

(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
2020年12月24日(24.12.2020)



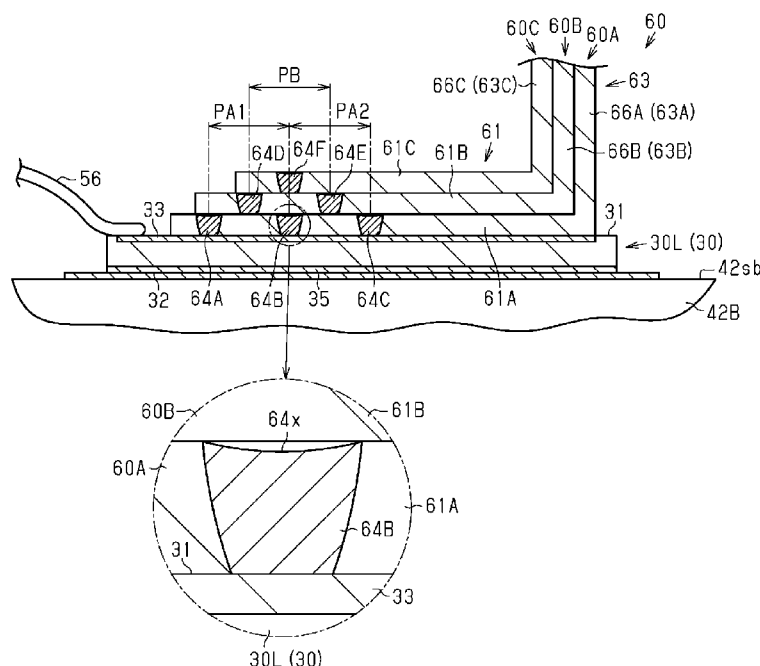
(10) 国際公開番号

WO 2020/255663 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/48 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01) *H01L 21/60* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/021069
- (22) 国際出願日: 2020年5月28日(28.05.2020)
- (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 2019-114357 2019年6月20日(20.06.2019) 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2-1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 富士 和則 (**FUJI Kazunori**); 〒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).
- (74) 代理人: 恩田 誠, 外 (**ONDA Makoto et al.**);
〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目
1-2番地1 Gifu (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR DEVICE AND PRODUCTION METHOD FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置及び半導体装置の製造方法



(57) **Abstract:** A semiconductor device that comprises a semiconductor element (30), an input lead, and a plurality of first drive leads (60) that connect the input lead and a source electrode of the semiconductor element (30) and are formed from thin metal plates that are belt-shaped as seen from the thickness direction (Z). The first drive leads (60) have at least a metal plate (60A) that is connected to the semiconductor element (30) and a metal plate (60B) that is layered on metal plate (60A). Metal plate (60A) has a first connection part (61A) that is connected to the semiconductor element (30), and

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, 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))

metal plate (60B) has a first connection part (61B) that is connected to first connection part (61A). The first connection parts (61A, 61B) are layered in the thickness direction (Z).

(57) 要約: 半導体装置は、半導体素子 (30) と、入力リードと、半導体素子 (30) のソース電極と入力リードとを接続し、厚さ方向 (Z) からみて帯状となる金属製の薄板によって形成された複数の第1駆動用リード (60) と、を備える。第1駆動用リード (60) は、半導体素子 (30) に接続された金属板 (60A)、及び金属板 (60A) に積層された金属板 (60B) を少なくとも有する。金属板 (60A) は、半導体素子 (30) に接続された第1接続部 (61A) を有し、金属板 (60B) は、第1接続部 (61A) に接続された第1接続部 (61B) を有する。第1接続部 (61A, 61B) は、厚さ方向 (Z) において積層されている。

明 細 書

発明の名称：半導体装置及び半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置及び半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、半導体素子の駆動電極と、半導体素子の外部に配置された導電体としての導電部材とを線状のワイヤによって接続されている半導体装置が知られている。半導体装置に大電流を供給するため、ワイヤに代えて帯状のクリップによって駆動電極と導電部材とを接続する構成が提案されている（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-87741号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、クリップによって駆動電極と導電部材とを接続する構成であっても、駆動電極とクリップとの接触面積が小さい場合、又はクリップ自体が薄く、幅寸法が小さい場合には、半導体装置に大電流を供給することが困難となる。

[0005] 本開示の目的は、許容電流量を増加できる半導体装置及び半導体装置の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決する半導体装置は、半導体素子と、駆動用導電体と、複数の駆動用接続部材と、を含む。前記半導体素子は、駆動電極が形成された素子主面を有する。前記駆動用導電体は、前記素子主面と同じ方向を向く駆動用接続表面を有する。前記複数の駆動用接続部材は、前記駆動電極と前記駆動用導電体とを接続し、前記半導体素子の前記素子主面に対して垂直な方向

である第1方向からみて帯状となる薄板によって形成されている。前記複数の駆動用接続部材は、前記半導体素子に接続された第1接続部材、及び前記第1接続部材に接続された第2接続部材を少なくとも有する。前記第1接続部材は、前記駆動電極に接続された第1素子側接続部を有する。前記第2接続部材は、前記第1素子側接続部に接続された第2素子側接続部を有する。前記第1素子側接続部及び前記第2素子側接続部は、前記第1方向において積層されている。

[0007] この構成によれば、第1素子側接続部と第2素子側接続部との積層構造によって、第1方向と第1方向に直交する方向とに沿う平面で駆動用接続部材を切った場合の断面積が大きくなる。したがって、半導体素子から駆動用接続部材に流すことが可能な電流の上限値である許容電流量を増加できる。

[0008] 上記課題を解決する半導体装置の製造方法は、駆動電極が形成された素子主面を有する半導体素子と、前記素子主面と同じ方向を向く駆動用接続表面を有する駆動用導電体と、前記駆動電極と前記駆動用導電体とを接続し、前記半導体素子の前記素子主面に対して垂直な方向である第1方向からみて帯状となる薄板によって形成された複数の駆動用接続部材と、を備える半導体装置の製造方法であって、前記複数の駆動用接続部材として、前記半導体素子に接続する第1接続部材、及び前記第1接続部材に接続する第2接続部材を少なくとも準備する接続部材準備工程と、前記第1接続部材の第1素子側接続部をレーザ加工によって前記駆動電極に接続する駆動電極接続工程と、前記第2接続部材の第2素子側接続部を、前記第1方向において前記第1素子側接続部に積層した状態でレーザ加工によって前記第1素子側接続部に接続する第1積層接続工程と、を備える。

[0009] この構成によれば、第1素子側接続部と第2素子側接続部との積層構造によって、第1方向と第1方向に直交する方向とに沿う平面で駆動用接続部材を切った場合の断面積が大きくなる。したがって、半導体素子から駆動用接続部材に流すことが可能な電流の上限値である許容電流量を増加できる。

[0010] 加えて、レーザ加工によって第1素子側接続部を駆動電極に接合するため

、例えば超音波溶接によって第1素子側接続部を駆動電極に接合する場合と比較して、第1素子側接続部を駆動電極に接合する場合に駆動電極に加えられる負荷が小さくなる。また、例えば超音波溶接によって第1素子側接続部を駆動電極に接合する場合と比較して、第1素子側接続部と駆動電極との接触面積が大きくなる。したがって、半導体素子から駆動用接続部材への許容電流量を増加できる。

発明の効果

[0011] 上記半導体装置及び半導体装置の製造方法によれば、許容電流量を増加できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1実施形態の半導体装置の斜視図。

[図2]図1の半導体装置から封止樹脂を除いた状態の半導体装置の斜視図。

[図3]図1の半導体装置の平面図。

[図4]図3の半導体装置について、封止樹脂を二点鎖線で示した半導体装置の平面図。

[図5]図4の半導体素子及びその周辺の拡大図。

[図6]図1の半導体装置の側面図。

[図7]図1の半導体装置の底面図。

[図8]図1の半導体装置について、図6とは異なる方向からみた側面図。

[図9]図1の半導体装置について、図6及び図8とは異なる方向からみた側面図。

[図10] (a)は図4の10-10線に沿った断面図、(b)は半導体素子の拡大図。

[図11] (a)は図4の11-11線に沿った断面図、(b)は半導体素子の拡大図。

[図12]図1の半導体装置について、第1駆動用リードの斜視図。

[図13]図12の第1駆動用リードの分解斜視図。

[図14]第1駆動用リードと半導体素子との接合構造を示す平面図。

[図15]図14の15-15線に沿った断面図。

[図16]第1駆動用リードと入力リードとの接合構造を示す平面図。

[図17]図16の17-17線に沿った断面図。

[図18]図1の半導体装置について、第2駆動用リードの斜視図。

[図19]図18の第2駆動用リードの分解斜視図。

[図20]第2駆動用リードと半導体素子との接合構造を示す平面図。

[図21]図20の21-21線に沿った断面図。

[図22]第2駆動用リードと導電部材との接合構造を示す平面図。

[図23]図22の23-23線に沿った断面図。

[図24]第1実施形態の半導体装置の製造方法のフローチャート。

[図25]半導体装置の製造方法における第3接合工程の一例を示す説明図。

[図26]半導体装置の製造方法における第3接合工程の一例を示す説明図。

[図27]半導体装置の製造方法における第3接合工程の一例を示す説明図。

[図28]第1比較例の半導体装置について、半導体素子と駆動用リードとの接合構造を示す斜視図。

[図29]第2比較例の半導体装置について、半導体素子と駆動用リードとの接合構造を示す斜視図。

[図30]第2実施形態の半導体装置について、半導体装置から封止樹脂を除いた状態の半導体装置の斜視図。

[図31]第2実施形態の半導体装置について、封止樹脂を二点鎖線で示した半導体装置の平面図。

[図32](a)は図31の32-32線に沿った断面図、(b)は半導体素子及びその周辺の拡大図。

[図33]第3実施形態の半導体装置の斜視図。

[図34]第4実施形態の半導体装置について、半導体装置から封止樹脂、入力リード、出力リード、制御リード、及び検出リードを除いた状態の半導体装置の斜視図。

[図35]図34の35-35線に沿った断面図。

[図36]第5実施形態の半導体装置について、封止樹脂を二点鎖線で示した半導体装置の斜視図。

[図37]図36の37-37線に沿った断面図。

[図38]変更例の半導体装置について、第2駆動用リードと半導体素子との接合構造を示す平面図。

[図39A]変更例の半導体装置について、第1駆動用リードの第2接続部を示す平面図。

[図39B]図39Aの39B-39B線に沿った断面図。

[図40A]変更例の半導体装置について、第1駆動用リードの第2接続部を示す平面図。

[図40B]図40Aの40B-40B線に沿った断面図。

[図41A]変更例の半導体装置について、第1駆動用リードの第2接続部を示す平面図。

[図41B]図41Aの41B-41B線に沿った断面図。

[図41C]図41Aの41C-41C線に沿った断面図。

[図42]変更例の半導体装置について、第2駆動用リードと半導体素子及び導電部材との接合構造を示す断面図。

[図43]変更例の半導体装置について、第2駆動用リードと半導体素子及び導電部材との接合構造を示す断面図。

[図44]変更例の半導体装置について、第2駆動用リードと半導体素子との接合構造を示す断面図。

[図45]変更例の半導体装置について、第2駆動用リードと半導体素子との接合構造を示す断面図。

[図46]変更例の半導体装置について、第2駆動用リードと半導体素子及び導電部材との接合構造を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、半導体装置及び半導体装置の製造方法の実施形態について図面を参照して説明する。以下に示す実施形態は、技術的思想を具体化するための構

成や方法を例示するものであり、各構成部品の材質、形状、構造、配置、寸法等を下記のものに限定するものではない。以下の実施形態は、種々の変更を加えることができる。

[0014] [第1実施形態]

（半導体装置の構成）

図1～図23を参照して、第1実施形態の半導体装置1Aの構成について説明する。なお、説明の便宜上、図2では半導体装置1Aから封止樹脂10を省略し、図4及び図5では封止樹脂10を二点鎖線で示している。

[0015] 図1及び図2に示すように、半導体装置1Aは、筐体となる封止樹脂10と、封止樹脂10から突出する部分を有する複数のリード20と、複数のリード20と電氣的に接続される複数の半導体素子30と、複数のリード20及び複数の半導体素子30を支持する支持基板40とを備える。半導体装置1Aは、例えばハーフブリッジ型のスイッチング回路を有する。以降の説明において、説明の便宜上、互いに直交する方向を、横方向X、縦方向Y、及び厚さ方向Zと定義する。横方向Xは、例えば半導体装置1Aにおいて、後述する入力リード21、22と出力リード23とが配列する方向を示す。縦方向Yは、半導体装置1Aを厚さ方向Zからみて（以下、「平面視」という）、横方向Xと直交する方向を示す。

[0016] 図1に示すとおり、封止樹脂10は、略平板状に形成されている。図3に示すように、平面視における封止樹脂10の形状は、矩形状である。本実施形態では、平面視における封止樹脂10の形状は、横方向Xが長辺方向となり、縦方向Yが短辺方向となる矩形状である。なお、平面視における封止樹脂10の形状は、任意に変更可能である。例えば平面視における封止樹脂10の形状は、正方形であってもよい。また、封止樹脂10の材料としては、熱硬化性樹脂が用いられている。本実施形態では、封止樹脂10の材料として、黒色のエポキシ樹脂が用いられている。

[0017] 図1に示すように、封止樹脂10は、厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く樹脂天面15及び樹脂裏面16と、樹脂天面15及び樹脂裏面16の厚

さ方向Zの間に形成される第1樹脂側面11、第2樹脂側面12、第3樹脂側面13、及び第4樹脂側面14とを有する。本実施形態では、第1樹脂側面11及び第2樹脂側面12は、横方向Xにおいて互いに反対側を向いている。第1樹脂側面11及び第2樹脂側面12はそれぞれ、縦方向Yに沿って延びている。第3樹脂側面13及び第4樹脂側面14は、縦方向Yにおいて互いに反対側を向いている。第3樹脂側面13及び第4樹脂側面14はそれぞれ、横方向Xに沿って延びている。平面視において、第1樹脂側面11及び第2樹脂側面12は封止樹脂10の短辺となり、第3樹脂側面13及び第4樹脂側面14は封止樹脂10の長辺となる。

[0018] 図6及び図7に示すように、封止樹脂10のうちの樹脂裏面16側の部分には、樹脂裏面16から厚さ方向Zに凹む溝17、18が形成されている。溝17は、横方向Xにおいて封止樹脂10のうちの第1樹脂側面11側の端部に設けられている。溝17は、横方向Xに互いに離間して3個設けられている。溝18は、横方向Xにおいて封止樹脂10のうちの第2樹脂側面12側の端部に設けられている。溝18は、横方向Xに互いに離間して3個設けられている。溝17、18はそれぞれ、縦方向Yに沿って延びている。一例では、溝17、18は、封止樹脂10の第3樹脂側面13から第4樹脂側面14までにわたり形成されている。なお、溝17の個数及び溝18の個数はそれぞれ任意に変更可能である。また、封止樹脂10から溝17、18の少なくとも一方を省略してもよい。

[0019] 図1及び図2に示すように、本実施形態の複数のリード20は、2個の入力リード21、22、出力リード23、一对の制御リード24A、24B、一对の検出リード25A、25B、複数のダミーリード26、及び一对の側方リード27A、27Bを有する。図9に示すように、入力リード21、22はそれぞれ、封止樹脂10の第1樹脂側面11から突出している。側方リード27Aは、第1樹脂側面11から露出している。図6及び図8に示すように、出力リード23は、封止樹脂10の第2樹脂側面12から突出している。側方リード27Bは、第2樹脂側面12から露出している。図3及び図

4に示すように、一对の制御リード24A、24B、一对の検出リード25A、25B、及び複数のダミーリード26はそれぞれ、封止樹脂10の第3樹脂側面13から突出している。

[0020] なお、一对の制御リード24A、24B、一对の検出リード25A、25B、及び複数のダミーリード26のそれぞれが封止樹脂10の樹脂側面から突出する位置は任意に変更可能である。例えば、一对の制御リード24A、24B、一对の検出リード25A、25B、及び複数のダミーリード26の一部が第3樹脂側面13から突出し、残りが第4樹脂側面14から突出してもよい。

[0021] 図2及び図4に示すように、半導体装置1Aは、スイッチング回路を構成するスイッチング素子として、複数の半導体素子30を備える。複数の半導体素子30は、封止樹脂10によって封止されている。各半導体素子30は、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、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）、又はGaN（窒化ガリウム）などであってもよい。また、本実施形態の各半導体素子30は、MOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）である。なお、複数の半導体素子30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、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）のようなバイポーラトランジスタ、LSIなどのICチップであってもよい。本実施形態では、各半導体素子30は、同一素子であり、かつ、nチャネル型のMOSFETである。各半導体素子30は、1kHz以上かつ数百kHz以下の周波数の駆動信号に応答した高速スイッチングが可能な素子である。好ましくは、半導体素子30は、1kHz以上かつ100kHz以下の周波数の駆動信号に応答した高速スイッチングが可能な素子である。本実施形態では、半導体素子30は、100kHzの周波数の駆動信号に応じて高速スイッチングを行う。

[0022] 本実施形態では、複数の半導体素子30は、スイッチング回路の上側アー

ムを構成する４個の第１半導体素子３０Ｕと、スイッチング回路の下側アームを構成する４個の第２半導体素子３０Ｌとに区分できる。本実施形態の半導体装置１Ａは、互いに直列に接続された第１半導体素子３０Ｕと第２半導体素子３０Ｌとからなるスイッチングアームが４個並列に接続された構成である。なお、半導体素子３０の個数は、半導体装置１Ａに要求される性能に応じて任意に変更可能である。

[0023] 以下、複数の半導体素子３０の詳細な構成について説明する。なお、複数の半導体素子３０は互いに同一構成であるため、所定の半導体素子３０の構成について説明し、残りの半導体素子３０の構成については、同一構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

[0024] 図２に示すように、半導体素子３０は、平板状に形成されている。図５に示すように、平面視における半導体素子３０の形状は、正方形である。なお、平面視における半導体素子３０の形状は任意に変更可能である。例えば、平面視における半導体素子３０の形状は横方向Ｘ及び縦方向Ｙの一方が長辺方向となり、横方向Ｘ及び縦方向Ｙの他方が短辺方向となる矩形状であってもよい。

[0025] 図１０（ｂ）に示すように、半導体素子３０は、厚さ方向Ｚにおいて互いに反対側を向く素子主面３１及び素子裏面３２を有する。図５及び図１０（ｂ）に示すように、素子主面３１には主面側駆動電極（駆動電極）となるソース電極３３と制御電極となるゲート電極３４とが設けられ、素子裏面３２には裏面側駆動電極となるドレイン電極３５が設けられている。ゲート電極３４には、半導体素子３０を駆動させるためのゲート電圧が印加される。半導体素子３０は、ゲート電極３４に印加されるゲート電圧がしきい値以上となると、ドレイン電極３５にドレイン電流が流れ、ソース電極３３にソース電流が流れる。

[0026] 図５に示すように、平面視において、ソース電極３３が形成される領域は、ゲート電極３４が形成される領域よりも大きい。ソース電極３３は、素子主面３１の大部分にわたり形成されている。ゲート電極３４は、ソース電極

33に形成された凹部33a内に配置されている。図10に示すように、ドレイン電極35は、素子裏面32の全体にわたり形成されている。

[0027] 図5に示すように、ソース電極33及びゲート電極34上には、絶縁膜36が設けられている。絶縁膜36は、電氣的絶縁性を有する。平面視において、絶縁膜36は、ソース電極33及びゲート電極34を取り囲んでいる。絶縁膜36は、例えば SiO_2 （二酸化ケイ素）層、 SiN_4 （窒化ケイ素）層、及びポリベンゾオキサゾール層が、素子主面31からこの順番で積層されたものである。なお、絶縁膜36は、ポリベンゾオキサゾール層に代えて、ポリイミド層であってもよい。

[0028] 図4に示すように、各半導体素子30は、一対の入力リード21、22、出力リード23、一対の制御リード24A、24B、及び一対の検出リード25A、25Bと電氣的に接続されている。本実施形態では、各半導体素子30は、複数のダミーリード26と電氣的に接続されていない。入力リード21は、各第1半導体素子30Uのドレイン電極35（図11（b）参照）に電氣的に接続され、入力リード22は、各第2半導体素子30Lのソース電極33（図5参照）に電氣的に接続されている。出力リード23は、各第1半導体素子30Uのソース電極33（図5参照）と各第2半導体素子30Lのドレイン電極35（図10参照）とに電氣的に接続されている。図5に示すように、制御リード24Aは、各第1半導体素子30Uのゲート電極34に電氣的に接続され、制御リード24Bは、各第2半導体素子30Lのゲート電極34に電氣的に接続されている。検出リード25Aは、各第1半導体素子30Uのソース電極33に電氣的に接続され、検出リード25Bは、各第2半導体素子30Lのソース電極33に電氣的に接続されている。以下、各半導体素子30及び各リードの配置構成、及び各リードの詳細な構成について説明する。

[0029] 図4に示すように、半導体装置1Aは、支持基板40を備える。各半導体素子30、一対の入力リード21、22、出力リード23、及び一対の側方リード27A、27Bはそれぞれ、支持基板40に搭載されている。一対の

制御リード24A、一对の検出リード25A、25B、及び複数のダミーリード26は、支持基板40に搭載されていない。一对の制御リード24A、一对の検出リード25A、25B、及び複数のダミーリード26は、縦方向Yにおいて支持基板40の隣に位置している。

[0030] 支持基板40は、絶縁基板41、一对の導電部材42A、42B、一对の絶縁層43A、43B、制御用導電体の一例である一对のゲート層44A、44B、及び一对の検出層45A、45Bを備える。支持基板40は、絶縁基板41、一对の導電部材42A、42B、及び一对の絶縁層43A、43Bの順に積層された構成である。絶縁層43Aにはゲート層44A及び検出層45Aが積層され、絶縁層43Bにはゲート層44B及び検出層45Bが積層されている。

[0031] 絶縁基板41は、電氣的絶縁性を有する。絶縁基板41は、例えば熱伝導性に優れたセラミックスである。このようなセラミックスとしては、例えばAlN（窒化アルミニウム）、SiN（窒化ケイ素）、Al₂O₃（酸化アルミニウム）などが挙げられる。本実施形態では、平面視における絶縁基板41の形状は、縦方向Yが長辺方向となり、横方向Xが短辺方向となる矩形形状である。図10に示すように、絶縁基板41は、厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く基板主面41a及び基板裏面41bを有する。基板主面41aには、一对の導電部材42A、42Bが配置されている。基板主面41aは、一对の導電部材42A、42B、一对の絶縁層43A、43B、一对のゲート層44A、44B、及び一对の検出層45A、45Bとともに封止樹脂10によって封止されている。図7に示すように、基板裏面41bは、封止樹脂10から露出している。基板裏面41bには、例えば図示しないヒートシンクなどが接続される。基板裏面41bは、横方向Xにおいて封止樹脂10の溝17と溝18との間に配置されている。この構成によれば、溝17によって入力リード21、22と基板裏面41bとの間の沿面距離が長くなり、溝18によって出力リード23と基板裏面41bとの間の沿面距離が長くなる。したがって、半導体装置1Aの絶縁耐圧が向上する。なお、絶縁基板

4 1 の構成は上述した構成に限られず、任意に変更可能である。一例では、絶縁基板 4 1 は、導電部材 4 2 A、4 2 B に応じて 2 個に分割して構成される。

[0032] 一对の導電部材 4 2 A、4 2 B はそれぞれ、金属板である。金属板の構成材料は、Cu（銅）又は Cu 合金である。一对の導電部材 4 2 A、4 2 B は、複数のリード 2 0 とともに複数の半導体素子 3 0 との導電経路を構成している。一对の導電部材 4 2 A、4 2 B は、絶縁基板 4 1 の基板主面 4 1 a において縦方向 Y に離間して配置されている。一对の導電部材 4 2 A、4 2 B は、例えば銀ペースト、半田などの接合材によって基板主面 4 1 a に接合されている。なお、接合材は、銀ペーストや半田などの導電性材料であってもよいし、絶縁性材料であってもよい。本実施形態では、一对の導電部材 4 2 A、4 2 B の厚さ（厚さ方向 Z の寸法）は、絶縁基板 4 1 の厚さ（厚さ方向 Z の寸法）よりも厚い。また、一对の導電部材 4 2 A、4 2 B の厚さ（厚さ方向 Z の寸法）は、半導体素子 3 0、入力リード 2 1、2 2、及び出力リード 2 3 のそれぞれの厚さ（厚さ方向 Z の寸法）よりも厚い。一对の導電部材 4 2 A、4 2 B の厚さは、例えば 0.4 mm～3.0 mm である。なお、一对の導電部材 4 2 A、4 2 B の表面はそれぞれ、銀めっきで覆われていてもよい。一对の導電部材 4 2 A、4 2 B は、互いに同一形状である。平面視における一对の導電部材 4 2 A、4 2 B のそれぞれの形状は、縦方向 Y が長辺方向となり、横方向 X が短辺方向となる矩形状である。

[0033] 図 4 及び図 1 0 に示すように、導電部材 4 2 A は、横方向 X において導電部材 4 2 B よりも封止樹脂 1 0 の第 1 樹脂側面 1 1 の近くに配置されている。導電部材 4 2 A は、4 個の第 1 半導体素子 3 0 U、入力リード 2 1、及び側方リード 2 7 A と電氣的に接続されている。導電部材 4 2 A は、厚さ方向 Z において互いに反対側を向く主面 4 2 s a 及び裏面 4 2 r a を有する。主面 4 2 s a は、厚さ方向 Z において絶縁基板 4 1 の基板主面 4 1 a と同じ方向を向いている。また、主面 4 2 s a は、厚さ方向 Z において第 1 半導体素子 3 0 U の素子主面 3 1 と同じ方向を向いている。主面 4 2 s a には、4 個

の第1半導体素子30U及び入力リード21が配置されている。裏面42raは、厚さ方向Zにおいて絶縁基板41の基板裏面41bと同じ方向を向いている。裏面42raは、厚さ方向Zにおいて第1半導体素子30Uの素子裏面32と同じ方向を向いている。裏面42raは、接合材を介して絶縁基板41の基板主面41aに接続されている。4個の第1半導体素子30Uは、横方向Xに揃った状態で縦方向Yに離間して配列されている。4個の第1半導体素子30Uは、横方向Xにおいて導電部材42Aのうちの導電部材42B寄りの部分に配置されている。入力リード21は、横方向Xにおいて導電部材42Aのうちの封止樹脂10の第1樹脂側面11側の端部、かつ、縦方向Yにおいて導電部材42Aの中央部に配置されている。側方リード27Aは、横方向Xにおいて導電部材42Aのうちの第1樹脂側面11側の端部、かつ、縦方向Yにおいて封止樹脂10の第3樹脂側面13側の端部に配置されている。

[0034] 導電部材42Bは、横方向Xにおいて導電部材42Aよりも封止樹脂10の第2樹脂側面12の近くに配置されている。導電部材42Bは、4個の第2半導体素子30L、出力リード23、及び側方リード27Bと電氣的に接続されている。導電部材42Bは、厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く主面42sb及び裏面42rbを有する。主面42sbは、厚さ方向Zにおいて絶縁基板41の基板主面41aと同じ方向を向いている。また、主面42sbは、厚さ方向Zにおいて第2半導体素子30Lの素子主面31と同じ方向を向いている。裏面42rbは、厚さ方向Zにおいて絶縁基板41の基板裏面41bと同じ方向を向いている。裏面42rbは、厚さ方向Zにおいて第2半導体素子30Lの素子裏面32と同じ方向を向いている。主面42sbには、4個の第2半導体素子30L及び出力リード23が配置されている。裏面42rbは、接合材を介して絶縁基板41の基板主面41aに接続されている。4個の第2半導体素子30Lは、横方向Xに揃った状態で縦方向Yに離間して配列されている。4個の第2半導体素子30Lは、横方向Xにおいて導電部材42Bのうちの導電部材42A寄りの部分に配置されてい

る。横方向Xからみて、4個の第2半導体素子30Lはそれぞれ、4個の第1半導体素子30Uと重ならないようにずれて配置されている。図4に示すとおり、4個の第2半導体素子30L及び4個の第1半導体素子30Uは、縦方向Yにおいて交互に配置されている。出力リード23は、横方向Xにおいて導電部材42Bのうちの封止樹脂10の第2樹脂側面12側の端部、かつ、縦方向Yにおいて導電部材42Bの中央部に配置されている。側方リード27Bは、横方向Xにおいて導電部材42Bのうちの第2樹脂側面12側の端部、かつ、縦方向Yにおいて封止樹脂10の第3樹脂側面13側の端部に配置されている。

[0035] 一对の絶縁層43A、43Bは、電気絶縁性を有する。一对の絶縁層43A、43Bの構成材料は、例えばガラスエポキシ樹脂である。一对の絶縁層43A、43Bは、横方向Xにおいて離間して配置されている。平面視における一对の絶縁層43A、43Bの形状はそれぞれ、縦方向Yに延びる帯状である。

[0036] 絶縁層43Aは、導電部材42Aの主面42saに接合されている。絶縁層43Aは、横方向Xからみて、4個の第1半導体素子30U、入力リード21、及び側方リード27Aと重なるように配置されている。絶縁層43Aは、横方向Xにおいて4個の第1半導体素子30Uよりも封止樹脂10の第1樹脂側面11の近くに配置されている。詳細には、絶縁層43Aは、横方向Xにおいて4個の第1半導体素子30Uよりも第1樹脂側面11の近くに各第1半導体素子30Uと隣り合うように配置されている。また絶縁層43Aは、横方向Xにおいて入力リード21よりも4個の第1半導体素子30Uの近くに配置されている。

[0037] 絶縁層43Bは、導電部材42Bの主面42sbに接合されている。絶縁層43Bは、横方向Xからみて、4個の第2半導体素子30L、出力リード23、及び側方リード27Bと重なるように配置されている。絶縁層43Bは、横方向Xにおいて4個の第2半導体素子30Lよりも封止樹脂10の第2樹脂側面12の近くに配置されている。詳細には、絶縁層43Bは、横方

向Xにおいて4個の第2半導体素子30Lよりも第2樹脂側面12側に各第2半導体素子30Lと隣り合うように配置されている。また絶縁層43Bは、横方向Xにおいて出力リード23よりも4個の第2半導体素子30Lの近くに配置されている。

[0038] 一对のゲート層44A, 44Bは、導電性を有する。一对のゲート層44A, 44Bの構成材料は、例えばCuである。平面視における一对のゲート層44A, 44Bの形状はそれぞれ、例えば縦方向Yに延びる帯状である。

[0039] ゲート層44Aは、絶縁層43A上に配置されている。ゲート層44Aは、横方向Xにおいて絶縁層43Aのうちの第1樹脂側面11寄りの部分に配置されている。ゲート層44Aは、後述する制御用接続部材の一例である第1制御用ワイヤ51を介して、各第1半導体素子30Uのゲート電極34（図5参照）と導通している。またゲート層44Aは、後述する第1接続用ワイヤ53を介して、制御リード24Aと導通している。

[0040] ゲート層44Bは、絶縁層43B上に配置されている。ゲート層44Bは、横方向Xにおいて絶縁層43Bのうちの第2樹脂側面12寄りの部分に配置されている。ゲート層44Bは、後述する制御用接続部材の一例である第2制御用ワイヤ52を介して、各第2半導体素子30Lのゲート電極34（図5参照）と導通している。またゲート層44Bは、後述する第2接続用ワイヤ57を介して、制御リード24Bと導通している。

[0041] 一对の検出層45A, 45Bは、導電性を有する。一对の検出層45A, 45Bの構成材料は、例えばCuである。平面視における一对の検出層45A, 45Bの形状はそれぞれ、例えば縦方向Yに延びる帯状である。本実施形態では、一对の検出層45A, 45Bの横方向Xの大きさは一对のゲート層44A, 44Bの横方向Xの大きさと等しく、一对の検出層45A, 45Bの縦方向Yの大きさは一对のゲート層44A, 44Bの縦方向Yの大きさと等しい。

[0042] 検出層45Aは、ゲート層44Aとともに絶縁層43A上に配置されている。検出層45Aは、横方向Xにおいてゲート層44Aと離間し、かつゲ-

ト層 4 4 A と隣り合うように配置されている。本実施形態では、検出層 4 5 A は、横方向 X においてゲート層 4 4 A よりも 4 個の第 1 半導体素子 3 0 U の近くとなるように配置されている。なお、横方向 X における検出層 4 5 A の配置位置は任意に変更可能である。例えば検出層 4 5 A は、横方向 X においてゲート層 4 4 A よりも第 1 樹脂側面 1 1 の近くであってもよい。検出層 4 5 A は、後述する第 1 検出用ワイヤ 5 5 を介して、各第 1 半導体素子 3 0 U のソース電極 3 3 と導通している。また検出層 4 5 A は、後述する第 1 接続用ワイヤ 5 4 を介して、検出リード 2 5 A と導通している。

[0043] 検出層 4 5 B は、ゲート層 4 4 B とともに絶縁層 4 3 B 上に配置されている。検出層 4 5 B は、横方向 X においてゲート層 4 4 B と離間し、かつゲート層 4 4 B と隣り合うように配置されている。本実施形態では、検出層 4 5 B は、横方向 X においてゲート層 4 4 B よりも 4 個の第 2 半導体素子 3 0 L の近くとなるように配置されている。なお、横方向 X における検出層 4 5 B の配置位置は任意に変更可能である。例えば検出層 4 5 B は、横方向 X においてゲート層 4 4 B よりも出力リード 2 3 の近くであってもよい。検出層 4 5 B は、後述する第 2 検出用ワイヤ 5 6 を介して、各第 1 半導体素子 3 0 U のソース電極 3 3 と導通している。また検出層 4 5 B は、後述する第 2 接続用ワイヤ 5 8 を介して、検出リード 2 5 B と導通している。

[0044] 図 1 0 に示すように、入力リード 2 1, 2 2 はそれぞれ、金属板である。金属板の構成材料は、例えば Cu 又は Cu 合金である。本実施形態では、入力リード 2 1, 2 2 の厚さ（厚さ方向 Z の寸法）は、0.8 mm であるが、これに限られない。入力リード 2 1, 2 2 はそれぞれ、封止樹脂 1 0 の第 1 樹脂側面 1 1 寄りとなるように配置されている。入力リード 2 1, 2 2 にはそれぞれ、例えば電源電圧が印加される。本実施形態では、入力リード 2 1 に第 1 電源電圧が印加され、入力リード 2 2 に第 1 電源電圧よりも低い第 2 電源電圧が印加される。このように、入力リード 2 1 は正極（P 端子）であり、入力リード 2 2 は負極（N 端子）である。厚さ方向 Z において、入力リード 2 1 と入力リード 2 2 とは、互いに重なるように配置されている。入力

リード２１と入力リード２２とは、厚さ方向Ｚにおいて離間して配置されている。

[0045] 図４に示すように、入力リード２１は、横方向Ｘに延びる平板状に形成されている。入力リード２１は、パッド部２１ａ及び端子部２１ｂを有する。本実施形態では、パッド部２１ａ及び端子部２１ｂは、一体に形成された単一部材である。

[0046] パッド部２１ａは、入力リード２１のうちの封止樹脂１０によって覆われた部分である。パッド部２１ａのうちの封止樹脂１０の第２樹脂側面１２側の端部には、複数の櫛歯部２１ｃが設けられている。各櫛歯部２１ｃは、導電部材４２Ａの主面４２ｓａに導通接合されている。この接合方法としては、レーザ光を用いたレーザ溶接であってもよいし、超音波接合であってもよいし、導電性接合材を用いた接合であってもよい。本実施形態では、各櫛歯部２１ｃは、導電部材４２Ａの主面４２ｓａのうちの封止樹脂１０の第１樹脂側面１１側の端部、かつ縦方向Ｙの中央部に配置されている。パッド部２１ａのうちの封止樹脂１０の第１樹脂側面１１寄りの部分には、複数の貫通孔（図示略）が設けられている。各貫通孔は、パッド部２１ａを厚さ方向Ｚに貫通している。各貫通孔には、封止樹脂１０の一部が入り込んでいる。これにより、封止樹脂１０と入力リード２１とが分離し難くなる。

[0047] 端子部２１ｂは、入力リード２１のうちの封止樹脂１０の第１樹脂側面１１から突出した部分である。平面視における端子部２１ｂの形状は、横方向Ｘが長辺方向となり、縦方向Ｙが短辺方向となる矩形状である。

[0048] 入力リード２２は、パッド部２２ａ及び端子部２２ｂを有する。本実施形態では、パッド部２２ａ及び端子部２２ｂは、一体に形成された単一部材である。

パッド部２２ａは、入力リード２２のうちの封止樹脂１０によって覆われた部分である。パッド部２２ａは、駆動用導電体の一例である複数（本実施形態では４個）の延長部２２ｃと、複数の延長部２２ｃを連結する連結部２２ｄと、連結部２２ｄと端子部２２ｂとの間の部分となる中間部２２ｅとに

区分できる。複数の延長部 22c 及び連結部 22d は、縦方向 Y において封止樹脂 10 の第 4 樹脂側面 14 寄りとなるように配置されている。

[0049] 図 4 及び図 10 (a) に示すように、複数の延長部 22c は、第 2 半導体素子 30L の数に応じて設けられている。複数の延長部 22c は、縦方向 Y において離間して配置されている。平面視における延長部 22c の形状は、横方向 X に延びる帯状である。各延長部 22c は、厚さ方向 Z において半導体素子 30 の素子主面 31 と同じ方向を向く駆動用接続表面の一例である主面 22cs と、厚さ方向 Z において半導体素子 30 の素子裏面 32 と同じ方向を向く裏面 22cr とを有する。各延長部 22c の先端部は、支持台 29 によって支持されている。本実施形態では、支持台 29 は、延長部 22c の数に応じて設けられている。複数の支持台 29 は、横方向 X において導電部材 42A のうちの導電部材 42B 側の端部に配置されている。複数の支持台 29 は、縦方向 Y において離間して配列されている。各支持台 29 は、例えば電氣的絶縁性を有する。各支持台 29 の構成材料は、例えばセラミックスである。各支持台 29 は、導電部材 42A の主面 42sa に接合されている。また、各支持台 29 は、延長部 22c の裏面 22cr に接合されている。複数の支持台 29 は、横方向 X において互いに揃った状態で縦方向 Y において互いに離間した状態で配列されている。各支持台 29 の厚さ（厚さ方向 Z の大きさ）は、入力リード 21 の厚さ（厚さ方向 Z の大きさ）と絶縁部材 28 の厚さ（厚さ方向 Z の大きさ）との合計と略等しい。各支持台 29 には、延長部 22c の先端部が接合されている。これにより、各支持台 29 は、入力リード 22 の姿勢を安定させている。

[0050] 平面視において、複数の延長部 22c は、複数の第 2 半導体素子 30L と縦方向 Y において揃うように配置されている。換言すると、横方向 X からみて、複数の延長部 22c は、複数の第 2 半導体素子 30L と重なるように配置されている。また複数の延長部 22c の先端縁は、第 2 半導体素子 30L と横方向 X に離間している。

[0051] 連結部 22d は、横方向 X において複数の延長部 22c のうちの第 1 樹脂

側面 1 1 側の端部に連結されている。平面視における連結部 2 2 d の形状は、縦方向 Y が長辺方向となり、横方向 X が短辺方向となる矩形状である。中間部 2 2 e は、横方向 X において連結部 2 2 d のうちの第 1 樹脂側面 1 1 側の端部、かつ、縦方向 Y において連結部 2 2 d の中央部に連続している。平面視における中間部 2 2 e の形状は、横方向 X が長辺方向となり、縦方向 Y が短辺方向となる矩形状である。中間部 2 2 e には、複数の貫通孔 2 2 f が設けられている。複数の貫通孔 2 2 f はそれぞれ、厚さ方向 Z において中間部 2 2 e を貫通している。各貫通孔 2 2 f には、封止樹脂 1 0 の一部が入り込んでいる。これにより、封止樹脂 1 0 と入力リード 2 2 とが分離し難くなる。

[0052] 端子部 2 2 b は、入力リード 2 2 のうちの封止樹脂 1 0 の第 1 樹脂側面 1 1 から突出した部分である。平面視における端子部 2 2 b の形状は、横方向 X が長辺方向となり、縦方向 Y が短辺方向となる矩形状である。平面視における端子部 2 2 b のサイズは、平面視における端子部 2 1 b のサイズと同じである。

[0053] 厚さ方向 Z において入力リード 2 1 と入力リード 2 2 との間には、入力リード 2 1 と入力リード 2 2 とを電氣的に絶縁する絶縁部材 2 8 が介在している。入力リード 2 1 及び入力リード 2 2 は、例えば接合材によって絶縁部材 2 8 に接合されている。接合材は、導電性材料であってもよいし、絶縁性材料であってもよい。絶縁部材 2 8 の構成材料は、例えば絶縁紙などである。平面視における絶縁部材 2 8 の形状は、横方向 X が長辺方向となり、縦方向 Y が短辺方向となる矩形状である。厚さ方向 Z において、絶縁部材 2 8 は、入力リード 2 1 のパッド部 2 1 a 及び端子部 2 1 b と重なっている。厚さ方向 Z において、絶縁部材 2 8 は、入力リード 2 2 の連結部 2 2 d、中間部 2 2 e、及び端子部 2 2 b と重なっている。このように、絶縁部材 2 8 の一部は、封止樹脂 1 0 によって覆われている。縦方向 Y における絶縁部材 2 8 の大きさは、縦方向 Y における入力リード 2 1、2 2 の端子部 2 1 b、2 2 b の大きさよりも大きい。図 4 に示すとおり、平面視において、絶縁部材 2 8

は、端子部 2 1 b, 2 2 b の縦方向 Y の両側から突出している。また、絶縁部材 2 8 は、横方向 X において端子部 2 1 b, 2 2 b の先端よりも突出している。

[0054] 出力リード 2 3 は、金属板である。金属板の構成材料は、例えば Cu 又は Cu 合金である。出力リード 2 3 は、封止樹脂 1 0 の第 2 樹脂側面 1 2 寄りに配置されている。複数の半導体素子 3 0 により電力変換された交流電力（電圧）は、出力リード 2 3 から出力される。

[0055] 出力リード 2 3 は、横方向 X に延びる平板状に形成されている。出力リード 2 3 は、入力リード 2 1 と同一形状である。出力リード 2 3 は、パッド部 2 3 a 及び端子部 2 3 b を有する。本実施形態では、パッド部 2 3 a 及び端子部 2 3 b は、一体に形成された単一部材である。

[0056] パッド部 2 3 a は、出力リード 2 3 のうちの封止樹脂 1 0 によって覆われた部分である。パッド部 2 3 a のうちの封止樹脂 1 0 の第 1 樹脂側面 1 1 側の端部には、複数の櫛歯部 2 3 c が設けられている。各櫛歯部 2 3 c は、後述する導電部材 4 2 B の主面 4 2 s b に導通接合されている。この接合方法としては、レーザ光を用いたレーザ溶接であってもよいし、超音波接合であってもよいし、導電性接合材を用いた接合であってもよい。パッド部 2 3 a のうちの封止樹脂 1 0 の第 2 樹脂側面 1 2 寄りの部分には、複数の貫通孔 2 3 d が設けられている。各貫通孔 2 3 d は、パッド部 2 3 a を厚さ方向 Z に貫通している。各貫通孔 2 3 d には、封止樹脂 1 0 の一部が入り込んでいる。これにより、封止樹脂 1 0 と出力リード 2 3 とが分離し難くなる。

[0057] 端子部 2 3 b は、出力リード 2 3 のうちの封止樹脂 1 0 の第 2 樹脂側面 1 2 から突出した部分である。平面視における端子部 2 3 b の形状は、横方向 X が長辺方向となり、縦方向 Y が短辺方向となる矩形状である。端子部 2 3 b は、入力リード 2 1 の端子部 2 3 b とは反対側に向けて延びている。

[0058] 図 5 に示すように、平面視において、一对の制御リード 2 4 A, 2 4 B、一对の検出リード 2 5 A, 2 5 B、及び複数のダミーリード 2 6 は、横方向 X に沿って配列されている。より詳細には、平面視において、制御リード 2

4 A、検出リード25 A、及び3個のダミーリード26は、支持基板40の導電部材42 Aの縦方向Yの隣に位置している。平面視において、制御リード24 B、検出リード25 B、及び別の3個のダミーリード26は、支持基板40の導電部材42 Bの縦方向Yの隣に位置している。制御リード24 A、検出リード25 A、及び3個のダミーリード26からなる一群のリードと、制御リード24 B、検出リード25 B、及び別の3個のダミーリード26からなる一群のリードとの横方向Xの間隔は、一群のリードにおける制御リード24 A、検出リード25 A、及び3個のダミーリード26のうちの横方向Xに隣り合うリードの間隔、及び一群のリードにおける制御リード24 B、検出リード25 B、及び別の3個のダミーリード26のうちの横方向Xに隣り合うリードの間隔よりも大きい。また、本実施形態では、一对の制御リード24 A、24 B、一对の検出リード25 A、25 B、及び複数のダミーリード26は、同一のリードフレームから形成されている。

[0059] 平面視において、制御リード24 Aは、ゲート層44 A及び検出層45 Aよりも横方向Xの第1半導体素子30 U側となるように配置されている。制御リード24 Aは、縦方向Yからみて、複数の第1半導体素子30 Uと重なるように配置されている。制御リード24 Aには、複数の第1半導体素子30 Uを駆動させるためのゲート電圧が印加される。制御リード24 Bは、ゲート層44 B及び検出層45 Bよりも横方向Xの第2半導体素子30 L側となるように配置されている。制御リード24 Bは、縦方向Yからみて、複数の第2半導体素子30 Lと重なるように配置されている。制御リード24 Bには、複数の第2半導体素子30 Lを駆動させるためのゲート電圧が印加される。

[0060] 一对の制御リード24 A、24 Bはそれぞれ、パッド部24 a及び端子部24 bを有する。一对の制御リード24 A、24 Bの形状は互いに同じである。本実施形態では、一对の制御リード24 A、24 Bはそれぞれ、パッド部24 a及び端子部24 bが一体形成された単一部材である。

[0061] パッド部24 aは、一对の制御リード24 A、24 Bのうちの封止樹脂1

0によって覆われた部分である。これにより、一対の制御リード24A, 24Bは、封止樹脂10によって支持されている。なお、パッド部24aの表面には、例えば銀めっきが施されてもよい。パッド部24aには、貫通孔24cが設けられている。貫通孔24cは、厚さ方向Zにおいてパッド部24aを貫通している。貫通孔24cには、封止樹脂10の一部が入り込んでいいる。これにより、封止樹脂10と一対の制御リード24A, 24Bとが分離し難くなる。端子部24bは、一対の制御リード24A, 24Bのうちの封止樹脂10から突出した部分である。端子部24bは、横方向Xからみて、L字状をなしている（図1及び図2参照）。

[0062] 制御リード24Aとゲート層44Aとは、第1接続用ワイヤ53によって接続されている。詳細には、第1接続用ワイヤ53のうちのゲート層44Aに接続される端部は、縦方向Yにおいてゲート層44Aのうちの制御リード24A側の端部に接続されている。第1接続用ワイヤ53のうちの制御リード24Aに接続される端部は、制御リード24Aのパッド部24aに接続されている。

[0063] 制御リード24Bとゲート層44Bとは、第2接続用ワイヤ57によって接続されている。詳細には、第2接続用ワイヤ57のうちのゲート層44Bに接続される側の端部は、縦方向Yにおいてゲート層44Bのうちの制御リード24B側の端部に接続されている。第2接続用ワイヤ57のうちの制御リード24Bに接続される端部は、制御リード24Bのパッド部24aに接続されている。

[0064] 検出リード25Aは、横方向Xにおいて制御リード24Aの隣に位置している。平面視において、検出リード25Aは、検出層45Aよりも横方向Xの第1半導体素子30U側、かつ縦方向Yからみて、第1半導体素子30Uのうちの横方向Xの絶縁層43A側の部分と重なるように配置されている。検出リード25Aを介して、複数の第1半導体素子30Uのソース電極33に印加される電圧（ソース電流に対応した電圧）が検出される。検出リード25Bは、横方向Xにおいて制御リード24Bの隣に位置している。検出リ

ード25Bは、検出層45Bよりも横方向Xの第2半導体素子30L側、かつ縦方向Yからみて、第2半導体素子30Lのうちの横方向Xの絶縁層43B側の部分と重なるように配置されている。検出リード25Bを介して、複数の第2半導体素子30Lのソース電極33に印加される電圧（ソース電流に対応した電圧）が検出される。

[0065] 一对の検出リード25A、25Bはそれぞれ、パッド部25a及び端子部25bを有する。一对の検出リード25A、25Bの形状は、互いに同じであり、かつ一对の制御リード24A、24Bの形状と同じである。本実施形態では、パッド部25a及び端子部25bが一体形成された単一部材である。

[0066] パッド部25aは、一对の検出リード25A、25Bのうちの封止樹脂10によって覆われた部分である。これにより、一对の検出リード25A、25Bは、封止樹脂10によって支持されている。なお、パッド部25aの表面には、例えば銀めっきが施されてもよい。パッド部25aには、貫通孔25cが設けられている。貫通孔25cは、厚さ方向Zにおいてパッド部25aを貫通している。貫通孔25cには封止樹脂10の一部が入り込んでいる。これにより、封止樹脂10と一对の検出リード25A、25Bとが分離し難くなる。端子部25bは、一对の検出リード25A、25Bのうちの封止樹脂10から突出した部分である。端子部25bは、端子部24bと同様に、横方向Xからみて、L字状をなしている（図1及び図2参照）。

[0067] 検出リード25Aと検出層45Aとは、第1接続用ワイヤ54によって接続されている。詳細には、第1接続用ワイヤ54のうちの検出層45Aに接続される端部は、縦方向Yにおいて検出層45Aのうちの検出リード25A側の端部に接続されている。第1接続用ワイヤ54のうちの検出リード25Aに接続される端部は、検出リード25Aのパッド部25aに接続されている。

[0068] 検出リード25Bと検出層45Bとは、第2接続用ワイヤ58によって接続されている。詳細には、第2接続用ワイヤ58のうちの検出層45Bに接

続される端部は、縦方向Yにおいて検出層45Bのうちの検出リード25B側の端部に接続されている。第2接続用ワイヤ58のうちの検出リード25Bに接続される端部は、検出リード25Bのパッド部25aに接続されている。

[0069] 図5に示すとおり、3個のダミーリード26は、横方向Xにおいて制御リード24Aの検出リード25Aとは反対側となる隣に位置している。3個のダミーリード26は、横方向Xにおいて互いに離間して配置されている。この3個のダミーリード26のうちの制御リード24A側の2個のダミーリード26は、縦方向Yからみて、絶縁層43Aと重なるように配置されている。残りの1個のダミーリード26は、横方向Xにおいて絶縁層43Aよりも封止樹脂10の第1樹脂側面11（図4参照）の近くとなるように配置されている。

[0070] 別の3個のダミーリード26は、横方向Xにおいて制御リード24Bの検出リード25Bとは反対側となる隣に位置している。別の3個のダミーリード26は、横方向Xにおいて互いに離間して配置されている。この別の3個のダミーリード26のうちの制御リード24B側の2個のダミーリード26は、縦方向Yからみて、絶縁層43Bと重なるように配置されている。残りの1個のダミーリード26は、横方向Xにおいて絶縁層43Bよりも封止樹脂10の第2樹脂側面12（図4参照）の近くとなるように配置されている。

[0071] 複数のダミーリード26はそれぞれ、パッド部26a及び端子部26bを有する。複数のダミーリード26の形状は、互いに同じであり、かつ一対の制御リード24A、24Bの形状と同じである。本実施形態では、パッド部26a及び端子部26bが一体形成された単一部材である。

[0072] パッド部26aは、複数のダミーリード26のうちの封止樹脂10によって覆われた部分である。これにより、複数のダミーリード26は、封止樹脂10によって支持されている。なお、パッド部26aの表面には、例えば銀めっきが施されてもよい。パッド部26aには貫通孔26cが設けられてい

る。各貫通孔26cは、厚さ方向Zにおいてパッド部26aを貫通している。各貫通孔26cには封止樹脂10の一部が入り込んでいる。これにより、封止樹脂10と複数のダミーリード26とが分離し難くなる。端子部26bは、複数のダミーリード26のうちの封止樹脂10から突出した部分である。端子部26bは、端子部24bと同様に、横方向Xからみて、L字状をなしている（図1及び図2参照）。本実施形態では、6個のダミーリード26はそれぞれ、導電部材42A、42B、ゲート層44A、44B、及び検出層45A、45Bとワイヤ等の接続部材によって接続されていない。なお、6個のダミーリード26のうちの少なくとも1個を省略してもよい。

[0073] 次に、第1半導体素子30Uと入力リード22との接続構造、及び第2半導体素子30Lと導電部材42Bとの接続構造について説明する。

図4に示すように、半導体装置1Aは、複数の第2半導体素子30Lと入力リード22とを接続する複数の第1駆動用リード60と、複数の第1半導体素子30Uと導電部材42Bとを接続する複数の第2駆動用リード70を備える。複数の第1駆動用リード60及び複数の第2駆動用リード70は、複数の駆動用接続部材の一例である。また第1駆動用リード60は第2半導体素子の駆動電極と接続する第2駆動用接続部材の一例であり、第2駆動用リード70は第1半導体素子の駆動電極と接続する第1駆動用接続部材の一例である。複数の第1駆動用リード60及び複数の第2駆動用リード70はそれぞれ、封止樹脂10によって封止されている。複数の第1駆動用リード60は、複数の第2半導体素子30Lの数に応じて設けられている。本実施形態では、第2半導体素子30Lが4個であるため、半導体装置1Aは、4個の第1駆動用リード60を備える。複数の第2駆動用リード70は、複数の第1半導体素子30Uの数に応じて設けられている。本実施形態では、第1半導体素子30Uが4個であるため、半導体装置1Aは、4個の第2駆動用リード70を備える。

[0074] 図5に示すように、第1駆動用リード60は、第2半導体素子30Lのソース電極33と入力リード22の延長部22cに接合されている。すなわち

第1駆動用リード60は、第2半導体素子30Lのソース電極33と入力リード22とを接続している。平面視における第1駆動用リード60の形状は、横方向Xに延びる帯状である。第1駆動用リード60は、複数の金属製の薄板を厚さ方向Zに積層した構成である。本実施形態では、図5、図12、及び図13に示すように、第1駆動用リード60は、3枚の金属製の薄板である金属板60A、60B、60Cを、この順番で厚さ方向Zに積層した構成である。金属板60A、60B、60Cは、同一の金属材料からなる。金属板60A、60B、60Cを構成する材料の一例は、Cu（銅）である。なお、第1駆動用リード60を構成する金属板の枚数は、任意に変更可能である。一例では、第1駆動用リード60を構成する金属板の枚数は、第2半導体素子30Lの許容電流の大きさに応じて設定される。金属板60A、60B、60Cの厚さ（厚さ方向Zの寸法）はそれぞれ、0.05mm～0.2mmである。本実施形態では、0.05mmの厚さの金属板60A、60B、60Cが用いられている。

[0075] 図5に示すように、第1駆動用リード60は、第2半導体素子30Lのソース電極33に接合される第1接続部61と、入力リード22の延長部22cの主面22csに接合される第2接続部62と、第1接続部61と第2接続部62とを連結する連結部63とを有する。なお、金属板60A～60Cの積層により第1駆動用リード60が構成されるため、金属板60A～60Cのそれぞれが第1接続部61、第2接続部62、及び連結部63を有する。このため、金属板60A～60Cのそれぞれの第1接続部61、第2接続部62、及び連結部63については、符号の後にアルファベットのA～Cを付して区分する。本実施形態では、図12及び図13に示すように、金属板60Aは、第1接続部61A、第2接続部62A、及び連結部63Aが一体形成された単一部材である。金属板60Bは、第1接続部61B、第2接続部62B、及び連結部63Bが一体形成された単一部材である。金属板60Cは、第1接続部61C、第2接続部62C、及び連結部63Cが一体形成された単一部材である。連結部63Aは第1連結部の一例であり、連結部6

3 Bは第2連結部の一例であり、連結部6 3 Cは第3連結部の一例である。第1接続部6 1は、第1接続部6 1 A、第1接続部6 1 B、及び第1接続部6 1 Cがこの順番で厚さ方向Zにおいて積層されることによって構成されている。第2接続部6 2は、第2接続部6 2 A、第2接続部6 2 B、及び第2接続部6 2 Cがこの順番で厚さ方向Zにおいて積層されることによって構成されている。

[0076] 図1 4及び図1 5に示すように、金属板6 0 Aの第1接続部6 1 Aは、第2半導体素子3 0 Lのソース電極3 3に接合されている。このため、金属板6 0 Aは半導体素子に接続された第1金属板の一例であり、第1接続部6 1 Aは、第1金属板の第1素子側接続部の一例である。第1接続部6 1 Aは、その全面にわたりソース電極3 3に接触している。平面視における第1接続部6 1 Aの形状は、横方向Xが長辺方向となり、縦方向Yが短辺方向となる矩形状である。第1接続部6 1 Aは、ソース電極3 3の大部分にわたり接合されている。一例では、第1接続部6 1 Aは、平面視においてソース電極3 3の面積のうちの5 0 %以上かつ1 0 0 %未満の範囲の面積と接合している。好ましくは、第1接続部6 1 Aは、平面視においてソース電極3 3の面積のうちの6 0 %以上かつ1 0 0 %未満の範囲の面積と接合している。本実施形態では、第1接続部6 1 Aは、平面視においてソース電極3 3の面積のうちの6 0 %以上かつ7 0 %未満の範囲の面積と接合している。

[0077] なお、第1接続部6 1 Aがソース電極3 3に接合する面積の大きさは任意に変更可能である。一例では、第1接続部6 1 Aは、平面視においてソース電極3 3の面積のうちの7 0 %以上かつ1 0 0 %未満の範囲の面積と接合している。また一例では、第1接続部6 1 Aは、平面視においてソース電極3 3の面積のうちの8 0 %以上かつ1 0 0 %未満の範囲の面積と接合している。

[0078] 図1 4及び図1 5に示すように、金属板6 0 Bの第1接続部6 1 Bは、厚さ方向Zにおいて第1接続部6 1 Aに積層されている。このため、金属板6 0 Bは第1金属板に接続された第2金属板の一例であり、第1接続部6 1 B

は第2金属板の第2素子側接続部の一例である。第1接続部61Bは、その略全面にわたり第1接続部61Aと接触している。平面視における第1接続部61Bの形状は、横方向Xが長辺方向となり、縦方向Yが短辺方向となる矩形状である。第1接続部61Bの先端縁は、横方向Xにおいて第1接続部61Aの先端縁に対してずれている。具体的には、第1接続部61Bの先端縁は、横方向Xにおいて第1接続部61Aの先端縁よりも入力リード22の延長部22c側に位置している。このため、平面視において、第1接続部61Bの横方向Xの大きさは、第1接続部61Aの横方向Xの大きさよりも小さい。また、平面視において、第1接続部61Bの縦方向Yの大きさ（幅寸法）は、第1接続部61Aの縦方向Yの大きさ（幅寸法）と等しい。第1接続部61Bの厚さ（厚さ方向Zの大きさ）は、第1接続部61Aの厚さ（厚さ方向Zの大きさ）と等しい。ここで、第1接続部61Bの縦方向Yの大きさが第1接続部61Aの縦方向Yの大きさとの差が例えば第1接続部61Aの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、第1接続部61Bの縦方向Yの大きさが第1接続部61Aの縦方向Yの大きさと等しいと言える。また第1接続部61Bの厚さと第1接続部61Aの厚さとの差が例えば第1接続部61Aの厚さの5%以内であれば、第1接続部61Bの厚さが第1接続部61Aの厚さと等しいと言える。なお、横方向Xにおいて第1接続部61Bの先端縁は、第1接続部61Aの先端縁と揃っていてもよい。

[0079] 金属板60Cの第1接続部61Cは、厚さ方向Zにおいて第1接続部61Bに積層されている。このため、金属板60Cは第2金属板に積層された第3金属板の一例であり、第1接続部61Cは第3金属板の第3素子側接続部の一例である。第1接続部61Cは、その略全面にわたり第1接続部61Bと接触している。平面視における第1接続部61Cの形状は、横方向Xが長辺方向となり、縦方向Yが短辺方向となる矩形状である。第1接続部61Cの先端縁は、横方向Xにおいて第1接続部61Bの先端縁に対してずれている。具体的には、第1接続部61Cの先端縁は、横方向Xにおいて第1接続部61Bの先端縁よりも入力リード22の延長部22c側に位置している。

このため、平面視において、第1接続部61Cの横方向Xの大きさは、第1接続部61Bの横方向Xの大きさよりも小さい。本実施形態では、第1接続部61Bの先端縁に対する第1接続部61Cの先端縁のずれ量は、第1接続部61Aの先端縁に対する第1接続部61Bの先端縁のずれ量よりも大きい。また、平面視において、第1接続部61Bの縦方向Yの大きさ（幅寸法）は、第1接続部61Bの縦方向Yの大きさ（幅寸法）と等しい。第1接続部61Cの厚さ（厚さ方向Zの大きさ）は、第1接続部61Bの厚さ（厚さ方向Zの大きさ）と等しい。ここで、第1接続部61Cの縦方向Yの大きさと第1接続部61Bの縦方向Yの大きさとの差が例えば第1接続部61Bの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、第1接続部61Cの縦方向Yの大きさが第1接続部61Bの縦方向Yの大きさと等しいと言える。また第1接続部61Cの厚さと第1接続部61Bの厚さとの差が例えば第1接続部61Bの厚さの5%以内であれば、第1接続部61Cの厚さが第1接続部61Bの厚さと等しいと言える。なお、横方向Xにおいて第1接続部61Cの先端縁は、第1接続部61Bの先端縁と揃っていてもよい。

[0080] 第1接続部61Aは、レーザ光を用いたレーザ加工の一例であるレーザ溶接によってソース電極33に接合されている。第1接続部61Bは、レーザ溶接によって第1接続部61Aに接合されている。第1接続部61Cは、レーザ溶接によって第1接続部61Bに接合されている。

[0081] より詳細には、第1接続部61Aには、3個のレーザ接合部64A, 64B, 64Cが形成されている。レーザ接合部64A, 64B, 64Cは、第2半導体素子30Lのソース電極33と接合している。このため、レーザ接合部64A, 64B, 64Cは第1素子側接続部の第1素子側接合部の一例である。レーザ接合部64A, 64B, 64Cは、第1接続部61Aのうちの横方向Xに離間した部分に形成されている。平面視において、レーザ接合部64A, 64B, 64Cはそれぞれ、縦方向Yに沿って延びている。本実施形態では、レーザ接合部64A, 64B, 64Cの縦方向Yの大きさは、互いに等しい。ここで、レーザ接合部64Aの縦方向Yの大きさ、レーザ接

合部 64 B の縦方向 Y の大きさ、及びレーザ接合部 64 C の縦方向 Y の大きさの最大のずれ量が例えばレーザ接合部 64 A の縦方向 Y の大きさの 5 % 以内であれば、レーザ接合部 64 A, 64 B, 64 C の縦方向 Y の大きさが互いに等しいと言える。

[0082] レーザ接合部 64 A は、第 1 接続部 61 A のうちのレーザ接合部 64 B, 64 C よりも先端寄りの部分に形成されている。一例では、レーザ接合部 64 A は、厚さ方向 Z からみて、第 1 接続部 61 A のうちの第 1 接続部 61 B の先端部と重なる部分に形成されている。より詳細には、レーザ接合部 64 A は、第 1 接続部 61 A のうちの第 1 接続部 61 B の先端縁と横方向 X に隣り合う部分に形成されている。レーザ接合部 64 B は、第 1 接続部 61 A においてレーザ接合部 64 A よりも基端寄りかつレーザ接合部 64 C よりも先端寄りの部分に形成されている。レーザ接合部 64 C は、第 1 接続部 61 A の横方向 X の中央部に形成されている。図 15 に示すように、本実施形態では、レーザ接合部 64 A とレーザ接合部 64 B とのピッチ $PA1$ と、レーザ接合部 64 B とレーザ接合部 64 C とのピッチ $PA2$ とが互いに等しい。ここで、ピッチ $PA1$ とピッチ $PA2$ との差が例えばピッチ $PA1$ の 5 % 以内であれば、ピッチ $PA1$ とピッチ $PA2$ とが互いに等しいと言える。なお、ピッチ $PA1$, $PA2$ はそれぞれ任意に変更可能である。一例では、ピッチ $PA2$ がピッチ $PA1$ よりも大きくてもよい。

[0083] 図 14 及び図 15 に示すように、第 1 接続部 61 B には、2 個のレーザ接合部 64 D, 64 E が形成されている。レーザ接合部 64 D, 64 E は、第 1 接続部 61 A と接合している。このため、レーザ接合部 64 D, 64 E は、第 2 素子側接続部の第 2 素子側接合部の一例である。レーザ接合部 64 D, 64 E は、第 1 接続部 61 B のうちの横方向 X に離間した部分に形成されている。平面視において、レーザ接合部 64 D, 64 E はそれぞれ、縦方向 Y に沿って延びている。本実施形態では、レーザ接合部 64 D, 64 E の縦方向 Y の大きさは、互いに等しい。また、レーザ接合部 64 D, 64 E の縦方向 Y の大きさは、レーザ接合部 64 A, 64 B, 64 C の縦方向 Y の大き

さと等しい。

[0084] ここで、レーザ接合部64Dの縦方向Yの大きさとレーザ接合部64Eの縦方向Yの大きさの差が例えばレーザ接合部64Dの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部64D、64Eの縦方向Yの大きさが互いに等しいと言える。また、レーザ接合部64Dの縦方向Yの大きさと、レーザ接合部64Aの縦方向Yの大きさ、レーザ接合部64Bの縦方向Yの大きさ、及びレーザ接合部64Cの縦方向Yの大きさととの最大のずれ量が例えばレーザ接合部64Aの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部64Dの縦方向Yの大きさがレーザ接合部64A、64B、64Cの縦方向Yの大きさと等しいと言える。レーザ接合部64Eの縦方向Yの大きさと、レーザ接合部64Aの縦方向Yの大きさ、レーザ接合部64Bの縦方向Yの大きさ、及びレーザ接合部64Cの縦方向Yの大きさととの最大のずれ量が例えばレーザ接合部64Aの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部64Eの縦方向Yの大きさがレーザ接合部64A、64B、64Cの縦方向Yの大きさと等しいと言える。

[0085] レーザ接合部64Dは、第1接続部61Bのうちのレーザ接合部64Eよりも先端寄りの部分に形成されている。一例では、レーザ接合部64Dは、厚さ方向Zからみて、第1接続部61Bのうちの第1接続部61Cの先端部と重なる部分に形成されている。より詳細には、レーザ接合部64Dは、第1接続部61Bのうちの第1接続部61Cの先端縁と横方向Xに隣り合う部分に形成されている。また厚さ方向Zからみて、レーザ接合部64Dは、レーザ接合部64Aとレーザ接合部64Bとの横方向Xの間に位置している。レーザ接合部64Eは、第1接続部61Bのうちの第1接続部61Bの横方向Xの中央部よりも先端寄りの部分に形成されている。レーザ接合部64Eは、厚さ方向Zからみて、レーザ接合部64Bとレーザ接合部64Cとの横方向Xの間に位置している。このように、レーザ接合部64D、64Eは、厚さ方向Zからみて、レーザ接合部64A、64B、64Cと重ならないようにずれて配置されている。また図15に示すように、本実施形態では、レ

ーザ接合部64Dとレーザ接合部64EとのピッチPBは、ピッチPA1, PA2と等しい。ここで、ピッチPBとピッチPA1又はピッチPA2との差が例えばピッチPA1の5%以内であれば、ピッチPBがピッチPA1, PA2と等しいと言える。なお、ピッチPBは任意に変更可能である。一例では、ピッチPBは、ピッチPA1, PA2よりも大きくてもよい。

[0086] 図14及び図15に示すように、第1接続部61Cには、1個のレーザ接合部64Fが形成されている。レーザ接合部64Fは、第1接続部61Bを接合している。このため、レーザ接合部64Fは、第3素子側接合部の一例である。レーザ接合部64Fは、縦方向Yに沿って延びている。本実施形態では、レーザ接合部64Fの縦方向Yの大きさは、レーザ接合部64A, 64B, 64Cの縦方向Yの大きさと等しい。ここで、レーザ接合部64Fの縦方向Yの大きさと、レーザ接合部64Aの縦方向Yの大きさ、レーザ接合部64Bの縦方向Yの大きさ、及びレーザ接合部64Cの縦方向Yの大きさと最大のずれ量が例えばレーザ接合部64Aの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部64Fの縦方向Yの大きさがレーザ接合部64A, 64B, 64Cの縦方向Yの大きさと等しいと言える。

[0087] レーザ接合部64Fは、第1接続部61Cのうちの第1接続部61Cの横方向Xの中央部よりも先端寄りの部分に形成されている。レーザ接合部64Fは、横方向Xにおいてレーザ接合部64Dとレーザ接合部64Eとの間に位置している。このように、レーザ接合部64Fは、厚さ方向Zからみて、レーザ接合部64D, 64Eと重ならないようにずれて配置されている。また、レーザ接合部64Fは、厚さ方向Zからみて、レーザ接合部64Bと重なる位置に設けられている。

[0088] このように、第1駆動用リード60の第1接続部61では、金属板の積層方向に隣り合う金属板に形成されたレーザ接合部が厚さ方向に重ならないようにずれて配置されている。一方、第1駆動用リード60の第1接続部61では、金属板の積層方向において離間した金属板に形成されたレーザ接合部は厚さ方向に重なるように配置されている。

[0089] 本実施形態では、図15に示すとおり、平面視において、3個のレーザ接合部64A、64B、64C、2個のレーザ接合部64D、64E、及び1個のレーザ接合部64Fは、横方向Xにおいて等ピッチとなるように形成されている。

[0090] また図15の拡大図で示すように、厚さ方向Zにおけるレーザ接合部64Bの金属板60B側の端部には、凹部64xが形成されている。横方向X及び厚さ方向Zに沿う平面で凹部64xを切った断面視における凹部64xの形状は、湾曲状である。この凹部64xによって、レーザ接合部64Bは、金属板60Bと接触していない。なお、金属板60Aの他のレーザ接合部64A、64C、及び金属板60Bのレーザ接合部64E、64Fについても、レーザ接合部64Bと同様に凹部64xを有する。このため、金属板60Aの他のレーザ接合部64A、64Cは、金属板60Bと接触していない。また、レーザ接合部64E、64Fは、金属板60Cと接触していない。

[0091] 図16に示すように、金属板60Aの第2接続部62Aは、入力リード22の延長部22cの主面22csに接合されている。このため、第2接続部62Aは、第1金属板の第1導電体側接続部の一例である。第2接続部62Aは、その全面にわたり延長部22cの主面22csに接触している。平面視における第2接続部62Aの形状は、横方向Xが長辺方向となり、縦方向Yが短辺方向となる矩形状である。本実施形態では、第2接続部62Aの縦方向Yの大きさ（幅寸法）は、延長部22cの縦方向Yの大きさ（幅寸法）よりも僅かに小さい。なお、第2接続部62Aの縦方向Yの大きさは、延長部22cの縦方向Yの大きさと等しくてもよい。本実施形態では、第2接続部62Aの横方向Xの大きさは、第1接続部61Aの横方向Xの大きさと等しく、第2接続部62Aの縦方向Yの大きさは、第1接続部61Aの縦方向Yの大きさと等しい。ここで、第2接続部62Aの横方向Xの大きさと第1接続部61Aの横方向Xの大きさとの差が例えば第1接続部61Aの横方向Xの大きさの5%以内であれば、第2接続部62Aの横方向Xの大きさが第1接続部61Aの横方向Xの大きさと等しいと言える。また、第2接続部6

2 Aの縦方向Yの大きさと、第1接続部6 1 Aの縦方向Yの大きさとの差が例えば第1接続部6 1 Aの縦方向Yの大きさの5 %以内であれば、第2接続部6 2 Aの縦方向Yの大きさは、第1接続部6 1 Aの縦方向Yの大きさと等しいと言える。

[0092] 図1 6及び図1 7に示すように、金属板6 0 Bの第2接続部6 2 Bは、厚さ方向Zにおいて第2接続部6 2 Aに積層されている。第2接続部6 2 Bは、その略全面にわたり第2接続部6 2 Aと接触している。このため、第2接続部6 2 Bは、第2金属板の第2導電体側接続部の一例である。平面視における第2接続部6 2 Bの形状は、横方向Xが長辺方向となり、縦方向Yが短辺方向となる矩形状である。第2接続部6 2 Bの先端縁は、横方向Xにおいて第2接続部6 2 Aの先端縁に対してずれている。具体的には、第2接続部6 2 Bの先端縁は、横方向Xにおいて第2接続部6 2 Aの先端縁よりも第2半導体素子3 0 Lの近くに位置している。このため、平面視において、第2接続部6 2 Bの横方向Xの大きさは、第2接続部6 2 Aの横方向Xの大きさよりも小さい。また、平面視において、第2接続部6 2 Bの縦方向Yの大きさ（幅寸法）は、第2接続部6 2 Aの縦方向Yの大きさ（幅寸法）と等しい。第2接続部6 2 Bの厚さ（厚さ方向Zの大きさ）は、第2接続部6 2 Aの厚さ（厚さ方向Zの大きさ）と等しい。ここで、第2接続部6 2 Bの縦方向Yの大きさが第2接続部6 2 Aの縦方向Yの大きさとの差が例えば第2接続部6 2 Aの縦方向Yの大きさの5 %以内であれば、第2接続部6 2 Bの縦方向Yの大きさが第2接続部6 2 Aの縦方向Yの大きさと等しいと言える。また第2接続部6 2 Bの厚さと第2接続部6 2 Aの厚さとの差が例えば第2接続部6 2 Aの厚さの5 %以内であれば、第2接続部6 2 Bの厚さが第2接続部6 2 Aの厚さと等しいと言える。本実施形態では、第2接続部6 2 Bの横方向Xの大きさは、第1接続部6 1 Bの横方向Xの大きさと等しく、第2接続部6 2 Bの縦方向Yの大きさは、第1接続部6 1 Bの縦方向Yの大きさと等しい。ここで、第2接続部6 2 Bの横方向Xの大きさと第1接続部6 1 Bの横方向Xの大きさとの差が例えば第1接続部6 1 Bの横方向Xの大きさの

5%以内であれば、第2接続部62Bの横方向Xの大きさが第1接続部61Bの横方向Xの大きさと等しいと言える。また、第2接続部62Bの縦方向Yの大きさと、第1接続部61Bの縦方向Yの大きさととの差が例えば第1接続部61Bの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、第2接続部62Bの縦方向Yの大きさは、第1接続部61Bの縦方向Yの大きさと等しいと言える。なお、横方向Xにおいて第2接続部62Bの先端縁は、第2接続部62Aの先端縁と揃っていてもよい。

[0093] 金属板60Cの第2接続部62Cは、厚さ方向Zにおいて第2接続部62Bに積層されている。第2接続部62Cは、その略全面にわたり第2接続部62Bと接触している。このため、第2接続部62Cは、第3金属板の第3導電体側接続部の一例である。平面視における第2接続部62Cの形状は、横方向Xが長辺方向となり、縦方向Yが短辺方向となる矩形状である。第2接続部62Cの先端縁は、横方向Xにおいて第2接続部62Bの先端縁に対してずれている。具体的には、第2接続部62Cの先端縁は、横方向Xにおいて第2接続部62Bの先端縁よりも第2半導体素子30Lの近くに位置している。このため、平面視において、第2接続部62Cの横方向Xの大きさは、第2接続部62Bの横方向Xの大きさよりも小さい。本実施形態では、第1接続部61Bの先端縁に対する第1接続部61Cの先端縁のずれ量は、第1接続部61Aの先端縁に対する第1接続部61Bの先端縁のずれ量よりも大きい。また、平面視において、第2接続部62Bの縦方向Yの大きさ（幅寸法）は、第2接続部62Bの縦方向Yの大きさ（幅寸法）と等しい。第2接続部62Cの厚さ（厚さ方向Zの大きさ）は、第2接続部62Bの厚さ（厚さ方向Zの大きさ）と等しい。ここで、第2接続部62Cの縦方向Yの大きさと第2接続部62Bの縦方向Yの大きさととの差が例えば第2接続部62Bの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、第2接続部62Cの縦方向Yの大きさが第2接続部62Bの縦方向Yの大きさと等しいと言える。また第2接続部62Cの厚さと第2接続部62Bの厚さととの差が例えば第2接続部62Bの厚さの5%以内であれば、第2接続部62Cの厚さが第2接続部6

2 Bの厚さと等しいと言える。本実施形態では、第2接続部6 2 Cの横方向Xの大きさは、第1接続部6 1 Cの横方向Xの大きさと等しく、第2接続部6 2 Cの縦方向Yの大きさは、第1接続部6 1 Cの縦方向Yの大きさと等しい。ここで、第2接続部6 2 Cの横方向Xの大きさと第1接続部6 1 Cの横方向Xの大きさとの差が例えば第1接続部6 1 Cの横方向Xの大きさの5%以内であれば、第2接続部6 2 Cの横方向Xの大きさが第1接続部6 1 Cの横方向Xの大きさと等しいと言える。また、第2接続部6 2 Cの縦方向Yの大きさと、第1接続部6 1 Cの縦方向Yの大きさとの差が例えば第1接続部6 1 Cの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、第2接続部6 2 Cの縦方向Yの大きさは、第1接続部6 1 Cの縦方向Yの大きさと等しいと言える。なお、横方向Xにおいて第2接続部6 2 Cの先端縁は、第2接続部6 2 Bの先端縁と揃っていてもよい。

[0094] 第2接続部6 2 Aは、レーザ溶接によって入力リード2 2の延長部2 2 cの先端部に接合されている。第2接続部6 2 Bは、レーザ溶接によって第2接続部6 2 Aに接合されている。第2接続部6 2 Cは、レーザ溶接によって第2接続部6 2 Bに接合されている。

[0095] より詳細には、図1 6及び図1 7に示すように、第2接続部6 2 Aには、3個のレーザ接合部6 5 A, 6 5 B, 6 5 Cが形成されている。レーザ接合部6 5 A, 6 5 B, 6 5 Cは延長部2 2 cの主面2 2 c sに接合されている。このため、レーザ接合部6 5 A, 6 5 B, 6 5 Cは、第1導電体側接合部の一例である。レーザ接合部6 5 A, 6 5 B, 6 5 Cは、第2接続部6 2 Aのうちの横方向Xに離間した部分に形成されている。平面視において、レーザ接合部6 5 A, 6 5 B, 6 5 Cはそれぞれ、縦方向Yに沿って延びている。本実施形態では、レーザ接合部6 5 A, 6 5 B, 6 5 Cの縦方向Yの大きさは、互いに等しい。ここで、レーザ接合部6 5 Aの縦方向Yの大きさ、レーザ接合部6 5 Bの縦方向Yの大きさ、及びレーザ接合部6 5 Cの縦方向Yの大きさの最大のずれ量が例えばレーザ接合部6 5 Aの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部6 5 A, 6 5 B, 6 5 Cの縦方向Yの大き

さが互いに等しいと言える。また、本実施形態では、レーザ接合部 6 5 A, 6 5 B, 6 5 C の縦方向 Y の大きさはそれぞれ、レーザ接合部 6 4 A, 6 4 B, 6 4 C の縦方向 Y の大きさと等しい。ここで、レーザ接合部 6 5 A の縦方向 Y の大きさとレーザ接合部 6 4 A の縦方向 Y の大きさととの差がレーザ接合部 6 4 A の縦方向 Y の大きさの 5 % 以内であれば、レーザ接合部 6 5 A の縦方向 Y の大きさがレーザ接合部 6 4 A の縦方向 Y の大きさと等しいと言える。レーザ接合部 6 5 B の縦方向 Y の大きさとレーザ接合部 6 4 B の縦方向 Y の大きさととの関係、及び、レーザ接合部 6 5 C の縦方向 Y の大きさとレーザ接合部 6 4 C の縦方向 Y の大きさととの関係についても、上述のレーザ接合部 6 5 A の縦方向 Y の大きさとレーザ接合部 6 4 A の縦方向 Y の大きさととの関係と同様である。

[0096] レーザ接合部 6 5 A は、第 2 接続部 6 2 A のうちのレーザ接合部 6 5 B, 6 5 C よりも先端寄りの部分に形成されている。一例では、レーザ接合部 6 5 A は、厚さ方向 Z からみて、第 2 接続部 6 2 A のうちの第 2 接続部 6 2 B の先端部と重なる部分に形成されている。より詳細には、レーザ接合部 6 5 A は、第 2 接続部 6 2 A のうちの第 2 接続部 6 2 B の先端縁と横方向 X に隣り合う部分に形成されている。レーザ接合部 6 5 B は、第 2 接続部 6 2 A においてレーザ接合部 6 5 A よりも基端寄りかつレーザ接合部 6 5 C よりも先端寄りの部分に形成されている。レーザ接合部 6 5 C は、第 2 接続部 6 2 A の横方向 X の中央部に形成されている。本実施形態では、図 1 7 に示すように、レーザ接合部 6 5 A とレーザ接合部 6 5 B とのピッチ P C 1 と、レーザ接合部 6 5 B とレーザ接合部 6 5 C とのピッチ P C 2 とが互いに等しい。ここで、ピッチ P C 1 とピッチ P C 2 との差が例えばピッチ P C 1 の 5 % 以内であれば、ピッチ P C 1 とピッチ P C 2 とが互いに等しいと言える。本実施形態では、ピッチ P C 1 は、レーザ接合部 6 4 A とレーザ接合部 6 4 B との間のピッチ P A 1 (図 1 5 参照) と等しく、ピッチ P C 2 は、レーザ接合部 6 4 B とレーザ接合部 6 4 C との間のピッチ P A 2 (図 1 5 参照) と等しい。ここで、ピッチ P C 1 とピッチ P A 1 との差が例えばピッチ P A 1 の 5 %

以内であれば、ピッチPC1がピッチPA1と等しいと言える。ピッチPC2とピッチPA2との差が例えばピッチPA2の5%以内であれば、ピッチPC2がピッチPA2と等しいと言える。

[0097] 図16及び図17に示すように、第2接続部62Bには、2個のレーザ接合部65D、65Eが形成されている。レーザ接合部65D、65Eは、第2接続部62Aに接合されている。このため、レーザ接合部65D、65Eは、第2導電体側接合部の一例である。レーザ接合部65D、65Eは、第2接続部62Bのうちの横方向Xに離間した部分に形成されている。平面視において、レーザ接合部65D、65Eはそれぞれ、縦方向Yに沿って延びている。本実施形態では、レーザ接合部65D、65Eの縦方向Yの大きさは、互いに等しい。また、レーザ接合部65D、65Eの縦方向Yの大きさは、レーザ接合部65A、65B、65Cの縦方向Yの大きさと等しい。

[0098] ここで、レーザ接合部65Dの縦方向Yの大きさとレーザ接合部65Eの縦方向Yの大きさの差が例えばレーザ接合部65Dの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部65D、65Eの縦方向Yの大きさが互いに等しいと言える。また、レーザ接合部65Dの縦方向Yの大きさと、レーザ接合部65Aの縦方向Yの大きさ、レーザ接合部65Bの縦方向Yの大きさ、及びレーザ接合部65Cの縦方向Yの大きさと最大のずれ量が例えばレーザ接合部65Aの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部65Dの縦方向Yの大きさがレーザ接合部65A、65B、65Cの縦方向Yの大きさと等しいと言える。また、レーザ接合部65Eの縦方向Yの大きさと、レーザ接合部65Aの縦方向Yの大きさ、レーザ接合部65Bの縦方向Yの大きさ、及びレーザ接合部65Cの縦方向Yの大きさと最大のずれ量が例えばレーザ接合部65Aの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部65Eの縦方向Yの大きさがレーザ接合部65A、65B、65Cの縦方向Yの大きさと等しいと言える。

[0099] また、本実施形態では、レーザ接合部65Dの縦方向Yの大きさは、第1接続部61Bのレーザ接合部64D（ともに図14参照）の縦方向Yの大き

さと等しい。レーザ接合部 6 5 E の縦方向 Y の大きさは、第 1 接続部 6 1 B のレーザ接合部 6 4 E（ともに図 1 4 参照）の縦方向 Y の大きさと等しい。ここで、レーザ接合部 6 5 D の縦方向 Y の大きさとレーザ接合部 6 4 D の縦方向 Y の大きさととの差が例えばレーザ接合部 6 4 D の縦方向 Y の大きさの 5 % 以内であれば、レーザ接合部 6 5 D の縦方向 Y の大きさがレーザ接合部 6 4 D の縦方向 Y の大きさと等しいと言える。レーザ接合部 6 5 E の縦方向 Y の大きさとレーザ接合部 6 4 E の縦方向 Y の大きさととの差が例えばレーザ接合部 6 4 E の縦方向 Y の大きさの 5 % 以内であれば、レーザ接合部 6 5 E の縦方向 Y の大きさがレーザ接合部 6 4 E の縦方向 Y の大きさと等しいと言える。

[0100] レーザ接合部 6 5 D は、第 2 接続部 6 2 B のうちのレーザ接合部 6 5 E よりも先端寄りの部分に形成されている。一例では、レーザ接合部 6 5 D は、厚さ方向 Z からみて、第 2 接続部 6 2 B のうちの第 2 接続部 6 2 C の先端部と重なる部分に形成されている。より詳細には、レーザ接合部 6 5 D は、第 2 接続部 6 2 B のうちの第 2 接続部 6 2 C の先端縁と横方向 X に隣り合う部分に形成されている。また厚さ方向 Z からみて、レーザ接合部 6 5 D は、レーザ接合部 6 5 A とレーザ接合部 6 5 B との横方向 X の間に位置している。レーザ接合部 6 5 E は、第 2 接続部 6 2 B のうちの第 2 接続部 6 2 B の横方向 X の中央部よりも先端寄りの部分に形成されている。レーザ接合部 6 5 E は、厚さ方向 Z からみて、レーザ接合部 6 5 B とレーザ接合部 6 5 C との横方向 X の間に位置している。このように、レーザ接合部 6 5 D、6 5 E は、厚さ方向 Z からみて、レーザ接合部 6 5 A、6 5 B、6 5 C と重ならないようにずれて配置されている。また図 1 7 に示すように、本実施形態では、レーザ接合部 6 5 D とレーザ接合部 6 5 E とのピッチ P D は、ピッチ P C 1、P C 2 と等しい。ここで、ピッチ P D とピッチ P C 1 又はピッチ P C 2 との差が例えばピッチ P C 1 の 5 % 以内であれば、ピッチ P D がピッチ P C 1、P C 2 と等しいと言える。また、本実施形態では、ピッチ P D は、第 1 接続部 6 1 B のレーザ接合部 6 4 D とレーザ接合部 6 4 E とのピッチ P B と等し

い。ここで、ピッチPDとピッチPBとの差が例えばピッチPBの5%以内であれば、ピッチPDがピッチPBと等しいと言える。

[0101] 図16及び図17に示すように、第2接続部62Cには、1個のレーザ接合部65Fが形成されている。レーザ接合部65Fは、第2接続部62Bを接合している。このため、レーザ接合部65Fは、第3導電体側接合部の一例である。レーザ接合部65Fは、縦方向Yに沿って延びている。本実施形態では、レーザ接合部65Fの縦方向Yの大きさは、レーザ接合部65A、65B、65Cの縦方向Yの大きさと等しい。ここで、レーザ接合部65Fの縦方向Yの大きさと、レーザ接合部65Aの縦方向Yの大きさ、レーザ接合部65Bの縦方向Yの大きさ、及びレーザ接合部65Cの縦方向Yの大きさととの最大のずれ量が例えばレーザ接合部65Aの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部65Fの縦方向Yの大きさがレーザ接合部65A、65B、65Cの縦方向Yの大きさと等しいと言える。また、本実施形態では、レーザ接合部65Fの縦方向Yの大きさは、第2接続部62Cのレーザ接合部64F（ともに図14参照）の縦方向Yの大きさと等しい。ここで、レーザ接合部65Fの縦方向Yの大きさとレーザ接合部64Fの縦方向Yの大きさととの差がたとえばレーザ接合部64Fの縦方向Yの大きさの5%以内であれば、レーザ接合部65Fの縦方向Yの大きさがレーザ接合部64Fの縦方向Yの大きさと等しいと言える。

[0102] レーザ接合部65Fは、第2接続部62Cのうちの第2接続部62Cの横方向Xの中央部よりも先端寄りの部分に形成されている。レーザ接合部65Fは、横方向Xにおいてレーザ接合部65Dとレーザ接合部65Eとの間に位置している。このように、レーザ接合部65Fは、厚さ方向Zからみて、レーザ接合部65D、65Eと重ならないようにずれて配置されている。また、レーザ接合部65Fは、厚さ方向Zからみて、レーザ接合部65Bと重なる位置に設けられている。

[0103] このように、第1駆動用リード60の第2接続部62では、金属板の積層方向に隣り合う金属板に形成されたレーザ接合部が厚さ方向に重ならないよ

うにずれて配置されている。一方、第1駆動用リード60の第2接続部62では、金属板の積層方向において離間した金属板に形成されたレーザ接合部は厚さ方向に重なるように配置されている。

[0104] 本実施形態では、図17に示すとおり、平面視において、3個のレーザ接合部65A、65B、65C、2個のレーザ接合部65D、65E、及び1個のレーザ接合部65Fは、横方向Xにおいて等ピッチとなるように形成されている。

[0105] また図17の拡大図で示すように、厚さ方向Zにおけるレーザ接合部65Bの金属板60B側の端部には、凹部65xが形成されている。横方向X及び厚さ方向Zに沿う平面で凹部65xを切った断面視における凹部65xの形状は、湾曲状である。この凹部65xによって、レーザ接合部65Bは、金属板60Bと接触していない。なお、金属板60Aの他のレーザ接合部65A、65C、及び金属板60Bのレーザ接合部65D、65Eについても、レーザ接合部65Bと同様に凹部65xを有する。このため、金属板60Aの他のレーザ接合部65A、65Cは、金属板60Bと接触していない。また、レーザ接合部65D、65Eは、金属板60Cと接触していない。

[0106] 図12及び図13に示すように、金属板60Aを縦方向Yからみた側面視における金属板60Aの連結部63Aの形状は、支持基板40（図10（a）参照）に向けて開口する矩形凹状である。連結部63Aは、第1垂直部66A、第2垂直部67A、及び水平部68Aに区分できる。第1垂直部66A及び第2垂直部67Aは、横方向Xにおいて離間して配置されている。水平部68Aは、横方向Xにおいて第1垂直部66Aと第2垂直部67Aとを繋いでいる。第1垂直部66Aは、第1接続部61Aの基端部から厚さ方向Zに延びている。第2垂直部67Aは、第2接続部62Aの基端部から厚さ方向Zに延びている。第1垂直部66Aの厚さ方向Zの大きさは、第2垂直部67Aの厚さ方向Zの大きさよりも大きい。水平部68Aは、第1垂直部66Aのうちの厚さ方向Zの第1接続部61Aとは反対側の端部と、第2垂直部67Aのうちの厚さ方向Zの第2接続部62Aとは反対側の端部とを繋

いでいる。このため、厚さ方向Zにおいて、水平部68Aは、入力リード22よりも封止樹脂10の樹脂天面15（図10（a）参照）の近くに配置されている。

[0107] 金属板60Bの連結部63Bは、金属板60Aの連結部63A上に積層されている。より詳細には、金属板60Bを縦方向Yからみた側面視における連結部63Bの形状は、連結部63Aと同様に矩形凹状である。連結部63Bは、第1垂直部66B、第2垂直部67B、及び水平部68Bに区分できる。第1垂直部66Bは、横方向Xにおいて第1垂直部66Aに積層されている。第1垂直部66Bはその全面にわたり第1垂直部66Aと接触している。第2垂直部67Bは、横方向Xにおいて第2垂直部67Aに積層されている。第2垂直部67Bはその全面にわたり第2垂直部67Aと接触している。水平部68Bは、厚さ方向Zにおいて水平部68Aに積層されている。水平部68Bはその全面にわたり水平部68Aと接触している。

[0108] 金属板60Cの連結部63Cは、金属板60Bの連結部63B上に積層されている。より詳細には、金属板60Cを縦方向Yからみた側面視における連結部63Cの形状は、連結部63Aと同様に矩形凹状である。連結部63Cは、第1垂直部66C、第2垂直部67C、及び水平部68Cに区分できる。第1垂直部66Cは、横方向Xにおいて第1垂直部66Bに積層されている。第1垂直部66Cはその全面にわたり第1垂直部66Bと接触している。第2垂直部67Cは、横方向Xにおいて第2垂直部67Bに積層されている。第2垂直部67Cはその全面にわたり第2垂直部67Bと接触している。水平部68Cは、厚さ方向Zにおいて水平部68Bに積層されている。水平部68Cはその全面にわたり水平部68Bと接触している。

[0109] 図5に示すように、第2駆動用リード70は、第1半導体素子30Uのソース電極33と横方向Xにおける導電部材42Bの主面42sbのうちの導電部材42A側の端部とに接合されている。このように、導電部材42Bは駆動用導電体の一例であり、導電部材42Bの主面42sbは駆動用導電体の駆動用接続表面の一例である。

[0110] 平面視における第2駆動用リード70の形状は、横方向Xに延びる帯状である。第2駆動用リード70は、複数の金属製の薄板を厚さ方向Zに積層した構成である。本実施形態では、図18及び図19に示すように、第2駆動用リード70は、3枚の金属製の薄板である金属板70A、70B、70Cを、この順番で厚さ方向Zに積層した構成である。金属板70A、70B、70Cは、同一の金属材料から構成されている。金属板70A、70B、70Cを構成する材料の一例は、Cu（銅）である。なお、第2駆動用リード70を構成する金属板の枚数は、任意に変更可能である。一例では、第2駆動用リード70を構成する金属板の枚数は、第1半導体素子30Uの許容電流の大きさに応じて設定される。金属板70A、70B、70Cの厚さ（厚さ方向Zの寸法）はそれぞれ、金属板60A、60B、60C（図12及び図13参照）と同様に、0.05mm～0.2mmである。本実施形態では、0.05mmの厚さの金属板70A、70B、70Cが用いられている。

[0111] 第2駆動用リード70は、第1半導体素子30Uのソース電極33に接合される第1接続部71と、導電部材42Bに接合される第2接続部72と、第1接続部71と第2接続部72とを連結する連結部73とを有する。なお、金属板70A～70Cの積層により第2駆動用リード70が構成されるため、金属板70A～70Cのそれぞれが第1接続部71、第2接続部72、及び連結部73を有する。このため、金属板70A～70Cのそれぞれの第1接続部71、第2接続部72、及び連結部73については、符号の後にアルファベットのA～Cを付して区分する。本実施形態では、金属板70Aは、第1接続部71A、第2接続部72A、及び連結部73Aが一体形成された単一部材である。金属板70Bは、第1接続部71B、第2接続部72B、及び連結部73Bが一体形成された単一部材である。金属板70Cは、第1接続部71C、第2接続部72C、及び連結部73Cが一体形成された単一部材である。第1接続部71は、第1接続部71A、第1接続部71B、及び第1接続部71Cが厚さ方向Zにおいて積層されることによって構成されている。第2接続部72は、第2接続部72A、第2接続部72B、及び

第2接続部72Cが厚さ方向Zにおいて積層されることによって構成されている。

[0112] 図20及び図21に示すように、第2駆動用リード70の第1接続部71の構成は、第1駆動用リード60の第2接続部62（図16及び図17参照）の構成と同じである。より詳細には、金属板70Aの第1接続部71Aの構成は金属板60Aの第2接続部62Aの構成と同じであり、金属板70Bの第1接続部71Bの構成は金属板60Bの第2接続部62Bの構成と同じであり、金属板70Cの第1接続部71Cの構成は金属板60Cの第2接続部62Cの構成と同じである。また、第1接続部71A、71B、71Cの積層態様は、第2接続部62A、62B、62Cの積層態様と同じである。

[0113] 第1接続部71Aは、レーザ溶接によって第1半導体素子30Uのソース電極33に接合されている。第1接続部71Bは、レーザ溶接によって第1接続部71Aに接合されている。第1接続部71Cは、レーザ溶接によって第1接続部71Bに接合されている。第1接続部71Aには、第2接続部62Aと同様に、レーザ接合部74A、74B、74Cが形成されている。レーザ接合部74A、74B、74Cのそれぞれの形状及び大きさ、並びに配置態様は、第2接続部62Aに形成されたレーザ接合部65A、65B、65Cのそれぞれの形状及び大きさ、並びに配置態様と同じである。第1接続部71Bには、第2接続部62Bと同様に、レーザ接合部74D、74Eが形成されている。レーザ接合部74D、74Eのそれぞれの形状及び大きさ、並びに配置態様は、第2接続部62Bに形成されたレーザ接合部65D、65Eのそれぞれの形状及び大きさ、並びに配置態様と同じである。第1接続部71Cには、第2接続部62Cと同様に、レーザ接合部74Fが形成されている。レーザ接合部74Fの形状及び大きさ、並びに配置態様は、第2接続部62Cのレーザ接合部65Fの形状及び大きさ、並びに配置態様と同じである。レーザ接合部74A～74Fのそれぞれには、レーザ接合部65A～65Fの凹部65x（図17参照）と同様に凹部74xが形成されている。

[0114] 図22及び図23に示すように、第2駆動用リード70の第2接続部72の構成は、第1駆動用リード60の第1接続部61（図14及び図15参照）の構成と同じである。より詳細には、金属板70Aの第2接続部72Aの構成は金属板60Aの第1接続部61Aの構成と同じであり、金属板70Bの第2接続部72Bの構成は金属板60Bの第1接続部61Bの構成と同じであり、金属板70Cの第2接続部72Cの構成は金属板60Cの第1接続部61Cの構成と同じである。また、第2接続部72A、72B、72Cの積層態様は、第1接続部61A、61B、61Cの積層態様と同じである。

[0115] 第2接続部72Aは、レーザ溶接によって導電部材42Bの主面42sbに接合されている。第2接続部72Bは、レーザ溶接によって第2接続部72Aに接合されている。第2接続部72Cは、レーザ溶接によって第2接続部72Bに接合されている。第2接続部72Aには、第1接続部61Aと同様に、レーザ接合部75A、75B、75Cが形成されている。レーザ接合部75A、75B、75Cのそれぞれの形状及び大きさ、並びに配置態様は、第1接続部61Aに形成されたレーザ接合部64A、64B、64Cのそれぞれの形状及び大きさ、並びに配置態様と同じである。第2接続部72Bには、第1接続部61Bと同様に、レーザ接合部75D、75Eが形成されている。レーザ接合部75D、75Eのそれぞれの形状及び大きさ、並びに配置態様は、第1接続部61Bに形成されたレーザ接合部64D、64Eのそれぞれの形状及び大きさ、並びに配置態様と同じである。第2接続部72Cには、第1接続部61Cと同様に、レーザ接合部75Fが形成されている。レーザ接合部75Fの形状及び大きさ、並びに配置態様は、第1接続部61Cに形成されたレーザ接合部64Fの形状及び大きさ、並びに配置態様と同じである。レーザ接合部75A～75Fのそれぞれには、レーザ接合部64A～64Fの凹部64x（図15参照）と同様に凹部75xが形成されている。

[0116] 図18及び図19に示すように、第2駆動用リード70を縦方向Yからみた側面視における第2駆動用リード70の連結部73の形状は、第1駆動用

リード60を縦方向Yからみた側面視における第2駆動用リード70の連結部63の形状と異なる。具体的には、上記側面視における連結部73の形状は、連結部63と同様に、支持基板40に向けて開口する矩形凹状に形成されている。一方、第1半導体素子30Uと導電部材42Bの主面42sbとの間の厚さ方向Zの距離が入力リード22の延長部22cと第2半導体素子30Lとの間の厚さ方向Zの距離よりも小さいため、連結部73の凹状の深さが連結部63の凹状の深さよりも浅い。

[0117] 金属板70Aを縦方向Yからみた側面視における金属板70Aの連結部73Aの形状は、支持基板40（図11（a）参照）に向けて開口する矩形凹状である。金属板70Aの連結部63Aは、第1垂直部76A、第2垂直部77A、及び水平部78Aに区分できる。第1垂直部76A及び第2垂直部77Aは、横方向Xにおいて離間して配置されている。水平部78Aは、横方向Xにおいて第1垂直部76Aと第2垂直部77Aとを繋いでいる。第1垂直部76Aは、第2接続部72Aの基端部から厚さ方向Zに延びている。第2垂直部77Aは、第1接続部71Aの基端部から厚さ方向Zに延びている。第1垂直部76Aの厚さ方向Zの大きさは、第2垂直部77Aの厚さ方向Zの大きさよりも大きい。本実施形態では、第1垂直部76Aの厚さ方向Zの大きさは、第1駆動用リード60の金属板60Aの第1垂直部66Aの厚さ方向Zの大きさよりも小さい。第2垂直部77Aの厚さ方向Zの大きさは、金属板60Aの第2垂直部67Aの厚さ方向Zの大きさと等しい。水平部78Aは、第1垂直部76Aのうちの厚さ方向Zの第2接続部72Aとは反対側の端部と、第2垂直部77Aのうちの厚さ方向Zの第1接続部71Aとは反対側の端部とを繋いでいる。水平部78Aの横方向Xの長さは、金属板60Aの水平部68Aの横方向Xの長さと等しい。ここで、第2垂直部77Aの厚さ方向Zの大きさと第2垂直部67Aの厚さ方向Zの大きさとの差が例えば第2垂直部67Aの厚さ方向Zの大きさの5%以内であれば、第2垂直部77Aの厚さ方向Zの大きさが第2垂直部67Aの厚さ方向Zの大きさと等しいと言える。また、水平部78Aの横方向Xの長さと水平部68A

の横方向Xの長さとの差が例えば水平部68Aの横方向Xの長さの5%以内であれば、水平部78Aの横方向Xの長さが水平部68Aの横方向Xの長さと等しいと言える。

[0118] 金属板70Bの連結部73Bは、金属板70Aの連結部73A上に積層されている。より詳細には、金属板70Bを縦方向Yからみた側面視における連結部73Bの形状は、連結部73Aと同様に矩形凹状である。連結部73Bは、第1垂直部76B、第2垂直部77B、及び水平部78Bに区分できる。第1垂直部76Bは、横方向Xにおいて第1垂直部76Aに積層されている。第1垂直部76Bはその全面にわたり第1垂直部76Aと接触している。第2垂直部77Bは、横方向Xにおいて第2垂直部77Aに積層されている。第2垂直部77Bはその全面にわたり第2垂直部77Aと接触している。水平部78Bは、厚さ方向Zにおいて水平部78Aに積層されている。水平部78Bはその全面にわたり水平部78Aと接触している。

[0119] 金属板70Cの連結部73Cは、金属板70Bの連結部73B上に積層されている。より詳細には、金属板70Cを縦方向Yからみた側面視における連結部73Cの形状は、連結部73Aと同様に矩形凹状である。連結部73Cは、第1垂直部76C、第2垂直部77C、及び水平部78Cに区分できる。第1垂直部76Cは、横方向Xにおいて第1垂直部76Bに積層されている。第1垂直部76Cはその全面にわたり第1垂直部76Bと接触している。第2垂直部77Cは、横方向Xにおいて第2垂直部77Bに積層されている。第2垂直部77Cはその全面にわたり第2垂直部77Bと接触している。水平部78Cは、厚さ方向Zにおいて水平部78Bに積層されている。水平部78Cはその全面にわたり水平部78Bと接触している。

[0120] このように、金属板70Aは半導体素子に接続された第1金属板の一例であり、第1接続部71Aは第1金属板の第1素子側接続部の一例であり、第2接続部72Aは第1金属板の第1導電体側接続部の一例であり、連結部73Aは第1連結部の一例である。第1接続部71Aに形成されたレーザ接合部74A、74B、74Cは第1素子側接続部の第1素子側接合部の一例で

あり、第2接続部72Aに形成されたレーザ接合部75A, 75B, 75Cは第1導電体側接続部の第1導電体側接合部の一例である。

[0121] 金属板70Bは第1金属板に積層された第2金属板の一例であり、第1接続部71Bは第1素子側接続部に接続された第2素子側接続部の一例であり、第2接続部72Bは第2金属板の第2導電体側接続部の一例であり、連結部73Bは第2連結部の一例である。第1接続部71Bに形成されたレーザ接合部74D, 74Eは第2素子側接続部の第2素子側接合部の一例であり、第2接続部72Bに形成されたレーザ接合部75D, 75Eは第2導電体側接続部の第2導電体側接合部の一例である。

[0122] 金属板70Cは第2金属板に積層された第3金属板の一例であり、第1接続部71Cは第3金属板の第3素子側接続部の一例であり、第2接続部72Cは第3金属板の第3導電体側接続部の一例であり、連結部73Cは第3連結部の一例である。第1接続部71Cに形成されたレーザ接合部74Fは第3素子側接続部の第3素子側接合部の一例であり、第2接続部72Cに形成されたレーザ接合部75Fは第3導電体側接続部の第3導電体側接合部の一例である。

[0123] (製造方法)

次に、図24～図27を参照して、本実施形態の半導体装置1Aの製造方法について説明する。以下の説明において、半導体装置1Aの符号が付された各構成要素は、図1～図23の半導体装置1Aの各構成要素を示す。

[0124] 図24に示すように、半導体装置1Aの製造方法は、支持基板準備工程（ステップS1）、素子実装工程（ステップS2）、接合工程（ステップS3）、ワイヤ形成工程（ステップS4）、及び封止工程（ステップS5）を有する。本実施形態では、支持基板準備工程、素子実装工程、接合工程、ワイヤ形成工程、及び封止工程の順に実施することによって、半導体装置1Aが製造される。

[0125] 支持基板準備工程では、支持基板40（図2参照）が準備される。具体的には、まず絶縁基板41上に導電部材42A及び導電部材42Bを互いに離

間して接合する。そして、導電部材42A、42B上に、一对の絶縁層43A、43B及び複数の支持台29を接合する。そして、一对の絶縁層43A、43B上に一对のゲート層44A、44B及び一对の検出層45A、45Bを接合する。

[0126] 素子実装工程では、導電部材42Aに第1半導体素子30Uを実装し、導電部材42Bに第2半導体素子30Lを実装する。具体的には、導電部材42Aにおける第1半導体素子30Uの実装領域に銀ペーストを塗布し、導電部材42Bにおける第2半導体素子30Lの実装領域に銀ペーストを塗布する。この塗布方法としては、例えばマスクを用いたスクリーン印刷が挙げられる。そして導電部材42Aにおける第1半導体素子30Uの実装領域に第1半導体素子30Uの素子裏面32を接合し、導電部材42Bにおける第2半導体素子30Lの実装領域に第2半導体素子30Lの素子裏面32を接合する。なお、第1半導体素子30U及び第2半導体素子30Lの実装について、銀ペーストにかえて半田等の導電性接合材を用いてもよい。

[0127] 接合工程は、第1接合工程（ステップS31）、第2接合工程（ステップS32）、及び第3接合工程（ステップS33）を含む。

第1接合工程は、入力リード21、22及び出力リード23を支持基板40に接合する工程である。本実施形態では、まず、入力リード21を導電部材42Aの主面42saに接合する。この接合方法としては、例えば超音波溶接による接合又はレーザ溶接による接合が挙げられる。次に、入力リード21に絶縁部材28を取り付ける。次に、絶縁部材28に入力リード22を取り付ける。これにより、絶縁部材28は、入力リード21と入力リード22とによって厚さ方向Zに挟み込まれる。また、入力リード22の複数の延長部22cはそれぞれ、支持台29に載置される。次に、出力リード23を導電部材42Bに接合する。この接合方法としては、例えば超音波溶接による接合又はレーザ溶接による接合が挙げられる。なお、入力リード21、22を導電部材42Aに接合する工程と、出力リード23を導電部材42Bに接合する工程との順番は任意に変更可能である。

- [0128] 第2接合工程は、一对の制御リード24A、24B、一对の検出リード25A、25B、複数のダミーリード26、及び一对の側方リード27A、27Bを形成するためのリードフレームを準備する第1工程と、側方リード27A、27Bを支持基板40に接合する第2工程とを含む。
- [0129] 第1工程では、一对の制御リード24A、24B、一对の検出リード25A、25B、複数のダミーリード26、及び一对の側方リード27A、27Bが繋がったリードフレームを準備する。リードフレームでは、各リード24A、24B、25A、25B、26の端子部24b、25b、26bがL字状に折り曲げられる前の状態で形成されている。
- [0130] 第2工程では、リードフレームに繋がれた側方リード27Aを導電部材42Aの主面42saに接合し、リードフレームに繋がれた側方リード27Bを導電部材42Bの主面42sbに接合する。これらの接合方法としては、例えば超音波溶接による接合又はレーザ溶接による接合が挙げられる。
- [0131] 第3接合工程は、複数の第1駆動用リード60を複数の第1半導体素子30Uと入力リード22の複数の延長部22cとに接合する工程、及び複数の第2駆動用リード70を複数の第2半導体素子30Lと導電部材42Bとに接合する工程である。第1駆動用リード60と第1半導体素子30Uとの接合方法、第1駆動用リード60と延長部22cとの接合方法、第2駆動用リード70と第2半導体素子30Lとの接合方法、及び第2駆動用リード70と導電部材42Bとの接合方法は互いに同じである。このため、第1駆動用リード60と第1半導体素子30Uとの接合方法について詳細に説明し、他の接合の説明を省略する。
- [0132] 図25～図27に示すように、接合装置200を用いて、第1駆動用リード60と第1半導体素子30Uのソース電極33とに第1駆動用リード60が接合される。接合装置200は、金属板を供給するリード供給部210と、レーザ溶接を行うためのレーザ照射部220とを備える。本実施形態では、リード供給部210の内部にレーザ照射部220が設けられている。リード供給部210及びレーザ照射部220はそれぞれ独立して横方向X、縦方

向Y、及び厚さ方向Zに移動可能なように構成されている。

[0133] 第1駆動用リード60における第3接合工程は、駆動電極接続工程、第1連結部形成工程、及び導電体接続工程を順に経て金属板60Aが形成される。

図25は、駆動電極接続工程を示している。駆動電極接続工程は、第1駆動用リード60の金属板60Aの第1接続部61Aを第1半導体素子30Uのソース電極33に接続する工程である。

[0134] 図25に示すように、リード供給部210は、第1半導体素子30Uのソース電極33に金属製のリボン材230を供給しつつ、横方向Xに移動する。リボン材230は、例えばCu（銅）である。レーザ照射部220は、ソース電極33上に載置されたりボン材230に対して厚さ方向Zにおいてソース電極33側とは反対側からレーザ光を照射する。レーザ光は、リボン材230に対して縦方向Yに沿って走査され、一直線状に照射される。これにより、ソース電極33とリボン材230とを接合するレーザ接合部64A、64B、64Cが形成される。詳細には、リード供給部210は、ソース電極33上にレーザ接合部64Aが形成可能な横方向Xの長さのリボン材230を載置するように横方向Xに移動する。そしてリード供給部210の横方向Xへの移動を停止した後、レーザ照射部220は、ソース電極33上のリボン材230に対してレーザ光を照射する。これにより、レーザ接合部64Aが形成される。次に、リード供給部210は、ソース電極33上のリボン材230の横方向Xの長さをレーザ接合部64Bが形成可能な横方向Xの長さとなるようにリボン材230を供給しつつ横方向Xに移動する。そしてリード供給部210の横方向Xへの移動を停止した後、レーザ照射部220は、ソース電極33上のリボン材230に対してレーザ光を照射する。これにより、レーザ接合部64Bが形成される。次に、リード供給部210は、ソース電極33上のリボン材230の横方向Xの長さをレーザ接合部64Cが形成可能な横方向Xの長さとなるようにリボン材230を供給しつつ横方向Xに移動する。そしてリード供給部210の横方向Xへの移動を停止した後

、レーザ照射部 220 は、ソース電極 33 上のリボン材 230 に対してレーザ光を照射する。これにより、レーザ接合部 64C が形成される。以上の工程を経て、ソース電極 33 上に金属板 60A の第 1 接続部 61A が形成され、第 1 接続部 61A がソース電極 33 に接合される。

[0135] 第 1 連結部形成工程では、金属板 60A の連結部 63A を形成する工程である。具体的には、リード供給部 210 は、リボン材 230 を供給しつつ、厚さ方向 Z において第 1 半導体素子 30U から離れるように移動する。これにより、金属板 60A の第 1 垂直部 66A が形成される。そしてリード供給部 210 は、リボン材 230 を供給しつつ、横方向 X に沿って第 1 半導体素子 30U から離れるように移動する。これにより、金属板 60A の水平部 68A が形成される。そしてリード供給部 210 は、リボン材 230 を供給しつつ、厚さ方向 Z において延長部 22c に向けて移動する。これにより、金属板 60A の第 2 垂直部 67A が形成される。

[0136] 導電体接続工程は、金属板 60A の第 2 接続部 62A を駆動用導電体である入力リード 22 の延長部 22c の主面 22cs に接続する工程である。具体的には、リード供給部 210 は、リボン材 230 を供給しつつ、横方向 X に移動する。これにより、延長部 22c の主面 22cs にリボン材 230 が載置される。そしてレーザ照射部 220 は、延長部 22c 上に載置されたりリボン材 230 にレーザ光を照射する。接合装置 200 は、第 1 接続部 61A と同様に、延長部 22c へのリボン材 230 の供給とレーザ光による接合を繰り返すことによって、リボン材 230 にレーザ接合部 65A, 65B, 65C を形成する。そしてリード供給部 210 は、リボン材 230 を切断する。これにより、金属板 60A の第 2 接続部 62A が形成される。すなわち、金属板 60A が第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 と入力リード 22 の延長部 22c の主面 22cs とに接合される。

[0137] 次に、第 1 駆動用リード 60 における第 3 接合工程では、第 1 素子側積層工程、第 2 連結部形成工程、及び第 1 導電体側積層工程を順に経て金属板 60A が形成される。すなわち、導電体接続工程は、駆動電極接続工程の後、

かつ第1素子側積層工程よりも前に行われる。

[0138] 図26は、第1素子側積層工程を示している。第1素子側積層工程は、第1駆動用リード60の金属板60Bの第1接続部61Bを金属板60Aの第1接続部61Aに積層した状態で第1接続部61Aに接続する工程である。

[0139] 図26に示すように、リード供給部210は、金属板60Aの第1接続部61Aにリボン材230を供給しつつ、横方向Xに移動する。レーザ照射部220は、第1接続部61A上に載置されたりボン材230に対して厚さ方向Zにおいて第1接続部61A側とは反対側からレーザ光を照射する。レーザ光は、リボン材230に対して縦方向Yに沿って走査されて一直線状に照射される。これにより、第1接続部61Aとリボン材230とを接合するレーザ接合部64D、64Eが形成される。詳細には、リード供給部210は、まず、第1接続部61Aの先端縁に対して横方向Xにずれた位置にリボン材230を供給しつつ、横方向Xに移動する。そしてリボン材230にレーザ接合部64Dを形成可能な横方向Xの長さになるまでリード供給部210が移動したときにリード供給部210の横方向Xへの移動を停止する。そしてレーザ照射部220は、第1接続部61A上のリボン材230に対してレーザ光を照射する。これにより、レーザ接合部64Dが形成される。次に、リード供給部210は、第1接続部61A上のリボン材230の横方向Xの長さをレーザ接合部64Eが形成可能な横方向Xの長さとなるようにリボン材230を供給しつつ横方向Xに移動する。そしてリード供給部210の横方向Xへの移動を停止した後、レーザ照射部220は、第1接続部61A上のリボン材230に対してレーザ光を照射する。これにより、レーザ接合部64Eが形成される。以上の工程を経て、第1接続部61A上に金属板60Bの第1接続部61Bが形成され、第1接続部61Bが第1接続部61Aに接合される。

[0140] 第2連結部形成工程は、金属板60Bの連結部63Bを形成する工程である。具体的には、リード供給部210は、金属板60Aの第1垂直部66Aに対して横方向Xから接触するようにリボン材230を供給しつつ、厚さ方

向Zにおいて第1半導体素子30Uから離れるように移動する。これにより、金属板60Bの第1垂直部66Bが形成される。そしてリード供給部210は、金属板60Aの水平部68Aに対して厚さ方向Zから接触するようにリボン材230を供給しつつ、横方向Xにおいて第1半導体素子30Uから離れるように移動する。これにより、金属板60Bの水平部68Cが形成される。そしてリード供給部210は、金属板60Aの第2垂直部67Aに対して横方向Xから接触するようにリボン材230を供給しつつ、厚さ方向Zにおいて延長部22cに向けて移動する。これにより、金属板60Bの第2垂直部67Bが形成される。

[0141] 第1導電体側積層工程は、第1駆動用リード60の金属板60Bの第2接続部62Bを金属板60Aの第2接続部62Aに積層した状態で第2接続部62Aに接続する工程である。具体的には、リード供給部210は、リボン材230を供給しつつ、横方向Xに移動する。これにより、第2接続部62A上にリボン材230が載置される。そしてレーザ照射部220は、第2接続部62A上に載置されたりボン材230にレーザ光を照射する。接合装置200は、第2接続部62Aと同様に、第2接続部62A上へのリボン材230の供給とレーザ光による接合を繰り返すことによって、リボン材230にレーザ接合部65D、65Eを形成する。そしてリード供給部210は、リボン材230を切断する。これにより、金属板60Bの第2接続部62Bが形成される。すなわち、金属板60Bが金属板60Aに積層され、かつ金属板60Aの第1接続部61Aと第2接続部62Aとに接合される。

[0142] 次に、第1駆動用リード60における第3接合工程では、第2素子側積層工程、第3連結部形成工程、及び第2導電体側積層工程を順に経て金属板60Aが形成される。すなわち、第1導電体側積層工程は、第1素子側積層工程の後、かつ第2素子側積層工程よりも前に行われる。

[0143] 図27は、第2素子側積層工程を示している。第2素子側積層工程は、第1駆動用リード60の金属板60Cの第1接続部61Cを金属板60Bの第1接続部61Bに積層した状態で第1接続部61Bに接続する工程である。

[0144] 図27に示すように、リード供給部210は、金属板60Bの第1接続部61B上にリボン材230を供給しつつ、横方向Xに移動する。レーザ照射部220は、第1接続部61B上に載置されたりボン材230に対して厚さ方向Zにおいて第1接続部61B側とは反対側からレーザ光を照射する。レーザ光は、リボン材230に対して縦方向Yに沿って走査されて一直線状に照射される。これにより、第1接続部61Bとリボン材230とを接合するレーザ接合部64Fが形成される。詳細には、リード供給部210は、まず、第1接続部61Bの先端縁に対して横方向Xにずれた位置にリボン材230を供給しつつ、横方向Xに移動する。そしてリボン材230にレーザ接合部64Fを形成可能な横方向Xの長さになるまでリード供給部210が移動したときにリード供給部210の横方向Xへの移動を停止する。そしてレーザ照射部220は、第1接続部61B上のリボン材230に対してレーザ光を照射する。これにより、レーザ接合部64Fが形成される。次に、リード供給部210は、第1接続部61A上のリボン材230の横方向Xの長さを第1接続部61Cの横方向Xの長さと同じ長さになるまでリボン材230を供給しつつ、横方向Xに移動する。これにより、金属板60Cの第1接続部61Cが形成される。

[0145] 第3連結部形成工程は、金属板60Cの連結部63Cを形成する工程である。具体的には、リード供給部210は、金属板60Bの第1垂直部66Bに対して横方向Xから接触するようにリボン材230を供給しつつ、厚さ方向Zにおいて第1半導体素子30Uから離れるように移動する。これにより、金属板60Cの第1垂直部66Cが形成される。そしてリード供給部210は、金属板60Bの水平部68Bに対して厚さ方向Zから接触するようにリボン材230を供給しつつ、横方向Xにおいて第1半導体素子30Uから離れるように移動する。これにより、金属板60Cの水平部68Cが形成される。そしてリード供給部210は、金属板60Bの第2垂直部67Bに対して横方向Xから接触するようにリボン材230を供給しつつ、厚さ方向Zにおいて延長部22cに向けて移動する。これにより、金属板60Cの第2

垂直部 6 7 C が形成される。

[0146] 第 2 導電体側積層工程は、第 1 駆動用リード 6 0 の金属板 6 0 C の第 2 接続部 6 2 C を金属板 6 0 B の第 2 接続部 6 2 B に積層した状態で第 2 接続部 6 2 B に接続する工程である。具体的には、リード供給部 2 1 0 は、リボン材 2 3 0 を供給しつつ、横方向 X に移動する。これにより、第 2 接続部 6 2 B 上にリボン材 2 3 0 が載置される。そしてレーザ照射部 2 2 0 は、第 2 接続部 6 2 B 上に載置されたりボン材 2 3 0 にレーザ光を照射する。これにより、リボン材 2 3 0 にレーザ接合部 6 5 F を形成する。そしてリード供給部 2 1 0 は、第 2 接続部 6 2 B 上のリボン材 2 3 0 の横方向 X の長さが第 2 接続部 6 2 C の横方向 X の長さになるまでリボン材 2 3 0 を供給しつつ、横方向 X に移動する。その後、リボン材 2 3 0 を切断する。これにより、金属板 6 0 C の第 2 接続部 6 2 C が形成される。すなわち、金属板 6 0 C が金属板 6 0 B に積層され、かつ金属板 6 0 B の第 1 接続部 6 1 B と第 2 接続部 6 2 B とに接合される。以上の工程を経て、第 1 駆動用リード 6 0 が形成される。

[0147] 第 3 接合工程では、第 1 駆動用リード 6 0 の形成と同様に、第 2 駆動用リード 7 0 が形成される。概略を述べると、接合装置 2 0 0 によって、第 1 半導体素子 3 0 U のソース電極 3 3 と導電部材 4 2 B の主面 4 2 s b とを接合する金属板 7 0 A が形成される。次に、金属板 7 0 A に積層され、金属板 7 0 A の第 1 接続部 7 1 A と第 2 接続部 7 2 A のそれぞれに接合される金属板 7 0 B が形成される。最後に、金属板 7 0 B に積層され、金属板 7 0 B の第 1 接続部 7 1 B と第 2 接続部 7 2 B のそれぞれに接合される金属板 7 0 C が形成される。

[0148] ワイヤ形成工程は、ゲート層 4 4 A, 4 4 B 及び検出層 4 5 A, 4 5 B と、複数の半導体素子 3 0、制御リード 2 4 A, 2 4 B、及び検出リード 2 5 A, 2 5 B を各ワイヤ 5 1 ~ 5 8 によって接続する工程である。換言すれば、接続工程は、各ワイヤ 5 1 ~ 5 8 を形成する工程である。各ワイヤ 5 1 ~ 5 8 は、ワイヤボンディングによって形成される。

[0149] ワイヤ形成工程では、まず、複数の第1半導体素子30Uのゲート電極34とゲート層44Aとを接続する複数の第1制御用ワイヤ51と、複数の第2半導体素子30Lのゲート電極34とゲート層44Bとを接続する複数の第2制御用ワイヤ52とを形成する。次に、複数の第1半導体素子30Uのソース電極33と検出層45Aとを接続する複数の第1検出用ワイヤ55と、複数の第2半導体素子30Lのソース電極33と検出層45Bとを接続する複数の第2検出用ワイヤ56とを形成する。次に、ゲート層44Aと制御リード24Aとを接続する第1接続用ワイヤ53と、ゲート層44Bと制御リード24Bとを接続する第2接続用ワイヤ57とを形成する。最後に、検出層45Aと検出リード25Aとを接続する第1接続用ワイヤ54と、検出層45Bと検出リード25Bとを接続する第2接続用ワイヤ58とを形成する。なお、各ワイヤ51～58の形成順番は、上記の順番に限定されず、任意に変更可能である。

[0150] 封止工程では、例えば黒色のエポキシ樹脂を用いたトランスファーマールド成形によって封止樹脂10を形成する。本実施形態では、入力リード21、22の一部、出力リード23の一部、一对の制御リード24A、24Bの一部、一对の検出リード25A、25Bの一部、複数のダミーリード26の一部、複数の半導体素子30、支持基板40のうちの絶縁基板41の基板裏面41b以外の部分、各ワイヤ51～58、複数の第1駆動用リード60、及び複数の第2駆動用リード70を覆うように封止樹脂10を形成する。形成された封止樹脂10からは、入力リード21、22の端子部21b、22b、出力リード23の端子部23b、制御リード24A、24Bの端子部24b、検出リード25A、25Bの端子部25b、複数のダミーリード26の端子部26b、及び絶縁基板41の基板裏面41bが露出する。

[0151] その後、リードフレームから複数のリード20の不要な部分を切断したり、制御リード24A、24B、検出リード25A、25B、及び複数のダミーリード26を折り曲げたりすることによって、半導体装置1Aが製造される。なお、上述の製造方法は、半導体装置の製造方法の一例であって、これ

に限定されず、適宜順序を入れ替えてもよい。

[0152] (作用)

本実施形態の半導体装置 1 A の作用について説明する。

近年、SiC等によって大電流を供給可能な半導体素子の開発が進められている。

[0153] 一方、半導体装置全体として、すなわち半導体装置における半導体素子以外の部品が半導体素子と同様に大電流化に対応しているとは言い難い。特に、半導体素子から端子までの間の接続ラインにおける大電流化において改善の余地がある。

[0154] 図 28 及び図 29 は、このような大電流化に対して改善の余地がある比較例の半導体装置の構成である。図 28 は、第 1 比較例の半導体装置 300 における 3 個の駆動用リード 310 と半導体素子 30 との接合構造を示している。図 29 は、第 2 比較例の半導体装置 400 における 4 個の駆動用リード 410 と半導体素子 30 との接合構造を示している。

[0155] 図 28 に示すように、半導体装置 300 における駆動用リード 310 は、半導体素子 30 のソース電極 33 に接合されている。駆動用リード 310 は、一对の第 1 駆動用リード 311、312 及び第 2 駆動用リード 313 を有する。第 1 駆動用リード 311、312 及び第 2 駆動用リード 313 はそれぞれ、1 枚の金属板からなる。平面視における第 1 駆動用リード 311、312 及び第 2 駆動用リード 313 の形状はそれぞれ、横方向 X に延びる帯状である。一对の第 1 駆動用リード 311、312 は、縦方向 Y に互いに隣り合うように配置されている。第 2 駆動用リード 313 は、厚さ方向 Z からみて、第 1 駆動用リード 312 と重なるように配置されている。第 2 駆動用リード 313 は、第 1 駆動用リード 312 よりも厚さ方向 Z の半導体素子 30 側に位置している。

[0156] 第 1 駆動用リード 311、312 及び第 2 駆動用リード 313 はそれぞれ、ソース電極 33 に超音波溶接によって接合されている。第 1 駆動用リード 311 においてソース電極 33 に接合される素子側接続部 311A の横方向

Xの長さ、第1駆動用リード312においてソース電極33に接合される素子側接続部312Aの横方向Xの長さ、及び第2駆動用リード313においてソース電極33に接合される素子側接続部313Aの横方向Xの長さはそれぞれ、本実施形態の第1駆動用リード60の第1接続部61の横方向Xの長さよりも短い。このため、平面視において、ソース電極33の面積に対する第1駆動用リード311、312及び第2駆動用リード313の素子側接続部311A、312A、313Aの面積が占める割合が小さい。

[0157] この問題を解決するため、図29に示すように、半導体装置400における1個の駆動用リード410が半導体素子30のソース電極33に対して複数箇所て接合されている。図29に示すとおり、各駆動用リード410は、横方向Xにおいて互いに離間した4個の素子側接続部411、412、413、414が形成されている。しかし、各駆動用リード410において素子側接続部411と素子側接続部412との横方向Xの間の部分、素子側接続部412と素子側接続部413との横方向Xの間の部分、素子側接続部413と素子側接続部414との横方向Xの間の部分はそれぞれ、ソース電極33から厚さ方向Zに離間している。これらのソース電極33から厚さ方向Zに離間する部分は、超音波溶接を行う際に横方向Xに各駆動用リード410を構成する金属板を振動させる関係上、形成せざるを得ない部分である。このため、平面視において、ソース電極33の面積に対する素子側接続部411～414の面積が占める割合は、平面視において、ソース電極33の面積に対する第1駆動用リード311、312及び第2駆動用リード313の素子側接続部311A、312A、313Aの面積が占める割合よりも大きくなるものの、未だ改善の余地がある。

[0158] 加えて、駆動用リード310、410をソース電極33に超音波溶接によって接合するときにソース電極33に加えられる負荷が大きくなる。超音波溶接によってソース電極33に接合された素子側接続部311A～313A、411～414はそれぞれ、駆動用リード310、410を縦方向Yからみた側面視において、凸凹状である。これは、超音波溶接を行うときに金属

板を組成変形させるまでソース電極 33 に押し付けながら振動を加えるためである。その結果、素子側接続部 311A～313A, 411～414 は、金属板を厚さ方向 Z に積層した構造とすることが困難である。仮に、素子側接続部 311A～313A, 411～414 は、金属板を厚さ方向 Z に積層することが可能であるとしても、素子側接続部 311A～313A, 411～414 における厚さ方向 Z に隣り合う金属板同士の接触面積が小さくなる。

[0159] このような実情に鑑み、本実施形態では、レーザ溶接によって第 1 駆動用リード 60 が第 1 半導体素子 30U のソース電極 33 に接合され、レーザ溶接によって第 2 駆動用リード 70 が第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 に接合されている。このため、第 1 駆動用リード 60 の第 1 接続部 61 がその略全面にわたりソース電極 33 と接触した状態でソース電極 33 と接合できる。したがって、ソース電極 33 の面積に対する第 1 接続部 61 (61A) の面積を大きくすることができる。またレーザ溶接による接合は、超音波溶接による接合と比較して、ソース電極 33 に対する機械的負荷が小さい。このため、ソース電極 33 に対する機械的負荷に起因する悪影響をソース電極 33 が受け難くなる。

[0160] (効果)

本実施形態の半導体装置 1A によれば、以下の効果が得られる。

(1-1) 第 1 駆動用リード 60 は、第 2 半導体素子 30L に接続された金属板 60A、及び金属板 60A に積層された金属板 60B を有する。金属板 60A は、第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 に接続された第 1 接続部 61A を有し、金属板 60B は、第 1 接続部 61A に接続された第 1 接続部 61B を有する。第 1 接続部 61A 及び第 1 接続部 61B は、厚さ方向 Z において積層されている。この構成によれば、第 1 駆動用リード 60 の第 1 接続部 61 におけるソース電極 33 の接合面積を大きくすることができ、かつ第 1 駆動用リード 60 の第 1 接続部 61 を厚さ方向 Z 及び縦方向 Y に沿う平面で切った断面積が大きくなる。したがって、第 2 半導体素子 30L のソ

ース電極 33 から第 1 駆動用リード 60 に流すことが可能な電流の上限値（許容電流量）を増大させることができる。

[0161] 第 2 駆動用リード 70 は、第 1 半導体素子 30U に接続された金属板 70A、及び金属板 70A に積層された金属板 70B を有する。金属板 70A は、第 1 半導体素子 30U のソース電極 33 に接続された第 1 接続部 71A を有し、金属板 70B は、第 1 接続部 71A に接続された第 1 接続部 71B を有する。第 1 接続部 71A 及び第 1 接続部 71B は、厚さ方向 Z において積層されている。この構成によれば、第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続部 71 における断面積を大きくすることができ、第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続部 71 を厚さ方向 Z 及び縦方向 Y に沿う平面で切った断面積が大きくなる。したがって、第 1 半導体素子 30U のソース電極 33 から第 2 駆動用リード 70 に流すことが可能な電流の上限値（許容電流量）を増大させることができる。

[0162] （1-2）第 1 駆動用リード 60 は、金属板 60B に積層された金属板 60C を有する。金属板 60C は、金属板 60B の第 1 接続部 61B に接続された第 1 接続部 61C を有する。第 1 接続部 61B 及び第 1 接続部 61C は、厚さ方向 Z において積層されている。この構成によれば、第 1 駆動用リード 60 の第 1 接続部 61 を厚さ方向 Z 及び縦方向 Y に沿う平面で切った断面積がさらに大きくなる。したがって、第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 から第 1 駆動用リード 60 への許容電流量をより増大させることができる。

[0163] 第 2 駆動用リード 70 は、金属板 70B に積層された金属板 70C を有する。金属板 70C は、金属板 70B の第 1 接続部 71B に接続された第 1 接続部 71C を有する。第 1 接続部 71B 及び第 1 接続部 71C は、厚さ方向 Z において積層されている。この構成によれば、第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続部 71 を厚さ方向 Z 及び縦方向 Y に沿う平面で切った断面積がさらに大きくなる。したがって、第 1 半導体素子 30U のソース電極 33 から第 2 駆動用リード 70 への許容電流量をより増大させることができる。

[0164] (1-3) 第1駆動用リード60の第1接続部61Aに形成されたレーザ接合部64A, 64B, 64Cは、厚さ方向Zからみて、第1接続部61Bに形成されたレーザ接合部64D, 64Eと重ならないようにずれて配置されている。この構成によれば、厚さ方向Zにおいて隣り合う金属板60A, 60Bの第1接続部61A, 61Bのレーザ接合部64A~64E以外の部分が平坦面として形成されるため、第1接続部61Aと第1接続部61Bとの接触面積が大きくなる。したがって、金属板60Aから金属板60Bに電流をスムーズに流すことができる。

[0165] 第2駆動用リード70の第1接続部71Aに形成されたレーザ接合部74A, 74B, 74Cは、厚さ方向Zからみて、第1接続部71Bに形成されたレーザ接合部74D, 74Eと重ならないようにずれて配置されている。この構成によれば、厚さ方向Zにおいて隣り合う金属板70A, 70Bの第1接続部71A, 71Bのレーザ接合部74A~74E以外の部分が平坦面として形成されるため、第1接続部71Aと第1接続部71Bとの接触面積が大きくなる。したがって、金属板70Aから金属板70Bに電流をスムーズに流すことができる。

[0166] (1-4) 第1駆動用リード60の第1接続部61Cに形成されたレーザ接合部64Fは、厚さ方向Zからみて、第1接続部61Bに形成されたレーザ接合部64D, 64Eと重ならないようにずれて配置されている。この構成によれば、金属板60Bの第1接続部61Bのレーザ接合部64D, 64E以外の部分が平坦面として形成されるため、金属板60Bの第1接続部61Bの平坦面と金属板60Cの第1接続部61Cが接触した状態でレーザ接合部64Fによって第1接続部61B, 61C同士が接合される。したがって、第1接続部61Bと第1接続部61Cとを接合し易くなる。

[0167] 第2駆動用リード70の第1接続部71Cに形成されたレーザ接合部74Fは、厚さ方向Zからみて、第1接続部71Bに形成されたレーザ接合部74D, 74Eと重ならないようにずれて配置されている。この構成によれば、金属板70Bの第1接続部71Bのレーザ接合部74D, 74E以外の部

分が平坦面として形成されるため、金属板 70B の第 1 接続部 71B の平坦面と金属板 70C の第 1 接続部 71C が接触した状態でレーザ接合部 74F によって第 1 接続部 71B、71C 同士が接合される。したがって、第 1 接続部 71B と第 1 接続部 71C とを接合し易くなる。

[0168] (1-5) 第 1 駆動用リード 60 の第 1 接続部 61C のレーザ接合部 64F は、厚さ方向 Z からみて、第 1 接続部 61A のレーザ接合部 64B と重なっている。この構成によれば、レーザ接合部 64B は、厚さ方向 Z からみて、第 1 接続部 61B のレーザ接合部 64D、64E と重ならないようにずれて配置されているため、レーザ接合部 64F の位置をレーザ接合部 64B の位置に合わせることによって、レーザ接合部 64F がレーザ接合部 64D、64E と重なり難くなる。

[0169] 第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続部 71C のレーザ接合部 74F は、厚さ方向 Z からみて、第 1 接続部 71A のレーザ接合部 74B と重なっている。この構成によれば、レーザ接合部 74B は、厚さ方向 Z からみて、第 1 接続部 71B のレーザ接合部 74D、74E と重ならないようにずれて配置されているため、レーザ接合部 74F の位置をレーザ接合部 74B の位置に合わせることによって、レーザ接合部 74F がレーザ接合部 74D、74E と重なり難くなる。

[0170] (1-6) 金属板 60B の第 1 接続部 61B におけるレーザ接合部 64D、64E の数は、金属板 60A の第 1 接続部 61A におけるレーザ接合部 64A、64B、64C の数よりも少なく、金属板 60C の第 1 接続部 61C におけるレーザ接合部 64F の数は、第 1 接続部 61B におけるレーザ接合部 64D、64E よりも少ない。この構成によれば、レーザ接合部の数が少なくなることによって、レーザ接合部を形成する工数が少なくなる。したがって、第 3 接合工程の工数を少なくできる。

[0171] 金属板 70B の第 1 接続部 71B におけるレーザ接合部 74D、74E の数は、金属板 70A の第 1 接続部 71A におけるレーザ接合部 74A、74B、74C の数よりも少なく、金属板 70C の第 1 接続部 71C におけるレ

ーザ接合部 74 F の数は、第 1 接続部 71 B におけるレーザ接合部 74 D, 74 E よりも少ない。この構成によれば、レーザ接合部の数が少なくなることによって、レーザ接合部を形成する工数が少なくなる。したがって、第 3 接合工程の工数が少なくなる。

[0172] (1-7) 第 1 駆動用リード 60 の金属板 60 A は、入力リード 22 の延長部 22 c の主面 22 c s に接続された第 2 接続部 62 A を有し、金属板 60 B は、第 2 接続部 62 A に接続された第 2 接続部 62 B を有する。第 2 接続部 62 A 及び第 2 接続部 62 B は、厚さ方向 Z において積層されている。この構成によれば、第 1 駆動用リード 60 の第 2 接続部 62 における延長部 22 c の主面 22 c s の接合面積を大きくすることができ、かつ第 1 駆動用リード 60 の第 2 接続部 62 を厚さ方向 Z 及び縦方向 Y に沿う平面で切った断面積が大きくなる。したがって、第 1 駆動用リード 60 から延長部 22 c に流すことが可能な電流の上限値（許容電流量）を増大させることができる。

[0173] 第 2 駆動用リード 70 の金属板 70 A は、導電部材 42 B の主面 42 s b に接続された第 2 接続部 72 A を有し、金属板 70 B は、第 2 接続部 72 A に接続された第 2 接続部 72 B を有する。第 2 接続部 72 A 及び第 2 接続部 72 B は、厚さ方向 Z において積層されている。この構成によれば、第 2 駆動用リード 70 の第 2 接続部 72 における断面積を大きくすることができ、第 2 接続部 72 を厚さ方向 Z 及び縦方向 Y に沿う平面で切った断面積が大きくなる。したがって、第 2 駆動用リード 70 から導電部材 42 B に流すことが可能な電流の上限値（許容電流量）を増大させることができる。

[0174] (1-8) 第 1 駆動用リード 60 の金属板 60 C は、金属板 60 B の第 2 接続部 62 B に接続された第 2 接続部 62 C を有する。第 2 接続部 62 B 及び第 2 接続部 62 C は、厚さ方向 Z において積層されている。この構成によれば、第 1 駆動用リード 60 の第 2 接続部 62 を厚さ方向 Z 及び縦方向 Y に沿う平面で切った断面積がさらに大きくなる。したがって、第 1 駆動用リード 60 から延長部 22 c への許容電流量をより増大させることができる。

- [0175] 第2駆動用リード70の金属板70Cは、金属板70Bの第2接続部72Bに接続された第2接続部72Cを有する。第2接続部72B及び第2接続部72Cは、厚さ方向Zにおいて積層されている。この構成によれば、第2駆動用リード70の第2接続部72を厚さ方向Z及び縦方向Yに沿う平面で切った断面積がさらに大きくなる。したがって、第2駆動用リード70から導電部材42Bへの許容電流量をより増大させることができる。
- [0176] (1-9) 第1駆動用リード60の第2接続部62Aに形成されたレーザ接合部65A, 65B, 65Cは、厚さ方向Zからみて、第2接続部62Bに形成されたレーザ接合部65D, 65Eと重ならないようにずれて配置されている。この構成によれば、厚さ方向Zにおいて隣り合う金属板60A, 60Bの第2接続部62A, 62Bのレーザ接合部65A~65E以外の部分が平坦面として形成されるため、第2接続部62Aと第2接続部62Bとの接触面積が大きくなる。したがって、金属板60Aから金属板60Bに電流をスムーズに流すことができる。
- [0177] 第2駆動用リード70の第2接続部72Aに形成されたレーザ接合部75A, 75B, 75Cは、厚さ方向Zからみて、第2接続部72Bに形成されたレーザ接合部75D, 75Eと重ならないようにずれて配置されている。この構成によれば、厚さ方向Zにおいて隣り合う金属板70A, 70Bの第2接続部72A, 72Bのレーザ接合部75A~75E以外の部分が平坦面として形成されるため、第2接続部72Aと第2接続部72Bとの接触面積が大きくなる。したがって、金属板70Aから金属板70Bに電流をスムーズに流すことができる。
- [0178] (1-10) 第1駆動用リード60の第2接続部62Cに形成されたレーザ接合部64Fは、厚さ方向Zからみて、第2接続部62Bに形成されたレーザ接合部65D, 65Eと重ならないようにずれて配置されている。この構成によれば、金属板60Bの第2接続部62Bのレーザ接合部65D, 65E以外の部分が平坦面として形成されるため、金属板60Bの第2接続部62Bの平坦面と金属板60Cの第2接続部62Cが接触した状態でレーザ

接合部 6 5 F によって第 2 接続部 6 2 B, 6 2 C 同士が接合される。したがって、第 2 接続部 6 2 B と第 2 接続部 6 2 C とを接合し易くなる。

[0179] 第 2 駆動用リード 7 0 の第 2 接続部 7 2 C に形成されたレーザ接合部 7 5 F は、厚さ方向 Z からみて、第 2 接続部 7 2 B に形成されたレーザ接合部 7 5 D, 7 5 E と重ならないようにずれて配置されている。この構成によれば、金属板 7 0 B の第 2 接続部 7 2 B のレーザ接合部 7 5 D, 7 5 E 以外の部分が平坦面として形成されるため、金属板 7 0 B の第 2 接続部 7 2 B の平坦面と金属板 7 0 C の第 2 接続部 7 2 C が接触した状態でレーザ接合部 7 5 F によって第 2 接続部 7 2 B, 7 2 C 同士が接合される。したがって、第 2 接続部 7 2 B と第 2 接続部 7 2 C とを接合し易くなる。

[0180] (1-11) 第 1 駆動用リード 6 0 の第 2 接続部 6 2 C のレーザ接合部 6 5 F は、厚さ方向 Z からみて、第 2 接続部 6 2 A のレーザ接合部 6 5 B と重なっている。この構成によれば、レーザ接合部 6 5 B は、厚さ方向 Z からみて、第 2 接続部 6 2 B のレーザ接合部 6 5 D, 6 5 E と重ならないようにずれて配置されているため、レーザ接合部 6 5 F の位置をレーザ接合部 6 5 B の位置に合わせることによって、レーザ接合部 6 5 F がレーザ接合部 6 5 D, 6 5 E と重なり難くなる。

[0181] 第 2 駆動用リード 7 0 の第 2 接続部 7 2 C のレーザ接合部 7 5 F は、厚さ方向 Z からみて、第 2 接続部 7 2 A のレーザ接合部 7 5 B と重なっている。この構成によれば、レーザ接合部 7 5 B は、厚さ方向 Z からみて、第 2 接続部 7 2 B のレーザ接合部 7 5 D, 7 5 E と重ならないようにずれて配置されているため、レーザ接合部 7 5 F の位置をレーザ接合部 7 5 B の位置に合わせることによって、レーザ接合部 7 5 F がレーザ接合部 7 5 D, 7 5 E と重なり難くなる。

[0182] (1-12) 金属板 6 0 B の第 2 接続部 6 2 B におけるレーザ接合部 6 5 D, 6 5 E の数は、金属板 6 0 A の第 2 接続部 6 2 A におけるレーザ接合部 6 5 A, 6 5 B, 6 5 C の数よりも少なく、金属板 6 0 C の第 2 接続部 6 2 C におけるレーザ接合部 6 5 F の数は、第 2 接続部 6 2 B におけるレーザ接

合部 65D, 65E よりも少ない。この構成によれば、レーザ接合部の数が少なくなることによって、レーザ接合部を形成する工数が少なくなる。したがって、第3接合工程の工数を少なくできる。

[0183] 金属板 70B の第2接続部 72B におけるレーザ接合部 75D, 75E の数は、金属板 70A の第2接続部 72A におけるレーザ接合部 75A, 75B, 75C の数よりも少なく、金属板 70C の第2接続部 72C におけるレーザ接合部 75F の数は、第2接続部 72B におけるレーザ接合部 75D, 75E よりも少ない。この構成によれば、レーザ接合部の数が少なくなることによって、レーザ接合部を形成する工数が少なくなる。したがって、第3接合工程の工数が少なくなる。

[0184] (1-13) 金属板 60A の連結部 63A 及び金属板 60B の連結部 63B は積層されている。このため、連結部 63A と連結部 63B とが接触した状態となるため、例えば封止工程において、封止樹脂 10 の一部が連結部 63A と連結部 63B との間に入り込み難くなる。したがって、封止樹脂 10 と金属板 60A, 60B との熱膨張係数の差に起因して金属板 60A と金属板 60B とが離間するように変形することが抑制される。したがって、第1駆動用リード 60 の信頼性の低下を抑制できる。

[0185] また、金属板 60B の連結部 63B 及び金属板 60C の連結部 63C は積層されている。このため、連結部 63B と連結部 63C とが接触した状態となるため、例えば封止工程において、封止樹脂 10 の一部が連結部 63B と連結部 63C との間に入り込み難くなる。したがって、封止樹脂 10 と金属板 60B, 60C との熱膨張係数の差に起因して金属板 60B と金属板 60C とが離間するように変形することが抑制される。したがって、第1駆動用リード 60 の信頼性の低下を抑制できる。

[0186] 金属板 70A の連結部 73A 及び金属板 70B の連結部 73B は積層されている。このため、連結部 73A と連結部 73B とが接触した状態となるため、例えば封止工程において、封止樹脂 10 の一部が連結部 73A と連結部 73B との間に入り込み難くなる。したがって、封止樹脂 10 と金属板 70

A, 70Bとの熱膨張係数の差に起因して金属板70Aと金属板70Bとが離間するように変形することが抑制される。したがって、第2駆動用リード70の信頼性の低下を抑制できる。

[0187] また、金属板70Bの連結部73B及び金属板70Cの連結部73Cは積層されている。このため、連結部73Bと連結部73Cとが接触した状態となるため、例えば封止工程において、封止樹脂10の一部が連結部73Bと連結部73Cとの間に入り込み難くなる。したがって、封止樹脂10と金属板70B, 70Cとの熱膨張係数の差に起因して金属板70Bと金属板70Cとが離間するように変形することが抑制される。したがって、第2駆動用リード70の信頼性の低下を抑制できる。

[0188] (1-14) 金属板60Aの第1接続部61Aは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第2半導体素子30Lのソース電極33に接合される。この構成によれば、例えば超音波溶接によって第1接続部61Aがソース電極33に接合される場合と比較して、第1接続部61Aがソース電極33に接合される場合にソース電極33に加えられる負荷が小さい。したがって、第2半導体素子30Lの信頼性の低下を抑制できる。

[0189] 加えて、例えば超音波溶接によって第1接続部61Aがソース電極33に接合される場合と比較して、第2半導体素子30Lのソース電極33と第1接続部61Aとの接触面積が大きくなる。したがって、第2半導体素子30Lのソース電極33から第1駆動用リード60への許容電流量を増大させることができる。

[0190] 金属板70Aの第1接続部71Aは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第1半導体素子30Uのソース電極33に接合される。この構成によれば、例えば超音波溶接によって第1接続部71Aがソース電極33に接合される場合と比較して、第1接続部71Aがソース電極33に接合される場合にソース電極33に加えられる負荷が小さい。したがって、第1半導体素子30Uの信頼性の低下を抑制できる。

[0191] 加えて、例えば超音波溶接によって第1接続部71Aがソース電極33に

接合される場合と比較して、第1半導体素子30Uのソース電極33と第1接続部71Aとの接触面積が大きくなる。したがって、第1半導体素子30Uのソース電極33から第2駆動用リード70への許容電流量を増大させることができる。

[0192] (1-15) 金属板60Bの第1接続部61Bは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第1接続部61Aに接合される。この構成によれば、第1接続部61Bが第1接続部61Aに接合される場合に第1接続部61Aを介して第2半導体素子30Lのソース電極33に加えられる負荷が小さい。したがって、第2半導体素子30Lの信頼性の低下を抑制できる。

[0193] 加えて、例えば超音波溶接によって第1接続部61Bが第1接続部61Aに接合される場合と比較して、第1接続部61Aと第1接続部61Bとの接触面積が大きくなる。したがって、第1接続部61Aから第1接続部61Bへスムーズに電流を流すことができる。

[0194] 金属板70Bの第1接続部71Bは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第1接続部71Aに接合される。この構成によれば、第1接続部71Bが第1接続部71Aに接合される場合に第1接続部71Aを介して第1半導体素子30Uのソース電極33に加えられる負荷が小さい。したがって、第1半導体素子30Uの信頼性の低下を抑制できる。

[0195] 加えて、例えば超音波溶接によって第1接続部71Bが第1接続部71Aに接合される場合と比較して、第1接続部71Aと第1接続部71Bとの接触面積が大きくなる。したがって、第1接続部71Aから第1接続部71Bへスムーズに電流を流すことができる。

[0196] (1-16) 金属板60Cの第1接続部61Cは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第1接続部61Bに接合される。この構成によれば、第1接続部61Cが第1接続部61Bに接合される場合に第1接続部61A、61Bを介して第2半導体素子30Lのソース電極33に加えられる負荷が小さい。したがって、第2半導体素子30Lの信頼性の低下を抑制できる。

[0197] 加えて、例えば超音波溶接によって第1接続部61Cが第1接続部61B

に接合される場合と比較して、第1接続部61Bと第1接続部61Cとの接触面積が大きくなる。したがって、第1接続部61Bから第1接続部61Cへスムーズに電流を流すことができる。

[0198] 金属板70Bの第1接続部71Cは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第1接続部71Bに接合される。この構成によれば、第1接続部71Cが第1接続部71Bに接合される場合に第1接続部71A、71Bを介して第1半導体素子30Uのソース電極33に加えられる負荷が小さい。したがって、第1半導体素子30Uの信頼性の低下を抑制できる。

[0199] 加えて、例えば超音波溶接によって第1接続部71Cが第1接続部71Bに接合される場合と比較して、第1接続部71Bと第1接続部71Cとの接触面積が大きくなる。したがって、第1接続部71Bから第1接続部71Cへスムーズに電流を流すことができる。

[0200] (1-17) 金属板60Aの第2接続部62Aは、レーザ加工（レーザ溶接）によって入力リード22の延長部22cの主面22csに接合される。この構成によれば、例えば超音波溶接によって第2接続部62Aが延長部22cの主面22csに接合される場合と比較して、延長部22cの主面22csと第2接続部62Aとの接触面積が大きくなる。したがって、第1駆動用リード60から入力リード22への許容電流量を増大させることができる。

[0201] 金属板70Aの第2接続部72Aは、レーザ加工（レーザ溶接）によって導電部材42Bの主面42sbに接合される。この構成によれば、例えば超音波溶接によって第2接続部72Aが導電部材42Bの主面42sbに接合される場合と比較して、導電部材42Bの主面42sbと第2接続部72Aとの接触面積が大きくなる。したがって、第2駆動用リード70から導電部材42Bへの許容電流量を増大させることができる。

[0202] (1-18) 金属板60Bの第2接続部62Bは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第2接続部62Aに接合される。この構成によれば、例えば超音波溶接によって第2接続部62Bが第2接続部62Aに接合される場合と

比較して、第2接続部62Aと第2接続部62Bとの接触面積が大きくなる。したがって、第2接続部62Bから第2接続部62Aへスムーズに電流を流すことができる。

[0203] 金属板70Bの第2接続部72Bは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第2接続部72Aに接合される。この構成によれば、例えば超音波溶接によって第2接続部72Bが第2接続部72Aに接合される場合と比較して、第2接続部72Aと第2接続部72Bとの接触面積が大きくなる。したがって、第2接続部72Bから第2接続部72Aへスムーズに電流を流すことができる。

[0204] (1-19) 金属板60Cの第2接続部62Cは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第2接続部62Bに接合される。この構成によれば、例えば超音波溶接によって第2接続部62Cが第2接続部62Bに接合される場合と比較して、第2接続部62Bと第2接続部62Cとの接触面積が大きくなる。したがって、第2接続部62Cから第2接続部62Bへスムーズに電流を流すことができる。

[0205] 金属板70Bの第2接続部72Cは、レーザ加工（レーザ溶接）によって第2接続部72Bに接合される。この構成によれば、例えば超音波溶接によって第2接続部72Cが第2接続部72Bに接合される場合と比較して、第2接続部72Bと第2接続部72Cとの接触面積が大きくなる。したがって、第2接続部72Cから第2接続部72Bへスムーズに電流を流すことができる。

[0206] (1-20) 検出層45A, 45Bは、横方向Xにいてゲート層44A, 44Bよりも半導体素子30の近くに配置されている。この構成によれば、半導体素子30のソース電極33と検出層45A, 45Bとの間の距離を短くすることができるため、第1検出用ワイヤ55及び第2検出用ワイヤ56のそれぞれを短くすることができる。したがって、第1検出用ワイヤ55及び第2検出用ワイヤ56に起因するインダクタンスを低減できる。

[0207] [第2実施形態]

図30～図32を参照して、第2実施形態の半導体装置1Bについて説明する。本実施形態では、第1実施形態の半導体装置1Aと比較して、入力リード22の構成、及び第1駆動用リード60が省略された点異なる。以下の説明において、第1実施形態の半導体装置1Aと共通する構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0208] 図30及び図31に示すように、入力リード22は、第1実施形態と同様に、パッド部22a、端子部22b、複数の延長部22c、連結部22d、及び中間部22eを有する。本実施形態の入力リード22は、第1実施形態の入力リード22と比較して、複数の延長部22cの形状異なる。

[0209] 図32(a)に示すように、複数の延長部22cは、横方向Xにおいて支持台29よりも第2半導体素子30Lに向かって延びている。各延長部22cは、厚さ方向Zからみて、第2半導体素子30Lのソース電極33と重なるように形成されている。図32(b)に示すように、各延長部22cにおいて第2半導体素子30Lと厚さ方向Zに対向する先端部は、厚さ方向Zに延びる接続部22gが設けられている。接続部22gは、各延長部22cと一体形成されている。各接続部22gによって、延長部22cと第2半導体素子30Lとの厚さ方向Zにおける高低差を解消している。接続部22gは、第2半導体素子30Lのソース電極33に接合されている。このように、入力リード22が第2半導体素子30Lと直接的に接続されるため、第1駆動用リード60が不要となる。なお、接続部22gは、延長部22cと別体として形成されてもよい。

[0210] 本実施形態の半導体装置1Bの製造方法では、第1実施形態の半導体装置1Aの製造方法と比較して、第1接合工程における入力リード22の接合方法と、第3接合工程から第1駆動用リード60による第2半導体素子30Lのソース電極33及び延長部22cの接合工程が省略された点異なる。

[0211] 第1接合工程では、まず、入力リード21を導電部材42Aの主面42saに接合する。この接合方法としては、例えば超音波溶接による接合又はレーザー溶接による接合が挙げられる。次に、入力リード21に絶縁部材28を

取り付ける。次に、絶縁部材 28 に入力リード 22 を取り付ける。これにより、絶縁部材 28 は、入力リード 21 と入力リード 22 とによって厚さ方向 Z に挟み込まれる。また、入力リード 22 の複数の延長部 22c はそれぞれ、支持台 29 に載置される。また各延長部 22c の先端部に設けられた接続部 22g は、第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 上に載置される。そして、接続部 22g をソース電極 33 に例えば超音波溶接によって接合する。なお、接続部 22g が延長部 22c と別体として形成される場合、例えば、第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 に接続部 22g を接合した後、接続部 22g と延長部 22c とを接合する。また、この接合の順番は任意に変更可能である。接続部 22g を延長部 22c に接合した後、接続部 22g をソース電極 33 に接合してもよい。

[0212] 本実施形態の半導体装置 1B によれば、第 1 実施形態の効果に加え、以下の効果が得られる。

(2-1) 入力リード 22 の複数の延長部 22c が第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 に直接的に接合されるため、すなわち第 1 駆動用リード 60 が省略されるため、半導体装置 1B の部品点数が少なくなる。また延長部 22c と第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 との接合のための工数は、第 1 駆動用リード 60 と第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 との接合のための工数よりも少ないため、第 3 接合工程の工数を少なくすることができる。

[0213] [第 3 実施形態]

図 33 を参照して、第 3 実施形態の半導体装置 1C について説明する。本実施形態の半導体装置 1C では、第 1 実施形態の半導体装置 1A と比較して、封止樹脂 10 の形状が異なる。以下の説明において、半導体装置 1A と同一の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する場合がある。

[0214] 図 33 に示すように、本実施形態の封止樹脂 10C は、第 1 実施形態の封止樹脂 10 と比較して、縦方向 Y の両端部が横方向 X に延びている。封止樹脂 10C の横方向 X の長さ Lx1 は、横方向 X における絶縁部材 28 の先端

部と出力リード23の先端部とを結ぶ長さ $L \times 2$ よりも長い。このように、封止樹脂10Cは、入力リード21の端子部21b（図33では図示略）の一部、入力リード22の端子部22bの一部、絶縁部材28の一部を覆うように構成されている。

[0215] 封止樹脂10Cには、入力リード21、22の一部及び絶縁部材28の一部を露出する第1凹部19Aと、出力リード23の一部を露出する第2凹部19Bとが設けられている。第1凹部19A及び第2凹部19Bは、厚さ方向Zにおいて封止樹脂10Cを貫通するように形成されている。第1凹部19Aは、封止樹脂10Cのうちの第1樹脂側面11側の部分に設けられ、第1樹脂側面11から第2樹脂側面12に向けて横方向Xに凹んでいる。第2凹部19Bは、封止樹脂10Cのうちの第2樹脂側面12側の部分に設けられ、第2樹脂側面12から第1樹脂側面11に向けて横方向Xに凹んでいる。

[0216] 本実施形態によれば、第1実施形態の効果に加え、以下の効果が得られる。

（3-1）封止樹脂10Cが入力リード21の端子部21bの一部、入力リード22の端子部22bの一部、絶縁部材28の一部を覆うことにより、半導体装置1Aの封止樹脂10から突出した端子部21b、22b及び絶縁部材28を保護できる。

[0217] [第4実施形態]

図34及び図35を参照して、第4実施形態の半導体装置1Dについて説明する。本実施形態の半導体装置1Dでは、第1実施形態の半導体装置1Aと比較して、支持基板の構成が異なる。以下の説明において、半導体装置1Aと同一の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する場合がある。

[0218] 本実施形態の支持基板40Dは、例えばDBC（Direct Bonded Copper）基板と呼ばれる構造体である。なお、DBCに代えて、DBA（Direct Bonded Aluminum）基板と呼ばれる構造体を用いてもよい。支持基板40Dの少なくとも一部は、図示しない封止樹脂10によって覆われている。支持基板4

ODは、絶縁基板46、主面金属層47、及び裏面金属層48を備える。

[0219] 絶縁基板46は、電気絶縁性を有する。絶縁基板46の構成材料は、絶縁基板41と同様に、セラミックスである。なお、絶縁基板46は、絶縁樹脂シートが用いられてもよい。絶縁基板46は、図示しない封止樹脂10によって覆われている。絶縁基板46は、厚さ方向Zにおいて互いに反対側を向く基板主面46a及び基板裏面46bを有する。

[0220] 主面金属層47は、基板主面46aの一部を覆うように形成されている。主面金属層47の構成材料は、銅である。なお、支持基板4ODがDBAである場合、主面金属層47の構成材料はアルミニウムである。主面金属層47は、図示しない封止樹脂10によって覆われている。主面金属層47は、例えばエッチングによってパターンニングされており、互いに離間する複数のパターン電極47A～47Eを含む。

[0221] 平面視におけるパターン電極47Aの形状は、L字状である。パターン電極47Aには、複数の第1半導体素子30Uが例えば銀ペーストを介して導通接合されている。パターン電極47Aは、各第1半導体素子30Uの裏面側電極であるドレイン電極35に導通する。パターン電極47Aには、図示しないP端子（入力リード21に対応）が接続されている。このP端子の一部は、図示しない封止樹脂10から露出する。

[0222] 平面視におけるパターン電極47Bの形状は、L字状である。パターン電極47Bは、縦方向Yにおいてパターン電極47Aと隣り合うように配置されている。パターン電極47BのL字の向きがパターン電極47AのL字の向きと逆である。パターン電極47Bには、複数の第2半導体素子30Lが例えば銀ペーストを介して導通接合されている。パターン電極47Bは、各第2半導体素子30Lの裏面側電極であるドレイン電極35に導通する。パターン電極47Bには、図示しない出力端子（出力リード23に対応）が接続されている。この出力端子の一部は、図示しない封止樹脂10から露出する。

[0223] 平面視におけるパターン電極47Cの形状は、略T字状である。パターン

電極 4 7 C は、パターン電極 4 7 B に対してパターン電極 4 7 A とは縦方向 Y の反対側かつパターン電極 4 7 B と隣り合うように配置されている。パターン電極 4 7 C には、図示しない N 端子（入力リード 2 2 に対応）が接続されている。この N 端子の一部は、図示しない封止樹脂 1 0 から露出する。

[0224] 一対のパターン電極 4 7 D は、支持基板 4 0 D の縦方向 Y の両端部に配置されている。平面視における各パターン電極 4 7 D の形状は、横方向 X に延びる略直線状である。一方のパターン電極 4 7 D は、縦方向 Y においてパターン電極 4 7 A に対してパターン電極 4 7 B とは反対側にパターン電極 4 7 A と隣り合うように配置されている。他方のパターン電極 4 7 D は、縦方向 Y においてパターン電極 4 7 C に対してパターン電極 4 7 B とは反対側にパターン電極 4 7 C と隣り合うように配置されている。一方のパターン電極 4 7 D は、図示しない第 1 制御用ワイヤを介して各第 1 半導体素子 3 0 U のゲート電極 3 4 に導通している。他方のパターン電極 4 7 D は、図示しない第 2 制御用ワイヤを介して各第 2 半導体素子 3 0 L のゲート電極 3 4 に導通している。一対のパターン電極 4 7 D にはそれぞれ、図示しないゲート端子（制御リード 2 4 A, 2 4 B に対応）が接続されている。ゲート端子の一部は、図示しない封止樹脂 1 0 から露出する。

[0225] 一対のパターン電極 4 7 E は、支持基板 4 0 D の縦方向 Y の両端部に配置されている。平面視における各パターン電極 4 7 E の形状は、横方向 X に延びる直線状である。一方のパターン電極 4 7 E は、縦方向 Y において一方のパターン電極 4 7 D に対してパターン電極 4 7 A とは反対側にパターン電極 4 7 D と隣り合うように配置されている。他方のパターン電極 4 7 E は、縦方向 Y において他方のパターン電極 4 7 D に対してパターン電極 4 7 C とは反対側にパターン電極 4 7 D と隣り合うように配置されている。一方のパターン電極 4 7 E は、図示しない第 1 検出用ワイヤを介して各第 1 半導体素子 3 0 U のソース電極 3 3 に導通している。他方のパターン電極 4 7 E は、図示しない第 2 検出用ワイヤを介して各第 2 半導体素子 3 0 L のソース電極 3 3 に導通している。一対のパターン電極 4 7 E にはそれぞれ、図示しない検

出端子（検出リード25A，25Bに対応）が接続されている。検出端子の一部は、図示しない封止樹脂10から露出する。

[0226] 裏面金属層48は、絶縁基板46の基板裏面46bの少なくとも一部を覆うように形成されている。裏面金属層48の構成材料は、銅である。なお、支持基板40DがDBAである場合、裏面金属層48の構成材料はアルミニウムである。裏面金属層48は、図示しない封止樹脂10に覆われていてもよいし、厚さ方向Zに向く面が封止樹脂10から露出していてもよい。

[0227] 半導体装置1Dは、複数の第1駆動用リード80及び複数の第2駆動用リード90を備える。第1駆動用リード80は、第1半導体素子30Uのソース電極33とパターン電極47Bとを接続している。このため、パターン電極47Bは駆動用導電体の一例である。第1駆動用リード80の個数は、第1半導体素子30Uの個数に応じて決められる。第2駆動用リード90は、第2半導体素子30Lのソース電極33とパターン電極47Cとを接続している。このため、パターン電極47Cは駆動用導電体の一例である。第2駆動用リード90の個数は、第2半導体素子30Lの個数に応じて決められる。

[0228] 図34及び図35に示すように、第1駆動用リード80及び第2駆動用リード90の構成は、第1実施形態の第1駆動用リード60及び第2駆動用リード70の構成と同様である。すなわち、第1駆動用リード80は、金属板80A，80B，80Cが厚さ方向Zに積層することによって構成され、第1接続部81、第2接続部82、及び連結部83を有する。第2駆動用リード90は、金属板90A，90B，90Cが厚さ方向Zに積層することによって構成され、第1接続部91、第2接続部92、及び連結部93を有する。また、本実施形態では、横方向Xからみた側面視において、第1駆動用リード80の形状と第2駆動用リード90の形状とは互いに等しい。なお、側面視における第1駆動用リード80の形状及び第2駆動用リード90の形状はそれぞれ任意に変更可能である。例えば側面視における第1駆動用リード80の形状と第2駆動用リード90の形状とは互いに異なってもよい。

- [0229] 第1駆動用リード80の第1接続部81は、第1半導体素子30Uのソース電極33とレーザ溶接によって接合されている。第1接続部81における第1半導体素子30Uのソース電極33との接合構造は、第2駆動用リード70の第1接続部71における第2半導体素子30Lのソース電極33との接合構造と同じである。また、第1接続部81における金属板80Aと金属板80Bとのレーザ溶接による接合構造、及び金属板80Bと金属板80Cとのレーザ溶接による接合構造は、第1接続部71における金属板70Aと金属板70Bとのレーザ溶接による接合構造、及び金属板70Bと金属板70Cとのレーザ溶接による接合構造と同じである。
- [0230] 第1駆動用リード80の第2接続部82は、パターン電極47Bとレーザ溶接によって接合されている。第2接続部82におけるパターン電極47Bとの接合構造は、第2駆動用リード70の第2接続部72における導電部材42Bとの接合構造と同じである。また、第2接続部82における金属板80Aと金属板80Bとのレーザ溶接による接合構造、及び金属板80Bと金属板80Cとのレーザ溶接による接合構造は、第2接続部72における金属板70Aと金属板70Bとのレーザ溶接による接合構造、及び金属板70Bと金属板70Cとのレーザ溶接による接合構造と同じである。
- [0231] 第1駆動用リード80を横方向Xからみた側面視における第1駆動用リード80の連結部83の形状は、第2駆動用リード70を縦方向Yからみた側面視における第2駆動用リード70の連結部73の形状と同じである。
- [0232] 第2駆動用リード90の第1接続部91は、第2半導体素子30Lのソース電極33とレーザ溶接によって接合されている。第1接続部91における第2半導体素子30Lのソース電極33との接合構造は、第1駆動用リード80の第1接続部81における第1半導体素子30Uのソース電極33との接合構造と同じである。また、第1接続部91における金属板90Aと金属板90Bとのレーザ溶接による接合構造、及び金属板90Bと金属板90Cとのレーザ溶接による接合構造は、第1接続部81における金属板80Aと金属板80Bとのレーザ溶接による接合構造、及び金属板80Bと金属板8

OCとのレーザ溶接による接合構造と同じである。

[0233] 第2駆動用リード90の第2接続部92は、パターン電極47Cとレーザ溶接によって接合されている。第2接続部92におけるパターン電極47Cとの接合構造は、第1駆動用リード80の第2接続部82におけるパターン電極47Bとの接合構造と同じである。また、第2接続部92における金属板90Aと金属板90Bとのレーザ溶接による接合構造、及び金属板90Bと金属板90Cとのレーザ溶接による接続構造は、第2接続部82における金属板80Aと金属板80Bとのレーザ溶接による接合構造、及び金属板80Bと金属板80Cとのレーザ溶接による接合構造と同じである。

[0234] 第2駆動用リード90を横方向Xからみた側面視における第2駆動用リード90の連結部93の形状は、第1駆動用リード80を横方向Xからみた側面視における連結部83の形状と同じである。なお、本実施形態の半導体装置1Dによれば、第1実施形態の効果と同様の効果が得られる。

[0235] また、金属板80A, 90Aはそれぞれ半導体素子に接続された第1金属板の一例であり、第1接続部81A, 91Aはそれぞれ第1金属板の第1素子側接続部の一例であり、第2接続部82A, 92Aはそれぞれ第1金属板の第1導電体側接続部の一例であり、連結部83A, 93Aはそれぞれ第1連結部の一例である。第1接続部81A, 91Aに形成されたレーザ接合部はそれぞれ第1素子側接続部の第1素子側接合部の一例であり、第2接続部82A, 92Aに形成されたレーザ接合部はそれぞれ第1導電体側接続部の第1導電体側接合部の一例である。

[0236] 金属板80B, 90Bはそれぞれ第1金属板に積層された第2金属板の一例であり、第1接続部81B, 91Bはそれぞれ第1素子側接続部に接続された第2素子側接続部の一例であり、第2接続部82B, 92Bはそれぞれ第2金属板の第2導電体側接続部の一例であり、連結部83B, 93Bはそれぞれ第2連結部の一例である。第1接続部81B, 91Bに形成されたレーザ接合部はそれぞれ第2素子側接続部の第2素子側接合部の一例であり、第2接続部82B, 92Bに形成されたレーザ接合部はそれぞれ第2導電体

側接続部の第2導電体側接合部の一例である。

[0237] 金属板80C, 90Cはそれぞれ第2金属板に積層された第3金属板の一例であり、第1接続部81C, 91Cはそれぞれ第3金属板の第3素子側接続部の一例であり、第2接続部82C, 92Cはそれぞれ第3金属板の第3導電体側接続部の一例であり、連結部83C, 93Cはそれぞれ第3連結部の一例である。第1接続部81C, 91Cに形成されたレーザ接合部はそれぞれ第3素子側接続部の第3素子側接合部の一例であり、第2接続部82C, 92Cに形成されたレーザ接合部はそれぞれ第3導電体側接続部の第3導電体側接合部の一例である。

[0238] 本実施形態の半導体装置1Dの製造方法では、第3接合工程を第1実施形態の半導体装置1Aの第3接合工程と異なる。半導体装置1Dの製造方法の第3接合工程では、金属板80Aを第1半導体素子30Uのソース電極33とパターン電極47Bとに接合した後、金属板90Aを第2半導体素子30Lのソース電極33とパターン電極47Cに接合する。次に、金属板80Bを金属板80Aに接合した後、金属板90Bを金属板90Aに接合する。最後に、金属板80Cを金属板80Bに接合した後、金属板90Cを金属板90Bに接合する。本実施形態では、上記工程を3回繰り返すことによって、3個の第1駆動用リード80及び第2駆動用リード90が形成される。なお、本実施形態の半導体装置1Dの製造方法の第3接合工程を、第1実施形態の半導体装置1Aの製造方法の第3接合工程と同様の工程としてもよい。

[0239] [第5実施形態]

図36及び図37を参照して、第5実施形態の半導体装置1Eについて説明する。本実施形態の半導体装置1Eでは、第1実施形態の半導体装置1Aと比較して、1つの半導体素子30を備えたディスクリート半導体である点異なる。なお、本実施形態では、半導体素子30はMOSFETなどのスイッチング素子に限られず、ダイオードなどの各種の半導体素子であってもよい。以下の説明において、半導体装置1Aと同一の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する場合がある。なお、便宜上、図36では、封止

樹脂 10E を二点鎖線で示している。

[0240] 本実施形態の半導体装置 1E は、リードフレーム 100 を備える、いわゆるリードフレーム構造である。リードフレーム 100 の構成材料は、特に限定されないが、例えば銅又は銅合金である。リードフレーム 100 は、ダイパッド部 110 及び複数の端子部 120 を有する。

[0241] 図 36 及び図 37 に示すように、ダイパッド部 110 は、半導体素子 30 が搭載される部分である。本実施形態では、ダイパッド部 110 には、1 個の半導体素子 30 が搭載されている。半導体素子 30 は、例えば銀ペーストによってダイパッド部 110 に接合されている。半導体素子 30 の裏面側電極であるドレイン電極 35 は、ダイパッド部 110 と導通する。本実施形態の半導体素子 30 は、素子主面 31 に形成された検出電極 37 をさらに有する。一例では、検出電極 37 は、ゲート電極 34 とソース電極 33 とによって囲まれた領域に形成されている。

[0242] 複数の端子部 120 は、駆動端子部 120A、制御端子部 120B、及び検出端子部 120C を含む。駆動端子部 120A は、半導体素子 30 のソース電流が流れる端子である。制御端子部 120B は、半導体素子 30 のゲート電極 34 にゲート電圧を印加するための端子である。検出端子部 120C は、例えば半導体素子 30 の温度を検出するための端子である。

[0243] 駆動端子部 120A は、パッド部 121 及び複数の端子部 122 を有する。本実施形態では、駆動端子部 120A は、パッド部 121 及び複数の端子部 122 が一体形成された単一部材である。平面視におけるパッド部 121 の形状は、横方向 X が長辺方向となり、縦方向 Y が短辺方向となる略矩形状である。厚さ方向 Z において、パッド部 121 は、ダイパッド部 110 よりも封止樹脂 10 の樹脂天面 15 側となるように配置されている。またパッド部 121 は、半導体素子 30 のソース電極 33 よりも封止樹脂 10 の樹脂天面 15 側となるように配置されている。複数の端子部 122 は、横方向 X において等ピッチで配列されている。

[0244] 制御端子部 120B は、パッド部 123 及び端子部 124 を有する。本実

施形態では、制御端子部 120B は、パッド部 123 及び端子部 124 が一体形成された単一部材である。パッド部 123 は、厚さ方向 Z において駆動端子部 120A のパッド部 121 と揃った状態で横方向 X に間隔をあけて配置されている。制御端子部 120B とゲート電極 34 とは、制御用ワイヤ 131 によって接続されている。制御用ワイヤ 131 は、例えばワイヤボンディングによって制御端子部 120B のパッド部 123 とゲート電極 34 とのそれぞれに接合されている。

[0245] 検出端子部 120C は、パッド部 125 及び端子部 126 を有する。本実施形態では、検出端子部 120C は、パッド部 125 及び端子部 126 が一体形成された単一部材である。パッド部 125 は、厚さ方向 Z において制御端子部 120B のパッド部 123 と揃った状態で横方向 X に間隔をあけて配置されている。本実施形態では、検出端子部 120C の形状は、制御端子部 120B の形状と同じである。検出端子部 120C と検出電極 37 とは、検出用ワイヤ 132 によって接続されている。検出用ワイヤ 132 は、例えばワイヤボンディングによって検出端子部 120C のパッド部 125 と検出電極 37 とのそれぞれに接合されている。

[0246] 封止樹脂 10E は、ダイパッド部 110 の一部、半導体素子 30、各端子部 120 の一部、制御用ワイヤ 131、及び検出用ワイヤ 132 を封止する。封止樹脂 10E は、第 1 実施形態の封止樹脂 10 を構成する材料と同じ材料が用いられている。一例では、封止樹脂 10E を構成する材料は、黒色のエポキシ樹脂が用いられている。

[0247] 図 37 に示すように、ダイパッド部 110 の裏面 111 は、封止樹脂 10E から露出している。また、駆動端子部 120A の端子部 122、制御端子部 120B の端子部 124、及び検出端子部 120C の端子部 126 はそれぞれ、封止樹脂 10E から縦方向 Y に突出している。

[0248] 半導体装置 1E は、駆動用リード 140 を備える。駆動用リード 140 は、駆動端子部 120A とソース電極 33 とを接続している。このため、駆動端子部 120A は駆動用導電体の一例である。駆動用リード 140 は、封止

樹脂 10E によって封止されている。

[0249] 図 37 に示すように、駆動用リード 140 の構成は、第 1 実施形態の第 2 駆動用リード 70 の構成と同様である。すなわち、駆動用リード 140 は、金属板 140A、140B、140C が厚さ方向 Z に積層することによって構成され、第 1 接続部 141、第 2 接続部 142、及び連結部 143 を有する。

[0250] 駆動用リード 140 の第 1 接続部 141 は、半導体素子 30 のソース電極 33 とレーザ溶接によって接合されている。第 1 接続部 141 における半導体素子 30 のソース電極 33 との接合構造は、第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続部 71 における第 2 半導体素子 30L のソース電極 33 との接合構造と同じである。また、第 1 接続部 141 における金属板 140A と金属板 140B とのレーザ溶接による接合構造、及び金属板 140B と金属板 140C とのレーザ溶接による接合構造は、第 1 接続部 71 における金属板 70A と金属板 70B とのレーザ溶接による接合構造、及び金属板 70B と金属板 70C とのレーザ溶接による接合構造と同じである。

[0251] 駆動用リード 140 の第 2 接続部 142 は、駆動端子部 120A のパッド部 121 とレーザ溶接によって接合されている。第 2 接続部 142 におけるパッド部 121 との接合構造は、第 2 駆動用リード 70 の第 2 接続部 72 における導電部材 42B との接合構造と同じである。また、第 2 接続部 142 における金属板 140A と金属板 140B とのレーザ溶接による接合構造、及び金属板 140B と金属板 140C とのレーザ溶接による接合構造は、第 2 接続部 72 における金属板 70A と金属板 70B とのレーザ溶接による接合構造、及び金属板 70B と金属板 70C とのレーザ溶接による接合構造と同じである。

[0252] 駆動用リード 140 を横方向 X からみた側面視における駆動用リード 140 の連結部 143 の形状は、第 2 駆動用リード 70 を縦方向 Y からみた側面視における第 2 駆動用リード 70 の連結部 73 の形状と概ね同じである。なお、本実施形態の半導体装置 1E によれば、第 1 実施形態の半導体装置 1A

と同様の効果が得られる。

[0253] また、金属板 140A は半導体素子に接続された第 1 金属板の一例であり、金属板 140A の第 1 接続部 141 は第 1 金属板の第 1 素子側接続部の一例であり、金属板 140A の第 2 接続部 142 は第 1 金属板の第 1 導電体側接続部の一例であり、金属板 140A の連結部 143 は第 1 連結部の一例である。金属板 140A の第 1 接続部 141 に形成されたレーザ接合部は第 1 素子側接続部の第 1 素子側接合部の一例であり、金属板 140A の第 2 接続部 142 に形成されたレーザ接合部は第 1 導電体側接続部の第 1 導電体側接合部の一例である。

[0254] 金属板 140B は第 1 金属板に積層された第 2 金属板の一例であり、金属板 140B の第 1 接続部 141 は第 1 素子側接続部に接続された第 2 素子側接続部の一例であり、金属板 140B の第 2 接続部 142 は第 2 金属板の第 2 導電体側接続部の一例であり、金属板 140B の連結部 143 は第 2 連結部の一例である。金属板 140B の第 1 接続部 141 に形成されたレーザ接合部は第 2 素子側接続部の第 2 素子側接合部の一例であり、金属板 140B の第 2 接続部 142 に形成されたレーザ接合部は第 2 導電体側接続部の第 2 導電体側接合部の一例である。

[0255] 金属板 140C は第 2 金属板に積層された第 3 金属板の一例であり、金属板 140C の第 1 接続部 141 は第 3 金属板の第 3 素子側接続部の一例であり、金属板 140C の第 2 接続部 142 は第 3 金属板の第 3 導電体側接続部の一例であり、金属板 140C の連結部 143 は第 3 連結部の一例である。金属板 140C の第 1 接続部 141 に形成されたレーザ接合部は第 3 素子側接続部の第 3 素子側接合部の一例であり、金属板 140C の第 2 接続部 142 に形成されたレーザ接合部は第 3 導電体側接続部の第 3 導電体側接合部の一例である。

[0256] [各実施形態に共通の変更例]

上記各実施形態は本開示に関する半導体装置及び半導体装置の製造方法が取り得る形態の例示であり、その形態を制限することを意図していない。本

開示に関する半導体装置及び半導体装置の製造方法は、上記各実施形態に例示された形態とは異なる形態を取り得る。その一例は、上記各実施形態の構成の一部を置換、変更、もしくは、省略した形態、又は上記各実施形態に新たな構成を付加した形態である。以下の変更例において、上記各実施形態と共通する部分については、上記各実施形態と同一の符号を付してその説明を省略する。

[0257] ・上記各実施形態において、半導体素子 30 のソース電極 33 に接合される駆動用リード（第 1 駆動用リード 60、80、第 2 駆動用リード 70、90、及び駆動用リード 140）の数は任意に変更可能である。例えば、第 1 実施形態の半導体素子 30 のサイズよりも大きいサイズの半導体素子 30 が用いられる一方、第 1 実施形態のリボン材 230 と同じサイズのリボン材 230 によって駆動用リードが形成される場合、複数の駆動用リード（複数の駆動用接続部材）を半導体素子 30 のソース電極 33 に接続できる。この場合、複数の駆動用リード（複数の駆動用接続部材）は、縦方向 Y に並んで配置される。一例として、図 38 では、第 2 半導体素子 30 L のソース電極 33 に 2 個の第 2 駆動用リード 70 が接合される構成を例示している。

[0258] 図 38 に示すように、ソース電極 33 には、2 個の第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続部 71 がレーザ溶接によって接合されている。各第 1 接続部 71 のソース電極 33 への接合構造はそれぞれ、第 1 実施形態の第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続部 71 のソース電極 33 への接合構造と同じである。また図 38 の各第 1 接続部 71 の金属板 70 A と金属板 70 B とのレーザ溶接による接合構造、及び金属板 70 B と金属板 70 C とのレーザ溶接による接合構造は、第 1 実施形態の第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続部 71 の金属板 70 A と金属板 70 B とのレーザ溶接による接合構造、及び金属板 70 B と金属板 70 C とのレーザ溶接による接合構造と同じである。この構成によれば、2 個の第 2 駆動用リード 70 を共通のリボン材 230 によって形成されるため、2 個の第 2 駆動用リード 70 を個別のリボン材によって形成される場合と比較して、第 3 接合工程を簡素化できる。

- [0259] ・上記各実施形態において、駆動用リード（第１駆動用リード６０、８０、第２駆動用リード７０、９０、及び駆動用リード１４０）の第１接続部及び第２接続部におけるレーザ接合部の縦方向Ｙの大きさはそれぞれ任意に変更可能である。
- [0260] ・上記各実施形態において、駆動用リード（第１駆動用リード６０、８０、第２駆動用リード７０、９０、及び駆動用リード１４０）の第１接続部を構成する複数の金属板の先端縁が厚さ方向Ｚからみて揃っていてもよい。また、駆動用リード（第１駆動用リード６０、８０、第２駆動用リード７０、９０、及び駆動用リード１４０）の第２接続部を構成する複数の金属板の先端縁が厚さ方向Ｚからみて揃っていてもよい。
- [0261] ・上記各実施形態において、リード供給部２１０とレーザ照射部２２０とが別体として設けられてもよい。この場合、リード供給部２１０とレーザ照射部２２０とは個別に移動可能である。これにより、レーザ照射部２２０によって形成されるレーザ接合部の平面視における形状の自由度を高めることができる。
- [0262] ・上記各実施形態において、駆動用リード（第１駆動用リード６０、８０、第２駆動用リード７０、９０、及び駆動用リード１４０）について、平面視におけるレーザ接合部の形状は任意に変更可能である。ここでは、例えば、第１駆動用リード６０の第２接続部６２を用いてレーザ接合部の形状について説明する。
- [0263] （Ａ）図３９Ａに示すように、レーザ溶接によって金属板６０Ａの第２接続部６２Ａに形成されるレーザ接合部６５Ｘ、金属板６０Ｂの第２接続部６２Ｂに形成されるレーザ接合部６５Ｙ、及び金属板６０Ｃの第２接続部６２Ｃに形成されるレーザ接合部６５Ｚが同心円となる。レーザ接合部６５Ｘの直径は、レーザ接合部６５Ｙの直径及びレーザ接合部６５Ｚの直径よりも大きい。レーザ接合部６５Ｙの直径は、レーザ接合部６５Ｚの直径よりも大きい。
- [0264] 図３９Ｂに示すように、金属板６０Ａの第２接続部６２Ａのレーザ接合部

65Xは、厚さ方向Zからみて、金属板60Bの第2接続部62Bのレーザ接合部65Yと重ならないようにずれて配置されている。レーザ接合部65Yは、厚さ方向Zからみて、金属板60Cの第2接続部62Cのレーザ接合部65Zと重ならないようにずれて配置されている。

[0265] なお、レーザ接合部65Xの直径、レーザ接合部65Yの直径、及びレーザ接合部65Zの直径はそれぞれ、任意に変更可能である。一例では、レーザ接合部65Zの直径がレーザ接合部65Yの直径よりも大きくてもよい。

[0266] また、各第2接続部62Aに形成されるレーザ接合部の数は任意に変更可能である。一例では、第2接続部62Aには、レーザ接合部65Xと同心円となり、レーザ接合部65Zの直径と同じ直径を有するレーザ接合部を追加してもよい。また、第2接続部62Aにおいて、レーザ接合部65Xの直径は、レーザ接合部65Zと同じ直径に変更してもよい。これらの場合、厚さ方向Zからみて、レーザ接合部65Xは、レーザ接合部65Zと重なる。

[0267] (B) 図40Aに示すように、レーザ溶接によって金属板60Aの第2接続部62Aに形成されるレーザ接合部65X、金属板60Bの第2接続部62Bに形成されるレーザ接合部65Y、及び金属板60Cの第2接続部62Cに形成されるレーザ接合部65Zが互いに相似となる矩形枠状に形成されている。レーザ接合部65Xの横方向Xの大きさ及び縦方向Yの大きさがそれぞれ、レーザ接合部65Yの横方向Xの大きさ及び縦方向Yの大きさ、並びにレーザ接合部65Zの横方向Xの大きさ及び縦方向Yの大きさよりも大きい。レーザ接合部65Yの横方向Xの大きさ及び縦方向Yの大きさは、レーザ接合部65Zの横方向Xの大きさ及び縦方向Yの大きさよりも大きい。このため、平面視において、レーザ接合部65Xは、レーザ接合部65Y及びレーザ接合部65Zの周囲を取り囲むように形成されている。平面視において、レーザ接合部65Yは、レーザ接合部65Zの周囲を取り囲むように形成されている。

[0268] 図40Bに示すように、金属板60Aの第2接続部62Aのレーザ接合部65Xは、厚さ方向Zからみて、金属板60Bの第2接続部62Bのレーザ

接合部 6 5 Y と重ならないようにずれて配置されている。レーザ接合部 6 5 Y は、厚さ方向 Z からみて、金属板 6 0 C の第 2 接続部 6 2 C のレーザ接合部 6 5 Z と重ならないようにずれて配置されている。

[0269] なお、レーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさ及び縦方向 Y の大きさはそれぞれ、任意に変更可能である。またレーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさ及び縦方向 Y の大きさはそれぞれ、任意に変更可能である。またレーザ接合部 6 5 Z の横方向 X の大きさ及び縦方向 Y の大きさはそれぞれ、任意に変更可能である。一例では、レーザ接合部 6 5 Z の横方向 X の大きさ及び縦方向 Y の大きさがそれぞれレーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさ及び縦方向 Y の大きさよりも大きくてもよい。この場合、平面視において、レーザ接合部 6 5 Z がレーザ接合部 6 5 Y の周囲を取り囲むように形成される。

[0270] また、各第 2 接続部 6 2 A に形成されるレーザ接合部の数は任意に変更可能である。一例では、第 2 接続部 6 2 A には、レーザ接合部 6 5 Z の横方向 X の大きさ及び縦方向 Y の大きさと同じ大きさのレーザ接合部を追加してもよい。このレーザ接合部は、厚さ方向 Z からみて、レーザ接合部 6 5 Z と重なるように形成される。また、第 2 接続部 6 2 A には、レーザ接合部 6 5 X として、レーザ接合部 6 5 Z の横方向 X の大きさ及び縦方向 Y の大きさと同じ大きさのレーザ接合部を形成してもよい。これらの場合、厚さ方向 Z からみて、レーザ接合部 6 5 X は、レーザ接合部 6 5 Z と重なる。

[0271] (C) 図 4 1 A に示すように、レーザ溶接によって金属板 6 0 A の第 2 接続部 6 2 A に形成されるレーザ接合部 6 5 X、金属板 6 0 B の第 2 接続部 6 2 B に形成されるレーザ接合部 6 5 Y、及び金属板 6 0 C の第 2 接続部 6 2 C に形成されるレーザ接合部 6 5 Z がそれぞれ、横方向 X に沿って延びている。

[0272] 図 4 1 B に示すように、第 2 接続部 6 2 A には、3 個のレーザ接合部 6 5 X が形成されている。第 2 接続部 6 2 B には、2 個のレーザ接合部 6 5 Y が形成されている。第 2 接続部 6 2 C には、1 個のレーザ接合部 6 5 Z が形成されている。3 個のレーザ接合部 6 5 X は、厚さ方向 Z からみて、2 個のレ

ーザ接合部 6 5 Y と重ならないようにずれて配置されている。2 個のレーザ接合部 6 5 Y は、厚さ方向 Z からみて、1 個のレーザ接合部 6 5 Z と重ならないようにずれて配置されている。1 個のレーザ接合部 6 5 Z は、厚さ方向 Z からみて、3 個のレーザ接合部 6 5 X のうちの縦方向 Y の中央のレーザ接合部 6 5 X と重なっている。

[0273] 図 4 1 A 及び図 4 1 C に示すように、レーザ接合部 6 5 Z の横方向 X の大きさは、レーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさよりも小さい。またレーザ接合部 6 5 Z の横方向 X の大きさは、レーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさよりも小さい。またレーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさは、レーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさと等しい。ここで、レーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさとレーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさとの差が、例えばレーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさの 5 % 以内であれば、レーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさがレーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさと等しいと言える。

[0274] なお、3 個のレーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさはそれぞれ、任意に変更可能である。また 2 個のレーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさはそれぞれ、任意に変更可能である。またレーザ接合部 6 5 Z の横方向 X の大きさは、任意に変更可能である。一例では、レーザ接合部 6 5 Z の横方向 X の大きさがレーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさよりも大きくてもよい。また、レーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさがレーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさよりも大きくてもよい。また、2 個のレーザ接合部 6 5 Y の横方向 X の大きさが互いに異なってもよい。また、3 個のレーザ接合部 6 5 X の横方向 X の大きさが互いに異なってもよい。

[0275] また、レーザ接合部 6 5 X, 6 5 Y, 6 5 Z の数はそれぞれ、任意に変更可能である。一例では、3 個のレーザ接合部 6 5 X のうちの横方向 X の中央部のレーザ接合部 6 5 X を省略してもよい。また一例では、レーザ接合部 6 5 Z の数がレーザ接合部 6 5 X の数と同じであってもよい。この場合、例えば、厚さ方向 Z からみて、レーザ接合部 6 5 Z がレーザ接合部 6 5 X と重な

っている。これにより、各レーザ接合部 65 Z は、厚さ方向 Z からみて、2 個のレーザ接合部 65 Y と重ならないようにずれて配置されている。

[0276] ・上記各実施形態において、駆動用リード（第 1 駆動用リード 60、80、第 2 駆動用リード 70、90、及び駆動用リード 140）の連結部の形状は任意に変更可能である。一例では、駆動用リードの側面視における連結部の形状が湾曲状であってもよい。図 42 では、変更例の第 2 駆動用リード 70 の構成を例示している。第 2 駆動用リード 70 の連結部 73 は、連結部 73 の横方向 X の中央部が厚さ方向 Z において支持基板 40 から最も離れるように湾曲している。連結部 73 は、その横方向 X の中央部に向かうにつれて厚さ方向 Z において支持基板 40 から徐々に離れている。

[0277] ・上記各実施形態において、駆動用リード（第 1 駆動用リード 60、80、第 2 駆動用リード 70、90、及び駆動用リード 140）を構成する各金属板について、隣り合う金属板の連結部の間に隙間が形成されてもよい。図 43 では、図 42 の変更例の第 2 駆動用リード 70 の連結部 73 について、金属板 70 A の連結部 73 A と金属板 70 B の連結部 73 B との間に隙間 G1 が形成され、金属板 70 B の連結部 73 B と金属板 70 C の連結部 73 C との間に隙間 G2 が形成された構成を例示している。図 43 では、隙間 G1 は、連結部 73 A、73 B の横方向 X の中央部に向けて徐々に大きくなる。隙間 G2 は、連結部 73 B、73 C の横方向 X の中央部に向けて徐々に大きくなる。

[0278] ・図 43 に示す駆動用リードの連結部は、隣り合う金属板の連結部が非接触となるように形成されているが、これに限られない。例えば、駆動用リード（第 1 駆動用リード 60、80、第 2 駆動用リード 70、90、及び駆動用リード 140）の連結部について、隣り合う金属板の連結部が部分的に接触した状態であってもよい。

[0279] ・上記各実施形態において、第 1 駆動用リード 60 の第 1 接続部 61 における横方向 X に隣り合うレーザ接合部のピッチ、第 2 接続部 62 における横方向 X に隣り合うレーザ接合部のピッチ、第 2 駆動用リード 70 の第 1 接続

部 7 1 における横方向 X に隣り合うレーザ接合部のピッチ、及び、第 2 接続部 7 2 における横方向 X に隣り合うレーザ接合部のピッチはそれぞれ任意に変更可能である。

[0280] 一例では、図 4 4 に示すように、第 2 駆動用リード 7 0 の第 1 接続部 7 1 A におけるレーザ接合部 7 4 A とレーザ接合部 7 4 B とのピッチ P C 1 と、レーザ接合部 7 4 B とレーザ接合部 7 4 C とのピッチ P C 2 とがそれぞれ、第 1 実施形態の第 2 駆動用リード 7 0 のピッチ P C 1, P C 2 (図 2 1 参照) よりも大きい。すなわち、横方向 X における第 1 接続部 7 1 A の先端部にレーザ接合部 6 4 A が形成され、第 1 接続部 7 1 A の横方向 X の中央部にレーザ接合部 6 4 B が形成され、横方向 X における第 1 接続部 7 1 A の基端部にレーザ接合部 6 4 C が形成されている。また、第 1 接続部 7 1 B におけるレーザ接合部 7 4 D とレーザ接合部 7 4 E とのピッチ P D が第 1 実施形態の第 2 駆動用リード 7 0 のピッチ P D (図 2 1 参照) よりも大きい。また、レーザ接合部 7 4 F は、横方向 X における第 1 接続部 7 1 C の中央部に形成されている。

[0281] 上記各実施形態において、第 1 駆動用リード 6 0 の第 1 接続部 6 1 におけるレーザ接合部の数、第 2 接続部 6 2 におけるレーザ接合部の数、第 2 駆動用リード 7 0 の第 1 接続部 7 1 におけるレーザ接合部の数、及び、第 2 接続部 7 2 におけるレーザ接合部の数はそれぞれ任意に変更可能である。

[0282] 一例では、図 4 5 に示すように、第 1 接続部 7 1 A には、5 個のレーザ接合部 7 4 A, 7 4 B, 7 4 C, 7 4 G, 7 4 H が形成されている。レーザ接合部 7 4 G, 7 4 H は、横方向 X において第 1 接続部 7 1 A のうちのレーザ接合部 7 4 A, 7 4 B, 7 4 C よりも基端寄り (連結部 7 3 A 寄り) に形成されている。横方向 X においてレーザ接合部 7 4 G は、レーザ接合部 7 4 C と隣り合っている。横方向 X においてレーザ接合部 7 4 H は、レーザ接合部 7 4 G と隣り合っている。横方向 X において、レーザ接合部 7 4 A, 7 4 B, 7 4 C, 7 4 G, 7 4 H は、等ピッチとなるように第 1 接続部 7 1 A に形成されている。

[0283] 第1接続部71Bには、4個のレーザ接合部74D, 74E, 74I, 74Jが形成されている。レーザ接合部74I, 74Jは、横方向Xにおいて第1接続部71Bのうちのレーザ接合部74D, 74Eよりも基端寄り（連結部73B寄り）に形成されている。横方向Xにおいてレーザ接合部74Iは、レーザ接合部74Eと隣り合っている。横方向Xにおいてレーザ接合部74Jは、レーザ接合部74Iと隣り合っている。横方向Xにおいて、レーザ接合部74D, 74E, 74I, 74Jは、等ピッチとなるように第1接続部71Bに形成されている。厚さ方向Zにおいて、レーザ接合部74D, 74E, 74I, 74Jは、レーザ接合部74A, 74B, 74C, 74G, 74Hと重ならないようにずれて配置されている。レーザ接合部74Iは、レーザ接合部74Cとレーザ接合部74Gとの横方向Xの間に位置している。レーザ接合部74Jは、レーザ接合部74Gとレーザ接合部74Hとの横方向Xの間に位置している。

[0284] 第1接続部71Cには、3個のレーザ接合部74F, 74K, 74Lが形成されている。レーザ接合部74K, 74Lは、横方向Xにおいて第1接続部71Cのうちのレーザ接合部74Fよりも基端寄り（連結部73C寄り）に形成されている。横方向Xにおいてレーザ接合部74Kは、レーザ接合部74Fと隣り合っている。横方向Xにおいてレーザ接合部74Lは、レーザ接合部74Kと隣り合っている。横方向Xにおいて、レーザ接合部74F, 74K, 74Lは、等ピッチとなるように第1接続部71Cに形成されている。厚さ方向Zにおいて、レーザ接合部74F, 74K, 74Lは、レーザ接合部74D, 74E, 74I, 74Jと重ならないようにずれて配置されている。レーザ接合部74Kは、レーザ接合部74Eとレーザ接合部74Iとの横方向Xの間に位置している。レーザ接合部74Lは、レーザ接合部74Iとレーザ接合部74Jとの横方向Xの間に位置している。また、厚さ方向Zにおいて、レーザ接合部74Kは第1接続部71Aのレーザ接合部74Cと重なっており、レーザ接合部74Lは第1接続部71Aのレーザ接合部74Gと重なっている。

[0285] ・上記各実施形態において、駆動用リード（第１駆動用リード６０，８０、第２駆動用リード７０，９０、及び駆動用リード１４０）を構成する金属板の数は任意に変更可能である。一例として、図４６では、図４２の変更例の第２駆動用リード７０から金属板７０Ｂ，７０Ｃを省略した構成を示している。すなわち、図４６では、金属板が積層されていない第２駆動用リード７０の構成を示している。

[0286] 図４６に示すように、第２駆動用リード７０は、金属板７０Ａからなる。このため、第２駆動用リード７０の第１接続部７１は金属板７０Ａの第１接続部７１Ａからなり、第２駆動用リード７０の第２接続部７２は金属板７０Ａの第２接続部７２Ａからなり、第２駆動用リード７０の連結部７３は金属板７０Ａの連結部７３Ａからなる。第１接続部７１（７１Ａ）は、第２半導体素子３０Ｌのソース電極３３にレーザ溶接によって接合されている。第１接続部７１（７１Ａ）には、レーザ接合部７４Ａ，７４Ｂ，７４Ｃが形成されている。第２接続部７２（７２Ａ）は、導電部材４２Ｂにレーザ溶接によって接合されている。第２接続部７２（７２Ａ）には、レーザ接合部７５Ａ，７５Ｂ，７５Ｃが形成されている。

[0287] ・上記各実施形態において、駆動用リード（第１駆動用リード６０，８０、第２駆動用リード７０，９０、及び駆動用リード１４０）の第２接続部の構成は任意に変更可能である。第２接続部は、例えば金属板の積層構造でなくともよい。

[0288] [付記]

上記各実施形態及び変更例から把握できる技術的思想を以下に記載する。

（付記１）駆動電極が形成された素子主面を有する半導体素子と、前記素子主面と同じ方向を向く駆動用接続表面を有する駆動用導電体と、前記駆動電極と前記駆動用導電体とを接続し、前記半導体素子の前記素子主面に対して垂直な方向である第１方向からみて帯状となる金属製の薄板によって形成された駆動用接続部材と、を備え、前記駆動用接続部材は、前記駆動電極に接続された素子側接続部を有し、前記素子側接続部は、レーザ加工によって

前記駆動電極に接合された素子側接合部を有する、半導体装置。

- [0289] (付記2) 前記駆動用接続部材は、前記駆動用導電体に接続された導電体側接続部を有し、前記導電体側接続部は、レーザ加工によって前記駆動用導電体に接合された導電体側接合部を有する、付記1に記載の半導体装置。

符号の説明

- [0290] 1 A, 1 B, 1 C, 1 D, 1 E…半導体装置
1 O, 1 O C, 1 O E…封止樹脂
2 2…入力リード（駆動用導電体）
2 2 c…延長部
2 2 c s…主面（駆動用接続表面）
3 O…半導体素子
3 O U…第1半導体素子
3 O L…第2半導体素子
3 1…素子主面
3 2…素子裏面
3 3…ソース電極（駆動電極）
3 4…ゲート電極（制御電極）
4 2 B…導電部材（駆動用導電体）
4 2 s b…主面（駆動用接続表面）
4 4 A…ゲート層（接続用導電体）
4 4 B…ゲート層（接続用導電体）
4 5 A…検出層（接続用導電体）
4 5 B…検出層（接続用導電体）
5 1…第1制御用ワイヤ
5 2…第2制御用ワイヤ
5 3…第1接続用ワイヤ
5 4…第2接続用ワイヤ
5 5…第1検出用ワイヤ

5 6 …第2 検出用ワイヤ

5 7 …第1 接続用ワイヤ

5 8 …第2 接続用ワイヤ

6 0 …第1 駆動用リード（駆動用接続部材、第2 駆動用接続部材）

6 0 A …金属板（第1 金属板）

6 0 B …金属板（第2 金属板）

6 0 C …金属板（第3 金属板）

6 1 …第1 接続部

6 1 A …第1 接続部（第1 素子側接続部）

6 1 B …第1 接続部（第2 素子側接続部）

6 1 C …第1 接続部（第3 素子側接続部）

6 2 …第2 接続部

6 2 A …第2 接続部（第1 導電体側接続部）

6 2 B …第2 接続部（第2 導電体側接続部）

6 2 C …第2 接続部（第3 導電体側接続部）

6 3 …連結部

6 3 A …連結部（第1 連結部）

6 3 B …連結部（第2 連結部）

6 3 C …連結部（第3 連結部）

6 4 A, 6 4 B, 6 4 C …レーザ接合部（第1 素子側接合部）

6 4 D, 6 4 E …レーザ接合部（第2 素子側接合部）

6 4 F …レーザ接合部（第3 素子側接合部）

6 5 A, 6 5 B, 6 5 C …レーザ接合部（第1 導電体側接合部）

6 5 D, 6 5 E …レーザ接合部（第2 導電体側接合部）

6 5 F …レーザ接合部（第3 導電体側接合部）

7 0 …第2 駆動用リード（駆動用接続部材、第1 駆動用接続部材）

7 0 A …金属板（第1 金属板）

7 0 B …金属板（第2 金属板）

7 0 C…金属板（第3金属板）

7 1…第1接続部

7 1 A…第1接続部（第1素子側接続部）

7 1 B…第1接続部（第2素子側接続部）

7 1 C…第1接続部（第3素子側接続部）

7 2…第2接続部

7 2 A…第2接続部（第1導電体側接続部）

7 2 B…第2接続部（第2導電体側接続部）

7 2 C…第2接続部（第3導電体側接続部）

7 3…連結部

7 3 A…連結部（第1連結部）

7 3 B…連結部（第2連結部）

7 3 C…連結部（第3連結部）

7 4 A, 7 4 B, 7 4 C…レーザ接合部（第1素子側接合部）

7 4 D, 7 4 E…レーザ接合部（第2素子側接合部）

7 5 F…レーザ接合部（第3素子側接合部）

7 5 A, 7 5 B, 7 5 C…レーザ接合部（第1導電体側接合部）

7 5 D, 7 5 E…レーザ接合部（第2導電体側接合部）

7 5 F…レーザ接合部（第3導電体側接合部）

8 0…第1駆動用リード（駆動用接続部材）

8 0 A…金属板（第1金属板）

8 0 B…金属板（第2金属板）

8 0 C…金属板（第3金属板）

8 1…第1接続部

8 1 A…第1接続部（第1素子側接合部）

8 1 B…第1接続部（第2素子側接合部）

8 1 C…第1接続部（第3素子側接合部）

8 2…第2接続部

8 2 A …第2 接続部（第1 導電体側接合部）

8 2 B …第2 接続部（第2 導電体側接合部）

8 2 C …第2 接続部（第3 導電体側接合部）

8 3 …連結部

8 3 A …連結部（第1 連結部）

8 3 B …連結部（第2 連結部）

8 3 C …連結部（第3 連結部）

9 0 …第2 駆動用リード（駆動用接続部材）

9 0 A …金属板（第1 金属板）

9 0 B …金属板（第2 金属板）

9 0 C …金属板（第3 金属板）

9 1 …第1 接続部

9 1 A …第1 接続部（第1 素子側接合部）

9 1 B …第1 接続部（第2 素子側接合部）

9 1 C …第1 接続部（第3 素子側接合部）

9 2 …第2 接続部

9 2 A …第2 接続部（第1 導電体側接合部）

9 2 B …第2 接続部（第2 導電体側接合部）

9 2 C …第2 接続部（第3 導電体側接合部）

9 3 …連結部

9 3 A …連結部（第1 連結部）

9 3 B …連結部（第2 連結部）

9 3 C …連結部（第3 連結部）

1 4 0 …駆動用リード（駆動用接続部材）

1 4 0 A …金属板（第1 金属板）

1 4 0 B …金属板（第2 金属板）

1 4 0 C …金属板（第3 金属板）

1 4 1 …第1 接続部

1 4 2 …第2 接続部

1 4 3 …連結部

請求の範囲

- [請求項1] 駆動電極が形成された素子主面を有する半導体素子と、
前記素子主面と同じ方向を向く駆動用接続表面を有する駆動用導電体と、
前記駆動電極と前記駆動用導電体とを接続し、前記半導体素子の前記素子主面に対して垂直な方向である第1方向からみて帯状となる金属製の薄板によって形成された複数の駆動用接続部材と、
を備え、
前記複数の駆動用接続部材は、前記半導体素子に接続された第1金属板、及び前記第1金属板に積層された第2金属板を少なくとも有し、
前記第1金属板は、前記駆動電極に接続された第1素子側接続部を有し、
前記第2金属板は、前記第1素子側接続部に接続された第2素子側接続部を有し、
前記第1素子側接続部及び前記第2素子側接続部は、前記第1方向において積層されている
半導体装置。
- [請求項2] 前記第1素子側接続部には、レーザ加工によって前記駆動電極と接合する第1素子側接合部が形成されており、
前記第2素子側接続部には、レーザ加工によって前記第1素子側接続部と接合する第2素子側接合部が形成されている
請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記第2素子側接合部は、前記第1方向からみて、前記第1素子側接合部と重ならないようにずれて配置されている
請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記複数の駆動用接続部材は、前記第2金属板に積層された第3金属板を含み、

前記第3金属板は、前記第1方向において前記第2素子側接続部に積層された第3素子側接続部を有する

請求項1～3のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記第3素子側接続部には、レーザ加工によって前記第2素子側接続部と接合する第3素子側接合部が形成されている

請求項4に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記第2素子側接続部には、レーザ加工によって前記第1素子側接続部と接合する第2素子側接合部が形成されており、

前記第2素子側接合部と前記第3素子側接合部とは、前記第1方向からみて重ならないように互いにずれて配置されている

請求項5に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記第1素子側接続部には、レーザ加工によって前記駆動電極と接合する第1素子側接合部が形成されており、

前記第1方向からみて、前記第1素子側接合部と前記第3素子側接合部とは重なっている

請求項6に記載の半導体装置。

[請求項8] 前記第1素子側接続部には、レーザ加工によって前記駆動電極と接合する第1素子側接合部が形成されており、

前記第2素子側接続部には、レーザ加工によって前記第1素子側接続部と接合する第2素子側接合部が形成されており、

前記第1素子側接合部の数は、前記第2素子側接合部の数よりも少なく、

前記第3素子側接合部の数は、前記第2素子側接合部の数よりも少ない

請求項5～7のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項9] 前記第1方向からみて、前記駆動用接続部材が延びる方向において、積層された前記第1素子側接続部及び前記第2素子側接続部は、互いにずれている

請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項10] 前記複数の駆動用接続部材は、同一の材料であって、前記第 1 方向からみて、前記駆動用接続部材の幅の大きさが互いに等しい

請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項11] 前記第 1 金属板は、前記駆動用導電体の前記駆動用接続表面に接続される第 1 導電体側接続部を有し、

前記第 2 金属板は、前記第 1 導電体側接続部に接続された第 2 導電体側接続部を有し、

前記第 1 導電体側接続部及び前記第 2 導電体側接続部は、前記第 1 方向において積層されている

請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項12] 前記第 1 導電体側接続部には、レーザ加工によって前記駆動用導電体の前記駆動用接続表面と接合する第 1 導電体側接合部が形成されており、

前記第 2 導電体側接続部には、レーザ加工によって前記第 1 導電体側接続部と接合する第 2 導電体側接合部が形成されている

請求項 11 に記載の半導体装置。

[請求項13] 前記第 1 導電体側接合部と前記第 2 導電体側接合部とは、前記第 1 方向からみて重ならないように互いにずれて配置されている

請求項 12 に記載の半導体装置。

[請求項14] 前記複数の駆動用接続部材は、前記第 2 金属板に積層された第 3 金属板を含み、

前記第 3 金属板は、前記第 1 方向において前記第 2 導電体側接続部に積層された第 3 導電体側接続部を有する

請求項 11 ～ 13 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項15] 前記第 3 導電体側接続部には、レーザ加工によって前記第 2 導電体側接続部と接合する第 3 導電体側接合部が形成されている

請求項 14 に記載の半導体装置。

- [請求項16] 前記第2導電体側接続部には、レーザ加工によって前記第1導電体側接続部と接合する第2導電体側接合部が形成されており、
前記第2導電体側接合部と前記第3導電体側接合部とは、前記第1方向からみて重ならないように互いにずれて配置されている
請求項15に記載の半導体装置。
- [請求項17] 前記第1導電体側接続部には、レーザ加工によって前記駆動用導電体の前記駆動用接続表面と接合する第1導電体側接合部が形成されており、
前記第1方向からみて、前記第1導電体側接合部と前記第3導電体側接合部とは重なっている
請求項16に記載の半導体装置。
- [請求項18] 前記第1導電体側接続部には、レーザ加工によって前記駆動用導電体の前記駆動用接続表面と接合する第1導電体側接合部が形成されており、
前記第2導電体側接続部には、レーザ加工によって前記第1導電体側接続部と接合する第2導電体側接合部が形成されており、
前記第1導電体側接合部の数は、前記第2導電体側接合部の数よりも少なく、
前記第3導電体側接合部の数は、前記第2導電体側接合部の数よりも少ない
請求項15～17のいずれか一項に記載の半導体装置。
- [請求項19] 前記第1金属板は、前記第1素子側接続部と前記第1導電体側接続部とを連結する第1連結部を有し、
前記第2金属板は、前記第2素子側接続部と前記第2導電体側接続部とを連結する第2連結部を有し、
前記第1連結部及び前記第2連結部は、積層されている
請求項11～18のいずれか一項に記載の半導体装置。
- [請求項20] 前記複数の駆動用接続部材は、前記第2金属板に積層された第3金

属板を含み、

前記第3金属板は、前記第2素子側接続部に接続された第3素子側接続部、前記第2導電体側接続部に接続された第3導電体側接続部、及び前記第3素子側接続部と前記第3導電体側接続部とを連結する第3連結部を有し、

前記第2連結部及び前記第3連結部は、積層されている請求項19に記載の半導体装置。

[請求項21] 前記半導体素子は、MOSFETである

請求項1～20のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項22] 前記半導体素子を封止する封止樹脂をさらに備える

請求項1～21のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項23] 前記半導体素子の前記素子主面には、制御電極が形成され、

前記半導体装置は、制御用導電体と、前記制御電極と前記制御用導電体とを接続する制御用接続部材と、をさらに備え、

前記制御用接続部材は、ワイヤにより形成されている

請求項1～22のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項24] 前記半導体素子は、前記駆動用接続部材によって直列に接続された第1半導体素子及び第2半導体素子を含み、

前記複数の駆動用接続部材は、前記第1半導体素子の駆動電極に接続されている第1駆動用接続部材、及び前記第2半導体素子の駆動電極に接続されている第2駆動用接続部材を含む

請求項1～23のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項25] 前記半導体素子は、複数の前記第1半導体素子及び複数の前記第2半導体素子を含み、

前記複数の駆動用接続部材は、複数の前記第1駆動用接続部材及び複数の前記第2駆動用接続部材を含む

請求項24に記載の半導体装置。

[請求項26] 1個の前記半導体素子の前記駆動電極に対して複数の前記駆動用接

続部材が接続され、

前記複数の駆動用接続部材は、前記第1方向からみて、前記素子主面に沿う方向において並んで配置されている

請求項1～25のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項27]

駆動電極が形成された素子主面を有する半導体素子と、

前記素子主面と同じ方向を向く駆動用接続表面を有する駆動用導電体と、

前記駆動電極と前記駆動用導電体とを接続し、前記半導体素子の前記素子主面に対して垂直な方向である第1方向からみて帯状となる薄板によって形成された複数の駆動用接続部材と、

を備える半導体装置の製造方法であって、

前記複数の駆動用接続部材としての第1金属板を前記半導体素子の前記駆動電極に接続して第1素子側接続部を形成する駆動電極接続工程と、

前記複数の駆動用接続部材としての第2金属板を前記第1方向において前記第1素子側接続部に積層した状態でレーザ加工によって前記第1素子側接続部に接続して第2素子側接続部を形成する第1素子側積層工程と、

を備える

半導体装置の製造方法。

[請求項28]

前記複数の駆動用接続部材としての第3金属板を前記第1方向において前記第2素子側接続部に積層した状態でレーザ加工によって前記第2素子側接続部に接続する第2素子側積層工程をさらに備える

請求項27に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項29]

前記駆動電極接続工程の後、かつ、前記第1素子側積層工程の前に、前記第1金属板をレーザ加工によって前記駆動用導電体に接続して第1導電体側接続部を形成する導電体接続工程をさらに備える

請求項28に記載の半導体装置の製造方法。

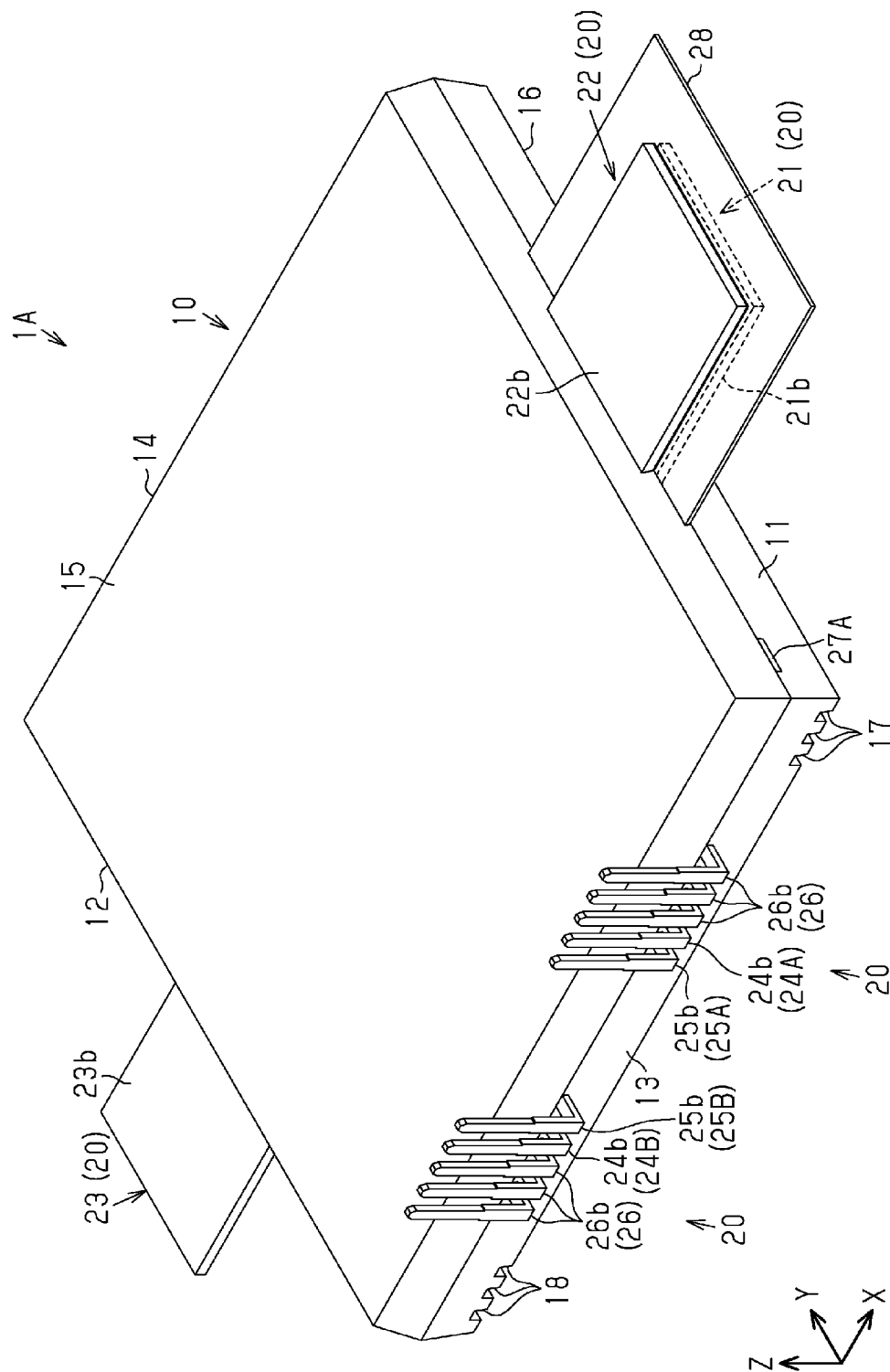
[請求項30] 前記第1素子側積層工程の後、かつ、前記第2素子側積層工程の前に、前記第2金属板を前記第1方向において前記第1導電体側接続部に積層した状態でレーザ加工によって前記第1導電体側接続部に接続して第2導電体側接続部を形成する第1導電体側積層工程をさらに備える

請求項29に記載の半導体装置の製造方法。

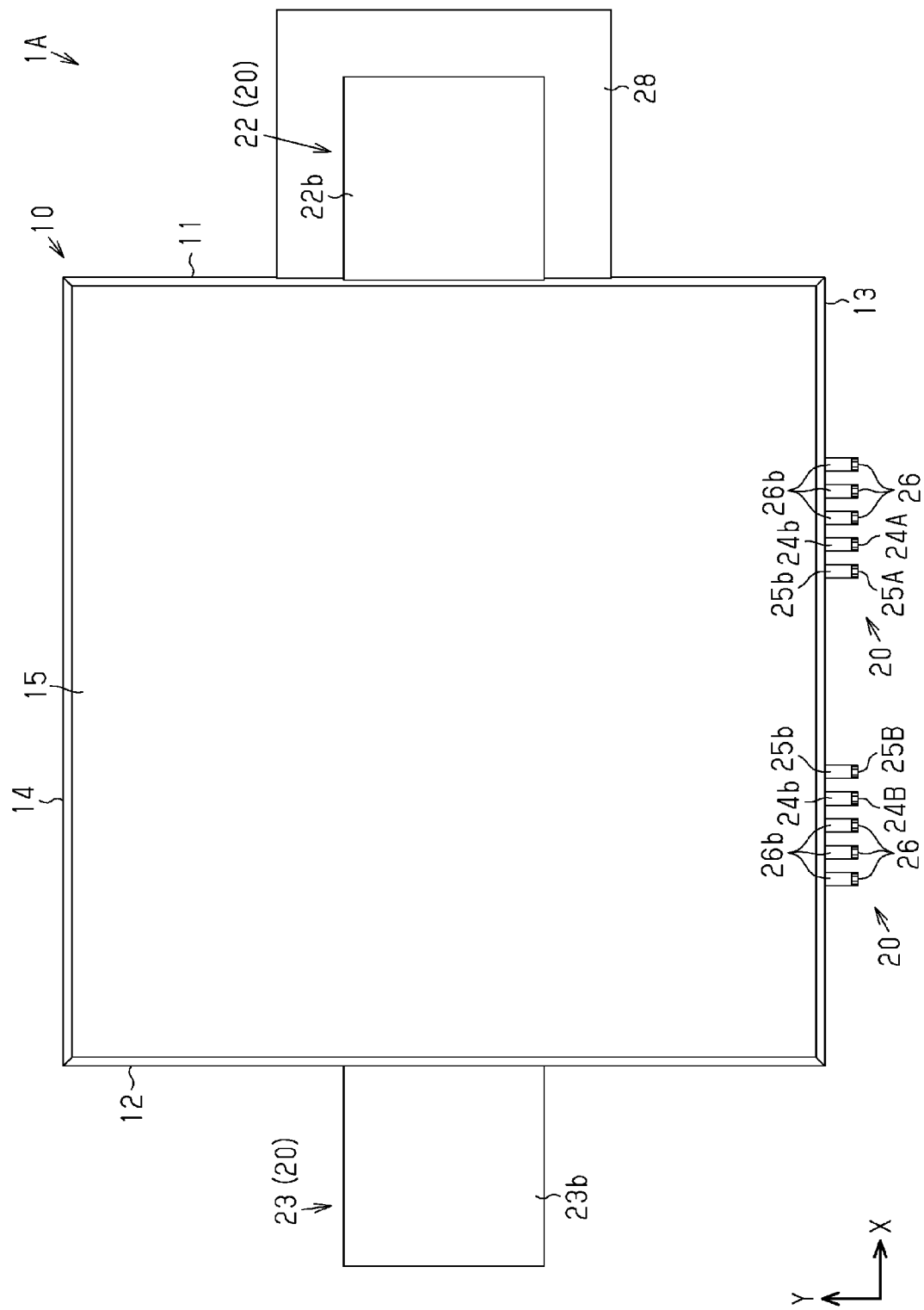
[請求項31] 前記第2素子側積層工程の後に、前記第3金属板を前記第1方向において前記第2導電体側接続部に積層した状態でレーザ加工によって前記第2導電体側接続部に接続して第3導電体側接続部を形成する第2導電体側積層工程をさらに備える

請求項30に記載の半導体装置の製造方法。

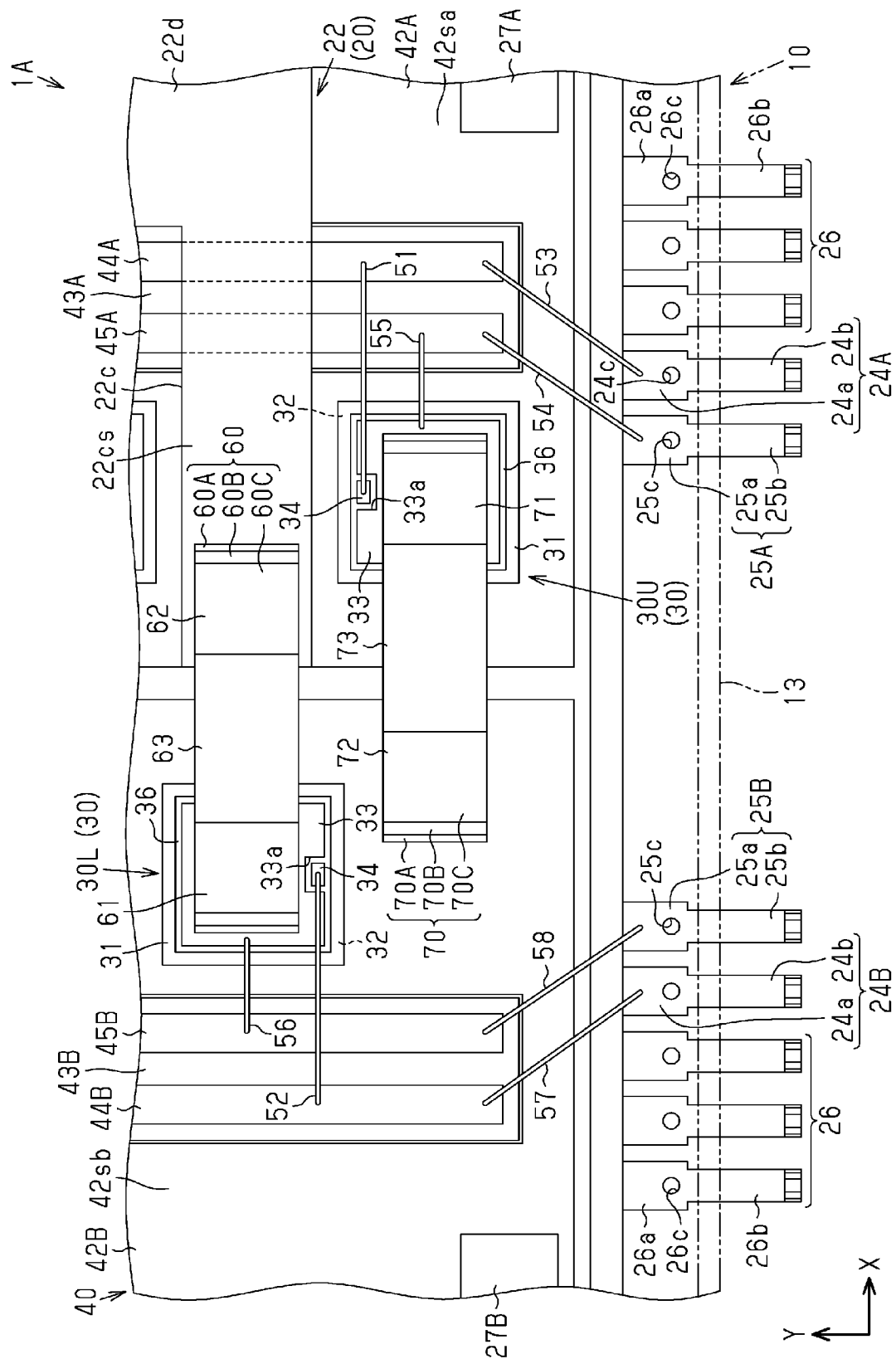
[図1]



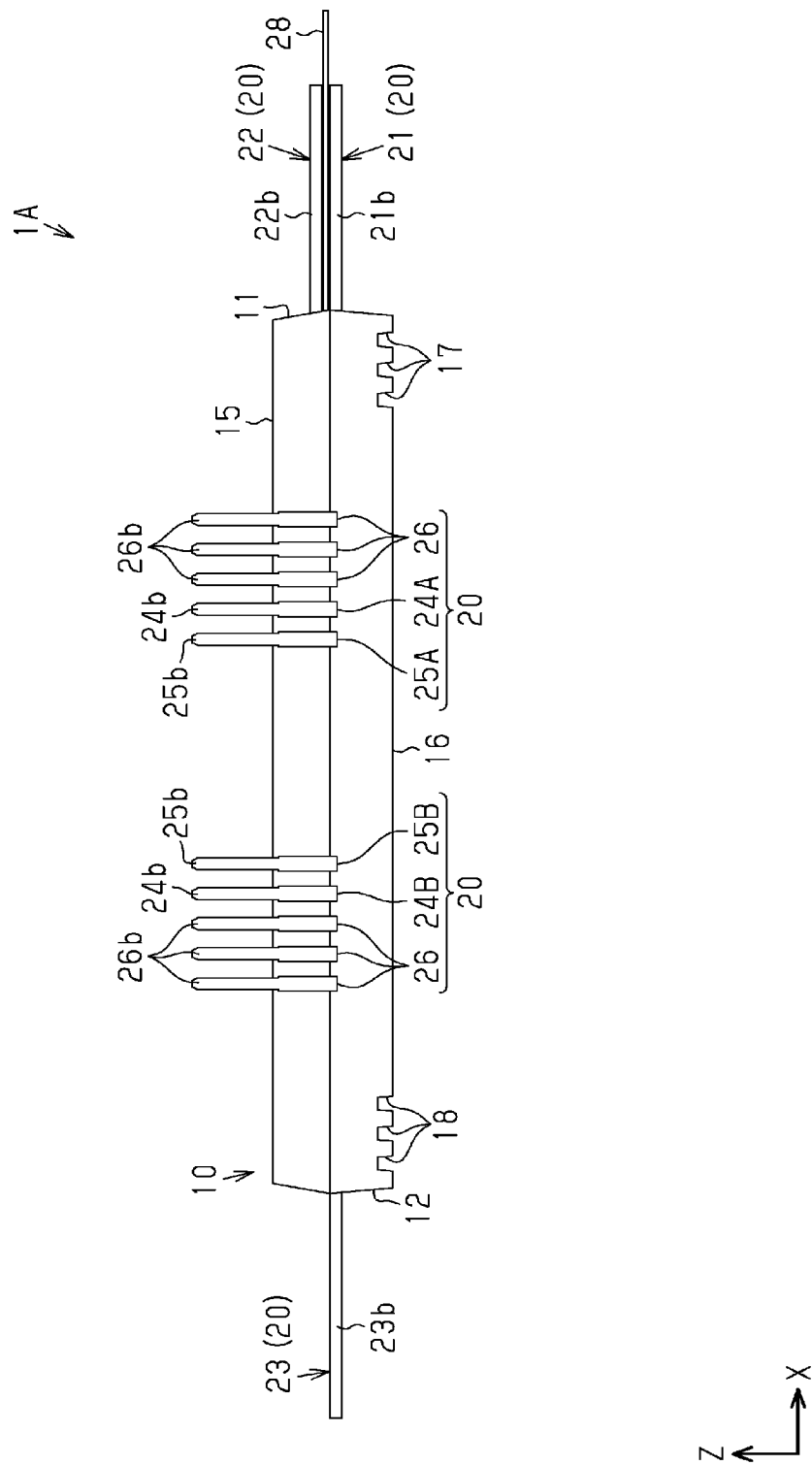
[図3]



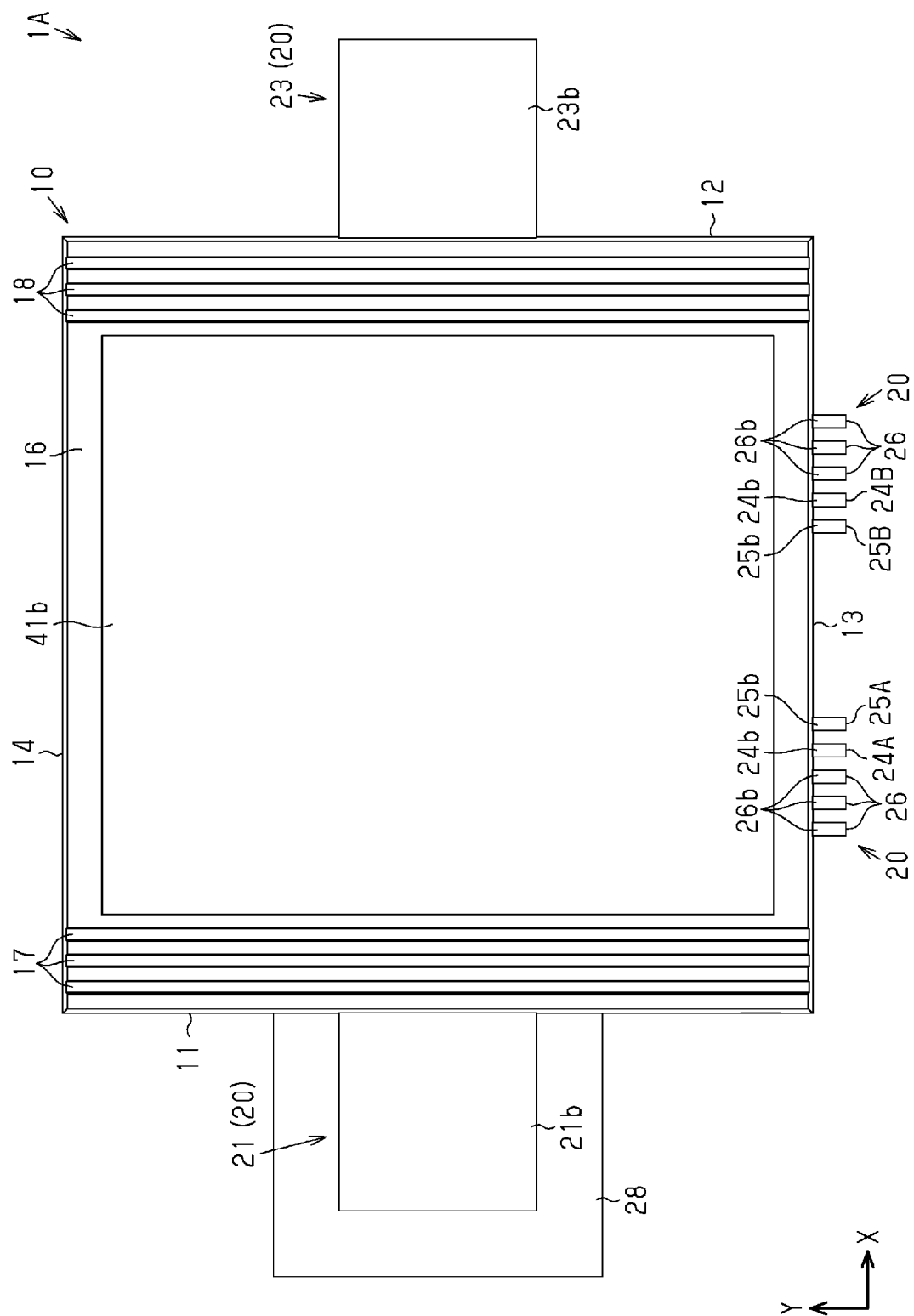
[図5]



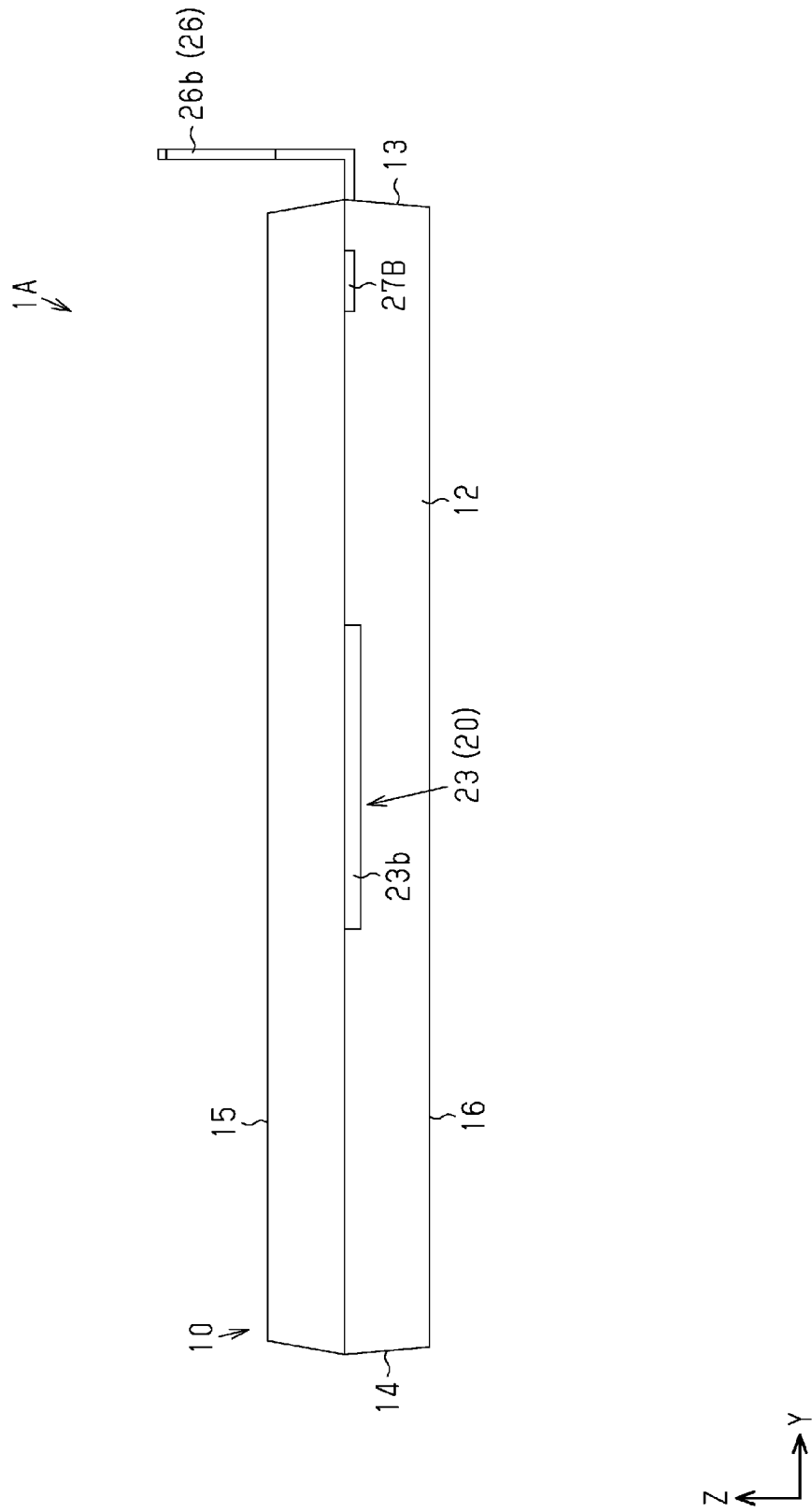
[図6]



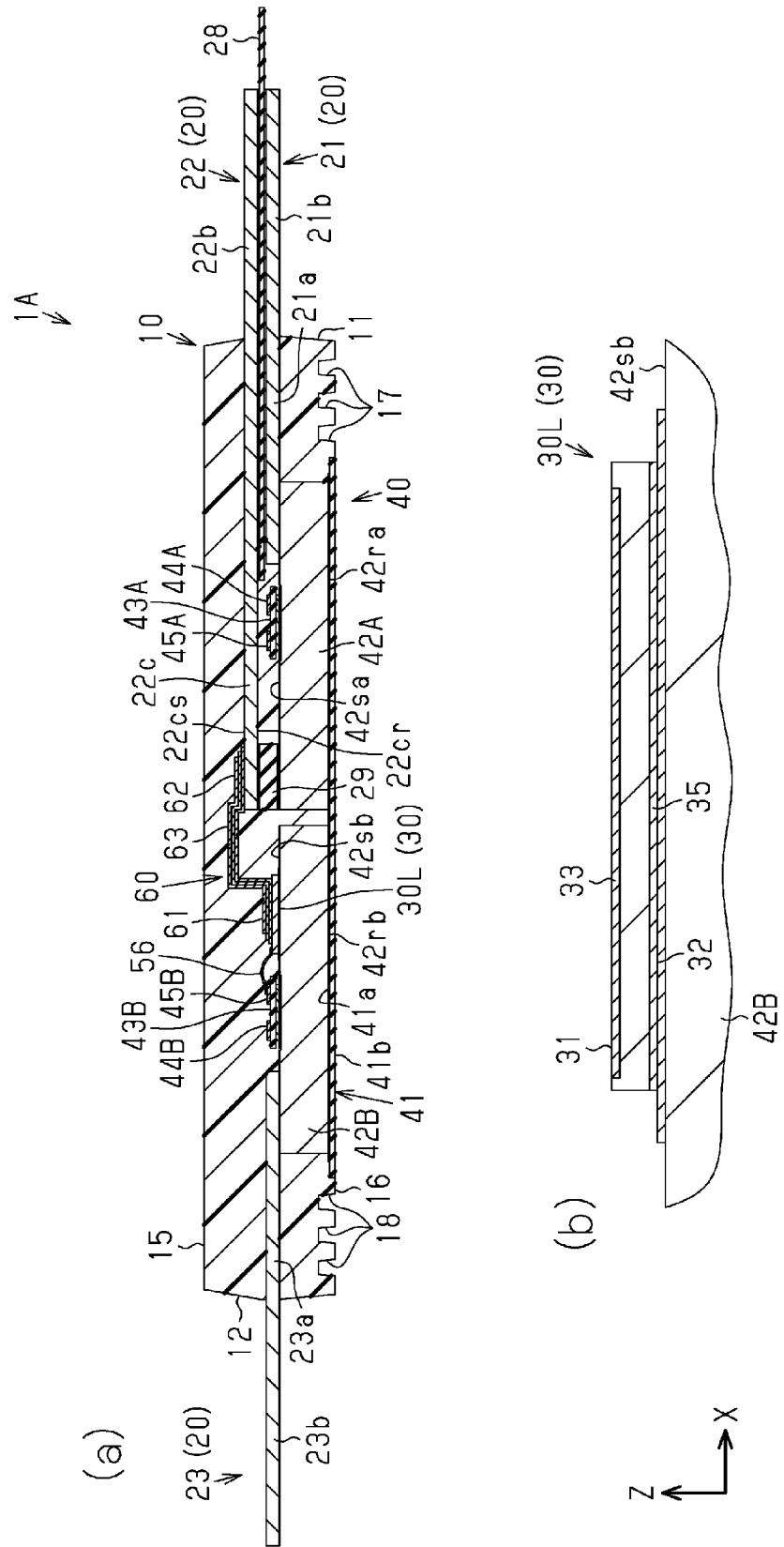
[図7]



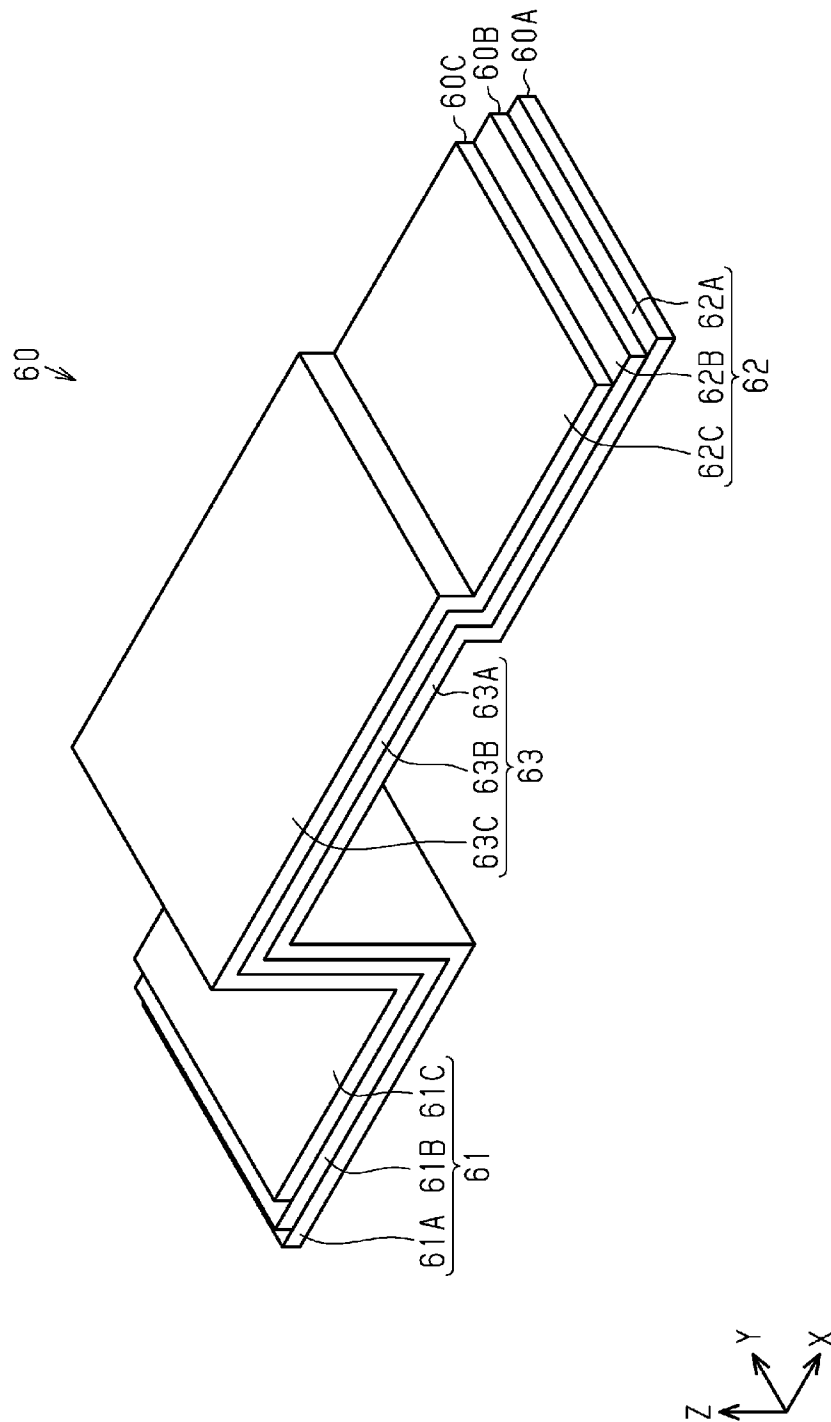
[図8]



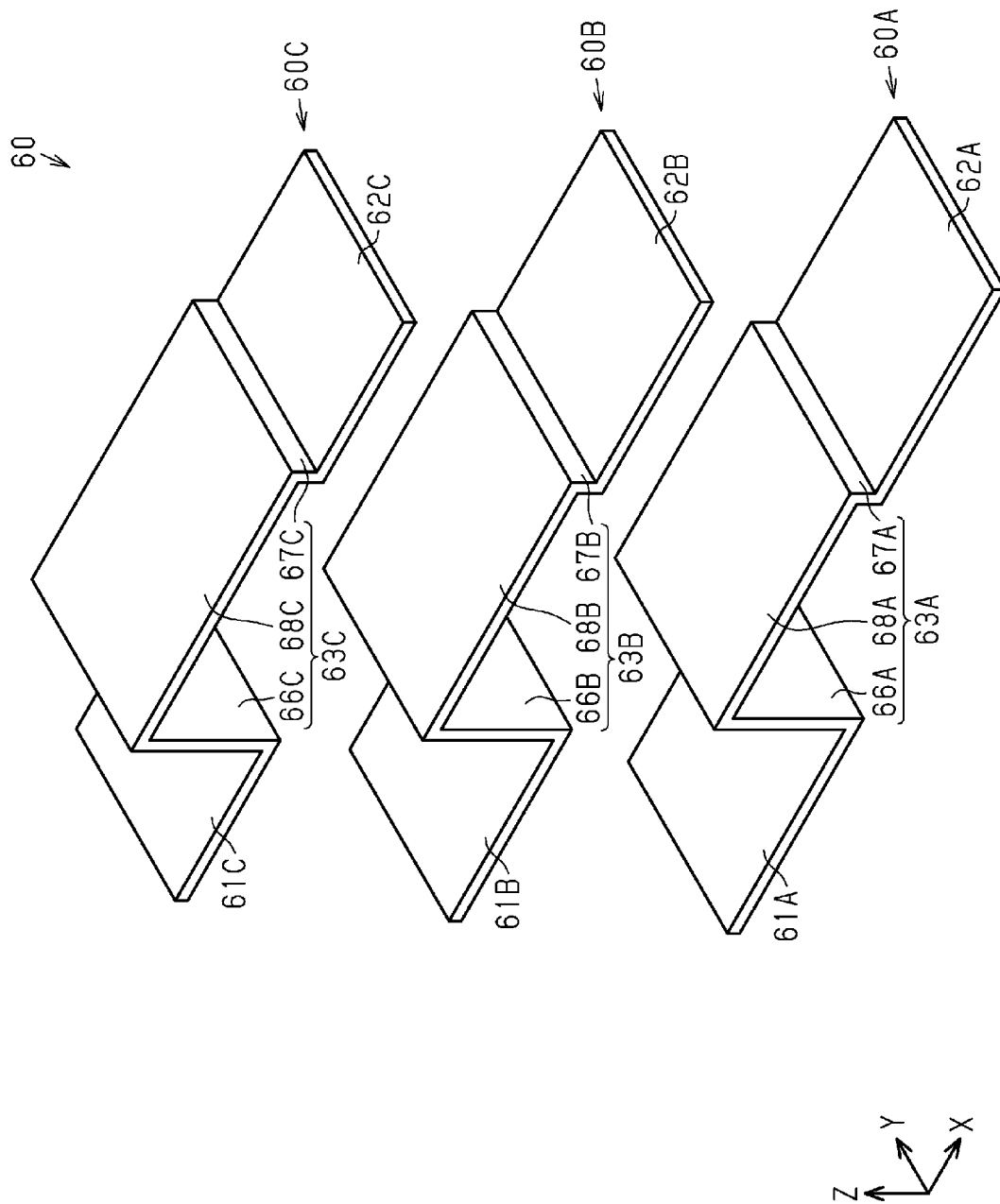
[図10]



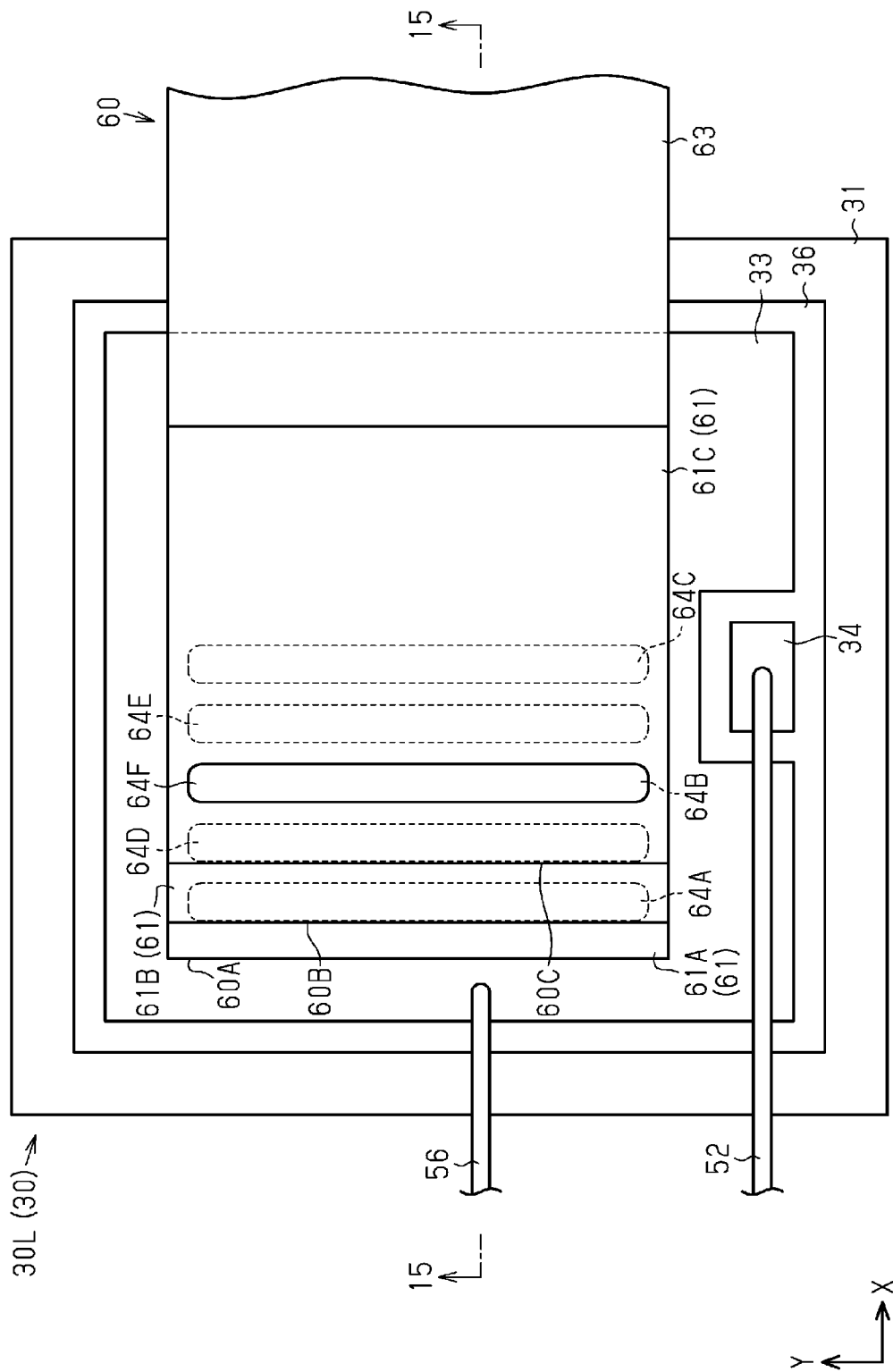
[図12]



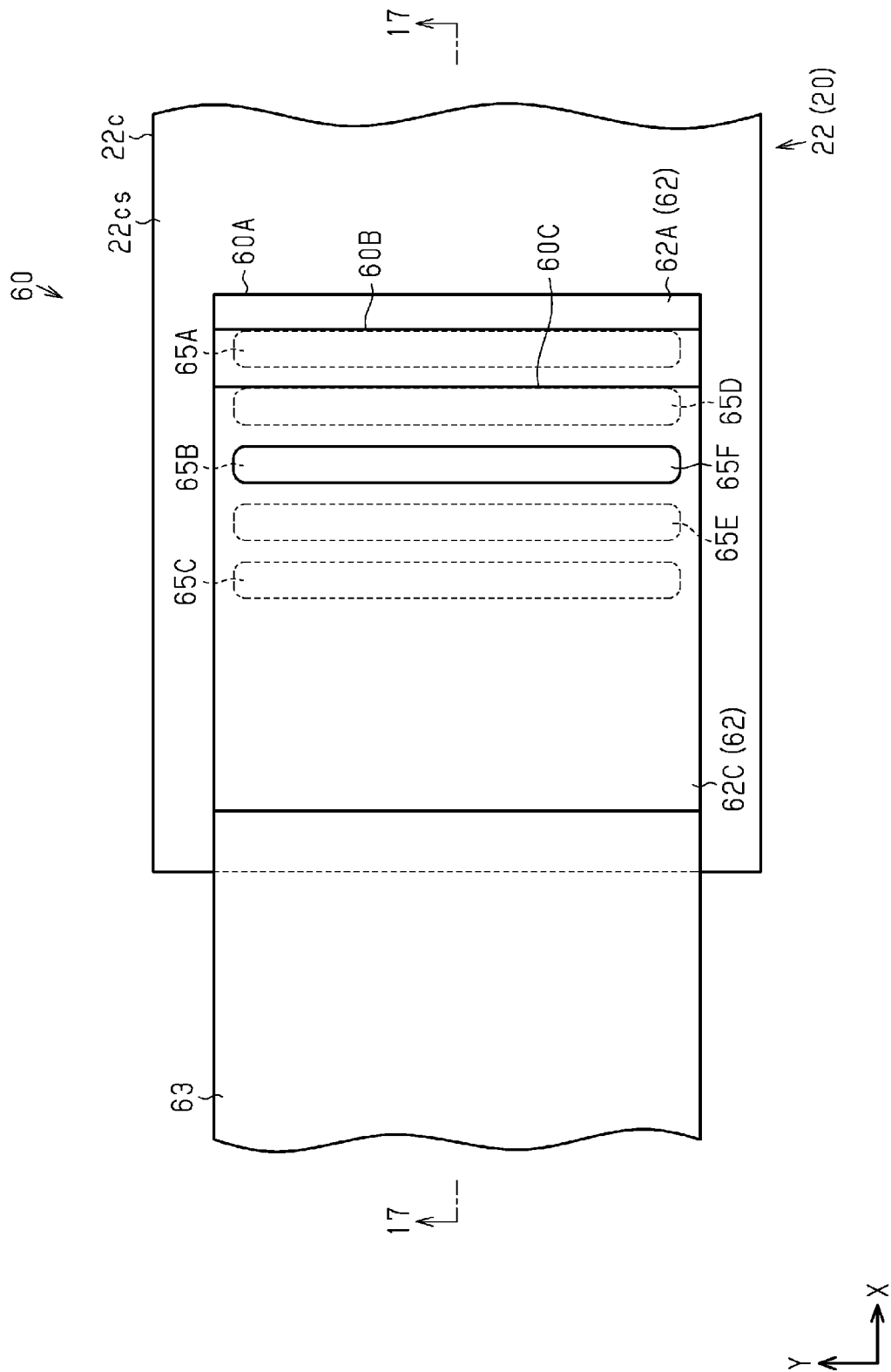
[図13]



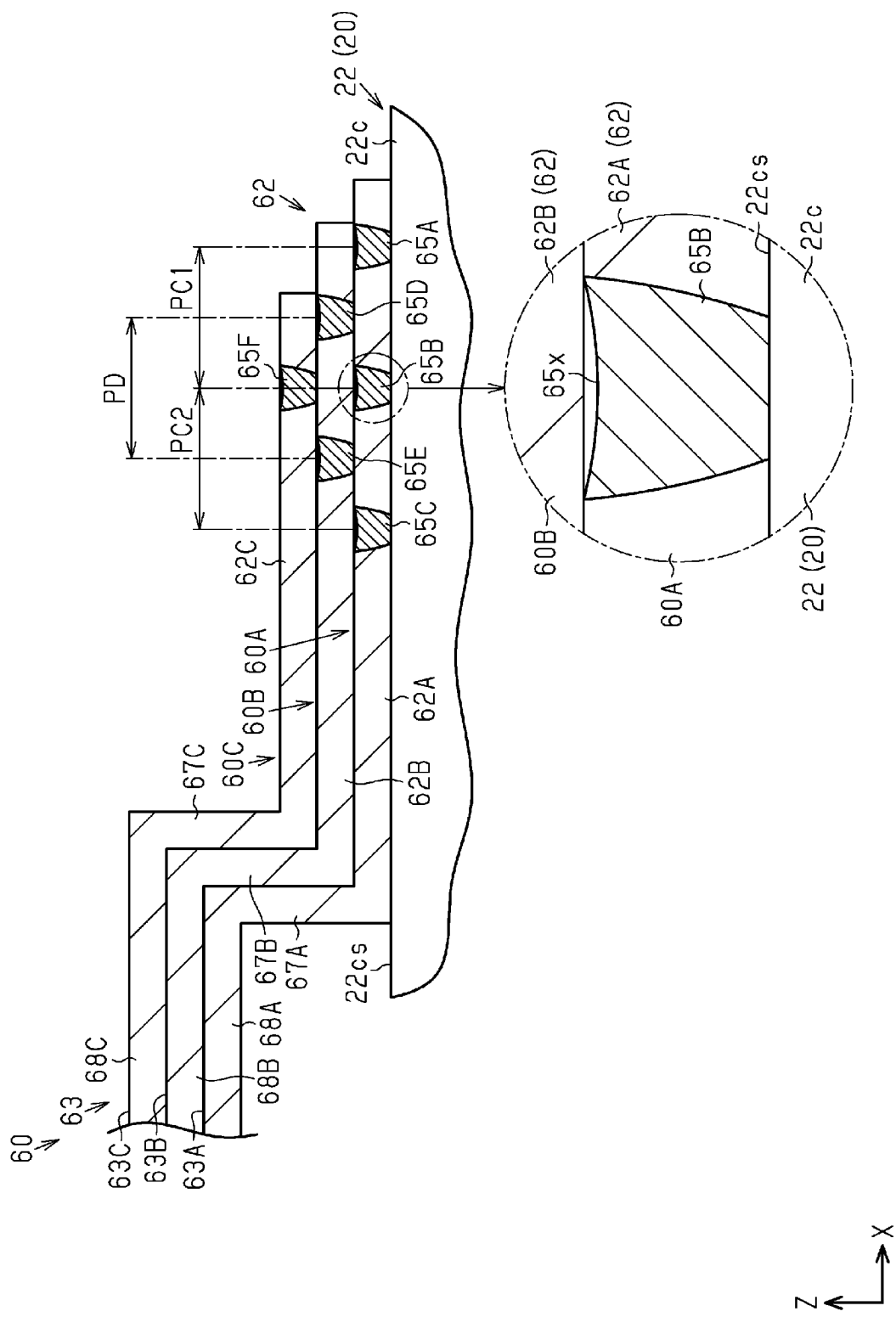
[図14]



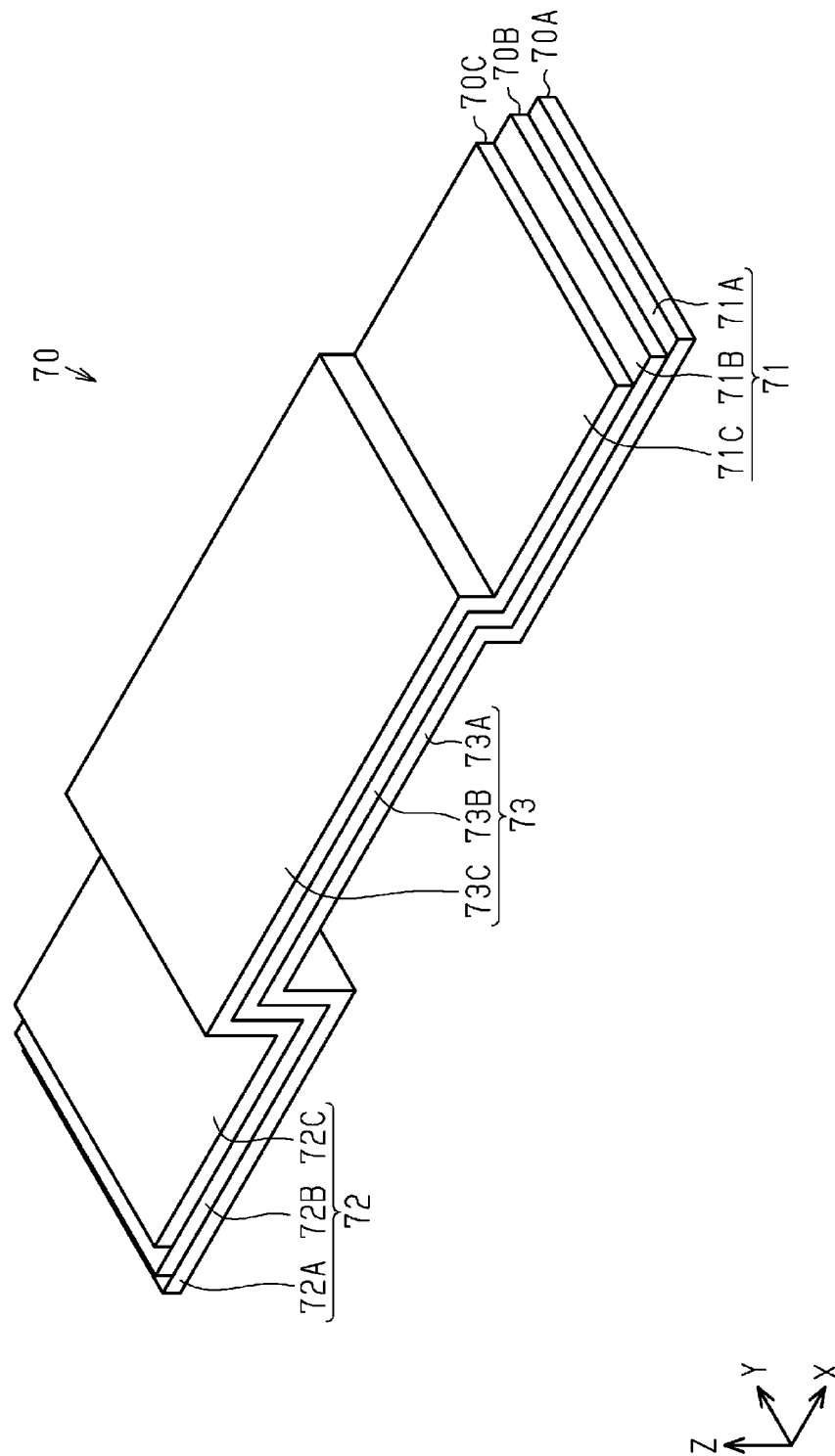
[図16]



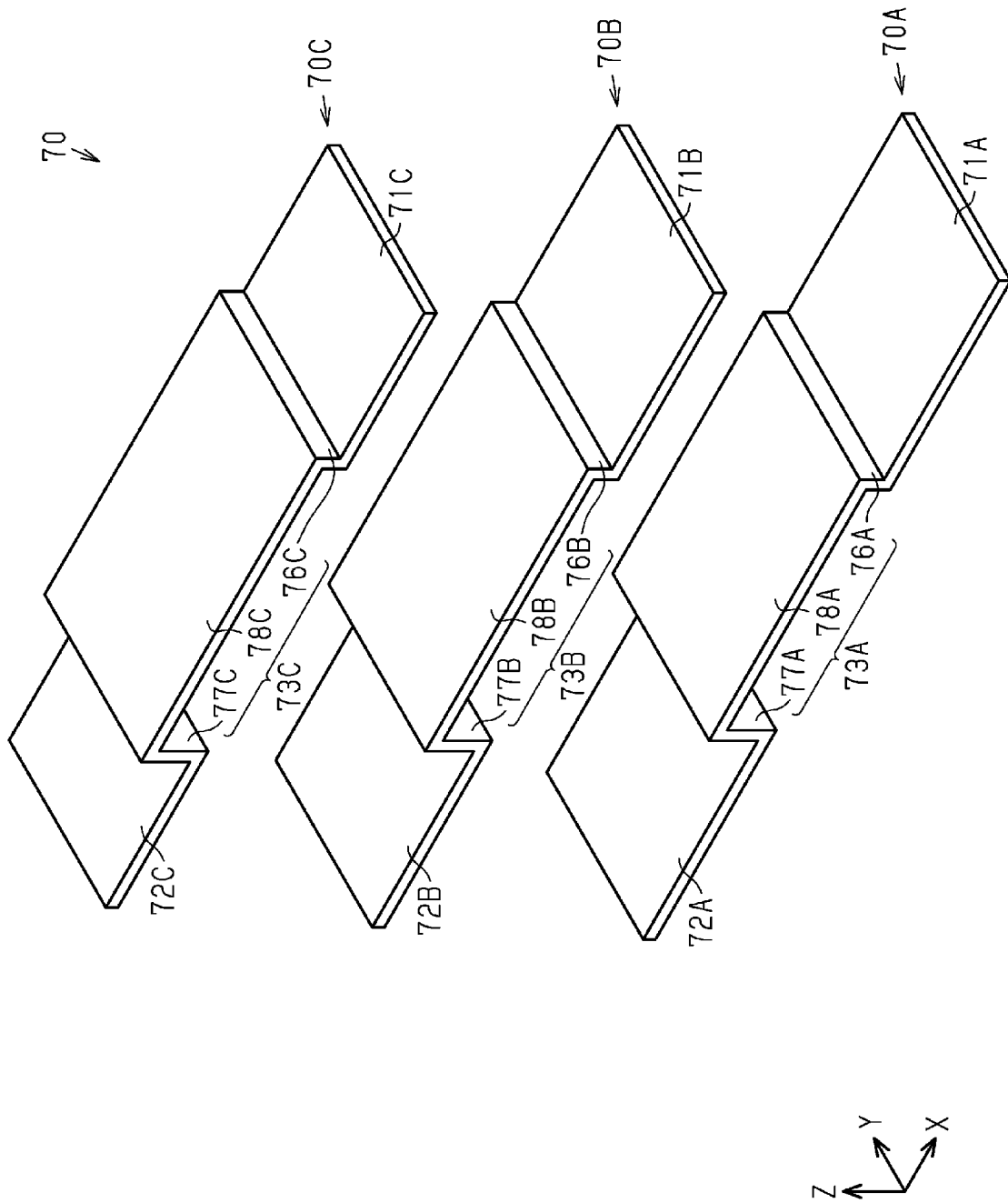
[図17]



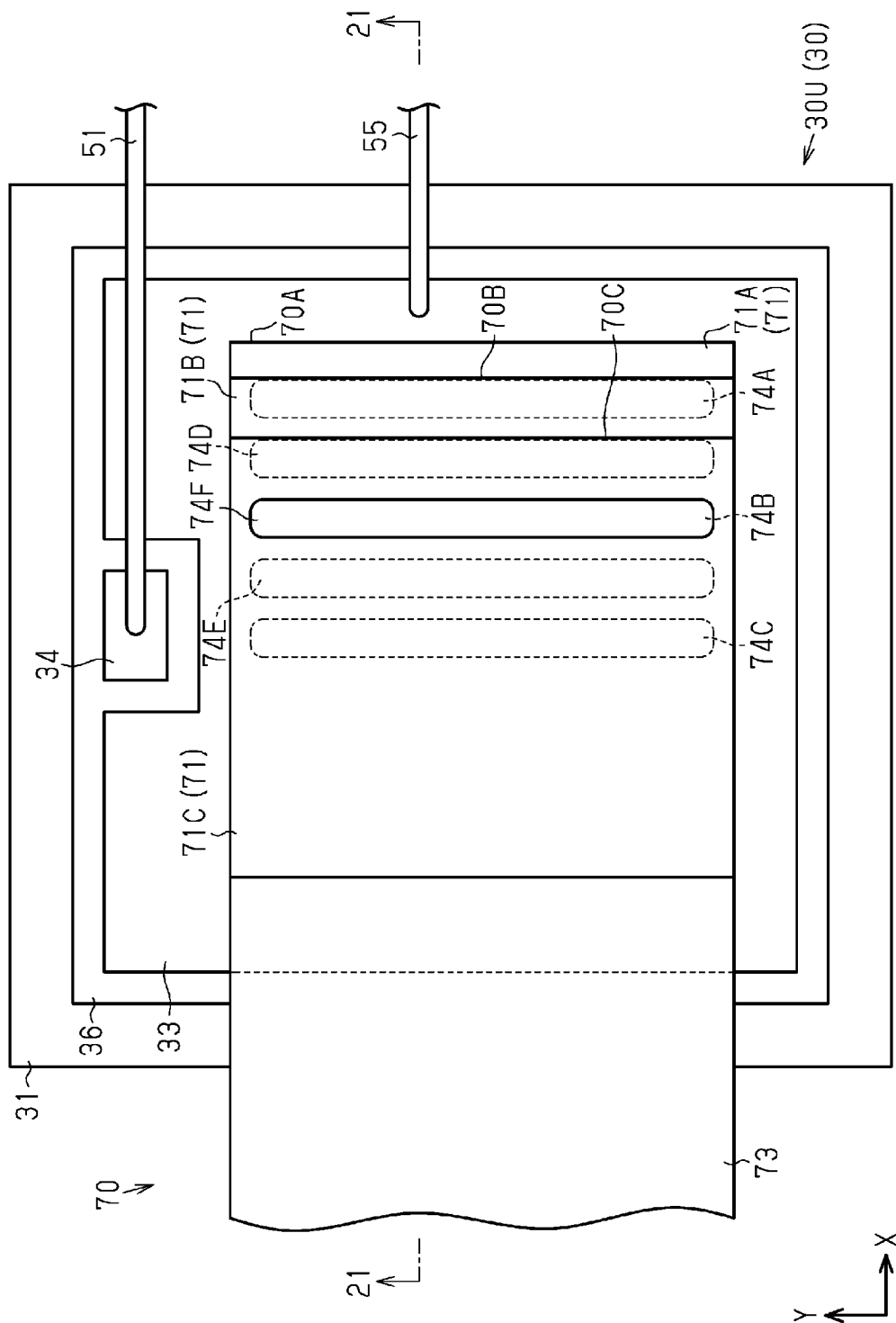
[図18]

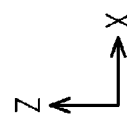
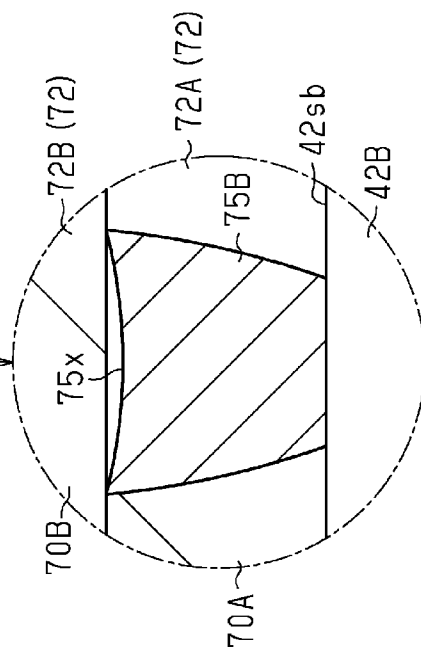


[図19]

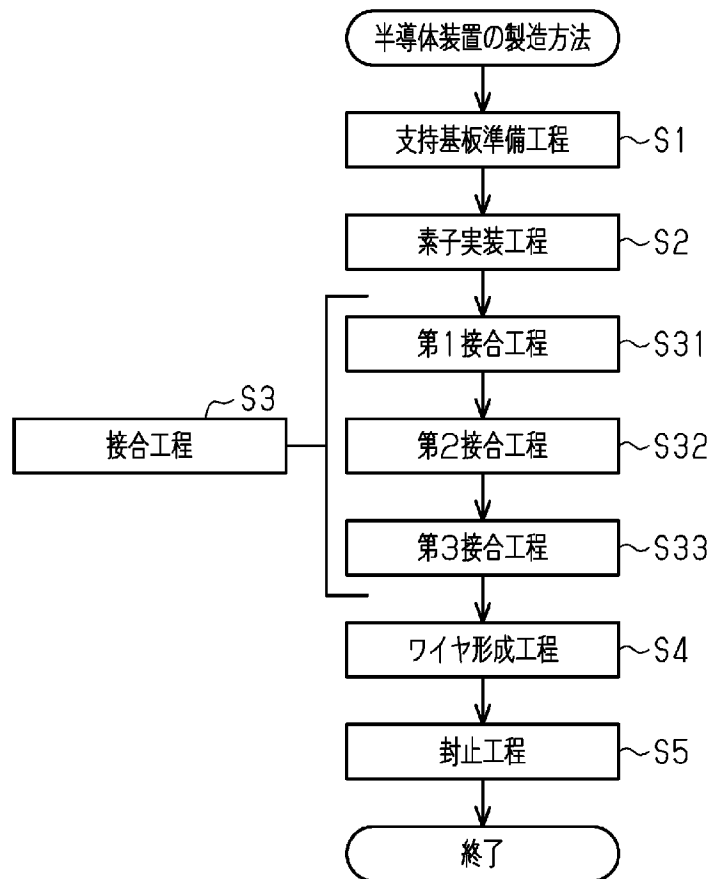


[図20]

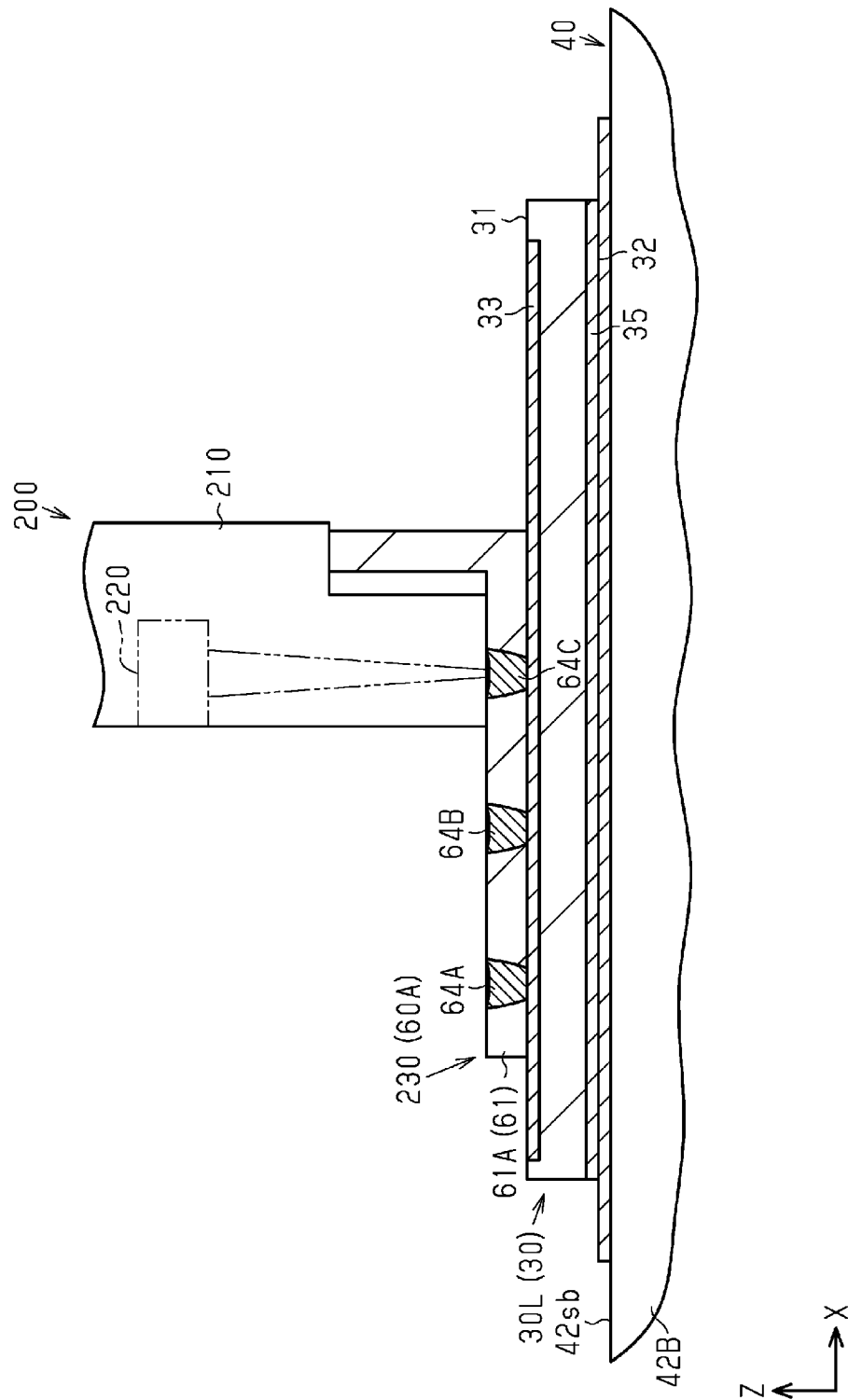




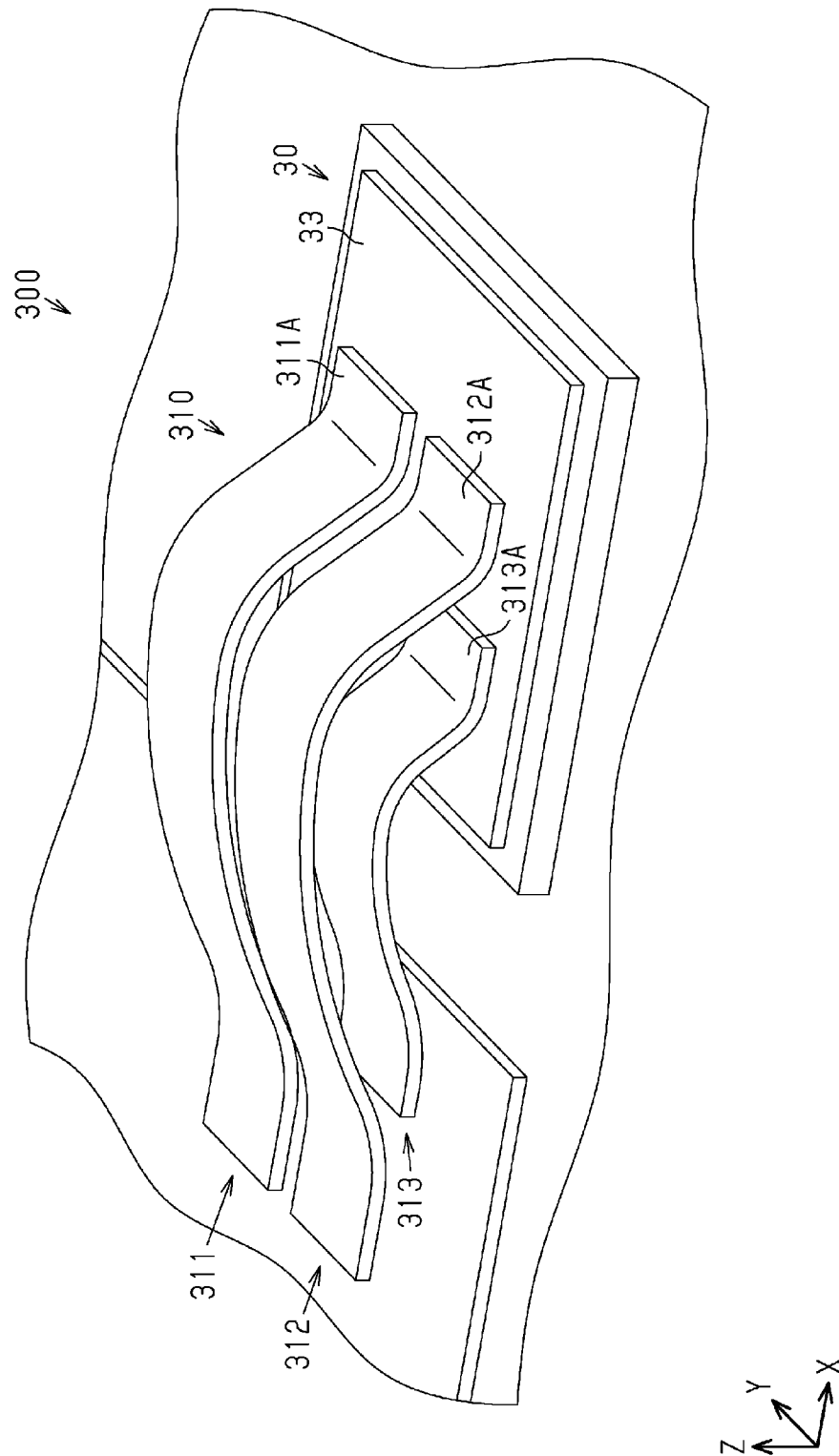
[図24]



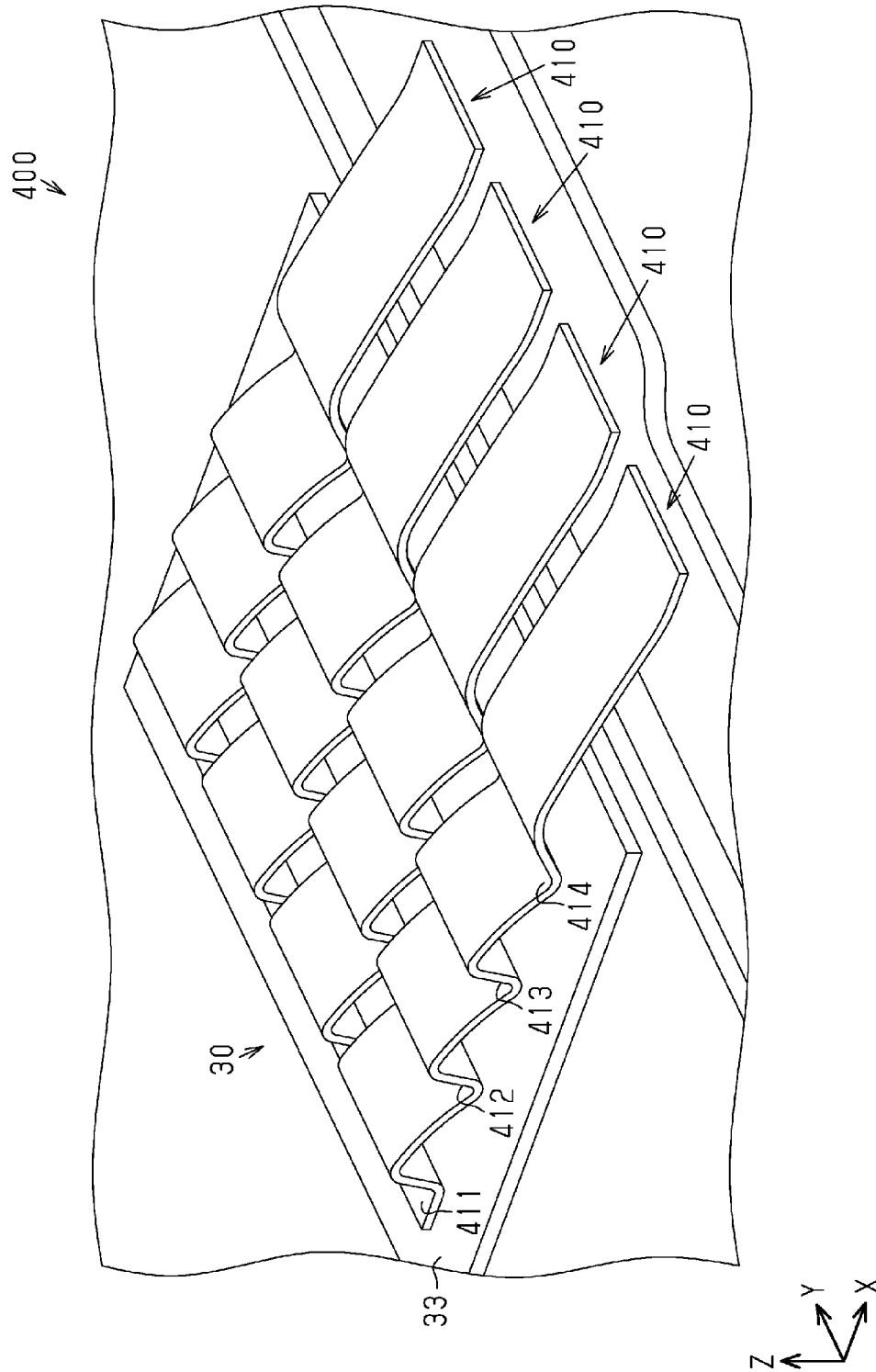
[図25]



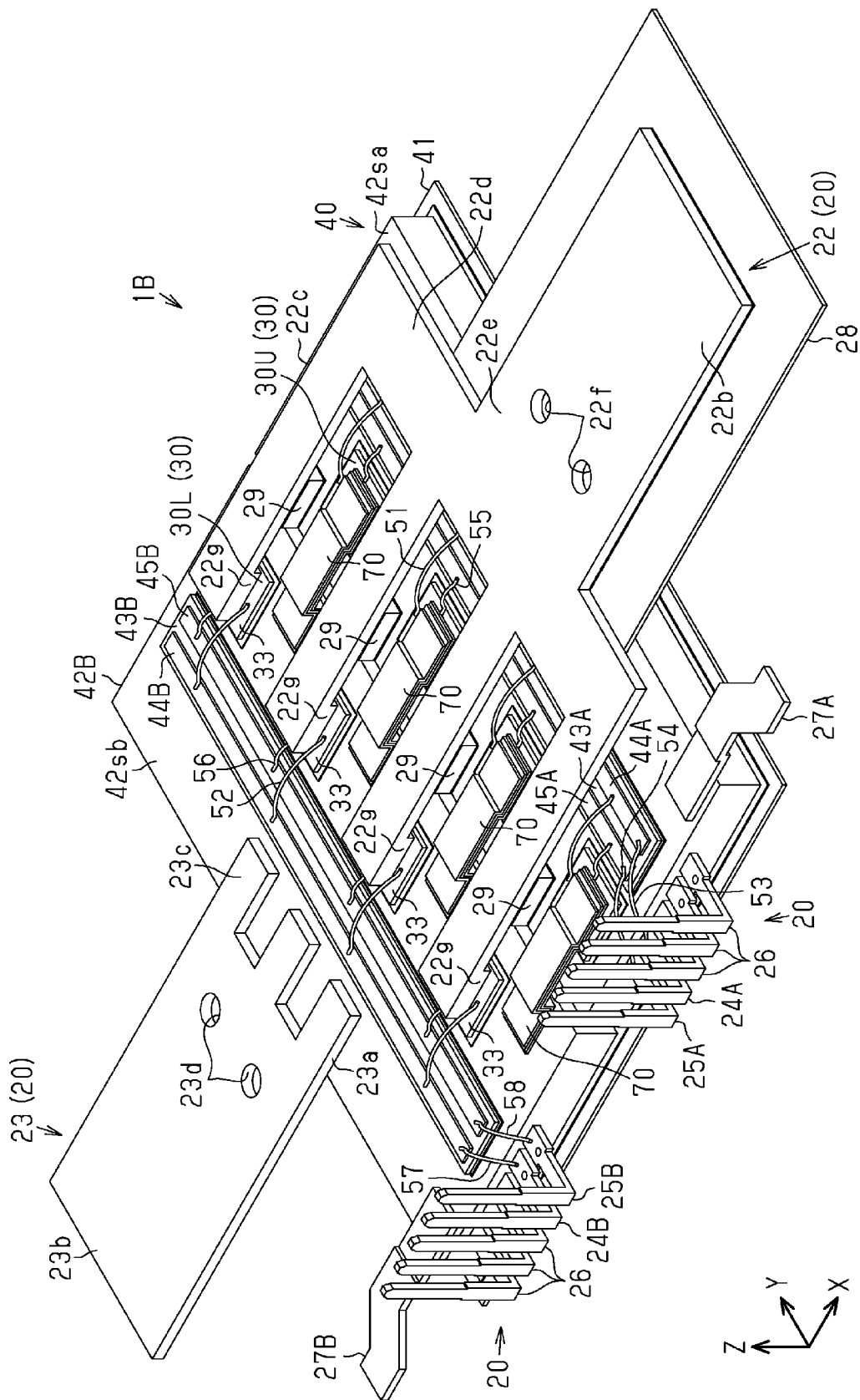
[図28]



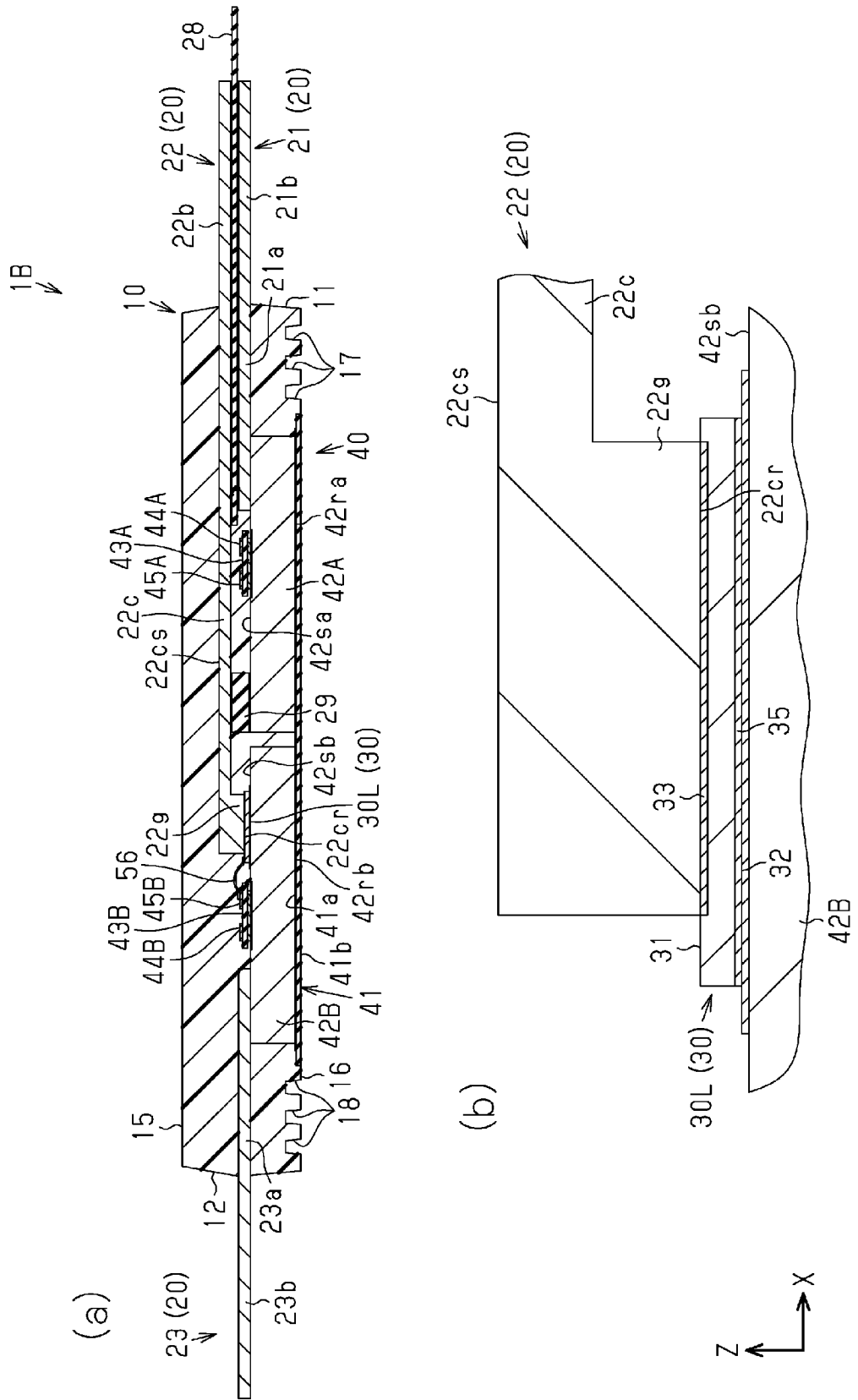
[図29]



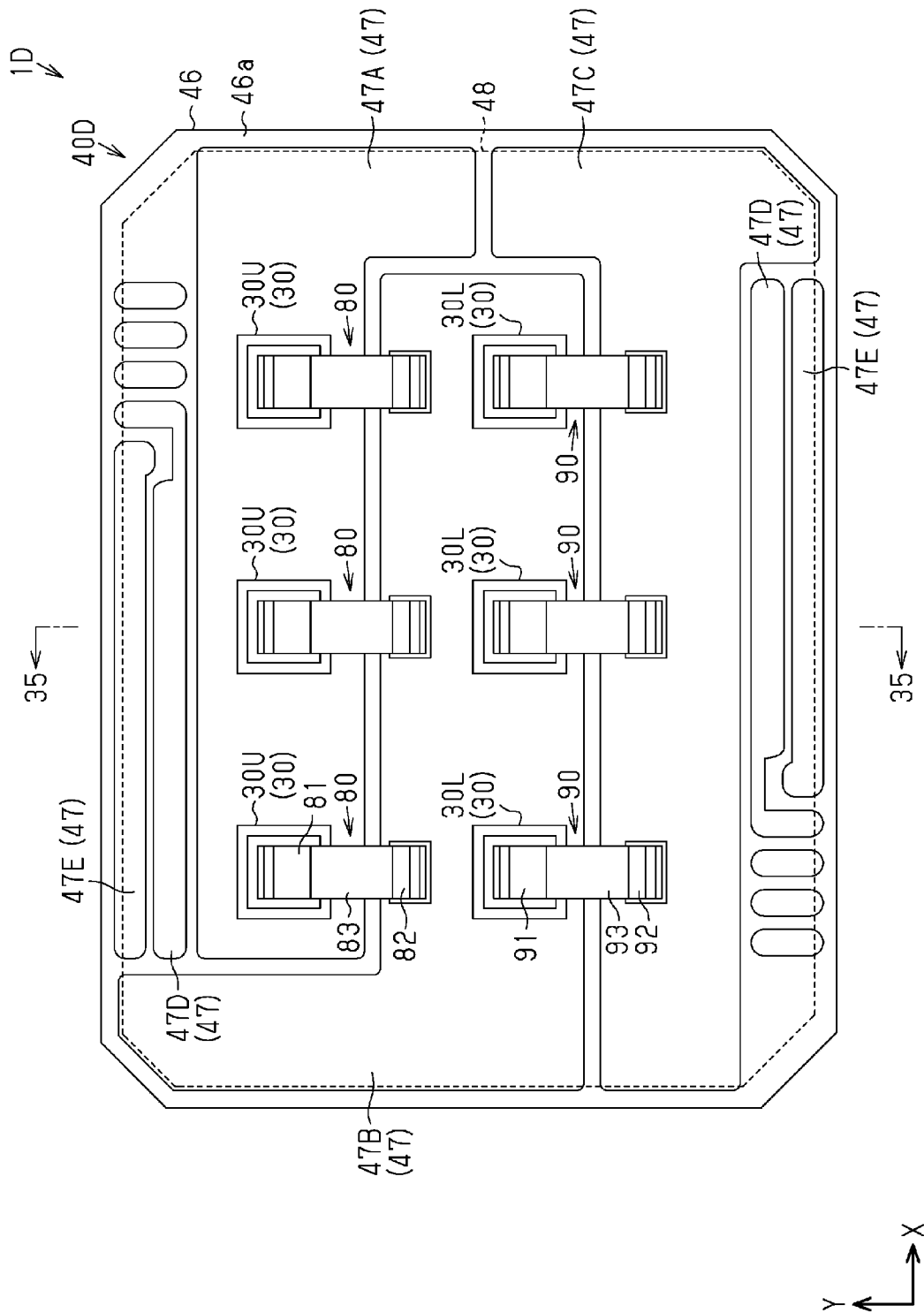
[図30]



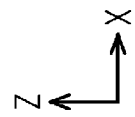
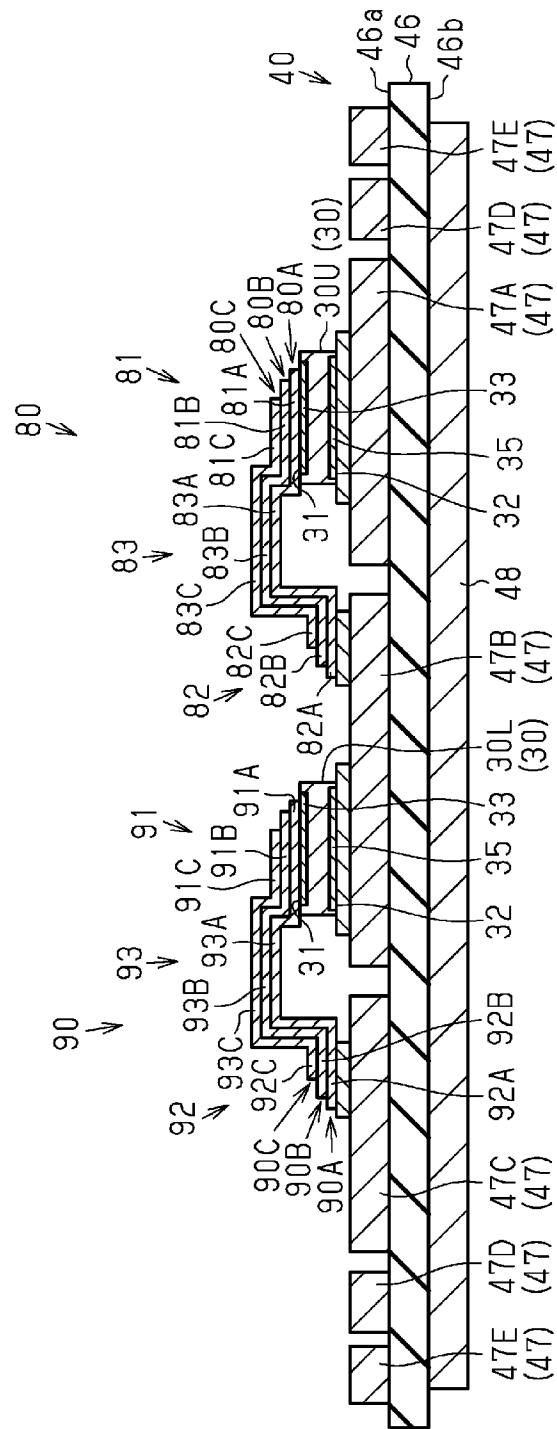
[図32]



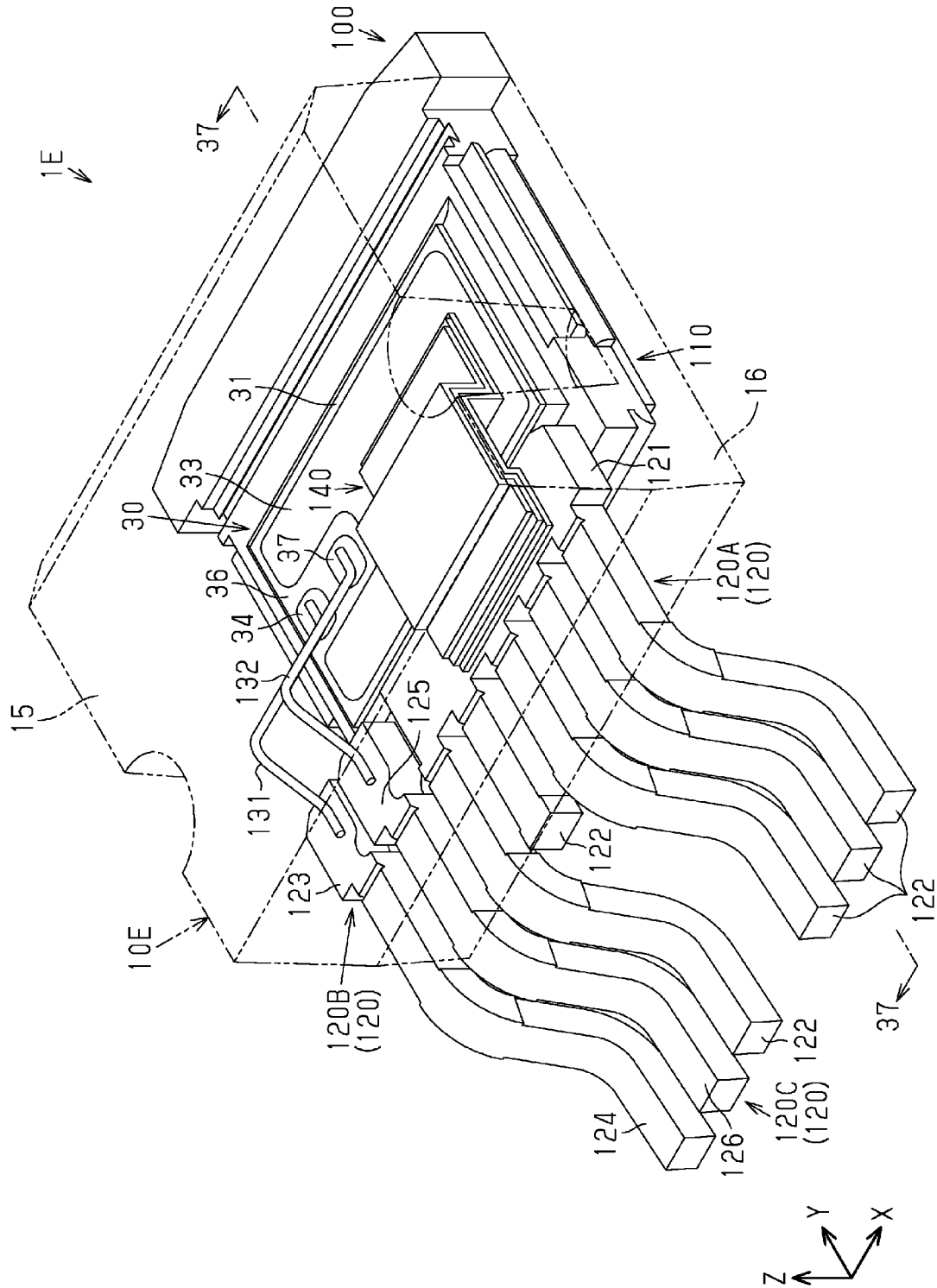
[図34]



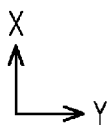
[図35]



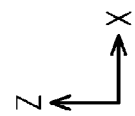
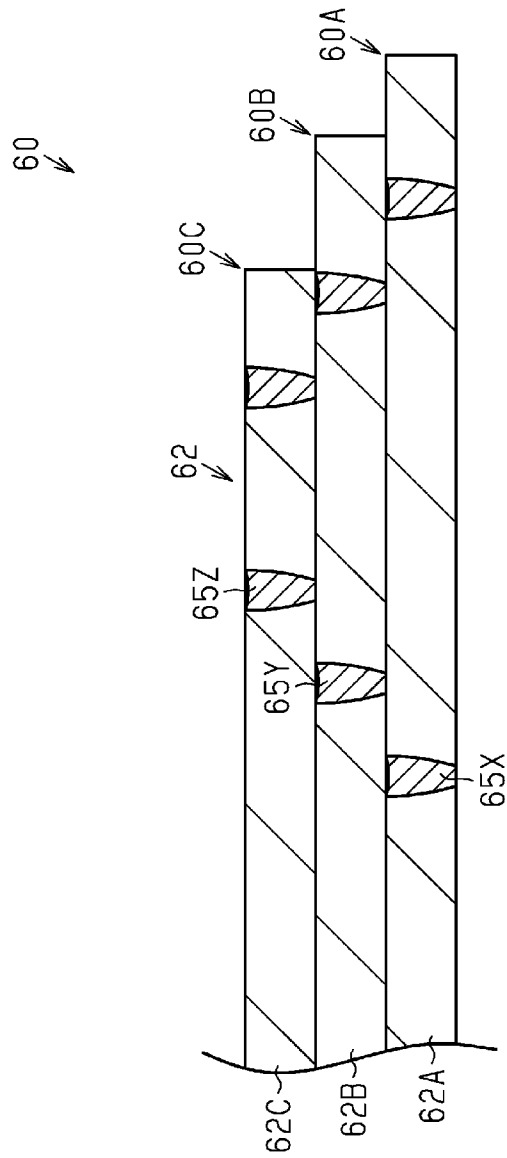
[図36]



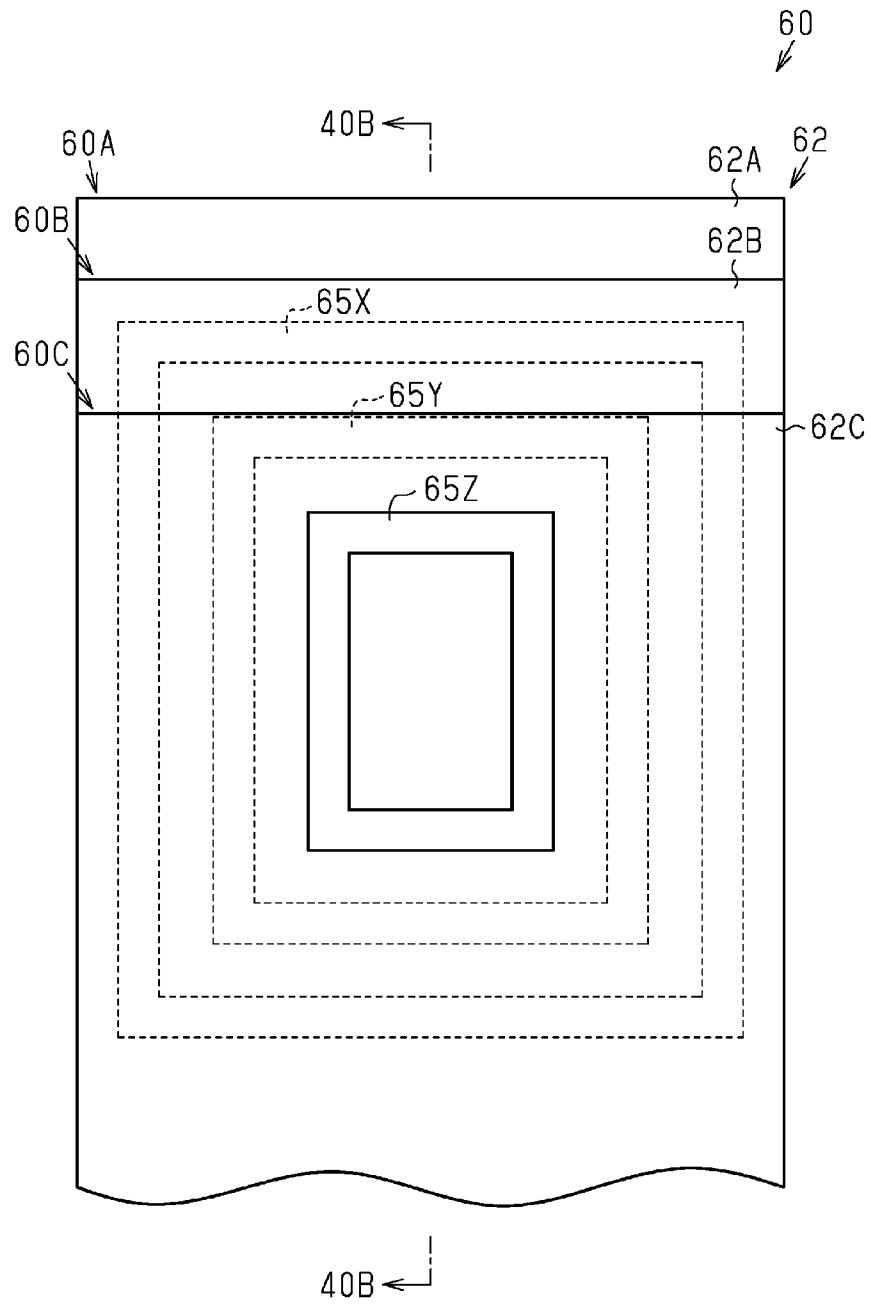
A cross-sectional view of a substrate 60. The substrate has a top surface 60A, a middle layer 60B, and a bottom layer 60C. A central circular pattern is formed on the top surface, consisting of a solid inner circle 65Z and concentric dashed outer circles 65X and 65Y. The pattern is defined by a central region 62A, a middle region 62B, and an outer region 62C. The substrate is shown with a wavy bottom edge. Reference numerals 39B are shown at the top and bottom corners, indicating a cross-section.



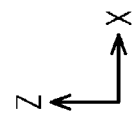
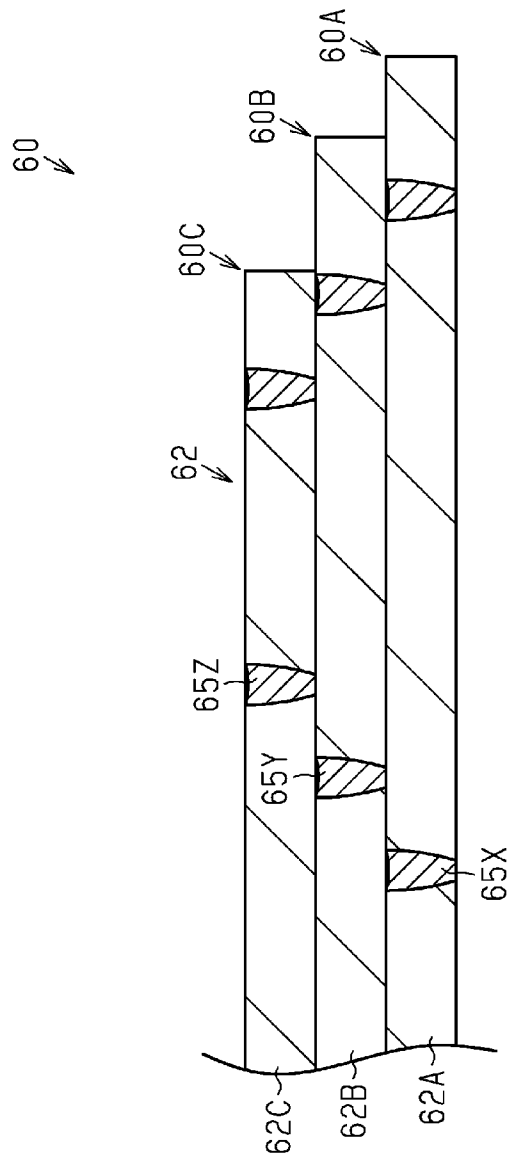
[図39B]



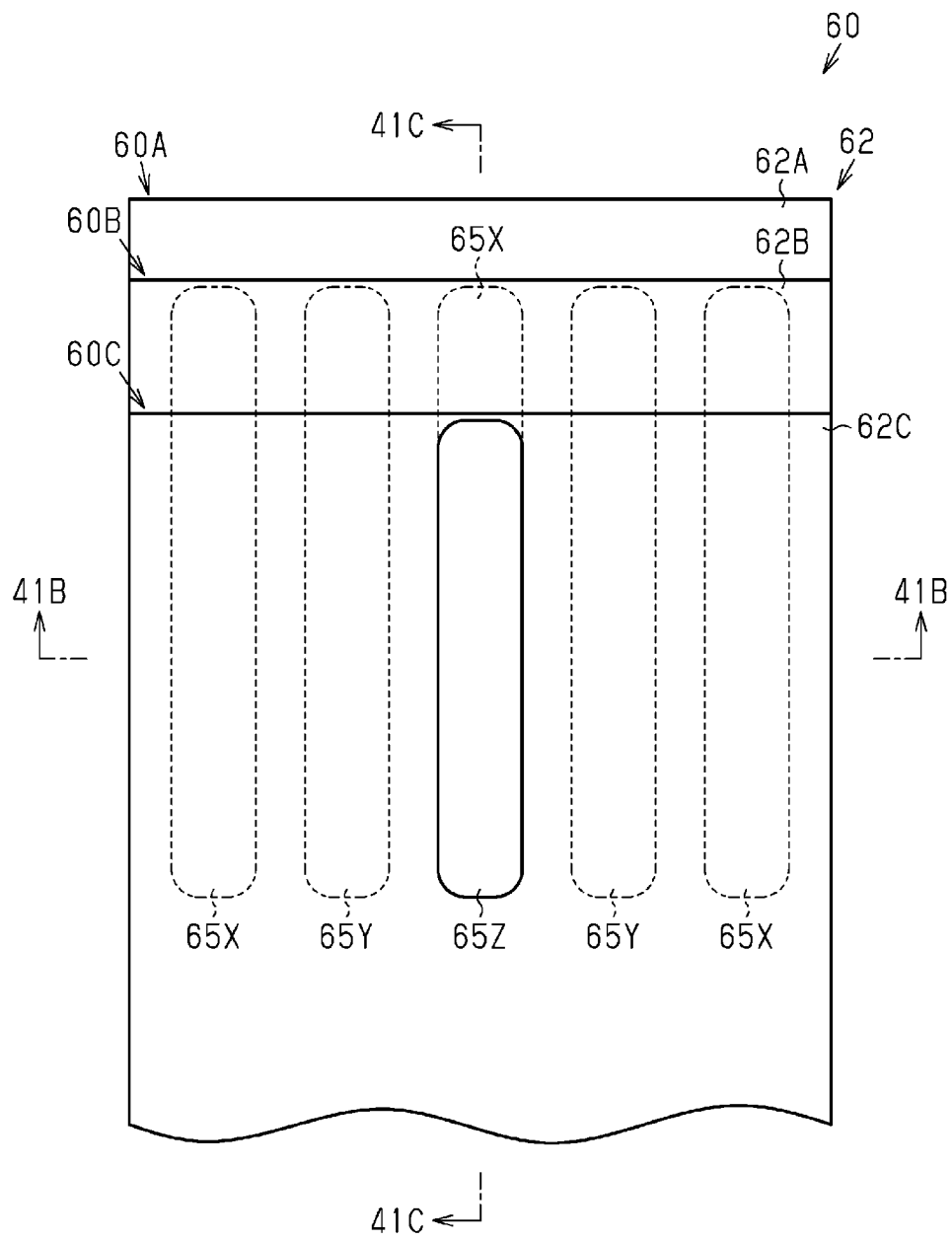
[図40A]



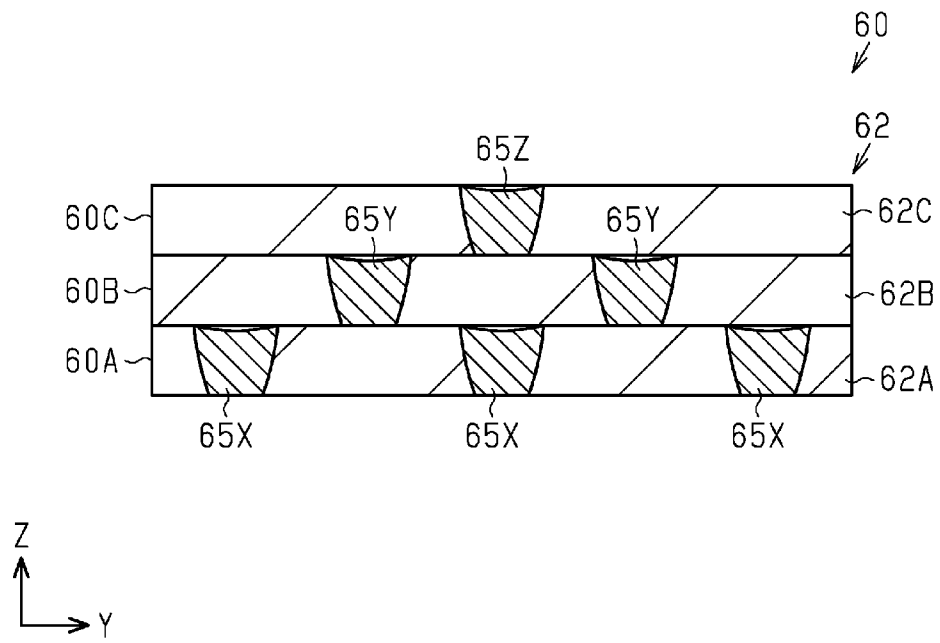
[図40B]



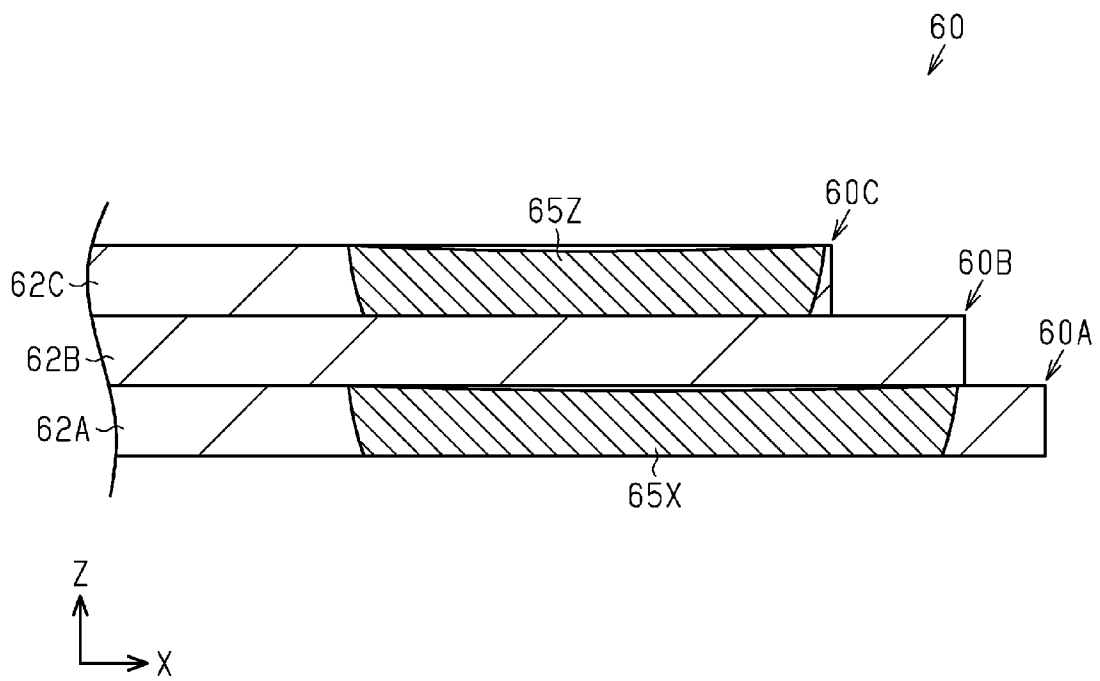
[図41A]



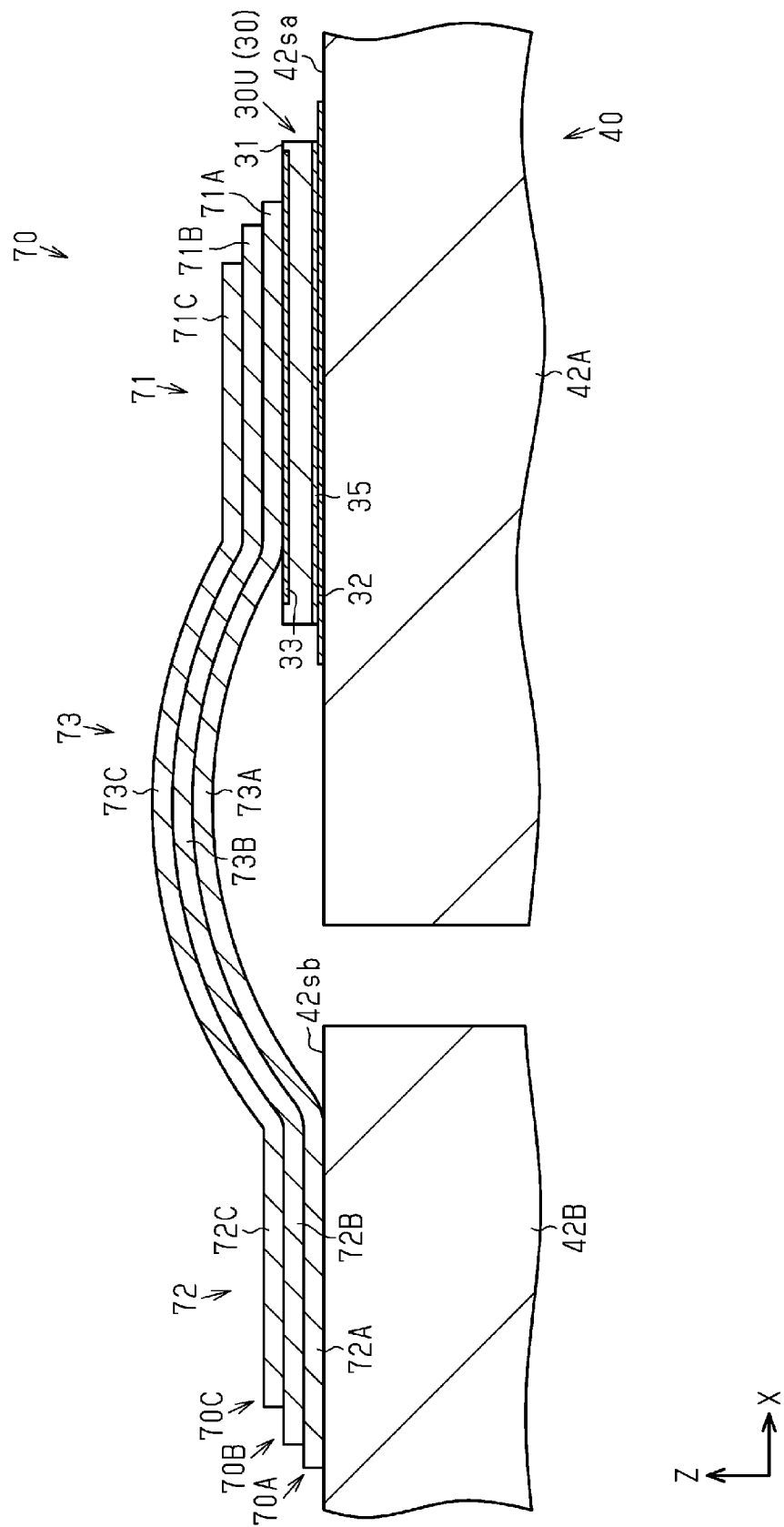
[図41B]



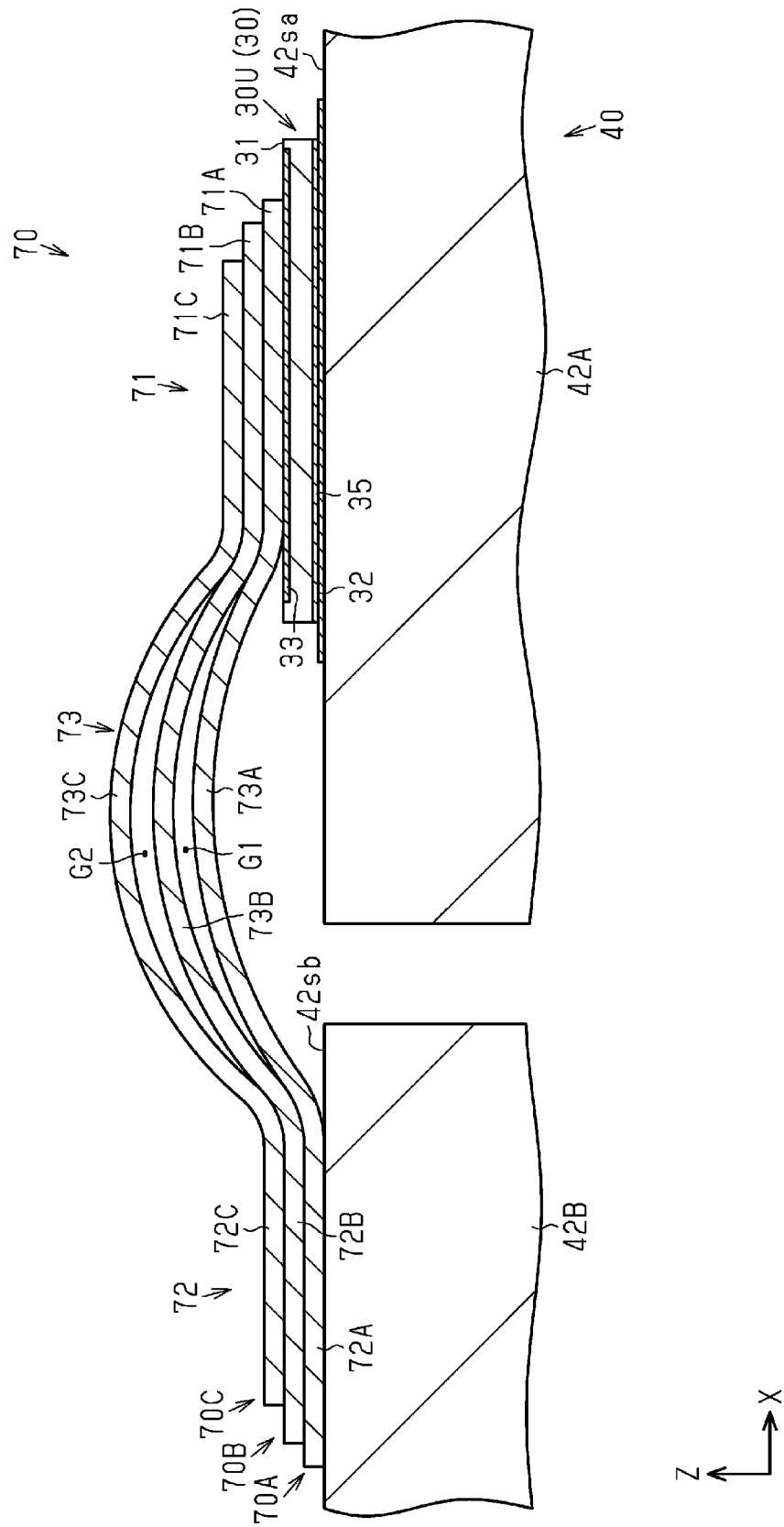
[図41C]



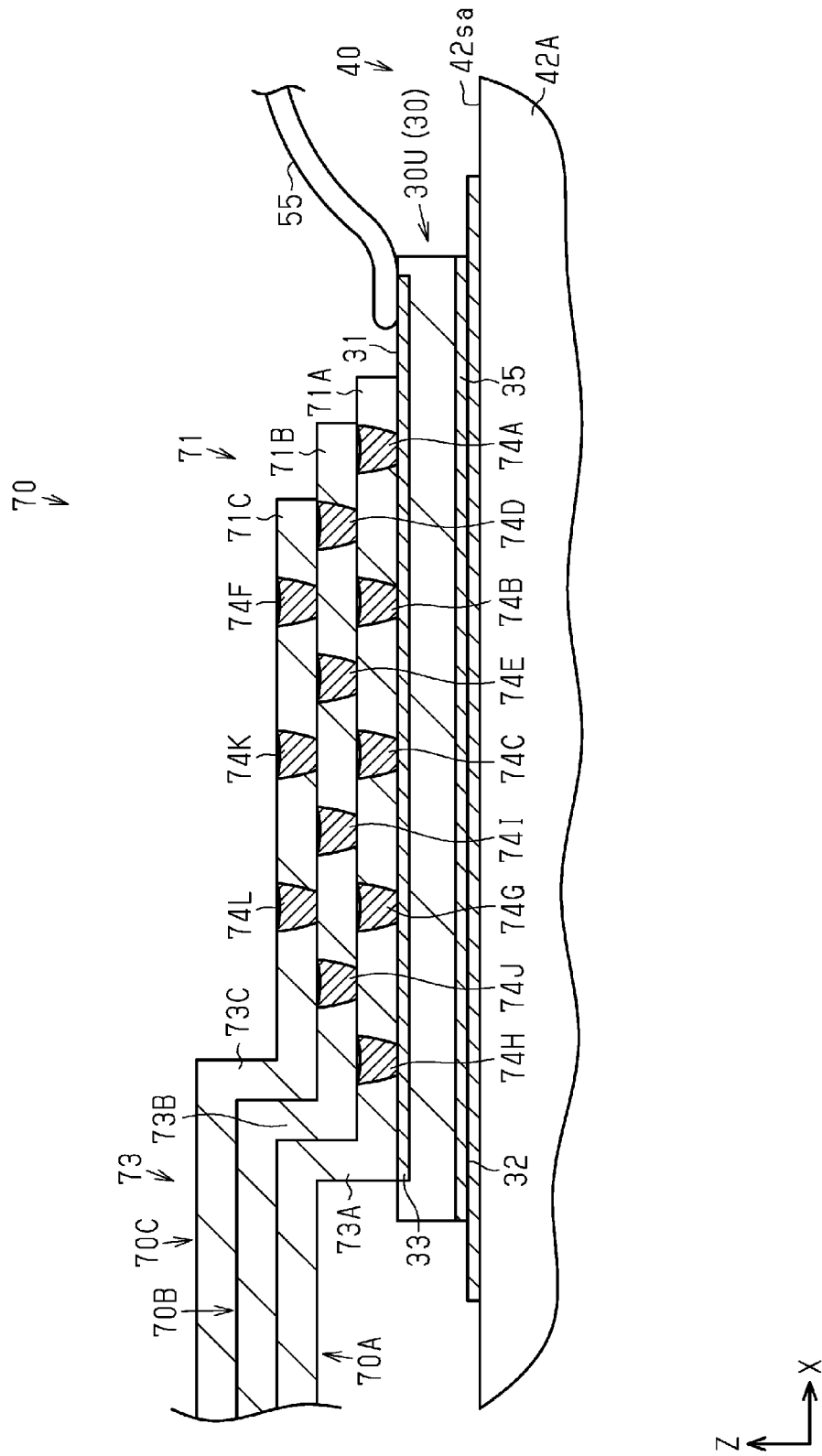
[図42]



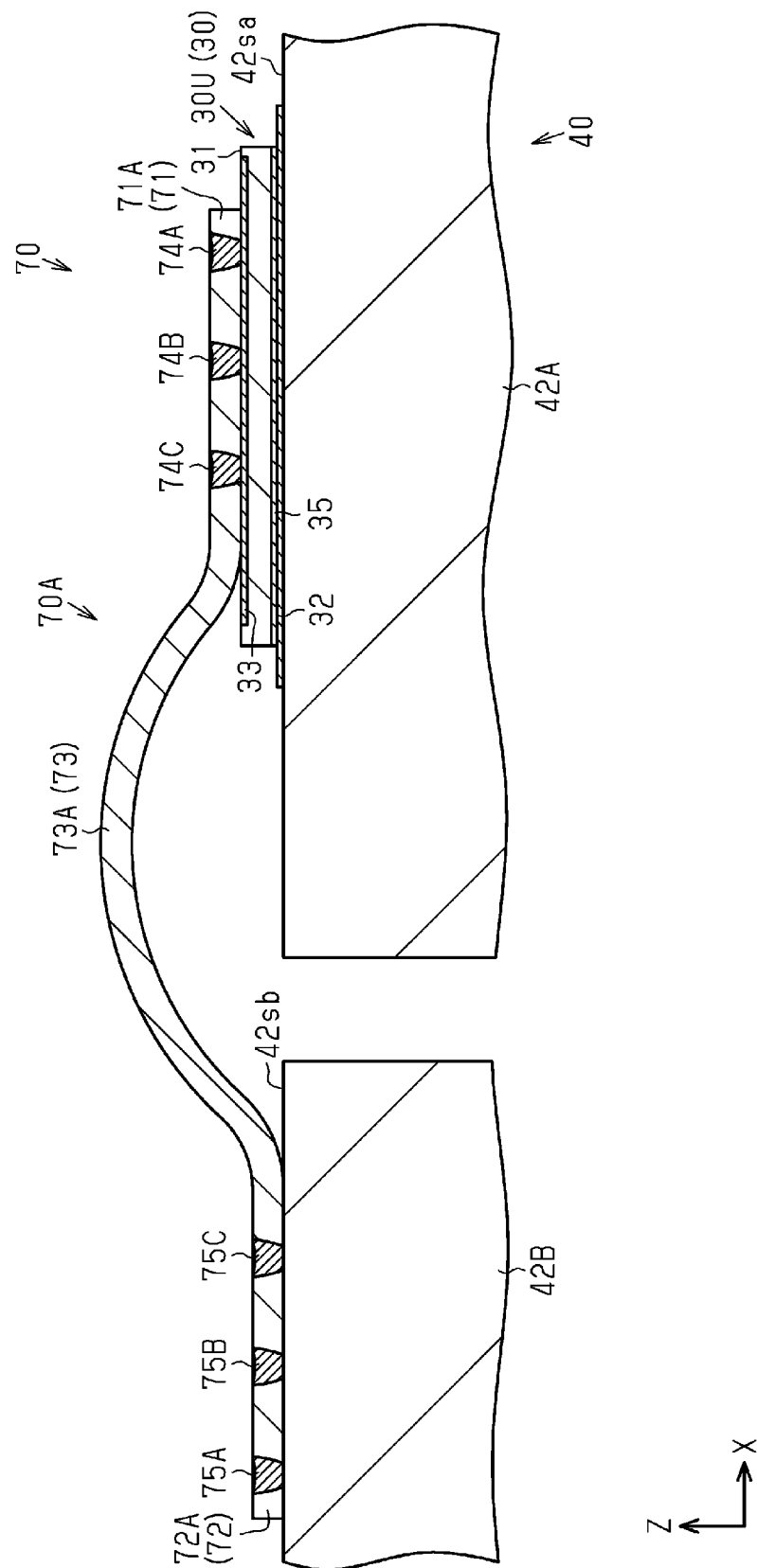
[図43]



[図45]



[図46]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/021069

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/48 (2006.01)i; H01L 25/07 (2006.01)i; H01L 25/18 (2006.01)i; H01L 21/60 (2006.01)i

FI: H01L23/48 S; H01L25/04 C; H01L23/48 G; H01L21/60 321E

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)

H01L23/48; H01L25/07; H01L25/18; H01L21/60

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2011-204968 A (PANASONIC CORP.) 13.10.2011 (2011-10-13) paragraphs [0026]-[0065], [0075]- [0086], fig. 1-3, 6, 7	1, 9-11, 19-22 2, 4, 5, 12, 14, 15, 23-26 3, 6-8, 13, 16-18, 27-31
Y	JP 2008-212977 A (FUJI ELECTRIC DEVICE TECHNOLOGY CO., LTD.) 18.09.2008 (2008-09-18) paragraphs [0028]-[0041], fig. 1-6	2, 4, 5, 12, 14, 15, 23-26
Y	JP 2009-105266 A (FUJI ELECTRIC DEVICE TECHNOLOGY CO., LTD.) 14.05.2009 (2009-05-14) paragraphs [0015]-[0020], fig. 1	2, 4, 5, 12, 14, 15, 23-26
Y	JP 2015-149326 A (ROHM CO., LTD.) 20.08.2015 (2015-08-20) paragraphs [0089]-[0119], fig. 16-21	2, 4, 5, 12, 14, 15, 23-26
Y	JP 2009-147103 A (RENESAS TECHNOLOGY CORP.) 02.07.2009 (2009-07-02) paragraphs [0062]-[0065], fig. 18-20	26

☒ 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

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 August 2020 (07.08.2020)

Date of mailing of the international search report
25 August 2020 (25.08.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/021069

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005/071733 A1 (HITACHI, LTD.) 04.08.2005 (2005-08-04) entire text, all drawings	1-31
A	WO 2007/125939 A1 (NEOMAX MATERIALS CO., LTD.) 08.11.2007 (2007-11-08) entire text, all drawings	1-31
A	WO 2013/171084 A2 (ROBERT BOSCH GMBH) 21.11.2013 (2013-11-21) entire text, all drawings	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/021069

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2011-204968 A	13 Oct. 2011	(Family: none)	
JP 2008-212977 A	18 Sep. 2008	(Family: none)	
JP 2009-105266 A	14 May 2009	(Family: none)	
JP 2015-149326 A	20 Aug. 2015	US 2016/0343590 A1 paragraphs [0133]- [0163], fig. 16-21	
		WO 2015/119110 A1	
		DE 112015000660 T5	
JP 2009-147103 A	02 Jul. 2009	US 2009/0152697 A1 paragraphs [0110]- [0113], fig. 18-20	
WO 2005/071733 A1	04 Aug. 2005	(Family: none)	
WO 2007/125939 A1	08 Nov. 2007	US 2009/0272577 A1 entire text, all drawings	
WO 2013/171084 A2	21 Nov. 2013	DE 102012208251 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/48(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i; H01L 21/60(2006.01)i FI: H01L23/48 S; H01L25/04 C; H01L23/48 G; H01L21/60 321E		
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）） H01L23/48; H01L25/07; H01L25/18; H01L21/60		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2011-204968 A（パナソニック株式会社）13.10.2011（2011-10-13） 段落[0026]-[0065], [0075]-[0086], 図1-3, 6, 7	1, 9-11, 19-22 2, 4, 5, 12, 14, 15, 23-26 3, 6-8, 13, 16-18, 27-31
Y	JP 2008-212977 A（富士電機デバイステクノロジー株式会社）18.09.2008（2008-09-18） 段落[0028]-[0041], 図1-6	2, 4, 5, 12, 14, 15, 23-26
Y	JP 2009-105266 A（富士電機デバイステクノロジー株式会社）14.05.2009（2009-05-14） 段落[0015]-[0020], 図1	2, 4, 5, 12, 14, 15, 23-26
Y	JP 2015-149326 A（ローム株式会社）20.08.2015（2015-08-20） 段落[0089]-[0119], 図16-21	2, 4, 5, 12, 14, 15, 23-26
Y	JP 2009-147103 A（株式会社ルネサステクノロジ）02.07.2009（2009-07-02） 段落[0062]-[0065], 図18-20	26
☒ 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 07.08.2020		国際調査報告の発送日 25.08.2020
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） 川原 光司 5F 5382 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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	WO 2005/071733 A1 (株式会社日立製作所) 04.08.2005 (2005 - 08 - 04) 全文, 全図	1-31
A	WO 2007/125939 A1 (株式会社NEOMAXマテリアル) 08.11.2007 (2007 - 11 - 08) 全文, 全図	1-31
A	WO 2013/171084 A2 (ROBERT BOSCH GMBH) 21.11.2013 (2013 - 11 - 21) 全文, 全図	1-31

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/JP2020/021069

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2011-204968	A	13.10.2011	(ファミリーなし)	
JP	2008-212977	A	18.09.2008	(ファミリーなし)	
JP	2009-105266	A	14.05.2009	(ファミリーなし)	
JP	2015-149326	A	20.08.2015	US 2016/0343590 A1	
				段落[0133]-[0163], 図	
				16-21	
				WO 2015/119110 A1	
				DE 112015000660 T5	
JP	2009-147103	A	02.07.2009	US 2009/0152697 A1	
				段落[0110]-[0113], 図	
				18-20	
WO	2005/071733	A1	04.08.2005	(ファミリーなし)	
WO	2007/125939	A1	08.11.2007	US 2009/0272577 A1	
				全文, 全図	
WO	2013/171084	A2	21.11.2013	DE 102012208251 A1	
				全文, 全図	