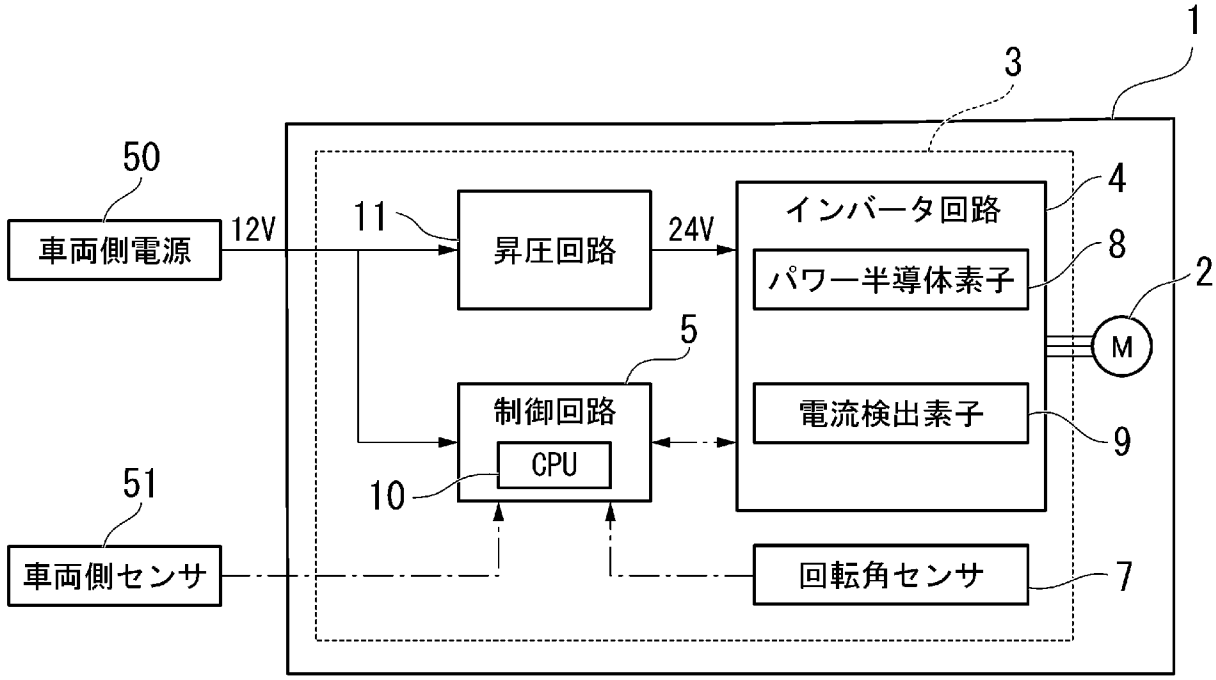
[図8]



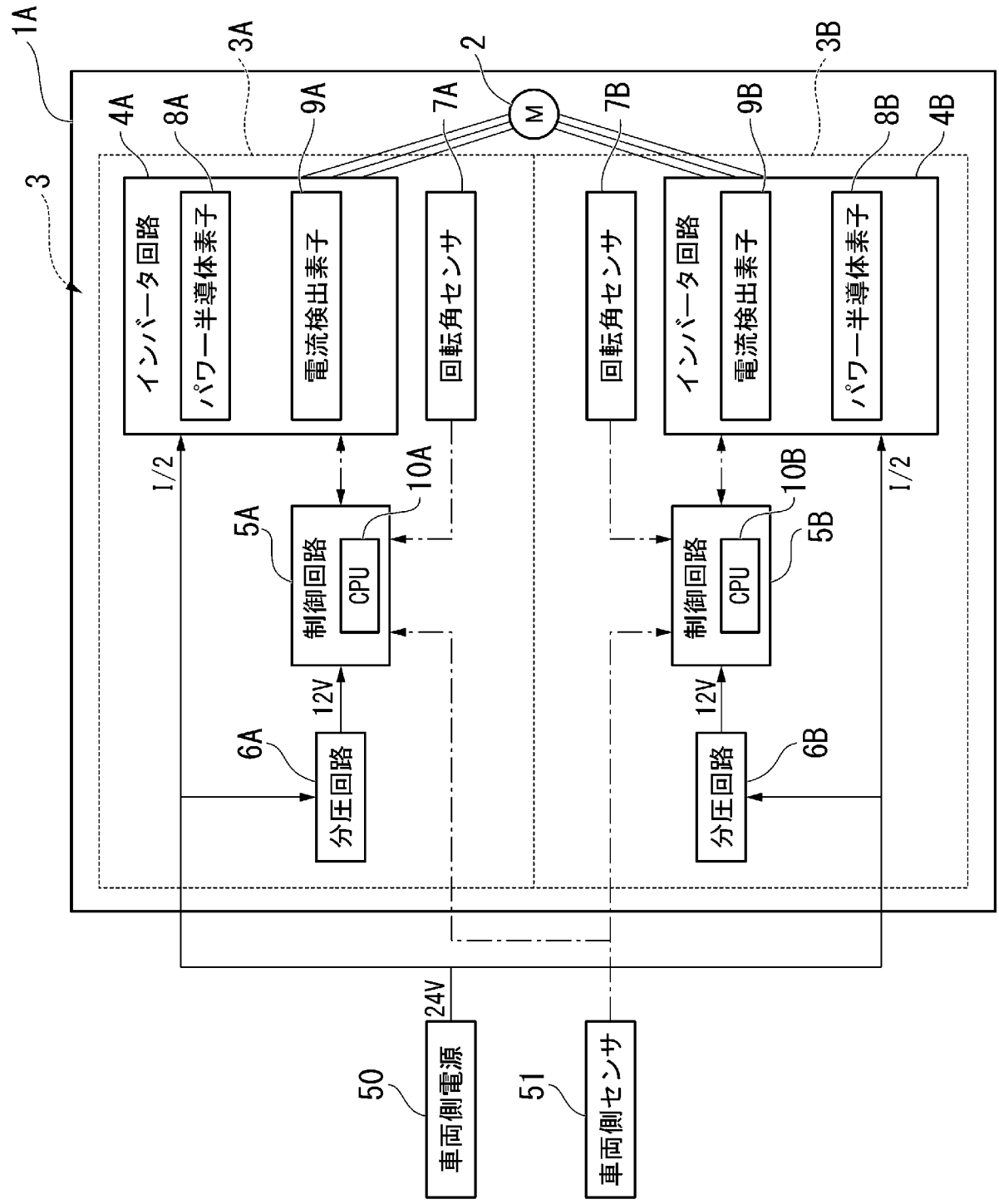
[図9]



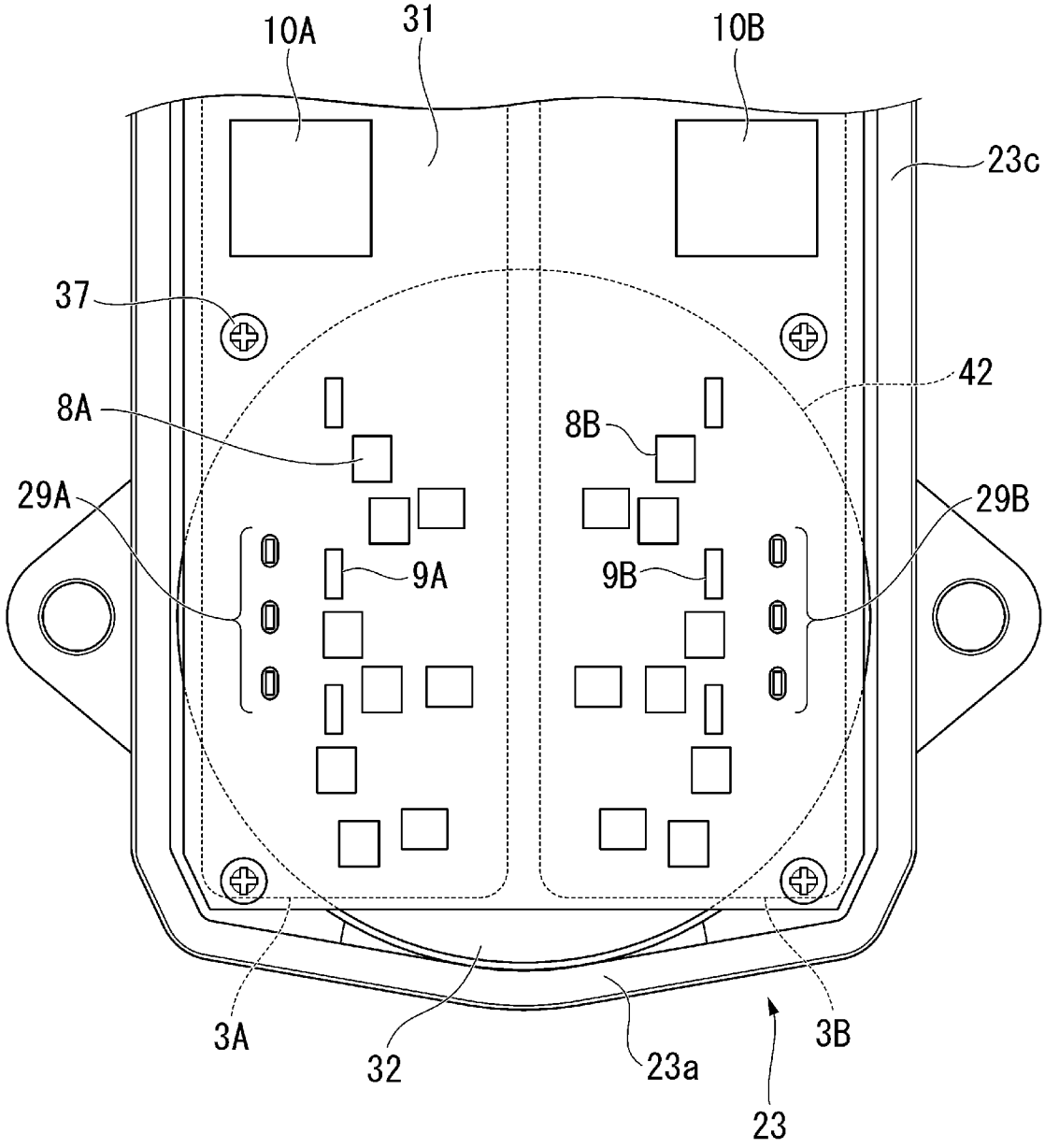
[図10]


1
3
50
車両側電源
12V
11
昇圧回路
24V
インバータ回路
4
パワー半導体素子
8
2
M
5
制御回路
CPU
10
電流検出素子
9
51
車両側センサ
回転角センサ
7

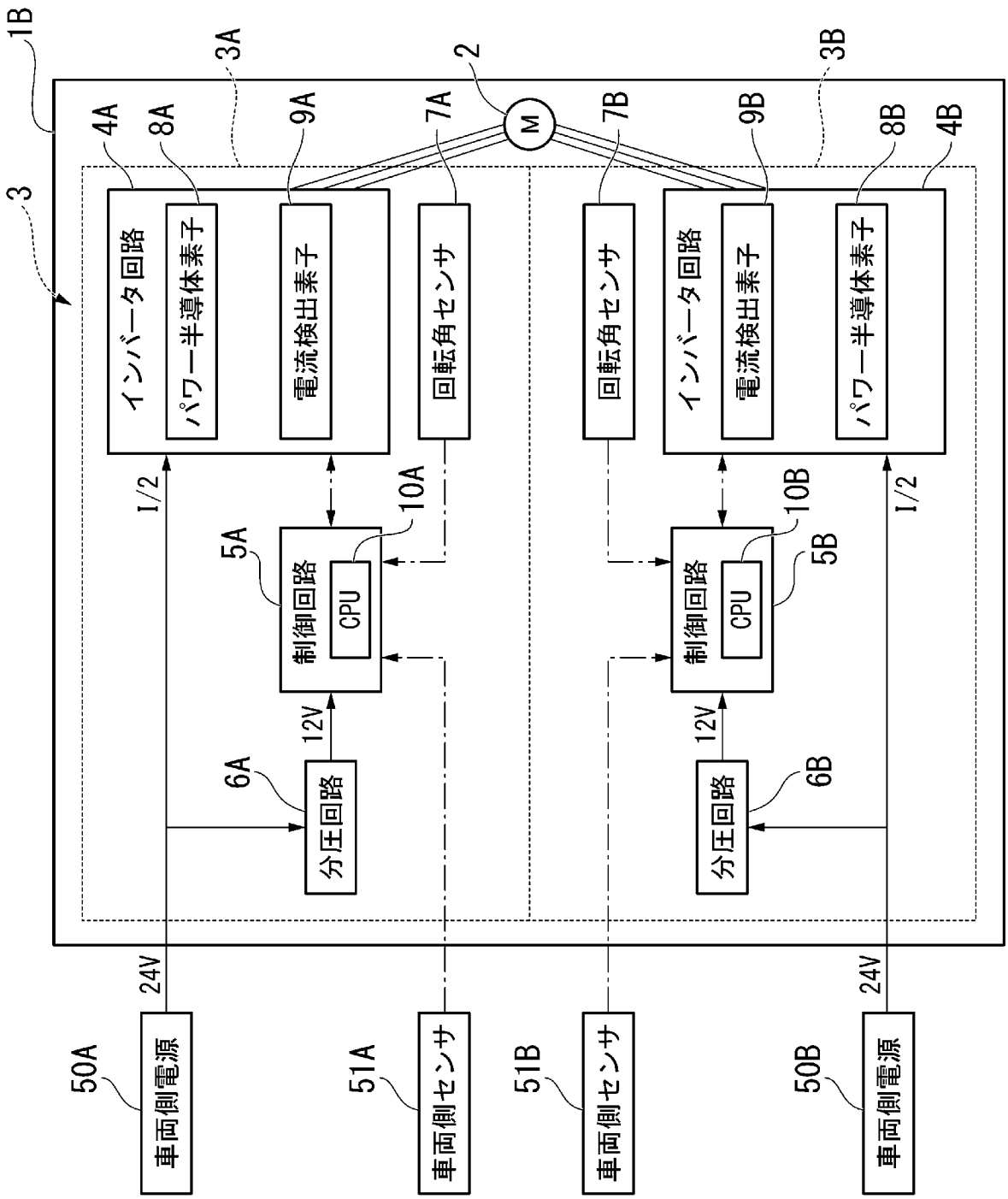
[図11]


1A
3A
2
3B
4A
8A
9A
7A
7B
9B
8B
4B
3
インバータ回路
パワー半導体素子
電流検出素子
回転角センサ
回転角センサ
インバータ回路
電流検出素子
パワー半導体素子
1/2
10A
10B
1/2
5A
制御回路
CPU
CPU
制御回路
5B
12V
12V
6A
分圧回路
分圧回路
6B
24V
50
車両側電源
51
車両側センサ

[図12]



[図13]


1B
3A
2
3B
3
4A
8A
9A
7A
7B
9B
8B
4B
インバータ回路
パワー半導体素子
電流検出素子
回転角センサ
回転角センサ
インバータ回路
電流検出素子
パワー半導体素子
I/2
10A
10B
I/2
5A
制御回路
CPU
CPU
制御回路
5B
12V
12V
6A
分圧回路
分圧回路
6B
24V
24V
50A
車両側電源
51A
車両側センサ
51B
車両側センサ
50B
車両側電源

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/018808

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D 5/04(2006.01)i
FI: B62D5/04

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

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	WO 2017/175325 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 12 October 2017 (2017-10-12) paragraphs [0010]-[0050], fig. 1-2	1-8
Y	JP 2003-289696 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 10 October 2003 (2003-10-10) paragraph [0021], fig. 1	1-8
Y	WO 2019/070064 A1 (NIDEC CORPORATION) 11 April 2019 (2019-04-11) paragraphs [0014], [0052]-[0053], fig. 1, 5	2, 6-8
Y	JP 2010-51111 A (DENSO CORP) 04 March 2010 (2010-03-04) paragraphs [0017]-[0021], fig. 1	4, 6-8
Y	JP 2017-147259 A (DENSO CORP) 24 August 2017 (2017-08-24) paragraphs [0014]-[0018], [0022], [0052], fig. 1-2	6-8
Y	WO 2017/094589 A1 (NSK LTD.) 08 June 2017 (2017-06-08) paragraph [0070], fig. 3, 5	7-8

☑ 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	Date of mailing of the international search report
14 June 2022	**28 June 2022**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/158966 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 21 September 2017 (2017-09-21) paragraphs [0056], [0061], fig. 3	8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/018808

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2017/175325 A1	12 October 2017	US 2019/0016371 A1 paragraphs [0024]-[0064], fig. 1-2 EP 3441285 A1 CN 109070933 A	
JP 2003-289696 A	10 October 2003	(Family: none)	
WO 2019/070064 A1	11 April 2019	US 2020/0251966 A1 paragraphs [0035], [0073]-[0074], fig. 1, 5 DE 112018004417 T5 CN 111201698 A	
JP 2010-51111 A	04 March 2010	(Family: none)	
JP 2017-147259 A	24 August 2017	(Family: none)	
WO 2017/094589 A1	08 June 2017	US 2018/0331012 A1 paragraph [0113], fig. 3, 5 EP 3386277 A1 CN 108293293 A	
WO 2017/158966 A1	21 September 2017	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/018808

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B62D 5/04(2006.01)i
FI: B62D5/04

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（ＩＰＣ））

B62D5/04

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	WO 2017/175325 A1（三菱電機株式会社）12.10.2017（2017-10-12） 段落0010-0050,図1-2	1-8
Y	JP 2003-289696 A（三菱電機株式会社）10.10.2003（2003-10-10） 段落0021,図1	1-8
Y	WO 2019/070064 A1（日本電産株式会社）11.04.2019（2019-04-11） 段落0014,0052-0053,図1,5	2,6-8
Y	JP 2010-51111 A（株式会社デンソー）04.03.2010（2010-03-04） 段落0017-0021,図1	4,6-8
Y	JP 2017-147259 A（株式会社デンソー）24.08.2017（2017-08-24） 段落0014-0018,0022,0052,図1-2	6-8
Y	WO 2017/094589 A1（日本精工株式会社）08.06.2017（2017-06-08） 段落0070,図3,5	7-8
Y	WO 2017/158966 A1（三菱電機株式会社）21.09.2017（2017-09-21） 段落0056,0061,図3	8

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
14.06.2022	28.06.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
瀬戸　康平 3Q 3217
電話番号 03-3581-1101 内線 3339

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/018808

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2017/175325 A1	12.10.2017	US 2019/0016371 A1 段落0024-0064,図1-2 EP 3441285 A1 CN 109070933 A	
JP 2003-289696 A	10.10.2003	（ファミリーなし）	
WO 2019/070064 A1	11.04.2019	US 2020/0251966 A1 段落0035,0073-0074,図1,5 DE 112018004417 T5 CN 111201698 A	
JP 2010-51111 A	04.03.2010	（ファミリーなし）	
JP 2017-147259 A	24.08.2017	（ファミリーなし）	
WO 2017/094589 A1	08.06.2017	US 2018/0331012 A1 段落0113,図3,5 EP 3386277 A1 CN 108293293 A	
WO 2017/158966 A1	21.09.2017	（ファミリーなし）	