

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7655950号  
(P7655950)

(45)発行日 令和7年4月2日(2025.4.2)

(24)登録日 令和7年3月25日(2025.3.25)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 5 K	1/14 (2006.01)	H 0 5 K	1/14	E
H 0 5 K	1/02 (2006.01)	H 0 5 K	1/02	N
B 6 2 D	5/04 (2006.01)	B 6 2 D	5/04	

請求項の数 12 (全16頁)

(21)出願番号	特願2022-575110(P2022-575110)	(73)特許権者	509186579 日立Astemo株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(86)(22)出願日	令和3年11月29日(2021.11.29)	(74)代理人	100129425 弁理士 小川 護晃
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/043558	(74)代理人	100168642 弁理士 関谷 充司
(87)国際公開番号	WO2022/153690	(72)発明者	石井 旭 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
(87)国際公開日	令和4年7月21日(2022.7.21)	(72)発明者	坂下 登美夫 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
審査請求日	令和5年4月4日(2023.4.4)	審査官	鹿野 博司
(31)優先権主張番号	特願2021-4132(P2021-4132)		
(32)優先日	令和3年1月14日(2021.1.14)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子制御装置、及びグラウンドラインの配索方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

相互に信号を伝達する複数の基板、及び直流電源の電源コネクタを備えた電子制御装置であって、

前記電源コネクタのグラウンド端子に接続されるグラウンドラインが、前記複数の基板の1つのグラウンドを経由して、他の基板のグラウンドに接続され、

前記電源コネクタの電源端子が、前記電源コネクタのグラウンド端子が直接接続された、前記基板に対してのみ接続され、

前記複数の基板間において、前記基板の一方から前記基板の他方に電源電圧を供給する電源ライン、前記基板の他方において前記電源電圧を降圧して前記基板の一方に供給する降圧ライン、及び前記グラウンドラインが近接して配置された、

電子制御装置。

【請求項2】

相互に信号を伝達する複数の基板、及び直流電源の電源コネクタを備えた電子制御装置であって、

前記電源コネクタのグラウンド端子に接続されるグラウンドラインが、前記複数の基板の1つのグラウンドを経由して、他の基板のグラウンドに接続され、

前記電源コネクタの電源端子が、前記電源コネクタのグラウンド端子が直接接続された、前記基板に対してのみ接続され、

前記複数の基板間において、前記基板の一方から前記基板の他方に電源電圧を供給する電

源ライン、前記基板の他方から前記基板の一方に供給する前記電源電圧と同程度の電圧を有する信号ライン、及び前記グラウンドラインが近接して配置された、電子制御装置。

【請求項 3】

前記複数の基板は、少なくともマイクロコンピュータが実装された制御基板と、少なくとも電源電圧の平滑回路が実装された電源基板と、を含み、

前記グラウンドラインが、前記電源基板のグラウンドを経由して、前記制御基板のグラウンドに接続された、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の電子制御装置。

【請求項 4】

前記複数の基板は、少なくともマイクロコンピュータが実装された制御基板と、少なくとも電源電圧の平滑回路が実装された電源基板と、を含み、

前記グラウンドラインが、前記制御基板のグラウンドを経由して、前記電源基板のグラウンドに接続された、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の電子制御装置。

【請求項 5】

前記電源コネクタ、前記マイクロコンピュータ及び前記平滑回路が二重化された冗長システムを有し、

前記制御基板のグラウンドが、各システム間で共通する共通グラウンドとなっており、

各システムにおいて、前記電源基板のグラウンドと前記制御基板の共通グラウンドとを接続する前記グラウンドラインに、当該グラウンドラインに流れる電流を検出する電流検出素子が配置された、

請求項 3 又は請求項 4 に記載の電子制御装置。

【請求項 6】

前記電源ライン、前記グラウンドライン及び前記降圧ラインが、前記基板の厚さより小さい距離をもって配置された、

請求項 1 に記載の電子制御装置。

【請求項 7】

前記電源ライン、前記グラウンドライン及び前記信号ラインが、前記基板の厚さより小さい距離をもって配置された、

請求項 2 に記載の電子制御装置。

【請求項 8】

相互に信号を伝達する複数の基板、及び直流電源の電源コネクタを備えた電子制御装置のグラウンドラインの配索方法であって、

前記電源コネクタのグラウンド端子に接続されるグラウンドラインを、前記複数の基板の 1 つのグラウンドを経由して、他の基板のグラウンドに接続し、

前記電源コネクタの電源端子を、前記電源コネクタのグラウンド端子が直接接続された、前記基板に対してのみ接続し、

前記複数の基板間において、前記基板の一方から前記基板の他方に電源電圧を供給する電源ライン、前記基板の他方において前記電源電圧を降圧して前記基板の一方に供給する降圧ライン、及び前記グラウンドラインを近接して配置する、

グラウンドラインの配索方法。

【請求項 9】

相互に信号を伝達する複数の基板、及び直流電源の電源コネクタを備えた電子制御装置のグラウンドラインの配索方法であって、

前記電源コネクタのグラウンド端子に接続されるグラウンドラインを、前記複数の基板の 1 つのグラウンドを経由して、他の基板のグラウンドに接続し、

前記電源コネクタの電源端子を、前記電源コネクタのグラウンド端子が直接接続された、前記基板に対してのみ接続し、

前記複数の基板間において、前記基板の一方から前記基板の他方に電源電圧を供給する電

10

20

30

40

50

源ライン、前記基板の他方から前記基板の一方に供給する前記電源電圧と同程度の電圧を有する信号ライン、及び前記グラウンドラインを近接して配置する、グラウンドラインの配索方法。

【請求項 10】

前記複数の基板は、少なくともマイクロコンピュータが実装された制御基板と、少なくとも電源電圧の平滑回路が実装された電源基板と、を含み、

前記グラウンドラインを、前記電源基板のグラウンドを経由して、前記制御基板のグラウンドに接続する、

請求項 8 又は請求項 9 に記載のグラウンドラインの配索方法。

【請求項 11】

前記複数の基板は、少なくともマイクロコンピュータが実装された制御基板と、少なくとも電源電圧の平滑回路が実装された電源基板と、を含み、

前記グラウンドラインを、前記制御基板のグラウンドを経由して、前記電源基板のグラウンドに接続する、

請求項 8 又は請求項 9 に記載のグラウンドラインの配索方法。

【請求項 12】

前記電源コネクタ、前記マイクロコンピュータ及び前記平滑回路が二重化された冗長システムを有し、

前記制御基板のグラウンドが、各システム間で共通する共通グラウンドとなっており、

各システムにおいて、前記電源基板のグラウンドと前記制御基板の共通グラウンドとを接続する前記グラウンドラインに、当該グラウンドラインに流れる電流を検出する電流検出素子を配置した、

請求項 10 又は請求項 11 に記載のグラウンドラインの配索方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の基板を内蔵した電子制御装置、及びグラウンドラインの配索方法に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の基板を内蔵した電子制御装置では、各基板に対して直流電源のグラウンドを接続する必要がある。各基板に対して直流電源のグラウンドを接続する方法として、特開 2019-187077 号公報（特許文献 1）に記載されるように、直流電源のハーネスを着脱可能に結合するコネクタの内部でグラウンドラインを分岐させて、各基板のグラウンドに接続する技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2019-187077 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、基板に対するグラウンドラインの接続箇所には、コンデンサなどのノイズ対策部品を取り付ける必要がある。コネクタの内部でグラウンドラインを分岐させて各基板に接続する技術では、基板に対するグラウンドラインの接続箇所が複数あり、各接続箇所にノイズ対策部品を取り付けなければならない。この場合、電子制御装置におけるグラウンドラインの配索が複雑になるとともに、ノイズ対策部品の取り付けによる実装スペースの減少をきたしてしまう。

【0005】

そこで、本発明は、グラウンドラインの配索を容易にしつつノイズ対策部品を削減可能な

10

20

30

40

50

、電子制御装置、及びグラウンドラインの配索方法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】

電子制御装置は、相互に信号を伝達する複数の基板、及び直流電源の電源コネクタを備えている。そして、電源コネクタのグラウンドラインに接続されるグラウンドラインを、複数の基板の1つのグラウンドを経由して、他の基板のグラウンドラインに接続するとともに、電源コネクタの電源端子を、電源コネクタのグラウンド端子が直接接続された基板に対してのみ接続する。また、複数の基板間において、基板の一方から基板の他方に電源電圧を供給する電源ライン、基板の他方において電源電圧を降圧して基板の一方に供給する降圧ライン、及びグラウンドラインを近接して配置する。ここで、降圧ラインに代えて、基板の他方から基板の一方に供給する電源電圧と同程度の電圧を有する信号ラインとしてもよい。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、複数の基板を内蔵する電子制御装置において、グラウンドラインの配索を容易にしつつノイズ対策部品を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】電動ステアリングシステムの一例を示す斜視図である。

【図2】モータユニットの一例を示す斜視図である。

【図3】電子制御装置の内部構造の一例を示す斜視図である。

20

【図4】コネクタユニットの一例を示す平面図である。

【図5】電源基板の表面に実装された電子部品の一例を示す平面図である。

【図6】制御基板の表面に実装された電子部品の一例を示す平面図である。

【図7】制御基板の裏面に実装された電子部品の一例を示す平面図である。

【図8】グラウンドラインの配索レイアウトの一例を示す縦断面図である。

【図9】電源端子から制御基板へと供給される電源電圧の供給経路の一例を示す縦断面図である。

【図10】ノイズを低減するライン配置の第1実施例を示す縦断面図である。

【図11】ノイズを低減するライン配置の第2実施例を示す縦断面図である。

【図12】ノイズを低減するライン配置の第3実施例を示す縦断面図である。

30

【図13】電動ステアリングシステムの制御系の一例を示す概略回路図である。

【図14】第2系統のグラウンドが断線したときに流れるグラウンド電流の経路の説明図である。

【図15】グラウンドラインの配索レイアウトの他の例を示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付された図面を参照し、本発明を実施するための実施形態について詳述する。

図1は、本実施形態の適用対象の一例である、乗用車、バス、トラック、建設機械などの車両に搭載された、電動パワーステアリングシステム100の一例を示している。

【0010】

40

電動パワーステアリングシステム100は、ラックアンドピニオン式のステアリングギアボックス200と、ドライバによるステアリングホイールの操作力をアシストするモータユニット300と、を備えている。

【0011】

ステアリングギアボックス200は、ステアリングシャフトを介してステアリングホイールが連結された入力軸210と、入力軸210の先端部に固定されたピニオン（図示せず）と、左右方向に延びつつピニオンと噛み合うラック（図示せず）と、ピニオン及びラックを収容するギアハウジング220と、を備えている。ラックの両端部には、タイロッド230が夫々連結され、その先端部にステアリングナックルのナックルアームに連結されたタイロッドエンド240が連結されている。また、ギアハウジング220の両端部に

50

は、その内部に雨水や埃などの異物が侵入することを抑止すべく、左右方向に伸縮可能なゴムブーツ250が夫々取り付けられている。さらに、入力軸210の中間部には、ドライバによるステアリングホイールの操作力としての操舵トルクを検出するトルクセンサ260が取り付けられている。

#### 【0012】

ギアハウジング220の所定箇所には、ギアハウジング220の軸線に対してモータユニット300の軸線が略平行になる状態で、モータユニット300を取り付けるための取付部270が形成されている。取付部270は、例えば、モータユニット300の接合面の外形に倣った突出面に形成され、その内部にモータユニット300の回転駆動力を減速しつつラックに伝達する、減速機及びボールナットギア（図示せず）が配置されている。

10

#### 【0013】

モータユニット300は、図2に示すように、ブラシモータやブラシレスモータなどのモータ320と、モータ320を制御及び駆動する電子回路が内蔵された電子制御装置340と、を備えている。電子制御装置340は、モータ320の背面、即ち、ステアリングギアボックス200への接合面とは反対側に位置する背面に一体的に取り付けられている。そして、モータ320の出力軸322は、ギアハウジング220の取付部270に配設された減速機及びボールナットギアに連結され、これを介して回転駆動力をラックに伝達できるようになっている。なお、電子制御装置340は、モータユニット300と別体であってもよい。

#### 【0014】

20

モータユニット300のモータ320は、2系統のコイルを有するステータ（図示せず）と、出力軸322と一体化されたロータ（図示せず）と、ステータ及びロータを収容するハウジング324と、を備えている。従って、モータユニット300のモータ320は、2系統のコイルの少なくとも一方によって駆動され、2系統のコイルの一方に故障などが発生しても、ドライバによるステアリングホイールの操作力をアシストすることができるように構成されている。

#### 【0015】

モータユニット300の電子制御装置340は、図2～図4に示すように、相互に信号を伝達する電源基板350及び制御基板360と、電源基板350及び制御基板360に直流電源及び制御信号を供給するためのコネクタユニット370と、電源基板350及び制御基板360を収容するカバー380と、を備えている。ここで、電源基板350及び制御基板360は、例えば、リード線、フレキシブルケーブル、B to Bコネクタ（基板対基板コネクタ）を介して、相互に任意の信号などを伝達可能なように接続されている。また、電源基板350及び制御基板360は、モータ320のハウジング324の底壁部に形成されたボス324A及び324Bに対して、ねじ326により着脱可能に締結されている。

30

#### 【0016】

電源基板350の表面には、冗長構成を実現すべく、図5に示すように、第1系統の平滑回路350A及びインバータ回路350B、並びに第2系統の平滑回路350C及びインバータ回路350Dが実装されている。制御基板360の表面及び裏面には、冗長構成を実現すべく、図6及び図7に示すように、第1系統のマイクロコンピュータ360A、電源回路360B及びインバータ駆動信号生成回路360C、並びに第2系統のマイクロコンピュータ360D、電源回路360E及びインバータ駆動信号生成回路360Fが実装されている。そして、制御基板360の第1系統のインバータ駆動信号生成回路360C及び第2系統のインバータ駆動信号生成回路360Fは、図示しないバスバーなどを介して、電源基板350の第1系統のインバータ回路350B及び第2系統のインバータ回路350Dに対して駆動信号を供給できるように構成されている。

40

#### 【0017】

コネクタユニット370は、第1系統の直流電源のハーネスが着脱可能に接続される電源コネクタ370A、第2系統の直流電源のハーネスが着脱可能に接続される電源コネク

50

タ 3 7 0 B、並びに第 1 系統及び第 2 系統の制御信号を伝達するハーネスが着脱可能に接続される制御コネクタ 3 7 0 C を備えている。第 1 系統の電源コネクタ 3 7 0 A、第 2 系統の電源コネクタ 3 7 0 B、及び制御コネクタ 3 7 0 C は、例えば、平板状のコネクタベース 3 7 0 D の一面に一体的に立設形成されている。

【 0 0 1 8 】

カバー 3 8 0 は、軸方向の一端が開口する有底円筒形状をなし、その開口端部がモータ 3 2 0 のハウジング 3 2 4 の外周面に形成された凹溝に圧入固定されている。また、カバー 3 8 0 の底壁部には、コネクタユニット 3 7 0 の第 1 系統の電源コネクタ 3 7 0 A、第 2 系統の電源コネクタ 3 7 0 B、及び制御コネクタ 3 7 0 C が外部に露出するように、これらの外形に倣った開口が形成されている。なお、カバー 3 8 0 は、その内部に水分や埃などの異物が侵入しないようにすべく、例えば、液体パッキンなどを使用して、モータ 3 2 0 のハウジング 3 2 4 とのシールを確保することが望ましい。

10

【 0 0 1 9 】

電動パワーステアリングシステム 1 0 0 において、ドライバによってステアリングホイールが操作されると、ステアリングシャフトを介して入力軸 2 1 0 が回転し、その先端部に固定されたピニオンが回転してラックが左方又は右方にスライドする。ラックが左方又は右方にスライドすると、タイロッド 2 3 0 及びタイロッドエンド 2 4 0 を介して、そのスライド力がステアリングナックルのステアリングアームに伝達され、キングピンの軸周りに操舵輪が回転して操舵される。

【 0 0 2 0 】

また、電子制御装置 3 4 0 は、トルクセンサ 2 6 0 によって検出された操舵トルクに応じてステアリングホイールの操作方向（回転方向）を特定するとともに、操舵トルク及び車速に応じてドライバの操作力をアシストするモータ 3 2 0 の操作量を演算する。そして、電子制御装置 3 4 0 は、モータ 3 2 0 の操作量に応じた駆動電流をステータのコイルに供給し、モータ 3 2 0 の出力軸 3 2 2 を回転駆動させて操作力をアシストする。このとき、電子制御装置 3 4 0 は、モータ 3 2 0 に併設された回転角センサからの出力信号を使用して、モータ 3 2 0 をフィードバック制御する。

20

【 0 0 2 1 】

第 1 系統の電源コネクタ 3 7 0 A のグランド端子 3 7 0 A 1 は、図 8 に示すように、コネクタユニット 3 7 0 のコネクタベース 3 7 0 D の内部を貫通してから電源基板 3 5 0 へと曲がって延びるバスバー 3 7 0 A 2 を介して、電源基板 3 5 0 の第 1 系統のグランド（図示せず）に接続されている。また、電源基板 3 5 0 の第 1 系統のグランドは、電源基板 3 5 0 と制御基板 3 6 0 との間で相互に信号を伝達する信号伝達経路、図示の例では、複数のリード線 3 7 2 の中の 1 本（例えば、最左方に位置するリード線 3 7 2 ）を介して、制御基板 3 6 0 の第 1 系統のグランド（図示せず）に接続されている。従って、第 1 系統の電源コネクタ 3 7 0 A のグランド端子 3 7 0 A 1 は、バスバー 3 7 0 A 2、電源基板 3 5 0 の第 1 系統のグランド及びリード線 3 7 2 からなる図中破線で示すグランドライン G L 1 を介して、電源基板 3 5 0 の第 1 系統のグランドを経由して、制御基板 3 6 0 の第 1 系統のグランドに接続されている。さらに、バスバー 3 7 0 A 2 と電源基板 3 5 0 の第 1 系統のグランドとの間には、ノイズ対策部品の一例として挙げることができる所定容量のコンデンサ 3 7 4 が配設されている。

30

40

【 0 0 2 2 】

第 2 系統の電源コネクタ 3 7 0 B のグランド端子 3 7 0 B 1 は、図 8 に示すように、コネクタユニット 3 7 0 のコネクタベース 3 7 0 D の内部を貫通してから電源基板 3 5 0 へと曲がって延びるバスバー 3 7 0 B 2 を介して、電源基板 3 5 0 の第 2 系統のグランド（図示せず）に接続されている。また、電源基板 3 5 0 の第 2 系統のグランドは、電源基板 3 5 0 と制御基板 3 6 0 との間で相互に信号を伝達する信号伝達経路、図示の例では、複数のリード線 3 7 2 の中の 1 本（例えば、最右方に位置するリード線 3 7 2 ）を介して、制御基板 3 6 0 の第 2 系統のグランド（図示せず）に接続されている。従って、第 2 系統の電源コネクタ 3 7 0 B のグランド端子 3 7 0 B 1 は、バスバー 3 7 0 B 2、電源基板 3

50

50の第2系統のグラウンド及びリード線372からなる図中破線で示すグラウンドラインGL2を介して、電源基板350の第2系統のグラウンドを経由して、制御基板360の第2系統のグラウンドに接続されている。さらに、バスバー370B2と電源基板350の第2系統のグラウンドとの間には、ノイズ対策部品の一例として挙げることができる所定容量のコンデンサ374が配設されている。なお、電源基板350における第1系統のグラウンド及び第2系統のグラウンドは、相互に絶縁されていることが望ましい。

#### 【0023】

かかる構成によれば、第1系統の電源コネクタ370Aのグラウンド端子370A1に接続されるグラウンドラインGL1は、電源基板350の第1系統のグラウンドを経由して、制御基板360の第1系統のグラウンドに接続されるようになる。また、電源基板350に対する第1系統のグラウンドラインGL1の接続点に配置されたコンデンサ374によってノイズが低減されるため、電源基板350の第1系統のグラウンドと制御基板360の第1系統のグラウンドとを接続するリード線372を流れる電流に重畳するノイズが小さくなる。このため、制御基板360に対する第1系統のグラウンドラインGL1の接続点にノイズ対策部品を配置する必要はなく、従来技術と比較して、グラウンドラインGL1の配索を容易にしつつ、ノイズ対策部品を削減することができる。さらに、ノイズ対策部品が削減できることから、電子制御装置340のコスト低減及び小型化、並びに基板における電子部品の実装スペースを有効に活用することもできる。なお、第2系統における作用及び効果は、第1系統における上記の作用及び効果と同一であるため、その説明を省略する。

#### 【0024】

第1系統の電源コネクタ370Aの電源端子370A3は、図9に示すように、コネクタユニット370のコネクタベース370Dの内部を貫通してから電源基板350へと曲がって延びるバスバー370A4を介して、電源基板350の第1系統の平滑回路350Aに接続されている（左方に位置する破線参照）。また、電源基板350の第1系統の平滑回路350Aで平滑化された電源電圧は、複数のリード線372の中の1本（例えば、左方から2番目に位置するリード線372）からなる電源ラインPL1を介して、制御基板360の第1系統に供給されている。従って、第1系統の電源コネクタ370Aの電源端子370A3に供給された電源電圧は、バスバー370A4を介して電源基板350の第1系統の平滑回路350Aに供給されて平滑化された後、電源ラインPL1を介して制御基板360の第1系統へと供給される。要するに、第1系統の電源コネクタ370Aの電源端子370A3は、第1系統のグラウンド端子370A1がバスバー370A2を介して直接接続された、電源基板350の第1系統に対してのみ接続されている。

#### 【0025】

第2系統の電源コネクタ370Bの電源端子370B3は、図9に示すように、コネクタユニット370のコネクタベース370Dの内部を貫通してから電源基板350へと曲がって延びるバスバー370B4を介して、電源基板350の第2系統の平滑回路350Cに接続されている（右方に位置する破線参照）。また、電源基板350の第2系統の平滑回路350Cで平滑化された電源電圧は、複数のリード線372の中の1本（例えば、右方から2番目に位置するリード線372）からなる電源ラインPL2を介して、制御基板360の第2系統に供給されている。従って、第2系統の電源コネクタ370Bの電源端子370B3に供給された電源電圧は、バスバー370B4を介して電源基板350の第2系統の平滑回路350Cに供給されて平滑化された後、電源ラインPL2を介して制御基板360の第2系統へと供給される。要するに、第2系統の電源コネクタ370Bの電源端子370B3は、第2系統のグラウンド端子370B1がバスバー370B2を介して直接接続された、電源基板350の第2系統に対してのみ接続されている。

#### 【0026】

ここで、電源基板350と制御基板360との間で相互に信号を伝達する複数のリード線372において、図10に示すように、第1系統のグラウンドラインとGL1と電源ラインPL1とを近接して配置するとともに、第2系統のグラウンドラインGL2と電源ラインPL2とを近接して配置するようにしてもよい。このようにすれば、第1系統のグラウンド

10

20

30

40

50

ライン G L 1 を流れる電流と第 1 系統の電源ライン P L 1 を流れる電流の向きが逆になるため、その電流に重畳するノイズが相互に打ち消し合って小さくなり、例えば、第 1 系統の耐ノイズ性能を向上させることができる。また、第 2 系統のグラウンドライン G L 2 を流れる電流と第 2 系統の電源ライン P L 2 を流れる電流の向きが逆になるため、その電流に重畳するノイズが相互に打ち消し合って小さくなり、例えば、第 2 系統の耐ノイズ性能も向上させることができる。

#### 【 0 0 2 7 】

このとき、第 1 系統のグラウンドライン G L 1 及び電源ライン P L 1、並びに第 2 系統のグラウンドライン G L 2 及び電源ライン P L 2 に関し、電源基板 3 5 0 及び制御基板 3 6 0 の厚さ（板厚）より小さい距離をもって配置するようにしてもよい。このようにすれば、

10

振幅が大きな逆位相のノイズが相互に干渉して打ち消し合うため、ノイズがより小さくなり、耐ノイズ性能をより向上させることができる。

#### 【 0 0 2 8 】

ところで、制御基板 3 6 0 では、第 1 系統の電源回路 3 6 0 B 及び第 2 系統の電源回路 3 6 0 E を使用して、電源電圧を所定電圧まで降圧した降圧電圧を生成し、これを電源基板 3 5 0 に供給する必要がある。この場合、複数のリード線 3 7 2 において、図 1 1 に示すように、第 1 系統の電源ライン P L 1、グラウンドライン G L 1、及び制御基板 3 6 0 から電源基板 3 5 0 に降圧電圧を供給する降圧ライン D L 1 を近接して配置することが望ましい。このようにすれば、電源基板 3 5 0 から制御基板 3 6 0 へと向かって電源ライン P L 1 を流れる電流と、制御基板 3 6 0 から電源基板 3 5 0 へと向かって降圧ライン D L 1

20

#### 【 0 0 2 9 】

また、制御基板 3 6 0 では、第 1 系統のインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 C 及び第 2 系統のインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 F を使用して、電源基板 3 5 0 の第 1 系統のインバータ回路 3 5 0 B 及び第 2 系統のインバータ回路 3 5 0 D を駆動するための電源電圧と同等の電圧を持った駆動信号を生成し、これを電源基板 3 5 0 に供給する必要がある。この場合、複数のリード線 3 7 2 において、図 1 2 に示すように、第 1 系統の電源ライン P L 1、グラウンドライン G L 1、及び制御基板 3 6 0 から電源基板 3 5 0 に駆動信号を供給する信号ライン S L 1 を近接して配置することが望ましい。このようにすれば、電源基板 3 5 0 から制御基板 3 6 0 へと向かって電源ライン P L 1 を流れる電流と、制御基板 3 6 0 から電源基板 3 5 0 へと向かって信号ライン S L 1 及びグラウンドライン G L 1 を流れる電流とが対向し、かつこれらの電圧が同等であるので、各電流に重畳したノイズが相互に打ち消し合って低減する。このとき、電源ライン P L 1、グラウンドライン G L 1 及び信号ライン S L 1 は、電源基板 3 5 0 及び制御基板 3 6 0 の厚さ（板厚）より小さい距離をもって配置すると、ノイズを効果的に低減することができる。なお、第 2 系統についても同様である。

30

40

#### 【 0 0 3 0 】

図 1 3 は、上述した様々な実施形態を前提として、制御基板 3 6 0 の第 1 系統のグラウンド及び第 2 系統のグラウンドが一体となった、共通グラウンド 3 6 0 G を有する電子制御装置 3 4 0 の制御系の概略回路図を示している。ここで、モータユニット 3 0 0 におけるモータ 3 2 0 のステータは、第 1 系統のインバータ回路 3 5 0 B により駆動制御される第 1 のコイル 3 2 0 A、及び第 2 系統のインバータ回路 3 5 0 D により駆動制御される第 2 のコイル 3 2 0 B を備えている。なお、モータ 3 2 0 の制御系は、以下で詳細を説明するように、第 1 系統及び第 2 系統に分けられている。

#### 【 0 0 3 1 】

##### [ 第 1 系統 ]

50

直流電源の一例として挙げることができるバッテリー B A T 1 のグランド端子及び電源端子は、電源コネクタ 3 7 0 A のグランド端子 3 7 0 A 1 及び電源端子 3 7 0 A 3 に夫々接続されている。電源コネクタ 3 7 0 A のグランド端子 3 7 0 A 1 は、電源基板 3 5 0 に実装されたインバータ回路 3 5 0 B のグランド端子に接続されるとともに、制御基板 3 6 0 の共通グランド 3 6 0 G に接続されている。また、電源コネクタ 3 7 0 A の電源端子 3 7 0 A 3 は、電源基板 3 5 0 に実装されたインバータ回路 3 5 0 B の電源端子に接続されるとともに、制御基板 3 6 0 に実装された電源回路 3 6 0 B の電源端子に接続されている。そして、電源基板 3 5 0 に実装されたインバータ回路 3 5 0 B は、モータ 3 2 0 の第 1 のコイル 3 2 0 A に駆動電流を出力する。なお、制御基板 3 6 0 の電源回路 3 6 0 B は、マイクロコンピュータ 3 6 0 A 及びインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 C に所定電圧の直流電源を供給する。

10

## 【 0 0 3 2 】

制御基板 3 6 0 に実装されたマイクロコンピュータ 3 6 0 A、電源回路 3 6 0 B 及びインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 C のグランド端子は、共通グランド 3 6 0 G に夫々接続されている。制御基板 3 6 0 に実装されたマイクロコンピュータ 3 6 0 A は、インバータ駆動信号生成回路 3 6 0 C に制御信号を出力するとともに、第 2 系統のマイクロコンピュータ 3 6 0 D と接続されている。従って、第 1 系統のマイクロコンピュータ 3 6 0 A は、第 2 系統のマイクロコンピュータ 3 6 0 D と任意の信号を相互に伝達できるように構成されている（逆もまた同様）。制御基板 3 6 0 に実装されたインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 C は、マイクロコンピュータ 3 6 0 A からの制御信号に応じて、電源基板 3 5 0 に実装されたインバータ回路 3 5 0 B に駆動信号を出力する。

20

## 【 0 0 3 3 】

## [ 第 2 系統 ]

直流電源の一例として挙げることができるバッテリー B A T 2 のグランド端子及び電源端子は、電源コネクタ 3 7 0 B のグランド端子 3 7 0 B 1 及び電源端子 3 7 0 B 3 に夫々接続されている。電源コネクタ 3 7 0 B のグランド端子 3 7 0 B 1 は、電源基板 3 5 0 に実装されたインバータ回路 3 5 0 D のグランド端子に接続されるとともに、制御基板 3 6 0 の共通グランド 3 6 0 G に接続されている。また、電源コネクタ 3 7 0 B の電源端子 3 7 0 B 3 は、電源基板 3 5 0 に実装されたインバータ回路 3 5 0 D の電源端子に接続されるとともに、制御基板 3 6 0 に実装された電源回路 3 6 0 E の電源端子に接続されている。そして、電源基板 3 5 0 に実装されたインバータ回路 3 5 0 D は、モータ 3 2 0 の第 2 のコイル 3 2 0 B に駆動電流を出力する。なお、制御基板 3 6 0 の電源回路 3 6 0 E は、マイクロコンピュータ 3 6 0 D 及びインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 F に所定電圧の直流電源を供給する。

30

## 【 0 0 3 4 】

制御基板 3 6 0 に実装されたマイクロコンピュータ 3 6 0 D、電源回路 3 6 0 E 及びインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 F のグランド端子は、共通グランド 3 6 0 G に夫々接続されている。制御基板 3 6 0 に実装されたマイクロコンピュータ 3 6 0 D は、インバータ駆動信号生成回路 3 6 0 F に制御信号を出力する。制御基板 3 6 0 に実装されたインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 F は、マイクロコンピュータ 3 6 0 D からの制御信号に応じて、電源基板 3 5 0 に実装されたインバータ回路 3 5 0 D に駆動信号を出力する。

40

## 【 0 0 3 5 】

ここで、第 1 系統の電源コネクタ 3 7 0 A 及び第 2 系統の電源コネクタ 3 7 0 B のいずれかのグランドが断線した場合、図 1 3 に示す回路のグランドラインにどのような電流が流れるかについて考察する。例えば、図 1 4 に示すように、第 2 系統における電源コネクタ 3 7 0 B のグランド端子 3 7 0 B 1 が断線すると、第 2 系統における電源基板 3 5 0 のインバータ回路 3 5 0 D からのグランド電流は、バッテリー B A T 2 へと戻ることができなくなる。この場合、電源基板 3 5 0 のインバータ回路 3 5 0 D からのグランド電流は、図中の破線 A で示すように、電源基板 3 5 0 のグランドと制御基板 3 6 0 の共通グランド 3 6 0 G とを接続する電路及び共通グランド 3 6 0 G を介して、第 1 系統のグランドライン

50

に流れ込んでしまう。

【 0 0 3 6 】

第 1 系統のグラウンドラインには、通常、電源基板 3 5 0 のインバータ回路 3 5 0 B からのグラウンド電流（図中破線 B で示す）、制御基板 3 6 0 のマイクロコンピュータ 3 6 0 A、電源回路 3 6 0 B 及びインバータ駆動信号生成回路 3 6 0 C からのグラウンド電流（図中破線 C で示す）が流れている。そして、第 2 系統の電源コネクタ 3 7 0 B のグラウンド端子 3 7 0 B 1 に断線が発生し、第 1 系統のグラウンドラインに第 2 系統のグラウンド電流が更に流れると、第 1 系統の電源コネクタ 3 7 0 A のグラウンド端子 3 7 0 A 1 には、上記のグラウンド電流 A、B 及び C が流れてしまい、例えば、定格の電源容量をオーバーしてしまう。このため、正常な電源コネクタ 3 7 0 A も故障し、電動パワーステアリングシステム 1 0 0 10

【 0 0 3 7 】

このような理由から、第 1 系統の電源コネクタ 3 7 0 A 及び第 2 系統の電源コネクタ 3 7 0 B のグラウンドに断線が発生したか否かを検出し、断線が発生した系統のインバータ回路の作動を停止することで、正常な電源コネクタにも故障が発生することを回避する必要がある。

【 0 0 3 8 】

そこで、図 1 3 及び図 1 4 に示すように、第 1 系統及び第 2 系統のそれぞれについて、電源基板 3 5 0 のグラウンドと制御基板 3 6 0 の共通グラウンド 3 6 0 G とを接続する電路（グラウンドラインの途上）に、例えば、シャント抵抗などの電流検出素子 4 0 0 及び 4 2 0 を夫々配設する。そして、第 1 系統のマイクロコンピュータ 3 6 0 A 及び第 2 系統のマイクロコンピュータ 3 6 0 D が、電流検出素子 4 0 0 及び 4 2 0 からの出力を常時監視し、これが所定値以上になったときにインバータ回路の作動を停止するようにすればよい。このとき、故障が発生した系統のマイクロコンピュータは、正常な系統のマイクロコンピュータに故障が発生したことを通知し、必要であれば、モータ 3 2 0 の制御の引き継ぎを依頼すればよい。このようにすれば、グラウンドの断線を検出する機能のロバスト性を向上させることができる。なお、一方の系統に故障が発生しても、正常な系統によりモータ 3 2 0 が引き続いて制御されるため、電動パワーステアリングシステム 1 0 0 の機能を損なう 20

【 0 0 3 9 】

以上説明した実施形態では、モータユニット 3 0 0 におけるモータ 3 2 0 及び電子制御装置 3 4 0 が冗長構成となっていたが、本発明は、冗長構成を採用していないモータ及び電子制御装置にも適用することができる。この場合、モータ 3 2 0 は、1つのコイルのみを有するとともに、電子制御装置 3 4 0 の電源基板 3 5 0 及び制御基板 3 6 0 は、1系統の制御系のみを有している。

【 0 0 4 0 】

図 1 5 は、電子制御装置 3 4 0 の他の実施形態を示している。なお、他の実施形態においては、先の実施形態との混同を避けるべく、先の実施形態と異なる構成について「'」（ダッシュ）」を付して説明する。 40

【 0 0 4 1 】

コネクタユニット 3 7 0 ' のコネクタベース 3 7 0 D ' には、1つの電源コネクタ 3 7 0 A ' 及び1つの制御コネクタ（図示せず）が形成されている。電源コネクタ 3 7 0 A ' のグラウンド端子 3 7 0 A 1 ' は、コネクタユニット 3 7 0 ' のコネクタベース 3 7 0 D ' の内部を貫通してから電源基板 3 5 0 ' へと曲がって延びるバスバー 3 7 0 A 2 ' を介して、電源基板 3 5 0 ' のグラウンド（図示せず）に接続されている。また、電源基板 3 5 0 ' のグラウンドは、電源基板 3 5 0 ' と制御基板 3 6 0 ' との間で相互に信号を伝達する信号伝達経路、図示の例では、複数のリード線 3 7 2 ' の中の1本（例えば、最左方に位置するリード線 3 7 2 ' ）を介して、制御基板 3 6 0 のグラウンド（図示せず）に接続されている。従って、電源 50

コネクタ 370A' のグランド端子 370A1' は、バスバー 370A2'、電源基板 350' のグランド及びリード線 372' からなる図中の左方に位置する破線で示すグランドライン GL' を介して、電源基板 350' のグランドを経由して、制御基板 360' のグランドに接続されている。さらに、バスバー 370A2' と電源基板 350' のグランドとの間には、ノイズ対策部品の一例として挙げる事ができる所定容量のコンデンサ 374' が配設されている。

#### 【0042】

電源コネクタ 370A' の電源端子 370A3' は、コネクタユニット 370' のコネクタベース 370D' の内部を貫通してから電源基板 350' へと曲がって延びるバスバー 370A4' を介して、電源基板 350' の平滑回路に接続されている（図中の右側に位置する破線参照）。また、電源基板 350' の平滑回路で平滑化された電源電圧は、複数のリード線 372' の中の 1 本（例えば、左方から 2 番目に位置するリード線 272'）からなる電源ライン PL' を介して、制御基板 360' に供給されている。従って、電源コネクタ 370A' の電源端子 370A3' に供給された電源電圧は、バスバー 370A4' を介して電源基板 350' の平滑回路に供給されて平滑化された後、電源ライン PL' を介して制御基板 360' へと供給される。要するに、電源コネクタ 370A' の電源端子 370A3' は、グランド端子 370A1' がバスバー 370A2' を介して直接接続された、電源基板 350' に対してのみ接続されている。

#### 【0043】

かかる構成によれば、電源コネクタ 370A' のグランド端子 370A1' に接続されるグランドライン GL' は、電源基板 350' のグランドを経由して、制御基板 360' のグランドに接続されるようになる。また、電源基板 350' に対するグランドライン GL' の接続点に配置されたコンデンサ 374' によってノイズが低減されるため、電源基板 350' のグランドと制御基板 360' のグランドとを接続するリード線 372' を流れる電流に重畳するノイズが小さくなる。このため、制御基板 360' に対するグランドライン GL' の接続点にノイズ対策部品を配置する必要はなく、従来技術と比較して、グランドライン GL' の配線を容易にしつつ、ノイズ対策部品を削減することができる。さらに、ノイズ対策部品が削減できることから、電子制御装置 340 のコスト低減及び小型化、並びに基板における電子部品の実装スペースを有効に活用することもできる。

#### 【0044】

冗長構成を採用しない電子制御装置 340 について、冗長構成を採用した電子制御装置 340 における他の実施形態も適用可能であることに留意されたい。

#### 【0045】

なお、当業者であれば、様々な上記実施形態の技術的思想について、その一部を省略したり、その一部を適宜組み合わせたり、その一部を周知技術に置換したりすることで、新たな実施形態を生み出せることを容易に理解できるであろう。

#### 【0046】

その一例を挙げると、本実施形態に係る電子制御装置 340 は、電動パワーステアリングシステム 100 に限らず、例えば、エンジン制御システム、自動変速機制御システム、自律走行システムなど、公知のシステムにも適用することができる。この場合、電源基板 350 には、少なくとも平滑回路 350A 及び 350C が実装され、制御基板 360 には、少なくともマイクロコンピュータ 360A 及び 360D が実装されている。

#### 【0047】

さらに、電子制御装置 340 は、電源基板 350 及び制御基板 360 に限らず、制御対象システムに適合した 3 つ以上の基板を有していてもよい。さらにまた、図 13 及び図 14 に示す電動パワーステアリングシステム 100 の制御系において、第 1 系統及び第 2 系統で共通するバッテリーを使用するようにしてもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0048】

340 ... 電子制御装置 350, 350' ... 電源基板 350A、350C ... 平滑回路

10

20

30

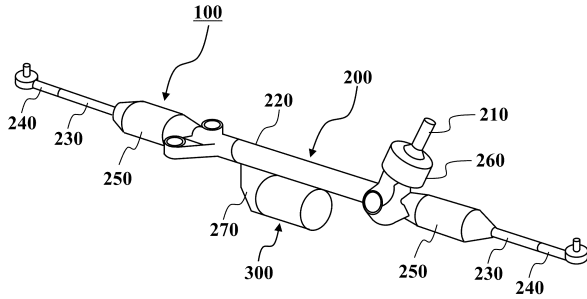
40

50

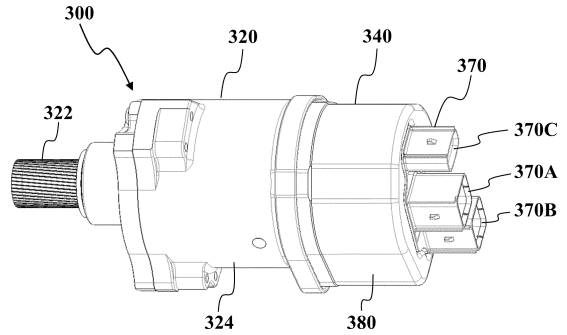
360, 360' ... 制御基板 360A, 360D ... マイクロコンピュータ 360G ... 共通グランド  
 370A, 370A', 370B ... 電源コネクタ 370A1, 370A1' 370B1 ... グランド端子  
 370A3, 370A3', 370B3 ... 電源端子 400, 420 ... 電流検出素子 DL1, DL2 ... 降圧ライン GL1, GL2, GL' ... グランドライン  
 PL1, PL2, PL' ... 電源ライン SL1, SL2 ... 信号ライン

【図面】

【図 1】

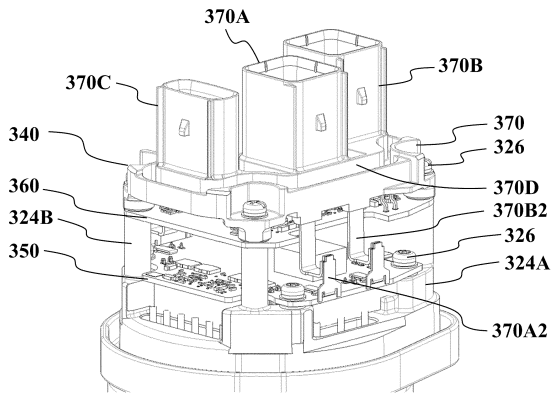


【図 2】

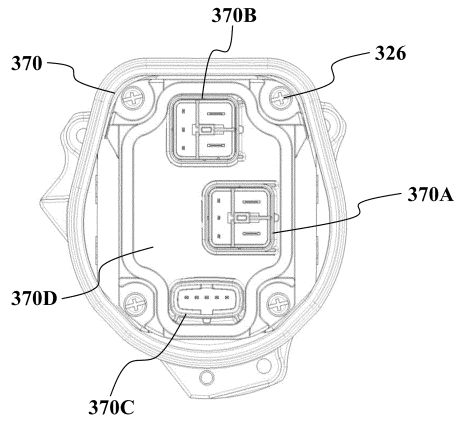


10

【図 3】



【図 4】



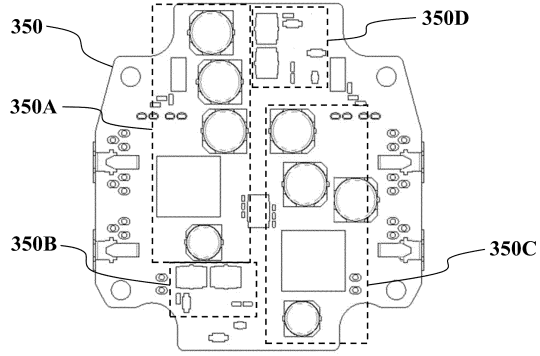
20

30

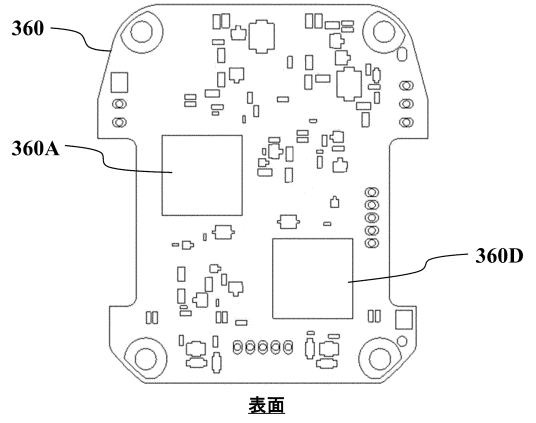
40

50

【図5】

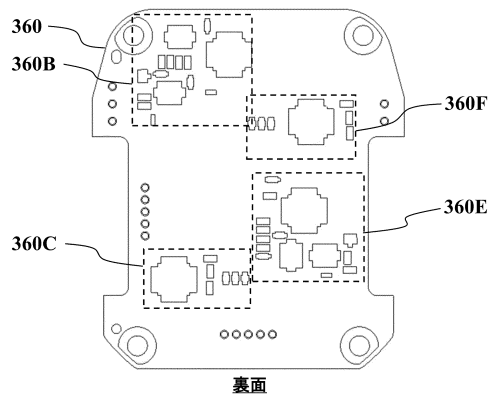


【図6】

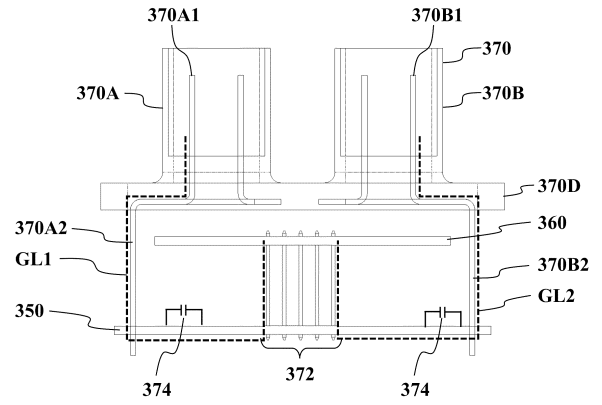


10

【図7】



【図8】



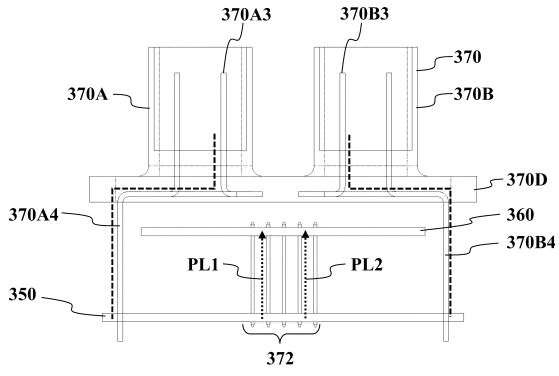
20

30

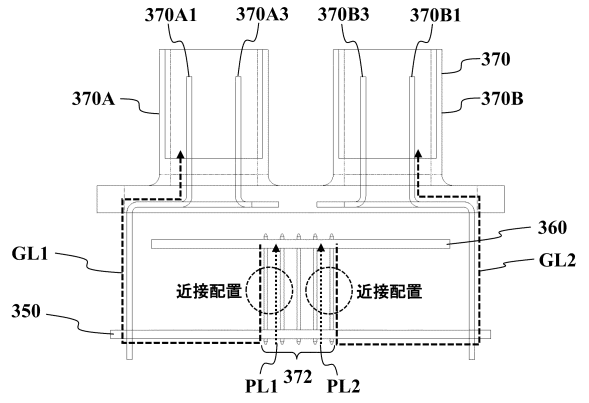
40

50

【図 9】

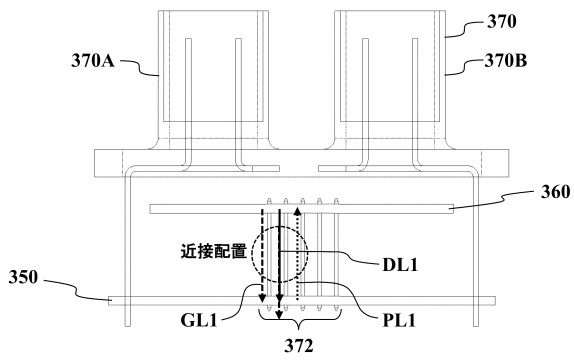


【図 10】

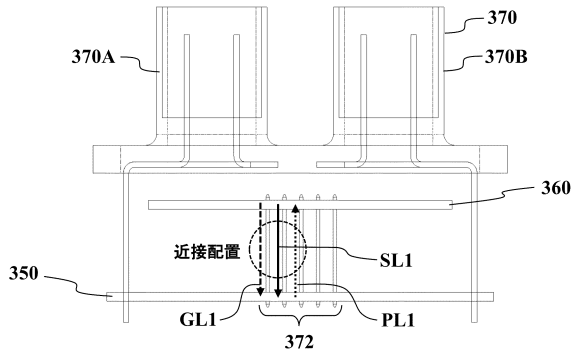


10

【図 11】



【図 12】



20

30

40

50



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2021/002374(WO, A1)  
特開2017-169405(JP, A)  
特開2020-145856(JP, A)  
特開2016-144380(JP, A)  
国際公開第2019/159492(WO, A1)  
特開2020-005480(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| H05K | 1 / 14 |
| H05K | 1 / 02 |
| B62D | 5 / 04 |