

(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 2024/122399 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)

(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 1 番地 Kyoto (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/042497

(22) 国際出願日: 2023年11月28日(28.11.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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 1 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 1 番地
ローム株式会社内 Kyoto (JP).

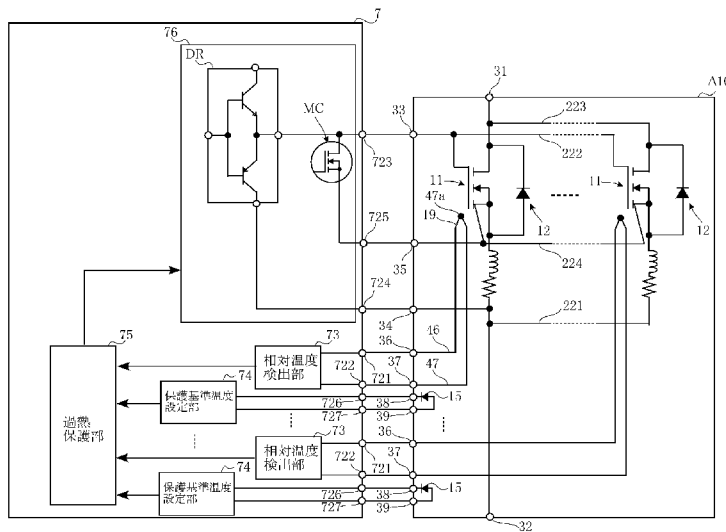
(30) 優先権データ:
特願 2022-195594 2022年12月7日(07.12.2022) JP
特願 2023-036276 2023年3月9日(09.03.2023) JP

(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 3 2 - 1 3 0 1 Osaka (JP).

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置

FIG.9



73 Relative temperature detection unit
74 Protection reference temperature setting unit
75 Overheating protection unit

(57) Abstract: This semiconductor device is provided with: a semiconductor element; a first connection member; a second connection member; a metal part; a first conductor layer to which the first connection member is bonded; and a second conductor layer to which the second connection member is bonded. The metal part is disposed such that heat is transferred thereto from the semiconductor element; and the first connection member and the second connection member are bonded to the metal part. The semiconductor device is provided with: a relative temperature detection unit; a reference temperature detection unit; a protection reference temperature setting unit; and an overheating protection unit. The relative temperature detection unit detects a relative temperature on the basis of the voltage between the first conductor layer and the second conductor layer. The reference temperature detection unit detects a reference temperature. The protection reference temperature setting unit sets a protection reference temperature on the basis of the reference temperature. The overheating protection unit detects abnormal overheating of the semiconductor element by comparing the relative temperature and the

(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, 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))

protection reference temperature with each other.

(57) 要約: 半導体装置は、半導体素子、第1接続部材、第2接続部材、金属部、前記第1接続部材が接合された第1導電体層、および、前記第2接続部材が接合された第2導電体層を備える。前記金属部は、前記半導体素子から熱が伝わるように配置され、かつ、前記第1接続部材および前記第2接続部材が接合されている。前記半導体装置は、相対温度検出部、基準温度検出部、保護基準温度設定部、および、過熱保護部を備える。前記相対温度検出部は、前記第1導電体層および前記第2導電体層間の電圧に基づいて相対温度を検出する。前記基準温度検出部は、基準温度を検出する。前記保護基準温度設定部は、前記基準温度に基づいて保護基準温度を設定する。前記過熱保護部は、前記相対温度と前記保護基準温度とを比較して、前記半導体素子の過熱異常を検出する。

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。一方、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金属を含む第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1ワイヤが接合される第1ワイヤ接合部と、前記第2ワイヤが接合される第2ワイヤ接合部と、前記第1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、前記第1ワイヤ接合部および前記第2ワイヤ接合部の基準温度を検出する基準温度検出部と、前記基準温度に基づいて保護基準温度を設定する保護基準温度設定部と、前記相対温度と前記保護基準温度とを比較して、前記半導体素子の過熱異常を検出する過熱保護部と、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、より明らかとなろう。

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I-V-I-V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V-I-V-I線に沿う断面図である。

[図7] 図7は、図3のV-I-I-V-I-I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、基準温度に対応する保護基準温度、および、過熱異常の判定を説明するための図である。

[図11] 図11は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例を示すフローチャートである。

[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断面図である。

[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拡大平面図である。

[図17]図 1 7 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 1 8 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19]図 1 9 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20]図 2 0 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21]図 2 1 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22]図 2 2 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23]図 2 3 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24]図 2 4 は、図 2 3 に示す半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図25]図 2 5 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26]図 2 6 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27]図 2 7 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28]図 2 8 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29]図 2 9 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30]図 3 0 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31]図 3 1 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32]図32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33]図33は、図32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を示す部分拡大平面図である。

[図35]図35は、図34のXXXV—XXXV線に沿う断面図である。

[図36]図36は、図34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37]図37は、本開示の第8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38]図38は、本開示の9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39]図39は、第9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40]図40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41]図41は、本開示の第10実施形態に係る半導体装置を示す底面図である。

[図42]図42は、本開示の第10実施形態に係る半導体装置を示す側面図である。

[図43]図43は、図40のXLIII—XLIII線に沿う断面図である。

[図44]図44は、図40のXLIV—XLIV線に沿う断面図である。

[図45]図45は、図40のXLV—XLV線に沿う断面図である。

[図46]図46は、図40のXLVI—XLVI線に沿う断面図である。

[図47]図47は、図40のXLVII—XLVII線に沿う断面図である。

[図48]図48は、図40のXLVIII—XLVIII線に沿う断面図であ

る。

[図49]図49は、図40のX-L | X-X-L | X線に沿う断面図である。

[図50]図50は、図40のL-L線に沿う断面図である。

[図51]図51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52]図52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53]図53は、本開示の第10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54]図54は、本開示の第10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55]図55は、本開示の第10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56]図56は、本開示の第10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57]図57は、本開示の第10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58]図58は、本開示の第10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59]図59は、本開示の第10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60]図60は、本開示の第11実施形態に係る半導体装置を示す平面図である。

[図61]図61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62]図62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63]図63は、本開示の第13実施形態に係る半導体装置を示す要部平面

図である。

[図64]図64は、本開示の第13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65]図65は、本開示の第14実施形態に係る半導体装置を示す平面図である。

[図66]図66は、本開示の第14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39に記載された参照符号（第1グループ）および図40～図66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10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I-V-I V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V-I-V線に沿う断面図である。図7は、図3のV-I-I-V-I I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。図10は、基準温度に対応する保護基準温度、および、過熱異常の判定を説明するための図である。

- [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方向とし、z方向およびx方向に直交する方向をy方向とする。一例として、半導体装置A10の電力端子31、32の突出する方向（図2における左右方向）がx方向に相当しうる。y方向は、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。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。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しうる。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 1 1 a は、z 方向 z 2 側を向きうる。素子裏面 1 1 b は、z 方向 z 1 側を向きうる。素子裏面 1 1 b は、支持部材 2 に対向しうる。

[0019] 各半導体素子 1 1 は、第 1 電極 1 1 1、第 2 電極 1 1 2、および第 3 電極 1 1 3 を有しうる。第 1 電極 1 1 1 および第 2 電極 1 1 2 は、素子主面 1 1 a に配置されうる。第 1 電極 1 1 1 は、平面視において、第 2 電極 1 1 2 より大きくしうる。第 3 電極 1 1 3 は、素子裏面 1 2 b に配置されうる。第 3 電極 1 1 3 は、素子裏面 1 1 b の全面（あるいは略全面）にわたりうる。第 1 電極 1 1 1、第 2 電極 1 1 2、および第 3 電極 1 1 3 の構成材料は、限定されず、たとえば A l でありうる。M O S F E T である各半導体素子 1 1 において、第 1 電極 1 1 1 はソース電極であり、第 2 電極 1 1 2 はゲート電極であり、第 3 電極 1 1 3 はドレイン電極でありうる。第 3 電極 1 1 3 は、導電性接合材 1 1 0 を介して、支持部材 2 の一部（後述の主面金属層 2 2 の導電体層 2 2 3）に導通接合されうる。第 3 電極 1 1 3 は、導電性接合材 1 1 0 に接しうる。

[0020] 各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 には、金属板 1 9 が接合されうる。金属板 1 9 は、第 1 電極 1 1 1 に導通し、かつ、半導体素子 1 1 からの熱が適切に伝わるように配置されうる。金属板 1 9 には、接続部材 4 1、4 4 ~ 4 7 が接合されうる。金属板 1 9 は、第 3 金属を含みうる。本実施形態では、第 3 金属は、C u でありうる。金属板 1 9 は、たとえば、C u からなる板部材の一方の面に A l 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 1 9 は、A l の面を第 1 電極 1 1 1（A l）に対向させて、たとえば固相拡散接合によって、第 1 電極 1 1 1 に接合されうる。金属板 1 9 の構成および第 1 電極 1 1 1 への接合方法は限定されない。たとえば、金属板 1 9 は、C u からなる板部材の一方の面に、スパッタなどにより A l の層を形成することで形成されてよい。

[0021] 複数の半導体素子 1 2 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 1 2 は、図 9 に示すように、各半導体素子 1 1 に対して、逆並列に接続されうる。

[0022] 各半導体素子 1 2 は、支持部材 2 上に、導電性接合材 1 2 0 によって、接合されうる。導電性接合材 1 2 0 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 1 2 の個数は、半導体素子 1 1 の個数に対応している。半導体装置 A 1 0 は、各半導体素子 1 2 を備えなくてよい。

[0023] 各半導体素子 1 2 は、素子主面 1 2 a および素子裏面 1 2 b を有しうる。素子主面 1 2 a および素子裏面 1 2 b は、z 方向において互いに反対側を向きうる。素子主面 1 2 a は、z 方向 z 2 側を向きうる。素子裏面 1 2 b は、z 方向 z 1 側を向きうる。素子裏面 1 2 b は、支持部材 2 に対向しうる。

[0024] 各半導体素子 1 2 は、アノード電極 1 2 1 およびカソード電極 1 2 2 を有しうる。アノード電極 1 2 1 は、素子主面 1 2 a に配置されうる。カソード電極 1 2 2 は、素子裏面 1 2 b に配置されうる。カソード電極 1 2 2 は、導電性接合材 1 2 0 を介して、支持部材 2 の一部（後述の主面金属層 2 2 の導電体層 2 2 3）に導通しうる。カソード電極 1 2 2 は、導電性接合材 1 2 0 に接しうる。

[0025] 支持部材 2 は、それぞれ複数の半導体素子 1 1, 1 2 を支持する部材であるとともに、各半導体素子 1 1 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 2 1、主面金属層 2 2、および裏面金属層 2 3 を含むうる。

[0026] 絶縁基板 2 1 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 2 1 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 2 1 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 2 1 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 2 1 の構成材料は、絶縁性を有し、半導体素子 1 1 が発する熱に耐えられるものでありうる。

[0027] 絶縁基板 2 1 は、主面 2 1 1 および裏面 2 1 2 を有しうる。主面 2 1 1 お

よび裏面 2 1 2 は、z 方向において互いに反対側を向きうる。主面 2 1 1 は、z 含んでいる方向 z 2 側を向きうる。裏面 2 1 2 は、z 方向 z 1 側を向きうる。

[0028] 主面金属層 2 2 は、絶縁基板 2 1 の主面 2 1 1 に形成されうる。主面金属層 2 2 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 2 2 の構成材料は限定されない。主面金属層 2 2 は、たとえばめっき処理により形成されうる。主面金属層 2 2 の形成方法は限定されない。主面金属層 2 2 は、樹脂部材 5 に覆われうる。主面金属層 2 2 は、導電体層 2 2 1 ~ 2 2 5 、および、それぞれ複数の導電体層 2 2 6 ~ 2 2 9 を含みうる。各導電体層 2 2 1 ~ 2 2 9 は、互いに離間して配置されうる。

[0029] 導電体層 2 2 1 は、帯状部 2 2 1 a および端子接合部 2 2 1 b を含みうる。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）に並んで位置しうる。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 110 を介して、各半導体素子 11 の第 3 電極 113 (ドレイン電極) に導通するとともに、各導電性接合材 120 を介して、各半導体素子 12 のカソード電極 122 に導通しうる。つまり、各半導体素子 11 の第 3 電極 113 と各半導体素子 12 のカソード電極 122 とは、導電体層 223 を介して、導通しうる。

[0032] 導電体層 224 は、帯状部 224a および端子接合部 224b を含みうる。帯状部 224a は、x 方向に沿って延びており、複数の接続部材 44 がそれぞれ接合されうる。端子接合部 224b は、帯状部 224a の x 方向 x1 側の端部につながっており、検出端子 35 の一部 (後述のパッド部 351) が接合されうる。

[0033] 導電体層 225 は、接続部材 42 が接合されうる。導電体層 225 は、検出端子 34 の一部 (後述のパッド部 341) が接合されうる。

[0034] 主面金属層 22 において、複数の帯状部 221a, 222a, 223a, 224a 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 221a, 222a, 223a, 224a 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 y1 側から y 方向 y2 側に向かって、帯状部 224a、帯状部 222a、帯状部 221a、帯状部 223a の順に並んで位置しうる。帯状部 221a は、y 方向において、帯状部 222a と帯状部 223a との間に配置されており、帯状部 222a は、y 方向において、帯状部 221a と帯状部 224a との間に配置されうる。帯状部 223a は、y 方向において、帯状部 221a を挟んで、帯状部 222a の反対側に配置されうる。導電体層 225 は、導電体層 222 の端子接合部 222b の x 方向 x1 側に配置されうる。

[0035] それぞれ複数の導電体層 226, 227 は、導電体層 223 の帯状部 223a の y 方向 y2 側に配置されうる。主面金属層 22 は、半導体素子 11 と同じ数 (本実施形態では 3 個) の導電体層 226 および導電体層 227 を含みうる。各導電体層 226 は、接続部材 46 が接合されうる。各導電体層 226 は、温度検出端子 36 の一部 (後述のパッド部 361) 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。各導電体層 2 2 7 は、温度センサ 1 5 が配置されうる。

[0036] それぞれ複数の導電体層 2 2 8, 2 2 9 は、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 を含んでいなくてもよい。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、あるいは樹脂部材 5 から露出していてよい。

[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 Bonded Copper）基板を用いて、形成されてよい。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はそれぞれ、樹脂部材5の内部において、主面金属層22に接合されうる。各端子3はそれぞれ、z方向視において絶縁基板21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。たとえば、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42アロイなどから形成されうる。

[0041] 電力端子31は、半導体装置A10におけるドレイン端子でありうる。電力端子31は、板状の部材でありうる。電力端子31は、導電体層223および導電性接合材110を介して、各半導体素子11の第3電極113（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 x 2 側に延びうる。端子部 3 2 2 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 3 3 は、半導体装置 A 1 0 におけるゲート端子でありうる。信号端子 3 3 は、導電体層 2 2 2 および複数の接続部材 4 3 を介して、各半導体素子 1 1 の第 2 電極 1 1 2 (ゲート電極) に導通しうる。信号端子 3 3 には、各半導体素子 1 1 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 3 3 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。ドライブ回路 D R は、各半導体素子 1 1 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 3 3 には、ドライブ回路 D R から駆動信号が入力されうる。図 9 に示すドライブ回路 D R 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 35 は、半導体装置 A10 におけるソースセンス端子でありうる。検出端子 35 は、導電体層 224、複数の接続部材 44、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。検出端子 35 と信号端子 33 との間には、図 9 に示すように、たとえば、半導体装置 A10 の外部のミラークランプ回路 MC が接続されうる。ミラークランプ回路 MC は、各半導体素子 11 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 MOSFET を含みうる。当該 MOSFET のソース端子は、検出端子 35 に接続され、当該 MOSFET のドレイン端子は、信号端子 33 に接続されうる。半導体素子 11 がオフの時に、ミラークランプ回路 MC の MOSFET をオンにすることで、半導体素子 11 のゲートーソース間電圧を略 0（ゼロ）V または負バイアス電圧に強制し、半導体素子 11 のゲート電位の持ち上がりを排除しうる。

[0050] 検出端子 35 は、パッド部 351 および端子部 352 を含みうる。パッド部 351 は、樹脂部材 5 に覆われうる。パッド部 351 は、導電体層 224 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 352 は、樹脂部材 5 から露出しうる。端子部 352 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 34、信号端子 33、および検出端子 35 は、図 2 および図 3 に示すように、x 方向に沿って x 方向 x1 側から x2 側にこの順で並び、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 34、信号端子 33、および検出端子 35 は、y 方向 y1 側の樹脂側面 533 から突出しうる。

[0052] 複数の温度検出端子 36、37 は、それぞれ半導体素子 11 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 11 に対して、対応する 1 個の温度検出端子 36 と 1 個の温度検出端子 37 とが設けられている。半導体装置 A10 は、3 個の半導体素子 11 を備える場合、3 個の温度検出端子 3

6と3個の温度検出端子37とを備えうる。各温度検出端子36は、それぞれ、導電体層226に接合されうる。各温度検出端子36は、導電体層226を介して、接続部材46に導通しうる。各温度検出端子37は、それぞれ、導電体層227に接合されうる。各温度検出端子37は、導電体層227を介して、接続部材47に導通しうる。

[0053] 温度検出端子36は、パッド部361および端子部362を含みうる。パッド部361は、樹脂部材5に覆われうる。パッド部361は、導電体層226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362は、樹脂部材5から露出しうる。端子部362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37は、パッド部371および端子部372を含みうる。パッド部371は、樹脂部材5に覆われうる。パッド部371は、導電体層227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372は、樹脂部材5から露出しうる。端子部372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38、39は、それぞれ温度センサ15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15に対して、対応する1個の温度検出端子38と1個の温度検出端子39とが設けられている。半導体装置A10は、3個の温度センサ15を備える場合、3個の温度検出端子38と3個の温度検出端子39とを備えうる。各温度検出端子38は、それぞれ、導電体層228に接合されうる。各温度検出端子38は、導電体層228および接続部材48を介して、温度センサ15に導通しうる。各温度検出端子39は、それぞれ、導電体層229に接合されうる。各温度検出端子39は、導電体層229および接続部材48を介して、温度センサ15に導通しうる。

[0055] 温度検出端子38は、パッド部381および端子部382を含みうる。パッド部381は、樹脂部材5に覆われうる。パッド部381は、導電体層2

28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382は、樹脂部材5から露出しうる。端子部382は、x方向視においてL字状でありうる。温度検出端子39は、パッド部391および端子部392を含みうる。パッド部391は、樹脂部材5に覆われうる。パッド部391は、導電体層229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392は、樹脂部材5から露出しうる。端子部392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36～39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36～39は、y方向y2側の樹脂側面534から突出しうる。

[0057] 複数の接続部材41～45、48はそれぞれ、離間した2つの部位間を導通させる。各接続部材41～45、48は、いわゆる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41～45、48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41～45、48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41～45、48の構成材料は、たとえばAl、Au、Cu、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、各接続部材41～45、48の構成材料がCuである場合について説明する。

[0058] 複数の接続部材41はそれぞれ、一端が金属板19に接合され、他端が導電体層221に接合されうる。各接続部材41は、各半導体素子11の第1電極111（ソース電極）と導電体層221とを導通させる。

[0059] 接続部材42は、一端が導電体層221に接合され、他端が導電体層225に接合されうる。接続部材42は、導電体層221と導電体層225とを導通させる。接続部材42の上記他端は、導電体層225に接合されるのではなく、検出端子34のパッド部341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 に接合されうるものと、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 に接合されう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。すなわち、各接続部材

46, 47と金属板19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19において、接続部材46と接続部材47とは、互いに離れて接合されうる。

[0065] 接続部材46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47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。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：55Cu－45Ni）でありうる。接続部材46および金属板19（Cu）と、接続部材47（コンスタンタン）とは、熱電対として機能する。Cuおよびコンスタンタンによる熱電対は、T型熱電対として広く知られている。接続部材47と金属板19との接点47cが、熱電対の測温接点（熱接点）に相当する。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227との接点が、熱電対の基準接点（冷接点）に相当する。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する。温度検出端子36, 37は、基準接点間の電圧を、半導体素子11の温度を検出するための信号として、駆動装置7に出力する。

[0066] 温度センサ15は、熱電対の基準接点（冷接点）の温度（以下では、「基準温度」と記載する）を検出する。温度センサ15は、半導体素子11より接続部材47の第2端47bに近い位置に配置されうる。本実施形態では、温度センサ15は、導電体層227上に配置されうる。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。図7に示すように、温度センサ15と導電体層227との間には、絶縁層16が介在しうる。本実施形態では、温度センサ15と絶縁層16とが一体になった素子が、絶縁層16を導電体層227に対向させて、導電体層227上に配置されうる。温度センサ15は、導電体層227上に配置された絶縁層16上に配置

されてよい。温度センサ15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る。温度センサ15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ってよい。温度センサ15は、基準温度の検出信号を、2個の接続部材48、導電体層228、229、および温度検出端子38、39を介して、外部に出力しうる。本実施形態では、温度センサ15は、負特性の温度センサであり、基準温度が高いほど、低い電圧である検出信号を出力しうる。

[0067] 樹脂部材5は、電気絶縁性の半導体封止材でありうる。樹脂部材5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、絶縁基板21、主面金属層22、および複数の接続部材41～48の全体と、各端子3の一部ずつとを覆いうる。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る。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側を向いており、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、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 5 3 1 ～ 5 3 4 は、それぞれ、樹脂主面 5 1 につながり、樹脂主面 5 1 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 5 1 につながり傾斜する面に囲まれる部分は、 x y 平面での断面積が樹脂主面 5 1 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 5 3 1 ～ 5 3 4 は、それぞれ、樹脂裏面 5 2 につながり、樹脂裏面 5 2 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 5 1 につながり傾斜する面に囲まれる部分は、 x y 平面での断面積が樹脂裏面 5 2 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、図 8 に示すように、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複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723は、信号端子33が接合されうる。端子724は、検出端子34が接合されうる。端子725は、検出端子35が接合されうる。端子721は温度検出端子36と同じく3個配置されうる。各端子721は、それぞれ温度検出端子36が接合されうる。温度検出端子36は、導電体層226を介して接続部材46に導通接続しうるので、端子721は、接続部材46に導通接続しうる。端子722は温度検出端子37と同じく3個配置されており、各端子722は、それぞれ温度検出端子37が接合されうる。温度検出端子37は、導電体層227を介して接続部材47に導通接続しうるので、端子722は、接続部材47に導通接続しうる。

[0073] 端子726は温度検出端子38と同じく3個配置されうる。各端子726は、それぞれ温度検出端子38が接合されうる。温度検出端子38は、導電体層228および接続部材48を介して温度センサ15の一方の電極に導通接続しうるので、端子726は、温度センサ15の一方の電極に導通接続しうる。端子727は温度検出端子39と同じく3個配置されうる。各端子727は、それぞれ温度検出端子39が接合されうる。温度検出端子39は、導電体層229および接続部材48を介して温度センサ15の他方の電極に導通接続しうるので、端子727は、温度センサ15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73、複数の保護基準温度設定部74、過熱保護部75、および駆動制御部76を備えうる。駆動制御部76は、各半導体素子11のスイッチング動作を制御する機能構成でありうる。駆動制御部76は、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76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76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723を介して、半導体装置A10に出力しうる。半導体装置A10は、端子723に接続する信号端子33から駆動信号を入力され、各半導体素子11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 は、半導体素子 1 1 の相対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 は、半導体装置 A 1 0 の半導体素子 1 1 の数に合わせて、3 個設けられうる。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 の相対温度を検出して、過熱保護部 7 5 に出力しうる。

[0076] 保護基準温度設定部 7 4 は、温度センサ 1 5 が検出した基準温度に基づいて保護基準温度を設定するための機能構成でありうる。保護基準温度設定部 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、3 個設けられうる。各保護基準温度設定部 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うる。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。保護基準温度設定部 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しうる。

[0077] 保護基準温度設定部 7 4 は、検出した基準温度に基づいて保護基準温度を設定する。保護基準温度は、対応する相対温度検出部 7 3 が検出した相対温度と比較するための閾値であり、基準温度に応じて動的に変化する。基準温度が高いほど、許容される相対温度、すなわち、過熱異常と判断されないための相対温度は低くなる。したがって、保護基準温度設定部 7 4 は、基準温度が高いほど、保護基準温度を低く設定する。本実施形態では、保護基準温

度設定部 7 4 は、基準温度に対して保護基準温度が線型的に変化するように設定する。保護基準温度の設定方法は限定されない。たとえば、保護基準温度設定部 7 4 は、基準温度から保護基準温度を演算する演算式が、温度センサ 1 5 の特性に応じてあらかじめ設定され、当該演算式を用いて、検出した基準温度から保護基準温度を演算してもよい。保護基準温度設定部 7 4 は、あらかじめ実験などで離散的に取得した、基準温度に対する保護基準温度を記憶しておき、入力される基準温度に応じて、線型補間によって保護基準温度を算出してもよい。保護基準温度設定部 7 4 は、対応する半導体素子 1 1 の保護基準温度を過熱保護部 7 5 に出力しうる。

[0078] 過熱保護部 7 5 は、各相対温度検出部 7 3 から入力される相対温度、および、各保護基準温度設定部 7 4 から入力される保護基準温度に基づいて、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、半導体素子 1 1 の相対温度が対応する保護基準温度以上になった場合に、当該半導体素子 1 1 の過熱異常を検知して、異常検出信号を駆動制御部 7 6 に出力しうる。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。

[0079] 相対温度検出部 7 3、保護基準温度設定部 7 4、および過熱保護部 7 5 の具体的な回路構成は限定されない。たとえば、以下のような構成であってよい。すなわち、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、過熱保護部 7 5 に出力しうる。保護基準温度設定部 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、保護基準温度を示す電圧を設定して、過熱保護部 7 5 に出力しうる。過熱保護部 7 5 は、相対温度検出部 7 3 から入力される相対温度に応じた電圧と、保護基準温度設定部 7 4 から入力される保護基準温度を示す電圧とをコンパレータによって比較する。当該コンパレータは、相対温度に応じた電圧が保護基準温度を示す電圧以上になった場合に、異常検出信号を出力しうる。

[0080] 図 1 0 は、基準温度に対応する保護基準温度、および、過熱異常の判定を

説明するための図である。同図の横軸は、温度センサ 15 が検出した基準温度を示している。同図の左側の縦軸は、相対温度検出部 73 が検出した相対温度 ΔT を示している。同図の右側の縦軸は、相対温度 ΔT に応じた対応電圧 V を示している。同図に示す実線 x が、保護基準温度を示している。同図に示すように、保護基準温度は、基準温度が高いほど低くなり、基準温度に対して線型的に変化するように設定されうる。保護基準温度は、基準温度が固定保護基準温度 T_{th} の場合に「0」になる。固定保護基準温度 T_{th} は、絶対温度における固定された保護基準温度である。保護基準温度を示す実線 x の上側の領域（図 10 において点描を付している領域）が過熱異常と判定される領域であり、実線 x の下側の領域が正常であると判定される領域でありうる。

[0081] 温度センサ 15 が検出した基準温度がたとえば T_1 を示す場合、保護基準温度設定部 74 は、保護基準温度として ΔT_{th1} を設定する。 ΔT_{th1} に対応する対応電圧 V は、 V_1 である。過熱保護部 75 は、相対温度検出部 73 が検出した相対温度 ΔT が ΔT_{th1} 以上である場合、すなわち、相対温度検出部 73 から入力される電圧が V_1 以上である場合、過熱異常であると判定して、異常検出信号を出力しうる。温度センサ 15 が検出した基準温度がたとえば T_2 ($> T_1$) を示す場合、保護基準温度設定部 74 は、保護基準温度として ΔT_{th2} ($< \Delta T_{th1}$) を設定する。 ΔT_{th2} に対応する対応電圧 V は、 V_2 である。過熱保護部 75 は、相対温度検出部 73 が検出した相対温度 ΔT が ΔT_{th2} 以上である場合、すなわち、相対温度検出部 73 から入力される電圧が V_2 以上である場合、過熱異常であると判定して、異常検出信号を出力しうる。つまり、温度センサ 15 が検出した基準温度が高いほど、過熱異常であると判定される相対温度 ΔT および電圧が低くなっている。

[0082] 図 8 に示すように、駆動装置 7 は、半導体装置 A 10 に取り付けられる。取り付けられて一体となった駆動装置 7 および半導体装置 A 10 は、全体としても半導体装置と言える。

[0083] 次に、半導体装置 A 1 0 の製造方法の一例について、図 1 1 ～図 1 8 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 A 1 0 を実現するための一手段であり、これに限定されない。図 1 1 は、半導体装置 A 1 0 の製造方法の一例を示すフローチャートである。図 1 2 ～図 1 8 は、半導体装置 A 1 0 の製造方法の一例にかかる工程を示す図である。図 1 2 ～図 1 5、図 1 7 ～図 1 8 は断面図であり、図 4 に対応する図である。図 1 6 は拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 1 2 ～図 1 8 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。

[0084] 図 1 1 に示すように、半導体装置 A 1 0 の製造方法は、支持部材形成工程 (S 1)、リードフレーム接合工程 (S 2)、素子実装工程 (S 3)、ワイヤ形成工程 (S 4)、樹脂形成工程 (S 5)、およびフレーム切断工程 (S 6) を有しうる。

[0085] 支持部材形成工程 (S 1) は、支持部材 2 を形成する工程でありうる。支持部材形成工程では、まず、絶縁基板 9 1 を準備する (S 1 1)。絶縁基板 9 1 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 9 1 1 および裏面 9 1 2 を有しうる。次いで、図 1 2 に示すように、絶縁基板 9 1 の主面 9 1 1 に、主面金属層 2 2 を形成する (S 1 2)。主面金属層 2 2 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 9 1 1 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。次いで、図 1 3 に示すように、絶縁基板 9 1 の裏面 9 1 2 に、裏面金属層 2 3 を形成する (S 1 3)。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。絶縁基板 9 1 の主面 9 1 1 および裏面 9 1 2 に Cu 箔が接合された DBC 基板を用いて、主面 9 1 1 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 を形成してもよい。次いで、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。

- [0086] リードフレーム接合工程（Ｓ２）では、まず、各端子３になるリードフレーム９２を準備する。リードフレーム９２は、各端子３になる部分を含んでおり、さらに複数の各端子３がつながるフレームを有しうる。リードフレーム９２の形状等は、何ら限定されない。次いで主面金属層２２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１４に示すように、リードフレーム９２の各端子３になる部分を主面金属層２２に接合する。たとえば、リードフレーム９２の検出端子３５になる部分は導電体層２２４に接合されうる。リードフレーム９２の温度検出端子３６になる部分は導電体層２２６に接合されうる。リードフレーム９２の接合方法は限定されない。
- [0087] 素子実装工程（Ｓ３）では、まず、導電体層２２３の半導体素子１１，１２が配置される領域に、導電性接合ペースト９３を配置する。導電性接合ペースト９３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９３に、複数の半導体素子１１および複数の半導体素子１２を付着させ、加熱した後に冷却する。これにより、図１５および図１６に示すように、導電体層２２３と半導体素子１１との間に介在する導電性接合ペースト９３が導電性接合材１１０になり、半導体素子１１が導電性接合材１１０を介して導電体層２２３に接合されうる。半導体素子１１は、第１電極１１１に金属板１９があらかじめ接合されうる。導電体層２２３と半導体素子１２との間に介在する導電性接合ペースト９３が導電性接合材１２０になり、半導体素子１２が導電性接合材１２０を介して導電体層２２３に接合されうる。
- [0088] 次いで、図１５および図１６に示すように、導電体層２２７上に、温度センサ１５と絶縁層１６とが一体になった素子を、絶縁層１６を導電体層２２７に対向させて接合する。導電体層２２７上に絶縁層１６を接合して、絶縁層１６上に温度センサ１５を接合してもよい。図１５では、導電体層２２６のｘ方向×１側に位置する導電体層２２７上に配置された温度センサ１５が示されている。
- [0089] ワイヤ形成工程（Ｓ４）では、接続部材４１～４８を形成する。まず、図

17に示すように、接続部材41～46, 48をウエッジボンディングにより形成する(S41)。接続部材41が半導体素子11の第1電極111に接合された金属板19と導電体層221とを接続するように形成されうる。接続部材43が半導体素子11の第2電極112と導電体層222とを接続するように形成されうる。接続部材44が金属板19と導電体層224とを接続するように形成されうる。接続部材45が金属板19と半導体素子12のアノード電極121とを接続するように形成されうる。接続部材46が金属板19と導電体層226とを接続するように形成されうる。接続部材48が温度センサ15と導電体層228または導電体層229とを接続するように形成されうる。図17に表れていないが、接続部材42が導電体層221と導電体層225とを接続するように形成されうる。接続部材46は、構成材料が接続部材41～45, 48と同じCuなので、接続部材41～45, 48と同じ工程で形成されうる。接続部材41～46, 48の形成の順番は限定されない。次に、図18に示すように、接続部材47をウエッジボンディングにより形成する(S42)。接続部材47が金属板19と導電体層227とを接続するように形成されうる。接続部材47は、構成材料が接続部材41～46, 48とは異なるので、接続部材41～46, 48とは別の工程で形成されうる。ただし、接続部材47は、使用するワイヤの材料が接続部材41～46, 48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41～46, 48を形成する前に、接続部材47を形成してもよい。ワイヤ形成工程(S4)において、接続部材46と接続部材47とが金属板19に接合されることで、熱電対が形成されうる。

[0090] 樹脂形成工程(S5)では、たとえばリードフレーム92の一部、支持部材2の一部、それぞれ複数の半導体素子11, 12、温度センサ15、導電体層228、および複数の接続部材41～48を金型によって囲む。次いで、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。ついで、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。

[0091] フレーム切断工程(S6)では、リードフレーム92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。

[0092] 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。

[0093] 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。したがって、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。

[0094] 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する。

[0095] 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しう。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。

[0096] 本実施形態によると、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 には、金属板 1 9 が接合されう。これにより、半導体素子 1 1 は、接続部材 4 1, 4 4 ~ 4 7 をウエッジボンディングする際の衝撃から保護されう。

[0097] 本実施形態によると、保護基準温度設定部 7 4 は、温度センサ 1 5 が検出した基準温度に基づいて動的に変化する保護基準温度を設定する。これにより、過熱保護部 7 5 は、相対温度検出部 7 3 が検出した相対温度を、対応する保護基準温度と比較することで、対応する半導体素子 1 1 の過熱異常を検知しうる。

[0098] 本実施形態によると、温度センサ 1 5 は、半導体装置 A 1 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。したがって、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、温度センサ 1 5 は、接続部材 4 7 の第 2 端 4 7 b が接合された導電体層 2 2 7 上に配置されうる。したがって、温度センサ 1 5 は、導電体層 2 2 7 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、保護基準温度設定部 7 4 を備える駆動装置 7 が、半導体装置 A 1 0 の外部に取り付けられている。駆動装置 7 が半導体装置 A 1 0 内に配置されている場合、駆動制御部 7 6 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る。半導体装置 A 1 0 は、基準温度を検出するための温度センサ 1 5 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。

[0099] 本実施形態では、接続部材 4 6 の構成材料である第 1 金属が Cu であり、接続部材 4 7 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 4 6 および金属板 1 9 (Cu) と、接続部材 4 7 (Al) とは、熱電対として機能する。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-6Cu）である。

i-3Al-1Si-2Mg)であってもよく、J型熱電対のようにFeおよびコンスタンタンであってもよく、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もよい。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。

[0100] 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もよい。ただし、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)と同じ金属であることが望ましい。

[0101] 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。一例として、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の温度を検出するために、温度センサ15は、導電体層227上に配置される。

[0102] 本実施形態では、接続部材41~47が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)であってもよい。たとえば、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る。

[0103] 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。

[0104] 図 19～図 21 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。

[0105] 第 1 変形例：

図 19 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 19 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 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 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。

[0106] 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。

[0107] 第 2 変形例：

図 20 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 20 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 20 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。

[0108] 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。熱電対の測温接点に相当する接続部材 47 の接点 47c 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。

[0109] 第 3 変形例：

図 2 1 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 1 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 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 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。

[0110] 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 が非接合とされうる。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。測温接点 (接点 4 6 c) が第 1 電極 1 1 1 に直接接する場合、測温接点が金属板 1 9 に接接する場合と比較して、検出される各半導体素子 1 1 の温度の精度が向上しうる。

[0111] 第 4 変形例：

図 2 2 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 2 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 2 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。

[0112] 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。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。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 が、帯状部 2 2 3 a に接合されている場合、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。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。

[0113] 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うる。

[0114] 図 2 3 ～ 図 3 9 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。

[0115] 第 2 実施形態：

図 2 3 および図 2 4 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 3 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 4 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 4 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 実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わ

せられうる。

[0116] 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23に示すように、検出端子35のパッド部351が主面金属層22に非接合とされうる。温度検出端子36のパッド部361が主面金属層22に非接合とされうる。同様の構成を、各端子33, 34, 37, 38, 39に採用しうる。主面金属層22は、導電体層225~229を含まない構成としうる。導電体層222は端子接合部222bを備えない構成としうる。導電体層224は端子接合部224bを備えない構成としうる。

[0117] 図24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。

[0118] 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しうる。保護基準温度設定部74が基準温度に基づいて動的に変化する保護基準温度を設定しうるので、過熱保護部75は、相対温度を保護基準温度と比較することで過熱異常を検知しうる。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に配置しうる。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しうる。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うるので、基準温度の検出誤差を低減しうる。半導体装置A20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。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 を含まない構成としうる。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 A20 は、y 方向の寸法を低減しうる。

[0119] 図 25 は、第 2 実施形態にかかる半導体装置 A20 の変形例を示している。同図において、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。

[0120] 第 1 変形例：

図 25 は、第 2 実施形態の第 1 変形例にかかる半導体装置 A21 を説明するための図である。図 25 は、半導体装置 A21 の部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 25 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 A21 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 A20 と異なりうる。

[0121] 本変形例では、接続部材 47 が接合される温度検出端子 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。温度検出端子 37 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。

[0122] 第 3 実施形態：

図 26 は、本開示の第 3 実施形態にかかる半導体装置 A30 を説明するための図である。図 26 は、半導体装置 A30 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 26 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 A30 は、温度センサ 15 が導電体層 228 と導電体層 229 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 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 ~ 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うる。

[0123] 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 A1

0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。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。

[0124] 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。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。保護基準温度設定部74が基準温度に基づいて動的に変化する保護基準温度を設定するので、過熱保護部75は、相対温度を保護基準温度と比較することで過熱異常を検知する。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。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。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。

[0125] 図27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。同図において、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。

[0126] 第1変形例：

図27は、第3実施形態の第1変形例にかかる半導体装置A31を説明するための図である。図27は、半導体装置A31の部分拡大平面図であり、

図3に対応する図である。図27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A31は、導電体層227～229および各端子37～39の位置関係が、半導体装置A30と異なりうる。

[0127] 本変形例では、導電体層228および導電体層229が、導電体層226と導電体層227との間に配置されうる。温度検出端子38、39が、温度検出端子36と温度検出端子37との間に配置されうる。温度センサ15は、2個の基準接点の平均的な温度を検出する。一例として、2個の基準接点は、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227との接点とする。

[0128] 第4実施形態：

図28は、本開示の第4実施形態にかかる半導体装置A40を説明するための図である。図28は、半導体装置A40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28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A40は、温度センサ15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1～3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うる。

[0129] 温度センサ15は、導電体層227上ではなく、導電体層228上に配置されうる。温度センサ15は、z方向のz1側を向く面とz2側を向く面とに、それぞれ電極が配置されうる。温度センサ15と導電体層228との間に絶縁層16は介在せず、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、接続部材48を介して、導電体層229に導通接続する。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する。

[0130] 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。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しうる。保護基準温度設定部 74 が基準温度に基づいて動的に変化する保護基準温度を設定するので、過熱保護部 75 は、相対温度を保護基準温度と比較することで過熱異常を検知しうる。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しうる。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しうる。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 と同等の効果を奏しうる。温度センサ 15 は、一方の端子が導電体層 228 に導通接合されうる。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 を省略しうる。

[0131] 図 29 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。同図において、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。

[0132] 第 1 変形例：

図 29 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 29 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 29 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。

[0133] 本変形例では、導電体層 228 が、導電体層 226 と導電体層 227 との間に配置されうる。温度検出端子 38 が、温度検出端子 36 と温度検出端子 37 との間に配置されうる。温度センサ 15 は、2 個の基準接点の平均的な温度を検出しうる。一例として、2 個の基準接点は、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 227 との接点としうる。

[0134] 第5実施形態：

図30は、本開示の第5実施形態にかかる半導体装置A50を説明するための図である。図30は、半導体装置A50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30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A50は、温度センサ15が温度検出端子38上に配置されている点と、温度センサ15の構成とが、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1～4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うる。

[0135] 半導体装置A50は、半導体装置A20と同様、各端子3が主面金属層22に非接合とされ、主面金属層22が導電体層225～229を含まない構成としうる。接続部材46は温度検出端子36のパッド部361に接合され、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38のパッド部381に配置されうる。本実施形態にかかる温度センサ15は、第4実施形態にかかる温度センサ15と同様、z方向のz1側を向く面とz2側を向く面とに、それぞれ電極が配置されうる。温度センサ15は、一方の電極がパッド部381に導通接合され、他方の電極が、接続部材48を介して、パッド部391に導通接続されうる。

[0136] 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A50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。保護基準温度設定部74が基準温度に基づいて動的に変化する保護基準温度を設定するので、過熱保護部75は、相対温度を保護基準温度と比較することで過熱異常を検知しうる。温度センサ15は、半導体装置A50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しうる。半導体装置A50は、温度センサ1

5 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 5 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。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 を含まない構成としうる。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 A 5 0 は、y 方向の寸法を低減しうる。温度センサ 1 5 は、一方の端子が温度検出端子 3 8 のパッド部 3 8 1 に導通接合されうる。半導体装置 A 5 0 は、温度センサ 1 5 とパッド部 3 8 1 とを接続するための接続部材 4 8 を省略しうる。

[0137] 図 3 1 は、第 5 実施形態にかかる半導体装置 A 5 0 の変形例を示している。同図において、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。

[0138] 第 1 変形例：

図 3 1 は、第 5 実施形態の第 1 変形例にかかる半導体装置 A 5 1 を説明するための図である。図 3 1 は、半導体装置 A 5 1 の部分拡大平面図であり、図 3 に対応する図である。図 3 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 5 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 5 0 と異なりうる。

[0139] 本変形例では、温度センサ 1 5 が配置された温度検出端子 3 8 が、接続部材 4 6 が接合された温度検出端子 3 6 と接続部材 4 7 が接合された温度検出端子 3 7 との間に配置されうる。温度センサ 1 5 は、2 個の基準接点の平均的な温度を検出しうる。一例として、2 個の基準接点は、接続部材 4 6 と温度検出端子 3 6 との接点、および、接続部材 4 7 と温度検出端子 3 7 との接点としうる。

[0140] 第 6 実施形態：

図 3 2 ~ 図 3 3 は、本開示の第 6 実施形態にかかる半導体装置 A 6 0 を説明するための図である。図 3 2 は、半導体装置 A 6 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 3 2 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 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。半導体装置 A 6 0 は、温度センサ 1 5 が駆動装置 7 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 ～ 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うる。

[0141] 半導体装置 A 6 0 は、図 3 2 に示すように、それぞれ複数の温度センサ 1 5、接続部材 4 8、温度検出端子 3 8、3 9、および導電体層 2 2 8、2 2 9 を備えていない構成としうる。複数の温度センサ 1 5 は、図 3 3 に示すように、駆動装置 7 に配置されうる。具体的には、各温度センサ 1 5 は、端子 7 2 2 に隣接して配置されうる。端子 7 2 2 に接合された温度検出端子 3 7 は、導電体層 2 2 7 に接合しうる。温度センサ 1 5 は、端子 7 2 2 の温度を検出することで、間接的に、熱電対の基準接点の温度を検出しうる。温度センサ 1 5 は、基準温度を検出した検出信号を直接、保護基準温度設定部 7 4 に入力しうる。

[0142] 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 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。保護基準温度設定部 7 4 が基準温度に基づいて動的に変化する保護基準温度を設定するので、過熱保護部 7 5 は、相対温度を保護基準温度と比較することで過熱異常を検知しうる。半導体装置 A 6 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。温度センサ 1 5 は、基準温度を精度よく検出するためには、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。

[0143] 第 7 実施形態：

図 3 4 ～図 3 6 は、本開示の第 7 実施形態にかかる半導体装置 A 7 0 を説明するための図である。図 3 4 は、半導体装置 A 7 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 3 4 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 5 は、図 3 4 の X X X V—X X X V 線に沿う断面図である。図 3 6 は、半導体装置 A 7 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。半導体装置 A 7 0 は、過熱保護回路 8 をさらに備えている点で、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 ～ 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うる。

[0144] 半導体装置 A 7 0 は、複数の過熱保護回路 8 および複数の接続部材 4 9 3 を備えうる。駆動装置 7 は、相対温度検出部 7 3、保護基準温度設定部 7 4、および過熱保護部 7 5 を備えておらず、半導体装置 A 7 0 が、相対温度検出部 7 3、保護基準温度設定部 7 4、および過熱保護部 7 5 と同様の機能を有する過熱保護回路 8 を内部に備えうる。

[0145] 過熱保護回路 8 は、たとえば IC であり、半導体素子 1 1 の数に合わせて配置されうる。一例として、3 個の過熱保護回路 8 を使用しうる。複数の過熱保護回路 8 は、図 3 4 および図 3 5 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、接合材で接合されうる。各過熱保護回路 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 との間に位置しうる。各接続部材 4 6 は、他端が導電体層 2 2 6 ではなく、過熱保護回路 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、他端が導電体層 2 2 7 ではなく、過熱保護回路 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、一端が過熱保護回路 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 3 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。

[0146] 過熱保護回路 8 は、図 3 6 に示すように、相対温度検出部 8 3、保護基準温度設定部 8 4、比較部 8 5、および端子 8 1 1 ～ 8 1 3 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。

[0147] 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。保護基準温度設定部 8 4 は、保護基準温度設定部 7 4 と同様の機能を有しうる。保護基準温度設定部 8 4 は、端子 8 1 2 に隣接配置された温度センサ 1 5 から検出信号を入力され、対応する熱電対の基準温度を検出しうる。保護基準温度設定部 8 4 は、検出した基準温度に基づいて保護基準温度を設定しうる。比較部 8 5 は、過熱保護部 7 5 と同様の機能を有しうる。比較部 8 5 は、相対温度検出部 8 3 から入力される相対温度、および、保護基準温度設定部 8 4 から入力される保護基準温度に基づいて、対応する半導体素子 1 1 の過熱異常を検知しうる。比較部 8 5 は、半導体素子 1 1 の相対温度が対応する保護基準温度以上になった場合に、当該半導体素子 1 1 の過熱異常を検知して、端子 8 1 3、接続部材 4 9 3、導電体層 2 2 6、温度検出端子 3 6、および端子 7 2 1 を介して、異常検出信号を駆動装置 7 の駆動制御部 7 6 に出力しうる。過熱保護回路 8 の具体的な回路構成および態様は限定されない。

[0148] 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。保護基準温度設定部 8 4 が基準温度に基づいて動的に変化する保護基準温度を設定するので、過熱保護回路 8（比較部 8 5）は、相対温度を保護基準温度と比較することで過熱異常を検知しうる。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、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。半導体装置 A 7 0 は、温度センサ 1 5 が内部に配置され、駆動制御部 7 6 を備えている駆動装置 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 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。半導体装置 A 7 0 は、相対温度検出部 8 3、保護基準温度設定部 8 4、および比較部 8 5 を有する過熱保護回路 8 を備えうる。半導体装置 A 7 0 は、半導体素子 1 1 の過熱異常を検知して、異常検出信号を出力しうる。半導体装置 A 7 0 は、異常検出信号を入力されることで駆動信号の出力を停止する従来の駆動装置を、駆動装置 7 として利用しうる。

[0149] 第 8 実施形態：

図 3 7 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 7 は、半導体装置 A 8 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。半導体装置 A 8 0 は、過熱保護回路 8 および駆動回路 8 9 を備えている点で、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 ～ 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うる。

[0150] 半導体装置 A 8 0 は、過熱保護回路 8、駆動回路 8 9、および複数の接続部材 4 9 3 を備えうる。半導体装置 A 8 0 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。過熱保護回路 8 は、第 7 実施形態にかかる過熱保護回路 8 と同様のものでありうる。過熱保護回路 8 の端子 8 1 3 は、接続部材 4 9 3 によって、駆動回路 8 9（後述する駆動制御部 8 6）に導通接続しうる。

[0151] 駆動回路 8 9 は、たとえば IC であり、第 7 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 8 9 は、駆動制御部 8 6 を備えうる。駆動制御部 8 6 は、第 7 実施形態にかかる駆動制御部 7 6（または第 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。駆動制御部 8 6 は、過熱保護回路 8 から異常検出信号を入力された場合、駆動信号

の出力を停止し、半導体装置 A 8 0 の駆動を停止しうる。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。

[0152] 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 8 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。保護基準温度設定部 8 4 が基準温度に基づいて動的に変化する保護基準温度を設定するので、過熱保護回路 8 (比較部 8 5) は、相対温度を保護基準温度と比較することで過熱異常を検出しうる。温度センサ 1 5 は、半導体装置 A 8 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。これにより、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 8 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。半導体装置 A 8 0 は、相対温度検出部 8 3、保護基準温度設定部 8 4、および比較部 8 5 を有する過熱保護回路 8 と、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 8 0 は、半導体素子 1 1 の過熱異常を検出して、過熱保護を行いうる。

[0153] 第 9 実施形態：

図 3 8 は、本開示の第 9 実施形態にかかる半導体装置 A 9 0 を説明するための図である。図 3 8 は、半導体装置 A 9 0 の平面図であり、図 2 に対応する図である。図 3 8 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 9 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 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 ～ 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うる。

[0154] 半導体装置 A 9 0 のパッケージ形式は、D F N (Dual Flatpack No-leaded) でありうる。半導体装置 A 9 0 は、リード 2 0 1 ～ 2 0 7、半導体素子 1 1、温度センサ 1 5、金属板 1 9、接続部材 4 1、4 3、4 6、4 7、1 対

の接続部材 4 8、および樹脂部材 5 を備えうる。半導体素子 1 1、温度センサ 1 5、金属板 1 9、接続部材 4 1、4 3、4 6、4 7、1 対の接続部材 4 8、および樹脂部材 5 は、第 1 実施形態と同様でありうる。

[0155] リード 2 0 1 ~ 2 0 7 は、半導体素子 1 1 または温度センサ 1 5 と導通しうる。リード 2 0 1 ~ 2 0 7 は、金属から形成されうる。リード 2 0 1 ~ 2 0 7 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。リード 2 0 1 ~ 2 0 7 の構成材料は限定されない。リード 2 0 1 ~ 2 0 7 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得られたリードフレームから形成しうる。

[0156] 半導体素子 1 1 は、導電性接合材 1 1 0 を介して、素子裏面 1 1 b がリード 2 0 1 に接合されうる。第 3 電極 1 1 3 (ドレイン電極) は、導電性接合材 1 1 0 を介して、リード 2 0 1 に導通しうる。接続部材 4 1 は、一端が第 1 電極 1 1 1 (ソース電極) に接合された金属板 1 9 に接合され、他端がリード 2 0 4 に接合されうる。接続部材 4 1 は、第 1 電極 1 1 1 とリード 2 0 4 とを導通させうる。接続部材 4 3 は、一端が第 2 電極 1 1 2 (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。接続部材 4 3 は、第 2 電極 1 1 2 とリード 2 0 5 とを導通させうる。接続部材 4 6 は、一端が金属板 1 9 に接合され、他端がリード 2 0 2 に接合されうる。接続部材 4 7 は、一端が金属板 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、半導体素子 1 1 の温度を検出するための端子になりうる。

[0157] 温度センサ 1 5 は、リード 2 0 3 上に配置されうる。リード 2 0 3 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。温度センサ 1 5 とリード 2 0 3 との間には、絶縁層 1 6 が介在しうる。1 対の接続部材 4 8 の一方は、一端が温度センサ 1 5 の一方の電極に接合され、他端がリード 2 0 6 に接合されうる。1 対の接続部材 4 8 の他方は、一端が温度センサ 1 5 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。

[0158] 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。半導体装置A90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。温度センサ15は、半導体装置A90内で、接続部材47の第2端47bに近い位置に配置されうる。これにより、温度センサ15は、基準温度を精度よく検出する。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する。半導体装置A90は、温度センサ15が内部に配置され、駆動装置7が外部に配置されるので、基準温度の検出誤差を低減する。半導体装置A90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。

[0159] 図39は、第8実施形態にかかる半導体装置A90の変形例を示している。同図において、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。

[0160] 第1変形例：

図39は、第9実施形態の第1変形例にかかる半導体装置A91を説明するための図である。図39は、半導体装置A91の平面図であり、図38に対応する図である。図39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A91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A90と異なりうる。

[0161] 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に接合されうるので、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の温度を検出する。

[0162] 第10実施形態：

図40～図54は、本開示の第10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A100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を備える。半導体装置A100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する。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る。半導体装置A100は、インバータなどの電力変換回路の一部を構成する。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。

[0163] 図40は、半導体装置A100を示す平面図である。図41は、半導体装置A100を示す底面図である。図42は、半導体装置A100を示す側面図である。図43は、図40のXLIII-XLIII線に沿う断面図である。図44は、図40のXLV-XLV線に沿う断面図である。図45は、図40のXLV-XLV線に沿う断面図である。図46は、図40のXLV-XLV線に沿う断面図である。図47は、図40のXLV-XLV線に沿う断面図である。図48は、図40のXLV-XLV線に沿う断面図である。図49は、図40のXLV-XLV線に沿う断面図である。図50は、図40のL-L線に沿う断面図である。図51は、半導体装置A100を示す要部平面図である。図52は、半導体装置A100を示す要部平面図である。図53は、半導体装置A100を示す要部拡大平面図である。図54は、半導体装置A100を示す要部拡大平面図である。

図である。

[0164] 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40においては、封止樹脂7を想像線で示している。図51～図54においては、封止樹脂7を省略している。

[0165] 第1導電層1Aは、x方向のx1側に配置されうる。第1導電層1Aは、第1主面11Aを有しうる。第1主面11Aは、厚さ方向zのz1側を向きうる。図示された例においては、第1主面11Aは、平坦面でありうる。第1導電層1Aは、導電性材料から形成されうる。第1導電層1Aは、たとえばCu（銅）を含みうる。

[0166] 第1主導電部材31は、第1主端子311および第1枕材319を含みうる。第1主端子311は、図40、図41および図45に示すように、x方向のx1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311は、第1導電層1Aに対してx方向のx1側にシフトした位置に配置されうる。第1主端子311は、第1導電層1Aに対してy方向のy1側にシフトした位置に配置されうる。第1主端子311は、第1主面11Aに対して厚さ方向zのz1側に配置され、第1導電層1Aから離れて位置しうる。第1主端子311は、厚さ方向zに視て第1主面11Aに重なりうる。第1主端子311の組成は、Cu（銅）を含みうる。第1主端子311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。

[0167] 第1枕材319は、図40および図45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。

- [0168] 本実施形態においては、図40、図41および図43～図48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。
- [0169] 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。
- [0170] 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。
- [0171] 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A100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。
- [0172] 第2導電層1Bは、第1導電層1Aに対して、x方向のx2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z1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。

- [0173] 第2主導電部材32は、第2主端子321および第2枕材329を含みうる。第2主端子321は、図40～図45に示すように、x方向のx2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x2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z1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。
- [0174] 第2枕材329は、図40および図43～図45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。
- [0175] 本実施形態においては、図40、図41、図43～図45、図49および図50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。
- [0176] 複数の第1スイッチング素子21は、図40および図43～図46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 Tr

ansistor)を含む電界効果トランジスタや、I G B T (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A 1 0 0の説明においては、複数の第1スイッチング素子2 1は、nチャネル型であり、かつ縦型構造のM O S F E Tを対象とする。複数の第1スイッチング素子2 1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(S i C)を含みうる。複数の第1スイッチング素子2 1は、y方向に沿って配列されうる。

[0177] 図4 0、図4 4、図4 5、図5 1および図5 3に示すように、第1スイッチング素子2 1は、第2電極2 1 1、第1電極2 1 2、第3電極2 1 3および第4電極2 1 4を有しうる。第2電極2 1 1、第1電極2 1 2、第3電極2 1 3および第4電極2 1 4の構成材料は、限定されないが、A l (アルミニウム)でありうる。

[0178] 第2電極2 1 1は、第1導電層1 Aの第1主面1 1 Aに対向しうる。第2電極2 1 1には、第1スイッチング素子2 1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2 1 1は、第1スイッチング素子2 1のドレイン電極に相当しうる。第2電極2 1 1は、導電接合層2 9を介して第1主面1 1 Aに導電接合されうる。複数の第1スイッチング素子2 1の第2電極2 1 1は、第1主導電部材3 1に導通しうる。導電接合層2 9は、たとえばハンダでありうる。この他、導電接合層2 9は、銀などを含む焼結金属でありうる。

[0179] 第1電極2 1 2は、厚さ方向zにおいて第2電極2 1 1とは反対側のz 1側に位置しうる。第1電極2 1 2には、第1スイッチング素子2 1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2 1 2は、第1スイッチング素子2 1のソース電極に相当しうる。

[0180] 図5 3に示すように、第1電極2 1 2は、y方向に並ぶ2つの部位2 1 2 a, 2 1 2 bに分かれた構成とされうる。一例として、第1電極2 1 2は、2つの部位2 1 2 a, 2 1 2 bに分かれずに、1つの部位からなる構成であってよい。

[0181] 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。

[0182] 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53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。

[0183] 第4電極214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 $y1$ 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53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。

- [0184] 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。
- [0185] 複数の第2スイッチング素子22は、図40、図43～図45、図52および図54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A100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。
- [0186] 図40、図43、図44、図45、図52および図54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222、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) としうる。
- [0187] 第6電極221は、第2導電層1Bの第2主面11Bに対向しうる。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に導通しうる。

[0188] 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しうる。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。

[0189] 図54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に分かれた構成としうる。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よい。

[0190] 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を備えうる。

[0191] 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）に位置しうる。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 $y2$ 側に位置しうる。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54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の面積より小としうる。

[0192] 第8電極224は、厚さ方向 z において第5電極222と同じ側（ $z1$ 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 $y2$ 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54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。

- [0193] 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。
- [0194] 第3主導電部材33は、図40、図41、図43～図46および図51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。
- [0195] 第3主端子331は、封止樹脂7からx方向のx1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y2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x1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z1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。
- [0196] 延出部332は、第3主端子331からx方向のx2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。
- [0197] 図示された例においては、第1部3321は、図43および図44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z1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z0より小としうる。距離z1の大きさは、たとえば0.1mm以上でありうる。第1部3321は、図40、図41、図43～図46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44に示すように、距離z1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z2より大としうる。たとえば、距離z2が0.5mm程度であるのに対し、距離z1は、0.8mm～1.2mm程度としうる。

- [0198] 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x2側端縁は、第1主面11Aのx方向のx2側端縁よりx方向のx1側に位置しうる。
- [0199] 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x2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z0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y2側に位置しうる。
- [0200] 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x1側端縁の一部であって、y方向のy2側端寄りの部分に繋がりをうる。
- [0201] 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40～図46、図51および図52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41～48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41～48を、第1副導電部材41、第2副導電部材42、第3副導電部材43、第4副導電部材44、第5副導電部材45、第6副導電部材46、第7副導電部材47および第8副導電部材48に区別する。
- [0202] 第1副導電部材41は、第1スイッチング素子21の第1電極212に導通しうる。第1副導電部材41は、x方向において第1導電層1Aのx2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。

[0203] 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。

[0204] 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。

[0205] 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441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442は、封止樹脂7によって覆われうる。第4副配線部442の形状および大きさは何ら限定されない。第4副配線部442は、厚さ方向 z に視て、第1導電層1Aと重なりうる。第4副配線部442は、複数の第1スイッチング素子21に対して x 方向の x 1側に対向する部位を有しうる。

[0206] 第5副導電部材45は、第2スイッチング素子22の第5電極222に導通しうる。第5副導電部材45は、 x 方向において第2導電層1B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45は、第5副端子部451および第5副配線部452を有しうる。第5副端子部451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452は、封止樹脂7によって覆われうる。第5副配線部452の形状および大きさは何ら限定されない。第5副配線部452は、第2導電層1Bおよび支持部材10Bに対して y 方向の y 1側に位置しうる。

[0207] 第6副導電部材46は、第2スイッチング素子22の第5電極222に導通しうる。第6副導電部材46は、第5副導電部材45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46は、第6副端子部461および第6副配線部462を有しうる。第6副端子部461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462は、封止樹脂7によって覆われうる。第6副配線部462の形状および大きさは何ら限定されない。第6副配線部462は、第2導電層1Bおよび支持部材10Bに対して y 方向の y 1側に位置しうる。

[0208] 第7副導電部材47は、第2スイッチング素子22の第7電極223に導通しうる。第7副導電部材47は、 x 方向において第5副導電部材45と第6副導電部材46との間に配置されうる。第7副導電部材47は、第7副端子部471および第7副配線部472を有しうる。第7副端子部471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472は、封止樹脂7によって覆われうる。第7副配線部472の形状および大

きさは何ら限定されない。第7副配線部472は、厚さ方向zに視て、第2導電層1Bと重なりうる。第7副配線部472は、複数の第2スイッチング素子22に対してx方向のx2側に対向する部位を有しうる。

[0209] 第8副導電部材48は、第2スイッチング素子22の第8電極224に導通しうる。第8副導電部材48は、x方向において第5副導電部材45と第6副導電部材46との間に配置されうる。第8副導電部材48は、x方向において第6副導電部材46と第7副導電部材47との間に配置されうる。第8副導電部材48は、第8副端子部481および第8副配線部482を有しうる。第8副端子部481は、封止樹脂7から突出し、厚さ方向zのz1側に延びうる。第8副配線部482は、封止樹脂7によって覆われうる。第8副配線部482の形状および大きさは何ら限定されない。第8副配線部482は、厚さ方向zに視て、第2導電層1Bと重なりうる。第8副配線部482は、複数の第2スイッチング素子22に対してx方向のx2側に対向する部位を有しうる。

[0210] 複数の第1主接続部材51は、図40、図44、図51、図52および図53に示すように、複数の第1スイッチング素子21と第2導電層1Bとを個別に導通させうる。第1主接続部材51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と第2導電層1Bの第2主面11Bとに接続されうる。第1主接続部材51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、400μm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。

[0211] 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 2 1 9 a に接続された部位でありうる。2 つの第 1 主接続部材 5 1 の接続部 5 1 1 が、1 つの金属板 2 1 9 の x 方向の x 2 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 5 1 1 は金属板 2 1 9 の y 方向の y 1 側寄りに配置されうる。他方の接続部 5 1 1 は金属板 2 1 9 の y 方向の y 2 側寄りに配置されうる。

[0212] 第 1 スイッチング素子 2 1 が通電された場合、第 1 主接続部材 5 1、金属板 2 1 9、および第 1 電極 2 1 2 に主電流が流れうる。このとき、金属板 2 1 9 の主面 2 1 9 a 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 3 に一点鎖線で示すような形状になりうる。図 5 3 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隔は、接続部 5 1 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 1 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 1 1 に流れる電流は、他方の接続部 5 1 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 1 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。本実施形態では、2 つの接続部 5 1 1 が、金属板 2 1 9 の x 方向の x 2 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 1 側ほど、x 2 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。

[0213] 接続部 5 1 2 は、第 2 導電層 1 B の第 2 主面 1 1 B に接続された部位でありうる。1 つの第 1 電極 2 1 2 に接続された 2 つの第 1 主接続部材 5 1 の接続部 5 1 2 が、x 方向に並びうる。ループ部 5 1 0 は、接続部 5 1 1 と接続部 5 1 2 とに繋がり、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。図 4 4 に示すように、ループ部 5 1 0 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 を跨ぐ形態とされうる。

[0214] 複数の第 2 主接続部材 5 2 は、図 4 0、図 4 3、図 4 5、図 5 1、図 5 2 および図 5 4 に示すように、複数の第 2 スイッチング素子 2 2 と第 3 主導電

部材 3 3 とを個別に導通させうる。第 2 主接続部材 5 2 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 と第 3 主導電部材 3 3 の延出部 3 3 2 の第 1 部 3 3 2 1 とに接続されうる。複数の第 2 主接続部材 5 2 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 5 2 の第 2 主金属は、Cu（銅）でありうる。第 2 主接続部材 5 2 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、 $400\mu\text{m}$ 程度でありうる。複数の第 2 主接続部材 5 2 の個数は何ら限定されず、1 つの第 2 スイッチング素子 2 2 の第 5 電極 2 2 2 に 2 つの第 2 主接続部材 5 2 が接続されうる。

[0215] 第 2 主接続部材 5 2 は、接続部 5 2 1、接続部 5 2 2 およびループ部 5 2 0 を有しうる。接続部 5 2 1 は、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うる。2 つの第 2 主接続部材 5 2 の接続部 5 2 1 が、1 つの金属板 2 2 9 の x 方向の x 1 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 5 2 1 は金属板 2 2 9 の y 方向の y 1 側寄りに配置され、他方の接続部 5 2 1 は金属板 2 2 9 の y 方向の y 2 側寄りに配置されうる。

[0216] 第 2 スイッチング素子 2 2 が通電された場合、第 2 主接続部材 5 2、金属板 2 2 9、および第 5 電極 2 2 2 に主電流が流れうる。このとき、金属板 2 2 9 の主面 2 2 9 a 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 4 に一点鎖線で示すような形状になりうる。図 5 4 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隔は、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。

[0217] 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。

[0218] 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。

[0219] 図 4 0、図 5 1 および図 5 3 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 6 1 の第 1 副金属は、Cu（銅）でありうる。第 1 副接続部材 6 1 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 1 副接続部材 6 1 の太さは、第 1 主接続部材 5 1 の太さより細くされうる。

[0220] 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。

[0221] 図40、図51および図53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、コンスタンタン（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、150μm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。

[0222] 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41

1 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。

[0223] 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。

[0224] 図53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。

[0225] 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611および接続部621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の間に位置しうる。

[0226] 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。接続部611および接続部621は、ある1つの等電位線の一部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。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 3 に示す矢印 D 1 参照）に対し直交しうる。

[0227] 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。

[0228] 図 4 0、図 5 1 および図 5 3 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 μ m 程度でありうる。

[0229] 図 4 0、図 5 1 および図 5 3 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、15

0 μ m程度でありうる。

[0230] 図40、図52および図54に示すように、第5副接続部材65は、第2スイッチング素子22と第5副導電部材45とを導通させている。第5副接続部材65は、複数の第2スイッチング素子22のうちy方向において最もy1側に位置するものの第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とに接続されうる。第5副接続部材65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65の第5副金属は、Cu（銅）でありうる。第5副接続部材65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65の太さは、第2主接続部材52の太さより細くしうる。

[0231] 第5副接続部材65は、接続部651およびループ部650を有しうる。接続部651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の主面229aに接続された部位であり、主面229aに直接接合されうる。ループ部650は、接続部651に繋がり、第5副配線部452へと延びる部位でありうる。ループ部650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。

[0232] 図40、図52および図54に示すように、第6副接続部材66は、第2スイッチング素子22と第6副導電部材46とを導通させうる。第6副接続部材66は、複数の第2スイッチング素子22のうちy方向において最もy1側に位置するものの第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とに接続されうる。第6副接続部材66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66の第6副金属は、コ

ンスタantanでありうる。第6副接続部材66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66の太さは、第2主接続部材52の太さより細くしうる。

[0233] 第5副接続部材65および金属板229(Cu)と、第6副接続部材66(コンスタantan)とは、熱電対として機能しうる。第6副接続部材66と金属板229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65と第5副導電部材45の第5副配線部452との接点、および、第6副接続部材66と第6副導電部材46の第6副配線部462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451および第6副端子部461は、基準接点間の電圧を、第2スイッチング素子22の温度を検出するための信号として出力しうる。

[0234] 第6副接続部材66は、接続部661およびループ部660を有しうる。接続部661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の主面229aに接続された部位であり、主面229aに直接接合されうる。ループ部660は、接続部661に繋がり、第6副配線部462へと延びる部位でありうる。ループ部660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。

[0235] 図54に示すように、接続部651および接続部661は、金属板229の主面229aのx方向のx2側寄りに配置されうる。x方向において、接続部651および接続部661は、金属板229の中心に対して、各第2主接続部材52の接続部521とは反対側に配置されうる。接続部651および接続部661が配置されている位置では、各第2主接続部材52の接続部521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521と接続部651および接続部661とは、十分離れた配置としうる。各接続部521と接続部651または接続部661との最小距離L3は、金属板229の主面229aの寸法L4の $1/2$ 以上でありうるが、本開示はこれに限定されない。

- [0236] 接続部651および接続部661は、金属板229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651と接続部661とは、y方向において、金属板229の主面229aの中心C2を挟んで配置されうる。接続部651および接続部661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の間に位置しうる。
- [0237] 接続部651および接続部661は、金属板229の主面229aの通電時に同じ電位になる位置に配置されうる。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配置されうる。接続部651および接続部661は、互いに平行に配置されうる。電流は等電位線に直交する方向に流れるので、接続部651と接続部661とが離隔する方向は、通電時に、接続部651および接続部661の間において、主面229aに流れる電流の方向（図54に示す矢印D2参照）に対し直交しうる。
- [0238] 接続部651および接続部661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229の主面229aにおいて、接続部651および接続部661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651および接続部661が、共通の等電位線に交差するように配置しうる。
- [0239] 図40、図52および図54に示すように、第7副接続部材67は、第2スイッチング素子22と第7副導電部材47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、 $150\mu\text{m}$ 程度でありうる。

[0240] 図40、図52および図54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、 $150\mu\text{m}$ 程度でありうる。

[0241] 封止樹脂7は、図40～図50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。

[0242] 頂面71は、厚さ方向 z の $z1$ 側を向く面でありうる。底面72は、厚さ方向 z の $z2$ 側を向く面でありうる。

[0243] 第1側面73は、 x 方向の $x1$ 側を向く面でありうる。第1側面73からは、第1主端子311および第3主端子331が突出しうる。第2側面74は、 x 方向の $x2$ 側を向く面でありうる。第2側面74からは、第2主端子321が突出しうる。

[0244] 第3側面75は、 y 方向の $y1$ 側を向く面でありうる。第4側面76は、

y方向のy2側を向く面でありうる。第3側面75からは、複数の副導電部材41～48が突出しうる。

[0245] 次に、半導体装置A100の作用について説明する。

[0246] 本実施形態によると、y方向において最もy1側に位置する第1スイッチング素子21は、第1電極212に金属板219が接合され、金属板219に第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が接合されうる。第1副接続部材61および金属板219の構成材料は、第1副金属である。第2副接続部材62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61および金属板219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と金属板219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21からの熱が適切に伝わる金属板219に接しうる。これにより、半導体装置A100は、温度センサを第1スイッチング素子21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21の温度を精度よく検出しうる。y方向において最もy1側に位置する第2スイッチング素子22も同様でありうる。半導体装置A100は、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。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61および金属板219と第2副接続部材62とは、T型熱電対として機能しうる。

[0247] 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A100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の温度を検出しうる。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。

[0248] 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 5 1 1 から十分離れて配置しうる。接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 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 6 1 1 および接続部 6 2 1 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しうる。このことは、半導体装置 A 1 0 0 が通電時の第 1 スイッチング素子 2 1 の温度を検出する際の精度の向上に貢献しうる。通電時の第 2 スイッチング素子 2 2 の温度の検出についても同様でありうる。

[0249] 本実施形態によると、接続部 6 1 1 と接続部 6 2 1 とは、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、 y 方向において中心 C 1 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 6 1 1 および接続部 6 2 1 を通電時の電位に近い位置に配置しうる。接続部 6 5 1 と接続部 6 6 1 とは、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、 y 方向において中心 C 2 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 6 5 1 および接続部 6 6 1 を通電時の電位に近い位置に配置しうる。

[0250] 本実施形態によると、図 4 3 ~ 図 4 5 に示すように、第 1 部 3 3 2 1 は、 x 方向において複数の第 1 スイッチング素子 2 1 と複数の第 2 スイッチング素子 2 2 との間に位置しうる。厚さ方向 z における第 1 主面 1 1 A から第 1 部 3 3 2 1 までの距離 z_1 は、厚さ方向 z における第 1 主面 1 1 A から第 3 主端子 3 3 1 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 5 1 と第 1 部 3 3 2 1 との接触やショートを回避しつつ、第 1 部 3 3 2 1 を厚さ方向 z の z_1 側に跨ぐ第 1 主接続部材 5 1 の第 1 主面 1 1 A 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 A 1 0 0 の小型化を図りうる。

[0251] 本実施形態では、第 1 副接続部材 6 1 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、上記したもの限定されない。

[0252] 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。

[0253] 図55～図59は、本開示の第10実施形態に係る半導体装置A100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。

[0254] 第1変形例：

図55は、本開示の第10実施形態の第1変形例に係る半導体装置A101を説明するための図である。図55は、半導体装置A101を示す要部拡大平面図であり、図53に対応する図である。第1変形例に係る半導体装置

A101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A100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。

[0255] 第2変形例：

図56は、本開示の第10実施形態の第2変形例に係る半導体装置A102を説明するための図である。図56は、半導体装置A102を示す要部拡大平面図であり、図53に対応する図である。第2変形例に係る半導体装置A102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A100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。

[0256] 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しうる。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。

[0257] 第3変形例：

図57は、本開示の第10実施形態の第3変形例に係る半導体装置A10

3を説明するための図である。図57は、半導体装置A103を示す要部拡大平面図であり、図53に対応する図である。第3変形例に係る半導体装置A103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A100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57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。

[0258] 第4変形例：

図58は、本開示の第10実施形態の第4変形例に係る半導体装置A104を説明するための図である。図58は、半導体装置A104を示す要部拡大平面図であり、図53に対応する図である。第4変形例に係る半導体装置A104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A100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58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。

[0259] 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 2 1 9 a における第 1 主接続部材 5 1 の接続位置（接続部 5 1 1 の位置）が y 方向において対称であれば、接続部 6 1 1 および接続部 6 2 1 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 2 2 9 の主面 2 2 9 a に接続された第 2 主接続部材 5 2 の数および太さも同様でありうる。

[0260] 第 5 変形例：

図 5 9 は、本開示の第 1 0 実施形態の第 5 変形例に係る半導体装置 A 1 0 5 を説明するための図である。図 5 9 は、半導体装置 A 1 0 5 を示す要部拡大平面図であり、図 5 3 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 2 1 の第 1 電極 2 1 2 には、金属板 2 1 9 が非接合とされうる。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 は、第 1 電極 2 1 2 に直接接合されうる。第 1 電極 2 1 2 の表面上の等電位線は、図 5 9 に一点鎖線で示すような形状になりうる。第 1 電極 2 1 2 の構成材料が A 1 の場合、第 1 副金属または第 2 副金属は A 1 としうる。一般に、第 1 電極 2 1 2 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 が第 1 電極 2 1 2 に直接接しうるので、測温接点 が金属板 2 1 9 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 2 1 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 2 2 の第 5 電極 2 2 2 も同様に、金属板 2 2 1 9 に非接合としうる。

[0261] 図 6 0 ～図 6 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。

[0262] 第 1 1 実施形態：

図 6 0 および図 6 1 は、本開示の第 1 1 実施形態に係る半導体装置 A 1 1 0 を説明するための図である。図 6 0 は、半導体装置 A 1 1 0 を示す平面図であり、図 4 0 に対応する図である。図 6 1 は、半導体装置 A 1 1 0 を示す要部平面図であり、図 5 1 に対応する図である。本実施形態に係る半導体装

置 A 1 1 0 は、複数の第 1 副接続部材 6 1、複数の第 2 副接続部材 6 2、複数の第 5 副接続部材 6 5 および複数の第 6 副接続部材 6 6 の構成が、半導体装置 A 1 0 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 0 実施形態と同様でありうる。

[0263] 本実施形態においては、複数の第 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 に複数の第 1 副接続部材 6 1 および複数の第 2 副接続部材 6 2 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 2 1 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 とは、第 1 副接続部材 6 1 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 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 副導電部材 4 2 の第 2 副配線部 4 2 2 とは、第 2 副接続部材 6 2 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 2 2 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 とは、第 5 副接続部材 6 5 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 2 2 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 とは、第 6 副接続部材 6 6 によって個別に導通接続されうる。

[0264] 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。通電時の第 1 スイッチング素子 2 1（第 2 スイッチング素子 2 2）の温度を精度よく検出しうる。複数の第 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 のそれぞれに、第 1 副接続部材 6 1 と第 2 副接続部材 6 2 とが接続されうる。これにより、第 1 副端子部 4 1 1 および第 1 副配線部 4 1 2 を用いて、複数の第 1 スイッチング素子 2 1 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 2 2 の第 5 電極 2 2 2 に接合された金属板 2 2 9 のそれぞれに、第 5 副接続部材 6 5 と第 6 副接続部材 6 6 とが接続されうる。第 5 副端子部 4 5 1 および第 6 副端子部 4 6 1 を用いて、複数の第 2 スイッチング

素子 2 2 の平均的な温度状況を監視しうる。

[0265] 第 1 2 実施形態：

図 6 2 は、本開示の第 1 2 実施形態に係る半導体装置 A 1 2 0 を説明するための図である。図 6 2 は、半導体装置 A 1 2 0 を示す要部平面図であり、図 5 1 に対応する図である。本実施形態に係る半導体装置 A 1 2 0 は、第 1 副導電部材 4 1、第 2 副導電部材 4 2、第 5 副導電部材 4 5、および第 6 副導電部材 4 6 を 4 つずつ備える点で、半導体装置 A 1 0 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 0 実施形態と同様でありうる。

[0266] 4 つの第 1 副導電部材 4 1 には、4 つの第 1 副接続部材 6 1 が個別に接続されうる。4 つの第 2 副導電部材 4 2 には、4 つの第 2 副接続部材 6 2 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 4 5 には、4 つの第 5 副接続部材 6 5 が個別に接続されうる。4 つの第 6 副導電部材 4 6 には、4 つの第 6 副接続部材 6 6 が個別に接続されうる。

[0267] 本実施形態によって、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。通電時の第 1 スイッチング素子 2 1（第 2 スイッチング素子 2 2）の温度を精度よく検出しうる。4 つずつの第 1 副端子部 4 1 1 および第 2 副端子部 4 2 1 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 2 1 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 4 5 1 および第 6 副端子部 4 6 1 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 2 2 の温度状況を個別に監視しうる。

[0268] 第 1 3 実施形態：

図 6 3 および図 6 4 は、本開示の第 1 3 実施形態に係る半導体装置 A 1 3 0 を説明するための図である。図 6 3 は、半導体装置 A 1 3 0 を示す要部平面図であり、図 5 1 に対応する図である。図 6 4 は、半導体装置 A 1 3 0 を示す要部拡大平面図であり、図 5 3 に対応する図である。本実施形態に係る

半導体装置A130は、接続部611、621、651、661の配置位置が、半導体装置A100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10実施形態と同様でありうる。

[0269] 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。

[0270] 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64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。

[0271] 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、温度を検出する。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の温度を検出する。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する。接続部651および接続部661は、互いに平行に配置される。

[0272] 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する。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する。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。

[0273] 第14実施形態：

図65は、本開示の第14実施形態に係る半導体装置A140を示す平面図であり、図40に対応する図である。本実施形態に係る半導体装置A140は、パッケージ形式が、半導体装置A100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10実施形態と同様でありうる。

[0274] 半導体装置A140のパッケージ形式は、DFN（Dual Flatpack No-lead）でありうる。半導体装置A140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を備える。図65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51、副接続部材61～63、および封止樹脂7は、第10実施形態と同様でありうる。

[0275] リード201～205は、第1スイッチング素子21と導通する。リー

ド201～205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42アロイなどから形成されうる。リード201～205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201～205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。

[0276] 第1スイッチング素子21は、リード201に接合されうる。第2電極211（ドレイン電極）（図示略）は、リード201に対向し、導電接合層29（図示略）を介してリード201に導電接合されうる。第1スイッチング素子21の第2電極211は、リード201に導通しうる。複数の第1主接続部材51はそれぞれ、一端が第1電極212（ソース電極）に接合された金属板219に接合され、他端がリード204に接合されうる。第1主接続部材51は、第1電極212とリード204とを導通させうる。第3副接続部材63は、一端が第3電極213（ゲート電極）に接合され、他端がリード205に接合されうる。第3副接続部材63は、第3電極213とリード205とを導通させうる。第1副接続部材61は、一端が金属板219に接合され、他端がリード202に接合されうる。第2副接続部材62は、一端が金属板219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、第1スイッチング素子21の温度を検出するための端子になりうる。金属板219の主面219aにおける、複数の第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の接合位置は、第10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21が通電された場合の金属板219の主面219a上の等電位線は、図65に一点鎖線で示すような形状になりうる。

[0277] 本実施形態によって、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。

[0278] 第1変形例：

図66は、第14実施形態の第1変形例に係る半導体装置A141を説明

するための図である。図66は、半導体装置A141を示す平面図であり、図65に対応する図である。図66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A141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A140と異なりうる。

[0279] 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、温度を検出する。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の温度を検出する。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66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する。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る。

[0280] 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する。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する。

[0281] 本開示にかかる半導体装置は、先述した実施形態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。

[0282] 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金属を含む第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1ワイヤが接合される第1ワイヤ接合部（226）と、

前記第2ワイヤが接合される第2ワイヤ接合部（227）と、

前記第1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（73）と、

前記第1ワイヤ接合部および前記第2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、

前記基準温度に基づいて保護基準温度を設定する保護基準温度設定部（74）と、

前記相対温度と前記保護基準温度とを比較して、前記半導体素子の過熱異常を検出する過熱保護部と、

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。

付記 2 A.

前記保護基準温度設定部は、前記基準温度が高いほど、前記保護基準温度を低く設定する、付記 1 Aに記載の半導体装置。

付記 3 A.

前記保護基準温度設定部は、前記基準温度に対して前記保護基準温度が線型的に変化するように設定する、付記 2 Aに記載の半導体装置。

付記 4 A.

前記半導体素子、前記第 1 ワイヤ、前記第 2 ワイヤ、前記金属部、前記第 1 ワイヤ接合部、前記第 2 ワイヤ接合部、および前記基準温度検出部を覆う樹脂部材 (5) と、

前記相対温度検出部、前記保護基準温度設定部、および前記過熱保護部を含み、かつ、前記樹脂部材から離間して配置される駆動装置 (7) と、
をさらに備え、

前記第 2 ワイヤは、前記金属部に接合された第 1 端 (47a) と、前記第 1 端より前記半導体素子から遠い第 2 端 (47b) と、を有し、

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ている、付記 1 A ないし 3 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 5 A. (図 7)

前記基準温度検出部は、前記第 2 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第 2 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 ないし 4 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 6 A. (第 5 実施形態、図 30)

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 ないし 4 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 7 A. (第 5 実施形態、図 30)

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 (48) をさらに備えている、付記 6 A に記載の半導体装置。

付記 8 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 (228) 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 ないし 4 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 9 A. (第 3 実施形態、図 2 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 (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 8 A に記載の半導体装置。

付記 1 0 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 9 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 1 1 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 1 0 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 1 2 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 1 1 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 1 3 A. (第 1 実施形態第 2 変形例、図 2 0)

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 1 1 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 1 4 A.

前記第 1 電極に接合された金属板 (1 9) 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 1 3 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 1 5 A. (第 1 実施形態第 3 変形例、図 2 1)

前記金属部は、前記第 1 電極である、付記 1 A ないし 1 3 A のいずれかに

記載の半導体装置。

付記 1 6 A. (第 1 実施形態第 4 変形例、図 2 2)

前記半導体素子が搭載された絶縁性の基板 (2 1) 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 (2 2 3) 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 1 3 A のいずれかに記載の半導体装置。

付記 1 7 A. (第 8 実施形態第 1 変形例、図 3 9)

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 3 A のいずれかに記載の半導体装置。

[0283] 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 3)

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 3)

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 3)

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 3)

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 3)

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 3)

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（ $L2$ ）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（ $L5$ ）以上である、付記7Bに記載の半導体装置。

付記9B.（図53）

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（ $C1$ ）を挟んで配置されている、付記7Bまたは8Bに記載の半導体装置。

付記10B.（図53）

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53）

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10実施形態、第5変形例、図59）

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13実施形態、図63－図64）

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

[0284]（第1実施形態ないし第9実施形態に係る符号の説明；図1～図39）

A 1 0 ～ A 1 4, A 2 0, A 2 1, A 3 0, A 3 1 : 半導体装置

A 4 0, A 4 1, A 5 0, A 5 1, A 6 0, A 7 0 : 半導体装置

A 8 0, A 9 0, A 9 1 : 半導体装置

1 1, 1 2 : 半導体素子 1 1 a, 1 2 a : 素子主面

1 1 b, 1 2 b : 素子裏面 1 1 0, 1 2 0 : 導電性接合材

1 1 1 : 第 1 電極 1 1 2 : 第 2 電極

1 1 3 : 第 3 電極 1 2 1 : アノード電極

1 2 2 : カソード電極 1 5 : 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 : 帯状部

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 3 : 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 2, 5 3 3, 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 : 保護基準温度設定部
7 5 : 過熱保護部 7 6 : 駆動制御部
8 : 過熱保護回路 8 1 1 ~ 8 1 4 : 端子
8 3 : 相対温度検出部 8 4 : 保護基準温度設定部
8 5 : 比較部 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 9 3 : 導電性接合ペースト
D R : ドライブ回路 M C : ミラークランプ回路

[0285] (第 1 0 実施形態ないし第 1 4 実施形態に係る符号の説明; 図 4 0 ~ 図 6 6)

A 1 0 0, A 1 0 1 ~ A 1 0 5, A 1 1 0, A 1 2 0 : 半導体装置
A 1 3 0, A 1 4 0, A 1 4 1 : 半導体装置
1 A : 第 1 導電層 1 B : 第 2 導電層
7 : 封止樹脂 1 0 A : 支持部材
1 0 B : 支持部材 1 1 A : 第 1 主面
1 1 B : 第 2 主面 2 1 : 第 1 スイッチング素子
2 2 : 第 2 スイッチング素子 2 9 : 導電接合層
3 1 : 第 1 主導電部材 3 2 : 第 2 主導電部材
3 3 : 第 3 主導電部材 4 1 : 第 1 副導電部材
4 2 : 第 2 副導電部材 4 3 : 第 3 副導電部材
4 4 : 第 4 副導電部材 4 5 : 第 5 副導電部材
4 6 : 第 6 副導電部材 4 7 : 第 7 副導電部材
4 8 : 第 8 副導電部材 5 1 : 第 1 主接続部材
5 2 : 第 2 主接続部材 6 1 : 第 1 副接続部材
6 2 : 第 2 副接続部材 6 3 : 第 3 副接続部材
6 4 : 第 4 副接続部材 6 5 : 第 5 副接続部材

6 6 : 第 6 副接続部材	6 7 : 第 7 副接続部材
6 8 : 第 8 副接続部材	7 1 : 頂面
7 2 : 底面	7 3 : 第 1 側面
7 4 : 第 2 側面	7 5 : 第 3 側面
7 6 : 第 4 側面	1 0 1 : 絶縁層
1 0 2 : 支持層	1 0 3 : 放熱層
2 1 1 : 第 2 電極	2 1 2 : 第 1 電極
2 1 2 a, 2 1 2 b : 部位	2 1 3 : 第 3 電極
2 1 4 : 第 4 電極	2 1 9 : 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金属を含む第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1ワイヤが接合される第1ワイヤ接合部と、
前記第2ワイヤが接合される第2ワイヤ接合部と、
前記第1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、
前記第1ワイヤ接合部および前記第2ワイヤ接合部の基準温度を検出する基準温度検出部と、
前記基準温度に基づいて保護基準温度を設定する保護基準温度設定部と、
前記相対温度と前記保護基準温度とを比較して、前記半導体素子の過熱異常を検出する過熱保護部と、
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] 前記保護基準温度設定部は、前記基準温度が高いほど、前記保護基準温度を低く設定する、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記保護基準温度設定部は、前記基準温度に対して前記保護基準温度が線型的に変化するように設定する、請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記半導体素子、前記第1ワイヤ、前記第2ワイヤ、前記金属部、前記第1ワイヤ接合部、前記第2ワイヤ接合部、および前記基準温度

検出部を覆う樹脂部材と、

前記相対温度検出部、前記保護基準温度設定部、および前記過熱保護部を含み、かつ、前記樹脂部材から離間して配置される駆動装置と、
をさらに備え、

前記第2ワイヤは、前記金属部に接合された第1端と、前記第1端より前記半導体素子から遠い第2端と、を有し、

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ている、請求項1ないし3のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項5] 前記基準温度検出部は、前記第2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第2ワイヤ接合部との間に絶縁層が介在している、請求項1ないし4のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項6] 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ないし4のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項7] 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6に記載の半導体装置。

[請求項8] 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ないし4のいずれかに記載の半導体装置。

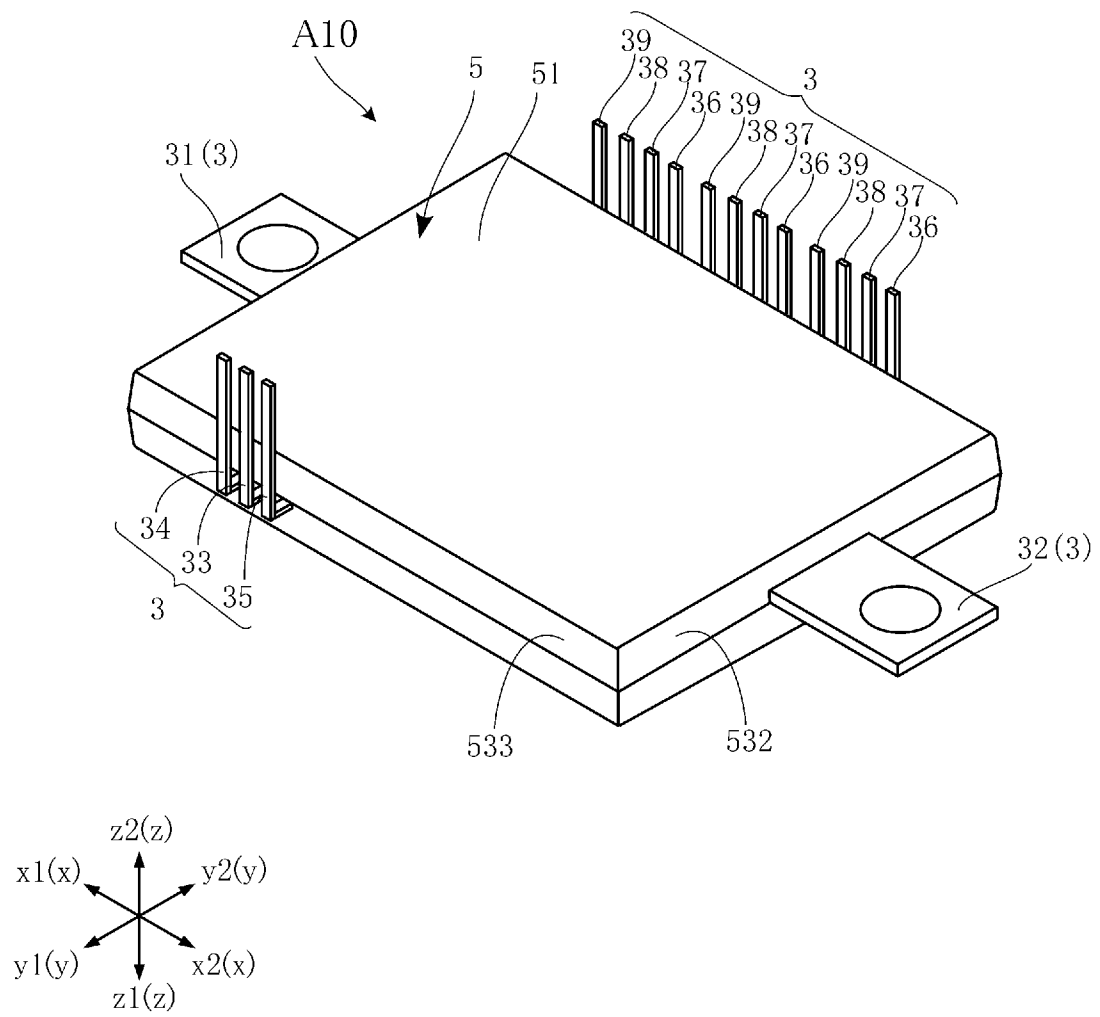
[請求項9] 前記第2基準温度検出端子が導通接合されている第2導電体層をさらに備え、

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 8 に記載の半導体装置。

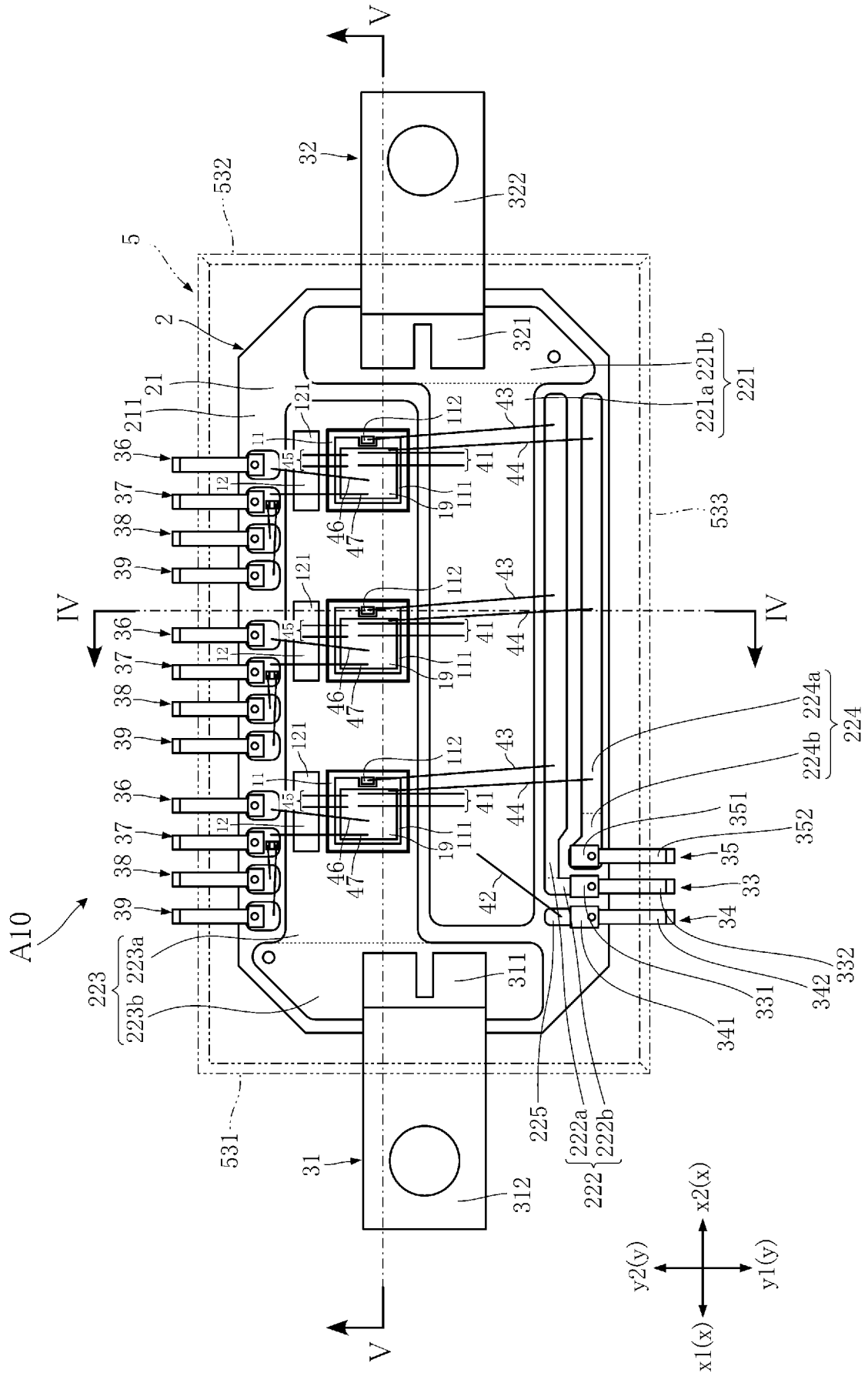
- [請求項10] 前記第 1 金属は Cu であり、
前記第 2 金属はコンスタンタンである、請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項11] 前記第 3 金属は、前記第 1 金属と同じ金属である、請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項12] 前記第 1 ワイヤおよび前記第 2 ワイヤはそれぞれ、前記金属部に直接接合されている、請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項13] 前記金属部において、前記第 1 ワイヤと前記第 2 ワイヤとは、互いに重なって接合されている、請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項14] 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 13 のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項15] 前記金属部は、前記第 1 電極である、請求項 1 ないし 13 のいずれかに記載の半導体装置。

[図1]
FIG.1

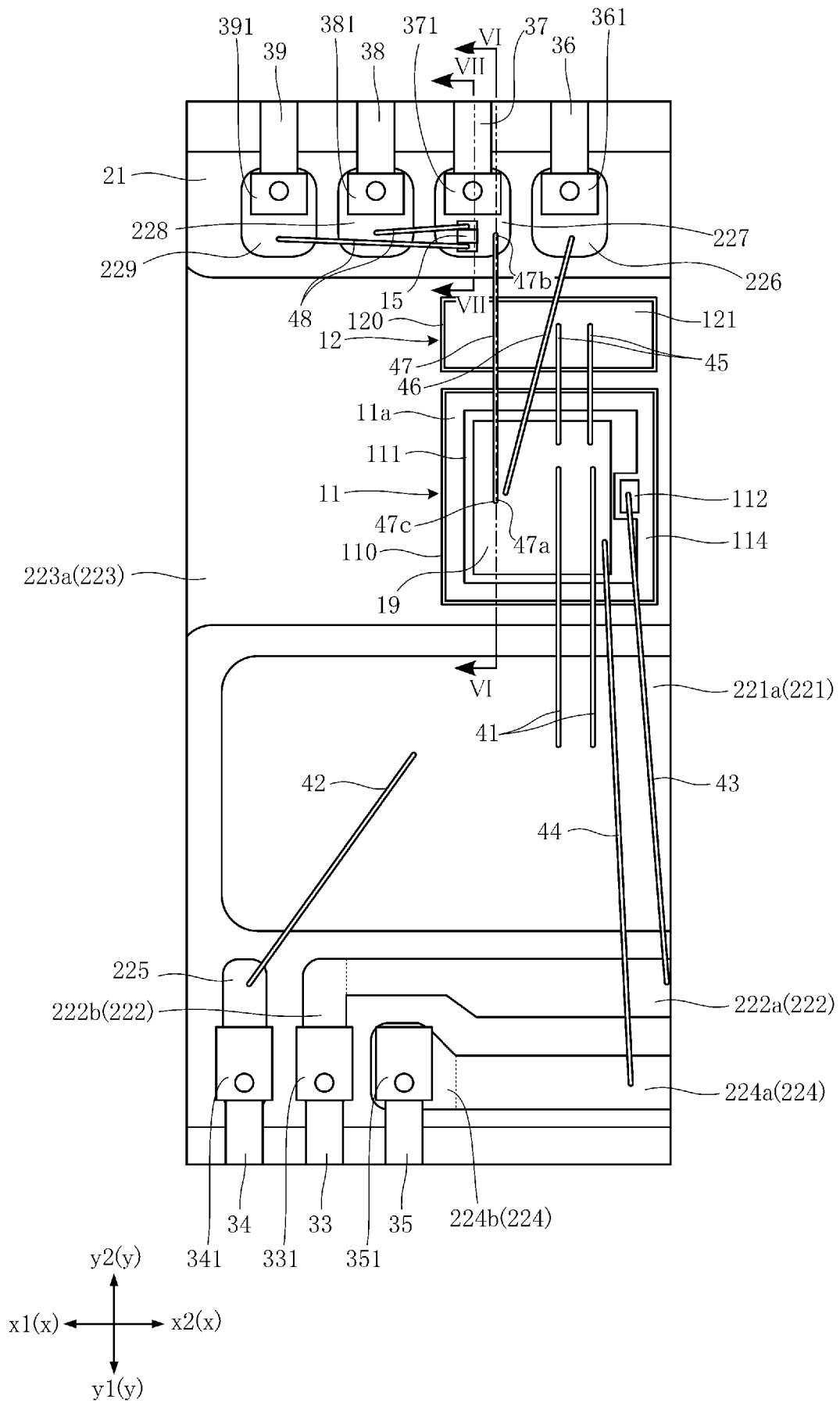


[図2]

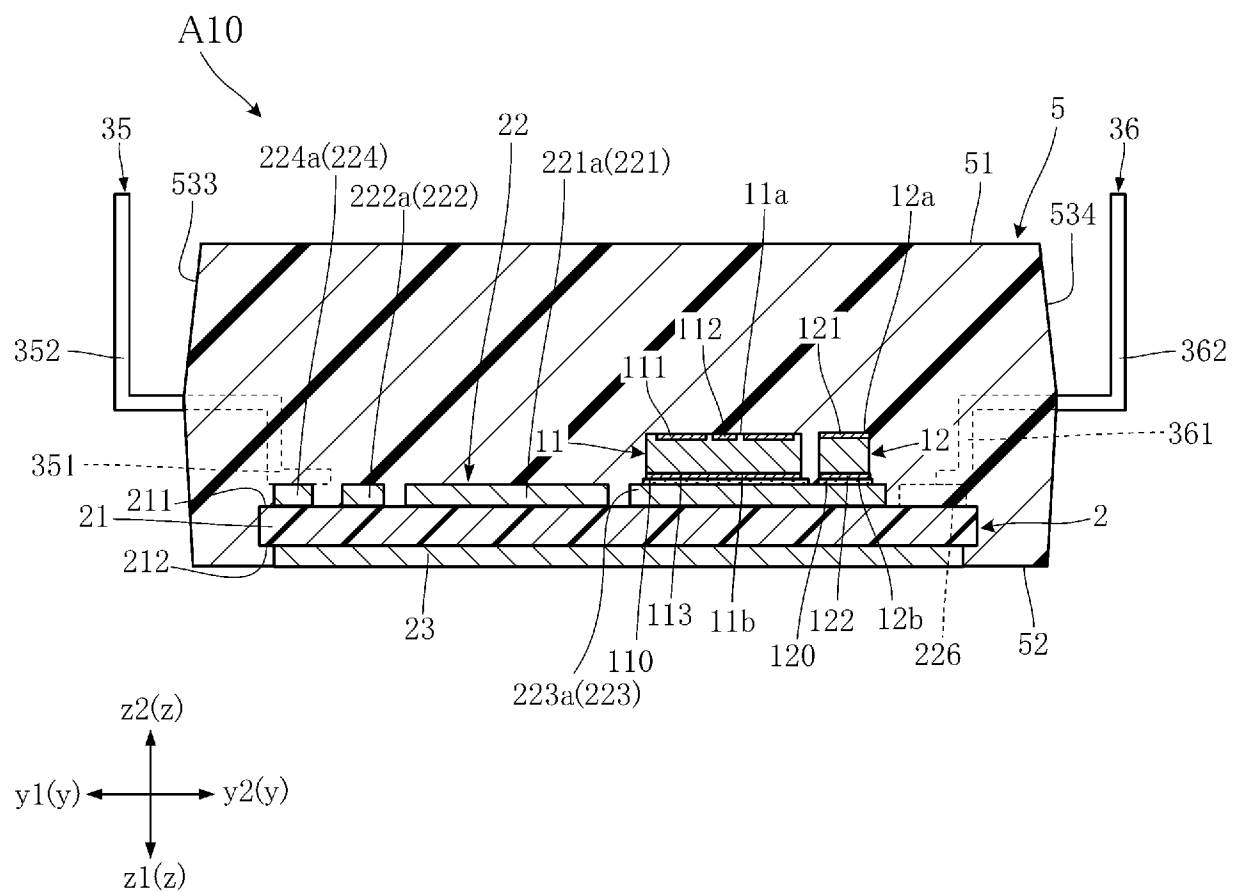
FIG.2



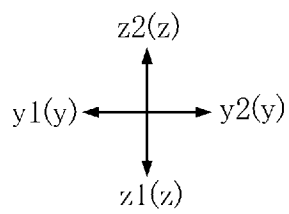
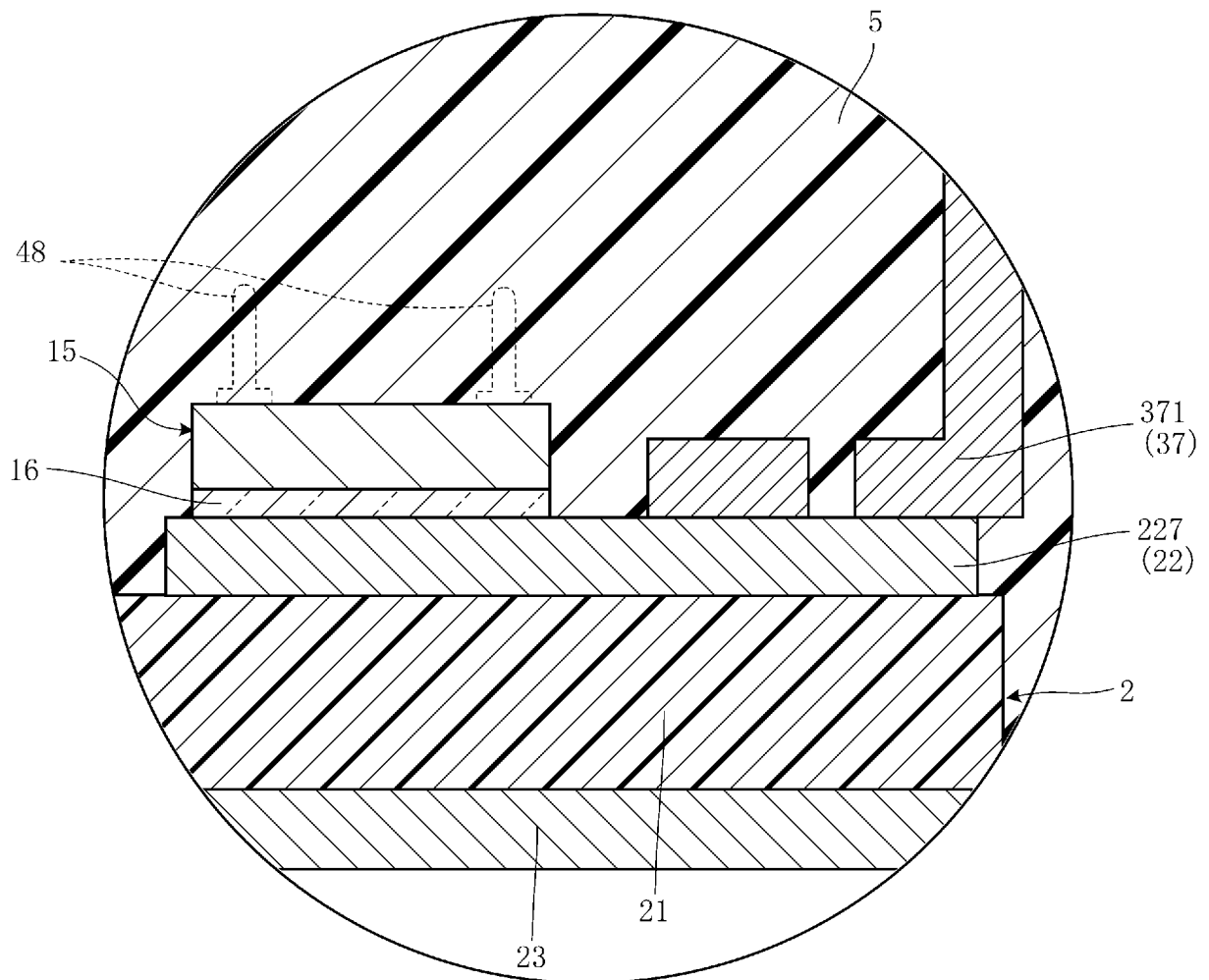
[図3]
FIG.3



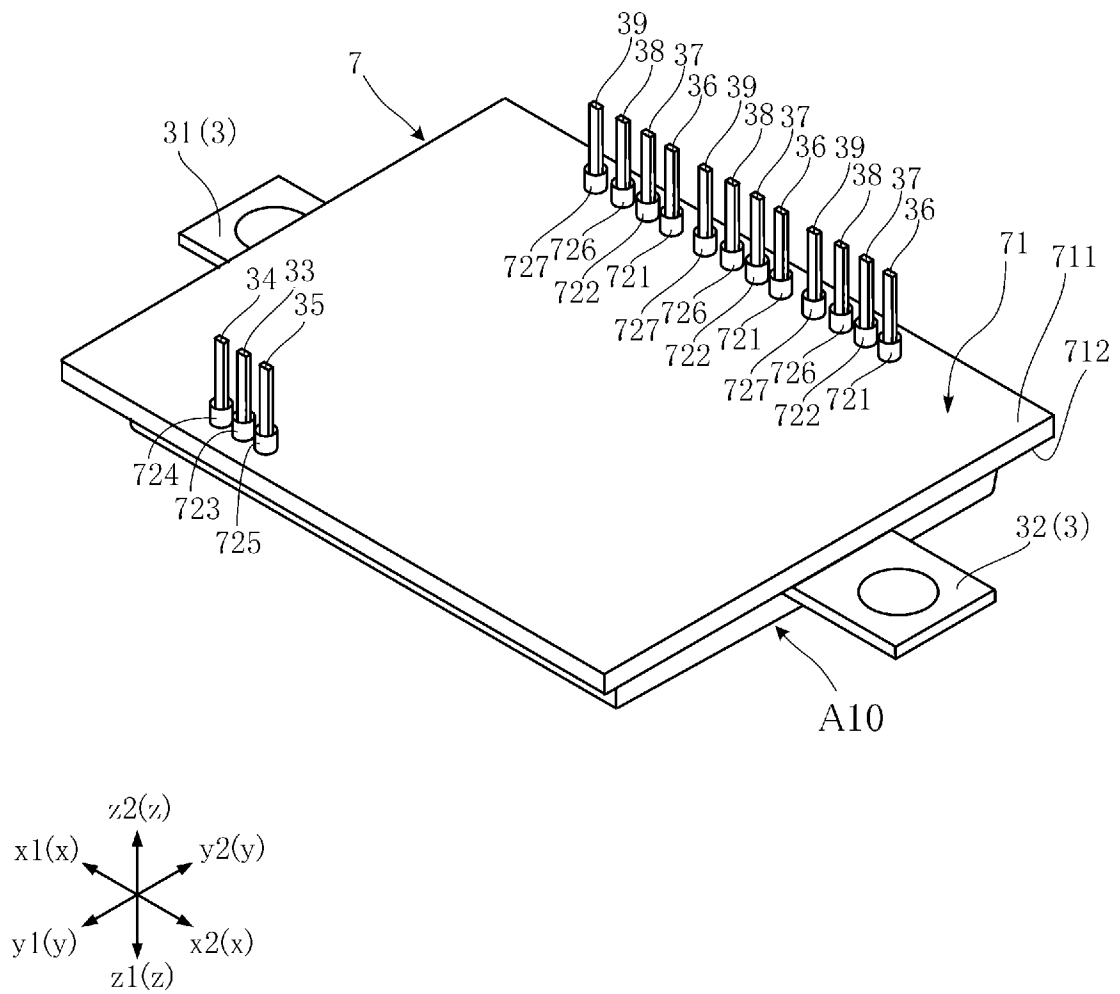
[図4]
FIG.4



A diagram of a 2D coordinate system. It consists of two perpendicular axes intersecting at a central origin. The horizontal axis is labeled $y_1(y)$ on the left and $y_2(y)$ on the right. The vertical axis is labeled $z_2(z)$ at the top and $z_1(z)$ at the bottom. Arrows at the ends of the axes indicate they extend infinitely in those directions.

[図7]
FIG.7

[図8]
FIG.8



[図9]

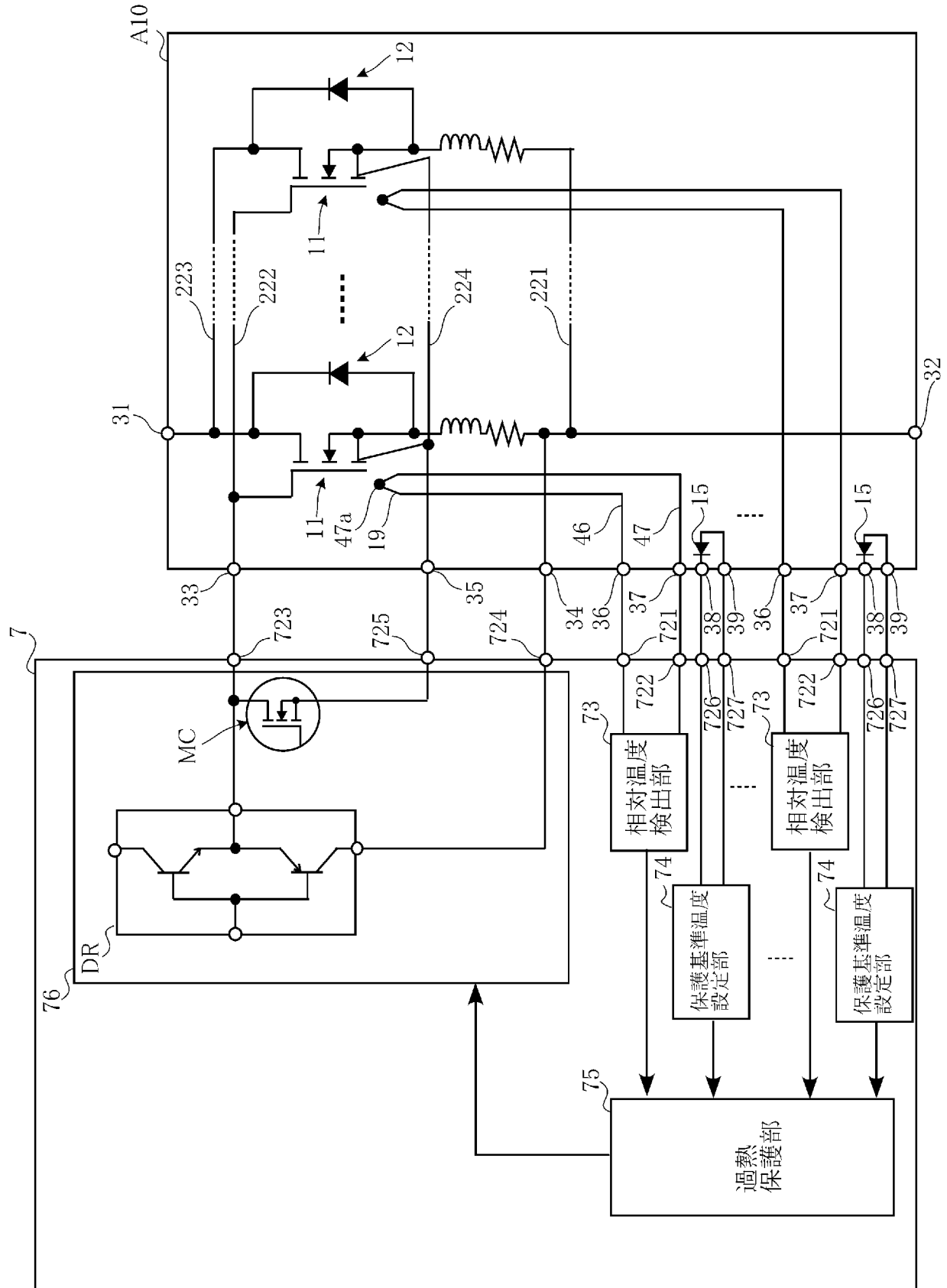
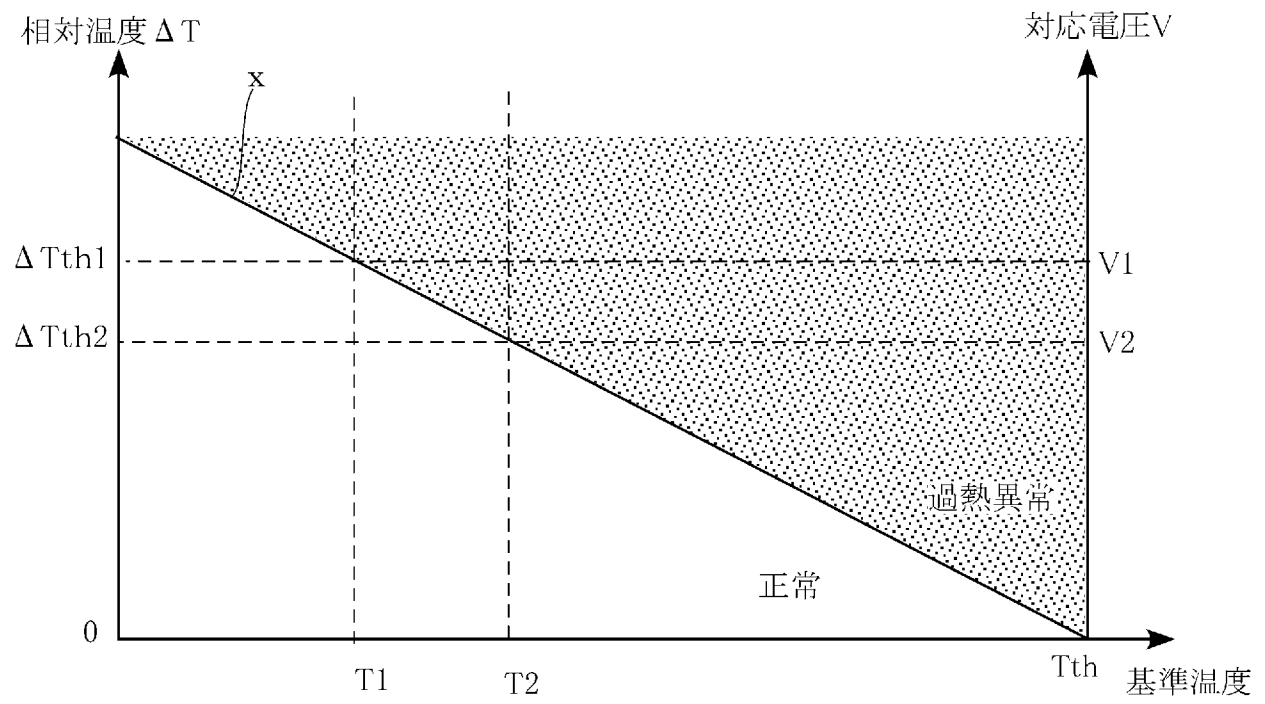
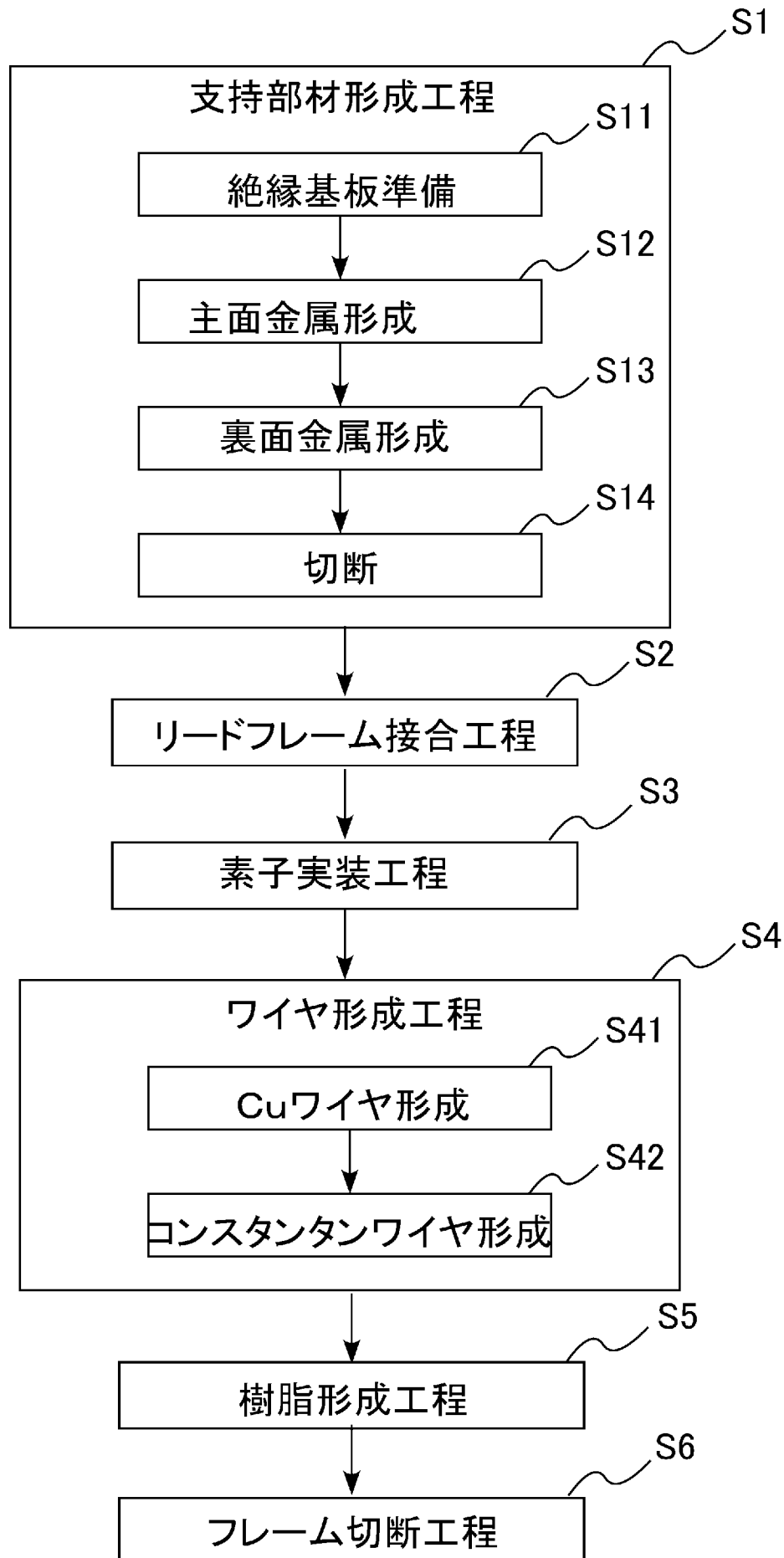


FIG.9

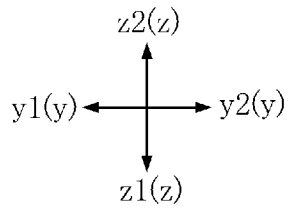
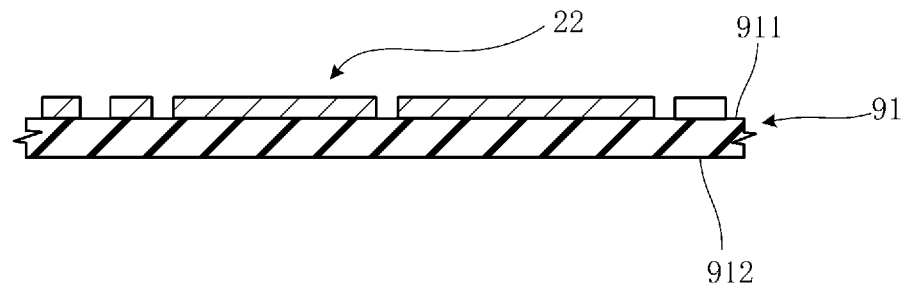
[図10]
FIG.10



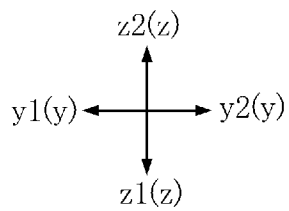
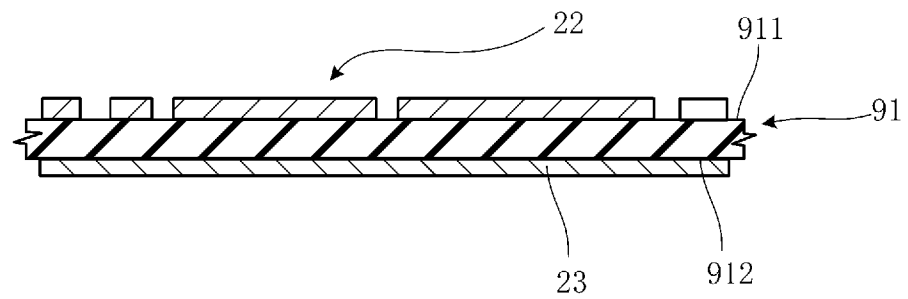
[図11]
FIG.11



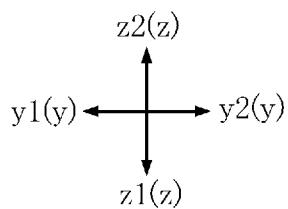
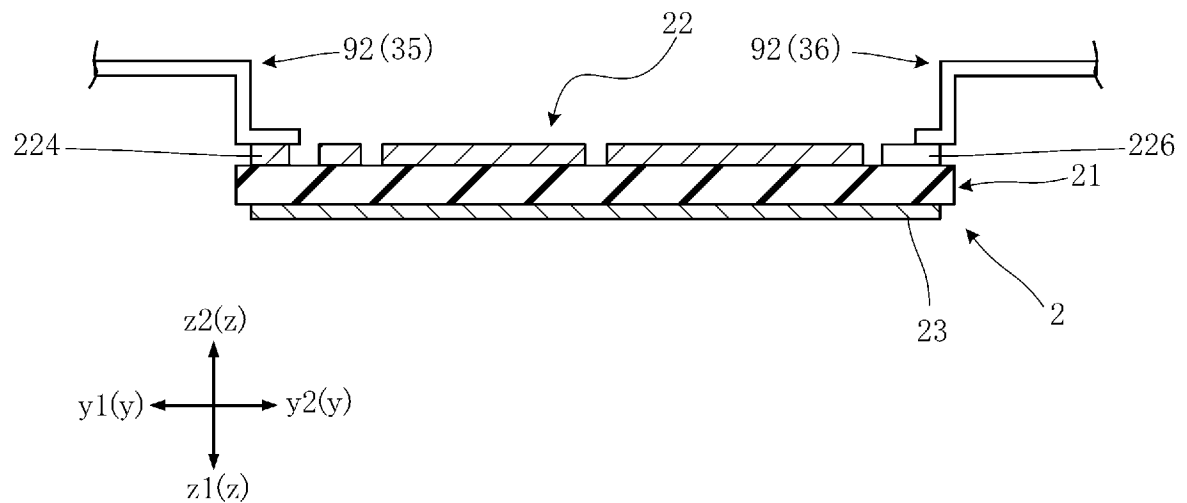
[図12]
FIG.12



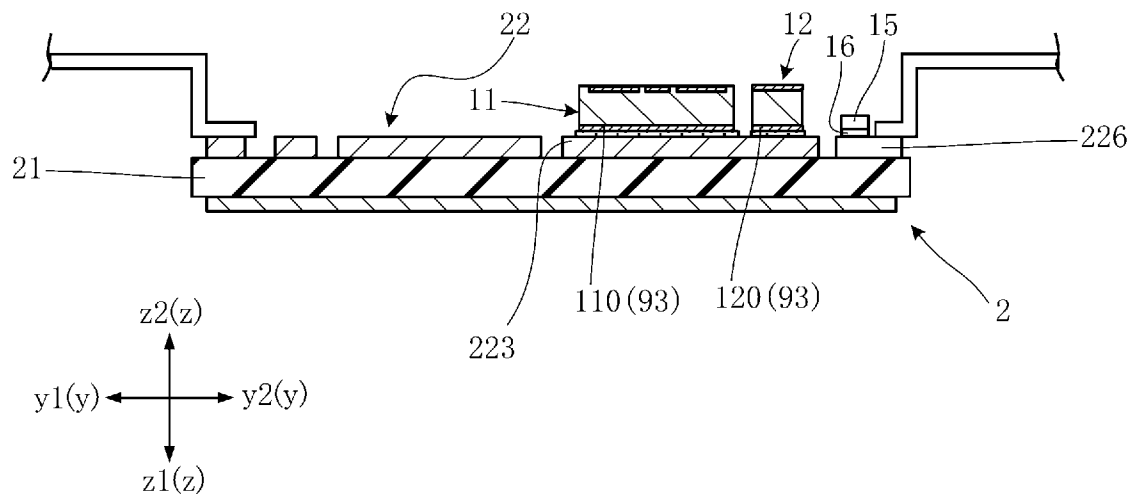
[図13]
FIG.13



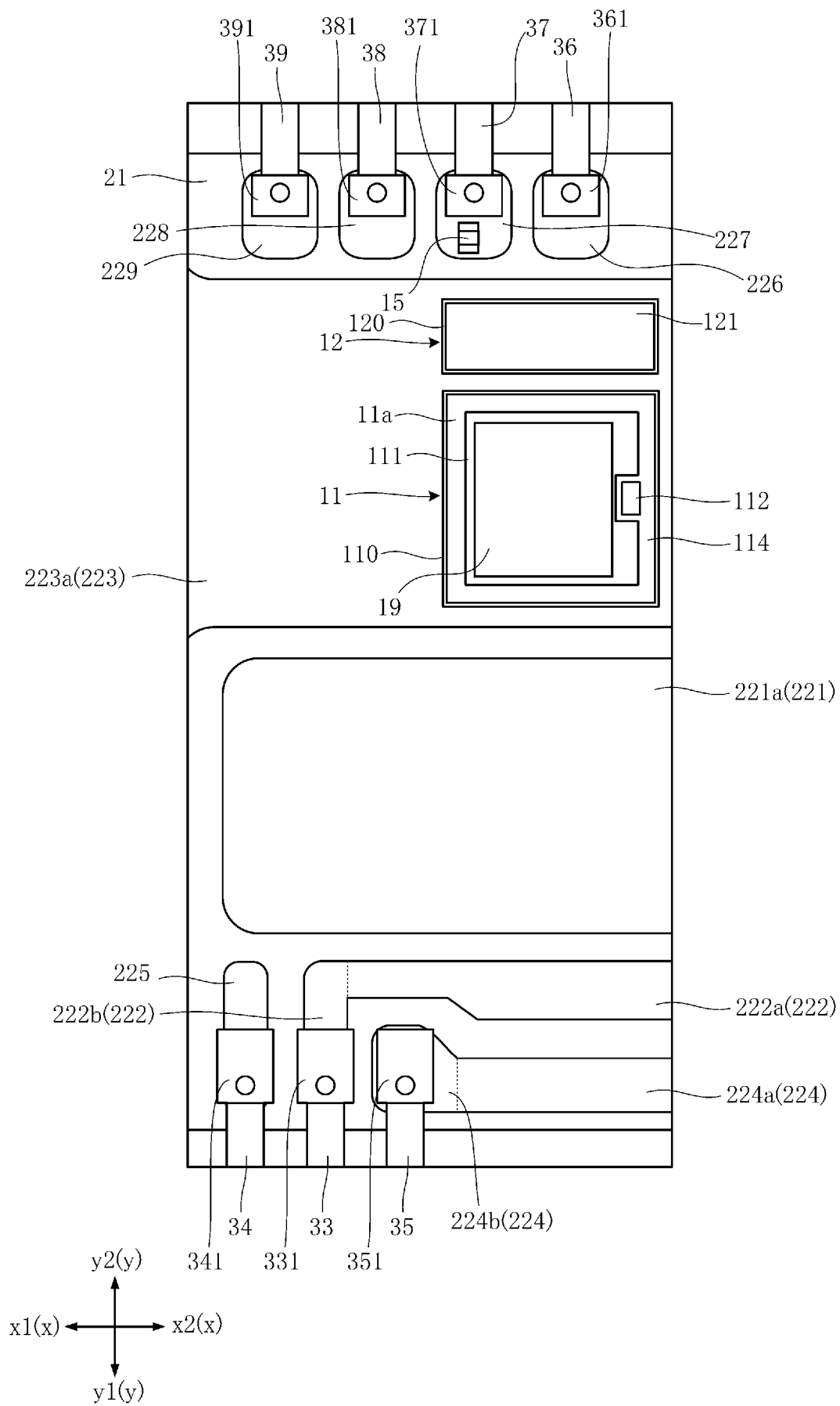
[図14]
FIG.14



[図15]
FIG.15

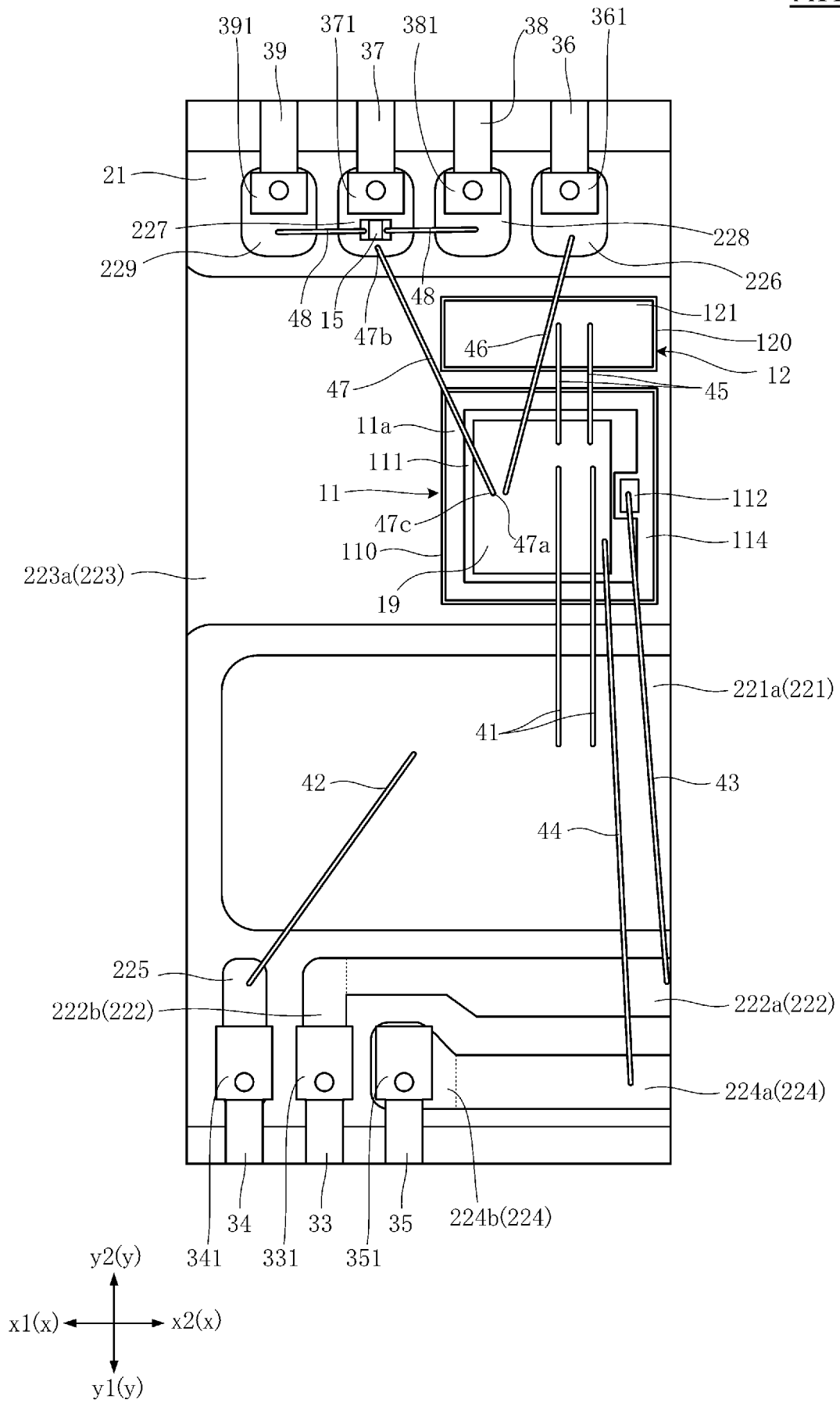


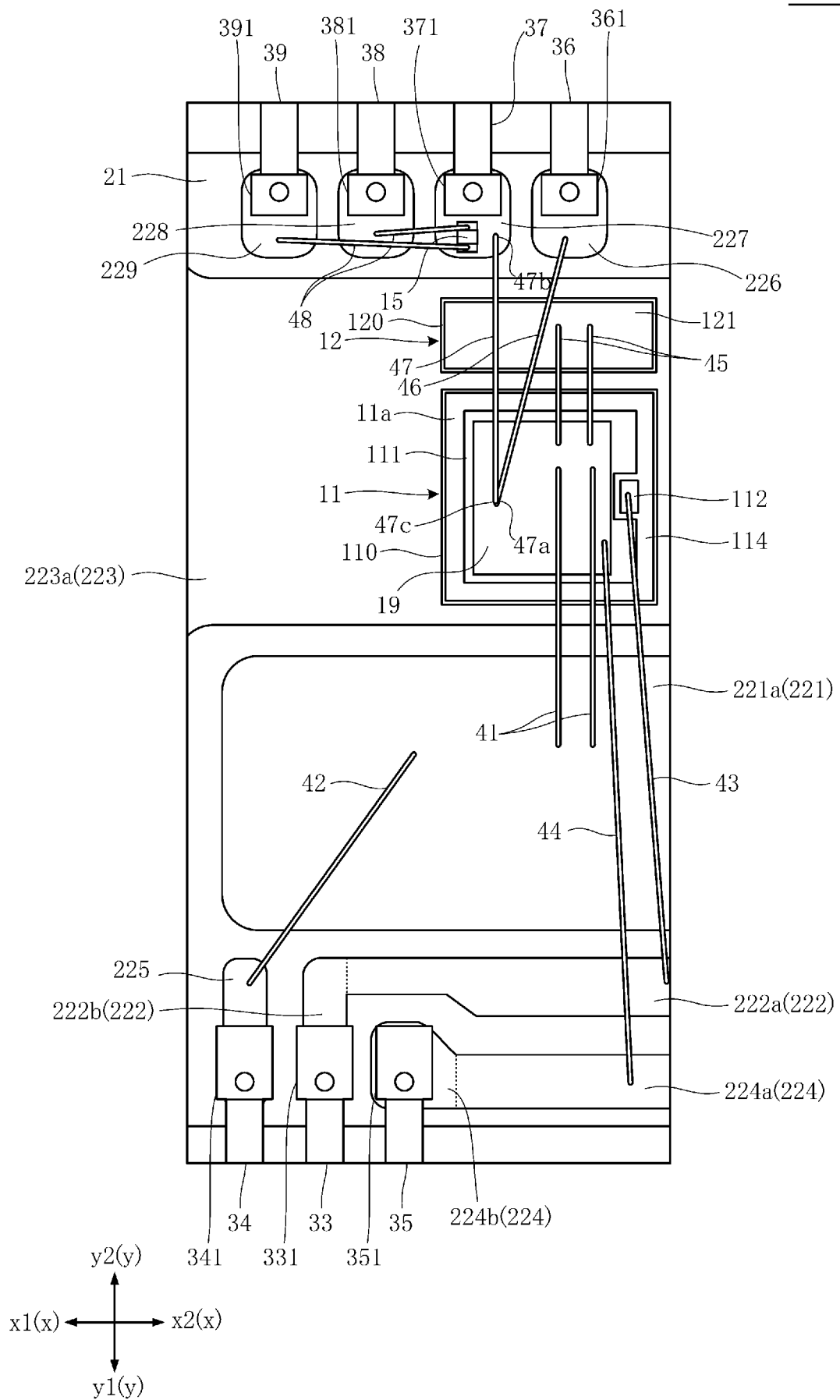
[図16]
FIG.16



[図19]
FIG.19

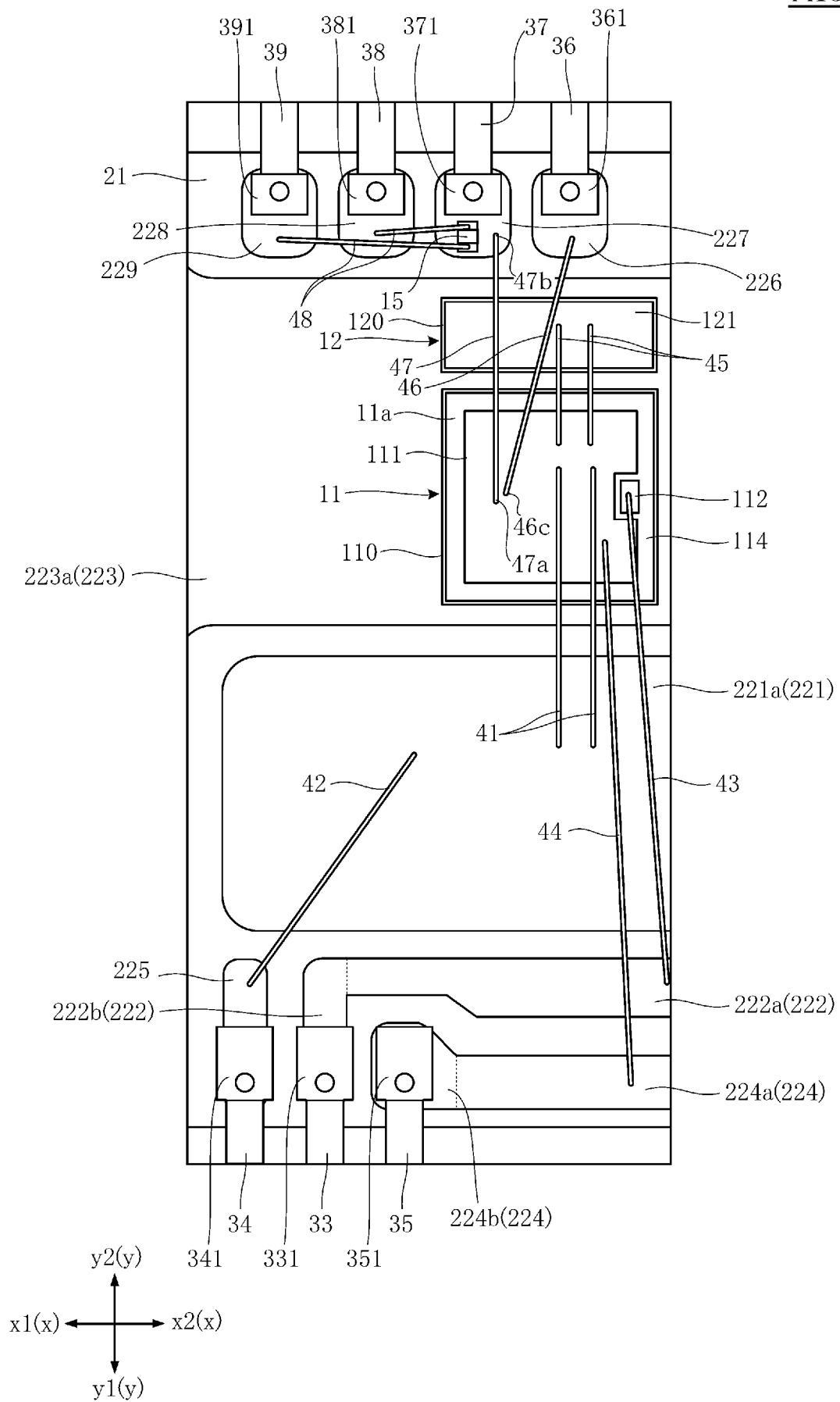
A11

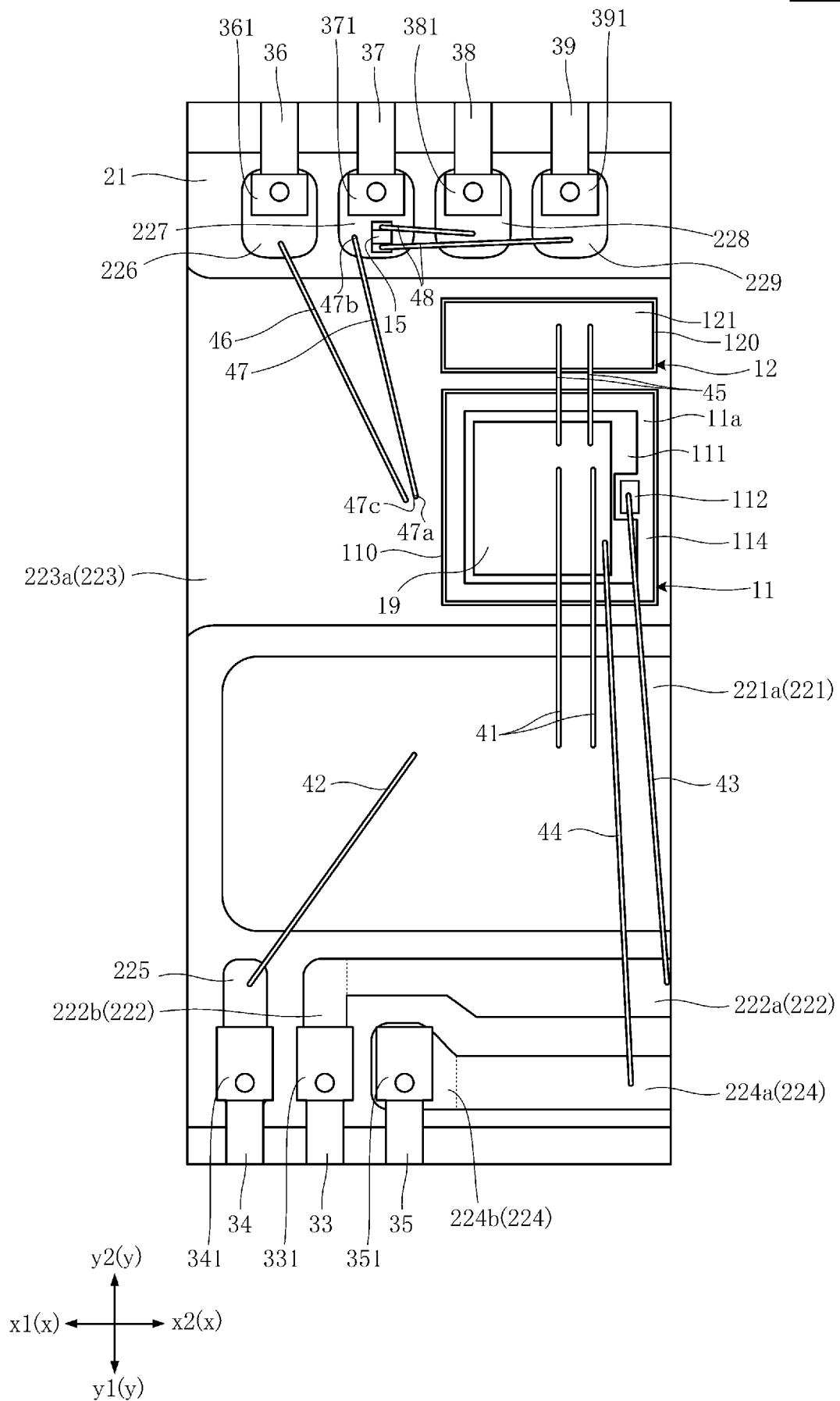


A12

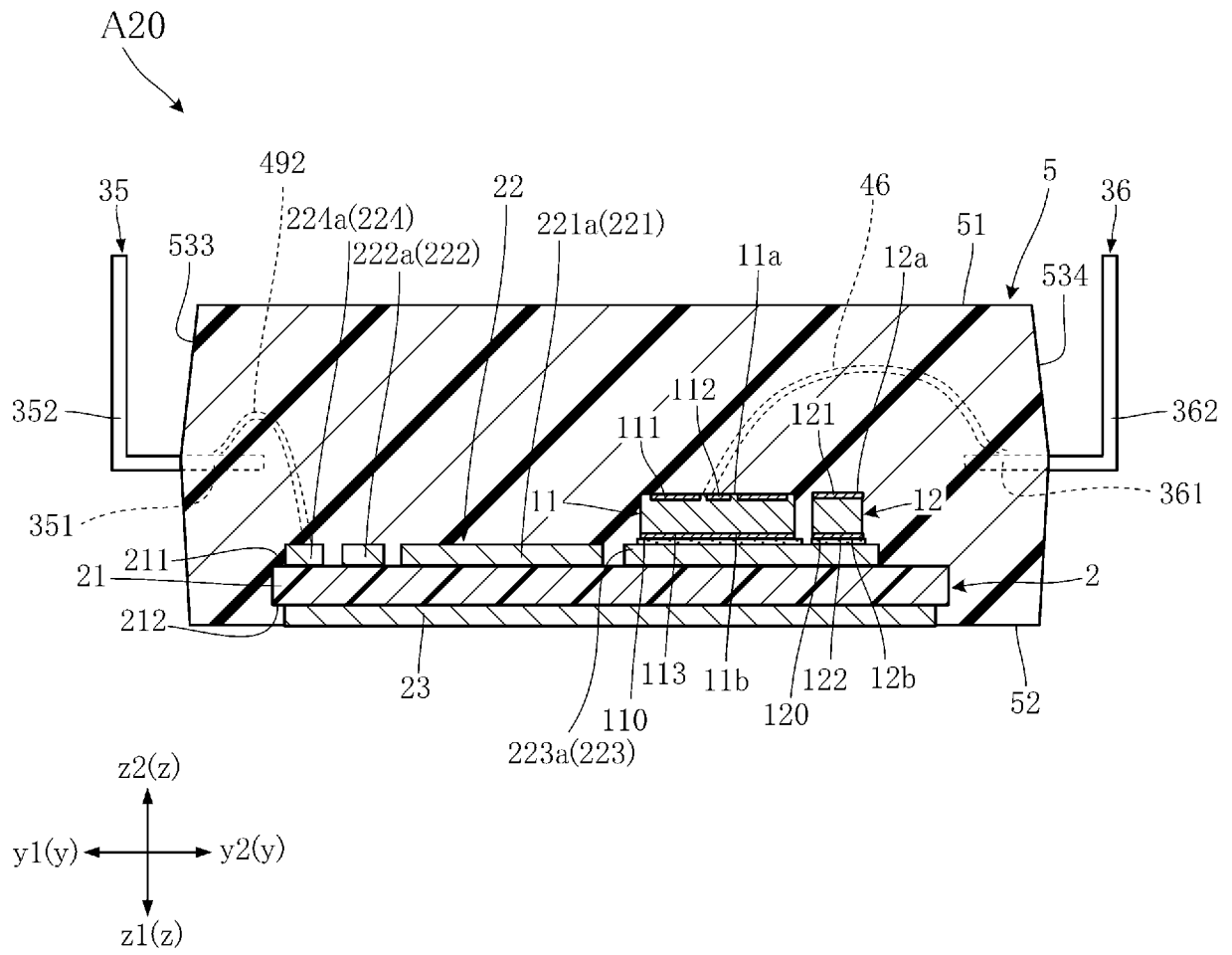
[図21]
FIG.21

A13



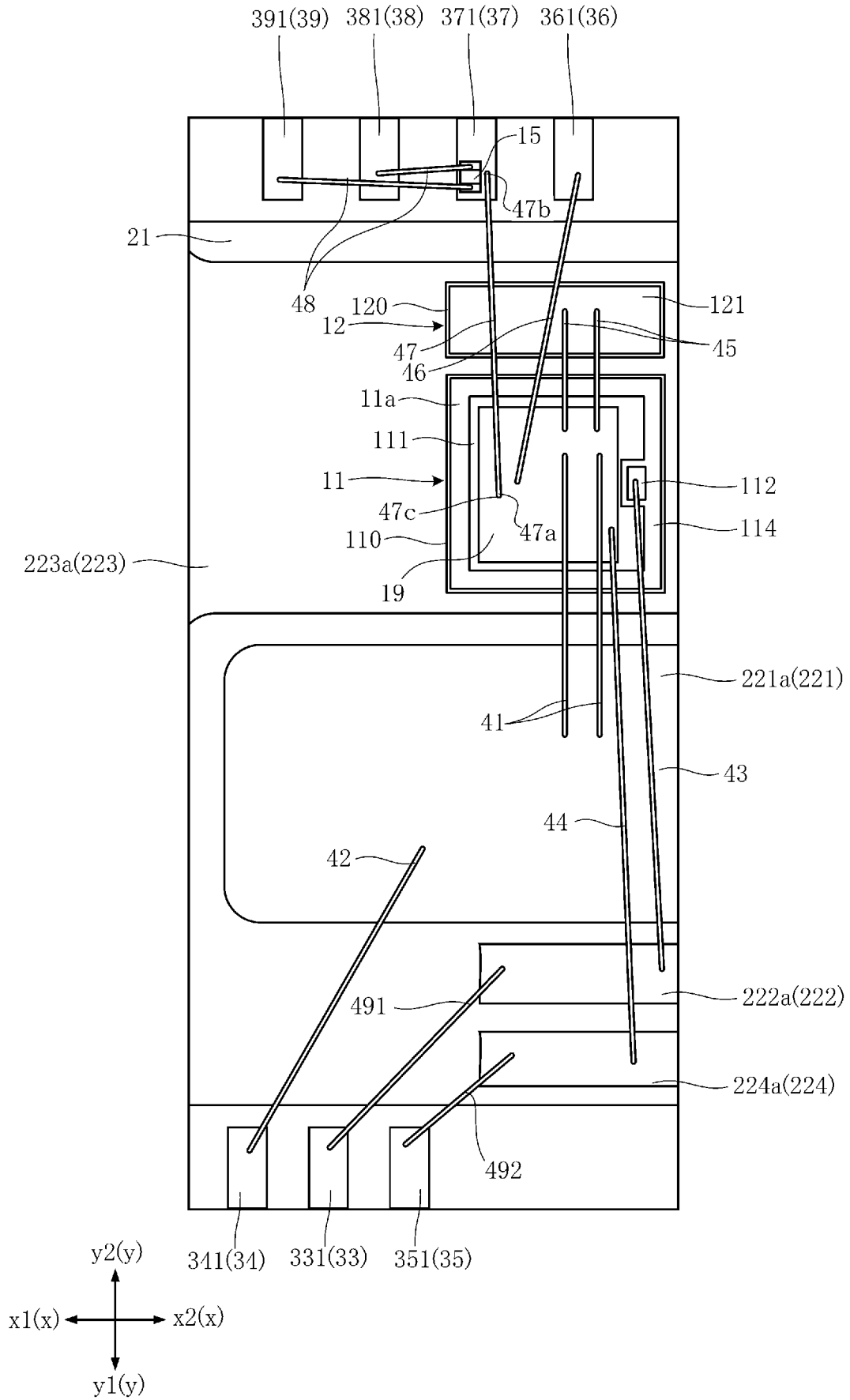
A14

[図23]
FIG.23



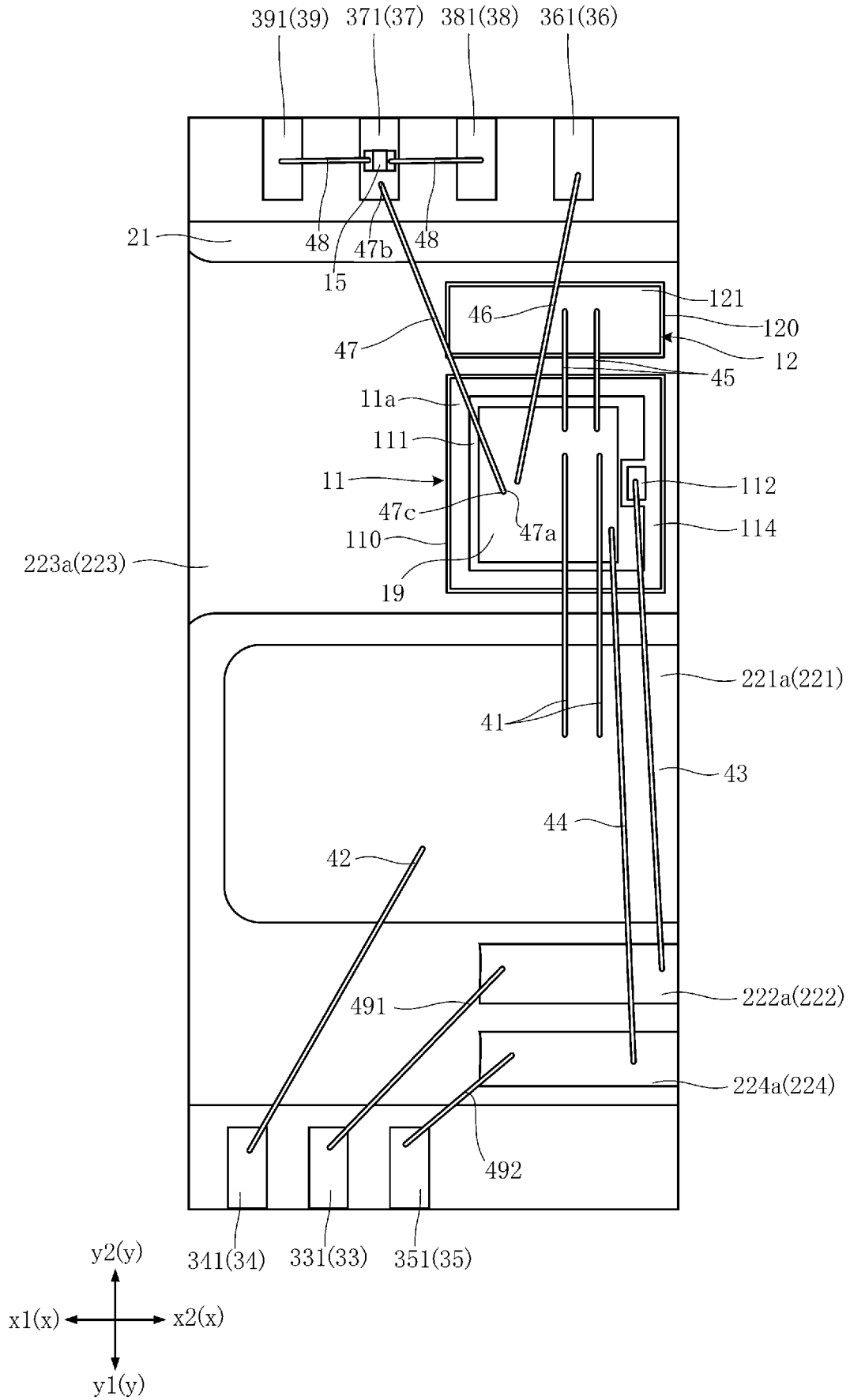
[図24]
FIG.24

A20



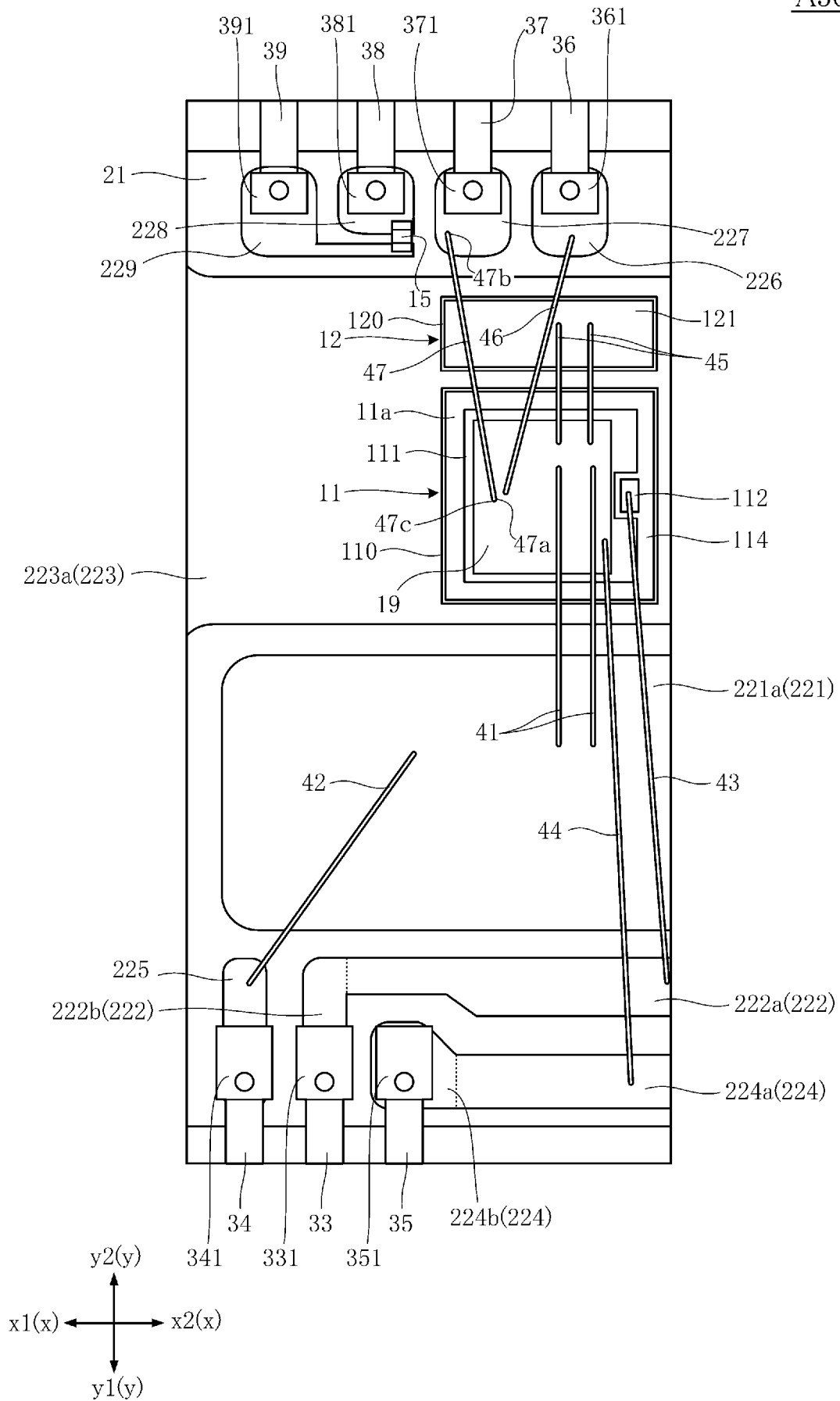
[図25]
FIG.25

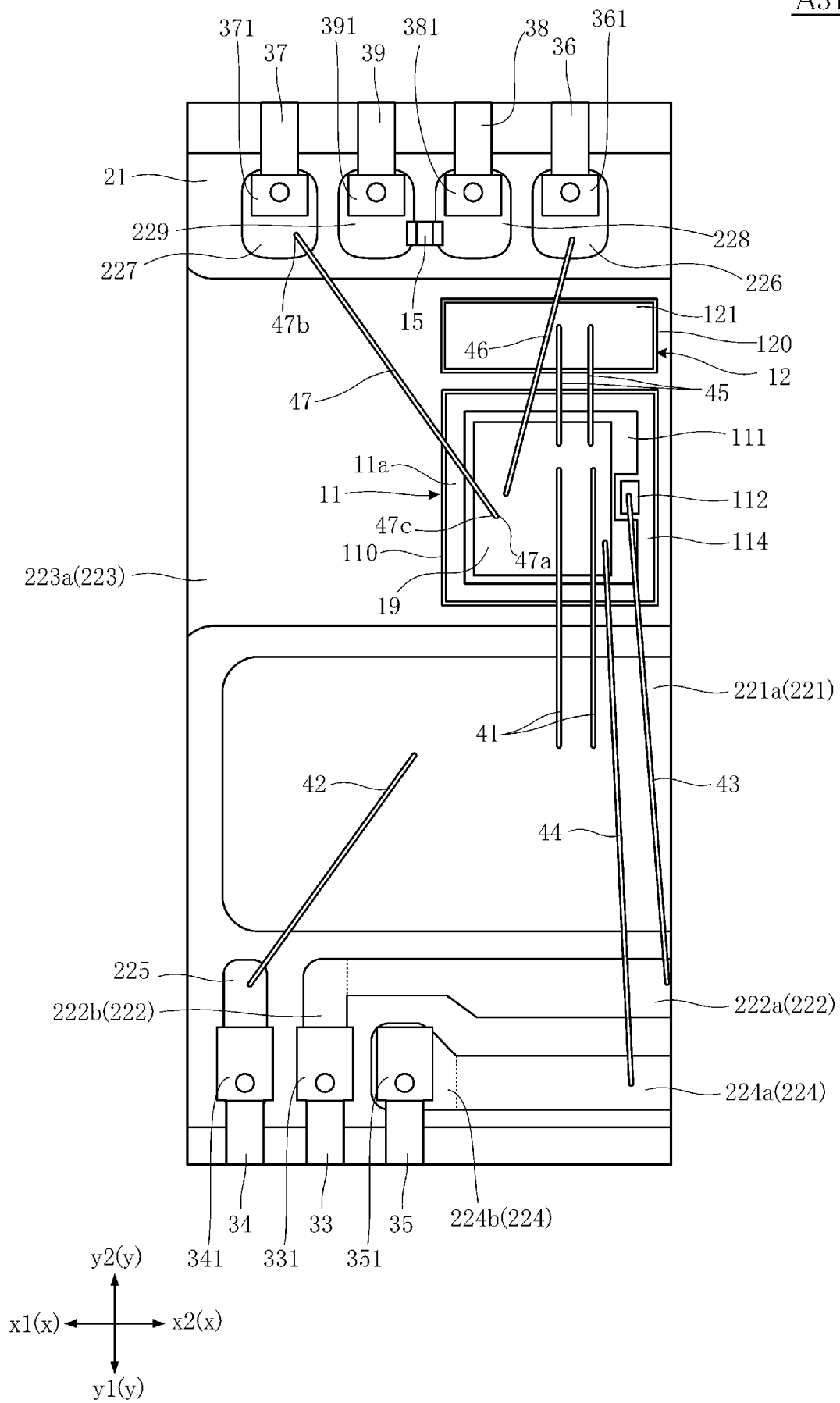
A21



[図26]
FIG.26

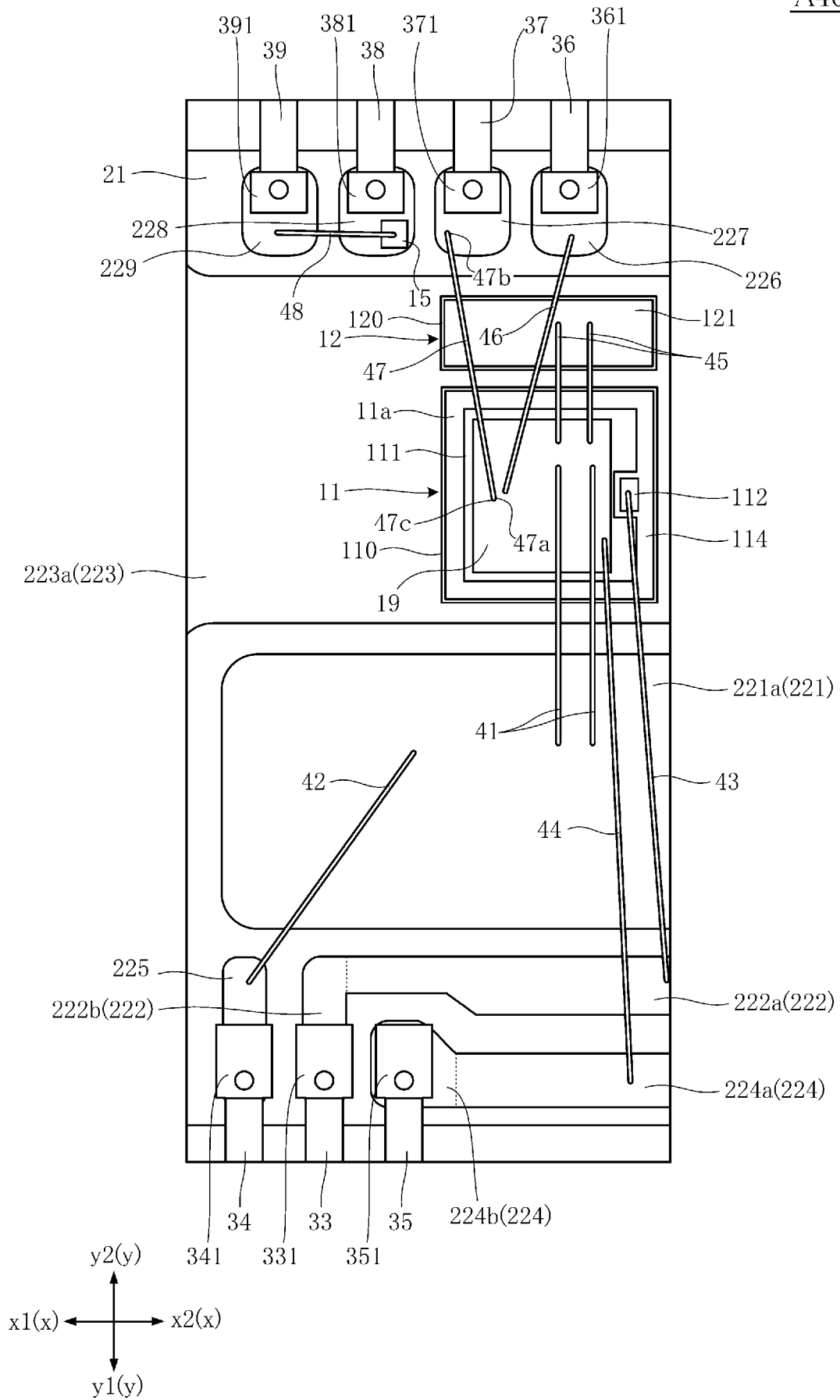
A30



A31

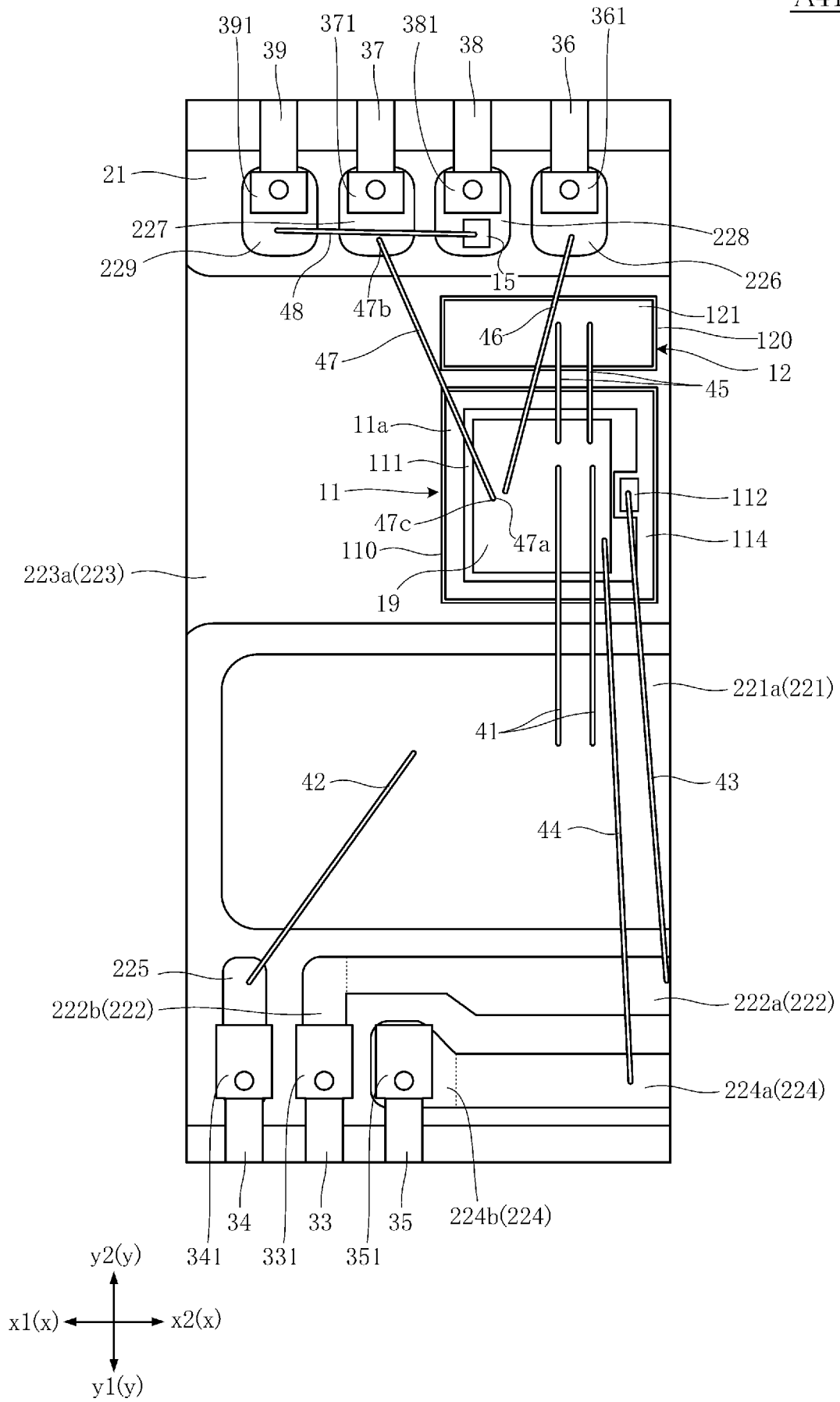
[図28]
FIG.28

A40



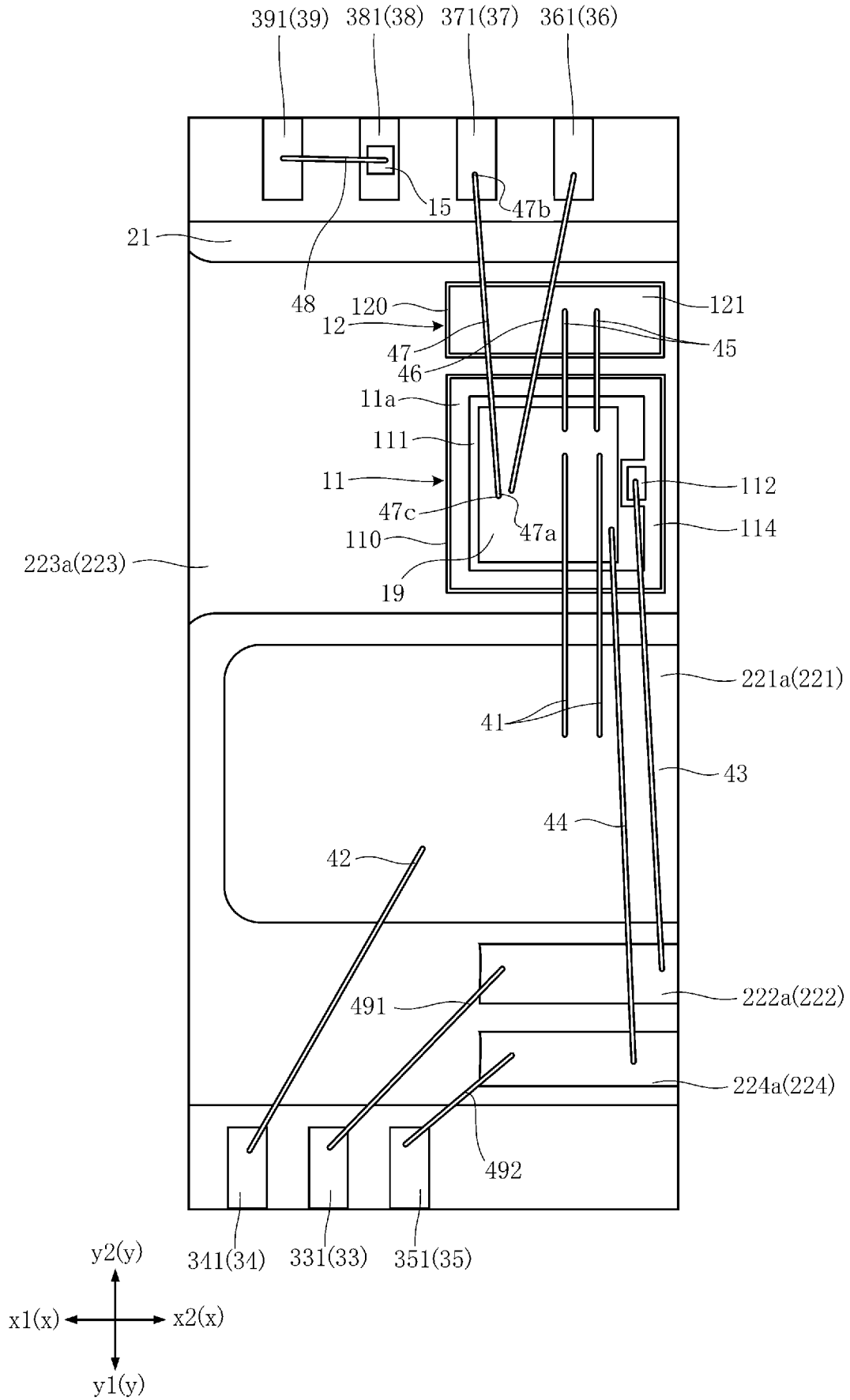
[図29]
FIG.29

A41



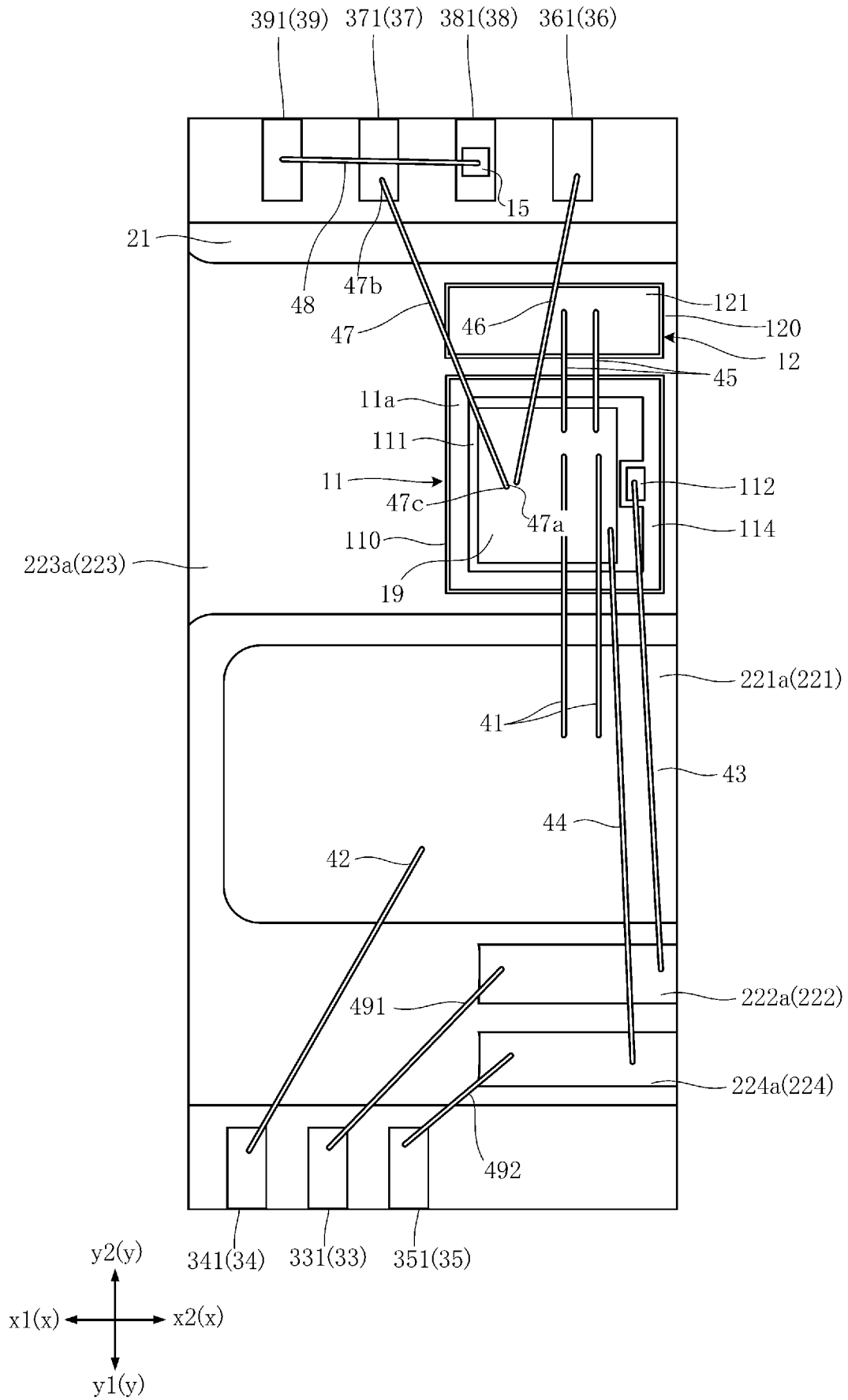
[図30]
FIG.30

A50



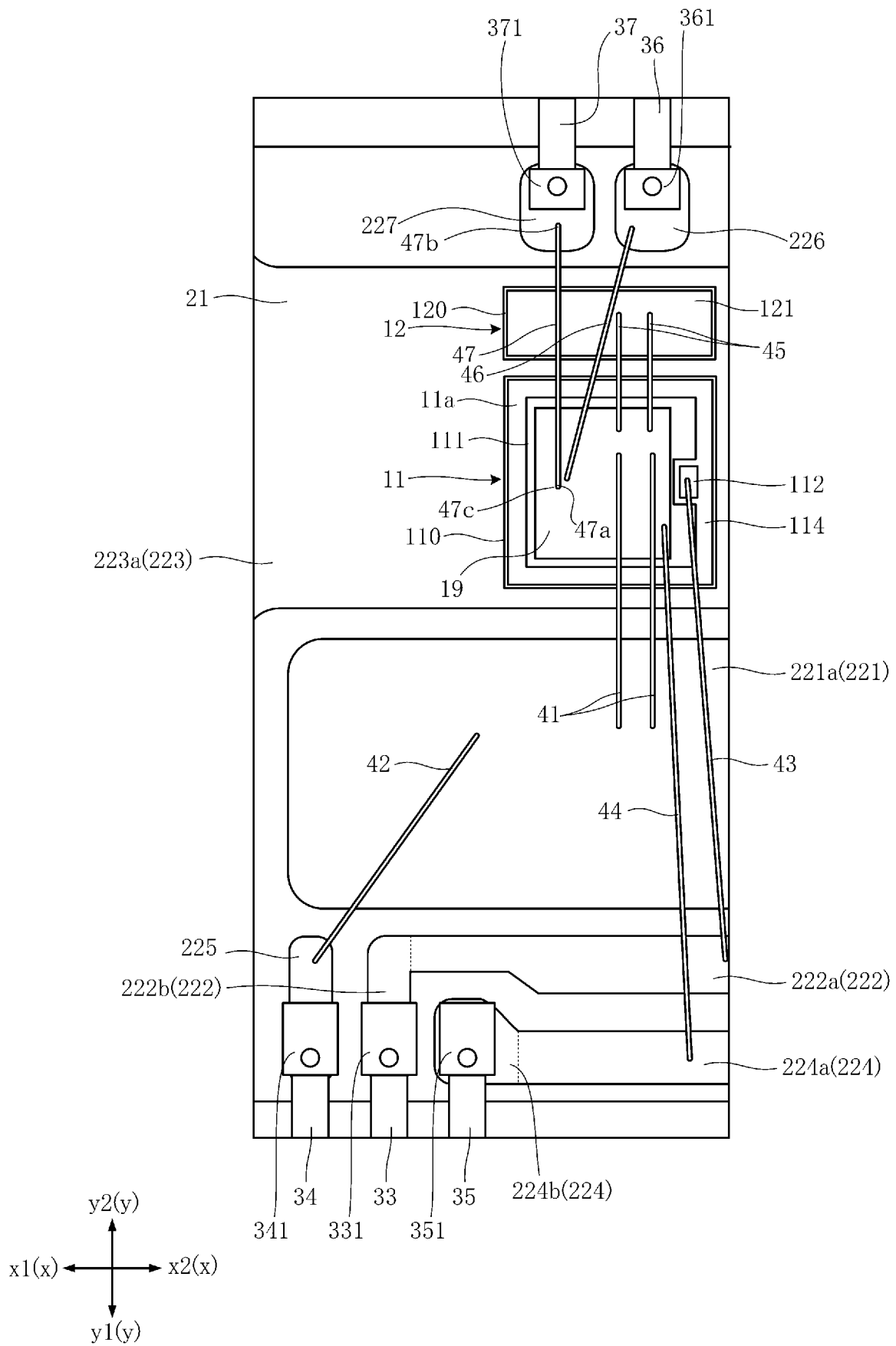
[図31]
FIG.31

A51



[図32]
FIG.32

A60



[図34]
FIG.34

A70

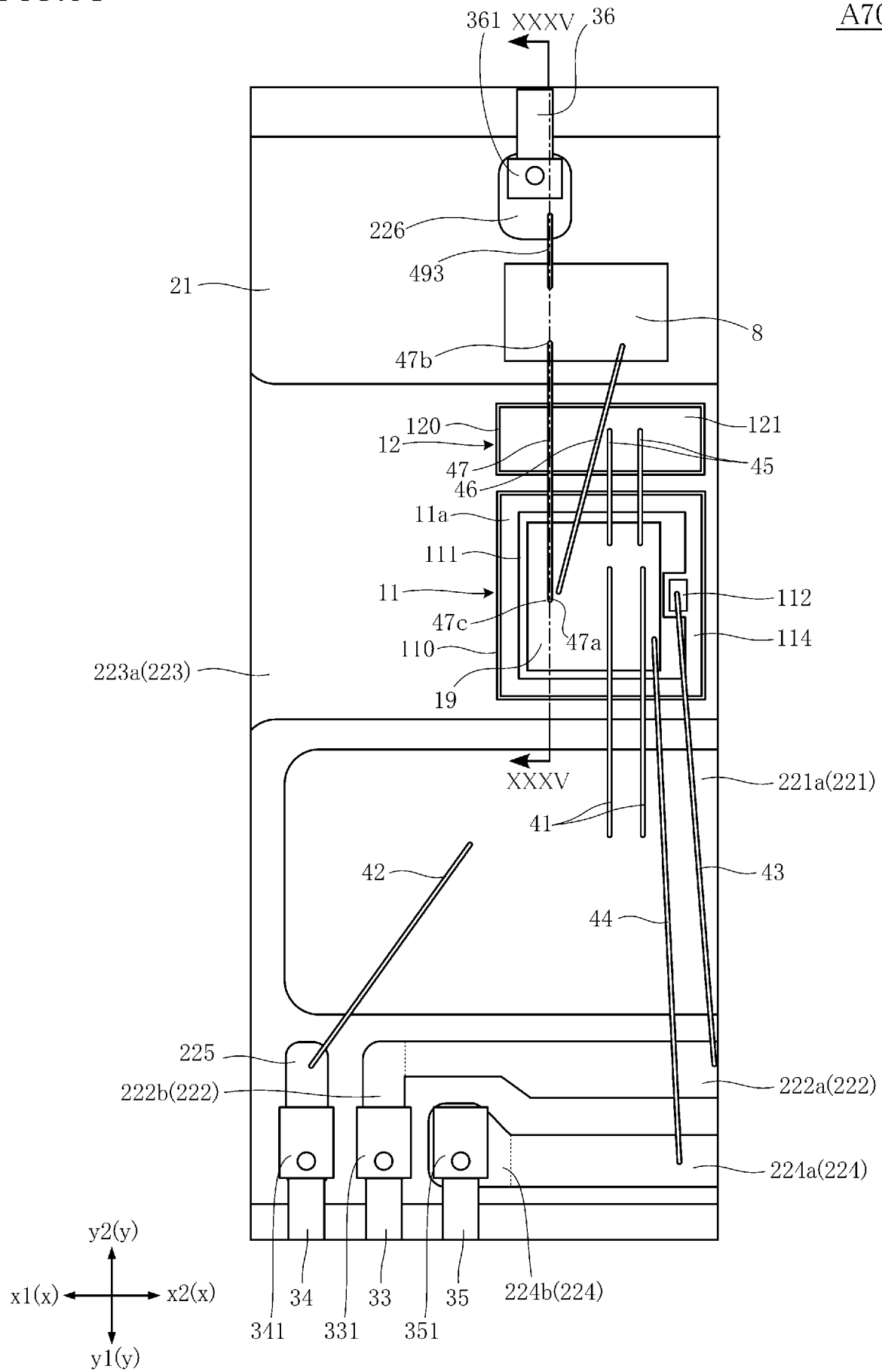
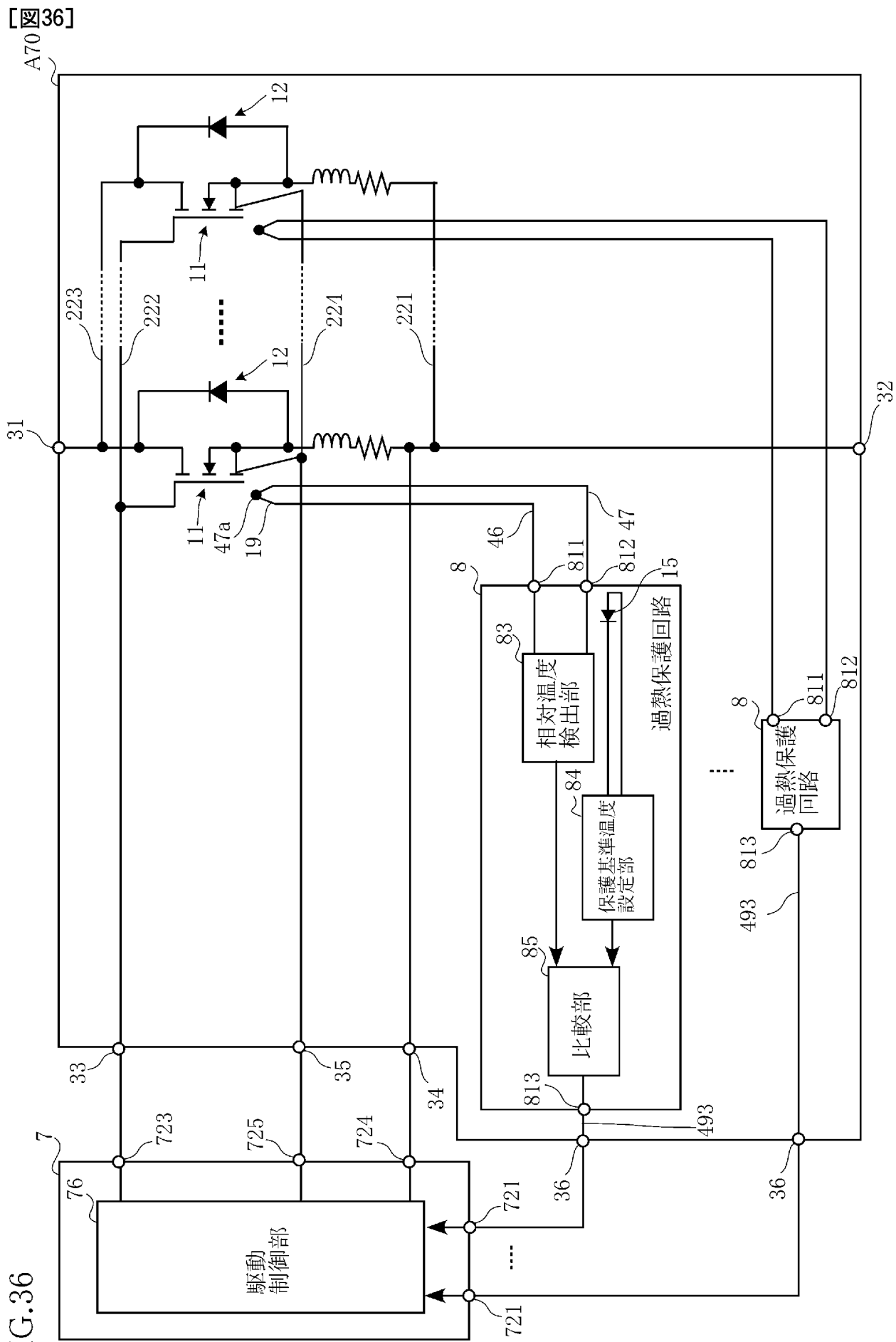
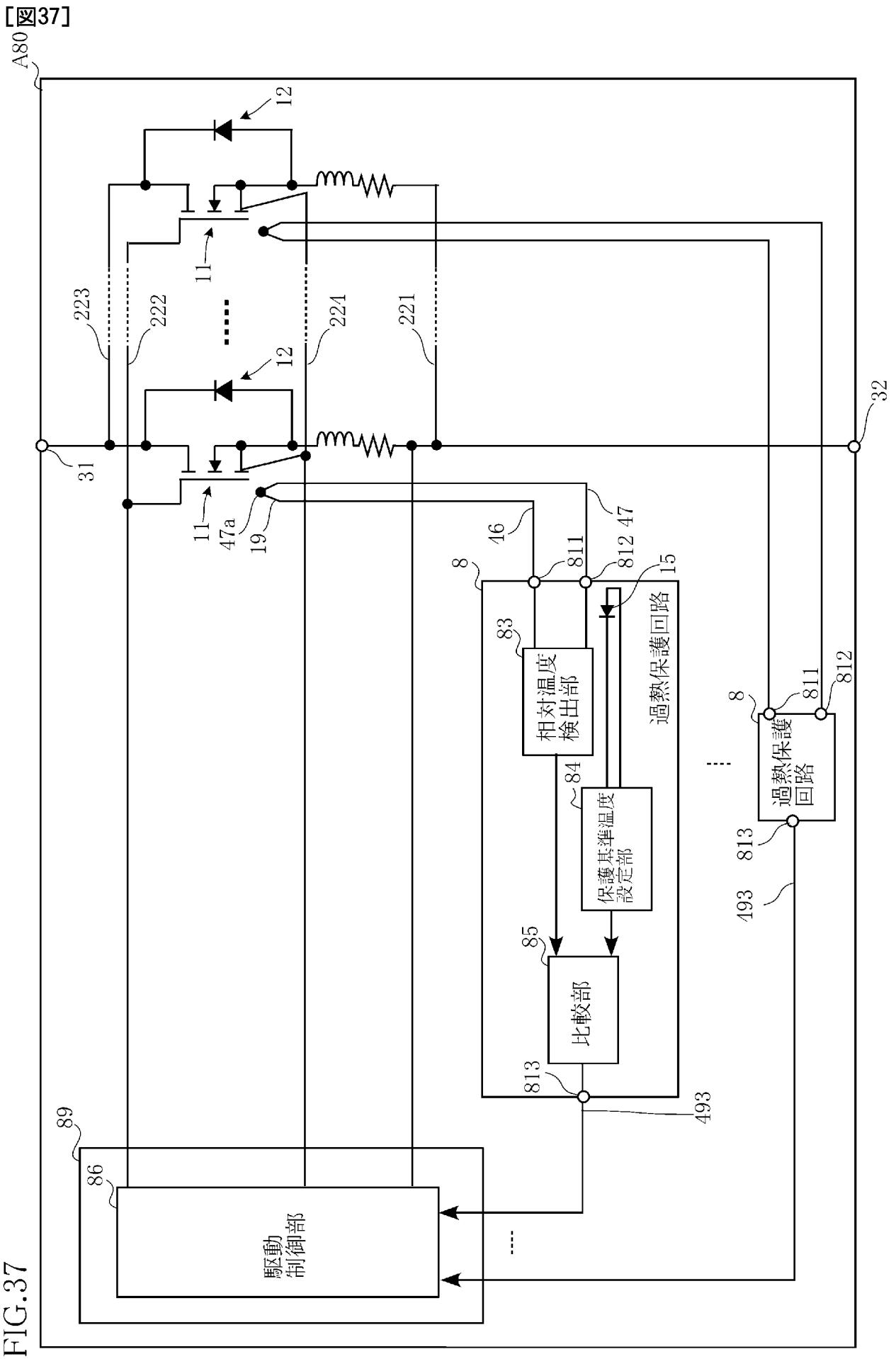


FIG. 36

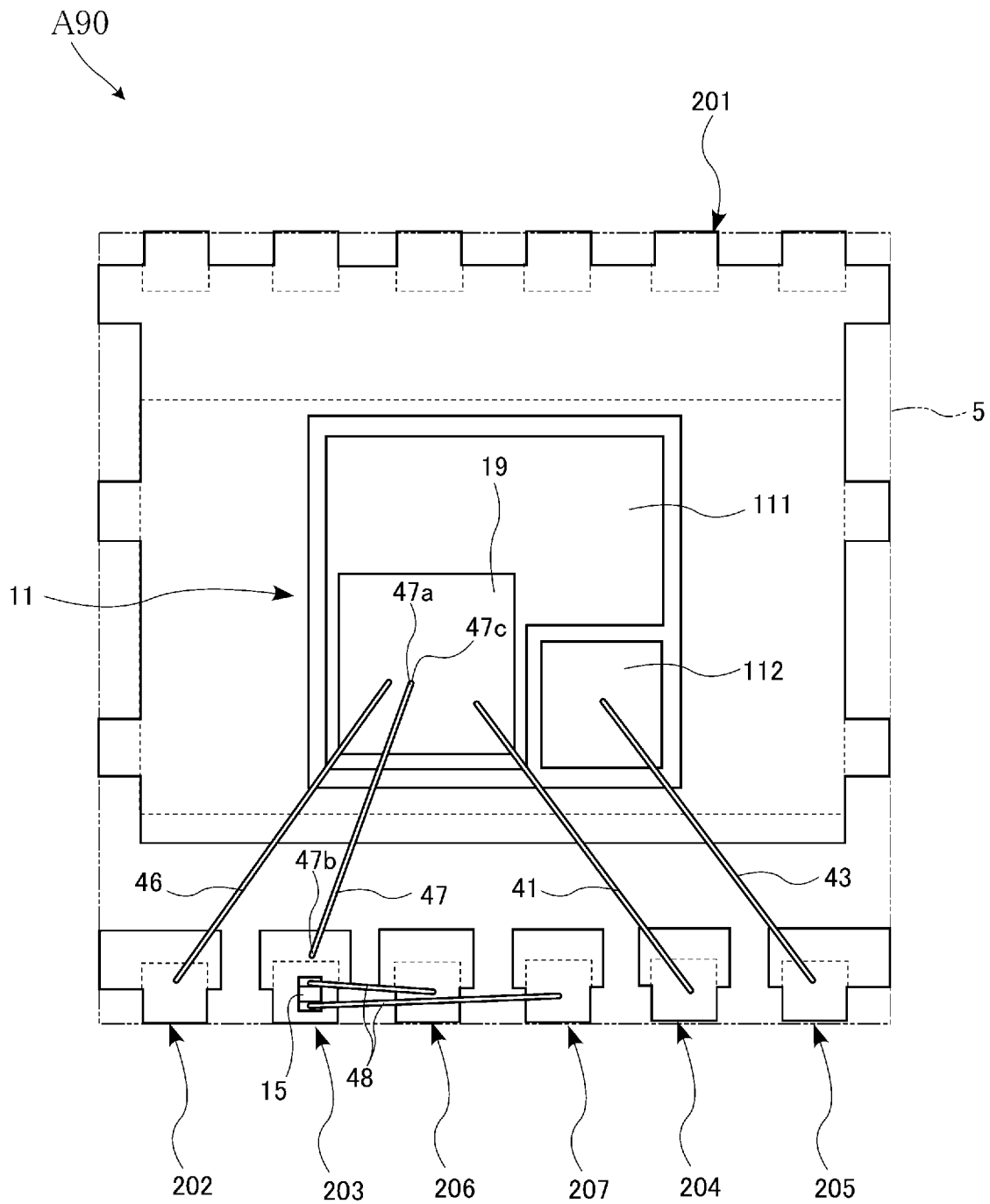


[図37]

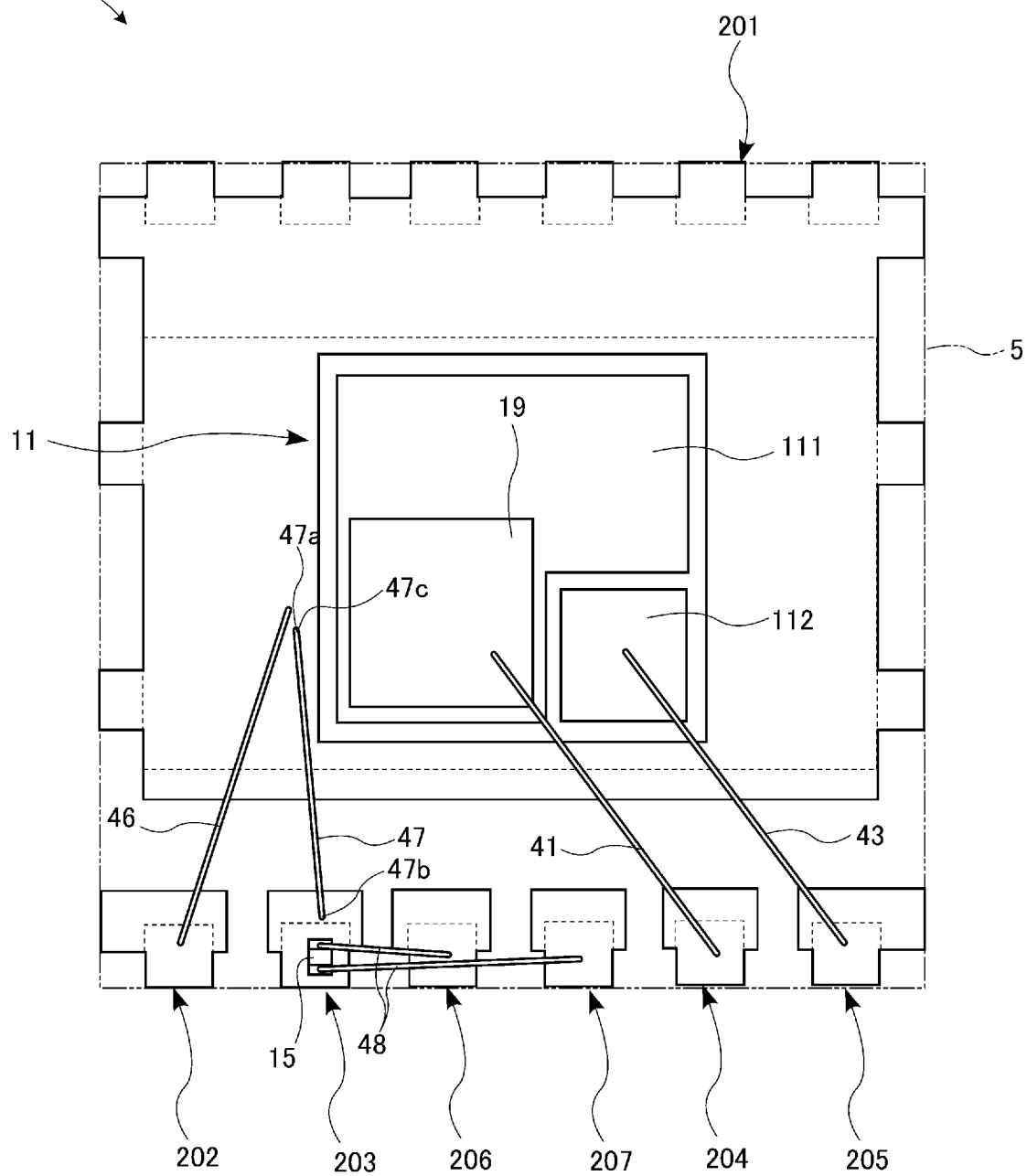
FIG.37



[図38]
FIG.38

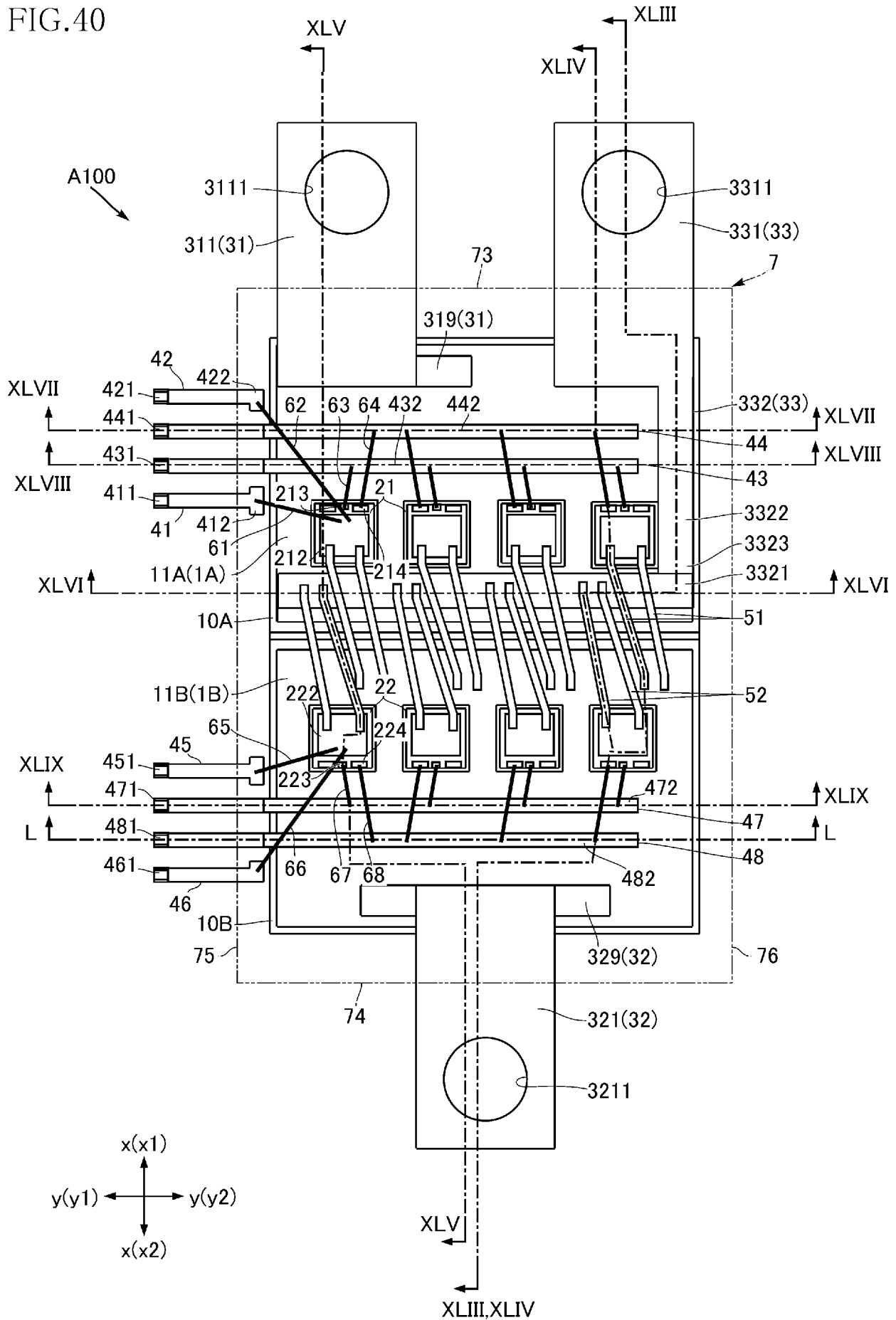


A91

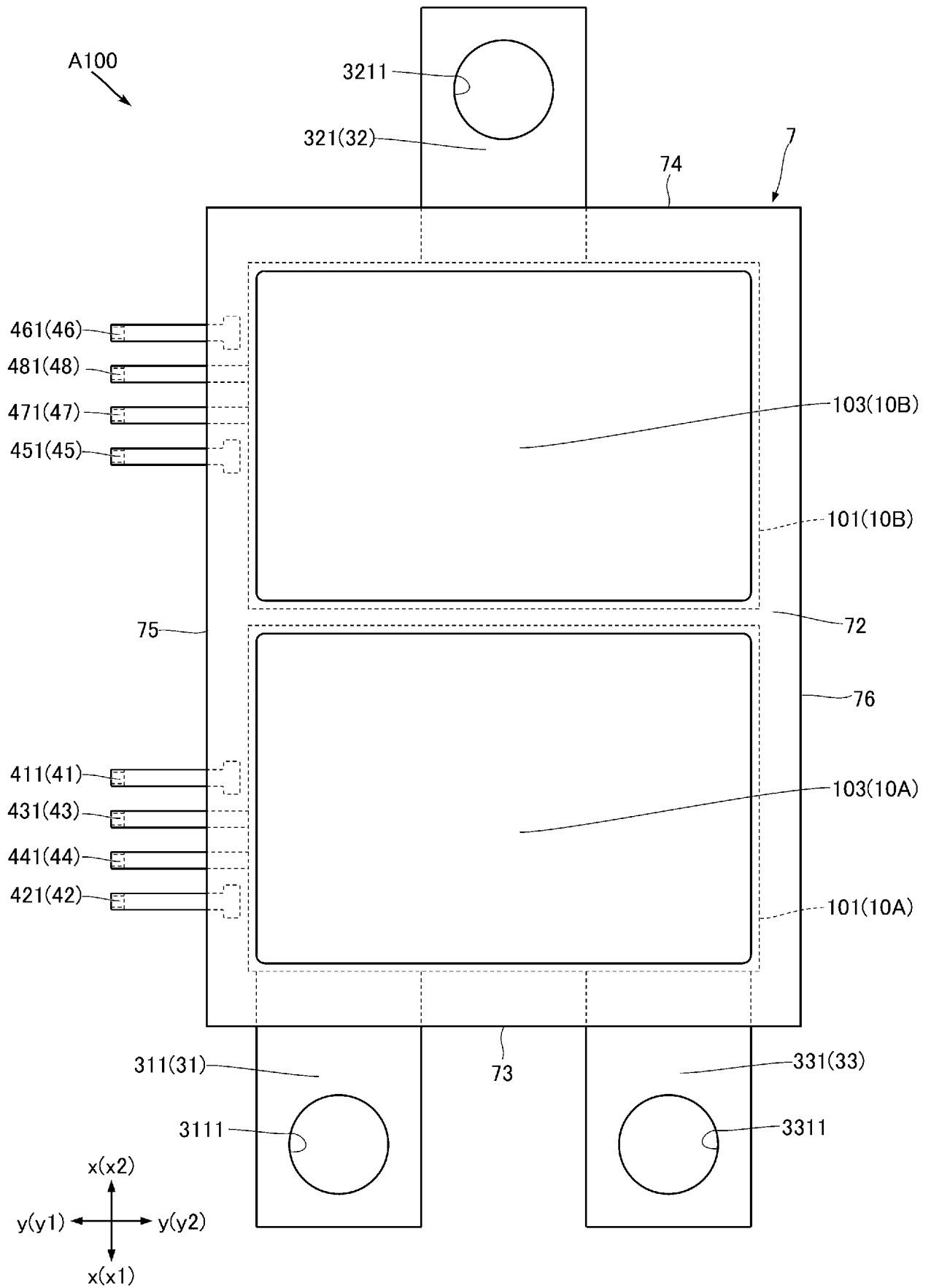


[図40]

FIG.40

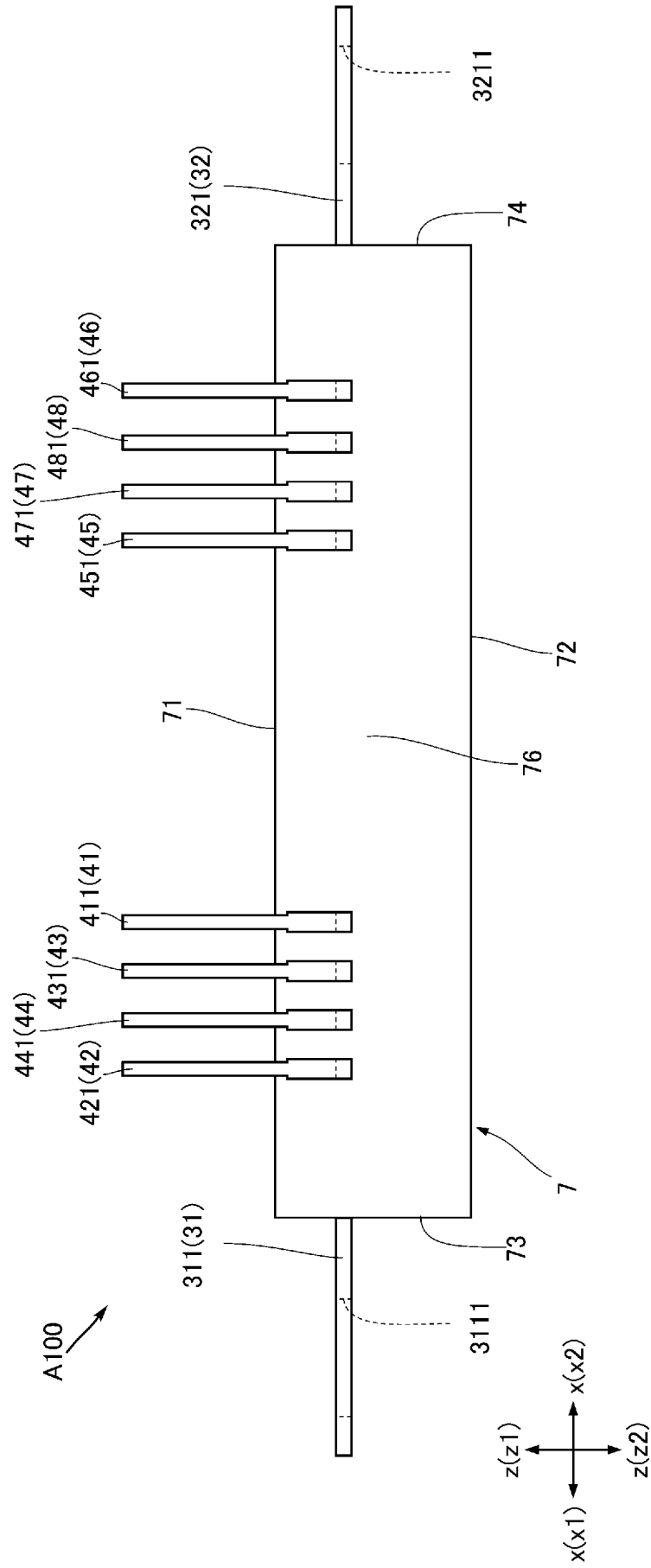


[図41]
FIG.41



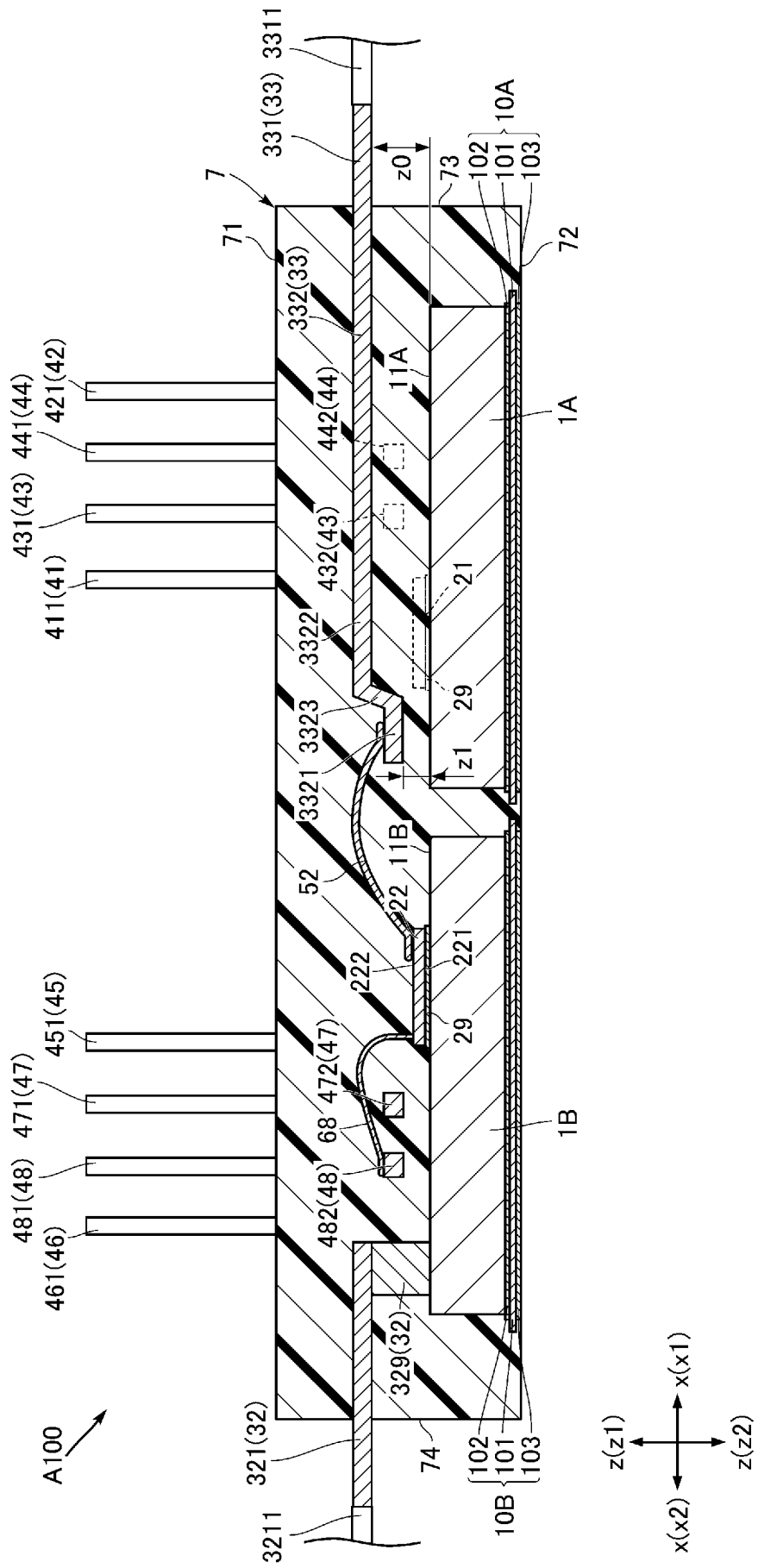
[図42]

FIG.42



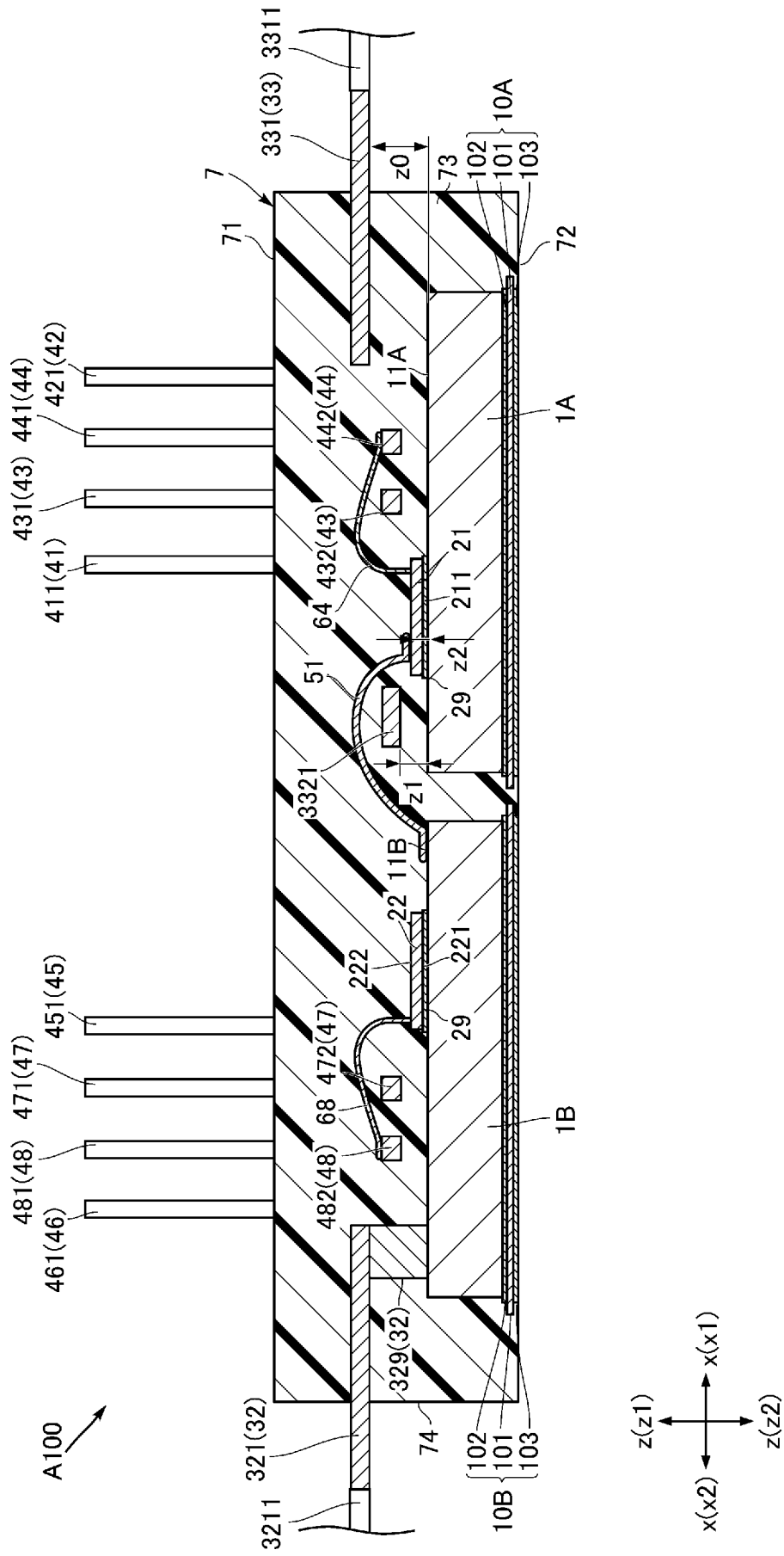
[図43]

FIG.43



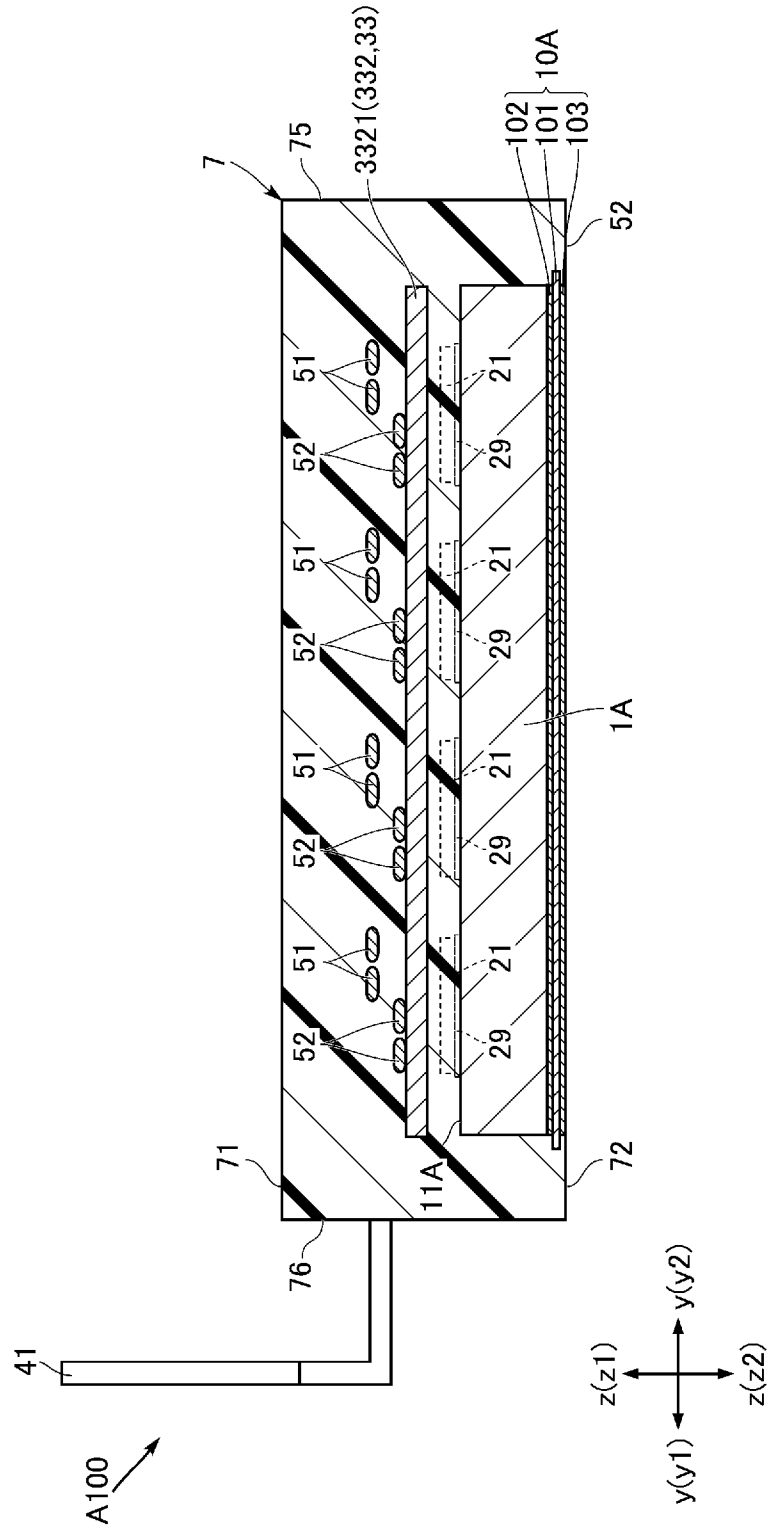
[図44]

FIG.44



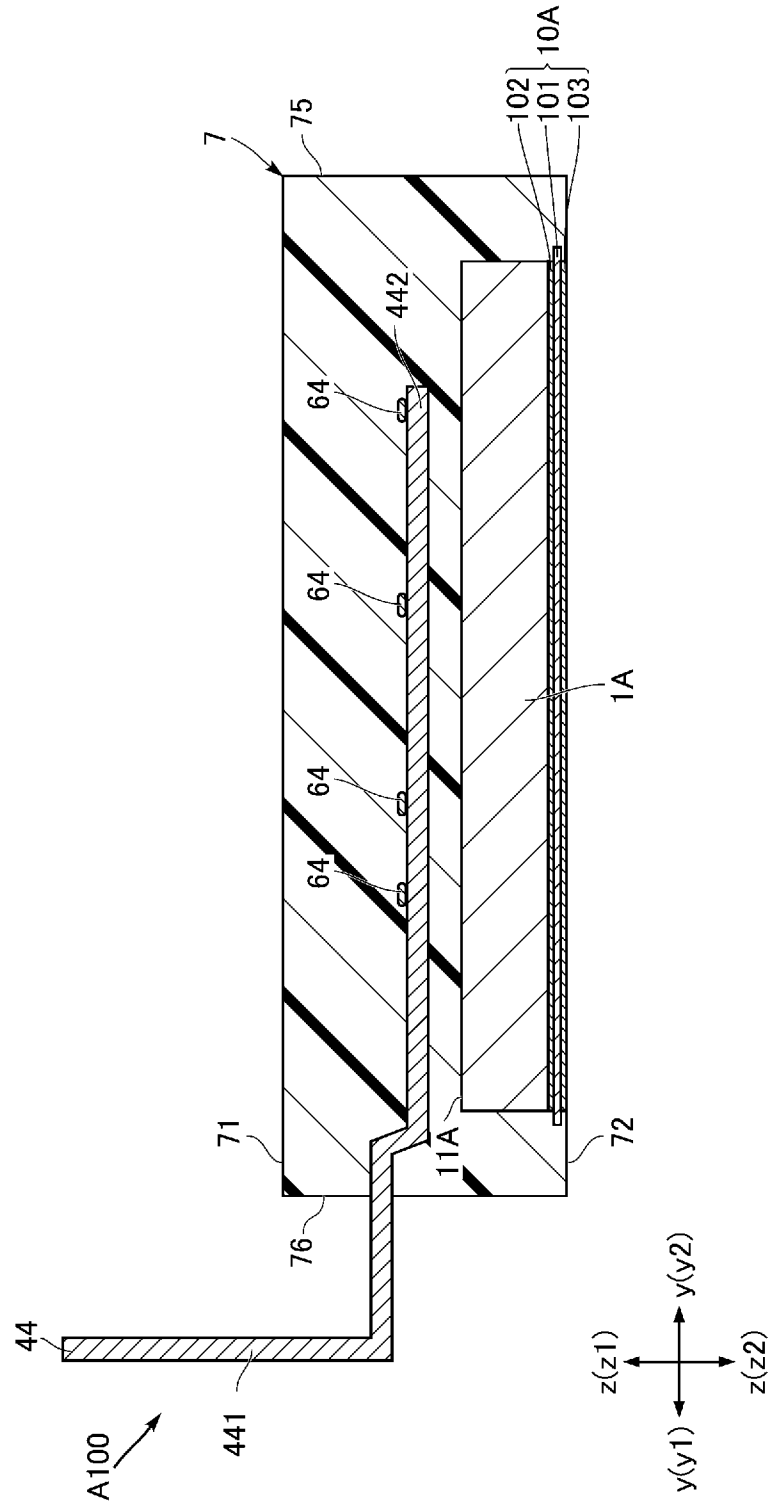
[図46]

FIG.46

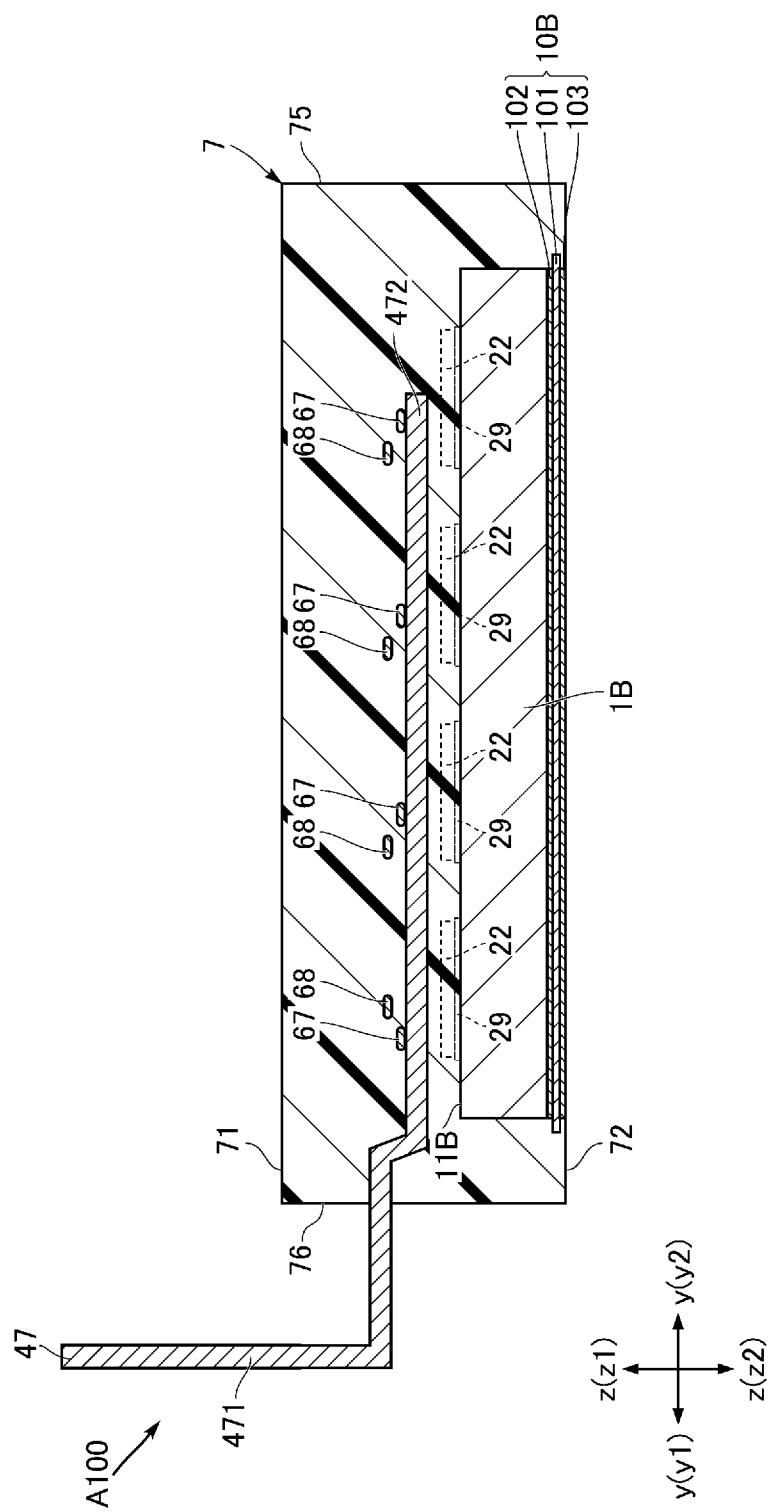


[図47]

FIG.47

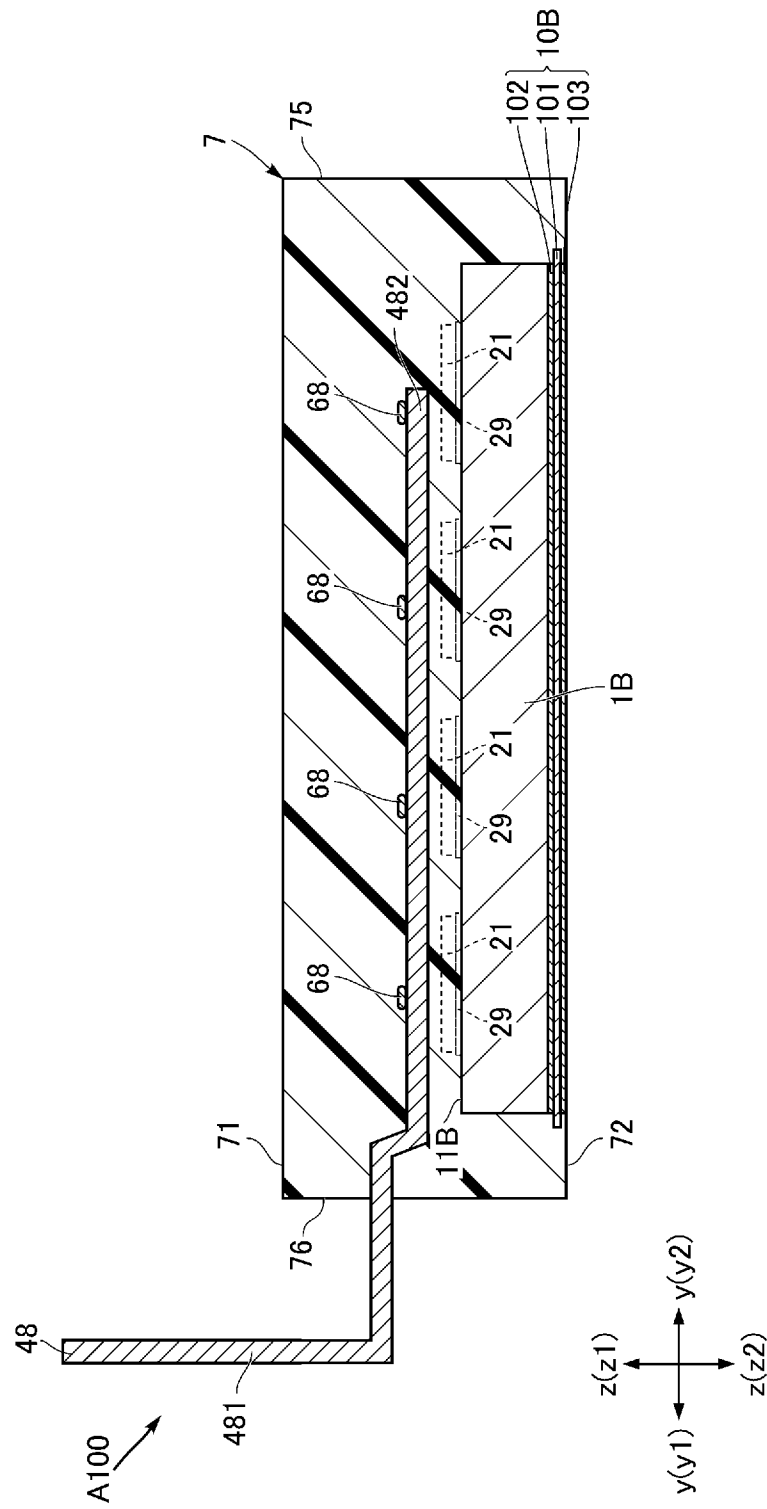


[図49]



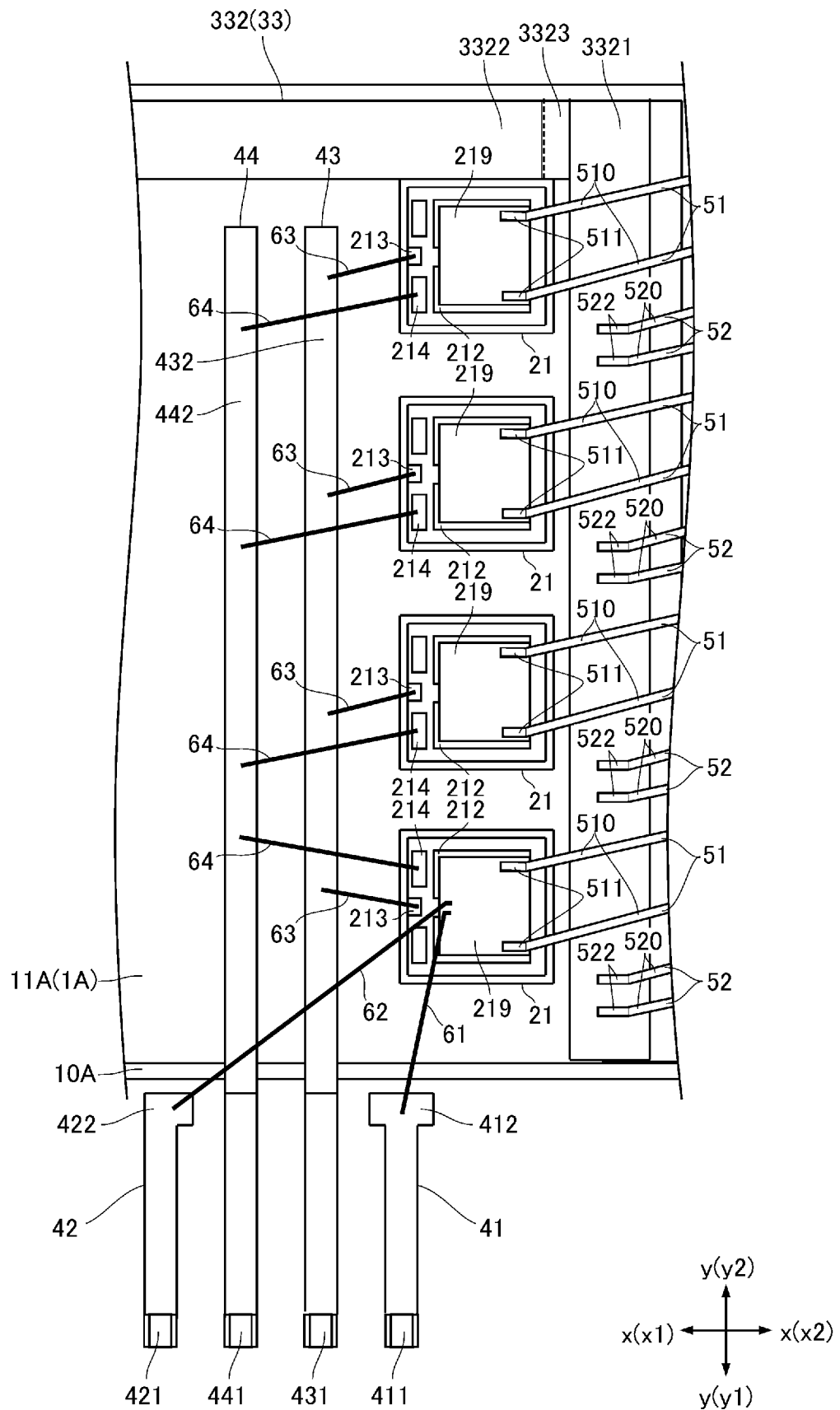
[図50]

FIG.50

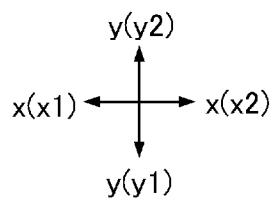


[図51]
FIG.51

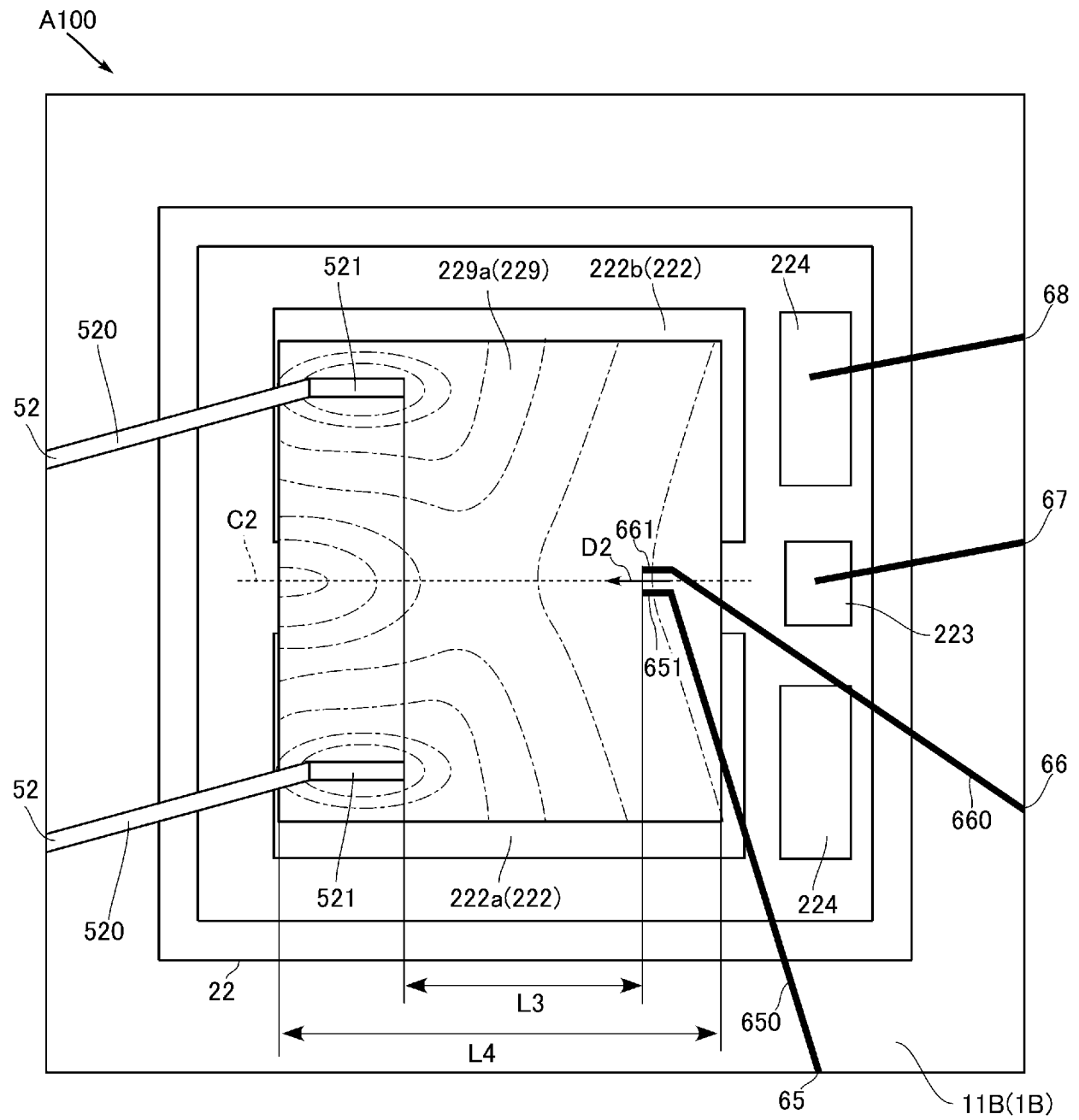
A100
↙



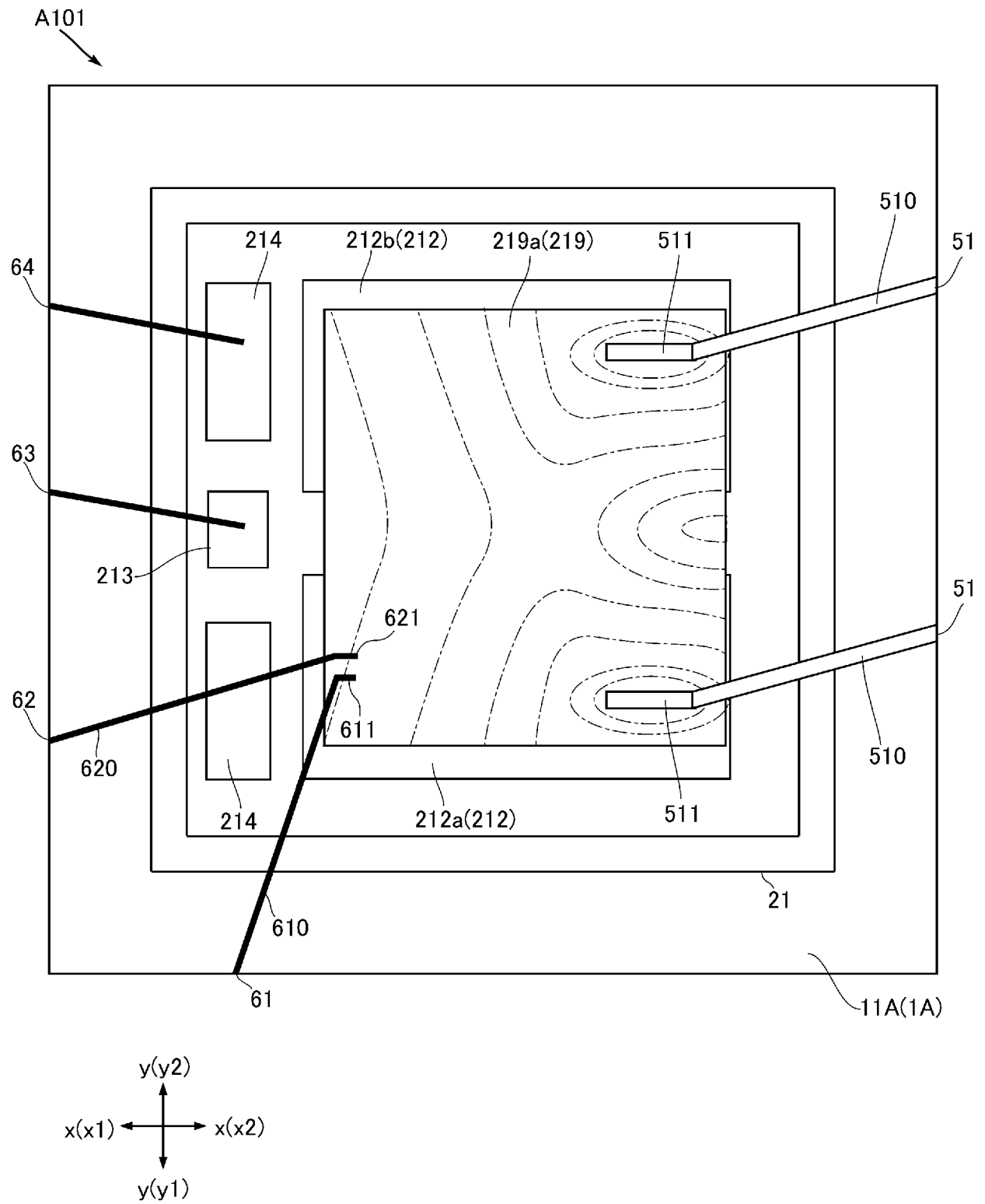
A100

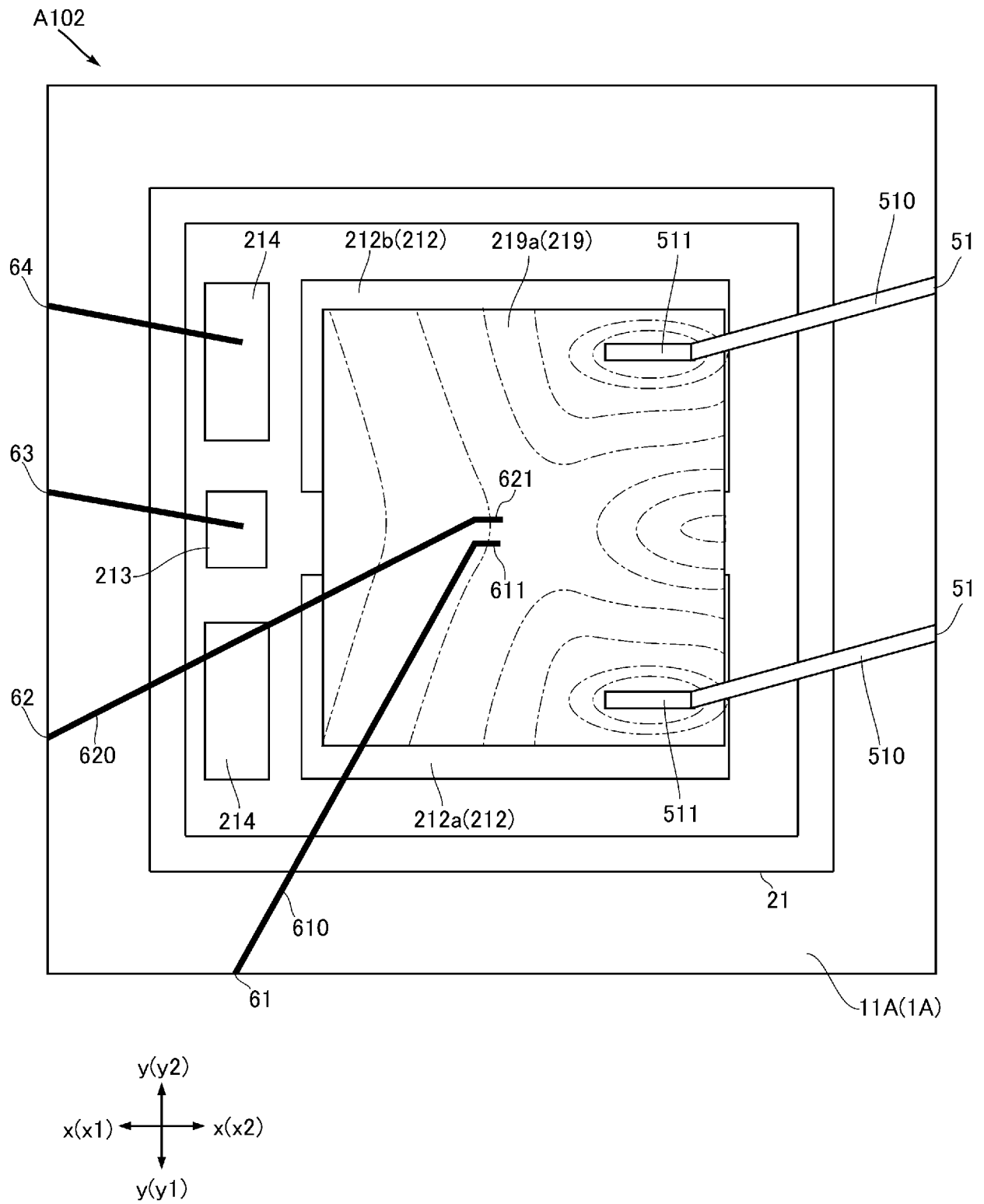


[図54]
FIG.54

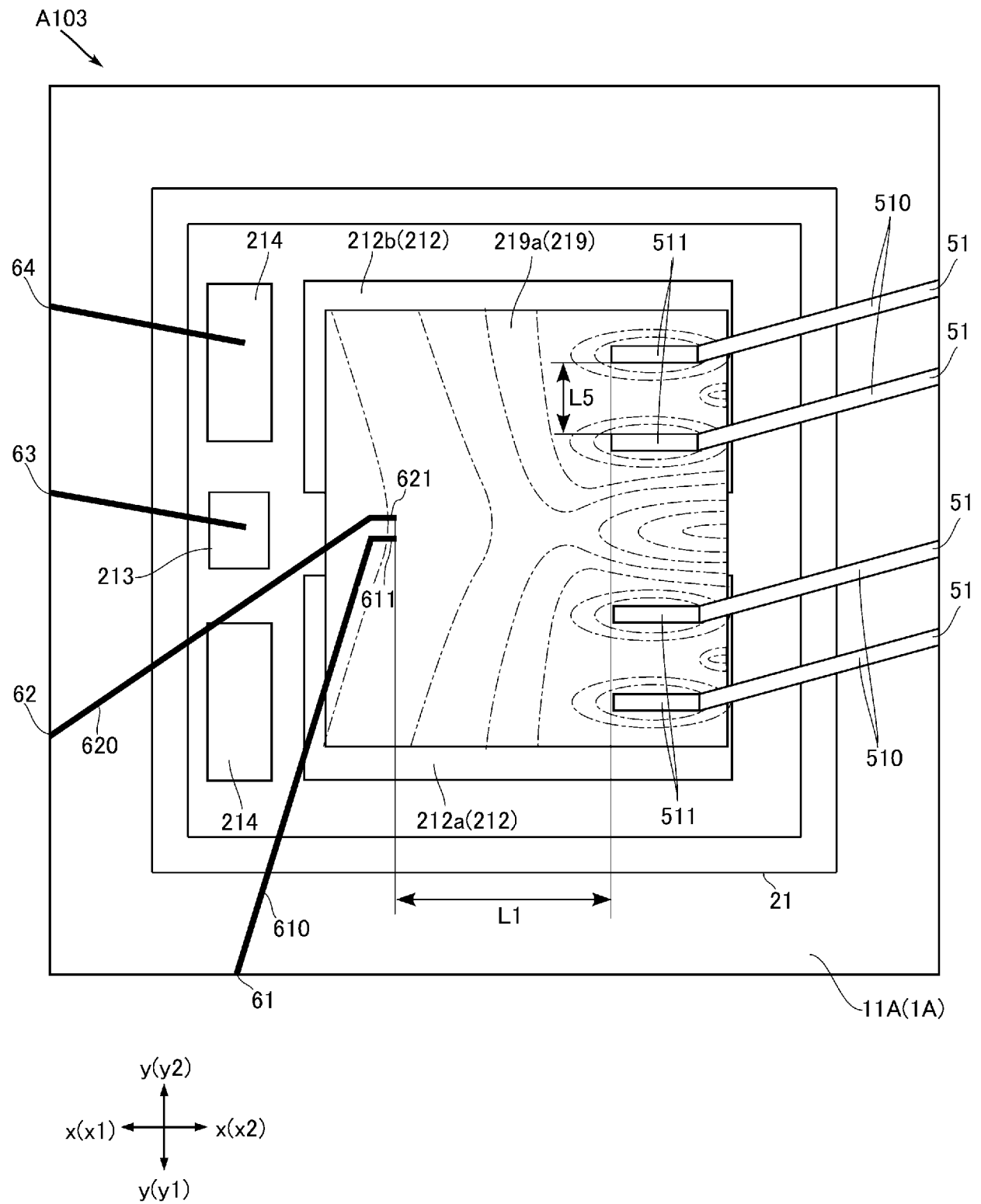


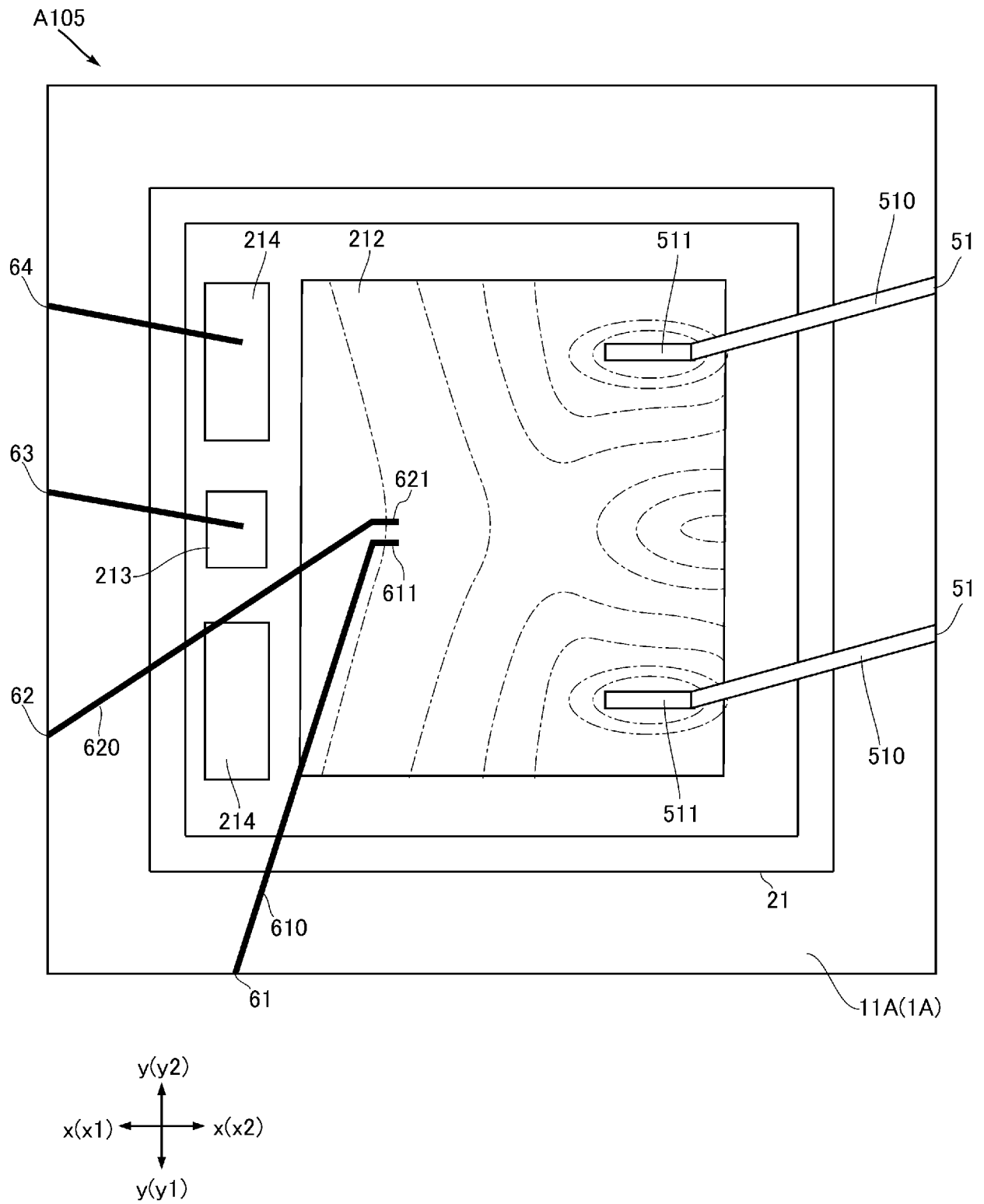
[図55]
FIG.55



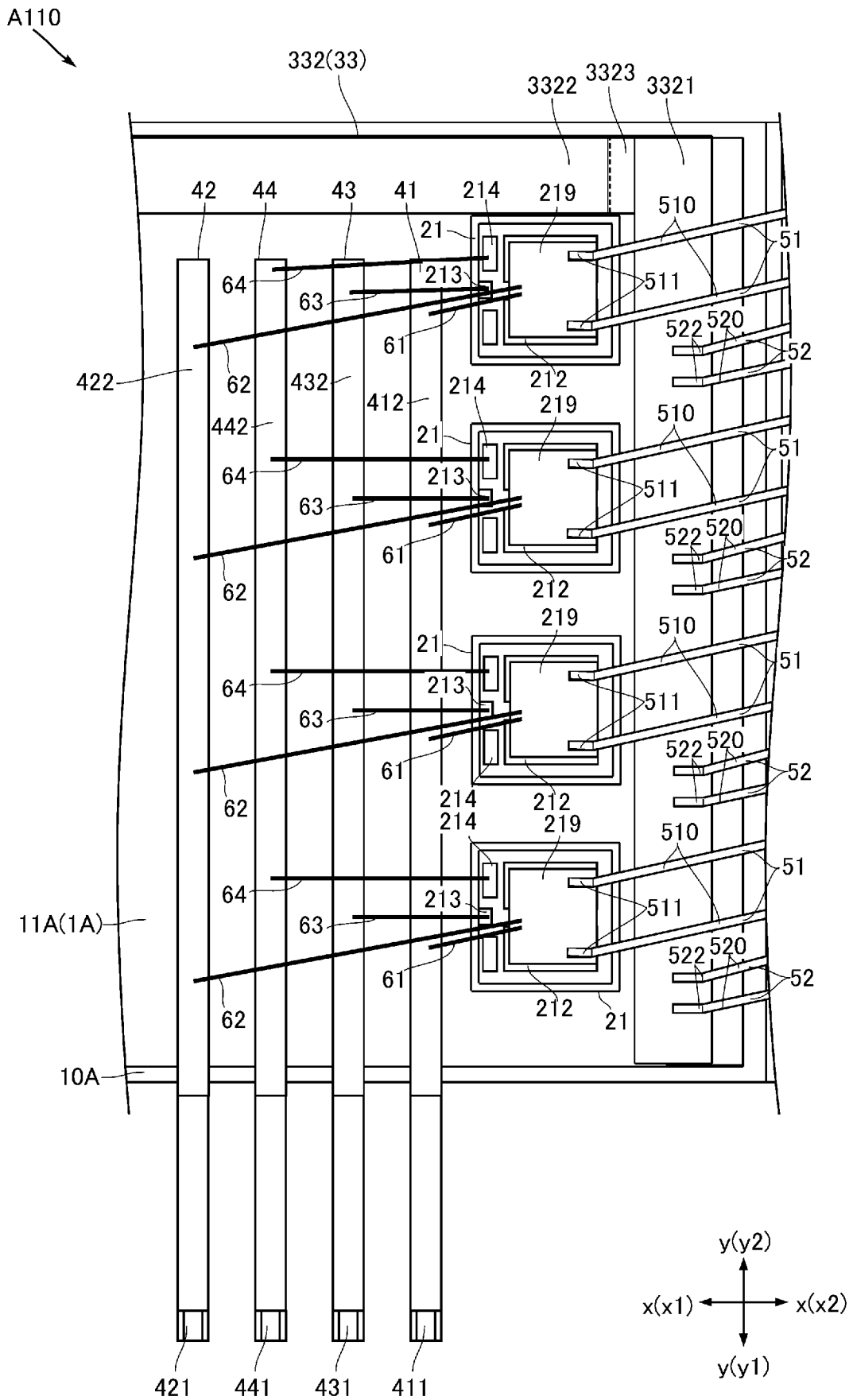
[図56]
FIG.56

[図57]
FIG.57

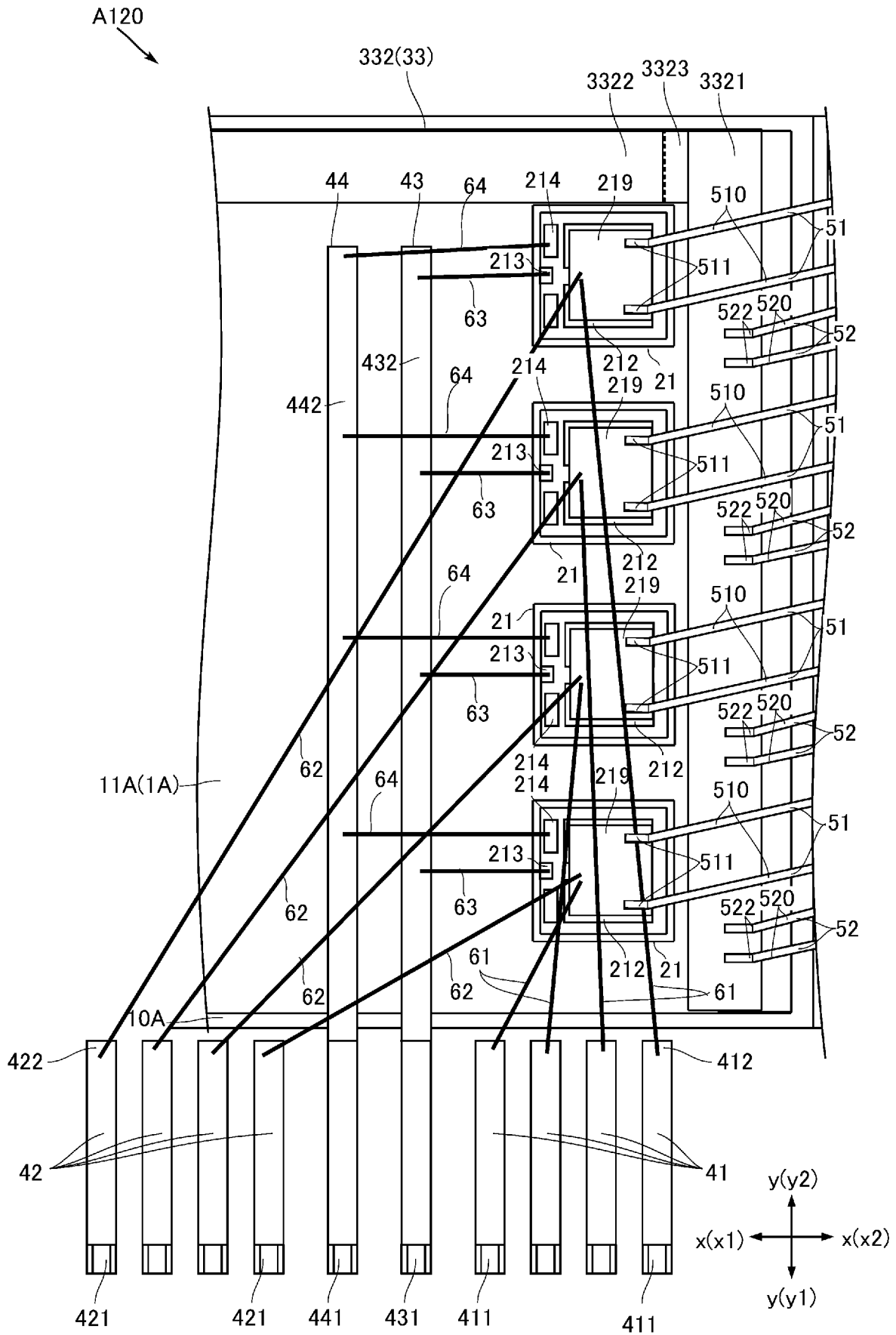


[図59]
FIG.59

[図61]
FIG.61

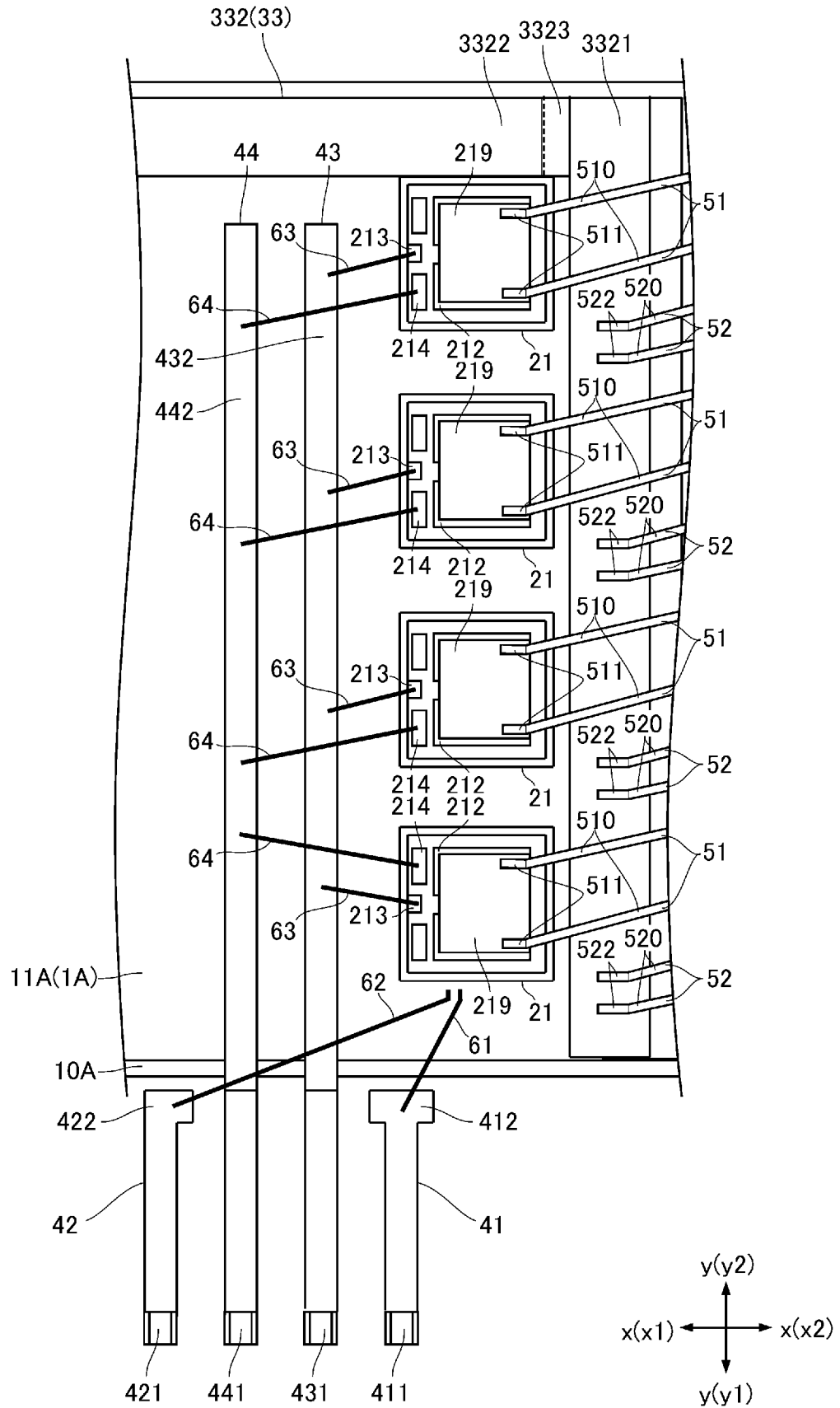


[図62]
FIG.62

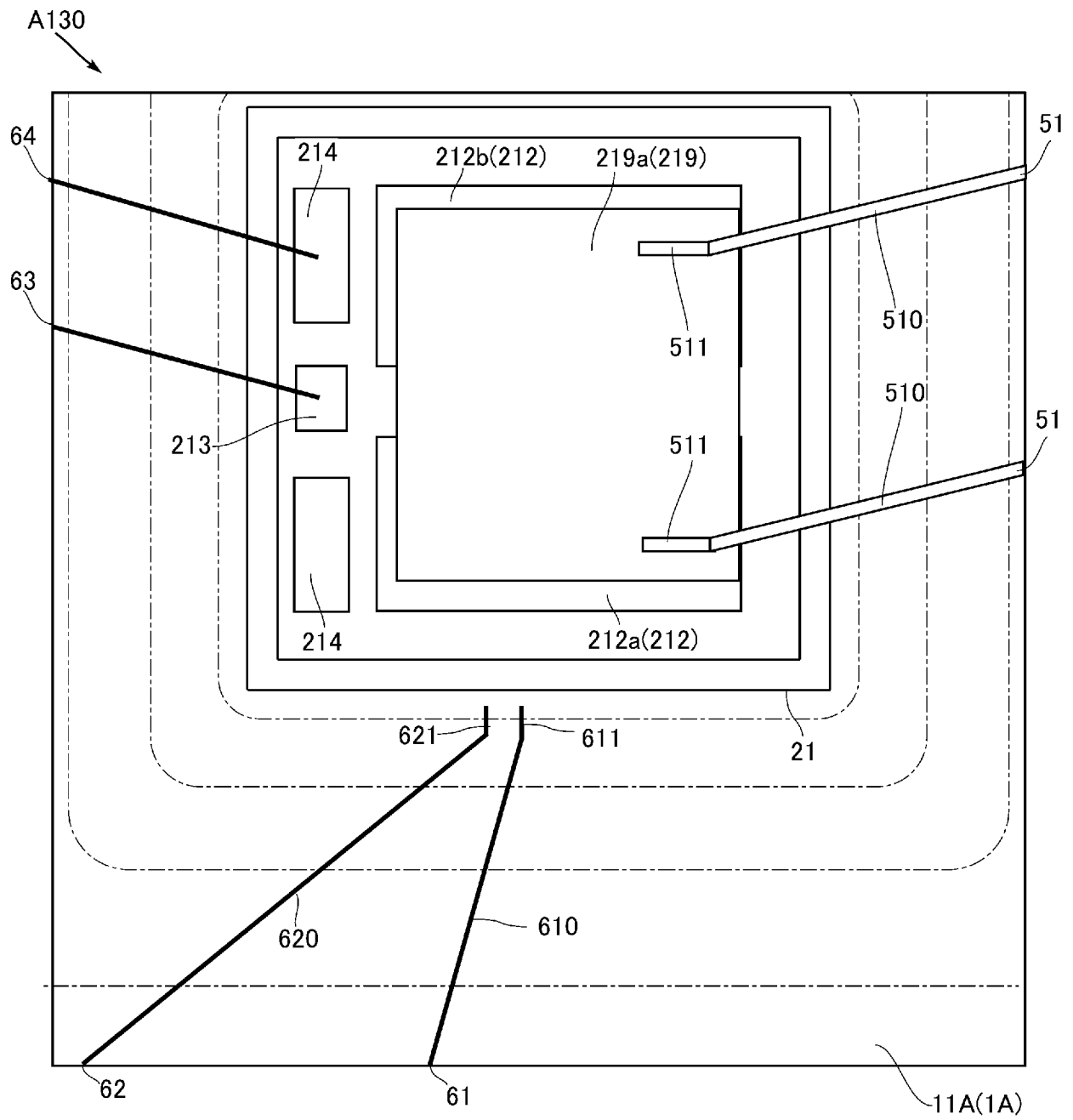


[図63]
FIG.63

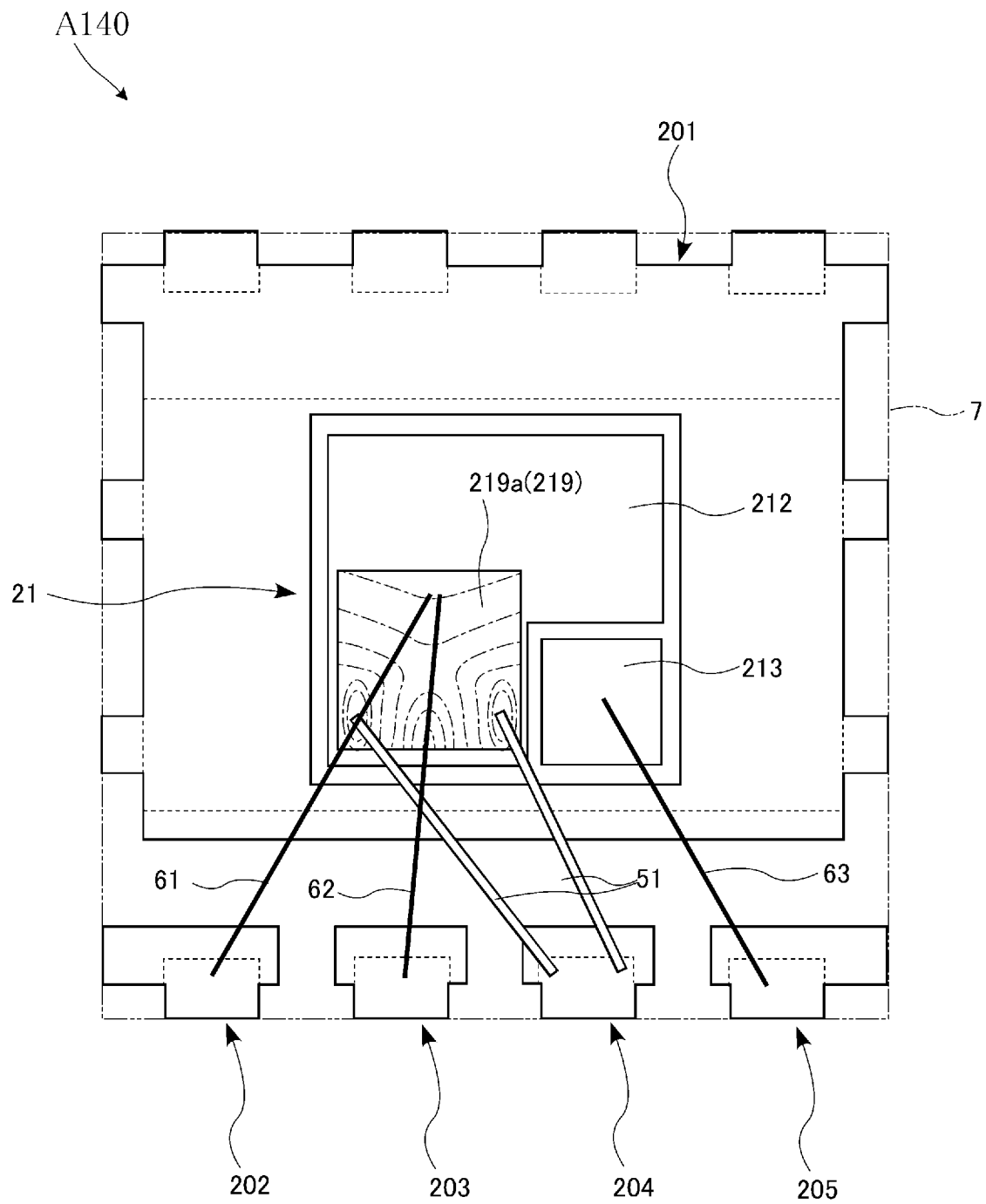
A130



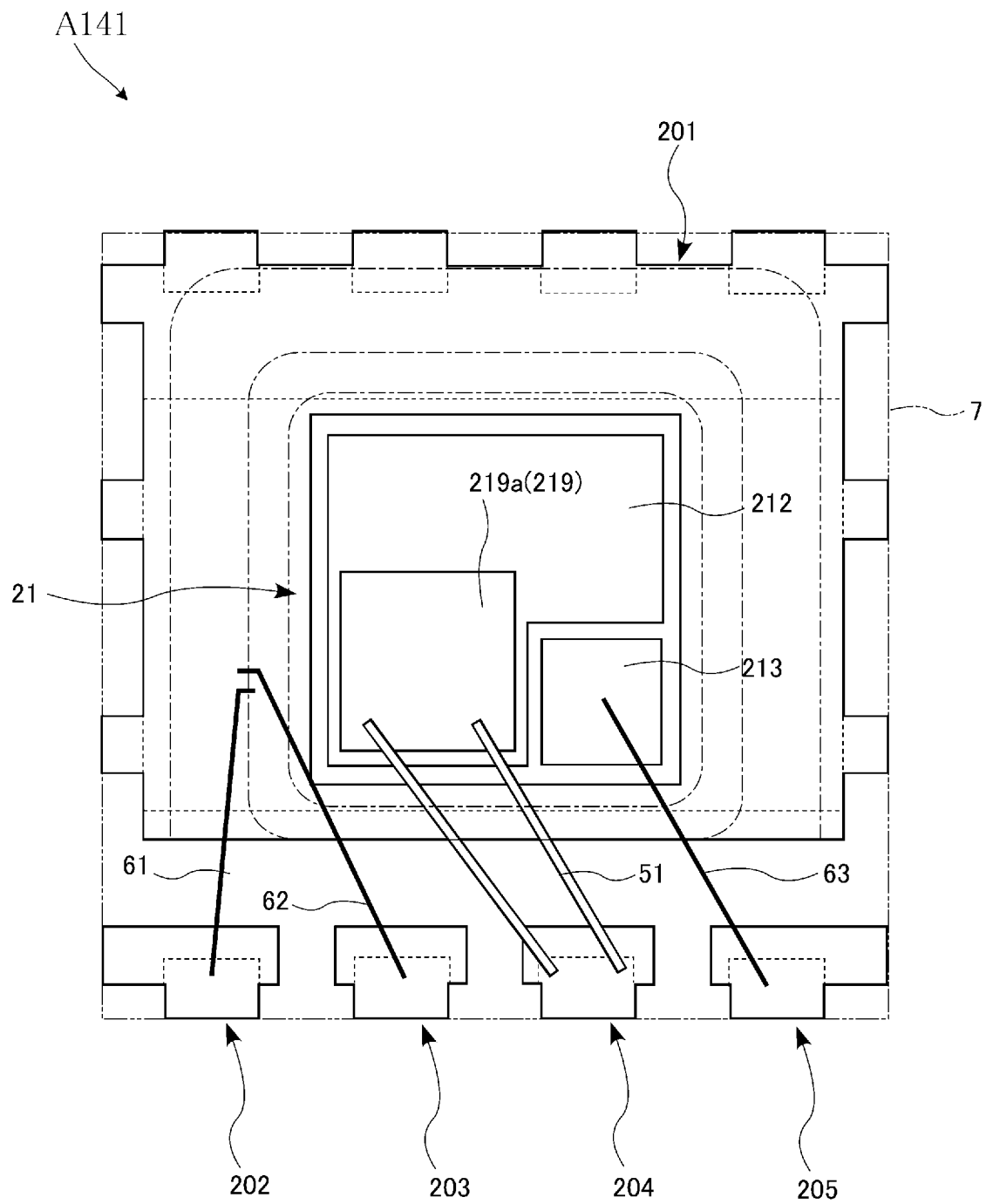
[図64]
FIG.64



[図65]
FIG.65



[図66]
FIG.66



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/042497

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; H01L21/60 301A; H01L25/04 C; H05K13/04 B

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2302673 A2 (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH & CO. KG) 30 March 2011 (2011-03-30) paragraphs [0032]-[0036], fig. 1	1-15
A	JP 02-302634 A (FUJITSU LTD et al.) 14 December 1990 (1990-12-14) p. 2, upper right column, line 8 to lower right column, line 6, fig. 2, 3	1-15
A	JP 2009-293986 A (DENSO CORP) 17 December 2009 (2009-12-17) paragraphs [0007]-[0011], [0019], fig. 1, 2, 6	1-15
A	US 4818895 A (KAUFMAN, Lance R.) 04 April 1989 (1989-04-04) column 5, lines 5-20, fig. 6	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 December 2023

Date of mailing of the international search report

16 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/JP2023/042497

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP	2302673	A2	30 March 2011	DE 102009045068 A paragraphs [0037]-[0041], fig. 1	
JP	02-302634	A	14 December 1990	(Family: none)	
JP	2009-293986	A	17 December 2009	(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; H01L21/60 301A; H01L25/04 C; H05K13/04 B

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 - 2023年
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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
A	EP 2302673 A2 (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH & CO.KG) 30.03.2011 (2011 - 03 - 30) [0032]-[0036], Fig.1	1 - 15
A	JP 02-302634 A (富士通株式会社、他1名) 14.12.1990 (1990 - 12 - 14) 第2頁右上欄第8行-同頁右下欄第6行、第2図、第3図	1 - 15
A	JP 2009-293986 A (株式会社デンソー) 17.12.2009 (2009 - 12 - 17) [0007]-[0011], [0019], 図1, 図2, 図6	1 - 15
A	US 4818895 A (KAUFMAN, Lance R.) 04.04.1989 (1989 - 04 - 04) 第5欄第5-20行, FIG. 6	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、一般的な技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

22.12.2023

国際調査報告の発送日

16.01.2024

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）

清水 稔 5F 8525

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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/JP2023/042497

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
EP	2302673	A2	30.03.2011	DE 102009045068 A [0037]-[0041], Fig.1	
JP	02-302634	A	14.12.1990	(ファミリーなし)	
JP	2009-293986	A	17.12.2009	(ファミリーなし)	
US	4818895	A	04.04.1989	(ファミリーなし)	