

(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
2024年6月13日(13.06.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/122343 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 23/34 (2006.01) H01L 25/18 (2023.01)
H01L 21/60 (2006.01) H05K 13/04 (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/041986

(22) 国際出願日: 2023年11月22日(22.11.2023)

(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 2022-195593 2022年12月7日(07.12.2022) JP
特願 2023-036276 2023年3月9日(09.03.2023) JP

(71) 出願人: ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 梅上 大勝 (UMEGAMI Hirokatsu);
〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 吉原 克彦 (YOSHIHARA Katsuhiko); 〒6158585

京都府京都市右京区西院溝崎町2番地
ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 臼井 尚, 外 (USUI Takashi et al.);
〒5430014 大阪府大阪市天王寺区玉造元町2番32-1301 Osaka (JP).

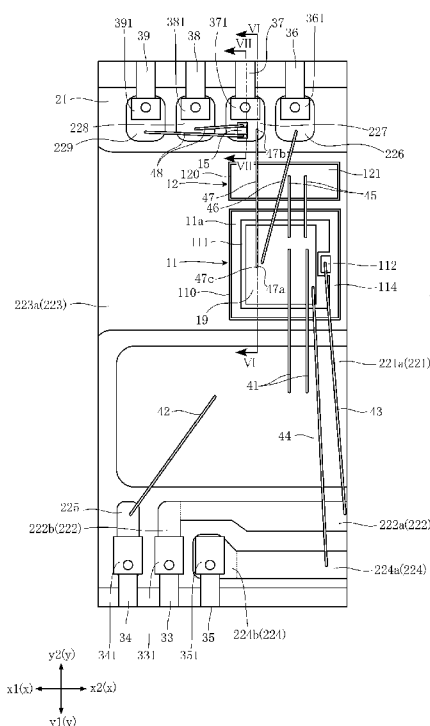
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置

FIG.3



(57) Abstract: This semiconductor device comprises a semiconductor element, first and second wires, a metal part, a wire joint part, and a reference temperature detection unit. The second wire has a first end and a second end that is farther from the semiconductor element than the first end. The metal part is disposed such that heat from the semiconductor element is transmitted thereto. The first wire and the second wire are joined to the metal part. The second end of the second wire is joined to the wire joint part. The reference temperature detection unit is disposed at a position closer to the second end than the semiconductor element and detects a reference temperature of the wire joint part. The first wire and/or the second wire is/are joined directly to the metal part.

(57) 要約: 半導体装置は、半導体素子と、第1および第2ワイヤと、金属部と、ワイヤ接合部と、基準温度検出部とを備える。前記第2ワイヤは、第1端および前記第1端より前記半導体素子から遠い第2端を有する。前記金属部は、前記半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤが接合されている。前記ワイヤ接合部は、前記第2ワイヤの前記第2端が接合されている。前記基準温度検出部は、前記半導体素子より前記第2端に近い位置に配置され、かつ、前記ワイヤ接合部の基準温度を検出する。前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤの少なくとも一方は、前記金属部に直接接合されている。

[続葉有]

MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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：半導体装置

技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体装置には、半導体素子の温度を検出するための温度センサが配置されているものがある。そのような半導体素子として、たとえばスイッチング素子がある。特許文献1には、トランジスタのパッドの近傍におけるパワートランジスタ形成領域内に温度検出素子を形成することが開示されている。しかしながら、チップ面積を大きくできない半導体素子の場合には、素子内部に温度センサを形成することが困難である。特許文献2には、半導体素子の近傍の絶縁層に接触するように温度検出素子を配置した半導体装置が開示されている。しかしながら、この場合、半導体素子が搭載された搭載層および絶縁層を介して伝わる熱に基づいて温度を検出するので、検出される半導体素子の温度の精度が低下する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-212930号公報

特許文献2：特開2021-86933号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、従来より改良が施された半導体装置を提供することを一の課題とする。特に本開示は、上記した事情に鑑み、半導体素子内部に温度センサを形成することなく、検出される半導体素子の温度の精度を向上しうる半導体装置を提供することを一の課題とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の第1の側面によって提供される半導体装置は、厚さ方向において

互いに反対側を向く素子主面および素子裏面と、前記素子主面に配置された第1電極と、を有する半導体素子と、第1金属を含む第1ワイヤと、前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含み、かつ、第1端および前記第1端より前記半導体素子から遠い第2端を有する第2ワイヤと、前記半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤが接合された、第3金属を含む金属部と、前記第2ワイヤの前記第2端が接合されたワイヤ接合部と、前記半導体素子より前記第2端に近い位置に配置され、かつ、前記ワイヤ接合部の基準温度を検出する基準温度検出部と、を備え、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤの少なくとも一方は、前記金属部に直接接合されている。

[0006] 本開示の第2の側面によって提供される半導体装置は、厚さ方向の第1側に配置され且つ主電流が流れる第1電極を有するスイッチング素子と、前記厚さ方向の前記第1側を向く金属部主面を有し且つ前記スイッチング素子からの熱が伝わるように配置された金属部と、前記金属部主面に直接接合された第1副接続部材および第2副接続部材と、を備え、前記第1副接続部材は、第1副金属を構成材料とし、前記金属部主面に接合された第1接続部を備え、前記第2副接続部材は、前記第1副金属とは熱電能が異なる第2副金属を構成材料とし、前記金属部主面に接合された第2接続部を備え、前記第1電極に前記主電流が流れている通電時の前記金属部主面における、前記第1接続部と前記第2接続部とが並ぶ方向の電位差の勾配が、直交する方向の電位差の勾配より小さい。

発明の効果

[0007] 上記構成によれば、半導体素子内部に温度センサを形成することなく、検出される半導体素子の温度の精度を向上しうる。

[0008] 本開示のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本開示の第1実施形態にかかる半導体装置を示す斜視図である

。

[図2]図2は、図1に示す半導体装置の平面図であり、樹脂部材を透過した図である。

[図3]図3は、図2の一部を拡大した部分拡大図である。

[図4]図4は、図2のⅠⅤ－ⅠⅤ線に沿う断面図である。

[図5]図5は、図2のⅤ－Ⅴ線に沿う断面図である。

[図6]図6は、図3のⅤⅠ－ⅤⅠ線に沿う断面図である。

[図7]図7は、図3のⅤⅠⅠ－ⅤⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図8]図8は、図1に示す半導体装置に駆動装置を取り付けた状態を示す斜視図である。

[図9]図9は、図1に示す半導体装置の回路構成の一例を示す回路図である。

[図10]図10は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例を示すフローチャートである。

[図11]図11は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例にかかる工程を示す断面図である。

[図12]図12は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例にかかる工程を示す断面図である。

[図13]図13は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例にかかる工程を示す断面図である。

[図14]図14は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例にかかる工程を示す断面図である。

[図15]図15は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例にかかる工程を示す拡大平面図である。

[図16]図16は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例にかかる工程を示す断面図である。

[図17]図17は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例にかかる工程を示す断面図である。

[図18]図18は、第1実施形態の第1変形例にかかる半導体装置を示す部分

拡大平面図である。

[図19]図19は、第1実施形態の第2変形例にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図20]図20は、第1実施形態の第3変形例にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図21]図21は、第1実施形態の第4変形例にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図22]図22は、本開示の第2実施形態にかかる半導体装置を示す断面図である。

[図23]図23は、図22に示す半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図24]図24は、第2実施形態の第1変形例にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図25]図25は、本開示の第3実施形態にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図26]図26は、第3実施形態の第1変形例にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図27]図27は、本開示の第4実施形態にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図28]図28は、第4実施形態の第1変形例にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図29]図29は、本開示の第5実施形態にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図30]図30は、第5実施形態の第1変形例にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図31]図31は、本開示の第6実施形態にかかる半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図32]図32は、図31のXXXⅠⅠ—XXXⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図33]図33は、図31に示す半導体装置の回路構成の一例を示す回路図で

ある。

[図34]図34は、本開示の第7実施形態にかかる半導体装置の回路構成の一例を示す回路図である。

[図35]図35は、本開示の第8実施形態にかかる半導体装置を示す平面図であり、樹脂部材を透過した図である。

[図36]図36は、第8実施形態の第1変形例にかかる半導体装置を示す平面図であり、樹脂部材を透過した図である。

[図37]図37は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置を示す平面図である。

[図38]図38は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置を示す底面図である。

[図39]図39は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置を示す側面図である。

[図40]図40は、図37のXL-XL線に沿う断面図である。

[図41]図41は、図37のXLⅠ-XLⅠ線に沿う断面図である。

[図42]図42は、図37のXLⅠⅠ-XLⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図43]図43は、図37のXLⅠⅠⅠ-XLⅠⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図44]図44は、図37のXLⅠV-XLⅠV線に沿う断面図である。

[図45]図45は、図37のXLV-XLV線に沿う断面図である。

[図46]図46は、図37のXLVⅠ-XLVⅠ線に沿う断面図である。

[図47]図47は、図37のXLVⅠⅠ-XLVⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図48]図48は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置を示す要部平面図である。

[図49]図49は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置を示す要部平面図である。

[図50]図50は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置を示す要部拡大平面図である。

[図51]図51は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置を示す要部拡大平

面図である。

[図52]図5 2は、本開示の第9実施形態の第1変形例に係る半導体装置を示す要部拡大平面図である。

[図53]図5 3は、本開示の第9実施形態の第2変形例に係る半導体装置を示す要部拡大平面図である。

[図54]図5 4は、本開示の第9実施形態の第3変形例に係る半導体装置を示す要部拡大平面図である。

[図55]図5 5は、本開示の第9実施形態の第4変形例に係る半導体装置を示す要部拡大平面図である。

[図56]図5 6は、本開示の第9実施形態の第5変形例に係る半導体装置を示す要部拡大平面図である。

[図57]図5 7は、本開示の第10実施形態に係る半導体装置を示す平面図である。

[図58]図5 8は、本開示の第10実施形態に係る半導体装置を示す要部平面図である。

[図59]図5 9は、本開示の第11実施形態に係る半導体装置を示す要部平面図である。

[図60]図6 0は、本開示の第12実施形態に係る半導体装置を示す要部平面図である。

[図61]図6 1は、本開示の第12実施形態に係る半導体装置を示す要部拡大平面図である。

[図62]図6 2は、本開示の第13実施形態に係る半導体装置を示す平面図である。

[図63]図6 3は、本開示の第13実施形態の第1変形例に係る半導体装置を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の好ましい実施の形態を、添付図面を参照して具体的に説明する。図1～図36に記載された参照符号（第1グループ）および図37～

図63に記載された参照符号（第2グループ）は、互いに独立して使用されている。たとえば、ある1つの参照符号が第1グループおよび第2グループの双方に属している場合、当該参照符号が必ずしも同じ部材（あるいは類似の部材）を指し示しているとは限らない。一方、第1グループおよび第2グループにそれぞれ属する第1の参照符号および第2の参照符号が互いに異なっている場合、これら2つの参照符号が、1つの同じ部材（あるいは類似の部材）を指し示していることもありうる。

[0011] 本開示における「第1」、「第2」、「第3」等の用語は、単に識別のために用いたものであり、それらの対象物に順列を付することを意図していない。

[0012] 本開示において、「ある物Aがある物Bに形成されている」および「ある物Aがある物B上に形成されている」とは、特段の断りのない限り、「ある物Aがある物Bに直接形成されていること」、および、「ある物Aとある物Bとの間に他の物を介在させつつ、ある物Aがある物Bに形成されていること」を含む。同様に、「ある物Aがある物Bに配置されている」および「ある物Aがある物B上に配置されている」とは、特段の断りのない限り、「ある物Aがある物Bに直接配置されていること」、および、「ある物Aとある物Bとの間に他の物を介在させつつ、ある物Aがある物Bに配置されていること」を含む。同様に、「ある物Aがある物B上に位置している」とは、特段の断りのない限り、「ある物Aがある物Bに接して、ある物Aがある物B上に位置していること」、および、「ある物Aとある物Bとの間に他の物が介在しつつ、ある物Aがある物B上に位置していること」を含む。「ある物Aがある物Bにある方向に視て重なる」とは、特段の断りのない限り、「ある物Aがある物Bのすべてに重なること」、および、「ある物Aがある物Bの一部に重なること」を含む。本開示において「ある面Aが方向B（の一方側または他方側）を向く」とは、面Aの方向Bに対する角度が90°である場合に限定されず、面Aが方向Bに対して傾いている場合を含む。

[0013] 第1実施形態：

図１～図９に基づき、本開示の第１実施形態にかかる半導体装置Ａ１０について説明する。半導体装置Ａ１０は、複数の半導体素子１１、複数の半導体素子１２、複数の温度センサ１５、支持部材２、複数の端子３、複数の接続部材４１～４８、および樹脂部材５を備えうる。複数の端子３は、電力端子３１，３２、信号端子３３、検出端子３４，３５、および温度検出端子３６～３９を備えうる。半導体装置Ａ１０は、駆動装置７を取り付けて使用されうる。

[0014] 図１は、半導体装置Ａ１０を示す斜視図である。図２は、半導体装置Ａ１０の平面図である。図２においては、理解の便宜上、樹脂部材５を透過して、樹脂部材５の外形を想像線（二点鎖線）で示している。図３は、図２の一部を拡大した部分拡大図である。図４は、図２のⅠⅤ－ⅠⅤ線に沿う断面図である。図５は、図２のⅤ－Ⅴ線に沿う断面図である。図４および図５においては、複数の接続部材４１～４８を省略している。図６は、図３のⅤⅠ－ⅤⅠ線に沿う断面図である。図７は、図３のⅤⅠⅠ－ⅤⅠⅠ線に沿う断面図である。図８は、半導体装置Ａ１０に駆動装置７を取り付けた状態を示す斜視図である。図９は、半導体装置Ａ１０の回路構成の一例を示す回路図である。

[0015] 半導体装置Ａ１０の樹脂部材５に覆われた部分の厚さ方向視の形状は矩形状でありうる。説明の便宜上、半導体装置Ａ１０の厚さ方向をｚ方向とし、ｚ方向に直交する１つの方向をｘ方向とする。ｘ方向は、たとえば、半導体装置Ａ１０の電力端子３１，３２の突出する方向であり、図２における左右方向に相当しうる。ｚ方向およびｘ方向の双方に直交する方向をｙ方向とする。ｙ方向は、たとえば、図２における上下方向に相当しうる。半導体装置Ａ１０の各寸法は特に限定されない。

[0016] 複数の半導体素子１１は、半導体装置Ａ１０の電氣的機能を発揮する要素でありうる。各半導体素子１１は、たとえばＳｉＣ（炭化ケイ素）を主とする半導体材料を用いて構成されうる。当該半導体材料は、ＳｉＣに限定されず、Ｓｉ（シリコン）、ＧａＡｓ（ヒ化ガリウム）、ＧａＮ（窒化ガリウム

）などであってよい。各半導体素子 11 は、たとえば MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) などのスイッチング素子でありうる。各半導体素子 11 は、MOSFET に限定されず、MISFET (Metal-Insulator-Semiconductor FET) を含む電界効果トランジスタ、あるいは、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) のようなバイポーラトランジスタなどであってよい。複数の半導体素子 11 は、たとえば、各々が n チャネル型の MOSFET であって、いずれも同一種類の素子でありうるが、本開示はこれに限定されない。各半導体素子 11 は、p チャネル型の MOSFET であってよい。

[0017] 複数の半導体素子 11 は、図 2 および図 5 に示すように、x 方向に等間隔で配列され、互いに並列に接続されうる。本実施形態では、図 2 に示すように、半導体装置 A10 は、3 個の半導体素子 11 を備えうる。半導体素子 11 の個数は、これに限定されず、半導体装置 A10 に要求される性能に応じて自在に設定可能でありうる。各半導体素子 11 は、支持部材 2 上に、導電性接合材 110 によって、接合されうる。導電性接合材 110 は、たとえばはんだ、銀ペースト、または焼結金属などでありうる。

[0018] 各半導体素子 11 は、素子主面 11a および素子裏面 11b を有しうる。素子主面 11a および素子裏面 11b は、z 方向において互いに反対側を向きうる。素子主面 11a は、z 方向 z2 側を向きうる。素子裏面 11b は、z 方向 z1 側を向きうる。素子裏面 11b は、支持部材 2 に対向しうる。

[0019] 各半導体素子 11 は、第 1 電極 111、第 2 電極 112、および第 3 電極 113 を有しうる。第 1 電極 111 および第 2 電極 112 は、素子主面 11a に配置されうる。第 1 電極 111 は、平面視において、第 2 電極 112 より大としうる。第 3 電極 113 は、素子裏面 11b に配置されうる。第 3 電極 113 は、素子裏面 11b の全面（あるいは略全面）を覆いうる。第 1 電極 111、第 2 電極 112、および第 3 電極 113 の構成材料は、限定されないが、本実施形態では Al でありうる。MOSFET である各半導体素子 11 において、第 1 電極 111 はソース電極であり、第 2 電極 112 はゲー

ト電極であり、第3電極113はドレイン電極でありうる。第3電極113は、導電性接合材110を介して、支持部材2の一部（後述の主面金属層22の導電体層223）に導通接合されうる。第3電極113は、導電性接合材110に接する構成とされうる。

[0020] 各半導体素子11の第1電極111には、金属板19が接合されうる。金属板19は、第1電極111に導通し、かつ、半導体素子11からの熱が適切に伝わるように配置されうる。金属板19には、接続部材41, 44～47が接合されうる。金属板19は、第3金属を含んでいる。本実施形態では、第3金属は、Cuでありうる。金属板19は、たとえば、Cuからなる板部材の一方の面にAlからなる薄板部材を貼り合わせたクラッド材でありうる。金属板19は、Alの面を第1電極111（Al）に対向させて、たとえば固相拡散接合によって、第1電極111に接合されうる。金属板19の構成および第1電極111への接合方法は限定されない。たとえば、金属板19は、Cuからなる板部材の一方の面に、スパッタなどによりAlの層を形成することで形成されうる。

[0021] 複数の半導体素子12は、たとえば、ショットキーバリアダイオードなどのダイオードでありうる。各半導体素子12は、図9に示すように、各半導体素子11に対して、逆並列に接続されうる。

[0022] 各半導体素子12は、支持部材2上に、導電性接合材120によって、接合されうる。導電性接合材120は、たとえばはんだ、銀ペースト、または焼結金属などでありうる。半導体素子12の個数は、半導体素子11の個数に対応しうる。一例として、半導体装置A10は、各半導体素子12を備えなくてよい。

[0023] 各半導体素子12は、素子主面12aおよび素子裏面12bを有しうる。素子主面12aおよび素子裏面12bは、z方向において互いに反対側を向きうる。素子主面12aは、z方向z2側を向きうる。素子裏面12bは、z方向z1側を向きうる。素子裏面12bは、支持部材2に対向しうる。

[0024] 各半導体素子12は、アノード電極121およびカソード電極122を有

しうる。アノード電極 121 は、素子主面 12a に配置されうる。カソード電極 122 は、素子裏面 12b に配置されうる。カソード電極 122 は、導電性接合材 120 を介して、支持部材 2 の一部（後述の主面金属層 22 の導電体層 223）に導通しうる。カソード電極 122 は、導電性接合材 120 に接しうる。

[0025] 支持部材 2 は、それぞれ複数の半導体素子 11, 12 を支持する部材であるとともに、各半導体素子 11 と複数の端子 3 との導通経路をなしうる。支持部材 2 は、絶縁基板 21、主面金属層 22、および裏面金属層 23 を含むうる。

[0026] 絶縁基板 21 は、たとえば平板状であり、電気絶縁性を有しうる。絶縁基板 21 の構成材料は、たとえば熱伝導性に優れたセラミックスであり、本実施形態では、 Al_2O_3 （酸化アルミニウム）でありうる。絶縁基板 21 の構成材料は、限定されず、たとえば AlN （窒化アルミニウム）、 SiN （窒化ケイ素）などの他のセラミックスであってよい。絶縁基板 21 の構成材料は、セラミックスに限定されず、 Si であってよいし、合成樹脂であってよい。絶縁基板 21 の構成材料は、絶縁性を有し、半導体素子 11 が発する熱に耐えられるものであればよい。

[0027] 絶縁基板 21 は、主面 211 および裏面 212 を有しうる。主面 211 および裏面 212 は、 z 方向において互いに反対側を向きうる。主面 211 は、 z 方向 $z2$ 側を向きうる。裏面 212 は、 z 方向 $z1$ 側を向きうる。

[0028] 主面金属層 22 は、絶縁基板 21 の主面 211 に形成されうる。主面金属層 22 の構成材料は、たとえば Cu を含む金属でありうる。主面金属層 22 の構成材料は限定されない。主面金属層 22 は、たとえばめっき処理により形成されうる。主面金属層 22 の形成方法は限定されない。主面金属層 22 は、樹脂部材 5 に覆われうる。主面金属層 22 は、導電体層 221～225、および、それぞれ複数の導電体層 226～229 を含むうる。各導電体層 221～229 は、互いに離間して配置されうる。

[0029] 導電体層 221 は、帯状部 221a および端子接合部 221b を含むうる

。帯状部 2 2 1 a は、x 方向に沿って延びており、複数の接続部材 4 1 および接続部材 4 2 がそれぞれ接合されうる。端子接合部 2 2 1 b は、帯状部 2 2 1 a の x 方向 x 2 側の端部につながっており、電力端子 3 2 の一部（後述のパッド部 3 2 1）が接合されうる。

[0030] 導電体層 2 2 2 は、帯状部 2 2 2 a および端子接合部 2 2 2 b を含みうる。帯状部 2 2 2 a は、x 方向に沿って延びており、複数の接続部材 4 3 がそれぞれ接合されうる。端子接合部 2 2 2 b は、帯状部 2 2 2 a の x 方向 x 1 側の端部につながっており、信号端子 3 3 の一部（後述のパッド部 3 3 1）が接合されうる。

[0031] 導電体層 2 2 3 は、帯状部 2 2 3 a および端子接合部 2 2 3 b を含みうる。帯状部 2 2 3 a は、x 方向に沿って延びており、複数の半導体素子 1 1, 1 2 がそれぞれ接合されうる。各半導体素子 1 1 からの熱は、導電性接合材 1 1 0 を介して、帯状部 2 2 3 a（導電体層 2 2 3）に適切に伝わりうる。帯状部 2 2 3 a に接合された複数の半導体素子 1 1 は、帯状部 2 2 3 a が延びる方向（x 方向）に並ぶ構成とされうる。端子接合部 2 2 3 b は、帯状部 2 2 3 a の x 方向 x 1 側の端部につながっており、電力端子 3 1 の一部（後述のパッド部 3 1 1）が接合されうる。導電体層 2 2 3 は、図 4 および図 5 に示すように、各導電性接合材 1 1 0 を介して、各半導体素子 1 1 の第 3 電極 1 1 3（ドレイン電極）に導通するとともに、各導電性接合材 1 2 0 を介して、各半導体素子 1 2 のカソード電極 1 2 2 に導通しうる。各半導体素子 1 1 の第 3 電極 1 1 3 と各半導体素子 1 2 のカソード電極 1 2 2 とは、導電体層 2 2 3 を介して、導通しうる。

[0032] 導電体層 2 2 4 は、帯状部 2 2 4 a および端子接合部 2 2 4 b を含みうる。帯状部 2 2 4 a は、x 方向に沿って延びており、複数の接続部材 4 4 がそれぞれ接合されうる。端子接合部 2 2 4 b は、帯状部 2 2 4 a の x 方向 x 1 側の端部につながっており、検出端子 3 5 の一部（後述のパッド部 3 5 1）が接合されうる。

[0033] 導電体層 2 2 5 は、接続部材 4 2 が接合されうる。導電体層 2 2 5 は、検

出端子 3 4 の一部（後述のパッド部 3 4 1）が接合されうる。

[0034] 主面金属層 2 2 において、複数の帯状部 2 2 1 a, 2 2 2 a, 2 2 3 a, 2 2 4 a は、y 方向に並んでおり、y 方向視において互いに重なりうる。複数の帯状部 2 2 1 a, 2 2 2 a, 2 2 3 a, 2 2 4 a の y 方向における並びは、特に限定されない。本実施形態では、図 2 および図 3 に示すように、y 方向 y 1 側から y 方向 y 2 側に向かって、帯状部 2 2 4 a、帯状部 2 2 2 a、帯状部 2 2 1 a、帯状部 2 2 3 a の順に並びうる。よって、帯状部 2 2 1 a は、y 方向において、帯状部 2 2 2 a と帯状部 2 2 3 a との間に配置され、帯状部 2 2 2 a は、y 方向において、帯状部 2 2 1 a と帯状部 2 2 4 a との間に配置されうる。帯状部 2 2 3 a は、y 方向において、帯状部 2 2 1 a を挟んで、帯状部 2 2 2 a の反対側に配置されうる。導電体層 2 2 5 は、導電体層 2 2 2 の端子接合部 2 2 2 b の x 方向 x 1 側に配置されうる。

[0035] 複数の導電体層 2 2 6, 2 2 7 は、いずれも、導電体層 2 2 3 の帯状部 2 2 3 a の y 方向 y 2 側に配置されうる。主面金属層 2 2 は、半導体素子 1 1 と同じ数（本実施形態では 3 個）の導電体層 2 2 6 および導電体層 2 2 7 を含みうる。各導電体層 2 2 6 は、接続部材 4 6 が接合されうる。各導電体層 2 2 6 は、温度検出端子 3 6 の一部（後述のパッド部 3 6 1）が接合されうる。各導電体層 2 2 7 は、接続部材 4 7 が接合されうる。各導電体層 2 2 7 は、温度検出端子 3 7 の一部（後述のパッド部 3 7 1）が接合されうる。本実施形態では、各導電体層 2 2 7 は、温度センサ 1 5 が配置されうる。

[0036] 複数の導電体層 2 2 8, 2 2 9 は、いずれも、導電体層 2 2 3 の帯状部 2 2 3 a の y 方向 y 2 側に配置されうる。主面金属層 2 2 は、半導体素子 1 1 と同じ数（本実施形態では 3 個）の導電体層 2 2 8 および導電体層 2 2 9 を含みうる。各導電体層 2 2 8 は、接続部材 4 8 が接合されうる。各導電体層 2 2 8 は、温度検出端子 3 8 の一部（後述のパッド部 3 8 1）が接合されうる。各導電体層 2 2 9 は、接続部材 4 8 が接合されうる。各導電体層 2 2 9 は、温度検出端子 3 9 の一部（後述のパッド部 3 9 1）が接合されうる。各導電体層 2 2 6 ~ 2 2 9 は、x 方向に沿って、一列に並んで配置されうる。

導電体層 2 2 6 ~ 2 2 9 がこの順で x 方向 x 2 側から x 1 側に並んでいる群が、x 方向に沿って 3 個配置されうる。

[0037] 各導電体層 2 2 1 ~ 2 2 9 の配置および形状は、上記したものに限定されず、各端子 3 の配置位置などに応じて、適宜設計されうる。

[0038] 裏面金属層 2 3 は、絶縁基板 2 1 の裏面 2 1 2 に形成されうる。裏面金属層 2 3 の構成材料は、たとえば Cu を含む金属でありうる。当該構成材料は限定されない。裏面金属層 2 3 は、たとえば無電解めっき処理により形成されうる。裏面金属層 2 3 の形成方法は限定されない。裏面金属層 2 3 は、図 4 および図 5 に示すように、z 方向 z 1 側を向く面が、樹脂部材 5 から露出しうる。当該 z 方向 z 1 側を向く面が樹脂部材 5 に覆われていてよい。支持部材 2 は、裏面金属層 2 3 を含んでいなくてよい。この場合、絶縁基板 2 1 の裏面 2 1 2 は、樹脂部材 5 に覆われていてよいし、樹脂部材 5 から露出してよい。

[0039] 支持部材 2 は、絶縁基板 2 1 の主面 2 1 1 および裏面 2 1 2 に Cu 箔が接合された DBC (Direct Bonding Copper) 基板を用いて、形成されうる。この場合、主面 2 1 1 に接合された Cu 箔がパターンニングされて、主面金属層 2 2 が形成されうる。裏面 2 1 2 に接合された Cu 箔が裏面金属層 2 3 になりうる。

[0040] 各端子 3 は、樹脂部材 5 の内部において、主面金属層 2 2 に接合されうる。各端子 3 は、z 方向視において絶縁基板 2 1 からはみ出しうる。各端子 3 はそれぞれ、一部が樹脂部材 5 から露出しうる。各端子 3 は、たとえば同一のリードフレームから構成されうる。各端子 3 は、金属から形成されうる。一例として、各端子 3 は、Cu および Ni のいずれか、またはこれらの合金や 4 2 アロイなどから形成されうる。

[0041] 電力端子 3 1 は、半導体装置 A 1 0 におけるドレイン端子でありうる。電力端子 3 1 は、板状の部材でありうる。電力端子 3 1 は、導電体層 2 2 3 および導電性接合材 1 1 0 を介して、各半導体素子 1 1 の第 3 電極 1 1 3 (ドレイン電極) に導通しうる。

- [0042] 電力端子31は、パッド部311および端子部312を含みうる。パッド部311は、樹脂部材5に覆われうる。パッド部311は、導電体層223に接合されうる。この接合は、導電性接合材（はんだ、銀ペースト、または焼結金属など）を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部312は、樹脂部材5から露出しうる。端子部312は、図2に示すように、z方向視において樹脂部材5からx方向x1側に延びうる。端子部312の表面には、たとえば銀めっきが施されていてよい。
- [0043] 電力端子32は、半導体装置A10におけるソース端子でありうる。電力端子32は、板状の部材でありうる。電力端子32は、導電体層221、複数の接続部材41、および金属板19を介して、各半導体素子11の第1電極111（ソース電極）に導通しうる。
- [0044] 電力端子32は、パッド部321および端子部322を含みうる。パッド部321は、樹脂部材5に覆われうる。パッド部321は、導電体層221に接合されうる。この接合は、導電性接合材を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部322は、樹脂部材5から露出しうる。端子部322は、図2に示すように、z方向視において樹脂部材5からx方向x2側に延びうる。端子部322の表面には、たとえば銀めっきが施されていてよい。
- [0045] 信号端子33は、半導体装置A10におけるゲート端子でありうる。信号端子33は、導電体層222および複数の接続部材43を介して、各半導体素子11の第2電極112（ゲート電極）に導通しうる。信号端子33には、各半導体素子11のオンオフ制御をするための駆動信号が入力されうる。信号端子33には、図9に示すように、たとえばドライブ回路DRが接続されうる。ドライブ回路DRは、各半導体素子11のスイッチング動作を制御する駆動信号を生成しうる。信号端子33には、ドライブ回路DRから駆動信号が入力されうる。図9に示すドライブ回路DRは、一例であって、図示された回路構成のものに限定されない。

- [0046] 信号端子 3 3 は、パッド部 3 3 1 および端子部 3 3 2 を含みうる。パッド部 3 3 1 は、樹脂部材 5 に覆われうる。パッド部 3 3 1 は、導電体層 2 2 2 に接合されうる。この接合は、導電性接合材を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部 3 3 2 は、樹脂部材 5 から露出しうる。端子部 3 3 2 は、x 方向視において L 字状でありうる。
- [0047] 検出端子 3 4 は、半導体装置 A 1 0 におけるソースセンス端子でありうる。検出端子 3 4 は、導電体層 2 2 5、接続部材 4 2、導電体層 2 2 1、複数の接続部材 4 1、および金属板 1 9 を介して、半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1（ソース電極）に導通しうる。検出端子 3 4 には、図 9 に示すように、たとえばドライブ回路 D R が接続されうる。検出端子 3 4 に印加される電圧は、帰還信号としてドライブ回路 D R に入力されうる。
- [0048] 検出端子 3 4 は、パッド部 3 4 1 および端子部 3 4 2 を含みうる。パッド部 3 4 1 は、樹脂部材 5 に覆われうる。パッド部 3 4 1 は、導電体層 2 2 5 に接合されうる。この接合は、導電性接合材を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部 3 4 2 は、樹脂部材 5 から露出しうる。端子部 3 4 2 は、x 方向視において L 字状でありうる。
- [0049] 検出端子 3 5 は、半導体装置 A 1 0 におけるソースセンス端子でありうる。検出端子 3 5 は、導電体層 2 2 4、複数の接続部材 4 4、および金属板 1 9 を介して、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1（ソース電極）に導通しうる。検出端子 3 5 と信号端子 3 3 との間には、図 9 に示すように、たとえば、半導体装置 A 1 0 の外部のミラークランプ回路 M C が接続されうる。ミラークランプ回路 M C は、各半導体素子 1 1 の誤動作（ゲート誤オン）を防止するための回路であり、図 9 に示すように、たとえば M O S F E T を含みうる。当該 M O S F E T のソース端子は、検出端子 3 5 に接続され、当該 M O S F E T のドレイン端子は、信号端子 3 3 に接続されうる。半導体素子 1 1 がオフの時に、ミラークランプ回路 M C の M O S F E T をオンにすることで

、半導体素子 1 1 のゲートソース間電圧を略 0（ゼロ）V または負バイアス電圧に強制し、半導体素子 1 1 のゲート電位の持ち上がりを排除しうる。

[0050] 検出端子 3 5 は、パッド部 3 5 1 および端子部 3 5 2 を含みうる。パッド部 3 5 1 は、樹脂部材 5 に覆われうる。パッド部 3 5 1 は、導電体層 2 2 4 に接合されうる。この接合は、導電性接合材を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部 3 5 2 は、樹脂部材 5 から露出しうる。端子部 3 5 2 は、図 4 に示すように、x 方向視において L 字状でありうる。

[0051] 検出端子 3 4、信号端子 3 3、および検出端子 3 5 は、図 2 および図 3 に示すように、x 方向に沿って x 方向 x 1 側から x 2 側にこの順で並んでおり、かつ、図 4 に示すように x 方向視において重なりうる。検出端子 3 4、信号端子 3 3、および検出端子 3 5 は、y 方向 y 1 側の樹脂側面 5 3 3 から突出しうる。

[0052] 複数の温度検出端子 3 6、3 7 は、それぞれ半導体素子 1 1 の温度を検出するための端子でありうる。1 個の半導体素子 1 1 に対して、対応する 1 個の温度検出端子 3 6 と 1 個の温度検出端子 3 7 とを設けうる。本実施形態では、半導体装置 A 1 0 は、3 個の半導体素子 1 1 を備えうるので、3 個の温度検出端子 3 6 と 3 個の温度検出端子 3 7 とを備えうる。各温度検出端子 3 6 は、導電体層 2 2 6 に接合されうる。各温度検出端子 3 6 は、導電体層 2 2 6 を介して、接続部材 4 6 に導通しうる。各温度検出端子 3 7 は、導電体層 2 2 7 に接合されうる。各温度検出端子 3 7 は、導電体層 2 2 7 を介して、接続部材 4 7 に導通しうる。

[0053] 温度検出端子 3 6 は、パッド部 3 6 1 および端子部 3 6 2 を含みうる。パッド部 3 6 1 は、樹脂部材 5 に覆われうる。パッド部 3 6 1 は、導電体層 2 2 6 に接合されうる。この接合は、導電性接合材を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部 3 6 2 は、樹脂部材 5 から露出しうる。端子部 3 6 2 は、図 4 に示すように、x 方向視において L 字状でありうる。温度検出端子 3 7 は、パッド部 3 7 1 および端子

部 3 7 2 を含みうる。パッド部 3 7 1 は、樹脂部材 5 に覆われうる。パッド部 3 7 1 は、導電体層 2 2 7 に接合されうる。この接合は、導電性接合材を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部 3 7 2 は、樹脂部材 5 から露出しうる。端子部 3 7 2 は、x 方向視において L 字状でありうる。

[0054] 複数の温度検出端子 3 8, 3 9 は、それぞれ温度センサ 1 5 による検出信号を出力するための端子でありうる。1 個の温度センサ 1 5 に対して、対応する 1 個の温度検出端子 3 8 と 1 個の温度検出端子 3 9 とを設けうる。本実施形態では、半導体装置 A 1 0 は、3 個の温度センサ 1 5 を備えうるので、3 個の温度検出端子 3 8 と 3 個の温度検出端子 3 9 とを備えうる。各温度検出端子 3 8 は、導電体層 2 2 8 に接合されうる。各温度検出端子 3 8 は、導電体層 2 2 8 および接続部材 4 8 を介して、温度センサ 1 5 に導通しうる。各温度検出端子 3 9 は、導電体層 2 2 9 に接合されうる。各温度検出端子 3 9 は、導電体層 2 2 9 および接続部材 4 8 を介して、温度センサ 1 5 に導通しうる。

[0055] 温度検出端子 3 8 は、パッド部 3 8 1 および端子部 3 8 2 を含みうる。パッド部 3 8 1 は、樹脂部材 5 に覆われうる。パッド部 3 8 1 は、導電体層 2 2 8 に接合されうる。この接合は、導電性接合材を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部 3 8 2 は、樹脂部材 5 から露出しうる。端子部 3 8 2 は、x 方向視において L 字状でありうる。温度検出端子 3 9 は、パッド部 3 9 1 および端子部 3 9 2 を含みうる。パッド部 3 9 1 は、樹脂部材 5 に覆われうる。パッド部 3 9 1 は、導電体層 2 2 9 に接合されうる。この接合は、導電性接合材を用いた接合、レーザ接合あるいは超音波接合などのいずれの手法であってよい。端子部 3 9 2 は、樹脂部材 5 から露出しうる。端子部 3 9 2 は、x 方向視において L 字状でありうる。

[0056] 複数の温度検出端子 3 6 ~ 3 9 は、図 2 および図 3 に示すように、x 方向に沿って並んでおり、かつ、図 4 に示すように x 方向視において重なりうる

。各温度検出端子 3 6 ～ 3 9 は、y 方向 y 2 側の樹脂側面 5 3 4 から突出しうる。

[0057] 複数の接続部材 4 1 ～ 4 5, 4 8 はそれぞれ、離間した 2 つの部位間を導通させうる。各接続部材 4 1 ～ 4 5, 4 8 は、ボンディングワイヤでありうる。本実施形態では、各接続部材 4 1 ～ 4 5, 4 8 は、ウェッジボンディングにより形成されうる。各接続部材 4 1 ～ 4 5, 4 8 は、ボールボンディングにより形成されてよい。各接続部材 4 1 ～ 4 5, 4 8 の構成材料は、たとえば A l、A u、C u、または、これらのいずれかを含む合金などであり、限定されない。本実施形態では、一例として、各接続部材 4 1 ～ 4 5, 4 8 の構成材料が C u である場合について説明する。

[0058] 複数の接続部材 4 1 はそれぞれ、一端が金属板 1 9 に接合され、他端が導電体層 2 2 1 に接合されうる。各接続部材 4 1 は、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 (ソース電極) と導電体層 2 2 1 とを導通させうる。

[0059] 接続部材 4 2 は、一端が導電体層 2 2 1 に接合され、他端が導電体層 2 2 5 に接合されうる。接続部材 4 2 は、導電体層 2 2 1 と導電体層 2 2 5 とを導通させうる。接続部材 4 2 の上記他端は、導電体層 2 2 5 に接合されるのではなく、検出端子 3 4 のパッド部 3 4 1 に接合されていてよい。

[0060] 複数の接続部材 4 3 はそれぞれ、一端が各半導体素子 1 1 の第 2 電極 1 1 2 (ゲート電極) に接合され、他端が導電体層 2 2 2 に接合されうる。各接続部材 4 3 は、各第 2 電極 1 1 2 と導電体層 2 2 2 とを導通させうる。

[0061] 複数の接続部材 4 4 はそれぞれ、一端が金属板 1 9 に接合され、他端が導電体層 2 2 4 に接合されうる。各接続部材 4 4 は、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 (ソース電極) と導電体層 2 2 4 とを導通させうる。各接続部材 4 4 は、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 (ソース電極) にケルビン接続されたセンス線でありうる。

[0062] 複数の接続部材 4 5 はそれぞれ、一端が金属板 1 9 に接合され、他端が各半導体素子 1 2 のアノード電極 1 2 1 に接合されうる。各接続部材 4 5 は、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 (ソース電極) と各半導体素子 1 2 のア

ノード電極 1 2 1 とを導通させうる。

[0063] 複数の接続部材 4 8 は、一端が温度センサ 1 5 の一方の電極に接合され、他端が導電体層 2 2 8 に接合されているものと、一端が温度センサ 1 5 の他方の電極に接合され、他端が導電体層 2 2 9 に接合されているもののいずれかでありうる。各接続部材 4 8 は、各温度センサ 1 5 と導電体層 2 2 8 または導電体層 2 2 9 とを導通させうる。

[0064] 複数の接続部材 4 6, 4 7 はそれぞれ、半導体素子 1 1 の温度を検出するための部材でありうる。各接続部材 4 6, 4 7 は、接続部材 4 1 ~ 4 5, 4 8 と同様に、ボンディングワイヤの形成方法により形成されうる。本実施形態では、各接続部材 4 6, 4 7 は、ウエッジボンディングにより形成されうる。各接続部材 4 6, 4 7 は、ボールボンディングにより形成されてよい。各接続部材 4 6 はそれぞれ、一端が金属板 1 9 に接合され、他端が導電体層 2 2 6 に接合されうる。各接続部材 4 7 はそれぞれ、第 1 端 4 7 a および第 2 端 4 7 b を有しうる。第 1 端 4 7 a は、接続部材 4 7 の一端であり、金属板 1 9 に接合されうる。第 2 端 4 7 b は、第 1 端 4 7 a より前記半導体素子 1 1 から遠くに位置し、導電体層 2 2 7 に接合されうる。各接続部材 4 6, 4 7 は、いずれも、金属板 1 9 に直接接合されうる。各接続部材 4 6, 4 7 と金属板 1 9 とは、間に他の部材が介在することなく、直接接しうる。金属板 1 9 において、接続部材 4 6 と接続部材 4 7 とは、互いに離れて接合されうる。

[0065] 接続部材 4 6 の構成材料は、第 1 金属である。本実施形態では、第 1 金属は、第 3 金属と同じ Cu でありうる。接続部材 4 7 の構成材料は、第 1 金属とは熱電能が異なりうる第 2 金属である。熱電能とは、導電性の物質の両端に温度差をつけた時の、1 K あたりの熱起電力のことである。本実施形態では、第 2 金属は、コンスタンタン (Cu と Ni との合金 : 55 Cu - 45 Ni) でありうる。接続部材 4 6 および金属板 1 9 (Cu) と、接続部材 4 7 (コンスタンタン) とは、熱電対として機能しうる。Cu およびコンスタンタンによる熱電対は、T 型熱電対として知られている。接続部材 4 7 と金属

板 1 9 との接点 4 7 c が、熱電対の測温接点（熱接点）に相当しう。接続部材 4 6 と導電体層 2 2 6 との接点、および、接続部材 4 7 と導電体層 2 2 7 との接点が、熱電対の基準接点（冷接点）に相当しう。基準接点と測温接点との温度差に応じて、基準接点間に電圧が発生しう。温度検出端子 3 6, 3 7 は、基準接点間の電圧を、半導体素子 1 1 の温度を検出するための信号として、駆動装置 7 に出力しう。

[0066] 温度センサ 1 5 は、熱電対の基準接点（冷接点）の温度（以下「基準温度」と称する）を検出しう。温度センサ 1 5 は、半導体素子 1 1 より接続部材 4 7 の第 2 端 4 7 b に近い位置に配置されう。本実施形態では、温度センサ 1 5 は、導電体層 2 2 7 上に配置されう。導電体層 2 2 7 上での温度センサ 1 5 の配置位置および配置の向きは、限定されず、温度センサ 1 5 が接続部材 4 7 の第 2 端 4 7 b にできるだけ近くなり、かつ、接続部材 4 7, 4 8 の形成が容易になるように、適宜設計されう。図 7 に示すように、温度センサ 1 5 と導電体層 2 2 7 との間には、絶縁層 1 6 が介在しう。本実施形態では、温度センサ 1 5 と絶縁層 1 6 とが一体化した素子が、絶縁層 1 6 を導電体層 2 2 7 に対向させて、導電体層 2 2 7 上に配置されう。温度センサ 1 5 は、導電体層 2 2 7 上に配置された絶縁層 1 6 上に配置されう。本実施形態では、温度センサ 1 5 は、PN 接合型 Si ダイオードの温度特性を利用した温度センサでありう。温度センサ 1 5 は、周囲の温度に応じて電気信号が変化するものであればよく、たとえばサーミスタでありう。温度センサ 1 5 は、基準温度の検出信号を、2 個の接続部材 4 8、導電体層 2 2 8, 2 2 9、および温度検出端子 3 8, 3 9 を介して、外部に出力しう。

[0067] 樹脂部材 5 は、電気絶縁性の半導体封止材でありう。樹脂部材 5 は、複数の半導体素子 1 1、複数の半導体素子 1 2、複数の温度センサ 1 5、絶縁基板 2 1、主面金属層 2 2、および複数の接続部材 4 1～4 8 の全体と、各端子 3 の一部ずつとを覆いう。樹脂部材 5 の構成材料は、たとえばエポキシ樹脂でありう。樹脂部材 5 の構成材料は限定されない。樹脂部材 5 は、

たとえば金型を用いたトランスファ成形により形成されうる。樹脂部材5の形成方法は限定されない。樹脂部材5は、図2、図4、および図5に示すように、樹脂主面51、樹脂裏面52および複数の樹脂側面531～534を有しうる。

[0068] 樹脂主面51および樹脂裏面52は、z方向において互いに反対側を向きうる。樹脂主面51はz方向z2側を向き、樹脂裏面52は、z方向z1側を向きうる。裏面金属層23は樹脂裏面52から露出しうる。樹脂裏面52と裏面金属層23のz方向z1側を向く面とは互いに面一でありうる。複数の樹脂側面531～534の各々は、樹脂主面51および樹脂裏面52の双方につながり、かつ、これらに挟まれうる。図2に示すように、2つの樹脂側面531、532は、x方向において互いに反対側を向きうる。樹脂側面531は、x方向x1側に配置されてx方向x1側を向く面でありうる。樹脂側面532は、x方向x2側に配置されてx方向x2側を向く面でありうる。2つの樹脂側面533、534は、y方向において互いに反対側を向きうる。樹脂側面533は、y方向y1側に配置されてy方向y1側を向く面でありうる。樹脂側面534は、y方向y2側に配置されてy方向y2側を向く面でありうる。

[0069] 樹脂側面531～534は、それぞれ、樹脂主面51につながり、樹脂主面51に向かうほど互いに近づくように傾斜する面を備えうる。樹脂部材5のうち、これらの樹脂主面51につながり傾斜する面に囲まれる部分は、xy平面での断面積が樹脂主面51に向かうほど小さくなるテーパ形状でありうる。樹脂側面531～534は、それぞれ、樹脂裏面52につながり、樹脂裏面52に向かうほど互いに近づくように傾斜する面を備えうる。樹脂部材5のうち、これらの樹脂主面51につながり傾斜する面に囲まれる部分は、xy平面での断面積が樹脂裏面52に向かうほど小さくなるテーパ形状でありうる。図1～図5に示す樹脂部材5の形状は一例である。樹脂部材5の形状は、例示された形状に限定されない。

[0070] 次に、駆動装置7について説明する。

[0071] 駆動装置 7 は、半導体装置 A 1 0 を駆動させる装置でありうる。図 8 に示すように、駆動装置 7 は、半導体装置 A 1 0 の z 方向 z 2 側に取り付けられる。駆動装置 7 は、図 8 に示すように、基板 7 1、端子 7 2 3、7 2 4、7 2 5、および、それぞれ複数の端子 7 2 1、7 2 2、7 2 6、7 2 7 を備えうる。基板 7 1 は、たとえば平板状であり、電気絶縁性を有しうる。基板 7 1 の構成材料は限定されない。基板 7 1 は、主面 7 1 1 および裏面 7 1 2 を有しうる。主面 7 1 1 および裏面 7 1 2 は、z 方向において互いに反対側を向きうる。主面 7 1 1 は、z 方向 z 2 側を向きうる。裏面 7 1 2 は、z 方向 z 1 側を向きうる。主面 7 1 1 には、配線が形成され、外部コネクタおよび多数の電子部品などが搭載されうる。図 8 では、主面 7 1 1 上の配線、外部コネクタ、および電子部品などの記載を省略している。

[0072] 各端子 7 2 1 ~ 7 2 7 は、円筒状の金属部材であり、基板 7 1 の主面 7 1 1 から裏面 7 1 2 まで z 方向に貫通する貫通孔に挿通されて配置されうる。各端子 7 2 1 ~ 7 2 7 は、主面 7 1 1 に形成された配線に導通しうる。各端子 7 2 1 ~ 7 2 7 には、半導体装置 A 1 0 の各端子 3 3 ~ 3 9 の端子部 3 3 2、3 4 2、3 5 2、3 6 2、3 7 2、3 8 2、3 9 2 が、それぞれ挿通されて、たとえばはんだで接合されうる。図 8 および図 9 に示すように、端子 7 2 3 は、信号端子 3 3 が接合されうる。端子 7 2 4 は、検出端子 3 4 が接合されうる。端子 7 2 5 は、検出端子 3 5 が接合されうる。端子 7 2 1 は温度検出端子 3 6 と同じく 3 個配置されており、各端子 7 2 1 は、それぞれ温度検出端子 3 6 が接合されうる。温度検出端子 3 6 は、導電体層 2 2 6 を介して接続部材 4 6 に導通接続しているので、端子 7 2 1 は、接続部材 4 6 に導通接続しうる。端子 7 2 2 は温度検出端子 3 7 と同じく 3 個配置されており、各端子 7 2 2 は、それぞれ温度検出端子 3 7 が接合されうる。温度検出端子 3 7 は、導電体層 2 2 7 を介して接続部材 4 7 に導通接続しているので、端子 7 2 2 は、接続部材 4 7 に導通接続しうる。

[0073] 端子 7 2 6 は温度検出端子 3 8 と同じく 3 個配置されており、各端子 7 2 6 は、それぞれ温度検出端子 3 8 が接合されうる。温度検出端子 3 8 は、導

電体層 2 2 8 および接続部材 4 8 を介して温度センサ 1 5 の一方の電極に導通接続しているので、端子 7 2 6 は、温度センサ 1 5 の一方の電極に導通接続しうる。端子 7 2 7 は温度検出端子 3 9 と同じく 3 個配置されており、各端子 7 2 7 は、それぞれ温度検出端子 3 9 が接合されうる。温度検出端子 3 9 は、導電体層 2 2 9 および接続部材 4 8 を介して温度センサ 1 5 の他方の電極に導通接続しているので、端子 7 2 7 は、温度センサ 1 5 の他方の電極に導通接続しうる。

[0074] 駆動装置 7 は、図 9 に示すように、機能構成として、複数の相対温度検出部 7 3、複数の基準接点補償部 7 4、過熱保護部 7 5、および駆動制御部 7 6 を備えうる。駆動制御部 7 6 は、各半導体素子 1 1 のスイッチング動作を制御する機能構成であり、たとえばゲート駆動 IC によって実現されうる。駆動制御部 7 6 は、ドライブ回路 DR およびミラークランプ回路 MC などを備えうる。駆動制御部 7 6 は、外部から入力される制御信号に基づいて駆動信号を生成し、端子 7 2 3 を介して、半導体装置 A 1 0 に出力しうる。半導体装置 A 1 0 は、端子 7 2 3 に接続する信号端子 3 3 から駆動信号を入力され、各半導体素子 1 1 のスイッチング動作を制御されうる。駆動制御部 7 6 は、半導体装置 A 1 0 の検出端子 3 4 から端子 7 2 4 を介して信号を入力され、検出端子 3 5 から端子 7 2 5 を介して信号を入力されうる。駆動制御部 7 6 の具体的な回路構成および態様は限定されない。

[0075] 相対温度検出部 7 3 および基準接点補償部 7 4 は、半導体素子 1 1 の温度を検出するための機能構成でありうる。相対温度検出部 7 3 および基準接点補償部 7 4 は、半導体装置 A 1 0 の半導体素子 1 1 の数に合わせて、それぞれ 3 個ずつ設けられうる。各相対温度検出部 7 3 は、半導体装置 A 1 0 の 1 対の温度検出端子 3 6, 3 7 から 1 対の端子 7 2 1, 7 2 2 を介して電圧を入力されうる。当該電圧は、接続部材 4 6 および金属板 1 9 と、接続部材 4 7 とを有する熱電対の基準接点間の電圧であり、基準接点と測温接点との温度差に応じた電圧でありうる。当該電圧は、基準接点の温度である基準温度に対する半導体素子 1 1 の相対温度に応じた電圧でありうる。各相対温度検

出部 7 3 は、入力される電圧に基づいて、対応する半導体素子 1 1 の相対温度を検出する。

[0076] 各基準接点補償部 7 4 は、対応する相対温度検出部 7 3 が検出した相対温度を絶対温度に変換する。各基準接点補償部 7 4 は、半導体装置 A 1 0 の 1 対の温度検出端子 3 8, 3 9 から 1 対の端子 7 2 6, 7 2 7 を介して、温度センサ 1 5 による検出信号を入力される。当該検出信号は、温度センサ 1 5 が対応する熱電対の基準温度を検出した信号でありうる。基準接点補償部 7 4 は、入力される検出信号に基づいて、対応する熱電対の基準温度を検出する。基準接点補償部 7 4 は、検出した基準温度を、対応する相対温度検出部 7 3 が検出した相対温度に加算することで絶対温度に変換する。基準接点補償部 7 4 は、対応する半導体素子 1 1 の絶対温度を過熱保護部 7 5 に出力する。

[0077] 相対温度検出部 7 3 および基準接点補償部 7 4 の具体的な回路構成は限定されない。たとえば、以下のような構成であってよい。相対温度検出部 7 3 は、1 対の端子 7 2 1, 7 2 2 間の電圧を、対応する半導体素子 1 1 の相対温度に応じた電圧として基準接点補償部 7 4 に伝達する。そして、基準接点補償部 7 4 は、検出した基準温度に応じた電圧を熱電対の熱起電力に対応した電圧に変換し、相対温度検出部 7 3 から伝達された電圧に加算して過熱保護部 7 5 に出力する。これにより、過熱保護部 7 5 には、半導体素子 1 1 の絶対温度に応じた電圧が入力される。

[0078] 過熱保護部 7 5 は、各基準接点補償部 7 4 から入力される絶対温度に基づいて、対応する半導体素子 1 1 の過熱異常を検知する。過熱保護部 7 5 は、各基準接点補償部 7 4 から入力される絶対温度が閾値温度以上になった場合に、異常検出信号を駆動制御部 7 6 に出力する。駆動制御部 7 6 は異常検出信号を入力されると、駆動信号の出力を停止することで、半導体装置 A 1 0 の駆動を停止させる。過熱保護部 7 5 の具体的な回路構成は限定されない。たとえば、過熱保護部 7 5 は、基準接点補償部 7 4 から入力される絶対温度に応じた電圧が、閾値温度に応じた電圧以上になった場合に、異常検

出信号を生成するコンパレータを備えていてよい。

[0079] 図8に示すように、駆動装置7は、半導体装置A10に取り付けられうる。一体となった駆動装置7および半導体装置A10は、全体として半導体装置と称しうる。

[0080] 次に、半導体装置A10の製造方法の一例について、図10～図17を参照して以下に説明する。以下に説明する製造方法は、半導体装置A10を実現するための一手段であり、これに限定されない。図10は、半導体装置A10の製造方法の一例を示すフローチャートである。図11～図17は、半導体装置A10の製造方法の一例にかかる工程を示す図である。図11～図14、図16～図17は断面図であり、図4に対応する図である。図15は拡大平面図であり、図3に対応する図である。図11～図17に示すx方向、y方向、およびz方向は、図1～図8と同じ方向を示している。

[0081] 図10に示すように、半導体装置A10の製造方法は、支持部材形成工程(S1)、リードフレーム接合工程(S2)、素子実装工程(S3)、ワイヤ形成工程(S4)、樹脂形成工程(S5)、およびフレーム切断工程(S6)を有しうる。

[0082] 支持部材形成工程(S1)は、支持部材2を形成する工程を含みうる。支持部材形成工程では、絶縁基板91を準備する(S11)。絶縁基板91は、たとえばセラミックスからなり、z方向において互いに反対側を向く主面911および裏面912を有しうる。図11に示すように、絶縁基板91の主面911に、主面金属層22を形成する(S12)。主面金属層22は、たとえば無電解めっき処理やスパッタリングにより、主面911の全体を覆う下地層を形成し、マスクを形成して電解めっき処理によりめっき層を形成し、エッチングにより下地層の不要部分を除去することで形成されうる。図12に示すように、絶縁基板91の裏面912に、裏面金属層23を形成する(S13)。裏面金属層23は、たとえば無電解めっき処理により形成されうる。絶縁基板91の主面911および裏面912にCu箔が接合されたDBC基板を用いて、主面911側のCu箔をパターンニングすることで、絶

縁基板 9 1 に主面金属層 2 2 および裏面金属層 2 3 を形成してよい。絶縁基板 9 1 を切断する (S 1 4)。絶縁基板 9 1 が切断されることで絶縁基板 2 1 が形成されうる。以上により、支持部材 2 が形成されうる。

[0083] リードフレーム接合工程 (S 2) では、各端子 3 になるリードフレーム 9 2 を準備する。リードフレーム 9 2 は、各端子 3 になる部分、および、複数の各端子 3 がつながるフレームを有しうる。リードフレーム 9 2 の形状等は、何ら限定されない。主面金属層 2 2 の各端子 3 が接合される位置に導電性の接合ペーストを配置し、図 1 3 に示すように、リードフレーム 9 2 の各端子 3 になる部分を主面金属層 2 2 に接合する。たとえば、リードフレーム 9 2 の検出端子 3 5 になる部分は導電体層 2 2 4 に接合されうる。リードフレーム 9 2 の温度検出端子 3 6 になる部分は導電体層 2 2 6 に接合されうる。リードフレーム 9 2 の接合方法は限定されない。

[0084] 素子実装工程 (S 3) では、導電体層 2 2 3 の半導体素子 1 1, 1 2 が配置される領域に、導電性接合ペースト 9 3 を配置する。導電性接合ペースト 9 3 は、たとえばはんだ、銀ペースト、または焼結金属などでありうる。次いで、導電性接合ペースト 9 3 に、複数の半導体素子 1 1 および複数の半導体素子 1 2 を付着させ、加熱した後に冷却する。これにより、図 1 4 および図 1 5 に示すように、導電体層 2 2 3 と半導体素子 1 1 との間に介在する導電性接合ペースト 9 3 が導電性接合材 1 1 0 になり、半導体素子 1 1 が導電性接合材 1 1 0 を介して導電体層 2 2 3 に接合されうる。半導体素子 1 1 は、第 1 電極 1 1 1 に金属板 1 9 があらかじめ接合されうる。導電体層 2 2 3 と半導体素子 1 2 との間に介在する導電性接合ペースト 9 3 が導電性接合材 1 2 0 になり、半導体素子 1 2 が導電性接合材 1 2 0 を介して導電体層 2 2 3 に接合されうる。

[0085] 図 1 4 および図 1 5 に示すように、導電体層 2 2 7 上に、温度センサ 1 5 と絶縁層 1 6 とが一体になった素子を、絶縁層 1 6 を導電体層 2 2 7 に対向させて接合する。導電体層 2 2 7 上に絶縁層 1 6 を接合して、絶縁層 1 6 上に温度センサ 1 5 を接合してよい。図 1 4 では、導電体層 2 2 6 の x 方向 x

1 側に位置する導電体層 2 2 7 上に配置された温度センサ 1 5 が示されている。

[0086] ワイヤ形成工程（S 4）では、接続部材 4 1～4 8 を形成する。図 1 6 に示すように、接続部材 4 1～4 6，4 8 をウエッジボンディングにより形成する（S 4 1）。接続部材 4 1 が半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 に接合された金属板 1 9 と導電体層 2 2 1 とを接続するように形成されうる。接続部材 4 3 が半導体素子 1 1 の第 2 電極 1 1 2 と導電体層 2 2 2 とを接続するように形成されうる。接続部材 4 4 が金属板 1 9 と導電体層 2 2 4 とを接続するように形成されうる。接続部材 4 5 が金属板 1 9 と半導体素子 1 2 のアノード電極 1 2 1 とを接続するように形成されうる。接続部材 4 6 が金属板 1 9 と導電体層 2 2 6 とを接続するように形成されうる。接続部材 4 8 が温度センサ 1 5 と導電体層 2 2 8 または導電体層 2 2 9 とを接続するように形成されうる。図 1 6 に表れていないが、接続部材 4 2 が導電体層 2 2 1 と導電体層 2 2 5 とを接続するように形成されうる。接続部材 4 6 は、構成材料が接続部材 4 1～4 5，4 8 と同じ Cu なので、接続部材 4 1～4 5，4 8 と同じ工程で形成されうる。接続部材 4 1～4 6，4 8 の形成の順番は限定されない。図 1 7 に示すように、接続部材 4 7 をウエッジボンディングにより形成する（S 4 2）。接続部材 4 7 が金属板 1 9 と導電体層 2 2 7 とを接続するように形成されうる。接続部材 4 7 は、構成材料が接続部材 4 1～4 6，4 8 とは異なるので、接続部材 4 1～4 6，4 8 とは別の工程で形成されうる。接続部材 4 7 は、使用するワイヤの材料が接続部材 4 1～4 6，4 8 と異なるだけで、同じ設備を用いて、同じ方法で形成されうる。接続部材 4 1～4 6，4 8 を形成する前に、接続部材 4 7 を形成してよい。ワイヤ形成工程（S 4）において、接続部材 4 6 と接続部材 4 7 とが金属板 1 9 に接合されることで、熱電対が形成されうる。

[0087] 樹脂形成工程（S 5）では、たとえばリードフレーム 9 2 の一部、支持部材 2 の一部、それぞれ複数の半導体素子 1 1，1 2、温度センサ 1 5、導電体層 2 2 8、および複数の接続部材 4 1～4 8 を金型によって囲む。金型に

よって規定された空間に液状の樹脂材料を注入する。この樹脂材料を硬化させることにより、樹脂部材 5 が得られる。

[0088] フレーム切断工程（S 6）では、リードフレーム 9 2 のうち樹脂部材 5 から露出した部位の適所を切断する。これにより、各端子 3 が互いに分割されう。この後は、必要に応じて、各端子 3 を折り曲げる等の処理を経ることにより、上述した半導体装置 A 1 0 が得られる。

[0089] 次に、半導体装置 A 1 0 および駆動装置 7 の作用効果について説明する。

[0090] 本実施形態によると、各半導体素子 1 1 は、第 1 電極 1 1 1 に金属板 1 9 が接合され、金属板 1 9 に接続部材 4 6、4 7 のそれぞれ一端が接合されう。接続部材 4 6 の構成材料は第 1 金属であり、金属板 1 9 の構成材料である第 3 金属と同じ金属でありう。接続部材 4 7 の構成材料は、第 1 金属とは熱電能が異なる第 2 金属でありう。接続部材 4 6 および金属板 1 9 と接続部材 4 7 とは、熱電対として機能し、接続部材 4 7 と金属板 1 9 との接点 4 7 c を熱電対の測温接点として、温度を検出しう。接点 4 7 c は、半導体素子 1 1 からの熱が適切に伝わる金属板 1 9 に接しう。これにより、半導体装置 A 1 0 は、温度センサを半導体素子 1 1 の近傍に配置した場合と比較して、各半導体素子 1 1 の温度を精度よく検出しう。半導体装置 A 1 0 は、各半導体素子 1 1 の内部に温度センサを形成することなく、検出される各半導体素子 1 1 の温度の精度を向上しう。

[0091] 本実施形態によると、第 1 金属および第 3 金属は Cu であり、第 2 金属はコンスタンタンでありう。したがって、接続部材 4 6 および金属板 1 9（Cu）と、接続部材 4 7（コンスタンタン）とは、T 型熱電対として機能しう。

[0092] 本実施形態によると、接続部材 4 6、4 7 は、接続部材 4 1～4 5 と同様に、ボンディングワイヤの形成方法により形成されう。したがって、接続部材 4 6、4 7 は、接続部材 4 1～4 5 と同じ設備を用いて、同じ手法により形成可能でありう。特に、接続部材 4 6 は、構成材料が接続部材 4 1～4 5 と同じ Cu なので、接続部材 4 1～4 5 と同じ工程で形成しう。

- [0093] 本実施形態によると、各半導体素子 11 の第 1 電極 111 には、金属板 19 が接合されうる。これにより、半導体素子 11 は、接続部材 41, 44 ~ 47 をウエッジボンディングする際の衝撃から保護されうる。
- [0094] 本実施形態によると、駆動装置 7 は、相対温度検出部 73 および基準接点補償部 74 を備えうる。したがって、駆動装置 7 は、接続部材 46 および金属板 19 と接続部材 47 とによって構成される熱電対が検出した各半導体素子 11 の相対温度を絶対温度に変換して、過熱保護に利用しうる。
- [0095] 本実施形態によると、温度センサ 15 は、半導体装置 A10 内で、接続部材 47 の第 2 端 47b に近い位置に配置されうる。したがって、温度センサ 15 は、駆動装置 7 に配置される場合と比較して、基準温度を精度よく検出しうる。本実施形態によると、温度センサ 15 は、接続部材 47 の第 2 端 47b が接合された導電体層 227 上に配置されうる。したがって、温度センサ 15 は、導電体層 227 以外の位置に配置された場合と比較して、基準温度をより精度よく検出しうる。本実施形態によると、基準接点補償部 74 を備える駆動装置 7 が、半導体装置 A10 の外部に取り付けられうる。駆動装置 7 が半導体装置 A10 内に配置されている場合、駆動制御部 76 による温度ドリフトの影響が強く出るために、基準温度の検出誤差が大きくなりうる。半導体装置 A10 は、基準温度を検出するための温度センサ 15 が内部に配置され、駆動装置 7 が外部に取り付けられることで、基準温度の検出誤差を低減しうる。
- [0096] 本実施形態では、接続部材 46 の構成材料である第 1 金属が Cu であり、接続部材 47 の構成材料である第 2 金属がコンスタンタンである場合について説明したが、これに限られない。第 1 金属と第 2 金属とは、熱電能が異なる金属であればよい。たとえば、第 1 金属が Cu であり、第 2 金属が Al であってよい。Cu と Al とは、熱電能の極性は同じであるが、熱電能の絶対値が異なるので、接続部材 46 および金属板 19 (Cu) と、接続部材 47 (Al) とは、熱電対として機能しうる。ボンディングワイヤとして Al は一般的であり、コンスタンタンのワイヤと比較すると、容易に安価で入手し

うる。第1金属および第2金属の組み合わせは、K型熱電対のようにクロメル（登録商標）（90Ni-10Cr）およびアルメル（登録商標）（94Ni-3Al-1Si-2Mg）であってよく、J型熱電対のようにFeおよびコンスタンタンであってよく、E型熱電対のようにクロメルおよびコンスタンタンであってよい。第1金属および第2金属の組み合わせは、上記したものに限定されない。

[0097] 本実施形態では、接続部材46の構成材料である第1金属と、金属板19の構成材料である第3金属とが、同じ金属（Cu）である場合について説明したが、これに限られない。第1金属と第3金属とは、異なる金属であってよい。この場合、検出された温度と実際の温度との差を補正する必要がある。検出された温度の精度をよくするために、第3金属は、第1金属（または第2金属）と同じ金属としうる。

[0098] 本実施形態では、温度センサ15が導電体層227上に配置されている場合について説明したが、これに限られない。温度センサ15は、導電体層228に配置されてよい。接続部材46が導電体層227に接合され、接続部材47が導電体層226に接合されてよい。これらの場合、温度センサ15は、接続部材46側の基準接点（冷接点）の温度を検出する。接続部材46がCuであり、接続部材47がコンスタンタンである場合、接続部材47の両端の間に電圧差が生じる。接続部材47の第2端47bの温度検出には、温度センサ15は、導電体層227上に配置されうる。

[0099] 本実施形態では、接続部材41～47がいずれもボンディングワイヤである場合について説明したが、これに限られない。接続部材41～47のいずれかは、ボンディングワイヤ以外の接続部材（たとえば、金属リボン、または、金属板を屈曲形成した接続リードなど）であってよい。接続部材41および接続部材45に代えて、半導体素子12のアノード電極121、半導体素子11の第1電極111、および導電体層221に接合されてこれらを導通させる接続リードが用いられてよい。

[0100] 本実施形態では、複数の端子3がいずれも主面金属層22に接合されてい

る場合について説明したが、これに限られない。複数の端子 3 のいずれかは、主面金属層 22 から離間して絶縁基板 21 に接合されてよい。この場合、当該端子 3 は、ボンディングワイヤなどの接続部材で主面金属層 22 に導通接続されうる。

[0101] 図 18～図 20 は、第 1 実施形態にかかる半導体装置 A10 の変形例を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0102] 第 1 変形例：

図 18 は、第 1 実施形態の第 1 変形例にかかる半導体装置 A11 を説明するための図である。図 18 は、半導体装置 A11 の部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 18 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。半導体装置 A11 は、導電体層 227 および温度検出端子 37 と導電体層 228 および温度検出端子 38 との配置位置が入れ替わっている点で、半導体装置 A10 と異なりうる。

[0103] 本変形例では、接続部材 47 が接合される導電体層 227 が、導電体層 228 と導電体層 229 との間に配置されうる。これに応じて、温度検出端子 37 が、温度検出端子 38 と温度検出端子 39 との間に配置されうる。導電体層 227 上での温度センサ 15 の配置位置および配置の向きは、限定されず、温度センサ 15 が接続部材 47 の第 2 端 47b にできるだけ近くなり、かつ、接続部材 47、48 の形成が容易になるように、適宜設計されうる。

[0104] 第 2 変形例：

図 19 は、第 1 実施形態の第 2 変形例にかかる半導体装置 A12 を説明するための図である。図 19 は、半導体装置 A12 の部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 19 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。半導体装置 A12 は、金属板 19 において、接続部材 47 が接続部材 46 に重ねて接合されている点で、半導体装置 A10 と異なりうる。

[0105] 本変形例では、接続部材 47 が、金属板 19 に接合された接続部材 46 に

接合されうる。つまり、熱電対の測温接点に相当する接続部材 4 7 の接点 4 7 c が、接続部材 4 6 に直接接しうる。本変形例の場合、接続部材 4 6 および接続部材 4 7 の構成材料が、金属板 1 9 の構成材料と異なる場合でも、精度よく半導体素子 1 1 の温度を検出しうる。本変形例では、接続部材 4 6 および接続部材 4 7 の構成材料の選択の自由度が高くなりうる。

[0106] 第 3 変形例：

図 2 0 は、第 1 実施形態の第 3 変形例にかかる半導体装置 A 1 3 を説明するための図である。図 2 0 は、半導体装置 A 1 3 の部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 2 0 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。半導体装置 A 1 3 は、金属板 1 9 を備えていない点で、半導体装置 A 1 0 と異なりうる。

[0107] 本変形例にかかる各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 には、金属板 1 9 が接合されていない。接続部材 4 1, 4 4 ~ 4 7 は、第 1 電極 1 1 1 に接合されうる。第 1 電極 1 1 1 には、半導体素子 1 1 から発生する熱が伝わりうる。本実施形態では、第 1 電極 1 1 1 の構成材料が A 1 なので、接続部材 4 7 の構成材料である第 2 金属を A 1 としうる。本変形例では、接続部材 4 6 (Cu) と第 1 電極 1 1 1 (A 1) との接点 4 6 c が、熱電対の測温接点に相当しうる。接続部材 4 7 の構成材料は限定されない。第 1 電極 1 1 1 の構成材料が、接続部材 4 6 の構成材料と同じであってよい。本変形例では、測温接点（接点 4 6 c）が第 1 電極 1 1 1 に直接接しうる。測温接点が金属板 1 9 に接接する場合と比較して、本変形例では、検出される各半導体素子 1 1 の温度の精度がより向上しうる。

[0108] 第 4 変形例：

図 2 1 は、第 1 実施形態の第 4 変形例にかかる半導体装置 A 1 4 を説明するための図である。図 2 1 は、半導体装置 A 1 4 の部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 2 1 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。半導体装置 A 1 4 は、接続部材 4 6, 4 7 が主面金属層 2 2 に接合されている点で、半導体装置 A 1 0 と異なりうる。

[0109] 本変形例にかかる接続部材 4 6, 4 7 は、それぞれ一端が金属板 1 9 ではなく、主面金属層 2 2 に接合されうる。より具体的には、接続部材 4 6 の一端および接続部材 4 7 の一端（第 1 端 4 7 a）は、導電体層 2 2 3 の帯状部 2 2 3 a の半導体素子 1 1 に隣接する位置に接合されうる。帯状部 2 2 3 a の構成材料は、接続部材 4 6 の構成材料と同じ金属でありうる。したがって、接続部材 4 6 および帯状部 2 2 3 a と接続部材 4 7 とは、熱電対として機能し、接続部材 4 7 と帯状部 2 2 3 a との接点 4 7 c を熱電対の測温接点として、温度を検出する。半導体素子 1 1 は、帯状部 2 2 3 a に接合されるので、半導体素子 1 1 からの熱は、導電性接合材 1 1 0 を介して、帯状部 2 2 3 a に適切に伝わりうる。したがって、帯状部 2 2 3 a の半導体素子 1 1 に隣接した位置で温度を検出することで、半導体素子 1 1 の温度を検出する。本変形例では、導電体層 2 2 6 ~ 2 2 9 および端子 3 6 ~ 3 9 の配置が半導体装置 A 1 0 と異なっているが、各配置は限定されない。本変形例は、半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 が小さく、金属板 1 9 に接続部材 4 6, 4 7 を接合することが困難な場合などに、有効でありうる。

[0110] 第 1 実施形態において、第 1 ~ 第 4 変形例の各部が任意に組み合わせられてよい。

[0111] 図 2 2 ~ 図 3 6 は、本開示の他の実施形態を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0112] 第 2 実施形態：

図 2 2 および図 2 3 は、本開示の第 2 実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 を説明するための図である。図 2 2 は、半導体装置 A 2 0 を示す断面図であり、図 4 に対応する図である。図 2 3 は、半導体装置 A 2 0 を示す部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 2 3 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過して、樹脂部材 5 の外形を想像線（二点鎖線）で示している。本実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 は、温度センサ 1 5 が温度検出端子 3 7 上に配置されている点で、第 1 実施形態にかかる半導体装置 A 1 0

と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第1実施形態と同様でありうる。上記の第1実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてよい。

[0113] 本実施形態にかかる半導体装置A20は、各端子3が支持部材2に非接合とされうる。図22に示すように、検出端子35のパッド部351は、主面金属層22に非接合とされうる。温度検出端子36のパッド部361は、主面金属層22に非接合とされうる。各端子33, 34, 37, 38, 39も同様でありうる。主面金属層22は、導電体層225~229を含まない構成とされうる。導電体層222は、端子接合部222bを備えない構成とされうる。導電体層224は、端子接合部224bを備えない構成とされうる。

[0114] 図23に示すように、接続部材46は、温度検出端子36のパッド部361に接合されうる。接続部材47は、温度検出端子37のパッド部371に接合されうる。温度センサ15は、温度検出端子37のパッド部371に配置されうる。接続部材48は、温度検出端子38のパッド部381または温度検出端子39のパッド部391に接合されうる。接続部材42は、検出端子34のパッド部341に接合されうる。信号端子33と導電体層222とは接続部材491によって導通接続されうる。信号端子33と導電体層224とは接続部材492によって導通接続されうる。

[0115] 本実施形態において、接続部材46および金属板19と接続部材47とが熱電対として機能し、接点47cを測温接点として、温度を検出する。これにより、半導体装置A20は、各半導体素子11の内部に温度センサを形成することなく、検出される各半導体素子11の温度の精度を向上する。本実施形態によると、温度センサ15は、接続部材47の第2端47bが接合された、温度検出端子37のパッド部371に配置されうる。温度センサ15は、パッド部371以外の位置に配置された場合と比較して、基準温度をより精度よく検出する。本実施形態において、半導体装置A20は、温度センサ15が内部に配置され、駆動装置7が外部に取り付けられるので、

基準温度の検出誤差を低減しうる。半導体装置 A 2 0 は、半導体装置 A 1 0 と共通する構成により、半導体装置 A 1 0 と同等の効果を奏しうる。本実施形態によると、温度検出端子 3 6, 3 7, 3 8, 3 9 は支持部材 2 に非接合とされ、主面金属層 2 2 は導電体層 2 2 6 ~ 2 2 9 を含まない構成とされうる。したがって、支持部材 2 は y 方向の寸法を低減しうるので、半導体装置 A 2 0 は、y 方向の寸法を低減しうる。

[0116] 図 2 4 は、第 2 実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 の変形例を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0117] 第 1 変形例：

図 2 4 は、第 2 実施形態の第 1 変形例にかかる半導体装置 A 2 1 を説明するための図である。図 2 4 は、半導体装置 A 2 1 の部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 2 4 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。半導体装置 A 2 1 は、温度検出端子 3 7 と温度検出端子 3 8 との配置位置が入れ替わっている点で、半導体装置 A 2 0 と異なりうる。

[0118] 本変形例では、接続部材 4 7 が接合される温度検出端子 3 7 が、温度検出端子 3 8 と温度検出端子 3 9 との間に配置されうる。温度検出端子 3 7 上での温度センサ 1 5 の配置位置および配置の向きは、限定されず、温度センサ 1 5 が接続部材 4 7 の第 2 端 4 7 b にできるだけ近くなり、かつ、接続部材 4 7, 4 8 の形成が容易になるように、適宜設計されうる。

[0119] 第 3 実施形態：

図 2 5 は、本開示の第 3 実施形態にかかる半導体装置 A 3 0 を説明するための図である。図 2 5 は、半導体装置 A 3 0 を示す部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 2 5 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。本実施形態にかかる半導体装置 A 3 0 は、温度センサ 1 5 が導電体層 2 2 8 と導電体層 2 2 9 とにまたがって配置されている点で、第 1 実施形態にかかる半導体装置 A 1 0 と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第 1 実施形態と同様でありうる。上記の第 1 ~ 2 実施形

態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてよい。

[0120] 本実施形態においては、導電体層 228, 229 の形状が半導体装置 A10 とは異なっており、導電体層 229 が導電体層 228 の y 方向 y1 側の位置まで延びうる。温度センサ 15 は、導電体層 227 上ではなく、導電体層 228 と導電体層 229 とにまたがって配置されうる。本実施形態では、温度センサ 15 と導電体層 228 および導電体層 229 との間に絶縁層 16 は介在しておらず、温度センサ 15 は、一方の電極が導電体層 228 に導通接合され、他方の電極が導電体層 229 に導通接合されうる。温度センサ 15 および接続部材 47 の第 2 端 47b とは、できるだけ互いに近づくように配置されうる。

[0121] 本実施形態において、接続部材 46 および金属板 19 と接続部材 47 とが熱電対として機能し、接点 47c を測温接点として、温度を検出する。これにより、半導体装置 A30 は、各半導体素子 11 の内部に温度センサを形成することなく、検出される各半導体素子 11 の温度の精度を向上する。本実施形態によると、温度センサ 15 は、半導体装置 A30 内で、接続部材 47 の第 2 端 47b に近い位置に配置されうる。温度センサ 15 は、駆動装置 7 に配置される場合と比較して、基準温度を精度よく検出する。本実施形態において、半導体装置 A30 は、温度センサ 15 が内部に配置され、駆動装置 7 が外部に取り付けられるので、基準温度の検出誤差を低減する。半導体装置 A30 は、半導体装置 A10 と共通する構成により、半導体装置 A10 と同等の効果を奏する。本実施形態によると、温度センサ 15 は、各端子が導電体層 228 および導電体層 229 に導通接合されうる。半導体装置 A30 は、温度センサ 15 と導電体層 228, 229 とを接続するための接続部材 48 を省略する。

[0122] 図 26 は、第 3 実施形態にかかる半導体装置 A30 の変形例を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0123] 第 1 変形例：

図 2 6 は、第 2 実施形態の第 1 変形例にかかる半導体装置 A 3 1 を説明するための図である。図 2 6 は、半導体装置 A 3 1 の部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 2 6 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。半導体装置 A 3 1 は、導電体層 2 2 7 ~ 2 2 9 および各端子 3 7 ~ 3 9 の位置関係が、半導体装置 A 3 0 と異なりうる。

[0124] 本変形例では、導電体層 2 2 8 および導電体層 2 2 9 が、導電体層 2 2 6 と導電体層 2 2 7 との間に配置されうる。温度検出端子 3 8, 3 9 は、温度検出端子 3 6 と温度検出端子 3 7 との間に配置されうる。本変形例では、温度センサ 1 5 は、2 個の基準接点（接続部材 4 6 と導電体層 2 2 6 との接点、および、接続部材 4 7 と導電体層 2 2 7 との接点）の平均的な温度を検出する。

[0125] 第 4 実施形態：

図 2 7 は、本開示の第 4 実施形態にかかる半導体装置 A 4 0 を説明するための図である。図 2 7 は、半導体装置 A 4 0 を示す部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 2 7 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。本実施形態にかかる半導体装置 A 4 0 は、温度センサ 1 5 の構成および配置位置が、第 1 実施形態にかかる半導体装置 A 1 0 と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第 1 実施形態と同様でありうる。上記の第 1 ~ 3 実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてよい。

[0126] 本実施形態では、温度センサ 1 5 は、導電体層 2 2 7 上ではなく、導電体層 2 2 8 上に配置されうる。本実施形態にかかる温度センサ 1 5 は、z 方向の z 1 側を向く面と z 2 側を向く面とに、それぞれ電極が配置されうる。本実施形態では、温度センサ 1 5 と導電体層 2 2 8 との間に絶縁層 1 6 は介在しておらず、温度センサ 1 5 は、一方の電極が導電体層 2 2 8 に導通接合され、他方の電極が、接続部材 4 8 を介して、導電体層 2 2 9 に導通接続されうる。温度センサ 1 5 および接続部材 4 7 の第 2 端 4 7 b とは、できるだけ互いに近づくように配置されうる。

[0127] 本実施形態において、接続部材46および金属板19と接続部材47とが熱電対として機能し、接点47cを測温接点として、温度を検出する。これにより、半導体装置A40は、各半導体素子11の内部に温度センサを形成することなく、検出される各半導体素子11の温度の精度を向上する。本実施形態によると、温度センサ15は、半導体装置A40内で、接続部材47の第2端47bに近い位置に配置される。温度センサ15は、駆動装置7に配置される場合と比較して、基準温度を精度よく検出する。本実施形態において、半導体装置A40は、温度センサ15が内部に配置され、駆動装置7が外部に取り付けられるので、基準温度の検出誤差を低減する。半導体装置A40は、半導体装置A10と共通する構成により、半導体装置A10と同等の効果を奏する。本実施形態によると、温度センサ15は、一方の端子が導電体層228に導通接合される。半導体装置A40は、温度センサ15と導電体層228とを接続するための接続部材48を省略する。

[0128] 図28は、第4実施形態にかかる半導体装置A40の変形例を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0129] 第1変形例：

図28は、第4実施形態の第1変形例にかかる半導体装置A41を説明するための図である。図28は、半導体装置A41の部分拡大平面図であり、図3に対応する図である。図28においては、理解の便宜上、樹脂部材5を透過している。半導体装置A41は、導電体層227および温度検出端子37と導電体層228および温度検出端子38との配置位置が入れ替わっている点で、半導体装置A40と異なりうる。

[0130] 本変形例では、導電体層228が、導電体層226と導電体層227との間に配置される。温度検出端子38は、温度検出端子36と温度検出端子37との間に配置される。本変形例では、温度センサ15は、2個の基準接点（接続部材46と導電体層226との接点、および、接続部材47と導

電体層 2 2 7 との接点) の平均的な温度を検出する。

[0131] 第 5 実施形態：

図 2 9 は、本開示の第 5 実施形態にかかる半導体装置 A 5 0 を説明するための図である。図 2 9 は、半導体装置 A 5 0 を示す部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 2 9 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過している。本実施形態にかかる半導体装置 A 5 0 は、温度センサ 1 5 が温度検出端子 3 8 上に配置されている点と、温度センサ 1 5 の構成とが、第 1 実施形態にかかる半導体装置 A 1 0 と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第 1 実施形態と同様でありうる。上記の第 1 ～ 4 実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてよい。

[0132] 本実施形態にかかる半導体装置 A 5 0 は、第 2 実施形態にかかる半導体装置 A 2 0 と同様、各端子 3 が主面金属層 2 2 に非接合とされ、主面金属層 2 2 が導電体層 2 2 5 ～ 2 2 9 を含まない構成とされうる。接続部材 4 6 は温度検出端子 3 6 のパッド部 3 6 1 に接合され、接続部材 4 7 は温度検出端子 3 7 のパッド部 3 7 1 に接合されうる。本実施形態では、温度センサ 1 5 は、温度検出端子 3 8 のパッド部 3 8 1 に配置されうる。本実施形態にかかる温度センサ 1 5 は、第 4 実施形態にかかる温度センサ 1 5 と同様、z 方向の z 1 側を向く面と z 2 側を向く面とに、それぞれ電極が配置されうる。本実施形態では、温度センサ 1 5 は、一方の電極がパッド部 3 8 1 に導通接合され、他方の電極が、接続部材 4 8 を介して、パッド部 3 9 1 に導通接続されうる。

[0133] 本実施形態において、接続部材 4 6 および金属板 1 9 と接続部材 4 7 とが熱電対として機能し、接点 4 7 c を測温接点として、温度を検出する。半導体装置 A 5 0 は、各半導体素子 1 1 の内部に温度センサを形成することなく、検出される各半導体素子 1 1 の温度の精度を向上する。本実施形態によると、温度センサ 1 5 は、半導体装置 A 5 0 内で、接続部材 4 7 の第 2 端 4 7 b に近い位置に配置されうる。温度センサ 1 5 は、駆動装置 7 に配置される場合と比較して、基準温度を精度よく検出する。本実施形態において

、半導体装置A50は、温度センサ15が内部に配置され、駆動装置7が外部に取り付けられるので、基準温度の検出誤差を低減しうる。半導体装置A50は、半導体装置A10と共通する構成により、半導体装置A10と同等の効果を奏しうる。本実施形態によると、温度検出端子36, 37, 38, 39は支持部材2に非接合とされ、主面金属層22は導電体層226~229を含まない構成とされうる。支持部材2はy方向の寸法を低減しうるので、半導体装置A50は、y方向の寸法を低減しうる。本実施形態によると、温度センサ15は、一方の端子が温度検出端子38のパッド部381に導通接合されうる。半導体装置A50は、温度センサ15とパッド部381とを接続するための接続部材48を省略しうる。

[0134] 図30は、第5実施形態にかかる半導体装置A50の変形例を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0135] 第1変形例：

図30は、第5実施形態の第1変形例にかかる半導体装置A51を説明するための図である。図30は、半導体装置A51の部分拡大平面図であり、図3に対応する図である。図30においては、理解の便宜上、樹脂部材5を透過している。半導体装置A51は、温度検出端子37と温度検出端子38との配置位置が入れ替わっている点で、半導体装置A50と異なりうる。

[0136] 本変形例では、温度センサ15が配置された温度検出端子38が、接続部材46が接合された温度検出端子36と接続部材47が接合された温度検出端子37との間に配置されうる。本変形例では、温度センサ15は、2個の基準接点（接続部材46と温度検出端子36との接点、および、接続部材47と温度検出端子37との接点）の平均的な温度を検出しうる。

[0137] 第6実施形態：

図31~図33は、本開示の第6実施形態にかかる半導体装置A60を説明するための図である。図31は、半導体装置A60を示す部分拡大平面図であり、図3に対応する図である。図31においては、理解の便宜上、樹脂

部材 5 を透過している。図 3 2 は、図 3 1 の X X X | | — X X X | | 線に沿う断面図である。図 3 3 は、半導体装置 A 6 0 の回路構成の一例を示す回路図であり、図 9 に対応する図である。本実施形態にかかる半導体装置 A 6 0 は、温度検出回路 8 を備えうる点で、第 1 実施形態にかかる半導体装置 A 1 0 と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第 1 実施形態と同様でありうる。上記の第 1 ～ 5 実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてよい。

[0138] 本実施形態では、半導体装置 A 6 0 は、複数の温度検出回路 8 およびそれぞれ複数の接続部材 4 9 3, 4 9 4 を備えうる。本実施形態では、駆動装置 7 は、相対温度検出部 7 3 および基準接点補償部 7 4 を備えておらず、半導体装置 A 6 0 が、相対温度検出部 7 3 および基準接点補償部 7 4 と同様の機能を有する温度検出回路 8 を内部に備えうる。

[0139] 温度検出回路 8 は、たとえば IC であり、半導体素子 1 1 の数に合わせて 3 個配置されうる。複数の温度検出回路 8 は、図 3 1 および図 3 2 に示すように、導電体層 2 2 3 の帯状部 2 2 3 a の y 方向 y 2 側、かつ、複数の導電体層 2 2 6, 2 2 7 の y 方向 y 1 側において、絶縁基板 2 1 の主面 2 1 1 に、図示しない接合材で接合されうる。各温度検出回路 8 は、y 方向において、対応する半導体素子 1 1 と温度検出端子 3 6, 3 7 との間に位置しうる。本実施形態では、各接続部材 4 6 はそれぞれ、他端が導電体層 2 2 6 ではなく、温度検出回路 8（後述する端子 8 1 1）に接合されうる。各接続部材 4 7 はそれぞれ、他端が導電体層 2 2 7 ではなく、温度検出回路 8（後述する端子 8 1 2）に接合されうる。各接続部材 4 9 3 はそれぞれ、一端が温度検出回路 8（後述する端子 8 1 3）に接合され、他端が導電体層 2 2 6 に接合されうる。各接続部材 4 9 4 はそれぞれ、一端が温度検出回路 8（後述する端子 8 1 4）に接合され、他端が導電体層 2 2 7 に接合されうる。各接続部材 4 9 3, 4 9 4 の構成材料は、接続部材 4 1 ～ 4 5 と同様でありうるが、限定されない。

[0140] 温度検出回路 8 は、図 3 3 に示すように、相対温度検出部 8 3、基準接点

補償部 8 4、および端子 8 1 1～8 1 4 を備えうる。端子 8 1 1 は、接続部材 4 6 が接合されうる。端子 8 1 2 は、接続部材 4 7 が接合されうる。端子 8 1 3 は、接続部材 4 9 3 が接合されて、接続部材 4 9 3 および導電体層 2 2 6 を介して、温度検出端子 3 6 に導通接続しうる。端子 8 1 4 は、接続部材 4 9 4 が接合されて、接続部材 4 9 4 および導電体層 2 2 7 を介して、温度検出端子 3 7 に導通接続しうる。

[0141] 相対温度検出部 8 3 は、相対温度検出部 7 3 と同様の機能を有しうる。相対温度検出部 8 3 は、端子 8 1 1 および端子 8 1 2 から電圧を入力され、対応する半導体素子 1 1 の相対温度を検出しうる。基準接点補償部 8 4 は、基準接点補償部 7 4 と同様の機能を有しうる。基準接点補償部 8 4 は、相対温度検出部 8 3 が検出した相対温度を絶対温度に変換しうる。基準接点補償部 8 4 は、端子 8 1 2 に隣接配置された温度センサ 1 5 を有する温度検出部を備え、相対温度検出部 8 3 が検出した相対温度に、温度検出部が検出した基準接点の温度を加算することで絶対温度に変換しうる。基準接点補償部 8 4 は、対応する半導体素子 1 1 の絶対温度に応じた電圧を、端子 8 1 3，8 1 4 から出力しうる。温度検出回路 8 の具体的な回路構成および態様は限定されない。

[0142] 温度検出端子 3 6，3 7 は、半導体素子 1 1 の絶対温度に応じた電圧を、駆動装置 7 の端子 7 2 1，7 2 2 を介して、過熱保護部 7 5 に出力しうる。入力される絶対温度による過熱保護機能を有する従来の駆動装置が、本実施形態にかかる駆動装置 7 として利用しうる。

[0143] 本実施形態において、接続部材 4 6 および金属板 1 9 と接続部材 4 7 とが熱電対として機能し、接点 4 7 c を測温接点として、温度を検出しうる。これにより、半導体装置 A 6 0 は、各半導体素子 1 1 の内部に温度センサを形成することなく、検出される各半導体素子 1 1 の温度の精度を向上しうる。本実施形態によると、温度センサ 1 5 は、半導体装置 A 6 0 内で、接続部材 4 7 の第 2 端 4 7 b に近い位置に配置されうる。温度センサ 1 5 は、駆動装置 7 に配置される場合と比較して、基準温度を精度よく検出しうる。本実施

形態によると、半導体装置A60は、温度センサ15が内部に配置され、駆動制御部76を備える駆動装置7が外部に取り付けられるので、基準温度の検出誤差を低減しうる。半導体装置A60は、半導体装置A10と共通する構成により、半導体装置A10と同等の効果を奏しうる。本実施形態によると、半導体装置A60は、相対温度検出部83および基準接点補償部84を有する温度検出回路8を備えうる。したがって、半導体装置A60は、検出された半導体素子11の相対温度を絶対温度に変換して、駆動装置7に出力しうる。これにより、半導体装置A60は、入力される絶対温度による過熱保護機能を有する従来の駆動装置を、駆動装置7として利用可能でありうる。

[0144] 第7実施形態：

図34は、本開示の第7実施形態にかかる半導体装置A70を説明するための図である。図34は、半導体装置A70の回路構成の一例を示す回路図であり、図9に対応する図である。本実施形態にかかる半導体装置A70は、温度検出回路8および駆動回路89をさらに備えうる点で、第1実施形態にかかる半導体装置A10と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第1実施形態と同様でありうる。上記の第1～6実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてよい。

[0145] 本実施形態では、半導体装置A70は、駆動回路89、複数の温度検出回路8、およびそれぞれ複数の接続部材493、494を備えうる。本実施形態では、半導体装置A70は、第1実施形態にかかる駆動装置7の機能を内部に備えうる。温度検出回路8は、第6実施形態にかかる温度検出回路8と同様のものでありうる。温度検出回路8の端子813は、接続部材493によって、駆動回路89（後述する過熱保護部85）に導通接続しうる。温度検出回路8の端子814は、接続部材494によって、駆動回路89（過熱保護部85）に導通接続しうる。

[0146] 駆動回路89は、たとえばICであり、第6実施形態にかかる駆動装置7と同様の機能を有しうる。駆動回路89は、過熱保護部85および駆動制御

部 8 6 を備えうる。駆動制御部 8 6 は、第 6 実施形態にかかる駆動制御部 7 6（すなわち第 1 実施形態にかかる駆動制御部 7 6）と同様の機能を有しうる。駆動制御部 8 6 は、外部から入力される制御信号に基づいて駆動信号を生成し、各半導体素子 1 1 のスイッチング動作を制御しうる。駆動制御部 8 6 は、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1（ソース電極）の電圧の検出信号を入力されうる。過熱保護部 8 5 は、第 6 実施形態にかかる過熱保護部 7 5（すなわち第 1 実施形態にかかる過熱保護部 7 5）と同様の機能を有しうる。過熱保護部 8 5 は、各温度検出回路 8 から対応する半導体素子 1 1 の絶対温度に応じた電圧を入力され、過熱異常を検知しうる。駆動回路 8 9 の具体的な回路構成および態様は限定されない。

[0147] 本実施形態において、接続部材 4 6 および金属板 1 9 と接続部材 4 7 とが熱電対として機能し、接点 4 7 c を測温接点として、温度を検出しうる。半導体装置 A 7 0 は、各半導体素子 1 1 の内部に温度センサを形成することなく、検出される各半導体素子 1 1 の温度の精度を向上しうる。本実施形態によると、温度センサ 1 5 は、半導体装置 A 7 0 内で、接続部材 4 7 の第 2 端 4 7 b に近い位置に配置されうる。温度センサ 1 5 は、基準温度を精度よく検出しうる。半導体装置 A 7 0 は、半導体装置 A 1 0 と共通する構成により、半導体装置 A 1 0 と同等の効果を奏しうる。本実施形態によると、半導体装置 A 7 0 は、相対温度検出部 8 3 および基準接点補償部 8 4 を有する温度検出回路 8 と、過熱保護部 8 5 および駆動制御部 8 6 を有する駆動回路 8 9 とを備えうる。半導体装置 A 7 0 は、検出された半導体素子 1 1 の相対温度を絶対温度に変換して、各半導体素子 1 1 の過熱保護を行いうる。

[0148] 第 8 実施形態：

図 3 5 は、本開示の第 8 実施形態にかかる半導体装置 A 8 0 を説明するための図である。図 3 5 は、半導体装置 A 8 0 の平面図であり、図 2 に対応する図である。図 3 5 においては、理解の便宜上、樹脂部材 5 を透過して、樹脂部材 5 の外形を想像線（二点鎖線）で示している。本実施形態にかかる半導体装置 A 8 0 は、パッケージ形式が、第 1 実施形態にかかる半導体装置 A

10と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第1実施形態と同様でありうる。上記の第1～7実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてよい。

[0149] 半導体装置A80のパッケージ形式は、DFN (Dual Flatpack No-leaded) でありうる。半導体装置A80は、リード201～207、半導体素子11、温度センサ15、金属板19、接続部材41, 43, 46, 47、1対の接続部材48、および樹脂部材5を備えうる。半導体素子11、温度センサ15、金属板19、接続部材41, 43, 46, 47、1対の接続部材48、および樹脂部材5は、第1実施形態と同様でありうる。

[0150] リード201～207は、半導体素子11または温度センサ15と導通しうる。リード201～207は、金属から形成しうる。一例として、リード201～207は、CuおよびNiのいずれか、またはこれらの合金や42アロイなどから形成しうる。リード201～207の構成材料は限定されないが、本実施形態ではCuでありうる。リード201～207は、たとえば、金属板にスタンピング加工を施すことにより形成されたリードフレームから構成されうる。

[0151] 半導体素子11は、導電性接合材110 (図示略) を介して、素子裏面11b (図示略) がリード201に接合されうる。第3電極113 (ドレイン電極) (図示略) は、導電性接合材110を介して、リード201に導通しうる。接続部材41は、一端が第1電極111 (ソース電極) に接合された金属板19に接合され、他端がリード204に接合されうる。接続部材41は、第1電極111とリード204とを導通させうる。接続部材43は、一端が第2電極112 (ゲート電極) に接合され、他端がリード205に接合されうる。接続部材43は、第2電極112とリード205とを導通させうる。接続部材46は、一端が金属板19に接合され、他端がリード202に接合されうる。接続部材47は、一端が金属板19に接合され、他端がリード203に接合されうる。リード202, 203が、半導体素子11の温度を検出するための端子になりうる。

[0152] 温度センサ 15 は、リード 203 上に配置されうる。リード 203 上での温度センサ 15 の配置位置および配置の向きは、限定されず、温度センサ 15 が接続部材 47 の第 2 端 47b にできるだけ近くなり、かつ、接続部材 47、48 の形成が容易になるように、適宜設計されうる。図示しないが、温度センサ 15 とリード 203 との間には、絶縁層 16 が介在しうる。1 対の接続部材 48 の一方は、一端が温度センサ 15 の一方の電極に接合され、他端がリード 206 に接合されうる。1 対の接続部材 48 の他方は、一端が温度センサ 15 の他方の電極に接合され、他端がリード 207 に接合されうる。リード 206、207 が、温度センサ 15 が検出した検出信号を出力するための端子になりうる。

[0153] 本実施形態において、接続部材 46 および金属板 19 と接続部材 47 とが熱電対として機能し、接点 47c を測温接点として、温度を検出しうる。半導体装置 A80 は、各半導体素子 11 の内部に温度センサを形成することなく、検出される各半導体素子 11 の温度の精度を向上しうる。本実施形態によると、温度センサ 15 は、半導体装置 A80 内で、接続部材 47 の第 2 端 47b に近い位置に配置されうる。温度センサ 15 は、基準温度を精度よく検出しうる。本実施形態によると、温度センサ 15 は、接続部材 47 の第 2 端 47b が接合されたリード 203 上に配置されうる。温度センサ 15 は、リード 203 以外の位置に配置された場合と比較して、基準温度をより精度よく検出しうる。本実施形態において、半導体装置 A80 は、温度センサ 15 が内部に配置され、駆動装置 7 が外部に配置されうるので、基準温度の検出誤差を低減しうる。半導体装置 A80 は、半導体装置 A10 と共通する構成により、半導体装置 A10 と同等の効果を奏しうる。

[0154] 図 36 は、第 8 実施形態にかかる半導体装置 A80 の変形例を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0155] 第 1 変形例：

図 36 は、第 8 実施形態の第 1 変形例にかかる半導体装置 A81 を説明す

るための図である。図36は、半導体装置A81の平面図であり、図35に対応する図である。図36においては、理解の便宜上、樹脂部材5を透過している。半導体装置A81は、接続部材46、47がリード201に接合されている点で、半導体装置A80と異なりうる。

[0156] 本変形例にかかる接続部材46、47のそれぞれ一端は、金属板19ではなく、リード201の半導体素子11に隣接する位置に接合されうる。半導体素子11は、リード201に接合されているので、半導体素子11からの熱は、導電性接合材110を介して、リード201に適切に伝わりうる。リード201の半導体素子11に隣接した位置で温度を検出することで、半導体素子11の温度を検出しうる。

[0157] 第9実施形態：

図37～図51は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置を示している。本実施形態の半導体装置A90は、第1導電層1A、第2導電層1B、支持部材10A、支持部材10B、複数の第1スイッチング素子21、複数の第2スイッチング素子22、第1主導電部材31、第2主導電部材32、第3主導電部材33、複数の副導電部材41～48、複数の第1主接続部材51、複数の第2主接続部材52、複数の副接続部材61～68および封止樹脂7を備えうる。半導体装置A90は、たとえば、後述の第1主端子311および第3主端子331に印加された直流の電源電圧を、複数の第1スイッチング素子21、および複数の第2スイッチング素子22により交流電力に変換しうる。変換された交流電力は、後述の第2主端子321からモータなどの電力供給対象に入力されうる。半導体装置A90は、インバータなどの電力変換回路の一部を構成しうる。本発明に係る半導体装置の用途や具体的構成は、何ら限定されない。

[0158] 図37は、半導体装置A90を示す平面図である。図38は、半導体装置A90を示す底面図である。図39は、半導体装置A90を示す側面図である。図40は、図37のXL-XL線に沿う断面図である。図41は、図37のXLⅠ-XLⅠ線に沿う断面図である。図42は、図37のXLⅠⅠ-

X L I I 線に沿う断面図である。図 4 3 は、図 3 7 の X L I I I - X L I I I 線に沿う断面図である。図 4 4 は、図 3 7 の X L I V - X L I V 線に沿う断面図である。図 4 5 は、図 3 7 の X L V - X L V 線に沿う断面図である。図 4 6 は、図 3 7 の X L V I - X L V I 線に沿う断面図である。図 4 7 は、図 3 7 の X L V I I - X L V I I 線に沿う断面図である。図 4 8 は、半導体装置 A 9 0 を示す要部平面図である。図 4 9 は、半導体装置 A 9 0 を示す要部平面図である。図 5 0 は、半導体装置 A 9 0 を示す要部拡大平面図である。図 5 1 は、半導体装置 A 9 0 を示す要部拡大平面図である。

[0159] これらの図において、互いに直交する 3 つの方向（x 方向、y 方向、z 方向）を適宜参照する。z 方向は、「厚さ方向」の一例であり、以下では「厚さ方向 z」と称している。x 方向は、z 方向に直交する 1 つの方向である。y 方向は、z 方向および x 方向の双方に直交する方向である。図 3 7 においては、封止樹脂 7 を想像線で示している。図 4 8 ～図 5 1 においては、封止樹脂 7 を省略している。

[0160] 第 1 導電層 1 A は、x 方向の x 1 側に配置されうる。第 1 導電層 1 A は、第 1 主面 1 1 A を有しうる。第 1 主面 1 1 A は、厚さ方向 z の z 1 側を向きうる。図示された例においては、第 1 主面 1 1 A は、平坦面でありうる。第 1 導電層 1 A は、導電性材料から形成されうる。第 1 導電層 1 A は、たとえば Cu（銅）を含みうる。

[0161] 第 1 主導電部材 3 1 は、第 1 主端子 3 1 1 および第 1 枕材 3 1 9 を含むうる。第 1 主端子 3 1 1 は、図 3 7、図 3 8 および図 4 2 に示すように、x 方向の x 1 側に突出し、封止樹脂 7 から露出した部位を有しうる。第 1 主端子 3 1 1 は、第 1 導電層 1 A に対して x 方向の x 1 側にシフトした位置に配置されうる。第 1 主端子 3 1 1 は、第 1 導電層 1 A に対して y 方向の y 1 側にシフトした位置に配置されうる。第 1 主端子 3 1 1 は、第 1 主面 1 1 A に対して厚さ方向 z の z 1 側に配置され、第 1 導電層 1 A から離れて位置しうる。第 1 主端子 3 1 1 は、厚さ方向 z に視て第 1 主面 1 1 A に重なりうる。第 1 主端子 3 1 1 の組成は、Cu（銅）を含みうる。第 1 主端子 3 1 1 には、

第1取付け孔3111が設けられうる。第1取付け孔3111は、第1主端子311を厚さ方向zに貫通しうる。

[0162] 第1枕材319は、図37および図42に示すように、第1導電層1Aと第1主端子311との間に介在しうる。第1枕材319の組成は、たとえばCu（銅）を含みうる。第1枕材319は、第1導電層1Aの第1主面11Aおよび第1主端子311に導電接合されうる。導電接合の手法は何ら限定されず、はんだ等の導電性接合材を用いた手法、溶接等の手法、等を適宜採用すればよい。

[0163] 本実施形態においては、図37、図38および図40～図45に示すように、第1導電層1Aは、支持部材10Aによって支持されうる。支持部材10Aは、第1導電層1Aに対して第1主面11Aとは反対側に位置しうる。支持部材10Aの具体的構成は何ら限定されず、本実施形態においては、支持部材10Aは、DBC（Direct Bonded Copper）基板から構成されうる。支持部材10Aは、絶縁層101、支持層102および放熱層103を含みうる。支持部材10Aは、放熱層103の一部を除き封止樹脂7に覆われうる。

[0164] 絶縁層101は、厚さ方向zにおいて支持層102と放熱層103との間に位置する部分を含みうる。絶縁層101は、熱伝導率が高い材料から形成されうる。絶縁層101は、たとえば、窒化アルミニウム（AlN）を含むセラミックスから形成されうる。絶縁層101の厚さは、第1導電層1Aの厚さより薄くされうる。

[0165] 支持層102は、厚さ方向zにおいて絶縁層101と、第1導電層1Aとの間に位置しうる。支持層102の組成は、Cu（銅）を含みうる。厚さ方向zに視て、支持層102は、絶縁層101の周縁に囲まれうる。支持層102は、第1導電層1Aに、たとえばはんだを介して接合されうる。

[0166] 放熱層103は、厚さ方向zにおいて絶縁層101を基準として支持層102とは反対側に位置しうる。放熱層103の一部は、封止樹脂7から露出しうる。半導体装置A90の使用の際、放熱層103には、たとえばヒート

シンク（図示略）が接合されうる。放熱層 103 の組成は、銅を含みうる。厚さ方向 z に視て、放熱層 103 は、絶縁層 101 の周縁に囲まれうる。

[0167] 第 2 導電層 1B は、第 1 導電層 1A に対して、 x 方向の x 2 側に配置されうる。第 2 導電層 1B は、第 2 主面 11B を有しうる。第 2 主面 11B は、厚さ方向 z の z 1 側を向きうる。図示された例においては、第 2 主面 11B は、平坦面でありうる。第 2 導電層 1B は、導電性材料から形成されうる。第 2 導電層 1B は、たとえば Cu（銅）を含みうる。

[0168] 第 2 主導電部材 32 は、第 2 主端子 321 および第 2 枕材 329 を含むうる。第 2 主端子 321 は、図 37～図 42 に示すように、 x 方向の x 2 側に突出し、封止樹脂 7 から露出した部位を有しうる。第 2 主端子 321 は、第 2 導電層 1B に対して x 方向の x 2 側にシフトした位置に配置されうる。第 2 主端子 321 は、 y 方向の中心位置が、第 2 導電層 1B の y 方向の中心位置と一致（あるいは略一致）するように配置されうる。第 2 主端子 321 は、第 2 主面 11B に対して厚さ方向 z の z 1 側に配置され、第 2 導電層 1B から離れて配置されうる。第 2 主端子 321 は、厚さ方向 z に視て第 2 主面 11B に重なりうる。第 2 主端子 321 の組成は、Cu（銅）を含みうる。第 2 主端子 321 には、第 2 取付け孔 3211 が設けられうる。第 2 取付け孔 3211 は、第 2 主端子 321 を厚さ方向 z に貫通しうる。

[0169] 第 2 枕材 329 は、図 37 および図 40～図 42 に示すように、第 2 導電層 1B と第 2 主端子 321 との間に介在しうる。第 2 枕材 329 の組成は、Cu（銅）を含みうる。第 2 枕材 329 は、第 2 導電層 1B の第 2 主面 11B および第 2 主端子 321 に導電接合されうる。導電接合の手法は何ら限定されず、はんだ等の導電性接合材を用いた手法、溶接等の手法、等を適宜採用すればよい。

[0170] 本実施形態においては、図 37、図 38、図 40～図 42、図 46 および図 47 に示すように、第 2 導電層 1B は、支持部材 10B によって支持されうる。支持部材 10B は、第 2 導電層 1B に対して第 2 主面 11B とは反対側に位置しうる。支持部材 10A の具体的構成は何ら限定されず、本実施形

態においては、支持部材 10A と同様の構成でありうる。

[0171] 複数の第 1 スイッチング素子 21 は、図 37 および図 40～図 43 に示すように、第 1 導電層 1A の第 1 主面 11A に接合されうる。複数の第 1 スイッチング素子 21 は、いずれも同一種類の素子でありうる。複数の第 1 スイッチング素子 21 は、たとえば MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) でありうる。この他、複数の第 1 スイッチング素子 21 は、MISFET (Metal-Insulator-Semiconductor Field-Effect Transistor) を含む電界効果トランジスタや、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) のようなバイポーラトランジスタでありうる。一例として、半導体装置 A90 の説明においては、複数の第 1 スイッチング素子 21 は、n チャネル型であり、かつ縦型構造の MOSFET を対象とする。複数の第 1 スイッチング素子 21 は、化合物半導体基板を含みうる。当該化合物半導体基板の組成は、炭化ケイ素 (SiC) を含みうる。複数の第 1 スイッチング素子 21 は、y 方向に沿って配列されうる。

[0172] 図 37、図 41、図 42、図 48 および図 50 に示すように、第 1 スイッチング素子 21 は、第 2 電極 211、第 1 電極 212、第 3 電極 213 および第 4 電極 214 を有しうる。第 2 電極 211、第 1 電極 212、第 3 電極 213 および第 4 電極 214 の構成材料は、限定されないが、Al (アルミニウム) でありうる。

[0173] 第 2 電極 211 は、第 1 導電層 1A の第 1 主面 11A に対向しうる。第 2 電極 211 には、第 1 スイッチング素子 21 により変換される前の電力に対応する電流が流れうる。第 2 電極 211 は、第 1 スイッチング素子 21 のドレイン電極に相当しうる。第 2 電極 211 は、導電接合層 29 を介して第 1 主面 11A に導電接合されうる。複数の第 1 スイッチング素子 21 の第 2 電極 211 は、第 1 主導電部材 31 に導通しうる。導電接合層 29 は、たとえばハンダでありうる。この他、導電接合層 29 は、銀などを含む焼結金属でありうる。

[0174] 第 1 電極 212 は、厚さ方向 z において第 2 電極 211 とは反対側の z 1

側に位置しうる。第1電極212には、第1スイッチング素子21により変換された後の電力に対応する電流が流れうる。第1電極212は、第1スイッチング素子21のソース電極に相当しうる。

[0175] 図50に示すように、第1電極212は、y方向に並ぶ2つの部位212a, 212bに分かれた構成とされうる。一例として、第1電極212は、2つの部位212a, 212bに分かれずに、1つの部位からなる構成であってよい。

[0176] 第1電極212には、金属板219が接合されうる。金属板219は、第1電極212に導通し、かつ、第1スイッチング素子21からの熱が適切に伝わるように配置されうる。金属板219は、厚さ方向zのz1側を向く主面219aを備えうる。一例として、金属板219は、所定の金属を構成材料に含みうる。たとえば、この所定の金属は、第1副接続部材61の構成材料である第1副金属（後述）でありうる。具体的には、当該所定の金属はCuでありうる。別の例として、金属板219は、たとえば、Cuからなる板部材の一方の面にAlからなる薄板部材を貼り合わせたクラッド材でありうる。金属板219は、Alの面を第1電極212（Al）に対向させて、たとえば固相拡散接合によって、第1電極212に接合されうる。金属板219の構成および第1電極212への接合方法は限定されない。たとえば、金属板219は、Cuからなる板部材の一方の面に、スパッタなどによりAlの層を形成することで形成されうる。金属板219は、導電性の接合材を介して、第1電極212に接合されうる。

[0177] 第3電極213は、厚さ方向zにおいて第1電極212と同じ側（z1側）に位置しうる。第3電極213は、厚さ方向zに視て、第1電極212に対してy方向のy1側に位置しうる。第3電極213には、第1スイッチング素子21を駆動するためのゲート電圧が印加されうる。第3電極213は、第1スイッチング素子21のゲート電極でありうる。図50に示すように、厚さ方向zに視て、第3電極213の面積は、第1電極212の面積より小としうる。

- [0178] 第4電極214は、厚さ方向 z において第1電極212と同じ側（ z 1側）に位置しうる。第4電極214は、厚さ方向 z に視て、第1電極212に対して y 方向の y 1側に位置しうる。図示された例においては、第3電極213の x 方向の両側に2つの第4電極214が配置されうる。第4電極214は、第1スイッチング素子21において第1電極212と導通し、ソースセンス電極でありうる。図50に示すように、厚さ方向 z に視て、第4電極214の面積は、第1電極212の面積より小としうる。
- [0179] 第2電極211、第1電極212、第3電極213および第4電極214の形状、大きさ、および配置は限定されない。たとえば、第1電極212の2つの部位212a、212bおよび2つの第4電極214が分かれておらず、1つの部位からなる構成であってよい。
- [0180] 複数の第2スイッチング素子22は、図37、図40～図42、図49および図51に示すように、第2導電層1Bの第2主面11Bに接合されうる。複数の第2スイッチング素子22は、複数の第1スイッチング素子21と同一種類の素子でありうる。複数の第2スイッチング素子22は、 n チャネル型であり、かつ縦型構造のMOSFETでありうる。この他、複数の第2スイッチング素子22は、MISFET（Metal-Insulator-Semiconductor Field-Effect Transistor）を含む電界効果トランジスタや、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）のようなバイポーラトランジスタとしうる。半導体装置A90の説明においては、複数の第2スイッチング素子22は、 n チャネル型であり、かつ縦型構造のMOSFETを対象とするが、本開示はこれに限定されない。複数の第2スイッチング素子22は、化合物半導体基板を含みうる。当該化合物半導体基板の組成は、炭化ケイ素（SiC）を含みうる。複数の第2スイッチング素子22は、 y 方向に沿って配列されうる。
- [0181] 図37、図40、図41、図42、図49および図51に示すように、複数の第2スイッチング素子22は、第6電極221、第5電極222、第7電極223および第8電極224を有しうる。第6電極221、第5電極2

22、第7電極223および第8電極224の構成材料は、限定されないが、本実施形態ではAl（アルミニウム）とする。

[0182] 第6電極221は、第2導電層1Bの第2主面11Bに対向する。第6電極221には、第2スイッチング素子22により変換される前の電力に対応する電流が流れうる。第6電極221は、第2スイッチング素子22のドレイン電極でありうる。第6電極221は、導電接合層29を介して第2主面11Bに導電接合されうる。複数の第2スイッチング素子22の第6電極221は、第2主導電部材32に導通する。

[0183] 第5電極222は、厚さ方向zにおいて第6電極221とは反対側の一方側に位置する。第5電極222には、第2スイッチング素子22により変換された後の電力に対応する電流が流れうる。第5電極222は、第2スイッチング素子22のソース電極でありうる。

[0184] 図51に示すように、第5電極222は、y方向に並ぶ2つの部位222a、222bに分かれた構成とする。一例として、第5電極222は、2つの部位222a、222bに分かれずに、1つの部位からなる構成であってもよい。

[0185] 第5電極222には、金属板229が接合されうる。金属板229は、第5電極222に導通し、かつ、第2スイッチング素子22からの熱が適切に伝わるように配置されうる。金属板229は、金属板219と同様の構成でありうる。金属板229は、厚さ方向zのz1側を向く主面229aを備える。

[0186] 第7電極223は、厚さ方向zにおいて第5電極222と同じ側（z1側）に位置する。第7電極223は、厚さ方向zに視て、第5電極222に対してy方向のy2側に位置する。第7電極223には、第2スイッチング素子22を駆動するためのゲート電圧が印加されうる。第7電極223は、第2スイッチング素子22のゲート電極でありうる。図51に示すように、厚さ方向zに視て、第7電極223の面積は、第5電極222の面積より小とする。

- [0187] 第8電極224は、厚さ方向 z において第5電極222と同じ側（ z 1側）に位置しうる。第8電極224は、厚さ方向 z に視て、第5電極222に対して y 方向の y 2側に位置しうる。図示された例においては、第7電極223の x 方向の両側に2つの第8電極224が配置されうる。第8電極224は、第2スイッチング素子22において第5電極222と導通し、ソースセンス電極でありうる。図51に示すように、厚さ方向 z に視て第8電極224の面積は、第5電極222の面積より小としうる。
- [0188] 第6電極221、第5電極222、第7電極223および第8電極224の形状、大きさ、および配置は限定されない。たとえば、第5電極222の2つの部位222a, 222bおよび2つの第8電極224が分かれておらず、1つの部位からなる構成であってよい。
- [0189] 第3主導電部材33は、図37、図38、図40～図43および図48に示すように、延出部332および第3主端子331を含みうる。第3主導電部材33は、導電性材料からなり、たとえばCu（銅）を含みうる。
- [0190] 第3主端子331は、封止樹脂7から x 方向の x 1側に突出した部位を有しうる。第3主端子331は、第1主端子311に対して y 方向の y 2側に位置しうる。第3主端子331は、第1導電層1Aに対して x 方向の x 1側にシフトした位置に配置されうる。第3主端子331は、第1主面11Aに対して厚さ方向 z の z 1側に配置され、第1導電層1Aから離れた配置としうる。第3主端子331は、厚さ方向 z に視て第1主面11Aに重なりうる。第3主端子331には、第3取付け孔3311が設けられうる。第3取付け孔3311は、第3主端子331を厚さ方向 z に貫通しうる。
- [0191] 延出部332は、第3主端子331から x 方向の x 2側に延出し、封止樹脂7によって覆われうる。本実施形態の延出部332は、第1部3321、第2部3322および第3部3323を含みうる。
- [0192] 図示された例においては、第1部3321は、図40および図41に示すように、厚さ方向 z における第1主面11Aからの距離 z 1が、厚さ方向 z における第1主面11Aから第3主端子331までの距離 z 0より小としう

る。距離 z_1 の大きさは、たとえば0.1 mm以上でありうる。第1部3321は、図37、図38、図40～図43に示すように、 x 方向において複数の第1スイッチング素子21と複数の第2スイッチング素子22との間に位置しうる。図41に示すように、距離 z_1 は、厚さ方向 z における第1主面11Aから第1スイッチング素子21の厚さ方向 z の一方側端までの距離 z_2 より大としうる。たとえば、距離 z_2 が0.5 mm程度であるのに対し、距離 z_1 は、0.8 mm～1.2 mm程度としうる。

[0193] 第1部3321の形状は何ら限定されず、 y 方向に延びる形状であって、たとえば平坦な帯状でありうる。図示された例においては、第1部3321は、厚さ方向 z に視て、第1主面11A（第1導電層1A）と重なりうる。第1部3321の x 方向の x_2 側端縁は、第1主面11Aの x 方向の x_2 側端縁より x 方向の x_1 側に位置しうる。

[0194] 第2部3322は、第3主端子331に繋がりをうる。第2部3322は、第3主端子331から x 方向の x_2 側に x 方向に沿って延びうる。第2部3322の形状は何ら限定されず、たとえば平坦な帯状でありうる。厚さ方向 z における第1主面11Aから第2部3322までの距離は、距離 z_0 と同じでありうる。第2部3322は、複数の第1スイッチング素子21に対して y 方向の y_2 側に位置しうる。

[0195] 第3部3323は、第1部3321と第2部3322との間に介在しうる。第3部3323を有することにより、延出部332は、 y 方向に視て屈曲形状でありうる。図示された例においては、第3部3323は、第1部3321の x 方向の x_1 側端縁の一部であって、 y 方向の y_2 側端寄りの部分に繋がりをうる。

[0196] 複数の副導電部材41～48は、複数の第1スイッチング素子21および複数の第2スイッチング素子22のいずれかと導通しうる。図37～図43、図48および図49に示すように、本実施形態の複数の副導電部材41～48は、厚さ方向 z に視て各々が y 方向に延びており、 x 方向に配列されうる。複数の副導電部材41～48は、導電性材料から形成しうる。複数の副

導電部材 4 1 ～ 4 8 は、たとえば Cu（銅）を含みうる。以降の説明においては、複数の副導電部材 4 1 ～ 4 8 を、第 1 副導電部材 4 1、第 2 副導電部材 4 2、第 3 副導電部材 4 3、第 4 副導電部材 4 4、第 5 副導電部材 4 5、第 6 副導電部材 4 6、第 7 副導電部材 4 7 および第 8 副導電部材 4 8 に区別する。

[0197] 第 1 副導電部材 4 1 は、第 1 スイッチング素子 2 1 の第 1 電極 2 1 2 に導通しうる。第 1 副導電部材 4 1 は、x 方向において第 1 導電層 1 A の x 2 側の端縁より x 1 側に配置されうる。第 1 副導電部材 4 1 は、第 1 副端子部 4 1 1 および第 1 副配線部 4 1 2 を有しうる。第 1 副端子部 4 1 1 は、封止樹脂 7 から突出し、厚さ方向 z の z 1 側に延びうる。第 1 副配線部 4 1 2 は、封止樹脂 7 によって覆われうる。第 1 副配線部 4 1 2 の形状および大きさは何ら限定されない。第 1 副配線部 4 1 2 は、第 1 導電層 1 A および支持部材 1 0 A に対して y 方向の y 1 側に位置しうる。

[0198] 第 2 副導電部材 4 2 は、第 1 スイッチング素子 2 1 の第 1 電極 2 1 2 に導通しうる。第 2 副導電部材 4 2 は、第 1 副導電部材 4 1 に対して x 方向の x 1 側に配置されうる。第 2 副導電部材 4 2 は、第 2 副端子部 4 2 1 および第 2 副配線部 4 2 2 を有しうる。第 2 副端子部 4 2 1 は、封止樹脂 7 から突出し、厚さ方向 z の z 1 側に延びうる。第 2 副配線部 4 2 2 は、封止樹脂 7 によって覆われうる。第 2 副配線部 4 2 2 の形状および大きさは何ら限定されない。第 2 副配線部 4 2 2 は、第 1 導電層 1 A および支持部材 1 0 A に対して y 方向の y 1 側に位置しうる。

[0199] 第 3 副導電部材 4 3 は、第 1 スイッチング素子 2 1 の第 3 電極 2 1 3 に導通しうる。第 3 副導電部材 4 3 は、x 方向において第 1 副導電部材 4 1 と第 2 副導電部材 4 2 との間に配置されうる。第 3 副導電部材 4 3 は、第 3 副端子部 4 3 1 および第 3 副配線部 4 3 2 を有しうる。第 3 副端子部 4 3 1 は、封止樹脂 7 から突出し、厚さ方向 z の z 1 側に延びうる。第 3 副配線部 4 3 2 は、封止樹脂 7 によって覆われうる。第 3 副配線部 4 3 2 の形状および大きさは何ら限定されない。第 3 副配線部 4 3 2 は、厚さ方向 z に視て、第 1

導電層 1 A と重なりうる。第 3 副配線部 4 3 2 は、複数の第 1 スイッチング素子 2 1 に対して x 方向の x 1 側に対向する部位を有しうる。

[0200] 第 4 副導電部材 4 4 は、第 1 スイッチング素子 2 1 の第 4 電極 2 1 4 に導通しうる。第 4 副導電部材 4 4 は、x 方向において第 1 副導電部材 4 1 と第 2 副導電部材 4 2 との間に配置されうる。第 4 副導電部材 4 4 は、x 方向において第 2 副導電部材 4 2 と第 3 副導電部材 4 3 との間に配置されうる。第 4 副導電部材 4 4 は、第 4 副端子部 4 4 1 および第 4 副配線部 4 4 2 を有しうる。第 4 副端子部 4 4 1 は、封止樹脂 7 から突出し、厚さ方向 z の z 1 側に延びうる。第 4 副配線部 4 4 2 は、封止樹脂 7 によって覆われうる。第 4 副配線部 4 4 2 の形状および大きさは何ら限定されない。第 4 副配線部 4 4 2 は、厚さ方向 z に視て、第 1 導電層 1 A と重なりうる。第 4 副配線部 4 4 2 は、複数の第 1 スイッチング素子 2 1 に対して x 方向の x 1 側に対向する部位を有しうる。

[0201] 第 5 副導電部材 4 5 は、第 2 スイッチング素子 2 2 の第 5 電極 2 2 2 に導通しうる。第 5 副導電部材 4 5 は、x 方向において第 2 導電層 1 B の x 1 側の端縁より x 2 側に配置されうる。第 5 副導電部材 4 5 は、第 5 副端子部 4 5 1 および第 5 副配線部 4 5 2 を有しうる。第 5 副端子部 4 5 1 は、封止樹脂 7 から突出し、厚さ方向 z の z 1 側に延びうる。第 5 副配線部 4 5 2 は、封止樹脂 7 によって覆われうる。第 5 副配線部 4 5 2 の形状および大きさは何ら限定されない。第 5 副配線部 4 5 2 は、第 2 導電層 1 B および支持部材 1 0 B に対して y 方向の y 1 側に位置しうる。

[0202] 第 6 副導電部材 4 6 は、第 2 スイッチング素子 2 2 の第 5 電極 2 2 2 に導通しうる。第 6 副導電部材 4 6 は、第 5 副導電部材 4 5 に対して x 方向の x 2 側に配置されうる。第 6 副導電部材 4 6 は、第 6 副端子部 4 6 1 および第 6 副配線部 4 6 2 を有しうる。第 6 副端子部 4 6 1 は、封止樹脂 7 から突出し、厚さ方向 z の z 1 側に延びうる。第 6 副配線部 4 6 2 は、封止樹脂 7 によって覆われうる。第 6 副配線部 4 6 2 の形状および大きさは何ら限定されない。第 6 副配線部 4 6 2 は、第 2 導電層 1 B および支持部材 1 0 B に対し

て y 方向の y 1 側に位置しうる。

[0203] 第 7 副導電部材 4 7 は、第 2 スイッチング素子 2 2 の第 7 電極 2 2 3 に導通しうる。第 7 副導電部材 4 7 は、x 方向において第 5 副導電部材 4 5 と第 6 副導電部材 4 6 との間に配置されうる。第 7 副導電部材 4 7 は、第 7 副端子部 4 7 1 および第 7 副配線部 4 7 2 を有しうる。第 7 副端子部 4 7 1 は、封止樹脂 7 から突出し、厚さ方向 z の z 1 側に延びうる。第 7 副配線部 4 7 2 は、封止樹脂 7 によって覆われうる。第 7 副配線部 4 7 2 の形状および大きさは何ら限定されない。第 7 副配線部 4 7 2 は、厚さ方向 z に視て、第 2 導電層 1 B と重なりうる。第 7 副配線部 4 7 2 は、複数の第 2 スイッチング素子 2 2 に対して x 方向の x 2 側に対向する部位を有しうる。

[0204] 第 8 副導電部材 4 8 は、第 2 スイッチング素子 2 2 の第 8 電極 2 2 4 に導通しうる。第 8 副導電部材 4 8 は、x 方向において第 5 副導電部材 4 5 と第 6 副導電部材 4 6 との間に配置されうる。第 8 副導電部材 4 8 は、x 方向において第 6 副導電部材 4 6 と第 7 副導電部材 4 7 との間に配置されうる。第 8 副導電部材 4 8 は、第 8 副端子部 4 8 1 および第 8 副配線部 4 8 2 を有しうる。第 8 副端子部 4 8 1 は、封止樹脂 7 から突出し、厚さ方向 z の z 1 側に延びうる。第 8 副配線部 4 8 2 は、封止樹脂 7 によって覆われうる。第 8 副配線部 4 8 2 の形状および大きさは何ら限定されない。第 8 副配線部 4 8 2 は、厚さ方向 z に視て、第 2 導電層 1 B と重なりうる。第 8 副配線部 4 8 2 は、複数の第 2 スイッチング素子 2 2 に対して x 方向の x 2 側に対向する部位を有しうる。

[0205] 複数の第 1 主接続部材 5 1 は、図 3 7、図 4 1、図 4 8、図 4 9 および図 5 0 に示すように、複数の第 1 スイッチング素子 2 1 と第 2 導電層 1 B とを個別に導通させうる。第 1 主接続部材 5 1 は、第 1 スイッチング素子 2 1 の第 1 電極 2 1 2 に接合された金属板 2 1 9 と第 2 導電層 1 B の第 2 主面 1 1 B とに接続されうる。第 1 主接続部材 5 1 の具体的構成は何ら限定されず、第 1 主金属を構成材料とするワイヤおよびリボン、あるいは板材料からなる部材等でありうる。第 1 主金属は、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニ

ウム)等やこれらの合金等を含みうる。本例の第1主接続部材51の第1主金属は、Cu(銅)でありうる。第1主接続部材51の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向zに視た場合の幅が、400 μ m程度でありうる。複数の第1主接続部材51の個数は何ら限定されず、1つの第1スイッチング素子21の第1電極212に2つの第1主接続部材51が接続されうる。

[0206] 第1主接続部材51は、接続部511、接続部512およびループ部510を有しうる。接続部511は、第1電極212に接合された金属板219の主面219aに接続された部位でありうる。2つの第1主接続部材51の接続部511が、1つの金属板219のx方向のx2側寄りに配置され、y方向に並んでいる構成としうる。一方の接続部511は金属板219のy方向のy1側寄りに配置されうる。他方の接続部511は金属板219のy方向のy2側寄りに配置されうる。

[0207] 第1スイッチング素子21が通電された場合、第1主接続部材51、金属板219、および第1電極212に主電流が流れうる。このとき、金属板219の主面219a上の位置によって、電位が微小に異なりうる。電位が等しい位置をつないだ等電位線は、図50に一点鎖線で示すような形状になりうる。図50に示す各等電位線は、所定電位(数 μ V~数十 μ V程度)毎に示している。隣り合う等電位線の間では所定電位の電位差がありうる。隣り合う等電位線の間隔は、接続部511が接続されている位置に近いほど短くなり、離れるほど長くなりうる。等電位線は、接続部511が接続されている位置に近いほど密であり、離れるほど粗でありうる。各接続部511に流れる電流は、他方の接続部511に流れる電流による電位に影響を与えうる。等電位線は、各接続部511の近辺では同心円状になっているが、離れるに従って変形し、さらに離れると共通の等電位線になりうる。本実施形態では、2つの接続部511が、金属板219のx方向のx2側寄りにy方向に並んで接続されうる。等電位線は、x方向のx1側ほど、x2側に突出する部分の形状がなだらかになり、y方向に延びる直線に近づきうる。

[0208] 接続部512は、第2導電層1Bの第2主面11Bに接続された部位であ

りうる。1つの第1電極212に接続された2つの第1主接続部材51の接続部512が、x方向に並びうる。ループ部510は、接続部511と接続部512とに繋がり、厚さ方向zのz1側に凸となるように湾曲した形状でありうる。図41に示すように、ループ部510は、第3主導電部材33の延出部332の第1部3321を跨ぐ形態とされうる。

[0209] 複数の第2主接続部材52は、図37、図40、図42、図48、図49および図51に示すように、複数の第2スイッチング素子22と第3主導電部材33とを個別に導通させうる。第2主接続部材52は、第2スイッチング素子22の第5電極222に接合された金属板229と第3主導電部材33の延出部332の第1部3321とに接続されうる。複数の第2主接続部材52の具体的構成は何ら限定されず、第2主金属を構成材料とするワイヤおよびリボン、あるいは板材料からなる部材等でありうる。第2主金属は、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）等やこれらの合金等を含みうる。第2主接続部材52の第2主金属は、Cu（銅）でありうる。第2主接続部材52の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向zに視た場合の幅が、400 μ m程度でありうる。複数の第2主接続部材52の個数は何ら限定されず、1つの第2スイッチング素子22の第5電極222に2つの第2主接続部材52が接続されうる。

[0210] 第2主接続部材52は、接続部521、接続部522およびループ部520を有しうる。接続部521は、第5電極222に接合された金属板229の主面229aに接続された部位でありうる。2つの第2主接続部材52の接続部521が、1つの金属板229のx方向のx1側寄りに配置され、y方向に並ぶ配置とされうる。一方の接続部521は金属板229のy方向のy1側寄りに配置され、他方の接続部521は金属板229のy方向のy2側寄りに配置されうる。

[0211] 第2スイッチング素子22が通電された場合、第2主接続部材52、金属板229、および第5電極222に主電流が流れうる。このとき、金属板229の主面229a上の位置によって、電位が微小に異なりうる。電位が等

しい位置をつないだ等電位線は、図 5 1 に一点鎖線で示すような形状になりうる。図 5 1 に示す各等電位線は、所定電位（数 μV ～数十 μV 程度）毎に示している。隣り合う等電位線の間では所定電位の電位差がありうる。隣り合う等電位線の間距離は、接続部 5 2 1 が接続されている位置に近いほど短くなり、離れるほど長くなりうる。等電位線は、接続部 5 2 1 が接続されている位置に近いほど密であり、離れるほど粗でありうる。各接続部 5 2 1 に流れる電流は、他方の接続部 5 2 1 に流れる電流による電位に影響を与えうる。等電位線は、各接続部 5 2 1 の近辺では同心円状になっているが、離れるに従って変形し、さらに離れると共通の等電位線になりうる。2 つの接続部 5 2 1 が、金属板 2 2 9 の x 方向の x 1 側寄りに y 方向に並んで接続されうる。等電位線は、x 方向の x 2 側ほど、x 1 側に突出する部分の形状がなだらかになって、y 方向に延びる直線に近づきうる。

[0212] 接続部 5 2 2 は、第 3 主導電部材 3 3 の延出部 3 3 2 の第 1 部 3 3 2 1 に接続された部位でありうる。1 つの第 5 電極 2 2 2 に接続された 2 つの第 2 主接続部材 5 2 の接続部 5 2 2 が、x 方向に並びうる。ループ部 5 2 0 は、接続部 5 2 1 と接続部 5 2 2 とに繋がっており、厚さ方向 z の z 1 側に凸となるように湾曲した形状でありうる。

[0213] 複数の副接続部材 6 1 ～ 6 8 は、複数の第 1 スイッチング素子 2 1 および複数の第 2 スイッチング素子 2 2 のいずれかと導通しうる。以降の説明においては、複数の副接続部材 6 1 ～ 6 8 を、第 1 副接続部材 6 1、第 2 副接続部材 6 2、第 3 副接続部材 6 3、第 4 副接続部材 6 4、第 5 副接続部材 6 5、第 6 副接続部材 6 6、第 7 副接続部材 6 7 および第 8 副接続部材 6 8 に区別する。

[0214] 図 3 7、図 4 8 および図 5 0 に示すように、第 1 副接続部材 6 1 は、第 1 スイッチング素子 2 1 と第 1 副導電部材 4 1 とを導通させうる。第 1 副接続部材 6 1 は、複数の第 1 スイッチング素子 2 1 のうち y 方向において最も y 1 側に位置するものの第 1 電極 2 1 2 に接合された金属板 2 1 9 と第 1 副導電部材 4 1 の第 1 副配線部 4 1 2 とに接続されうる。第 1 副接続部材 6 1 の

具体的構成は何ら限定されず、第1副金属を構成材料とするワイヤおよびリボン等でありうる。第1副金属は、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）等やこれらの合金等を含みうる。本例の第1副接続部材61の第1副金属は、Cu（銅）でありうる。第1副接続部材61の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向zに視た場合の幅が、150 μ m程度でありうる。第1副接続部材61の太さは、第1主接続部材51の太さより細くされうる。

[0215] 第1副接続部材61は、接続部611およびループ部610を有しうる。接続部611は、第1スイッチング素子21の第1電極212に接合された金属板219の主面219aに接続された部位であり、主面219aに直接接合されうる。ループ部610は、接続部611に繋がり、第1副配線部412へと延びる部位でありうる。ループ部610は、厚さ方向zのz1側に凸となるように湾曲した形状でありうる。

[0216] 図37、図48および図50に示すように、第2副接続部材62は、第1スイッチング素子21と第2副導電部材42とを導通させうる。第2副接続部材62は、複数の第1スイッチング素子21のうちy方向において最もy1側に位置するものの第1電極212に接合された金属板219と第2副導電部材42の第2副配線部422とに接続されうる。第2副接続部材62の具体的構成は何ら限定されず、第2副金属を構成材料とするワイヤおよびリボン等でありうる。第2副金属は、第1副金属とは熱電能が異なる金属であり、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）等やこれらの合金等を含みうる。熱電能とは、導電性の物質の両端に温度差をつけた時の、1Kあたりの熱起電力のことである。第2副接続部材62の第2副金属は、コンスタantan（CuとNiとの合金：55Cu－45Ni）でありうる。第2副接続部材62の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向zに視た場合の幅が、150 μ m程度でありうる。第2副接続部材62の太さは、第1主接続部材51の太さより細くされうる。

[0217] 第1副接続部材61および金属板219（Cu）と、第2副接続部材62

(コンスタantan)とは、熱電対として機能しうる。Cuおよびコンスタantanによる熱電対は、T型熱電対として広く知られている。第2副接続部材62と金属板219との接点が、熱電対の測温接点(熱接点)に相当しうる。第1副接続部材61と第1副導電部材41の第1副配線部412との接点、および、第2副接続部材62と第2副導電部材42の第2副配線部422との接点が、熱電対の基準接点(冷接点)に相当しうる。基準接点と測温接点との温度差に応じて、基準接点間に電圧が発生しうる。第1副端子部411および第2副端子部421は、基準接点間の電圧を、第1スイッチング素子21の温度を検出するための信号として出力しうる。

[0218] 第2副接続部材62は、接続部621およびループ部620を有しうる。接続部621は、第1スイッチング素子21の第1電極212に接合された金属板219の主面219aに接続された部位であり、主面219aに直接接合されうる。ループ部620は、接続部621に繋がり、第2副配線部422へと延びる部位でありうる。ループ部620は、厚さ方向zのz1側に凸となるように湾曲した形状でありうる。

[0219] 図50に示すように、接続部611および接続部621は、金属板219の主面219aのx方向のx1側寄りに配置されうる。x方向において、接続部611および接続部621は、金属板219の中心に対して、各第1主接続部材51の接続部511とは反対側に配置されうる。接続部611および接続部621が配置されている位置では、各第1主接続部材51の接続部511が配置されている位置の周囲より、通電時の等電位線が粗でありうる。x方向において、各接続部511と接続部611および接続部621とは、十分離れた構成としうる。各接続部511と接続部611または接続部621との最小距離L1は、金属板219の主面219aの寸法L2の1/2以上でありうるが、最小距離L1は、これに限定されない。

[0220] 接続部611および接続部621は、金属板219の主面219aのy方向における中央付近で、y方向に並んで配置されうる。接続部611と接続部621とは、y方向において、金属板219の主面219aの中心C1を

挟んで配置されうる。接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 は、厚さ方向 z に視て、第 1 電極 2 1 2 を構成する 2 つの部位 2 1 2 a, 2 1 2 b の間に位置しうる。

[0221] 接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 は、金属板 2 1 9 の主面 2 1 9 a の通電時に同じ電位になる位置に配置されうる。接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 は、ある 1 つの等電位線の一部分に近接して位置しうる。接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 は、互いに平行に配置されうる。電流は等電位線に直交する方向に流れるので、接続部 6 1 1 と接続部 6 2 1 とが離隔する方向は、通電時に、接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 の間において、主面 2 1 9 a に流れる電流の方向（図 5 0 に示す矢印 D 1 参照）に対し直交しうる。

[0222] 接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 の位置関係は上記に限定されない。たとえば、通電時の金属板 2 1 9 の主面 2 1 9 a において、接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 が離隔する方向における電位差の勾配が、当該離隔する方向に直交する方向における電位差の勾配より小さくなるよう設定しうる。一例として、接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 が、共通の等電位線に交差するように配置しうる。

[0223] 図 3 7、図 4 8 および図 5 0 に示すように、第 3 副接続部材 6 3 は、第 1 スイッチング素子 2 1 と第 3 副導電部材 4 3 とを導通させうる。複数の第 3 副接続部材 6 3 は、複数の第 1 スイッチング素子 2 1 の第 3 電極 2 1 3 と第 3 副導電部材 4 3 の第 3 副配線部 4 3 2 とに接続されうる。第 3 副接続部材 6 3 の具体的構成は何ら限定されず、第 3 副金属を構成材料とするワイヤおよびリボン等でありうる。第 3 副金属は、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）等やこれらの合金等を含みうる。本例の第 3 副接続部材 6 3 の第 3 副金属は、Al（アルミニウム）でありうる。第 3 副接続部材 6 3 の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向 z に視た場合の幅が、 $150\mu\text{m}$ 程度でありうる。

[0224] 図 3 7、図 4 8 および図 5 0 に示すように、第 4 副接続部材 6 4 は、第 1 スイッチング素子 2 1 と第 4 副導電部材 4 4 とを導通させうる。複数の第 4

副接続部材 6 4 は、複数の第 1 スイッチング素子 2 1 の第 4 電極 2 1 4 と第 4 副導電部材 4 4 の第 4 副配線部 4 4 2 とに接続されうる。第 4 副接続部材 6 4 の具体的構成は何ら限定されず、第 4 副金属を構成材料とするワイヤおよびリボン等でありうる。第 4 副金属は、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）等やこれらの合金等を含みうる。本例の第 4 副接続部材 6 4 の第 4 副金属は、Cu（銅）でありうる。第 4 副接続部材 6 4 の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向 z に視た場合の幅が、150 μ m 程度でありうる。

[0225] 図 3 7、図 4 9 および図 5 1 に示すように、第 5 副接続部材 6 5 は、第 2 スイッチング素子 2 2 と第 5 副導電部材 4 5 とを導通させている。第 5 副接続部材 6 5 は、複数の第 2 スイッチング素子 2 2 のうち y 方向において最も y 1 側に位置するものの第 5 電極 2 2 2 に接合された金属板 2 2 9 と第 5 副導電部材 4 5 の第 5 副配線部 4 5 2 とに接続されうる。第 5 副接続部材 6 5 の具体的構成は何ら限定されず、第 5 副金属を構成材料とするワイヤおよびリボン等でありうる。第 5 副金属は、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）等やこれらの合金等を含みうる。本例の第 5 副接続部材 6 5 の第 5 副金属は、Cu（銅）でありうる。第 5 副接続部材 6 5 の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向 z に視た場合の幅が、150 μ m 程度でありうる。第 5 副接続部材 6 5 の太さは、第 2 主接続部材 5 2 の太さより細くしうる。

[0226] 第 5 副接続部材 6 5 は、接続部 6 5 1 およびループ部 6 5 0 を有しうる。接続部 6 5 1 は、第 2 スイッチング素子 2 2 の第 5 電極 2 2 2 に接合された金属板 2 2 9 の主面 2 2 9 a に接続された部位であり、主面 2 2 9 a に直接接合されうる。ループ部 6 5 0 は、接続部 6 5 1 に繋がり、第 5 副配線部 4 5 2 へと延びる部位でありうる。ループ部 6 5 0 は、厚さ方向 z の z 1 側に凸となるように湾曲した形状でありうる。

[0227] 図 3 7、図 4 9 および図 5 1 に示すように、第 6 副接続部材 6 6 は、第 2 スイッチング素子 2 2 と第 6 副導電部材 4 6 とを導通させうる。第 6 副接続

部材 6 6 は、複数の第 2 スイッチング素子 2 2 のうち y 方向において最も y 1 側に位置するものの第 5 電極 2 2 2 に接合された金属板 2 2 9 と第 6 副導電部材 4 6 の第 6 副配線部 4 6 2 とに接続されうる。第 6 副接続部材 6 6 の具体的構成は何ら限定されず、第 6 副金属を構成材料とするワイヤおよびリボン等でありうる。第 6 副金属は、第 5 副金属とは熱電能が異なる金属であり、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）等やこれらの合金等を含みうる。本例の第 6 副接続部材 6 6 の第 6 副金属は、コンスタンタンでありうる。第 6 副接続部材 6 6 の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向 z に視た場合の幅が、 $150\mu\text{m}$ 程度でありうる。第 6 副接続部材 6 6 の太さは、第 2 主接続部材 5 2 の太さより細くしうる。

[0228] 第 5 副接続部材 6 5 および金属板 2 2 9（Cu）と、第 6 副接続部材 6 6（コンスタンタン）とは、熱電対として機能しうる。第 6 副接続部材 6 6 と金属板 2 2 9 との接点が、熱電対の測温接点（熱接点）に相当しうる。第 5 副接続部材 6 5 と第 5 副導電部材 4 5 の第 5 副配線部 4 5 2 との接点、および、第 6 副接続部材 6 6 と第 6 副導電部材 4 6 の第 6 副配線部 4 6 2 との接点が、熱電対の基準接点（冷接点）に相当しうる。基準接点と測温接点との温度差に応じて、基準接点間に電圧が発生しうる。第 5 副端子部 4 5 1 および第 6 副端子部 4 6 1 は、基準接点間の電圧を、第 2 スイッチング素子 2 2 の温度を検出するための信号として出力しうる。

[0229] 第 6 副接続部材 6 6 は、接続部 6 6 1 およびループ部 6 6 0 を有しうる。接続部 6 6 1 は、第 2 スイッチング素子 2 2 の第 5 電極 2 2 2 に接合された金属板 2 2 9 の主面 2 2 9 a に接続された部位であり、主面 2 2 9 a に直接接合されうる。ループ部 6 6 0 は、接続部 6 6 1 に繋がり、第 6 副配線部 4 6 2 へと延びる部位でありうる。ループ部 6 6 0 は、厚さ方向 z の z 1 側に凸となるように湾曲した形状でありうる。

[0230] 図 5 1 に示すように、接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 は、金属板 2 2 9 の主面 2 2 9 a の x 方向の x 2 側寄りに配置されうる。x 方向において、接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 は、金属板 2 2 9 の中心に対して、各第 2 主

接続部材 5 2 の接続部 5 2 1 とは反対側に配置されうる。接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 が配置されている位置では、各第 2 主接続部材 5 2 の接続部 5 2 1 が配置されている位置の周囲より、通電時の等電位線が粗でありうる。x 方向において、各接続部 5 2 1 と接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 とは、十分離れた配置としうる。各接続部 5 2 1 と接続部 6 5 1 または接続部 6 6 1 との最小距離 L_3 は、金属板 2 2 9 の主面 2 2 9 a の寸法 L_4 の $1/2$ 以上でありうるが、本開示はこれに限定されない。

[0231] 接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 は、金属板 2 2 9 の主面 2 1 9 a の y 方向における中央付近で、y 方向に並んで配置されうる。接続部 6 5 1 と接続部 6 6 1 とは、y 方向において、金属板 2 2 9 の主面 2 2 9 a の中心 C 2 を挟んで配置されうる。接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 は、厚さ方向 z に視て、第 5 電極 2 2 2 を構成する 2 つの部位 2 2 2 a, 2 2 2 b の間に位置しうる。

[0232] 接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 は、金属板 2 2 9 の主面 2 2 9 a の通電時に同じ電位になる位置に配置されうる。接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 は、ある 1 つの等電位線の一部分に近接して配置されうる。接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 は、互いに平行に配置されうる。電流は等電位線に直交する方向に流れるので、接続部 6 5 1 と接続部 6 6 1 とが離隔する方向は、通電時に、接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 の間において、主面 2 2 9 a に流れる電流の方向（図 5 1 に示す矢印 D 2 参照）に対し直交しうる。

[0233] 接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 の位置関係は上記に限定されない。たとえば、通電時の金属板 2 2 9 の主面 2 2 9 a において、接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 が離隔する方向における電位差の勾配が、当該離隔する方向に直交する方向における電位差の勾配より小さくなるように設定しうる。一例として、接続部 6 5 1 および接続部 6 6 1 が、共通の等電位線に交差するように配置しうる。

[0234] 図 3 7、図 4 9 および図 5 1 に示すように、第 7 副接続部材 6 7 は、第 2 スイッチング素子 2 2 と第 7 副導電部材 4 7 とを導通させうる。図示された

例においては、複数の第7副接続部材67は、複数の第2スイッチング素子22の第7電極223と第7副導電部材47の第7副配線部472とに接続されうる。第7副接続部材67の具体的構成は何ら限定されず、第7副金属を構成材料とするワイヤおよびリボン等でありうる。第7副金属は、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）等やこれらの合金等を含みうる。本例の第7副接続部材67の第7副金属は、Al（アルミニウム）でありうる。第7副接続部材67の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向zに視た場合の幅が、150μm程度でありうる。

[0235] 図37、図49および図51に示すように、第8副接続部材68は、第2スイッチング素子22と第8副導電部材48とを導通させうる。図示された例においては、複数の第8副接続部材68は、複数の第2スイッチング素子22の第8電極224と第8副導電部材48の第8副配線部482とに接続されうる。第8副接続部材68の具体的構成は何ら限定されず、第8副金属を構成材料とするワイヤおよびリボン等でありうる。第8副金属は、たとえば、Cu（銅）、Al（アルミニウム）、Ni（ニッケル）等やこれらの合金等を含みうる。本例の第8副接続部材68の第8副金属は、Cu（銅）でありうる。第8副接続部材68の太さは何ら限定されず、たとえば厚さ方向zに視た場合の幅が、150μm程度でありうる。

[0236] 封止樹脂7は、図37～図47に示すように、第1導電層1A、第2導電層1B、複数の第1スイッチング素子21、複数の第2スイッチング素子22、複数の第1主接続部材51、複数の第2主接続部材52、複数の副接続部材61～68を覆いうる。封止樹脂7は、第1主導電部材31、第2主導電部材32、第3主導電部材33の一部ずつと、複数の副導電部材41～48の一部ずつと、支持部材10Aおよび支持部材10Bの一部ずつと、を覆いうる。封止樹脂7は、電気絶縁性を有しうる。封止樹脂7は、たとえば黒色のエポキシ樹脂を含む材料から形成されうる。封止樹脂7は、頂面71、底面72、第1側面73、第2側面74、第3側面75および第4側面76を有しうる。

- [0237] 頂面 7 1 は、厚さ方向 z の z 1 側を向く面でありうる。底面 7 2 は、厚さ方向 z の z 2 側を向く面でありうる。
- [0238] 第 1 側面 7 3 は、 x 方向の x 1 側を向く面でありうる。第 1 側面 7 3 からは、第 1 主端子 3 1 1 および第 3 主端子 3 3 1 が突出しうる。第 2 側面 7 4 は、 x 方向の x 2 側を向く面でありうる。第 2 側面 7 4 からは、第 2 主端子 3 2 1 が突出しうる。
- [0239] 第 3 側面 7 5 は、 y 方向の y 1 側を向く面でありうる。第 4 側面 7 6 は、 y 方向の y 2 側を向く面でありうる。第 3 側面 7 5 からは、複数の副導電部材 4 1 ~ 4 8 が突出しうる。
- [0240] 次に、半導体装置 A 9 0 の作用について説明する。
- [0241] 本実施形態によると、 y 方向において最も y 1 側に位置する第 1 スイッチング素子 2 1 は、第 1 電極 2 1 2 に金属板 2 1 9 が接合され、金属板 2 1 9 に第 1 副接続部材 6 1 の接続部 6 1 1 および第 2 副接続部材 6 2 の接続部 6 2 1 が接合されうる。第 1 副接続部材 6 1 および金属板 2 1 9 の構成材料は、第 1 副金属である。第 2 副接続部材 6 2 の構成材料は、第 1 副金属とは熱電能が異なる第 2 副金属である。第 1 副接続部材 6 1 および金属板 2 1 9 と第 2 副接続部材 6 2 とは、熱電対として機能し、第 2 副接続部材 6 2 と金属板 2 1 9 との接点を熱電対の測温接点として、温度を検出しうる。当該接点は、第 1 スイッチング素子 2 1 からの熱が適切に伝わる金属板 2 1 9 に接しうる。これにより、半導体装置 A 9 0 は、温度センサを第 1 スイッチング素子 2 1 の近傍に配置した場合と比較して、第 1 スイッチング素子 2 1 の温度を精度よく検出しうる。 y 方向において最も y 1 側に位置する第 2 スイッチング素子 2 2 も同様でありうる。半導体装置 A 9 0 は、第 1 スイッチング素子 2 1 (第 2 スイッチング素子 2 2) の内部に温度センサを形成することなく、検出される第 1 スイッチング素子 2 1 (第 2 スイッチング素子 2 2) の温度の精度を向上しうる。第 1 副金属は Cu であり、第 2 副金属はコンスタンタンである。第 1 副接続部材 6 1 および金属板 2 1 9 と第 2 副接続部材 6 2 とは、T 型熱電対として機能しうる。

[0242] 本実施形態によると、接続部611および接続部621は、金属板219の主面219aの通電時に同じ電位になる位置に配置されうる。半導体装置A90は、通電時の第1スイッチング素子21の温度を検出する際に、接続部611と接続部621とが異なる電位になる位置に配置されている場合と比較して、精度よく第1スイッチング素子21の温度を検出する。通電時の第2スイッチング素子22の温度の検出についても同様でありうる。

[0243] 本実施形態によると、接続部611および接続部621は、x方向において、各接続部511から十分離れて配置する。接続部611および接続部621が配置されている位置では、通電時の等電位線が比較的粗になりうる。接続部611および接続部621は、同じ電位になる位置に配置されなかった場合、通電時の等電位線が比較的密である位置に配置される場合と比較して、配置位置での電位差が大きくなることを低減する。このことは、半導体装置A90が通電時の第1スイッチング素子21の温度を検出する際の精度の向上に貢献する。通電時の第2スイッチング素子22の温度の検出についても同様でありうる。

[0244] 本実施形態によると、接続部611と接続部621とは、厚さ方向zに視て、第1電極212を構成する2つの部位212a, 212bの間に位置し、y方向において中心C1を挟んで、y方向に並んで配置されうる。この位置では通電時の等電位線がy方向に平行に近くなり、接続部611および接続部621を通電時の電位に近い位置に配置する。接続部651と接続部661とは、厚さ方向zに視て、第5電極222を構成する2つの部位222a, 222bの間に位置し、y方向において中心C2を挟んで、y方向に並んで配置されうる。この位置では通電時の等電位線がy方向に平行に近くなり、接続部651および接続部651を通電時の電位に近い位置に配置する。

[0245] 本実施形態によると、図40～図42に示すように、第1部3321は、x方向において複数の第1スイッチング素子21と複数の第2スイッチング素子22との間に位置する。厚さ方向zにおける第1主面11Aから第1

部3321までの距離 z_1 は、厚さ方向 z における第1主面11Aから第3主端子331までの距離 z_0 より小としうる。このため、第1主接続部材51と第1部3321との接触やショートを回避しつつ、第1部3321を厚さ方向 z の z_1 側に跨ぐ第1主接続部材51の第1主面11Aからの厚さ方向 z における距離を縮小しうる。したがって、半導体装置A90の小型化を図りうる。

[0246] 本実施形態では、第1副接続部材61の構成材料である第1副金属がCuであり、第2副接続部材62の構成材料である第2副金属がコンスタンタンである場合について説明したが、これに限られない。第1副金属と第2副金属とは、熱電能が異なる金属としうる。たとえば、第1副金属がCuであり、第2副金属がAlであってよい。CuとAlとは、熱電能の極性は同じであるが、熱電能の絶対値が異なるので、第1副接続部材61および金属板219（Cu）と、第2副接続部材62（Al）とは、熱電対として機能しうる。ボンディングワイヤとしてAlは一般的であり、コンスタンタンのワイヤと比較すると、容易に安価で入手可能でありうる。第1副金属および第2副金属の組み合わせは、K型熱電対のようにクロメル（登録商標）（90Ni-10Cr）およびアルメル（登録商標）（94Ni-3Al-1Si-2Mg）であってよく、J型熱電対のようにFeおよびコンスタンタンであってよく、E型熱電対のようにクロメルおよびコンスタンタンであってよい。第1副金属および第2副金属の組み合わせは、上記したものに限定されない。

[0247] 本実施形態では、第1副接続部材61の構成材料である第1副金属と、金属板219の構成材料である所定の金属とが、同じ金属（Cu）である場合について説明したが、これに限られない。第1副金属と所定の金属とは、異なる金属であってよい。この場合、検出された温度と実際の温度との差を補正する必要がある。検出された温度の精度をよくするために、所定の金属は、第1副金属（または第2副金属）と同じ金属としうる。

[0248] 図52～図56は、本開示の第9実施形態に係る半導体装置A90の変形

例を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0249] 第1変形例：

図52は、本開示の第9実施形態の第1変形例に係る半導体装置A91を説明するための図である。図52は、半導体装置A91を示す要部拡大平面図であり、図50に対応する図である。第1変形例に係る半導体装置A91は、金属板219の主面219a上における接続部611および接続部621の配置位置が、半導体装置A90とは異なりうる。本変形例では、接続部611および接続部621は、金属板219の主面219aのx方向のx1側寄りであり、かつ、y方向のy1側寄りに配置されうる。接続部611および接続部621は、通電時に同じ電位になる位置に配置されており、共通の等電位線に交差しうる。図示しないが、金属板229の主面229a上における接続部651および接続部661の配置位置も同様でありうる。

[0250] 第2変形例：

図53は、本開示の第9実施形態の第2変形例に係る半導体装置A92を説明するための図である。図53は、半導体装置A92を示す要部拡大平面図であり、図50に対応する図である。第2変形例に係る半導体装置A92は、金属板219の主面219a上における接続部611および接続部621の配置位置が、半導体装置A90とは異なっている。本変形例では、接続部611および接続部621は、金属板219の主面219aのy方向における中央付近で、かつ、x方向における中央付近に配置されうる。接続部611および接続部621は、通電時に同じ電位になる位置に配置されており、共通の等電位線に交差しうる。図示しないが、金属板229の主面229a上における接続部651および接続部661の配置位置も同様でありうる。

[0251] 上記第1，2変形例から理解されるように、金属板219の主面219a上における接続部611および接続部621の配置位置は限定されない。接続部611および接続部621が通電時に同じ電位になる位置に配置されて

いれば、通電時の第1スイッチング素子21の温度を精度よく検出する。
金属板229の主面229a上における接続部641および接続部651の
配置位置も同様でありうる。

[0252] 第3変形例：

図54は、本開示の第9実施形態の第3変形例に係る半導体装置A93を説明するための図である。図54は、半導体装置A93を示す要部拡大平面図であり、図50に対応する図である。第3変形例に係る半導体装置A93は、金属板219の主面219aに接続された第1主接続部材51の数が、半導体装置A90とは異なりうる。本変形例では、4つの第1主接続部材51が主面219aに接続されうる。本変形例の場合、金属板219の主面219a上の等電位線は、図54に一点鎖線で示すような形状になりうる。各接続部511と接続部611または接続部621との最小距離L1は、隣り合う2個の接続部511間の距離の最小距離L5以上でありうる。本変形例でも、接続部611および接続部621は、通電時に同じ電位になる位置に配置されており、共通の等電位線に交差しうる。図示しないが、金属板229の主面229aに接続された第2主接続部材52の数は同様に4つでありうる。

[0253] 第4変形例：

図55は、本開示の第9実施形態の第4変形例に係る半導体装置A94を説明するための図である。図55は、半導体装置A94を示す要部拡大平面図であり、図50に対応する図である。第4変形例に係る半導体装置A94は、金属板219の主面219aに接続された第1主接続部材51の太さおよびその数が、半導体装置A90とは異なりうる。本変形例では、第1主接続部材51の太さは、たとえば厚さ方向zに視た場合の幅が2.0mm程度でありうる。1つの第1主接続部材51だけが主面219aに接続されうる。本変形例の場合、金属板219の主面219a上の等電位線は、図55に一点鎖線で示すような形状になりうる。本変形例において、接続部611および接続部621は、通電時に同じ電位になる位置に配置されており、共通

の等電位線に交差しうる。図示しないが、金属板 229 の主面 229a に接続された第 2 主接続部材 52 の太さおよびその数も同様でありうる。

[0254] 上記第 3, 4 変形例から理解されるように、金属板 219 の主面 219a に接続された第 1 主接続部材 51 の数および太さは、何ら限定されない。主面 219a における第 1 主接続部材 51 の接続位置（接続部 511 の位置）が y 方向において対称であれば、接続部 611 および接続部 621 は、y 方向における中央付近で y 方向に並んで配置されることで、通電時に同じ程度の電位になりうる。金属板 229 の主面 229a に接続された第 2 主接続部材 52 の数および太さも同様でありうる。

[0255] 第 5 変形例：

図 56 は、本開示の第 9 実施形態の第 5 変形例に係る半導体装置 A95 を説明するための図である。図 56 は、半導体装置 A95 を示す要部拡大平面図であり、図 50 に対応する図である。第 5 変形例に係る第 1 スイッチング素子 21 の第 1 電極 212 には、金属板 219 が非接合とされうる。第 1 主接続部材 51、第 1 副接続部材 61、および第 2 副接続部材 62 は、第 1 電極 212 に直接接合されうる。第 1 電極 212 の表面上の等電位線は、図 56 に一点鎖線で示すような形状になりうる。第 1 電極 212 の構成材料が A1 の場合、第 1 副金属または第 2 副金属は A1 としうる。一般に、第 1 電極 212 の構成材料を、第 1 副金属または第 2 副金属としうる。本変形例では、測温接点 212 が第 1 電極 212 に直接接しうるので、測温接点 212 が金属板 219 に接する場合と比較して、検出される第 1 スイッチング素子 21 の温度の精度が向上しうる。図示しないが、第 2 スイッチング素子 22 の第 5 電極 222 も同様に、金属板 2219 に非接合としうる。

[0256] 図 57～図 63 は、本開示の他の実施形態を示している。これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付している。各変形例および各実施形態における各部の構成は、技術的な矛盾を生じない範囲において相互に適宜組み合わせ可能でありうる。

[0257] 第 10 実施形態：

図57および図58は、本開示の第10実施形態に係る半導体装置A100を説明するための図である。図57は、半導体装置A100を示す平面図であり、図37に対応する図である。図58は、半導体装置A100を示す要部平面図であり、図48に対応する図である。本実施形態に係る半導体装置A100は、複数の第1副接続部材61、複数の第2副接続部材62、複数の第5副接続部材65および複数の第6副接続部材66の構成が、半導体装置A90と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第9実施形態と同様でありうる。

[0258] 本実施形態においては、複数の第1スイッチング素子21の第1電極212に接合された金属板219に複数の第1副接続部材61および複数の第2副接続部材62が、個別に接続されうる。具体的には、各第1スイッチング素子21の第1電極212に接合された金属板219と第1副導電部材41の第1副配線部412とは、第1副接続部材61によって個別に導通接続されうる。各第1スイッチング素子21の第1電極212に接合された金属板219と第2副導電部材42の第2副配線部422とは、第2副接続部材62によって個別に導通接続されうる。図示しないが、各第2スイッチング素子22の第5電極222に接合された金属板229と第5副導電部材45の第5副配線部452とは、第5副接続部材65によって個別に導通接続されうる。各第2スイッチング素子22の第5電極222に接合された金属板229と第6副導電部材46の第6副配線部462とは、第6副接続部材66によって個別に導通接続されうる。

[0259] 第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の内部に温度センサを形成することなく、検出される第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の温度の精度を向上しうる。通電時の第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の温度を精度よく検出しうる。複数の第1スイッチング素子21の第1電極212に接合された金属板219のそれぞれに、第1副接続部材61と第2副接続部材62とが接続されうる。これにより、第1副端子部411および第1副配線部412を用いて、複数

の第1スイッチング素子21の平均的な温度状況を監視しうる。複数の第2スイッチング素子22の第5電極222に接合された金属板229のそれぞれに、第5副接続部材65と第6副接続部材66とが接続されうる。第5副端子部451および第6副端子部461を用いて、複数の第2スイッチング素子22の平均的な温度状況を監視しうる。

[0260] 第11実施形態：

図59は、本開示の第11実施形態に係る半導体装置A110を説明するための図である。図59は、半導体装置A110を示す要部平面図であり、図48に対応する図である。本実施形態に係る半導体装置A110は、第1副導電部材41、第2副導電部材42、第5副導電部材45、および第6副導電部材46を4つずつ備える点で、半導体装置A90と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第9実施形態と同様でありうる。

[0261] 4つの第1副導電部材41には、4つの第1副接続部材61が個別に接続されうる。4つの第2副導電部材42には、4つの第2副接続部材62が個別に接続されうる。図示しないが、4つの第5副導電部材45には、4つの第5副接続部材65が個別に接続されうる。4つの第6副導電部材46には、4つの第6副接続部材66が個別に接続されうる。

[0262] 本実施形態によって、第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の内部に温度センサを形成することなく、検出される第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の温度の精度を向上しうる。通電時の第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の温度を精度よく検出しうる。4つずつの第1副端子部411および第2副端子部421を個別に利用することにより、4つの第1スイッチング素子21の温度状況を個別に監視しうる。4つずつの第5副端子部451および第6副端子部461を個別に利用することにより、4つの第2スイッチング素子22の温度状況を個別に監視しうる。

[0263] 第12実施形態：

図60および図61は、本開示の第12実施形態に係る半導体装置A12

0を説明するための図である。図60は、半導体装置A120を示す要部平面図であり、図48に対応する図である。図61は、半導体装置A120を示す要部拡大平面図であり、図50に対応する図である。本実施形態に係る半導体装置A120は、接続部611、621、651、661の配置位置が、半導体装置A90と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第9実施形態と同様でありうる。

[0264] 第1副接続部材61の接続部611および第2副接続部材62の接続部621は、金属板219の主面219aではなく、第1導電層1Aの第1主面11Aの第1スイッチング素子21の接合位置の近くに配置されうる。第1導電層1Aは、第1副金属を構成材料としうる。第1副接続部材61および第1導電層1Aと第2副接続部材62とは、熱電対として機能し、第2副接続部材62の接続部621と第1主面11Aとの接点を熱電対の測温接点として、温度を検出しうる。

[0265] 第1スイッチング素子21は第1主面11Aに接合されているので、第1スイッチング素子21からの熱は、第1主面11Aに適切に伝わりうる。第1主面11Aの第1スイッチング素子21に隣接した位置で温度を検出することで、第1スイッチング素子21の温度を検出しうる。第1スイッチング素子21の第2電極211が第1導電層1Aの第1主面11Aに導電接合されているので、第1スイッチング素子21が通電された場合、第2電極211および第1導電層1Aに主電流が流れうる。第1主面11A上の等電位線は、図61に一点鎖線で示すような形状になりうる。接続部611および接続部621は、第1主面11Aの通電時に同じ電位になる位置に配置されうる。一例として、接続部611および接続部621は、ある1つの等電位線の一部分に近接して位置しうる。接続部611および接続部621は、互いに平行に配置されうる。

[0266] 図示しないが、第5副接続部材65の接続部651および第6副接続部材66の接続部661も同様に、金属板229の主面229aではなく、第2導電層1Bの第2主面11Bの第2スイッチング素子22の接合位置の近く

に配置されうる。第2導電層1Bは、第1副金属を構成材料としうる。第5副接続部材65および第2導電層1Bと第6副接続部材66とは、熱電対として機能し、第6副接続部材66の接続部661と第2主面11Bとの接点を熱電対の測温接点として、温度を検出しうる。第2主面11Bの第2スイッチング素子22に隣接した位置で温度を検出することで、第2スイッチング素子22の温度を検出しうる。接続部611および接続部621と同様に、接続部651および接続部661は、第2主面11Bの通電時に同じ電位になる位置に配置されうる。一例として、接続部651および接続部661は、ある1つの等電位線の一部分に近接して位置しうる。接続部651および接続部661は、互いに平行に配置されうる。

[0267] 第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の内部に温度センサを形成することなく、検出される第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の温度の精度を向上しうる。通電時の第1スイッチング素子21（第2スイッチング素子22）の温度を精度よく検出しうる。第1スイッチング素子21の第1電極212（第2スイッチング素子22の第5電極222）が小さく、金属板219（229）に第1副接続部材61および第2副接続部材62（第5副接続部材65および第6副接続部材66）を接合することが困難な場合などに、有効でありうる。

[0268] 第13実施形態：

図62は、本開示の第13実施形態に係る半導体装置A130を示す平面図であり、図37に対応する図である。本実施形態に係る半導体装置A130は、パッケージ形式が、半導体装置A90と異なりうる。本実施形態の他の部分の構成および動作は、第9実施形態と同様でありうる。

[0269] 半導体装置A130のパッケージ形式は、DFN（Dual Flatpack No-lead）でありうる。半導体装置A130は、リード201～205、第1スイッチング素子21、金属板219、複数の第1主接続部材51、副接続部材61～63、および封止樹脂7を備えうる。図62においては、封止樹脂7を想像線で示している。第1スイッチング素子21、金属板219、第1主

接続部材 5 1、副接続部材 6 1～6 3、および封止樹脂 7 は、第 9 実施形態と同様でありうる。

[0270] リード 2 0 1～2 0 5 は、第 1 スイッチング素子 2 1 と導通しうる。リード 2 0 1～2 0 5 は、金属からなり、一例として、Cu および Ni のいずれか、またはこれらの合金や 4 2 アロイなどから形成されうる。リード 2 0 1～2 0 5 の構成材料は限定されないが、本実施形態では Cu でありうる。リード 2 0 1～2 0 5 は、たとえば、金属板にスタンピング加工を施すことにより形成されたリードフレームから形成しうる。

[0271] 第 1 スイッチング素子 2 1 は、リード 2 0 1 に接合されうる。第 2 電極 2 1 1（ドレイン電極）（図示略）は、リード 2 0 1 に対向し、導電接合層 2 9（図示略）を介してリード 2 0 1 に導電接合されうる。第 1 スイッチング素子 2 1 の第 2 電極 2 1 1 は、リード 2 0 1 に導通しうる。複数の第 1 主接続部材 5 1 はそれぞれ、一端が第 1 電極 2 1 2（ソース電極）に接合された金属板 2 1 9 に接合され、他端がリード 2 0 4 に接合されうる。第 1 主接続部材 5 1 は、第 1 電極 2 1 2 とリード 2 0 4 とを導通させうる。第 3 副接続部材 6 3 は、一端が第 3 電極 2 1 3（ゲート電極）に接合され、他端がリード 2 0 5 に接合されうる。第 3 副接続部材 6 3 は、第 3 電極 2 1 3 とリード 2 0 5 とを導通させうる。第 1 副接続部材 6 1 は、一端が金属板 2 1 9 に接合され、他端がリード 2 0 2 に接合されうる。第 2 副接続部材 6 2 は、一端が金属板 2 1 9 に接合され、他端がリード 2 0 3 に接合されうる。リード 2 0 2、2 0 3 が、第 1 スイッチング素子 2 1 の温度を検出するための端子になりうる。金属板 2 1 9 の主面 2 1 9 a における、複数の第 1 主接続部材 5 1、第 1 副接続部材 6 1、および第 2 副接続部材 6 2 の接合位置は、第 9 実施形態の場合と同様でありうる。第 1 スイッチング素子 2 1 が通電された場合の金属板 2 1 9 の主面 2 1 9 a 上の等電位線は、図 6 2 に一点鎖線で示すような形状になりうる。

[0272] 本実施形態によって、第 1 スイッチング素子 2 1 の内部に温度センサを形成することなく、検出される第 1 スイッチング素子 2 1 の温度の精度を向上

しうる。通電時の第1スイッチング素子21の温度を精度よく検出しうる。

[0273] 第1変形例：

図63は、第13実施形態の第1変形例に係る半導体装置A131を説明するための図である。図63は、半導体装置A131を示す平面図であり、図62に対応する図である。図63において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。半導体装置A131は、副接続部材61、62がリード201に接合されている点で、半導体装置A130と異なりうる。

[0274] 本変形例に係る副接続部材61、62のそれぞれ一端は、金属板219ではなく、リード201の第1スイッチング素子21に隣接する位置に接合されうる。本実施形態では、リード201の構成材料は第1副金属と同じCuなので、第1副接続部材61およびリード201と第2副接続部材62とは、熱電対として機能し、第2副接続部材62とリード201との接点を熱電対の測温接点として、温度を検出しうる。第1スイッチング素子21はリード201に接合されているので、第1スイッチング素子21からの熱は、リード201に適切に伝わりうる。リード201の第1スイッチング素子21に隣接した位置で温度を検出することで、第1スイッチング素子21の温度を検出しうる。第1スイッチング素子21の第2電極211がリード201に導電接合されているので、第1スイッチング素子21が通電された場合、第2電極211およびリード201に主電流が流れうる。このとき、リード201上の等電位線は、図63に一点鎖線で示すような形状になりうる。第1副接続部材61および第2副接続部材62は、リード201の通電時に同じ電位になる位置に接合されうる。一例として、第1副接続部材61および第2副接続部材62は、ある1つの等電位線の一部分に近接して位置しうる。第1副接続部材61および第2副接続部材62は、互いに平行に配置されうる。

[0275] 上記変形例によって、第1スイッチング素子21の内部に温度センサを形成することなく、検出される第1スイッチング素子21の温度の精度を向上

しうる。通電時の第1スイッチング素子21の温度を精度よく検出しうる。

[0276] 本開示にかかる半導体装置は、先述した実施形態および変形例に限定されるものではない。本開示にかかる半導体装置の各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。本開示は、以下の付記に記載された実施形態を含む

[0277] 付記1 A.

厚さ方向(z)において互いに反対側を向く素子主面(11a)および素子裏面(11b)と、前記素子主面に配置された第1電極(111)と、を有する半導体素子(11)と、

第1金属を含む第1ワイヤ(46)と、

前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含み、かつ、第1端(47a)および前記第1端より前記半導体素子から遠い第2端(47b)を有する第2ワイヤ(47)と、

前記半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤが接合された、第3金属を含む金属部(19)と、

前記第2ワイヤの前記第2端が接合されたワイヤ接合部(227)と、

前記半導体素子より前記第2端に近い位置に配置され、かつ、前記ワイヤ接合部の基準温度を検出する基準温度検出部(15)と、

を備え、

前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤの少なくとも一方は、前記金属部に直接接合されている、半導体装置。

付記2 A. (図7)

前記基準温度検出部は、前記ワイヤ接合部に配置されており、

前記基準温度検出部と前記ワイヤ接合部との間に絶縁層(16)が介在している、付記1 Aに記載の半導体装置。

付記3 A. (第5実施形態、図29)

前記基準温度の検出信号を出力する第1基準温度検出端子(38)および第2基準温度検出端子(39)をさらに備え、

前記基準温度検出部は、前記第1基準温度検出端子に導通接合されている

、付記 1 A に記載の半導体装置。

付記 4 A. (第 5 実施形態、図 2 9)

前記基準温度検出部と前記第 2 基準温度検出端子とに導通接合される第 3 ワイヤ (4 8) をさらに備えている、付記 3 A に記載の半導体装置。

付記 5 A.

前記基準温度の検出信号を出力する第 1 基準温度検出端子および第 2 基準温度検出端子と、

前記第 1 基準温度検出端子が導通接合されている第 1 導電体層 (2 2 8) と、

をさらに備え、

前記基準温度検出部は、前記第 1 導電体層に導通接合されている、付記 1 A に記載の半導体装置。

付記 6 A. (第 3 実施形態、図 2 5)

前記第 2 基準温度検出端子が導通接合されている第 2 導電体層 (2 2 9) をさらに備え、

前記基準温度検出部は、前記第 1 導電体層と前記第 2 導電体層とにまたがって配置されている、付記 5 A に記載の半導体装置。

付記 7 A. (図 9)

前記第 1 ワイヤが接合された第 2 ワイヤ接合部 (2 2 6) と、

前記ワイヤ接合部と前記第 2 ワイヤ接合部との間の電圧に基づいて相対温度を検出する相対温度検出部 (7 3) と、

前記相対温度、および、前記基準温度検出部が検出した前記基準温度に基づいて絶対温度を算出する基準接点補償部 (7 4) と、

をさらに備えている、付記 1 A ないし 6 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 8 A. (図 9)

前記半導体素子を駆動させる駆動回路 (7) をさらに備え、

前記駆動回路は、前記絶対温度に基づいて、前記半導体素子の過熱異常を検知する過熱保護部 (7 5) を備えている、付記 7 A に記載の半導体装置。

付記 9 A.

前記第 1 金属は Cu であり、

前記第 2 金属はコンスタンタンである、付記 1 A ないし 8 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 10 A.

前記第 3 金属は、前記第 1 金属と同じ金属である、付記 1 A ないし 9 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 11 A.

前記第 1 ワイヤおよび前記第 2 ワイヤはそれぞれ、前記金属部に直接接合されている、付記 1 A ないし 10 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 12 A. (第 1 実施形態、第 2 変形例、図 19)

前記金属部において、前記第 1 ワイヤと前記第 2 ワイヤとは、互いに重なって接合されている、付記 1 A ないし 10 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 13 A.

前記第 1 電極に接合された金属板 (19) をさらに備え、

前記金属部は、前記金属板である、付記 1 A ないし 12 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 14 A. (第 1 実施形態、第 3 変形例、図 20)

前記金属部は、前記第 1 電極である、付記 1 A ないし 12 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 15 A. (第 1 実施形態、第 4 変形例、図 21)

前記半導体素子が搭載された絶縁性の基板 (21) と、

前記基板上に配置され、かつ、前記半導体素子の前記素子裏面が接合された第 3 導電体層 (223) と、
をさらに備え、

前記金属部は、前記第 3 導電体層である、付記 1 A ないし 12 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 1 6 A. (第 8 実施形態第 1 変形例、図 3 6)

前記半導体素子の素子裏面が接合された第 1 リード (2 0 1) をさらに備え、

前記金属部は、前記第 1 リードである、付記 1 A ないし 1 2 A のいずれかに記載の半導体装置。

[0278] 付記 1 B.

厚さ方向 (z) の第 1 側 (z 1) に配置され且つ主電流が流れる第 1 電極 (2 1 2) を有するスイッチング素子 (2 1) と、

前記厚さ方向の前記第 1 側を向く金属部主面 (2 1 9 a) を有し且つ前記スイッチング素子からの熱が伝わるように配置された金属部 (2 1 9) と、

前記金属部主面に直接接合された第 1 副接続部材 (6 1) および第 2 副接続部材 (6 2) と、

を備え、

前記第 1 副接続部材は、第 1 副金属を構成材料とし、前記金属部主面に接合された第 1 接続部 (6 1 1) を備え、

前記第 2 副接続部材は、前記第 1 副金属とは熱電能が異なる第 2 副金属を構成材料とし、前記金属部主面に接合された第 2 接続部 (6 2 1) を備え、

前記第 1 電極に前記主電流が流れている通電時の前記金属部主面における、前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とが並ぶ方向の電位差の勾配が、直交する方向の電位差の勾配より小さい、半導体装置。

付記 2 B.

前記金属部は、前記第 1 副金属を構成材料とする、付記 1 B に記載の半導体装置。

付記 3 B. (図 5 0)

前記通電時の前記金属部主面の 1 の等電位線が、前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とに交差している、付記 1 B または 2 B に記載の半導体装置。

付記 4 B. (図 5 0)

前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とは、前記通電時の前記金属部主面の 1

の等電位線に平行に並んで配置されている、付記 1 B または 2 B に記載の半導体装置。

付記 5 B. (図 5 0)

前記金属部主面に接続された第 1 主接続部材 (5 1) をさらに備え、

前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とは、前記第 1 主接続部材が接続された位置の周囲より、前記通電時の前記金属部主面の等電位線が粗になっている部分に配置されている、付記 1 B または 2 B に記載の半導体装置。

付記 6 B. (図 5 0)

前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とが並ぶ方向と、前記通電時の前記金属部主面の、前記第 1 接続部と前記第 2 接続部との間での電流が流れる方向 (D 1) とは直交している、付記 1 B または 2 B に記載の半導体装置。

付記 7 B. (図 5 0)

前記金属部主面に接続された複数の第 1 主接続部材をさらに備え、

前記複数の第 1 主接続部材の各接続位置が並ぶ並び方向に直交する直交方向において、前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とは、前記金属部主面の中心に対して、前記複数の第 1 主接続部材の各接続位置とは反対側に配置されている、付記 1 B または 2 B に記載の半導体装置。

付記 8 B. (図 5 0)

前記直交方向において、前記複数の第 1 主接続部材の各接続位置と前記第 1 接続部または前記第 2 接続部との最小距離 (L 1) は、前記金属部主面の寸法 (L 2) の $1/2$ 以上、または、前記複数の第 1 主接続部材の各接続位置のうち隣り合う 2 個の間の距離の最小距離 (L 5) 以上である、付記 7 B に記載の半導体装置。

付記 9 B. (図 5 0)

前記並び方向において、前記第 1 接続部と前記第 2 接続部とは、前記金属部主面の中心 (C 1) を挟んで配置されている、付記 7 B または 8 B に記載の半導体装置。

付記 10 B. (図 5 0)

前記第1電極に接合された金属板(219)をさらに備え、
前記金属部は、前記金属板である、付記1Bないし9Bのいずれかに記載の半導体装置。

付記11B。(図50)

前記第1電極は、2つの部位(212a, 212b)に分かれており、
前記第1接続部と前記第2接続部とは、前記厚さ方向に視て前記2つの部位の間に位置している、付記10Bに記載の半導体装置。

付記12B。(第9実施形態、第5変形例、図56)

前記金属部は、前記第1電極である、付記1Bないし9Bのいずれかに記載の半導体装置。

付記13B。(第12実施形態、図60ー図61)

前記スイッチング素子が接合された導電層(1A)をさらに備え、
前記金属部は、前記導電層である、付記1Bないし6Bのいずれかに記載の半導体装置。

付記14B。

前記第1副金属はCuであり、

前記第2副金属はコンスタンタンである、付記1Bないし13Bのいずれかに記載の半導体装置。

符号の説明

[0279] (第1実施形態ないし第8実施形態に係る符号の説明；図1～図36)

A10～A14, A20, A21：半導体装置

A30, A31, A40, A41：半導体装置

A50, A51, A60, A70, A80, A81：半導体装置

11, 12：半導体素子 11a, 12a：素子主面

11b, 12b：素子裏面 110, 120：導電性接合材

111：第1電極 112：第2電極

113：第3電極 121：アノード電極

122：カソード電極 15：温度センサ

1 6 : 絶縁層 1 9 : 金属板
2 : 支持部材 2 1 : 絶縁基板
2 1 1 : 主面 2 1 2 : 裏面
2 2 : 主面金属層 2 2 1 ~ 2 2 9 : 導電体層
2 2 1 a, 2 2 2 a, 2 2 3 a, 2 2 4 a : 带状部
2 2 1 b, 2 2 2 b, 2 2 3 b, 2 2 4 b : 端子接合部
2 3 : 裏面金属層 2 0 1 ~ 2 0 7 : リード
3 : 端子 3 1, 3 2 : 電力端子
3 3 : 信号端子 3 4, 3 5 : 検出端子
3 6 ~ 3 9 : 温度検出端子
3 1 1, 3 2 1, 3 3 1, 3 4 1, 3 5 1 : パッド部
3 6 1, 3 7 1, 3 8 1, 3 9 1 : パッド部
3 1 2, 3 2 2, 3 3 2, 3 4 2, 3 5 2 : 端子部
3 6 2, 3 7 2, 3 8 2, 3 9 2 : 端子部
4 1 ~ 4 8、4 9 1 ~ 4 9 4 : 接続部材 4 7 a : 第 1 端
4 7 b : 第 2 端 4 6 c, 4 7 c : 接点
5 : 樹脂部材 5 1 : 樹脂主面
5 2 : 樹脂裏面 5 3 1 ~ 5 3 4 : 樹脂側面
7 : 駆動装置 7 1 : 基板
7 1 1 : 主面 7 1 2 : 裏面
7 2 1 ~ 7 2 7 : 端子 7 3 : 相対温度検出部
7 4 : 基準接点補償部 7 5 : 過熱保護部
7 6 : 駆動制御部 8 : 温度検出回路
8 1 1 ~ 8 1 4 : 端子 8 3 : 相対温度検出部
8 4 : 基準接点補償部 8 5 : 過熱保護部
8 6 : 駆動制御部 8 9 : 駆動回路
9 1 : 絶縁基板 9 1 1 : 主面
9 1 2 : 裏面 9 2 : リードフレーム

93 : 導電性接合ペースト DR : ドライブ回路

MC : ミラークランプ回路

[0280] (第9実施形態ないし第13実施形態に係る符号の説明; 図37～図63)

A90, A91～A95, A100, A110 : 半導体装置

A120, A130, A131 : 半導体装置

1A : 第1導電層 1B : 第2導電層

7 : 封止樹脂 10A : 支持部材

10B : 支持部材 11A : 第1主面

11B : 第2主面 21 : 第1スイッチング素子

22 : 第2スイッチング素子 29 : 導電接合層

31 : 第1主導電部材 32 : 第2主導電部材

33 : 第3主導電部材 41 : 第1副導電部材

42 : 第2副導電部材 43 : 第3副導電部材

44 : 第4副導電部材 45 : 第5副導電部材

46 : 第6副導電部材 47 : 第7副導電部材

48 : 第8副導電部材 51 : 第1主接続部材

52 : 第2主接続部材 61 : 第1副接続部材

62 : 第2副接続部材 63 : 第3副接続部材

64 : 第4副接続部材 65 : 第5副接続部材

66 : 第6副接続部材 67 : 第7副接続部材

68 : 第8副接続部材 71 : 頂面

72 : 底面 73 : 第1側面

74 : 第2側面 75 : 第3側面

76 : 第4側面 101 : 絶縁層

102 : 支持層 103 : 放熱層

211 : 第2電極 212 : 第1電極

212a, 212b : 部位 213 : 第3電極

214 : 第4電極 219 : 金属板

2 1 9 a : 主面	2 2 1 : 第 6 電極
2 2 2 : 第 5 電極	2 2 2 a, 2 2 2 b : 部位
2 2 3 : 第 7 電極	2 2 4 : 第 8 電極
2 2 9 : 金属板	2 2 9 a : 主面
3 1 1 : 第 1 主端子	3 1 9 : 第 1 枕材
3 2 1 : 第 2 主端子	3 2 9 : 第 2 枕材
3 3 1 : 第 3 主端子	3 3 2 : 延出部
4 1 1 : 第 1 副端子部	4 1 2 : 第 1 副配線部
4 2 1 : 第 2 副端子部	4 2 2 : 第 2 副配線部
4 3 1 : 第 3 副端子部	4 3 2 : 第 3 副配線部
4 4 1 : 第 4 副端子部	4 4 2 : 第 4 副配線部
4 5 1 : 第 5 副端子部	4 5 2 : 第 5 副配線部
4 6 1 : 第 6 副端子部	4 6 2 : 第 6 副配線部
4 7 1 : 第 7 副端子部	4 7 2 : 第 7 副配線部
4 8 1 : 第 8 副端子部	4 8 2 : 第 8 副配線部
5 1 0 : ループ部	5 1 1 : 接続部
5 1 2 : 接続部	5 2 0 : ループ部
5 2 1 : 接続部	5 2 2 : 接続部
6 1 0 : ループ部	6 1 1 : 接続部
6 2 0 : ループ部	6 2 1 : 接続部
6 4 1 : 接続部	6 5 0 : ループ部
6 5 1 : 接続部	6 6 0 : ループ部
6 6 1 : 接続部	3 1 1 1 : 第 1 取付け孔
3 2 1 1 : 第 2 取付け孔	3 3 1 1 : 第 3 取付け孔
3 3 2 1 : 第 1 部	3 3 2 2 : 第 2 部
3 3 2 3 : 第 3 部	2 0 1 ~ 2 0 5 : リード
x, y : 方向	z : 厚さ方向
z 0, z 1, z 2 : 距離	

請求の範囲

- [請求項1] 厚さ方向において互いに反対側を向く素子主面および素子裏面と、
前記素子主面に配置された第1電極と、を有する半導体素子と、
第1金属を含む第1ワイヤと、
前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含み、かつ、第1端および前記第1端より前記半導体素子から遠い第2端を有する第2ワイヤと、
前記半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤが接合された、第3金属を含む金属部と、
前記第2ワイヤの前記第2端が接合されたワイヤ接合部と、
前記半導体素子より前記第2端に近い位置に配置され、かつ、前記ワイヤ接合部の基準温度を検出する基準温度検出部と、
を備え、
前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤの少なくとも一方は、前記金属部に直接接合されている、半導体装置。
- [請求項2] 前記基準温度検出部は、前記ワイヤ接合部に配置されており、
前記基準温度検出部と前記ワイヤ接合部との間に絶縁層が介在している、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記基準温度の検出信号を出力する第1基準温度検出端子および第2基準温度検出端子をさらに備え、
前記基準温度検出部は、前記第1基準温度検出端子に導通接合されている、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記基準温度検出部と前記第2基準温度検出端子とに導通接合される第3ワイヤをさらに備えている、請求項3に記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記基準温度の検出信号を出力する第1基準温度検出端子および第2基準温度検出端子と、
前記第1基準温度検出端子が導通接合されている第1導電体層と、

をさらに備え、

前記基準温度検出部は、前記第 1 導電体層に導通接合されている、請求項 1 に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記第 2 基準温度検出端子が導通接合されている第 2 導電体層をさらに備え、

前記基準温度検出部は、前記第 1 導電体層と前記第 2 導電体層とにまたがって配置されている、請求項 5 に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記第 1 ワイヤが接合された第 2 ワイヤ接合部と、
前記ワイヤ接合部と前記第 2 ワイヤ接合部との間の電圧に基づいて相対温度を検出する相対温度検出部と、

前記相対温度、および、前記基準温度検出部が検出した前記基準温度に基づいて絶対温度を算出する基準接点補償部と、
をさらに備えている、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項8] 前記半導体素子を駆動させる駆動回路をさらに備え、
前記駆動回路は、前記絶対温度に基づいて、前記半導体素子の過熱異常を検知する過熱保護部を備えている、請求項 7 に記載の半導体装置。

[請求項9] 前記第 1 金属は Cu であり、
前記第 2 金属はコンスタンタンである、請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項10] 前記第 3 金属は、前記第 1 金属と同じ金属である、請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の半導体装置。

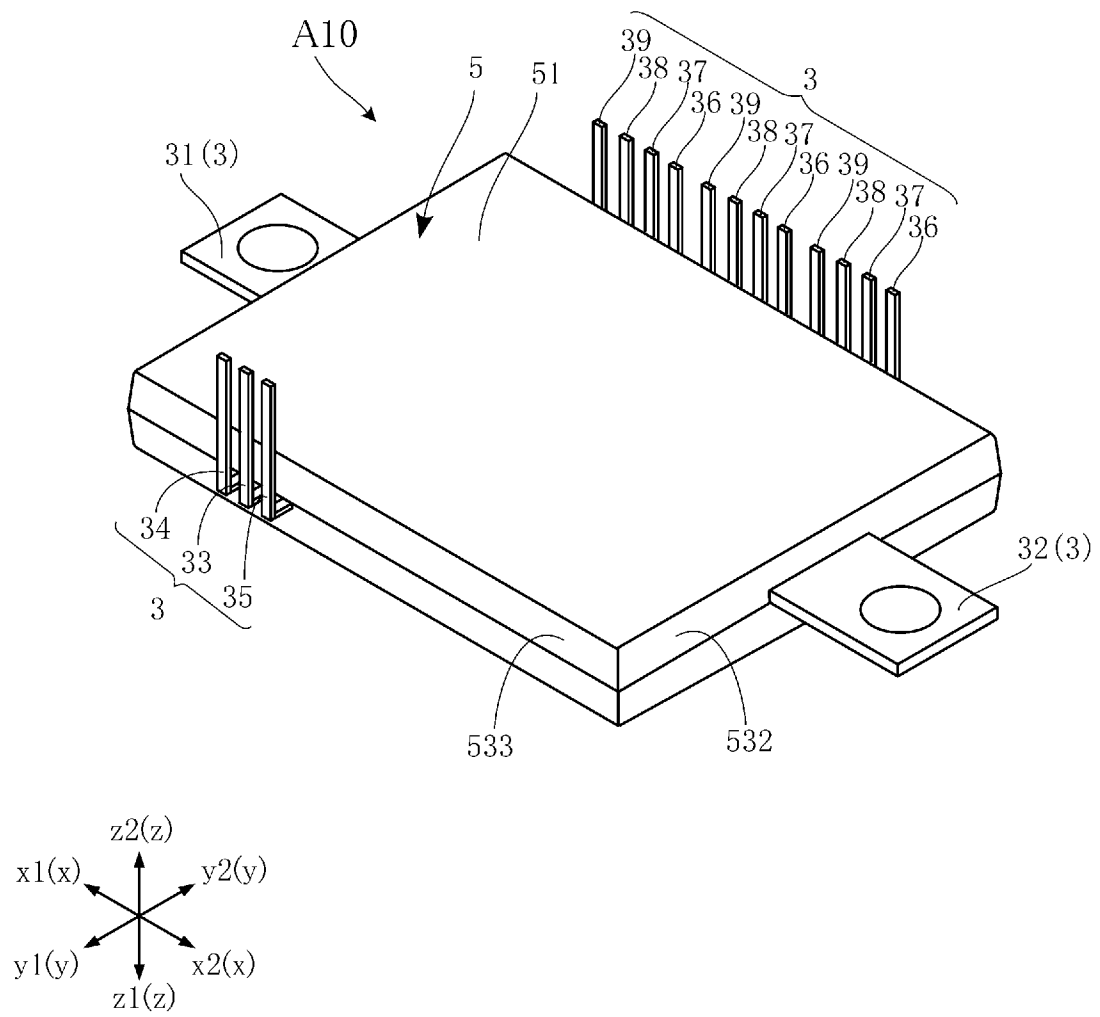
[請求項11] 前記第 1 ワイヤおよび前記第 2 ワイヤはそれぞれ、前記金属部に直接接合されている、請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項12] 前記金属部において、前記第 1 ワイヤと前記第 2 ワイヤとは、互いに重なって接合されている、請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の

半導体装置。

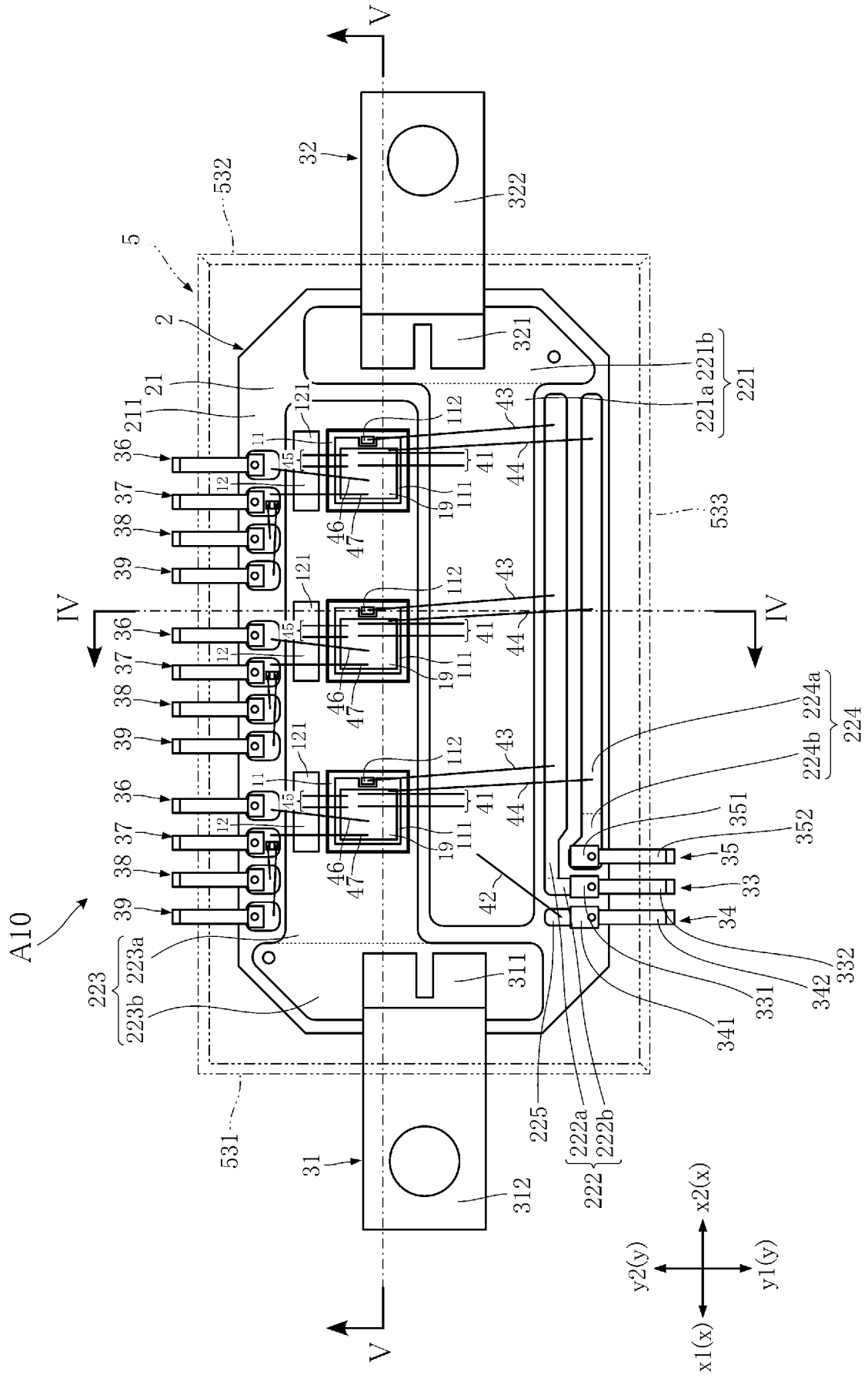
- [請求項13] 前記第1電極に接合された金属板をさらに備え、
前記金属部は、前記金属板である、請求項1ないし12のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項14] 前記金属部は、前記第1電極である、請求項1ないし12のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項15] 前記半導体素子が搭載された絶縁性の基板と、
前記基板上に配置され、かつ、前記半導体素子の前記素子裏面が接合された第3導電体層と、
をさらに備え、
前記金属部は、前記第3導電体層である、請求項1ないし12のいずれかに記載の半導体装置。

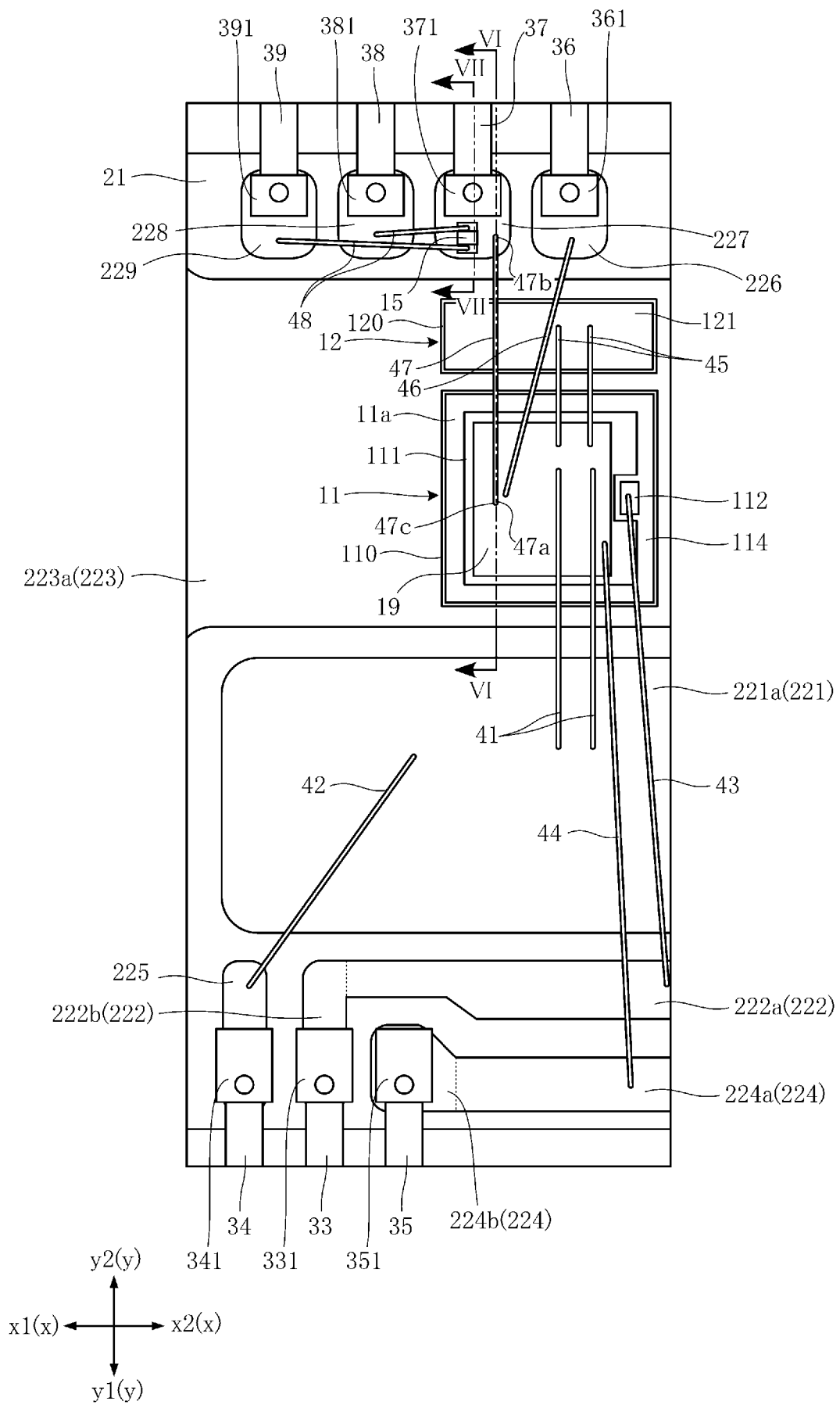
[図1]
FIG.1



[図2]

FIG.2





[図4]
FIG.4

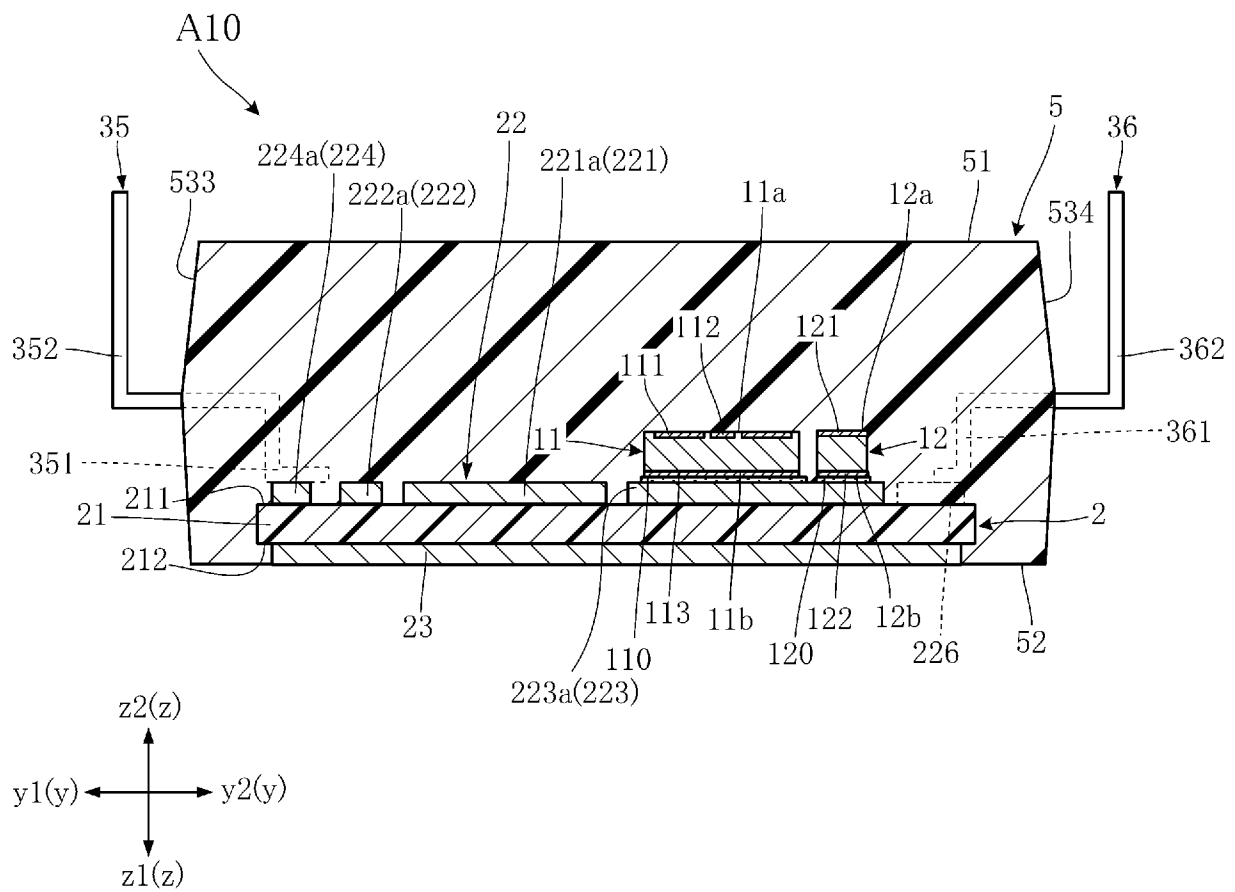
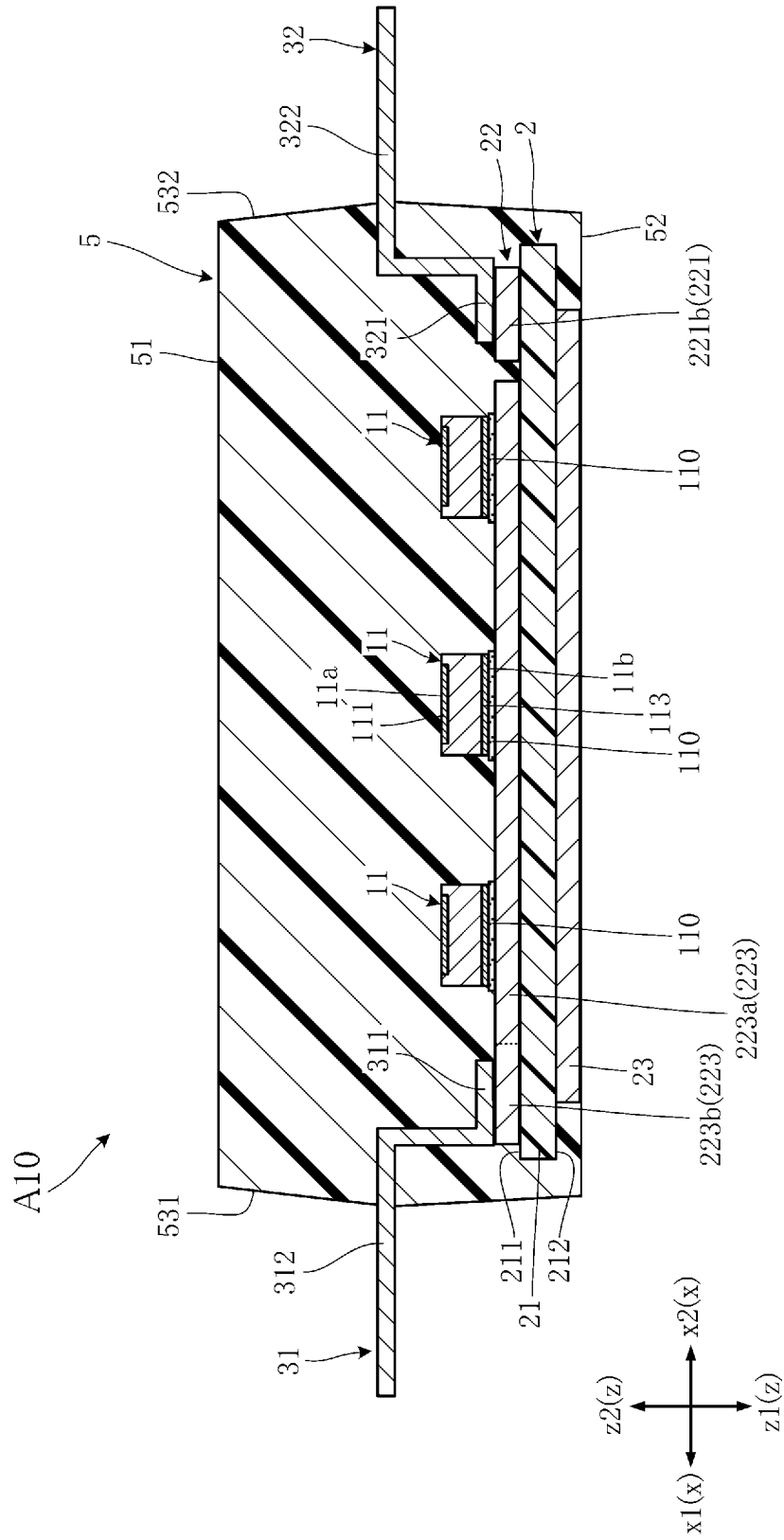
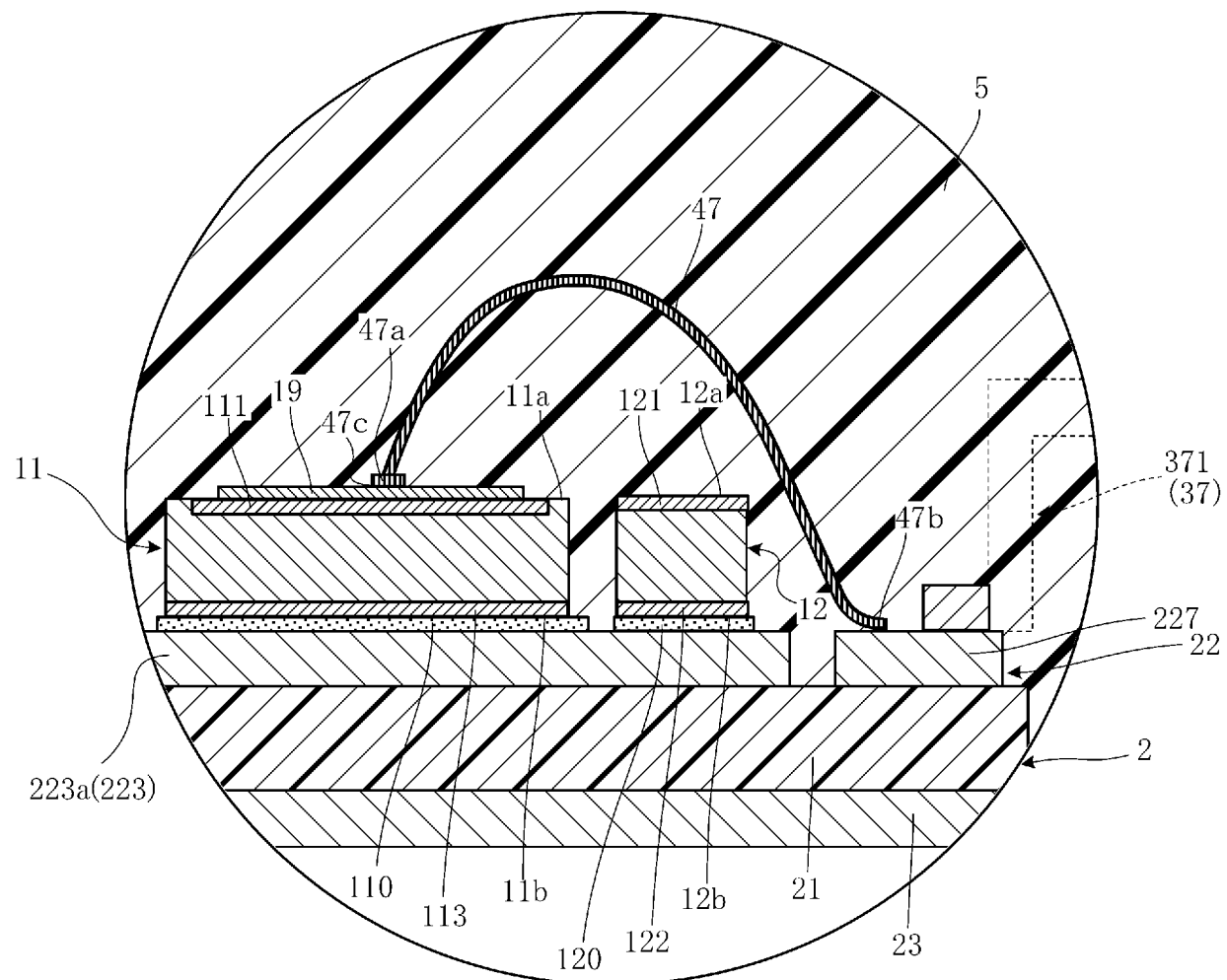


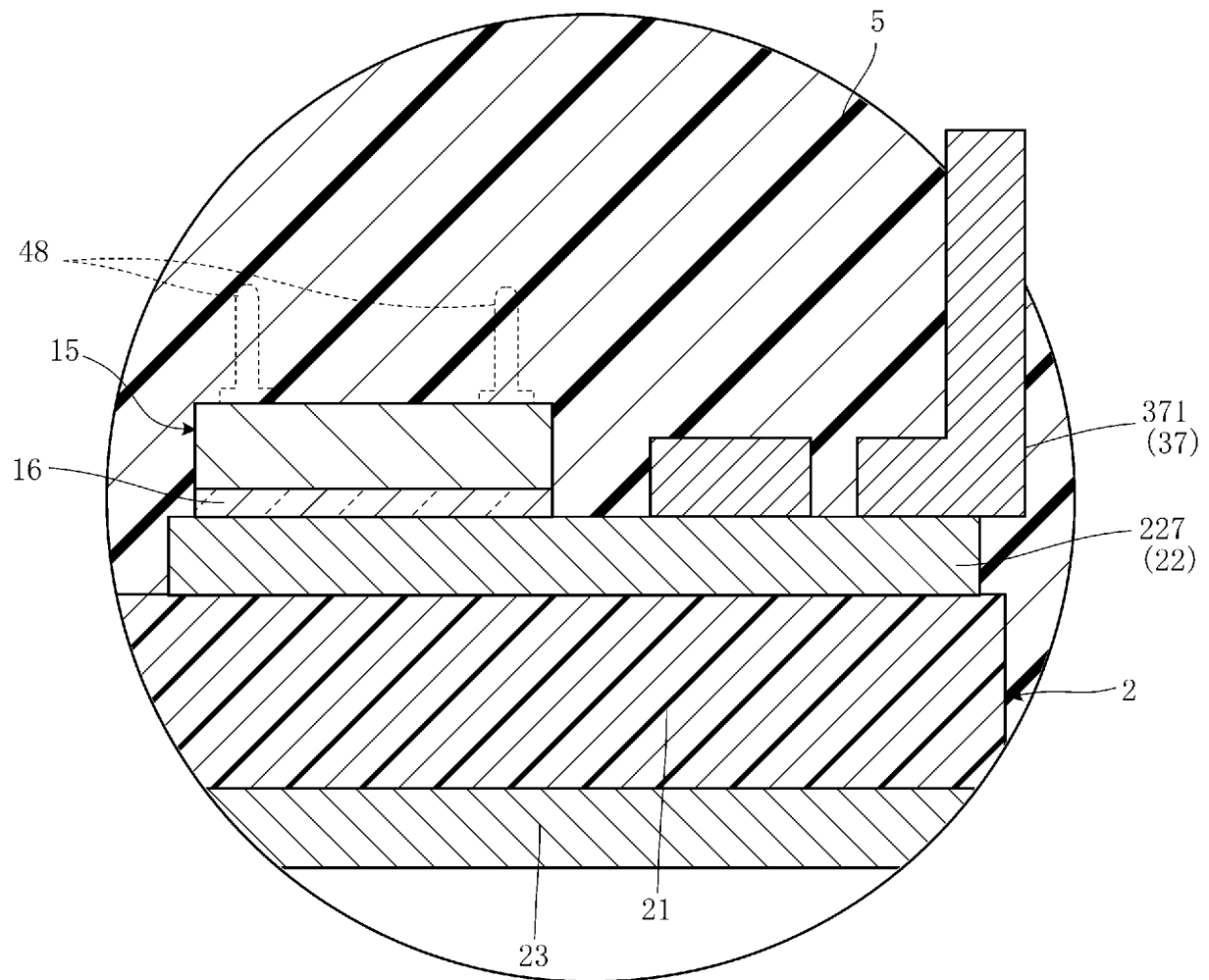
FIG.5

[図5]

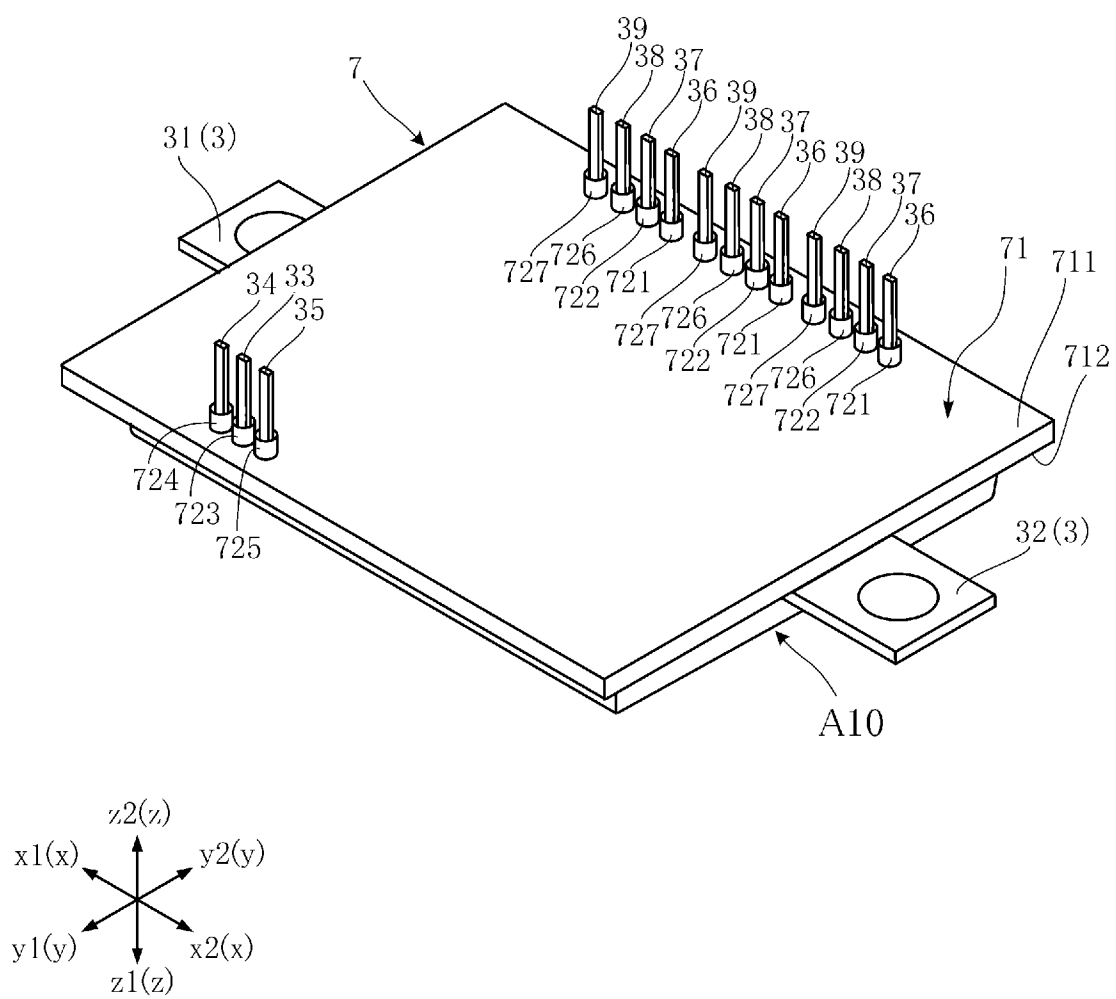


[図6]
FIG.6

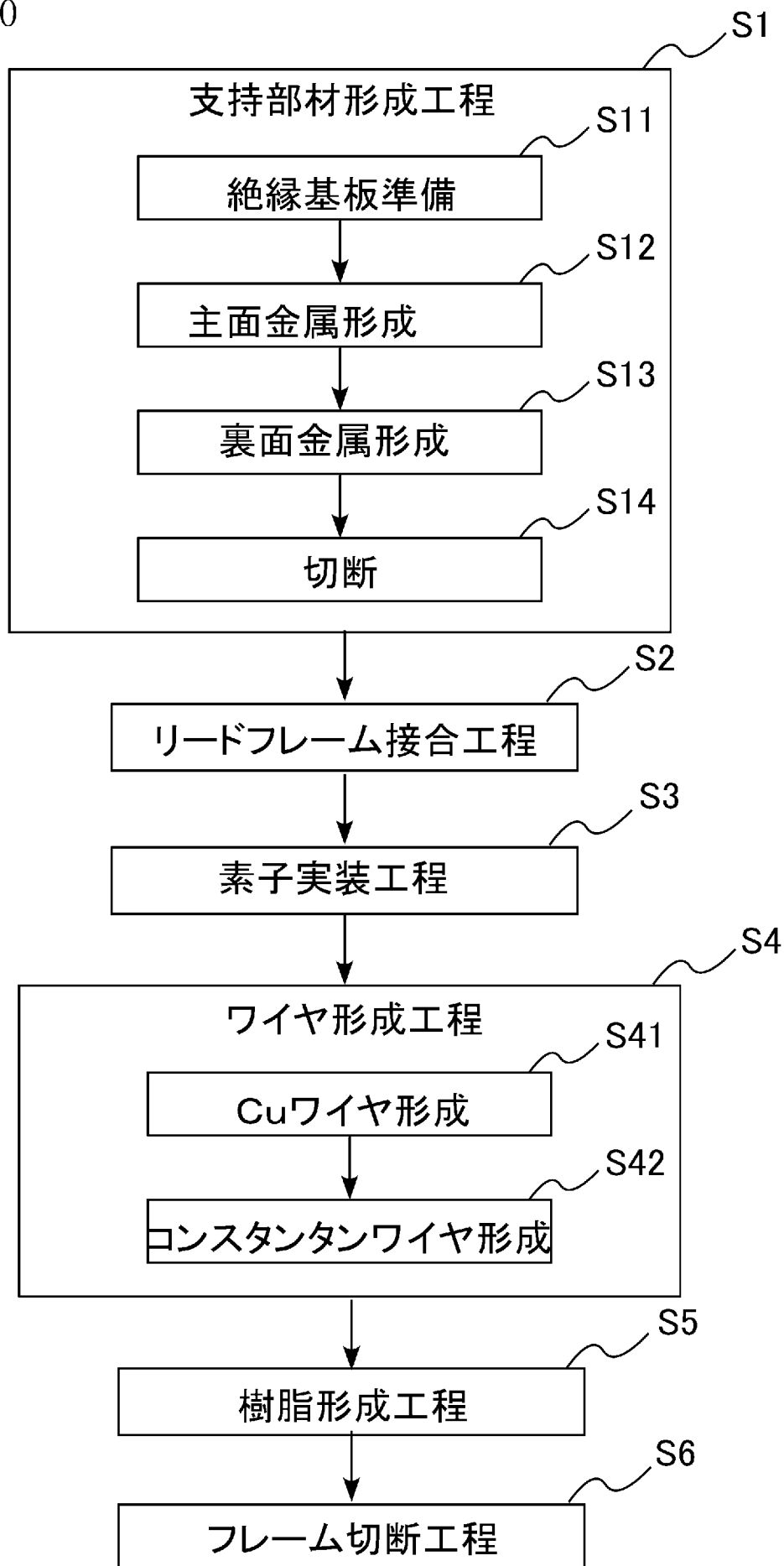


[図7]
FIG.7

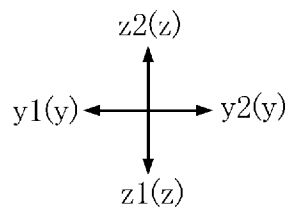
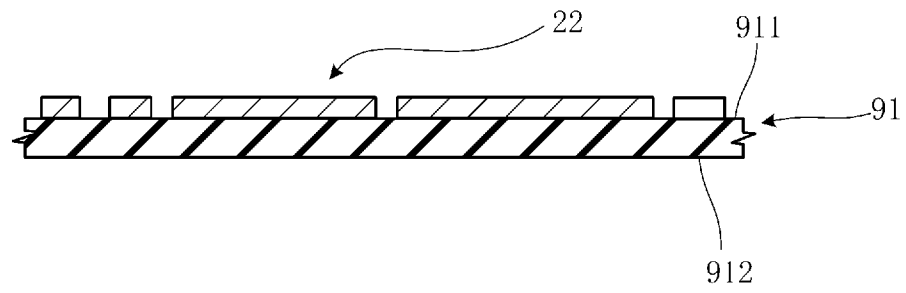
[図8]
FIG.8



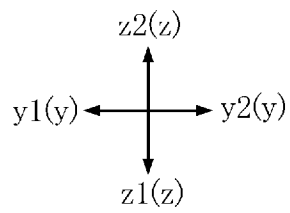
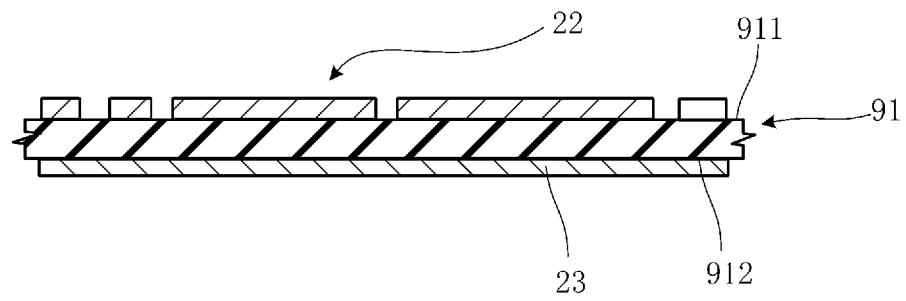
[図10]
FIG.10



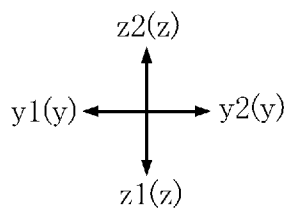
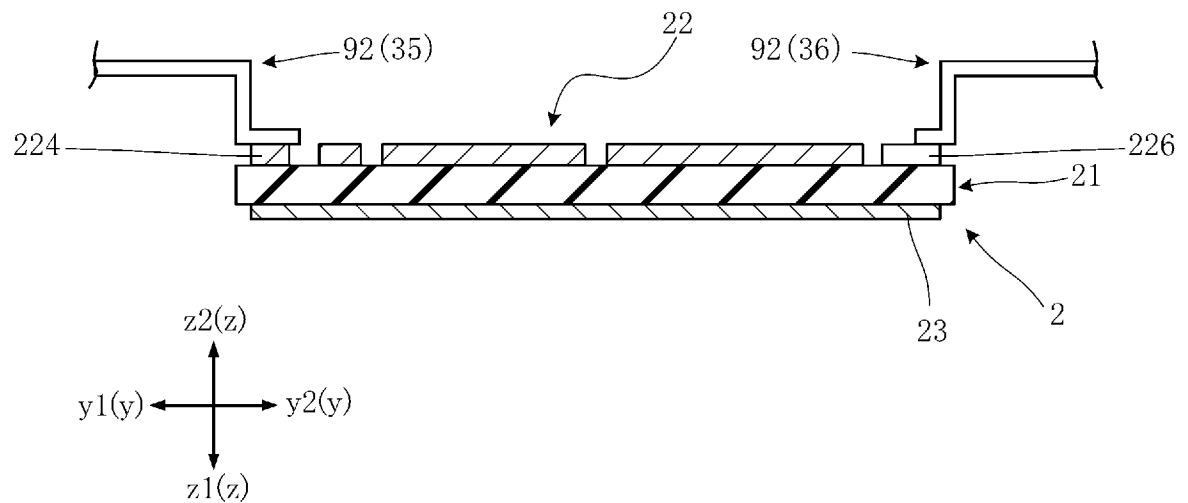
【図11】
FIG.11



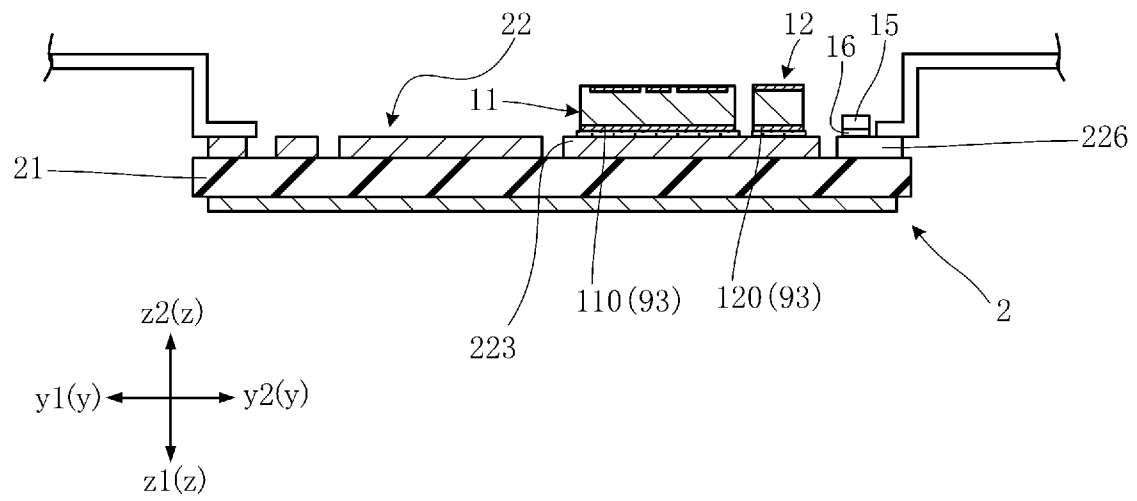
【図12】
FIG.12



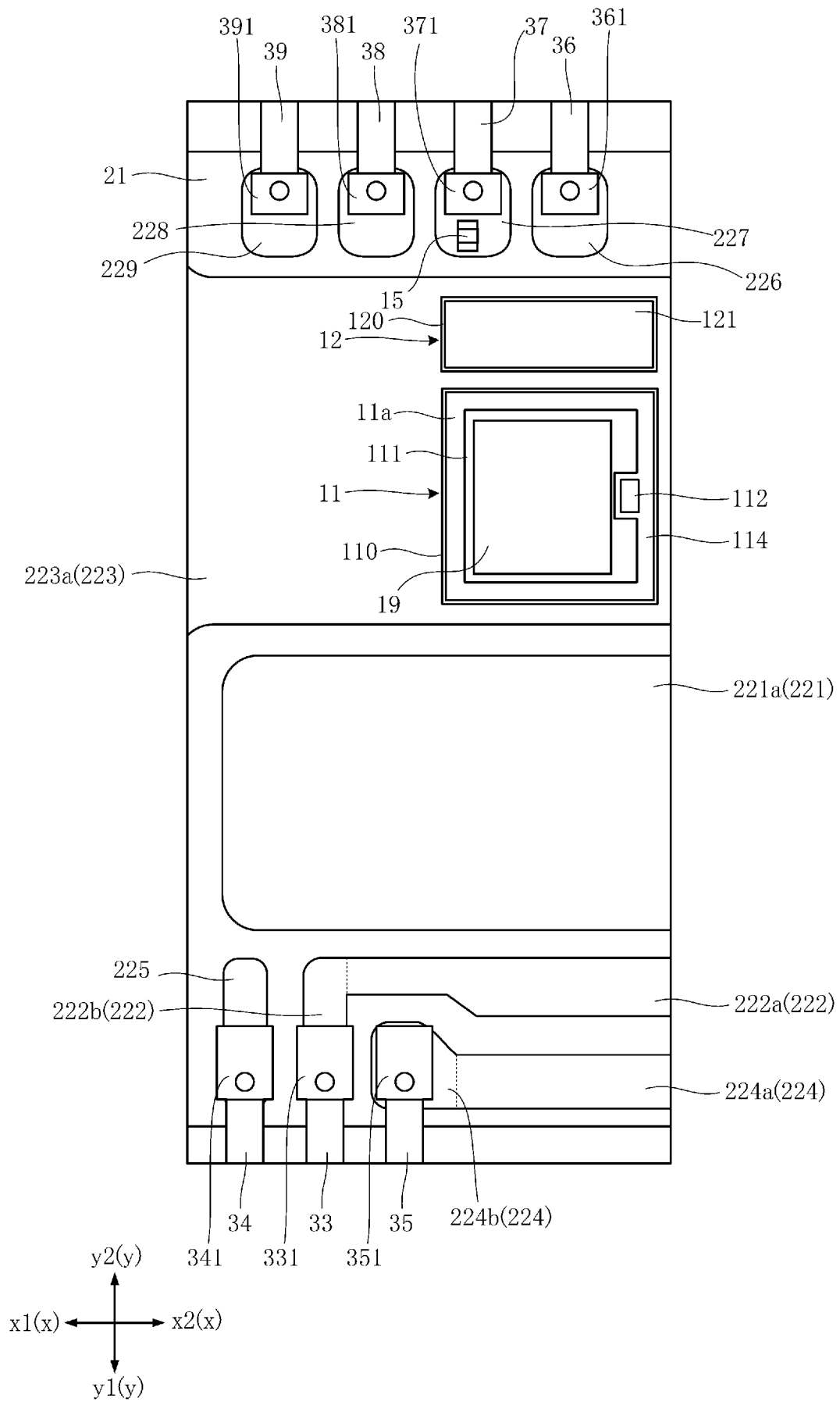
【図13】
FIG.13



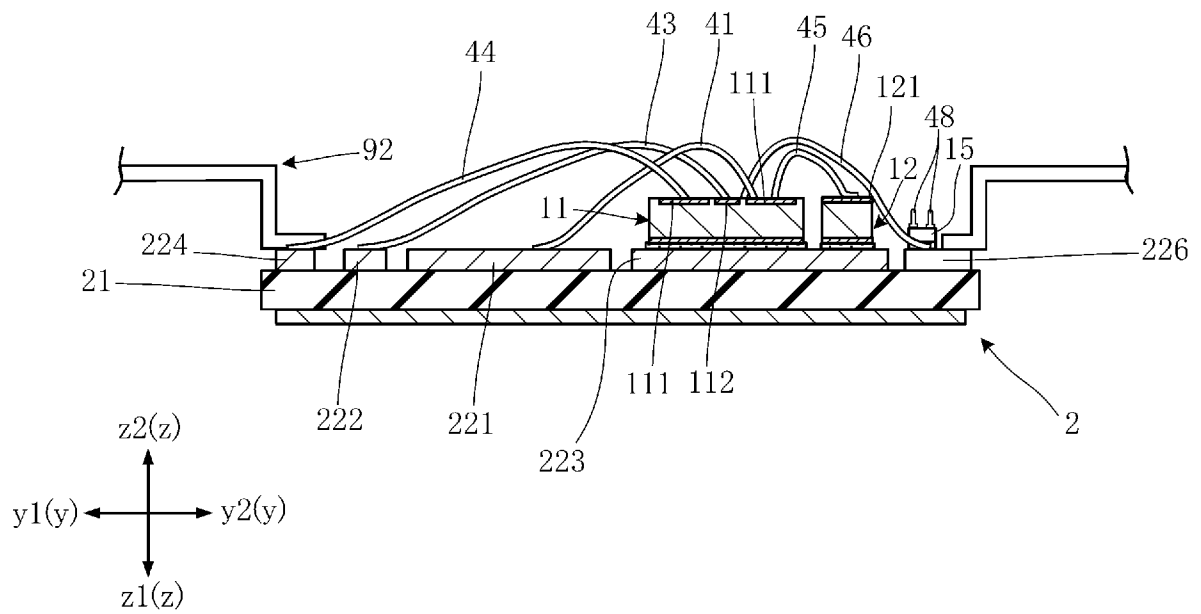
[図14]
FIG.14



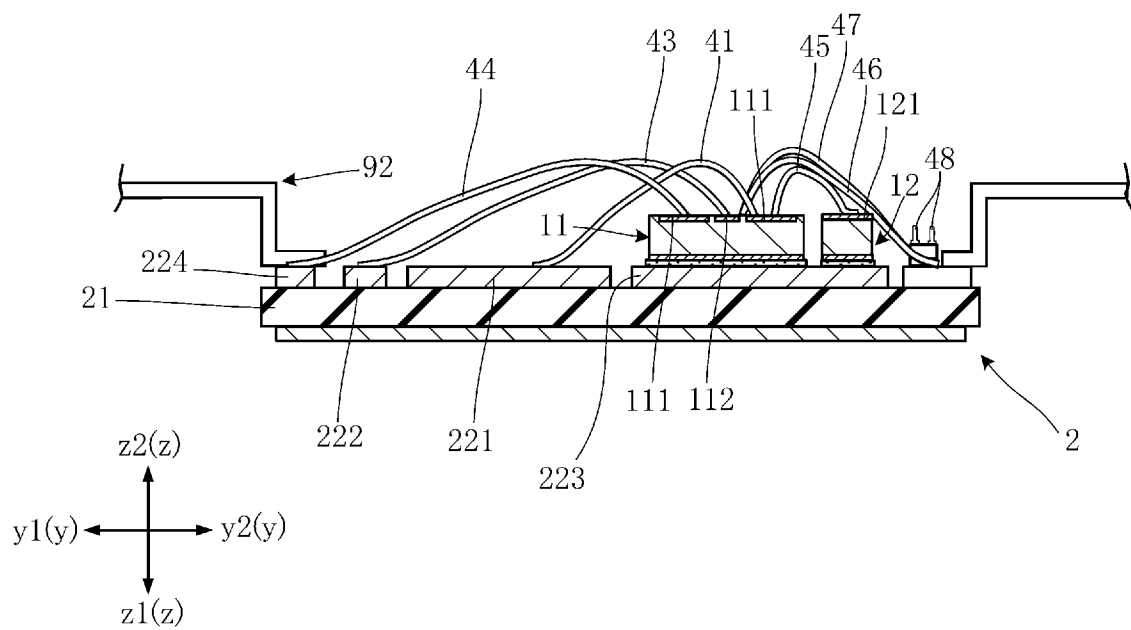
[図15]
FIG.15



【図16】
FIG.16

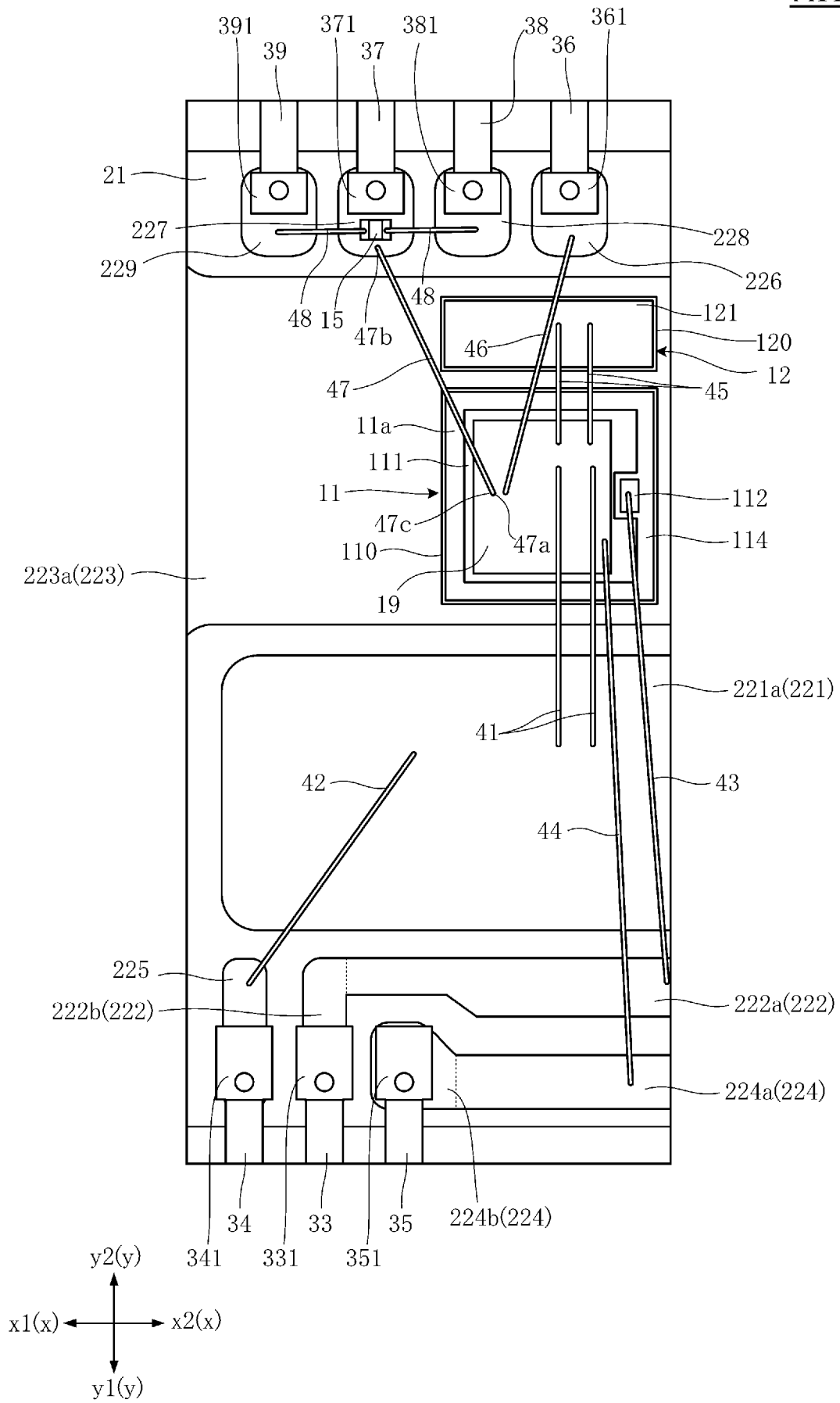


【図17】
FIG.17



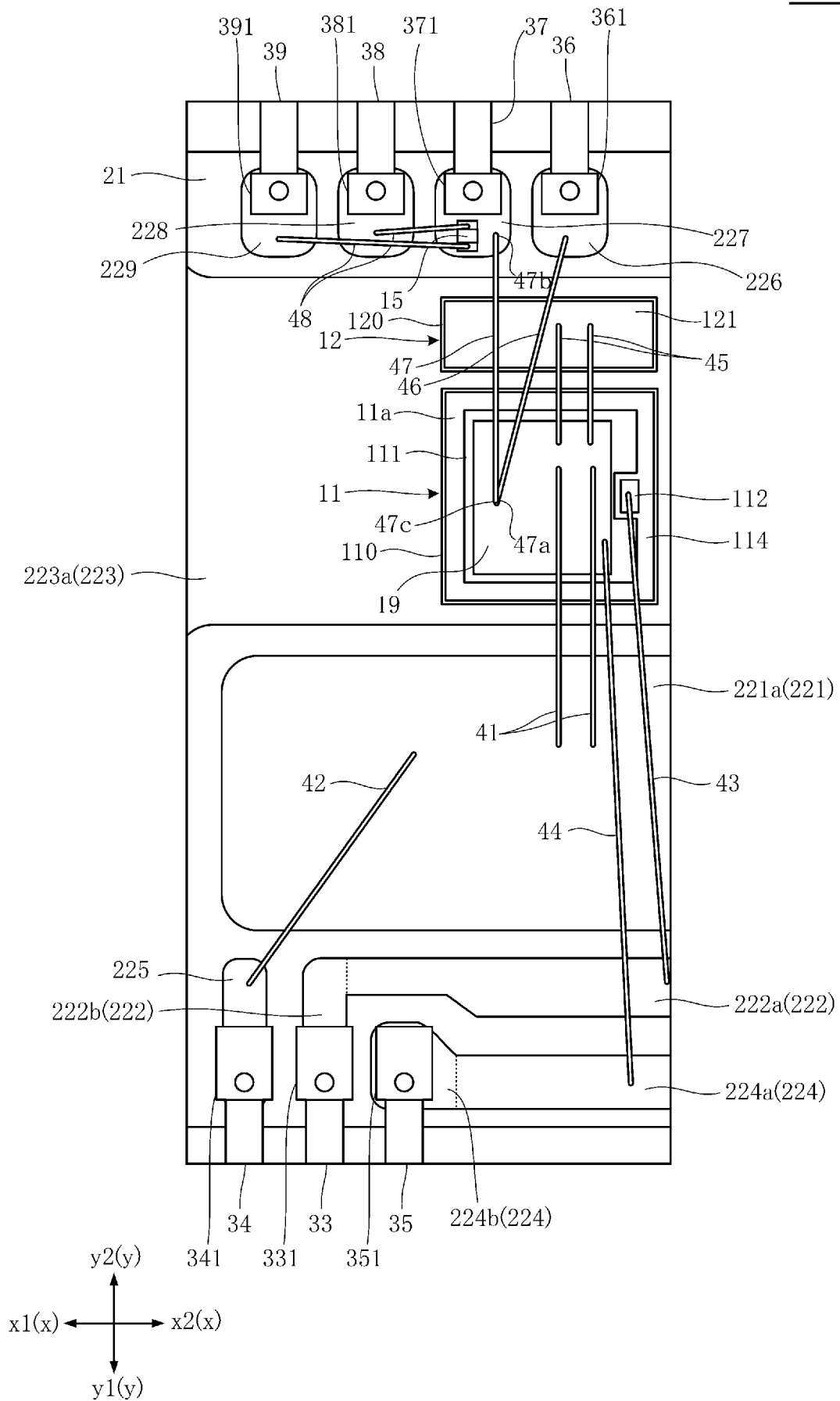
[図18]
FIG.18

A11



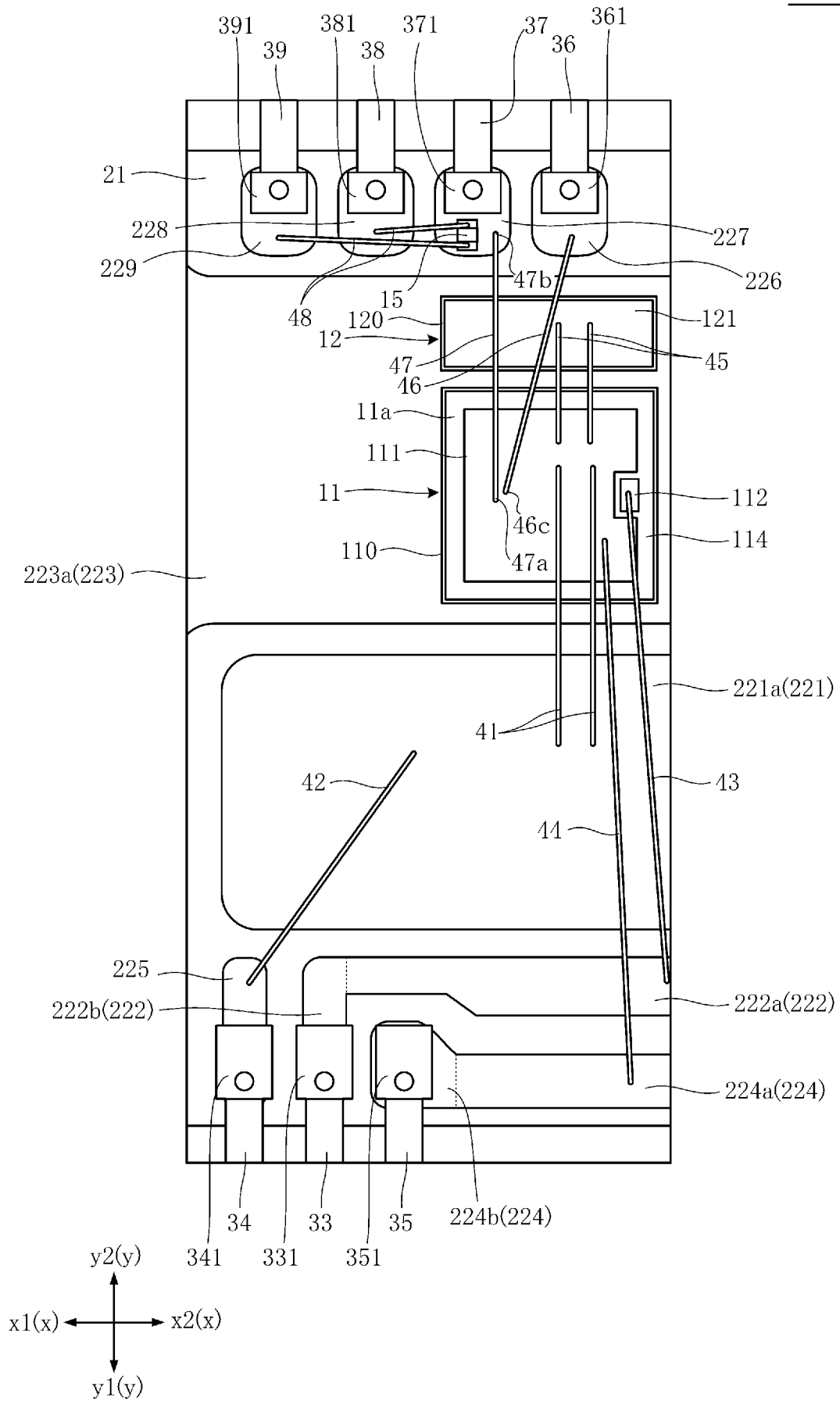
[図19]
FIG.19

A12



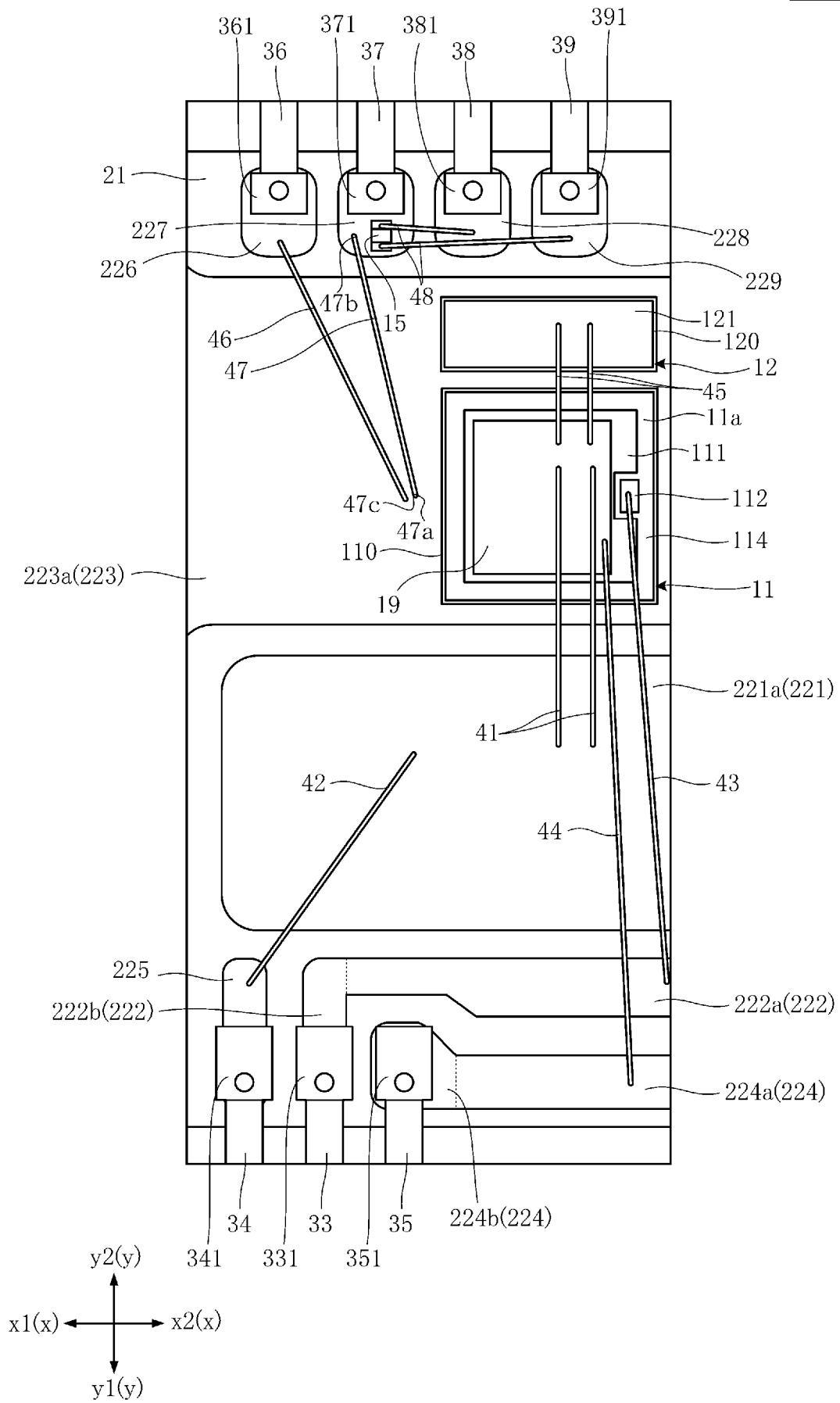
[図20]
FIG.20

A13

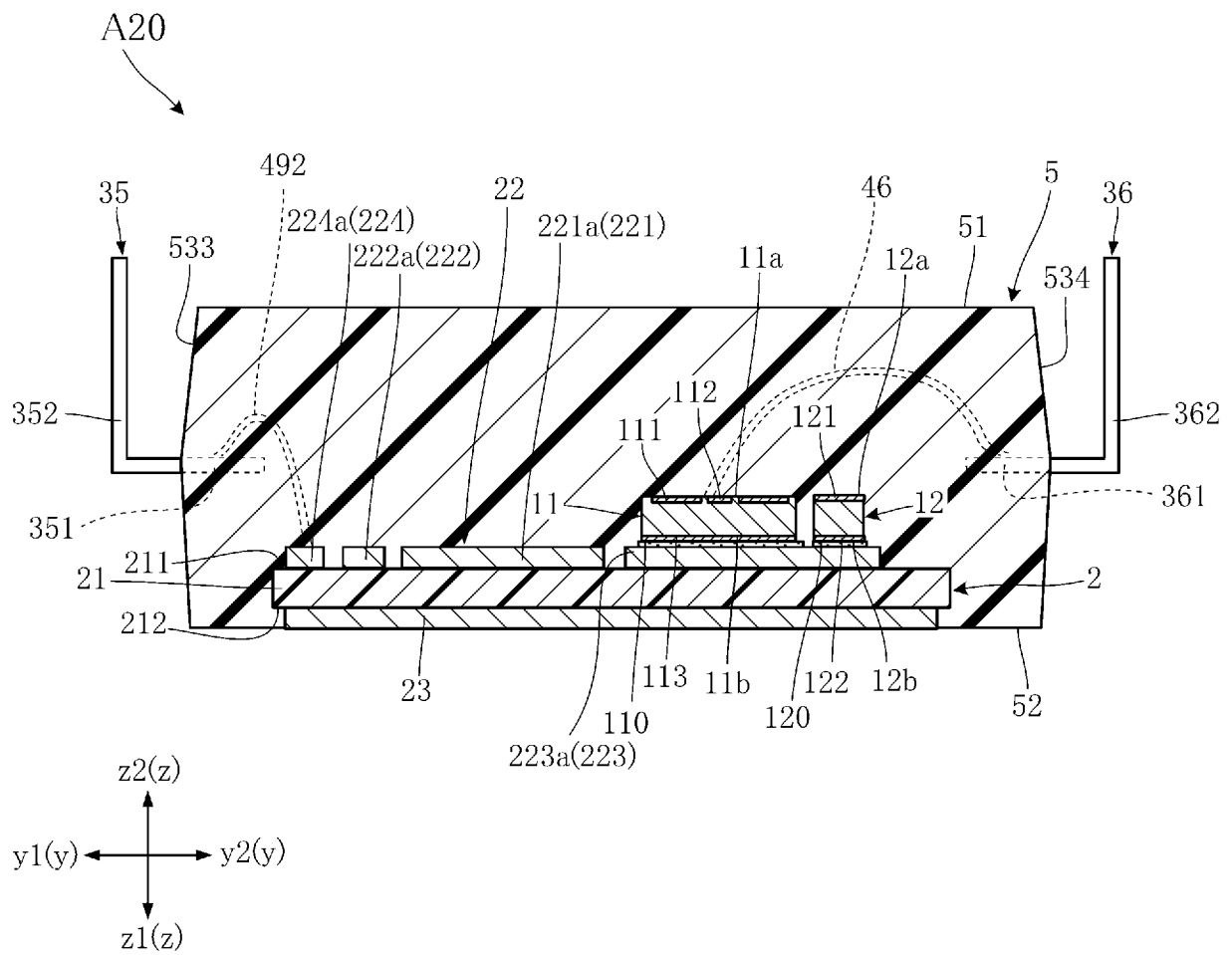


[図21]
FIG.21

A14

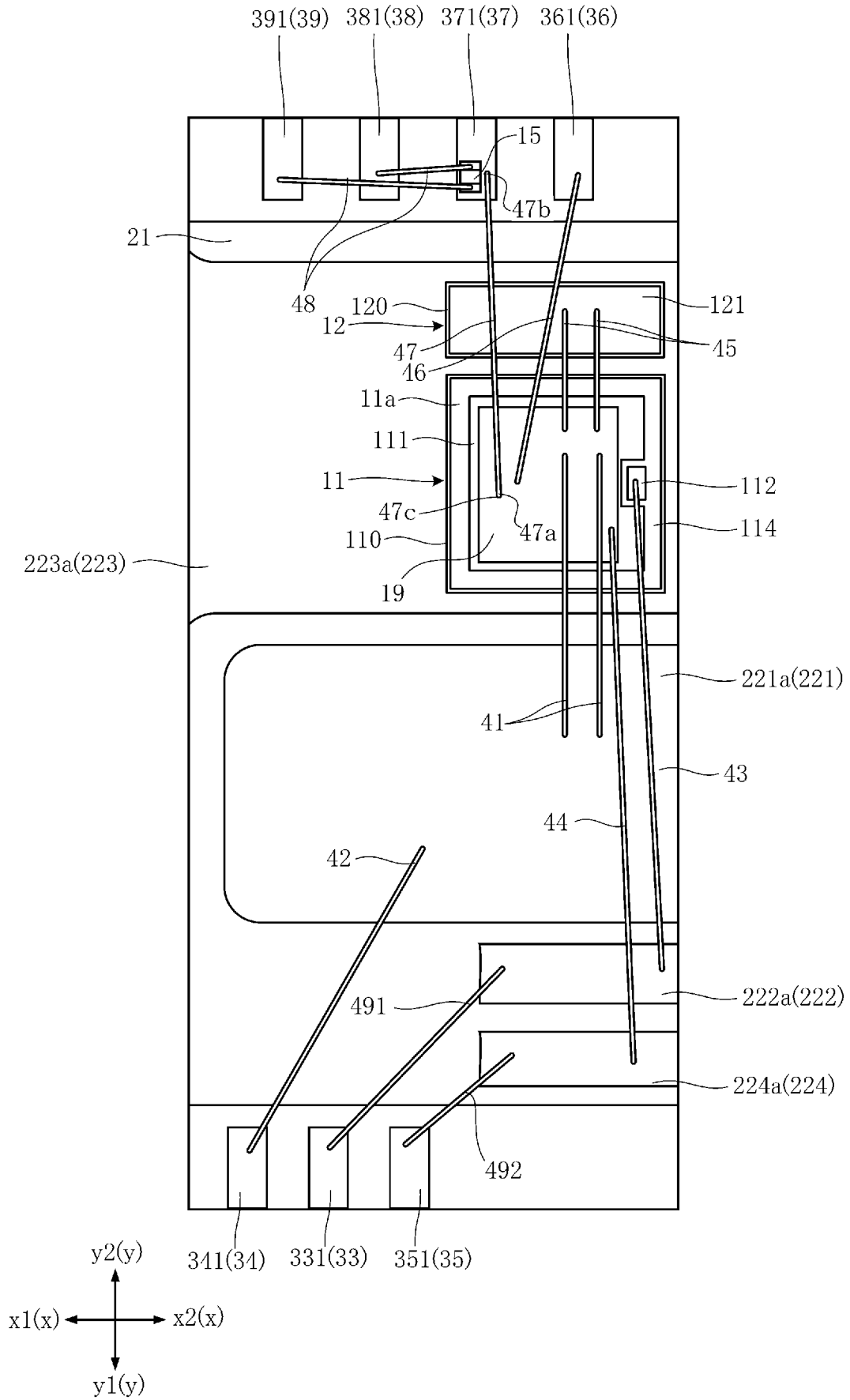


[図22]
FIG.22



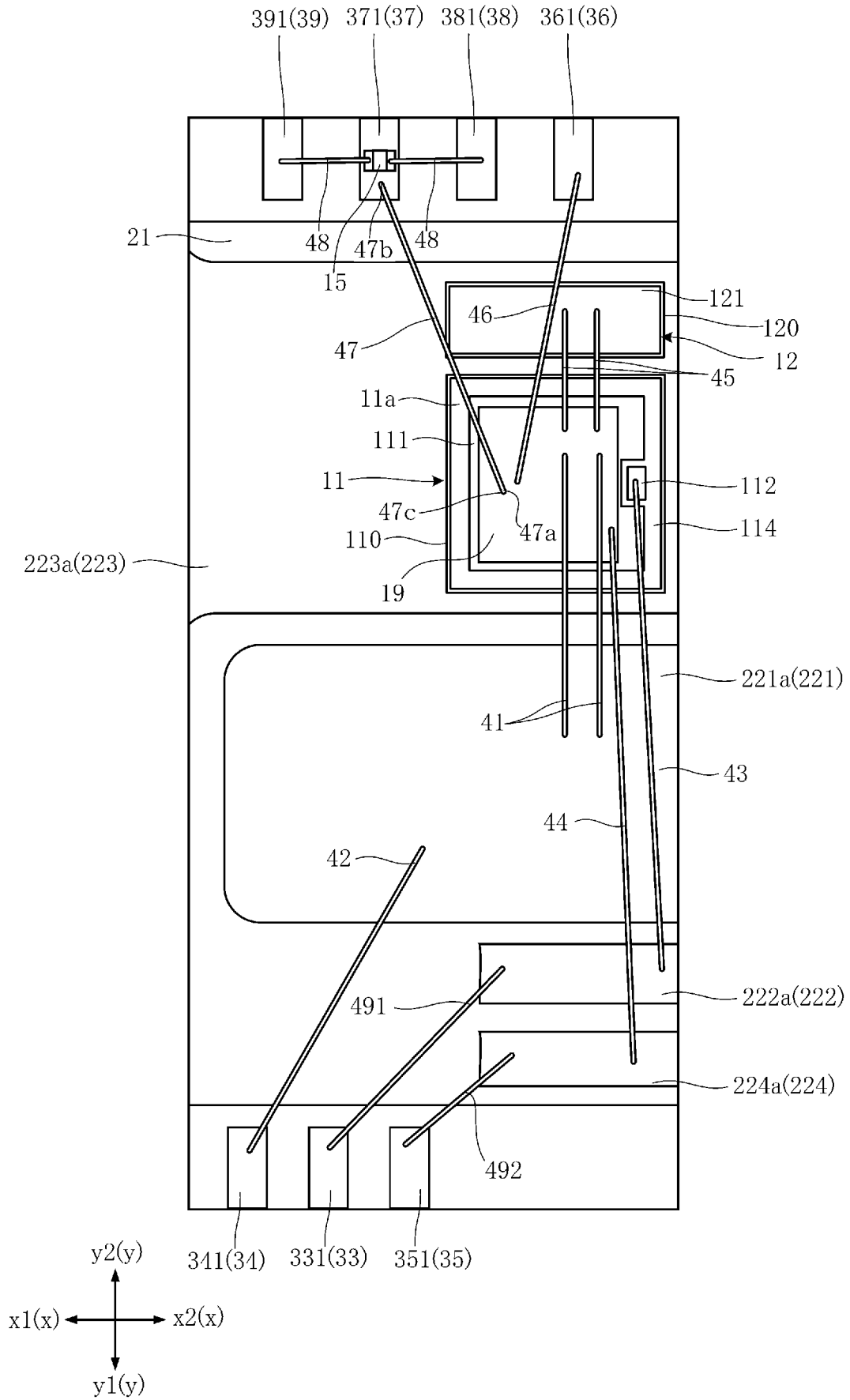
[図23]
FIG.23

A20



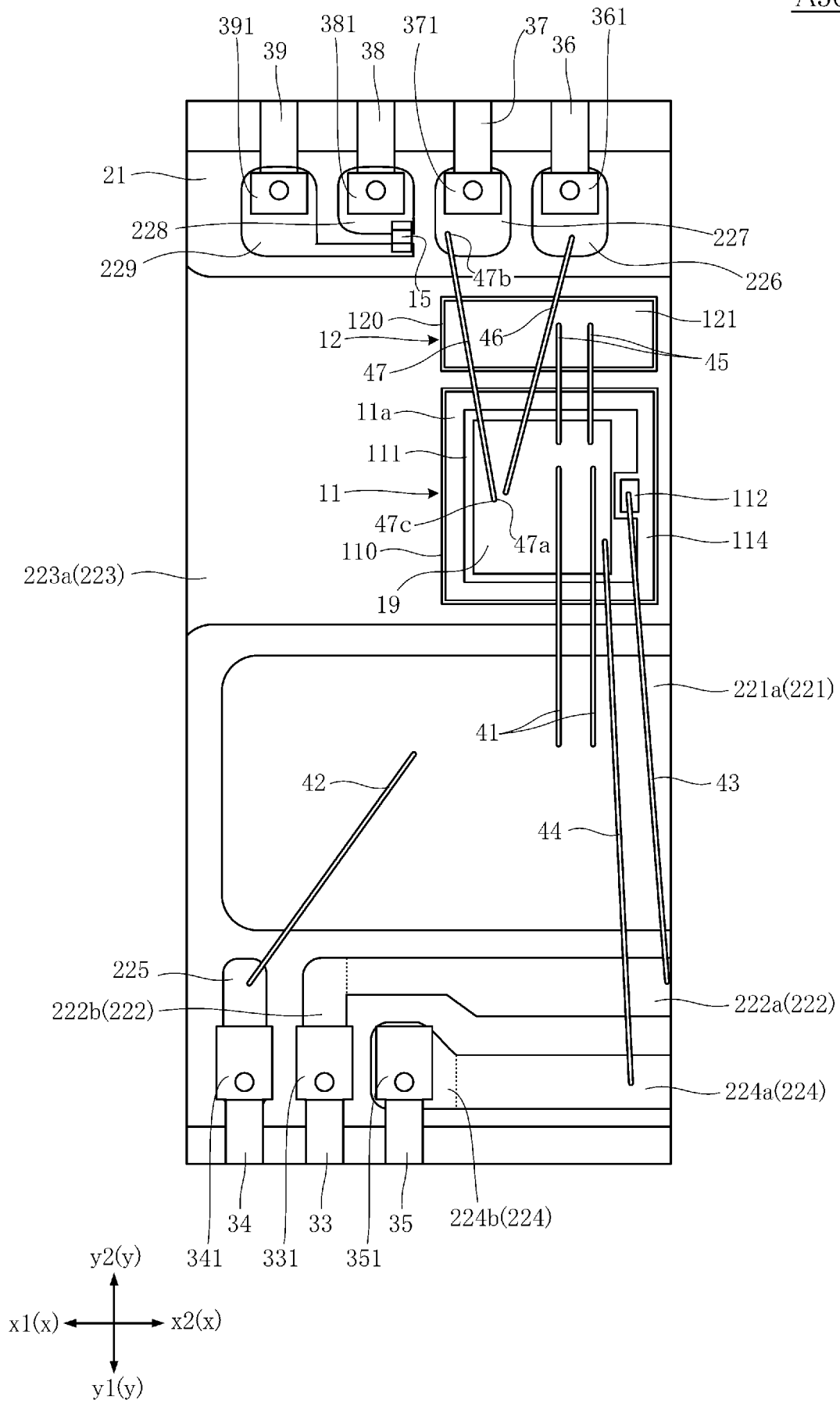
[図24]
FIG.24

A21



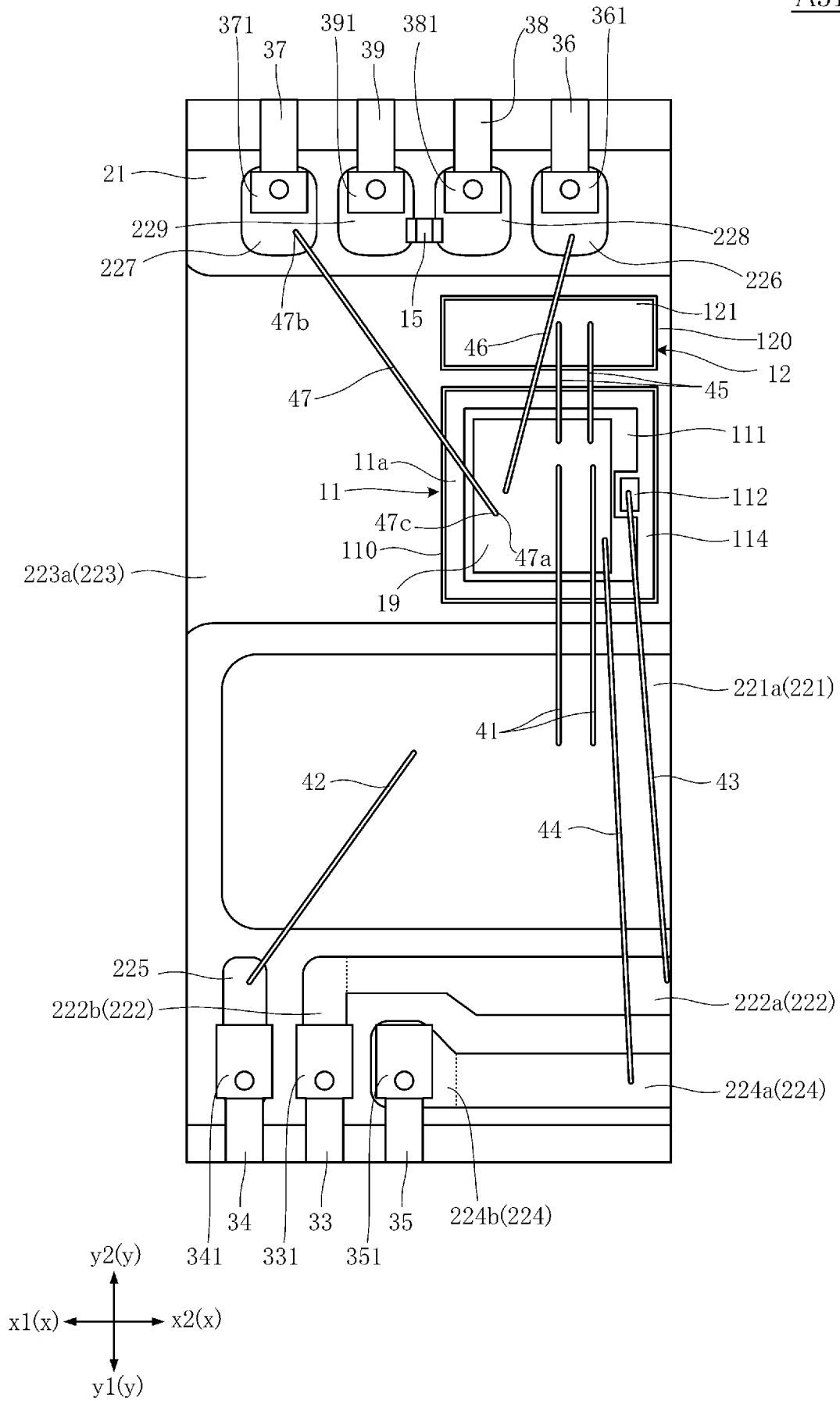
[図25]
FIG.25

A30



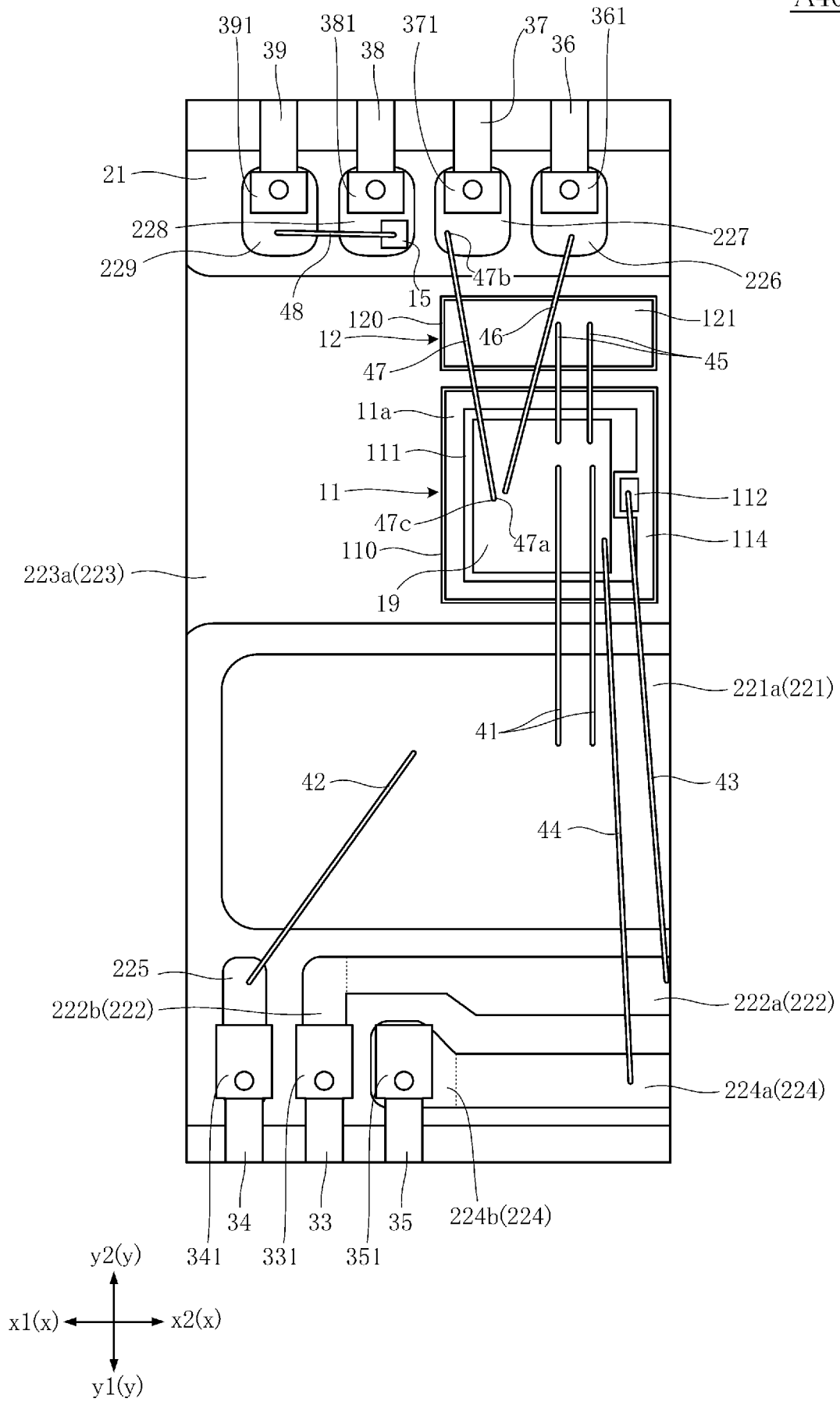
[図26]
FIG.26

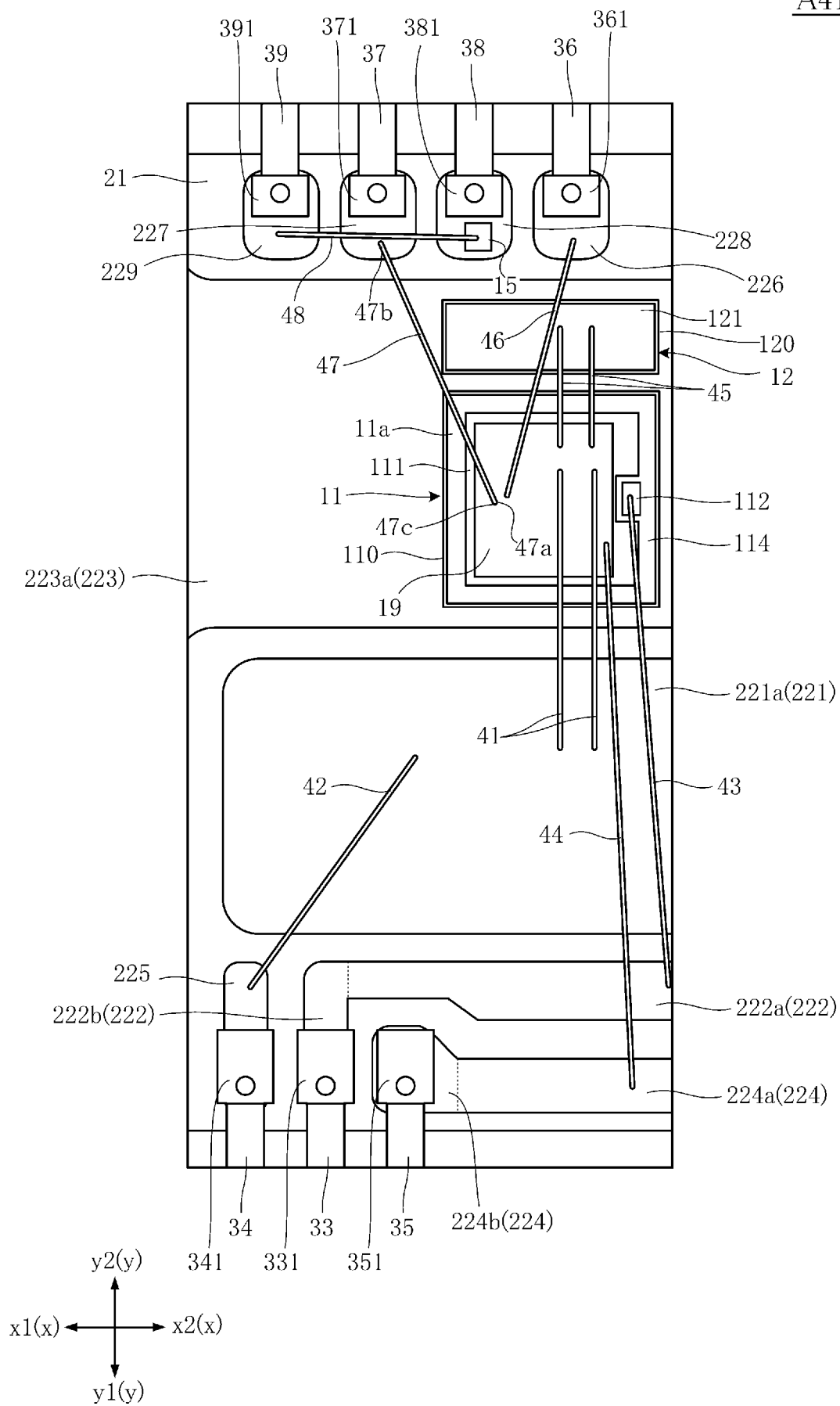
A31



[図27]
FIG.27

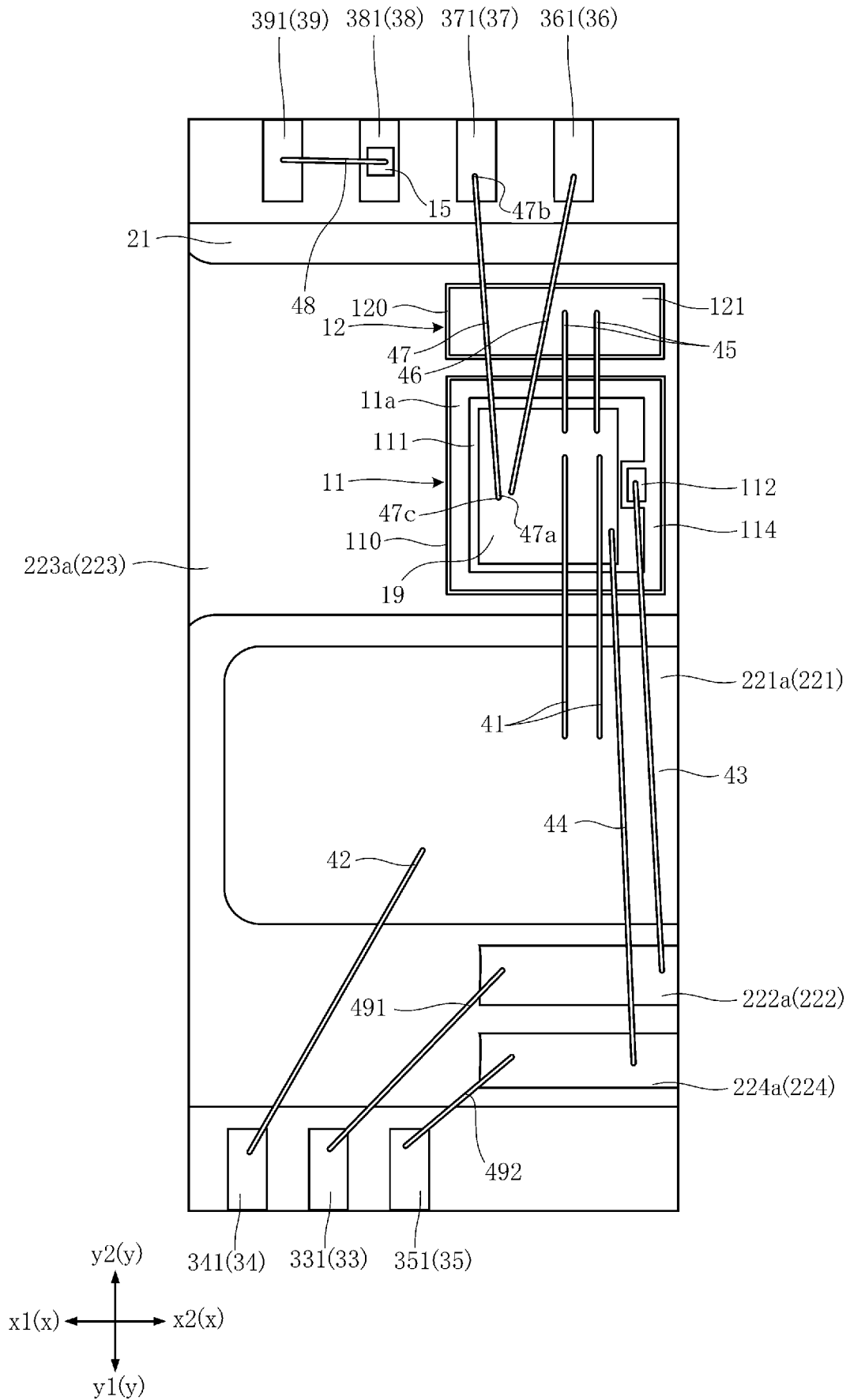
A40



A41

[図29]
FIG.29

A50



[図30]
FIG.30

A51

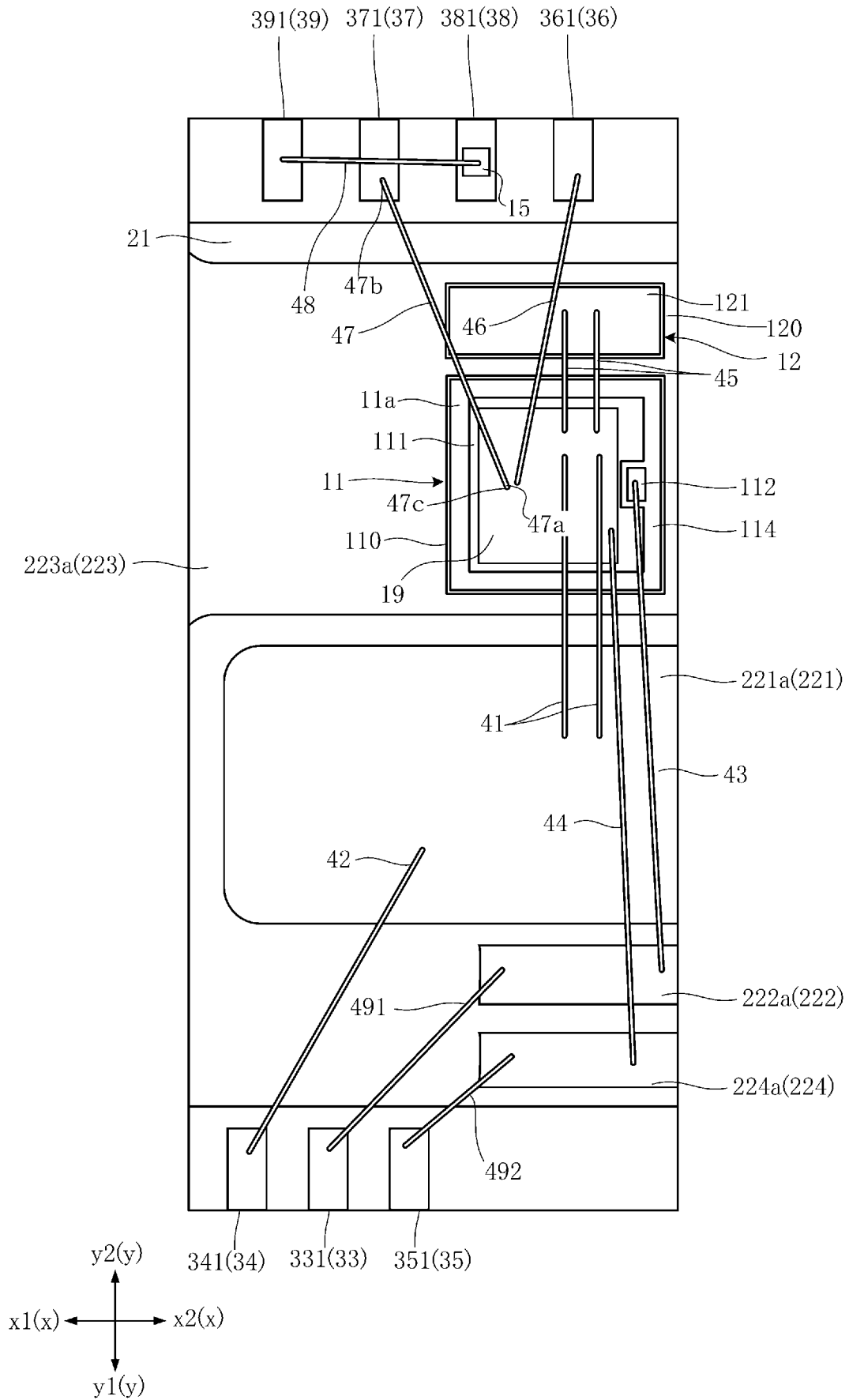
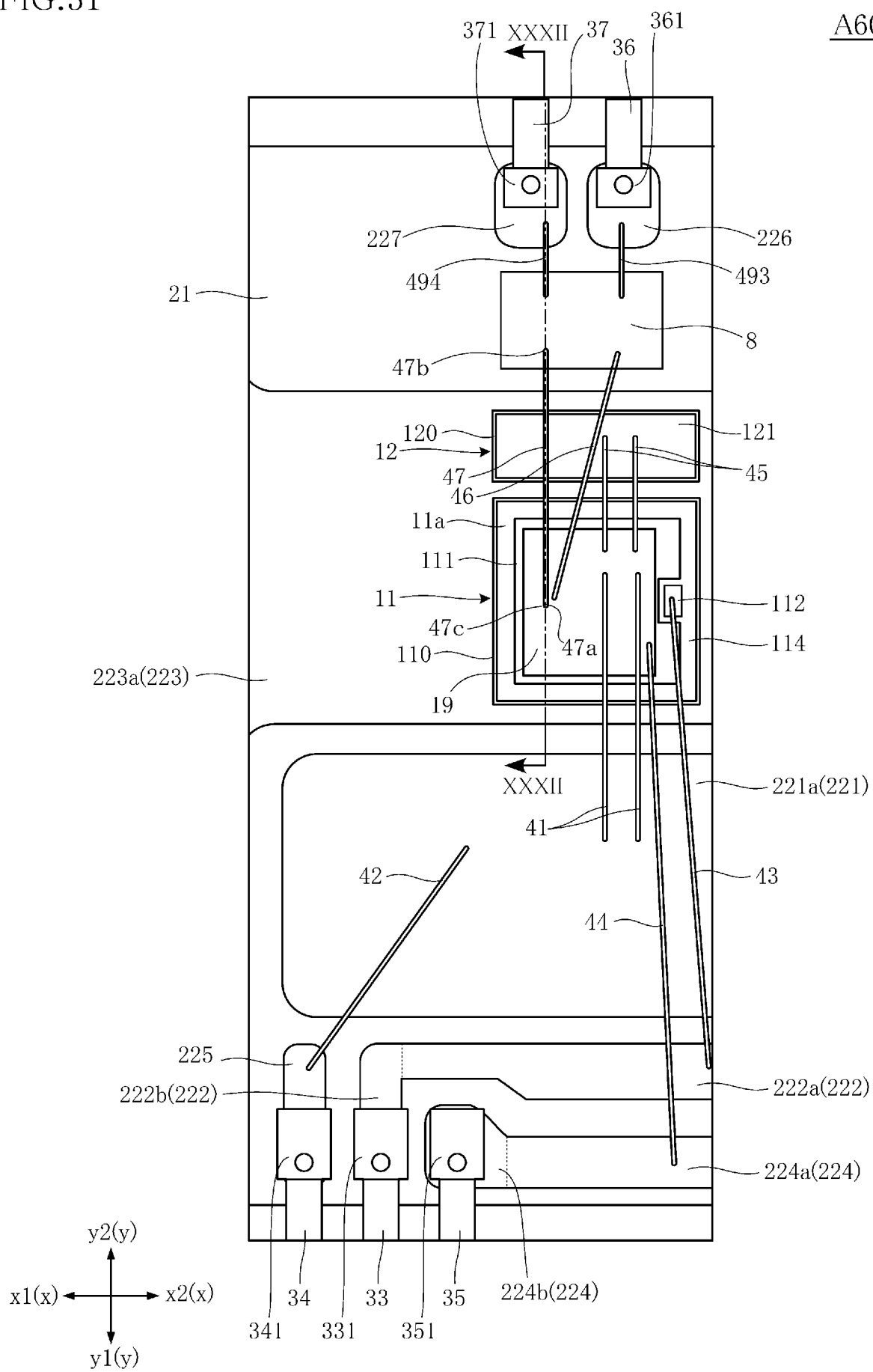


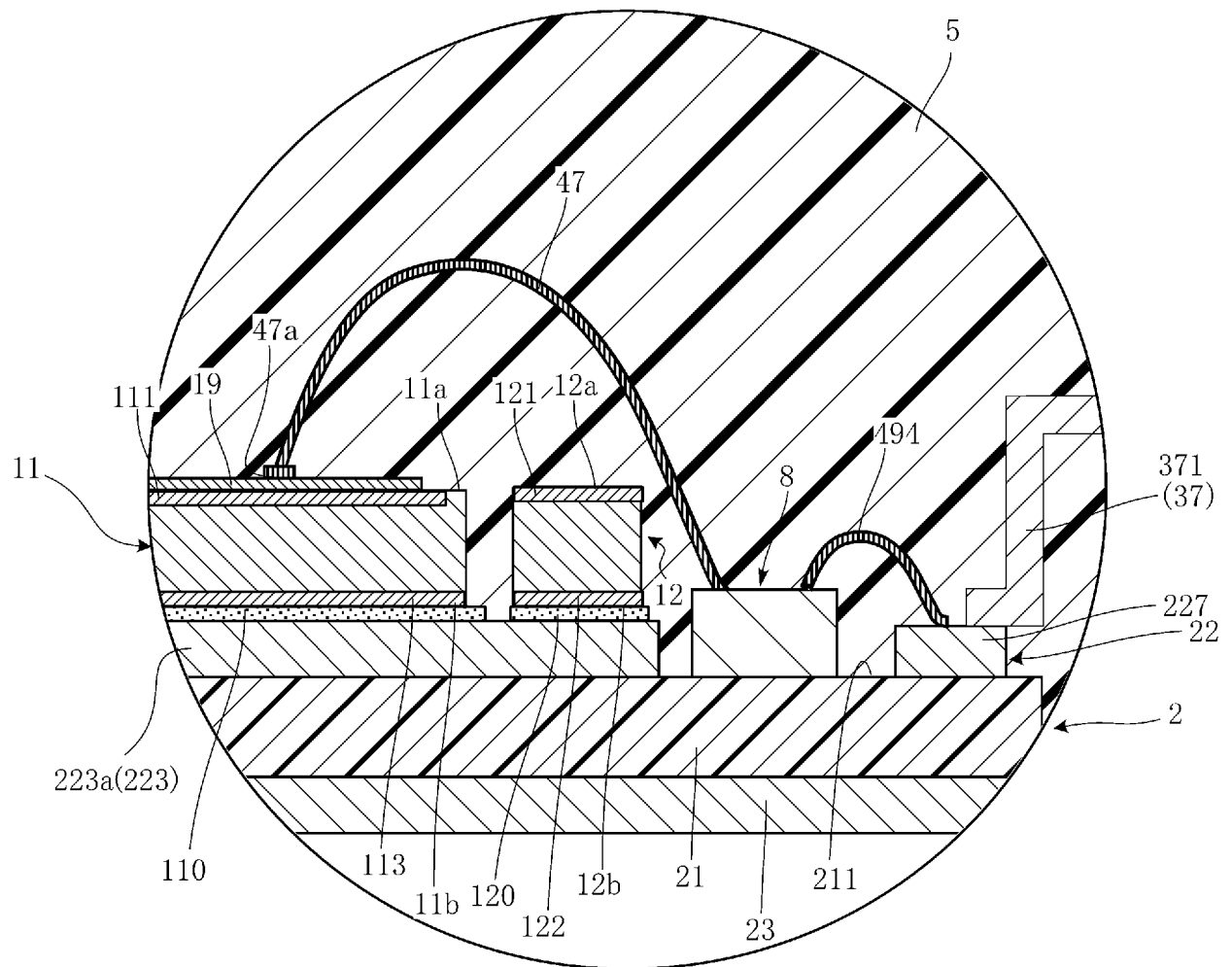
FIG. 31

A60

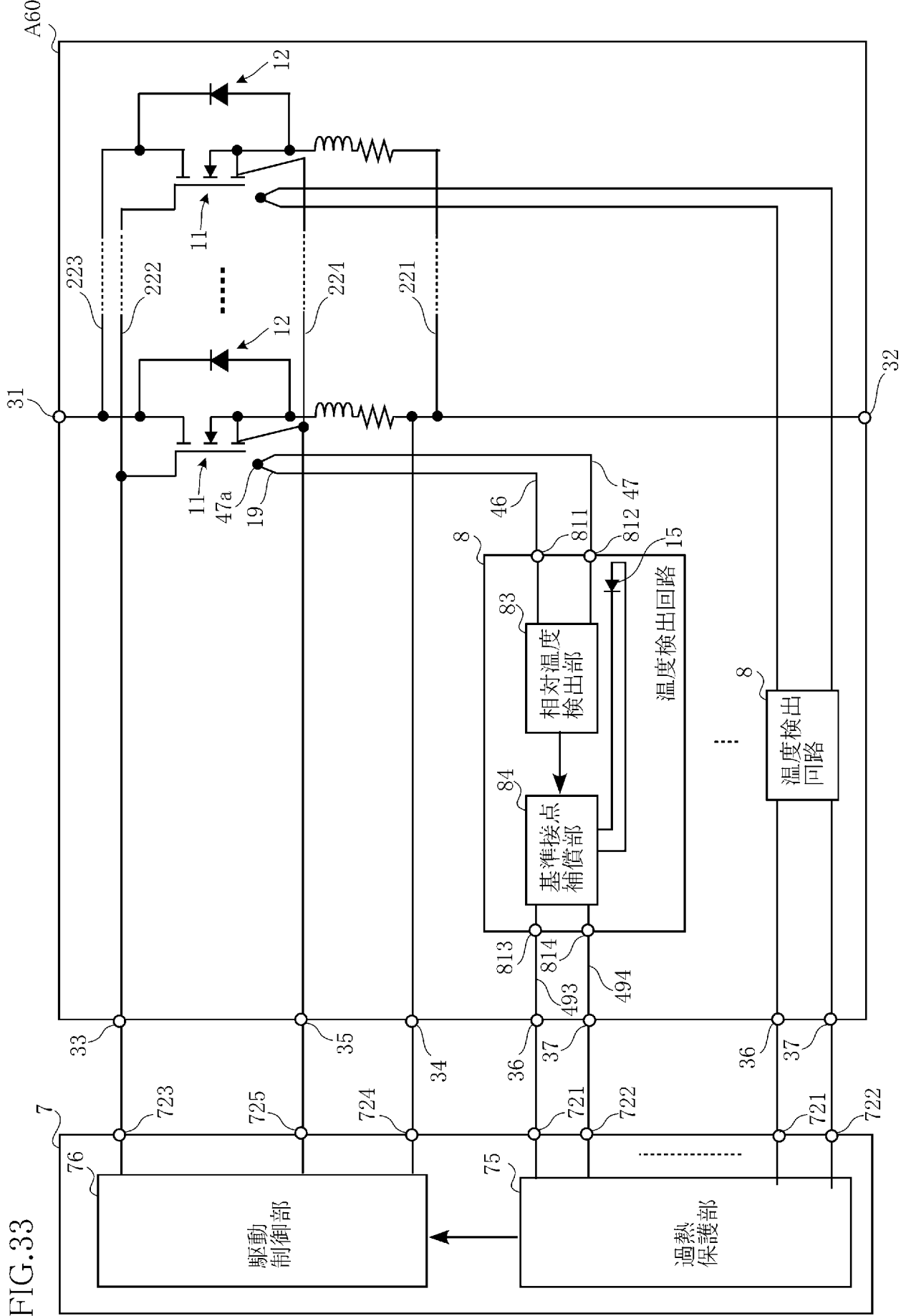


[図32]
FIG.32

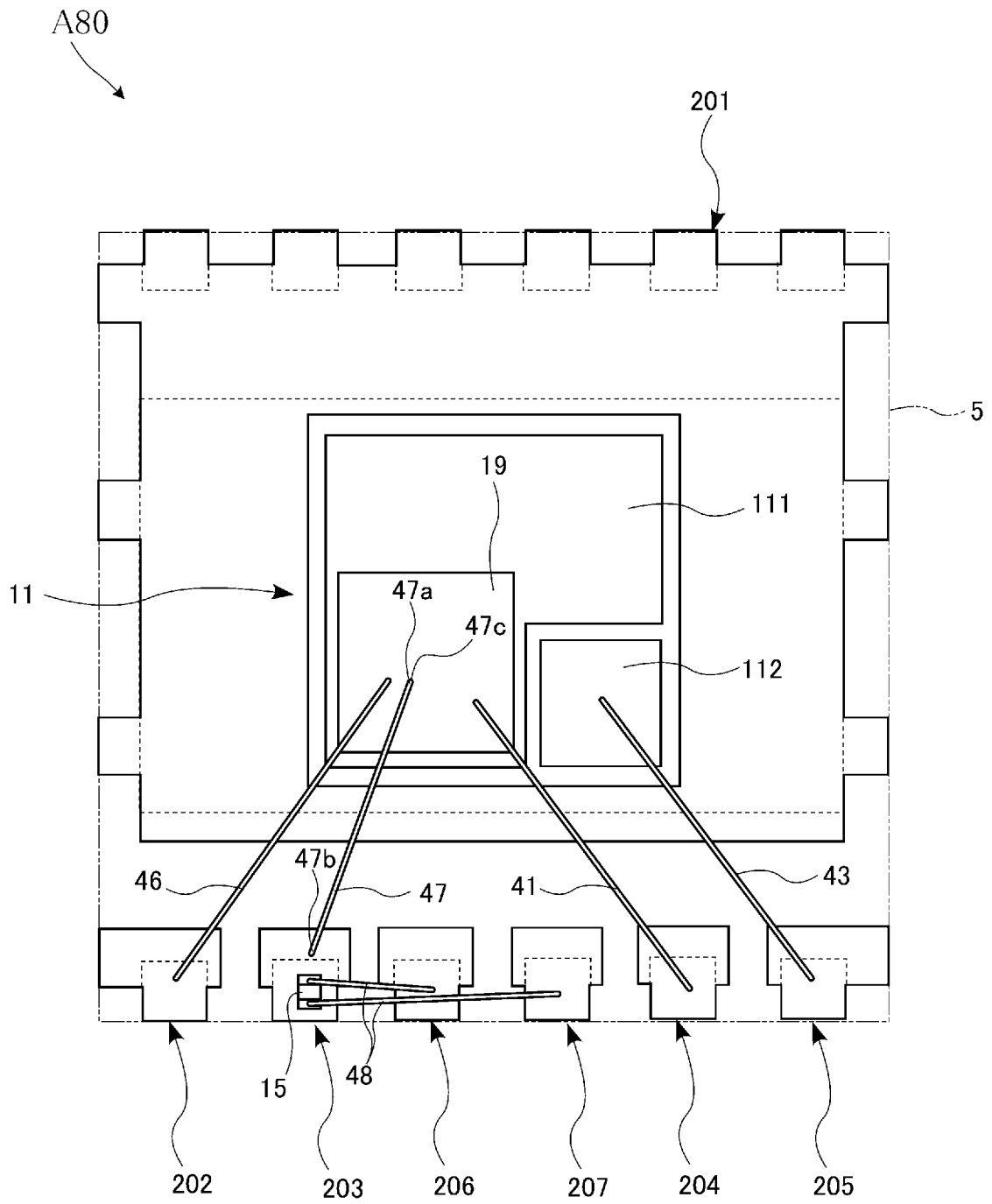
A60



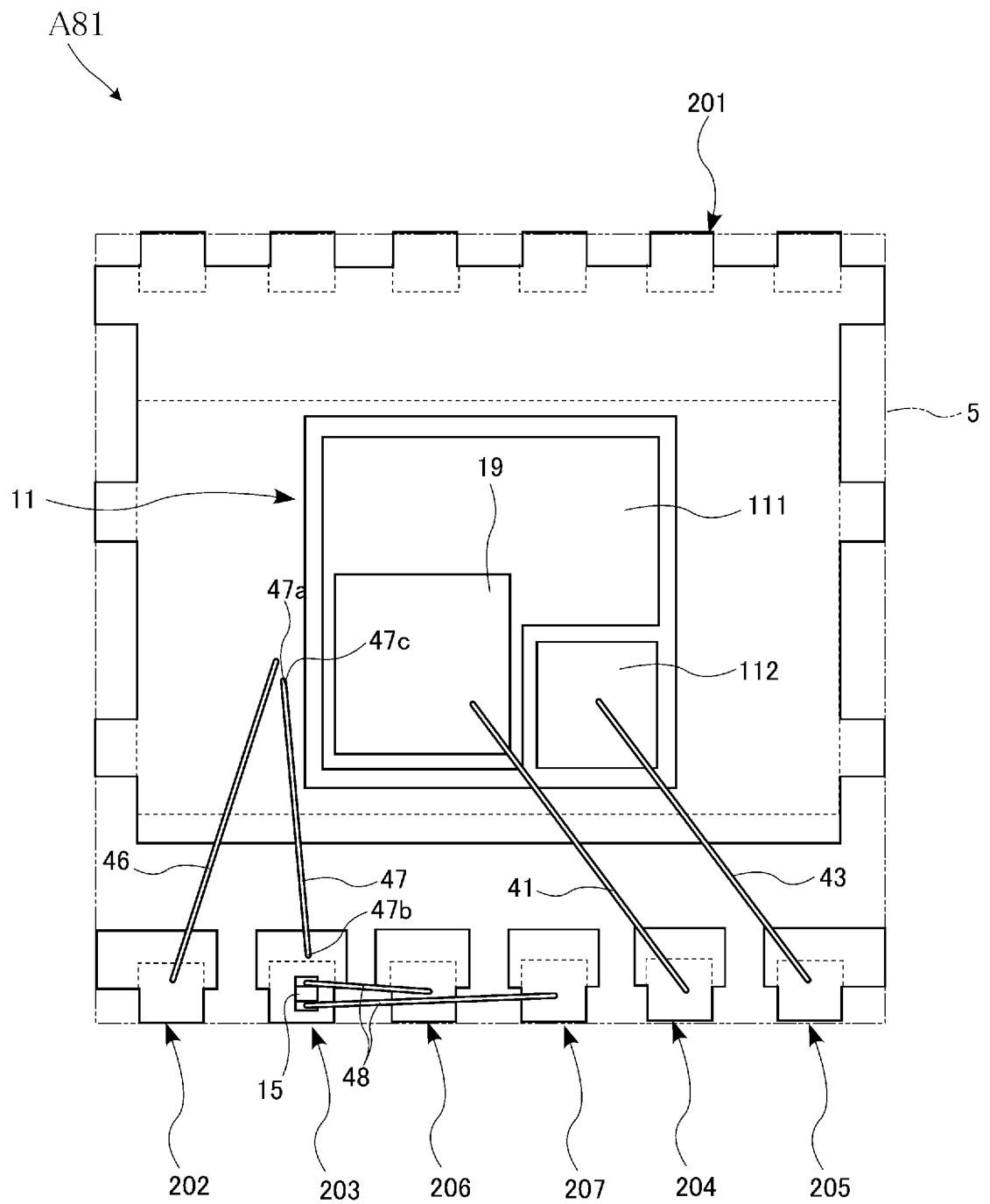
[図33]



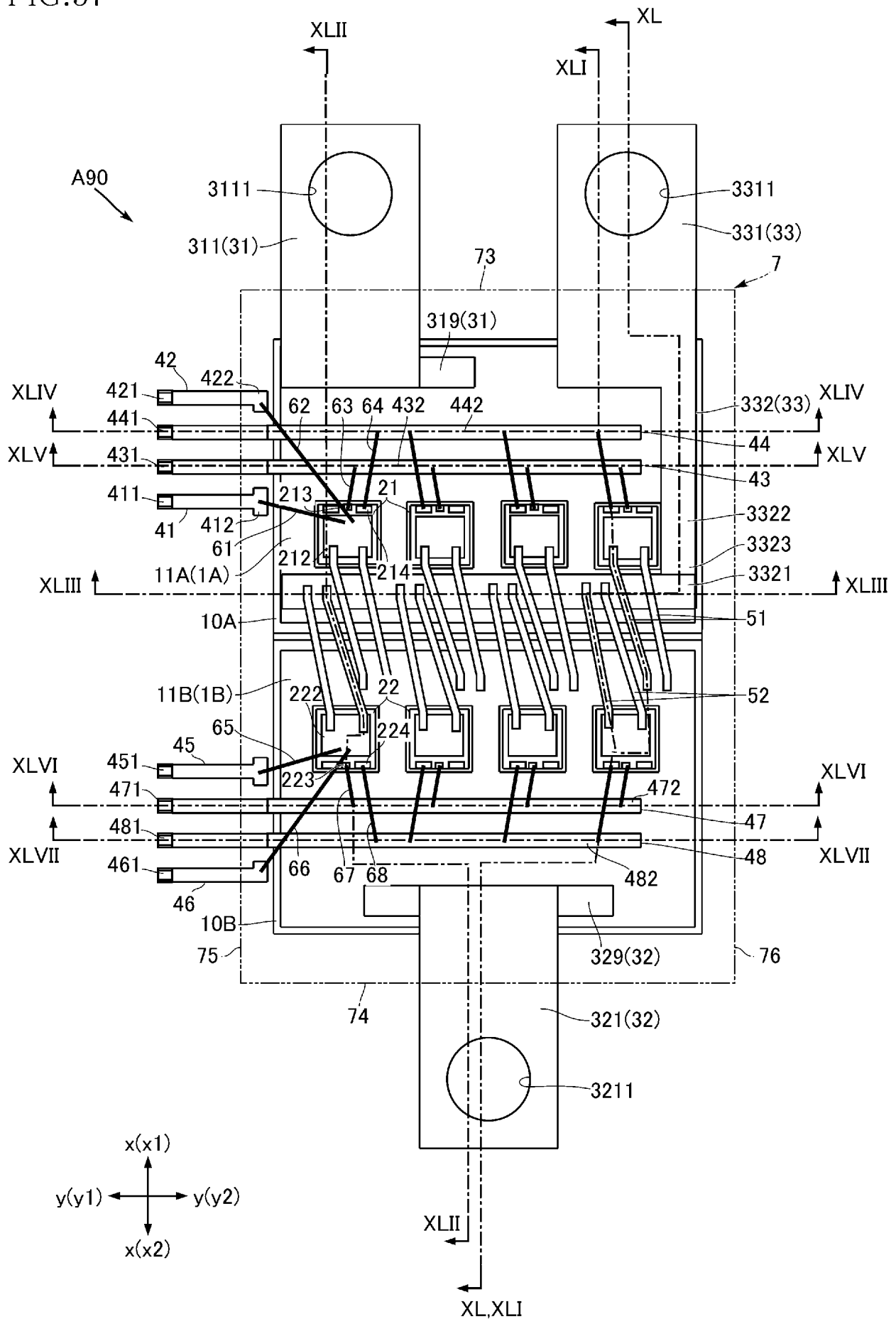
[図35]
FIG.35



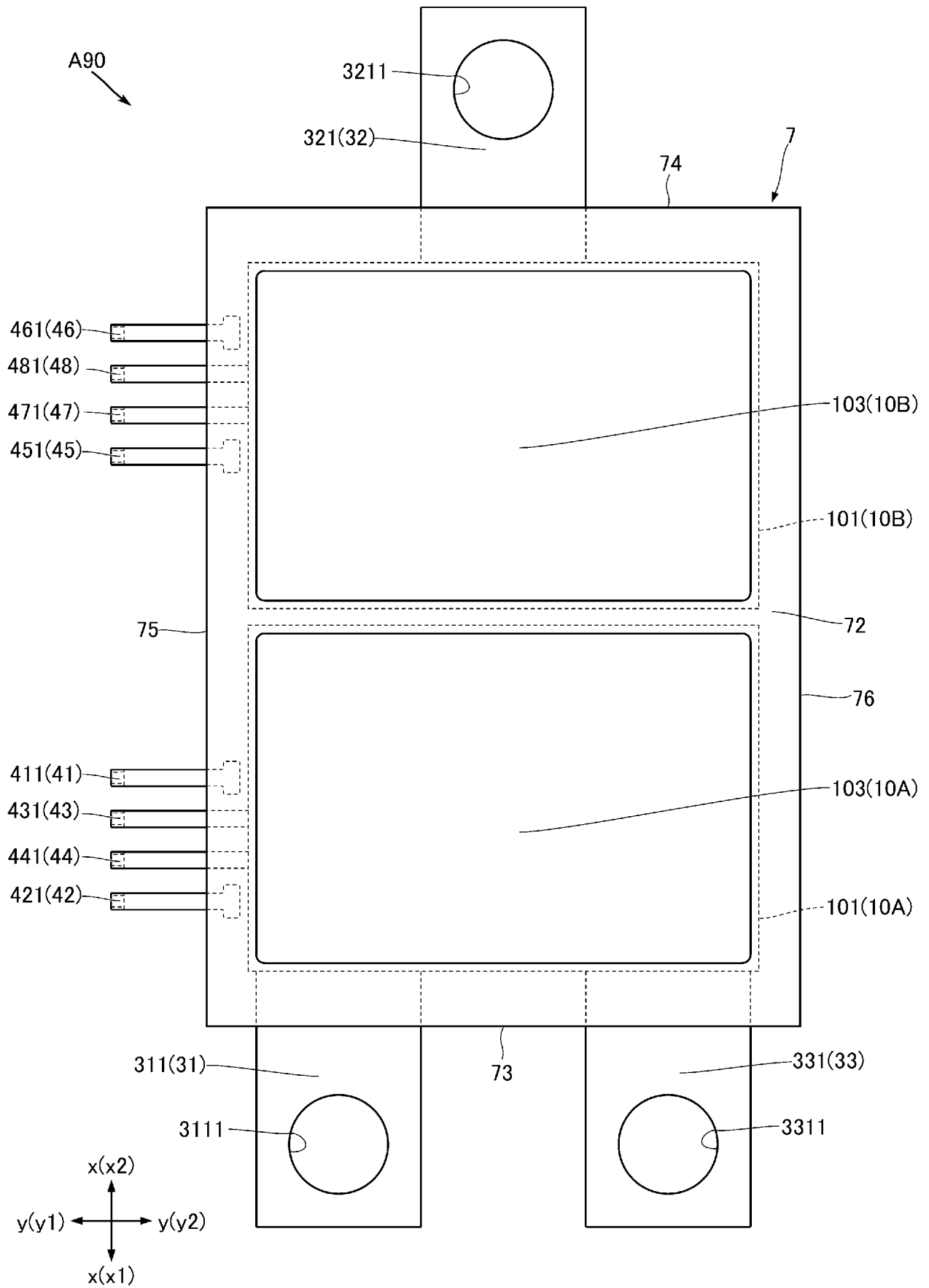
[図36]
FIG.36



[図37]
FIG.37

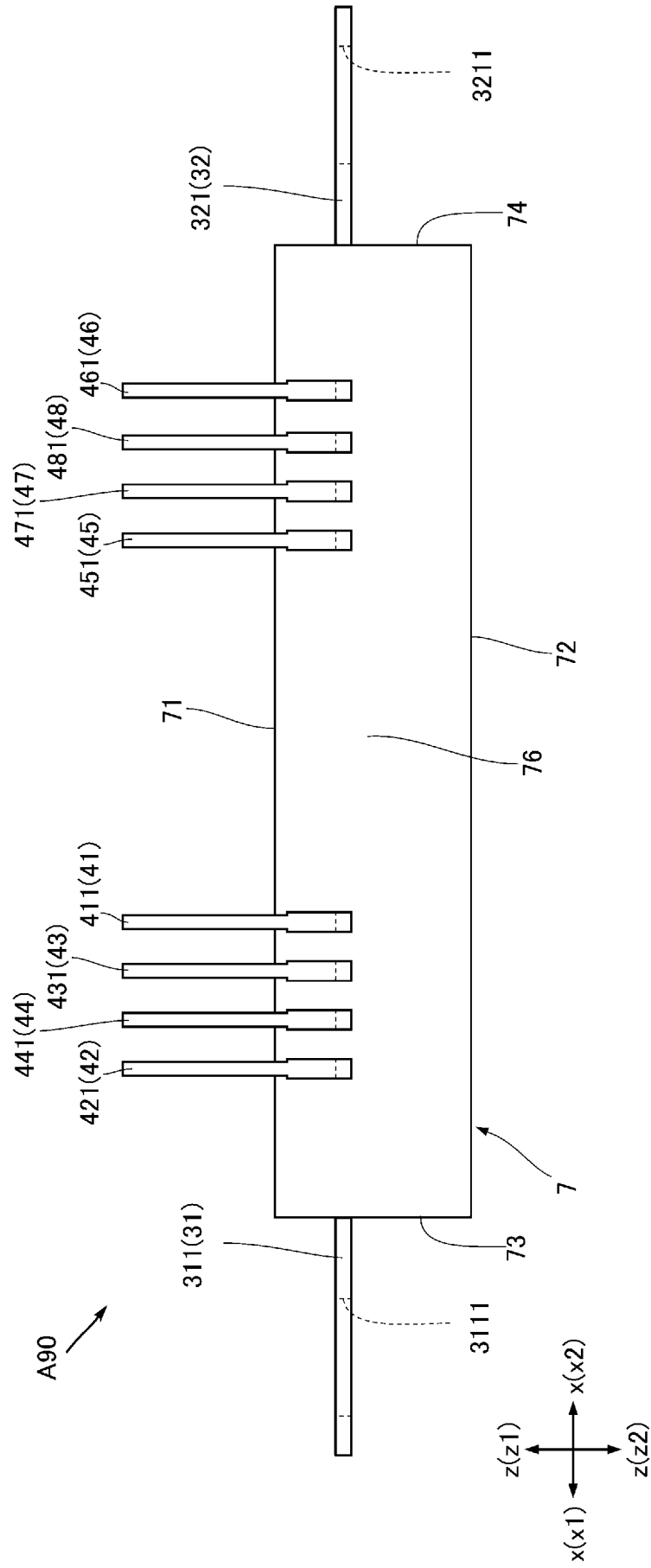


[図38]
FIG.38



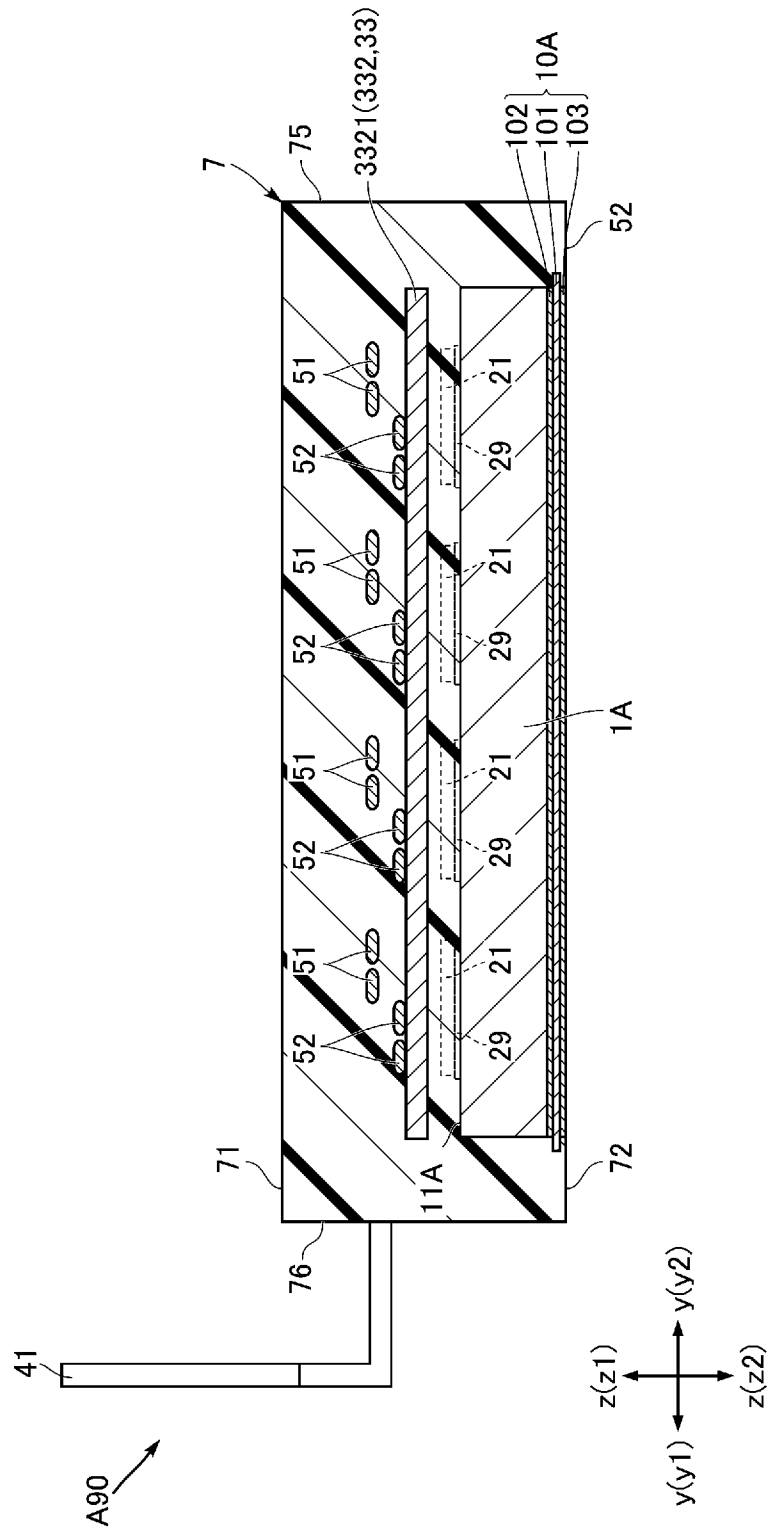
[図39]

FIG.39



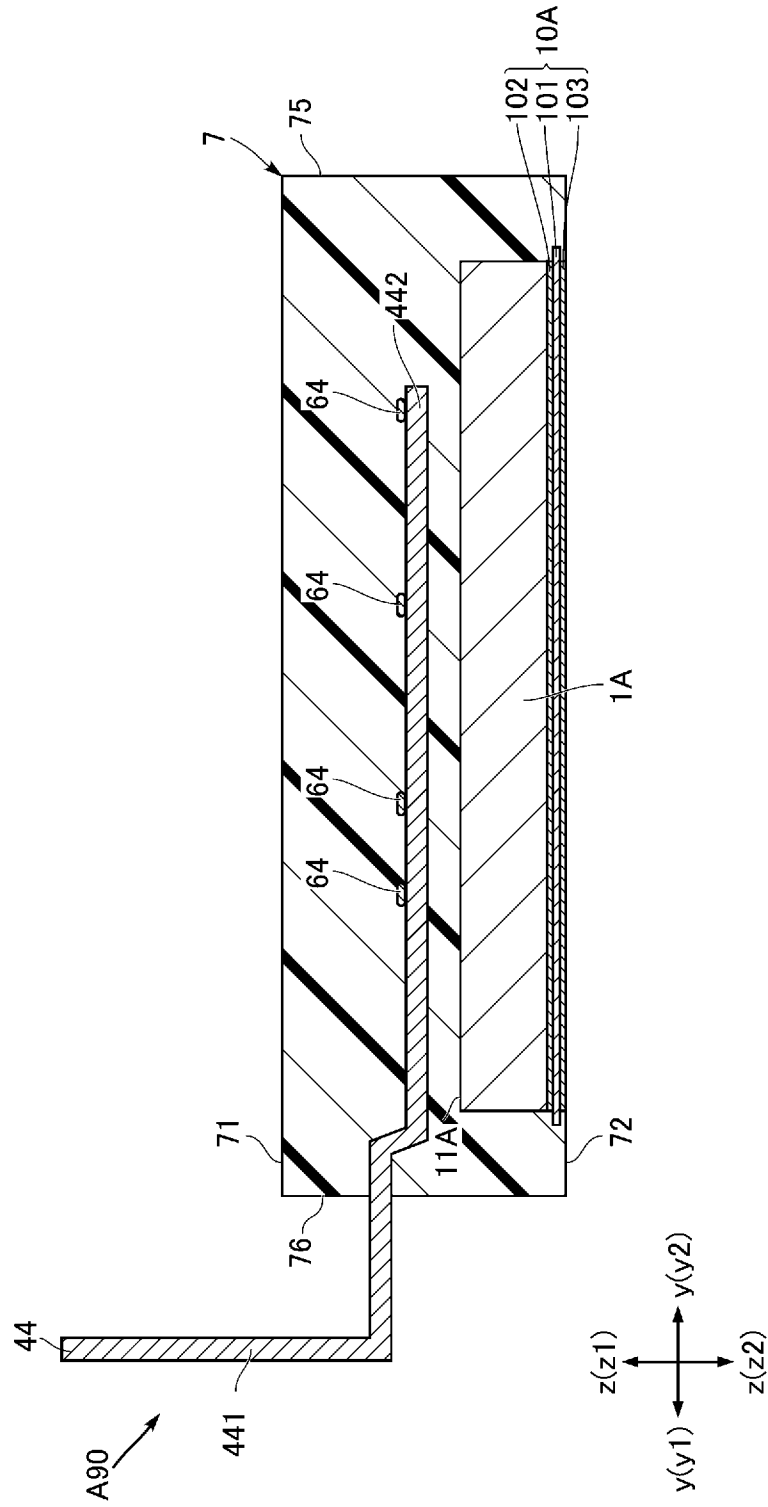
[図43]

FIG.43



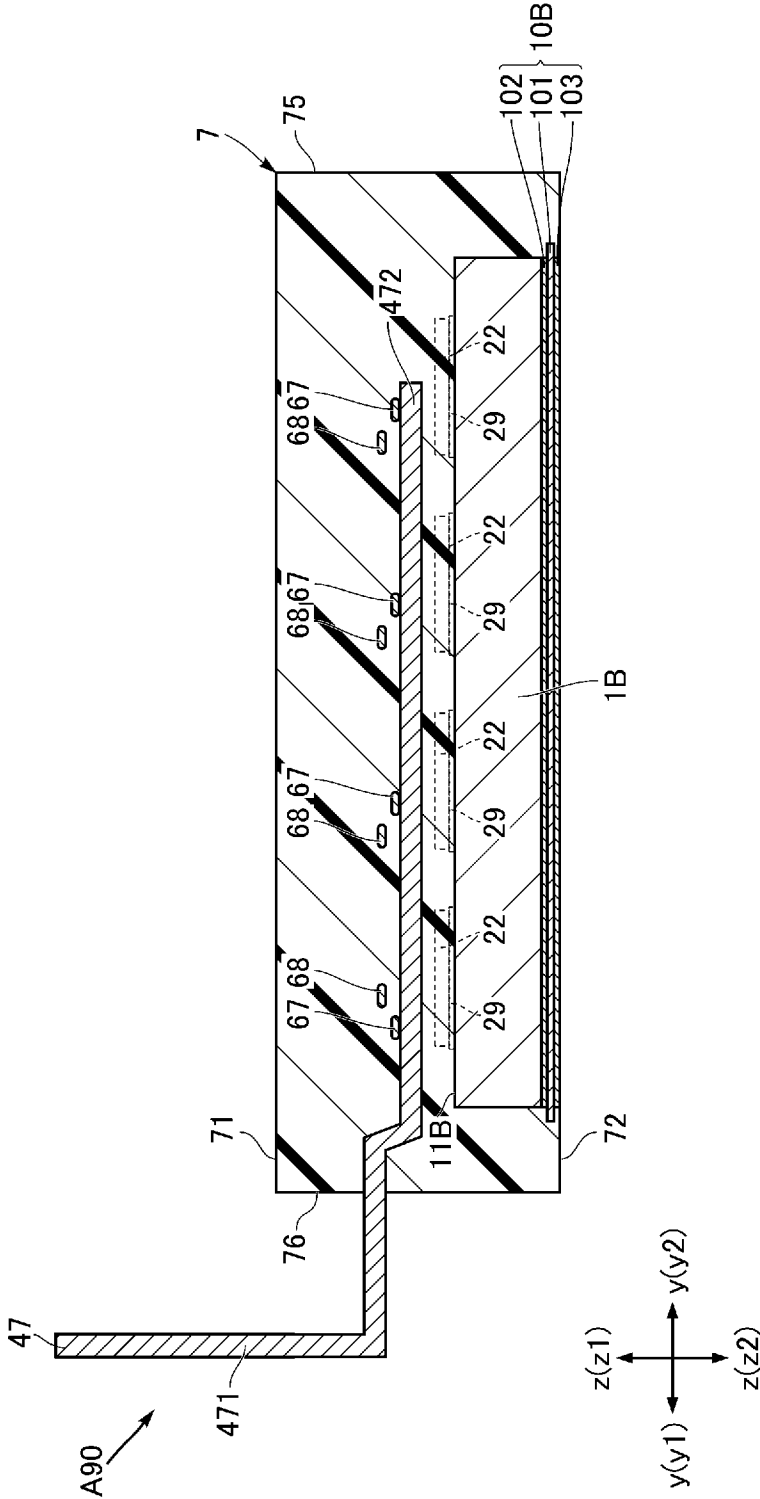
[図44]

FIG.44

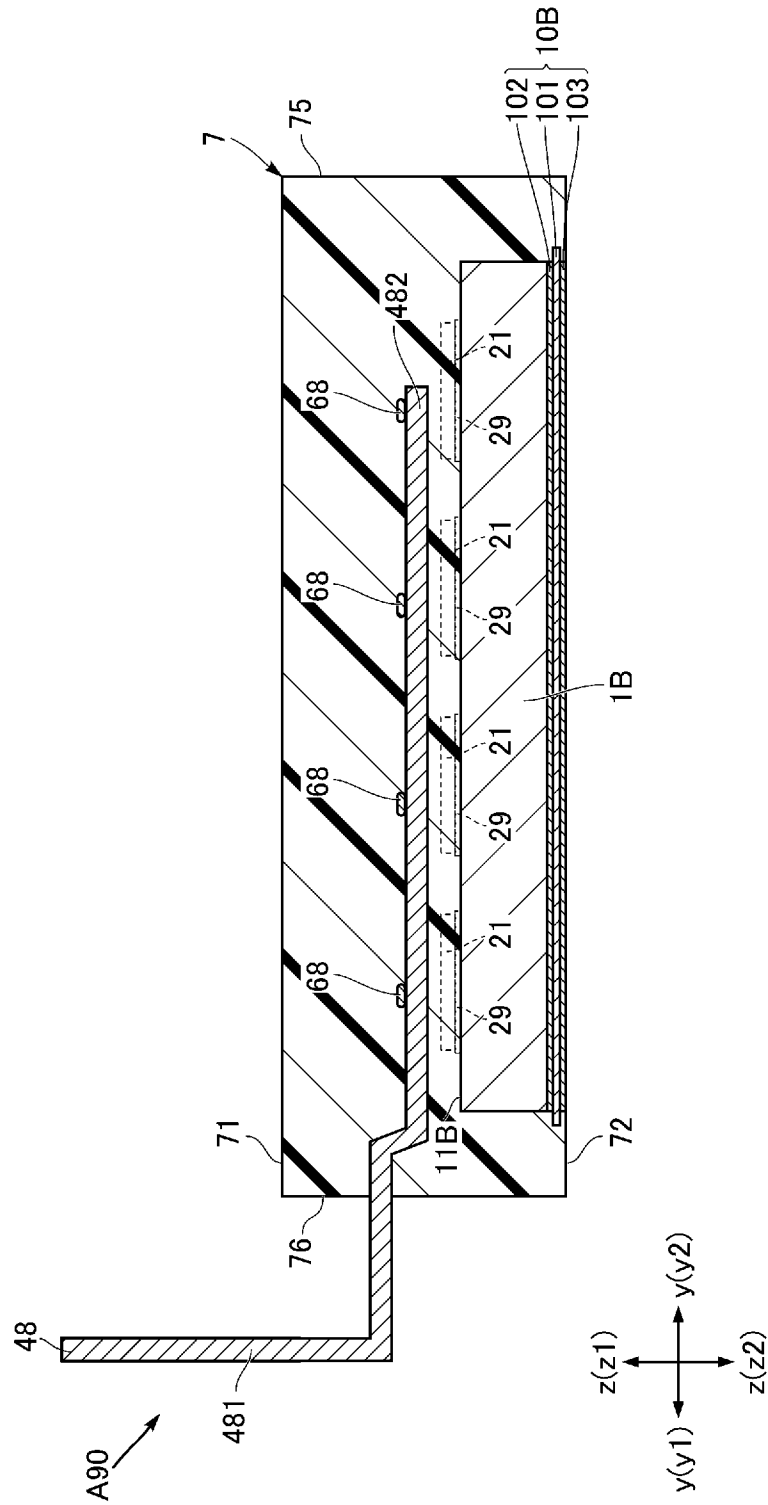


[図46]

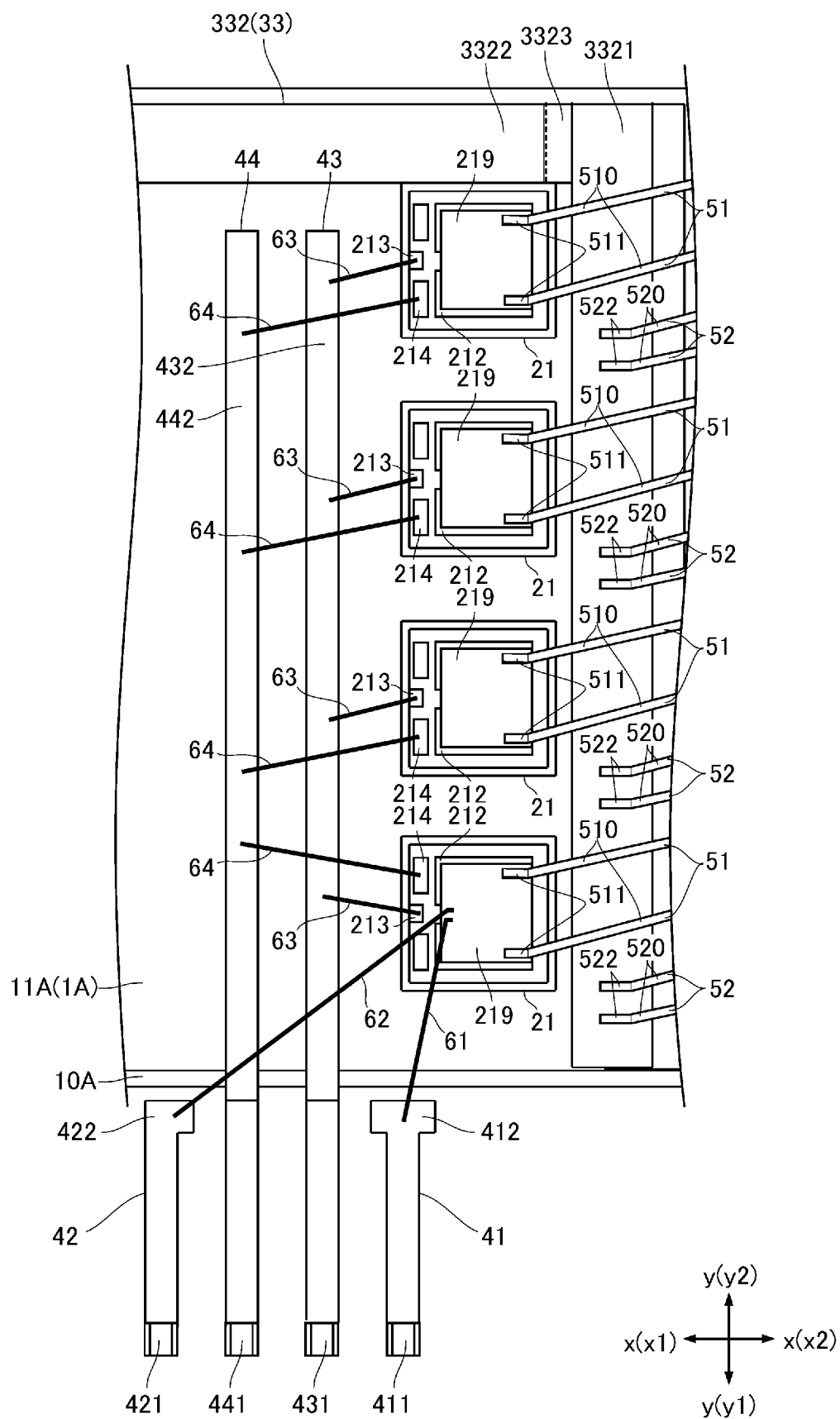
FIG.46



[図47]

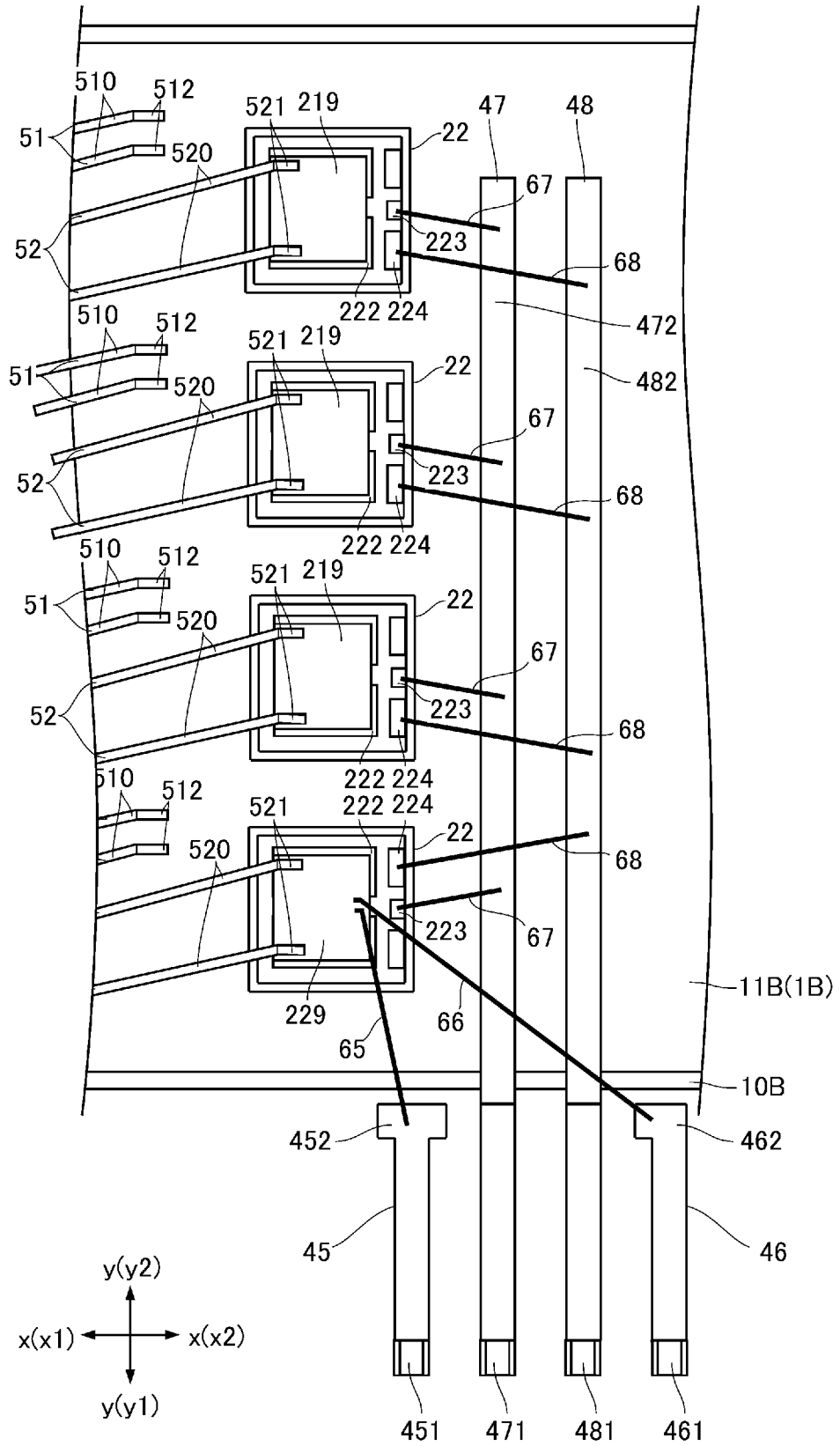


A90

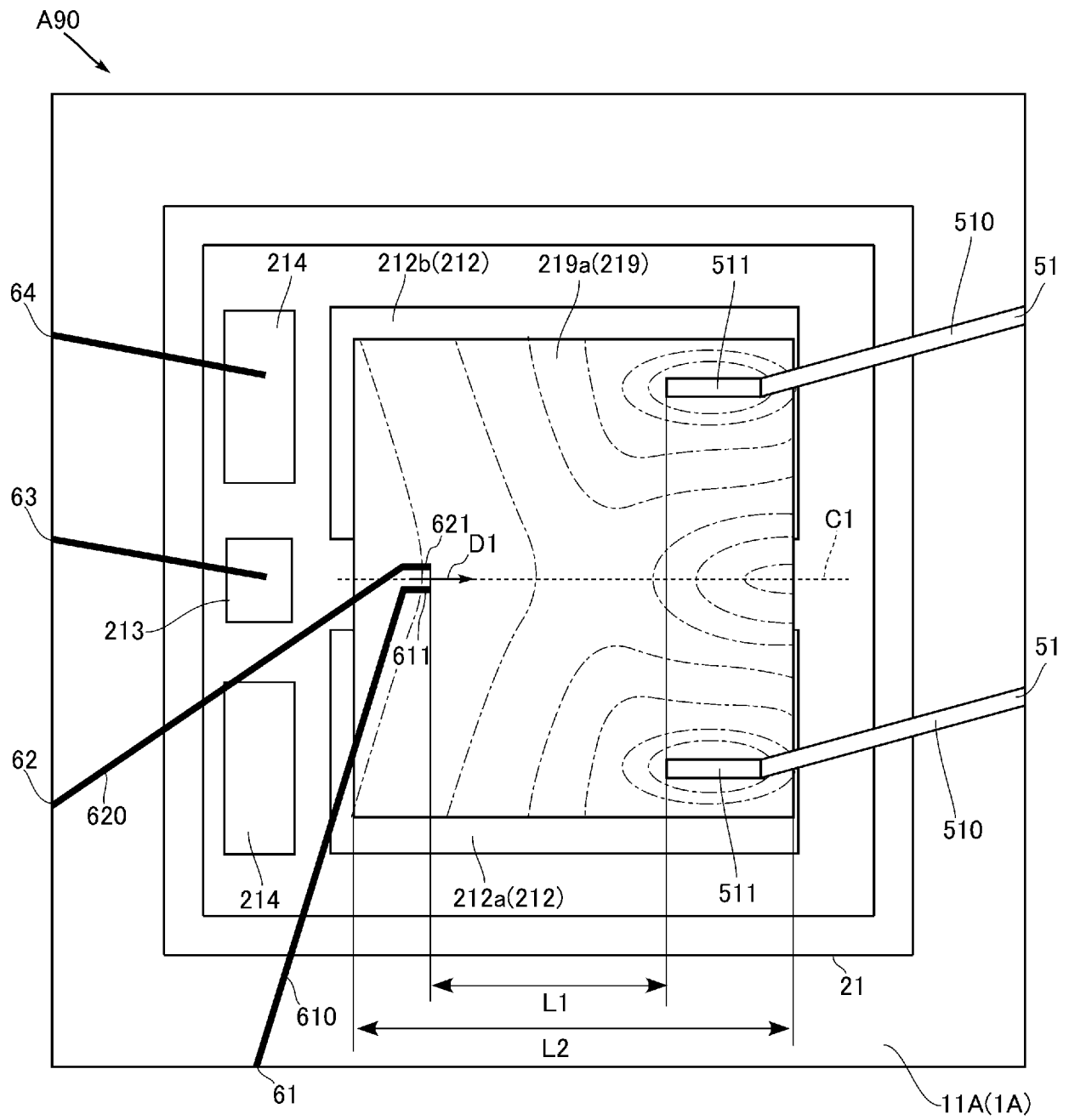


[図49]
FIG.49

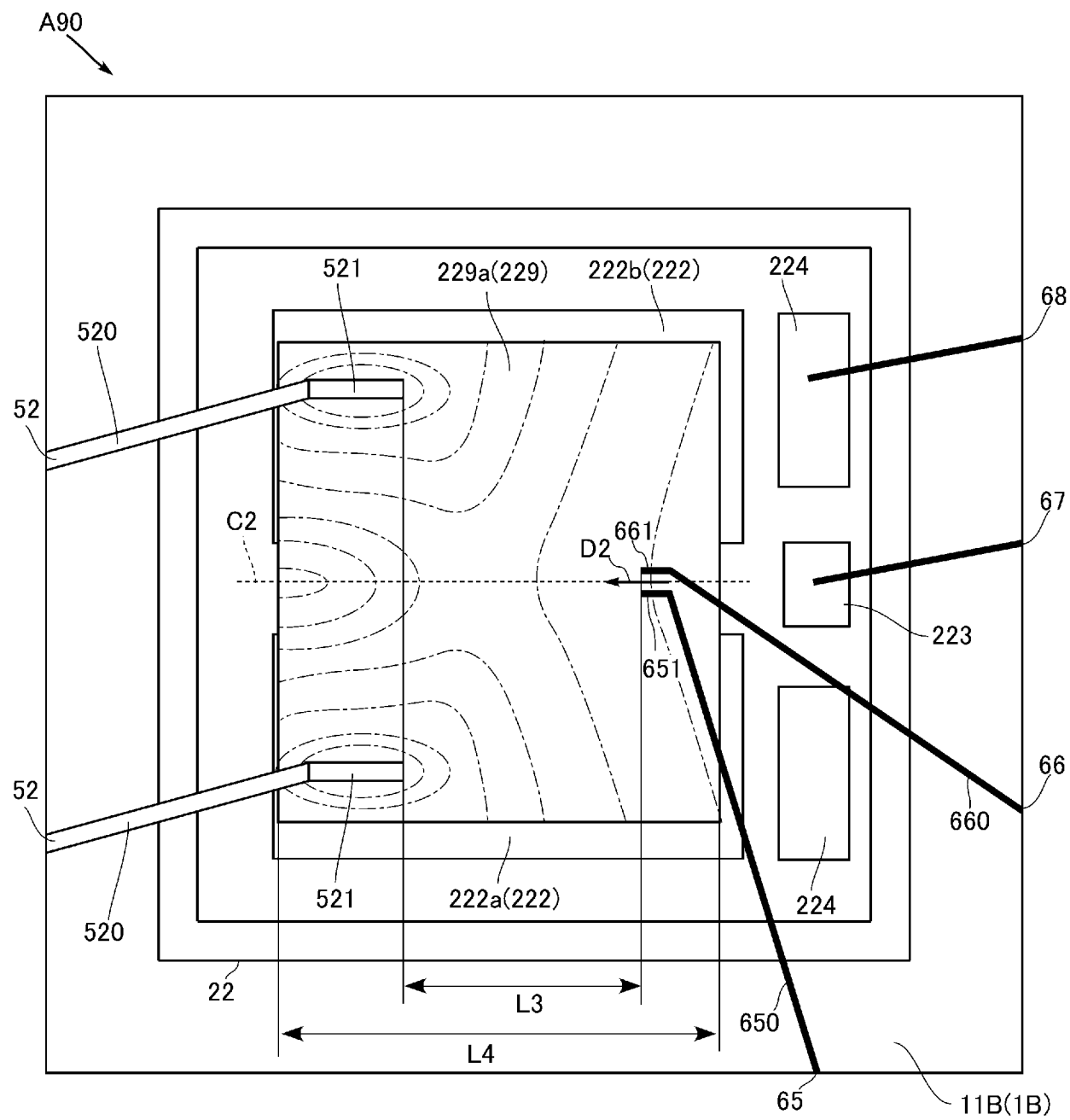
A90
↘



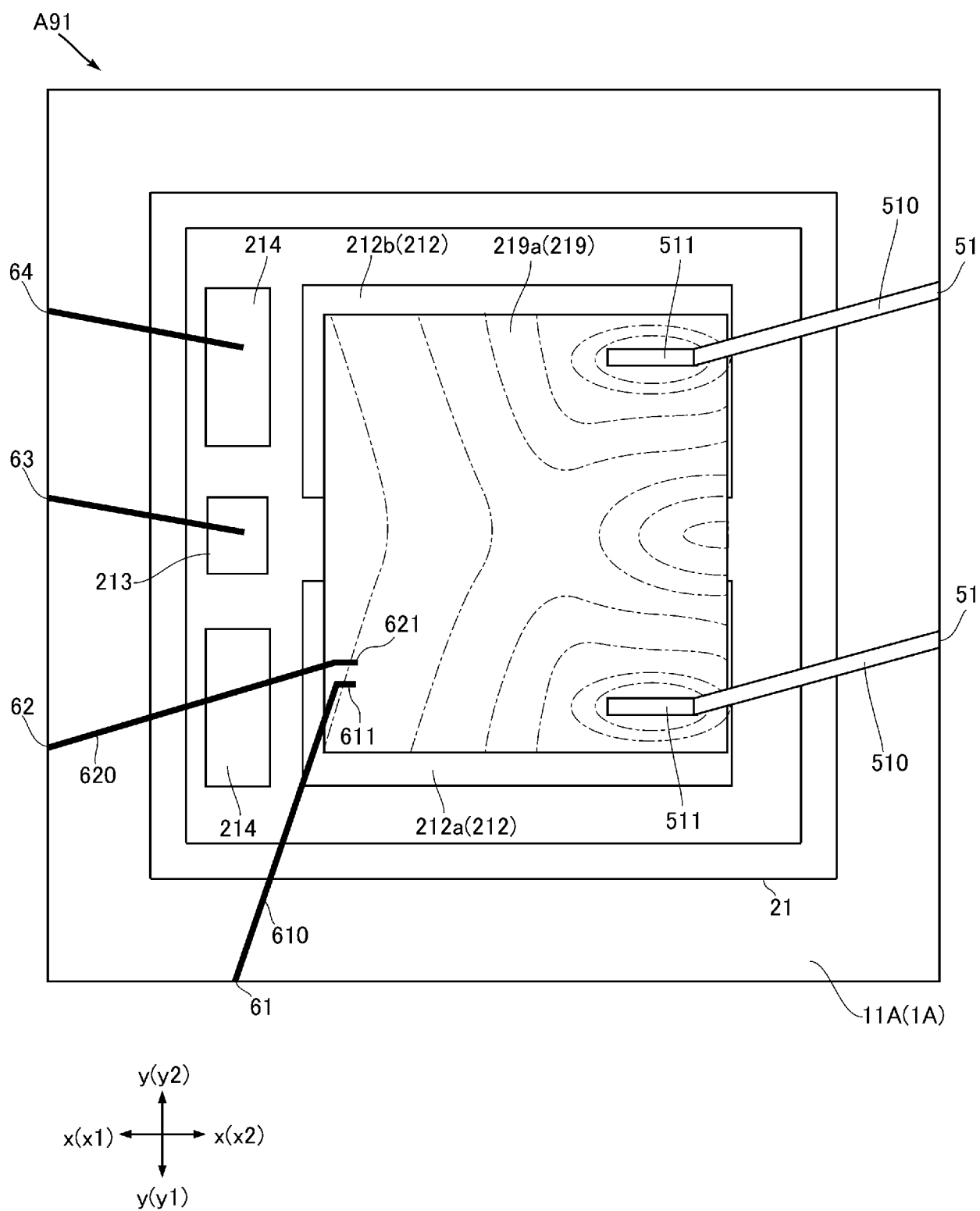
[図50]
FIG.50



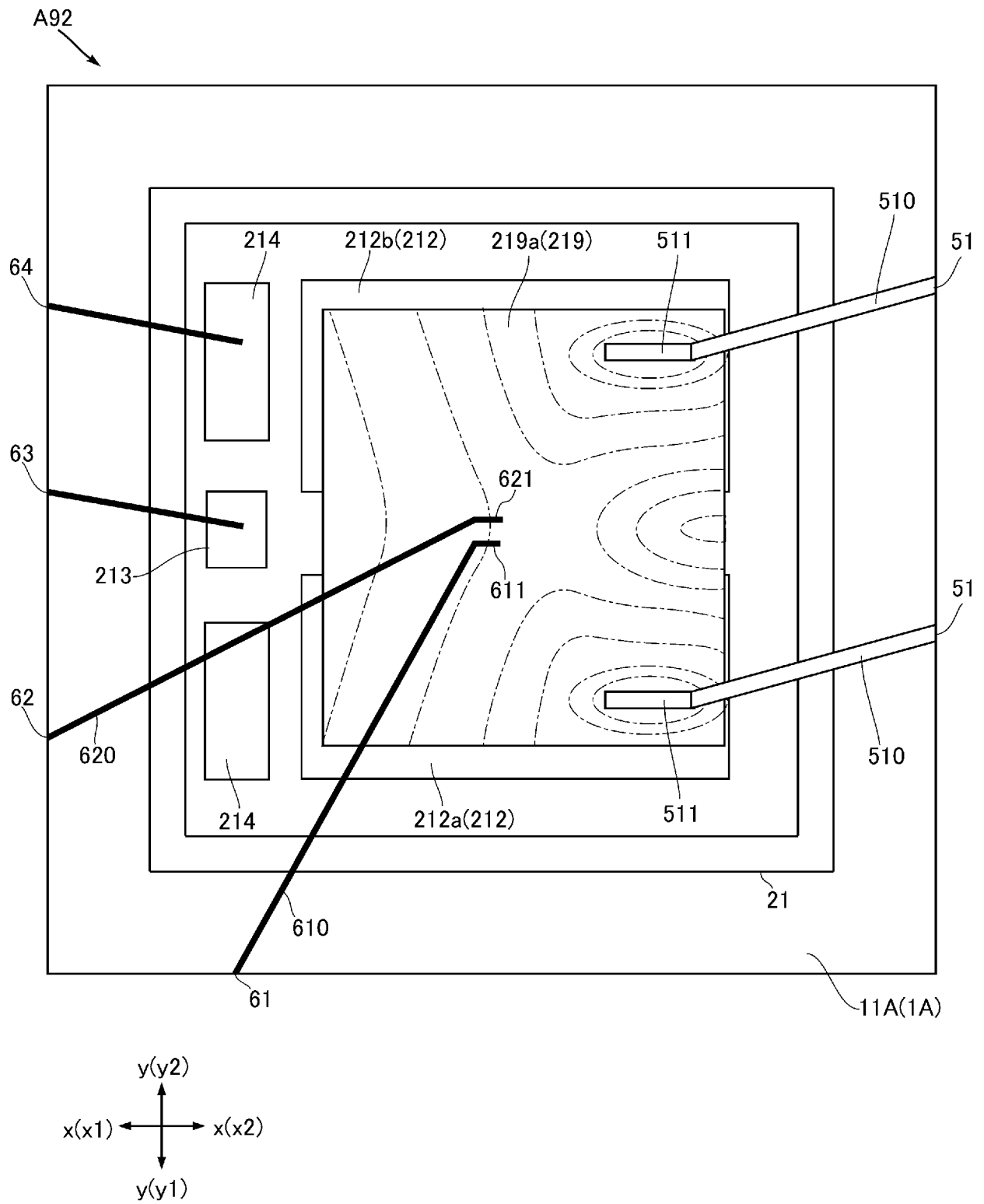
[図51]
FIG.51



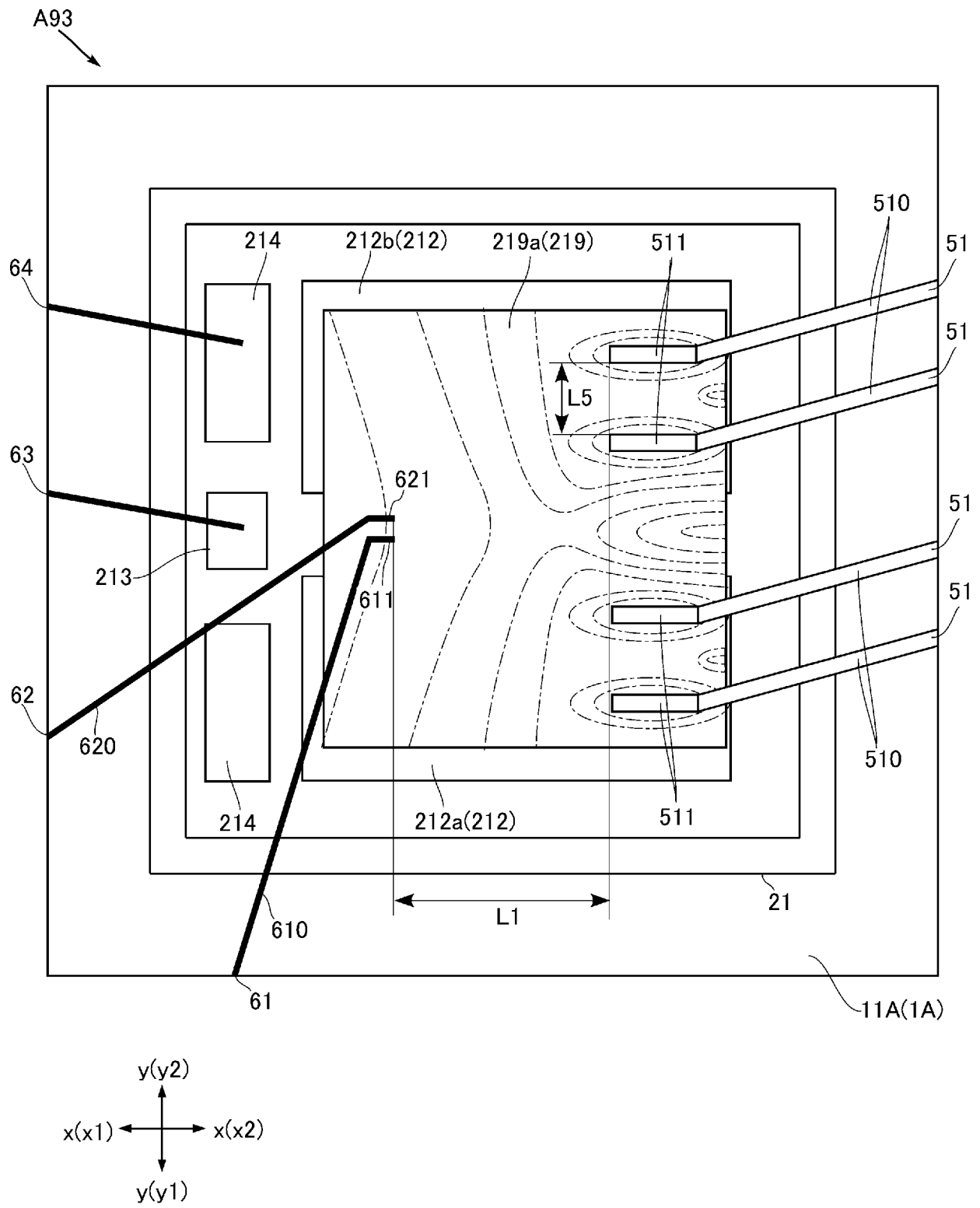
[図52]
FIG.52



[図53]
FIG.53



[図54]
FIG.54



[図55]
FIG.55

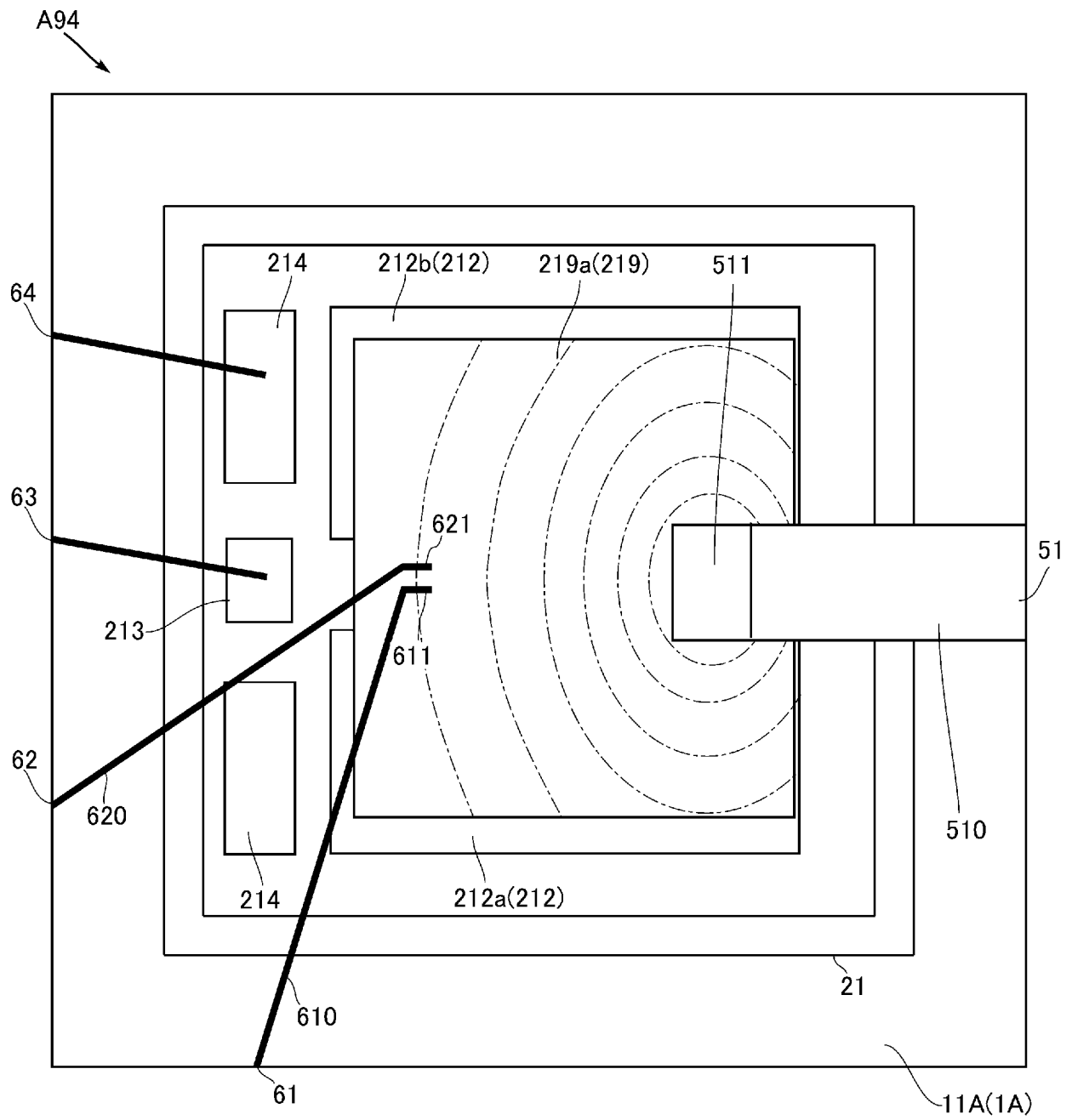
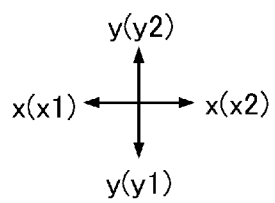
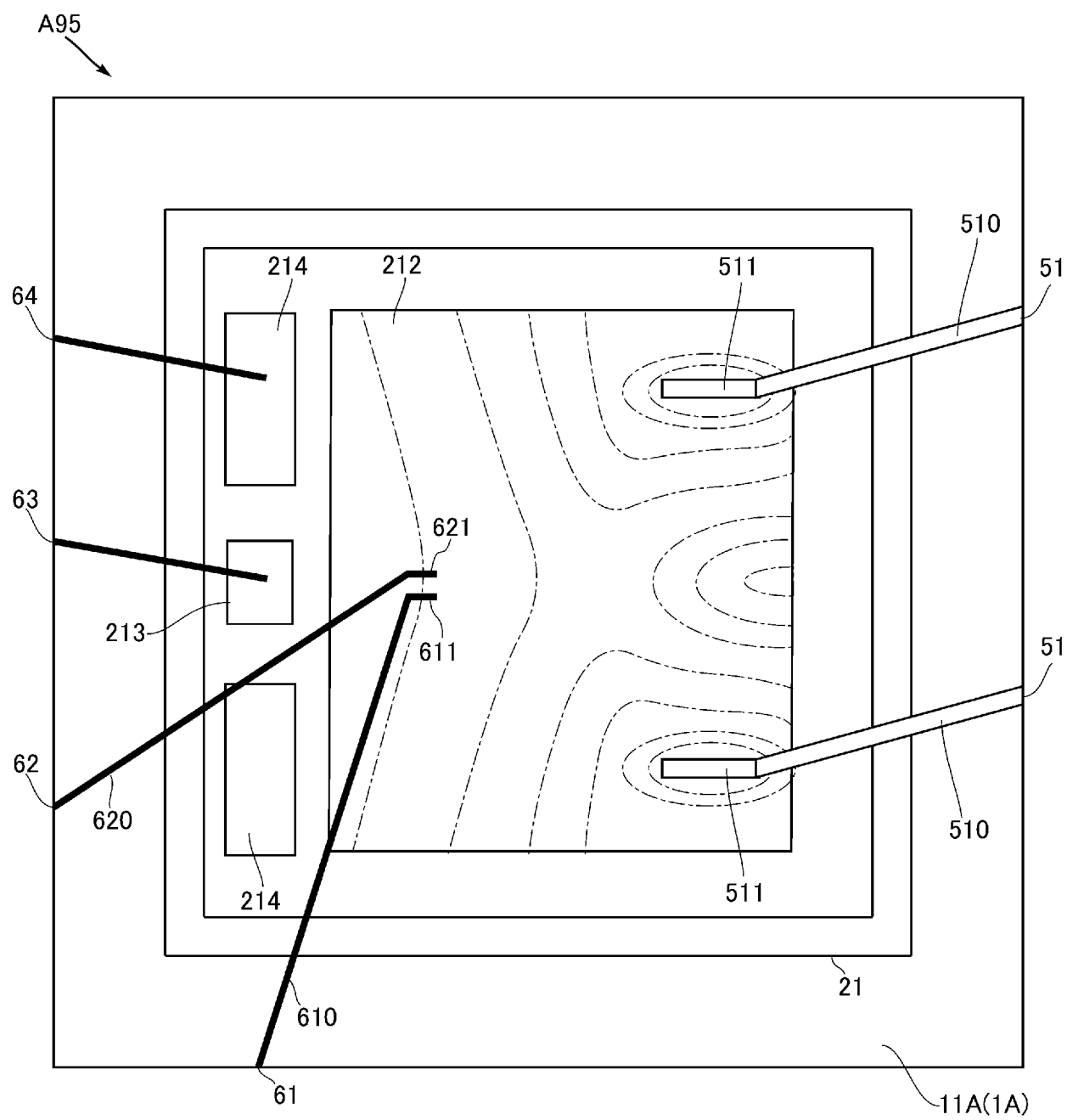
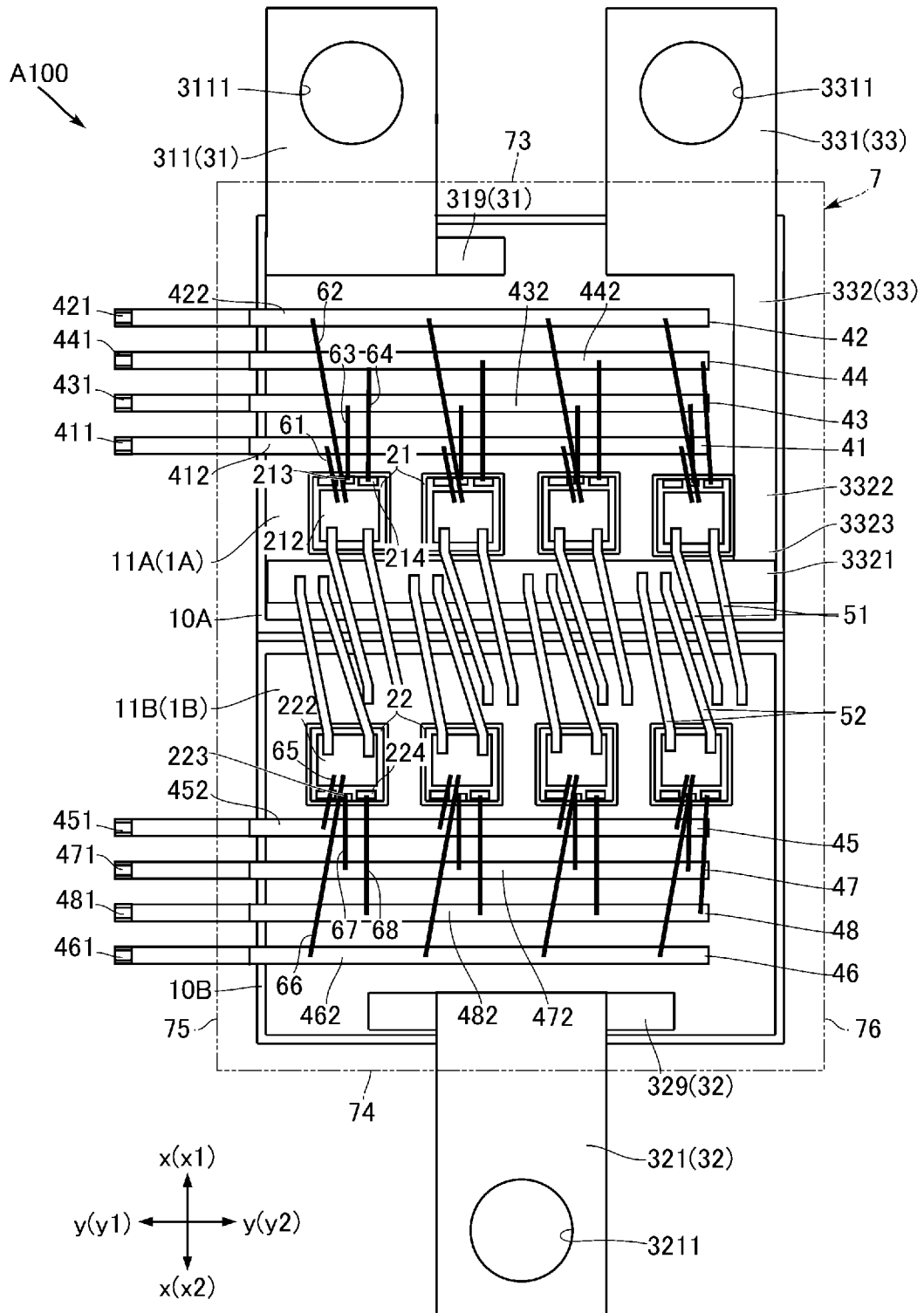


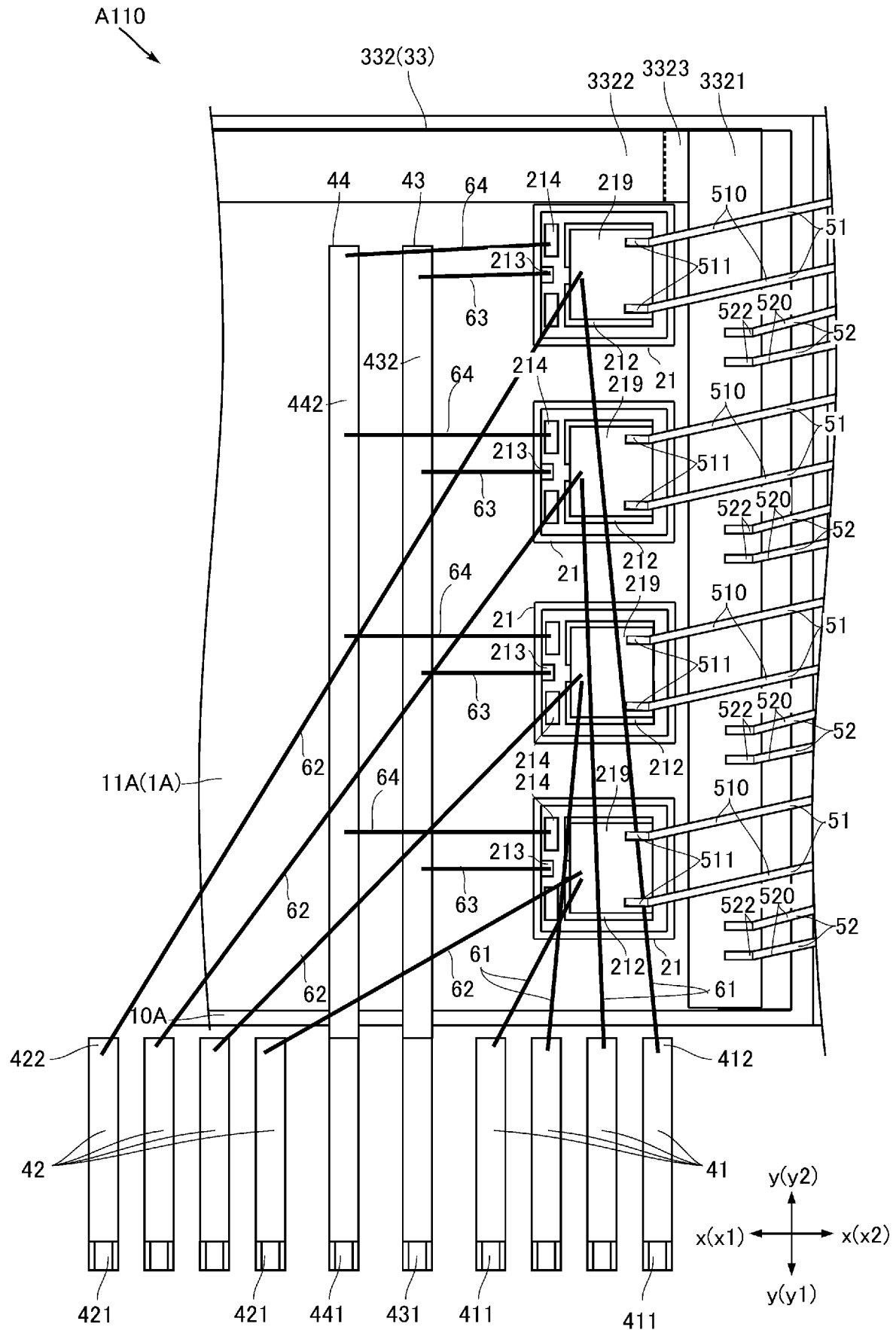
FIG.56



[図57]
FIG.57

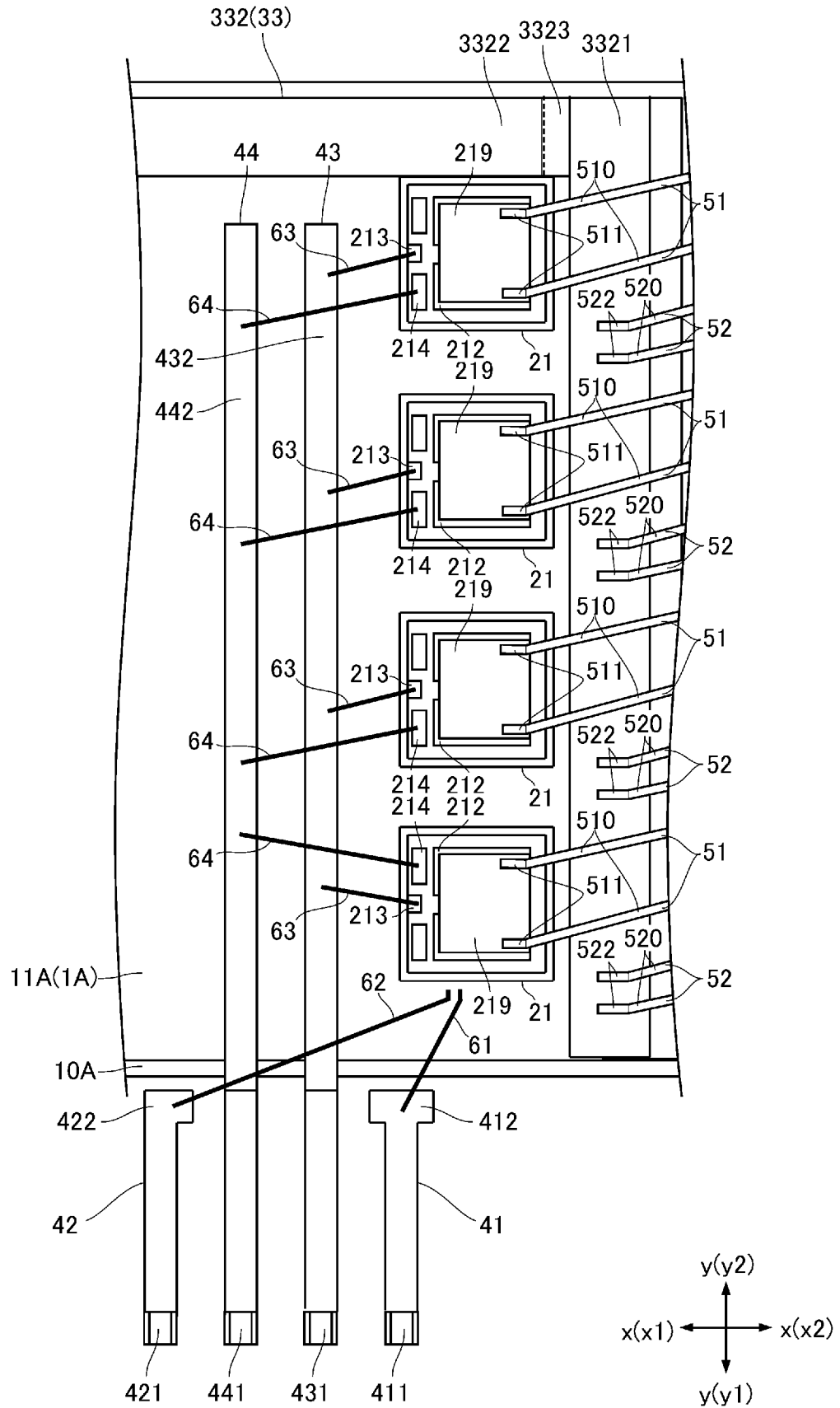


[図59]
FIG.59

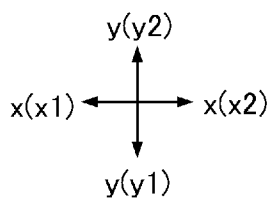
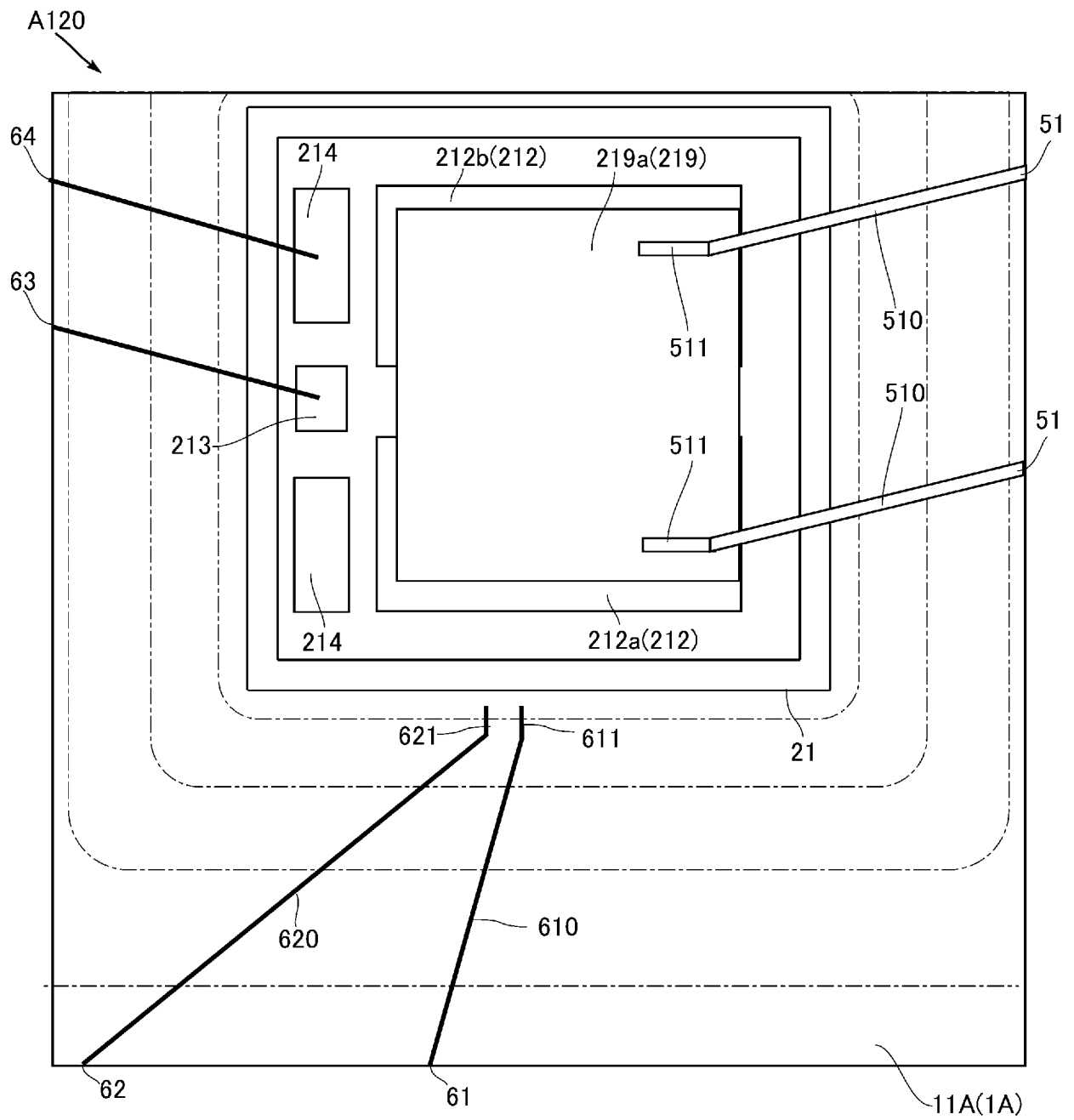


[図60]
FIG.60

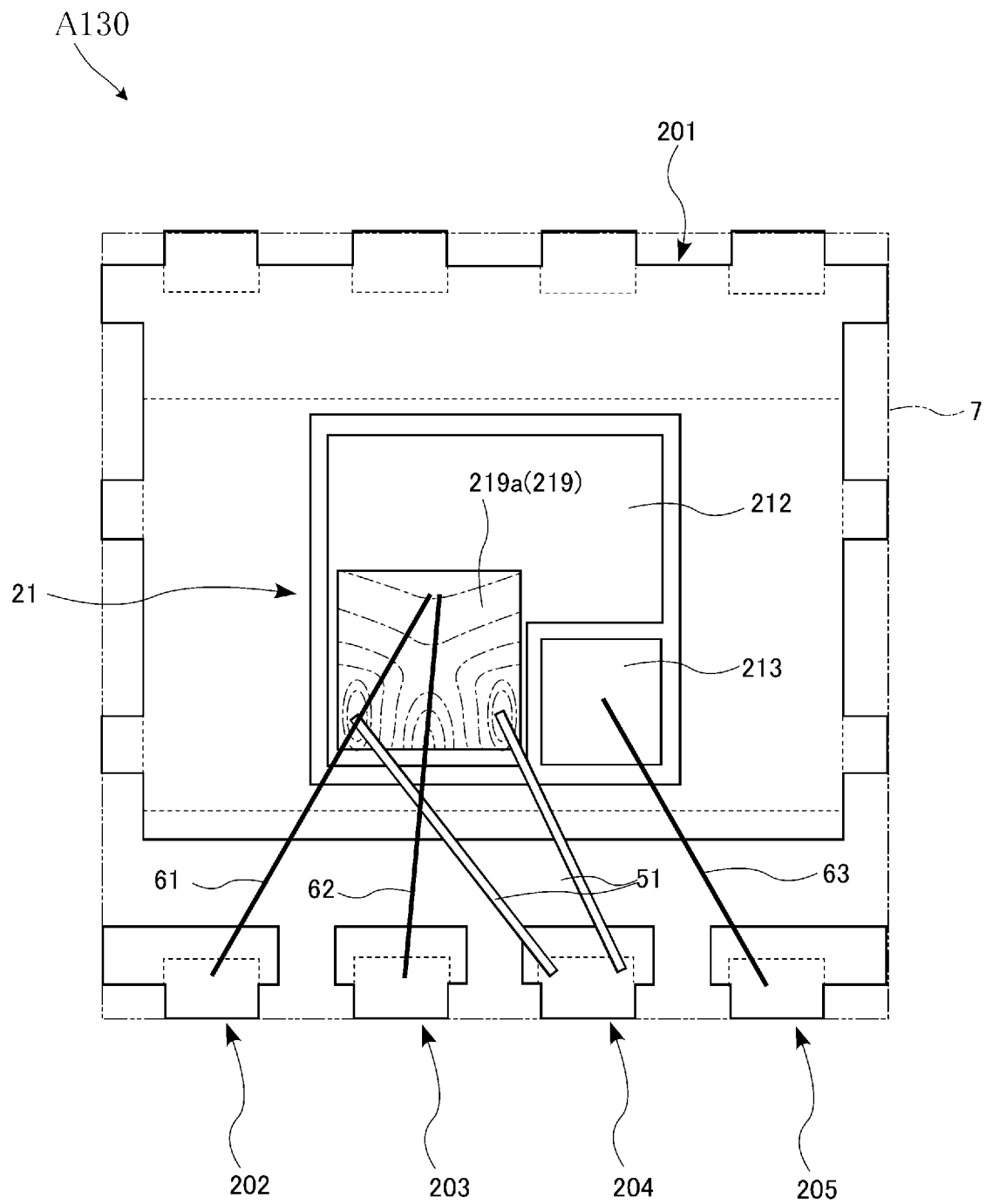
A120



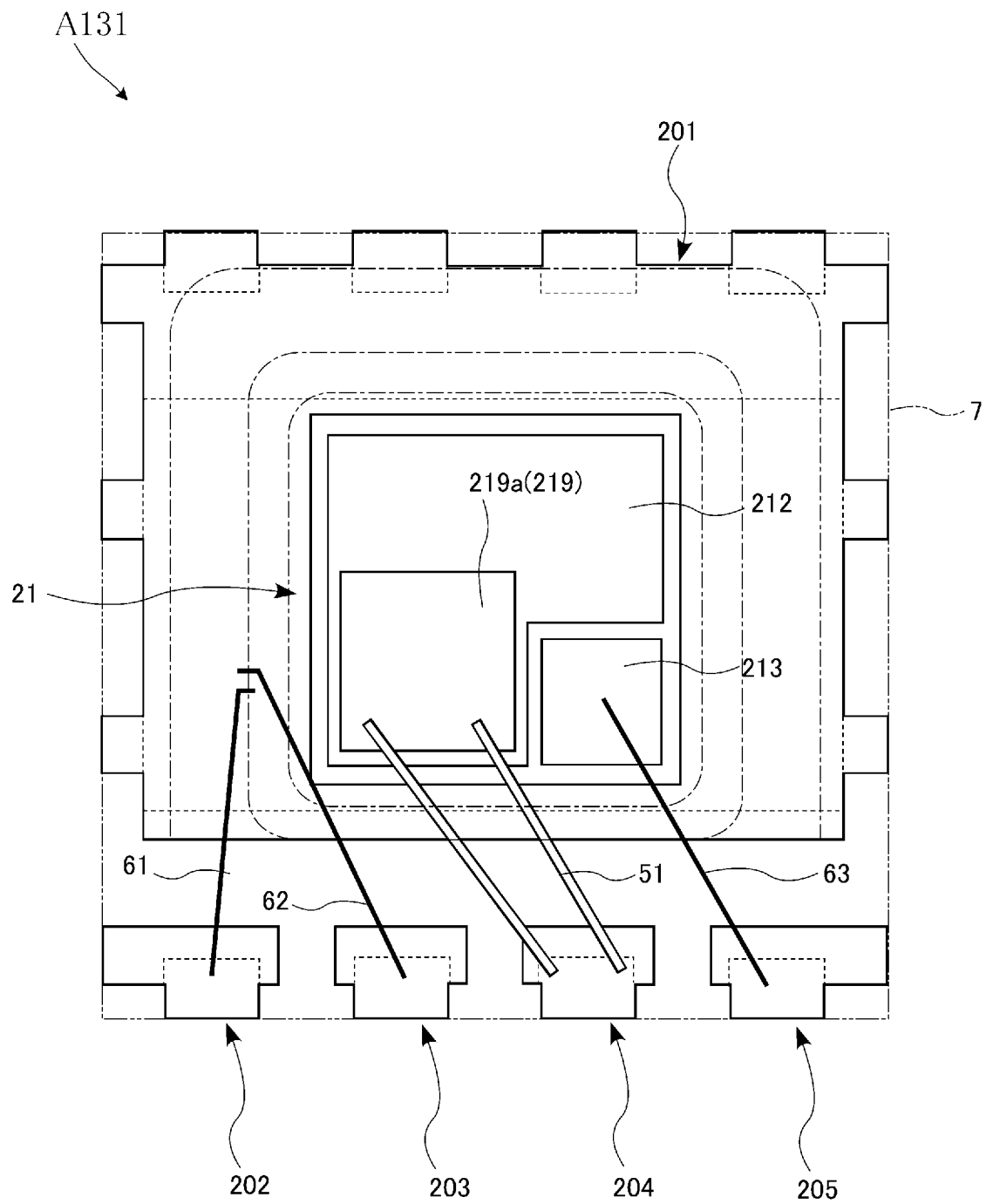
[図61]
FIG.61



[図62]
FIG.62



[図63]
FIG.63



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/041986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 23/34**(2006.01)i; **H01L 21/60**(2006.01)i; **H01L 25/07**(2006.01)i; **H01L 25/18**(2023.01)i; **H05K 13/04**(2006.01)i

FI: H01L23/34 D; H05K13/04 B; H01L21/60 301A; H01L25/04 C

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)

H01L23/34; H01L21/60; H01L25/07; H01L25/18; H05K13/04

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 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 2009-293986 A (DENSO CORP) 17 December 2009 (2009-12-17)	1, 9, 10, 12, 14
A	paragraphs [0007]-[0011], [0019], fig. 2, 6	2, 4-8, 13, 15
X	EP 2302673 A2 (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH & CO. KG) 30 March 2011 (2011-03-30)	1, 3, 9, 11, 14
A	paragraphs [0032]-[0038], [0044]-[0045], fig. 1, 2	2, 4-8, 13, 15
A	JP 2-302634 A (FUJITSU LTD) 14 December 1990 (1990-12-14)	1-15
A	entire text, all drawings	
A	US 4818895 A (KAUFMAN, Lance R.) 04 April 1989 (1989-04-04)	1-15
A	entire text, all drawings	



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

18 January 2024

Date of mailing of the international search report

30 January 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/041986

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2009-293986 A	17 December 2009	(Family: none)	
EP 2302673 A2	30 March 2011	DE 102009045068 A1 paragraphs [0037]-[0043], [0049]-[0050], fig. 1, 2	
JP 2-302634 A	14 December 1990	(Family: none)	
US 4818895 A	04 April 1989	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01L 23/34(2006.01)i; H01L 21/60(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2023.01)i;
H05K 13/04(2006.01)i
FI: H01L23/34 D; H05K13/04 B; H01L21/60 301A; H01L25/04 C

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））

H01L23/34; H01L21/60; H01L25/07; H01L25/18; H05K13/04

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1971-2024年

日本国実用新案登録公報1996-2024年

日本国登録実用新案公報1994-2024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	JP 2009-293986 A（株式会社デンソー） 17.12.2009（2009 - 12 - 17） 段落[0007]-[0011], [0019], 図2, 6	1, 9, 10, 12, 14
A		2, 4-8, 13, 15
X	EP 2302673 A2（SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH & CO. KG） 30.03.2011（2011 - 03 - 30） 段落[0032]-[0038], [0044]-[0045], 図1, 2	1, 3, 9, 11, 14
A		2, 4-8, 13, 15
A	JP 2-302634 A（富士通株式会社） 14.12.1990（1990 - 12 - 14） 全文, 全図	1-15
A	US 4818895 A（KAUFMAN, Lance R.） 04.04.1989（1989 - 04 - 04） 全文, 全図	1-15

☐ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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抵触するものではなく、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
18.01.2024

国際調査報告の発送日
30.01.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

佐藤 靖史 5F 5895

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/041986

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2009-293986	A	17.12.2009	(ファミリーなし)	
EP	2302673	A2	30.03.2011	DE 102009045068 A1 段落[0037]-[0043], [0049]- [0050], 図1, 2	
JP	2-302634	A	14.12.1990	(ファミリーなし)	
US	4818895	A	04.04.1989	(ファミリーなし)	