

(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  
2023年3月23日(23.03.2023)



(10) 国際公開番号

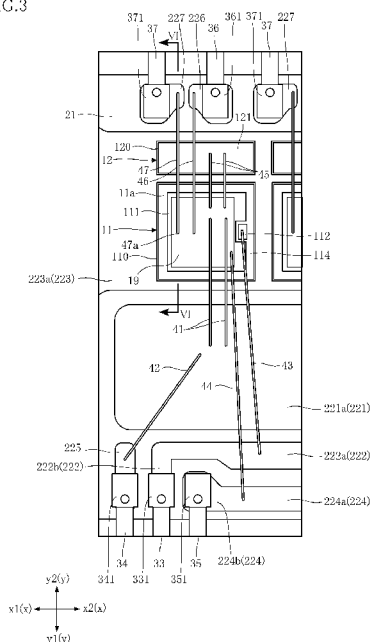
WO 2023/042641 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H01L 23/58* (2006.01)    *H01L 25/00* (2006.01)  
*H10N 10/10* (2023.01)    *H01L 25/07* (2006.01)  
*H01L 21/60* (2006.01)    *H01L 25/18* (2023.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2022/032206
- (22) 国際出願日:                    2022年8月26日(26.08.2022)
- (25) 国際出願の言語:                    日本語
- (26) 国際公開の言語:                    日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2021-151834    2021年9月17日(17.09.2021) JP
- (71) 出願人: ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.)  
[JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 梅上 大勝 (UMEGAMI Hirokatsu);  
〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 白井 尚, 外 (USUI Takashi et al.);  
〒5430014 大阪府大阪市天王寺区玉造元町2番32-1301 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE, DRIVE DEVICE FOR SEMICONDUCTOR DEVICE, MANUFACTURING METHOD FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置、半導体装置の駆動装置、および、半導体装置の製造方法

FIG.3



(57) Abstract: This semiconductor device comprises a semiconductor element, a first wire, a second wire and a metal part. The semiconductor element has an element main surface and an element back surface that face opposite sides in the thickness direction, and an electrode that is positioned on the element main surface. The first wire contains a first metal. The second wire contains a second metal that has a different thermoelectric power from that of the first metal. The metal part contains a third metal, and is positioned such that heat from the semiconductor element is transmitted. The first wire and the second wire are bonded to the metal part. The first wire and/or the second wire are directly bonded to the metal part.

(57) 要約: 半導体装置は、半導体素子と、第1ワイヤと、第2ワイヤと、金属部とを備える。前記半導体素子は、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電極とを有する。前記第1ワイヤは、第1金属を含有する。前記第2ワイヤは、前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含有する。前記金属部は、第3金属を含有し、前記半導体素子からの熱が伝わるように配置されている。前記金属部には、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤが接合されている。前記第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。

WO 2023/042641 A1

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,  
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

## 明 細 書

発明の名称：

半導体装置、半導体装置の駆動装置、および、半導体装置の製造方法

### 技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置、半導体装置の駆動装置、および、半導体装置の製造方法に関する。

### 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。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、上記した事情のもとで考え出されたものであって、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できる半導体装置を提供することをその一の課題とする。

#### 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電極とを有する半導体素子と、第1金属を含有する第1ワイヤと、前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含有する第2ワイヤと、前記半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤが接合された、第3金属を含有する金属部とを備え、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の駆動装置は、本開示の第1の側面によって提供される半導体装置を駆動する駆動装置であって、前記第1ワイヤに導通接続する第1端子と、前記第2ワイヤに導通接続する第2端子と、前記第1端子と前記第2端子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端子および前記第2端子の基準温度を検出し、前記基準温度および前記相対温度に基づいて絶対温度を算出する基準接点補償部と、前記絶対温度に基づいて、前記半導体素子の過熱異常を検知する過熱保護部とを備えている。

[0007] 本開示の第3の側面によって提供される半導体装置の製造方法は、半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、第3金属を含有する金属部に、第1金属を含有する第1ワイヤを接合する工程と、前記金属部に、前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含有する第2ワイヤを接合する工程とを備えている。

### 発明の効果

[0008] 本開示にかかる半導体装置は、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できる。

[0009] 本開示のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [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線に沿う断面図である。

[図7]図7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8]図8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9]図9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10]図10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11]図11は、図1に示す半導体装置の製造方法の一例にかかる工程を示す断面図である。

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

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

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

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

[図16]図16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17]図17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18]図18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19]図19は、図18のX-X'-X-X線に沿う断面図である。

[図20]図20は、本開示の第2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21]図21は、本開示の第3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22]図22は、図21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23]図23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り、樹脂部材を透過した図である。

[図24]図24は、図23のX-X'-V-V線に沿う断面図である。

[図25]図25は、図23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26]図26は、本開示の第5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27]図27は、本開示の第6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28]図28は、第6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。

### 発明を実施するための形態

[0011] 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。

[0012] 第1実施形態：

図1～図8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、支持部材2、複数の端子3、複数の接続部材41～47、および樹脂部材5を備えている。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、37を備えている。半導体装置A10は、駆動装置7を取り付けて使用される。

[0013] 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。なお、図4および図5においては、複数の接続部材41～47を省略している。図6は、図3のV1-V1線に沿う断面図である。図7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8は、半導体装置A10の回路構成の一例を示す回路図である。

[0014] 半導体装置A10の樹脂部材5に覆われた部分は、厚さ方向視（「平面視」とも言う。）において、矩形状である。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）をx方向、z方向およびx方向に直交する方向（図2における上下方向）をy方向とする。半導体装置A10の各寸法は特に限定されない。

[0015] 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ている。なお、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）などであってもよい。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る。なお、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もよい。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、いずれも同一素子であ

る。なお、各半導体素子11は、pチャネル型のMOSFETであってもよい。

[0016] 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ている。本実施形態では、図2に示すように、半導体装置A10は、5個の半導体素子11を備えている。なお、半導体素子11の個数は、これに限定されず、半導体装置A10に要求される性能に応じて自在に設定可能である。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、接合されている。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る。

[0017] 各半導体素子11は、素子主面11aおよび素子裏面11bを有している。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いている。素子主面11aは、z方向z2側を向いている。素子裏面11bは、z方向z1側を向いている。素子裏面11bは、支持部材2に対向する。

[0018] また、各半導体素子11は、第1電極111、第2電極112、および第3電極113を有している。第1電極111および第2電極112は、素子主面11aに配置されている。第1電極111は、平面視において、第2電極112よりも大きい。第3電極113は、素子裏面11bに配置されている。第3電極113は、素子裏面11bの全面（あるいは略全面）にわたっている。第1電極111、第2電極112、および第3電極113の構成材料は、限定されないが、本実施形態ではAlである。MOSFETである各半導体素子11において、第1電極111はソース電極であり、第2電極112はゲート電極であり、第3電極113はドレイン電極である。第3電極113は、導電性接合材110を介して、支持部材2の一部（後述の主面金属層22の導電体層223）に導通接合されている。第3電極113は、導電性接合材110に接する。

[0019] 各半導体素子11の第1電極111には、金属板19が接合されている。金属板19は、第1電極111に導通し、かつ、半導体素子11からの熱が

適切に伝わるように配置されている。金属板 19 には、接続部材 41, 44 ~ 47 が接合されている。金属板 19 は、第 3 金属を含有している。本実施形態では、第 3 金属は、Cu である。金属板 19 は、たとえば、Cu からなる板部材の一方の面に Al からなる薄板部材を貼り合わせたクラッド材である。金属板 19 は、Al の面を第 1 電極 111 (Al) に対向させて、たとえば固相拡散接合によって、第 1 電極 111 に接合されている。なお、金属板 19 の構成および第 1 電極 111 への接合方法は限定されない。たとえば、金属板 19 は、Cu からなる板部材の一方の面に、スパッタなどにより Al の層を形成することで形成されてもよい。

[0020] 複数の半導体素子 12 は、たとえば、ショットキーバリアダイオードなどのダイオードである。各半導体素子 12 は、図 8 に示すように、各半導体素子 11 に対して、逆並列に接続されている。

[0021] 各半導体素子 12 は、支持部材 2 上に、導電性接合材 120 によって、接合されている。導電性接合材 120 は、たとえばはんだ、銀ペースト、または焼結金属などである。半導体素子 12 の個数は、半導体素子 11 の個数に対応している。なお、半導体装置 A10 は、各半導体素子 12 を備えなくてもよい。

[0022] 各半導体素子 12 は、素子主面 12a および素子裏面 12b を有している。素子主面 12a および素子裏面 12b は、z 方向において互いに反対側を向いている。素子主面 12a は、z 方向 z2 側を向いている。素子裏面 12b は、z 方向 z1 側を向いている。素子裏面 12b は、支持部材 2 に対向する。

[0023] 各半導体素子 12 は、アノード電極 121 およびカソード電極 122 を有している。アノード電極 121 は、素子主面 12a に配置されている。カソード電極 122 は、素子裏面 12b に配置されている。カソード電極 122 は、導電性接合材 120 を介して、支持部材 2 の一部（後述の主面金属層 22 の導電体層 223）に導通する。カソード電極 122 は、導電性接合材 120 に接する。

- [0024] 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 との導通経路をなす。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 を含んでいる。
- [0025] 絶縁基板 2 1 は、たとえば平板状であり、電気絶縁性を有する。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) である。なお、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もよい。また、絶縁基板 2 1 の構成材料は、セラミックスに限定されず、 $Si$  であってもよいし、合成樹脂であってもよい。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ればよい。
- [0026] 絶縁基板 2 1 は、主面 2 1 1 および裏面 2 1 2 を有する。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いている。主面 2 1 1 は、 $z$  方向  $z$  2 側を向いている。裏面 2 1 2 は、 $z$  方向  $z$  1 側を向いている。
- [0027] 主面金属層 2 2 は、絶縁基板 2 1 の主面 2 1 1 に形成されている。主面金属層 2 2 の構成材料は、金属であり、その一例として  $Cu$ 、あるいは、 $Cu$  を含有する合金、などが挙げられる。なお、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る。なお、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 に覆われている。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 7 を含んでいる。各導電体層 2 2 1 ~ 2 2 7 は、互いに離間して配置されている。
- [0028] 導電体層 2 2 1 は、带状部 2 2 1 a および端子接合部 2 2 1 b を含む。带状部 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ている。端子接合部 2 2 1 b は、带状部 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) が接合されている。

[0029] 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 を含む。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ている。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）が接合されている。

[0030] 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 を含む。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ている。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）に並んでいる。端子接合部 2 2 3 b は、帯状部 2 2 3 a の x 方向 x 1 側の端部につながっており、電力端子 3 1 の一部（後述のパッド部 3 1 1）が接合されている。導電体層 2 2 3 は、図 4 および図 5 に示すように、各導電性接合材 1 1 0 を介して、各半導体素子 1 1 の第 3 電極 1 1 3（ドレイン電極）に導通するとともに、各導電性接合材 1 2 0 を介して、各半導体素子 1 2 のカソード電極 1 2 2 に導通する。つまり、各半導体素子 1 1 の第 3 電極 1 1 3 と各半導体素子 1 2 のカソード電極 1 2 2 とは、導電体層 2 2 3 を介して、導通する。

[0031] 導電体層 2 2 4 は、帯状部 2 2 4 a および端子接合部 2 2 4 b を含む。帯状部 2 2 4 a は、x 方向に沿って延びており、複数の接続部材 4 4 がそれぞれ接合されている。端子接合部 2 2 4 b は、帯状部 2 2 4 a の x 方向 x 1 側の端部につながっており、検出端子 3 5 の一部（後述のパッド部 3 5 1）が接合されている。

[0032] 導電体層 2 2 5 は、接続部材 4 2 が接合されている。また、導電体層 2 2 5 は、検出端子 3 4 の一部（後述のパッド部 3 4 1）が接合されている。

[0033] 主面金属層 2 2 において、複数の帯状部 2 2 1 a, 2 2 2 a, 2 2 3 a, 2 2 4 a は、y 方向に並んでおり、y 方向視において互いに重なる。複数の帯状部 2 2 1 a, 2 2 2 a, 2 2 3 a, 2 2 4 a の y 方向における並びは、

特に限定されない。本実施形態では、図2および図3に示すように、y方向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の順に並んでいる。よって、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との間に配置されている。また、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ている。導電体層225は、導電体層222の端子接合部222bのx方向x1側に配置されている。

[0034] それぞれ複数の導電体層226、227は、いずれも、導電体層223の帯状部223aのy方向y2側に配置されている。主面金属層22は、半導体素子11と同じ数（本実施形態では5個）の導電体層226および導電体層227を含んでいる。導電体層226と導電体層227とは、x方向に沿って、交互に配置されている。各導電体層226は、接続部材46が接合されている。また、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）が接合されている。各導電体層227は、接続部材47が接合されている。また、各導電体層227は、温度検出端子37の一部（後述のパッド部371）が接合されている。

[0035] なお、各導電体層221～227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、適宜設計される。

[0036] 裏面金属層23は、絶縁基板21の裏面212に形成されている。裏面金属層23の構成材料は、金属であり、その一例としてCu、あるいは、Cuを含有する合金、などが挙げられる。なお、当該構成材料は限定されない。裏面金属層23は、たとえば無電解めっき処理により形成される。なお、裏面金属層23の形成方法は限定されない。裏面金属層23は、図4および図5に示すように、z方向z1側を向く面が、樹脂部材5から露出している。なお、当該z方向z1側を向く面が樹脂部材5に覆われていてもよい。また、支持部材2は、裏面金属層23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 に覆われていてもよいし、樹脂部材 5 から露出していてもよい。

[0037] 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 2 2 に接合されている。各端子 3 はそれぞれ、z 方向視において絶縁基板 2 1 からはみ出している。また、各端子 3 はそれぞれ、一部が樹脂部材 5 から露出している。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る。各端子 3 は、金属からなり、好ましくは Cu および Ni のいずれか、またはこれらの合金や 4 2 アロイなどからなる。

[0038] 電力端子 3 1 は、半導体装置 A 1 0 におけるドレイン端子である。電力端子 3 1 は、板状の部材である。電力端子 3 1 は、導電体層 2 2 3 および導電性接合材 1 1 0 を介して、各半導体素子 1 1 の第 3 電極 1 1 3 (ドレイン電極) に導通している。

[0039] 電力端子 3 1 は、パッド部 3 1 1 および端子部 3 1 2 を含んでいる。パッド部 3 1 1 は、樹脂部材 5 に覆われている。パッド部 3 1 1 は、導電体層 2 2 3 に接合されている。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もよい。端子部 3 1 2 は、樹脂部材 5 から露出する。端子部 3 1 2 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 1 側に延びている。なお、端子部 3 1 2 の表面には、たとえば銀めっきが施されていてもよい。

[0040] 電力端子 3 2 は、半導体装置 A 1 0 におけるソース端子である。電力端子 3 2 は、板状の部材である。電力端子 3 2 は、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、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 (ソース電極) に導通する。

[0041] 電力端子 3 2 は、パッド部 3 2 1 および端子部 3 2 2 を含んでいる。パッド部 3 2 1 は、樹脂部材 5 に覆われている。パッド部 3 2 1 は、導電体層 2 2 1 に接合されている。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もよい。端子部 3 2 2 は

、樹脂部材5から露出する。端子部322は、図2に示すように、z方向視において樹脂部材5からx方向x2側に延びている。なお、端子部322の表面には、たとえば銀めっきが施されていてもよい。

[0042] 信号端子33は、半導体装置A10におけるゲート端子である。信号端子33は、導電体層222および複数の接続部材43を介して、各半導体素子11の第2電極112（ゲート電極）に導通する。信号端子33には、各半導体素子11のオンオフ制御をするための駆動信号が入力される。信号端子33には、図8に示すように、たとえばドライブ回路DRが接続される。ドライブ回路DRは、各半導体素子11のスイッチング動作を制御する駆動信号を生成する。信号端子33には、ドライブ回路DRから駆動信号が入力される。なお、図8に示すドライブ回路DRは、一例であって、図示された回路構成のものに限定されない。

[0043] 信号端子33は、パッド部331および端子部332を含んでいる。パッド部331は、樹脂部材5に覆われている。パッド部331は、導電体層222に接合されている。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もよい。端子部332は、樹脂部材5から露出する。端子部332は、x方向視においてL字状である。

[0044] 検出端子34は、半導体装置A10におけるソースセンス端子である。検出端子34は、導電体層225、接続部材42、導電体層221、複数の接続部材41、および金属板19を介して、半導体素子11の第1電極111（ソース電極）に導通する。検出端子34には、図8に示すように、たとえばドライブ回路DRが接続される。検出端子34に印加される電圧は、帰還信号としてドライブ回路DRに入力される。

[0045] 検出端子34は、パッド部341および端子部342を含んでいる。パッド部341は、樹脂部材5に覆われている。パッド部341は、導電体層225に接合されている。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もよい。端子部342は

、樹脂部材5から露出する。端子部342は、x方向視においてL字状である。

[0046] 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）に導通する。検出端子35と信号端子33との間には、図8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8に示すように、たとえばMOSFETを含む。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-ソース間電圧を0（ゼロ）V（あるいは略0V）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する。

[0047] 検出端子35は、パッド部351および端子部352を含む。パッド部351は、樹脂部材5に覆われている。パッド部351は、導電体層224に接合されている。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もよい。端子部352は、樹脂部材5から露出する。端子部352は、図4に示すように、x方向視においてL字状である。

[0048] 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側にこの順で並んでおり、かつ、図4に示すようにx方向視において重なる。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から突出している。

[0049] 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。本実施形態

では、半導体装置A10は、5個の半導体素子11を備えているので、5個の温度検出端子36と5個の温度検出端子37とを備えている。各温度検出端子36は、それぞれ、導電体層226に接合されている。各温度検出端子36は、導電体層226を介して、接続部材46に導通する。各温度検出端子37は、それぞれ、導電体層227に接合されている。各温度検出端子37は、導電体層227を介して、接続部材47に導通する。

[0050] 温度検出端子36は、パッド部361および端子部362を含んでいる。パッド部361は、樹脂部材5に覆われている。パッド部361は、導電体層226に接合されている。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もよい。端子部362は、樹脂部材5から露出する。端子部362は、図4に示すように、x方向視においてL字状である。温度検出端子37は、パッド部371および端子部372を含んでいる。パッド部371は、樹脂部材5に覆われている。パッド部371は、導電体層227に接合されている。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もよい。端子部372は、樹脂部材5から露出する。端子部372は、x方向視においてL字状である。

[0051] 複数の温度検出端子36および複数の温度検出端子37は、図2および図3に示すように、x方向に沿って、交互に並んでおり、かつ、図4に示すようにx方向視において重なる。各温度検出端子36、37は、y方向y2側の樹脂側面534から突出している。

[0052] 複数の接続部材41～45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は、いわゆるボンディングワイヤである。本実施形態では、各接続部材41～45は、ウエッジボンディングにより形成される。なお、各接続部材41～45は、ボールボンディングにより形成されてもよい。各接続部材41～45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の構成材料がCuである場合について説明す

る。

- [0053] 複数の接続部材 4 1 はそれぞれ、一端が金属板 1 9 に接合され、他端が導電体層 2 2 1 に接合されている。各接続部材 4 1 は、各半導体素子 1 1 の第 1 電極 1 1 1 (ソース電極) と導電体層 2 2 1 とを導通させる。
- [0054] 接続部材 4 2 は、一端が導電体層 2 2 1 に接合され、他端が導電体層 2 2 5 に接合されている。接続部材 4 2 は、導電体層 2 2 1 と導電体層 2 2 5 とを導通させる。なお、接続部材 4 2 の上記他端は、導電体層 2 2 5 に接合されるのではなく、検出端子 3 4 のパッド部 3 4 1 に接合されていてもよい。
- [0055] 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 に接合されている。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。
- [0056] 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 に接合されている。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る。
- [0057] 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 に接合されている。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。
- [0058] 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る。各接続部材 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る。なお、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もよい。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 に接合されている。各接続部材 4 7 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 7 に接合されている。各接続部材 4 6, 4 7 は、い

ずれも、金属板 19 に直接接合されている。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、直接接している。また、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ている。

[0059] 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、1 K あたりの熱起電力のことである。本実施形態では、第 2 金属は、コンスタンタン (Cu と Ni との合金: 55 Cu - 45 Ni) である。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 47a が、熱電対の測温接点 (熱接点) に相当する。また、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。

[0060] 樹脂部材 5 は、電気絶縁性の半導体封止材である。樹脂部材 5 は、複数の半導体素子 11、複数の半導体素子 12、絶縁基板 21、主面金属層 22、および複数の接続部材 41 ~ 47 の全体と、各端子 3 の一部ずつとを覆っている。樹脂部材 5 の構成材料は、たとえばエポキシ樹脂である。なお、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る。なお、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 を有している。

[0061] 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いている。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 $z$  1側を向いている。裏面金属層23は樹脂裏面52から露出しており、樹脂裏面52と裏面金属層23の $z$ 方向 $z$  1側を向く面とは互いに面一になっている。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、これらに挟まれている。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いている。樹脂側面531は、 $x$ 方向 $x$  1側に配置されて $x$ 方向 $x$  1側を向く面である。樹脂側面532は、 $x$ 方向 $x$  2側に配置されて $x$ 方向 $x$  2側を向く面である。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いている。樹脂側面533は、 $y$ 方向 $y$  1側に配置されて $y$ 方向 $y$  1側を向く面である。樹脂側面534は、 $y$ 方向 $y$  2側に配置されて $y$ 方向 $y$  2側を向く面である。

[0062] 樹脂側面531~534は、それぞれ、樹脂主面51につながり、樹脂主面51に向かうほど互いに近づくように傾斜する面を備えている。つまり、樹脂部材5のうち、これらの樹脂主面51につながり傾斜する面に囲まれる部分は、 $x$   $y$ 平面での断面積が樹脂主面51に向かうほど小さくなるテーパ形状である。また、樹脂側面531~534は、それぞれ、樹脂裏面52につながり、樹脂裏面52に向かうほど互いに近づくように傾斜する面を備えている。つまり、樹脂部材5のうち、これらの樹脂主面51につながり傾斜する面に囲まれる部分は、 $x$   $y$ 平面での断面積が樹脂裏面52に向かうほど小さくなるテーパ形状である。なお、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。

[0063] 次に、駆動装置7について説明する。

[0064] 駆動装置7は、半導体装置A10を駆動させる装置であり、図7に示すように、半導体装置A10の $z$ 方向 $z$  2側に取り付けられる。駆動装置7は、図7に示すように、基板71、端子723, 724, 725、および、それぞれ複数の端子721, 722を備えている。基板71は、たとえば平板状であり、電気絶縁性を有する。基板71の構成材料は限定されない。基板71は、主面711および裏面712を有する。主面211および裏面712

は、z方向において互いに反対側を向いている。主面711は、z方向z2側を向いている。裏面712は、z方向z1側を向いている。主面711には、配線が形成され、外部コネクタおよび多数の電子部品などが搭載されているが、図7では、主面711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。

[0065] 各端子721～725は、円筒状の金属部材であり、基板71の主面711から裏面712までz方向に貫通する貫通孔に挿通されて配置されている。各端子721～725は、それぞれ、主面711に形成された配線に導通している。各端子721～725には、半導体装置A10の各端子33～37の端子部332、342、352、362、372が、それぞれ挿通されて、たとえばはんだで接合されている。図7および図8に示すように、端子723は、信号端子33が接合されている。端子724は、検出端子34が接合されている。端子725は、検出端子35が接合されている。端子721は温度検出端子36と同じく5個配置されており、各端子721は、それぞれ温度検出端子36が接合されている。温度検出端子36は、導電体層226を介して接続部材46に導通接続しているので、端子721は、接続部材46に導通接続している。端子722は温度検出端子37と同じく5個配置されており、各端子722は、それぞれ温度検出端子37が接合されている。温度検出端子37は、導電体層227を介して接続部材47に導通接続しているので、端子722は、接続部材47に導通接続している。

[0066] また、駆動装置7は、図8に示すように、機能構成として、複数の相対温度検出部73、複数の基準接点補償部74、過熱保護部75、および駆動制御部76を備えている。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、たとえばゲート駆動ICによって実現されている。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などを備えている。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に出力する。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る。また、駆動制御部 76 は、半導体装置 A10 の検出端子 34 から端子 724 を介して信号を入力され、検出端子 35 から端子 725 を介して信号を入力される。なお、駆動制御部 76 の具体的な回路構成および態様は限定されない。

[0067] 相対温度検出部 73 および基準接点補償部 74 は、半導体素子 11 の温度を検出するための機能構成である。相対温度検出部 73 および基準接点補償部 74 は、半導体装置 A10 の半導体素子 11 の数に合わせて、それぞれ 5 個ずつ設けられている。各相対温度検出部 73 は、半導体装置 A10 の 1 対の温度検出端子 36, 37 から 1 対の端子 721, 722 を介して電圧を入力される。当該電圧は、接続部材 46 および金属板 19 と、接続部材 47 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る。すなわち、当該電圧は、基準接点の温度に対する半導体素子 11 の相対温度に応じた電圧である。各相対温度検出部 73 は、入力される電圧に基づいて、対応する半導体素子 11 の相対温度を検出する。

[0068] 各基準接点補償部 74 は、対応する相対温度検出部 73 が検出した相対温度を絶対温度に変換する。各基準接点補償部 74 は、対応する端子 721, 722 に隣接配置されたたとえばダイオードを有する温度検出部を備えている。なお、温度検出部はサーミスタなどの温度センサを有してもよい。端子 721, 722 に接合された温度検出端子 36, 37 は、導電体層 226, 227 に接合している。温度検出部は、端子 721, 722 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する。基準接点補償部 74 は、対応する相対温度検出部 73 が検出した相対温度に、温度検出部が検出した基準接点の温度を加算することで絶対温度に変換する。基準接点補償部 74 は、対応する半導体素子 11 の絶対温度を過熱保護部 75 に出力する。

[0069] なお、相対温度検出部 73 および基準接点補償部 74 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もよい。すなわち、相対温度検出部 73 は、1 対の端子 721, 722 間の電圧を、対応する半

導体素子 1 1 の相対温度に応じた電圧として基準接点補償部 7 4 に伝達する。そして、基準接点補償部 7 4 は、温度検出部が検出した基準接点の温度に応じた電圧を熱電対の熱起電力に対応した電圧に変換し、相対温度検出部 7 3 から伝達された電圧に加算して過熱保護部 7 5 に出力する。これにより、過熱保護部 7 5 には、半導体素子 1 1 の絶対温度に応じた電圧が入力される。

[0070] 過熱保護部 7 5 は、各基準接点補償部 7 4 から入力される絶対温度に基づいて、対応する半導体素子 1 1 の過熱異常を検知する。過熱保護部 7 5 は、各基準接点補償部 7 4 から入力される絶対温度が閾値温度以上になった場合に、異常検出信号を駆動制御部 7 6 に出力する。駆動制御部 7 6 は異常検出信号を入力されると、駆動信号の出力を停止することで、半導体装置 A 1 0 の駆動を停止させる。なお、過熱保護部 7 5 の具体的な回路構成は限定されない。たとえば、過熱保護部 7 5 は、基準接点補償部 7 4 から入力される絶対温度に応じた電圧が、閾値温度に応じた電圧以上になった場合に、異常検出信号を生成するコンパレータを備えてもよい。

[0071] 次に、半導体装置 A 1 0 の製造方法の一例について、図 9 ~ 図 1 5 を参照して以下に説明する。なお、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 9 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 0 ~ 図 1 5 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 0 ~ 図 1 5 は断面図であり、図 4 に対応する図である。なお、図 1 0 ~ 図 1 5 に示す x 方向、y 方向、および z 方向は、図 1 ~ 図 7 と同じ方向を示している。

[0072] 図 9 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 ) 、半導体素子実装工程 ( 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 ) を有する。

[0073] 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 を有する。次いで、図 1 0 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る。次いで、図 1 1 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る。なお、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 (Direct Bonding Copper) 基板を用いて、主面 9 1 1 側の Cu 箔をパターニングすることで、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 が形成される。以上により、支持部材 2 が形成される。

[0074] リードフレーム接合工程 (S 2) では、まず、各端子 3 になるリードフレーム 9 2 を準備する。リードフレーム 9 2 は、各端子 3 になる部分を含んでおり、さらに複数の各端子 3 がつながるフレームを有する。なお、リードフレーム 9 2 の形状等は、何ら限定されない。次いで主面金属層 2 2 の各端子 3 が接合される位置に導電性の接合ペーストを配置し、図 1 2 に示すように、リードフレーム 9 2 の各端子 3 になる部分を主面金属層 2 2 に接合する。たとえば、リードフレーム 9 2 の検出端子 3 5 になる部分は導電体層 2 2 4 に接合される。また、リードフレーム 9 2 の検出端子 3 6 になる部分は導電体層 2 2 6 に接合される。なお、リードフレーム 9 2 の接合方法は限定されない。

[0075] 半導体素子実装工程 (S 3) では、まず、導電体層 2 2 3 の半導体素子 1 1, 1 2 が配置される領域に、導電性接合ペースト 9 3 を配置する。導電性接合ペースト 9 3 は、たとえばはんだ、銀ペースト、または焼結金属などで

ある。次いで、図13に示すように、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、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ている。また、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に接合される。

[0076] ワイヤ形成工程(S4)では、接続部材41~47を形成する。まず、図14に示すように、接続部材41~46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る。また、図14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る。接続部材46は、構成材料が接続部材41~45と同じCuなので、接続部材41~45と同じ工程で形成される。なお、接続部材41~46の形成の順番は限定されない。次に、図15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る。接続部材46は、構成材料が接続部材41~46とは異なるので、接続部材41~46とは別の工程で形成される。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と異なるだけで、同じ設備を用いて、同じ方法で形成される。なお、接続部材41~46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、熱電対が形成される。

[0077] 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、および複数の接続部材41～47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。

[0078] 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が互いに分割される。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A10が得られる。

[0079] 次に、半導体装置A10および駆動装置7の作用効果について説明する。

[0080] 本実施形態によると、各半導体素子11は、第1電極111に金属板19が接合され、金属板19に接続部材46、47のそれぞれ一端が接合されている。接続部材46の構成材料は第1金属であり、金属板19の構成材料である第3金属と同じ金属である。また、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。接続部材46および金属板19と接続部材47とは、熱電対として機能し、接続部材47と金属板19との接点47aを熱電対の測温接点として、温度を検出できる。接点47aは、半導体素子11からの熱が適切に伝わる金属板19に接している。これにより、半導体装置A10は、温度センサを半導体素子11の近傍に配置した場合と比較して、各半導体素子11の温度を精度よく検出できる。したがって、半導体装置A10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できる。

[0081] また、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る。したがって、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、T型熱電対として機能する。

- [0082] また、本実施形態によると、接続部材46、47は、接続部材41～45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る。したがって、接続部材46、47は、接続部材41～45と同じ設備を用いて、同じ手法により形成可能である。特に、接続部材46は、構成材料が接続部材41～45と同じCuなので、接続部材41～45と同じ工程で形成可能である。
- [0083] また、本実施形態によると、各半導体素子11の第1電極111には、金属板19が接合されている。これにより、半導体素子11は、接続部材41、44～47をウエッジボンディングする際の衝撃から保護される。
- [0084] また、本実施形態によると、駆動装置7は、相対温度検出部73および基準接点補償部74を備えている。したがって、駆動装置7は、接続部材46および金属板19と接続部材47とによって構成される熱電対が検出した各半導体素子11の相対温度を絶対温度に変換して、過熱保護に利用できる。
- [0085] なお、本実施形態では、接続部材46の構成材料である第1金属がCuであり、接続部材47の構成材料である第2金属がコンスタンタンである場合について説明したが、これに限られない。第1金属と第2金属とは、電解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であってもよい。CuとAlとは、電解能が同じ極性であるが、電解能が異なるので、接続部材46および金属板19（Cu）と、接続部材47（Al）とは、熱電対として機能する。また、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る。また、第1金属および第2金属の組み合わせは、K型熱電対のようにクロメル（登録商標）（90Ni-10Cr）およびアルメル（登録商標）（94Ni-3Al-1Si-2Mg）であってもよく、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。
- [0086] また、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。なお、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。

[0087] また、本実施形態では、接続部材41～47がいずれもボンディングワイヤである場合について説明したが、これに限られない。接続部材41～47のいずれかは、ボンディングワイヤ以外の接続部材（たとえば、金属リボン、または、金属板を屈曲形成した接続リードなど）であってもよい。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てもよい。

[0088] また、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に接合されてもよい。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に導通接続される。

[0089] 図16～図19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。なお、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。

[0090] 第1変形例：

図16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16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。なお、図16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、金属板19を備えていない点で、半導体装置A10と異なる。

[0091] 本変形例にかかる各半導体素子11の第1電極111には、金属板19が接合されていない。接続部材41、44～47は、第1電極111に接合されている。第1電極111には、半導体素子11から発生する熱が伝わる。

本実施形態では、第1電極111の構成材料がAlなので、接続部材47の構成材料である第2金属をAlとしている。したがって、本変形例では、接続部材46(Cu)と第1電極111(Al)との接点46aが、熱電対の測温接点に相当する。なお、接続部材47の構成材料は限定されない。また、第1電極111の構成材料が、接続部材46の構成材料と同じであってもよい。本変形例では、測温接点(接点47a)が第1電極111に直接接するので、測温接点が金属板19に接接する場合と比較して、検出される各半導体素子11の温度の精度がより向上する。

[0092] 第2変形例：

図17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17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。なお、図17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と異なる。

[0093] 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に接合されている。つまり、熱電対の測温接点に相当する接続部材47の接点47aが、接続部材46に直接接している。本変形例の場合、接続部材46および接続部材47の構成材料が、金属板19の構成材料と異なる場合でも、精度よく半導体素子11の温度を検出できる。したがって、本変形例では、接続部材46および接続部材47の構成材料の選択の自由度が高くなる。

[0094] 第3変形例：

図18および図19は、第1実施形態の第3変形例にかかる半導体装置A13を説明するための図である。図18は、半導体装置A13の部分拡大平面図であり、図3に対応する図である。なお、図18においては、理解の便宜上、樹脂部材5を透過している。図19は、図18のX-X-X線に沿う断面図である。半導体装置A13は、接続部材47の構成が、半導体装置A10と異なる。

[0095] 本変形例にかかる接続部材47は、ボンディングワイヤではなく、接続リードである。接続部材47は、板状の導電体であり、金属板を屈曲形成したものである。なお、接続部材47の形状および厚さは限定されない。接続部材47の構成材料は、第2金属（コンスタンタン）である。各接続部材47はそれぞれ、一端がたとえばはんだなどの図示しない導電性接合材を介して金属板19に接合され、他端が導電性接合材を介して導電体層227に接合されている。なお、接続部材47の接合方法は限定されず、焼成金属または金属ペーストなどの導電性接合材を介した接合であってもよいし、超音波接合、固相拡散接合、レーザ溶接、スポット溶接などであってもよい。本変形例は、接続部材47の構成材料が、ワイヤボンディングでの形成に適さない材料の場合などに特に有効である。

[0096] なお、第1実施形態において、第1～第3変形例の各部分が任意に組み合わせられてもよい。

[0097] 図20～図28は、本開示の他の実施形態を示している。なお、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。

[0098] 第2実施形態：

図20は、本開示の第2実施形態にかかる半導体装置A20を説明するための図である。図20は、半導体装置A20を示す平面図であり、図2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、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A20は、接続部材46、47が主面金属層22に接合されている点で、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る。なお、上記の第1実施形態および各変形例の各部分が任意に組み合わせられてもよい。

[0099] 本実施形態にかかる半導体装置A20は、半導体素子11、12、温度検出端子36、37、および導電体層226、227を、それぞれ3個ずつ備えている。なお、個数は限定されない。本実施形態では、接続部材46、4

7のそれぞれ一端は、金属板19ではなく、主面金属層22に接合されている。より具体的には、接続部材46, 47のそれぞれ一端は、導電体層223の带状部223aの半導体素子11に隣接する位置に接合されている。各半導体素子11は、带状部223aに接合されているので、各半導体素子11からの熱は、導電性接合材110を介して、带状部223aに適切に伝わる。したがって、带状部223aの各半導体素子11に隣接した位置で温度を検出することで、各半導体素子11の温度を検出できる。

[0100] 本実施形態によると、接続部材46, 47のそれぞれ一端は、導電体層223の带状部223aの半導体素子11に隣接する位置に接合されている。带状部223aの構成材料は、接続部材46の構成材料と同じ金属である。したがって、接続部材46および带状部223aと接続部材47とは、熱電対として機能し、接続部材47と带状部223aとの接点47aを熱電対の測温接点として、温度を検出できる。接点47aは、半導体素子11からの熱が適切に伝わる带状部223aの当該半導体素子11に隣接する位置に接している。これにより、半導体装置A20は、温度センサを絶縁基板21上の半導体素子11の近傍に配置した場合と比較して、各半導体素子11の温度を精度よく検出できる。したがって、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できる。また、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と同等の効果を奏する。本実施形態は、半導体素子11の第1電極111が小さく、金属板19に接続部材46, 47を接合することが困難な場合などに、特に有効である。

[0101] 第3実施形態：

図21および図22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21は、半導体装置A30を示す平面図であり、図2に対応する図である。図21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22は、半導体装置A30の回路構成の一例を示す回路図であり、図8に対応

する図である。本実施形態にかかる半導体装置 A 3 0 は、温度検出端子 3 6 の数および導電体層 2 2 6 の数、形状、および配置が、第 1 実施形態にかかる半導体装置 A 1 0 と異なる。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る。なお、上記の第 1 ～ 2 実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてもよい。

[0102] 本実施形態にかかる半導体装置 A 3 0 は、温度検出端子 3 6 を 1 個だけ備えている。当該温度検出端子 3 6 は、各半導体素子 1 1 の温度を検出するための一方の端子として兼用される。また、本実施形態にかかる導電体層 2 2 6 は、帯状部 2 2 6 a および端子接合部 2 2 6 b を含む。帯状部 2 2 6 a は、x 方向に沿って延びており、y 方向において、導電体層 2 2 3 の帯状部 2 2 3 a と複数の導電体層 2 2 7 との間に配置されている。複数の接続部材 4 6 は、それぞれ帯状部 2 2 6 a に接合されている。端子接合部 2 2 6 b は、帯状部 2 2 6 a の x 方向 x 2 側の端部につながっており、温度検出端子 3 6 のパッド部 3 6 1 が接合されている。各半導体素子 1 1 の相対温度に応じた電圧が、温度検出端子 3 6 と、各半導体素子 1 1 に対応する温度検出端子 3 7 とから出力される。駆動装置 7 は、端子 7 2 1 と、各端子 7 2 2 との間の電圧を、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入力される。

[0103] 本実施形態においても、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ている。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 a を熱電対の測温接点として、温度を検出できる。したがって、半導体装置 A 3 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できる。また、半導体装置 A 3 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 と同等の効果を奏する。さらに、本実施形態によると、半導体装置 A 3 0 に配置される温度検出端子 3 6 の数が削減できる。

[0104] 第4実施形態：

図23～図25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23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。なお、図23においては、理解の便宜上、樹脂部材5を透過している。図24は、図23のXX'V-XX'V線に沿う断面図である。図25は、半導体装置A40の回路構成の一例を示す回路図であり、図8に対応する図である。本実施形態にかかる半導体装置A40は、温度検出回路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A10と異なる。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る。なお、上記の第1～3実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてもよい。

[0105] 本実施形態では、半導体装置A40は、複数の温度検出回路8およびそれぞれ複数の接続部材48、49をさらに備えている。本実施形態では、駆動装置7は、相対温度検出部73および基準接点補償部74を備えておらず、半導体装置A40が、相対温度検出部73および基準接点補償部74と同様の機能を有する温度検出回路8を内部に備えている。

[0106] 温度検出回路8は、たとえばICであり、半導体素子11の数に合わせて5個配置されている。複数の温度検出回路8は、図23および図24に示すように、導電体層223の帯状部223aのy方向y2側、かつ、複数の導電体層226、227のy方向y1側において、絶縁基板21の主面211に、図示しない接合材で接合されている。各温度検出回路8は、y方向において、対応する半導体素子11と温度検出端子36、37との間に位置する。本実施形態では、各接続部材46はそれぞれ、他端が導電体層226ではなく、温度検出回路8（後述する端子811）に接合されている。各接続部材47はそれぞれ、他端が導電体層227ではなく、温度検出回路8（後述する端子812）に接合されている。各接続部材48はそれぞれ、一端が温度検出回路8（後述する端子813）に接合され、他端が導電体層226に接合されている。各接続部材49はそれぞれ、一端が温度検出回路8（後述

する端子 8 1 4) に接合され、他端が導電体層 2 2 7 に接合されている。各接続部材 4 7, 4 8 の構成材料は、接続部材 4 1 ~ 4 5 と同様であるが、限定されない。

[0107] 温度検出回路 8 は、相対温度検出部 8 3、基準接点補償部 8 4、および端子 8 1 1 ~ 8 1 4 を備えている。端子 8 1 1 は、接続部材 4 6 が接合されている。端子 8 1 2 は、接続部材 4 7 が接合されている。端子 8 1 3 は、接続部材 4 8 が接合されて、接続部材 4 8 および導電体層 2 2 6 を介して、温度検出端子 3 6 に導通接続している。端子 8 1 4 は、接続部材 4 9 が接合されて、接続部材 4 9 および導電体層 2 2 7 を介して、温度検出端子 3 7 に導通接続している。

[0108] 相対温度検出部 8 3 は、相対温度検出部 7 3 と同様の機能を有する。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 の相対温度を検出する。基準接点補償部 8 4 は、基準接点補償部 7 4 と同様の機能を有する。基準接点補償部 8 4 は、相対温度検出部 8 3 が検出した相対温度を絶対温度に変換する。基準接点補償部 8 4 は、端子 8 1 1, 8 1 2 に隣接配置されたたとえばダイオードを有する温度検出部を備え、相対温度検出部 8 3 が検出した相対温度に、温度検出部が検出した基準接点の温度を加算することで絶対温度に変換する。基準接点補償部 8 4 は、対応する半導体素子 1 1 の絶対温度に応じた電圧を、端子 8 1 3, 8 1 4 から出力する。なお、温度検出回路 8 の具体的な回路構成および態様は限定されない。

[0109] 温度検出端子 3 6, 3 7 は、半導体素子 1 1 の絶対温度に応じた電圧を、駆動装置 7 の端子 7 2 1, 7 2 2 を介して、過熱保護部 7 5 に出力する。入力される絶対温度による過熱保護機能を有する従来の駆動装置が、本実施形態にかかる駆動装置 7 として利用可能である。

[0110] 本実施形態においても、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ている。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47と金属板19との接点47aを熱電対の测温接点として、温度を検出できる。したがって、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できる。また、半導体装置A40は、半導体装置A10と共通する構成により、半導体装置A10と同等の効果を奏する。さらに、本実施形態によると、半導体装置A40は、相対温度検出部83および基準接点補償部84を有する温度検出回路8を備えている。したがって、半導体装置A40は、検出された半導体素子11の相対温度を絶対温度に変換して、駆動装置7に出力できる。これにより、半導体装置A40は、入力される絶対温度による過熱保護機能を有する従来の駆動装置を、駆動装置7として利用可能である。

[0111] 第5実施形態：

図26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26は、半導体装置A50の回路構成の一例を示す回路図であり、図8に対応する図である。本実施形態にかかる半導体装置A50は、温度検出回路8および駆動回路89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A10と異なる。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る。なお、上記の第1～4実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてもよい。

[0112] 本実施形態では、半導体装置A50は、駆動回路89、複数の温度検出回路8、およびそれぞれ複数の接続部材48、49をさらに備えている。本実施形態では、半導体装置A50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ている。温度検出回路8は、第4実施形態にかかる温度検出回路8と同様のものである。温度検出回路8の端子813は、接続部材48によって、駆動回路89（後述する過熱保護部85）に導通接続している。温度検出回路8の端子814は、接続部材49によって、駆動回路89（過熱保護部85）に導通接続している。

[0113] 駆動回路89は、たとえばICであり、第4実施形態にかかる駆動装置7

と同様の機能を有する。駆動回路 89 は、過熱保護部 85 および駆動制御部 86 を備えている。駆動制御部 86 は、第 4 実施形態にかかる駆動制御部 76（すなわち第 1 実施形態にかかる駆動制御部 76）と同様の機能を有する。すなわち、駆動制御部 86 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 11 のスイッチング動作を制御する。また、駆動制御部 86 は、各半導体素子 11 の第 1 電極 111（ソース電極）の電圧の検出信号を入力される。過熱保護部 85 は、第 4 実施形態にかかる過熱保護部 75（すなわち第 1 実施形態にかかる過熱保護部 75）と同様の機能を有する。すなわち、過熱保護部 85 は、各温度検出回路 8 から対応する半導体素子 11 の絶対温度に応じた電圧を入力され、過熱異常を検知する。なお、駆動回路 89 の具体的な回路構成および態様は限定されない。

[0114] 本実施形態においても、各半導体素子 11 は、第 1 電極 111 に金属板 19 が接合され、金属板 19 に接続部材 46、47 のそれぞれ一端が接合されている。接続部材 46 および金属板 19 と接続部材 47 とは、熱電対として機能し、接続部材 47 と金属板 19 との接点 47a を熱電対の測温接点として、温度を検出できる。したがって、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できる。また、半導体装置 A50 は、半導体装置 A10 と共通する構成により、半導体装置 A10 と同等の効果を奏する。さらに、本実施形態によると、半導体装置 A50 は、相対温度検出部 83 および基準接点補償部 84 を有する温度検出回路 8 と、過熱保護部 85 および駆動制御部 86 を有する駆動回路 89 とを備えている。したがって、半導体装置 A50 は、検出された半導体素子 11 の相対温度を絶対温度に変換して、各半導体素子 11 の過熱保護を行うことが可能である。

[0115] 第 6 実施形態：

図 27 は、本開示の第 6 実施形態にかかる半導体装置 A60 を説明するための図である。図 27 は、半導体装置 A60 の平面図であり、図 2 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、樹

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A60は、パッケージ形式が、第1実施形態にかかる半導体装置A10と異なる。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る。なお、上記の第1～5実施形態および各変形例の各部が任意に組み合わせられてもよい。

- [0116] 半導体装置A60のパッケージ形式は、DFN（Dual Flatpack No-leaded）である。半導体装置A60は、リード201～205、半導体素子11、金属板19、接続部材41、43、46、47、および樹脂部材5を備えている。半導体素子11、金属板19、接続部材41、43、46、47、および樹脂部材5は、第1実施形態と同様である。
- [0117] リード201～205は、半導体素子11と導通している。リード201～205は、金属からなり、好ましくはCuおよびNiのいずれか、またはこれらの合金や42アロイなどからなる。なお、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なる。
- [0118] 半導体素子11は、導電性接合材110（図示なし）を介して、素子裏面11b（図示なし）がリード201に接合されている。第3電極113（ドレイン電極）（図示なし）は、導電性接合材110を介して、リード201に導通している。接続部材41は、一端が第1電極111（ソース電極）に接合された金属板19に接合され、他端がリード204に接合されている。接続部材41は、第1電極111とリード204とを導通させる。接続部材43は、一端が第2電極112（ゲート電極）に接合され、他端がリード205に接合されている。接続部材43は、第2電極112とリード205とを導通させる。接続部材46は、一端が金属板19に接合され、他端がリード202に接合されている。接続部材47は、一端が金属板19に接合され、他端がリード203に接合されている。リード202、203が、半導体素子11の温度を検出するための端子になる。

[0119] 本実施形態においても、半導体素子11は、第1電極111に金属板19が接合され、金属板19に接続部材46、47のそれぞれ一端が接合されている。接続部材46および金属板19と接続部材47とは、熱電対として機能し、接続部材47と金属板19との接点47aを熱電対の测温接点として、温度を検出できる。したがって、半導体装置A60は、半導体素子11の内部に温度センサを形成することなく、検出される半導体素子11の温度の精度を向上できる。また、半導体装置A60は、半導体装置A10と共通する構成により、半導体装置A10と同等の効果を奏する。

[0120] 図28は、第6実施形態にかかる半導体装置A60の変形例を示している。なお、図28において、第6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。図28は、第6実施形態の第1変形例にかかる半導体装置A61を説明するための図である。図28は、半導体装置A61の平面図であり、図27に対応する図である。なお、図28においては、理解の便宜上、樹脂部材5を透過している。半導体装置A61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A60と異なる。

[0121] 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ている。半導体素子11は、リード201に接合されているので、半導体素子11からの熱は、導電性接合材110を介して、リード201に適切に伝わる。したがって、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の温度を検出できる。

[0122] 本開示にかかる半導体装置、駆動装置、および、半導体装置の製造方法は、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および駆動装置の各部の具体的な構成、および、本開示にかかる半導体装置の製造方法の各工程の具体的な処理は、種々に設計変更自在である。

[0123] 付記1.

厚さ方向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電極(111)と、を有する半導体素子(11)と、

第1金属を含有する第1ワイヤ(46)と、

前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含有する第2ワイヤ(47)と、

前記半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤが接合された、第3金属を含有する金属部(19, 111, 223a, 201)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、る半導体装置。

付記2.

前記第3金属は、前記第1金属と同じ金属である、付記1に記載の半導体装置。

付記3.

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、互いに離れて接合されている、付記1または2に記載の半導体装置。

付記4.

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ないし3のいずれかに記載の半導体装置。

付記4-1.

前記第1ワイヤは、前記金属部に直接接合されており、

前記第2ワイヤは、前記第1ワイヤに直接接合されている、付記1または2に記載の半導体装置。

付記5.

前記電極に接合された金属板(19)をさらに備え、

前記金属部は、前記金属板である、付記1ないし4のいずれかに記載の半導体装置。

付記 6. (第 1 実施形態第 1 変形例、図 16)

前記金属部は、前記電極である、付記 1 ないし 4 のいずれかに記載の半導体装置。

付記 7. (第 6 実施形態第 1 変形例、図 28)

前記半導体素子の素子裏面が接合された第 1 リード (201) 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 ないし 4 のいずれかに記載の半導体装置。

付記 8. (第 2 実施形態、図 20)

前記半導体素子が搭載された絶縁性の基板 (21) と、

前記基板上に配置され、かつ、前記半導体素子の素子裏面が接合された金属層 (223) と、

をさらに備え、

前記金属部は、前記金属層である、付記 1 ないし 4 のいずれかに記載の半導体装置。

付記 9.

前記第 1 金属は Cu であり、

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

付記 10.

前記第 1 金属は Cu であり、

前記第 2 金属は Al である、付記 1 ないし 8 のいずれかに記載の半導体装置。

付記 11. (第 4 実施形態、図 23~25)

前記第 1 ワイヤが接合される第 1 接合部 (811) と、

前記第 2 ワイヤが接合される第 2 接合部 (812) と、

前記第 1 接合部と前記第 2 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 (83) と、

前記第1接合部および前記第2接合部の基準温度を検出し、前記基準温度および前記相対温度に基づいて絶対温度を算出する基準接点補償部(84)と、

をさらに備えている、付記1ないし10のいずれかに記載の半導体装置。

付記12.(第5実施形態、図26)

前記半導体素子を駆動させる駆動回路(89)をさらに備え、

前記駆動回路は、前記絶対温度に基づいて、前記半導体素子の過熱異常を検知する過熱保護部(85)を備えている、付記11に記載の半導体装置。

付記13.(第1実施形態、図8)

付記1ないし10のいずれかに記載の半導体装置を駆動する駆動装置(7)であって、

前記第1ワイヤに導通接続する第1端子(721)と、

前記第2ワイヤに導通接続する第2端子(722)と、

前記第1端子と前記第2端子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端子および前記第2端子の基準温度を検出し、前記基準温度および前記相対温度に基づいて絶対温度を算出する基準接点補償部(74)と、

前記絶対温度に基づいて、前記半導体素子の過熱異常を検知する過熱保護部(75)と、

を備えている、駆動装置。

付記14.(図9)

半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、第3金属を含有する金属部に、第1金属を含有する第1ワイヤを接合する工程(S41)と、

前記金属部に、前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含有する第2ワイヤを接合する工程(S42)と、

を備えている、半導体装置の製造方法。

付記15.

前記第1ワイヤを接合する工程の前に、

絶縁性の基板に金属層を形成する工程（S12）と、  
前記金属部である金属板が接合された前記半導体素子を、前記金属層に接合する工程（S3）と、  
をさらに備えている、付記14に記載の半導体装置の製造方法。

### 符号の説明

- [0124] A10, A11, A12, A13, A20 : 半導体装置  
A30, A40, A50, A60, A61 : 半導体装置  
11, 12 : 半導体素子      11a, 12a : 素子主面  
11b, 12b : 素子裏面      110, 120 : 導電性接合材  
111 : 第1電極      112 : 第2電極  
113 : 第3電極      121 : アノード電極  
122 : カソード電極      19 : 金属板  
2 : 支持部材      21 : 絶縁基板  
211 : 主面      212 : 裏面  
22 : 主面金属層  
221, 222, 223, 224, 225, 226, 227 : 導電体層  
221a, 222a, 223a, 224a, 226a : 帯状部  
221b, 222b, 223b, 224b, 226b : 端子接合部  
23 : 裏面金属層      201~205 : リード  
3 : 端子      31, 32 : 電力端子  
33 : 信号端子      34, 35 : 検出端子  
36, 37 : 温度検出端子  
311, 321, 331, 341, 351, 361, 371 : パッド部  
312, 322, 332, 342, 352, 362, 372 : 端子部  
41~49 : 接続部材      46a, 47a : 接点  
5 : 樹脂部材      51 : 樹脂主面  
52 : 樹脂裏面      531, 532, 533, 534 : 樹脂側面  
7 : 駆動装置      71 : 基板

7 1 1 : 主面      7 1 2 : 裏面  
7 2 1 ~ 7 2 5 : 端子      7 3 : 相对温度検出部  
7 4 : 基準接点補償部      7 5 : 過熱保護部  
7 6 : 駆動制御部      8 : 温度検出回路  
8 1 1 ~ 8 1 4 : 端子      8 3 : 相对温度検出部  
8 4 : 基準接点補償部      8 9 : 駆動回路  
8 5 : 過熱保護部      8 6 : 駆動制御部  
8 9 : 駆動回路      9 1 : 絶縁基板  
9 1 1 : 主面      9 1 2 : 裏面  
9 2 : リードフレーム      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

## 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電極と、を有する半導体素子と、  
第1金属を含有する第1ワイヤと、  
前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含有する第2ワイヤと、  
、  
前記半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、前記第1ワイヤおよび前記第2ワイヤが接合された、第3金属を含有する金属部と、  
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] 前記第3金属は、前記第1金属と同じ金属である、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 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、互いに離れて接合されている、請求項1または2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 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3のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記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4のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項6] 前記金属部は、前記電極である、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] 前記半導体素子の素子裏面が接合された第1リードをさらに備え、  
前記金属部は、前記第1リードである、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8] 前記半導体素子が搭載された絶縁性の基板と、

前記基板上に配置され、かつ、前記半導体素子の素子裏面が接合された金属層と、

をさらに備え、

前記金属部は、前記金属層である、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 1 金属は Cu であり、

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

[請求項10] 前記第 1 金属は Cu であり、

前記第 2 金属は Al である、請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項11] 前記第 1 ワイヤが接合される第 1 接合部と、

前記第 2 ワイヤが接合される第 2 接合部と、

前記第 1 接合部と前記第 2 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 接合部および前記第 2 接合部の基準温度を検出し、前記基準温度および前記相対温度に基づいて絶対温度を算出する基準接点補償部と、

をさらに備えている、請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項12] 前記半導体素子を駆動させる駆動回路をさらに備え、

前記駆動回路は、前記絶対温度に基づいて、前記半導体素子の過熱異常を検知する過熱保護部を備えている、請求項 11 に記載の半導体装置。

[請求項13] 請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の半導体装置を駆動する駆動装置であって、

前記第 1 ワイヤに導通接続する第 1 端子と、

前記第 2 ワイヤに導通接続する第 2 端子と、

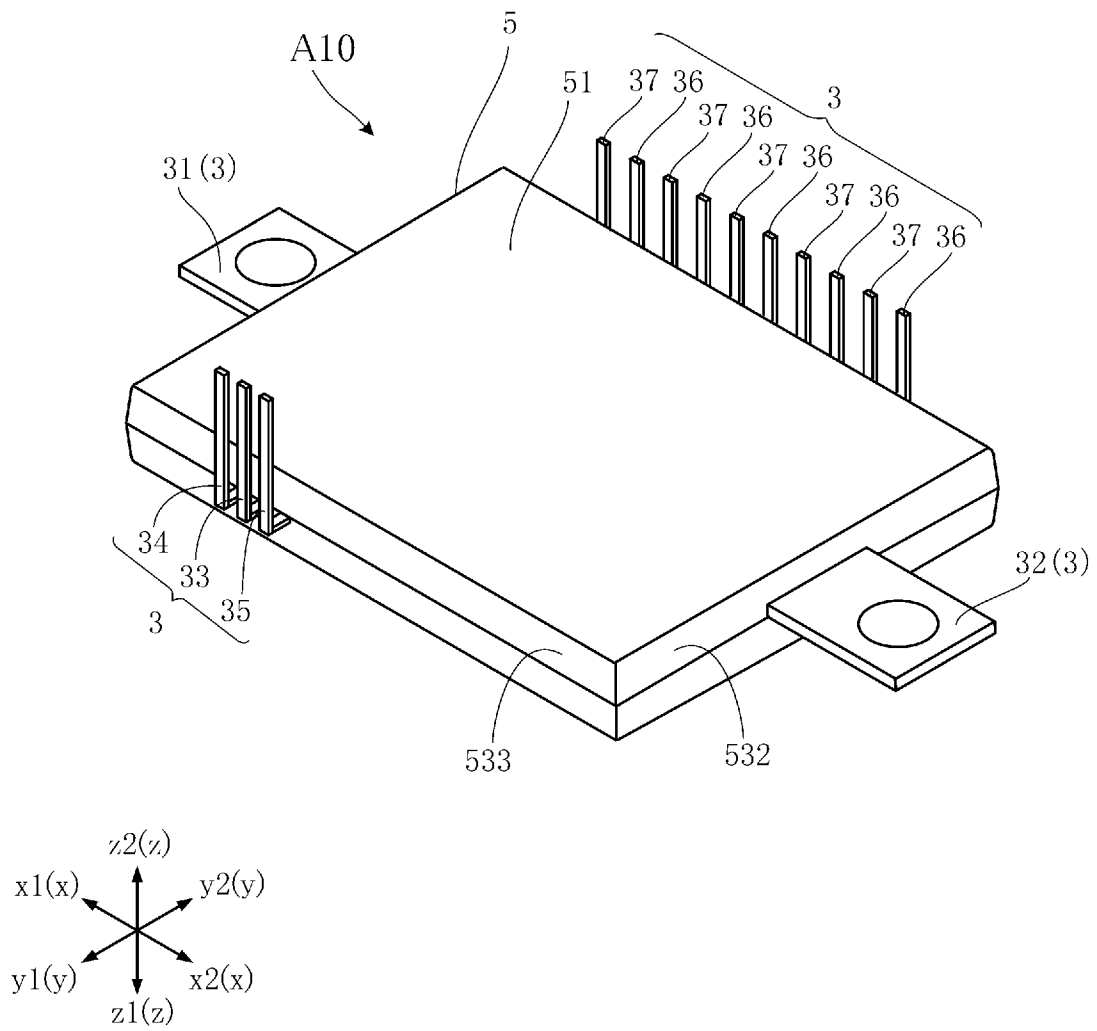
前記第1端子と前記第2端子との間の電圧に基づいて相対温度を検出する相対温度検出部と、

前記第1端子および前記第2端子の基準温度を検出し、前記基準温度および前記相対温度に基づいて絶対温度を算出する基準接点補償部と、

前記絶対温度に基づいて、前記半導体素子の過熱異常を検知する過熱保護部と、を備えている、駆動装置。

[請求項14] 半導体素子からの熱が伝わるように配置され、かつ、第3金属を含有する金属部に、第1金属を含有する第1ワイヤを接合する工程と、  
前記金属部に、前記第1金属とは熱電能が異なる第2金属を含有する第2ワイヤを接合する工程と、  
を備えている、半導体装置の製造方法。

[請求項15] 前記第1ワイヤを接合する工程の前に、  
絶縁性の基板に金属層を形成する工程と、  
前記金属部である金属板が接合された前記半導体素子を、前記金属層に接合する工程と、  
をさらに備えている、請求項14に記載の半導体装置の製造方法。

[図1]  
FIG.1

[FIG. 2]

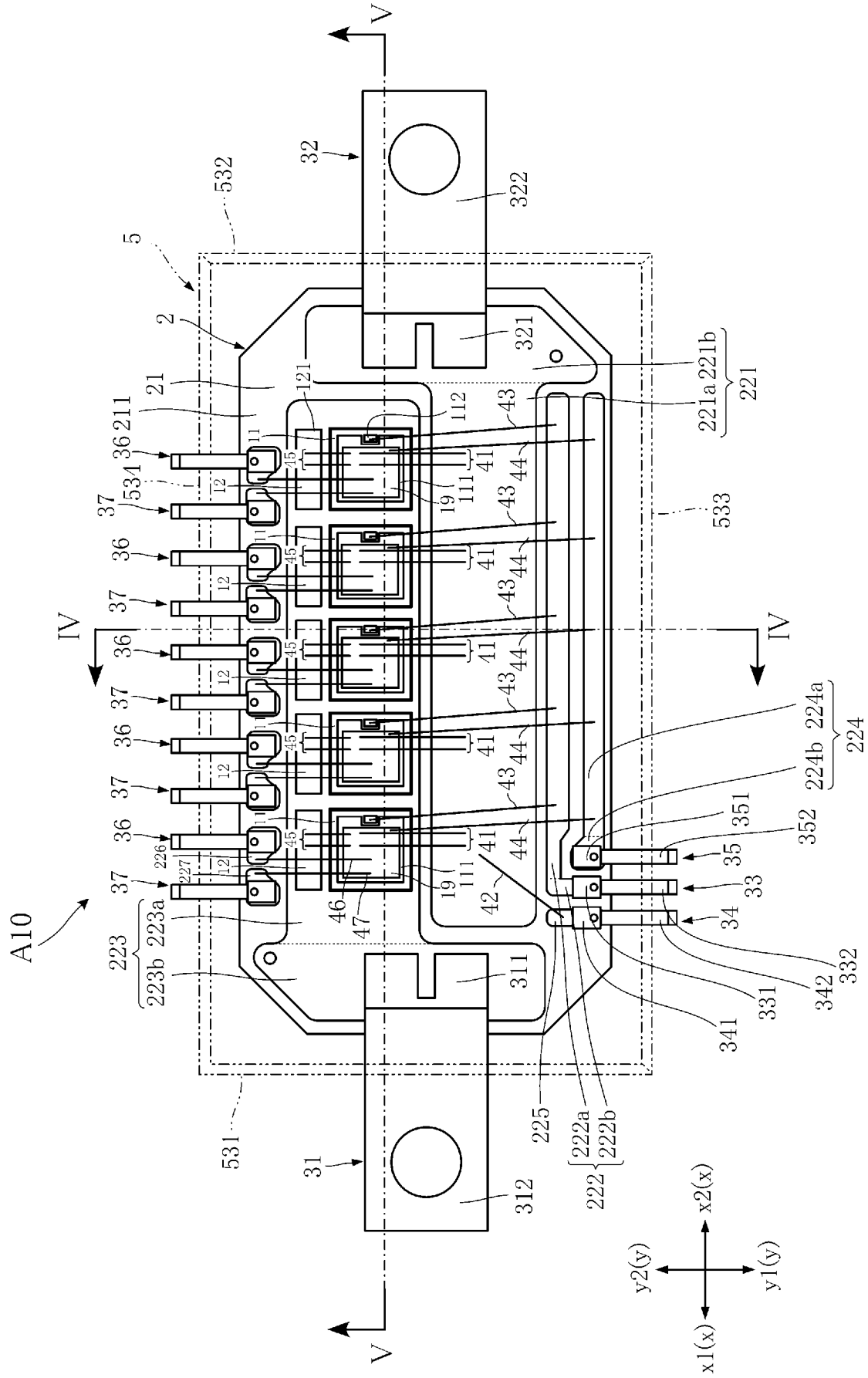
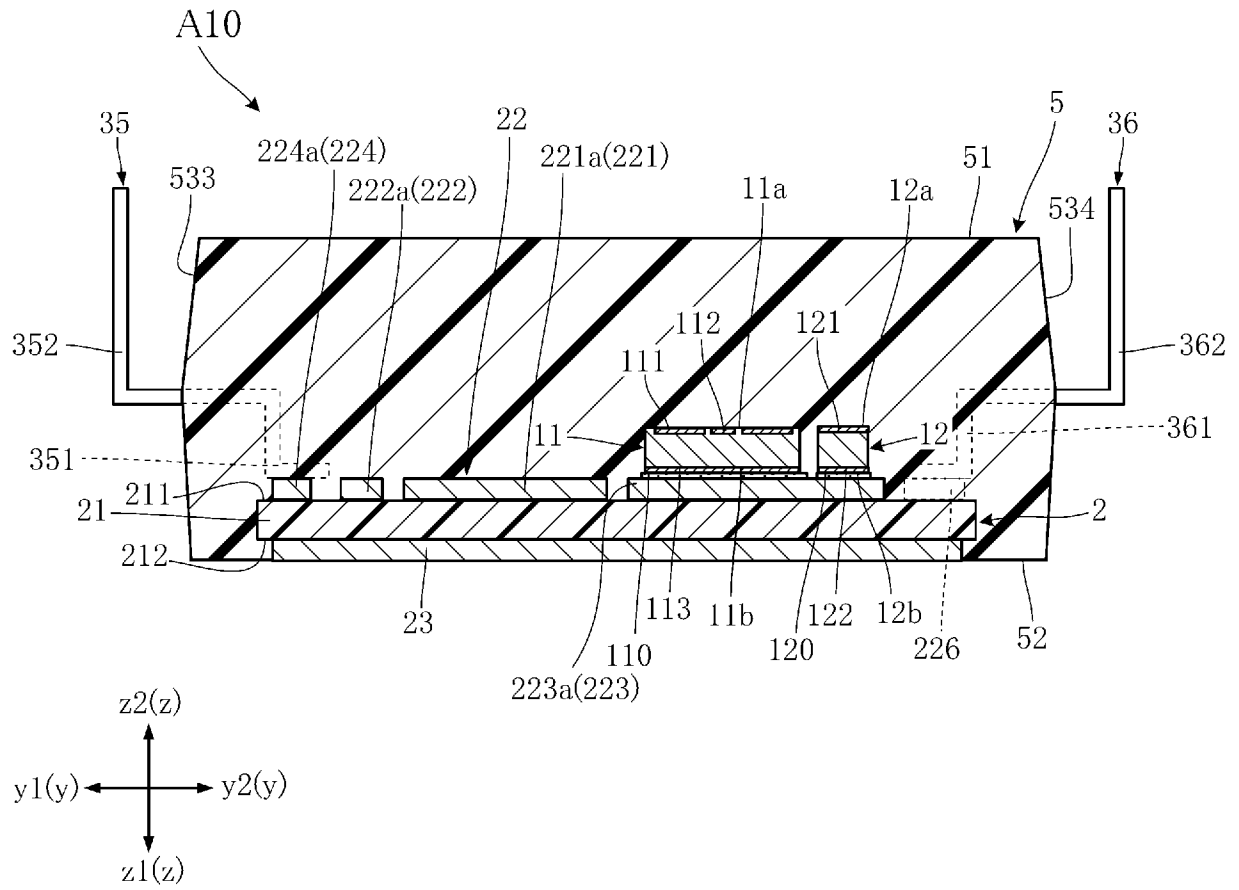


FIG. 2



[図4]  
FIG.4



[5]

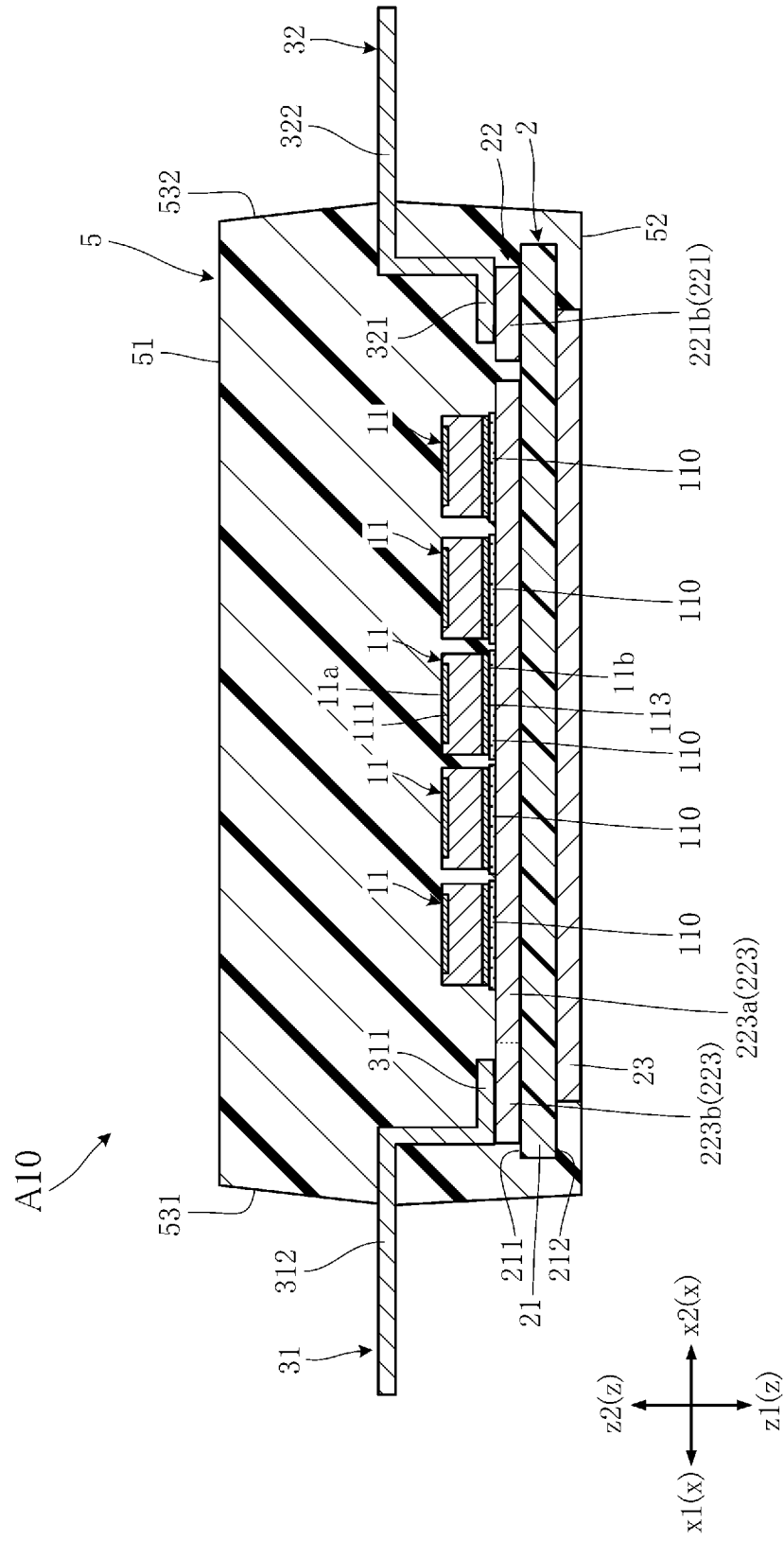
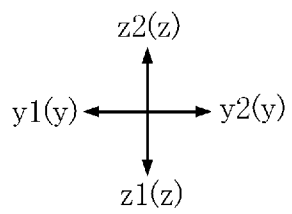
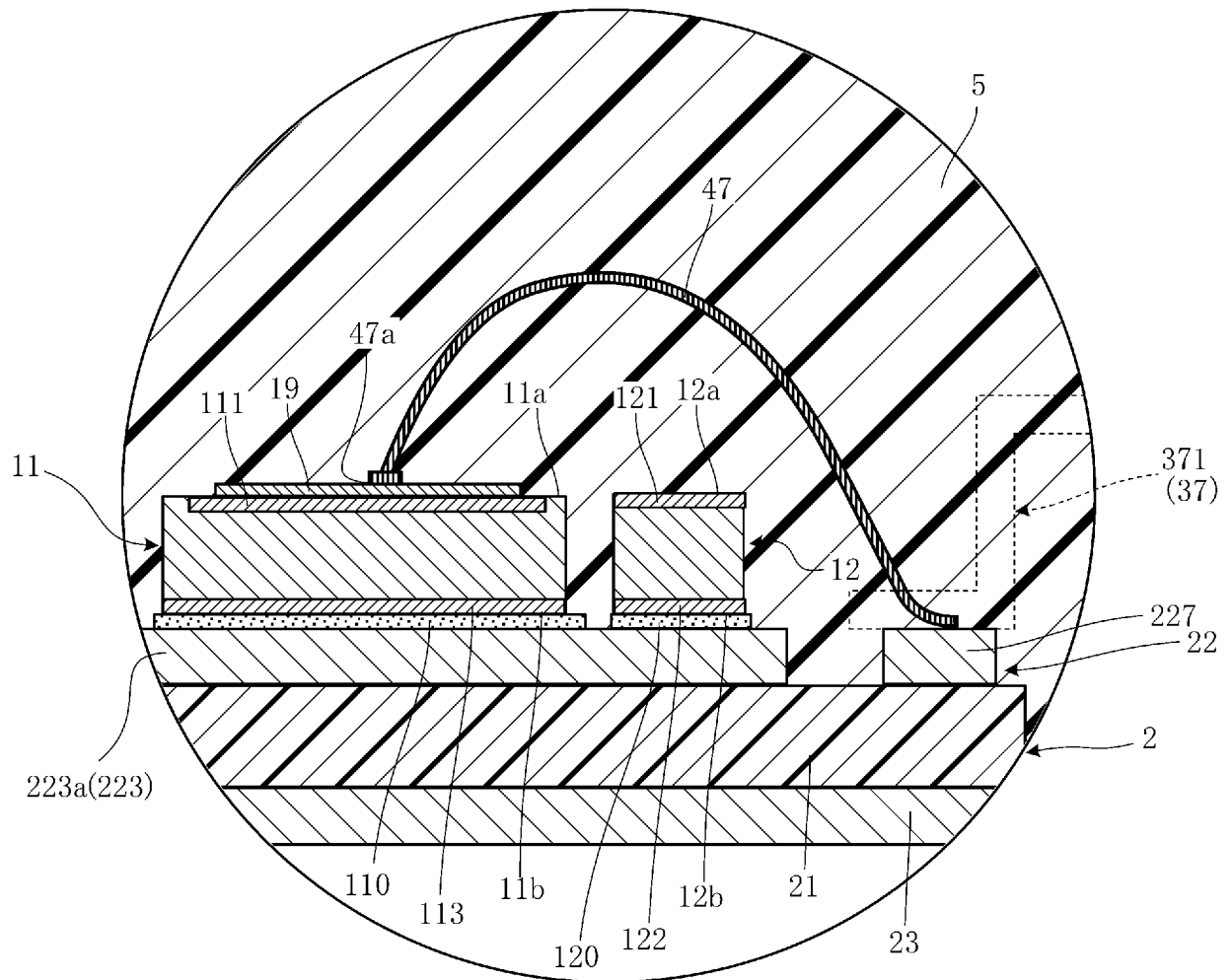
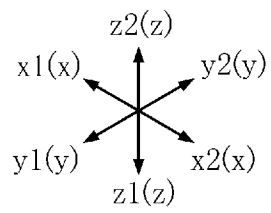
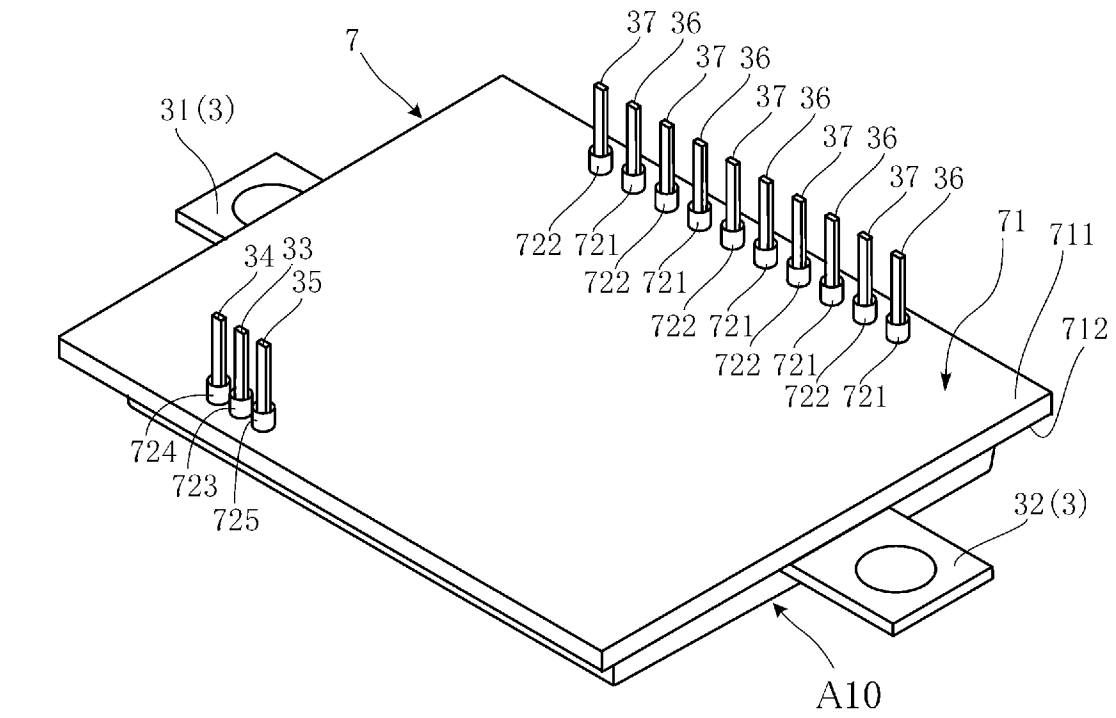


FIG. 5

[図6]  
FIG.6



[図7]  
FIG. 7

[図8]

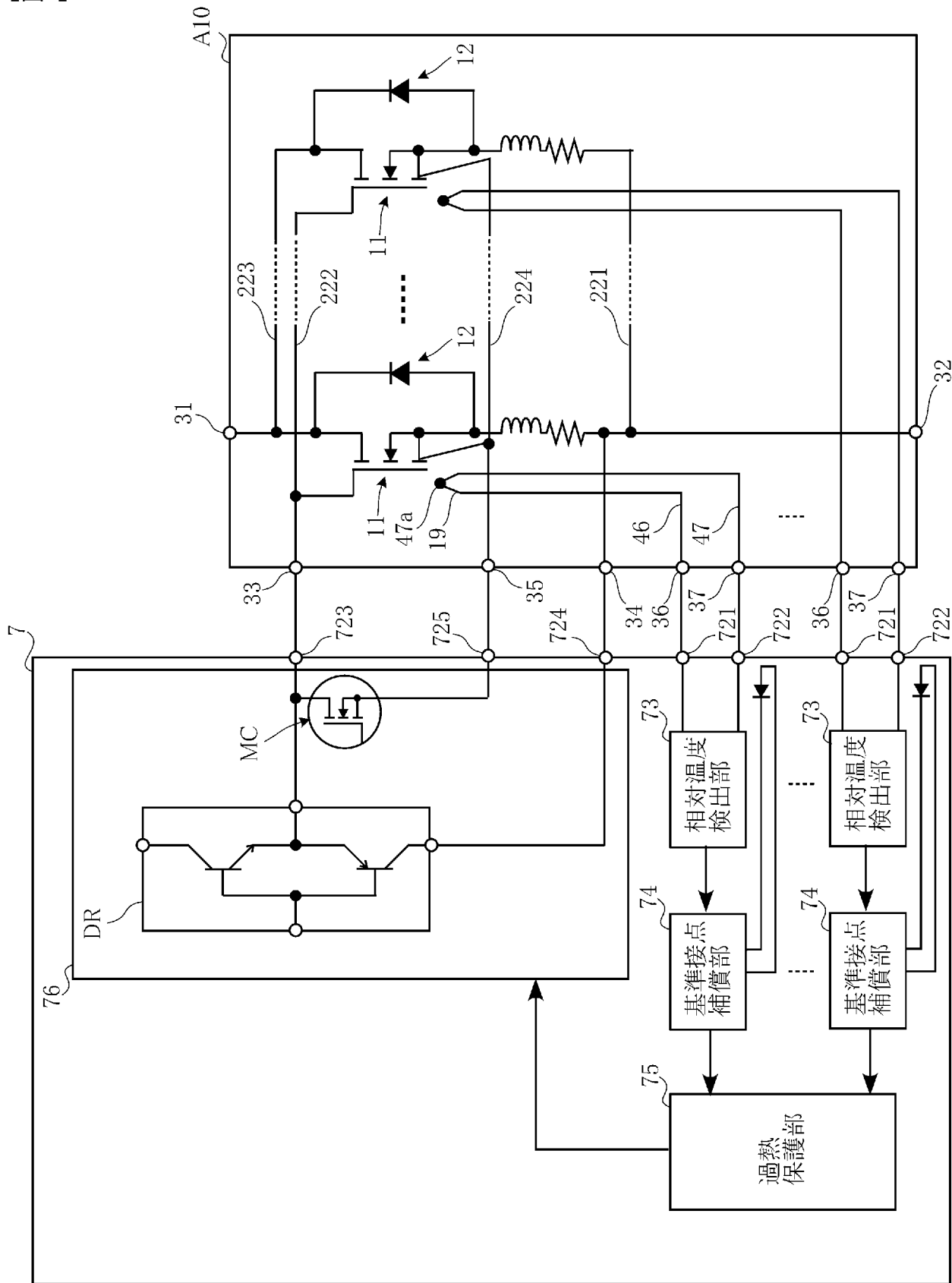
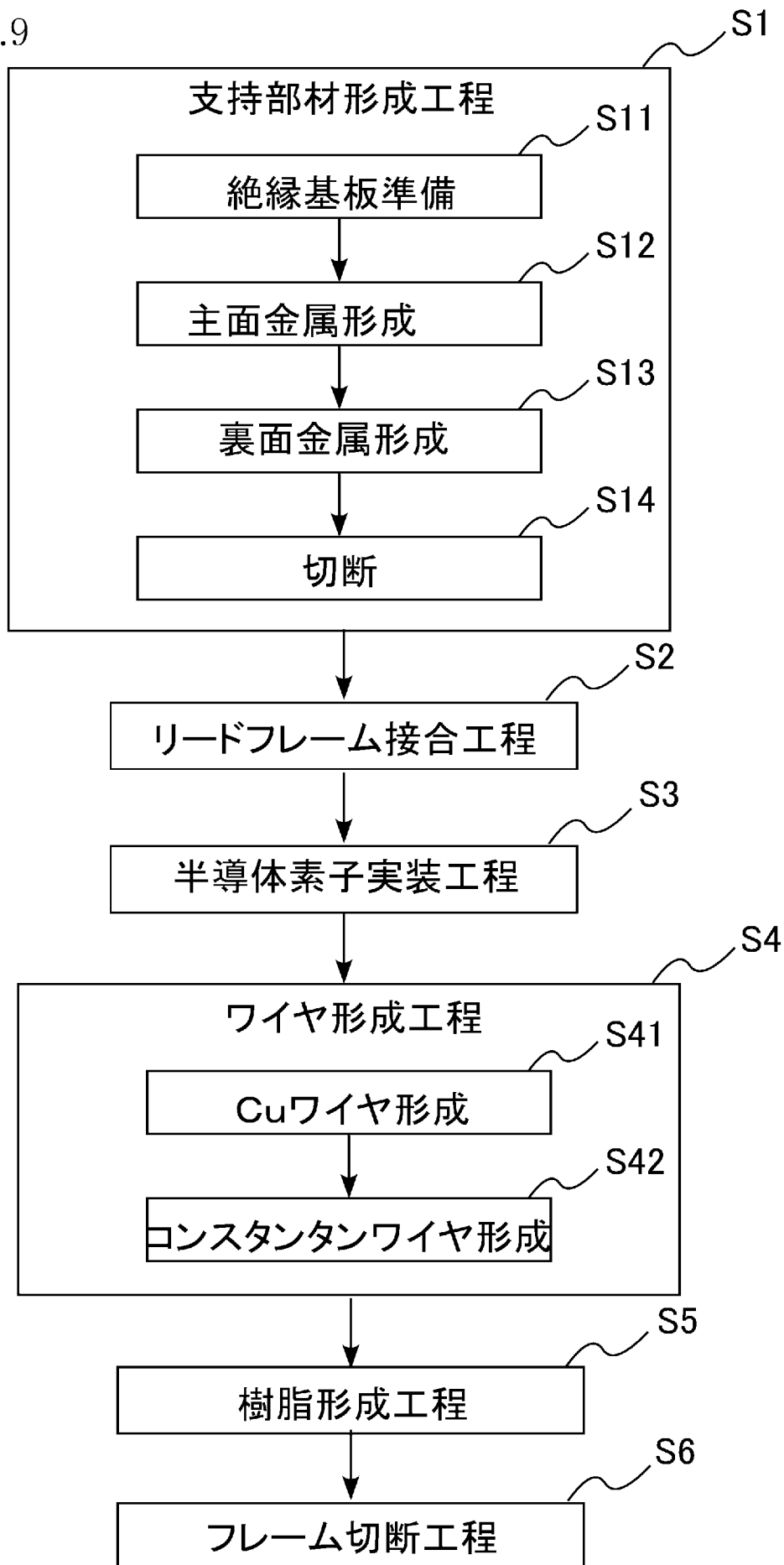
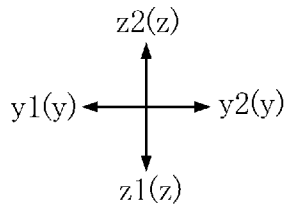
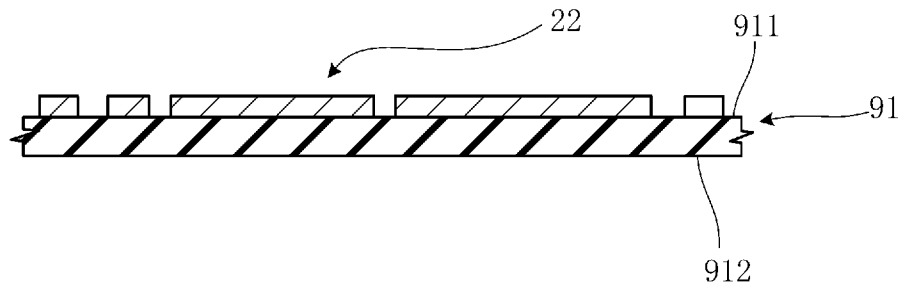


FIG.8

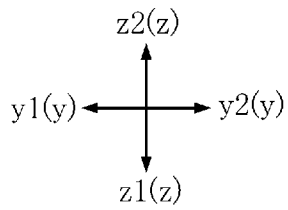
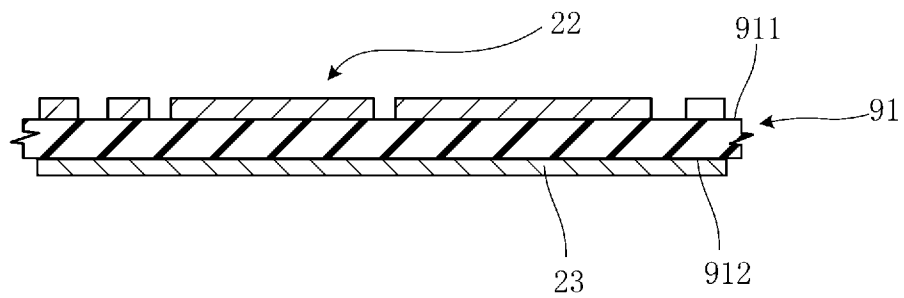
[図9]  
FIG.9



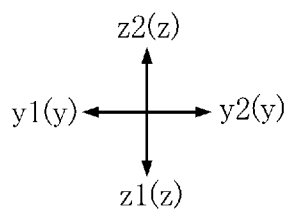
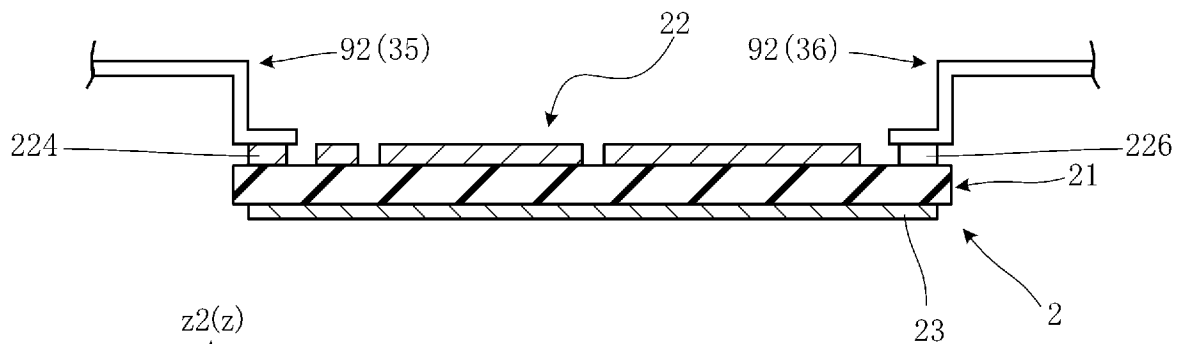
[10]  
FIG.10




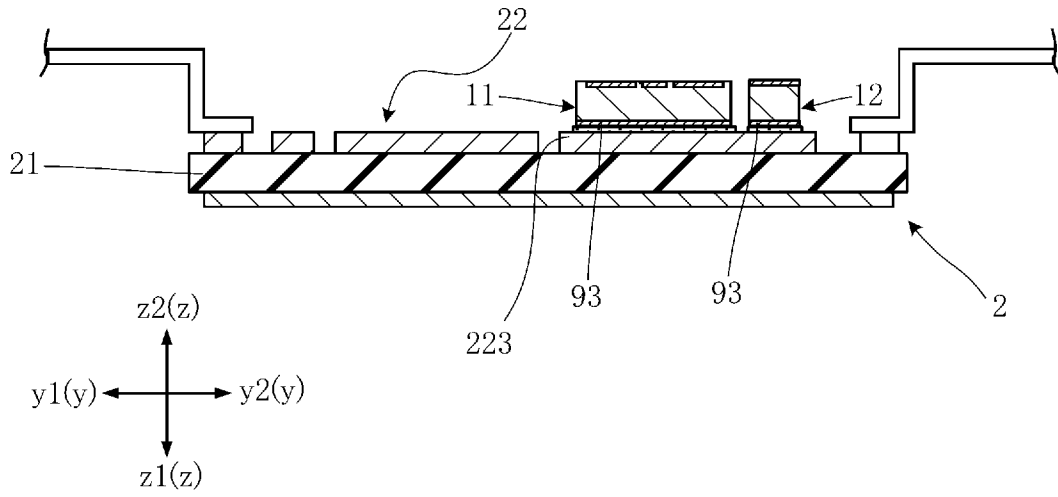
[11]  
FIG.11




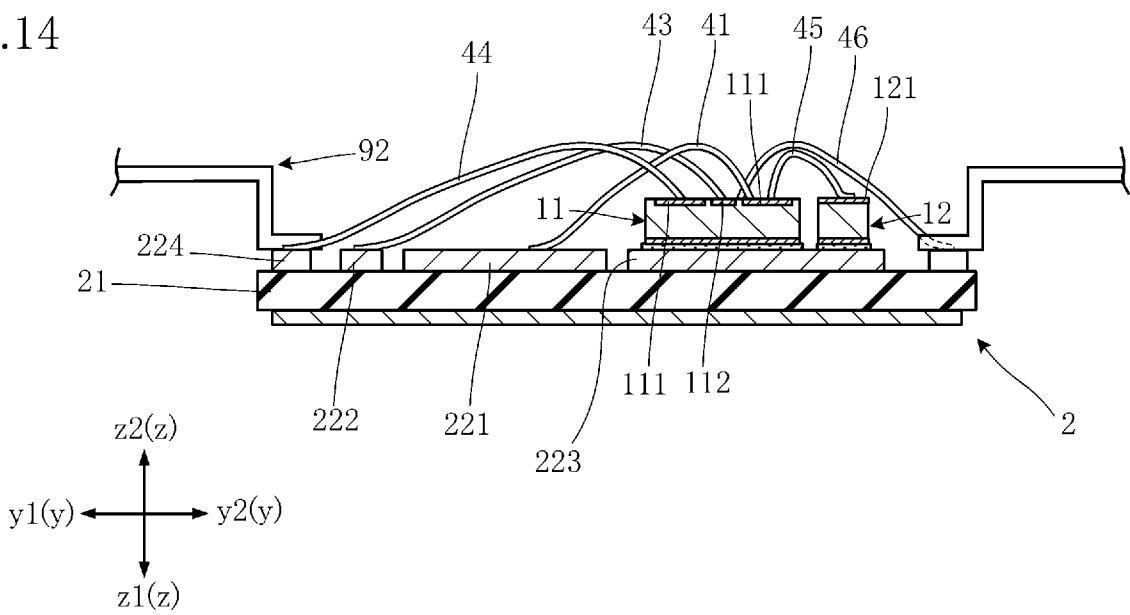
[12]  
FIG.12



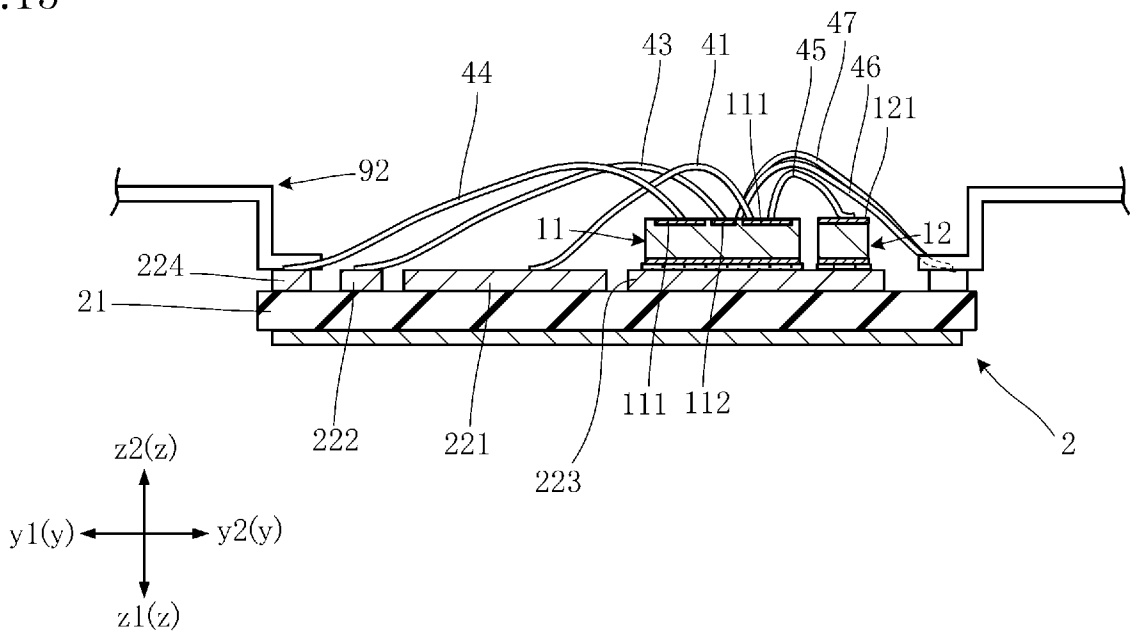
[] FIG. 13



[] FIG. 14

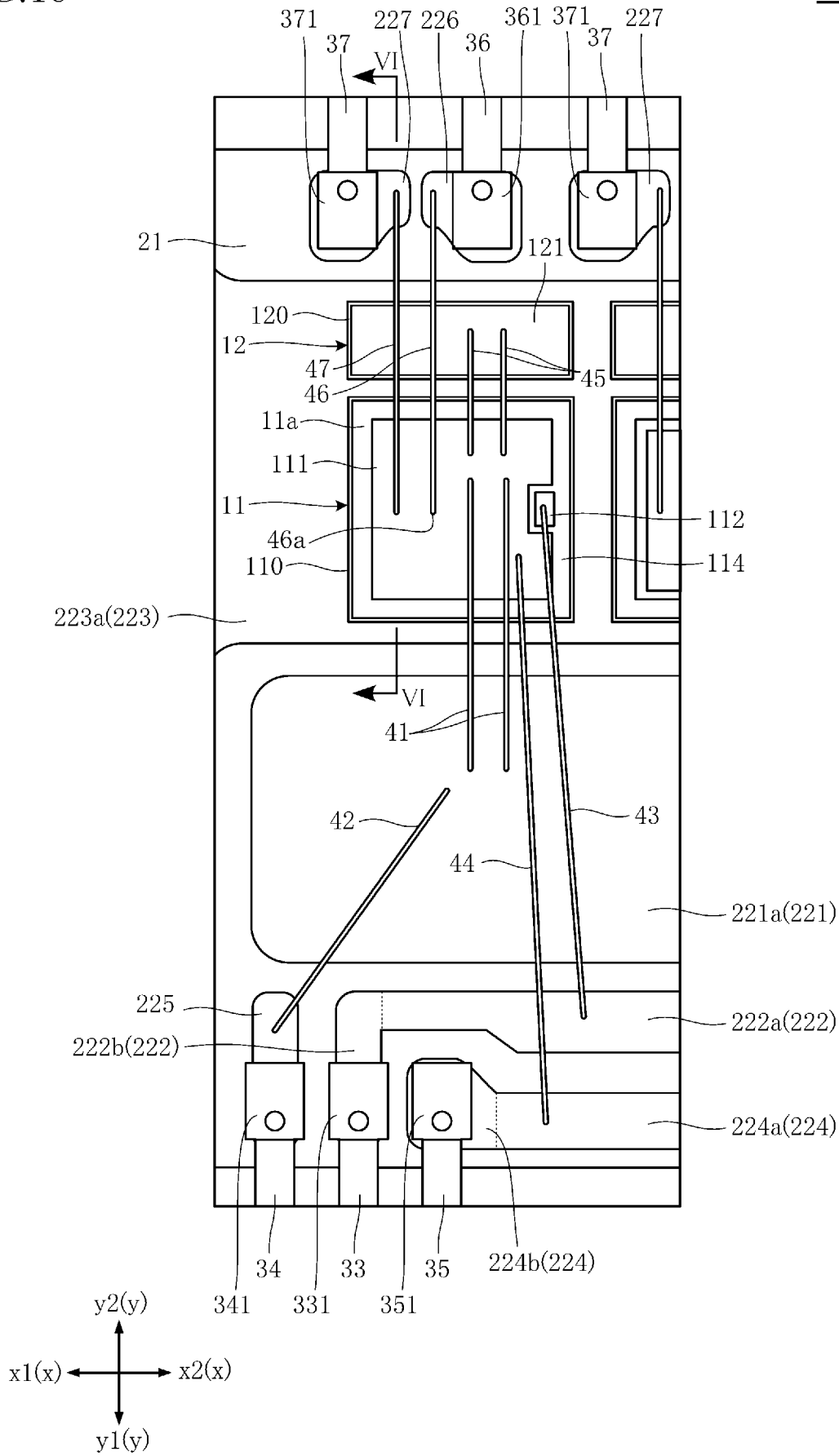


[] FIG. 15



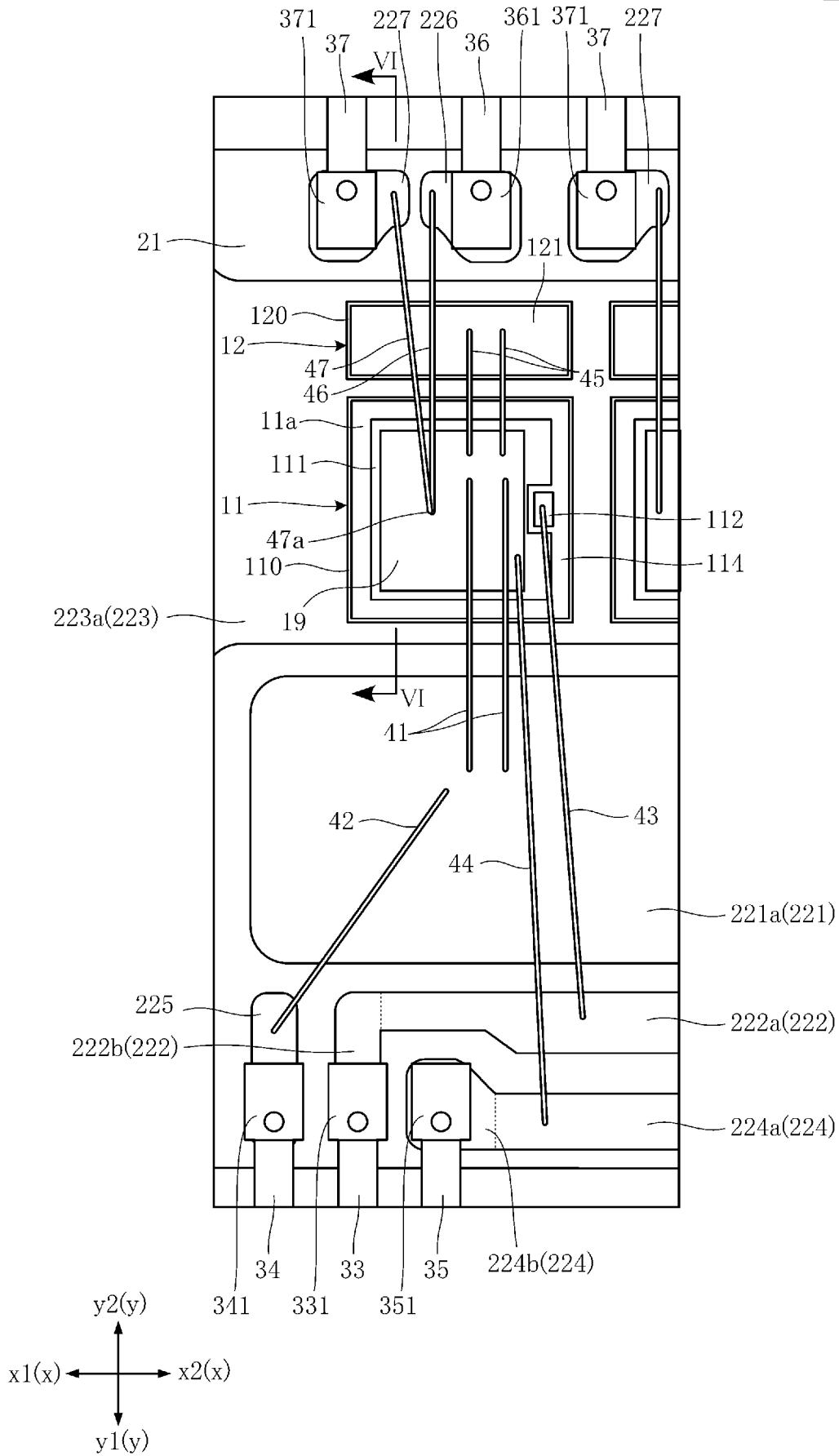
[]16]  
FIG.16

A11



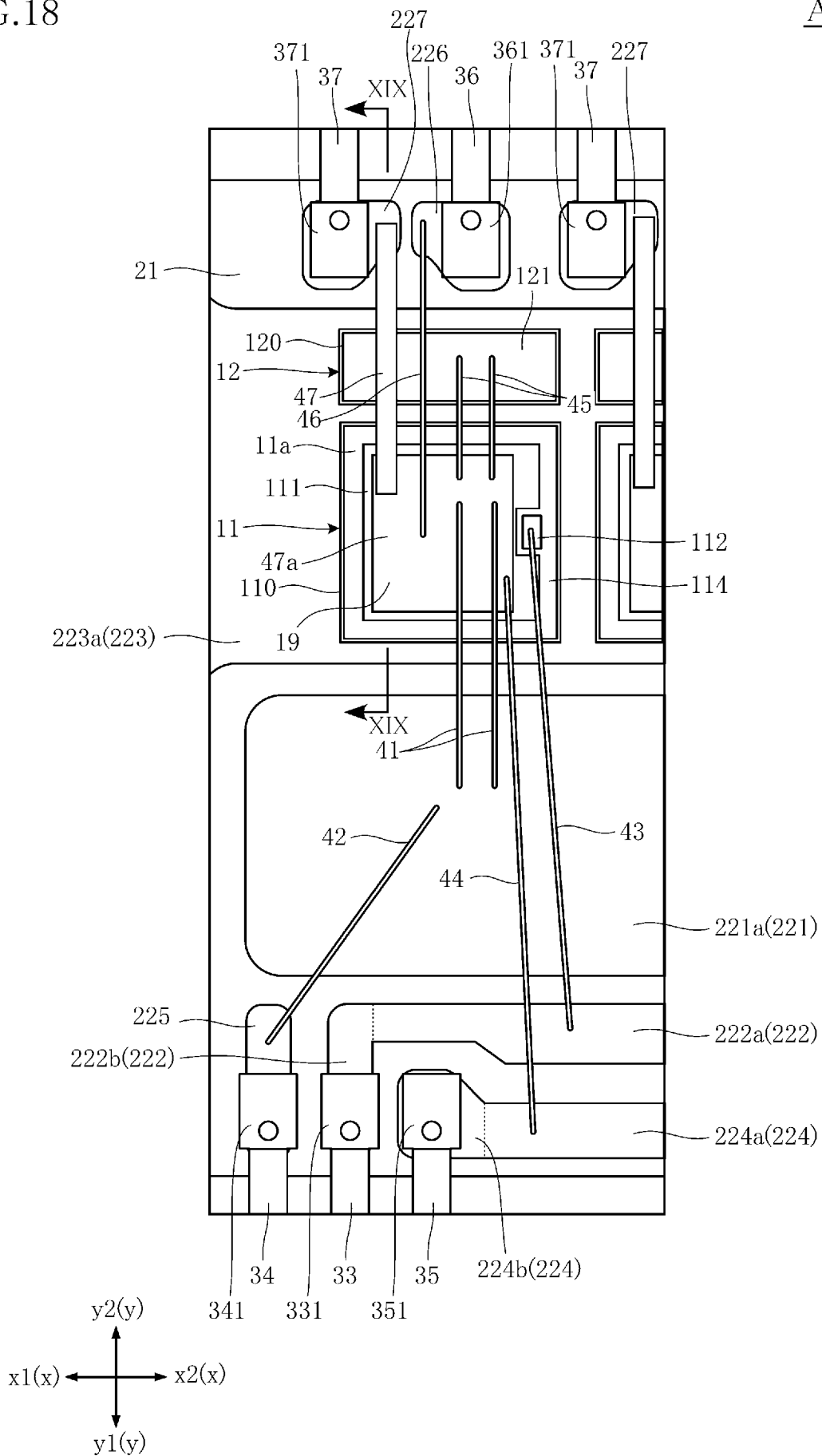
[]17]  
FIG.17

A12



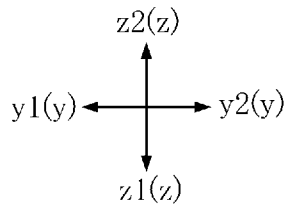
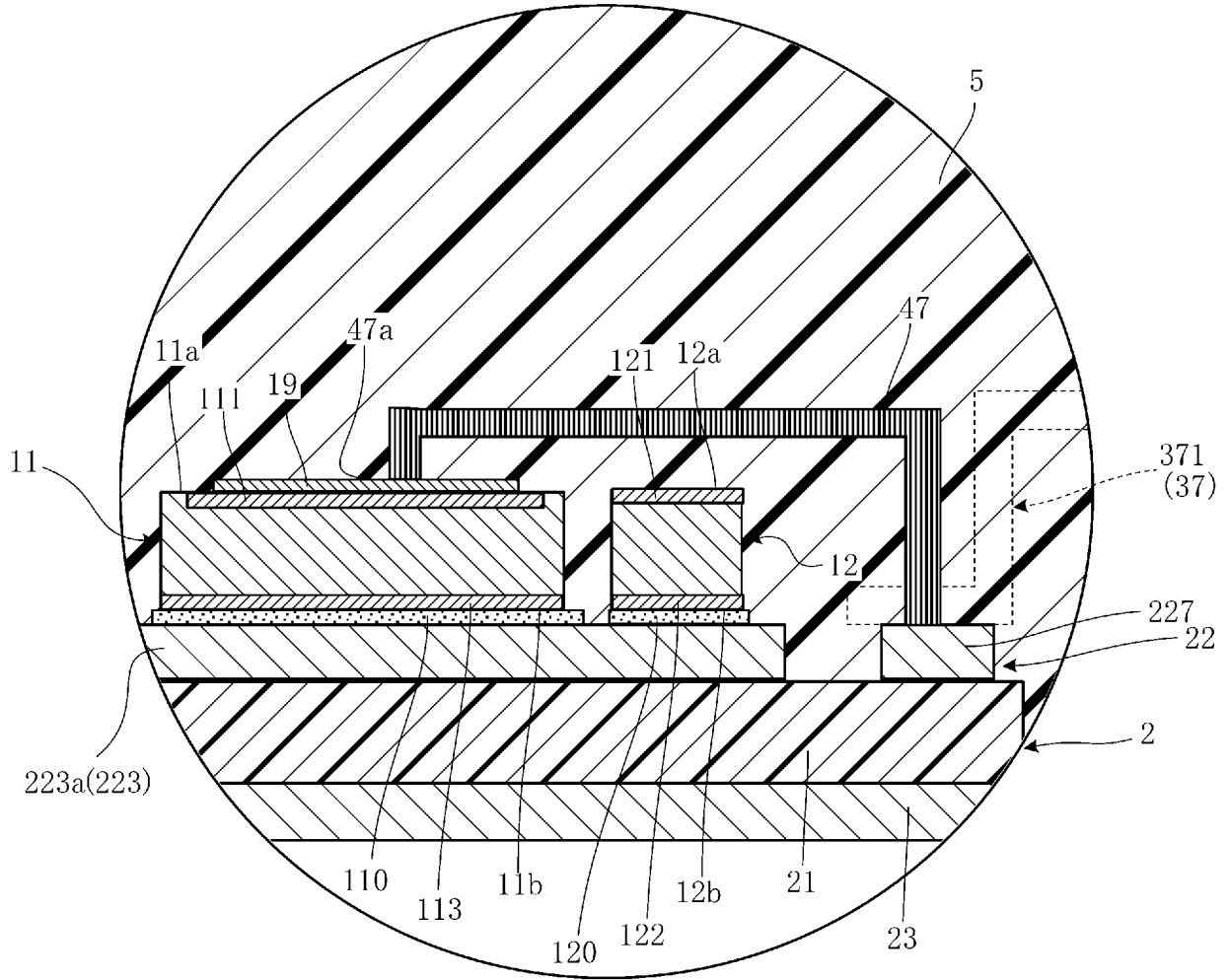
[] FIG.18

A13



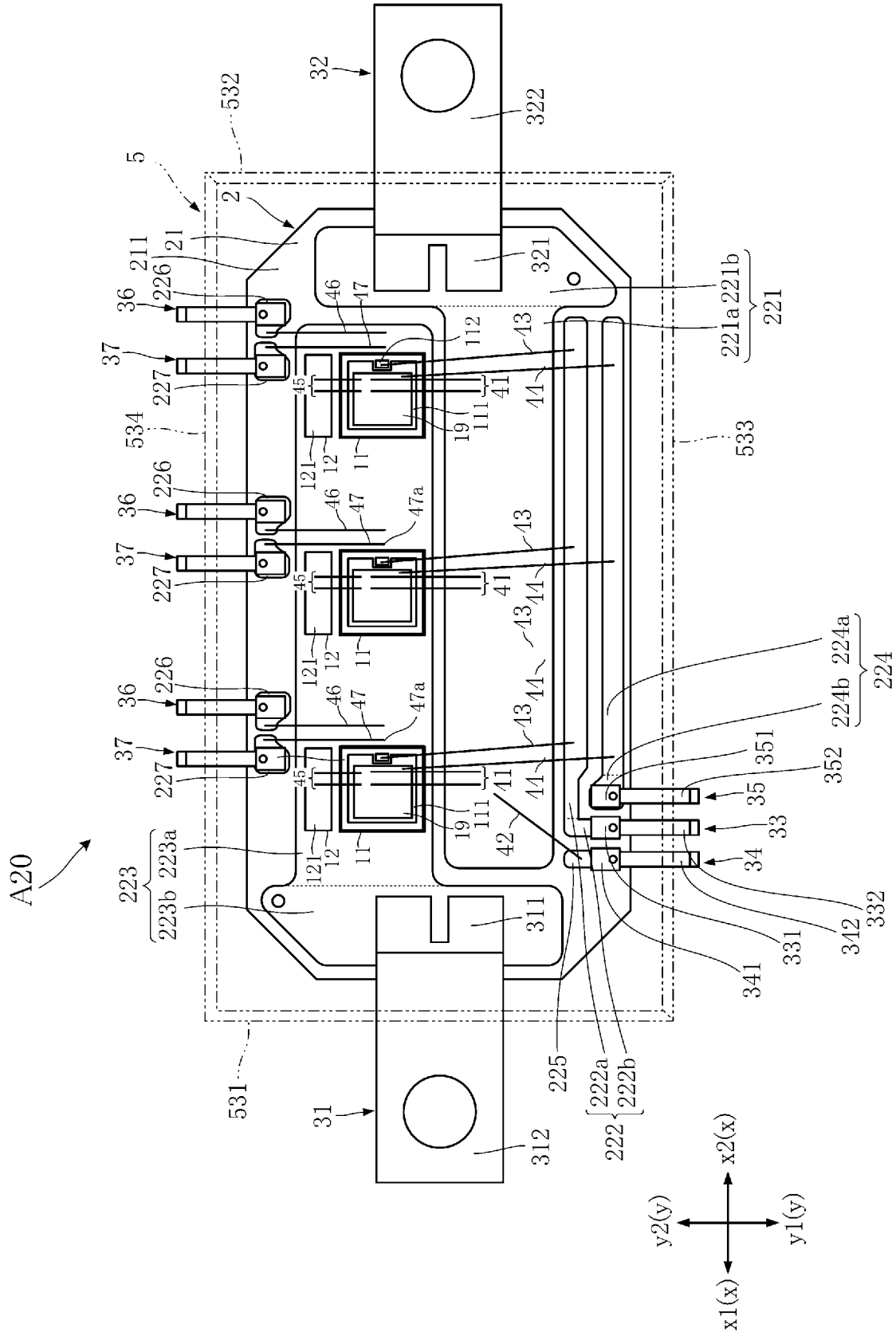
[]19]  
FIG.19

A13



[FIG. 20]

FIG. 20



[FIG.21]

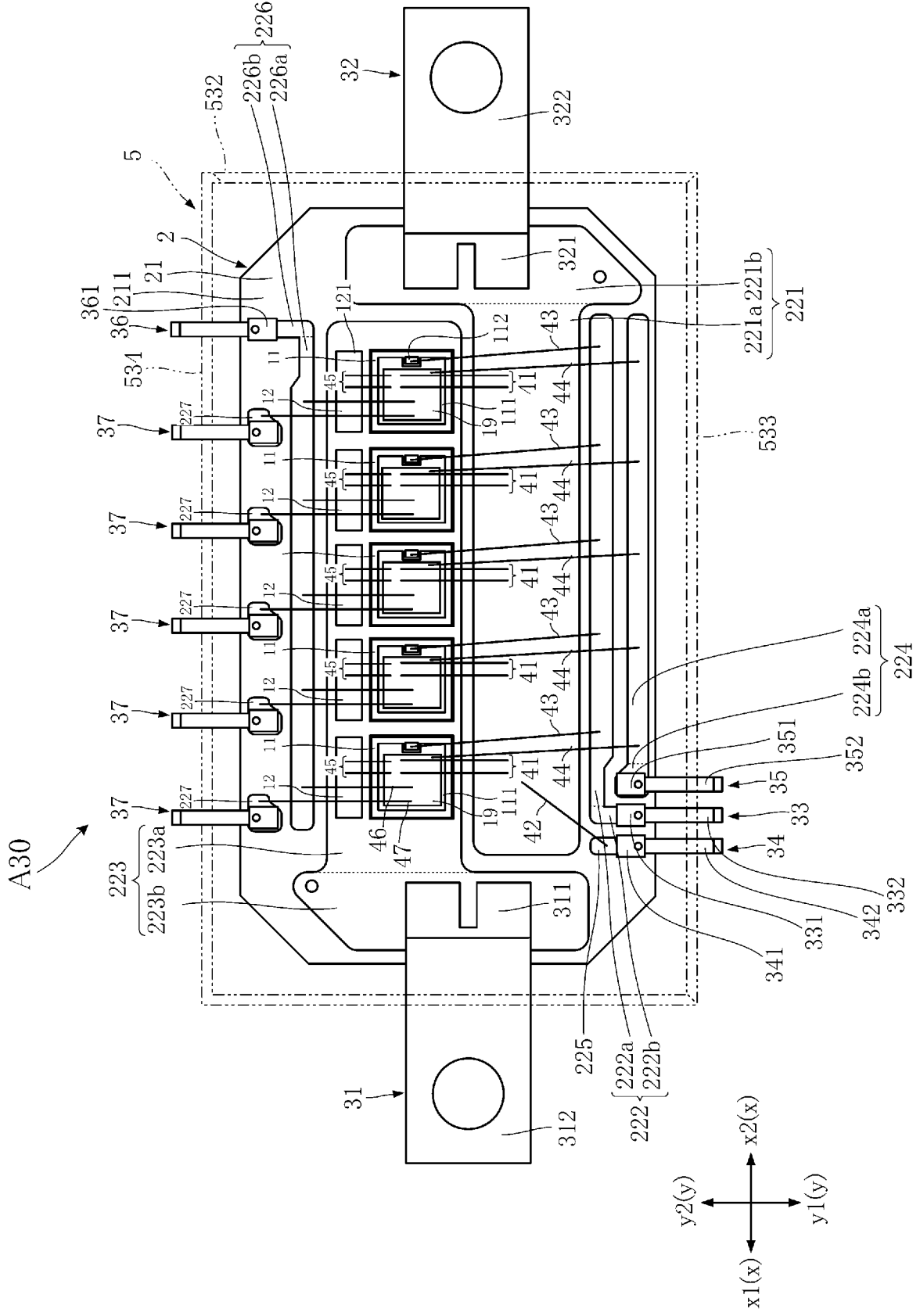


FIG.21

[図22]

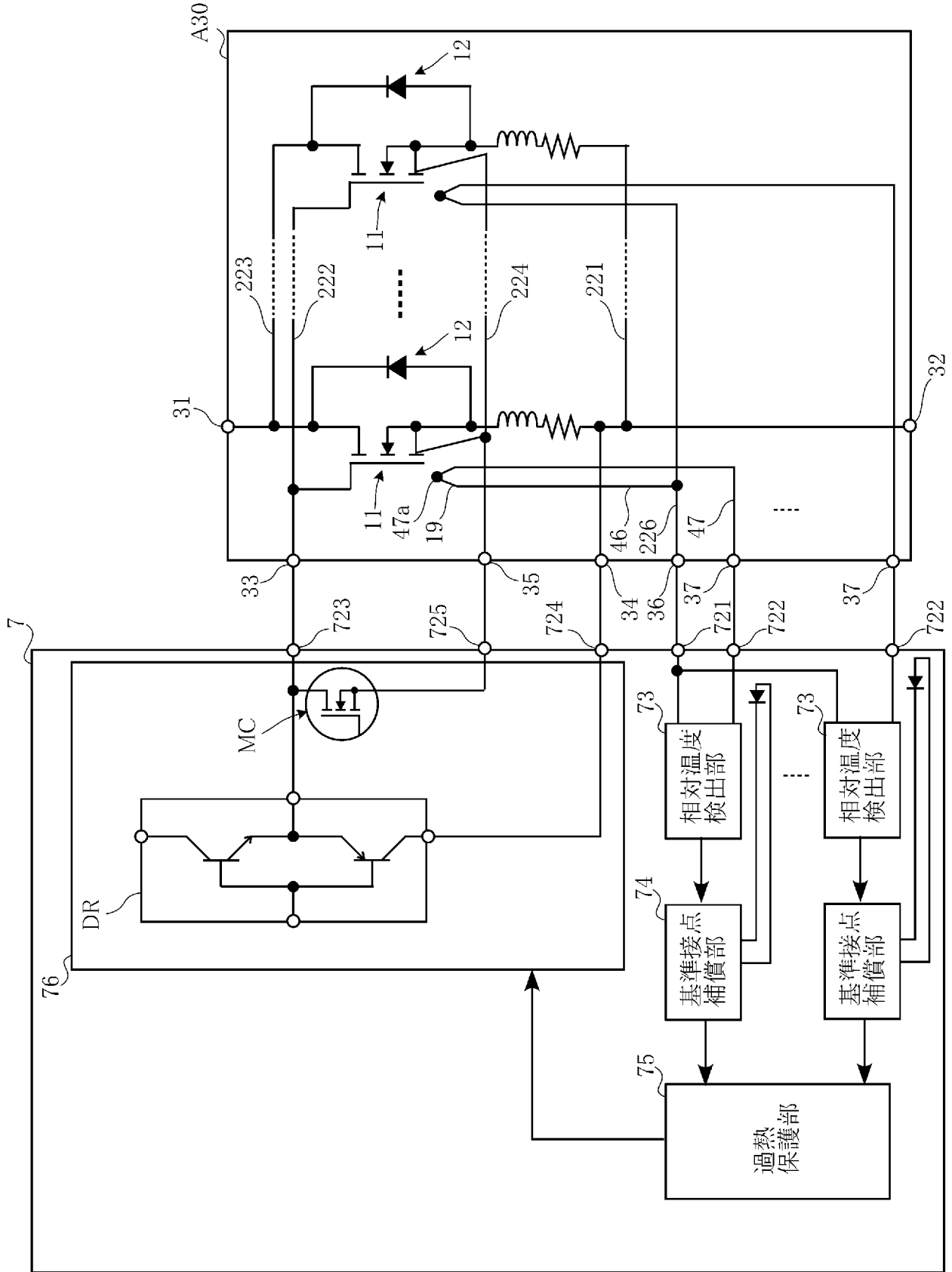

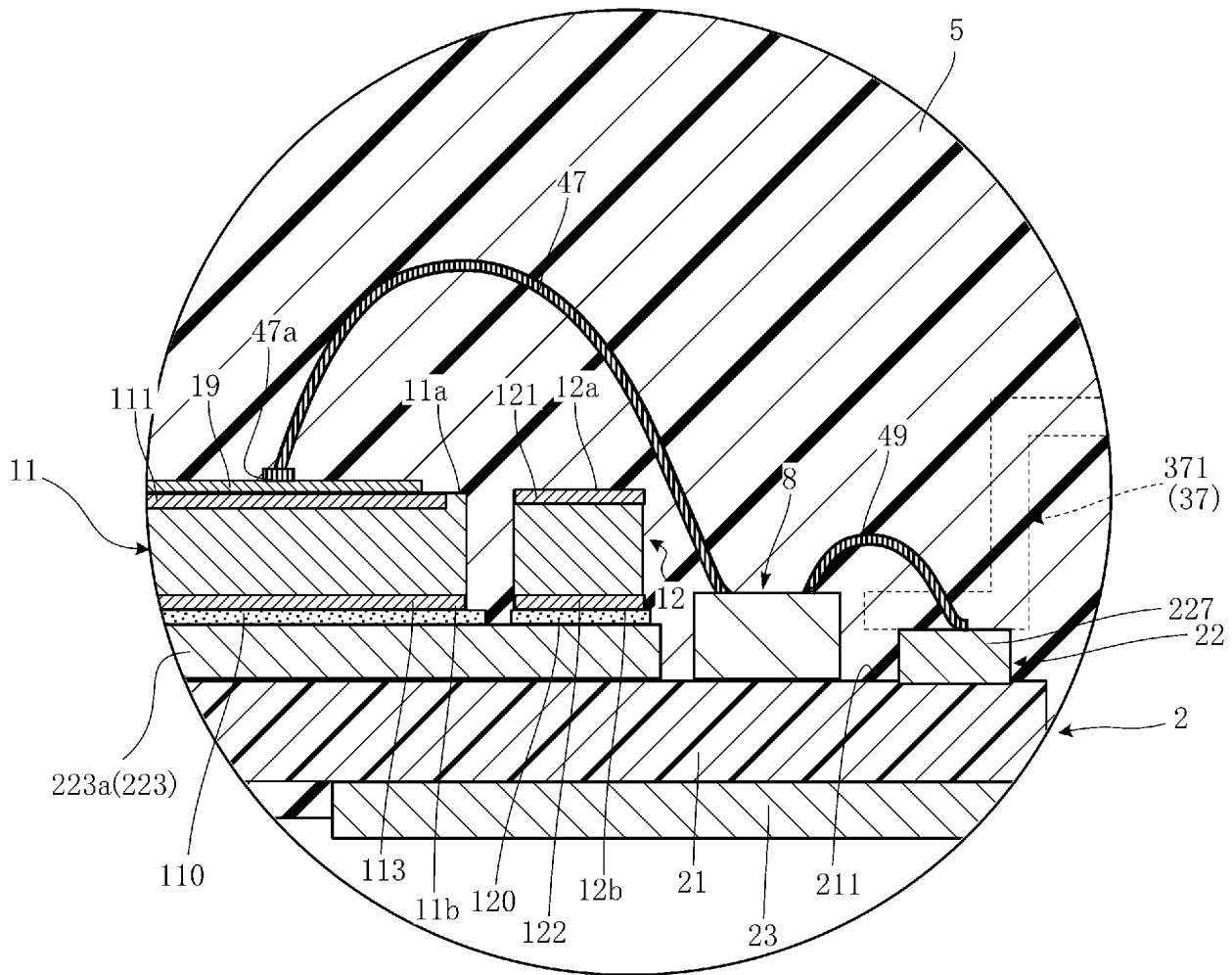


FIG.22



[]24]  
FIG.24

A40



[25]

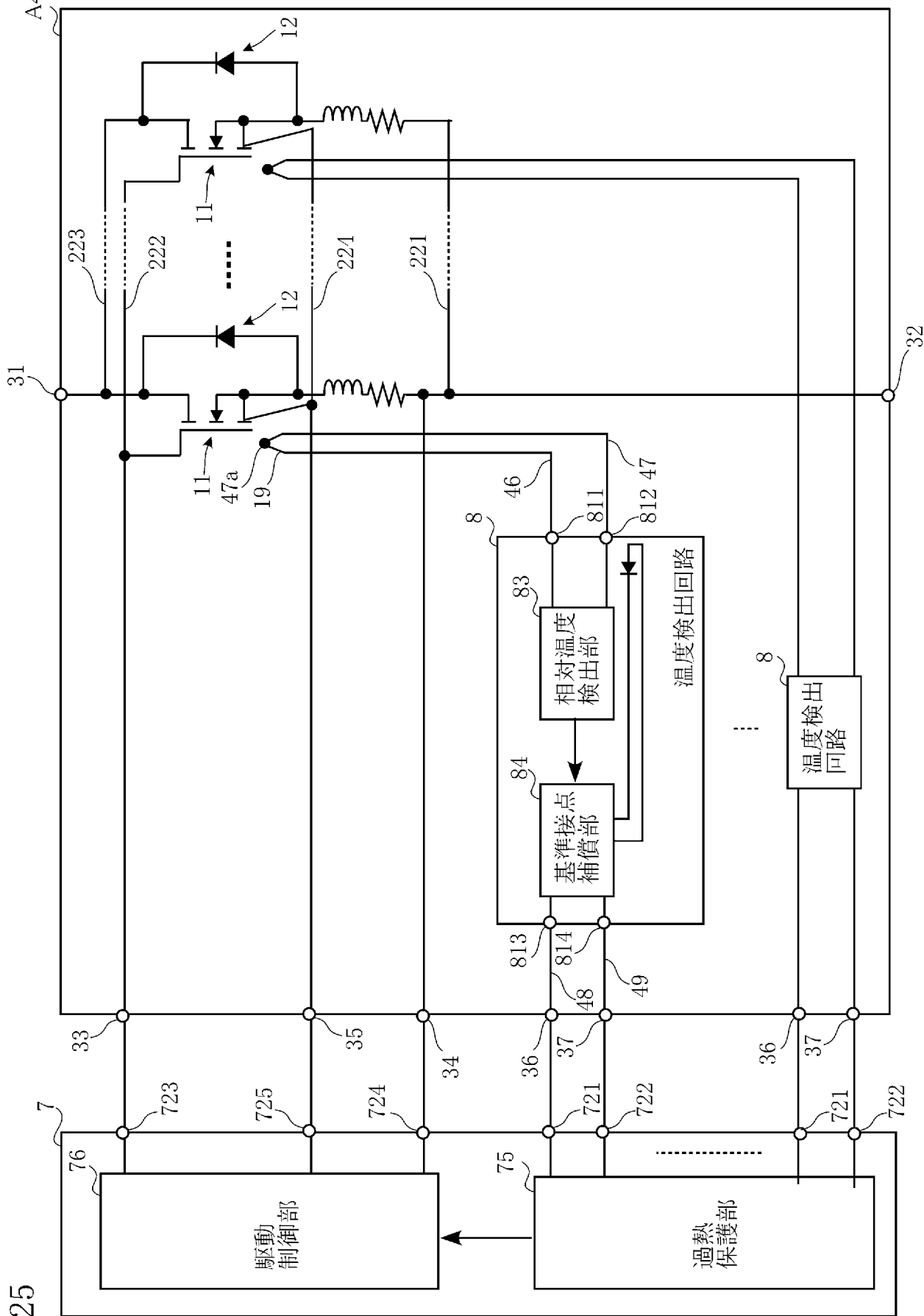
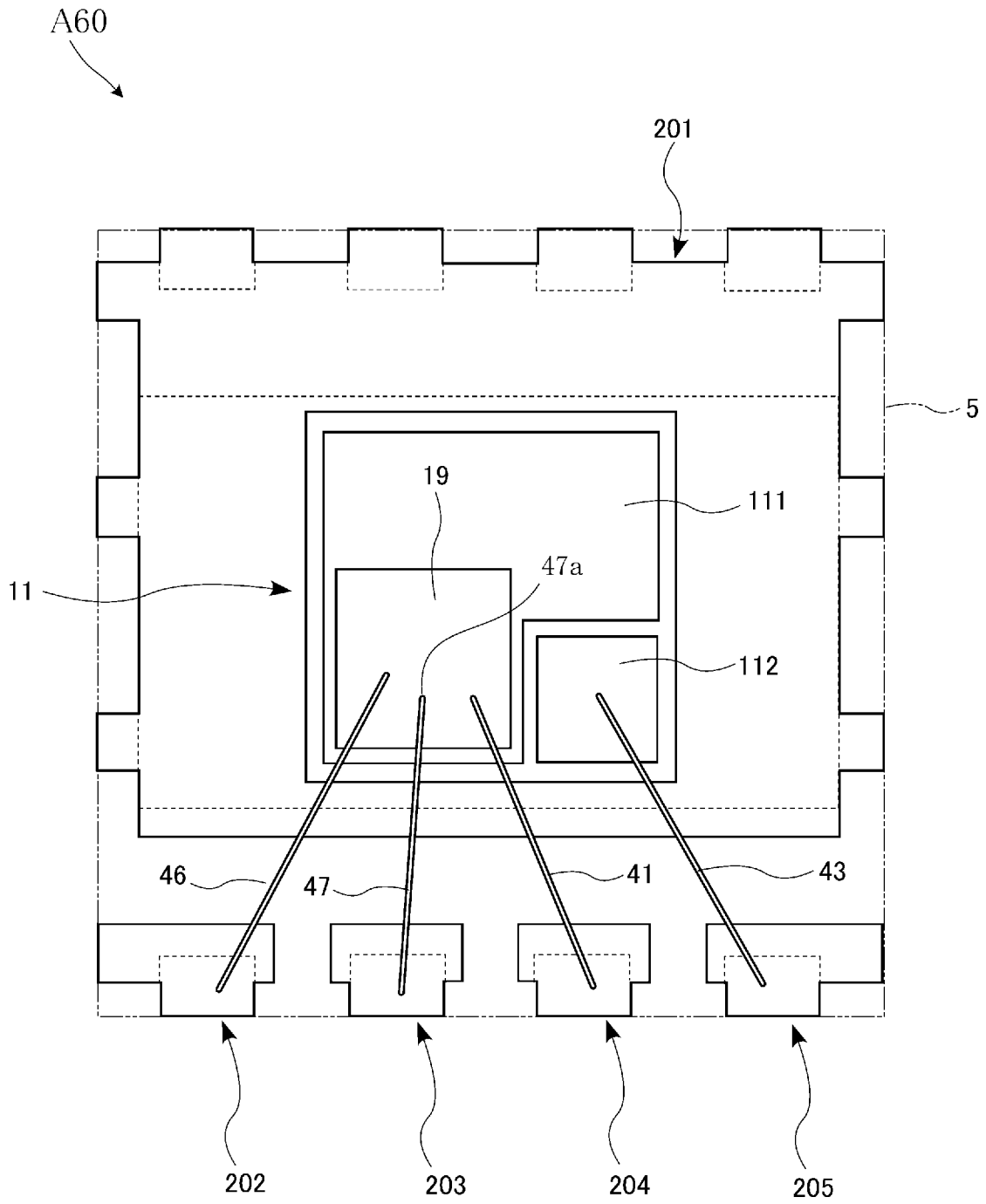
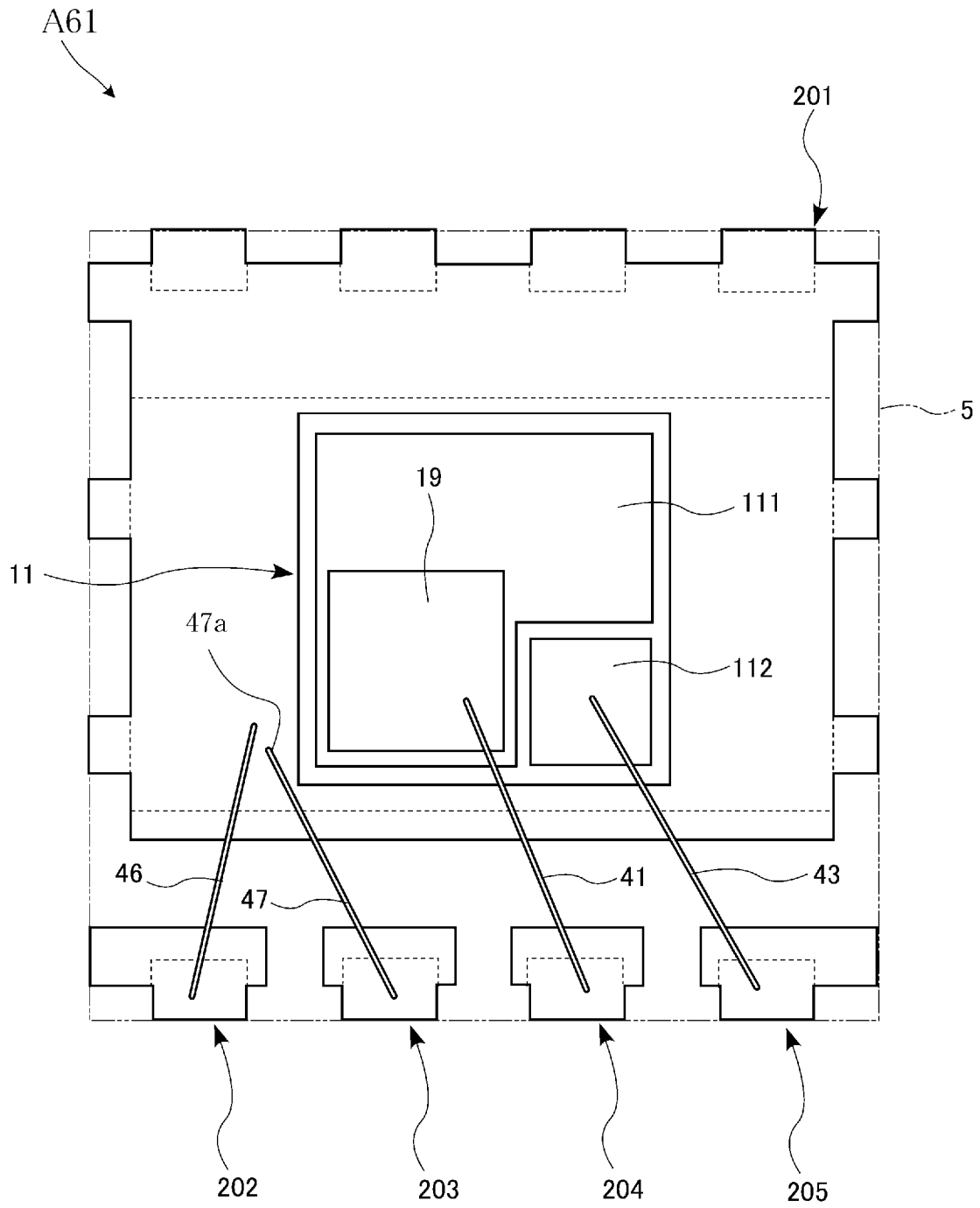


FIG.25



[図27]  
FIG.27

[図28]  
FIG.28

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/032206

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01L 23/58</i> (2006.01)i; <i>H10N 10/10</i> (2023.01)i; <i>H01L 21/60</i> (2006.01)i; <i>H01L 25/00</i> (2006.01)i; <i>H01L 25/07</i> (2006.01)i; <i>H01L 25/18</i> (2023.01)i FI: H01L25/04 C; H01L21/60 301A; H01L25/00 B; H01L23/56 D; H01L35/28 Z		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L23/58; H01L25/00; H01L25/07; H01L25/18; H01L21/60; H01L35/28		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-293986 A (DENSO CORP) 17 December 2009 (2009-12-17) paragraphs [0007]-[0019], fig. 1, 4	1, 2, 4, 6-9, 14, 15
Y		11-13
A		3, 5, 10
Y	WO 2014/103036 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 03 July 2014 (2014-07-03) paragraphs [0011]-[0027], fig. 1	11-13
A		3, 5, 10
A	JP 10-321744 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 04 December 1998 (1998-12-04) entire text, all drawings	3, 5, 10
A	WO 2001/090710 A1 (RAZALI, Kamel Fauzi) 29 November 2001 (2001-11-29) entire text, all drawings	3, 5, 10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>02 November 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>15 November 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2022/032206</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2009-293986 A	17 December 2009	(Family: none)	
WO 2014/103036 A1	03 July 2014	US 2015/0333757 A1 paragraphs [0017]-[0033], fig. 1 CN 104885218 A	
JP 10-321744 A	04 December 1998	(Family: none)	
WO 2001/090710 A1	29 November 2001	AU 4638500 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/58(2006.01)i; H10N 10/10(2023.01)i; H01L 21/60(2006.01)i; H01L 25/00(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2023.01)i FI: H01L25/04 C; H01L21/60 301A; H01L25/00 B; H01L23/56 D; H01L35/28 Z		
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）） H01L23/58; H01L25/00; H01L25/07; H01L25/18; H01L21/60; H01L35/28 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 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2009-293986 A (株式会社デンソー) 17.12.2009 (2009 - 12 - 17) 段落0007-0019、図1,4	1, 2, 4, 6-9, 14, 15 11-13 3, 5, 10
Y A	WO 2014/103036 A1 (三菱電機株式会社) 03.07.2014 (2014 - 07 - 03) 段落0011-0027、図1	11-13 3, 5, 10
A	JP 10-321744 A (住友電気工業株式会社) 04.12.1998 (1998 - 12 - 04) 全文、全図	3, 5, 10
A	WO 2001/090710 A1 (RAZALI, Kamel, Fauzi) 29.11.2001 (2001 - 11 - 29) 全文、全図	3, 5, 10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	国際調査報告の発送日	
02.11.2022	15.11.2022	
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）  井上 和俊 5F 3455  電話番号 03-3581-1101 内線 3516	

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/JP2022/032206

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2009-293986 A	17.12.2009	(ファミリーなし)	
WO 2014/103036 A1	03.07.2014	US 2015/0333757 A1 paragraphs0017-0033, FIG.1 CN 104885218 A	
JP 10-321744 A	04.12.1998	(ファミリーなし)	
WO 2001/090710 A1	29.11.2001	AU 4638500 A	