

(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
2014 年 3 月 6 日(06.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/033857 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/071862

(22) 国際出願日: 2012 年 8 月 29 日(29.08.2012)

(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 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 Fukuoka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 氏田 祐 (UJITA, Yu) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 本田 友和 (HONDA, Tomokazu) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 佐々木 亮 (SASAKI, Akira) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 山口 芳文 (YAMAGUCHI, Yoshifumi) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 小熊 清典 (KOGUMA, Kiyonori) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 竹中 国浩 (TAKENAKA, Kunihiro) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡

西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 宮園 博一 (MIYAZONO, Hirokazu); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 1 3 番 9 号 新大阪 M T ビル 1 号館 Osaka (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

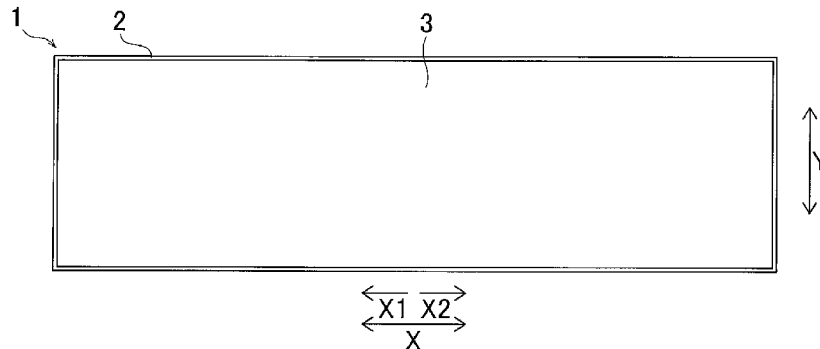
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POWER CONVERSION APPARATUS

(54) 発明の名称: 電力変換装置

[図4]



(57) Abstract: This power conversion apparatus (100, 100a-100c) is provided with: horizontal switch elements (11a-11c, 12a-12c); snubber capacitors (102a-102c); and connecting conductors (7a-7e, 8a-8f, 9a-9e) positioned so as to be interposed between the horizontal switch elements and the snubber capacitors.

(57) 要約: この電力変換装置 (100、100a~100c) は、横型スイッチ素子 (11a~11c、12a~12c) と、スナバコンデンサ (102a~102c) と、横型スイッチ素子とスナバコンデンサとの間に挟まれるように配置された接続用導体 (7a~7e、8a~8f、9a~9e) とを備える。

WO 2014/033857 A1

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] この発明は、電力変換装置に関し、特に、横型スイッチ素子とスナバコンデンサとを備えた電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、横型スイッチ素子とスナバコンデンサとを備えた電力変換装置が知られている。このような電力変換装置は、たとえば、特開平2011-67045号公報に開示されている。

[0003] 上記特開平2011-67045号公報には、互いに対向するように配置された金属基板および誘電体基板と、MOSFET（横型スイッチ素子）と、スナバコンデンサとを備えたインバータ装置（電力変換装置）が開示されている。このインバータ装置では、スナバコンデンサの上面側と、スナバコンデンサの下方に配置されたMOSFETの側面側とが板状の配線により接続されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平2011-67045号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、一般に、横型スイッチ素子とスナバコンデンサとを備えた電力変換装置では、サージ電圧が上昇するのを抑制するために、スナバコンデンサと横型スイッチ素子の電極との間の配線インダクタンスを小さくするのが好ましい。

[0006] しかしながら、上記特開平2011-67045号公報に開示されたインバータ装置では、スナバコンデンサの上面側と、スナバコンデンサの下方に配置されたMOSFETの側面側とが板状の配線により接続されているため

、スナバコンデンサとMOSFETとの間の電流経路が長くなる。その結果、スナバコンデンサとMOSFET（横型スイッチ素子）との間の配線インダクタンスが大きくなるという問題点がある。

[0007] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、スナバコンデンサと横型スイッチ素子との間の配線インダクタンスを小さくすることが可能な電力変換装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 一の局面による電力変換装置は、表面および裏面を含み、表面側に第1電極および第2電極を有するとともに、第1電極と第2電極との間で表面および裏面と平行な横方向に電流が流れる横型スイッチ素子と、横型スイッチ素子に電氣的に接続されるスナバコンデンサと、横型スイッチ素子とスナバコンデンサとの間に挟まれるように配置された接続用導体とを備え、接続用導体を介してスナバコンデンサと横型スイッチ素子とが電氣的に接続される電流経路が形成されている。

[0009] 一の局面による電力変換装置では、上記のように構成することによって、たとえばスナバコンデンサが上方で、横型スイッチ素子が下方に位置する場合に、スナバコンデンサと横型スイッチ素子との間を流れる電流が、横型スイッチ素子とスナバコンデンサとの間に挟まれるように配置された接続用導体を介してスナバコンデンサの下面側から横型スイッチ素子の上面側（または横型スイッチ素子の上面側からスナバコンデンサの下面側）に流れる。これにより、上方に位置するスナバコンデンサの上面側と、下方に位置する横型スイッチ素子の側面側とを接続する配線を介して電流が流れる場合に比べて、スナバコンデンサと横型スイッチ素子との間の電流経路を短くすることができる。その結果、スナバコンデンサと横型スイッチ素子との間の配線インダクタンスを小さくすることができる。

発明の効果

[0010] 上記電力変換装置によれば、スナバコンデンサと横型スイッチ素子との間

の配線インダクタンスを小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[図1] 第1実施形態によるパワーモジュールを含む3相インバータ装置の回路図である。

[図2] 第1実施形態によるパワーモジュールを上方から平面的に見た図である。

[図3] 図2の150-150線に沿った断面図である。

[図4] 第1実施形態によるパワーモジュールの第1基板を下面側から平面的に見た図である。

[図5] 図4に示した第1基板を上面側から平面的に見た図である。

[図6] 図4および図5に示した第1基板を上面側から見た斜視図である。

[図7] 第1実施形態によるパワーモジュールの第2基板を上面側から平面的に見た図である。

[図8] 図7に示した第2基板を下面側から平面的に見た図である。

[図9] 図7および図8に示した第2基板を下面側から見た斜視図である。

[図10] 第1実施形態による第1横型スイッチ素子および第2横型スイッチ素子を、ドレイン電極、ソース電極およびゲート電極が設けられた表面側から平面的に見た図である。

[図11] 図10に示した第1横型スイッチ素子および第2横型スイッチ素子を裏面側から平面的に見た図である。

[図12] 図10および図11の151-151線に沿った断面図である。

[図13] 第1実施形態による第1制御用スイッチ素子および第2制御用スイッチ素子をソース電極およびゲート電極が設けられた表面側から平面的に見た図である。

[図14] 図13に示した第1制御用スイッチ素子および第2制御用スイッチ素子をドレイン電極が設けられた裏面側から平面的に見た図である。

[図15] 図13および図14の152-152線に沿った断面図である。

[図16] 図3に示したパワーモジュールの内部を流れる電流の電流経路を説明

するための図である。

[図17]第2実施形態によるパワーモジュールを上方から平面的に見た図である。

[図18]図17の153-153線に沿った断面図である。

[図19]図17の154-154線に沿った断面図である。

[図20]図17の155-155線に沿った断面図である。

[図21]第2実施形態によるパワーモジュールの第1基板を上面側から平面的に見た図である。

[図22]図21に示した第1基板を上面側から見た斜視図である。

[図23]第2実施形態によるパワーモジュールの第2基板を上面側から平面的に見た図である。

[図24]図23に示した第2基板を下面側から平面的に見た図である。

[図25]図23および図24に示した第2基板を下面側から見た斜視図である。

[図26]図18に示したパワーモジュールの内部を流れる電流の電流経路を説明するための図である。

[図27]第3実施形態によるパワーモジュールを上方から平面的に見た図である。

[図28]図27の156-156線に沿った断面図である。

[図29]図27の157-157線に沿った断面図である。

[図30]図27の158-158線に沿った断面図である。

[図31]第3実施形態によるパワーモジュールの第1基板を上面側から平面的に見た図である。

[図32]図31に示した第1基板を上面側から見た斜視図である。

[図33]第3実施形態によるパワーモジュールの第2基板を上面側から平面的に見た図である。

[図34]図33に示した第2基板を下面側から平面的に見た図である。

[図35]図33および図34に示した第2基板を下面側から見た斜視図である。

。

[図36]図35の159-159線に沿った断面図である。

[図37]図28に示したパワーモジュールの内部を流れる電流の電流経路を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、実施形態を図面に基づいて説明する。

[0013] (第1実施形態)

まず、図1を参照して、第1実施形態によるパワーモジュール100a、100bおよび100cを含む3相インバータ装置100の構成について説明する。なお、パワーモジュール100a~100cおよび3相インバータ装置100は、「電力変換装置」の一例である。

[0014] 図1に示すように、3相インバータ装置100は、U相、V相およびW相の電力変換をそれぞれ行う3個のパワーモジュール100a、100bおよび100cが電氣的に並列に接続されることにより構成されている。

[0015] パワーモジュール100a、100bおよび100cは、それぞれ、直流電源（図示せず）から入力端子51aおよび51bを介して入力される直流電力を3相（U相、V相およびW相）の交流電力に変換するように構成されている。そして、パワーモジュール100a、100bおよび100cは、それぞれ、上記のように変換したU相、V相およびW相の交流電力を、出力端子52a、52bおよび52cを介して外部に出力するように構成されている。なお、出力端子52a~52cは、モータ（図示せず）などに接続されている。

[0016] また、パワーモジュール100a、100bおよび100cは、ハーフブリッジ回路101a、101bおよび101cにそれぞれ2個ずつ電氣的に並列に接続されたスナバコンデンサ102a、102bおよび102cを備える。

[0017] ハーフブリッジ回路101aは、2個の横型スイッチ素子（第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12a）と、2個の横型スイッ

チ素子の各々にカスコード接続された２個の制御用スイッチ素子（第１制御用スイッチ素子１３aおよび第２制御用スイッチ素子１４a）とを含む。なお、第１横型スイッチ素子１１aおよび第２横型スイッチ素子１２aは、共に、ノーマリオン型のスイッチ素子（ゲート電極G１aおよびG２aに印加される電圧が０Vのときにドレイン電極D１aおよびD２aとソース電極S１aおよびS２aとの間で電流が流れるように構成されたスイッチ素子）である。また、第１制御用スイッチ素子１３aおよび第２制御用スイッチ素子１４aは、共に、ノーマリオフ型のスイッチ素子（ゲート電極G３aおよびG４aに印加される電圧が０Vのときにドレイン電極D３aおよびD４aとソース電極S３aおよびS４aとの間で電流が流れないように構成されたスイッチ素子）である。

[0018] ここで、第１実施形態では、第１横型スイッチ素子１１a（第２横型スイッチ素子１２a）のゲート電極G１a（G２a）は、第１制御用スイッチ素子１３a（第２制御用スイッチ素子１４a）のソース電極S３a（D４a）に接続されている。これにより、第１制御用スイッチ素子１３a（第２制御用スイッチ素子１４a）は、制御端子５３a（５４a）から入力される制御信号に基づいてスイッチングを行うことにより、第１横型スイッチ素子１１a（第２横型スイッチ素子１２a）の駆動（スイッチング）の制御を行うように構成されている。その結果、ノーマリオン型の第１横型スイッチ素子１１a（第２横型スイッチ素子１２a）と、ノーマリオフ型の第１制御用スイッチ素子１３a（第２制御用スイッチ素子１４a）とからなるスイッチ回路S１a（S２a）は、全体として、ノーマリオフ型のスイッチ回路として制御されるように構成されている。

[0019] また、上記ハーフブリッジ回路１０１aと同様に、ハーフブリッジ回路１０１bも、ノーマリオン型の２個の横型スイッチ素子（第１横型スイッチ素子１１bおよび第２横型スイッチ素子１２b）を含む。また、ハーフブリッジ回路１０１bは、上記２個の横型スイッチ素子の各々にカスコード接続されたノーマリオフ型の２個の制御用スイッチ素子（第１制御用スイッチ素子

1 3 b および第2制御用スイッチ素子1 4 b)を含む。そして、ノーマリオン型の第1横型スイッチ素子1 1 b (第2横型スイッチ素子1 2 b)と、ノーマリオフ型の第1制御用スイッチ素子1 3 b (第2制御用スイッチ素子1 4 b)とによって、ノーマリオフ型のスイッチ回路S 1 b (S 2 b)が構成されている。なお、第1制御用スイッチ素子1 3 b (第2制御用スイッチ素子1 4 b)は、制御端子5 3 b (5 4 b)から入力される制御信号に基づいてスイッチングを行うことにより、第1横型スイッチ素子1 1 b (第2横型スイッチ素子1 2 b)のスイッチングの制御を行うように構成されている。

[0020] また、上記ハーフブリッジ回路1 0 1 a および1 0 1 bと同様に、ハーフブリッジ回路1 0 1 cも、ノーマリオン型の2個の横型スイッチ素子(第1横型スイッチ素子1 1 c および第2横型スイッチ素子1 2 c)を含む。また、ハーフブリッジ回路1 0 1 cは、上記2個の横型スイッチ素子の各々にカスコード接続されたノーマリオフ型の2個の制御用スイッチ素子(第1制御用スイッチ素子1 3 c および第2制御用スイッチ素子1 4 c)を含む。そして、ノーマリオン型の第1横型スイッチ素子1 1 c (第2横型スイッチ素子1 2 c)と、ノーマリオフ型の第1制御用スイッチ素子1 3 c (第2制御用スイッチ素子1 4 c)とによって、ノーマリオフ型のスイッチ回路S 1 c (S 2 c)が構成されている。なお、第1制御用スイッチ素子1 3 c (第2制御用スイッチ素子1 4 c)は、制御端子5 3 c (5 4 c)から入力される制御信号に基づいてスイッチングを行うことにより、第1横型スイッチ素子1 1 c (第2横型スイッチ素子1 2 c)のスイッチングの制御を行うように構成されている。

[0021] 次に、図2～図15を参照して、第1実施形態によるパワーモジュール1 0 0 a、1 0 0 b および1 0 0 cの具体的な構成(構造)について説明する。なお、パワーモジュール1 0 0 a、1 0 0 b および1 0 0 cは、それぞれ略同様の構成を有するので、以下では、U相の電力変換を行うパワーモジュール1 0 0 aについてのみ説明する。

[0022] 図2および図3に示すように、パワーモジュール1 0 0 aは、第1基板1

と、2個の横型スイッチ素子（第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12a）と、2個の制御用スイッチ素子（第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14a）と、2個のスナバコンデンサ102aと、第2基板5とを備える。

[0023] 図3に示すように、第1基板1と第2基板5とは、互いに対向するように、上下方向（Z方向）に所定の間隔を隔てて配置されている。具体的には、第1基板1が下方（矢印Z1方向側）に配置されているとともに、第2基板5が上方（矢印Z2方向側）に配置されている。また、第1横型スイッチ素子11a、第2横型スイッチ素子12a、第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14aは、第1基板1の上面（矢印Z2方向側の表面）と、第2基板5の下面（矢印Z1方向側の裏面）との間に配置されている。また、スナバコンデンサ102aは、第2基板5の上面に配置されている。また、第1基板1の上面と第2基板5の下面との間には、封止樹脂60が充填されている。

[0024] 図4～図6に示すように、第1基板1は、絶縁板2と、絶縁板2の下面（矢印Z1方向側の面）に形成された放熱層3と、絶縁板2の上面（矢印Z2方向側の面）に形成された4個の導電パターン4a、4b、4cおよび4dとを含む。また、図7～図9に示すように、第2基板5は、絶縁板6と、絶縁板6の上面に形成された5個の導電パターン7a、7b、7c、7dおよび7eと、絶縁板6の下面に形成された6個の導電パターン8a、8b、8c、8d、8eおよび8fとを含む。ここで、導電パターン7a、7b、7c、7dおよび7eと、導電パターン8a、8b、8c、8dおよび8eとは、それぞれ、絶縁板2を上下方向（Z方向）に貫通するように設けられた柱状導体9a、9b、9c、9dおよび9eを介して電氣的に接続されている。なお、導電パターン7a、7b、7c、7dおよび7eと、導電パターン8a、8b、8c、8dおよび8eとは、それぞれ、柱状導体9a、9b、9c、9dおよび9eではなく、貫通ビアのような中空状の導体を介して電氣的に接続されていてもよい。

[0025] ここで、第1実施形態では、図3に示すように、第2基板5は、スナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間に挟まれるように配置されている。すなわち、スナバコンデンサ102aは、第2基板5に対して上方（矢印Z2方向側）に配置されているとともに、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aは、第2基板に対して下方（矢印Z1方向側）に配置されている。これにより、第2基板5に設けられた導電パターン7a～7e、8a～8fおよび柱状導体9a～9eは、スナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン7a～7e、8a～8fおよび柱状導体9a～9eは、「接続用導体」の一例である。

[0026] また、図3に示すように、スナバコンデンサ102aの一方電極C1aは、第2基板5の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン7aに接続されている。この導電パターン7aは、柱状導体9aと、第2基板5の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン8aとを介して第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aに接続されている。これにより、導電パターン7a、8aおよび柱状導体9aは、スナバコンデンサ102aの一方電極C1aと、第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aとの間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン7aおよび8aは、それぞれ、「第1導電パターン」および「第2導電パターン」の一例である。また、導電パターン7a、8aおよび柱状導体9aは、「第1接続用導体」の一例である。

[0027] また、スナバコンデンサ102aの他方電極C2aは、第2基板5の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン7bに接続されている。この導電パターン7bは、柱状導体9bと、第2基板5の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン8bと、第2制御用スイッチ素子14aと、第1基板1の上面の導電パターン4bとを介して第2横型スイッチ素子12aのソース電極S2aに接続されている。これにより、導電パターン7b、8bおよび柱状

導体 9 b は、スナバコンデンサ 1 0 2 a の他方電極 C 2 a と、第 2 横型スイッチ素子 1 2 a のソース電極 S 2 a との間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン 7 b および 8 b は、それぞれ、「第 1 導電パターン」および「第 2 導電パターン」の一例である。また、導電パターン 7 b、8 b および柱状導体 9 b は、「第 2 接続用導体」の一例である。

[0028] ここで、図 1 0 ～図 1 2 に示すように、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a および第 2 横型スイッチ素子 1 2 a は、それぞれ、表面および裏面に電極を有する半導体ベアチップにより構成されている。具体的には、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a および第 2 横型スイッチ素子 1 2 a は、それぞれ、3 個の電極（ゲート電極 G 1 a および G 2 a、ソース電極 S 1 a および S 2 a、および、ドレイン電極 D 1 a および D 2 a）を有する MOSFET（電界効果型トランジスタ）の半導体ベアチップにより構成されている。なお、ソース電極 S 1 a（S 2 a）およびドレイン電極 D 1 a（D 2 a）は、「第 1 電極」および「第 2 電極」の一例である。また、ゲート電極 G 1 a（G 2 a）は、「第 3 電極」の一例である。

[0029] また、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a（第 2 横型スイッチ素子 1 2 a）は、ゲート電極 G 1 a（G 2 a）と、ソース電極 S 1 a（S 2 a）と、ドレイン電極 D 1 a（D 2 a）とがそれぞれ同じ側の面（表面）に設けられるように構成されている。これにより、図 1 2 の矢印付きの一点鎖線に示すように、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a（第 2 横型スイッチ素子 1 2 a）の内部の表面近傍では、ソース電極 S 1 a（S 2 a）とドレイン電極 D 1 a（D 2 a）との間で横方向（表面および裏面と平行な方向）に電流が流れるように構成されている。なお、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a（第 2 横型スイッチ素子 1 2 a）は、ゲート電極 G 1 a（G 2 a）、ソース電極 S 1 a（S 2 a）およびドレイン電極 D 1 a（D 2 a）とは反対側の面（裏面）にも、電極 E 1 a（E 2 a）を有する。

[0030] また、図 1 3 ～図 1 5 に示すように、上記第 1 横型スイッチ素子 1 1 a（第 2 横型スイッチ素子 1 2 a）と同様に、第 1 制御用スイッチ素子 1 3 a（

第2制御用スイッチ素子14a)も、表面および裏面を有する半導体ベアチップにより構成されている。また、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)は、ゲート電極G3a(G4a)、ソース電極S3a(S4a)およびドレイン電極D3a(D4a)を有する。ここで、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)は、上記第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)と異なり、ソース電極S3a(S4a)とドレイン電極D3a(D4a)とが互いに異なる側の面に設けられるように構成されている。具体的には、ソース電極S3a(S4a)は、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)の表面に設けられている一方、ドレイン電極D3a(D4a)は、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)の裏面に設けられている。これにより、図15の矢印付きの一点鎖線に示すように、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)の内部では、ソース電極S3a(S4a)とドレイン電極D3a(D4a)との間で縦方向(表面および裏面と垂直な方向)に電流が流れるように構成されている。

[0031] ここで、図3に示すように、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aは、第1基板1の上面(矢印Z2方向側の面)に、互いに表裏逆向きに配置されている。第1横型スイッチ素子11aの表面側のドレイン電極D1a、ソース電極S1aおよびゲート電極G1aは、それぞれ、半田などからなる接合層(図示せず)を介して第2基板5の下面(矢印Z1方向側の面)の導電パターン8a、8fおよび8c(図8および図9参照)に接合されている。その一方、第2横型スイッチ素子12aの表面側のドレイン電極D2a、ソース電極S2aおよびゲート電極G2aは、それぞれ、半田などからなる接合層(図示せず)を介して第1基板1の上面の導電パターン4a、4bおよび4c(図5および図6参照)に接合されている。また、第1横型スイッチ素子11aの裏面側の電極E1aは、半田などからなる接合層(図示せず)を介して第1基板1の上面(矢印Z2方向側の面)の

導電パターン4 aに接合されている。その一方、第2横型スイッチ素子1 2 aの裏面側の電極E 2 aは、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第2基板5の下面の導電パターン8 bに接合されている。

[0032] また、図3に示すように、第1制御用スイッチ素子1 3 aおよび第2制御用スイッチ素子1 4 aは、第1横型スイッチ素子1 1 aおよび第2横型スイッチ素子1 2 aに対して外側に配置されている。すなわち、第1制御用スイッチ素子1 3 aは、第1横型スイッチ素子1 1 aに対して右側（矢印X 2方向側）に配置されているとともに、第2制御用スイッチ素子1 4 aは、第2横型スイッチ素子1 2 aに対して左側（矢印X 1方向側）に配置されている。なお、上記第1横型スイッチ素子1 1 aおよび第2横型スイッチ素子1 2 aと同様に、第1制御用スイッチ素子1 3 aおよび第2制御用スイッチ素子1 4 aも、第1基板1の上面（矢印Z 2方向側の面）に、互いに表裏逆向きに配置されている。

[0033] 図3に示すように、第1制御用スイッチ素子1 3 aの表面側のソース電極S 3 aおよびゲート電極G 3 aは、それぞれ、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第1基板1の上面（矢印Z 2方向側の面）の導電パターン4 dおよび4 a（図5および図6参照）に接合されている。その一方、第2制御用スイッチ素子1 4 aの表面側のソース電極S 4 aおよびゲート電極G 4 aは、それぞれ、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第2基板5の下面の導電パターン8 bおよび8 e（図8および図9参照）に接合されている。また、第1制御用スイッチ素子1 3 aの裏面側のドレイン電極D 3 aは、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第2基板5の下面（矢印Z 1方向側の面）の導電パターン8 f（図8および図9参照）に接合されている。その一方、第2制御用スイッチ素子1 4 aの裏面側のドレイン電極D 4 aは、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第1基板1の上面の導電パターン4 b（図5および図6参照）に接合されている。

[0034] なお、第1実施形態では、図8および図9に示すように、第2基板5の下面（矢印Z 1方向側の面）の導電パターン8 cの右側（矢印X 2方向側）の

端部近傍には、第1基板1側（矢印Z1方向側）に突出する凸部が設けられている。また、図5および図6に示すように、第1基板1の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン4aの右側の端部近傍には、第2基板5側（矢印Z2方向側）に突出する凸部が設けられている。そして、導電パターン8cの凸部と、導電パターン4aの凸部とは、半田などからなる接合層（図示せず）を介して接合されている。これにより、導電パターン8cに接合された第1横型スイッチ素子11aのゲート電極G1aと、導電パターン4aに接合された第1制御用スイッチ素子13aのソース電極S3bとが導電パターン4aおよび導電パターン8cを介して電氣的に接続されている。

[0035] また、図5および図6に示すように、第1基板1の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン4cの左側（矢印X1方向側）の端部近傍には、第2基板5側（矢印Z2方向側）に突出する凸部が設けられている。また、図8および図9に示すように、第2基板5の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン8bの左側の端部近傍には、第1基板1側（矢印Z1方向側）に突出する凸部が設けられている。そして、導電パターン4cの凸部と、導電パターン8bの凸部とは、半田などからなる接合層（図示せず）を介して接合されている。これにより、導電パターン4cに接続された第2横型スイッチ素子12aのゲート電極G2aと、導電パターン8bに接合された第2制御用スイッチ素子14aのソース電極S4aとが導電パターン4cおよび8bを介して電氣的に接続されている。

[0036] また、図5および図6に示すように、第1基板1の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン4dの右側（矢印X2方向側）の端部近傍にも、第2基板5側（矢印Z2方向側）に突出する凸部が設けられている。そして、導電パターン4dの凸部と、第2基板5の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン8dとは、半田などからなる接合層（図示せず）を介して接合されている。また、図8および図9に示すように、第2基板5の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン8fの右側の端部近傍にも、第1基板1側（矢印Z1方向側）に突出する凸部が設けられている。この導電パターン8fの

凸部は、図3に示すように、第1基板1の上面に対する高さ（Z方向の高さ）が互いに異なる第1横型スイッチ素子11aのソース電極S1aと第1制御用スイッチ素子13aのドレイン電極D3aとを電氣的に接続するために設けられている。

[0037] 上記のような構成により、第1実施形態では、第2基板5の導電パターン7aは、柱状導体9aと、導電パターン8aとを介して第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aに接続されている。したがって、導電パターン7aは、直流電源（図示せず）に接続される入力端子51a（図1参照）を構成する。また、第2基板の導電パターン7bは、柱状導体9bと、導電パターン8bとを介して第2制御用スイッチ素子14aのソース電極S4aに接続されている。したがって、導電パターン7bは、直流電源（図示せず）に接続される入力端子51b（図1参照）を構成する。

[0038] また、第2基板5の導電パターン7cは、柱状導体9cと、導電パターン8cと、第1基板1の導電パターン4aとを介して第1制御用スイッチ素子13aのソース電極S3aおよび第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aに接続されている。したがって、導電パターン7cは、モータ（図示せず）などに接続されるU相の出力端子52a（図1参照）を構成する。

[0039] また、第2基板5の導電パターン7dは、柱状導体9dと、導電パターン8dと、第1基板1の導電パターン4dとを介して第1制御用スイッチ素子13aのゲート電極G3aに接続されている。したがって、導電パターン7dは、第1制御用スイッチ素子13aをスイッチングさせるための制御信号が入力される制御端子53a（図1参照）を構成する。また、第2基板の導電パターン7eは、柱状導体9eと、導電パターン8eとを介して第2制御用スイッチ素子14aのゲート電極G4aに接続されている。したがって、導電パターン7eは、第2制御用スイッチ素子14aをスイッチングさせるための制御信号が入力される制御端子54a（図1参照）を構成する。

[0040] なお、第1実施形態では、図2に示すように、2個のスナバコンデンサ102aは、共に、第2基板5の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン

7 a および 7 b に跨って配置されている。具体的には、2 個のスナバコンデンサ 1 0 2 a の一方電極 C 1 a は、共に、半田などからなる接合材（図示せず）を介して導電パターン 7 a に接合されている。また、2 個のスナバコンデンサ 1 0 2 a の他方電極 C 2 a は、共に、半田などからなる接合材（図示せず）を介して導電パターン 7 b に接合されている。これにより、導電パターン 7 a および 7 b は、2 個のスナバコンデンサ 1 0 2 a に対して共通に用いられている。

[0041] 次に、図 1 および図 1 6 を参照して、第 1 実施形態によるパワーモジュール 1 0 0 a のスナバコンデンサ 1 0 2 a と、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a および第 2 横型スイッチ素子 1 2 a との間を流れる電流 I 1、I 2、I 3、I 4、I 5、I 6、I 7、I 8 および I 9（図 1 参照）により形成される電流経路 C 1、C 2、C 3、C 4、C 5、C 6、C 7、C 8 および C 9（図 1 6 参照）について説明する。

[0042] 図 1 6 に示すように、スナバコンデンサ 1 0 2 a の一方電極 C 1 a から第 1 横型スイッチ素子 1 1 a のドレイン電極 D 1 a に流れる電流 I 1（図 1 参照）は、導電パターン 7 a、柱状導体 9 a および導電パターン 8 a を介して下方向（矢印 Z 1 方向）に流れる。これにより、第 1 基板 1 および第 2 基板 5 に対して略垂直な方向に延びる電流経路 C 1 が形成される。また、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a のドレイン電極 D 1 a からソース電極 S 1 a に流れる電流 I 2（図 1 参照）は、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a の表面に沿って右方向（矢印 X 2 方向）に流れる。これにより、第 1 基板 1 および第 2 基板 5 に対して略平行な方向に延びる電流経路 C 2 が形成される。

[0043] 次に、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a のソース電極 S 1 a から第 1 制御用スイッチ素子 1 3 a のドレイン電極 D 3 a に流れる電流 I 3（図 1 参照）は、導電パターン 8 f の平板状の部分を経由して右方向（矢印 X 2 方向）に流れた後に、導電パターン 8 f の右側（矢印 X 2 方向側）の端部に設けられた凸部を経由して下方向（矢印 Z 1 方向）に流れる。これにより、第 1 基板 1 および第 2 基板 5 に対して略平行な方向に延びる長い部分と、第 1 基板 1 および第

2基板5に対して略垂直な方向に延びる短い部分とを有する電流経路C3が形成される。

[0044] 次に、第1制御用スイッチ素子13aのドレイン電極D3aからソース電極S3aに流れる電流I4（図1参照）は、第1制御用スイッチ素子13aの表面および裏面と直交するように第1制御用スイッチ素子13aの内部を下方向（矢印Z1方向）に流れる。これにより、第1基板1および第2基板5に対して略垂直な方向に延びる電流経路C4が形成される。また、第1制御用スイッチ素子13aのソース電極S3aから第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aに流れる電流I5（図1参照）は、導電パターン4aを介して左方向（矢印X1方向）に流れる。これにより、第1基板1および第2基板5に対して略平行な方向に延びる電流経路C5が形成される。

[0045] 次に、第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aからソース電極S2aに流れる電流I6（図1参照）は、第2横型スイッチ素子12aの表面に沿って左方向（矢印X1方向）に流れる。これにより、第1基板1および第2基板5に対して略平行な方向に延びる電流経路C6が形成される。また、第2横型スイッチ素子12aのソース電極S2aから第2制御用スイッチ素子14aのドレイン電極D4aに流れる電流I7（図1参照）は、導電パターン4bを介して左方向（矢印X1方向）に流れる。これにより、第1基板1および第2基板5に対して略平行な方向に延びる電流経路C7が形成される。

[0046] 次に、第2制御用スイッチ素子14aのドレイン電極D4aからソース電極S4aに流れる電流I8（図1参照）は、第2制御用スイッチ素子14aの表面および裏面と直交するように第2制御用スイッチ素子14aの内部を上方向（矢印Z2方向）に流れる。これにより、第1基板1および第2基板5に対して略垂直な方向に延びる電流経路C8が形成される。また、第2制御用スイッチ素子14aのソース電極S4aからスナバコンデンサ102aの他方電極C2aに流れる電流I9（図1参照）は、導電パターン8bの左側（矢印X1方向側）の端部の凸部を介して上方向（矢印Z2方向）に流れ

た後に、導電パターン 8 b の平板状の部分を介して右方向（矢印 X 2 方向）に流れる。そして、このように導電パターン 8 b の平板状の部分を介して右方向に流れた電流は、柱状導体 9 b および導電パターン 7 b を介して上方向（矢印 Z 2 方向）に流れる。これにより、第 1 基板 1 および第 2 基板 5 に対して略平行な方向に延びる長い部分と、第 1 基板 1 および第 2 基板 5 に対して略垂直な方向に延びる短い部分とを有する電流経路 C 9 が形成される。

[0047] 上記のように、スナバコンデンサ 102 a と、第 1 横型スイッチ素子 11 a および第 2 横型スイッチ素子 12 a との間を流れる電流 I 1 ~ I 9（図 1 参照）により形成される電流経路 C 1 ~ C 9（図 16 参照）は、第 1 横型スイッチ素子 11 a のドレイン電極 D 1 a とソース電極 S 1 a との間で横方向（矢印 X 2 方向）に流れる電流経路 C 2 と、電流経路 C 2 に対して略逆方向の電流経路 C 5 とを含む。また、電流経路 C 1 ~ C 9 は、第 2 横型スイッチ素子 12 a のドレイン電極 D 2 a とソース電極 S 2 a との間で横方向（矢印 X 1 方向）に流れる電流経路 C 6 と、電流経路 C 6 に対して略逆方向の電流経路 C 9 とを含む。なお、電流経路 C 2 および C 6 は、「第 1 電流経路」の一例である。また、電流経路 C 5 および C 9 は、「第 2 電流経路」の一例である。

[0048] ここで、電流経路 C 2（C 6）と、電流経路 C 5（C 9）とは、これらの電流経路 C 2 および C 5（C 6 および C 9）に電流が流れることに起因して発生する磁束の変化の打ち消しが可能な近接距離に配置されている。具体的には、電流経路 C 2（C 6）と、電流経路 C 5（C 9）とは、第 1 横型スイッチ素子 11 a および第 2 横型スイッチ素子 12 a の上下方向（Z 方向）の厚みと略同じ長さの距離を隔てて配置されている。なお、電流経路 C 2（C 6）と、電流経路 C 5（C 9）とは、互いに対向するように配置されている。

[0049] 第 1 実施形態では、上記のように、導電パターン 7 a ~ 7 e と、導電パターン 8 a ~ 8 f と、導電パターン 7 a ~ 7 e および導電パターン 8 a ~ 8 e を接続する柱状導体 9 a ~ 9 e とを含む第 2 基板 5 を、上方（矢印 Z 2 方向

側)に位置するスナバコンデンサ102aと、下方(矢印Z1方向側)に位置する第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)との間に挟まれるように配置する。これにより、上方に位置するスナバコンデンサ102aと、下方に位置する第1横型スイッチ素子11aとの間を流れる電流I1(図1参照)が、第2基板5の導電パターン7a、8aおよび柱状導体9aを介してスナバコンデンサ102aの下面側から第1横型スイッチ素子11aの上面側に流れる。また、上方に位置するスナバコンデンサ102aと、下方に位置する第2横型スイッチ素子12aとの間を流れる電流I9(図1参照)が、第2基板5の導電パターン7b、8bおよび柱状導体9bを介して第2横型スイッチ素子12aの上面側からスナバコンデンサ102aの下面側に流れる。その結果、上方に位置するスナバコンデンサ102aの上面側と、下方に位置する第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)の側面側とを接続する配線を介して電流が流れる場合に比べて、スナバコンデンサ102aと第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)との間の電流経路を短くすることができる。これにより、スナバコンデンサ102aと第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)との間の配線インダクタンスを小さくすることができる。

[0050] また、第1実施形態では、上記のように、第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)の駆動を制御する第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)を第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)にカスコード接続する。これにより、第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)がノーマリオン型である場合でも、ノーマリオフ型の第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)を用いることによって、第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)と第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)とからなるスイッチ回路S1a(S2a)を、全体として、ノーマリオフ型として制御することができる。その結果、制御端子53aおよび54aに制御信号が入力される前に入力端子51aおよび5

1 bに電圧が印加された場合でも、スイッチ回路S 1 aおよびS 2 aに電流は流れないので、入力端子5 1 aおよび5 1 b間が短絡するのを抑制することができる。これにより、パワーモジュール1 0 0 aの信頼性を高めることができる。

[0051] また、第1実施形態では、上記のように、第1横型スイッチ素子1 1 a（第2横型スイッチ素子1 2 a）の制御用のゲート電極G 1 a（G 2 a）を、第1制御用スイッチ素子1 3 a（第2制御用スイッチ素子1 4 a）の電流が流入または流出するソース電極S 3 a（S 4 a）に接続する。これにより、第1制御用スイッチ素子1 3 a（第2制御用スイッチ素子1 4 a）によって、容易に、第1横型スイッチ素子1 1 a（第2横型スイッチ素子1 2 a）の駆動を制御することができる。

[0052] また、第1実施形態では、上記のように、第1横型スイッチ素子1 1 aのドレイン電極D 1 aとソース電極S 1 aとの間で横方向（矢印X 2方向）に流れる電流経路C 2（図1 6参照）と、電流経路C 2に対して略逆方向の電流経路C 5（図1 6参照）とを、磁束の変化の打ち消しが可能な近接距離に配置する。また、第2横型スイッチ素子1 2 aのドレイン電極D 2 aとソース電極S 2 aとの間で横方向（矢印X 1方向）に流れる電流経路C 6（図1 6参照）と、電流経路C 6に対して略逆方向に流れる電流経路C 9（図1 6参照）とを、磁束の変化の打ち消しが可能な近接距離に配置する。これにより、スナバコンデンサ1 0 2 aと第1横型スイッチ素子1 1 aおよび第2横型スイッチ素子1 2 aとの間を流れる電流経路C 1～C 9（図1 6参照）のうち、電流経路C 2およびC 6に発生する磁束の変化を、電流経路C 5およびC 9に発生する磁束の変化によってそれぞれ相殺することができる。その結果、スナバコンデンサ1 0 2 aと第1横型スイッチ素子1 1 aおよび第2横型スイッチ素子1 2 aとの間の配線インダクタンスをより小さくすることができる。

[0053] また、第1実施形態では、上記のように、電流経路C 2（C 6）と電流経路C 5（C 9）とを、互いに対向するように配置する。これにより、電流経

路C 2 (C 6) に発生する磁束の変化を、電流経路C 5 (C 9) に発生する磁束の変化によって確実に相殺することができるので、スナバコンデンサ102 aと第1横型スイッチ素子11 aおよび第2横型スイッチ素子12 aとの間の配線インダクタンスを確実に小さくすることができる。

[0054] また、第1実施形態では、上記のように、第1横型スイッチ素子11 aおよび第2横型スイッチ素子12 aを、第1基板1と第2基板5との間に挟まれるように配置する。これにより、第1横型スイッチ素子11 aおよび第2横型スイッチ素子12 aを、第1基板1と第2基板5との間に機械的に安定した状態で保持することができる。

[0055] また、第1実施形態では、上記のように、第1横型スイッチ素子11 aおよび第2横型スイッチ素子12 aに加えて、第1制御用スイッチ素子13 aおよび第2制御用スイッチ素子14 aも、第1基板1と第2基板5との間に挟まれるように配置する。これにより、第1横型スイッチ素子11 aおよび第2横型スイッチ素子12 aに加えて、第1制御用スイッチ素子13 aおよび第2制御用スイッチ素子14 aも、第1基板1と第2基板5との間に機械的に安定した状態で保持することができる。

[0056] また、第1実施形態では、上記のように、第1横型スイッチ素子11 aおよび第2横型スイッチ素子12 aを、第1基板1の上面（矢印Z 2方向側の面）に、互いに表裏逆向きに配置する。これにより、第1横型スイッチ素子11 aの表面側のドレイン電極D 1 a、ソース電極S 1 aおよびゲート電極G 1 aを、それぞれ、第2基板5の下面（矢印Z 1方向側の面）の導電パターン8 a、8 fおよび8 cに接合する工程の簡易化を図ることができる。また、第2横型スイッチ素子12 aの表面側のドレイン電極D 2 a、ソース電極S 2 aおよびゲート電極G 2 aを、それぞれ、第1基板1の上面の導電パターン4 a、4 bおよび4 cに接合する工程の簡易化を図ることができる。

[0057] また、第1実施形態では、上記のように、第1制御用スイッチ素子13 aおよび第2制御用スイッチ素子14 aを、第1横型スイッチ素子11 aおよび第2横型スイッチ素子12 aに対して左右方向（X方向）の外側に配置す

る。これにより、第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14aを第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aの内側に配置する場合に比べて、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aからの熱による影響を受けにくい場所に第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14aを配置することができる。その結果、第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14aを良好に動作させることができる。

[0058] また、第1実施形態では、上記のように、第1基板1の下面（矢印Z1方向側の面）に、放熱層3を形成する。これにより、放熱層3によって、パワーモジュール100aの放熱性を高めることができる。

[0059] また、第1実施形態では、上記のように、第1基板1の上面（矢印Z2方向側の面）と第2基板5の下面（矢印Z1方向側の面）との間に、封止樹脂60を充填する。これにより、封止樹脂60によって、第1基板1の上面と第2基板5の下面との間に異物が侵入するのを抑制することができる。また、絶縁の信頼性を高めることができる。

[0060] また、第1実施形態では、上記のように、スナバコンデンサ102aを、第2基板5の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン7aおよび7bに接続する。また、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aを、それぞれ、上記導電パターン7aおよび7bに柱状導体9aおよび9bを介して電氣的に接続された第2基板5の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン8aおよび8bに接続する。これにより、接合面積の大きい導電パターン7aおよび7bにスナバコンデンサ102aを接合することができるので、スナバコンデンサ102aを導電パターン7aおよび7bに接合する工程の簡易化を図ることができる。また、スナバコンデンサ102aと第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間に第2基板5が挟まれる構成を、簡易な工程によって容易に実現することができる。

[0061] また、第1実施形態では、上記のように、第2基板5の上面（矢印Z2方

向側の面)の導電パターン7aおよび7bを、それぞれ、2個のスナバコンデンサ102aの2個の一方電極C1aおよび2個の他方電極C2aに対して共通に用いる。これにより、第2基板5の上面に、2個のスナバコンデンサ102aの2個の一方電極C1aおよび2個の他方電極C2aの各々に対応する合計4個の導電パターンを設ける場合と異なり、第2基板5の構造の簡略化を図ることができる。

[0062] (第2実施形態)

次に、図17～図26を参照して、第2実施形態によるパワーモジュール200aについて説明する。この第2実施形態では、第1横型スイッチ素子11aと第2横型スイッチ素子12aとが互いに表裏逆向きに配置された上記第1実施形態と異なり、第1横型スイッチ素子11aと第2横型スイッチ素子12aとが共に表裏同じ向きに配置された例について説明する。なお、パワーモジュール200aは、「電力変換装置」の一例である。

[0063] まず、図17～図25を参照して、第2実施形態によるパワーモジュール200aの構成について説明する。なお、このパワーモジュール200aは、3相インバータ装置においてU相の電力変換を行うものとする。すなわち、この第2実施形態においても、上記第1実施形態と同様に、パワーモジュール200aと略同様の構成を有する2つのパワーモジュール(V相およびW相の電力変換を行うパワーモジュール)がパワーモジュール200aとは別々に設けられている。以下では、簡単化のため、U相の電力変換を行うパワーモジュール200aについてのみ説明する。

[0064] 図17～図20に示すように、パワーモジュール200aは、第1基板201と、2個の横型スイッチ素子(第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12a)と、2個の制御用スイッチ素子(第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14a)と、2個のスナバコンデンサ102aと、第2基板205とを備える。また、第1基板201の上面(矢印Z2方向側の面)と、第2基板205の下面(矢印Z1方向側の面)との間には、封止樹脂60が充填されている。なお、図19および図2

0では、説明の便宜上、封止樹脂60の図示を省略している。

[0065] また、図21および図22に示すように、第1基板201は、絶縁板2と、絶縁板2の上面（矢印Z2方向側の面）に形成された2個の導電パターン204aおよび204bとを含む。この第1基板201の絶縁板2の下面（矢印Z1方向側の面）には、放熱層3（図18～図20参照）が形成されている。また、図23～図25に示すように、第2基板205は、絶縁板206と、絶縁板206の上面に形成された5個の導電パターン207a、207b、207c、207dおよび207eと、絶縁板206の下面に形成された7個の導電パターン208a、208b、208c、208d、208e、208fおよび208gとを含む。なお、導電パターン207a、207b、207c、207dおよび207eと、導電パターン208a、208b、208c、208dおよび208eとは、それぞれ、絶縁板206を上下方向（Z方向）に貫通するように設けられた柱状導体209a、209b、209c、209dおよび209eを介して互いに電氣的に接続されている。

[0066] ここで、図18～図20に示すように、第2実施形態においても、上記第1実施形態と同様に、第2基板205は、スナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間に挟まれるように配置されている。すなわち、第2基板205に設けられた導電パターン207a～207e、208a～208gおよび柱状導体209a～209eは、スナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン207a～207e、208a～208gおよび柱状導体209a～209eは、「接続用導体」の一例である。

[0067] 図18に示すように、スナバコンデンサ102aの一方電極C1aは、第2基板205の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン207aに接続されている。この導電パターン207aは、柱状導体209aと、第2基板205の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン208aとを介して第

1 横型スイッチ素子 11a のドレイン電極 D1a に接続されている。これにより、導電パターン 207a、208a および柱状導体 209a は、スナバコンデンサ 102a の一方電極 C1a と、第 1 横型スイッチ素子 11a のドレイン電極 D1a との間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン 207a および 208a は、それぞれ、「第 1 導電パターン」および「第 2 導電パターン」の一例である。また、導電パターン 207a、208a および柱状導体 209a は、「第 1 接続用導体」の一例である。

[0068] また、スナバコンデンサ 102a の他方電極 C2a は、第 2 基板 205 の上面（矢印 Z2 方向側の面）の導電パターン 207b に接続されている。この導電パターン 207b は、柱状導体 209b と、第 2 基板 205 の下面（矢印 Z1 方向側の面）の導電パターン 208b と、第 2 制御用スイッチ素子 14a とを介して第 2 横型スイッチ素子 12a のソース電極 S2a に接続されている。これにより、導電パターン 207b、208b および柱状導体 209b は、スナバコンデンサ 102a の他方電極 C2a と、第 2 横型スイッチ素子 12a のソース電極 S2a との間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン 207b および 208b は、それぞれ、「第 1 導電パターン」および「第 2 導電パターン」の一例である。また、導電パターン 207b、208b および柱状導体 209b は、「第 2 接続用導体」の一例である。

[0069] ここで、図 18 に示すように、第 2 実施形態では、上記第 1 実施形態と異なり、第 1 横型スイッチ素子 11a および第 2 横型スイッチ素子 12a が、第 1 基板 201 の上面（矢印 Z1 方向側の面）に、共に表裏同じ向きに配置されている。具体的には、第 1 横型スイッチ素子 11a の裏面側の電極 E1a は、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第 1 基板 201 の上面の導電パターン 204a に接合されている。また、第 2 横型スイッチ素子 12a の裏面側の E2a は、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第 1 基板 201 の上面の導電パターン 204b に接合されている。

[0070] また、第 2 実施形態では、第 1 制御用スイッチ素子 13a および第 2 制御

用スイッチ素子 14 a は、それぞれ、第 1 基板 201 の上面（矢印 Z 1 方向側の面）に搭載された第 1 横型スイッチ素子 11 a および第 2 横型スイッチ素子 12 a と、第 2 基板 205 との間に挟まれるように配置されている。また、第 1 制御用スイッチ素子 13 a および第 2 制御用スイッチ素子 14 a は、第 1 横型スイッチ素子 11 a および第 2 横型スイッチ素子 12 a の表面に、共に表裏同じ向きに配置されている。

[0071] 図 18 に示すように、第 1 制御用スイッチ素子 13 a の裏面側のドレイン電極 D 3 a は、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第 1 横型スイッチ素子 11 a の表面側のソース電極 S 1 a に接合されている。すなわち、第 1 横型スイッチ素子 11 a の表面側のソース電極 S 1 a と、第 1 制御用スイッチ素子 13 a の裏面側のドレイン電極 D 3 a とは、板状の導体などを介さずに接続されている。また、第 1 制御用スイッチ素子 13 a の表面側のソース電極 S 3 a およびゲート電極 G 3 a は、それぞれ、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第 2 基板 205 の下面（矢印 Z 2 方向側の面）の導電パターン 208 c および 208 d（図 24 および図 25 参照）に接合されている。

[0072] また、図 18 に示すように、第 2 制御用スイッチ素子 14 a の裏面側のドレイン電極 D 4 a は、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第 2 横型スイッチ素子 12 a の表面側のソース電極 S 2 a に接合されている。すなわち、第 2 横型スイッチ素子 12 a の表面側のソース電極 S 2 a と、第 2 制御用スイッチ素子 14 a の裏面側のドレイン電極 D 4 a とは、板状の導体などを介さずに接続されている。また、第 2 制御用スイッチ素子 14 a の表面側のソース電極 S 4 a およびゲート電極 G 4 a は、それぞれ、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第 2 基板 205 の下面の導電パターン 208 b および 208 e（図 24 および図 25 参照）に接合されている。

[0073] なお、第 2 実施形態では、図 24 および図 25 に示すように、第 2 基板 205 の下面（矢印 Z 1 方向側の面）の導電パターン 208 c には、第 1 基板 201 側（矢印 Z 1 方向側）に突出する 2 つの凸部が設けられている。これ

ら2つの凸部のうち、左側（矢印X1方向側）に設けられた小さい方の凸部は、図19に示すように、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第1横型スイッチ素子11aの表面側のゲート電極G1aに接合されている。これにより、第1横型スイッチ素子11aのゲート電極G1aと、第1制御用スイッチ素子13aのソース電極S3bとは、導電パターン208cを介して電氣的に接続されている。また、上記2つの凸部のうち、右側（矢印X2方向側）に設けられた大きい方の凸部は、図18に示すように、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aに接合されている。この導電パターン208cの大きい方の凸部は、第1基板201の上面（矢印Z2方向側の面）に対する高さ（Z方向の高さ）が互いに異なる第1制御用スイッチ素子13aのソース電極S3aと第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aとを電氣的に接続するために設けられている。

[0074] また、図24および図25に示すように、第2基板205の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン208bには、第1基板201側（矢印Z1方向側）に突出する凸部が設けられている。この導電パターン208bの凸部は、図20に示すように、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第2横型スイッチ素子12aの表面側のゲート電極G2aに接合されている。これにより、第2横型スイッチ素子12aのゲート電極G2aと、第2制御用スイッチ素子14aのソース電極S4bとは、導電パターン208bを介して電氣的に接続されている。

[0075] また、図21および図22に示すように、第1基板201の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン204aおよび204bには、それぞれ、第2基板205側（矢印Z2方向側）に突出する凸部が設けられている。図19および図20に示すように、導電パターン204aおよび204bの凸部は、それぞれ、半田などからなる接合層（図示せず）を介して第2基板205の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン208fおよび208gに接合されている。これにより、第1横型スイッチ素子11a（第2横型ス

タッチ素子 12a) の表面側のソース電極 S1a (S2a) と、裏面側の電極 E1a (E2a) とは、導電パターン 208f および 204a (208g および 204b) を介して電氣的に接続されている。

[0076] 上記のような構成により、第2実施形態では、第2基板 205 の上面 (矢印 Z2 方向側の面) の導電パターン 207a は、柱状導体 209a と、導電パターン 208a とを介して第1横型スイッチ素子 11a のドレイン電極 D1a に接続されている。したがって、導電パターン 207a は、直流電源 (図示せず) に接続される入力端子 51a (図1参照) を構成する。また、導電パターン 207b は、柱状導体 209b と、導電パターン 208b とを介して第2制御用スイッチ素子 14a のソース電極 S4a に接続されている。したがって、導電パターン 208b は、直流電源 (図示せず) に接続される入力端子 51b (図1参照) を構成する。

[0077] また、第2基板 205 の上面 (矢印 Z2 方向側の面) の導電パターン 207c は、柱状導体 209c と、導電パターン 208c とを介して、第1制御用スイッチ素子 13a のソース電極 S3a および第2横型スイッチ素子 12a のドレイン電極 D2a に接続されている。したがって、導電パターン 207c は、モータ (図示せず) などに接続される U 相の出力端子 52a (図1参照) を構成する。

[0078] また、第2基板 205 の上面 (矢印 Z2 方向側の面) の導電パターン 207d は、柱状導体 209d と、導電パターン 208d とを介して第1制御用スイッチ素子 13a のゲート電極 G3a に接続されている。したがって、導電パターン 207d は、第1制御用スイッチ素子 13a をスイッチングさせるための制御信号が入力される制御端子 53a (図1参照) を構成する。また、導電パターン 207e は、柱状導体 209e と、導電パターン 208e とを介して第2制御用スイッチ素子 14a のゲート電極 G4a に接続されている。したがって、導電パターン 207e は、第2制御用スイッチ素子 14a をスイッチングさせるための制御信号が入力される制御端子 53b (図1参照) を構成する。

[0079] なお、第2実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

[0080] 次に、図1および図26を参照して、第2実施形態によるパワーモジュール200aのスナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間を流れる電流I1、I2、I3、I4、I5、I6、I7、I8およびI9（図1参照）により形成される電流経路C11、C12、C13、C14、C15、C16、C17、C18およびC19（図26参照）について説明する。

[0081] 図26に示すように、スナバコンデンサ102aの一方電極C1aから第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aに流れる電流I1（図1参照）は、導電パターン207aを介して左方向（矢印X1方向）に流れた後に、柱状導体209aおよび導電パターン208aを介して下方向（矢印Z1方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略平行な方向に延びる長い部分と、第1基板201および第2基板205に対して略垂直な方向に延びる短い部分とを有する電流経路C11が形成される。そして、第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aからソース電極S1aに流れる電流I2（図1参照）は、第1横型スイッチ素子11aの表面に沿って右方向（矢印X2方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略平行な方向に延びる電流経路C12が形成される。

[0082] ここで、第2実施形態では、上記のように、第1横型スイッチ素子11aの表面側のソース電極S1aと、第1制御用スイッチ素子13aの裏面側のドレイン電極D3aとは、板状の導体などを介さずに接続されている。このため、第1横型スイッチ素子11aのソース電極S1aから第1制御用スイッチ素子13aのドレイン電極D3aに流れる電流I3（図1参照）は、第1横型スイッチ素子11aのソース電極S1aと第1制御用スイッチ素子13aのドレイン電極D3aとの間の非常に短い距離を上方向（矢印Z2方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略垂直な方向に延びる非常に短い電流経路C13が形成される。

[0083] 次に、第1制御用スイッチ素子13aのドレイン電極D3aからソース電極S3aに流れる電流I4（図1参照）は、第1制御用スイッチ素子13aの表面および裏面と直交するように第1制御用スイッチ素子13aの内部を上方向（矢印Z2方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略垂直な方向に延びる電流経路C14が形成される。また、第1制御用スイッチ素子13aのソース電極S3aから第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aに流れる電流I5（図1参照）は、導電パターン208cの平板状の部分を介して右方向（矢印X2方向）に流れた後に、導電パターン208cの右側の凸部を介して下方向（矢印Z1方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略平行な方向に延びる長い部分と、第1基板201および第2基板205に対して略垂直な方向に延びる短い部分とを有する電流経路C15が形成される。

[0084] 次に、第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aからソース電極S2aに流れる電流I6（図1参照）は、第2横型スイッチ素子12aの表面に沿って右方向（矢印X2方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略平行な方向に延びる電流経路C16が形成される。また、第2横型スイッチ素子12aのソース電極S2aから第2制御用スイッチ素子14aのドレイン電極D4aに流れる電流I7（図1参照）は、上記電流I3（図1参照）と同様に、第2横型スイッチ素子12aのソース電極S2aと第2制御用スイッチ素子14aのドレイン電極D4aとの間の非常に短い距離を上方向（矢印Z2方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略垂直な方向に延びる非常に短い電流経路C17が形成される。

[0085] 次に、第2制御用スイッチ素子14aのドレイン電極D4aからソース電極S4aに流れる電流I8（図1参照）は、第2制御用スイッチ素子14aの表面および裏面と直交するように第2制御用スイッチ素子14aの内部を上方向（矢印Z2方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略垂直な方向に延びる電流経路C18が形成される。ま

た、第2制御用スイッチ素子14aのソース電極S4aからスナバコンデンサ102aの他方電極C2aに流れる電流I9（図1参照）は、導電パターン208bと、柱状導体209bを介して上方向（矢印Z2方向）に流れた後に、導電パターン207bを介して左方向（矢印X1方向）に流れる。これにより、第1基板201および第2基板205に対して略垂直な方向に延びる短い部分と、第1基板201および第2基板205に対して略平行な方向に延びる長い部分とを有する電流経路C19が形成される。

[0086] 上記のように、スナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間を流れる電流I1～I9（図1参照）により形成される電流経路C11～C19（図26参照）は、第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aとソース電極S1aとの間で横方向（矢印X2方向）に流れる電流経路C12と、電流経路C12に対して略逆方向の電流経路C11とを含む。また、電流経路C11～C19は、第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aとソース電極S2aとの間で横方向（矢印X2方向）に流れる電流経路C16と、電流経路C16に対して略逆方向の電流経路C19とを含む。なお、電流経路C12およびC16は、「第1電流経路」の一例である。また、電流経路C11およびC19は、「第2電流経路」の一例である。

[0087] ここで、電流経路C12（C16）と、電流経路C11（C19）とは、これらの電流経路C12およびC11（C16およびC19）に電流が流れることに起因して発生する磁束の変化の打ち消しが可能な近接距離に配置されている。具体的には、電流経路C12（C16）と、電流経路C11（C19）とは、第2基板205および第1制御用スイッチ素子13a（第2制御用スイッチ素子14a）の上下方向（Z方向）の厚みの合計と略等しい長さの距離を隔てて配置されている。なお、電流経路C12（C16）と、電流経路C11（C19）とは、互いに対向するように配置されている。

[0088] 第2実施形態では、上記のように、第1制御用スイッチ素子13a（第2制御用スイッチ素子14a）を、第1基板201の上面（矢印Z2方向側の

面)に搭載された第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)と、第2基板205との間に挟まれるように配置する。これにより、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)を、第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)と、第2基板205との間に機械的に安定した状態で保持することができる。また、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)の裏面側のドレイン電極D3a(D4a)を、板状の導体などを介さずに、第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)の表面側のソース電極S1a(S2a)に直接的に接続することができる。これにより、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)のドレイン電極D3a(D4a)と、第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)のソース電極S1a(S2a)との電氣的接続を確実にとることができる。また、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)と、第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)との間の電流経路C13(C17)が短くなるので、配線インダクタンスを小さくすることができる。

[0089] また、第2実施形態では、上記のように、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aを、第1基板201の上面(矢印Z2方向側の面)に、共に表裏同じ向きに配置する。これにより、第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1a、ソース電極S1aおよびゲート電極G1aを有する表面と、第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2a、ソース電極S2aおよびゲート電極G2aを有する表面とが、共に、スナバコンデンサ102aが配置された第2基板205側(矢印Z2方向側)に配置されるので、スナバコンデンサ102aと第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)との間の電流経路を容易に短くすることができる。その結果、スナバコンデンサ102aと第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)との間の配線インダクタンスを容易に小さくすることができる。

[0090] なお、第2実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

[0091] (第3実施形態)

次に、図27～図37を参照して、第3実施形態によるパワーモジュール300aについて説明する。この第3実施形態では、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)が第1横型スイッチ素子11a(第2横型スイッチ素子12a)と第2基板205との間に挟まっている上記第2実施形態と異なり、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)が第2基板305に埋め込まれている例について説明する。なお、パワーモジュール300aは、「電力変換装置」の一例である。

[0092] まず、図27～図36を参照して、第3実施形態によるパワーモジュール300aの構成について説明する。なお、このパワーモジュール300aは、3相インバータ装置においてU相の電力変換を行うものとする。すなわち、この第3実施形態においても、上記第1および第2実施形態と同様に、パワーモジュール300aと略同様の構成を有する2つのパワーモジュール(V相およびW相の電力変換を行うパワーモジュール)がパワーモジュール300aとは別々に設けられている。以下では、簡単化のため、U相の電力変換を行うパワーモジュール300aについてのみ説明する。

[0093] 図27～図30に示すように、パワーモジュール300aは、第1基板301と、2個の横型スイッチ素子(第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12a)と、2個の制御用スイッチ素子(第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14a)と、2個のスナバコンデンサ102aと、第2基板305とを備える。また、第1基板301の上面(矢印Z2方向側の面)と、第2基板305の下面(矢印Z1方向側の面)との間には、封止樹脂60が充填されている。なお、図29および図30では、説明の便宜上、封止樹脂60の図示を省略している。

[0094] また、図31および図32に示すように、第1基板301は、絶縁板2と、絶縁板2の上面(矢印Z2方向側の面)に形成された2個の導電パターン304aおよび304bとを含む。この第1基板301の絶縁板2の下面(

矢印Z1方向側の面)には、放熱層3(図28～図30参照)が形成されている。また、図33～図35に示すように、第2基板305は、絶縁板306と、絶縁板306の上面に形成された5個の導電パターン307a、307b、307c、307dおよび307eと、絶縁板306の下面に形成された6個の導電パターン308a、308b、308c、308d、308eおよび308fとを含む。ここで、第3実施形態では、図28～図30および図36に示すように、第2基板305の上下方向(Z方向)の中央部近傍には、5個の板状導体309a、309b、309c、309dおよび309eが埋め込まれている。

[0095] 板状導体309aは、第2基板305の上面(矢印Z2方向側の面)に向かって延びるように設けられた柱状導体310aを介して第2基板305の上面の導電パターン307aに接続されている。また、板状導体309aは、第2基板305の下面(矢印Z1方向側の面)に向かって延びるように設けられた柱状導体311aを介して第2基板305の下面の導電パターン308aに接続されている。同様に、板状導体309bは、柱状導体310bを介して第2基板305の上面の導電パターン307bに接続されているとともに、柱状導体311bを介して第2基板の下面の導電パターン308bに接続されている。

[0096] また、板状導体309cは、柱状導体310cを介して第2基板305の上面(矢印Z2方向側の面)の導電パターン307cに接続されている。また、板状導体309cは、柱状導体311cおよび311dを介して第2基板305の下面(矢印Z1方向側の面)の導電パターン308cおよび308dに接続されている。なお、板状導体309dは、柱状導体310dを介して第2基板305の上面の導電パターン307dに接続されている。また、板状導体309eは、柱状導体310eを介して第2基板305の上面の導電パターン307eに接続されている。

[0097] また、第3実施形態では、図28～図30に示すように、第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14aは、第2基板305の

内部に埋め込まれている。第1制御用スイッチ素子13aは、第2基板305の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン308eと、第2基板305の上下方向（Z方向）の中央部近傍の板状導体309cおよび309dとの間に挟まれるように配置されている。また、第2制御用スイッチ素子14aは、第2基板305の下面の導電パターン307fと、第2基板305の上下方向の中央部近傍の板状導体309bおよび309eとの間に挟まれるように配置されている。

[0098] 具体的には、図28および図29に示すように、第1制御用スイッチ素子13aの表面側のソース電極S3aおよびゲート電極G3aは、それぞれ、板状導体309cおよび309dの下面（矢印Z1方向側の面）に接合されている。また、第1制御用スイッチ素子13aの裏面側のドレイン電極D3aは、導電パターン308eの上面に接合されている。また、図28および図30に示すように、第2制御用スイッチ素子14aの表面側のソース電極S4aおよびゲート電極G4aは、それぞれ、板状導体309bおよび309eの下面に接合されている。また、第2制御用スイッチ素子14aの裏面側のドレイン電極D4aは、導電パターン307fの上面に接合されている。

[0099] なお、第3実施形態では、上記第2実施形態と同様に、第2基板305は、スナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間に挟まれるように配置されている。これにより、第2基板305に設けられた導電パターン307a～307e、308a～308f、板状導体309a～309e、柱状導体310a～310eおよび311a～311dは、スナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン307a～307e、308a～308f、板状導体309a～309e、柱状導体310a～310eおよび311a～311dは、「接続用導体」の一例である。

[0100] 図27および図28に示すように、スナバコンデンサ102aの一方電極

C 1 aは、第2基板305の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン307aに接続されている。この導電パターン307aは、図28に示すように、柱状導体310aと、第2基板305の上下方向（Z方向）の中央部近傍の板状導体309aと、柱状導体311aと、第2基板305の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン308aとを介して第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aに接続されている。これにより、導電パターン307a、308a、板状導体309a、柱状導体310aおよび311aは、スナバコンデンサ102aの一方電極C1aと、第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aとの間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン307aおよび308aは、それぞれ、「第1導電パターン」および「第2導電パターン」の一例である。また、導電パターン307a、308a、板状導体309a、柱状導体310aおよび311aは、「第1接続用導体」の一例である。

[0101] また、スナバコンデンサ102aの他方電極C2aは、第2基板305の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン307bに接続されている。この導電パターン307bは、柱状導体310bと、第2基板305の上下方向（Z方向）の中央部近傍の板状導体309bと、第2制御用スイッチ素子14aと、第2基板305の下面（矢印Z1方向側の面）の導電パターン308fとを介して第2横型スイッチ素子12aのソース電極S2aに接続されている。これにより、導電パターン307b、308f、板状導体309bおよび柱状導体310bは、スナバコンデンサ102aの他方電極C1aと、第2横型スイッチ素子12aのソース電極S2aとの間に挟まれるように配置されている。なお、導電パターン307bおよび308fは、それぞれ、「第1導電パターン」および「第2導電パターン」の一例である。また、導電パターン307b、308f、板状導体309bおよび柱状導体310bは、「第2接続用導体」の一例である。

[0102] また、第3実施形態では、上記第2実施形態と同様に、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aが、第1基板301の上面（

矢印Z2方向側の面)に、共に表裏同じ向きに配置されている。具体的には、図28に示すように、第1横型スイッチ素子11aの裏面側の電極E1aは、第1基板301の導電パターン304aに接続されている。また、第2横型スイッチ素子12aの裏面側の電極E2aは、第1基板301の導電パターン304bに接続されている。

[0103] また、図28および図29に示すように、第1横型スイッチ素子11aの表面側のドレイン電極D1a、ソース電極S1aおよびゲート電極G1aは、それぞれ、半田などからなる接合層(図示せず)を介して第2基板305の下面(矢印Z1方向側の面)の導電パターン308a、308eおよび308cに接合されている。また、図28および図30に示すように、第2横型スイッチ素子12aの表面側のドレイン電極D2a、ソース電極S2aおよびゲート電極G2aは、それぞれ、半田などからなる接合層(図示せず)を介して第2基板305の下面の導電パターン308d、308fおよび308bに接合されている。

[0104] なお、第3実施形態では、図34および図35に示すように、第3基板305の下面(矢印Z1方向側の面)の導電パターン308eには、第1基板301側(矢印Z1方向側)に突出する凸部が設けられている。また、図31および図32に示すように、第1基板301の上面(矢印Z2方向側の面)の導電パターン304aの上記導電パターン308eの凸部に対応する部分には、第2基板305側(矢印Z2方向側)に突出する凸部が設けられている。そして、導電パターン308eの凸部と、導電パターン304aの凸部とは、半田などからなる接合層(図示せず)を介して互いに接合されている。これにより、図29に示すように、第1横型スイッチ素子11aの表面側のソース電極S1aと、裏面側の電極E1aとは、導電パターン308eおよび304aを介して電氣的に接続されている。

[0105] 同様に、図34および図35に示すように、第3基板305の下面(矢印Z1方向側の面)の導電パターン308fにも、第1基板301側(矢印Z1方向側)に突出する凸部が設けられている。また、図31および図32に

示すように、第1基板301の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン304bの上記導電パターン308fの凸部に対応する部分にも、第2基板305側（矢印Z2方向側）に突出する凸部が設けられている。そして、導電パターン308fの凸部と、導電パターン304bの凸部とは、半田などからなる接合層（図示せず）を介して互いに接合されている。これにより、図30に示すように、第2横型スイッチ素子12aの表面側のソース電極S2aと、裏面側の電極E2aとは、導電パターン308eおよび304aを介して電氣的に接続されている。

[0106] 上記のような構成により、第3実施形態では、第2基板305の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン307aは、柱状導体310aと、板状導体309aと、柱状導体311aと、導電パターン308aとを介して第1横型スイッチ素子11aのドレイン電極D1aに接続されている。したがって、導電パターン307aは、直流電源（図示せず）に接続される入力端子51a（図1参照）を構成する。また、導電パターン307bは、柱状導体310bと、板状導体309bとを介して第2制御用スイッチ素子14aのソース電極S4aに接続されている。したがって、導電パターン307bは、直流電源（図示せず）に接続される入力端子51b（図1参照）を構成する。

[0107] また、第2基板305の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン307cは、柱状導体310cと、板状導体309cとを介して第1制御用スイッチ素子13aのソース電極S3aに接続されている。また、導電パターン307dは、柱状導体310cと、板状導体309cと、柱状導体311dと、導電パターン308dとを介して第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aに接続されている。したがって、導電パターン307cは、モータ（図示せず）などに接続されるU相の出力端子52a（図1参照）を構成する。

[0108] また、第2基板305の上面（矢印Z2方向側の面）の導電パターン307dは、柱状導体310dと、板状導体309dとを介して第1制御用スィ

タッチ素子 13a のゲート電極 G3a に接続されている。したがって、導電パターン 307d は、第 1 制御用スイッチ素子 13a をスイッチングさせるための制御信号が入力される制御端子 53a (図 1 参照) を構成する。また、導電パターン 307e は、柱状導体 310e と、板状導体 309e とを介して第 2 制御用スイッチ素子 14a のゲート電極 G4a に接続されている。したがって、導電パターン 307e は、第 2 制御用スイッチ素子 14a をスイッチングさせるための制御信号が入力される制御端子 53b (図 1 参照) を構成する。

[0109] なお、第 3 実施形態のその他の構成は、上記第 2 実施形態と同様である。

[0110] 次に、図 1 および図 37 を参照して、第 3 実施形態によるパワーモジュール 300a のスナバコンデンサ 102a と、第 1 横型スイッチ素子 11a および第 2 横型スイッチ素子 12a との間を流れる電流 I1、I2、I3、I4、I5、I6、I7、I8 および I9 (図 1 参照) により形成される電流経路 C21、C22、C23、C24、C25、C26、C27、C28 および C29 (図 37 参照) について説明する。

[0111] 図 37 に示すように、スナバコンデンサ 102a の一方電極 C1a から第 1 横型スイッチ素子 11a のドレイン電極 D1a に流れる電流 I1 (図 1 参照) は、まず、導電パターン 307a を介して左方向 (矢印 X1 方向) に流れた後に、柱状導体 310a を介して下方向 (矢印 Z1 方向) に流れる。そして、このように柱状導体 310a を介して下方向に流れた電流は、板状導体 309a を介して左方向に流れた後に、柱状導体 311a および導電パターン 308a を介して下方向に流れる。これにより、第 1 基板 301 および第 2 基板 305 に対して略平行な方向に延びる 2 個の長い部分と、第 1 基板 301 および第 2 基板 305 に対して略垂直な方向に延びる 2 個の短い部分とを有する電流経路 C21 が形成される。

[0112] 次に、第 1 横型スイッチ素子 11a のドレイン電極 D1a からソース電極 S1a に流れる電流 I2 (図 1 参照) は、第 1 横型スイッチ素子 11a の内部の表面近傍を右方向 (矢印 X2 方向) に流れる。これにより、第 1 基板 3

01 および第2基板305に対して略平行な方向に延びる長い電流経路C22が形成される。また、第1横型スイッチ素子11aのソース電極S1aから第1制御用スイッチ素子13aのドレイン電極D3aに流れる電流I3（図1参照）は、導電パターン308eを介して上方向（矢印Z2方向）に流れる。これにより、第1基板301および第2基板305に対して略垂直な方向に延びる短い電流経路C23が形成される。

[0113] 次に、第1制御用スイッチ素子13aのドレイン電極D3aからソース電極S3aに流れる電流I4（図1参照）は、第1制御用スイッチ素子13aの表面および裏面と直交するように第1制御用スイッチ素子13aの内部を上方向（矢印Z2方向）に流れる。これにより、第1基板301および第2基板305に対して略垂直な方向に延びる電流経路C24が形成される。また、第1制御用スイッチ素子13aのソース電極S3aから第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aに流れる電流I5（図1参照）は、板状導体309cを介して右方向（矢印X2方向）に流れた後に、柱状導体311dと導電パターン308dとを介して下方向に流れる。これにより、第1基板301および第2基板305に対して略平行な方向に延びる長い部分と、第1基板301および第2基板305に対して略垂直な方向に延びる短い部分とを有する電流経路C25が形成される。

[0114] 次に、第2横型スイッチ素子12aのドレイン電極D2aからソース電極S2aに流れる電流I6（図1参照）は、第2横型スイッチ素子12aの内部の表面近傍を右方向（矢印X2方向）に流れる。これにより、第1基板301および第2基板305に対して略平行な方向に延びる電流経路C26が形成される。また、第2横型スイッチ素子12aのソース電極S2aから第2制御用スイッチ素子14aのドレイン電極D4aに流れる電流I7（図1参照）は、導電パターン308fを介して上方向（矢印Z2方向側）に流れる。これにより、第1基板301および第2基板305に対して略垂直な方向に延びる短い電流経路C27が形成される。

[0115] 次に、第2制御用スイッチ素子14aのドレイン電極D4aからソース電

極 S 4 a に流れる電流 I 8 (図 1 参照) は、第 2 制御用スイッチ素子 1 4 a の表面および裏面と直交するように第 2 制御用スイッチ素子 1 4 a の内部を上方向 (矢印 Z 2 方向) に流れる。これにより、第 1 基板 3 0 1 および第 2 基板 3 0 5 に対して略垂直な方向に延びる電流経路 C 2 8 が形成される。また、第 2 制御用スイッチ素子 1 4 a のソース電極 S 4 a からスナバコンデンサ 1 0 2 a の他方電極 C 2 a に流れる電流 I 9 (図 1 参照) は、まず、板状導体 3 0 9 b を介して左方向 (矢印 X 1 方向) に流れた後に、柱状導体 3 1 0 b を介して上方向に流れる。そして、このように柱状導体 3 1 0 b を介して上方向に流れた電流は、導電パターン 3 0 7 b を介して左方向に流れる。これにより、第 1 基板 3 0 1 および第 2 基板 3 0 5 に対して略平行な方向に延びる 2 個の長い部分と、第 1 基板 3 0 1 および第 2 基板 3 0 5 に対して略垂直な方向に延びる 1 個の短い部分とを有する電流経路 C 2 9 が形成される。

[0116] 上記のように、スナバコンデンサ 1 0 2 a と、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a および第 2 横型スイッチ素子 1 2 a との間を流れる電流 I 1 ~ I 9 (図 1 参照) により形成される電流経路 C 2 1 ~ C 2 9 (図 3 7 参照) は、第 1 横型スイッチ素子 1 1 a のドレイン電極 D 1 a とソース電極 S 1 a との間で横方向 (矢印 X 2 方向) に流れる電流経路 C 2 2 と、電流経路 C 2 2 に対して略逆方向の電流経路 C 2 1 とを含む。また、電流経路 C 2 1 ~ C 2 9 は、第 2 横型スイッチ素子 1 2 a のドレイン電極 D 2 a とソース電極 S 2 a との間で横方向 (矢印 X 2 方向) に流れる電流経路 C 2 6 と、電流経路 C 2 6 に対して略逆方向の電流経路 C 2 9 とを含む。なお、電流経路 C 2 2 および C 2 6 は、「第 1 電流経路」の一例である。また、電流経路 C 2 1 および C 2 9 は、「第 2 電流経路」の一例である。

[0117] ここで、電流経路 C 2 2 (C 2 6) と、電流経路 C 2 1 (C 2 9) とは、これらの電流経路 C 2 2 および C 2 1 (C 2 6 および C 2 9) に電流が流れることに起因して発生する磁束の変化の打ち消しが可能な近接距離に配置されている。具体的には、電流経路 C 2 2 (C 2 6) と、電流経路 C 2 1 (C

29)とは、第2基板305の上下方向(Z方向)の厚みに略等しい長さの距離を隔てて配置されている。なお、電流経路C22(C26)と、電流経路C21(C29)とは、互いに対向するように配置されている。

[0118] 第3実施形態では、上記のように、第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14aを、第2基板305内に埋め込む。これにより、第2基板305を第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aの表面に配置するだけで、第1横型スイッチ素子11aと第1制御用スイッチ素子13aとの接続と、第2横型スイッチ素子12aと第2制御用スイッチ素子14aとの接続とを同時に行うことができる。その結果、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aと、第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子との接続作業の簡略化を図ることができる。

[0119] また、第3実施形態では、第1制御用スイッチ素子13aおよび第2制御用スイッチ素子14aを第2基板305内に埋め込むことによって、スナバコンデンサ102aと、第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素子12aとの間に形成される電流経路C21~C29(図37参照)のうち、互いに対向する略逆方向の電流経路C22およびC21(C26およびC29)間の距離を、第2基板305の上下方向(Z方向)の厚みに略等しい長さにすることができる。これにより、互いに対向する略逆方向の電流経路C12およびC11(C16およびC29)間の距離が第2基板205および第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)の上下方向(Z方向)の厚みの合計と略等しい上記第2実施形態(図26参照)に比べて、互いに対向する略逆方向の電流経路C22およびC21(C26およびC29)間の距離を、第1制御用スイッチ素子13a(第2制御用スイッチ素子14a)の厚み分小さくすることができる。その結果、電流経路C22(C26)に発生する磁束の変化を、電流経路C21(C29)に発生する磁束の変化によって効果的に相殺することができるので、スナバコンデンサ102aと第1横型スイッチ素子11aおよび第2横型スイッチ素

子 1 2 a との間の配線インダクタンスをさらに小さくすることができる。

[0120] なお、第 3 実施形態のその他の効果は、上記第 2 実施形態と同様である。

[0121] なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0122] たとえば、上記第 1 ～第 3 実施形態では、電力変換装置の一例として 3 相インバータ装置を示したが、3 相インバータ装置以外の電力変換装置であってもよい。

[0123] また、上記第 1 ～第 3 実施形態では、横型スイッチ素子とスナバコンデンサとを接続するための接続用導体（種々の導電パターン、柱状導体および板状導体など）を第 2 基板に形成することにより、接続用導体を横型スイッチ素子とスナバコンデンサとの間に挟まれるように配置する例を示したが、第 2 基板を設けずに、接続用導体のみを横型スイッチ素子とスナバコンデンサとの間に挟まれるように配置してもよい。

[0124] また、上記第 1 ～第 3 実施形態では、ノーマリオン型の横型スイッチ素子を用いる例を示したが、ノーマリオフ型の横型スイッチ素子を用いてもよい。この場合、横型スイッチ素子にカスコード接続されたノーマリオフ型の制御用スイッチ素子がなくても、パワーモジュールの信頼性を高めることができる。

[0125] また、上記第 1 ～第 3 実施形態では、1 個のパワーモジュール（電力変換装置）に 2 個のスナバコンデンサを設けた例を示したが、スナバコンデンサの個数は、1 個であってもよいし、3 個以上であってもよい。

[0126] また、上記第 1 ～第 3 実施形態では、横型スイッチ素子として、M O S F E T（電界効果型トランジスタ）を用いる例を示したが、I G B T（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）などの他のトランジスタを用いてもよい。また、トランジスタ以外の他の横型スイッチ素子を用いてもよい。

符号の説明

- [0127] 1 第1基板
- 3 放熱層
- 5 第2基板
- 7 a～7 e 導電パターン（接続用導体）
- 8 a～8 f 導電パターン（接続用導体）
- 9 a～9 e 柱状導体（接続用導体）
- 11 a～11 c 第1横型スイッチ素子（横型スイッチ素子）
- 12 a～12 c 第2横型スイッチ素子（横型スイッチ素子）
- 13 a～13 c 第1制御用スイッチ素子（制御用スイッチ素子）
- 14 a～14 c 第2制御用スイッチ素子（制御用スイッチ素子）
- 60 封止樹脂
- 100 3相インバータ装置（電力変換装置）
- 100 a～100 c パワーモジュール（電力変換装置）
- 102 a～102 c スナバコンデンサ
- 200 a パワーモジュール（電力変換装置）
- 201 第1基板
- 205 第2基板
- 207 a～207 e 導電パターン（接続用導体）
- 208 a～208 g 導電パターン（接続用導体）
- 209 a～209 e 柱状導体（接続用導体）
- 300 a パワーモジュール（電力変換装置）
- 307 a～307 e 導電パターン（接続用導体）
- 308 a～208 f 導電パターン（接続用導体）
- 309 a～309 e 板状導体（接続用導体）
- 310 a～310 e 柱状導体（接続用導体）
- 311 a～311 d 柱状導体（接続用導体）

請求の範囲

- [請求項1] 表面および裏面を含み、前記表面側に第1電極（D1a～D1c、D2a～D2c、S1a～S1c、S2a～S2c）および第2電極（D1a～D1c、D2a～D2c、S1a～S1c、S2a～S2c）を有するとともに、前記第1電極と前記第2電極との間で前記表面および裏面と平行な横方向に電流が流れる横型スイッチ素子（11a～11c、12a～12c）と、
- 前記横型スイッチ素子に電氣的に接続されるスナバコンデンサ（102a～102c）と、
- 前記横型スイッチ素子と前記スナバコンデンサとの間に挟まれるように配置された接続用導体（7a～7e、8a～8f、9a～9e、207a～207e、208a～208g、209a～209e、307a～307e、308a～308f、309a～309e、310a～310e、311a～311d）とを備え、
- 前記接続用導体を介して前記スナバコンデンサと前記横型スイッチ素子とが電氣的に接続される電流経路（C1～C9、C11～C19、C21～C29）が形成されている、電力変換装置。
- [請求項2] 前記横型スイッチ素子にカスコード接続され、前記横型スイッチ素子の駆動を制御する制御用スイッチ素子（13a～13c、14a～14c）をさらに備える、請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記横型スイッチ素子は、前記第1電極および前記第2電極に加えて、制御用の第3電極（G1a～G1c、G2a～G2c）を有し、
- 前記横型スイッチ素子の少なくとも前記第3電極は、前記制御用スイッチ素子の電流が流入または流出する電極（S3a～S3c、S4a～S4c）に接続されている、請求項2に記載の電力変換装置。
- [請求項4] 前記接続用導体を介して前記スナバコンデンサと前記横型スイッチ素子とが電氣的に接続される電流経路は、前記横型スイッチ素子の前記第1電極と前記第2電極との間で横方向に流れる第1電流経路（C

2、C 6、C 1 2、C 1 6、C 2 2、C 2 6)と、前記第 1 電流経路に対して略逆方向に流れる第 2 電流経路 (C 5、C 9、C 1 1、C 1 9、C 2 1、C 2 9)とを含み、

前記第 1 電流経路と前記第 2 電流経路とは、磁束の変化の打ち消しが可能な近接距離に配置されている、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記第 1 電流経路と前記第 2 電流経路とは、互いに対向するように配置されている、請求項 4 に記載の電力変換装置。

[請求項6] 表面に前記横型スイッチ素子が搭載される第 1 基板 (1、2 0 1、3 0 1) をさらに備え、

前記横型スイッチ素子は、前記第 1 基板と前記接続用導体との間に挟まれるように配置されている、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項7] 前記横型スイッチ素子にカスコード接続され、前記横型スイッチ素子の駆動を制御する制御用スイッチ素子をさらに備え、

前記横型スイッチ素子に加えて、前記制御用スイッチ素子も、前記第 1 基板と前記接続用導体との間に挟まれるように配置されている、請求項 6 に記載の電力変換装置。

[請求項8] 前記制御用スイッチ素子は、前記第 1 基板の表面に搭載された前記横型スイッチ素子と、前記接続用導体との間に挟まれるように配置されている、請求項 7 に記載の電力変換装置。

[請求項9] 前記接続用導体を含む第 2 基板 (3 0 5) をさらに備え、

前記制御用スイッチ素子は、前記第 2 基板内に埋め込まれている、請求項 8 に記載の電力変換装置。

[請求項10] 前記横型スイッチ素子は、第 1 横型スイッチ素子 (1 1 a～1 1 c) および第 2 横型スイッチ素子 (1 2 a～1 2 c) を含み、

前記第 1 横型スイッチ素子および前記第 2 横型スイッチ素子は、前記第 1 基板の表面に、互いに表裏逆向きに配置されている、請求項 6

または 7 に記載の電力変換装置。

[請求項11] 前記制御用スイッチ素子は、前記第 1 横型スイッチ素子および前記第 2 横型スイッチ素子にそれぞれ対応する第 1 制御用スイッチ素子（1 3 a、1 3 b、1 3 c）および第 2 制御用スイッチ素子（1 4 a、1 4 b、1 4 c）を含み、

前記第 1 制御用スイッチ素子および前記第 2 制御用スイッチ素子は、前記第 1 横型スイッチ素子および前記第 2 横型スイッチ素子に対して外側に配置されている、請求項 1 0 に記載の電力変換装置。

[請求項12] 前記横型スイッチ素子は、第 1 横型スイッチ素子および第 2 横型スイッチ素子を含み、

前記第 1 横型スイッチ素子および前記第 2 横型スイッチ素子は、前記第 1 基板の表面に、共に表裏同じ向きに配置されている、請求項 6 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項13] 前記第 1 基板の裏面側には、放熱層（3）が形成されている、請求項 6 ～ 1 2 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項14] 前記第 1 基板と前記接続用導体との間には、封止樹脂（6 0）が充填されている、請求項 6 ～ 1 3 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項15] 前記接続用導体を含む第 2 基板（5、2 0 5、3 0 5）をさらに備え、

前記第 2 基板の前記接続用導体は、前記第 2 基板の表面側に設けられた第 1 導電パターン（7 a、7 b、2 0 7 a、2 0 7 b、3 0 7 a、3 0 7 b）と、前記第 1 導電パターンに電氣的に接続され、前記第 2 基板の前記第 1 導電パターンに対して裏面側に設けられた第 2 導電パターン（8 a、8 b、2 0 8 a、2 0 8 b、3 0 8 a、3 0 8 f）とを含み、

前記スナバコンデンサは、前記第 1 導電パターンに接続されており、

前記横型スイッチ素子は、前記第2導電パターンに接続されている、請求項1～14のいずれか1項に記載の電力変換装置。

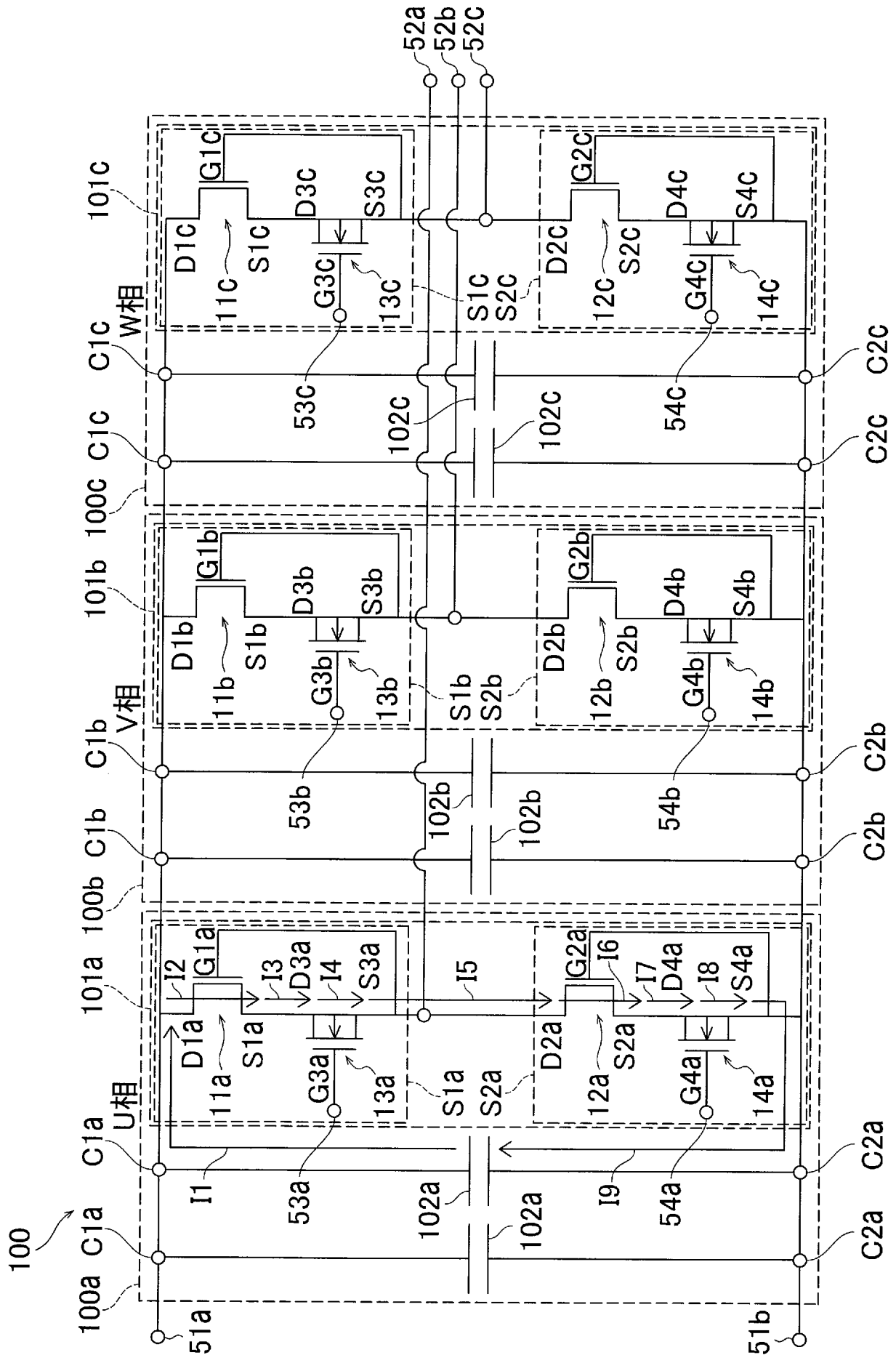
[請求項16] 前記横型スイッチ素子は、第1横型スイッチ素子および第2横型スイッチ素子を含み、

前記接続用導体は、前記第1横型スイッチ素子と前記スナバコンデンサとの間に挟まれるように配置された第1接続用導体（7a、8a、9a、207a、208a、209a、307a、308a、309a、310a、311a）と、前記第2横型スイッチ素子と前記スナバコンデンサとの間に挟まれるように配置された第2接続用導体（7b、8b、9b、207b、208b、209b、307b、308f、309b、310b）とを含む、請求項1～15のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[請求項17] 前記スナバコンデンサは、複数設けられており、

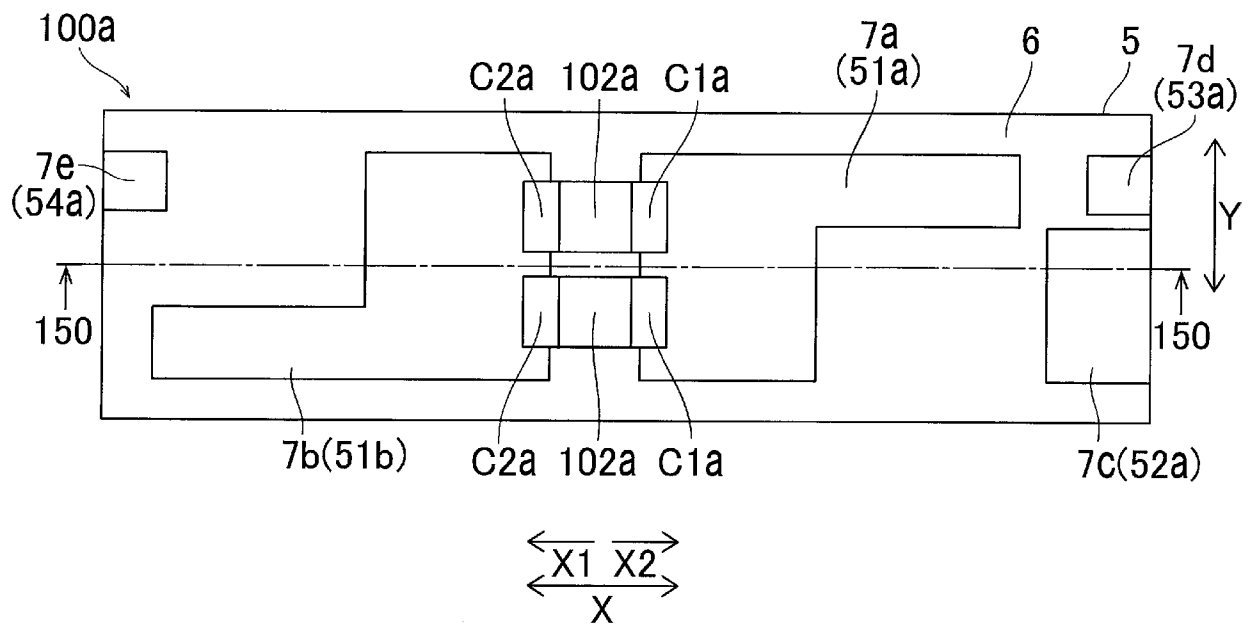
前記接続用導体は、複数の前記スナバコンデンサに対して共通に用いられている、請求項1～16のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[図1]



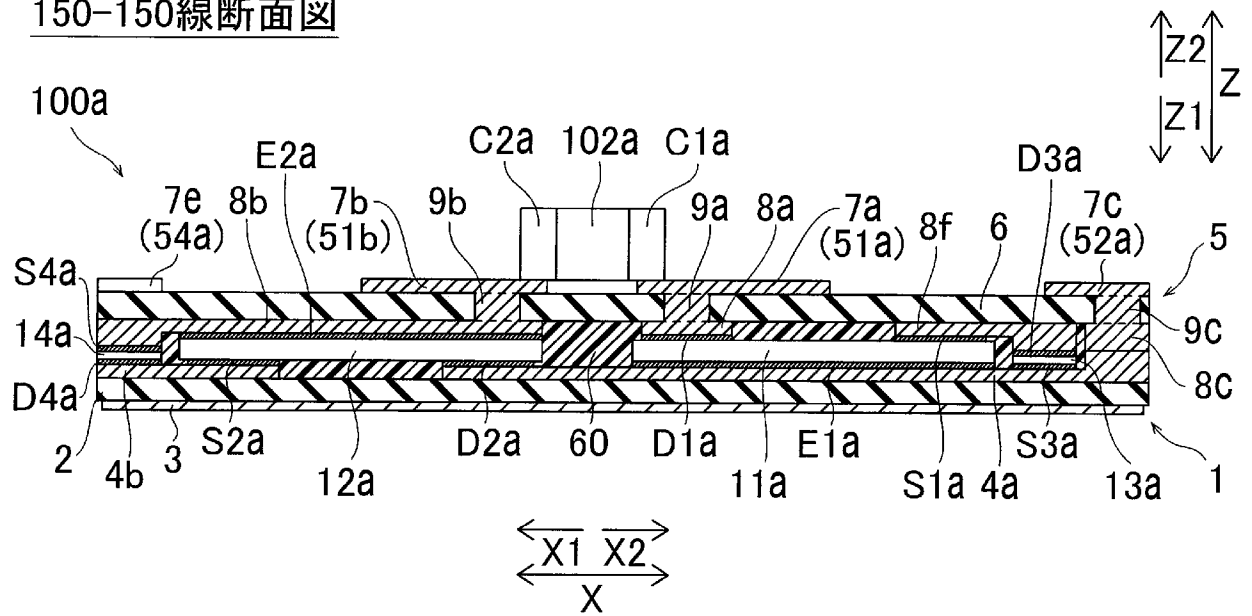
[図2]

第1実施形態

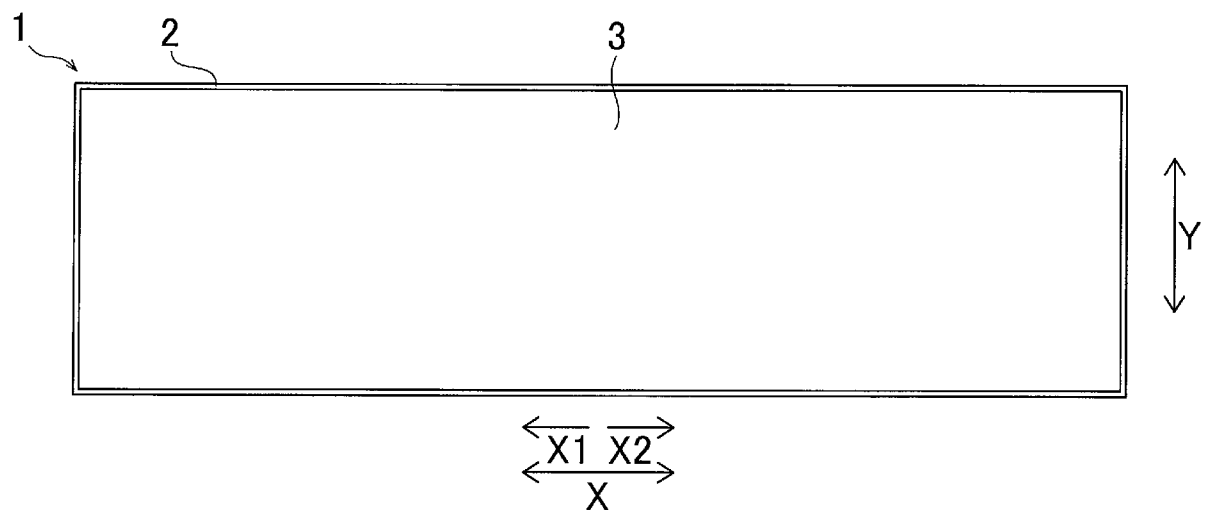


[図3]

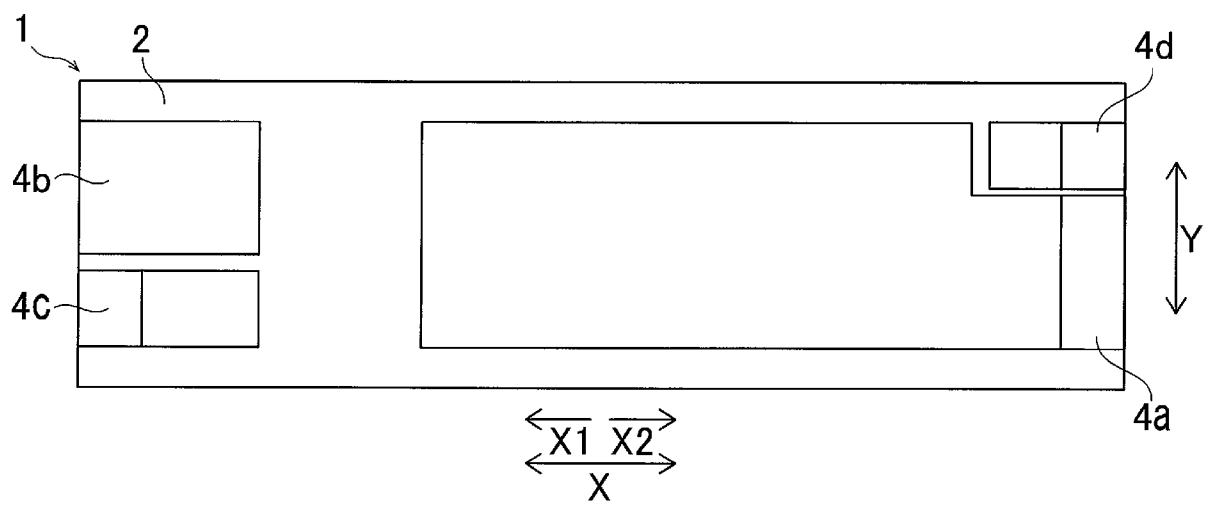
150-150線断面図



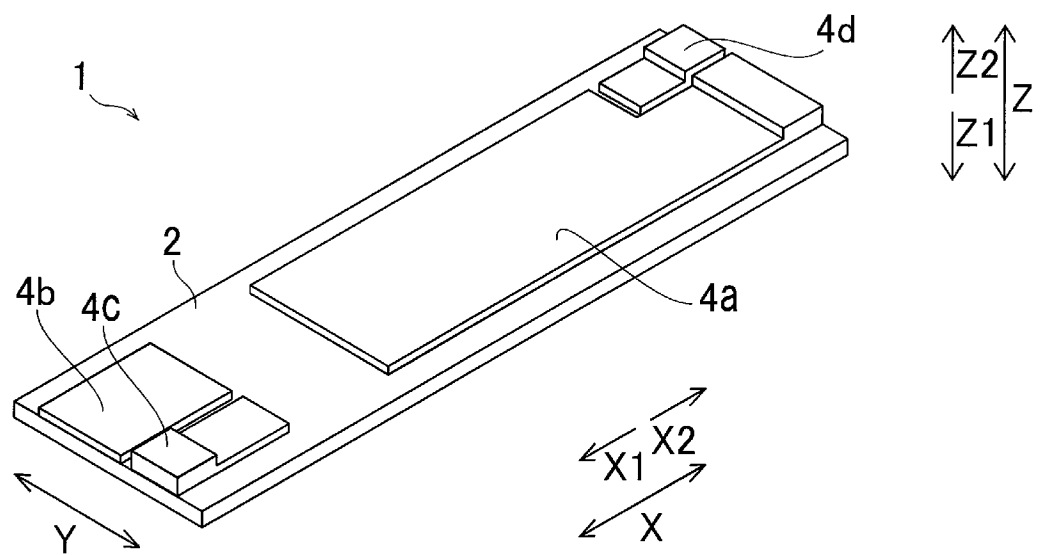
[図4]



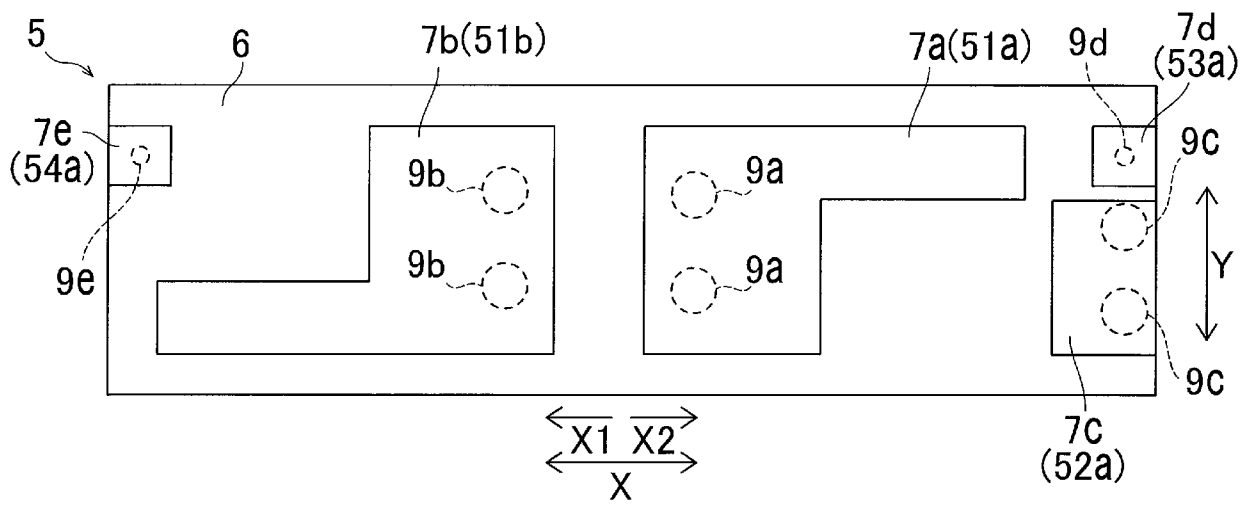
[図5]



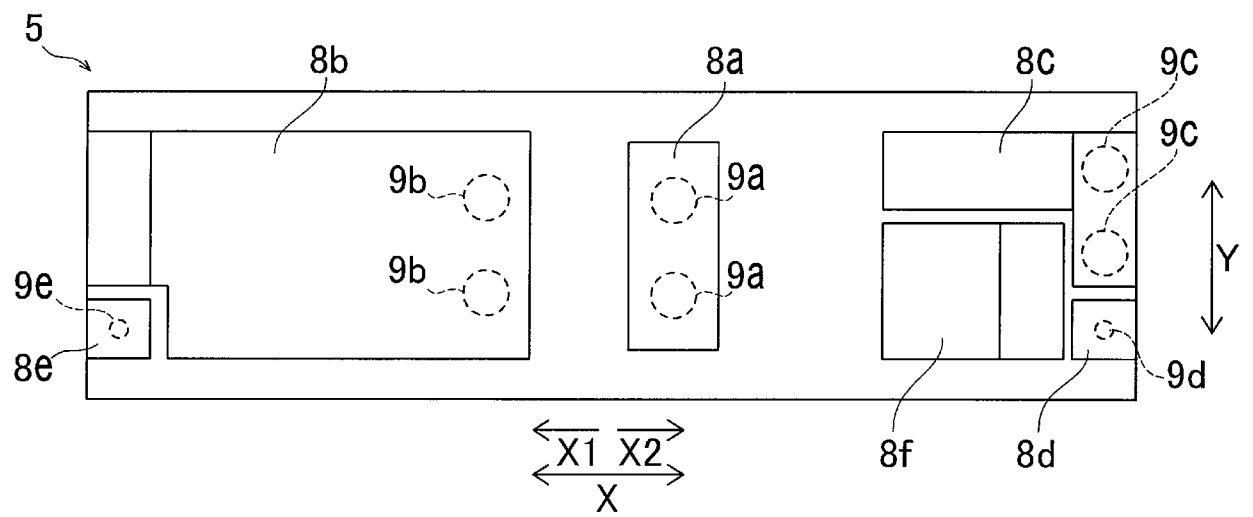
[図6]



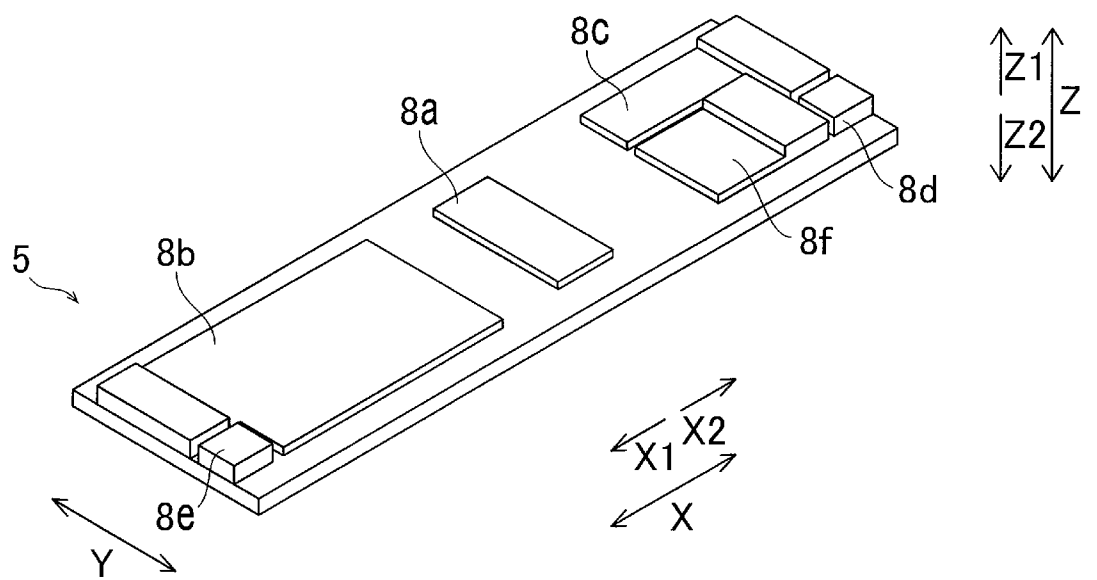
[図7]



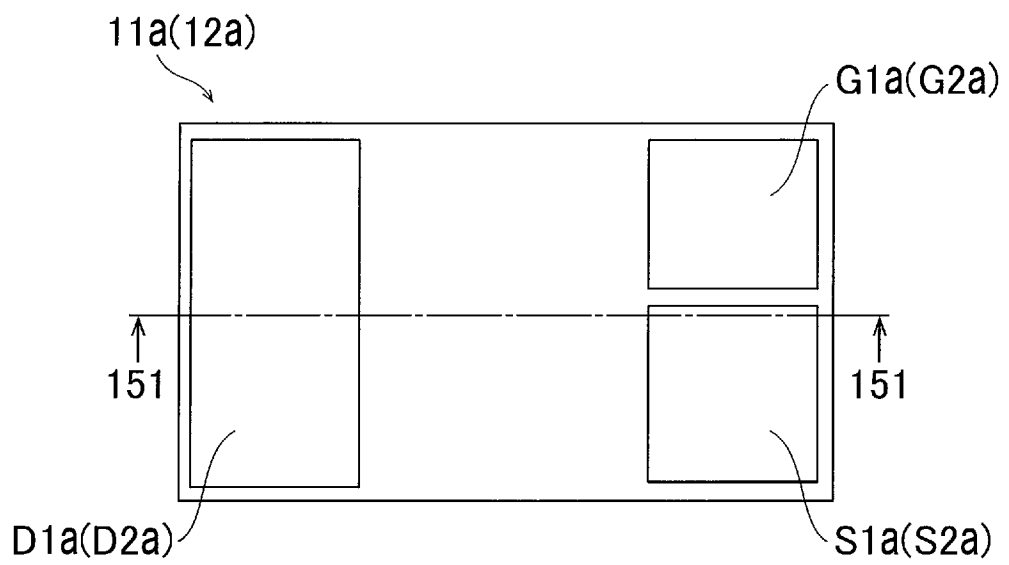
[図8]



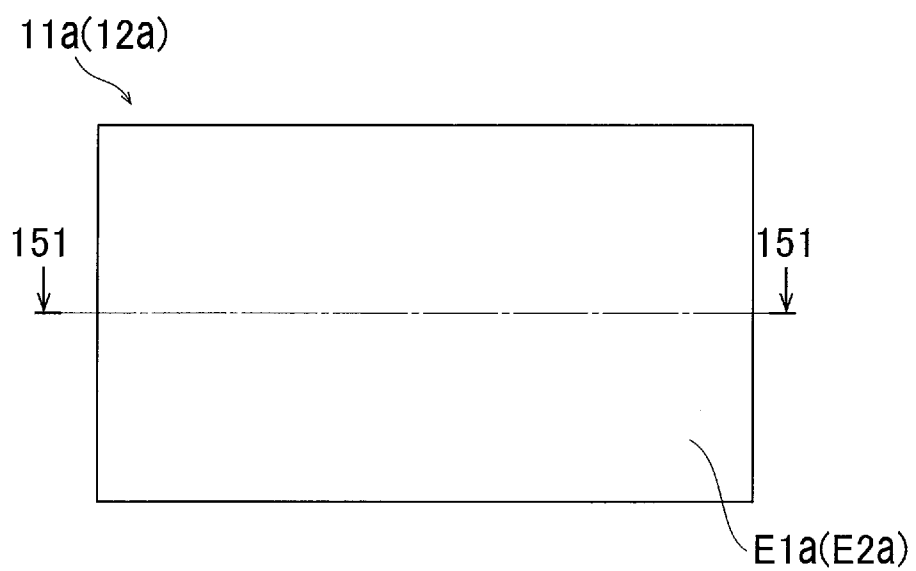
[図9]



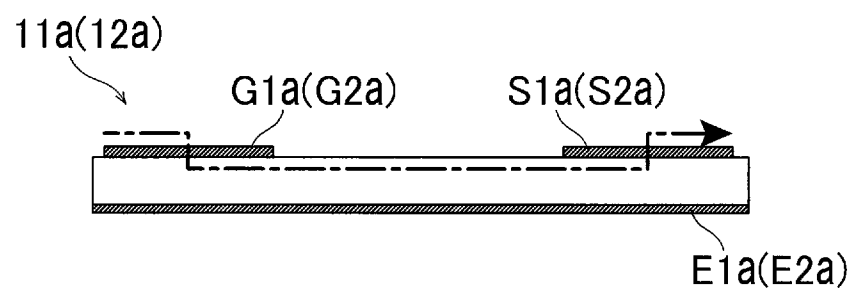
[図10]

表面側

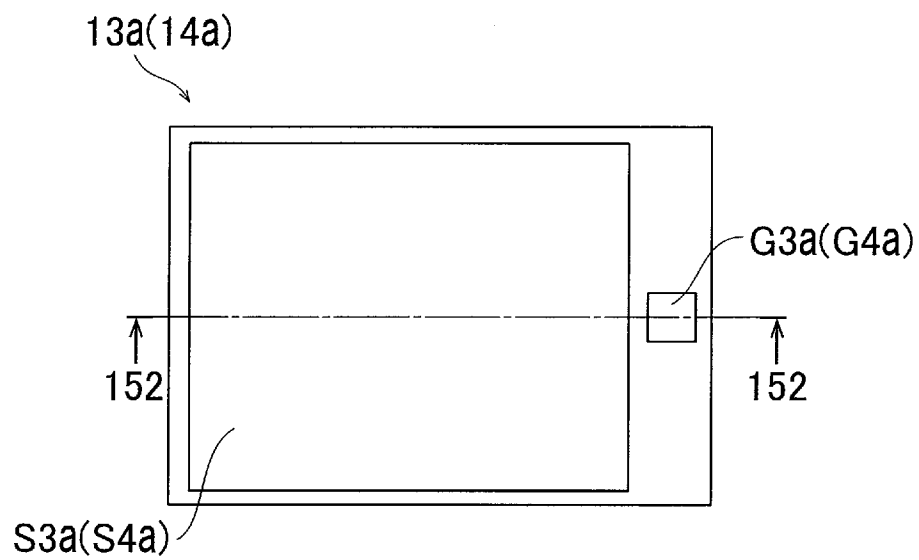
[図11]

裏面側

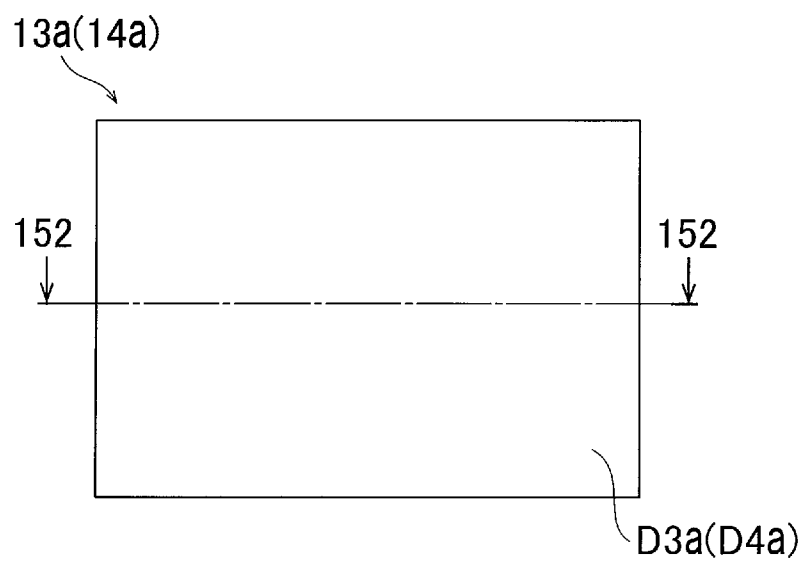
[図12]

151-151線断面図

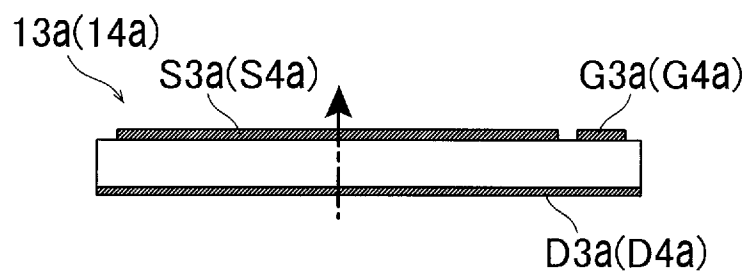
[図13]

表面側

[図14]

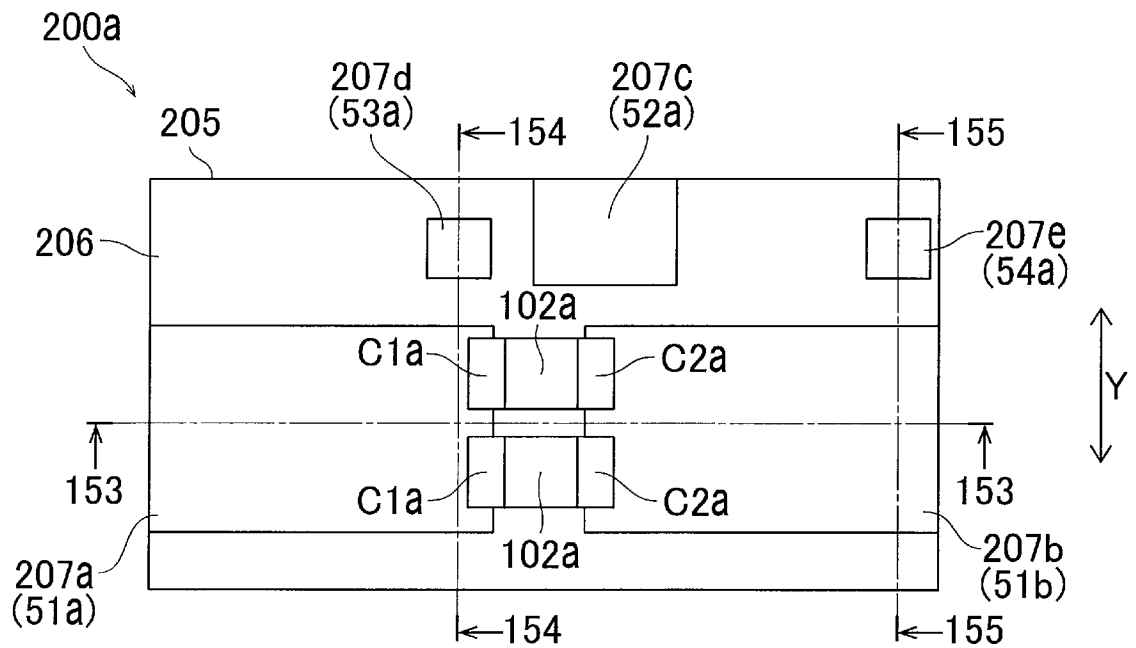
裏面側

[図15]

152-152線断面図

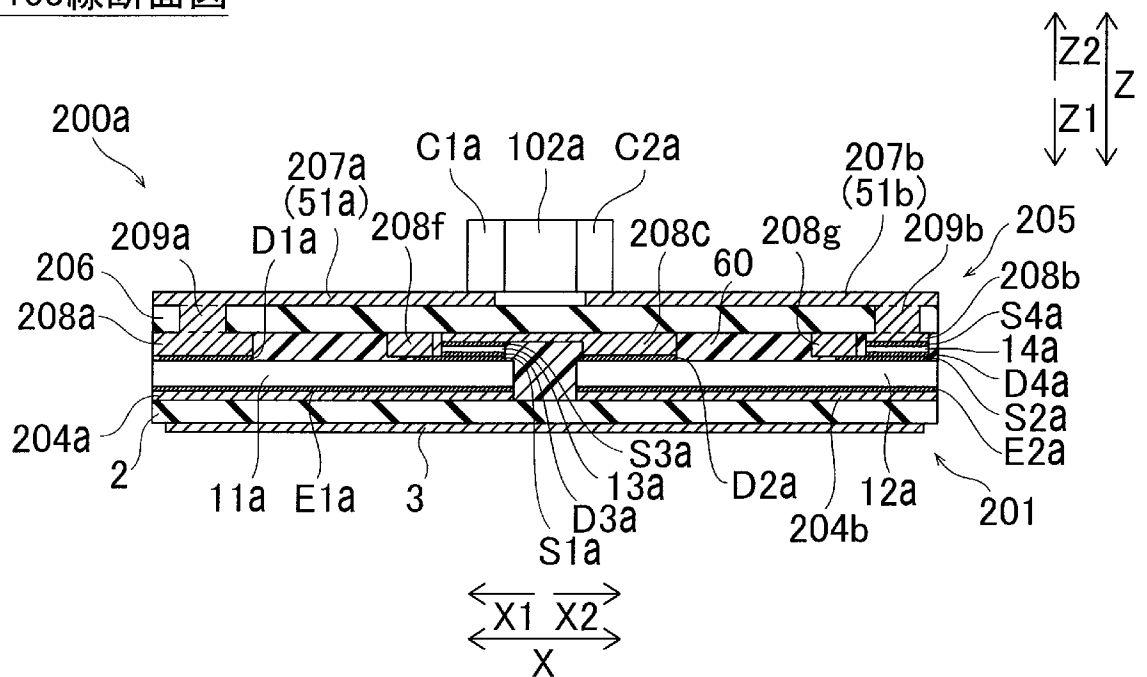
[図17]

第2実施形態



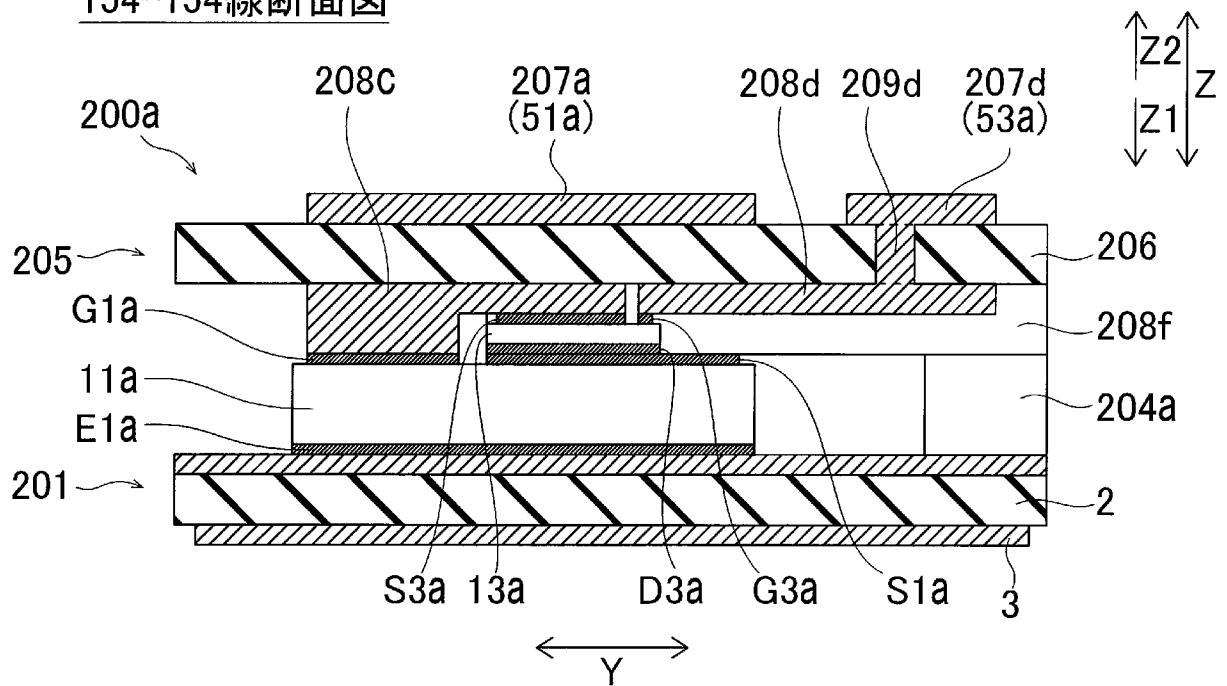
[図18]

153-153線断面図



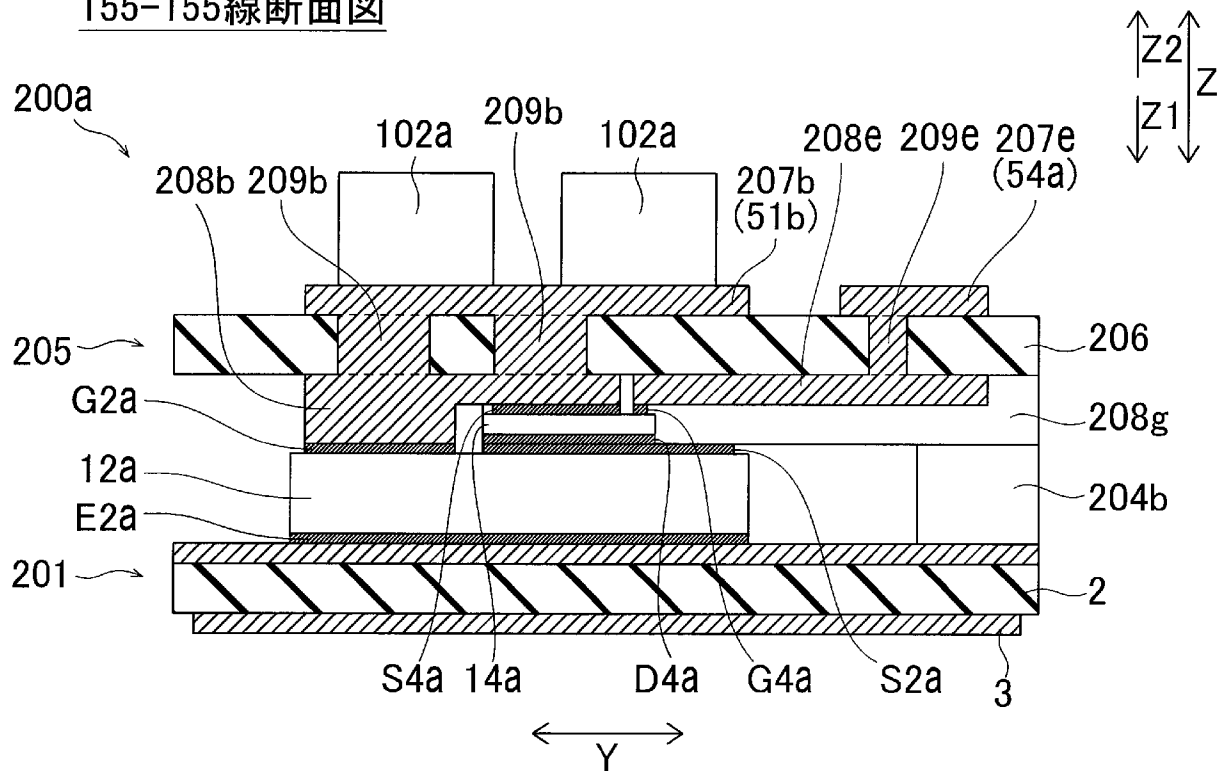
[図19]

154-154線断面図

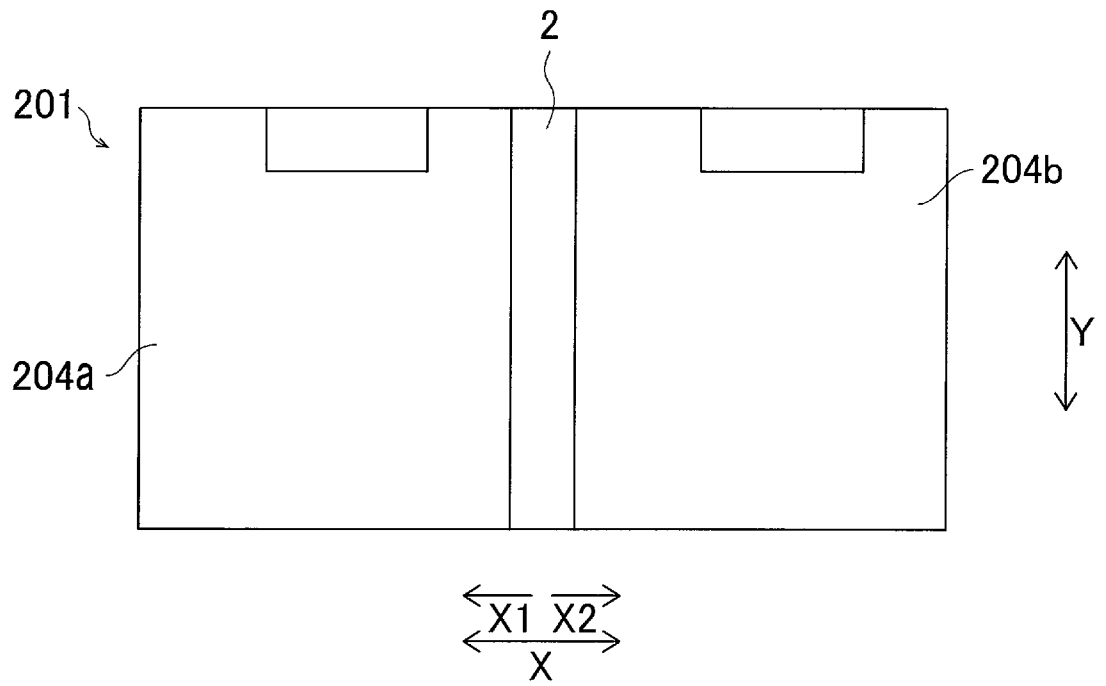


[図20]

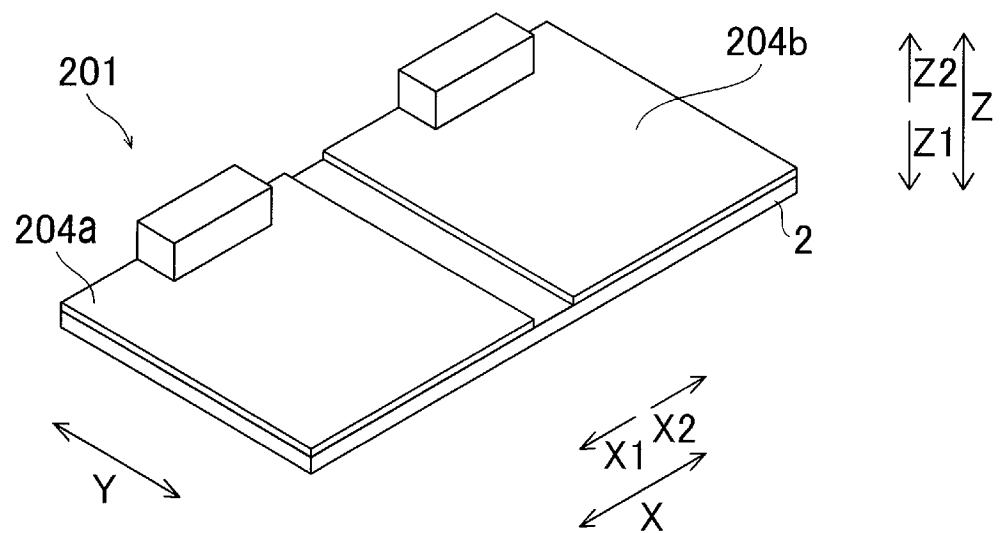
155-155線断面図



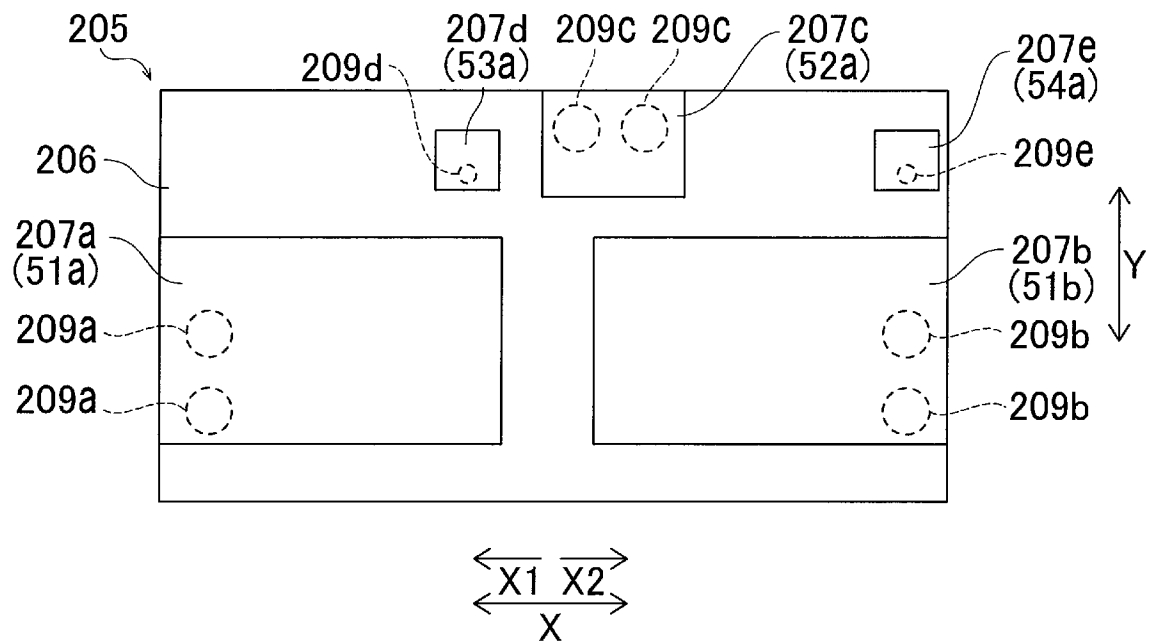
[図21]



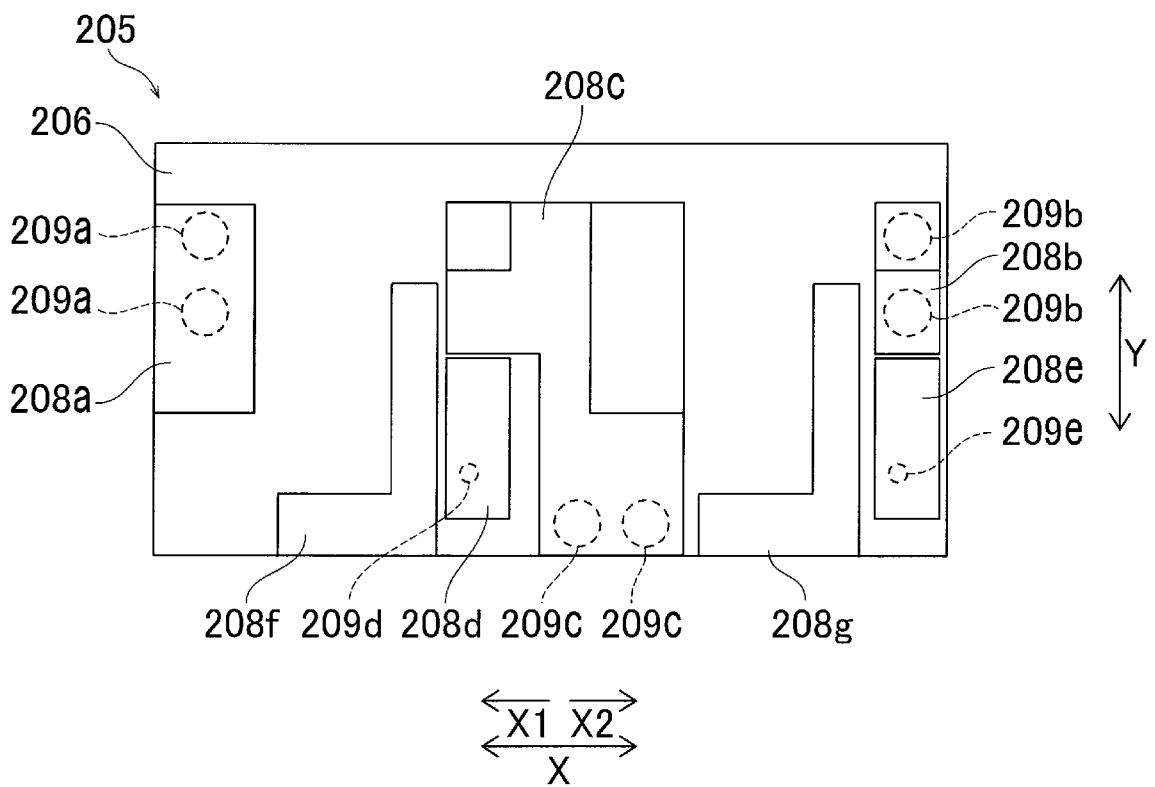
[図22]



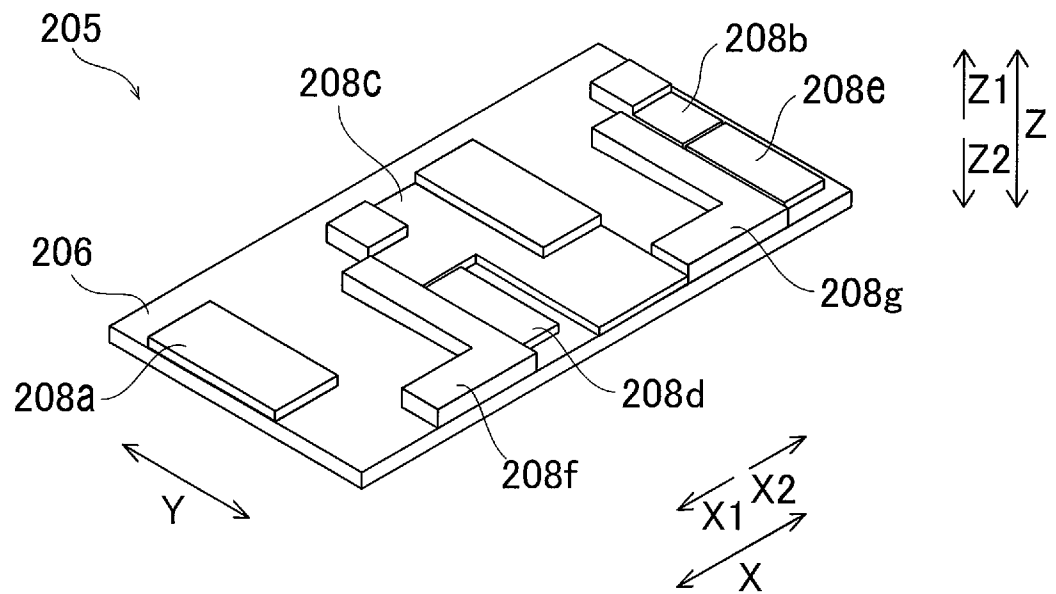
[図23]



[図24]

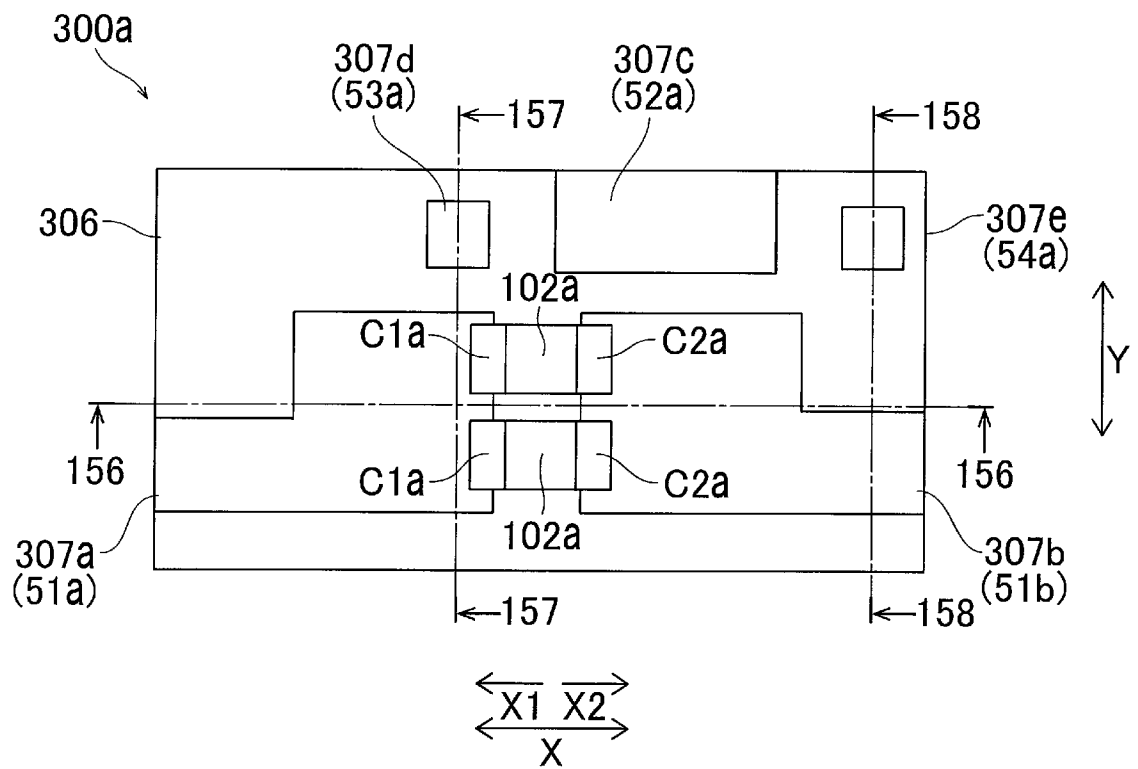


[図25]



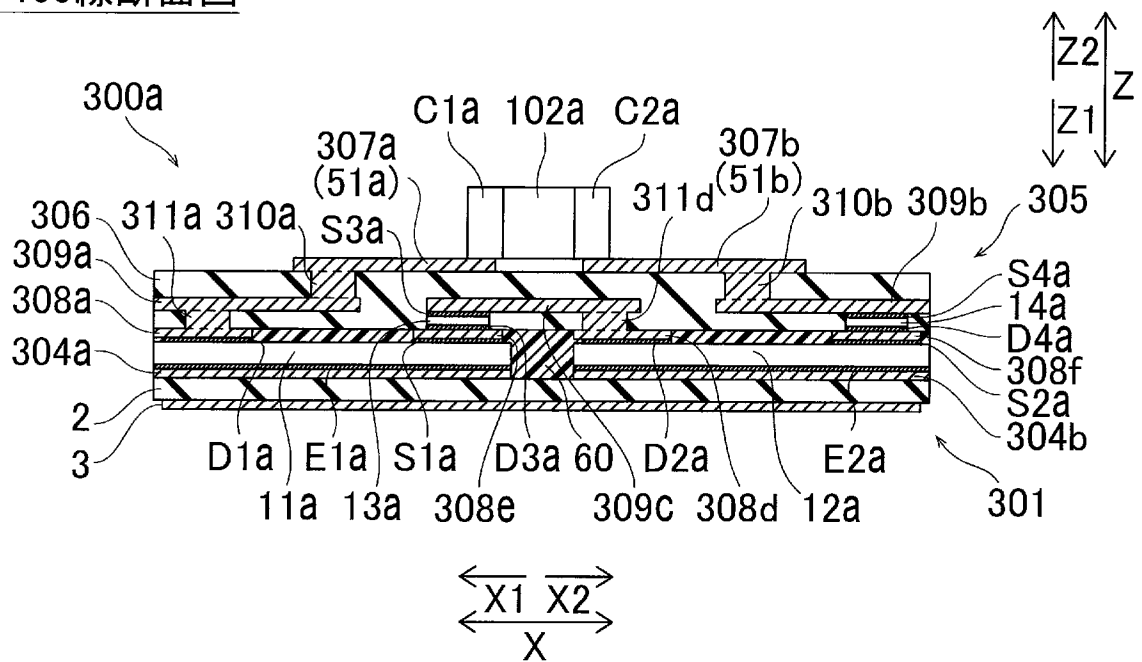
[図27]

第3実施形態

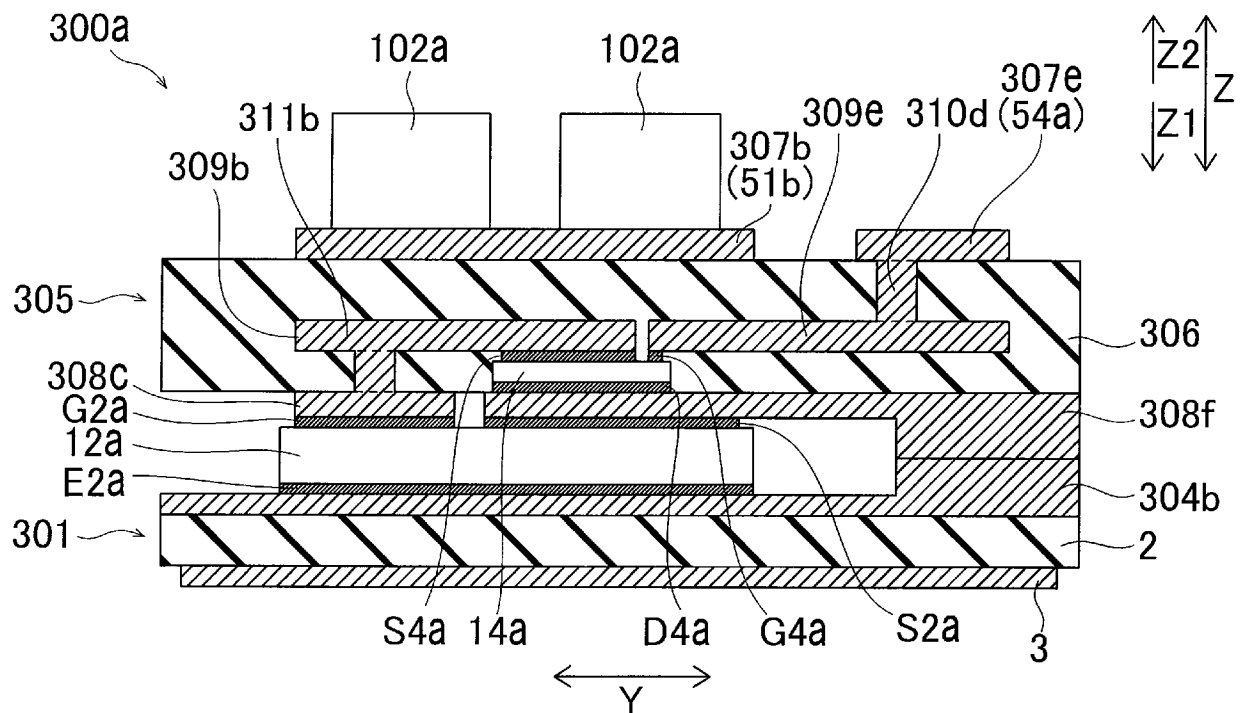


[図28]

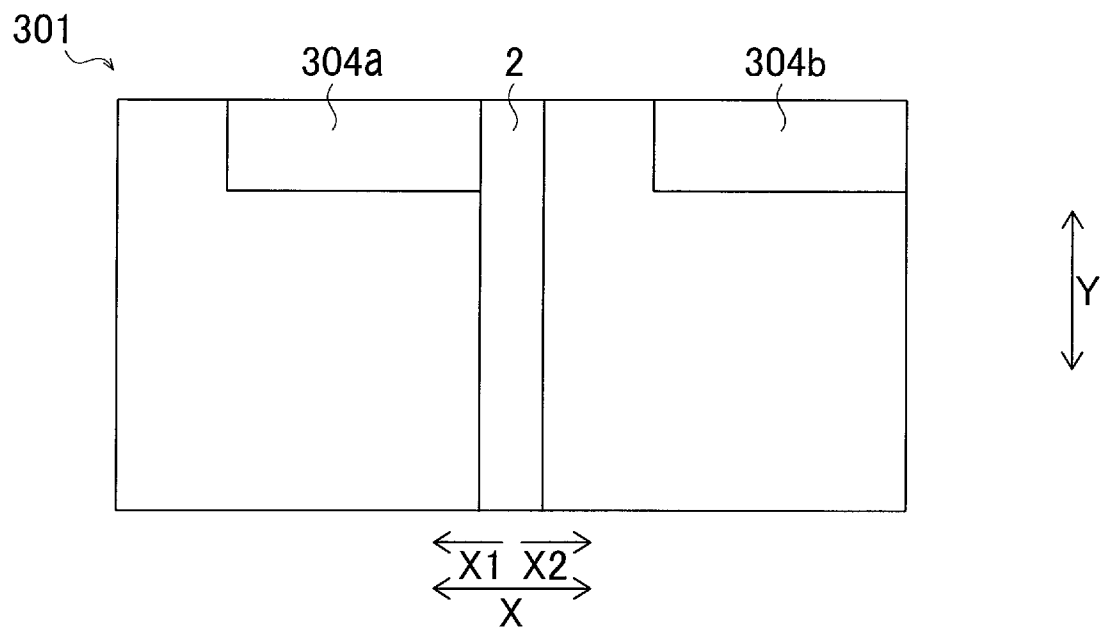
156-156線断面図



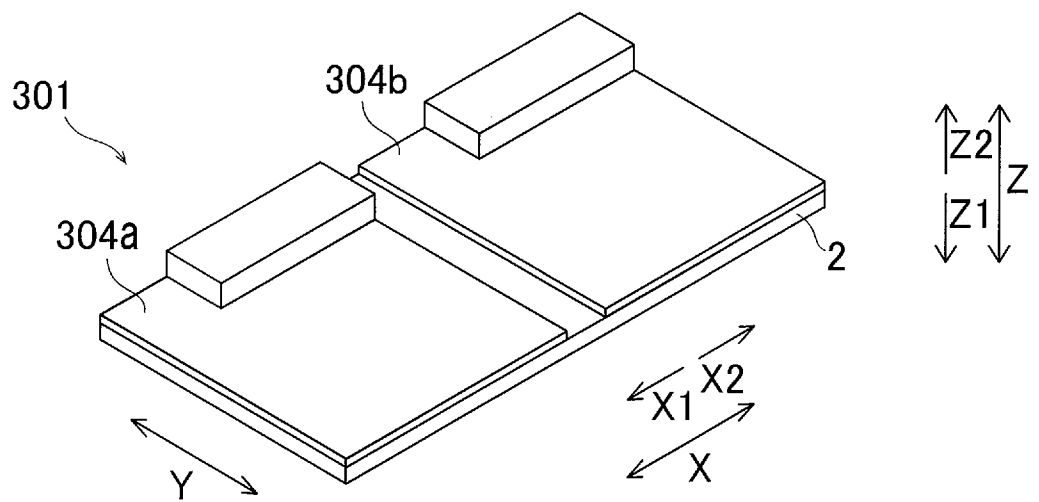
157-157線断面図



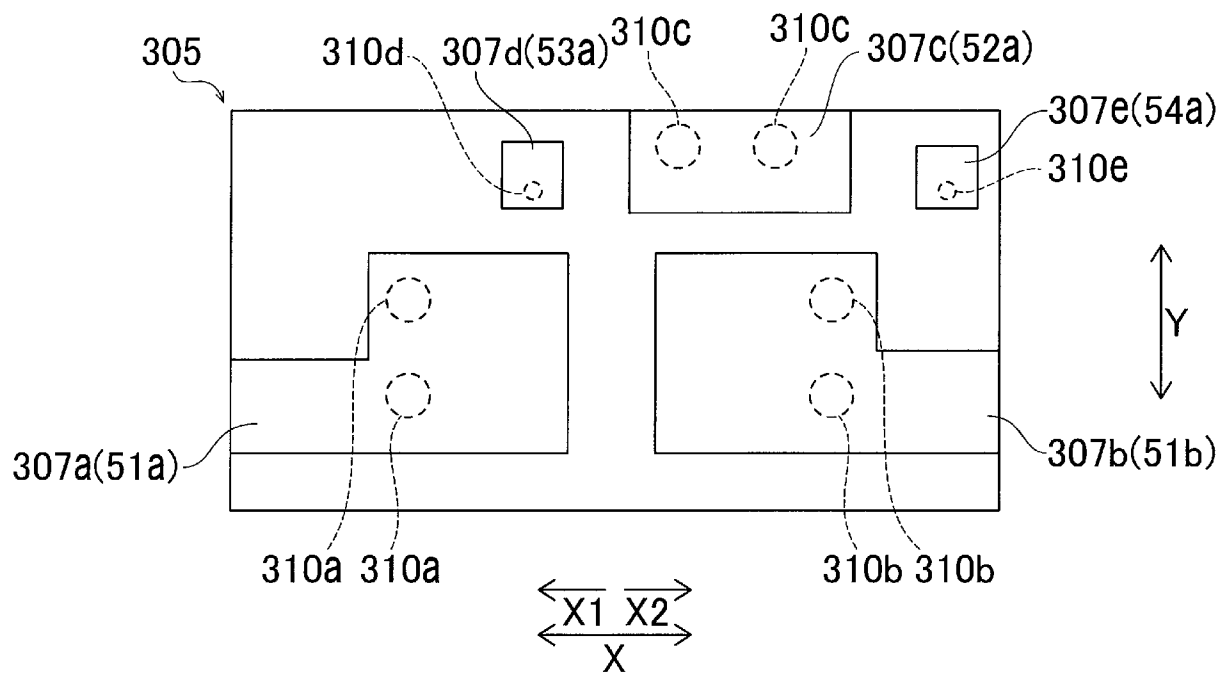
[図31]



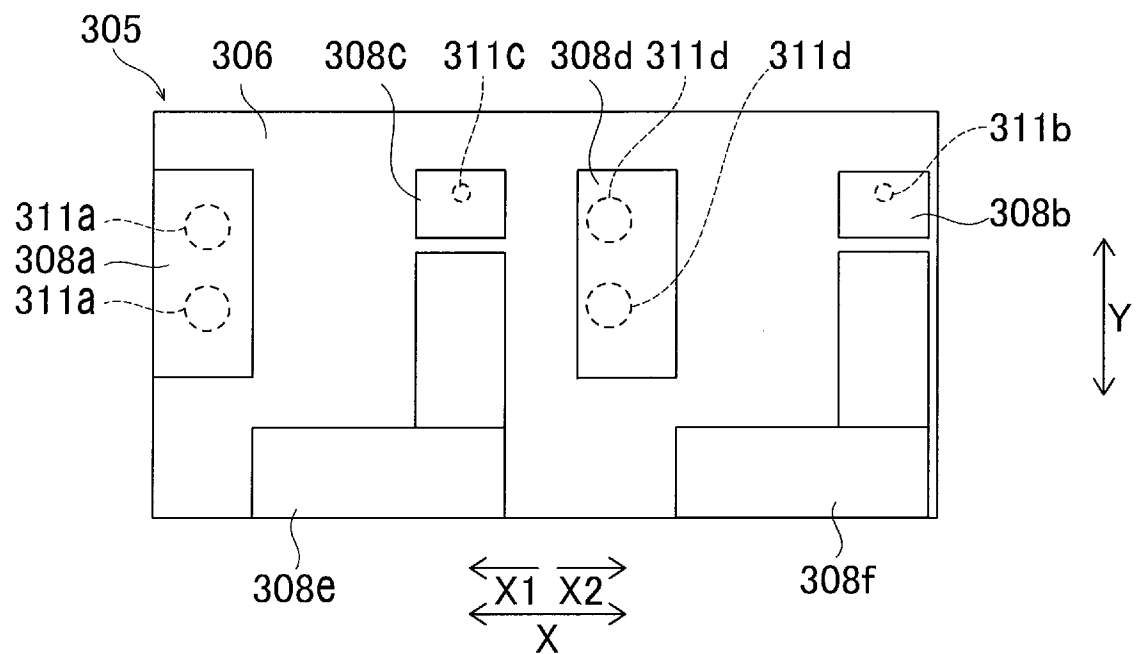
[図32]



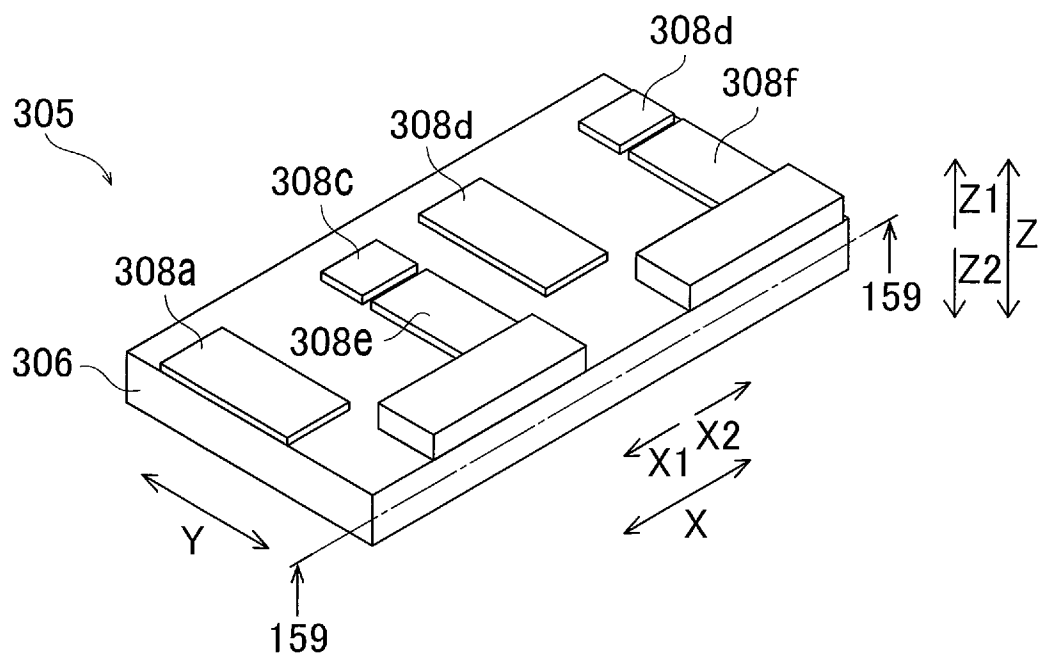
[図33]



[図34]

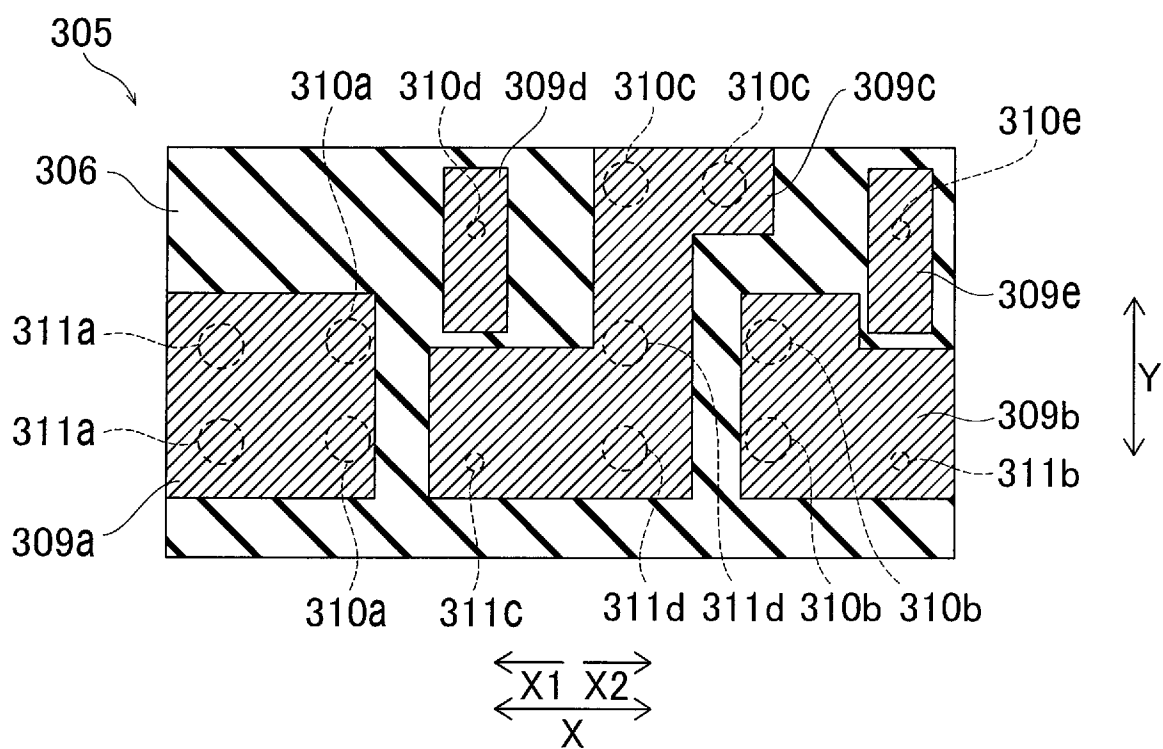


[図35]

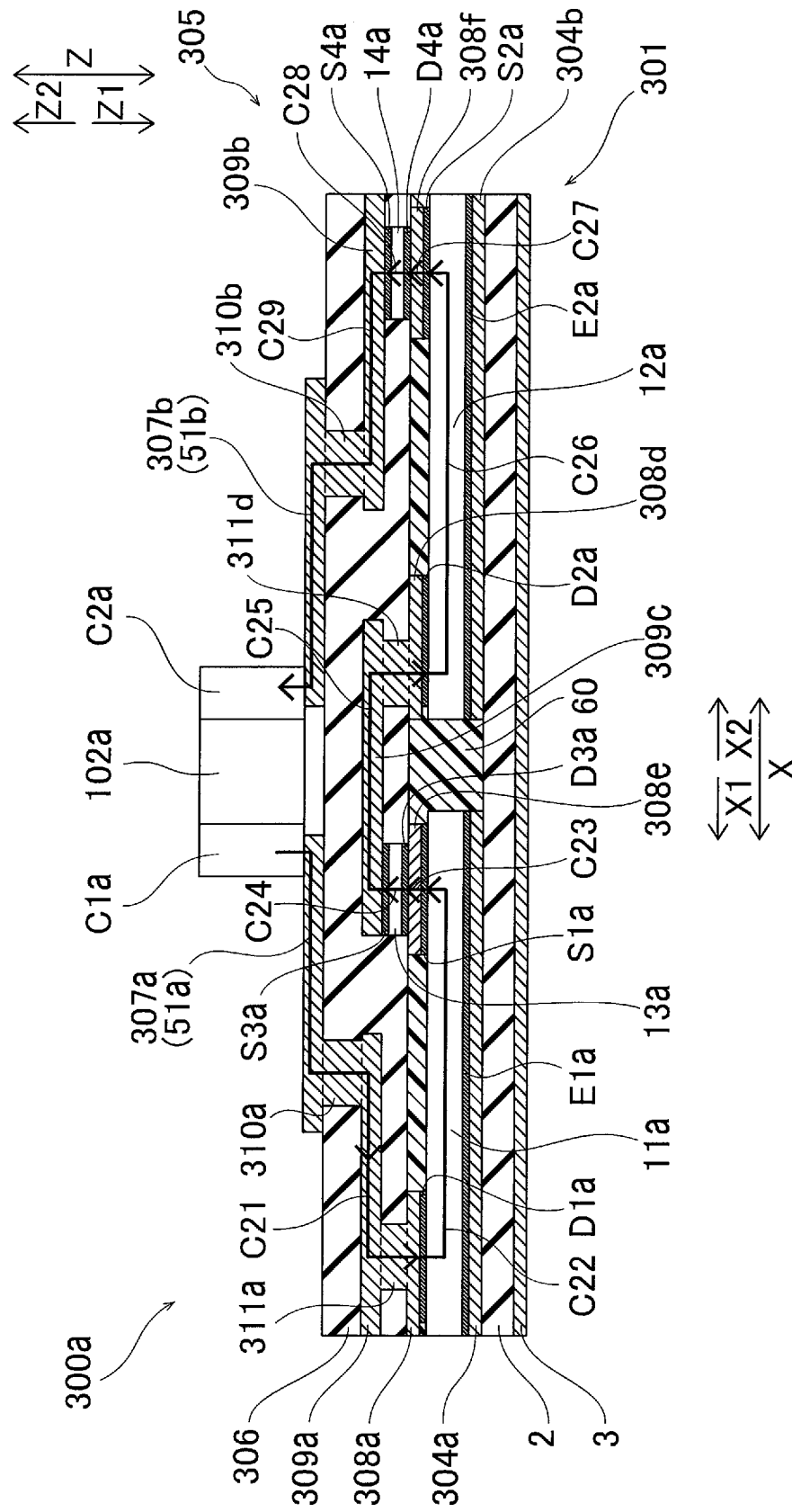


[図36]

159-159線断面図



[図37]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071862

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2003-61365 A (Toshiba Corp.), 28 February 2003 (28.02.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-3, 16-17 6 4-5, 7-15
Y	JP 2011-67045 A (Mitsubishi Electric Corp.), 31 March 2011 (31.03.2011), entire text; all drawings (Family: none)	6

☐

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
27 November, 2012 (27.11.12)

Date of mailing of the international search report
11 December, 2012 (11.12.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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. 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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 2003-61365 A（株式会社東芝） 2003. 02. 28, 全文、全図（ファミリーなし）	1-3、16-17 6 4-5、7-15
Y	JP 2011-67045 A（三菱電機株式会社） 2011. 03. 31, 全文、全図（ファミリーなし）	6

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

2 7 . 1 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 2 . 2 0 1 2

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）

尾家 英樹

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

3 V

9 3 3 5