

(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
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/002184 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)
H01L 23/00 (2006.01) *H02M 7/48* (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/003237
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 26 日(26.06.2015)
- (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 2014-137865 2014 年 7 月 3 日(03.07.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 野村 江介(NOMURA, Kousuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 高島 正樹(TAKASHIMA, Masaki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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))

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置

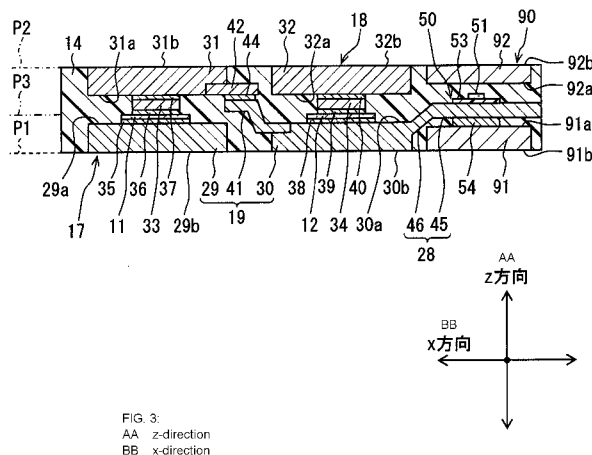


FIG. 3:
AA z-direction
BB x-direction

(57) Abstract: This semiconductor device comprises: a plurality of power elements; a conductive plate; and a current detection part (50) that detects an electric current. The plurality of power elements include a first power element (11) and a second power element (12). The conductive plate has: a first mounting part (29) to which a first end of the first power element is connected; a second mounting part (30) to which a first end of the second power element is connected; a third mounting part (31) to which a second end of the first power element is connected; a fourth mounting part (32) to which a second end of the second power element is connected; first connection parts (41, 42, 44); and an output terminal (28). The first mounting part is connected to a first power supply, and the fourth mounting part is connected to a second power supply. The current detection part is fixed to the output terminal, and a magnetic field generated by flow of the electric current in the output terminal passes through the current detection part.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/002184 A1



半導体装置は、複数のパワー素子と、導電プレートと、電流を検出する電流検出部（５０）と、を有する。複数のパワー素子は、第１パワー素子（１１）と第２パワー素子（１２）を有する。導電プレートは、第１パワー素子の第一端が接続される第１搭載部（２９）と、第２パワー素子の第一端が接続される第２搭載部（３０）と、第１パワー素子の第二端が接続される第３搭載部（３１）と、第２パワー素子の第二端が接続される第４搭載部（３２）と、第１連結部（４１、４２、４４）と、出力端子（２８）と、を有する。第１搭載部が第１電源に接続され、第４搭載部が第２電源に接続される出力端子に電流検出部が固定され、出力端子の電流の流動によって生じる磁界が電流検出部を透過する。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2014年7月3日に提出された日本国特許出願2014-137865号に基づくものであり、ここにその記載内容を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、複数のパワー素子と、複数のパワー素子を電氣的に接続する導電プレートと、複数のパワー素子の電流を検出する電流検出部と、を有する半導体装置に関するものである。

背景技術

[0003] 特許文献1に示されるように、インバータと電流センサを備えるモータ駆動装置が知られている。インバータはU相アーム、V相アーム、W相アームを含んでおり、これら3つのアームがモータジェネレータと接続される。これら3つのアームは電源ラインと接地ラインとの間で並列接続され、同等の構成となっている。

[0004] 本願発明者らは下記を見出した。特許文献1に示されるU相アームは、2つのnpn型トランジスタと、2つのスペーサと、正極電極板と、電極板と、出力電極板と、負極電極板と、導体と、電流センサと、を有する。第1のnpn型トランジスタのエミッタが正極電極板に固設され、コレクタが第1のスペーサを介して電極板に固設されている。第2のnpn型トランジスタのエミッタが出力電極板に固設され、コレクタが第2のスペーサを介して負極電極板に固設されている。そして電極板と出力電極板とが導体を介して電氣的に接続され、この導体の近傍に電流センサが配設されている。

[0005] 上記したU相アームの構成では、第1のnpn型トランジスタがオン状態、第2のnpn型トランジスタがオフ状態の場合、導体を介して第1のnpn型トランジスタから出力電極板へと電流が流れる。これとは異なり、第1

の npn 型トランジスタがオフ状態、第 2 の npn 型トランジスタがオン状態の場合、導体を介さずに出力電極板から第 2 の npn 型トランジスタへと電流が流れる。そのため導体を流れる電流は 2 つの npn 型トランジスタを入出力する電流そのものではない。したがって導体の近傍に電流センサが配設された構成では、導体における電流の流動によって生じた磁界が電流センサを透過することとなり、2 つの npn 型トランジスタ（パワー素子）を入出力する電流そのものを検出することができなかった。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国公開特許公報 2006-140217号

発明の概要

[0007] 本開示は、2つのパワー素子を入出力する電流を検出することが可能な半導体装置を提供することを目的とする。

[0008] 本開示の一態様によれば、インバータを構成する複数のパワー素子と、複数のパワー素子を電氣的に接続する導電プレートと、複数のパワー素子に入力される電流、および、複数のパワー素子から出力される電流の流動によって生じる磁界に基づいて、複数のパワー素子の電流を検出する電流検出部と、を有する半導体装置が提供される。半導体装置は、複数のパワー素子として、少なくとも第1パワー素子と第2パワー素子を有し、導電プレートは、第1パワー素子の一端が接続される第1搭載部と、第2パワー素子の一端が接続される第2搭載部と、第1パワー素子の他端が接続される第3搭載部と、第2パワー素子の他端が接続される第4搭載部と、第2搭載部と第3搭載部とを電氣的に接続することで第1パワー素子と第2パワー素子とを直列接続する第1連結部と、第2搭載部若しくは第3搭載部と電氣的に接続された出力端子と、を有し、第1搭載部が第1電源に接続され、第4搭載部が第2電源に接続されており、出力端子に電流検出部が固定され、出力端子の電流の流動によって生じる磁界が電流検出部を透過する。

[0009] 第1パワー素子と第2パワー素子とが第1連結部を介して直列接続されて

いるため、第1連結部を介して第1パワー素子から出力端子へと電流が流れる。若しくは、第1連結部を介さずに出力端子から第2パワー素子へと電流が流れる。そのため第1連結部を流れる電流は2つのパワー素子を入出力する電流そのものではない。したがって第1連結部に電流検出部が固定されている場合、第1連結部の電流の流動によって生じる磁界が電流検出部を透過することとなり、2つのパワー素子を入出力する電流を検出することができない。本開示の半導体装置によれば、出力端子に電流検出部が固定され、出力端子の電流の流動によって生じる磁界が電流検出部を透過する。これによれば、2つのパワー素子を入出力する電流を電流検出部によって検出することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照した下記の詳細な説明から、より明確になる。添付図面において、
- [図1]図1は、半導体装置の等価回路を示す回路図であり、
- [図2]図2は、パワーカードと電流検出部の概略構成を示す上面図であり、
- [図3]図3は、図2のⅠⅠⅠーⅠⅠⅠ線に沿う断面図であり、
- [図4]図4は、リードフレームにパワー素子と電流センサが実装された状態を示す上面図であり、
- [図5]図5は、第2導電プレートを示す上面図であり、
- [図6]図6は、第2導電プレートがパワー素子に実装された状態を示す上面図であり、
- [図7]図7は、半導体装置の変形例を示す上面図であり、
- [図8]図8は、半導体装置の変形例を示す断面図であり、
- [図9]図9は、半導体装置の変形例を示す上面図であり、
- [図10]図10は、図9のX-X線に沿う断面図であり、
- [図11]図11は、図9のXⅠ-XⅠ線に沿う断面図である。

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本開示の実施形態を図に基づいて説明する。

[0012] 図1～図6に基づいて、本実施形態に係る半導体装置を説明する。図1では半導体装置100の他に3相モータ200と制御装置300を図示している。図3では後述するアーム部41～43の接続を明示するために、その領域にハッチングを入れている。以下においては互いに直交の関係にある3方向を、x方向、y方向、z方向と示す。

[0013] 図1～図3に示すように半導体装置100は、インバータを構成するパワーカード10と、パワーカード10の電流を検出する電流検出部50と、を有する。図1に示すように半導体装置100は3つのパワーカード10を有し、これら3つのパワーカード10によってインバータが構成されている。このインバータを構成する3つのパワーカード10と3相モータ200とが電氣的に接続されており、パワーカード10は制御装置300によって駆動が制御される。半導体装置100は上記した3つのパワーカード10それぞれに対応する電流検出部50を有しており、電流検出部50はパワーカード10と3相モータ200との間で流れる電流を検出する。

[0014] 上記した3つのパワーカード10は同等の構成となっている。したがって図1では3つのパワーカード10の内の1つの等価回路のみを図示している。3つのパワーカード10それぞれは、パワー素子11、12と、パワー素子11、12を電氣的および機械的に接続する導電プレート13と、パワー素子11、12と導電プレート13とを被覆保護する被覆部14と、を有する。図1に示すように第1パワー素子11と第2パワー素子12とが直列接続され、その中点が3相モータ200に電氣的に接続されている。本実施形態に係るパワー素子11、12はIGBTであり、第1パワー素子11のコレクタ電極が電源に接続され、第1パワー素子11のエミッタ電極が第2パワー素子12のコレクタ電極に接続されている。そして第2パワー素子12のエミッタ電極がグランドに接続されている。これによってパワー素子11、12が電源からグランドに向かって順に直列接続されている。電源が第1電源に相当し、グランドが第2電源に相当する。例えば第1パワー素子11が駆動状態であり、第2パワー素子12が非駆動状態の場合、図1に実線矢

印で示すように第1パワー素子11から3相モータ200へと電流が流れる。これとは異なり、第1パワー素子11が非駆動状態であり、第2パワー素子12が駆動状態の場合、図1に破線矢印で示すように3相モータ200から第2パワー素子12へと電流が流れる。このようにパワー素子11, 12の駆動状態の変動に応じてパワー素子11, 12から3相モータ200へ電流が流れ出たり、3相モータ200からパワー素子11, 12へ電流が流れ込んだりする。なお図1に示すようにパワー素子11, 12それぞれに対してダイオード15, 16が逆並列接続されているが、これはパワー素子11, 12の寄生ダイオードである。以下においては1つのパワーカード10とこれに対応する1つの電流検出部50を図2～図6に基づいて詳説する。

[0015] 導電プレート13は下プレート17と上プレート18を有する。下プレート17はパワー素子11, 12および電流検出部50を搭載する搭載部19、および、被覆部14から外部に露出され、上記した3相モータ200や制御装置300と電氣的に接続される端子部20を有する。下プレート17は図4および図6に示すリードフレーム21から搭載部19と端子部20を連結する連結部22が除去されることで成るが、それは以下に示す工程を経ることで成される。先ず、図4に示すように後述するブロック33, 34とともにパワー素子11, 12と電流検出部50それぞれをリードフレーム21に固定し、ワイヤ23を介して後述する第1端子24と電氣的に接続する。その後、図6に示すように上プレート18をブロック33, 34に固定する。そして図3に示すようにブロック33, 34、パワー素子11, 12、電流検出部50が搭載されたリードフレーム21、および、後述するシールド90を被覆部14によって被覆して一体的に連結する。その後に連結部22を除去して搭載部19と端子部20とを切り離す。以上の工程を経ることで図2および図3に示す下プレート17が形成されるとともにパワーカード10が製造される。搭載部19と上プレート18の詳細な構造については後述する。

[0016] 端子部20は、制御装置300と電氣的に接続される複数の第1端子24

と、第1端子24よりも面積が大きく抵抗の小さい複数の第2端子25と、を有する。図2に示すように第1端子24におけるパワー素子11, 12側の端部にワイヤ23が接続されて被覆部14によって被覆されるとともに、その反対側の端部が被覆部14から外部に露出されている。この第1端子24における外部に露出された端部が制御装置300と電氣的に接続される。

[0017] 第2端子25は電源に接続される電源端子26と、グラウンドに接続される接地端子27と、3相モータ200に接続される出力端子28と、を有する。図4に示すように電源端子26は後述する第1搭載部29と一体的に連結され、図6に示すように接地端子27は後述する第4搭載部32と導電部材（図示略）を介して電氣的に接続されている。本実施形態に係る接地端子27はグラウンドと電氣的に接続される外部端子27aと、外部端子27aから電流検出部50に向かって延びたL字形状の延設部27bと、を有する。図2に示すように延設部27bと後述するシールド90とがワイヤ93を介して電氣的に接続され、シールド90がグラウンドに接続されている。なお図4に示すように出力端子28は後述する第2搭載部30と一体的に連結されているが、その詳細については後述する。

[0018] 電流検出部50は、パワーカード10（パワー素子11, 12）に入力される電流、および、パワーカード10から出力される電流の流動によって生じる磁界に基づいて、パワーカード10を入出力する電流（出力端子28の電流）を検出するものである。電流検出部50は、磁界を電気信号に変換する磁電変換部51と、磁電変換部51から出力される電気信号に基づいてパワーカード10の電流を算出する算出部52と、を有する。本実施形態では磁電変換部51と算出部52とが配線基板53に実装され、この配線基板53を介して互いに電氣的に接続されている。図3に示すように出力端子28に電流検出部50が固定され、出力端子28の電流の流動によって生じる磁界が電流検出部50を透過するようになっている。図示しないが、本実施形態に係る磁電変換部51は複数の磁気抵抗効果素子によってブリッジ回路が組み立て成る。磁気抵抗効果素子としては巨大磁気抵抗効果素子やトンネル

磁気抵抗効果素子を採用することができ、 z 方向に対して直交する方向に沿う磁界（後述する $x-y$ 平面に沿う磁界）を検出し、 z 方向に沿う磁界を検出しない性質を有する。本実施形態に係る電流検出部50は上記した磁気抵抗効果素子の初期値を定めるためのバイアス磁界を印加するバイアス磁石54を有する。このバイアス磁石54は図3に示すように出力端子28における配線基板53の搭載面の裏面に設けられている。

[0019] 本実施形態に係る半導体装置100は上記したパワーカード10と電流検出部50の他に、パワー素子11、12から出力される電磁ノイズが電流検出部50を透過することを抑制するシールド90を有する。シールド90は、平板状のシールド部91、92を有し、シールド部91、92はそれぞれグラウンドに接続されている。図3に示すようにシールド部91、92それぞれの主面（最も面積の大きい面）は z 方向に直交しており、シールド部91、92の間に電流検出部50とともに出力端子28の一部が設けられている。これらシールド部91、92は図6に示すリードフレーム21とともに被覆部14を形成するための金型内に配置され、被覆部14を構成する樹脂材料によって被覆される。なお、もちろんではあるが、上記した樹脂材料によって被覆される前に、シールド部91、92と接地端子27とはワイヤ93を介して電氣的に接続される。シールド部91、92と接地端子27との相対位置は図示しない治具などによって固定され、この固定状態においてワイヤ93が接続される。シールド部91、92と出力端子28に設けられた電流検出部50の構成については後述する。

[0020] 次に、搭載部19と上プレート18の詳細な構造について説明する。以下においては x 方向と y 方向とによって規定される平面を $x-y$ 平面、 y 方向と z 方向とによって規定される平面を $y-z$ 平面、 z 方向と x 方向とによって規定される平面を $z-x$ 平面と示す。そして、 $x-y$ 平面に沿う3つの平行な平面を第1～第3平面P1～P3とする。これら第1～第3平面P1～P3は z 方向の位置が異なっており、第3平面P3は第1平面P1と第2平面P2との間に位置している。図3において第1平面P1を破線で示し、第

2平面P2を一点鎖線で示し、第3平面P3を二点鎖線で示す。z方向における第1平面P1と第2平面P2との離間距離が本実施形態に係るパワーカード10（半導体装置100）のz方向の長さ（厚さ）に相当する。

[0021] 図3に示すように搭載部19は、第1パワー素子11のコレクタ電極（第1パワー素子の第一端に相当）が電気的および機械的に接続される第1搭載部29と、第2パワー素子12のコレクタ電極（第2パワー素子の第一端に相当）が電気的および機械的に接続される第2搭載部30と、を有する。そして上プレート18は第1パワー素子11のエミッタ電極（第1パワー素子の第二端に相当）が電気的および機械的に接続される第3搭載部31と、第2パワー素子12のエミッタ電極（第2パワー素子の第二端に相当）が電気的および機械的に接続される第4搭載部32と、を有する。上記した第1平面P1に搭載部29、30が位置し、第2平面P2に搭載部31、32が位置している。そしてパワー素子11、12が第3平面P3に位置している。なお、kを1～3の自然数とすると、第k平面Pkに位置するとは、第k平面Pkを物体の重心が通る、若しくは、第k平面Pkに物体の一面が沿うことを意味している。

[0022] 導電プレート13は上記したプレート17、18の他に、z方向においてパワー素子11、12と搭載部31、32とを離間することでパワー素子11、12にワイヤ23を接続するための導電性のブロック33、34を有する。図3に示すように、はんだなどの第1導電部材35を介して第1パワー素子11のコレクタ電極が第1搭載部29に接続され、第2導電部材36を介して第1ブロック33が第1パワー素子11のエミッタ電極に接続されている。また第3導電部材37を介して第1ブロック33が第3搭載部31に接続されている。これにより、第1搭載部29が第1パワー素子11のコレクタ電極と同電位とされ、第3搭載部31が第1パワー素子11のエミッタ電極と同電位とされている。なお、第1搭載部29における第1パワー素子11が第1導電部材35を介して搭載される搭載面29aは被覆部14によって被覆されているが、その裏面29bは被覆部14から露出されている。

同様にして、第3搭載部31における第1パワー素子11が導電部材36, 37および第1ブロック33を介して搭載される搭載面31aは被覆部14によって被覆されているが、その裏面31bは被覆部14から露出されている。このように第1パワー素子11のコレクタ電極およびエミッタ電極と電氣的に接続された搭載部29, 31の裏面29b、31bが被覆部14から露出され、両面放熱の構成となっている。裏面29bは第1平面P1に沿い、裏面31bは第3平面P3に沿っている。

[0023] 第2パワー素子12は第1パワー素子11と同等の構成となっている。すなわち、第4導電部材38を介して第2パワー素子12のコレクタ電極が第2搭載部30に接続され、第5導電部材39を介して第2ブロック34が第2パワー素子12のエミッタ電極に接続されている。また第6導電部材40を介して第2ブロック34が第4搭載部32に接続されている。これにより、第2搭載部30が第2パワー素子12のコレクタ電極と同電位とされ、第4搭載部32が第2パワー素子12のエミッタ電極と同電位とされている。なお、第2搭載部30における第2パワー素子12が第4導電部材38を介して搭載される搭載面30aは被覆部14によって被覆されているが、その裏面30bは被覆部14から露出されている。同様にして、第4搭載部32における第2パワー素子12が導電部材39, 40および第2ブロック34を介して搭載される搭載面32aは被覆部14によって被覆されているが、その裏面32bは被覆部14から露出されている。このように第2パワー素子12のコレクタ電極およびエミッタ電極と電氣的に接続された搭載部30, 32の裏面30b、32bが被覆部14から露出され、両面放熱の構成となっている。裏面30bは第1平面P1に沿い、裏面32bは第3平面P3に沿っている。

[0024] 図4に示すように搭載部19は、上記した搭載部29, 30の他に、第2搭載部30と第3搭載部31とを電氣的に接続するための第1下アーム部41を有する。そして図5に示すように上プレート18は、上記した搭載部31, 32の他に、第2搭載部30と第3搭載部31とを電氣的に接続するた

めの第1上アーム部42と、第4搭載部32と接地端子27とを電氣的に接続するための第2上アーム部43と、を有する。図3に示すように第1下アーム部41は第3平面P3を横断して第2搭載部30から第3搭載部31へと延びた形状を成し、第7導電部材44を介して第1上アーム部42と電氣的に接続されている。これによって第1パワー素子11と第2パワー素子12とが直列接続されている。上記した第1下アーム部41、第1上アーム部42、および、第7導電部材44が第1連結部に対応する。また第2上アーム部43は第3平面P3を横断して第4搭載部32から接地端子27へと延びた形状を成し、導電部材（図示略）を介して接地端子27と電氣的に接続されている。これによって第2パワー素子12のエミッタ電極がグランドに接続されている。

[0025] 次に、出力端子28について説明する。図2および図3に示すように、搭載部29、31に固定された第1パワー素子11、搭載部30、32に固定された第2パワー素子12、および、出力端子28はx方向に沿って順に並んでいる。そして出力端子28は、電流検出部50の搭載される第5搭載部45と、第5搭載部45と第2搭載部30とを連結する第2下アーム部46と、を有する。第5搭載部45は図2および図4に示すようにx-y平面においてL字状を成し、その一端が第2下アーム部46を介して第2搭載部30と連結され、その他端が被覆部14から外部に露出されている。そして図3に示すように電流検出部50を搭載した第5搭載部45は第1平面P1と第2平面P2との間に位置している。第2下アーム部46は第2搭載部30から第5搭載部45へと向かって延びた形状を成し、搭載部30、45を一体的に連結している。第2下アーム部46が第2連結部に相当する。

[0026] 次に、シールド部91、92と出力端子28に設けられた電流検出部50の構成について説明する。図3に示すように第1シールド部91は搭載部29、30とともに第1平面P1に位置し、第2シールド部92は搭載部31、32とともに第2平面P2に位置している。そして主面91aと主面92aとが被覆部14、電流検出部50、および、第5搭載部45を介してz方

向で対向している。これにより出力端子 28（第 5 搭載部 45）の y 方向への電流の流動によって $z-x$ 平面にて生じる磁界を電流検出部 50 に透過させつつ、シールド部 91, 92 の間の領域へと $x-y$ 平面に沿って進む外部磁界をシールド部 91, 92 へと曲げることができる。これによって $x-y$ 平面に沿って進む外部磁界がシールド部 91, 92 の間の領域に位置する電流検出部 50 を透過することが抑制される。ただし、シールド部 91, 92 の間の領域へと z 方向に沿って進む外部磁界はシールド部 91, 92 によってその軌跡が曲げられない。そのため z 方向に沿って進む外部磁界は電流検出部 50 を透過する。しかしながら上記したように電流検出部 50 は $x-y$ 平面に沿う磁界を検出するが、 z 方向に沿う磁界を検出しない性質を有する。そのため、 z 方向に沿う外部磁界がシールド部 91, 92 を介して電流検出部 50 を透過したとしても、出力端子 28 を流れる電流の検出精度の低下が抑制される。なお $x-y$ 平面に対して斜めに進む外部磁界がシールド部 91, 92 に進んだ場合、その外部磁界の z 方向に沿う成分はシールド部 91, 92 によってその軌跡が曲げられないが、 $x-y$ 平面に沿う成分はシールド部 91, 92 によってその軌跡が曲げられる。また図 3 に示すように、シールド部 91, 92 の主面 91a, 92a の裏面 91b, 92b それぞれは被覆部 14 から外部に露出されている。したがってシールド部 91, 92 はパワー素子 11, 12 にて生じた熱を放熱する機能も果たしている。裏面 91b は第 1 平面 $P1$ に沿い、裏面 92b は第 3 平面 $P3$ に沿っている。

[0027] 次に、本実施形態に係る半導体装置 100 の作用効果を説明する。上記したように、第 1 パワー素子 11 が駆動状態であり、第 2 パワー素子 12 が非駆動状態の場合、図 1 に実線矢印で示すように第 1 パワー素子 11 から 3 相モータ 200 へと電流が流れる。これとは異なり、第 1 パワー素子 11 が非駆動状態であり、第 2 パワー素子 12 が駆動状態の場合、図 1 に破線矢印で示すように 3 相モータ 200 から第 2 パワー素子 12 へと電流が流れる。したがって上記したように第 1 パワー素子 11 と第 2 パワー素子 12 とがアーム部 41, 42 および第 7 導電部材 44 を介して直列接続されている構成で

は、パワー素子 1 1, 1 2 の駆動状態に応じて以下のように電流が流れる。すなわち、第 1 パワー素子 1 1 が駆動状態であり、第 2 パワー素子 1 2 が非駆動状態の場合、アーム部 4 1, 4 2 および第 7 導電部材 4 4 を介して第 1 パワー素子 1 1 から第 2 パワー素子 1 2 のコレクタ電極に接続された出力端子 2 8 へと電流が流れる。これとは異なり、第 1 パワー素子 1 1 が非駆動状態であり、第 2 パワー素子 1 2 が駆動状態の場合、アーム部 4 1, 4 2 および第 7 導電部材 4 4 を介さずに出力端子 2 8 から第 2 パワー素子 1 2 へと電流が流れる。そのためアーム部 4 1, 4 2 および第 7 導電部材 4 4 を流れる電流は 2 つのパワー素子 1 1, 1 2 を入出力する電流（パワーカード 1 0 を入出力する電流）そのものではない。したがって 2 つのパワー素子を直列接続するアーム部に電流検出部が固定された構成では、アーム部 4 1, 4 2 の電流の流動によって生じる磁界が電流検出部 5 0 を透過することとなり、パワーカード 1 0 を入出力する電流を検出することができない。これに対して本開示に係る半導体装置 1 0 0 では、上記したように出力端子 2 8 に電流検出部 5 0 が固定され、出力端子 2 8 の電流の流動によって生じる磁界が電流検出部 5 0 を透過する。これによれば、パワーカード 1 0 を入出力する電流を電流検出部 5 0 によって検出することができる。

[0028] 電流検出部 5 0 は、第 1 平面 P 1 と第 2 平面 P 2 との間に位置している。これによれば、電流検出部が第 1 平面と第 2 平面との間の空間よりも外に位置する構成と比べて、半導体装置 1 0 0 の体格の増大が抑制される。

[0029] 搭載部 2 9, 3 1 の固定された第 1 パワー素子 1 1、搭載部 3 0, 3 2 の固定された第 2 パワー素子 1 2、および、出力端子 2 8 が x 方向に沿って順に並んでいる。これにより電流検出部 5 0 の固定された出力端子 2 8 が、第 1 搭載部 2 9 と第 3 搭載部 3 1 との対向領域、および、第 2 搭載部 3 0 と第 4 搭載部 3 2 との対向領域それぞれから外れた領域に位置している。したがって電流検出部の固定された出力端子が第 1 搭載部と第 3 搭載部との間や第 2 搭載部や第 4 搭載部との間に設けられる構成とは異なり、搭載部 2 9, 3 1 の間、および、搭載部 3 0, 3 2 の間それぞれの距離（半導体装置 1 0 0

の厚さ)が電流検出部50や出力端子28に依存しなくなる。したがって半導体装置100の厚さの増大が抑制される。

[0030] 第1シールド部91は搭載部29, 30とともに第1平面P1に位置し、第2シールド部92は搭載部31, 32とともに第2平面P2に位置している。これによれば、シールド部が第1平面と第2平面との間の空間よりも外に位置する構成と比べて、半導体装置100の体格の増大が抑制される。

[0031] 本開示は上記した実施形態になんら制限されることなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能である。

[0032] 本実施形態に係る半導体装置100は3つのパワーカード10を有する例を示した。しかしながら半導体装置100はインバータを構成する3つのパワーカード10の内の少なくとも1つを有すれば良い。すなわち、半導体装置100単体によってインバータを構成する必要はなく、そのインバータの少なくとも一部を構成すればよい。

[0033] 本実施形態では1つのパワーカード10が2つのパワー素子11, 12を有する例を示した。しかしながらパワーカード10が2つのパワー素子11, 12を3組有する構成を採用することもできる。この構成の場合、3組のパワー素子11, 12、および、3組のパワー素子11, 12それぞれに対応する導電プレート13が共通の1つの被覆部14によって一体的に連結される。

[0034] 本実施形態ではパワー素子11, 12がIGBTである例を示した。しかしながらパワー素子11, 12としては上記例に限定されず、例えばMOSFETを採用することもできる。

[0035] 本実施形態では接地端子27が外部端子27aと延設部27bを有する例を示した。しかしながら図7に示すように接地端子27は延設部27bを有さなくともよい。この場合、シールド90は複数の第1端子24の内、グラウンド電位に固定される第1端子24にワイヤ93を介して電氣的に接続される。若しくは、図示しないが、例えば第2シールド部92の一部が複数の第1端子24の1つを成し、それがグラウンドに接続される構成を採用すること

もできる。この場合、第1シールド部91と第2シールド部92とが一体的に連結された構成を採用することができる。ただし、シールド部91、92は銅などの熱伝導性の高い金属材料から成るリードフレーム21とは磁性の異なる材料（例えば鉄やパーマロイ）から成る。

[0036] 本実施形態では第2搭載部30に第2パワー素子12のコレクタ電極が接続され、第4搭載部32に第2パワー素子12のエミッタ電極が接続される例を示した。そして第1下アーム部41が第3平面P3を横断して第2搭載部30から第3搭載部31へと延び、第7導電部材44を介して第1上アーム部42と電氣的に接続される例を示した。しかしながら第2搭載部30に第2パワー素子12のエミッタ電極が接続され、第4搭載部に第2パワー素子12のコレクタ電極が接続される構成の場合、図8に示す構成を採用することもできる。すなわち、第3搭載部31と第4搭載部32とが第2平面P2に沿って延びた第1上アーム部42を介して一体的に連結されることで、第1パワー素子11と第2パワー素子12とが直列接続される構成を採用することもできる。この変形例の場合、第1下アーム部41と第7導電部材44が不要となる。第1上アーム部42が第1連結部に相当する。そして図8に示す第2搭載部30が第4搭載部に相当し、第3搭載部31が第2搭載部に相当する。また第4搭載部32が第3搭載部に相当する。なお、図8では構成を明瞭とするために、搭載部30、32と第1上アーム部42との境界を破線で示している。

[0037] 本実施形態では磁電変換部51が複数の磁気抵抗効果素子によってブリッジ回路が組まれて成る例を示した。しかしながら磁電変換部51としては上記例に限定されず、例えばホール素子を採用することもできる。この場合、図9～図11に示すように電流検出部50は、出力端子28の電流の流動によって生じた磁界を集磁して、磁電変換部51（ホール素子）に透過させる集磁コア55を有し、磁電変換部51は複数ある第1端子24の内の1つに搭載される。集磁コア55はギャップを有する環状を成して出力端子28を囲み、そのギャップを構成する2つの端部55a、55b間に磁電変換部5

1 が設けられる。これによって出力端子 28 の電流の流動によって生じる磁界が集磁コア 55 によって集磁され、その集磁された磁界が磁電変換部 51 を透過する。なお、端部 55 a, 55 b とは、集磁コア 55 における出力端子 28 から第 1 端子 24 側の部位であり、その他の部位は環状を構成して出力端子 28 を囲む本体部 55 c である。端部 55 a, 55 b と本体部 55 c との境界を図 11 において破線で示す。

[0038] 図 9～図 11 では算出部 52 を図示しないが、磁電変換部 51 は算出部 52 を有しても有さなくとも良い。さらに言えば、図 9～図 11 ではシールド 90 を図示しないが、半導体装置 100 はシールド 90 を有しても有さなくとも良い。この半導体装置 100 がシールド 90 を有する場合、シールド部 91, 92 の間に磁電変換部 51 とともに集磁コア 55 が設けられる。

[0039] 本実施形態では半導体装置 100 がシールド 90 を有する例を示した。しかしながら半導体装置 100 はシールド 90 を有さなくともよい。

[0040] 本実施形態ではシールド 90 は、平板状のシールド部 91, 92 を有する例を示した。しかしながらシールド部 91, 92 の形状としては上記例に限定されず、例えば出力端子 28 の周囲を囲む形状を採用することもできる。この場合、シールド 90 はシールド部 91, 92 の内の少なくとも一方を有すればよく、その形状としては例えばギャップを有する環状を採用することができる。

[0041] 本実施形態ではシールド部 91, 92 の裏面 91 b, 92 b それぞれが被覆部 14 から外部に露出された構成を示した。しかしながらシールド部 91, 92 の全面が被覆部 14 によって被覆された構成を採用することもできる。

[0042] なお、第 1 パワー素子 11 と第 2 パワー素子 12 はパワー素子とも呼ぶ。同様に、上プレート 17 と下プレート 18 はプレートとも呼ぶ。第 1 搭載部 29 と第 2 搭載部 30 と第 3 搭載部 31 と第 4 搭載部 32 と第 5 搭載部 45 は搭載部とも呼ぶ。第 1 ブロック 33 と第 2 ブロック 34 はブロックとも呼ぶ。第 1 導電部材 35 と第 2 導電部材 36 と第 3 導電部材 37 と第 4 導電部

材 3 8 と第 5 導電部材 3 9 と第 6 導電部材 4 0 と第 7 導電部材 4 4 は導電部材とも呼ぶ。第 1 下アーム部 4 1 と第 1 上アーム部 4 2 と第 2 上アーム部 4 3 と第 2 下アーム部 4 6 はアーム部とも呼ぶ。第 1 シールド部 9 1 と第 2 シールド部 9 2 はシールド部とも呼ぶ。

[0043] 以上、本開示の一態様である半導体装置の実施形態、構成、態様を例示したが、本開示に係る実施形態、構成、態様は、上述した各実施形態、各構成、各態様に限定されるものではない。例えば、異なる実施形態、構成、態様にそれぞれ開示された技術的部を適宜組み合わせて得られる実施形態、構成、態様についても本開示に係る実施形態、構成、態様の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1]

インバータを構成する複数のパワー素子（11, 12）と、
複数の前記パワー素子を電氣的に接続する導電プレート（13）と、
、
複数の前記パワー素子に入力される電流、および、複数の前記パワー素子から出力される電流の流動によって生じる磁界に基づいて、複数の前記パワー素子の電流を検出する電流検出部（50）と、を有する半導体装置であって、
複数の前記パワー素子は、少なくとも第1パワー素子（11）と第2パワー素子（12）を有し、
前記導電プレートは、
前記第1パワー素子の第一端が接続される第1搭載部（29）と、
前記第2パワー素子の第一端が接続される第2搭載部（30）と、
前記第1パワー素子の第二端が接続される第3搭載部（31）と、
前記第2パワー素子の第二端が接続される第4搭載部（32）と、
前記第2搭載部と前記第3搭載部とを電氣的に接続することで前記第1パワー素子と前記第2パワー素子とを直列接続する第1連結部（41, 42, 44）と、
前記第2搭載部若しくは前記第3搭載部と電氣的に接続された出力端子（28）と、を有し、
前記第1搭載部が第1電源に接続され、前記第4搭載部が第2電源に接続されており、
前記出力端子に前記電流検出部が固定され、前記出力端子の電流の流動によって生じる磁界が前記電流検出部を透過する半導体装置。

[請求項2]

平行の関係にある3つの平面を第1平面（P1）、第2平面（P2）、第3平面（P3）とし、前記第1平面と前記第2平面との間に前記第3平面が位置する、とすると、
前記第1搭載部と前記第2搭載部とが前記第1平面に位置し、

前記第3搭載部と前記第4搭載部とが前記第2平面に位置し、
前記第1パワー素子と前記第2パワー素子とが前記第3平面に位置
しており、

前記第1連結部は前記第3平面を横断して前記第2搭載部から前記
第3搭載部へと延びている請求項1に記載の半導体装置。

[請求項3] 平行の関係にある3つの平面を第1平面（P1）、第2平面（P2）、第3平面（P3）とし、前記第1平面と前記第2平面との間に前記第3平面が位置する、とすると、

前記第1搭載部と前記第4搭載部とが前記第1平面に位置し、
前記第2搭載部と前記第3搭載部とが前記第2平面に位置し、
前記第1パワー素子と前記第2パワー素子とが前記第3平面に位置
しており、

前記第1連結部（42）は前記第2平面に沿って前記第2搭載部か
ら前記第3搭載部へと延びている請求項1に記載の半導体装置。

[請求項4] 前記電流検出部は、前記第1平面と前記第2平面との間に位置して
いる請求項2または請求項3に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記出力端子は、前記電流検出部の固定される第5搭載部（45）
と、前記第2搭載部若しくは前記第3搭載部と前記第5搭載部とを連
結する第2連結部（46）と、を有し、

前記第5搭載部は、前記第1搭載部と前記第3搭載部との対向領域
、および、前記第2搭載部と前記第4搭載部との対向領域それぞれか
ら外れた領域に位置している請求項4に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記第1パワー素子および前記第2パワー素子から出力される電磁
ノイズが前記電流検出部を透過することを抑制するシールド（90）
を有し、

前記シールドは、前記第1平面に位置する平板状の第1シールド部
（91）と、前記第2平面に位置する平板状の第2シールド部（92）
と、を有し、前記第1シールド部と前記第2シールド部はそれぞれ

グラウンドに接続されており、

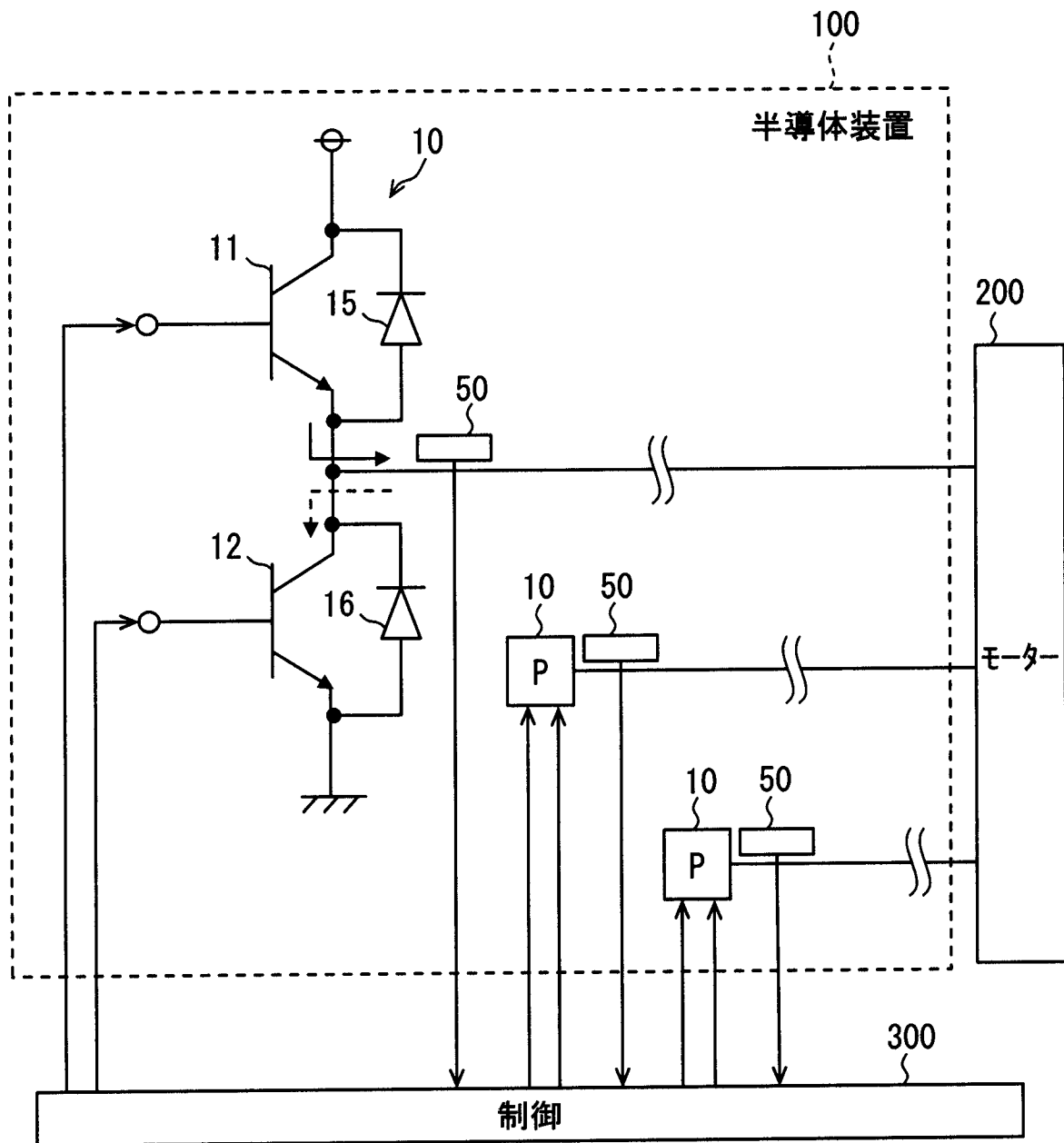
前記第1シールド部の主面(91a)と前記第2シールド部の主面(92a)とが前記電流検出部および前記第5搭載部を介して対向している請求項5に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記出力端子の電流の流動によって生じる磁界を集磁する集磁コア(55)を有し、

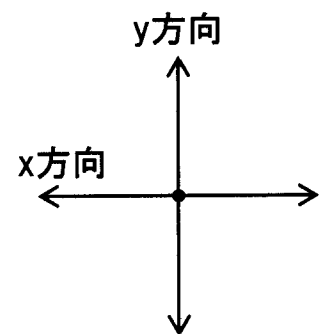
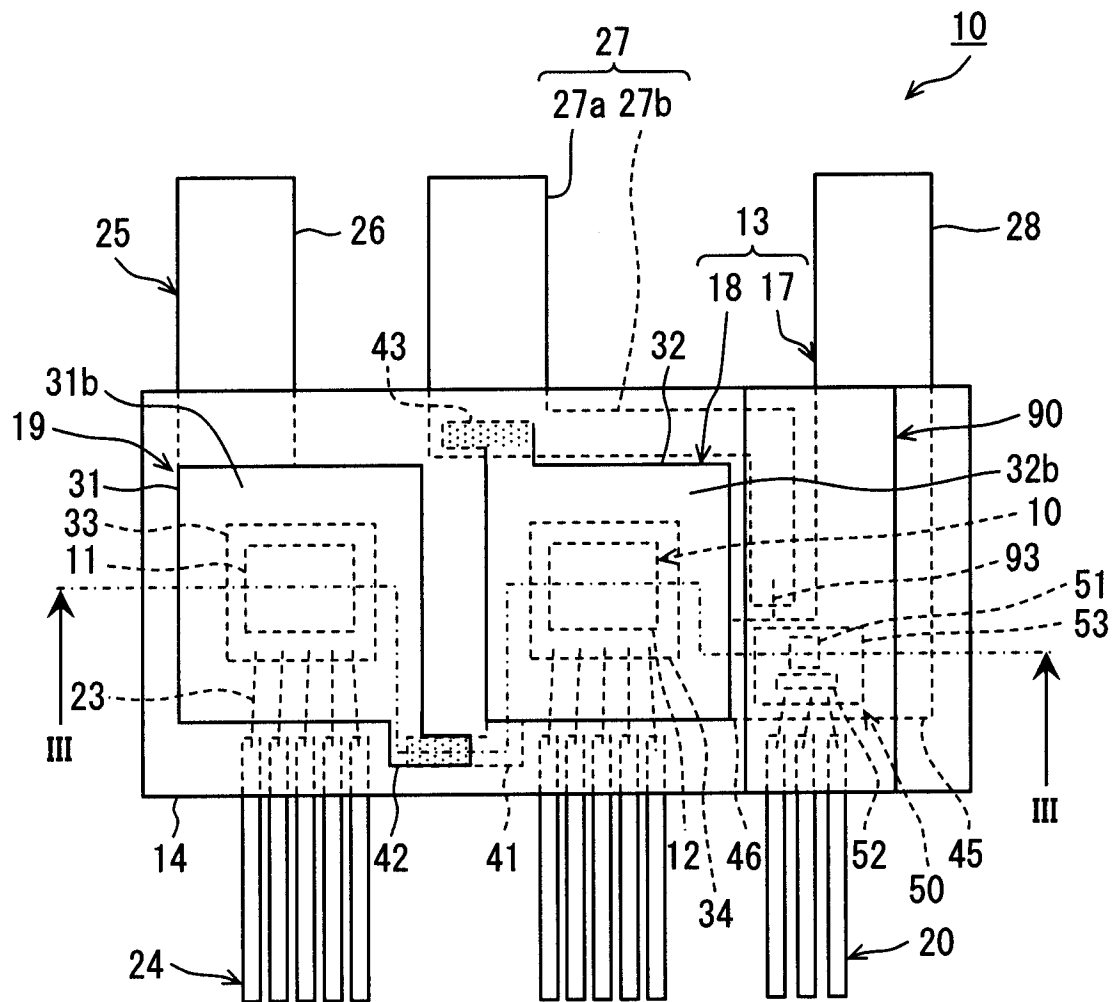
前記集磁コアによって集磁された前記出力端子の磁界が前記電流検出部を透過する請求項1～4いずれか1項に記載の半導体装置。

[請求項8] 前記電流検出部は、磁界を電気信号に変換する磁電変換部(51)と、前記磁電変換部から出力される電気信号に基づいて前記第1パワー素子および前記第2パワー素子の電流を算出する算出部(52)と、を有する請求項1～7いずれか1項に記載の半導体装置。

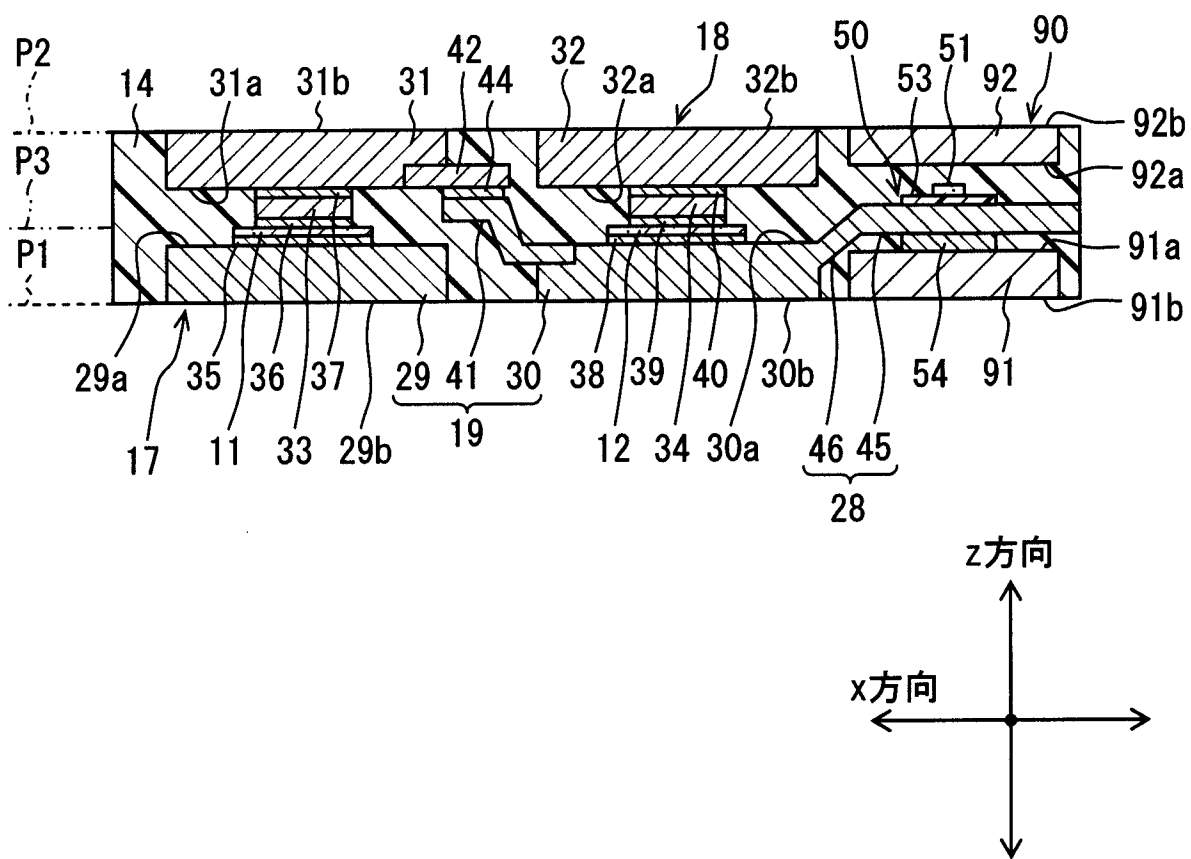
[図1]



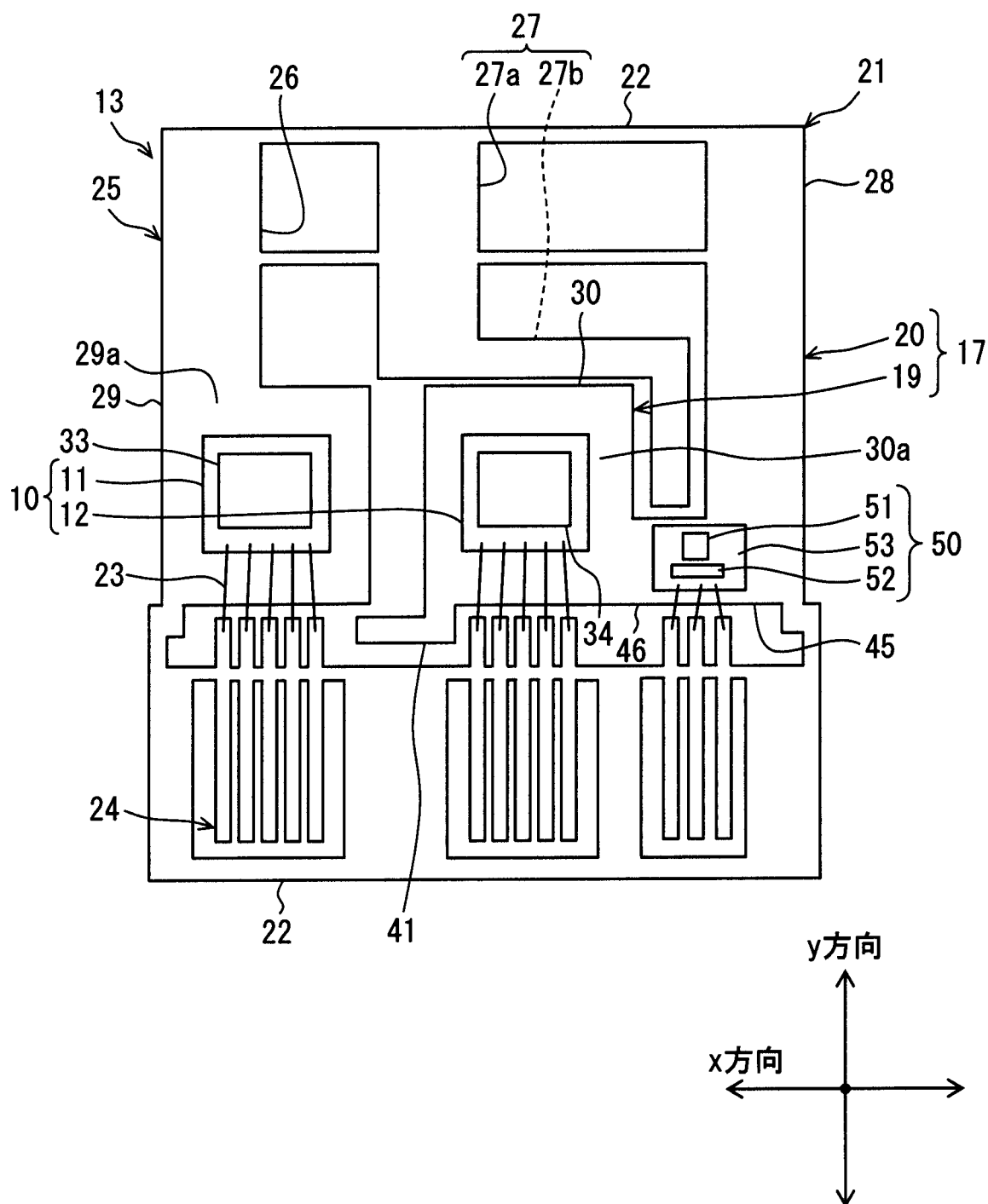
[図2]



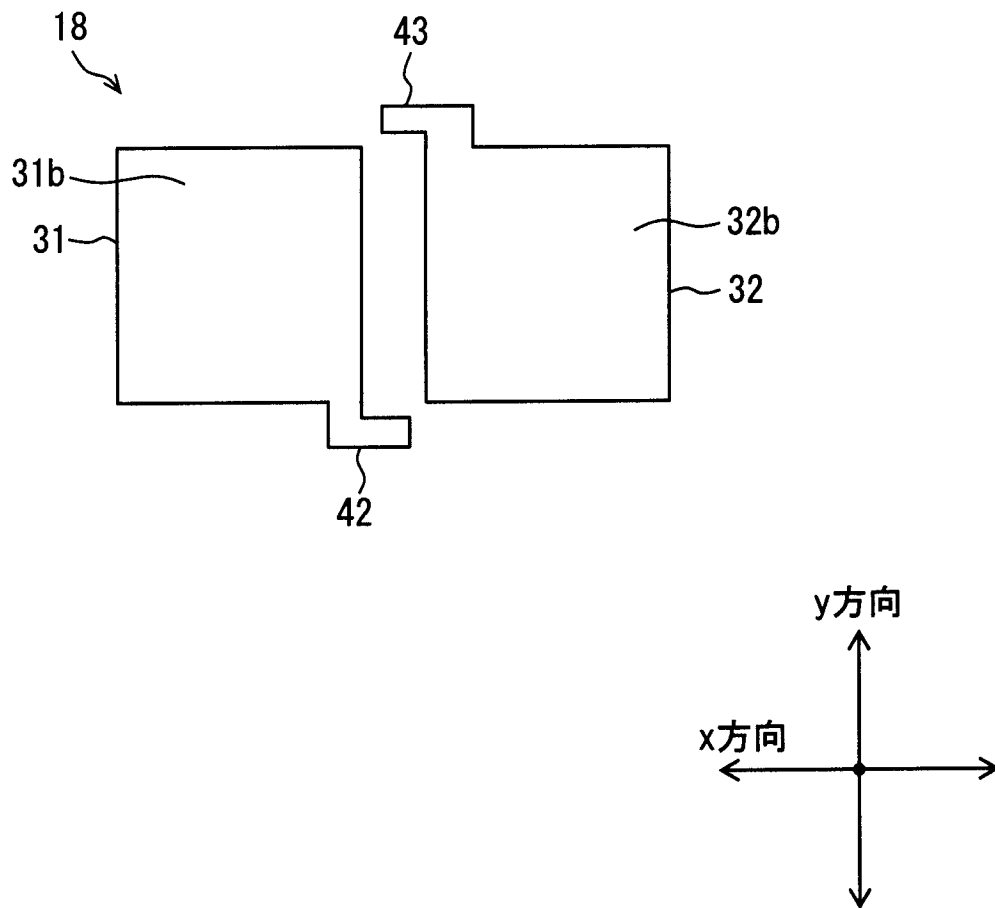
[図3]



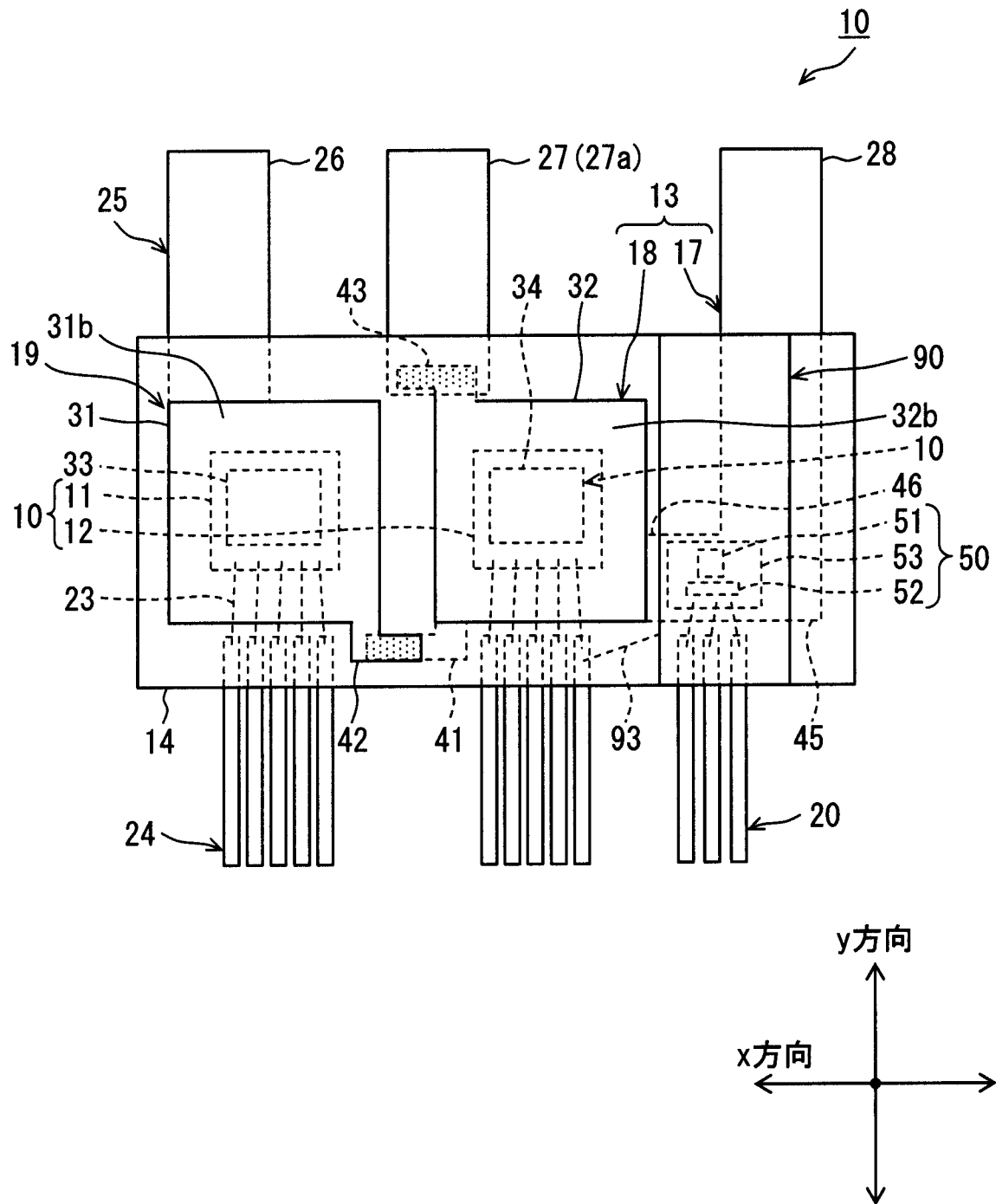
[図4]



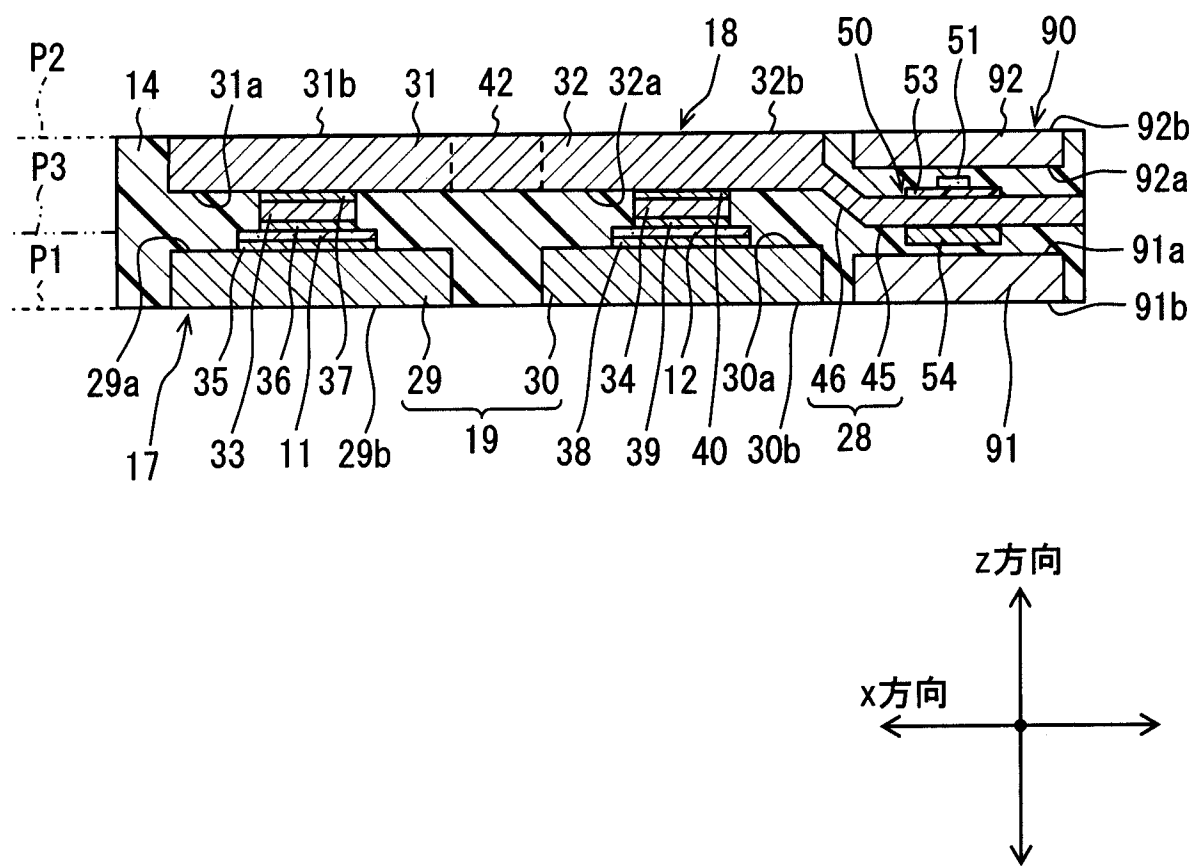
[図5]



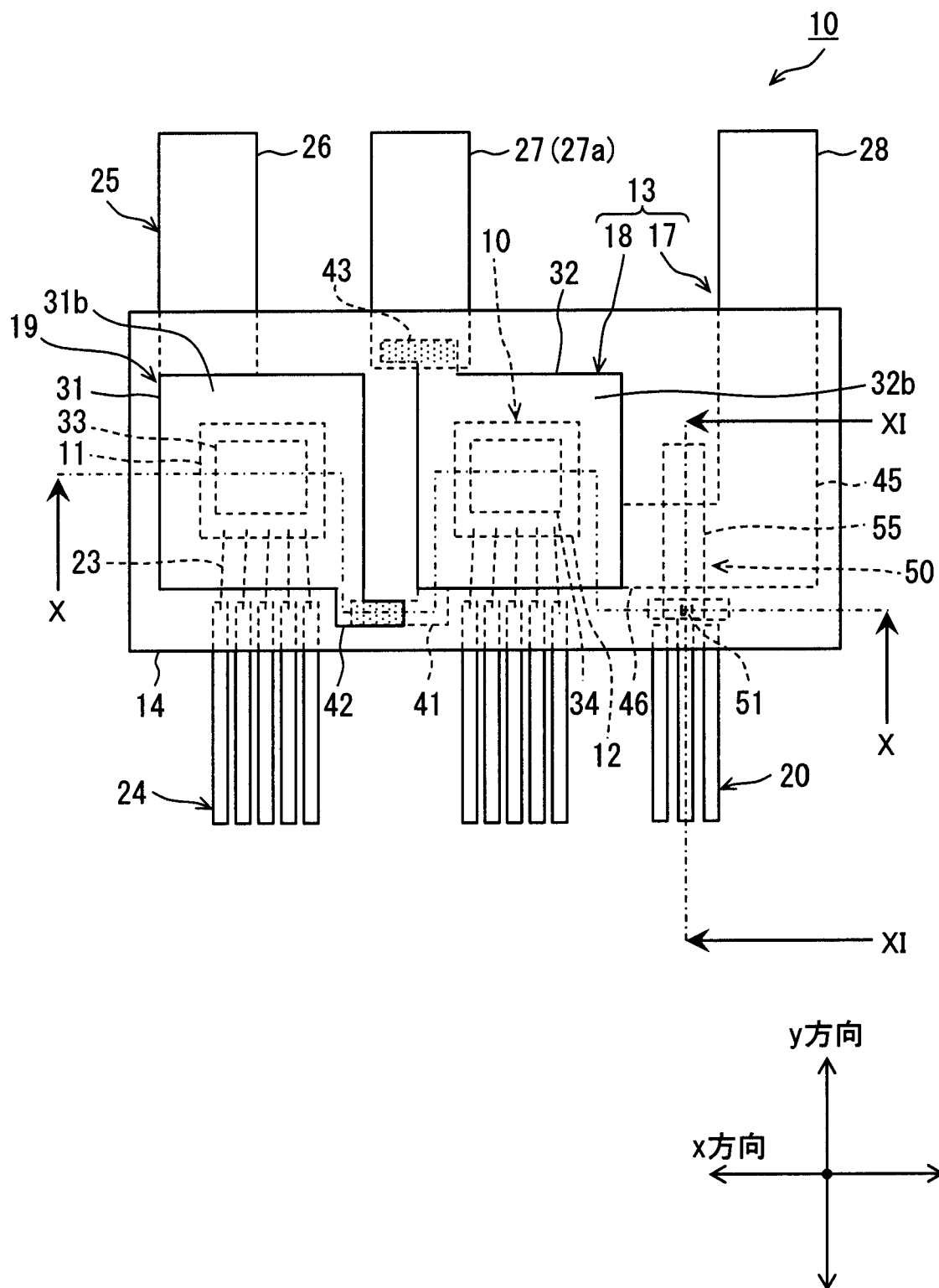
[illegible]



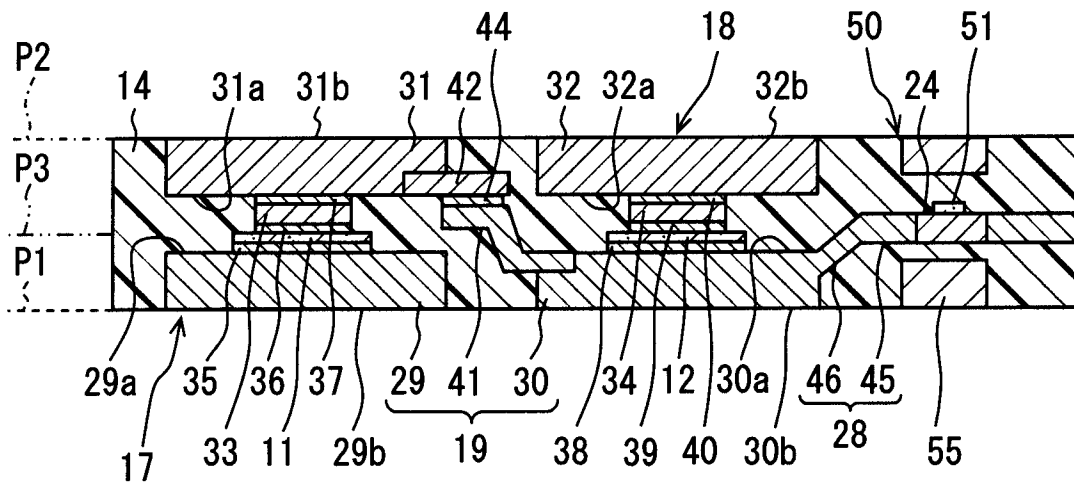
[図8]



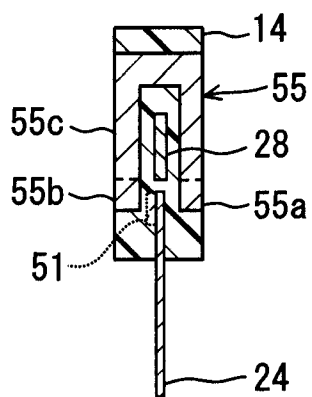
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003237

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L25/07(2006.01)i, H01L23/00(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)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)

H01L25/07, H01L23/00, H01L25/18, H02M7/48

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	JP 2006-140217 A (Toyota Motor Corp.), 01 June 2006 (01.06.2006), paragraphs [0031] to [0041]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1-5, 7, 8 6
Y	JP 2009-049049 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 March 2009 (05.03.2009), paragraphs [0051] to [0055]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5, 7, 8
Y	JP 2012-235081 A (Toyota Motor Corp.), 29 November 2012 (29.11.2012), paragraphs [0096] to [0097]; fig. 7 & US 8884411 B2 & WO 2012/143784 A2 & EP 2704193 A1 & EP 2700095 A & CN 103493197 A & KR 10-2013-0133052 A	3

☒ 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
07 September 2015 (07.09.15)

Date of mailing of the international search report
15 September 2015 (15.09.15)

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/JP2015/003237

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-015453 A (Denso Corp.), 19 January 2012 (19.01.2012), paragraphs [0041] to [0043]; fig. 2, 3 & US 2012/0001308 A1	4, 5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L25/07(2006.01)i, H01L23/00(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H01L25/07, H01L23/00, H01L25/18, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 A	JP 2006-140217 A（トヨタ自動車株式会社）2006.06.01, [0031]-[0041], 第 2-4 図（ファミリーなし）	1-5, 7, 8 6
Y	JP 2009-049049 A（住友電気工業株式会社）2009.03.05, 段落 [0051]-[0055], 第 1-3 図（ファミリーなし）	1-5, 7, 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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

小山 和俊

5 D

9 3 6 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-235081 A (トヨタ自動車株式会社) 2012.11.29, 段落 [0096]-[0097], 第7図 & US 8884411 B2 & WO 2012/143784 A2 & EP 2704193 A1 & EP 2700095 A & CN 103493197 A & KR 10-2013-0133052 A	3
Y	JP 2012-015453 A (株式会社デンソー) 2012.01.19, 段落 [0041]-[0043], 第2,3図 & US 2012/0001308 A1	4, 5