

(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  
2018年11月15日(15.11.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/207330 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02M 7/48 (2007.01) H02P 27/06 (2006.01)  
B62D 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017931
- (22) 国際出願日: 2017年5月11日(11.05.2017)
- (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:荒木 怜(ARAKI, Rei); 〒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). 川野 佑(KAWANO,

Yu); 〒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). 山口 敦弘(YAMAGUCHI, Norihiro); 〒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:曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 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, 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, JP, KE, KG, KH, KN,

(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

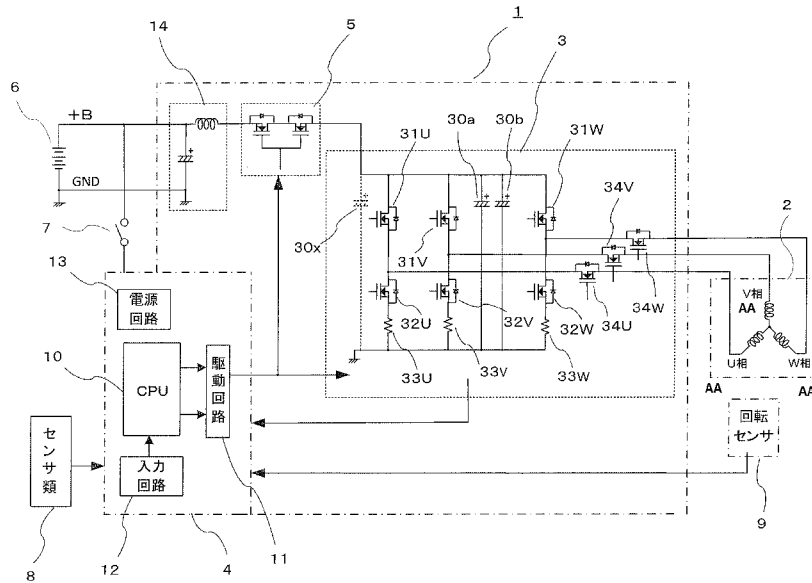


FIG. 1:  
 8 Sensors  
 9 Rotation sensor  
 11 Drive circuit  
 12 Input circuit  
 13 Power source circuit  
 AA Phase

(57) Abstract: An electric power steering device according to the present invention comprises: a multi-phase coil electric motor that causes a steering mechanism of a vehicle to rotate; and a control unit that has a plurality of inverter circuits driving the electric motor, wherein the inverter circuits have a number of smoothing capacitors, said number being less than the number of phases of the electric motor, and the capacitors are positioned between bridge circuits of each phase of an inverter.



WO 2018/207330 A1

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, 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, 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：

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

---

(57) 要約：本発明に係る電動パワーステアリング装置は、車両の操舵機構を回転させる多相コイルの電動モータと、電動モータを駆動する複数のインバータ回路とを有する制御ユニットを備え、インバータ回路は、電動モータの相数より少ない個数の平滑用のコンデンサを有し、コンデンサは、インバータの各相のブリッジ回路同士の間配置されている。

## 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] 本発明は、電動パワーステアリング装置において、特に、インバータ回路の小型化を図っ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] モータに電流を供給するためのいわゆるインバータ回路を備えた従来の電動パワーステアリング装置においては、電流の供給、遮断を担うスイッチング素子によるブリッジ回路がこのインバータ回路に複数設けられている。例えば、従来の電動パワーステアリング装置は、モータが3相コイルであれば、3相分のブリッジ回路を備えている（例えば、特許文献1参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5 1 7 7 7 1 1号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来技術には以下のような課題がある。

特許文献1に開示されたような従来の電動パワーステアリング装置は、スイッチング素子の制御に伴い、電流変動抑制のための平滑コンデンサが必須であった。具体的には、3相のインバータ回路に対して、2個のリプル電流を吸収する平滑用コンデンサを含む回路が必要であった。

[0005] 特許文献1よりも以前の従来装置では、各相のスイッチング素子群の直近に、それぞれコンデンサを配置していた。つまり、特許文献1は、コンデンサの数を、相数の3個から2個へ減らした改良を施したものである。

[0006] これらのコンデンサは、スイッチング素子のオン・オフの電流制御によるリプル電流を抑制するために重要な部品である。特に、コンデンサ容量は、リプル電流抑制の効果との関係で決定される。そこで、特許文献1は、

配線インピーダンスを低く抑えるように工夫することで、コンデンサ総数の削減が成し遂げられたものであった。

[0007] しかしながら、特許文献1のようにインバータ回路を2組備えた電動パワーステアリング装置では、一方の組のスイッチングによるリップル電流が、他方の組へも影響することがある。従って、配線インピーダンスの低下のみでは、リップル電流抑制の効果が充分ではなく、改良の余地があった。

[0008] 本発明は、前記のような課題を解決するためになされたものであり、リップル電流の影響を抑制するとともに、平滑コンデンサの容量、または数量を減らすことができ、引いては装置の小型化を図ることができる電動パワーステアリング装置を得ることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る電動パワーステアリング装置は、車両の操舵機構を回転させる多相コイルの電動モータと、電動モータを駆動する複数のインバータ回路とを有する制御ユニットを備えた電動パワーステアリング装置において、インバータ回路は、電動モータの相数より少ない個数の平滑用のコンデンサを有し、コンデンサは、インバータの各相のブリッジ回路同士の間配置されているものである。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、インバータ回路が、電動モータの相数より少ない個数の平滑用のコンデンサを有し、かつ、平滑用のコンデンサが、インバータの各相のブリッジ回路同士の間配置される構成を備えている。その結果、リップル電流の影響を抑制するとともに、平滑コンデンサの容量、または数量を減らすことができ、引いては装置の小型化を図ることができる電動パワーステアリング装置を得ることができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態1における電動パワーステアリング装置の全体回路図である。

[図2A]特許文献1による従来装置における電流の流れを示した説明図である

- 。
- [図2B]特許文献 1 による従来装置における電流の流れを示した説明図である
- 。
- [図2C]特許文献 1 による従来装置における電流の流れを示した説明図である
- 。
- [図2D]特許文献 1 による従来装置における電流の流れを示した説明図である
- 。
- [図3A]本発明の実施の形態 1 に係る電動パワーステアリング装置における電流の流れを示した説明図である。
- [図3B]本発明の実施の形態 1 に係る電動パワーステアリング装置における電流の流れを示した説明図である。
- [図3C]本発明の実施の形態 1 に係る電動パワーステアリング装置における電流の流れを示した説明図である。
- [図3D]本発明の実施の形態 1 に係る電動パワーステアリング装置における電流の流れを示した説明図である。
- [図4A]本発明の実施の形態 1 における制御ユニットの上面図である。
- [図4B]本発明の実施の形態 1 における図 4 A に示した上面図に対して電源系の配線バーを追記した電源系配線図である。
- [図5]本発明の実施の形態 2 における電動パワーステアリング装置全体の回路図である。
- [図6A]本発明の実施の形態 2 における制御ユニットの上面図である。
- [図6B]本発明の実施の形態 2 における図 6 A に示した上面図に対して電源系の配線バーを追記した電源系配線図である。
- [図6C]本発明の実施の形態 2 における 4 個のコンデンサの配線状態を説明するための図である。
- [図6D]本発明の実施の形態 2 における電源板の斜視図である、
- [図6E]本発明の実施の形態 2 における G N D 板の斜視図である。

### 発明を実施するための形態

- [0012] 以下、本発明の電動パワーステアリング装置の好適な実施の形態につき、  
図面を用いて説明する。
- [0013] 実施の形態 1.
- 図 1 は、本発明の実施の形態 1 における電動パワーステアリング装置の全  
体回路図である。図 1 に示す電動パワーステアリング装置は、モータ駆動回  
路を有する制御ユニット 1 とモータ 2 を含んで構成されている。
- [0014] モータ 2 は、3 相ブラシレスモータである。ブラシレスモータ 2 のために  
、モータの回転角を検出する回転センサ 9 が、モータの出力軸近傍に配置さ  
れている。
- [0015] 制御ユニット 1 は、比較的消費電流の少ない制御演算部 4 と、モータ 2 の  
電流を供給・遮断するインバータ回路 3 を主な構成要素として備えている。  
制御演算部 4 は、主に CPU 10、駆動回路 11、入力回路 12、電源回路  
13 等から構成されている。
- [0016] インバータ回路 3 は、3 相のコイル群それぞれに電流を供給するためのハ  
イサイドスイッチング素子 31 およびローサイドスイッチング素子 32 から  
なるブリッジ回路と、モータ 2 への電流を遮断可能なモータリレー用スイッ  
チング素子 34、電流検出のためのシャント抵抗 33、コンデンサ 30a、  
30b 等から構成されている。
- [0017] ここでは、各相は同一回路のため、ハイサイドスイッチング素子 31、ロ  
ーサイドスイッチング素子 32、シャント抵抗 33、モータリレー用スイッ  
チング素子 34 のそれぞれの素子には、コイル名称の U、V、W が、符号の  
添字として付されている。
- [0018] また、制御ユニット 1 内には、モータ 2 への電流供給自体を遮断できる電  
源用リレー 5 が設けられている。この電源用リレー 5 には、図 1 に一例とし  
て示したように、半導体スイッチング素子として FET が接続されている。  
さらに、制御ユニット 1 内には、ノイズフィルタ 14 も配置されている。
- [0019] そして、制御ユニット 1 には、車両に搭載されたバッテリー 6、イグニッシ  
ョンスイッチ 7、センサ類 8 が、図 1 に示すように接続されている。

- [0020] 制御演算部4は、入力回路12を備えている。この入力回路12は、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のセンサ類8からの情報、インバータ回路3内の各部の電圧、または電流の検出結果、回転センサ9による回転角の検出結果などを入力信号として受信する。
- [0021] 制御演算部4は、概略の動作として、入力回路12を介して取得したセンサ類8からの入力情報に基づき、CPU10によってモータ2のコイルへ供給する電流を演算し、駆動回路11を介してインバータ回路3をスイッチング制御する。
- [0022] 各相のスイッチング素子31、32、34が、駆動回路11により駆動されることで、所望の電流がモータ巻線へ流れる。また、モータ2のコイルに供給された電流値は、シャント抵抗33を介して実電流値として入力回路12により検出される。そして、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。
- [0023] また、CPU10は、回転センサ9の回転角情報を使用して、モータの回転位置または速度を算出することで、モータ回転の制御に利用している。
- [0024] 一方、駆動回路11は、ブリッジ回路のスイッチング素子31、32、34とともに、電源用リレー5のスイッチング素子も制御している。
- [0025] 特許文献1よりも前の従来装置では、インバータ回路3におけるコンデンサが、各相に配置、接続されていた。この状態は、図1中に点線で示したコンデンサ30xに相当する。
- [0026] また、特許文献1では、インバータ回路3におけるコンデンサが、図1に示したように30a、30bの2個として接続されていた。これに対して、本実施の形態1におけるコンデンサの配置、接続の改良について、図2、図3を用いて詳細に説明する。
- [0027] 図2A～図2Dは、特許文献1による従来装置における電流の流れを示した説明図である。特許文献1による従来装置は、コンデンサの個数を3個から2個に減らしている。そして、この従来装置では、2個のコンデンサが各相のブリッジ回路の外側に配置されている。

- [0028] 図2Aに示したタイムチャートは、各相の駆動状態を示した図である。また、図2Bは、インバータ回路における電流の流れを示した図である。まず、図2Aに示したタイムチャートの信号40Uは、U相、40Vは、V相、40Wは、W相の、各スイッチング素子の駆動信号を示しており、スイッチング素子のオン、オフ状態を表している。
- [0029] タイムチャートの波形がHighの場合には、ハイサイドスイッチング素子がオン、ローサイドスイッチング素子がオフであることを表しており、タイムチャートの波形がLowの場合には、ローサイドスイッチング素子がオン、ハイサイドスイッチング素子がオフであることを表している。
- [0030] 図2Aに示したあるタイミング41aの状態は、U相スイッチング素子32Uがオン、V相スイッチング素子32Vがオン、W相スイッチング素子31Wがオン、その他のインバータ用スイッチング素子がオフの状態に想到する。このようなタイミング41aの状態において、図2Bに示した回路図では、コンデンサ30a、30bからスイッチング素子31Wを介して、モータ（図示せず）へ電流35Wa、35Wbが供給される。
- [0031] また、モータのW相、V相、U相のコイルを通して、コンデンサ30a、30bへ電流36Ua、36Va、36Ub、36Vbが帰ってくる。この帰りの通路をみると、下アームのスイッチング素子32U、32Vを介してコンデンサ30a、30bのマイナス端子へ電流36Ua、36Va、36Ub、36Vbが帰っている。
- [0032] さらに、これらの電流36Ua、36Va、36Ub、36Vbをよく見ると、スイッチング素子32Uを通った電流は、その後、電流36Uaと電流36Ubの2つに分岐され、電流36Uaは、コンデンサ30aへ、36Ubは、コンデンサ30bへ戻っている。
- [0033] 同様に、スイッチング素子32Vを通った電流も、その後、電流36Vaと電流36Vbに分岐され、それぞれコンデンサ30a、30bへ戻っている。なお、電流は、+Bから、およびGNDへも流れている。
- [0034] 次に、図2Cに示したタイムチャートでは、タイミングが41aから41

bへ移動した時の状態を示している。つまり、タイミング4 1 bでは、上アームのスイッチング素子3 1 Wは、オンからオフへと変化し、下アームのスイッチング素子3 2 Wは、オフからオンへと変化している。

[0035] このタイミング4 1 bの状態では、先のタイミング4 1 aにおいてスイッチング素子3 2 U、3 2 V（共にオン）を介してコンデンサへ戻っていた電流は、図2 D中で電流3 6 U b、電流3 6 V b、電流3 6 Wとして示したように、コンデンサ3 0 a、3 0 bへ戻るのではなく、下アームのスイッチング素子3 2 Wを介してモータのコイルへ戻って循環している。

[0036] つまり、このタイミング4 1 bにおいては、コンデンサ3 0 a、3 0 bからの電流供給は、基本的には行われない。その代わりに、このタイミング4 1 bにおいては、ローサイドスイッチング素子3 2 U、3 2 V、3 2 W、およびモータコイルからなる閉回路の中で電流が循環することになる。

[0037] この状態でGNDライン3 7 a、3 7 b、3 7 c、3 7 dに注目すると、図2 Bと比較して、特に、GNDライン3 7 aに流れている電流に差異があることになる。すなわち、GNDライン3 7 aに関して、図2 Bでは、電流3 6 U a、電流3 6 V aが流れているが、図2 Dでは、ほとんど流れていない状態である。

[0038] また、その他のGNDライン3 7 b、3 7 c、3 7 dについても、タイミング4 1 bにおいても電流は流れているものの、タイミング4 1 aと比較すると、流れている電流量や向きに差異がある。

[0039] なお、タイミング4 1 aからタイミング4 1 bに変化する際には、実際には、デッドタイムが設けられていることが一般的である。すなわち、上アームのスイッチング素子3 1 Wが、まずオンからオフへ変化し、任意のデッドタイム時間を経過した後、下アームのスイッチング素子3 2 Wが、オフからオンへと変化する。

[0040] デッドタイムによるこのような変化に着目すると、上アームのスイッチング素子3 1 Wと、下アームのスイッチング素子3 2 Wの両方がオフとなる期間があり、その際には、スイッチング素子3 2 Wの寄生ダイオードを介して

、前述のようにローサイドスイッチング素子 32U、32V、32W、およびモータコイルからなる閉回路の中で電流が循環する。

[0041] ただし、下アームスイッチング素子 32W を介して循環していることにかわりはない。このため、タイミング 41a の状態からタイミング 41b の状態への変化に伴う GND ライン 37a、37b、37c、37d の電流の変化の考え方は、前述の通りとなる。

[0042] このように、スイッチング素子のオン、オフ制御に応じて、配線のインピーダンスを極力小さく、かつ各相同一としても、各相がスイッチングをする度に、GND ラインに流れる電流に差異が生ずる。

[0043] 通常、電源 +B、GND の各端子から分岐されて制御演算部 4 が並列に接続されている。例えば、GND ライン 37a に大きな電流の変化が生じると、GND ライン 37a のインダクタンスと電流変化に応じた電圧変化（サージ電圧）が発生する。

[0044] つまり、GND ラインには、制御演算部 4 内部の GND と比較して、過渡的な電圧変化が発生することになる。その結果、例えば、シャント抵抗 33 の両端の電圧差の検出値の精度に問題が生ずることになる。

[0045] この問題は、例えば、制御演算部 4 において、シャント抵抗 33 の両端電圧を、オペアンプを使用した差動増幅回路を用いてモニタしている場合等を想定している。理想的な差動増幅回路であれば、前述のような過渡的な電圧変化（同相ノイズ）は、キャンセルされる。しかしながら、実際には、差動増幅回路は、同相ノイズを完全にキャンセルすることはできない。このため、前述のように、検出値の精度に問題が生じる場合がある。

[0046] また、図 2B、図 2D に示したコンデンサ配置の場合、例えば、コンデンサ 30a とコンデンサ 30b の配置の関係により、電流の流れ、量が異なる。従って、両コンデンサ 30a、30b を平等に使用できないことも考えられ、コンデンサの寿命、機能の低下に差異が生じる可能性もある。

[0047] そこで、本実施の形態 1 では、コンデンサ 30a、30b に関連する配置、配線を工夫することで、コンデンサ 30a、30b に流れる電流差異を抑

制できることに着目している。そこで、このような配置、配線の工夫に関する具体的な内容を、図3A～図3Dを用いて説明する。

[0048] 図3A～図3Dは、本発明の実施の形態1に係る電動パワーステアリング装置における電流の流れを示した説明図である。図2A～図2Dと同様に、図3A～図3Dは、記載されているが、コンデンサ30a、30bの配置のみが異なっている。つまり、本実施の形態1におけるコンデンサ30a、30bは、2個とも3相の内側配線に接続されている。さらに、両コンデンサ30a、30bは、隣同士に並ぶように配置・配線されている。

[0049] この状態で、図2と同様に、タイミング41aとタイミング41bの電流の流れを比較する。図3Aのタイミング41aでは、図3Bに示すように、電流36Ua、電流36Vaは、上アームスイッチング素子31Wを介してコンデンサ30a、30bからモータへ流れ込み、帰り通路は、下アームスイッチング素子32U、32Vを介してコンデンサ30a、30bのマイナス端子へ戻っている。

[0050] 一方、図3Cのタイミング41bでは、図3Dに示すように、スイッチング素子32U、32Vを介して戻った電流36Ua、電流36Vaは、下アームスイッチング素子32Wを介するか、あるいはデッドタイム期間中であれば、下アームスイッチング素子32Wの寄生ダイオードを介して、モータへ還流している。

[0051] ここで、例えば、GNDライン37aに着目すると、タイミング41aとタイミング41bを比較すると、どちらにもコンデンサ30a、30bからの電流が流れておらず、電流の変化がないことがわかる。

[0052] これは、つまり、GNDライン37aの部分においては、インダクタンスに起因するサージ電圧が抑制されることを意味している。この場合、例えば、制御演算部4のGNDとU相のシャント33Uにおいては、過渡的な電圧変化が抑制される。そして、タイミング41aからタイミング41bへの移行の際に生じていた、W相のスイッチングによるU相のシャント両端の電圧差の検出精度への悪影響を抑えることが可能となる。

- [0053] さらに、GNDライン37bにも着目してみると、やはりタイミング41aとタイミング41bでは、電流の変化がなく、ここでも、サージ電圧が抑制される。このため、W相のスイッチングによるV相のシャント両端の電圧差の検出精度への悪影響も抑えることができている。
- [0054] 図3Dの場合には、GNDライン37cにおいても、タイミング41aの状態からタイミング41bの状態への移行で、電流の変化は、ほとんどない。すなわち、図3Dに示した配置では、コンデンサ30aとコンデンサ30bのそれぞれの陰極とGNDラインとは、ごく近傍で接続されているため、電流変化の影響は、ほとんど無視できる。
- [0055] 結果として、GNDライン37dのみが、唯一、電流の変化が発生している。つまり、W相は、自相のスイッチングのタイミングで、自相のスイッチングによるサージ電圧の影響を受けることになる。しかしながら、図2の場合と比較すると、制御演算部4のGNDとシャント33Wの間の電圧変化は、小さく抑制することができている。これは、GNDライン37a、37b、37cの電圧変化を抑制できているためである。
- [0056] さらには、自相のスイッチングによる影響だけであれば、制御演算部4において、シャント両端の電圧差を検出するタイミングを、スイッチングのタイミングからずらすことで、検出精度への悪影響を受けないようにすることも容易である。
- [0057] このように、図3B、図3Dのように、コンデンサ30a、30bを3相の内側配線に接続することで、インバータのスイッチングに関与する電流の流れる経路を集約させることができる。この結果、スイッチングによる電流変化に起因するサージ電圧を抑制することが可能になる。
- [0058] 以上のように、本実施の形態1に係る電動パワーステアリング装置によれば、インピーダンスを極力小さくするのみならず、コンデンサの配置・配線を工夫することで、電流変化による過渡的な電圧変化を抑制できる。
- [0059] ここで、特許文献1のコンデンサへの配線を見ると、図12、図13、図14等、および段落0040～0043等の記載から、2個のコンデンサは

、インバータの出力であるU、V、W端子より上流で接続されている。すなわち、特許文献1におけるコンデンサは、少なくとも本願のようにモータへの各端子の間に接続されてはいない。

[0060] なお、一方のコンデンサ30bをインバータ回路の外側で、電源端子(+B、GND)より離れた側に配置しても、上述した電流変化による過渡的な電圧変化の抑制効果は期待できる。ただし、コンデンサ30bが、U相のスイッチング素子やV相のスイッチング素子から物理的に遠方となるため、インピーダンス低下することができず、コンデンサの働きを弱める可能性がある。

[0061] また、このような配置では、コンデンサ30aとコンデンサ30bの働きに差異が大きくなることから、コンデンサ寿命や機能の低下に差異が生じるおそれもある。そのため、コンデンサ30a、30bは、すべてインバータ回路の内側に配置する方がよい。

[0062] 前述のように、コンデンサ30aとコンデンサ30bは、近接して配置・配線されることが望ましい。特に、電源ラインやGNDラインのそれぞれ1点から、両コンデンサへ分岐して接続するような構成にすることで、両コンデンサの働きの差異を小さくすることができる。

[0063] さらに、上述した実施の形態1では、図2A～図2D、図3A～図3Dを用いて、スイッチング素子の駆動モード1種類のみについて説明した。しかしながら、その他のモードであっても、同様な状況が発生する。今回のモードをU、V、Wの順で(001)と表すと、(100)、(010)、(110)、(101)、(011)であっても、特に、GNDライン37aに注目すると、いずれの場合にも、電流変化をなくすことができ、電圧変化を抑制することができる。

[0064] 次に、電氣的配線を実現する物理的配線構造について、図4を用いて説明する。図4Aは、本発明の実施の形態1における制御ユニット1の上面図である。また、図4Bは、本発明の実施の形態1における図4Aに示した上面図に対して電源系の配線バーを追記した電源系配線図である。

- [0065] この制御ユニット1の下部には、モータ2が一体化されている。そのため、モータ2の形状に合わせて、制御ユニット1は、円形状となっている。GNDライン42と電源ライン(+B)43の2本の配線バーの先端部は、コネクタの端子となって伸びている。
- [0066] 図4Aに示した制御ユニット1の上面図においては、フィルタ14、電源用リレー5、3U、3V、3WU、V、Wの各相のブリッジ回路を集積化したいわゆるパワーモジュール3U、3V、3W、およびコンデンサ30a、30bが図示されている。
- [0067] 図4Aに示すように、コンデンサ30a、30bは、隣同士でパワーモジュール3Vとパワーモジュール3Wの間に配置されている。なお、制御演算部4は、例えば、これらの上方、または下方の2階建て構造として配置され、図示は省略している。
- [0068] 図4Bは、上記の各部品の上方に電源系のバスバーを配置した状態を示している。GNDライン42および電源ライン43の先端部は、制御ユニット1の外部まで伸び、端子となっている。電源ライン43は、制御ユニット1に入ると、まず、フィルタ14に直列接続され、その後は、パワーモジュール化された電源用リレー5に直列接続されている。
- [0069] その後、まず、パワーモジュール3Wの電源端子35aと電源ライン43の接続部43aとが接続されている。パワーモジュール3U、3V、3Wは、すべて同一形状、同一回路をなしている。そして、1辺に電源端子35a、GND端子36aが配置され、径方向外側にモータ用の端子37、逆の内径方向に複数の制御端子38がそれぞれ配置された構造である。
- [0070] そのため、電源ライン43の接続部43aとパワーモジュール3Wの電源端子35aは、例えば、溶接により電氣的に接続されている。同様に、パワーモジュール3V、3Uの電源端子も、電源ライン43に接続されている。
- [0071] また、GNDライン42は、電源ライン43と逆回りに電流が流れるように、かつ、インバータブリッジ回路同士の各相間の領域において、前記電源ライン43と隣接するように配置されている。そのため、まず、パワーモジ

ジュール3 UのGND端子3 6 aとGNDライン4 2の接続部4 2 aとが接続され、次に、パワーモジュール3 V、3 Wの順に、同様に接続されている。

[0072] コンデンサ3 0 a、3 0 bは、-端子4 2 cおよび+端子4 3 cを備え、それらが略径方向に配置されている。両端子4 2 c、4 3 cは、パワーモジュール3 U、3 V、3 Wと同様に、それぞれ、GNDライン4 2、電源ライン4 3に溶接されている。この結果、コンデンサ3 0 a、3 0 bの接続位置は、+電源元の上流側および下流側に、前記インバータブリッジ回路が少なくとも1個は、配置、配線されていることとなる。

[0073] 以上のように、部品配置と接続の工夫により、両コンデンサ3 0 a、3 0 bは、V相とW相のパワーモジュール3 V、3 Wの間に配置、接続されていることになる。従って、図3 B、図3 Dで示した電氣的配線は、図4 A、図4 Bで示したような物理的配線構造として具現化することができる。

[0074] GNDライン4 2と電源ライン4 3は、平行に配置されている。さらに、コンデンサ3 0 a、3 0 bは、各相のパワーモジュール3 U、3 V、3 Wとして構成されたインバータ回路の間に配置され、GNDライン4 2、電源ライン4 3にそれぞれ接続されている。

[0075] このような配線構造を採用することで、電流の流れを規制することができる。引いては、このような配線構造を採用することで、インバータ回路の駆動状況に依存せずに、その結果得られる電流検出他のノイズを抑制できる効果を実現できる。

[0076] なお、モータは、3相でなくても、4相以上の多相モータであっても適用可能である。また、図4では、2個のコンデンサ3 0 a、3 0 bを隣同士に配置、配線したが、一方のコンデンサは、パワーモジュール3 Uと3 Vとの間に配置、配線してもよい。

[0077] また、本実施の形態においては、3相のモータに対してその相数よりも少ない2個のコンデンサを使用した具体例を記載したが、コンデンサの数は、2個でなくても、1個でもよく、また、相数以上の3個以上であってもよい。

[0078] また、本実施の形態1では、インバータ回路としてパワーモジュールを用い、電源ラインやGNDラインにはバスバーを用いて説明した。しかしながら、このような2本の配線バーを使用する代わりに、プリント基板や金属基板といったような基板によって電源配線が構成されていてもよい。

[0079] 実施の形態2.

図5は、本発明の実施の形態2における電動パワーステアリング装置全体の回路図である。本実施の形態2における電動パワーステアリング装置は、2つの制御ユニット1a、1bと、3相2組のモータ2を備えており、制御ユニットとモータがそれぞれ2組の構成となっている。

[0080] ここで、制御ユニット1a、1bは、同一の構成で、ほぼ同一の部品がそれぞれに搭載されている。さらに、制御ユニット1a、1bは、先の実施の形態1の回路網とほぼ同一の回路構成である。そこで、以下では、制御ユニット1aの動作を具体的に説明する。

[0081] 制御ユニット1aは、実施の形態1と同等に、CPU10aを搭載した制御演算部4a、モータ2へ電流を供給するインバータ回路3a、電源用リレー5a、およびフィルタ14aで、主に構成されている。

[0082] 制御演算部4aは、車両に搭載されたバッテリー6から電源+B、GNDが接続され、イグニッションスイッチ7を介して制御演算部4aに電源が投入される。さらに、例えば、ハンドルの近傍に搭載された操舵トルクを検出するトルクセンサ、車両の走行速度を検出する速度センサ等の情報が、センサ類8から制御演算部4aに入力される。

[0083] センサ類8からの情報は、制御演算部4aの入力回路12aを介してCPU10aに伝達される。CPU10aは、それら情報からモータ2を回転させるための制御量である電流値を演算し、その演算値に相当する出力信号を出力する。

[0084] この出力信号は、出力回路を構成する駆動回路11a、およびインバータ回路3aへ伝達される。出力回路の内、駆動回路11aは、CPU10aの指令信号を受け、インバータ回路の各スイッチング素子を駆動する駆動信号

を出力する。

- [0085] インバータ回路3 aは、モータ2の3相の巻線U 1、V 1、W 1のための上下アーム用スイッチング素子3 1、3 2と、モータ巻線との配線を接続・遮断するモータリレー用スイッチング素子3 4と、電流検出用のシャント抵抗3 3と、さらには電流リップル抑制用コンデンサ3 0 c、3 0 dから、主に構成されている。インバータ回路3 aは、各相の巻線に対して同一な回路構成を有しており、インバータ回路3 aから各相巻線に独立に電流供給が行えるようになっている。
- [0086] また、シャント抵抗3 3の両端間の電位差、モータ巻線端子の電圧等の情報も、制御演算部4 aに伝達されている。これらの情報も、CPU 1 0 aに入力される。そして、CPU 1 0 aは、演算した電流値に対応する検出値との差異を演算して、フィードバック制御を行うことで、所望の電流をモータ2に供給し、操舵力をアシストする。
- [0087] さらに、インバータ回路3 aの電源の供給・遮断を行うリレーとして作動する電源用リレー5 aのスイッチング素子の駆動信号も、CPU 1 0 aから出力されている。そして、CPU 1 0 aは、この電源用リレー5 aのスイッチング素子のオン・オフにより、モータ自体への電流を供給・遮断することができる。
- [0088] また、モータリレー用スイッチング素子3 4 U 1、3 4 V 1、3 4 W 1も、インバータ回路3 aに配設されている。従って、CPU 1 0 aは、各相のラインをそれぞれ個別に接続・遮断することもできる。
- [0089] また、インバータ回路3 aは、駆動回路1 1 aを介してCPU 1 0 aから出力される信号により、PWM駆動されている。このPWM駆動に起因して、スイッチング素子のオン・オフ時のスイッチングノイズ、および電流変動（リップル）が発生してしまう。これを抑制するために、複数のコンデンサが配置されている。
- [0090] 具体的な説明は省略するが、制御ユニット1 bも、上述した制御ユニット1 aと同様の動作を行う。

- [0091] そして、インバータ回路 3 a 内の複数のコンデンサ、およびインバータ回路 3 b 内の複数のコンデンサのそれぞれは、各相に個別に配置されるのではなくて、まとめて、かつ、各相の間に 2 個接続されている。すなわち、図 5 に示したように、インバータ回路 3 a 内には 2 つのコンデンサ 3 0 c、3 0 d が配置され、インバータ回路 3 b 内には、2 つのコンデンサ 3 0 e、3 0 f が配置される。
- [0092] なお、電源ライン、GND ラインは、電源用リレー 5 a のスイッチング素子およびフィルタ 1 4 a と、電源用リレー 5 b のスイッチング素子およびフィルタ 1 4 b の両方に接続されている。
- [0093] 本実施の形態 2 におけるモータ 2 は、3 相 2 組の巻線がデルタ結線されているブラシレスモータである。ブラシレスモータのため、ロータの回転位置を検出するための回転センサ 9 a、9 b が搭載されている。回転センサも、冗長性を確保するために、2 組のセンサがそれぞれ搭載され、その回転情報は、各々制御演算部 4 a、4 b の入力回路 1 2 a、1 2 b に伝達されている。
- [0094] なお、モータは、3 相デルタ結線でなくても、スター結線であってもよく、また、4 相以上の多相モータであってもよい。また、巻線仕様は、従来装置と同様に、分布巻き、集中巻きも採用できる。また、モータは、2 個のステータを有するタンデムモータであってもよい。
- [0095] 以上のように、制御ユニット 1 a、1 b は、それぞれ独立に入力情報、制御量の演算値を使用して、独立にモータを駆動できる構成となっている。また、両制御ユニット 1 a、1 b 間には、データ、情報を授受できるように、通信ライン 1 5 が接続されている。この通信ライン 1 5 は、CPU 1 0 a、1 0 b 間を接続することにより、任意のデータのやりとりを可能としており、相手方の制御ユニットや CPU の状況把握が可能となっている。
- [0096] 以上の構成の回路を 1 つのユニットに内蔵する際の、特に、コンデンサの電源系ラインへの接続構造について、図 6 を用いて説明する。図 6 A は、本発明の実施の形態 2 における制御ユニット 1 の上面図である。この図 6 A は

、2個のパワーモジュール3 a、3 bが配置されている様子を示している。この図6に示した配置の上方には、電源系の配線、さらには制御演算部4 a、4 bが積層される構造となる。

[0097] パワーモジュール3 a、3 bは、線対称に配置されている。なお、パワーモジュール3 a、3 bのそれぞれは、線対称の違いはあるものの、実質的に同様の構造となっており、以下では、パワーモジュール3 a側を中心に説明する。

[0098] パワーモジュール3 aは、図5の3相のインバータ回路3 aとさらに電源用リレー5 aがそれぞれ一括に集約されている。径方向外側の太い端子3 a U、3 a V、3 a Wは、モータへの出力端子であり、これらの出力端子の近傍には、複数の制御端子が配置されている。

[0099] 電源ラインの信号は、図5のフィルタ1 4 aを通った後に、電源ライン用の電源端子3 5 aへ接続される。そして、電源ラインの信号は、電源用リレー5 aを通った後に、出力端子3 5 cから出力される。さらに、GND端子3 6 aと電源端子3 5 eは、対で3組とも内径側にそれぞれ配置されている。なお、これら説明は、パワーモジュール3 b側も同様となる。

[0100] 図6 Bは、本発明の実施の形態2における図6 Aに示した上面図に対して電源系の配線バーを追記した電源系配線図である。電源ライン3 5 g、3 5 hとGNDライン3 6 c、3 6 dの2組4本に対応して、制御ユニット1の外側に4本のターミナルが配置されている。

[0101] 図6 Bの左側には、電源配線板3 5 i、右側には、GND配線板3 6 eのみが記載されている。ただし、実際の構造では、下層に電源配線板3 5 iが左右2枚、その上層にGND配線板3 6 eが左右2枚配置された2階建て構成である。さらに、これらの配線板4枚は、絶縁樹脂で一体化されているが、説明を簡略化するために、絶縁樹脂体は、省いている。

[0102] 図6 Bに示した端子台3 5 0 a、3 6 0 aには、コンデンサ3 0 c、3 0 d、3 0 e、3 0 fが接続される。図6 Cは、本発明の実施の形態2における4個のコンデンサの配線状態を説明するための図である。図6 Cに示すよ

うに、4個のコンデンサの各1対の脚部は、端子台350a、350bと接続されている。なお、図6Cでは、電源配線板35iを1点鎖線、GND配線板36eを破線で示している。

[0103] 図6Dは、本発明の実施の形態2における電源配線板35iの斜視図である。また、図6Eは、本発明の実施の形態2におけるGND配線板36eの斜視図である。電源配線板35iおよびGND配線板36eは、それぞれ線対称な配線板を対で備えている。

[0104] 図6Dにおいて、電源端子350cは、電源用リレー5aを通った電源が接続される端子であり、図6Aのパワーモジュールの端子35cと接続される。電源端子350cに接続された電源は、その後、各相へ接続される。

[0105] また、端子350U、350Wは、それぞれU相、W相のインバータ回路の電源入力端子に接続される。また、V相の電源入力端子は、1点鎖線で示したように、端子台の一部に接続される構造である。

[0106] 以上のように、電源配線板35iは、端子350cから供給された電源を各相へ分配する電源配線板の役目を果たしている。なお、電源配線板35iは、穴35kがけられており、この穴を利用して、絶縁樹脂に一体化するための位置決めが行われる。図6EのGND配線板36eも、この電源配線板35iとほぼ同様な形状である。

[0107] 端子台350a、360aは、2本の腕部が向かい合わせに配置されている。そして、コンデンサは、この腕部の中央にある溝に脚部が挿入され、例えば、溶接により接続される。電源配線板35i、GND配線板36eは、導電性が必須のため、例えば、銅版をカット、切り曲げして形成される。

[0108] 端子台350a、360aにコンデンサの脚部がそれぞれ挿入、接続された構造では、V相の近傍の電源系にコンデンサが配線されていることになる。そのため、コンデンサの配置、配線を各相のインバータ回路同士の間で行ったこととなり、インバータ回路の外側、上流または下流にコンデンサが配線された従来構造とは異なる。

[0109] 以上のように、実施の形態2によれば、コンデンサの配置、配線を工夫す

ることにより、電流の流れ経路を集中化している。その結果、コンデンサの容量、または個数を減らし、装置の小型化を図ることができる。さらに、各コンデンサ、GNDラインに流れる電流変化とインダクタンスによるサージ電圧を抑制することができる。この結果、例えば、電流検出値の精度への悪影響、コンデンサの使用環境の差異、を抑制することが可能となる。

[0110] さらに、図6A～図6Eで示したように、制御ユニット1aと制御ユニット1bで、電源ラインおよびGNDラインの配線板を分離することができる。この結果、制御ユニット1aと制御ユニット1bのそれぞれは、インバータ回路のスイッチング時の電流変化、およびインダクタンスによるサージ電圧の影響が、相手側に及ぶことを抑制することができる。

[0111] このような配線構造は、制御ユニット1aと制御ユニット1bの電源ラインやGNDラインの配線板が、完全に電氣的に分離されていてもよいし、また、形状的には分離されていながらも、上流側（図5でいうバッテリー6に近い側に相当）の一点で接続されていてもよい。

### 符号の説明

[0112] 1、1a、1b 制御ユニット、2 モータ、3、3a、3b インバータ回路、30a、30b、30c、30d、30e、30f コンデンサ、35 電源ライン、36 グランドライン（GNDライン）。

## 請求の範囲

- [請求項1] 車両の操舵機構を回転させる多相コイルの電動モータと、前記電動モータを駆動する複数のインバータ回路とを有する制御ユニットを備えた電動パワーステアリング装置において、
- 前記インバータ回路は、平滑用のコンデンサを備え、前記コンデンサは、全て、前記インバータ回路の各相のブリッジ回路同士の間配置されている
- 電動パワーステアリング装置。
- [請求項2] 前記インバータ回路は、前記電動モータの相数より少ない個数の平滑用のコンデンサを有する
- 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項3] 前記コンデンサは、前記インバータ回路の前記電動モータのコイルへの出力端子同士の間配置されている
- 請求項1または2に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項4] 前記制御ユニットは、電源ラインとGNDラインにより電源が供給され、
- 前記電源ラインと前記GNDラインは、互いに逆回りに電流が流れるように、かつ、相互に隣接する領域を有するように配置され、
- 前記コンデンサは、前記隣接する領域において、+端子が前記電源ラインに接続され、-端子が前記GNDラインに接続され、
- 前記コンデンサは、前記ブリッジ回路同士の各相間であり、かつ、電気回路において+電源元の上流側および下流側に、前記ブリッジ回路が少なくとも1個は配置、配線されている接続位置関係を有する
- 請求項1から3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5] 前記電動モータは、3相以上のコイルを含んで構成され、
- 前記インバータ回路は、前記電動モータの前記コイルのそれぞれに対して電流を供給するブリッジ回路を有しており、

前記電源ラインと前記GNDラインは、前記ブリッジ回路の各相間の領域が前記隣接する領域となるように、相互に隣接して配置されている

請求項4に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項6]

前記制御ユニットは、円形状で構成され、

前記コンデンサは、前記+端子および前記-端子が前記制御ユニットの径方向に配置されて、前記電源ラインと前記GNDラインとの間に接続されている

請求項5に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項7]

前記制御ユニットは、2組3相コイルで構成された前記電動モータと、3相2組で構成された前記インバータ回路を内蔵して構成され、

3相2組で構成された前記インバータ回路は、一列に並んだ1組のインバータ回路が線対称で配置されることで構成され、

前記制御ユニットは、それぞれの組のインバータ回路に対して個別に、電源ラインとGNDラインからなる配線が配置されており、

1組目のインバータ回路用のコンデンサは、前記1組目のインバータ回路内における電源ラインとGNDラインとの間に接続され、2組目のインバータ回路用のコンデンサは、前記2組目のインバータ回路内における電源ラインとGNDラインとの間に接続される

請求項4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]

前記配線は、前記1組目のインバータ回路用の電源ライン、前記1組目のインバータ回路用のGNDライン、前記2組目のインバータ回路用の電源ライン、前記2組目のインバータ回路用のGNDラインの計4枚の配線板を積層して配置することで構成され、

4枚の前記配線板のそれぞれは、コンデンサの脚部を接続するための端子台を配線板の中央部に有し、

前記1組目のインバータ回路用のコンデンサは、前記1組目のイン

バータ回路内における電源ラインとGNDラインの配線板に設けられた端子台間に接続され、

前記2組目のインバータ回路用のコンデンサは、前記2組目のインバータ回路内における電源ラインとGNDラインの配線板に設けられた端子台間に接続される

請求項7に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項9]

3相2組で構成された前記インバータ回路は、それぞれの組の3相分のパワーモジュールが1個にモジュール化されており、

計4枚の前記配線板のそれぞれは、前記コンデンサを接続するための端子として、3相分に相当する3個の端子が前記制御ユニットの内径側に向けて配置されている

請求項8に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項10]

計4枚の前記配線板のうち、前記1組目のインバータ回路内における電源ラインの配線板と前記2組目のインバータ回路内における電源ラインの配線板、および前記1組目のインバータ回路内におけるGNDラインの配線板と前記2組目のインバータ回路内におけるGNDラインの配線板、の少なくともいずれか一方が互いに物理的に分離されて構成されており、物理的に分離された配線板は、各組のインバータ回路のいずれのブリッジ回路よりも電源元に近い側で接続されている

請求項8または9に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項11]

前記電動モータと前記制御ユニットは、一体化されている

請求項1から10のいずれか1項に記載の電動パワーステアリング装置。

補正された請求の範囲  
[2018年6月20日(20.06.2018)国際事務局受理]

- [請求項1] 車両の操舵機構を回転させる多相コイルの電動モータと、前記電動モータを駆動する複数のインバータ回路とを有する制御ユニットを備えた電動パワーステアリング装置において、  
前記インバータ回路は、平滑用のコンデンサを備え、前記コンデンサは、全て、前記インバータ回路の各相のブリッジ回路同士の間配置されている  
電動パワーステアリング装置。
- [請求項2] 前記インバータ回路は、前記電動モータの相数より少ない個数の平滑用のコンデンサを有する  
請求項1に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項3] 前記コンデンサは、前記インバータ回路の前記電動モータのコイルへの出力端子同士の間配置されている  
請求項1または2に記載の電動パワーステアリング装置。
- [請求項4] (補正後)前記制御ユニットは、電源ラインとGNDラインにより電源が供給され、  
前記電源ラインと前記GNDラインは、互いに平行に電流が流れるように、かつ、相互に隣接する領域を有するように配置され、  
前記コンデンサは、前記隣接する領域において、+端子が前記電源ラインに接続され、-端子が前記GNDラインに接続され、  
前記コンデンサは、前記ブリッジ回路同士の各相間であり、かつ、電気回路において+電源元の上流側および下流側に、前記ブリッジ回路が少なくとも1個は配置、配線されている接続位置関係を有する  
請求項1から3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5] 前記電動モータは、3相以上のコイルを含んで構成され、  
前記インバータ回路は、前記電動モータの前記コイルのそれぞれに対して電流を供給するブリッジ回路を有しており、

前記電源ラインと前記GNDラインは、前記ブリッジ回路の各相間の領域が前記隣接する領域となるように、相互に隣接して配置されている。

請求項4に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項6]

前記制御ユニットは、円形状で構成され、

前記コンデンサは、前記+端子および前記-端子が前記制御ユニットの径方向に配置されて、前記電源ラインと前記GNDラインとの間に接続されている。

請求項5に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項7]

前記制御ユニットは、2組3相コイルで構成された前記電動モータと、3相2組で構成された前記インバータ回路を内蔵して構成され、

3相2組で構成された前記インバータ回路は、一列に並んだ1組のインバータ回路が線対称で配置されることで構成され、

前記制御ユニットは、それぞれの組のインバータ回路に対して個別に、電源ラインとGNDラインからなる配線が配置されており、

1組目のインバータ回路用のコンデンサは、前記1組目のインバータ回路内における電源ラインとGNDラインとの間に接続され、2組目のインバータ回路用のコンデンサは、前記2組目のインバータ回路内における電源ラインとGNDラインとの間に接続される。

請求項4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]

前記配線は、前記1組目のインバータ回路用の電源ライン、前記1組目のインバータ回路用のGNDライン、前記2組目のインバータ回路用の電源ライン、前記2組目のインバータ回路用のGNDラインの計4枚の配線板を積層して配置することで構成され、

4枚の前記配線板のそれぞれは、コンデンサの脚部を接続するための端子台を配線板の中央部に有し、

前記1組目のインバータ回路用のコンデンサは、前記1組目のイン

バータ回路内における電源ラインとGNDラインの配線板に設けられた端子台間に接続され、

前記2組目のインバータ回路用のコンデンサは、前記2組目のインバータ回路内における電源ラインとGNDラインの配線板に設けられた端子台間に接続される

請求項7に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項9]

3相2組で構成された前記インバータ回路は、それぞれの組の3相分のパワーモジュールが1個にモジュール化されており、

計4枚の前記配線板のそれぞれは、前記コンデンサを接続するための端子として、3相分に相当する3個の端子が前記制御ユニットの内径側に向けて配置されている

請求項8に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項10]

計4枚の前記配線板のうち、前記1組目のインバータ回路内における電源ラインの配線板と前記2組目のインバータ回路内における電源ラインの配線板、および前記1組目のインバータ回路内におけるGNDラインの配線板と前記2組目のインバータ回路内におけるGNDラインの配線板、の少なくともいずれか一方が互いに物理的に分離されて構成されており、物理的に分離された配線板は、各組のインバータ回路のいずれのブリッジ回路よりも電源元に近い側で接続されている

請求項8または9に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項11]

前記電動モータと前記制御ユニットは、一体化されている

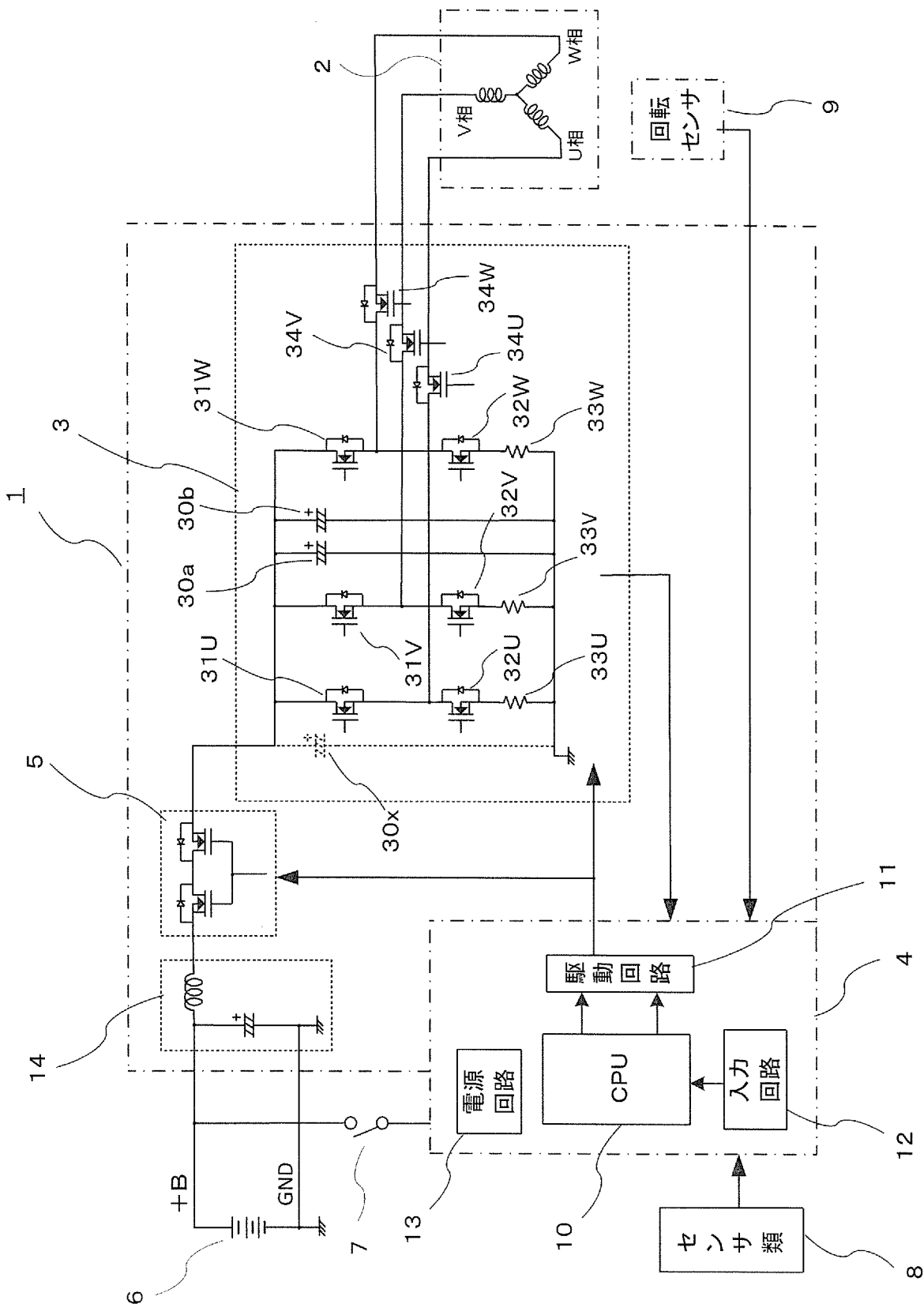
請求項1から10のいずれか1項に記載の電動パワーステアリング装置。

条約19条(1)に基づく説明書

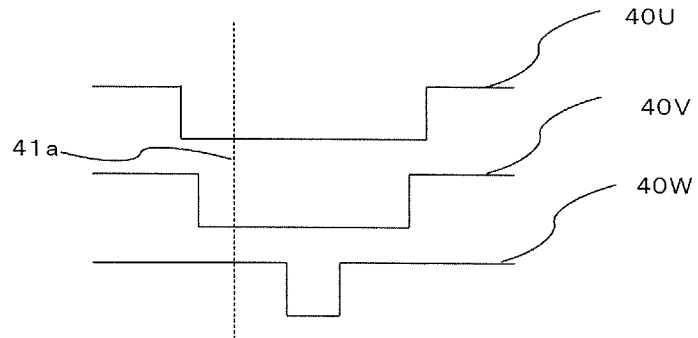
請求の範囲の請求項4では、「逆回り」という文言を、段落0074の記載に基づいて「平行」に補正しました。

その他の請求項1～3、5～11に対する補正はありません。

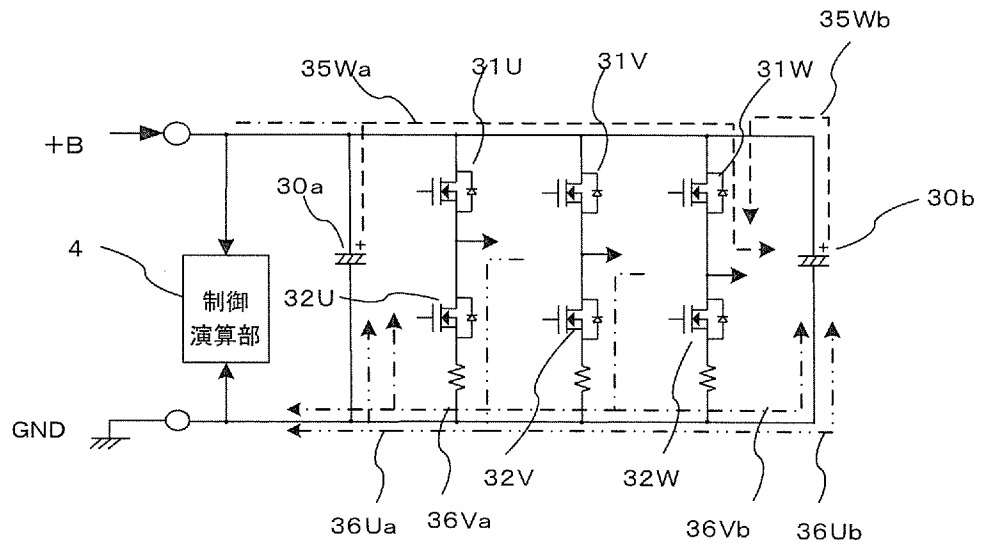
[図1]



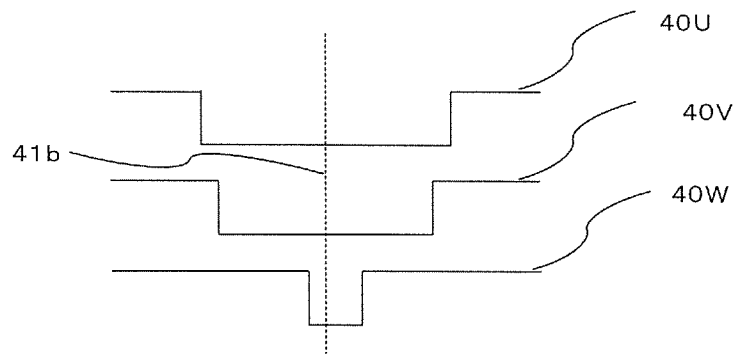
[図2A]



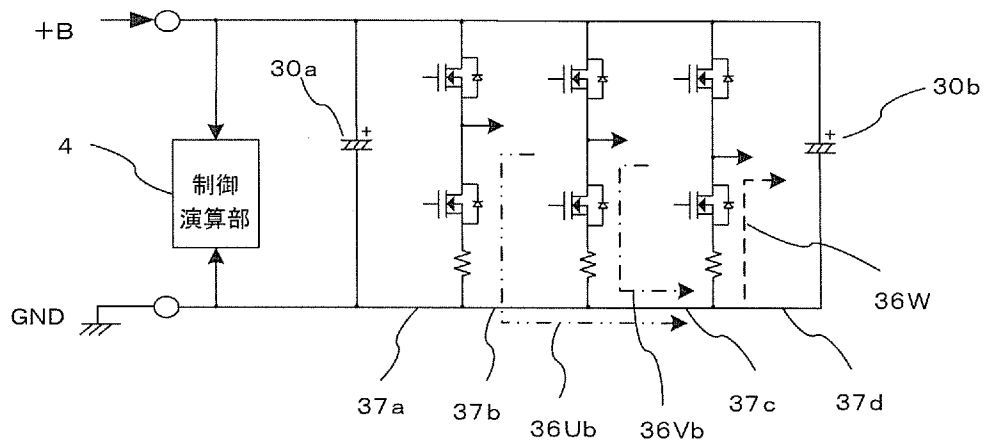
[図2B]



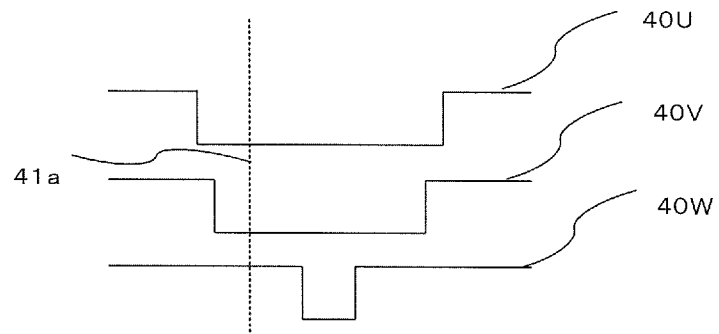
[図2C]



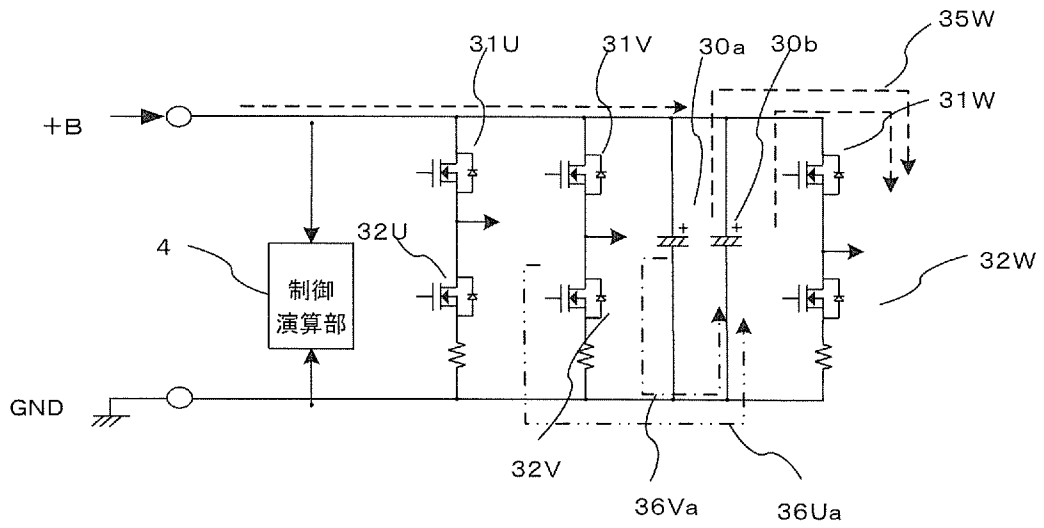
[図2D]



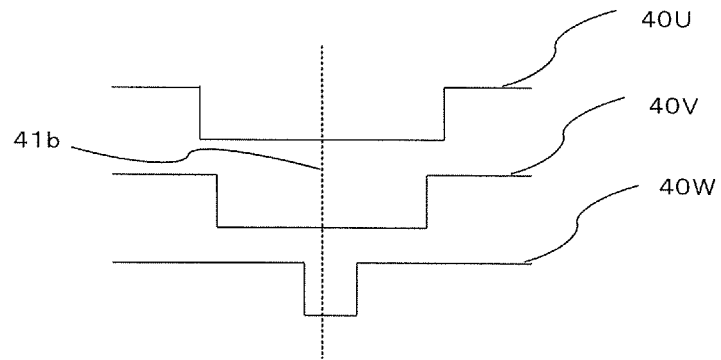
[図3A]



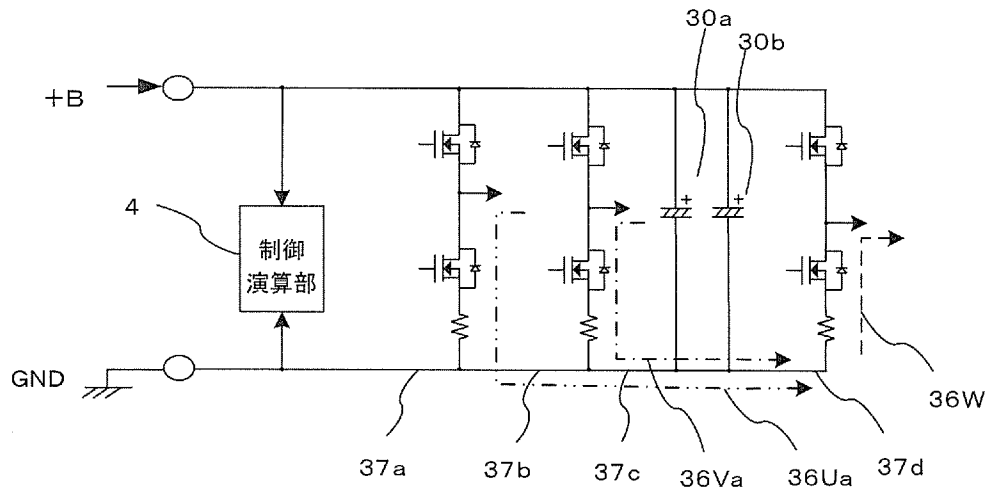
[図3B]



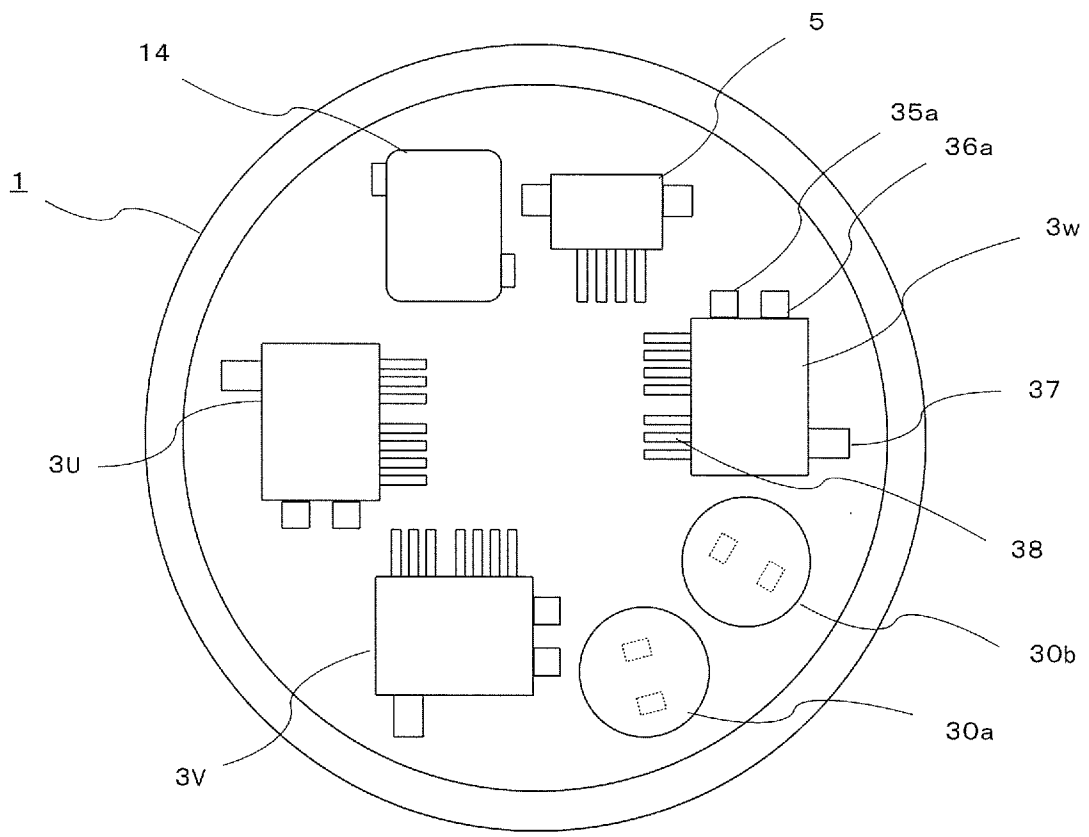
[図3C]



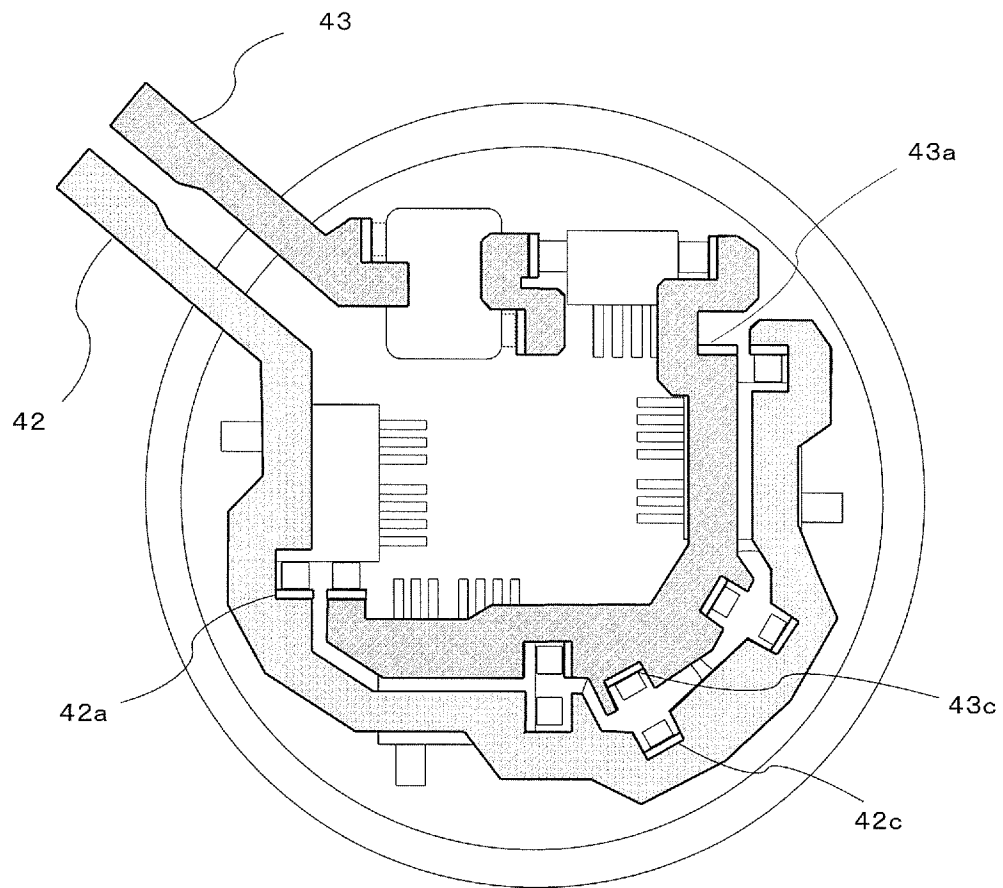
[図3D]



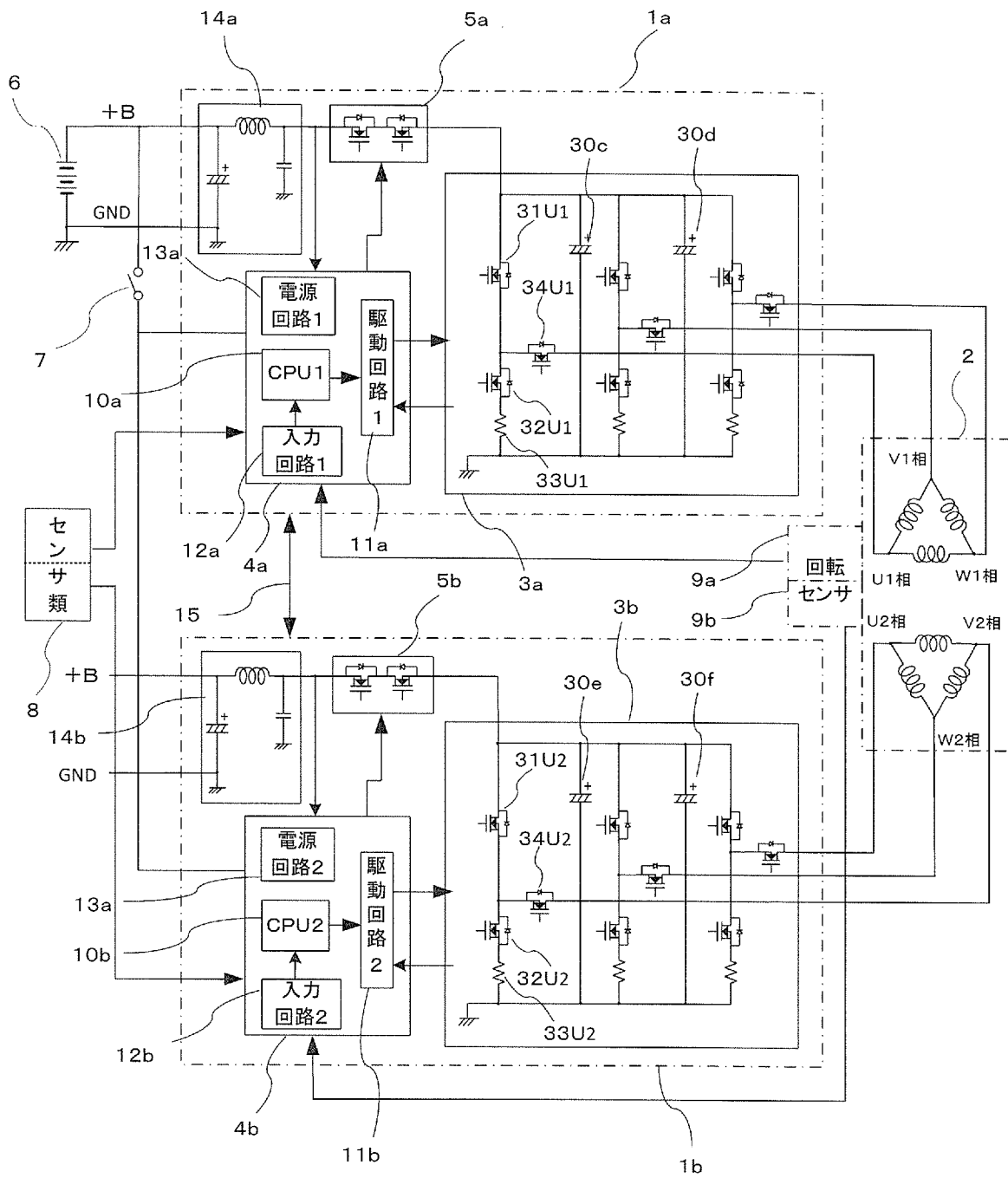
[図4A]



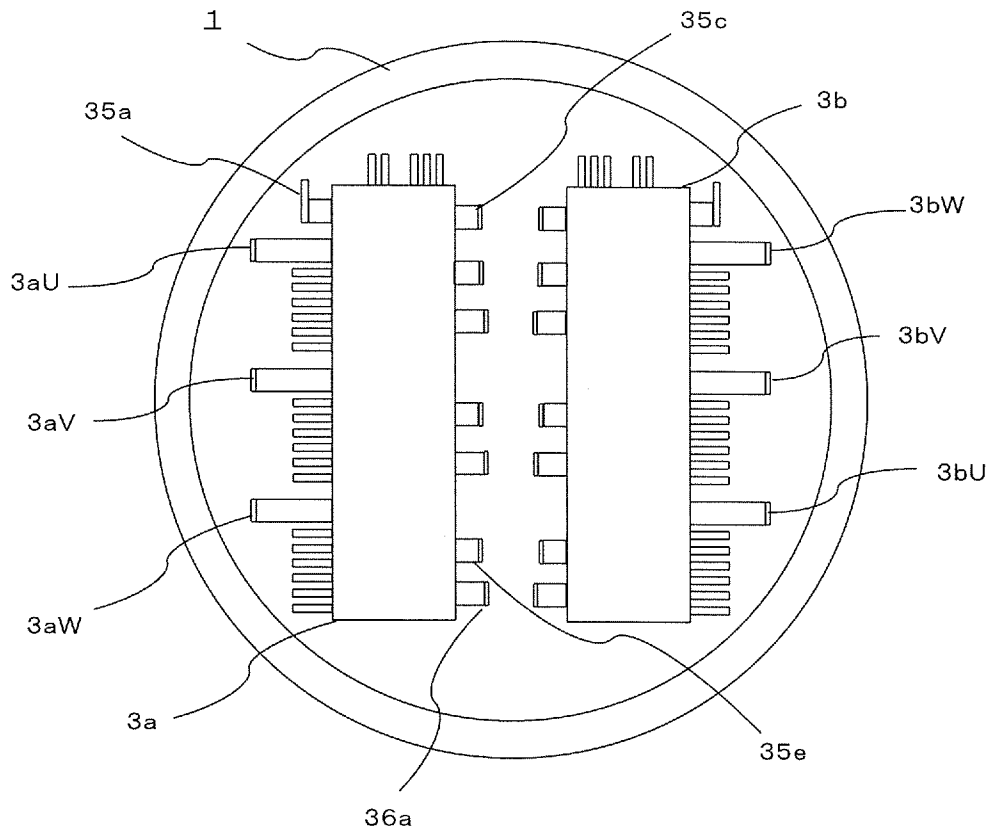
[図4B]



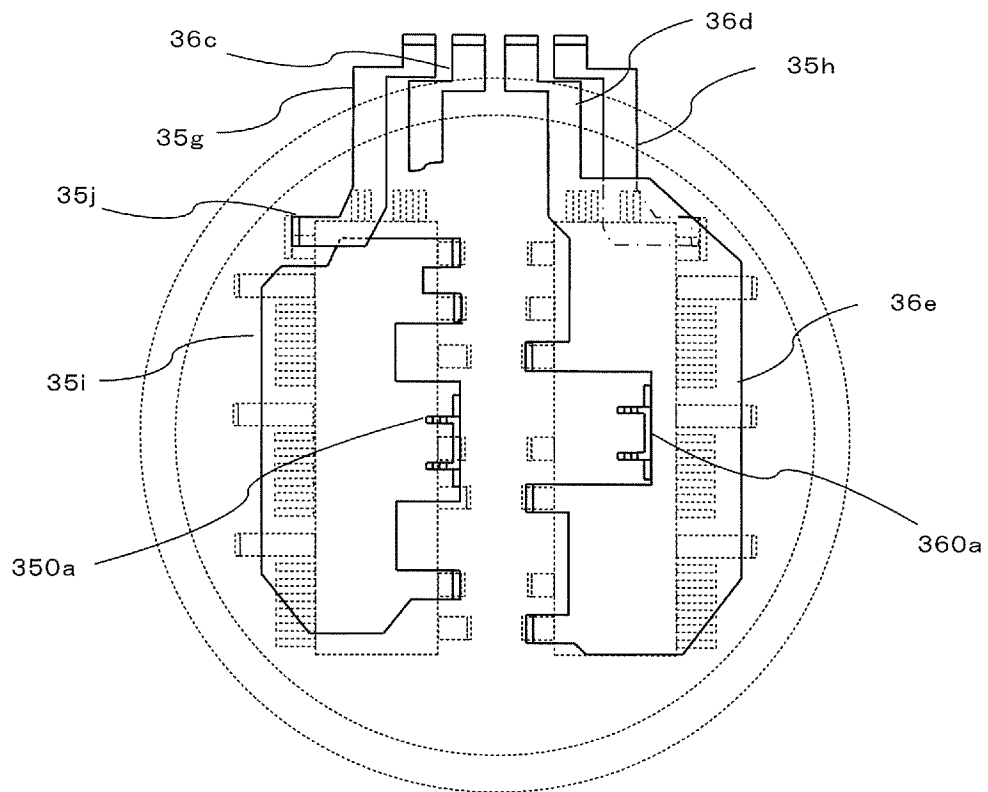
[図5]



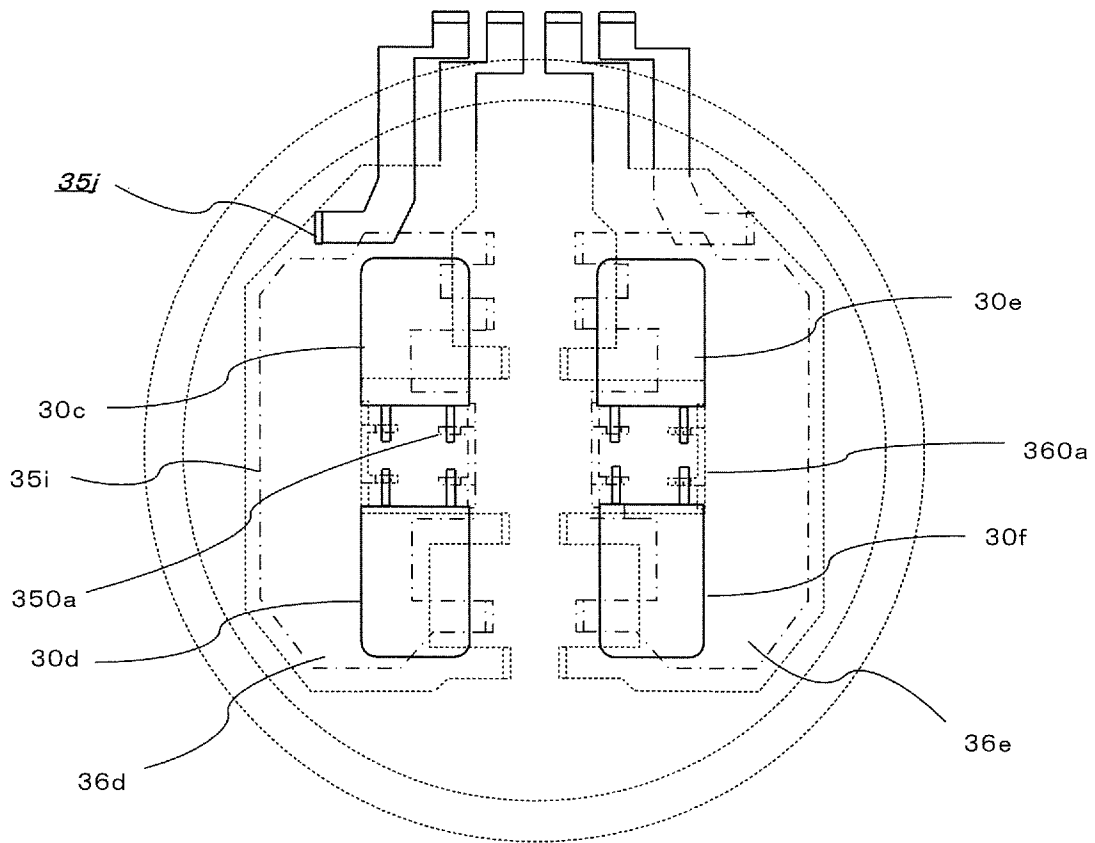
[図6A]



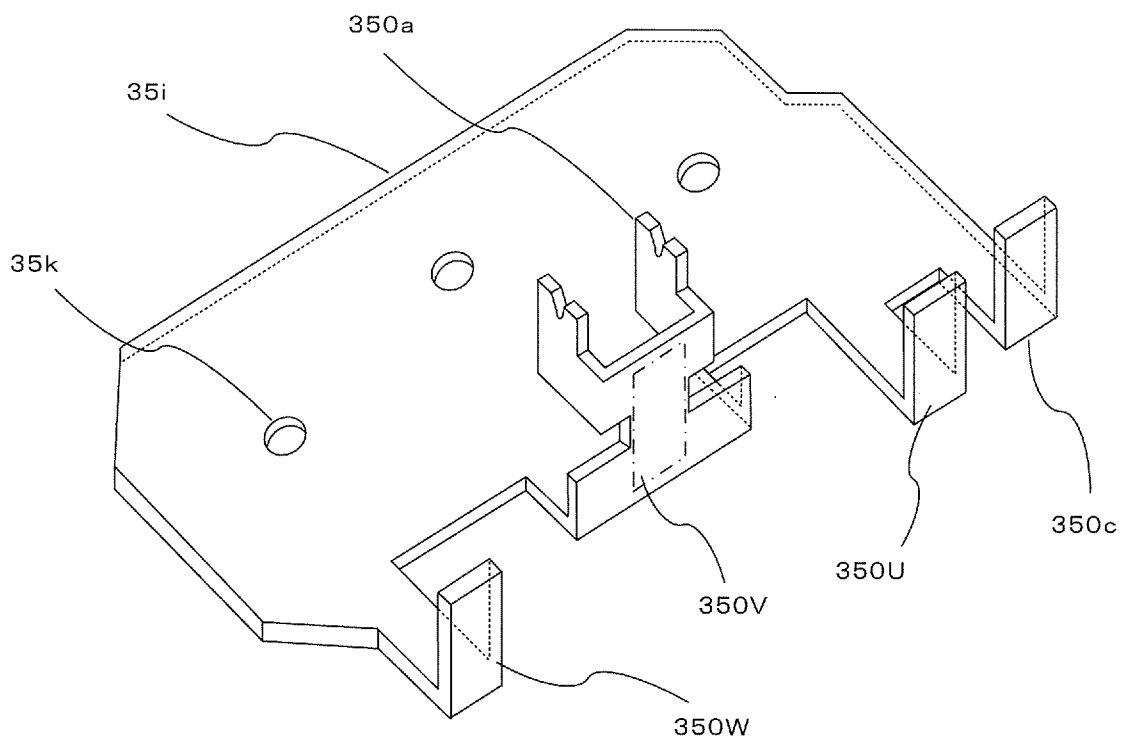
[図6B]



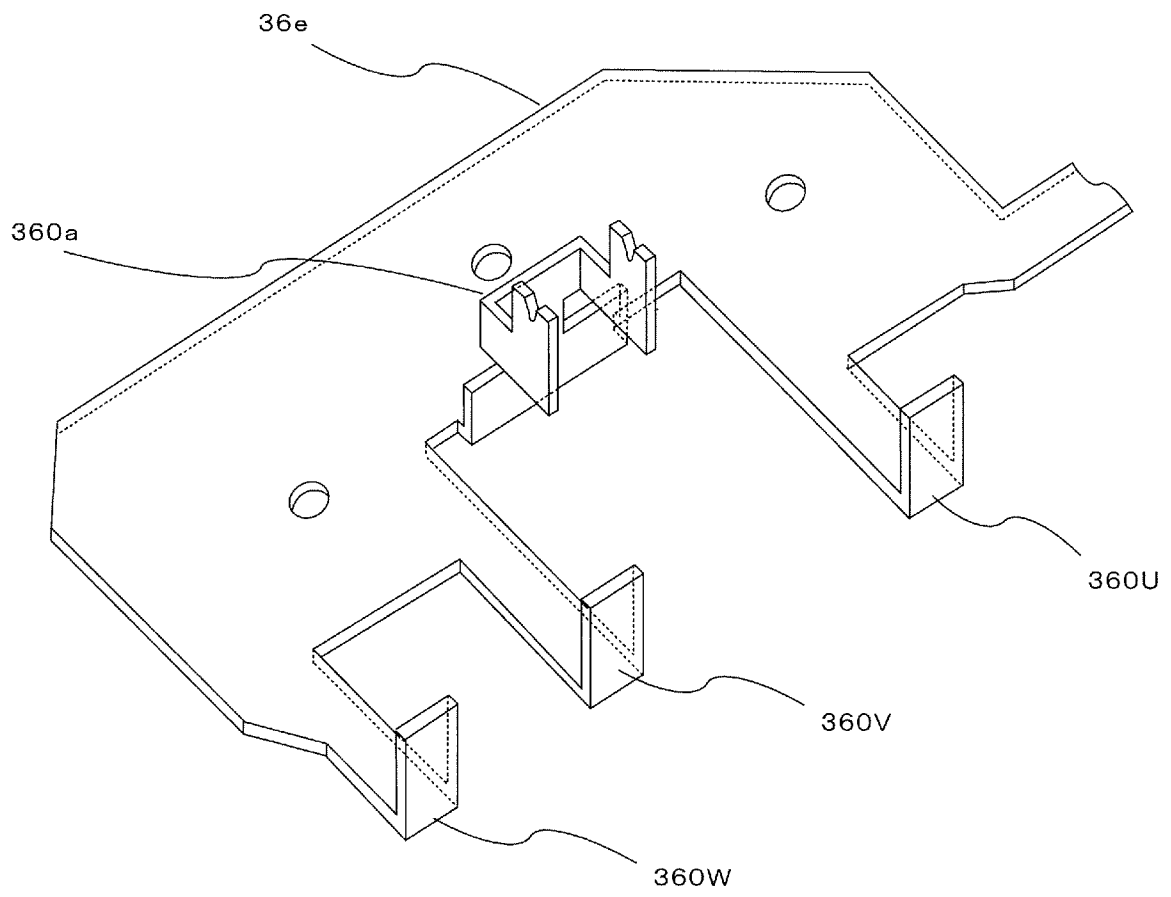
[図6C]



[図6D]



[図6E]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/017931

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02M7/48(2007.01)i, B62D5/04(2006.01)i, H02P27/06(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)

H02M7/48, B62D5/04, H02P27/06

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y A	WO 2016/117144 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 28 July 2016 (28.07.2016), paragraphs [0011] to [0016], [0033] to [0045]; fig. 1, 5 to 9 (Family: none)	1-6, 11 7 8-10
Y	JP 2016-034204 A (Denso Corp.), 10 March 2016 (10.03.2016), paragraph [0049]; fig. 2, 10 & US 2016/0036305 A1 paragraph [0098]; fig. 2, 10 & DE 102015214472 A & CN 105322725 A	7

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 06 July 2017 (06.07.17)	Date of mailing of the international search report 18 July 2017 (18.07.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/017931

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-199788 A (Toyota Motor Corp.), 28 August 2008 (28.08.2008), paragraphs [0089] to [0100]; fig. 2, 8 & US 2010/0117570 A1 paragraphs [0100] to [0112]; fig. 2, 8 & WO 2008/099952 A1 & EP 2131482 A1 & CN 101606311 A	1-11

Object to be covered by this search:

Claim 4 describes "disposing the power supply line and the GND line in such a manner that currents flow in reverse directions with respect to each other, and the lines have areas adjacent to each other".

However, in the above description, how the power supply line and the GND line are specifically disposed is unclear.

For example, in the case where the power supply line and the GND line are disposed as shown in Fig. 4B, when a current flows in the power supply line from the outside, normally, a current is discharged from the GND line 42 to the outside.

As a result, the currents flow through the power supply line 43 and the GND line 42 clockwise, so such a situation that "currents flow in reverse directions with respect to each other" does not occur.

Further, with reference to the description, an effect obtained by "disposing the power supply line and the GND line in such a manner that currents flow in reverse directions with respect to each other" as described in claim 4 is unclear.

Further, claim 7 that cites claim 4 is recognized to be corresponded to "embodiment 2" shown in Fig. 6. However, from Fig. 6, the configuration corresponding to "disposing the power supply line and the GND line in such a manner that currents flow in reverse directions with respect to each other" cannot be found.

Thus, in description of "disposing the power supply line and the GND line in such a manner that currents flow in reverse directions with respect to each other, and the lines have areas adjacent to each other", it is significantly unclear how the power supply line and the GND line are specifically disposed.

With respect to also claims 5-11 referring to claim 4, the inventions of said claims are unclear on account of similar reason.

Consequently, the inventions of claims 4-11 are not clear.

Further, the meaning of description of "disposing the power supply line and the GND line in such a manner that currents flow in reverse directions with respect to each other, and the lines have areas adjacent to each other" cannot be specified. For this reason, a meaningful search cannot be conducted for claim 4 and claims 5 to 11 referring to claim 4.

Thus, for the invention according to claims 4 to 11, the search was conducted with the above description of claim 4 as "disposing the power supply line and the GND line in such a manner that the lines have areas adjacent to each other".

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i, B62D5/04(2006.01)i, H02P27/06(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 (IPC))  
 Int.Cl. H02M7/48, B62D5/04, H02P27/06

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 1971-2017年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2017年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2017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
X Y A	WO 2016/117144 A1 (三菱電機株式会社) 2016.07.28, 段落 [0011] - [0016], [0033] - [0045], 図1, 5-9 (ファミリーなし)	1-6, 11 7 8-10
Y	JP 2016-034204 A (株式会社デンソー) 2016.03.10, 段落 [0049], 図2, 10 & US 2016/0036305 A1, 段落 [0098], 図2, 10 & DE 102015214472 A & CN 105322725 A	7

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 06.07.2017	国際調査報告の発送日 18.07.2017
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 宮本 秀一 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	5G	3357
---	--	----	------

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
A	JP 2008-199788 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.08.28, 段落 [0089] - [0100], 図2, 8 & US 2010/0117570 A1, 段落 [0100] - [0112], 図2, 8 & WO 2008/099952 A1 & EP 2131482 A1 & CN 101606311 A	1-11

### <調査の対象について>

請求項4には、「前記電源ラインと前記GNDラインは、互いに逆回りに電流が流れるように、かつ、相互に隣接する領域を有するように配置され」との記載がある。

しかしながら、上記記載が、電源ラインとGNDラインとが具体的にどのように配置されることを意味するのかが不明確である。

例えば電源ラインとGNDラインとを図4Bのように配置した場合、通常は外部から電源ラインに電流が流れ込むと、GNDライン42から外部へ電流が流れ出ることになる。そうすると、電源ライン43とGNDライン42にはいずれも時計回りの電流が流れることになり、「互いに逆回りに電流が流れる」ことにはならない。

また、明細書を参照しても、請求項4のように「電源ラインとGNDラインが、互いに逆回りに電流が流れるように配置される」ことによる効果も不明である。

さらに、請求項4を引用する請求項7は、図6に記載された「実施の形態2」に対応するものと認めざるを得ないが、図6には「電源ラインとGNDラインが互いに逆回りに電流が流れるように配置される」ことに対応する構成は見いだせない。したがって、請求項7が引用する請求項4の「前記電源ラインと前記GNDラインは、互いに逆回りに電流が流れるように、かつ、相互に隣接する領域を有するように配置され」との記載が、電源ラインとGNDラインとが具体的にどのように配置されることを意味するのかが著しく不明確である。

請求項4を引用する請求項5-11についても、同様の理由により、発明が不明確である。

よって、請求項4-11に係る発明は明確でない。

そして、上記のとおり請求項4の「前記電源ラインと前記GNDラインは、互いに逆回りに電流が流れるように、かつ、相互に隣接する領域を有するように配置され」との記載の意味を特定することができないため、請求項4、及び請求項4を引用する請求項5-11について有意義な調査を行うことができない。

したがって、請求項4-11に係る発明については、請求項4の上記記載が「前記電源ラインと前記GNDラインは、相互に隣接する領域を有するように配置され」を意味すると解して調査を行った。