

(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7月19日(19.07.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/131324 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G01R 15/20* (2006.01) *H02M 7/48* (2007.01)  
*H02M 1/00* (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/043409
- (22) 国際出願日: 2017年12月4日(04.12.2017)
- (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 2017-003019 2017年1月12日(12.01.2017) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 平尾 高志(HIRAO Takashi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 難波 明博(NAMBA

Akihiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

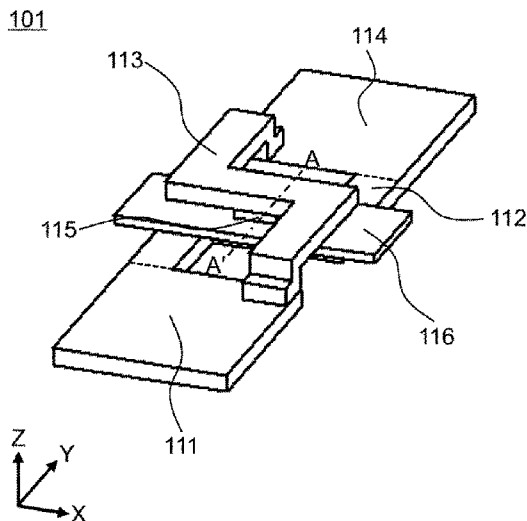
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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, 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,

(54) Title: CURRENT DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 電流検出装置

【図3】



(57) Abstract: The problem addressed by the present invention is to provide a technology for enhancing the accuracy of the high-frequency current detection of a current detection device. A current detection device according to the present invention is characterized in that at least two conductors are provided through which current split from the same conductor flows, the conductors through which the split current flows have parts that oppose each other, current flows in reverse directions through the opposing parts of the conductors, and a magnetic field detection element is provided between the opposing parts of the conductors.

(57) 要約: 本発明の課題は、電流検出装置において、高周波電流の電流検出を高精度化する技術を提供することが課題となる。本発明の電流検出装置は、同一の導体から分流した電流が流れる2つ以上の導体を備え、分流した電流が流れる導体同士が対向する部分を有し、導体同士の対向部では電流が逆向きに流れ、導体同士の対向部の間に磁界検出素子を設けることを特徴とする。

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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

## 明 細 書

**発明の名称：電流検出装置**

### 技術分野

[0001] 本発明は、電流検出装置に関し、特に車両駆動用モータに交流電流を供給する電力変換装置に用いられる電流検出装置に関する。

### 背景技術

[0002] 電力変換装置等の導体に流れる電流を検出する電流検出装置には、小型化や電流検出精度向上が求められている。

[0003] 特許文献1には、並列配置された複数の扁平形状の導体（バスバー）の延在方向を設定することで、電流検出の高精度化を可能とする技術が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-175474号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 上記のような電流検出装置について、本発明者らが電流検出のさらなる高精度化を検討したところ、以下に説明するような課題が見出された。

[0006] 特許文献1では、電力変換装置等の扁平形状の導体に交流電流が流れる場合、交流電流の周波数が高くなると、表皮効果のために、導体の中央部の電流密度が減少し、端部の電流密度が増大する。この結果、交流電流の流れによって生じる磁界に基づいて、交流電流の電流量を検出する場合、電流量の検出精度が低下する恐れがある。

[0007] したがって、電流検出装置において、高周波電流の電流検出を高精度化する技術を提供することが課題となる。

#### 課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明の電流検出装置は、同一の導体から分

流した電流が流れる２つ以上の導体を備え、分流した電流が流れる導体同士が対向する部分を有し、導体同士の対向部では電流が逆向きに流れ、導体同士の対向部の間に磁界検出素子を設けることを特徴とする。

### 発明の効果

[0009] 本発明によれば、電流検出が高精度な電流検出装置を実現できる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]ハイブリッド方式の自動車のシステム構成図を示したものである。

[図2]電力変換装置２５１の回路構成図である。

[図3]実施例１に係る電流検出装置１０１ないし１０３の外観斜視図である。

[図4]実施例１に係る電流検出装置１０１の分解斜視図である。

[図5]磁界検出素子１１５で検出される磁界について説明するための図３におけるＡ－Ａ’部の断面図である。

[図6]対向する導体がない場合の導体内の高周波電流密度分布の計算結果を示す図である。

[図7]対向する導体がある場合の導体１１２と導体１１３の高周波電流密度分布の計算結果を示したものである。

[図8]実施例２に係る電流検出装置１０１ないし１０３の外観斜視図である。

[図9]図９は、電流検出装置１０１ないし１０３の分解斜視図をそれぞれ示したものである。

[図10]実施例３に係る電流検出装置４０１の外観斜視図である。

[図11]実施例３に係る電流検出装置４０１の分解斜視図である。

[図12]図１０におけるＢ－Ｂ’部の断面構造を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 本発明による電流検出装置においては、同一の導体から分流した電流が流れる２つ以上の導体を備え、分流した電流が流れる導体同士が対向する部分を有し、導体同士の対向部では電流が逆向きに流れ、導体同士の対向部の間に磁界検出素子を設ける。

[0012] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら以下詳細に説明す

る。

[0013] 本実施形態に係る電流検出装置は、各種の電力変換装置の導体を流れる電流の検出に適用可能であるが、代表例としてハイブリッド自動車に適用した場合について説明する。

[0014] 図1は、ハイブリッド方式の自動車のシステム構成図を示したものである。内燃機関E G NおよびモータジェネレータM Gは自動車の走行用トルクを発生する動力源である。また、モータジェネレータM Gは回転トルクを発生するだけでなく、モータジェネレータM Gに加えられる機械エネルギー(回転力)を電力に変換する機能を有する。モータジェネレータM Gは、例えば同期電動/発電機あるいは誘導電動/発電機であり、自動車の運転方法により電動機としても発電機としても動作する。

[0015] 内燃機関E G Nの出力側は動力分配機構T S Mを介してモータジェネレータM Gに伝達され、動力分配機構T S Mからの回転トルクあるいはモータジェネレータM Gが発生する回転トルクは、トランスミッションT MおよびデファレンシャルギアD E Fを介して車輪W Hに伝達される。

[0016] 一方、回生制動の運転時には、車輪W Hから回転トルクがモータジェネレータM Gに伝達され、伝達された回転トルクに基づいてモータジェネレータM Gは交流電力を発生する。発生した交流電力は電力変換装置2 5 1により直流電力に変換され、高電圧用のバッテリー2 5 2を充電し、充電された電力は再び走行エネルギーとして使用される。

[0017] 電力変換装置2 5 1は、インバータ回路2 1 0と、平滑コンデンサ2 5 5と、を備える。インバータ回路2 1 0は平滑コンデンサ2 5 5を介してバッテリー2 5 2と電氣的に接続されており、バッテリー2 5 2とインバータ回路2 1 0との相互において電力の授受が行われる。平滑コンデンサ2 5 5は、インバータ回路2 1 0に供給される直流電力を平滑化する。直流コネクタ2 6 2は、電力変換装置2 5 1に設けられ、かつバッテリー2 5 2と平滑コンデンサ2 5 5を電氣的に接続する。交流コネクタ2 6 3は、電力変換装置2 5 1に設けられ、かつインバータ回路2 1 0とモータジェネレータM Gを電氣的

に接続する。

[0018] 電力変換装置 251 のマイコン回路 203 は、通信用のコネクタ 261 を介して上位の制御装置から指令を受けたり、上位の制御装置に状態を表すデータを送信したりする。マイコン回路 203 は、入力される指令に基づいて、モータジェネレータ MG の制御量を演算し、演算結果に基づいて制御信号を発生してゲート駆動回路 204 へ制御信号を供給する。この制御信号に基づいてゲート駆動回路 204 がインバータ回路 210 を制御するための駆動信号を発生する。

[0019] モータジェネレータ MG を電動機として動作させる場合には、インバータ回路 210 はバッテリー 252 から供給された直流電力に基づき交流電力を発生し、モータジェネレータ MG に供給する。モータジェネレータ MG とインバータ回路 210 からなる構成は電動/発電ユニットとして動作する。

[0020] 図 2 は、電力変換装置 251 の回路構成図である。以下の説明ではパワー半導体素子として IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を使用した例で説明する。

[0021] 電力変換装置 251 は、IGBT 201 及びダイオード 202 を備えてなる上アームおよび下アームを、交流電力の U 相、V 相、W 相からなる 3 相に対応して備えている。これらの 3 相の上下アームはインバータ回路 210 を構成する。

[0022] 上アームの IGBT 201 のコレクタ電極は平滑コンデンサ 255 の正極側のコンデンサ端子に、下アームの IGBT 101 のエミッタ電極は平滑コンデンサ 255 の負極側のコンデンサ端子にそれぞれ電氣的に接続されている。

[0023] IGBT 201 はコレクタ電極、エミッタ電極、ゲート電極を備えている。また、ダイオード 202 がコレクタ電極とエミッタ電極との間に電氣的に接続されている。なお、パワー半導体素子として、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) を用いてもよく、この場合、ダイオード 202 は不要である。パワー半導体素子の母体となる材料は、シ

リコンが広く用いられているが、SiCやGaNでもよい。

[0024] ゲート駆動回路204は、IGBT201のエミッタ電極と、ゲート電極との間に設けられ、IGBT201をオンオフ制御する。マイコン回路203は、ゲート駆動回路204へ制御信号を供給する。

[0025] 電流検出装置101ないし103は、U相、V相、W相それぞれの交流配線の電流量を検出し、マイコン回路203にフィードバックする。

[0026] 上述のように、マイコン回路203は電流検出装置101、102、103からのフィードバック信号を受け、インバータ回路210の上アームあるいは下アームを構成するIGBT201を制御する制御信号を発生し、ゲート駆動回路204に供給する。

[0027] ゲート駆動回路204は制御信号に基づき各相の上アームあるいは下アームを構成するIGBT201を駆動するための駆動信号を各相のIGBT201に供給する。IGBT201はゲート駆動回路204からの駆動信号に基づき、オンあるいはオフ動作を行い、バッテリー252から供給された直流電力を三相交流電力に変換し、この変換された電力はモータジェネレータMGに供給される。

## 実施例 1

[0028] 図3は、実施例1に係る電流検出装置101の外観斜視図である。図4は、実施例1に係る電流検出装置101の分解斜視図である。電流検出装置102及び103も、図3及び図4で示される電流検出装置101と同様の構成である。

[0029] 導体111には導体112と導体113が接続される。さらに、導体112と導体113は導体114に接続される。配線基板116は、磁界検出素子115の電源線と信号線が配線されている。

[0030] 磁界検出素子115及び配線基板116は、導体112と導体113が互いに対向するように配置される間の空間に設けられる。

[0031] 導体111を流れる電流は、導体112と導体113に分流され、導体114で再び合流する。なお、説明の便宜上、導体111ないし114はそれ

ぞれ別の番号を付しているが、例えば、導体 1 1 1 と導体 1 1 2 と導体 1 1 4 を一体の導体としてもよい。導体同士の接合は、はんだ接合や溶接、ネジ止めを用いることができる。

[0032] また、組立性を向上するために、導体 1 1 3、磁界検出素子 1 1 5、配線基板 1 1 6 をモジュール化してもよい。例えば、磁界検出素子 1 1 5 と導体 1 1 3 を封止する封止材を設け、導体 1 1 3 の一部が封止材から突出されかつこの突出した部分において導体 1 1 1 と接続される

図 5 は、磁界検出素子 1 1 5 で検出される磁界について説明するための図 3 における A - A' 部の断面図である。

[0033] 導体 1 1 2 は手前から奥に向かって電流が流れ、導体 1 1 3 は奥から手前に向かって電流が流れる。導体 1 1 2 を流れる電流は、時計回りの方向の磁界 1 5 1 を発生させる。導体 1 1 3 を流れる電流は、反時計回りの方向の磁界 1 5 2 を発生させる。

[0034] その結果、磁界検出素子 1 1 5 では磁界 1 5 1 と磁界 1 5 2 の合計値が左から右の方向（-Y 方向）に検出される。導体 1 1 2 と導体 1 1 3 を流れる電流は、導体 1 1 1 から分流した電流なので、磁界 1 5 1 と磁界 1 5 2 の合計値は、導体 1 1 1 を流れる電流量に比例する。よって、磁界検出素子 1 1 5 によって導体 1 1 1 を流れる電流量を検出することが可能となる。

[0035] 続いて、導体を流れる高周波電流の表皮効果の抑制について、計算結果を用いて説明する。

[0036] 図 6 は、対向する導体がない場合の導体 1 1 2 の高周波電流密度分布の計算結果を示したものである。導体 1 1 2 を流れる電流密度分布は、表皮効果のために、中央部の電流密度が減少し、端部の電流密度が増大している。その結果、磁界検出素子 1 1 5 が検出する磁界が減少する。

[0037] 図 7 は、対向する導体がある場合の導体 1 1 2 と導体 1 1 3 の高周波電流密度分布の計算結果を示したものである。導体 1 1 2 と導体 1 1 3 の電流はそれぞれ反対方向に流れるため、導体 1 1 2 と導体 1 1 3 の電流密度分布において表皮効果の影響は抑制されている。その結果、磁界検出素子 1 1 5 が

検出する磁界の減少を抑制し、電流検出の高精度化が可能となる。

[0038] このように、本実施例によれば、高周波電流の電流検出を高精度化できる。

## 実施例 2

[0039] 図 8 は、実施例 2 に係る電流検出装置 101 ないし 103 の外観斜視図である。図 9 は、電流検出装置 101 ないし 103 の分解斜視図をそれぞれ示したものである。

[0040] 本実施例においては、実施例 1 で説明した電流検出装置 101 と同様の電流検出装置 102 及び電流検出装置 103 を並列に配置することで、複数の配線における電流を検出することが可能となる。

[0041] 例えば、図 2 に示した電力変換装置 251 において、U 相、V 相、W 相それぞれの交流配線の電流を検出できる。さらに、磁界検出素子 115 と磁界検出素子 125 と磁界検出素子 135 の検出する磁界が他相電流のつくる磁界に対して平行になるため、磁界検出素子 115 と磁界検出素子 125 と磁界検出素子 135 の検出値は他相電流の影響を受けにくくなる。

[0042] 本実施例によれば、本発明の実施例 1 と同様の効果に加えて、他相の電流の影響を抑制することで、電流検出のさらなる高精度化が可能となる。

## 実施例 3

[0043] 図 10 は、実施例 3 に係る電流検出装置 401 の外観斜視図である。図 11 は、実施例 3 に係る電流検出装置 401 の分解斜視図である。

[0044] 導体 111 には導体 112 と導体 113 と導体 142 と導体 143 が接続されている。さらに、導体 112 と導体 113 と導体 142 と導体 143 は、導体 114 に接続される。

[0045] 導体 112 と導体 113 が互いに対向するように配置される間の空間に磁界検出素子 115 が設けられる。さらに導体 142 と導体 143 が互いに対向するように配置される間の空間に磁界検出素子 145 が設けられる。また、導体 112 と導体 113 が互いに対向するように配置される間と導体 142 と導体 143 が互いに対向するように配置される間を貫通するように、磁

界検出素子 1 1 5 と磁界検出素子 1 4 5 の電源線と信号線が配線されている配線基板 1 1 6 が設けられる。

[0046] 導体 1 1 1 を流れる電流は、導体 1 1 2 と導体 1 1 3 と導体 1 4 2 と導体 1 4 3 に分流され、導体 1 1 4 で再び合流する。図 1 0 における A - A' 部の断面図は図 5 と同様である。

[0047] 図 1 2 は、図 3 における B - B' 部の断面図を示したものである。磁界検出素子 1 4 5 では磁界 1 6 1 と磁界 1 6 2 の合計値が右から左の方向（+Y 方向）に検出される。よって、磁界検出素子 1 1 5 の -Y 方向の磁界検出値と、磁界検出素子 1 4 5 の +Y 方向の磁界検出値との合計値は、導体 1 1 1 を流れる電流値に比例する。よって、磁界検出素子 1 1 5、1 4 5 によって導体 1 1 1 を流れる電流量を検出することが可能となる。さらに、磁界検出素子 1 1 5 と 1 4 5 とはそれぞれ反対方向の磁界を検出するため、一方向（-Y 方向または +Y 方向）の外乱磁界は、磁界検出素子 1 1 5 と 1 4 5 の磁界検出値を合計することで相殺される。その結果、外乱を抑制することが可能となる。

[0048] 本実施例によれば、本発明の実施例 1 と同様の効果に加えて、磁界の外乱を抑制することで、電流検出のさらなる高精度化が可能となる。

[0049] 以上説明したように、本発明は、電流検出装置に関し、特に、ハイブリッド自動車や電気自動車に用いるインバータシステムに適用可能である。また、鉄道車両の駆動システムや一般産業のモータドライブにも使用可能である。

[0050] なお、本発明の技術的範囲は上記の各実施例に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で、種々の変形例が可能であることはいうまでもない。

## 符号の説明

[0051] 1 0 1 …電流検出装置、1 0 2 …電流検出装置、1 0 3 …電流検出装置、1 1 1 …導体、1 1 2 …導体、1 1 3 …導体、1 1 4 …導体、1 1 5 …磁界検出素子、配線基板 1 1 6、1 2 1 …導体、1 2 2 …導体、1 2 3 …導体、1

24…導体、131…導体、132…導体、133…導体、134…導体、  
142…導体、143…導体、125…磁界検出素子、135…磁界検出素子、  
145…磁界検出素子、151…磁界、152…磁界、161…磁界、  
162…磁界、201…ＩＧＢＴ、202…ダイオード、203…マイコン回路、  
204…ゲート駆動回路、210…インバータ回路、251…電力変換装置、  
252…バッテリー、255…平滑コンデンサ、261…コネクタ、  
262…直流コネクタ、263…交流コネクタ、DEF…デファレンシャルギア、  
EGN…内燃機関、MG…モータジェネレータ、TSM…動力分配機構、  
WH…車輪

## 請求の範囲

### [請求項1]

第1導体と、  
前記第1導体に接続される第2導体と、  
前記第1導体に接続される第3導体と、  
第1磁界検出素子と、を備え、  
前記第1導体に流れる電流が、前記第2導体と前記第3導体に分流され、  
前記第3導体は、前記第2導体と対向する対向部を有し、  
前記第3導体は、前記対向部が前記第2導体に流れる電流と前記第3導体に流れる電流が逆向きになるように形成され、  
前記第1磁界検出素子は、前記第3導体の対向部と前記第2導体の間の空間に配置される電流検出装置。

### [請求項2]

請求項1に記載の電流検出装置において、  
前記第1磁界検出素子と前記第3導体を封止する封止材を備え、  
前記第3導体の一部は、前記封止材から突出されかつ当該突出した部分において第1導体と接続される電流検出装置。

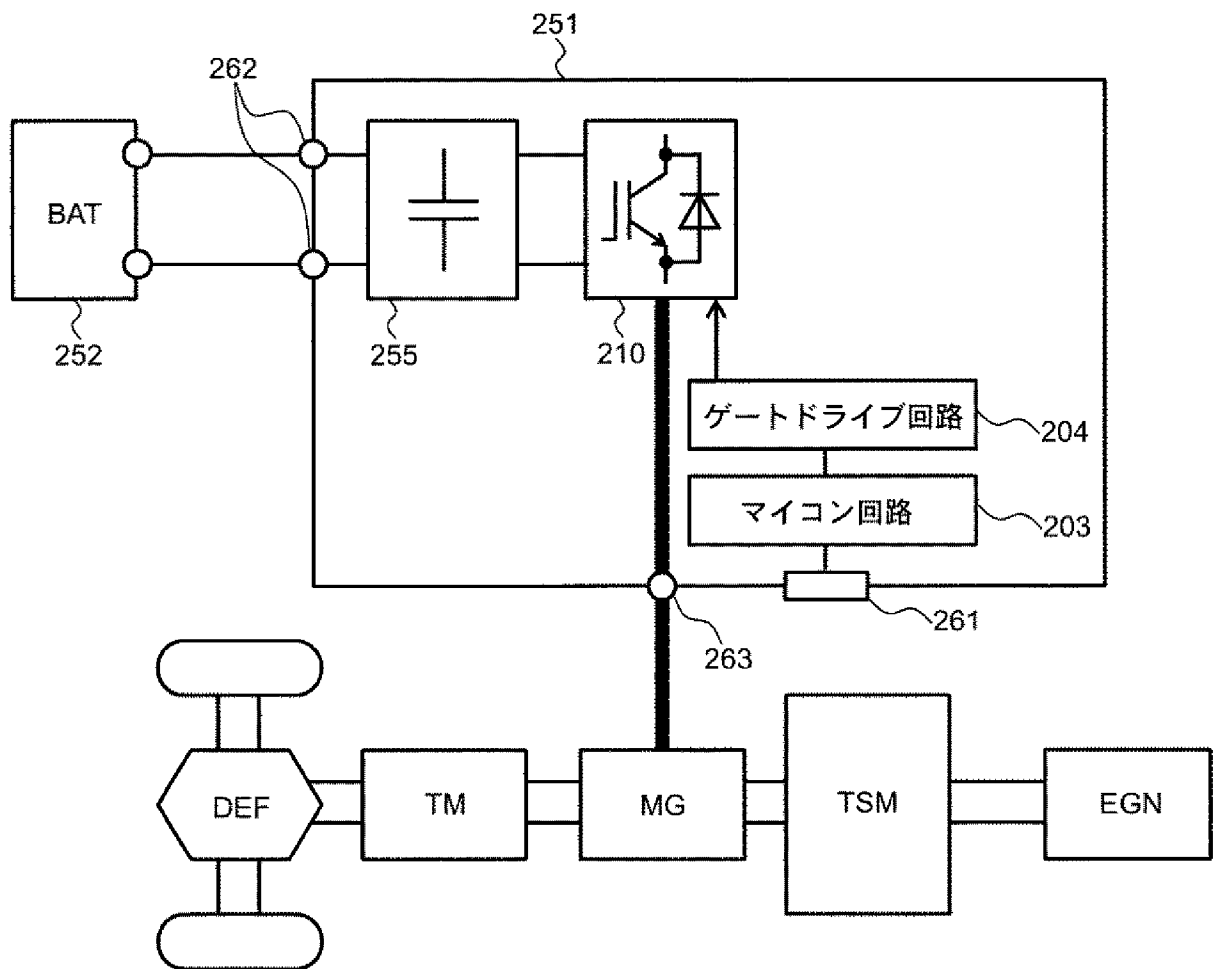
### [請求項3]

請求項1に記載の電流検出装置において、  
前記第1導体に接続される第4導体と、前記第1導体に接続される第5導体と、第2磁界検出素子と、を備え、  
前記第1導体に流れる電流が、前記第4導体と前記第5導体に分流され、  
前記第4導体は、前記第5導体と対向する対向部を有し、  
前記第5導体は、前記対向部が前記第4導体に流れる電流と前記第5導体に流れる電流が逆向きになるように形成され、  
前記第2磁界検出素子は、前記第5導体の対向部と前記第4導体の間の空間に配置され、  
前記第1磁界検出素子と、前記第2磁界検出素子の磁界検出面が互いに対向する電流検出装置。

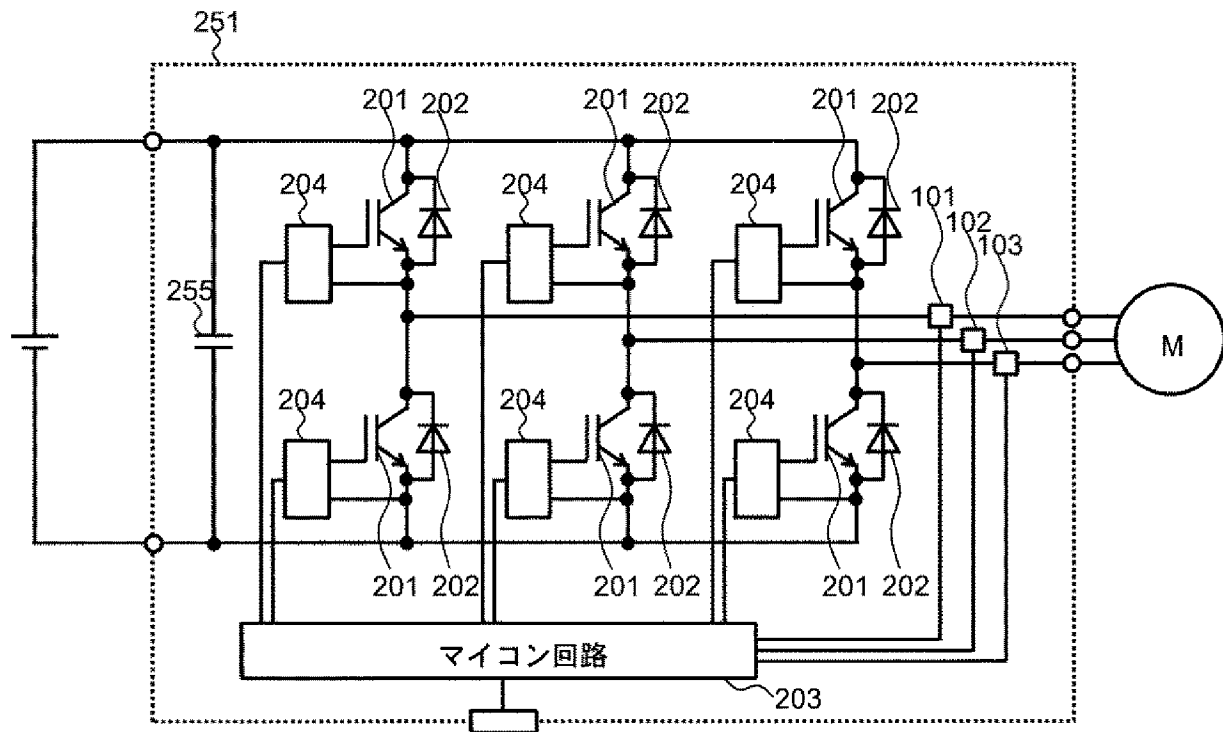
- [請求項4]           パワー半導体素子によって電力を変換する電力変換装置において、  
請求項 1 乃至 3 に記載のいずれかの電流検出装置を電流量の検出に  
用いられる電力変換装置。
- [請求項5]           請求項 4 に記載の電力変換装置において、  
前記電流検出装置は他相の電流検出装置に対して、前記第 1 導体を  
流れる電流が概平行となるように配置される電力変換装置。

[図1]

【図 1】

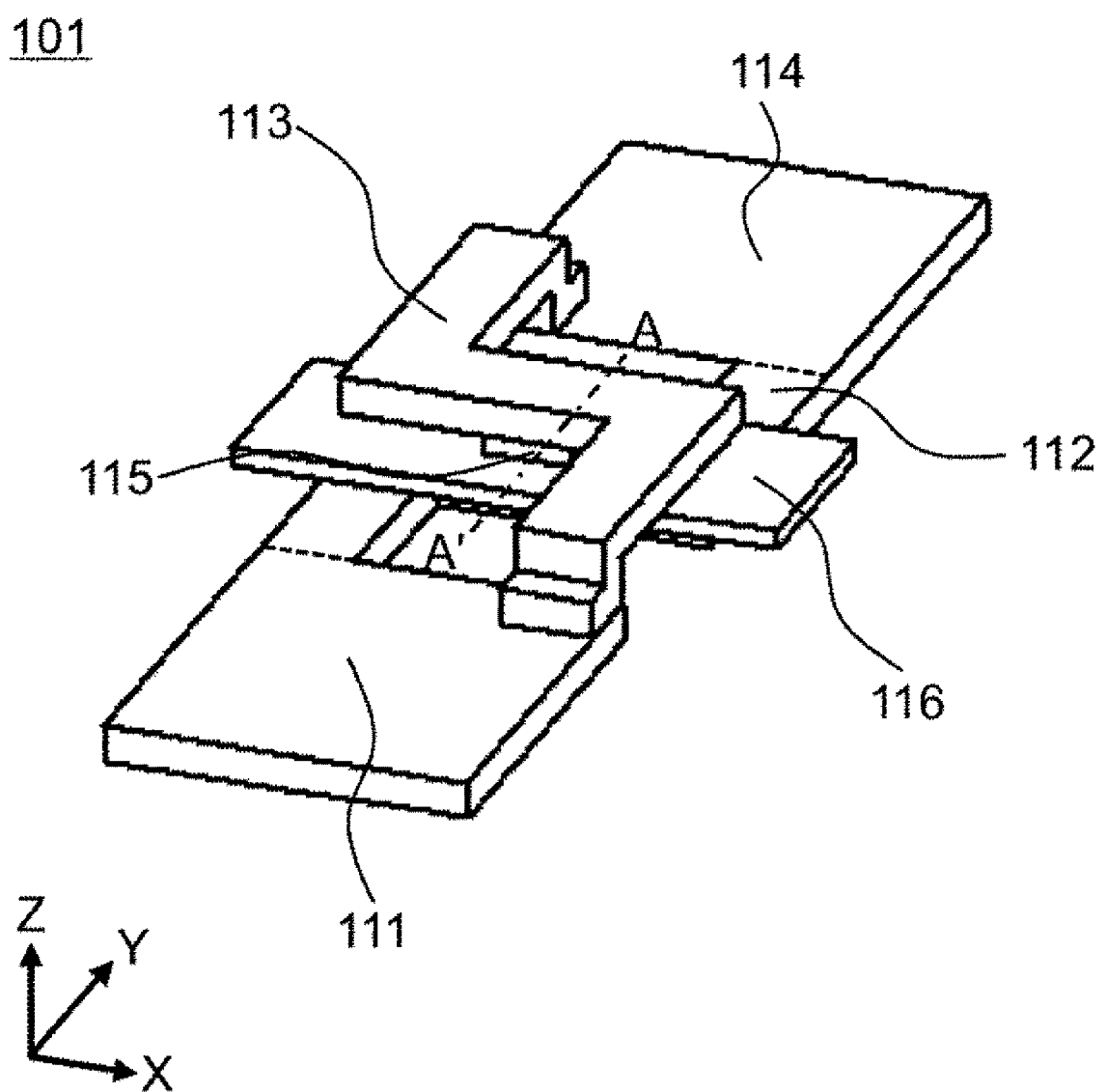


【図 2】



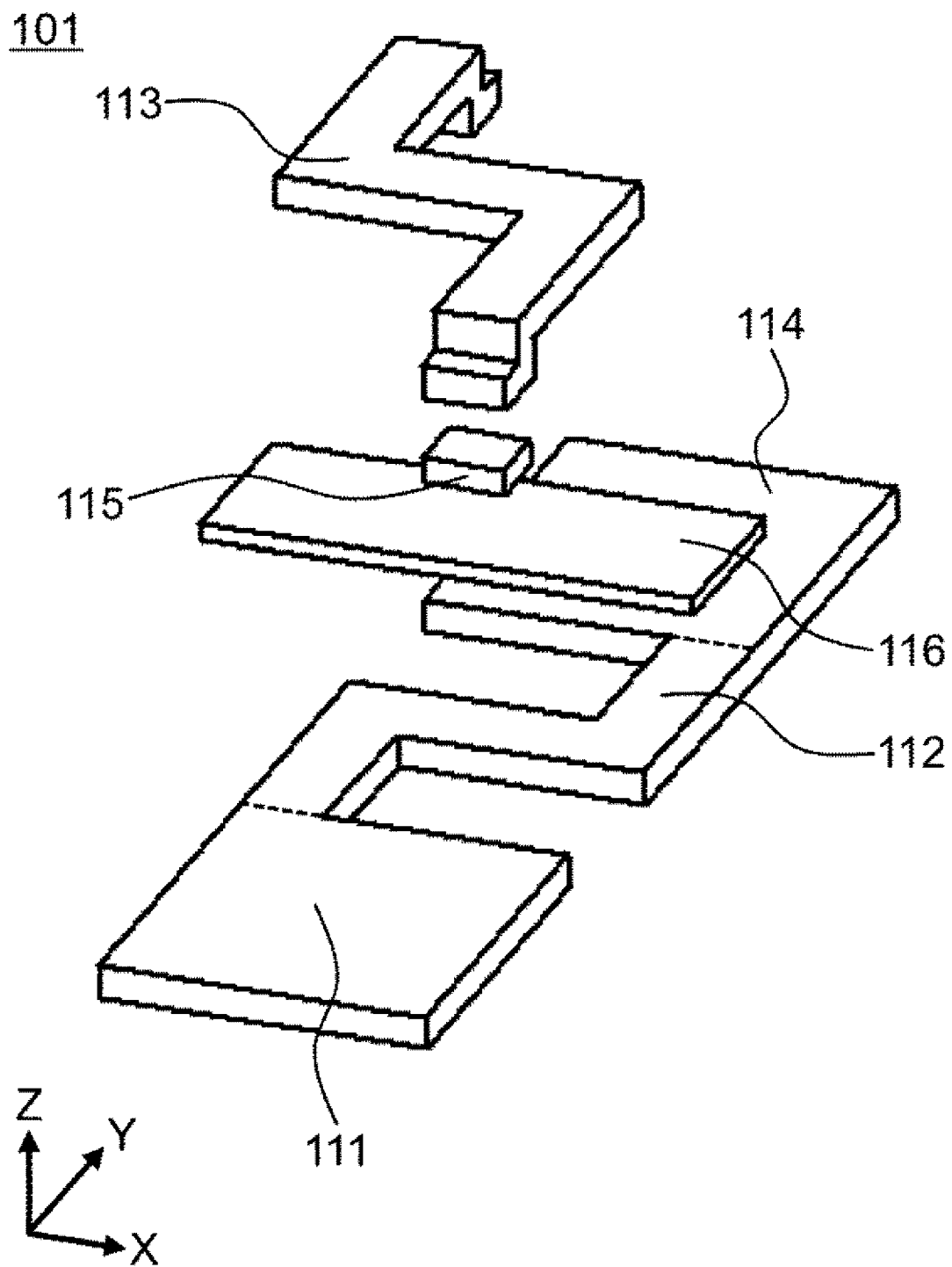
[図3]

【図 3】



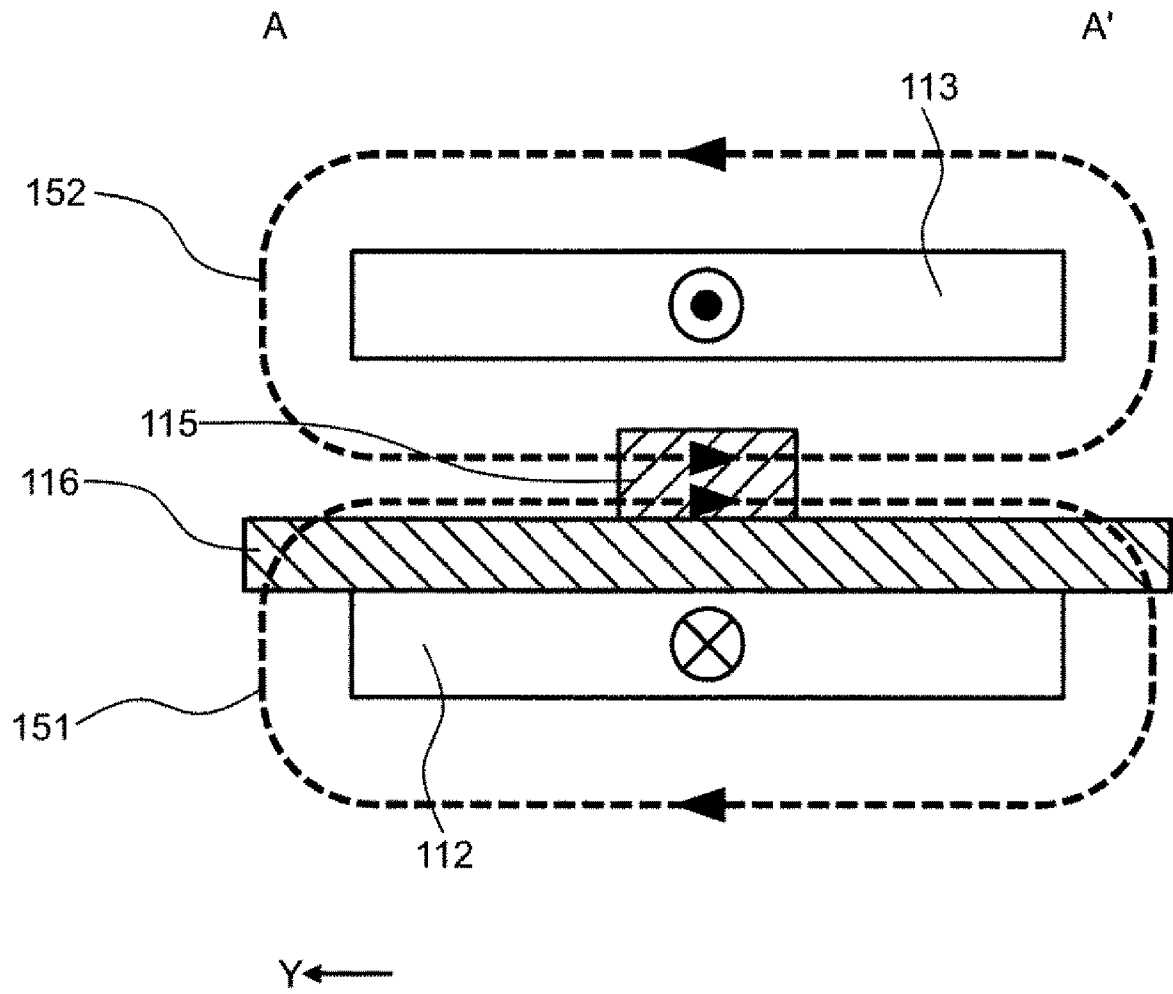
[図4]

【図 4】



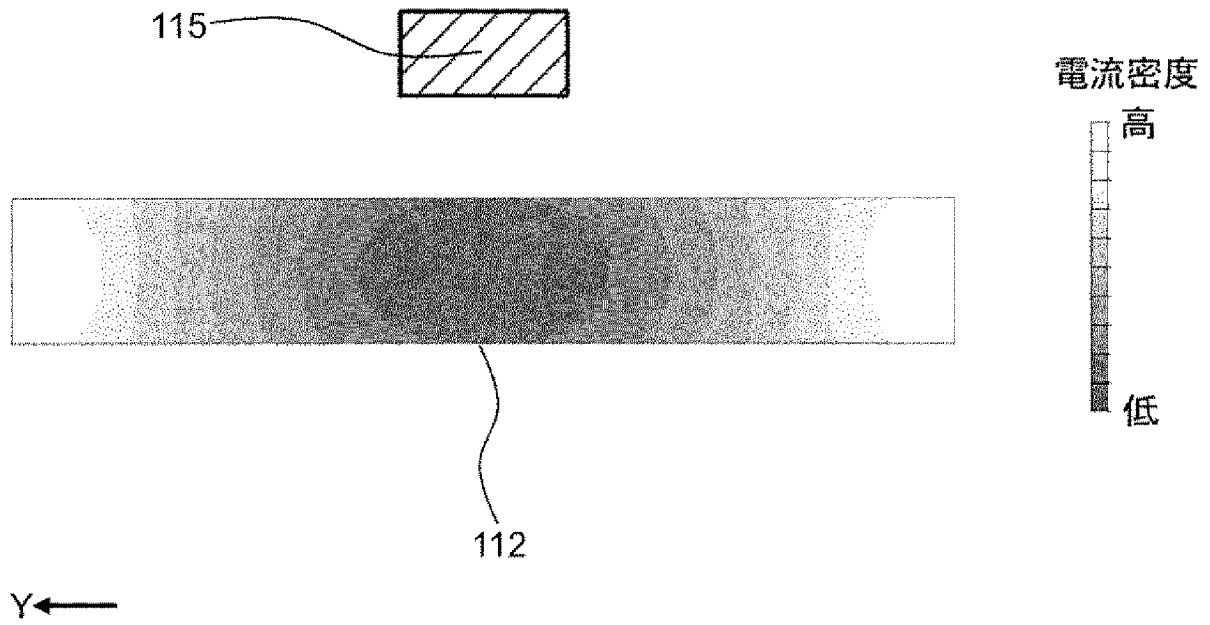
[図5]

【図 5】



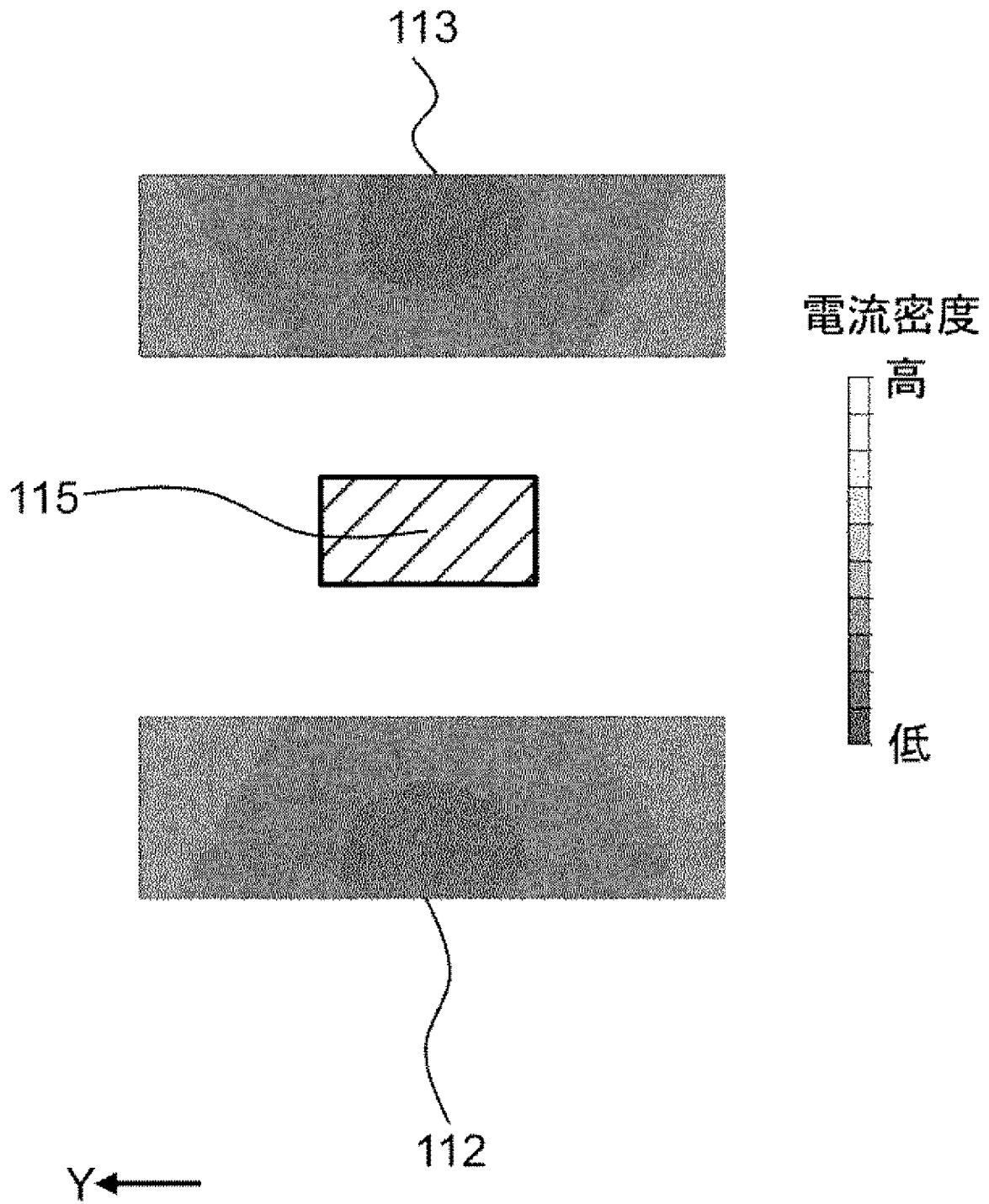
[図6]

【図 6】



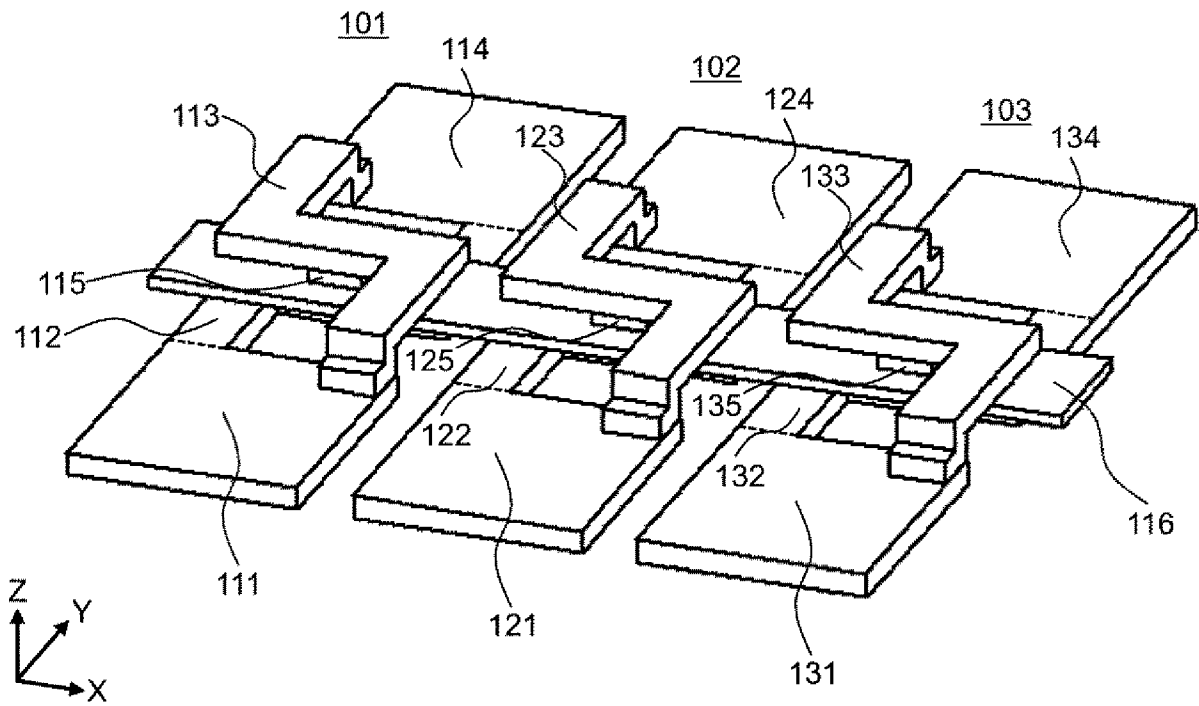
[図7]

【図 7】



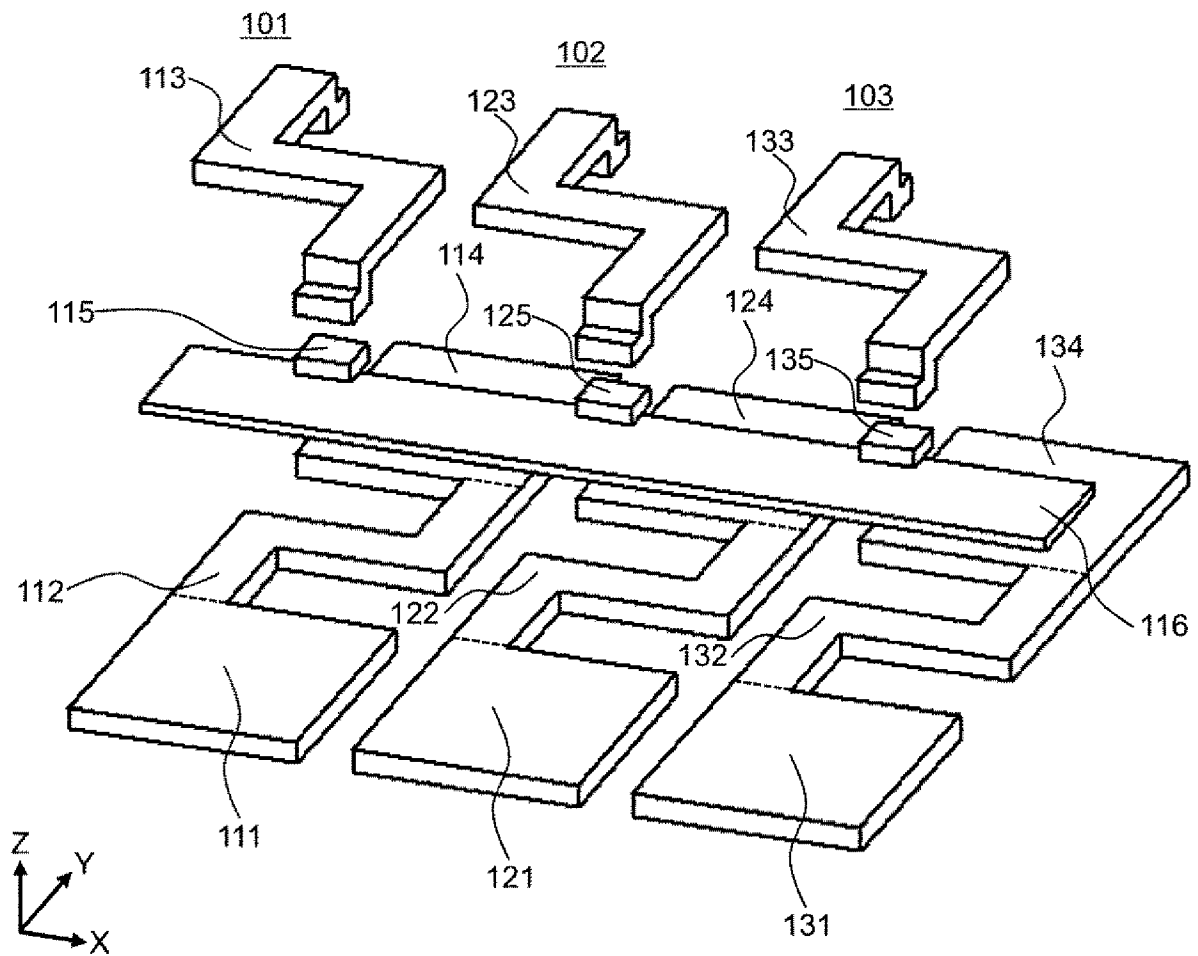
[図8]

【図 8】



[図9]

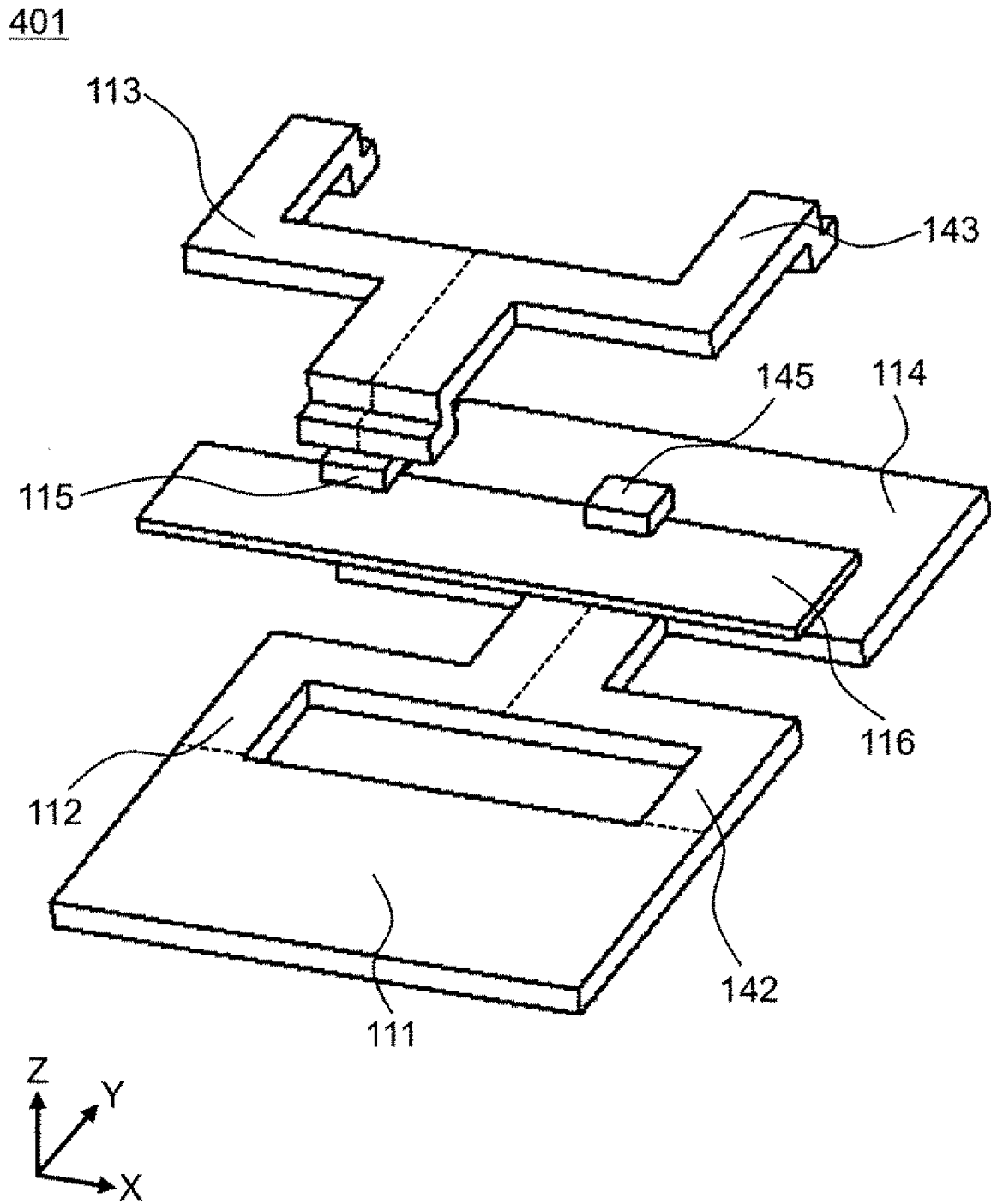
【図 9】





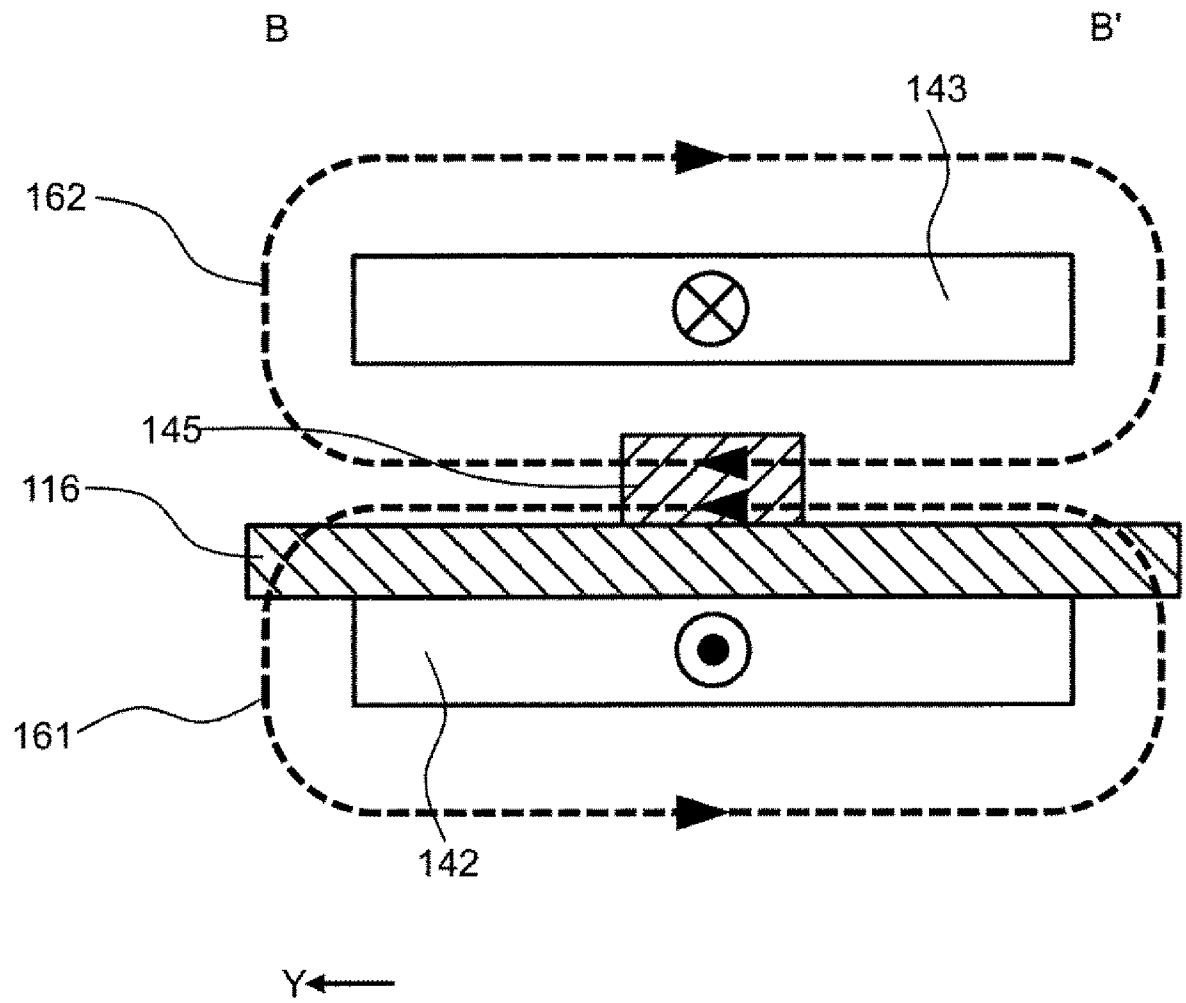
[図11]

【図 1 1】



[図12]

【図 1 2】



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/043409

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01R15/20 (2006.01) i, H02M1/00 (2007.01) i, H02M7/48 (2007.01) 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)

Int.Cl. G01R15/20, H02M1/00, H02M7/48

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 | 1971-2018 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2018 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2018 |

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. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2014/132785 A1 (MURATA MFG. CO., LTD.) 04 September 2014, entire text, all drawings & US 2015/0355241 A1 & EP 2963428 A1 | 1-5                   |
| A         | JP 2015-132534 A (TOKAI RIKA CO., LTD.) 23 July 2015, entire text, all drawings (Family: none)                              | 1-5                   |
| A         | WO 2014/192625 A1 (MURATA MFG. CO., LTD.) 04 December 2014, entire text, all drawings (Family: none)                        | 1-5                   |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> | <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Date of the actual completion of the international search  
26 February 2018 (26.02.2018)

Date of mailing of the international search report  
06 March 2018 (06.02.2018)

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/JP2017/043409

## 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 2009-271044 A (KOHSHIN ELECTRIC CORPORATION) 19 November 2009, entire text, all drawings (Family: none)                        | 1-5                   |
| A         | JP 2010-48809 A (ROBERT SEUFFER GMBH & CO., KG) 04 March 2010, entire text, all drawings & US 2010/0045286 A1 & DE 102008039568 A | 1-5                   |
| A         | WO 02/066997 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 29 August 2002, entire text, all drawings & DE 10107812 A                                     | 1-5                   |
| A         | WO 2015/075623 A1 (DANFOSS SILICON POWER GMBH) 28 May 2015, entire text, all drawings & DE 102013112760 A1                        | 1-5                   |
| A         | JP 2008-39734 A (KOHSHIN ELECTRIC CORPORATION) 21 February 2008, entire text, all drawings (Family: none)                         | 1-5                   |
| A         | US 2016/0033557 A1 (HYUNDAI MOBIS CO., LTD.) 04 February 2016, entire text, all drawings & KR 10-2016-0016191 A                   | 1-5                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01R15/20(2006.01)i, H02M1/00(2007.01)i, H02M7/48(2007.01)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. G01R15/20, H02M1/00, H02M7/48

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 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | WO 2014/132785 A1（株式会社村田製作所）2014.09.04, 全文, 全図<br>& US 2015/0355241 A1 & EP 2963428 A1 | 1-5            |
| A               | JP 2015-132534 A（株式会社東海理化電機製作所）2015.07.23, 全文, 全図（ファミリーなし）                             | 1-5            |
| A               | WO 2014/192625 A1（株式会社村田製作所）2014.12.04, 全文, 全図<br>（ファミリーなし）                            | 1-5            |

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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.02.2018

国際調査報告の発送日

06.03.2018

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）

山崎 仁之

2S

3015

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                              |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2009-271044 A (甲神電機株式会社) 2009.11.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)                                                     | 1-5            |
| A                     | JP 2010-48809 A (ロベルト・ゾイファー・ゲーエムベーハー・ウント・コ・カーゲー) 2010.03.04, 全文, 全図 & US 2010/0045286 A1 & DE 102008039568 A | 1-5            |
| A                     | WO 02/066997 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 2002.08.29, 全文, 全図 & DE 10107812 A                                       | 1-5            |
| A                     | WO 2015/075623 A1 (DANFOSS SILICON POWER GMBH) 2015.05.28, 全文, 全図 & DE 102013112760 A1                       | 1-5            |
| A                     | JP 2008-39734 A (甲神電機株式会社) 2008.02.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)                                                      | 1-5            |
| A                     | US 2016/0033557 A1 (HYUNDAI MOBIS CO., LTD.,) 2016.02.04, 全文, 全図 & KR 10-2016-0016191 A                      | 1-5            |