

(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
2025年2月27日(27.02.2025)



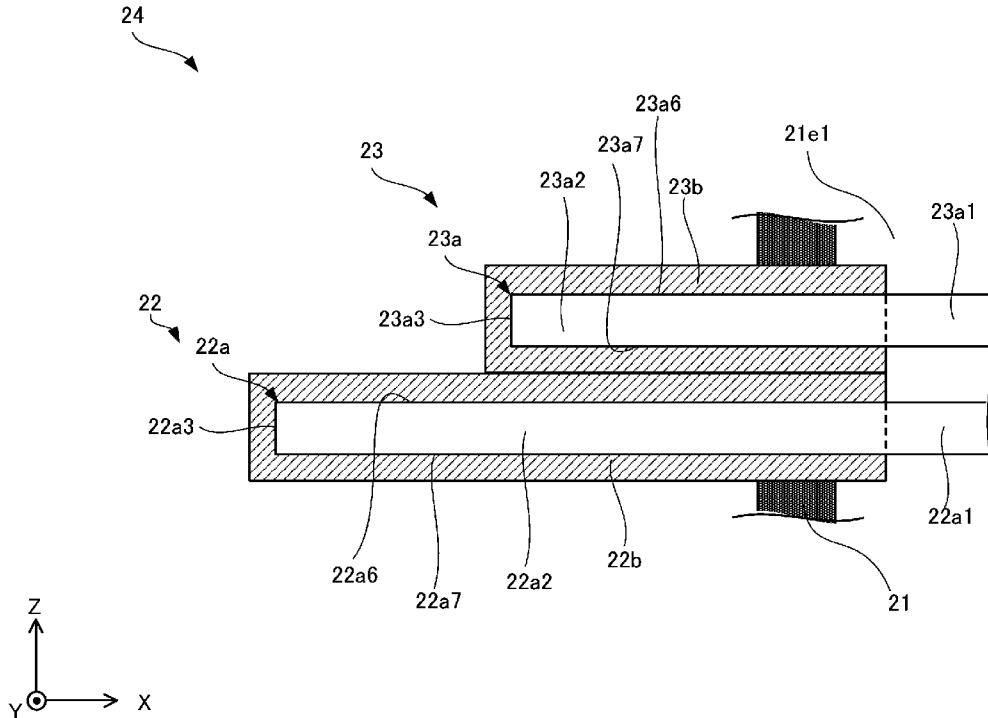
(10) 国際公開番号

WO 2025/041454 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/48 (2006.01) *H01L 25/18* (2023.01)
H01L 25/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/024211
- (22) 国際出願日: 2024年7月4日(04.07.2024)
- (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 2023-134687 2023年8月22日(22.08.2023) JP
- (71) 出願人: 富士電機株式会社 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 中田 仁志 (NAKATA, Hitoshi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人扶桑国際特許事務所 (FUSO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1920082 東京都八王子市東町9番8号 八王子東町センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: ELECTRONIC MODULE, ELECTRONIC DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING ELECTRONIC MODULE

(54) 発明の名称: 電子モジュール、電子装置及び電子モジュールの製造方法



(57) Abstract: The present invention maintains insulating properties between electroconductive plates. According to the present invention, a semiconductor device is equipped with: a first electroconductive plate (22a), which comprises copper or a copper alloy as a main component; a second electroconductive plate (23a), which has a second back surface (23a7) facing the first electroconductive plate (22a) and a side surface connected to the second back surface (23a7) and comprises copper or a copper alloy as a main component; and a second oxide film (23b), which is provided on the second

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

back surface (23a7) and side surface of the second electroconductive plate (23a), has electrical insulating properties, and includes an oxide of a metal element differing from the metal(s) of the second electroconductive plate (23a). A first oxide film (22b) and the second oxide film (23b) are used as insulating members between a first wiring part (22a2) of the first electroconductive plate (22a) and a second wiring part (23a2) of the second electroconductive plate (23a).

(57) 要約：導電板間の絶縁性を維持する。半導体装置は、銅または銅合金を主成分とする第1導電板(22a)と、第1導電板(22a)と対向する第2裏面(23a7)及び第2裏面(23a7)から接続する側面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板(23a)と、第2導電板(23a)の第2裏面(23a7)及び側面に設けられ、電気絶縁性であって、第2導電板(23a)の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する第2酸化膜(23b)と、を備える。第1導電板(22a)の第1配線部(22a2)と第2導電板(23a)の第2配線部(23a2)との間の絶縁部材として、第1酸化膜(22b)及び第2酸化膜(23b)が用いられている。

明 細 書

発明の名称：

電子モジュール、電子装置及び電子モジュールの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、電子モジュール、電子装置及び電子モジュールの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体装置は、半導体モジュールとキャパシタとを含む。半導体モジュールは、N型のパワー端子と、絶縁部材を挟んで当該N型のパワー端子上に当該N型パワー端子の一端部を露出して配置されたP型のパワー端子とを含む。キャパシタは、当該N型のパワー端子型のパワー端子の一端部に接続されるN型の接続端子と、N型の接続端子に絶縁部材を挟んで設けられたP型の接続端子とを含む。P型の接続端子とP型のパワー端子とは連結部材で接続されている（例えば、特許文献1を参照）。

[0003] 絶縁部材としては、パワーモジュール内の基板において金属板表面にアルミニウム酸化膜が形成される場合がある。アルミニウム酸化膜は陽極酸化によって形成される（例えば、特許文献2～4を参照）。また、電気回路基板は、圧延クラッドにより銅層及び当該銅層の反対側にアルミニウム層が形成されたクラッド材が用いられる場合がある（例えば、非特許文献1を参照）。このようなクラッド材を用いて、アルミニウム層の表側面に陽極酸化により絶縁層が形成される。当該絶縁層が接着層を介して、冷却体を形成する金属層に接合される（例えば、特許文献5を参照）。

[0004] 半導体装置の絶縁層を陽極酸化により形成する際に、シュウ酸水溶液を電解溶液として使用すると、膜厚 $20\mu\text{m}$ のときの絶縁破壊電圧が、未封孔の場合に約 1 kV 、封孔した場合に約 1.3 kV となる（例えば、非特許文献2を参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2021-106235号公報
特許文献2：特開2013-80924号公報
特許文献3：特開2012-99782号公報
特許文献4：特開2012-99779号公報
特許文献5：特表2018-533197号公報

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：バイメタルジャパン株式会社、“クラッド材とは”、インターネット<URL：www.bimetal.co.jp/clad.html>
非特許文献2：浅藤憲、村中武彦、前嶋正受、“アルミニウム合金アノード酸化皮膜の耐電圧”、山口県産業技術センター研究報告、No.33、p.12-16、2021年

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明は、導電板間の絶縁性が維持された電子モジュール、電子装置及び電子モジュールの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明の一観点によれば、銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面及び前記主面から連続する側面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、前記第2導電板の前記主面及び前記側面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層と、を備える電子モジュールが提供される。
- [0009] また、前記第1導電板は、前記第2導電板と対向する主面及び前記主面から連続する側面を有し、前記第1導電板の前記主面及び前記側面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第1導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物

を含有する金属酸化物層を備えてよい。

[0010] また、前記第2導電板と対向する主面及び前記主面から連続する側面を有し、銅または銅合金を主成分とする第3導電板と、前記第3導電板の前記主面及び前記側面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第3導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層と、を備えてよい。

[0011] また、前記第1導電板、前記第2導電板または前記第3導電板の前記主面及び前記側面に各々設けられた前記金属酸化物層は、酸化アルミニウムを含んでよい。

また、前記第1導電板、前記第2導電板または前記第3導電板の前記主面及び前記側面に各々設けられた前記金属酸化物層の厚さは、 $20\mu\text{m}$ 以上であってよい。

[0012] また、前記第1導電板の一部の端部は、前記第2導電板よりも外側に延伸し、前記端部に前記第1導電板の表面が露出した第1接合領域を備えてよい。

また、前記第2導電板の前記主面は、反対側の他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備え、前記第2導電板の表面が露出した第2接合領域を備えてよい。

[0013] また、前記第3導電板の前記主面とは反対側の他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第3導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備え、前記第3導電板の表面が露出した第3接合領域を備えてよい。

[0014] また、端部に第1外部接続部を有する前記第1導電板と、端部に第2外部接続部を有する前記第2導電板と、を含み、積層された前記第1導電板及び前記第2導電板に、複数の外部接続端子が差し込まれる複数の差し込み孔を有し、前記複数の差し込み孔、前記第1外部接続部及び前記第2外部接続部を除いて、前記第1導電板及び前記第2導電板を封止する封止部材、を具備するバスバー、をさらに有してよい。

[0015] また、本発明の一観点によれば、銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、前記第2導電板の前記主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層と、を備える電子モジュールが提供される。

[0016] また、本発明の一観点によれば、銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面、前記主面から連続する側面、及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、前記第2導電板の前記主面、前記側面、及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備える第1電子モジュールと、前記第2導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第4導電板と、を備え、前記第2導電板と前記第4導電板との接合部は、前記金属酸化物層を貫通する溶接痕を含んでいる電子装置が提供される。

[0017] また、前記第1導電板は、前記第2導電板と対向する主面、前記主面から連続する側面、及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、前記第1導電板の前記主面、前記側面、及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第1導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備え、前記第1導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第5導電板を更に備え、前記第1導電板と前記第5導電板との接合部は、前記金属酸化物層を貫通する溶接痕を含んでよい。

[0018] また、本発明の一観点によれば、銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面、前記主面から連続する側面、及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、前記第2導電板の前記主面、前記側面、及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備える第1電子モジュールと、前記第2導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第4導電板と、を備え、前記第

2 導電板と前記第 4 導電板との接合部は、前記第 2 導電板の前記他の主面に設けられた前記金属酸化物層の開口領域を通過する溶接痕を含んでいる電子装置が提供される。

[0019] また、前記第 1 導電板は、前記第 2 導電板と対向する主面、前記主面から連続する側面、及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、前記第 1 導電板の前記主面、前記側面、及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第 1 導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備え、前記第 1 導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第 5 導電板を更に備え、前記第 1 導電板と前記第 5 導電板との接合部は、前記第 1 導電板の前記主面に設けられた前記金属酸化物層の開口領域を通過する溶接痕を含んでよい。

また、前記溶接痕はレーザ溶接痕であってよい。

[0020] また、本発明の一観点によれば、銅または銅合金を主成分とする第 1 導電板と、前記第 1 導電板と対向する主面及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第 2 導電板と、前記第 2 導電板の前記主面及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第 2 導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備える第 2 電子モジュールと、前記第 2 導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第 4 導電板と、を備え、前記第 2 導電板と前記第 4 導電板との接合部は、前記金属酸化物層を貫通する溶接痕を含んでいる電子装置が提供される。

[0021] また、本発明の一観点によれば、銅または銅合金を主成分とする第 1 導電板と、前記第 1 導電板と対向する主面及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第 2 導電板と、前記第 2 導電板の前記主面及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第 2 導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備える第 2 電子モジュールと、前記第 2 導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第 4 導電板と、を備え、前記第 2 導電板と前記第 4 導電板との接合部は、前記第 2 導電板の前記他の主面に設けられた前記金属酸化物層の開口領域を通

過する溶接痕を含んでいる電子装置が提供される。

[0022] また、本発明の一観点によれば、銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面と前記主面から連続する側面とを有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、を準備する用意工程と、前記第2導電板の前記主面及び前記側面に設けられ、前記第1導電板の金属とは異なる元素を含有する被覆層を形成する被覆工程と、前記被覆層を酸化して電気絶縁性の金属酸化物層を形成する酸化工程と、を含む電子モジュールの製造方法が提供される。

また、前記酸化工程は、陽極酸化で行われてよい。

また、前記第2導電板の金属とは異なる元素は、アルミニウムであってよい。

[0023] また、本発明の一観点によれば、銅または銅合金を主成分とする第1導電板の上面及び下面を、電気絶縁性であって前記第1導電板の金属とは異なる元素を含有する被覆層で覆った第1端子を準備する第1用意工程と、銅または銅合金を主成分とする第2導電板の上面及び下面を、電気絶縁性であって前記第1導電板の金属とは異なる元素を含有する被覆層で覆った第2端子を準備する第2用意工程と、前記第1端子と前記第2端子を重ねる工程と、前記第1端子及び前記第2端子を樹脂製のケースで固定する工程と、を含む電子モジュールの製造方法が提供される。

[0024] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものである。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた発明となりうる。

発明の効果

[0025] 開示の技術によれば、導電板間の絶縁性が維持される。

本発明の上記及び他の目的、特徴及び利点は本発明の例として好ましい実施の形態を表す添付の図面と関連した以下の説明により明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]第1の実施の形態の半導体モジュールの平面図である。

[図2]第1の実施の形態の半導体ユニットの平面図である。

[図3]第1の実施の形態の半導体ユニットの断面図である。

[図4]第1の実施の形態の端子積層部の平面図である。

[図5]第1の実施の形態の端子積層部に含まれる第1端子の平面図である。

[図6]第1の実施の形態の端子積層部に含まれる第2端子の平面図である。

[図7]第1の実施の形態の端子積層部の断面図である。

[図8]第1の実施の形態の接合領域が除去された端子積層部の断面図である。

[図9]第1の実施の形態の半導体モジュールに含まれるケースの製造方法を示すフローチャートである。

[図10]第1の実施の形態のケースの製造方法に含まれる被覆工程を説明するための図である。

[図11]第1の実施の形態のケースの製造方法に含まれる酸化工程を説明するための図である。

[図12]第1の実施の形態の変形例1-1の半導体モジュールに含まれるケースの製造方法を示すフローチャートである。

[図13]第1の実施の形態の変形例1-1の半導体モジュールに含まれる用意工程を説明するための図である。

[図14]第1の実施の形態の変形例1-1の半導体モジュールに含まれる端子成形工程及び酸化工程を説明するための図である。

[図15]第1の実施の形態の変形例1-1の端子積層部の断面図である。

[図16]第1の実施の形態の変形例1-1の接合領域が除去された端子積層部の断面図である。

[図17]第2の実施の形態の半導体装置の斜視図である。

[図18]第2の実施の形態のキャパシタの斜視図である。

[図19]第2の実施の形態の半導体装置に含まれるキャパシタと半導体モジュールの断面図である。

[図20]第3の実施の形態の半導体モジュールの斜視図である。

[図21]第3の実施の形態の半導体モジュールの断面図である。

[図22]第3の実施の形態の半導体モジュールの平面図である。

[図23]第3の実施の形態の第1端子及び第2端子の平面図である。

[図24]第3の実施の形態の第1端子及び第2端子の断面図である。

[図25]第3の実施の形態の第1端子及び第2端子の断面図である。

[図26]第3の実施の形態の変形例3-1の第1端子及び第2端子の断面図である。

[図27]第3の実施の形態の変形例3-2の第1端子、第2端子及び第3端子の断面図である。

[図28]第3の実施の形態の変形例3-3の第1端子、第2端子及び第3端子の断面図である。

[図29]第4の実施の形態の半導体装置の側面図である。

[図30]第4の実施の形態の半導体装置の平面図である。

[図31]第4の実施の形態の半導体モジュールの断面図である。

[図32]第4の実施の形態のバスバーの平面図である。

[図33]第4の実施の形態のバスバーの第1断面図である。

[図34]第4の実施の形態のバスバーの第2断面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照して、実施の形態について説明する。なお、以下の説明において、「おもて面」及び「上面」とは、図1の半導体装置1において、上側（+Z方向）を向いたX-Y面を表す。同様に、「上」とは、図1の半導体装置1において、上側（+Z方向）の方向を表す。「裏面」及び「下面」とは、図1の半導体装置1において、下側（-Z方向）を向いたX-Y面を表す。同様に、「下」とは、図1の半導体装置1において、下側（-Z方向）の方向を表す。必要に応じて他の図面でも同様の方向性を意味する。「高位」とは、図1の半導体装置1において、上側（+Z側）の位置を表す。同様に、「低位」とは、図1の半導体装置1において、下側（-Z側）の位置を表す。「おもて面」、「上面」、「上」、「裏面」、「下面」、「下」

、「側面」は、相対的な位置関係を特定する便宜的な表現に過ぎず、本発明の技術的思想を限定するものではない。例えば、「上」及び「下」は、必ずしも地面に対する鉛直方向を意味しない。つまり、「上」及び「下」の方向は、重力方向に限定されない。また、以下の説明において「主成分」とは、80vol%以上含む場合を表す。

[0028] [第1の実施の形態]

第1の実施の形態の半導体装置に含まれる半導体モジュールについて図1を用いて説明する。図1は、第1の実施の形態の半導体モジュールの平面図である。

[0029] 半導体モジュール2は、半導体ユニット（図示を省略）と当該半導体ユニットが配置される放熱板（図3を参照）と放熱板に配置されて当該半導体ユニットを格納するケース20とを有している。半導体ユニットについては、図2及び図3を参照して後述する。

[0030] ケース20は、枠部21と端子積層部24とU端子26a及びV端子26b及びW端子26cと制御端子25a、25b、25cとを含んでいる。枠部21は、平面視で略矩形状を成しており、四方が第1～第4側部21a～21dにより囲まれている。枠部21は、おもて面に対して、第1側部21a及び第3側部21cに沿って順に設けられた収納領域21e1、21e2、21e3を含んでいる。

[0031] 収納領域21e1、21e2、21e3は、平面視で枠部21のおもて面で制御端子25a、25bに仕切られて、枠部21の長手方向（第1、第3側部21a、21c）に沿ってそれぞれ設けられた空間である。収納領域21e1、21e2、21e3には、既述の半導体ユニットがそれぞれ格納されている。半導体ユニットは、収納領域21e1、21e2、21e3内で、後述する端子積層部に含まれる第1端子22及び第2端子23とU端子26aとV端子26bとW端子26cと電氣的にそれぞれ接合される。また、図示を省略するものの、半導体ユニットは、制御端子25a、25b、25cにワイヤにより電氣的に接続される。

[0032] 収納領域 21 e 1, 21 e 2, 21 e 3 は、半導体ユニットがこのようにして格納されると、図 1 に示すように、封止部材 36 により封止される。封止部材 36 は、熱硬化性樹脂と当該熱硬化性樹脂に含まれる充填剤とを含んでいる。熱硬化性樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、マレイミド樹脂である。充填剤は、例えば、酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化ホウ素または窒化アルミニウムである。

[0033] このような枠部 21 は、熱可塑性樹脂を用いて射出成形により 3 組の端子積層部 24 と U 端子 26 a 及び V 端子 26 b 及び W 端子 26 c と制御端子 25 a, 25 b, 25 c とを含んで成形される。また、制御端子 25 a, 25 b, 25 c は、枠部 21 とは別に熱硬化性樹脂を用いて射出成形により樹脂に含まれて形成されてよい。このように樹脂で一体成形された制御端子 25 a, 25 b, 25 c が枠部 21 のおもて面の開口に取り付けられて収納領域 21 e 1, 21 e 2, 21 e 3 が構成されてよい。このような制御端子 25 a, 25 b, 25 c は収納領域 21 e 1, 21 e 2, 21 e 3 の +Y 方向側の側部であって、ケース 20 の短手方向（第 2, 第 4 側部 21 b, 21 d）に平行にそれぞれ取り付けられている。熱可塑性樹脂は、例えば、ポリフェニレンサルファイド（PPS）樹脂、ポリブチレンテレフタレート（PBT）樹脂、ポリブチレンサクシネート（PBS）樹脂、ポリアミド（PA）樹脂、または、アクリロニトリルブタジエンスチレン（ABS）樹脂である。なお、収納領域 21 e 1, 21 e 2, 21 e 3 は、特に区別しない場合には、収納領域 21 e として説明する。

[0034] 端子積層部 24 は、枠部 21 の長手方向（第 1 側部 21 a）に沿って収納領域 21 e 1, 21 e 2, 21 e 3 にそれぞれ対応して第 1 側部 21 a に露出して 3 組設けられている。このような端子積層部 24 は、第 1 端子 22 と、第 1 端子 22 のおもて面の一端部を露出して第 1 端子 22 上に積層された第 2 端子 23 とを含んでいる。

[0035] 第 1 端子 22 の一端部のおもて面は、第 1 側部 21 a から上方（+Z 方向）を向いて表出されている。第 1 端子 22 の他端部は、ケース 20 の収納領

域 2 1 e の内部で半導体ユニットの半導体チップの負極に相当する箇所に電氣的に接続されている。

[0036] 第 2 端子 2 3 は、第 1 端子 2 2 上に第 1 端子 2 2 の一端部を露出して配置されている。第 2 端子 2 3 の一端部のおもて面は、第 1 側部 2 1 a から上方（+ Z 方向）を向いて表出されている。第 2 端子 2 3 の他端部は、ケース 2 0 の収納領域 2 1 e の内部で半導体チップの正極に相当する箇所に電氣的に接続されている。

[0037] 第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅あるいは銅合金である。また、第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 のそれぞれ表面には酸化膜が形成されている。これにより、第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 の絶縁性が維持される。このような端子積層部 2 4 の詳細については後述する。

[0038] 制御端子 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c は、その一端部が半導体モジュール 2 の上方（+ Z 方向）に延伸している。また、制御端子 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c の他端部は、収納領域 2 1 e 1, 2 1 e 2, 2 1 e 3 内の各半導体ユニットの半導体チップの制御電極にそれぞれ電氣的に接続されている。制御端子 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金である。制御端子 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c の耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金である。

[0039] U 端子 2 6 a と V 端子 2 6 b と W 端子 2 6 c とは、枠部 2 1 の長手方向（第 3 側部 2 1 c）に沿って収納領域 2 1 e 1, 2 1 e 2, 2 1 e 3 にそれぞれ対応して第 3 側部 2 1 c に露出して設けられている。U 端子 2 6 a と V 端子 2 6 b と W 端子 2 6 c との一端部のおもて面は、第 3 側部 2 1 c から上方（+ Z 方向）を向いてそれぞれ露出されている。U 端子 2 6 a と V 端子 2 6 b と W 端子 2 6 c との他端部は、収納領域 2 1 e 1, 2 1 e 2, 2 1 e 3 内の各半導体ユニットの半導体チップの出力電極に相当する箇所にそれぞれ電

氣的に接続されている。U端子26aとV端子26bとW端子26cとは、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅あるいは銅合金である。U端子26aとV端子26bとW端子26cの耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金である。

[0040] 次に、半導体モジュール2に含まれる半導体ユニットについて図2及び図3を用いて説明する。図2は、第1の実施の形態の半導体ユニットの平面図である。図3は、第1の実施の形態の半導体ユニットの断面図である。図3は、図2の一点鎖線Y-Yにおける断面図である。

[0041] 半導体ユニット3は、図3に示されるように、放熱板37に接合部材（図示を省略）を介して配置される。ケース20は放熱板37に接着剤を介して配置されて、半導体ユニット3がケース20の収納領域21e1, 21e2, 21e3にそれぞれ収納される。このような半導体ユニット3は、絶縁回路基板30と半導体チップ34a～34dとリードフレーム35a～35dとを含んでいる。

[0042] なお、放熱板37と半導体ユニット3（絶縁回路基板30）とを接合する接合部材は、はんだ、または、焼結材が用いられる。はんだは、鉛フリーはんだ、または、鉛入りはんだが用いられる。鉛フリーはんだは、例えば、錫、銀、銅、亜鉛、アンチモン、インジウム、ビスマスの少なくとも2つを含む合金を主成分とする。さらに、はんだには、添加物が含まれてもよい。添加物は、例えば、ニッケル、ゲルマニウム、コバルトまたはシリコンである。はんだは、添加物が含まれることで、濡れ性、光沢、結合強度が向上し、信頼性の向上を図ることができる。鉛入りはんだは、さらに、鉛を含む。焼結材は、例えば、銅、銅合金、ニッケル、ニッケル合金、銀、銀合金の少なくとも1つを含む金属材料が用いられる。

[0043] 絶縁回路基板30は、平面視で矩形状である。絶縁回路基板30は、絶縁板31と、絶縁板31の裏面に形成された金属板33と、絶縁板31のおも

て面に形成された複数の配線板 3 2 a ~ 3 2 i とを有している。複数の配線板 3 2 a ~ 3 2 i 及び金属板 3 3 の外形は、平面視で、絶縁板 3 1 の外形より小さく、絶縁板 3 1 の内側に形成されている。なお、複数の配線板 3 2 a ~ 3 2 i の形状、個数、大きさは一例である。

[0044] 絶縁板 3 1 は、平面視で矩形状を成す。また、絶縁板 3 1 は、角部が面取りされていてもよい。例えば、C 面取りあるいは R 面取りされていてもよい。絶縁板 3 1 は、外周辺である長辺 3 1 a、短辺 3 1 b、長辺 3 1 c、短辺 3 1 d により四方が囲まれている。このような絶縁板 3 1 は、熱伝導性のよいセラミックスにより構成されている。セラミックスは、例えば、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、または、窒化珪素を主成分とする材料により構成されている。

[0045] 金属板 3 3 は、平面視で矩形状を成す。また、角部が、例えば、C 面取りあるいは R 面取りされていてもよい。金属板 3 3 は、絶縁板 3 1 のサイズより小さく、絶縁板 3 1 の縁部を除いた裏面全面に形成されている。金属板 3 3 は、熱伝導性に優れた金属を主成分として構成されている。金属は、例えば、銅、アルミニウムまたは、少なくともこれらの一種を含む合金である。金属板の耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金である。

[0046] 配線板 3 2 a ~ 3 2 i は、絶縁板 3 1 の縁部を除いた全面にわたって形成されている。好ましくは、平面視で、配線板 3 2 a ~ 3 2 f の絶縁板 3 1 の外周に面する端部は、金属板 3 3 の絶縁板 3 1 の外周側の端部と重畳する。このため、絶縁回路基板 3 0 は、絶縁板 3 1 の裏面の金属板 3 3 との応力バランスが維持される。絶縁板 3 1 の過度な反り、割れ等の損傷が抑制される。配線板 3 2 a ~ 3 2 i は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、アルミニウム、または、少なくともこれらの一種を含む合金である。また、配線板 3 2 a ~ 3 2 i の表面に対して、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめ

つき材は、例えば、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金である。

[0047] 配線板 3 2 a は、絶縁板 3 1 の長辺 3 1 a 側に、長辺 3 1 a に沿って、短辺 3 1 b から短辺 3 1 d にかけて形成されている。配線板 3 2 a の下方（－X 方向）の長辺 3 1 c 側に窪みが形成されている。配線板 3 2 b は、配線板 3 2 a に対して ±Y 方向の中心線に対してほぼ線対称を成している。配線板 3 2 b は、絶縁板 3 1 の長辺 3 1 c 側に、長辺 3 1 c に沿って、短辺 3 1 b から短辺 3 1 d にかけて形成されている。配線板 3 2 b の下方（－X 方向）の長辺 3 1 a 側に窪みが形成されている。

[0048] 配線板 3 2 c は、配線板 3 2 a の下部（－X 方向）と配線板 3 2 e の下部（－X 方向）と短辺 3 1 d と配線板 3 2 e とで囲まれる領域に配置されている。すなわち、配線板 3 2 c は、略 L 字状を成している。配線板 3 2 d は、配線板 3 2 c に対して ±Y 方向の中心線に対してほぼ線対称を成している。配線板 3 2 d は、配線板 3 2 b の下部（－X 方向）と配線板 3 2 f と短辺 3 1 d と配線板 3 2 f とで囲まれる領域に配置されている。すなわち、配線板 3 2 d は、略 L 字状を成している。

[0049] 配線板 3 2 e は、配線板 3 2 a に隣接して、長辺 3 1 a に沿って短辺 3 1 b から－X 方向に延伸している。配線板 3 2 e の－X 方向の端部は、短辺 3 1 d から離間している。配線板 3 2 e の上部（＋X 方向）の長辺 3 1 c 側の側部が途中で窪んでいる。配線板 3 2 f は、配線板 3 2 e に対して ±Y 方向の中心線に対してほぼ線対称を成している。配線板 3 2 f は、配線板 3 2 b の上部（＋X 方向）に隣接して、長辺 3 1 c に沿って短辺 3 1 b から－X 方向に延伸している。配線板 3 2 f の－X 方向の端部は、短辺 3 1 d から離間している。配線板 3 2 f の上部（＋X 方向）の長辺 3 1 a 側の側部が途中で窪んでいる。

[0050] 配線板 3 2 g は、平面視で I 字状を成し、配線板 3 2 e, 3 2 f の間に、長辺 3 1 a, 3 1 c に沿って配置されている。配線板 3 2 h は、平面視で I 字状を成し、配線板 3 2 e, 3 2 f の窪みで囲まれる領域に配線板 3 2 e 側

であって、長辺 3 1 a に沿って配置されている。配線板 3 2 i は、平面視で L 字状を成し、配線板 3 2 e, 3 2 f の窪みで囲まれる領域に配線板 3 2 f 側であって、長辺 3 1 c に沿って配置されている。配線板 3 2 i は、配線板 3 2 h の長辺 3 1 c 側及び短辺 3 1 d 側を囲うように配置されている。

[0051] また、絶縁回路基板 3 0 の配線板 3 2 a, 3 2 b の下端部（−X 方向）には、第 2 端子 2 3 の第 2 接続部 2 3 a 1 がそれぞれ接合される。絶縁回路基板 3 0 の配線板 3 2 c, 3 2 d の下端部（−X 方向）には、第 1 端子 2 2 の第 1 接続部 2 2 a 1 がそれぞれ接合される。絶縁回路基板 3 0 の配線板 3 2 e, 3 2 f の上端部（+X 方向）には、U 端子 2 6 a と V 端子 2 6 b と W 端子 2 6 c との接合部がそれぞれ接合される。なお、図 2 では、U 端子 2 6 a が配線板 3 2 e, 3 2 f にそれぞれ接合されている場合を例示している。

[0052] このような構成を有する絶縁回路基板 3 0 として、例えば、DCB (Direct Copper Bonding) 基板、AMB (Active Metal Brazed) 基板を用いてもよい。絶縁回路基板 3 0 は、後述する半導体チップ 3 4 a ~ 3 4 d で発生した熱を配線板 3 2 a, 3 2 b, 3 2 e 及び 3 2 f、絶縁板 3 1 及び金属板 3 3 を介して、絶縁回路基板 3 0 の裏面側に伝導させて放熱する。

[0053] 半導体チップ 3 4 a ~ 3 4 d は、炭化シリコンにより構成されるパワーデバイスである。このパワーデバイスの一例として、パワー MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) が挙げられる。このパワー MOSFET では、ボディダイオードが FWD (Free Wheeling Diode) として機能する。このような半導体チップ 3 4 a ~ 3 4 d は、裏面に入力電極（主電極）としてドレイン電極を、おもて面に、制御電極としてゲート電極及び出力電極（主電極）としてソース電極をそれぞれ備えている。

[0054] また、半導体チップ 3 4 a ~ 3 4 d は、シリコンにより構成されるパワーデバイスであってもよい。この場合のパワーデバイスは、例えば、RC (Reverse Conducting) - IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) が挙げられる。RC - IGBT は、スイッチング素子である IGBT 及びダイオード素子である FWD が 1 チップ内に構成されたものである。このような半

導体チップ34a～34dは、例えば、裏面に入力電極（主電極）としてコレクタ電極を、おもて面に、制御電極としてゲート電極、出力電極（主電極）としてエミッタ電極をそれぞれ備えている。

[0055] なお、半導体チップ34a～34dは、本実施の形態では、配線板32a, 32b, 32e, 32fに、既述の接合部材を介してそれぞれ複数配置されている。図2では、それぞれ、2つずつ配置されている場合を示している。この場合、半導体チップ34a～34dは、制御電極がそれぞれ対向するように配置されている。

[0056] リードフレーム35a～35dは、半導体チップ34a～34dのおもて面の出力電極と配線板32e, 32f, 32c, 32dとを電氣的に接続する。リードフレーム35aは、半導体チップ34aと配線板32eとを電氣的かつ機械的に接続している。リードフレーム35bは、半導体チップ34bと配線板32fとを電氣的かつ機械的に接続している。リードフレーム35cは、半導体チップ34cと配線板32cとを電氣的かつ機械的に接続している。リードフレーム35dは、半導体チップ34dと配線板32dとを電氣的かつ機械的に接続している。

[0057] リードフレーム35a～35dの一端部は半導体チップ34a～34dの出力電極に接合部材として既述のはんだにより接合される。また、リードフレーム35a～35dの他端部は配線板32e, 32f, 32c, 32dに既述の接合部材を用いて接合される。または、超音波、レーザ溶接により接合してもよい。このようなリードフレーム35a～35dは、導電性に優れた材質により構成されている。このような材質として、例えば、銅、アルミニウム、または、少なくともこれらの1種を含む合金等により構成されている。また、リードフレーム35a～35dの表面には、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この場合のめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金である。

[0058] 放熱板37は、平面視で矩形状を成し、ケース20の裏面の外形に対応している。放熱板37のおもて面には、半導体ユニット3が長手方向に沿って

それぞれ接合部材により接合される。放熱板 37 は、熱伝導性に優れた金属を主成分として構成されている。金属は、例えば、銅、アルミニウムまたは、少なくともこれらの一種を含む合金である。金属板の耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケル－リン合金、ニッケル－ボロン合金である。

[0059] 次に、このような端子積層部 24 の詳細について、図 4～図 8 を用いて説明する。図 4 は、第 1 の実施の形態の端子積層部の平面図である。図 5 は、第 1 の実施の形態の端子積層部に含まれる第 1 端子の平面図であり、図 6 は、第 1 の実施の形態の端子積層部に含まれる第 2 端子の平面図である。図 7 は、第 1 の実施の形態の端子積層部の断面図であり、図 8 は、第 1 の実施の形態の接合領域が除去された端子積層部の断面図である。なお、図 7 及び図 8 は、図 4 の一点鎖線 Y－Y における断面図を示している。

[0060] 端子積層部 24 は、図 4 に示されるように、第 1 端子 22 と第 2 端子 23 とを含んでいる。端子積層部 24 においては、図 7 に示されるように、平板状の第 1 端子 22 の上に、平板状の第 2 端子 23 が積層されている。この際、第 1 端子 22 に含まれる先端面 22 a 3 が、第 2 端子 23 に含まれる先端面 23 a 3 よりも、外側（－X 方向）に延伸して、第 1 端子 22 に含まれる第 1 接合領域 22 a 8 に対応する範囲が表出している。また、端子積層部 24 は、第 1 端子 22 の先端面 22 a 3 が枠部 21 の第 1 側部 21 a に対して同一平面を成して、枠部 21 に固定されている。

[0061] 第 1 端子 22 は、図 5 に示されるように、第 1 導電板 22 a と第 1 酸化膜 22 b とを含む。第 1 導電板 22 a は、第 1 接続部 22 a 1 と第 1 配線部 22 a 2 とを一体的に含む。第 1 酸化膜 22 b は、第 1 配線部 22 a 2 の表面を被覆している。第 1 配線部 22 a 2 は、図 5 中で、第 1 酸化膜 22 b 中に破線で表された矩形状の部分である。

[0062] 第 1 配線部 22 a 2 は、平板状であって、先端面 22 a 3 と、第 1 側面 22 a 4、22 a 5 と、第 1 おもて面 22 a 6 と、第 1 裏面 22 a 7 とを備える。第 1 おもて面 22 a 6 及び第 1 裏面 22 a 7 は、平面視で矩形状を成し

、それぞれ同様のサイズである。第1おもて面22a6の外側（-X方向）に、平面視で、先端面22a3に沿った第1接合領域22a8が設定されている。第1接合領域22a8は、図5において、第1おもて面22a6の-X方向側に破線で囲まれた領域である。第1接合領域22a8の範囲は、後述するキャパシタ4に含まれる第1接続端子43の第1、第2、第3接続部分43a、43b、43cの接合される範囲に対応している。例えば、第1接合領域22a8は、平面視で、矩形状を成す。第1接合領域22a8の±Y方向の幅は、第1おもて面22a6の同方向の幅よりも小さい。第1接合領域22a8は先端面22a3から内側（+X方向）に所定の長さを有する。

[0063] 先端面22a3は、端子積層部24の延伸方向（-X方向）の最外の端部である。すなわち、先端面22a3は、第1おもて面22a6及び第1裏面22a7の四方の-X方向に設けられている。先端面22a3は、ケース20の枠部21の第1側部21a及び第3側部21cに略平行を成す。

[0064] 第1側面22a4、22a5は、第1おもて面22a6及び第1裏面22a7の四方の±Y方向にそれぞれ設けられている。言い換えると、第1側面22a4、22a5は、第1おもて面22a6及び第1裏面22a7の四方の±Y方向のそれぞれの端部から連続して第1おもて面22a6及び第1裏面22a7に接続されている。第1側面22a4、22a5は、端子積層部24の延伸方向（+X方向）に平行である。すなわち、第1側面22a4、22a5は、ケース20の枠部21の第2側部21b及び第4側部21dに略平行を成す。また、先端面22a3に対向する後端面（符号を省略）が、第1おもて面22a6及び第1裏面22a7の四方の+X方向に設けられている。

[0065] 第1接続部22a1は、平面視で矩形状を成している。第1接続部22a1は第1配線部22a2と同じ厚さである。第1接続部22a1は、第1配線部22a2の先端面22a3の反対側の後端面に形成されて、+X方向に所定の長さ、延伸している。2つの第1接続部22a1は、第1配線部22

a 2 の当該後端面の中央部に±Y方向に所定の隙間を空けて並んでいる。

[0066] このような第1導電板22aは、導電性に優れた金属により構成される。このような金属は、例えば、銅あるいは銅を主成分とする合金である。第1導電板22aの厚さは、全体的に略均一であり、例えば、0.8mm以上、1.2mm以下であり、例えば、1.0mmである。

[0067] 第1酸化膜22bは、第1導電板22aの第1配線部22a2の表面に設けられている。すなわち、第1酸化膜22bは、第1配線部22a2の先端面22a3と、第1側面22a4、22a5と、第1おもて面22a6と、第1裏面22a7との表面上にそれぞれ設けられている。第1酸化膜22bは、第1導電板22aの先端面22a3の反対側の後端面に形成されてよい。なお、第1酸化膜22bは、第1導電板22aのうち、第1接続部22a1には設けられていない。このような第1酸化膜22bは、絶縁性を有する材料を主成分として構成される。この材料は、金属酸化物であって、例えば、アルミニウム酸化物層である。なお、第1酸化膜22bは単一の層として図示されている。なお、アルミニウム酸化物層の第1酸化膜22bに対応する第1導電板22aの表面にアルミニウム層が含まれてもよい。

[0068] 第2端子23は、図6に示されるように、第2導電板23aと第2酸化膜23bとを含む。第2導電板23aは、第2接続部23a1と第2配線部23a2とを一体的に含む。第2酸化膜23bは、第2配線部23a2の表面を被覆している。第2配線部23a2は、図6中で、第2酸化膜23b中に破線で表されたT字形状の部分である。

[0069] 第2配線部23a2は、平板状であって、先端面23a3と、第2側面23a4、23a5と、第2おもて面23a6と、第2裏面23a7とを備える。第2おもて面23a6及び第2裏面23a7は、平面視でT字形状を成し、それぞれ同様のサイズである。第2おもて面23a6の外側（-X方向）に、平面視で、先端面23a3に沿った第2接合領域23a8が設定されている。第2接合領域23a8は、図6において、第2おもて面23a6の-X方向側に破線で囲まれた領域であり、第1接合領域22a8に対向して

いる。第2接合領域23a8の範囲は、後述するキャパシタ4に含まれる連結部材41a, 41b, 41cのサイズに対応している。例えば、第2接合領域23a8は、平面視で、矩形状を成す。第2接合領域23a8の±Y方向の幅は、第2おもて面23a6の同方向の幅よりも小さい。第2接合領域23a8は先端面23a3から内側（+X方向）に所定の長さを有する。

[0070] 先端面23a3は、端子積層部24の延伸方向（-X方向）の最外の端部である。すなわち、先端面23a3は、第2おもて面23a6及び第2裏面23a7の四方の-X方向に設けられている。先端面23a3は、ケース20の枠部21の第1側部21a及び第3側部21cに略平行を成す。

[0071] 第2側面23a4, 23a5は、第2おもて面23a6及び第2裏面23a7の四方の±Y方向にそれぞれ設けられている。言い換えると、第2側面23a4, 23a5は、第2おもて面23a6及び第2裏面23a7の四方の±Y方向のそれぞれの端部から連続して第2おもて面23a6及び第2裏面23a7に連続されている。第2側面23a4, 23a5は、端子積層部24の延伸方向（-X方向）に平行である。すなわち、第2側面23a4, 23a5は、ケース20の枠部21の第2側部21b及び第4側部21dに略平行を成す。また、先端面23a3に対向する後端面（符号を省略）が、第2おもて面23a6及び第2裏面23a7の四方の+X方向に設けられている。

[0072] 第2接続部23a1は、平面視で矩形状を成している。第2接続部23a1は第2配線部23a2と同じ厚さである。第2接続部23a1は、第2配線部23a2の先端面23a3の反対側の後端面に形成されて、+X方向に所定の長さ、延伸している。2つの第2接続部23a1は、第2配線部23a2の当該後端面の±Y方向の両端部に形成されている。なお、第2接続部23a1は、第1接続部22a1と同じ厚さ、同じサイズであってよい。第2端子23が第1端子22上に配置されると、図4に示されるように、第2接続部23a1は第1接続部22a1の外側に位置する。

[0073] このような第2導電板23aは、導電性に優れた金属により構成される。

このような金属は、例えば、銅あるいは銅を主成分とする合金である。第1導電板22aの厚さは、全体的に略均一であり、例えば、0.8mm以上、1.2mm以下であり、例えば、1.0mmである。

[0074] 第2酸化膜23bは、第2導電板23aの第2配線部23a2の表面に設けられている。すなわち、第2酸化膜23bは、第2配線部23a2の先端面23a3と、第2側面23a4、23a5と、第2おもて面23a6と、第2裏面23a7との上にそれぞれ形成されている。第2酸化膜23bは、第2導電板23aの先端面23a3の反対側の後端面に設けられてよい。なお、第2酸化膜23bは、第2導電板23aのうち、第2接続部23a1には設けられていない。このような第2酸化膜23bは、第1酸化膜22bと同じ材質により形成されている。また、この場合でも、アルミニウム酸化物層の第2酸化膜23bに対応する第2導電板23aの表面にアルミニウム層が含まれてもよい。

[0075] このような端子積層部24は、既述の通り、枠部21に一体的に成形されている。端子積層部24は、図7に示されるように、第1端子22に含まれる第1配線部22a2に対応する部分と第2端子23に含まれる第2配線部23a2に対応する部分とが枠部21に固定されている。第1端子22の第1接続部22a1及び第2端子23の第2接続部23a1は、枠部21の収納領域21e内に配置される。

[0076] 第1端子22の第1接続部22a1は、収納領域21e内に収納された絶縁回路基板30の配線板32c、32dに接合して、半導体チップ34c、34dの出力電極（負極）に電氣的に接続する（図2を参照）。第2端子23の第2接続部23a1は、収納領域21e内に収納された絶縁回路基板30の配線板32a、32bに接合して、半導体チップ34a、34bの入力電極（正極）に電氣的に接続する（図2を参照）。なお、第1接続部22a1及び第2接続部23a1の接合は、例えば、超音波接合、レーザ溶接、接合部材（例えば、はんだ、焼結体）が用いられる。

[0077] また、端子積層部24の第1端子22及び第2端子23は、第1酸化膜2

2 b 及び第2酸化膜2 3 bを介して積層されている。このため、第1端子2 2の第1導電板2 2 aと第2端子2 3の第2導電板2 3 aとの絶縁性が維持される。したがって、第1酸化膜2 2 b及び第2酸化膜2 3 bの厚さは、第1端子2 2と第2端子2 3との間の沿面距離を確保して絶縁性を十分に保持できる厚さである。例えば、第1端子2 2と第2端子2 3との間の絶縁破壊電圧が1 k V以上である場合、第1端子2 2と第2端子2 3との間の第1酸化膜2 2 bと第2酸化膜2 3 bを合わせた厚さは2 0 μ m以上である。なお、第1導電板2 2 a及び第2導電板2 3 aに対する第1酸化膜2 2 b及び第2酸化膜2 3 bの被覆方法の詳細については、後述する。

[0078] また、第1端子2 2と第2端子2 3との間の絶縁性を十分に保持できる場合には、第1酸化膜2 2 bと第2酸化膜2 3 bのうちのいずれか一方のみが設けられてよい。また、第1端子2 2と第2端子2 3との間の絶縁性を維持するために、第1酸化膜2 2 bは、少なくとも、第1側面2 2 a 4, 2 2 a 5及び第1おもて面2 2 a 6に設けられてよい。または、第2酸化膜2 3 bは、第2側面2 3 a 4, 2 3 a 5及び第2裏面2 3 a 7に設けられてよい。

[0079] このように第1導電板2 2 aと第2導電板2 3 aとの絶縁性を維持するために、第1導電板2 2 aの第1配線部2 2 a 2と第2導電板2 3 aの第2配線部2 3 a 2との間に絶縁部材を設ける必要がある。絶縁部材が、例えば、シート状の絶縁紙である場合、第1端子2 2（第1導電板2 2 a）と第2端子2 3（第2導電板2 3 a）との間の十分な沿面距離を確保することができ、第1端子2 2と第2端子2 3との間の絶縁性を維持することができる。しかしながら、絶縁紙は、耐湿性が低い。このため、使用期間が長くなると、第1端子2 2と第2端子2 3との間の絶縁性を維持することができなくなってしまう。また、絶縁紙は、薄い箇所を含む場合がある。このような箇所では、第1端子2 2と第2端子2 3との間の電圧により絶縁破壊が生じるおそれがある。

[0080] 他方、半導体モジュール2では、第1導電板2 2 aの第1配線部2 2 a 2と第2導電板2 3 aの第2配線部2 3 a 2との間の絶縁部材として、第1酸

化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b が用いられている。それによって、耐湿性を改善することができる。このため、使用期間が長くなっても、第 1 端子 2 2 と第 2 端子 2 3 との間の絶縁性の低下を抑制することができる。

[0081] さらに、絶縁紙を用いる場合よりも、酸化物層である第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b と枠部 2 1 を構成する熱可塑性樹脂との間の接着性がよい。このため、端子積層部 2 4 とケース 2 0 との間の密着性が向上する。また、酸化物層である第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b は、絶縁紙を用いた場合と比べて、絶縁破壊が発生する可能性も低くなる。

[0082] また、第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 は、第 1 導電板 2 2 a 及び第 2 導電板 2 3 a の間が第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b により絶縁性が維持されるため、第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 の間に別途絶縁部材が不要となる。このため、端子積層部 2 4 の小型化が可能となり、半導体モジュール 2 を小型化することができる。

[0083] なお、第 1 端子 2 2 の第 1 接合領域 2 2 a 8 には正極の端子が、第 2 端子 2 3 の第 2 接合領域 2 3 a 8 には負極の端子が接合される。すると、第 1 端子 2 2 における通電方向と第 2 端子 2 3 における通電方向とが逆方向となる。これによって、インダクタンスが相殺される結果としてインダクタンスの低減効果が得られる。ここで、本実施形態では第 1 端子 2 2 と第 2 端子 2 3 との間の厚さ方向の長さを短縮することができるため、インダクタンスの低減効果がさらに増強され、第 1 端子 2 2 と第 2 端子 2 3 との間のインダクタンスをさらに低減することができる。

[0084] なお、このような端子積層部 2 4 の第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 に、後述するように、第 1 接続端子 4 3 及び連結部材 4 1 がそれぞれ接合される（後述する図 1 4 を参照）。この際、第 1 端子 2 2 の第 1 接合領域 2 2 a 8 に対応する第 1 酸化膜 2 2 b に、例えば、レーザ照射が行われる。第 2 端子 2 3 の第 2 接合領域 2 3 a 8 に対応する第 2 酸化膜 2 3 b に、同様に、レーザ照射が行われる。この結果、図 8 に示されるように、第 1 酸化膜 2 2 b が除去され、第 1 導電板 2 2 a の第 1 接合領域 2 2 a 8 が露出される。第 2 酸化

膜 2 3 b が除去され、第 2 導電板 2 3 a の第 2 接合領域 2 3 a 8 が露出される。また、第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b を除去するためには、レーザー照射以外に、例えば、やすりによる研磨、フライスによる切削を用いてよい。

[0085] 次に、このような半導体モジュール 2 に含まれるケース 2 0 の製造方法について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、第 1 の実施の形態の半導体モジュールに含まれるケースの製造方法を示すフローチャートである。なお、図 9 に示すケース 2 0 の製造方法は、半導体モジュール 2 の製造方法に含まれる。

[0086] ケース 2 0 を製造するにあたり、まず、各種端子、ケース 2 0（枠部 2 1）のケース材料を用意する用意工程を行う（ステップ S 1 0）。ステップ S 1 0 では、これら以外でも、ケース 2 0 の製造に必要な材料、工具、部品等を必要に応じて用意する。なお、各種端子とは、第 1 端子 2 2、第 2 端子 2 3、U 端子 2 6 a、V 端子 2 6 b、W 端子 2 6 c、並びに、制御端子 2 5 である。導電板から、図 5 及び図 6 の第 1 導電板 2 2 a、第 2 導電板 2 3 a、図 1 の U 端子 2 6 a、V 端子 2 6 b、W 端子 2 6 c を取得する。各端子の取得は、例えば、導電板の型抜き、切り抜き、打ち抜きにより行われる。導電板は、導電性に優れた金属から構成され、このような金属は例えば、銅あるいは銅を主成分とする合金である。ケース材料は、例えば、P P S 樹脂である。

[0087] 次に、第 1 導電板 2 2 a 及び第 2 導電板 2 3 a に対して被覆層を被覆する被覆工程を行う（ステップ S 1 1）。図 4 及び図 5 に示された第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 は幾つかの方法により製造することができる。ステップ S 1 1 及び次のステップ S 1 2 は、製造方法の一例である。まず、被覆工程の一例について図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は、第 1 の実施の形態のケースの製造方法に含まれる被覆工程を説明するための図である。なお、図 1 0 では第 1 導電板 2 2 a について説明する。第 2 導電板 2 3 a も同様に処理される。

[0088] まず、被膜容器50に溶液51を満たす。この溶液51は、例えば、アルミニウムを含む。アルミニウムを含む溶液51に、さらに、マグネシウムまたはシリコンを含んでよい。このような被膜容器50の溶液51に対して、第1導電板22aを、先端面22a3を下にして、鉛直下方に（溶液51に向けて）移動する。第1導電板22aの第1接続部22a1を残して、第1配線部22a2を溶液51に浸す。これにより、第1導電板22aの第1配線部22a2において、先端面22a3、第1側面22a4、22a5、第1おもて面22a6、第1裏面22a7（図7を参照）が溶液51に触れる。なお、第1配線部22a2の先端面22a3の反対側の後端面も溶液51に触れてもよい。第1導電板22aのうち第1接続部22a1は溶液51に触れない。

[0089] 図示は省略したが、第2導電板23aについても同様に、第2接続部23a1を残して、第2導電板23aの第2配線部23a2において、先端面23a3、第2側面23a4、23a5、第2おもて面23a6、第2裏面23a7が溶液51に触れる。第2導電板23aのうち第2接続部23a1は溶液51に触れない。なお、第2配線部23a2の先端面22a3の反対側の後端面も溶液51に触れてもよい。

[0090] このように溶液51中に浸した第1導電板22aを被膜容器50から取り出すと、溶液51が付着されることで、第1導電板22aに含まれる第1配線部22a2の先端面22a3、第1側面22a4、22a5、第1おもて面22a6、第1裏面22a7に被覆層22b1が設けられる（図11の上部の図を参照）。被覆層22b1は、アルミニウムを含んでいる。

[0091] 第2導電板23aも同様に第2導電板23aに含まれる第2配線部23a2の先端面23a3、第2側面23a4、23a5、第2おもて面23a6、第2裏面23a7に被覆層が設けられる。

[0092] なお、第1導電板22a及び第2導電板23aに対する、アルミニウムを含む被覆層の被覆の方法として、上記の方法は一例に過ぎない。第1導電板22a及び第2導電板23aに対して、アルミニウムを含む被覆層が被覆で

できれば別の方法でもよい。この方法として、例えば、スパッタリング、蒸着、めっき処理が挙げられる。

[0093] 次いで、このような第1導電板22a及び第2導電板23aの被覆層を酸化する酸化工程を行う（ステップS12）。ステップS11で第1導電板22a及び第2導電板23aに設けられた被覆層を酸化するために、例えば、陽極酸化処理法が行われる。陽極酸化処理法とは、電解溶液中で、導電板を陽極として直接電流を流すことによって、導電板を電氣的に酸化させて、その表面に酸化物層を形成させる処理方法である。このような陽極酸化処理法を用いた酸化工程について、図11を用いて説明する。図11は、第1の実施の形態のケースの製造方法に含まれる酸化工程を説明するための図である。なお、図11では第1導電板22aについて説明する。第2導電板23aも同様に処理される。

[0094] ステップS11で被覆層22b1が被覆された第1導電板22a（図11の上部の図）を電解溶液に浸す。この際、電解溶液中には、陰極も含まれている。陰極は、例えば、鉛、カーボンを主成分として構成されてよい。電解溶液は、例えば、シュウ酸、クロム酸、リン酸等の水溶液がある。ここでは、電解溶液としては、シュウ酸水溶液が用いられる。シュウ酸水溶液を使用する陽極酸化処理法によって形成される酸化膜は、バリア層が厚く、微細孔が小さく、絶縁破壊電圧が大きい。絶縁破壊電圧を1kV以上に設定する場合、形成される酸化物層の厚さは20 μ m以上が必要となる。電解溶液としては、シュウ酸水溶液を用いることで、このような絶縁破壊電圧を実現する厚さの酸化物層を構成することができる。

[0095] このような電解溶液中において、第1導電板22aに正極を印加し、陰極に負極を印加して直流電流を所定の時間、流す。第1導電板22aの第1配線部22a2の表面を被膜する被覆層22b1が酸化されて、第1酸化膜22b（図11の下部の図）が形成される。

[0096] 以上のようにして、第1導電板22aの第1配線部22a2において、先端面22a3、第1側面22a4、22a5、第1おもて面22a6、第1

裏面 22a7 に第 1 酸化膜 22b が形成される。図示は省略したが、第 2 端子 23 についても同様に、第 2 導電板 23a の第 2 配線部 23a2 において、先端面 23a3、第 2 側面 23a4、23a5、第 2 おもて面 23a6、第 2 裏面 23a7 に第 2 酸化膜 23b が形成される。

[0097] 第 1 酸化膜 22b 及び第 2 酸化膜 23b は、例えば、酸化アルミニウムを主成分として構成される。ここでは、第 1 酸化膜 22b 及び第 2 酸化膜 23b は単一の層として図示されている。なお、第 1 導電板 22a の第 1 配線部 22a2 及び第 2 導電板 23a の第 2 配線部 23a2 の表面にアルミニウム層が残存し、その上に、第 1 酸化膜 22b 及び第 2 酸化膜 23b が形成されてよい。以上により、第 1 端子 22 及び第 2 端子 23 が得られる。

[0098] なお、ここでは、第 1 端子 22 において第 1 接続部 22a1 を残して、第 1 酸化膜 22b が第 1 配線部 22a2 の先端面 22a3、第 1 側面 22a4、22a5、第 1 おもて面 22a6、第 1 裏面 22a7 に形成されている場合が示されている。同様に、第 2 端子 23 でも、第 2 接続部 23a1 を残して、第 2 酸化膜 23b が第 2 配線部 23a2 の先端面 23a3、第 2 側面 23a4、23a5、第 2 おもて面 23a6、第 2 裏面 23a7 に形成される場合が示されている。第 1 導電板 22a と第 2 導電板 23a との間の沿面距離を確保して絶縁性を十分に保持できる場合には、第 1 酸化膜 22b のみ、または、第 2 酸化膜 23b のみを設けてよい。また、同様に、絶縁性を十分に保持できれば、第 1 酸化膜 22b は、第 1 おもて面 22a6 及び第 1 側面 22a4、22a5 のみに設けられてよい。または、第 2 酸化膜 23b は、第 2 裏面 23a7 及び第 2 側面 23a4、23a5 のみに設けられてよい。さらには、第 1 酸化膜 22b が、第 1 おもて面 22a6 及び第 1 側面 22a4、22a5 のみに設けられることで、第 2 酸化膜 23b が、第 2 裏面 23a7 及び第 2 側面 23a4、23a5 のみに設けられてよい。

[0099] また、図 8 で説明したように、第 1 端子 22 の第 1 おもて面 22a6 上に第 1 接合領域 22a8 を開口するために、第 1 酸化膜 22b の第 1 接合領域 22a8 に対応する範囲がレーザにより除去される。このような除去の代わ

りに、ステップS 1 1で第1導電板2 2 aの第1おもて面2 2 a 6の第1接合領域2 2 a 8に対して、あらかじめ、マスクで覆って溶液5 1に触れないようにマスキングしてもよい。この場合には、アルミニウムよりも高い融点を有する材料で構成されるマスクを用いて、第1導電板2 2 aの第1接合領域2 2 a 8に相当する部分をマスキングする。これにより、当該部分に溶液5 1が触れないようにする。その後、第1導電板2 2 aの第1接合領域2 2 a 8をマスクした状態で、ステップS 1 2を行う。この際、マスクで覆われている範囲には被覆層が形成されない。そして、マスクを除去することで、第1端子2 2の第1おもて面2 2 a 6上に第1接合領域2 2 a 8が開口されて第1酸化膜2 2 bを形成することができる。第2端子2 3に対しても、同様に、第2接合領域2 3 a 8が開口されて第2酸化膜2 3 bを形成することができる。

[0100] 次いで、ケース用の金型に部品をセットするセット工程を行う（ステップS 1 3）。この際の部品は、第1端子2 2、第2端子2 3、U端子2 6 a、V端子2 6 b、W端子2 6 c、並びに、制御端子である。第1端子2 2及び第2端子2 3をセットする際には、第1端子2 2上に第2端子2 3を配置して構成される端子積層部2 4をセットする。

[0101] 次いで、このようなケース用の金型内に、ケース材料を充填するインサート成形工程を行う（ステップS 1 4）。ステップS 1 3で部品がセットされた金型内にケース材料を充填し、ケース材料を硬化する。なお、ここでのケース材料は、例えば、PPS樹脂である。ケース材料の硬化後、金型を離脱して、図1に示されたケース2 0が得られる。

[0102] なお、このように製造されたケース2 0を、半導体ユニット3が接合された放熱板3 7上にセットする。この際、ケース2 0の収納領域2 1 e 1, 2 1 e 2, 2 1 e 3に半導体ユニット3が収納される。半導体ユニット3とケース2 0の各種端子とを電氣的に接続する配線工程並びに収納領域2 1 e 1, 2 1 e 2, 2 1 e 3内に封止部材を充填することで半導体モジュール2が得られる。

- [0103] 上記半導体モジュール 2 は、銅または銅合金を主成分とする第 1 導電板 2 2 a と、第 1 導電板 2 2 a と対向する第 2 裏面 2 3 a 7 及び第 2 裏面 2 3 a 7 から連続する側面を有し、銅または銅合金を主成分とする第 2 導電板と、第 2 導電板の裏面及び側面に設けられ、電気絶縁性であって、第 2 導電板 2 3 a の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する第 2 酸化膜 2 3 b と、を備える。第 1 導電板 2 2 a の第 1 配線部 2 2 a 2 と第 2 導電板 2 3 a の第 2 配線部 2 3 a 2 との間の絶縁部材として、第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b が用いられている。それによって、耐湿性を改善することができる。このため、使用期間が長くなっても、第 1 端子 2 2 と第 2 端子 2 3 との間の絶縁性の低下を抑制することができる。
- [0104] さらに、絶縁紙を用いる場合よりも、第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b と枠部 2 1 を構成する熱可塑性樹脂との間の接着性がよい。このため、端子積層部 2 4 とケース 2 0 との間の密着性が向上する。また、第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b は、絶縁紙を用いた場合と比べて、絶縁破壊が発生する可能性も低くなる。
- [0105] また、第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 は、第 1 導電板 2 2 a 及び第 2 導電板 2 3 a の間が第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b により絶縁性が維持されるため、第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 の間に別途絶縁部材が不要となる。このため、端子積層部 2 4 の小型化が可能となり、半導体モジュール 2 を小型化することができる。
- [0106] なお、第 1 端子 2 2 の第 1 接合領域 2 2 a 8 には正極の端子が、第 2 端子 2 3 の第 2 接合領域 2 3 a 8 には負極の端子が接合される。すると、第 1 端子 2 2 における通電方向と第 2 端子 2 3 における通電方向とが逆方向となる。これによって、インダクタンスが相殺される結果としてインダクタンスの低減効果が得られる。ここで、第 1 端子 2 2 と第 2 端子 2 3 との間の厚さ方向の長さを短縮することができるため、インダクタンスの低減効果がさらに増強され、第 1 端子 2 2 と第 2 端子 2 3 との間のインダクタンスをさらに低減することができる。

[0107] 次に、第1の実施の形態の変形例1-1について説明する。第1の実施の形態では、第1導電板22a及び第2導電板23aを、アルミニウムを含む溶液51に浸して、第1導電板22a及び第2導電板23aの表面に被覆層を付着させ、陽極酸化法により当該被覆膜を酸化させている。変形例1-1では、第1導電板22a及び第2導電板23aにクラッド材が用いられている場合である。変形例1-1の半導体モジュール2は、クラッド材を利用した端子積層部24を含んでいる。変形例1-1の半導体モジュール2は、端子積層部24以外は、第1の実施の形態と同様である。

[0108] このような変形例1-1の半導体モジュール2に含まれるケース20の製造方法について、図12を用いて説明する。図12は、第1の実施の形態の変形例1-1の半導体モジュールに含まれるケースの製造方法を示すフローチャートである。なお、図12に示すケース20の製造方法は、半導体モジュール2の製造方法に含まれる。図9のフローチャートと同様の工程は説明を簡略する。

[0109] まず、図9のフローチャートと同様に、ケース22の製造部品を用意する用意工程を行う（ステップS10）。ここでは、各種端子の部材として用いられるクラッド材が用意される。クラッド材について図13を用いて説明する。図13は、第1の実施の形態の変形例1-1の半導体モジュールに含まれる用意工程を説明するための図である。なお、クラッド材22cについて、図13（A）は、平面図、図13（B）は、+X方向に見た側面図、図13（C）は、-Y方向に見た側面図である。

[0110] クラッド材22cは、導電板22c2と導電板22c2のおもて面及び裏面にそれぞれ形成されたクラッド膜22c1とを含む。導電板22c2は、クラッド材22cの母材であって、第1の実施の形態の第1導電板22aと同様に、銅あるいは銅を主成分とする合金である。クラッド膜22c1は、アルミニウムを主成分として構成されている。クラッド材22cは、導電板のおもて面及び裏面にクラッド膜22c1が設けられ圧力をかけて、圧延されて形成されたものである。このようにして、導電板22c2にクラッド膜

22c1が圧着されると、導電板22c2の金属とクラッド膜22c1の金属とが圧力によって原子間結合される圧延接合によって、接合材を用いずに、接合される。このため、クラッド膜22c1は導電板22c2から剥離しにくい。

[0111] 次いで、クラッド材22cから端子を成形する端子成形工程を行う（ステップS11a）。端子成形工程について、図14を用いて説明する。図14は、第1の実施の形態の変形例1-1の半導体モジュールに含まれる端子成形工程及び酸化工程を説明するための図である。なお、図14（A）は、端子成形工程後を示す平面図である。図14（B）は、後述する酸化工程後を示す平面図である。

[0112] ステップS10で用意したクラッド材22cに対して、第1の実施の形態の第1導電板22a及び第2導電板23aの形状に対応するようにプレス加工（せん断加工）を行う。このようにしてプレス加工されたクラッド材22cは、図14（A）に示されるような形状が得られる。なお、図14（A）は、図示されていないものの、第1導電板22aのおもて面及び裏面にクラッド膜22c1がそれぞれ形成されている。また、図示を省略するものの、第2導電板23aのおもて面及び裏面にもクラッド膜がそれぞれ形成されている。

[0113] 次いで、このような第1導電板22aのクラッド膜22c1を酸化する酸化工程を行う（ステップS12）。ステップS11aで成形した第1導電板22a及び第2導電板23aに設けられたクラッド膜22c1を酸化するために、第1の実施の形態と同様に、陽極酸化処理法が行われる。これにより、第1導電板22aのおもて面及び裏面のクラッド膜22c1が酸化されて第1酸化膜22a2となり、第1端子22が得られる。

[0114] また、このような第1端子22では、第1接続部22a1のおもて面及び裏面にも第1酸化膜22a2が形成されている。第1接続部22a1の第1酸化膜22a2は除去してよい。除去することで、図14（B）に示される、第1端子22が得られる。なお、図示を省略するものの、第2端子23も

また同様にして得られる。

[0115] なお、ここでは、ステップS 1 0の用意工程でクラッド材2 2 cを用意し、このクラッド材2 2 cに対して、ステップS 1 1 aの端子成形工程及びステップS 1 2の酸化工程を行う場合を例に挙げている。この場合に限らずに、ステップS 1 0の用意工程で、クラッド材2 2 cに対して端子成形工程及び酸化工程を行って、第1端子2 2を用意してもよい。第2端子2 3についても同様である。

[0116] 以上のように第1端子2 2及び第2端子2 3が得られると、以降のステップS 1 3, S 1 4は、第1の実施の形態の図9のステップS 1 3, S 1 4と同様の処理が行われて、ケース2 0が得られる。このように製造されたケース2 0を含む半導体モジュール2について、図1 5及び図1 6を用いて説明する。図1 5は、第1の実施の形態の変形例1-1の端子積層部の断面図であり、図1 6は、第1の実施の形態の変形例1-1の接合領域が除去された端子積層部の断面図である。なお、図1 5及び図1 6は、第1の実施の形態の図7及び図8に対応する。

[0117] 変形例1-1の端子積層部2 4もまた、図1 5に示されるように、第1端子2 2と第2端子2 3とを含んでいる。変形例1-1の端子積層部2 4でも、平板状の第1端子2 2の上に、平板状の第2端子2 3が積層されている。第1端子2 2に含まれる先端面2 2 a 3が、第2端子2 3に含まれる先端面2 3 a 3よりも、外側（-X方向）に延伸して、第1端子2 2に含まれる第1接合領域2 2 a 8に対応する範囲が表出している。また、端子積層部2 4は、第1端子の先端面2 2 a 3が枠部2 1の第1側部2 1 aに対して同一平面を成して、枠部2 1に固定されている。

[0118] 第1端子2 2は、第1の実施の形態の図7の場合と同様に、第1導電板2 2 aと第1酸化膜2 2 bとを含む。第1端子2 2は、既述の通り、クラッド材2 2 cから得られるものである。このため、第1酸化膜2 2 bは、第1導電板2 2 aの第1配線部2 2 a 2のおもて面2 2 a 6及び裏面2 2 a 7のみに形成されている。第1酸化膜2 2 bは、第1導電板2 2 aの第1配線部2

2 a 2の先端面2 2 a 3、後端面（符号を省略）及び第1側面2 2 a 4, 2 2 a 5には形成されていない。

[0119] 第2端子2 3もまた、第1の実施の形態の図7の場合と同様に、第2導電板2 3 aと第2酸化膜2 3 bとを含む。第2端子2 3もまた、既述の通り、クラッド材2 2 cから得られるものである。このため、第2酸化膜2 3 bは、第2導電板2 3 aの第2配線部2 3 a 2のおもて面2 3 a 6及び裏面2 3 a 7のみに形成されている。第2酸化膜2 3 bは、第2導電板2 3 aの第2配線部2 3 a 2の先端面2 3 a 3、後端面（符号を省略）及び第2側面2 3 a 4, 2 3 a 5には形成されていない。

[0120] このように第1端子2 2及び第2端子2 3は、共に、第1酸化膜2 2 b及び第2酸化膜2 3 bが第1導電板2 2 a及び第2導電板2 3 aの先端面2 2 a 3, 2 3 a 3、第1側面2 2 a 4, 2 2 a 5及び第2側面2 3 a 4, 2 3 a 5並びに後端面に形成されていない。このため、第1端子2 2及び第2端子は、絶縁性を維持するために、平面視で、先端面2 2 a 3, 2 3 a 3間、第1側面2 2 a 4, 2 2 a 5及び第2側面2 3 a 4, 2 3 a 5間、後端面間の沿面距離を第1の実施の形態の図7の場合よりも長く取ることが望ましい。例えば、第1端子2 2の先端面2 2 a 3は、第1の実施の形態の図7の場合よりも、第2端子2 3の先端面2 3 a 3から-X方向に延伸してよい。また、第1側面2 2 a 4, 2 2 a 5は、第1の実施の形態の場合よりも、第2側面2 3 a 4, 2 3 a 5から±Y方向にそれぞれ延伸してよい。

[0121] また、変形例1-1の積層端子部2 4の第1端子2 2及び第2端子2 3にも、後述する第1接続端子4 3及び連結部材4 1がそれぞれ接合される（後述する図19を参照）。この際、第1端子2 2の第1接合領域2 2 a 8に対応する第1酸化膜2 2 bにも、第1の実施の形態と同様に、レーザ照射が行われる。この際、例えば、第1導電板2 2 a 2の第1酸化膜2 2 bにおいて、平面視で、先端面2 2 a 3から+X方向に所定の長さであって、第1側面2 2 a 4, 2 2 a 5を横切る範囲がレーザ照射により除去されてよい。

[0122] 第2端子2 3の第2接合領域2 3 a 8に対応する第2酸化膜2 3 bに、同

様に、レーザ照射が行われる。この際、例えば、第2導電板23a2の第2酸化膜23bにおいて、平面視で、先端面23a3から+X方向に所定の長さであって、第2側面23a4、23a5を横切る範囲がレーザ照射により除去されてよい。

[0123] この結果、図16に示されるように、先端面22a3側の第1酸化膜22bが除去され、第1導電板22aの第1接合領域22a8が露出される。先端面23a3側の第2酸化膜23bが除去され、第2導電板23aの第2接合領域23a8が露出される。なお、第1酸化膜22b及び第2酸化膜23bのレーザ照射によって除去される範囲は一例である。図8に示した範囲を除去してもよい。また、第1酸化膜22b及び第2酸化膜23bを除去するためには、レーザ照射以外に、第1の実施の形態と同様に、やすりによる研磨、フライスによる切削を用いてよい。

[0124] [第2の実施の形態]

次に、第2の実施の形態について、図17及び図18を用いて説明する。図17は、第2の実施の形態の半導体装置の斜視図であり、図18は、第2の実施の形態のキャパシタの斜視図である。なお、図18(A)は、キャパシタ4の斜視図であり、図18(B)は、図18(A)とは反対方向からのキャパシタ4の斜視図である。なお、第2の実施の形態では、半導体装置1は第1の実施の形態の半導体モジュール2を含み、第1の実施の形態の半導体モジュール2とキャパシタ4とが接続されている。第2の実施の形態では、第1の実施の形態の半導体モジュール2と同様の構成については同様の符号を付して、それらの説明については、簡略化、または、省略する。

[0125] また、ここでは、第1の実施の形態の図7に示した第1端子22及び第2端子23について、第1接合領域22a8及び第2接合領域23a8が露出されていない場合を例に挙げて説明する。

[0126] 第2の実施の形態の半導体装置1は、図17に示されるように、半導体モジュール2とキャパシタ4とを含んでいる。この際、半導体モジュール2とキャパシタ4とはできる限り近接して、互いの側部が対向するように配置さ

れている。連結部材41a, 41b, 41cが半導体モジュール2とキャパシタ4とを電氣的に接続すると共に機械的に連結する。この際、連結部材41a, 41b, 41cは、キャパシタ4側及び半導体モジュール2側に線状のレーザ溶接痕42a, 42bが生じている。なお、連結部材41a, 41b, 41cの個数及び幅は一例である。半導体モジュール2に含まれる端子積層部24の個数及び幅に応じて、連結部材41a, 41b, 41cの個数及び幅が選択される。なお、以後、連結部材41a, 41b, 41cは、必要に応じて、特に区別しない場合には、連結部材41として説明する。

[0127] キャパシタ4は、図18に示されるように、ケース40と第1接続端子43と絶縁シート47と第2接続端子44とを含んでいる。ケース40は、キャパシタ本体である。ケース40は、蓋部40aと収納ケース40bからなり、蓋部40aに、第1接続端子43と絶縁シート47と第2接続端子44とが配置されている。収納ケース40b内には、N極及びP極を有するキャパシタ素子が、複数収納されている。蓋部40aと収納ケース40bの材質は、例えば、エポキシ樹脂である。第1接続端子43は、その他端部はケース40内で全てのキャパシタ素子のN極に電氣的に接続されている。第1接続端子43の一端部は、ケース40の第1側面40c側へ外部に延伸されている。第1接続端子43のケース40から延伸している部分は、側面視で略L字状を成している（図18を参照）。略L字状を成す第1接続端子43は、図18で後述するように、第1接続導通部431と第1接続配線部432とを含む。第1接続導通部431は、他端部がケース40内でキャパシタ素子のN極と電氣的に接続されて、ケース40の蓋部40aのおもて面から鉛直に外部に延出している。第1接続配線部432は、第1接続導通部431に対して略直交して、ケース40の蓋部40aのおもて面に略平行に第1側面40c側に延伸している。また、第1接続端子43のケース40の蓋部40aから延伸している部分（第1接続配線部432）は、平面視で、第1接続部分43a、第2接続部分43b、第3接続部分43cに分かれて櫛歯状を成している。なお、図18（B）では、第1接続部分43a、第2接続部

分43b、第3接続部分43cの符号の図示を省略している。この第1接続部分43a、第2接続部分43b、第3接続部分43cの幅は、半導体モジュール2の収納領域21e1、21e2、21e3（第1端子22）の幅にそれぞれ対応している。第1接続端子43は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅あるいは銅を主成分とする合金である。

[0128] 第2接続端子44は、その他端部はケース40内で全てキャパシタ素子のP極に電氣的に接続されている。第2接続端子44の一端部は、ケース40の蓋部40aのおもて面の第1側面40cから外部に延伸されている。第2接続端子44は、第1接続端子43に対して、第1側面40cの反対側に離間して設けられている。第2接続端子44のケース40から延伸している部分は、側面視で略L字状を成している（図18を参照）。略L字状を成す第2接続端子44は、図18で後述するように、第2接続導通部441と第2接続配線部442とを含む。第2接続導通部441は、他端部がケース40内でキャパシタ素子のP極と電氣的に接続されて、ケース40のおもて面から鉛直に外部に延伸している。第2接続配線部442は、第2接続導通部441に対して略直交して、ケース40のおもて面に略平行に第1側面40cの反対側に延伸している。第2接続端子44は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅あるいは銅を主成分とする合金である。

[0129] 絶縁シート47は、第1接続端子43よりも長く、ケース40の第1接続端子43と第2接続端子44との間から外部に延伸している。したがって、ケース40の外部にて、第1接続端子43と第2接続端子44とは絶縁シート47により絶縁性が維持される。絶縁シート47は、可撓性を備え、絶縁性を有する絶縁材により構成されている。このような絶縁材は、例えば、全芳香族ポリアミドポリマーによる絶縁紙、フッ素系、ポリイミド系の樹脂材料により形成されたシート状のものが適用される。

[0130] また、絶縁シート47の先端部は、平面視で、第1取付部分47a、第2

取付部分 4 7 b、第 3 取付部分 4 7 c に分かれて櫛歯状を成している。なお、図 1 8 (B) では、第 1 取付部分 4 7 a、第 2 取付部分 4 7 b、第 3 取付部分 4 7 c の符号の図示を省略している。この第 1 取付部分 4 7 a、第 2 取付部分 4 7 b、第 3 取付部分 4 7 c の幅は、半導体モジュール 2 の収納領域 2 1 e 1, 2 1 e 2, 2 1 e 3 の幅にそれぞれ対応している。

[0131] 次に、連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c について説明する (図 1 7 を参照)。連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c は、平面視で平板状を成している。連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c の一端部の幅は、半導体モジュール 2 の収納領域 2 1 e 1, 2 1 e 2, 2 1 e 3 (第 2 端子 2 3) の幅に対応している。連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c の厚さは、第 2 端子 2 3 の厚さよりも薄く構成されている。連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c の一端部は、半導体モジュール 2 の第 2 端子 2 3 の第 2 おもて面 2 3 a 6 に存在する第 2 接合領域 2 3 a 8 にレーザ溶接により接合されている。連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c の他端部は、キャパシタ 4 の第 2 接続端子 4 4 にレーザ溶接により接合されている。レーザ溶接による接合は、連続的にレーザ光を発射するシームレーザ、パルス状のレーザ光を照射するスポットレーザのいずれでもよい。図 1 7 では、シームレーザにより接合している場合を示している。このため、図 1 7 の連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c には、キャパシタ 4 側及び半導体モジュール 2 側にそれぞれ直線状のレーザ溶接痕 4 2 a, 4 2 b が表示されている。なお、連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c のこれらの接合の詳細に関しては、後述する。

[0132] 連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅あるいは銅を主成分とする合金である。なお、第 2 の実施の形態では、3 つの第 2 端子 2 3 に対して 3 つの連結部材 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c をそれぞれ接合させている。これに限らず、第 1 接続端子 4 3、絶縁シート 4 7 のように、平板状の連結部材の半導体モジュール 2 側の端部は第 2 端子 2 3 に対応するように櫛歯状に分かれた形状であってもよい。

[0133] 次に、半導体装置 1 の半導体モジュール 2 とキャパシタ 4 との接続機構について、図 19 を用いて説明する。図 19 は、第 2 の実施の形態の半導体装置に含まれるキャパシタと半導体モジュールの断面図である。なお、図 19 は、図 17 に示す一点鎖線 X-X における断面図である。なお、図 19 は、図 17 の半導体装置 1 の他の連結部材 41b, 41c の断面でも同様の構成を成す。

[0134] 半導体装置 1 では、キャパシタ 4 の第 1 接続端子 43 の第 1 接続配線部 432 が、半導体モジュール 2 の第 1 端子 22 の第 1 おもて面 22a6 の第 1 接合領域 22a8 において、第 1 接合部 221 で接合されている。また、キャパシタ 4 の第 2 接続端子 44 の第 2 接続配線部 442 に第 3 接合部 443 で接合された連結部材 41 が、半導体モジュール 2 の第 2 端子 23 の第 2 おもて面 23a6 の第 2 接合領域 23a8 において、第 2 接合部 231 で接合されている。なお、第 2 接合部 231 及び第 3 接合部 443 は、連結部材 41 に形成されたレーザ溶接痕 42b, 42a を含む。同様に、第 1 接合部 221 は、第 1 接続端子 43 の第 1 接続配線部 432 に形成されたレーザ溶接痕（図示を省略）を含む。

[0135] すなわち、図示を省略するものの、キャパシタ 4 の第 1 接続端子 43 の第 1 接続配線部 432 の第 1 接続部分 43a と第 2 接続部分 43b と第 3 接続部分 43c とが、半導体モジュール 2 の第 1 端子 22 に第 1 接合部 221 により接合されている。また、キャパシタ 4 の第 2 接続端子 44 の第 2 接続配線部 442 が連結部材 41 に第 3 接合部 443 により接合されている。半導体モジュール 2 の第 2 端子 23 が連結部材 41 に第 2 接合部 231 により接合されている。この接合は、図 8 に例示したように、第 1 端子 22 の第 1 酸化膜 22b 及び第 2 端子 23 の第 2 酸化膜 23b に予めレーザを照射すること等によって、第 1 導電板 22a 及び第 2 導電板 23a が第 1 酸化膜 22b 及び第 2 酸化膜 23b の開口部分から露出された第 1 接合領域 22a8 及び第 2 接合領域 23a8 において行ってもよい。この場合、第 1 接合部 221 及び第 2 接合部 231 が第 1 酸化膜 22b 及び第 2 酸化膜 23b の開口部分

を通過している。

[0136] しかしながら、第2の実施の形態では、第1端子22及び第2端子23は、図7に示したように、第1接合領域22a8及び第2接合領域23a8が露出されていない。この場合、例えば、キャパシタ4の第1接続端子43の第1接続配線部432を、第1端子22に接合する際にレーザを照射することによって形成されたレーザ溶接痕が、第1接続端子43の第1接続配線部432及び第1酸化膜22bを通過して、第1導電板22aまで到達する際には、必ずしも第1接合領域22a8における第1酸化膜22bを予め除去しておく必要はない。同様に、第2接合領域23a8における第2酸化膜23bも予め除去しておく必要がない。

[0137] 第1接合部221は、半導体モジュール2の第1端子22とキャパシタ4の第1接続端子43との間が既述のレーザ溶接によって接合された箇所である。第1端子22にキャパシタ4の第1接続端子43が配置されて、第1接続端子43の上方から第1接続端子43に向けてレーザ光が照射される。このレーザ光は、第1接続端子43をそのおもて面から下方（-Z方向）に向かって溶融し、さらに、第1端子22の第1酸化膜22b及び第1導電板22aを溶融する。この際、第1接続端子43の第1接続配線部432のおもて面の溶融箇所にレーザ溶接痕が形成される。但し、レーザ光は第1導電板22aを貫通しない範囲で溶融する。このように溶融した箇所が凝固することで生成された第1接合部221は、第1接続端子43のおもて面から第1端子22（第1導電板22a）の途中まで及んでいる。このようにして、半導体モジュール2の第1端子22とキャパシタ4の第1接続端子43とが第1接合部221により接合される。

[0138] キャパシタ4の絶縁シート47は第1接続端子43を上側から覆って、半導体モジュール2側に折れ曲がっている。この際、キャパシタ4から外部に延伸している部分は、絶縁シート47の方が、第1接続端子43よりも長い。絶縁シート47の先端部は、第1接続端子43の上部を超えると、半導体モジュール2の第1端子22のうちで、積層された第2端子23が重ならな

い部分であるテラス部 2 2 2 上に沿うように延びている。テラス部 2 2 2 は、平面視において第 2 接合部 2 3 1 から第 1 接合部 2 2 1 に向かう方向へ延伸する。また、絶縁シート 4 7 の先端部は、第 2 端子 2 3 の手前まで延伸している。すなわち、テラス部 2 2 2 と絶縁シート 4 7 の間の±Z方向の間隙と比較すると、絶縁シート 4 7 の先端部と連結部材 4 1 との間の±Z方向の間隙の方が大きい。また、この際の第 1 接続端子 4 3 の先端面から第 2 端子 2 3 の先端面までの間隔は、6 mm 以上、12.5 mm 以下である。また、図示を省略するものの、絶縁シート 4 7 の先端部の第 1 取付部分 4 7 a と第 2 取付部分 4 7 b と第 3 取付部分 4 7 c とが、半導体モジュール 2 の第 1 端子 2 2 上までそれぞれ及んでいる。

[0139] 第 2 接合部 2 3 1 では、半導体モジュール 2 の第 2 端子 2 3 とキャパシタ 4 の連結部材 4 1 との間が第 1 接合部 2 2 1 と同様にレーザ溶接によって接合された箇所である。この際、連結部材 4 1 のおもて面の溶融箇所にレーザ溶接痕 4 2 b が形成される。第 2 端子 2 3 に連結部材 4 1 が配置されて、連結部材 4 1 の上方から連結部材 4 1 に向けてレーザ光が照射される。このレーザ光は、連結部材 4 1 をそのおもて面から下方（−Z 方向）に向かって溶融し、さらに、第 2 端子 2 3 の第 2 酸化膜 2 3 b 及び第 2 導電板 2 3 a を溶融する。この際、連結部材 4 1 のおもて面の溶融箇所にレーザ溶接痕 4 2 b が形成される。但し、レーザ光は第 2 導電板 2 3 a を貫通しない範囲で溶融する。このように溶融した箇所が凝固することで生成された第 2 接合部 2 3 1 は、連結部材 4 1 のおもて面から第 2 端子 2 3（第 2 導電板 2 3 a）の途中まで及んでいる。このようにして、半導体モジュール 2 の第 2 端子 2 3 と連結部材 4 1 とが第 2 接合部 2 3 1 により接合される。

[0140] キャパシタ 4 の第 2 接続端子 4 4 の第 2 接続配線部 4 4 2 のおもて面は、半導体モジュール 2 の第 2 端子 2 3 のおもて面と同一平面を成している。そして、連結部材 4 1 の一端部がキャパシタ 4 の第 2 接続端子 4 4 の第 2 接続配線部 4 4 2 に第 3 接合部 4 4 3 で接合され、連結部材 4 1 の他端部が半導体モジュール 2 の第 2 端子 2 3 に第 2 接合部 2 3 1 で接合される。この際、

第2接合部231及び第3接合部443が、第1接合部221に対して平行に配置されている。

[0141] また、図示を省略するものの、連結部材41a、41b、41cの他端部は、半導体モジュール2の第2端子23の第2接合部231に接合されている。これにより、連結部材41は、キャパシタ4の第2接続端子44と、半導体モジュール2の第2端子23とを電氣的に接続する。このような連結部材41の裏面とキャパシタ4の第1接続端子43の第1接続配線部432のおもて面との間には間隙が構成されている。絶縁シート47はこの間隙に設けられる。このため、第1接続端子43は、連結部材41及び第2接続端子44に対して絶縁性が維持される。また、絶縁シート47は、図19の状態に限らず、この間隙の中で、連結部材41の裏面、第1接続端子43のおもて面、第2端子23の先端部に接触していてもよい。

[0142] 第2の実施の形態の半導体装置1に含まれる半導体モジュール2は、既述の通り、第1導電板22aの第1配線部22a2と第2導電板23aの第2配線部23a2との間の絶縁部材として、第1酸化膜22b及び第2酸化膜23bが用いられている。それによって第1の実施の形態と同様の効果が得られる。また、半導体モジュール2の第1端子22及び第2端子23とキャパシタ4の第1接続端子43及び連結部材41とがレーザ溶接により接合される。この場合、レーザ光により、第1端子22及び第2端子23の第1酸化膜22b及び第2酸化膜23bを溶融して、半導体モジュール2の第1端子22の第1配線部22a2及び第2端子23の第2配線部23a2とキャパシタ4の第1接続端子43及び連結部材41と接合することができる。このため、第1端子22及び第2端子23の第1酸化膜22b及び第2酸化膜23bに開口を形成する工程を省略することができる。

[0143] また、第2の実施の形態では、図7に示した第1の実施の形態の半導体モジュール2の第1端子22及び第2端子23とキャパシタ4の第1接続端子43及び連結部材41とがレーザ溶接により接合する場合を例示している。この場合に限らず、図15に示した第1の実施の形態の変形例の半導体モジ

ジュール 2 の第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 とキャパシタ 4 の第 1 接続端子 4 3 及び連結部材 4 1 とをレーザ溶接による同様に接合してよい。

[0144] なお、図 8 の場合と同様に、図 1 6 に示したように、第 1 の実施の形態の変形例の半導体モジュール 2 の第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 のあらかじめ開口された第 1 接合領域及び第 2 接合領域とキャパシタ 4 の第 1 接続端子 4 3 及び連結部材 4 1 とをレーザ溶接により同様に接合してよい。

[0145] [第 3 の実施の形態]

第 3 の実施の形態の半導体モジュール 2 について図 2 0 ~ 図 2 2 を用いて説明する。図 2 0 は、第 3 の実施の形態の半導体モジュールの斜視図であり、図 2 1 は、第 3 の実施の形態の半導体モジュールの断面図であり、図 2 2 は、第 3 の実施の形態の半導体モジュールの平面図である。なお、図 2 1 は、図 2 0 の半導体装置 1 を +Y 方向に見た側面視である。図 2 2 は、図 2 0 の半導体モジュール 2 を -Z 方向に見た平面図である。

[0146] 半導体モジュール 2 は、少なくとも、ケース 2 0 と出力端子 2 8 と制御端子 2 5 と端子積層部 2 4 とを含んでよい。ケース 2 0 は、絶縁回路基板及び半導体チップ（いずれも図示を省略）を封止している。このようなケース 2 0 は、例えば、熱硬化性樹脂を主成分として構成されてよい。熱硬化性樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、マレイミド樹脂、ポリエステル樹脂である。熱硬化性樹脂は、さらに、フィラーが添加されてよい。フィラーは、例えば、セラミックスであってよい。セラミックスは、絶縁性で高熱伝導を有する。ケース 2 0 は、熱硬化性樹脂により、例えば、立方体状に成形されて、第 1 側部 2 1 a と第 2 側部 2 1 b と第 3 側部 2 1 c と第 4 側部 2 1 d と天面 2 1 f と底面 2 1 g とを含んでいる。ケース 2 0 は実質的に立方体状であってよい。角部が R 面取り、C 面取りされてよい。天面 2 1 f 及び底面 2 1 g は、平面視で矩形状を成している。第 1 側部 2 1 a、第 2 側部 2 1 b、第 3 側部 2 1 c、第 4 側部 2 1 d は、平面視で、天面 2 1 f 及び底面 2 1 g の四方を順に取り囲んでいる。第 1 側部 2 1 a、第 3 側部 2 1 c は、長手方向（±Y 方向）に平行であり（ケース 2 0 の長辺に対応）、第 2 側

部 2 1 b, 第 4 側部 2 1 d は、ケース 2 0 の短手方向 (± X 方向) に平行である (同様に短辺に対応)。

[0147] 絶縁回路基板は、絶縁板と、絶縁板の裏面に形成された金属板と、絶縁板のおもて面に形成された複数の配線板とを有している。絶縁板、複数の配線板及び金属板は、第 1 の実施の形態の絶縁板 3 1、配線板 3 2 a ~ 3 2 i 及び金属板 3 3 と同様の材質で構成される。複数の配線板は、第 3 の実施の形態の半導体モジュール 2 の機能が実現可能である配線板を含んでよい。後述する出力端子 2 8 及び制御端子 2 5 は、複数の配線板のうち所定の配線板に接続される。

[0148] 半導体チップは、第 1 の実施の形態の半導体チップ 3 4 a ~ 3 4 d と同様である。半導体チップは、絶縁回路基板における配線板に接合部材を介して配置されている。出力端子 2 8 は、ケース 2 0 内で絶縁回路基板の所定の導電パターンに電氣的に接続されて、ケース 2 0 の第 2 側部 2 1 b から外部に延伸している。この際、出力端子 2 8 は第 2 側部 2 1 b に対して垂直 (− X 方向) に外部に延伸している。なお、当該所定の導電パターンは、半導体チップの出力電極に電氣的に接続されている。出力端子 2 8 は、少なくとも、ケース 2 0 の第 2 側部 2 1 b から外部に延伸している部分は平板状を成している。出力端子 2 8 の外部に延伸している部分には貫通孔が形成されてよい。このような出力端子 2 8 は、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、アルミニウム、または、少なくともこれらの一種を主成分とする合金である。出力端子 2 8 の表面に対して、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金である。

[0149] 制御端子 2 5 は、ケース 2 0 内で絶縁回路基板の所定の導電パターンに電氣的に接続されて、ケース 2 0 の天面 2 1 f から天面 2 1 f に対して垂直 (+ Z 方向) に外部に延伸している。当該所定の導電パターンは、半導体チップの制御電極に電氣的に接続されている。また、当該所定の導電パターンは

、半導体チップの出力電極に電氣的に接続されてよい。この場合の当該所定の導電パターンに電氣的に接続されている制御端子25は、半導体チップに流れるセンス電流が流れる。

[0150] また、制御端子25は、天面21fの第3側部21c側に、第3側部21cに沿って複数設けられてよい。制御端子25の天面21f側が保護部により保護されてよい。この場合の保護部は、ケース20と同じ材質により構成されてよい。

[0151] 端子積層部24は、ケース20内で絶縁回路基板の所定の導電パターンに電氣的に接続されて、ケース20の第4側部21dから外部に延伸している。この際、端子積層部24は第4側部21dに対して垂直（+X方向）に外部に延伸している。端子積層部24は、外部から正極及び負極がそれぞれ接続される。当該所定の導電パターンは、半導体チップの出力電極、入力電極に電氣的に接続されている。

[0152] このような端子積層部24の詳細について、図23～図25を用いて説明する。図23は、第3の実施の形態の第1端子及び第2端子の平面図であり、図24は、第3の実施の形態の第1端子及び第2端子の断面図であり、図25は、第3の実施の形態の第1端子及び第2端子の断面図である。なお、図23～図25では、ケース20の端子積層部24を覆う部分は破線で示している。図24及び図25は、図23の一点鎖線Y1-Y1、Y2-Y2における断面図をそれぞれ示している。第3の実施の形態の端子積層部24は、第1接続部22a1及び第2接続部23a1を除いて、第1の実施の形態の端子積層部24と同様の構成を成している。第3の実施の形態では、第1の実施の形態の端子積層部24と同様の構成については同様の符号を付して、それらの説明については、簡略化、または、省略する。

[0153] 端子積層部24は、第1端子22と第2端子23とを含み、第1端子22は第2端子23上に積層している。端子積層部24は、図24及び図25に示されるように、第1端子22に含まれる第1配線部22a2に対応する部分と第2端子23に含まれる第2配線部23a2に対応する部分とがケース

20に封止されて固定されている。

[0154] 第1端子22は、第1導電板22aと第1酸化膜22bとを含んでいる。さらに、第1導電板22aは、第1接続部22a1と第1配線部22a2とを含んでいる。第1配線部22a2は、第1の実施の形態と同様である。第1酸化膜22bの材質並びに第1配線部22a2に対する被覆する範囲並びに被覆方法は、第1の実施の形態と同様である。

[0155] 第1接続部22a1は、第1配線部22a2の先端面22a3の反対側の後端面（図示を省略）に一体的に接続されて、 $-X$ 方向に延伸している。第1接続部22a1及び第1配線部22a2の厚さは同一かつ均一であってよい。第1接続部22a1は、当該後端面の第1側面22a4側の一か所に形成されている。第1接続部22a1の $-Y$ 方向の側部は、図18に示されるように、平面視で、第1側面22a4に同一平面を成してよい。第1接続部22a1の $\pm Y$ 方向の幅は、第1配線部22a2の同方向の幅の30%以上、50%以下であってよい。

[0156] 第1接続部22a1は、図25に示されるように、 $-X$ 方向に延伸する途中で $-Z$ 方向に屈曲している。このような第1接続部22a1の先端部の裏面は、第1配線部22a2の裏面と同一平面を成してよい。第1接続部22a1は、図示を省略する絶縁回路基板の所定の導電パターンに接合される。なお、この際の接合は、既述の接合部材、または、超音波接合であってよい。

[0157] 第2端子23は、第1の実施の形態と同様に、第1端子22に積層して配置されている。第2端子23は、第2導電板23aと第2酸化膜23bとを含んでいる。さらに、第2導電板23aは、第2接続部23a1と第2配線部23a2とを含んでいる。第2配線部23a2は、第1の実施の形態と同様である。第2酸化膜23bの材質並びに第2配線部23a2に対する被覆する範囲並びに被覆方法は、第1の実施の形態と同様である。

[0158] 第2接続部23a1は、第2配線部23a2の先端面23a3の反対側の後端面（図示を省略）に一体的に接続されて、 $-X$ 方向に延伸している。第

第2接続部23a1及び第2配線部23a2の厚さは同一かつ均一であってよい。第2接続部23a1は、当該後端面の第2側面23a5側の一か所に形成されている。第2接続部23a1の+Y方向の側部は、図23に示されるように、平面視で、第2側面23a5に同一平面を成してよい。第2接続部23a1の±Y方向の幅は、第1配線部22a2の同方向の幅の30%以上、50%以下であってよい。したがって、第1端子22に第2端子23を積層すると、第2接続部23a1は第1接続部22a1に重なることはない（図23を参照）。

[0159] 第2接続部23a1は、図25に示されるように、-X方向に延伸する途中で-Z方向に屈曲している。このような第2接続部23a1の先端部の裏面は、第1配線部22a2の裏面及び第1接続部22a1の裏面と同一平面を成してよい。第2接続部23a1は、図示を省略する絶縁回路基板の所定の導電パターンに接合される。なお、この際の接合は、既述の接合部材、または、超音波接合であってよい。

[0160] 第3の実施の形態の半導体モジュール2でもまた、既述の通り、第1導電板22aの第1配線部22a2と第2導電板23aの第2配線部23a2との間の絶縁部材として、第1酸化膜22b及び第2酸化膜23bが用いられている。それによって第1の実施の形態と同様の効果が得られる。また、このような半導体モジュール2の端子積層部24の第1端子22及び第2端子23に対して外部端子を接合する場合には、第2の実施の形態と同様に、第1端子22の第1接合領域22a8及び第2端子23の第2接合領域23a8に対して外部端子をそれぞれ配置して、第2の実施の形態と同様に、レーザ照射を行うことで、第1端子22及び第2端子23に対して外部端子をそれぞれ接合できる。

[0161] 次に、第3の実施の形態の変形例3-1について説明する。変形例3-1の積層端子部24に含まれる第1端子22及び第2端子23は、変形例1-1と同様にクラッド材が用いられている。変形例3-1の半導体モジュール2は、積層端子部24は、第1の実施の形態と同様の構成を成している。こ

の場合の積層端子部 2 4 について、図 2 6 を用いて説明する。図 2 6 は、第 3 の実施の形態の変形例 3 - 1 の第 1 端子及び第 2 端子の断面図である。なお、図 2 6 は、図 2 5 に対応している。

[0162] 端子積層部 2 4 は、第 1 端子 2 2 と第 2 端子 2 3 とを含み、第 1 端子 2 2 は第 2 端子 2 3 上に積層している。端子積層部 2 4 は、図 2 6 に示されるように、第 1 端子 2 2 に含まれる第 1 配線部 2 2 a 2 に対応する部分と第 2 端子 2 3 に含まれる第 2 配線部 2 3 a 2 に対応する部分とがケース 2 0 に封止されて固定されている。

[0163] 第 1 端子 2 2 は、第 3 の実施の形態の図 2 5 の場合と同様に、第 1 導電板 2 2 a と第 1 酸化膜 2 2 b とを含む。第 1 端子 2 2 は、変形例 1 - 1 と同様にクラッド材 2 2 c から得られるものである。このため、第 1 酸化膜 2 2 b は、第 1 導電板 2 2 a の第 1 配線部 2 2 a 2 のおもて面 2 2 a 6 及び裏面 2 2 a 7 のみに形成されている。第 1 酸化膜 2 2 b は、第 1 導電板 2 2 a の第 1 配線部 2 2 a 2 の先端面 2 2 a 3、後端面（符号を省略）及び第 1 側面 2 2 a 4、2 2 a 5 には形成されていない。

[0164] 第 2 端子 2 3 もまた、第 3 の実施の形態の図 2 5 の場合と同様に、第 2 導電板 2 3 a と第 2 酸化膜 2 3 b とを含む。第 2 端子 2 3 もまた、変形例 1 - 1 と同様にクラッド材 2 2 c から得られるものである。このため、第 2 酸化膜 2 3 b は、第 2 導電板 2 3 a の第 2 配線部 2 3 a 2 のおもて面 2 3 a 6 及び裏面 2 3 a 7 のみに形成されている。第 2 酸化膜 2 3 b は、第 2 導電板 2 3 a の第 2 配線部 2 3 a 2 の先端面 2 3 a 3、後端面（符号を省略）及び第 2 側面 2 3 a 4、2 3 a 5 には形成されていない。

[0165] このように第 1 端子 2 2 及び第 2 端子 2 3 は、共に、第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b が第 1 導電板 2 2 a 及び第 2 導電板 2 3 a の先端面 2 2 a 3、2 3 a 3、第 1 側面 2 2 a 4、2 2 a 5 及び第 2 側面 2 3 a 4、2 3 a 5 並びに後端面に形成されていない。このため、変形例 3 - 1 の第 1 端子 2 2 及び第 2 端子もまた、絶縁性を維持するために、先端面 2 2 a 3、2 3 a 3 間、第 1 側面 2 2 a 4、2 2 a 5 及び第 2 側面 2 3 a 4、2 3 a 5 間、

後端面間の沿面距離を第1の実施の形態の図7の場合よりも長く取ることが望ましい。例えば、第1端子22の先端面22a3は、第1の実施の形態の図7の場合よりも、第2端子23の先端面23a3から-X方向に延伸してよい。また、第1側面22a4、22a5は、第1の実施の形態の場合よりも、第2側面23a4、23a5から±Y方向にそれぞれ延伸してよい。

[0166] 次に、第3の実施の形態の変形例3-2について説明する。変形例3-2の端子積層部24は、図23～図25に示した端子積層部24に対してさらにもう一層、端子を増やして3層である場合である。この場合の端子積層部24について、図27を用いて説明する。図27は、第3の実施の形態の変形例3-2の第1端子、第2端子及び第3端子の断面図である。なお、図27は、変形例の端子積層部24において、図24及び図25の断面図に対応している。

[0167] 変形例の端子積層部24は、三相出力端子（U端子、V端子、W端子）を含んでいる。この端子積層部24は、図27に示されるように、図24及び図25の端子積層部24の第2端子23上に、さらに、第3端子29が設けられている。端子積層部24に含まれる第3端子29は、U端子、第1端子22はV端子、第2端子23はW端子として機能する。なお、第1端子22の第1接続部22a1及び第2端子23の第2接続部23a1の記載は省略している。

[0168] 第3端子29は、第2端子23の第2接合領域23a8に対応する範囲が表出するように、第2端子23に-X方向に位置ずれて配置されている。このような第3端子29もまた、第3導電板29aと第3酸化膜29bとを含んでいる。さらに、第3導電板29aは、第3接続部（図示を省略）と第3配線部29a2とを含んでいる。

[0169] 第3配線部29a2は、第1の実施の形態の第1配線部22a2及び第2配線部23a2と同様の材質及び形状である。第3配線部29a2の±Y方向の幅は、第1端子22の第1配線部22a2及び第2端子23の第2配線部23a2の同方向の幅と等しい。第3酸化膜29bの材質並びに第3配線

部 2 9 a 2 に対する被覆する範囲並びに被覆方法は、第 1 の実施の形態の第 1 酸化膜 2 2 b 及び第 2 酸化膜 2 3 b と同様である。

[0170] 第 3 接続部は、第 3 配線部 2 9 a 2 の先端面 2 9 a 3 の反対側の後端面（図示を省略）に一体的に接続されて、 $-X$ 方向に延伸している。第 3 接続部及び第 3 配線部 2 9 a 2 の厚さは同一かつ均一であってよい。第 3 接続部は、平面視で、第 1 端子 2 2 の第 1 接続部 2 2 a 1 及び第 2 端子 2 3 の第 2 接続部 2 3 a 1 に重ならないように第 3 配線部 2 9 a 2 に形成されてよい。

[0171] また、第 3 接続部は、側面視で（ $\pm Y$ 方向に見て）、 $-X$ 方向に延伸する途中で $-Z$ 方向に屈曲している。このような第 3 接続部の先端部の裏面は、第 1 配線部 2 2 a 2 の裏面及び第 1 接続部 2 2 a 1 の裏面と同一平面を成してよい。第 3 接続部は、第 1 接続部 2 2 a 1 及び第 2 接続部 2 3 a 1 と共に、図示を省略する絶縁回路基板の所定の導電パターンに接合される。なお、この際の接合は、既述の接合部材、または、超音波接合であってよい。

[0172] このような構成の変形例 3-2 の端子積層部 2 4 は、図 2 7 に示されるように、第 1 端子 2 2 に含まれる第 1 配線部 2 2 a 2 に対応する部分と第 2 端子 2 3 に含まれる第 2 配線部 2 3 a 2 に対応する部分と第 3 端子 2 9 に含まれる第 3 配線部 2 9 a 2 に対応する部分がケース 2 0 に封止されて固定されている。

[0173] 第 3 の実施の形態の変形例 3-2 の半導体モジュール 2 でもまた、既述の通り、第 1 導電板 2 2 a の第 1 配線部 2 2 a 2 と第 2 導電板 2 3 a の第 2 配線部 2 3 a 2 と第 3 導電板 2 9 a の第 3 配線部 2 9 a 2 の間の絶縁部材として、第 1 酸化膜 2 2 b と第 2 酸化膜 2 3 b と第 3 酸化膜 2 9 b とが用いられている。それによって第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。

[0174] また、このような半導体モジュール 2 の端子積層部 2 4 の第 1 端子 2 2、第 2 端子 2 3 及び第 3 端子 2 9 に対して外部端子を接合する場合には、第 2 の実施の形態と同様に、第 1 端子 2 2 の第 1 接合領域 2 2 a 8、第 2 端子 2 3 の第 2 接合領域 2 3 a 8 及び第 3 端子 2 9 の第 3 接合領域 2 9 a 8 に対して外部端子をそれぞれ配置して、第 2 の実施の形態と同様に、レーザ照射を

行うことで、第1端子22、第2端子23及び第3端子29に対して外部端子をそれぞれ接合できる。

[0175] 次に、第3の実施の形態の変形例3-3について説明する。変形例3-2の積層端子部24に含まれる第1端子22、第2端子23及び第3端子29に、変形例1-1と同様にクラッド材が用いられている。変形例3-3の半導体モジュール2は、積層端子部24は、変形例3-2と同様の構成を成している。この場合の積層端子部24について、図28を用いて説明する。図28は、第3の実施の形態の変形例3-3の第1端子、第2端子及び第3端子の断面図である。なお、図28は、図27に対応している。

[0176] 端子積層部24は、第1端子22と第2端子23と第3端子29とを含み、第2端子23は第1端子22上に、第3端子29は第2端子23上にそれぞれ積層している。端子積層部24は、図28に示されるように、第1端子22に含まれる第1配線部22a2に対応する部分と第2端子23に含まれる第2配線部23a2に対応する部分と第3端子29に含まれる第3配線部29a2に対応する部分がケース20に封止されて固定されている。

[0177] 第1端子22及び第2端子23は、図26に示した変形例3-1と同様である。第3端子29は、変形例3-2の図27の場合と同様に、第3導電板29aと第3酸化膜29bとを含む。第3端子29は、変形例1-1と同様にクラッド材22cから得られたものである。このため、第3酸化膜29bは、第3導電板29aの第3配線部29a2のおもて面29a6及び裏面29a7のみに形成されている。第3酸化膜29bは、第3導電板29aの第3配線部29a2の先端面29a3、後端面（符号を省略）及び第3側面（図示を省略）には形成されていない。なお、第3側面は、第1導電板22aの第1側面22a4、22a5に対応する。

[0178] 変形例3-3でも、第1端子22及び第2端子23もまた、変形例3-1と同様に、絶縁性を維持するために、先端面22a3、23a3間、第1側面22a4、22a5及び第2側面23a4、23a5間、後端面間の沿面距離を第1の実施の形態の図7の場合よりも長く取ることが望ましい。

[0179] また、第2端子23及び第3端子29は、共に、第2酸化膜23b及び第3酸化膜29bが第2導電板23a及び第3導電板29aの先端面23a3、29a3、第2側面23a4、23a5及び第3側面並びに後端面に形成されていない。このため、変形例3-3の第2端子23及び第3端子29もまた、絶縁性を維持するために、先端面23a3、29a3間、第2側面23a4、23a5及び第3側面間、後端面間の沿面距離を変形例3-2の図27の場合よりも長く取ることが望ましい。例えば、第2端子23の先端面23a3は、変形例3-2の図27の場合よりも、第3端子29の先端面29a3から-X方向に延伸してよい。また、第2側面23a4、23a5は、変形例3-2の場合よりも、第3側面から±Y方向にそれぞれ延伸してよい。

[0180] また、図28では、このような半導体モジュール2の端子積層部24の第1端子22の第1接合領域22a8、第2端子23の第2接合領域23a8及び第3端子29の第3接合領域29a8が、図27と同様に開口されている場合を示している。

[0181] 第1端子22及び第2端子23は、変形例1-1と同様に、レーザ照射により、第1接合領域22a8及び第2接合領域23a8に対応する第1酸化膜22b及び第2酸化膜23bが除去されている。第3端子29も同様に、レーザ照射により、第3接合領域29a8に対応する第3酸化膜29bが除去されている。第3端子29もまた、例えば、第3導電板29a2の第3酸化膜29bにおいて、平面視で、先端面29a3から-X方向に所定の長さであって、第3側面を横切る範囲がレーザ照射により除去されてよい。また、変形例3-3でも、第1酸化膜22bと第2酸化膜23bと第3酸化膜29bを除去するためには、レーザ照射以外に、第1の実施の形態と同様に、やすりによる研磨、フライスによる切削を用いてよい。

[0182] [第4の実施の形態]

第4の実施の形態の半導体装置について、図29及び図30を用いて説明する。図29は、第4の実施の形態の半導体装置の側面図であり、図30は

、第4の実施の形態の半導体装置の平面図である。なお、図29は、図30の半導体装置1を+Y方向に見た側面図である。

[0183] 半導体装置1は、図29に示されるように、半導体モジュール2とバスバー60とを含んでいる。半導体モジュール2は、外部接続端子27と制御端子25とセンス端子25eと本体部45とを含んでいる。外部接続端子27と制御端子25とセンス端子25eとは、本体部45のおもて面に垂直に配置されている。また、外部接続端子27と制御端子25とセンス端子25eとは、本体部45の内部で、半導体チップに電氣的に接続されている。なお、半導体モジュール2の詳細については後述する。このような半導体モジュール2が、図30に示されるように、互いの長辺が平行を成して3つ配列されている。

[0184] バスバー60は、P型導電板とN型導電板とが封止部63により封止されている。P型導電板及びN型導電板は、第1主端子接続部61c及び第2主端子接続部62cをそれぞれ含んでいる。第1外部接続部61a1及び第2外部接続部62a1は封止部63の側部から封止部63の外部に延伸している。また、バスバー60は、配列された3つの半導体モジュール2上に配置されている。バスバー60は、半導体モジュール2の外部接続端子27がそれぞれ挿通されている。外部接続端子27はそれぞれ、バスバー60内でN型導電板及びP型導電板に直接接続されている。なお、バスバー60の詳細については後述する。

[0185] 次に、半導体モジュール2について図31を用いて説明する。図31は、第4の実施の形態の半導体モジュールの断面図である。なお、図31は、図30の一点鎖線Y-Yにおける断面図である。

[0186] 半導体モジュール2は、図31に示されるように、絶縁回路基板30と半導体チップ34e、34fとプリント回路基板46と外部接続端子27と制御端子25とセンス端子25eと導電ポスト39a、39bとを備える。半導体モジュール2は、これらの部品が本体部45により封止されている。半導体モジュール2では、絶縁回路基板30の裏面が表出されるように本体部

45により封止されている。半導体モジュール2は、略立方体状（平面視で矩形状）を成すように本体部45により成形されている。但し、短辺の上面側はテーパ状に加工されている。

[0187] 絶縁回路基板30は、絶縁板31と絶縁板31の裏面に設けられた金属板33と絶縁板31のおもて面に設けられた配線板32j, 32kとを含んでいる。絶縁板31及び金属板33は、平面視で矩形状である。また、絶縁板31及び金属板33は、角部がR面取り、C面取りされていてもよい。金属板33の面積は、平面視で、絶縁板31の面積より小さく、絶縁板31の内側に形成されている。

[0188] 絶縁板31、金属板33、配線板32j, 32kについては、第1の実施の形態における絶縁板31、金属板33、配線板32a~32hと同様の材質によって構成されている。配線板32i, 32kは、第4の実施の形態の半導体モジュール2で必要とされる機能を実現することが可能な配線板を含んでもよい。

[0189] 半導体チップ34eは、スイッチング素子を含んでいる。スイッチング素子は、例えば、IGBT、パワーMOSFETである。半導体チップ34eがIGBTである場合には、裏面に主電極として入力電極（コレクタ電極）を、おもて面に、制御電極（ゲート電極）及び主電極として出力電極（エミッタ電極）をそれぞれ備えている。半導体チップ34eがパワーMOSFETである場合には、裏面に主電極として入力電極（ドレイン電極）を、おもて面に、制御電極（ゲート電極）及び主電極として出力電極（ソース電極）をそれぞれ備えている。上記の半導体チップ34eは、その裏面が配線板32j上に、接合部材（図示を省略）により接合されている。半導体チップ34eのおもて面の主電極に対しては、導電ポスト39aが電氣的、機械的に接合部材により接続される。また、半導体チップ34eのおもて面の制御電極に対しても同様に図示を省略する導電ポストが接続される。

[0190] また、半導体チップ34fは、ダイオード素子を含む。ダイオード素子は、例えば、SBD（Schottky Barrier Diode）、PiN（P-intrinsic-N）ダ

イオード等のFWDである。このような半導体チップ34fは、裏面に主電極として出力電極（カソード電極）を、おもて面に主電極として入力電極（アノード電極）をそれぞれ備えている。上記の半導体チップ34fは、その裏面が配線板32j上に、接合部材（図示を省略）により接合されている。半導体チップ34fのおもて面の主電極に対しても、導電ポスト39bが電氣的、機械的に接合部材により適直接続される。

[0191] プリント回路基板46は、水平に配置されている絶縁回路基板30に対向して設けられている。このようなプリント回路基板46は、絶縁板と絶縁板のおもて面に形成された複数の上部回路パターンを備えている。また、プリント回路基板46は、絶縁板の裏面に複数の下部回路パターンを備えている。さらに、プリント回路基板46は、おもて面から裏面に貫通する複数の貫通孔が所定の位置に形成されている。このようなプリント回路基板46に外部接続端子27と導電ポスト39a、39bとが適宜、上部回路パターン並びに下部回路パターンに電氣的に接続されている。さらにプリント回路基板46は、制御端子25とセンス端子25eとが電氣的に接続されている。制御端子25は、上部回路パターン並びに下部回路パターンを通じて導電ポスト39a、39bに電氣的に接続されている。センス端子25eは、上部回路パターン及び下部回路パターンを通じて、半導体チップ34eのエミッタ電極と半導体チップ34fのアノード電極と電氣的に接続されている。

[0192] 外部接続端子27は、プリント回路基板46の貫通孔に圧入されて挿通されている。この際、圧入箇所がはんだにより覆われている。外部接続端子27は、プリント回路基板46の上部回路パターン及び下部回路パターンに電氣的に接続されている。外部接続端子27は、一端部が絶縁回路基板30の配線板32j、32kにはんだを介して接合されている。このような外部接続端子27は、柱状であって、その断面は、円形または矩形状を成している。外部接続端子27は、導電性に優れた材質を主成分として構成されている。このような材質として、例えば、銀、銅、ニッケル、または、少なくともこれらの一種を含む合金等により構成されている。外部接続端子27の表面

に対して、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。このめっき処理の材料は、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金等がある。

[0193] 制御端子25及びセンス端子25eは、プリント回路基板46の貫通孔に圧入されて挿通されている。この際、圧入箇所がはんだにより覆われている。制御端子25及びセンス端子25eは、プリント回路基板46の上部回路パターン及び下部回路パターンに電氣的に接続されている。このような制御端子25及びセンス端子25eは、ピン状であって、その断面は、円形または矩形状を成している。また、制御端子25及びセンス端子25eの長さは、導電ポスト39a、39bの長さよりも十分長い。制御端子25a及びセンス端子25eは、導電性に優れた材質を主成分として構成されている。このような材質として、例えば、銀、銅、ニッケル、または、少なくともこれらの一種を含む合金等により構成されている。制御端子25及びセンス端子25eの表面に対して、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。このめっき処理の材料は、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金等がある。

[0194] 導電ポスト39a、39bは、プリント回路基板46の貫通孔に圧入されて挿通されている。この際、圧入箇所がはんだにより覆われている。導電ポスト39a、39bは、プリント回路基板46の上部回路パターン及び下部回路パターンに電氣的に接続されている。導電ポスト39a、39bは、一端部が半導体チップ34e、34fの主電極または制御電極にはんだを介してそれぞれ接合されている。このような導電ポスト39a、39bは、柱状であって、その断面は、円形または矩形状を成している。また、導電ポスト39a、39bの長さは、外部接続端子27の長さよりも十分短い。導電ポスト39a、39bは、導電性に優れた材質を主成分として構成されている。このような材質として、例えば、銀、銅、ニッケル、または、少なくともこれらの一種を含む合金等により構成されている。導電ポスト39a、39bの表面に対して、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。

。このめっき処理の材料は、ニッケル、ニッケル－リン合金、ニッケル－ボロン合金等がある。導電ポスト39a, 39bを接合する接合部材は、はんだ、または、金属焼結体である。はんだは、鉛フリーはんだが用いられる。鉛フリーはんだは、例えば、錫、銀、銅、亜鉛、アンチモン、インジウム、ビスマスの少なくとも2つを含む合金を主成分とする。はんだには、添加物が含まれてもよい。添加物は、例えば、ニッケル、ゲルマニウム、コバルトまたはシリコンである。はんだは、添加物が含まれることで、濡れ性、光沢、結合強度が向上し、信頼性の向上を図ることができる。金属焼結体で用いられる金属は、例えば、銀及び銀合金である。

[0195] このような外部接続端子27、制御端子25、センス端子25eは、下端部側が本体部45により封止されている。外部接続端子27、制御端子25、センス端子25eは、平面視で、半導体モジュール2のおもて面に長手方向に沿って、中心を通るように一直線上に配列されている。また、導電ポスト39a, 39bは本体部45により封止されている。

[0196] 本体部45は、封止部材に構成されている。封止部材は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、マレイミド樹脂等の熱硬化性樹脂と熱硬化性樹脂に含有される充填剤とを含んでいる。本体部45の封止部材の一例として、充填剤が含有されたエポキシ樹脂がある。充填剤は、無機物フィラーが用いられる。無機物フィラーの例として、酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化ホウ素または窒化アルミニウムがある。また、封止部材には、必要に応じた量の離型剤が含有されている。離型剤は、例えば、ワックス系、シリコーン系、フッ素系が用いられる。なお、このような本体部45により封止された半導体モジュール2では、その裏面で絶縁回路基板30の金属板33が表出されている。この際の金属板33は、本体部45の裏面と同一平面を成し、または、当該裏面から外部に突出していてもよい。

[0197] このような半導体モジュール2の裏面に冷却モジュール（図示を省略）をはんだまたは銀ろう等を介して取り付けてもよい。この際、半導体モジュール2の取付孔（図示を省略）と冷却モジュールとがネジ止めされる。これに

より、半導体モジュール2の放熱性を向上させることができる。この場合の冷却モジュールは、例えば、熱伝導性に優れた金属で構成されている。このような金属は、例えば、アルミニウム、鉄、銀、銅、または、少なくともこれらの一種を含む合金である。また、冷却モジュールとして、1または複数のフィンを含むヒートシンク、水冷による冷却装置等を適用することができる。このような冷却モジュールの表面に対しても、耐食性を向上させるために、めっき処理を行ってもよい。この際、用いられるめっき材は、例えば、ニッケル、ニッケルーリン合金、ニッケルーボロン合金である。

[0198] なお、半導体モジュール2は、絶縁回路基板30、半導体チップ34e、34f、プリント回路基板46等を封止部材で封止した本体部45を含んでいるに過ぎない。半導体モジュール2は、例えば、ケース内に、絶縁回路基板30、半導体チップ34e、34f、プリント回路基板46等を収納して、ケース内を封止部材で封止して、外部接続端子27、制御端子25、センス端子25e、導電ポスト39a、39bを上方に延伸させてもよい。

[0199] 次に、バスバー60について、図32～図34を用いて説明する。図32は、第4の実施の形態のバスバーの平面図であり、図33は、第4の実施の形態のバスバーの第1断面図であり、図34は、第4の実施の形態のバスバーの第2断面図である。なお、図33は、図32の一点鎖線Y-Yの断面図である。図34(A)、(B)は、図32の一点鎖線X1-X1、X2-X2のそれぞれの断面図である。

[0200] バスバー60は、図33に示されるように、積層体60aを封止する封止部63を備えている。積層体60aは、P型導通部61、N型導通部62が下から順に積層されて構成されている。

[0201] また、バスバー60は、封止部63のおもて面63a及び裏面63bを貫通する第1主端子接続部61c及び第2主端子接続部62cを含んでいる。第1主端子接続部61c及び第2主端子接続部62cは、封止部63の長手方向に沿ってそれぞれ（合わせて2列で）配列されている（図32を参照）。

[0202] P型導通部61及びN型導通部62は、いずれもシート状（平板状）を成している。P型導通部61は、第1導電板61aと第1酸化膜61bと第1主端子接続部61cとを含んでいる。第1導電板61aは、第1外部接続部61a1及び第1配線部61a2を一体的に含んでいる。第1導電板61aの厚さは全体的に略均一である。すなわち、第1外部接続部61a1と第1配線部61a2との厚さも略等しい。第1導電板61aは、導電性に優れた材質を主成分として構成されている。このような材質として、例えば、銅または銅合金が挙げられる。

[0203] 第1配線部61a2は、平面視で矩形状であって平板状を成している。第1配線部61a2は、おもて面、裏面及び4つの側面を備える。おもて面及び裏面は平面視で矩形状を成し、それぞれ同様のサイズである。第1配線部61a2は、少なくとも、図32に示される全ての第1主端子接続部61c及び第2主端子接続部62cが配置されている領域を含んでいる。

[0204] 第1配線部61a2は、第1主端子接続部61cが取り付けられて第1主端子接続部61cに電氣的に接続されている。また、第1配線部61a2は、第2主端子接続部62cが接触することなく貫通する第1貫通孔61a3が形成されている。このような第1貫通孔61a3は、平面視で、第1配線部61a2の-X方向側の辺に沿って3つ設けられている。

[0205] 第1配線部61a2の4つの側面は、おもて面及び裏面の四方を順に取り囲んで設けられている。これらの側面は、平面視で、図32に示す封止部63の一对の長辺（長手方向に平行）及び一对の短辺（短手方向に平行）にそれぞれ対応する。4つの側面のうち、-Y方向の側面（短手方向に平行）には、第1外部接続部61a1が接合される。第1外部接続部61a1はこの側面に対して垂直（-Y方向）に延伸している。

[0206] 第1外部接続部61a1は、平面視で矩形状であって平板状を成している。第1外部接続部61a1の±X方向の幅は、第1配線部61a2の±X方向の幅よりも小さい。第1外部接続部61a1の-Y方向の側面は、P型導通部61において-Y方向の最端部である。第1外部接続部61a1の+Y

方向の側面は、第1配線部61a2の-Y方向の側面に一体的に接合されている。

[0207] 第1酸化膜61bは、第1導電板61aの表面に設けられている。第1酸化膜61bは、第1配線部61a2のおもて面及び裏面並びにこれらを順に取り囲む側面にそれぞれ設けられている。第1酸化膜61bは、第1外部接続部61a1のおもて面及び裏面並びにこれらを順に取り囲む側面にそれぞれ設けられている。なお、第1酸化膜61bは、第1配線部61a2のうち第1貫通孔61a3の内側には設けられていない。また、第1酸化膜61bは、少なくとも、第1導電板61aの第1配線部61a2の表面に設けられればよい。

[0208] 第1主端子接続部61cは、筒状を成して、外部接続端子27が差し込まれる差し込み孔を含んでいる。第1主端子接続部61cは、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金である。第1主端子接続部61cの径は、外部接続端子27の径よりも小さくてもよい。この場合、外部接続端子27を第1主端子接続部61cに圧入することができる。第1主端子接続部61cは、第1配線部61a2に電氣的、かつ、機械的に取り付けられている。第1主端子接続部61cは、例えば、図33に示されるように、第1配線部61a2のおもて面に対して鉛直に取り付けられている。第1主端子接続部61cは、図32に示されるように、第1配線部61a2に対して長手方向に沿って、直線状にそれぞれ3つ取り付けられている。第1主端子接続部61cは積層体60aを貫通して第1配線部61a2に取り付けられている。

[0209] N型導通部62は、P型導通部61上に積層されている。このようなN型導通部62は、第2導電板62aと第2酸化膜62bと第2主端子接続部62cとを含んでいる。第2導電板62aは、第2外部接続部62a1及び第2配線部62a2を一体的に含んでいる。第2導電板62aの厚さは全体的に略均一である。すなわち、第2外部接続部62a1と第2配線部62a2との厚さも略等しい。第2導電板62aは、導電性に優れた材質を主成分と

して構成されている。このような材質として、例えば、銅または銅合金が挙げられる。

[0210] 第2配線部62a2は、平面視で矩形状であって平板状を成している。第2配線部62a2は、第1配線部61a2に、平面視で、同じ形状を成している。第2配線部62a2は、N型導通部62がP型導通部61上に積層されると、第1配線部61a2上に重なる。第2配線部62a2は、おもて面、裏面及び4つの側面を備える。おもて面及び裏面は平面視で矩形状を成し、それぞれ同様のサイズである。第2配線部62a2は、少なくとも、図32に示される全ての第1主端子接続部61c、第2主端子接続部62cが配置されている領域を含んでいる。

[0211] 第2配線部62a2は、第2主端子接続部62cが取り付けられて第2主端子接続部62cに電氣的に接続されている。また、第2配線部62a2は、第1主端子接続部61cが接触することなく貫通する第2貫通孔62a3が形成されている。このような第2貫通孔62a3は、平面視で、第2配線部62a2の+X方向側の辺に沿って3つ設けられている。

[0212] したがって、N型導通部62がP型導通部61上に積層されると、P型導通部61の第1主端子接続部61cは、第2配線部62a2の第2貫通孔62a3をそれぞれ貫通する。また、N型導通部62の第2主端子接続部62cは、第1配線部61a2の第1貫通孔61a3をそれぞれ貫通する。したがって、第1主端子接続部61cは第1導電板61aと、第2主端子接続部62cは第2導電板62aとそれぞれ同電位であって、第1主端子接続部61c及び第2主端子接続部62c間は異電位が維持される。

[0213] 第2配線部62a2の4つの側面は、おもて面及び裏面の四方を順に取り囲んで設けられている。これらの側面は、平面視で、図32に示す封止部63の一对の長辺（長手方向に平行）及び一对の短辺（短手方向に平行）にそれぞれ対応する。4つの側面のうち、-Y方向の側面（短手方向に平行）には、第2外部接続部62a1が接合される。第2外部接続部62a1はこの側面に対して垂直（-Y方向）に延伸している。

[0214] 第2外部接続部62a1は、平面視で矩形状であって平板状を成している。第2外部接続部62a1は、第1外部接続部61a1と同様の形状、サイズであってよい。第2外部接続部62a1の±X方向の幅は、第2配線部62a2の±X方向の幅よりも小さい。第2外部接続部62a1の−Y方向の側面は、N型導通部62において−Y方向の最端部である。第2外部接続部62a1の−Y方向の側面は、第2配線部62a2の−Y方向の側面に一体的に接合されている。したがって、N型導通部62がP型導通部61上に積層されると、第2外部接続部62a1は第1外部接続部61a1に、平面視で重なることがない。

[0215] 第2酸化膜62bは、第2導電板62aの表面に設けられている。第2酸化膜62bは、第2配線部62a2のおもて面及び裏面並びにこれらを順に取り囲む側面にそれぞれ設けられている。第2酸化膜62bは、第2外部接続部62a1のおもて面及び裏面並びにこれらを順に取り囲む側面にそれぞれ設けられている。なお、第2酸化膜62bは、第2配線部62a2のうち第2貫通孔62a3の内側には設けられていない。また、第1酸化膜61bは、少なくとも、第1導電板61aの第1配線部61a2の表面に設けられればよい。

[0216] 第2主端子接続部62cは、筒状を成して、外部接続端子27が差し込まれる差し込み孔を含んでいる。第2主端子接続部62cは、導電性に優れた金属により構成されている。このような金属は、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金である。第2主端子接続部62cの径は、外部接続端子27の径よりも小さくてもよい。この場合、外部接続端子27を第2主端子接続部62cに圧入することができる。第2主端子接続部62cは、第2配線部62a2に電氣的、かつ、機械的に取り付けられている。第2主端子接続部62cは、例えば、図33に示されるように、第2配線部62a2のおもて面に対して鉛直に取り付けられている。第2主端子接続部62cは、図32に示されるように、長手方向に沿って、直線状にそれぞれ3つ取り付けられている。第2主端子接続部62cは積層体60aを貫通して第

2配線部62a2に取り付けられている。

[0217] 封止部63は、このような積層体60aを封止している。封止部63は、略立方体状を成している。封止部63の角部並びに辺はR面取り、C面取りされていてもよい。封止部63は、積層体60aを、外部接続端子27がそれぞれ差し込まれる複数の差し込み孔である第1主端子接続部61c及び第2主端子接続部62cと、P型導通部61の第1外部接続部61a1及びN型導通部62の第2外部接続部62a1とを除いて封止している。すなわち、第1主端子接続部61c及び第2主端子接続部62cが封止部63のおもて面63a及び裏面63bを貫通している。なお、封止部63は、第1導電板61aの第1貫通孔61a3を貫通する第2主端子接続部62cの周囲を封止している。また、封止部63は、第2導電板62aの第2貫通孔62a3を貫通する第1主端子接続部61cの周囲を封止している。

[0218] 封止部63のおもて面63a及び裏面63bは、第1主端子接続部61c及び第2主端子接続部62cの貫通箇所上台座部60bがそれぞれ形成されている。台座部60bは、おもて面63a及び裏面63bよりも鉛直方向に突出しており、おもて面63aと裏面63bとの間の厚さよりも厚く構成されている。封止部63は、本体部45と同様の封止部材に構成されている。

[0219] このようなバスバー60でもまた、既述の通り、P型導通部61の第1配線部61a2とN型導通部62の第2配線部62a2との間の絶縁部材として、第1酸化膜61b及び第2酸化膜62bが用いられている。それによって第1の実施の形態と同様の効果が得られる。また、このようなバスバー60の積層体60aのP型導通部61及びN型導通部62に対して外部端子を接合する場合には、第2の実施の形態と同様に、P型導通部61の第1外部接続部61a1及びN型導通部62の第2外部接続部62a1に対して外部端子をそれぞれ配置して、第2の実施の形態と同様に、レーザ照射を行うことで、P型導通部61及びN型導通部62に対して外部端子をそれぞれ接合できる。

[0220] 上記については単に本発明の原理を示すものである。さらに、多数の変形

、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成及び応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例及び均等物は、添付の請求項及びその均等物による本発明の範囲とみなされる。

符号の説明

- [0221] 1 半導体装置
- 2 半導体モジュール
- 3 半導体ユニット
- 4 キャパシタ
- 20 ケース
- 21 枠部
- 21 a, 21 b, 21 c, 21 d 第1～第4側部
- 21 e 1, 21 e 2, 21 e 3 収納領域
- 21 f 天面
- 21 g 底面
- 22 第1端子（P端子）
- 22 a 第1導電板
- 22 a 1 第1接続部
- 22 a 2 第1配線部
- 22 a 3 先端面
- 22 a 4, 22 a 5 第1側面
- 22 a 6 第1おもて面
- 22 a 7 第1裏面
- 22 a 8 第1接合領域
- 22 b 第1酸化膜
- 22 b 1 被覆層
- 22 1 第1接合部
- 22 2 テラス部
- 22 c クラッド材

2 2 c 1 クラッド膜
2 2 c 2 導電板
2 3 第2端子（N端子）
2 3 a 第2導電板
2 3 a 1 第2接続部
2 3 a 2 第2配線部
2 3 a 3 先端面
2 3 a 4, 2 3 a 5 第2側面
2 3 a 6 第2おもて面
2 3 a 7 第2裏面
2 3 a 8 第2接合領域
2 3 b 第2酸化膜
2 3 1 第2接合部
2 4 端子積層部
2 5, 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c 制御端子
2 5 e センス端子
2 6 出力端子
2 6 a U端子
2 6 b V端子
2 6 c W端子
2 7, 2 7 a, 2 7 b 外部接続端子
2 8 出力端子
2 9 第3端子
2 9 a 第3導電板
2 9 a 2 第3配線部
2 9 a 3 先端面
2 9 a 6 第3おもて面
2 9 a 7 第3裏面

- 2 9 a 8 第3接合領域
- 2 9 b 第3酸化膜
- 3 0 絶縁回路基板
- 3 1 絶縁板
- 3 1 a, 3 1 c 長辺
- 3 1 b, 3 1 d 短辺
- 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c, 3 2 d, 3 2 e, 3 2 f, 3 2 g, 3 2 h, 3 2 i, 3 2 j, 3 2 k 配線板
- 3 3 金属板
- 3 4 a, 3 4 b, 3 4 c, 3 4 d, 3 4 e, 3 4 f 半導体チップ
- 3 5 a, 3 5 b, 3 5 c, 3 5 d リードフレーム
- 3 6 封止部材
- 3 7 放熱板
- 3 9 a, 3 9 b 導電ポスト
- 4 0 ケース
- 4 0 a 蓋部
- 4 0 b 収納ケース
- 4 0 c 第1側面
- 4 1, 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c 連結部材
- 4 2 a, 4 2 b レーザ溶接痕
- 4 3 第1接続端子
- 4 3 a 第1接続部分
- 4 3 b 第2接続部分
- 4 3 c 第3接続部分
- 4 4 第2接続端子
- 4 5 本体部
- 4 6 プリント回路基板
- 4 7 絶縁シート

- 4 7 a 第1 取付部分
- 4 7 b 第2 取付部分
- 4 7 c 第3 取付部分
- 4 3 1 第1 接続導通部
- 4 3 2 第1 接続配線部
- 4 4 1 第2 接続導通部
- 4 4 2 第2 接続配線部
- 4 4 3 第3 接合部
- 5 0 被膜容器
- 5 1 溶液
- 6 0 バスバー
- 6 0 a 積層体
- 6 0 b 台座部
- 6 1 P型導通部
- 6 1 a 第1 導電板
- 6 1 a 1 第1 外部接続部
- 6 1 a 2 第1 配線部
- 6 1 a 3 第1 貫通孔
- 6 1 b 第1 酸化膜
- 6 1 c 第1 主端子接続部
- 6 2 N型導通部
- 6 2 a 第2 導電板
- 6 2 a 1 第2 外部接続部
- 6 2 a 2 第2 配線部
- 6 2 a 3 第2 貫通孔
- 6 2 b 第2 酸化膜
- 6 2 c 第2 主端子接続部
- 6 3 封止部

6 3 a おもて面

6 3 b 裏面

請求の範囲

- [請求項1] 銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、
前記第1導電板と対向する主面及び前記主面から連続する側面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、
前記第2導電板の前記主面及び前記側面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層と、
を備える電子モジュール。
- [請求項2] 前記第1導電板は、前記第2導電板と対向する主面及び前記主面から連続する側面を有し、前記第1導電板の前記主面及び前記側面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第1導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備える、
請求項1に記載の電子モジュール。
- [請求項3] 前記第2導電板と対向する主面及び前記主面から連続する側面を有し、銅または銅合金を主成分とする第3導電板と、
前記第3導電板の前記主面及び前記側面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第3導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層と、
を備える請求項2に記載の電子モジュール。
- [請求項4] 前記第1導電板、前記第2導電板または前記第3導電板の前記主面及び前記側面に各々設けられた前記金属酸化物層は、酸化アルミニウムを含む、
請求項3に記載の電子モジュール。
- [請求項5] 前記第1導電板、前記第2導電板または前記第3導電板の前記主面及び前記側面に各々設けられた前記金属酸化物層の厚さは、 $20\mu\text{m}$ 以上である、
請求項3に記載の電子モジュール。
- [請求項6] 前記第1導電板の一部の端部は、前記第2導電板よりも外側に延伸

し、前記端部に前記第 1 導電板の表面が露出した第 1 接合領域を備える、

請求項 1 または 2 に記載の電子モジュール。

[請求項7] 前記第 2 導電板の前記主面は、反対側の他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第 2 導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備え、前記第 2 導電板の表面が露出した第 2 接合領域を備える、

請求項 1 または 2 に記載の電子モジュール。

[請求項8] 前記第 3 導電板の前記主面とは反対側の他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第 3 導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備え、前記第 3 導電板の表面が露出した第 3 接合領域を備える、

請求項 3 に記載の電子モジュール。

[請求項9] 端部に第 1 外部接続部を有する前記第 1 導電板と、
端部に第 2 外部接続部を有する前記第 2 導電板と、
を含み、

積層された前記第 1 導電板及び前記第 2 導電板に、複数の外部接続端子が差し込まれる複数の差し込み孔を有し、

前記複数の差し込み孔、前記第 1 外部接続部及び前記第 2 外部接続部を除いて、前記第 1 導電板及び前記第 2 導電板を封止する封止部材、

を具備するバスバー、

をさらに有する請求項 1 に記載の電子モジュール。

[請求項10] 銅または銅合金を主成分とする第 1 導電板と、
前記第 1 導電板と対向する主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第 2 導電板と、

前記第 2 導電板の前記主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第 2 導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物

層と、

を備える電子モジュール。

[請求項11] 銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面、前記主面から連続する側面、及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、前記第2導電板の前記主面、前記側面、及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備える第1電子モジュールと、

前記第2導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第4導電板と、

を備え、

前記第2導電板と前記第4導電板との接合部は、前記金属酸化物層を貫通する溶接痕を含んでいる電子装置。

[請求項12] 前記第1導電板は、前記第2導電板と対向する主面、前記主面から連続する側面、及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、前記第1導電板の前記主面、前記側面、及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第1導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備え、

前記第1導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第5導電板を更に備え、

前記第1導電板と前記第5導電板との接合部は、前記金属酸化物層を貫通する溶接痕を含んでいる、

請求項11に記載の電子装置。

[請求項13] 銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面、前記主面から連続する側面、及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、前記第2導電板の前記主面、前記側面、及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化

物を含有する金属酸化物層を備える第1電子モジュールと、

前記第2導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第4導電板と、

を備え、

前記第2導電板と前記第4導電板との接合部は、前記第2導電板の前記他の主面に設けられた前記金属酸化物層の開口領域を通過する溶接痕を含んでいる電子装置。

[請求項14]

前記第1導電板は、前記第2導電板と対向する主面、前記主面から連続する側面、及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、前記第1導電板の前記主面、前記側面、及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第1導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物物を含有する金属酸化物層を備え、

前記第1導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第5導電板を更に備え、

前記第1導電板と前記第5導電板との接合部は、前記第1導電板の前記主面に設けられた前記金属酸化物層の開口領域を通過する溶接痕を含んでいる、

請求項13に記載の電子装置。

[請求項15]

前記溶接痕はレーザ溶接痕である、

請求項11乃至14のいずれか一項に記載の電子装置。

[請求項16]

銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、前記第2導電板の前記主面及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物物を含有する金属酸化物層を備える第2電子モジュールと、

前記第2導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第4導電板と、

を備え、

前記第2導電板と前記第4導電板との接合部は、前記金属酸化物層を貫通する溶接痕を含んでいる電子装置。

[請求項17]

銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面及び前記主面とは反対側の他の主面を有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、前記第2導電板の前記主面及び前記他の主面に設けられ、電気絶縁性であって、前記第2導電板の金属とは異なる元素の金属酸化物を含有する金属酸化物層を備える第2電子モジュールと、

前記第2導電板に接合され、銅または銅合金を主成分とする第4導電板と、

を備え、

前記第2導電板と前記第4導電板との接合部は、前記第2導電板の前記他の主面に設けられた前記金属酸化物層の開口領域を通過する溶接痕を含んでいる電子装置。

[請求項18]

銅または銅合金を主成分とする第1導電板と、前記第1導電板と対向する主面と前記主面から連続する側面とを有し、銅または銅合金を主成分とする第2導電板と、を準備する用意工程と、

前記第2導電板の前記主面及び前記側面に設けられ、前記第1導電板の金属とは異なる元素を含有する被覆層を形成する被覆工程と、

前記被覆層を酸化して電気絶縁性の金属酸化物層を形成する酸化工程と、

を含む電子モジュールの製造方法。

[請求項19]

前記酸化工程は、陽極酸化で行われる、

請求項18に記載の電子モジュールの製造方法。

[請求項20]

前記第2導電板の金属とは異なる元素は、アルミニウムである、

請求項19に記載の電子モジュールの製造方法。

[請求項21]

銅または銅合金を主成分とする第1導電板の上面及び下面を、電気

絶縁性であって前記第1導電板の金属とは異なる元素を含有する被覆層で覆った第1端子を準備する第1用意工程と、

銅または銅合金を主成分とする第2導電板の上面及び下面を、電気絶縁性であって前記第1導電板の金属とは異なる元素を含有する被覆層で覆った第2端子を準備する第2用意工程と、

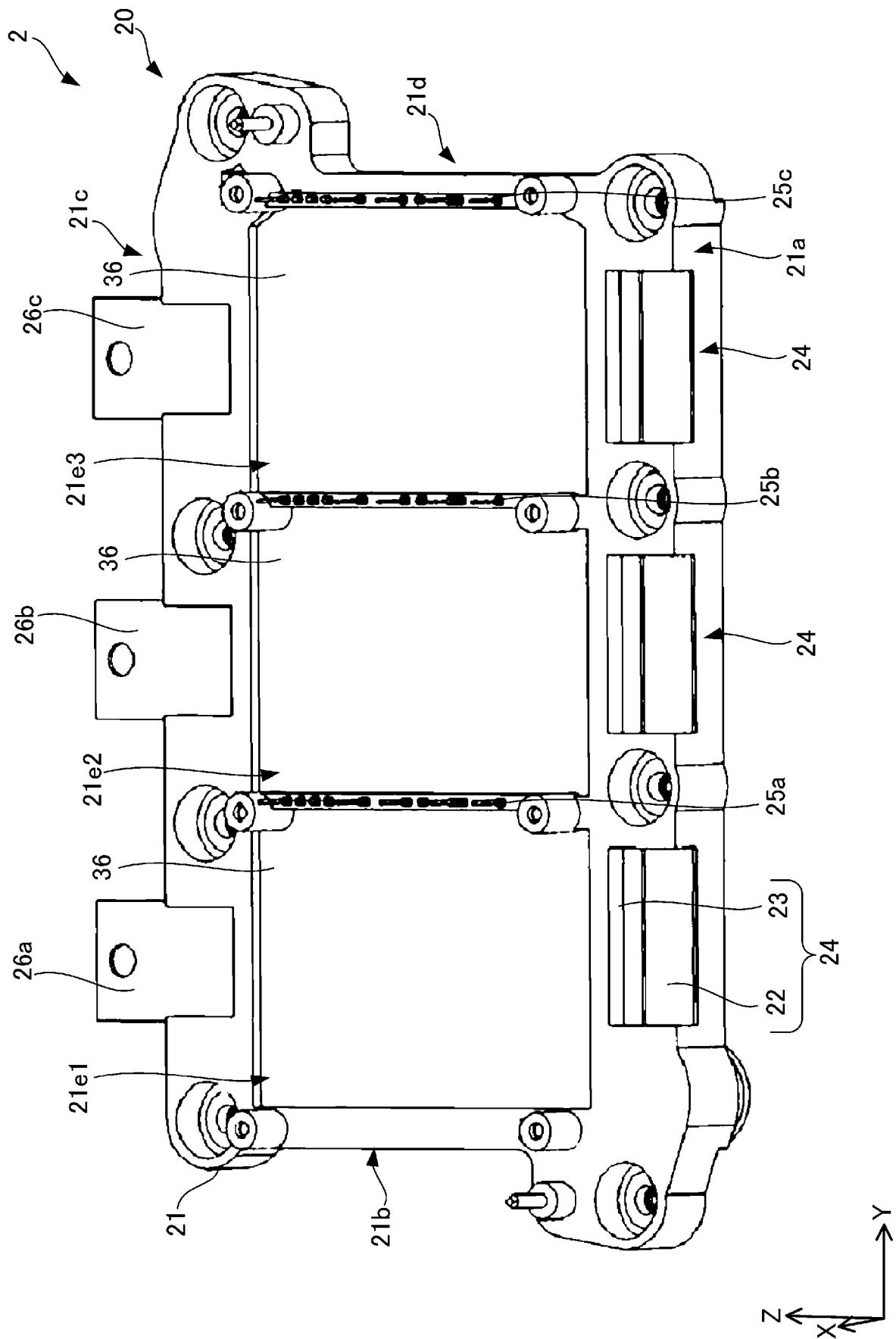
前記第1端子と前記第2端子を重ねる工程と、

前記第1端子及び前記第2端子を樹脂製のケースで固定する工程と

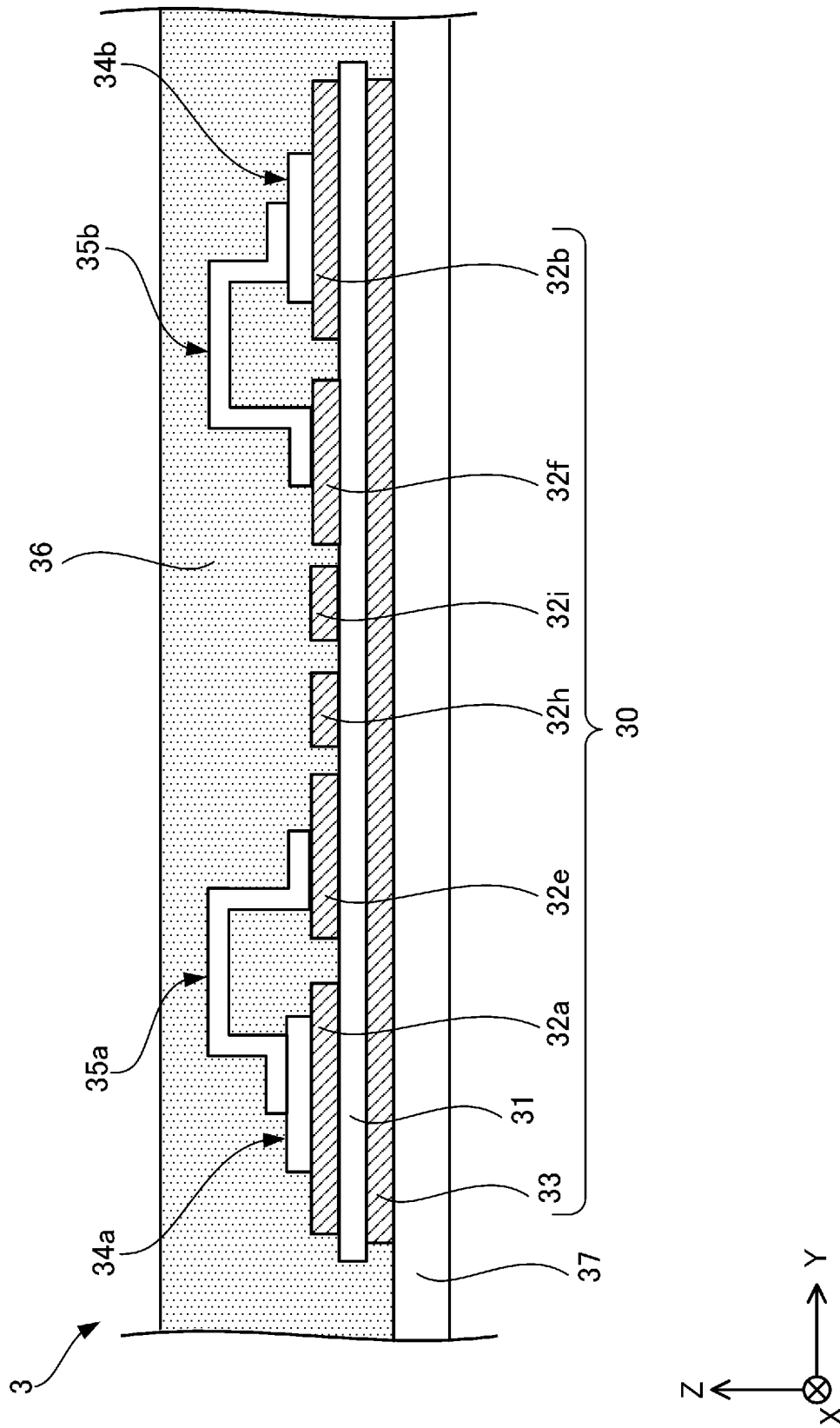
、

を含む電子モジュールの製造方法。

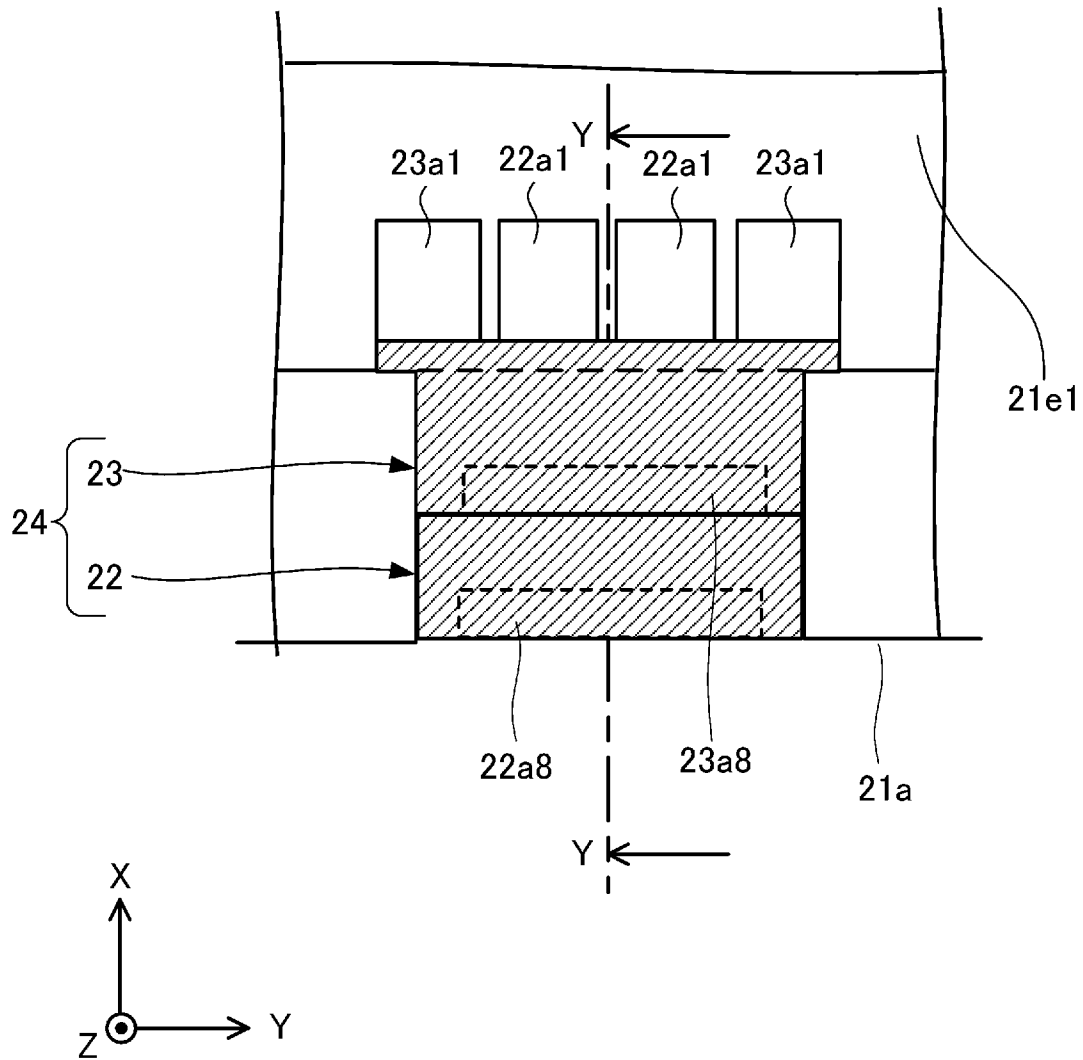
[図1]



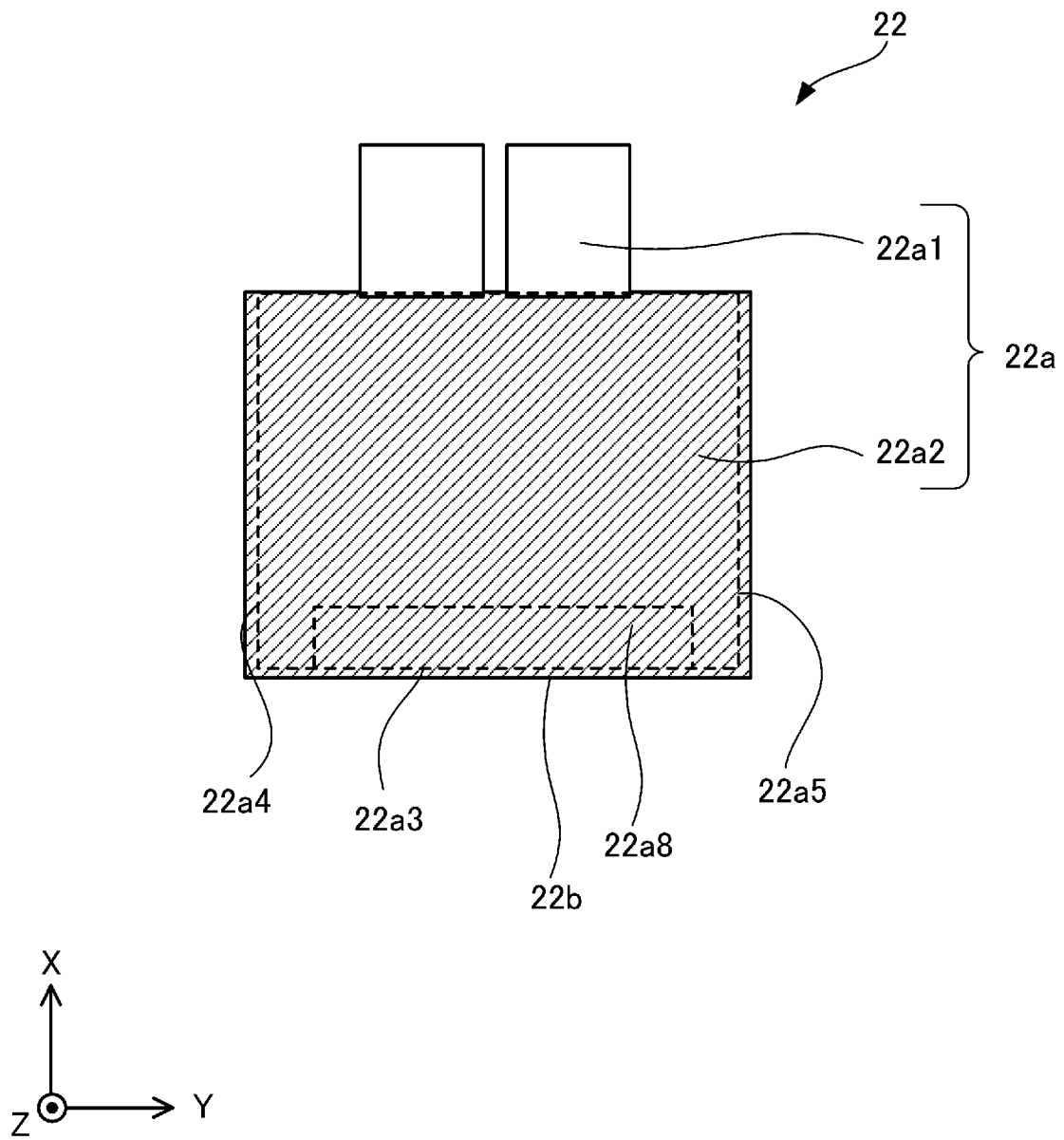
[図3]



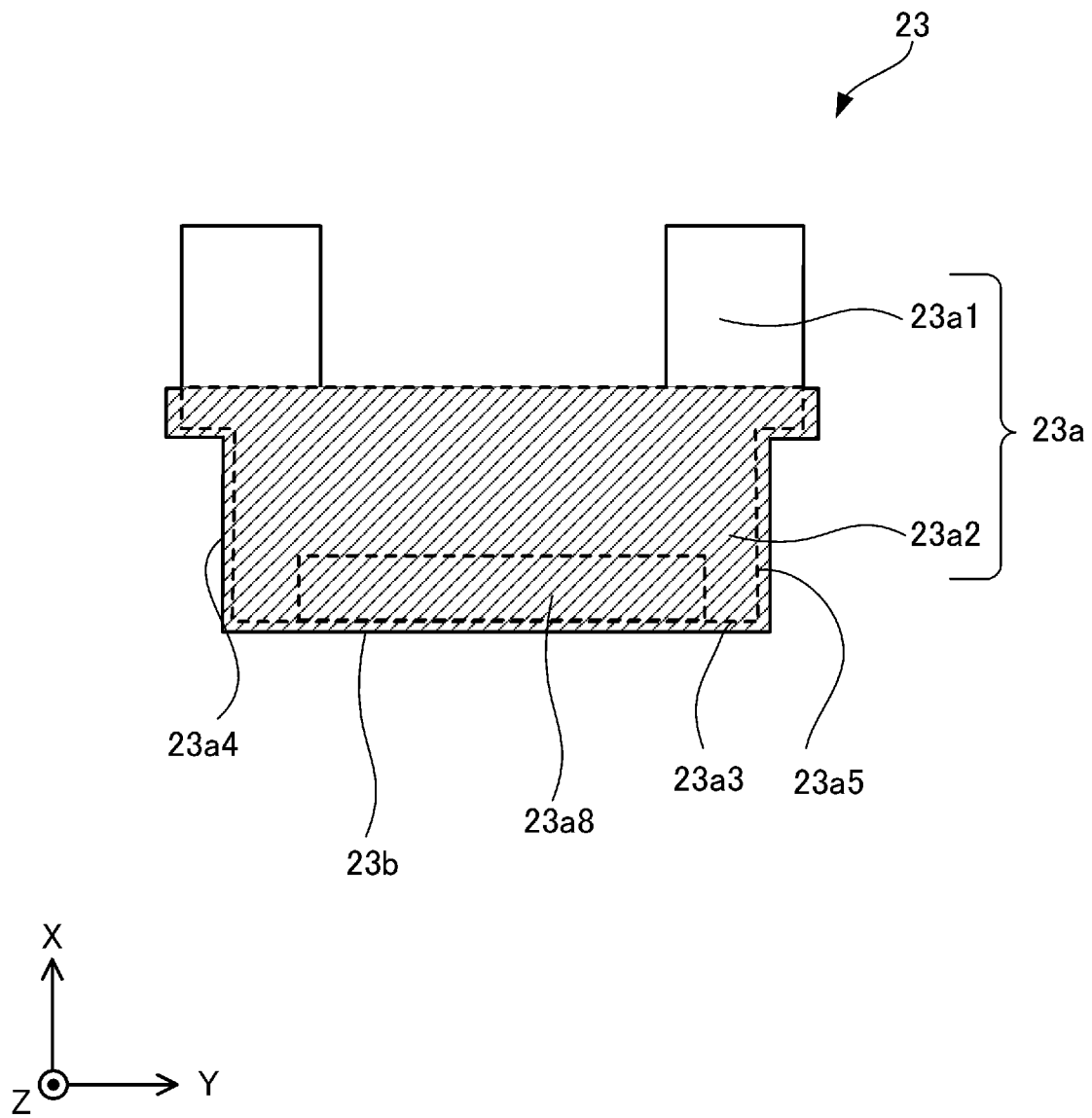
[図4]



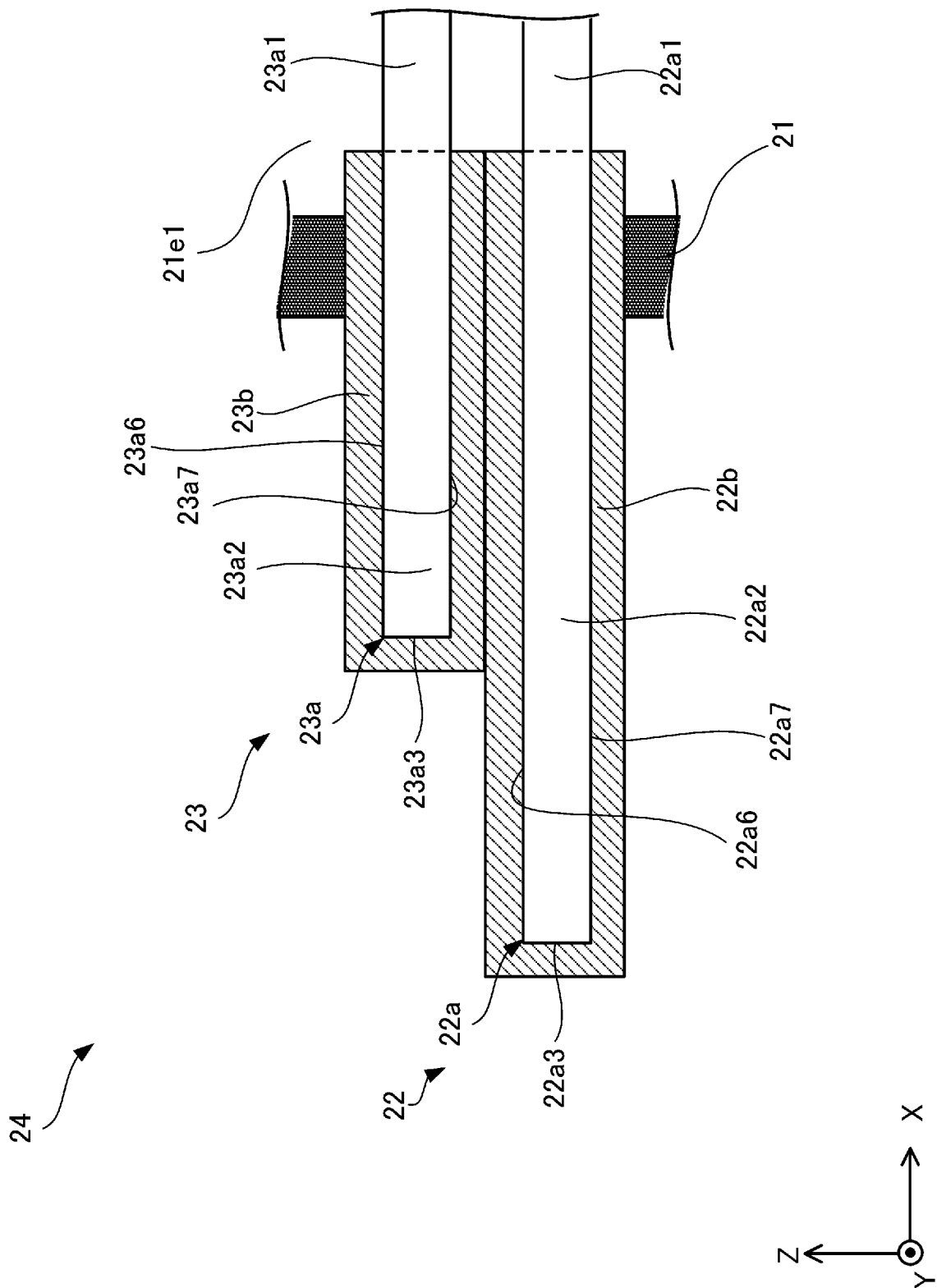
[図5]



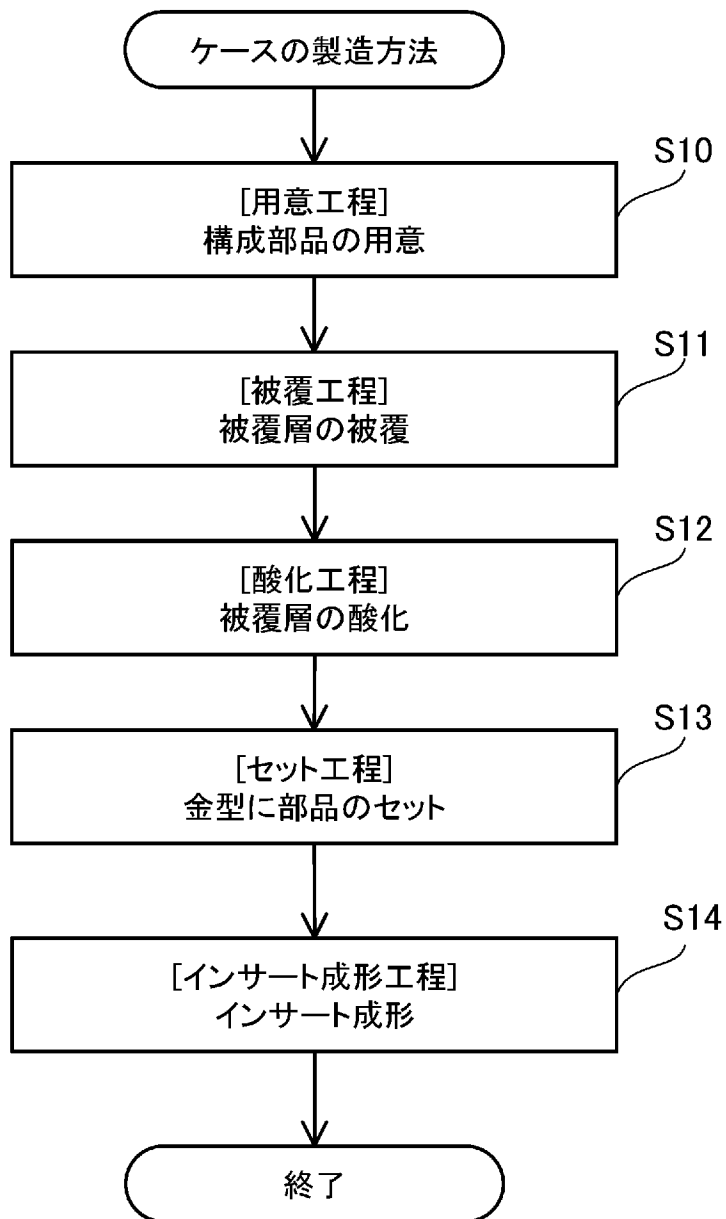
[図6]



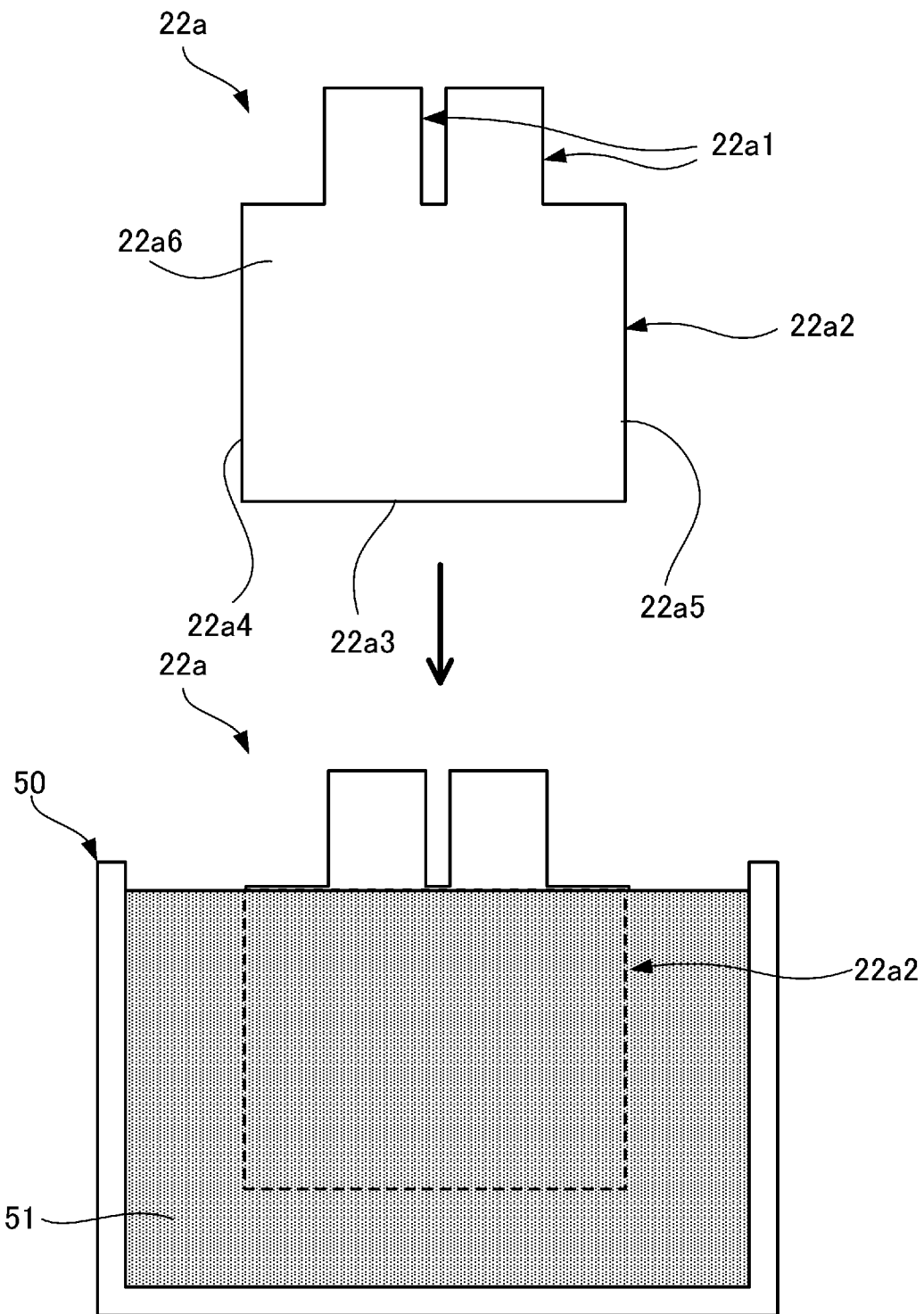
[図7]



[図9]

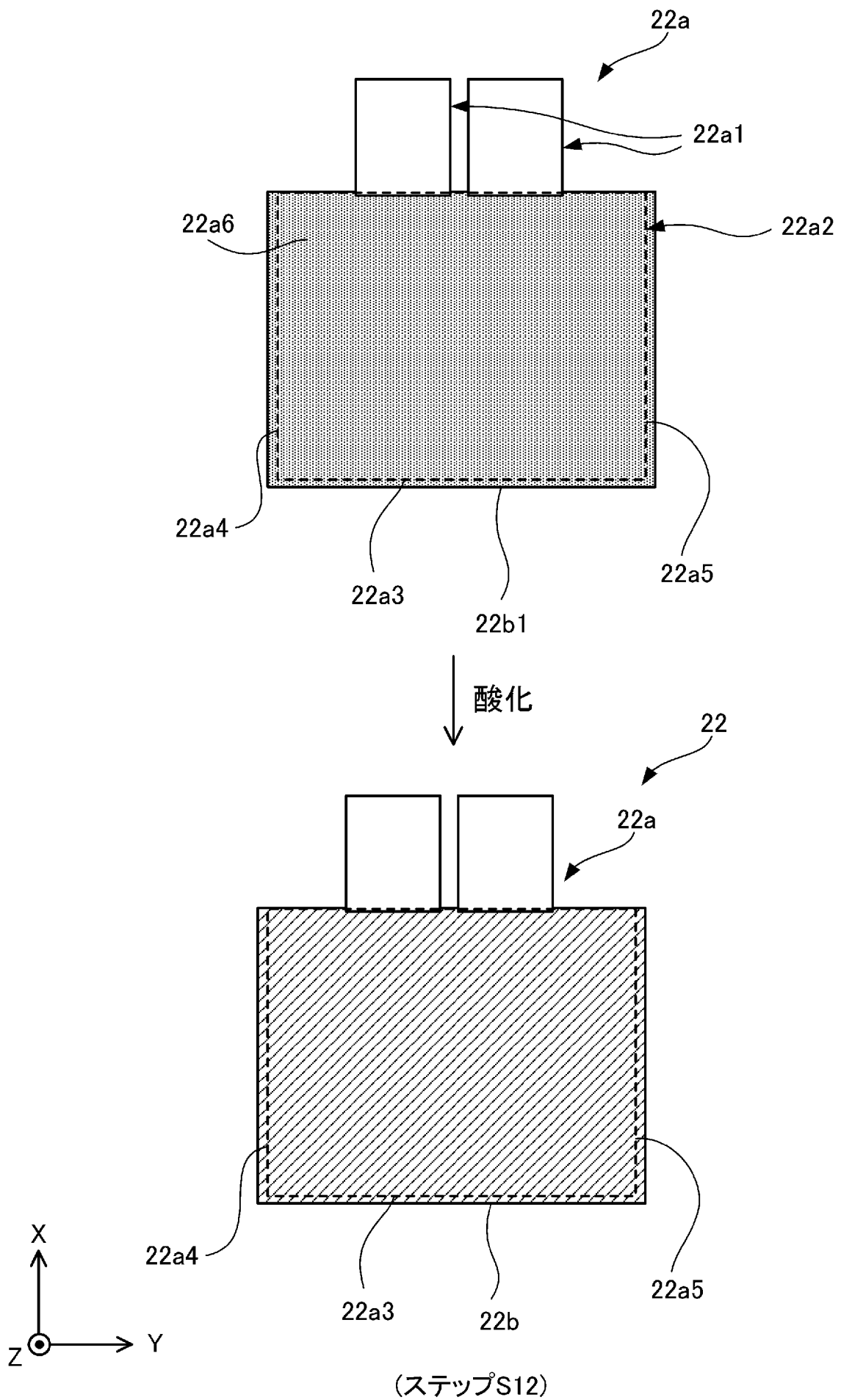


[図10]

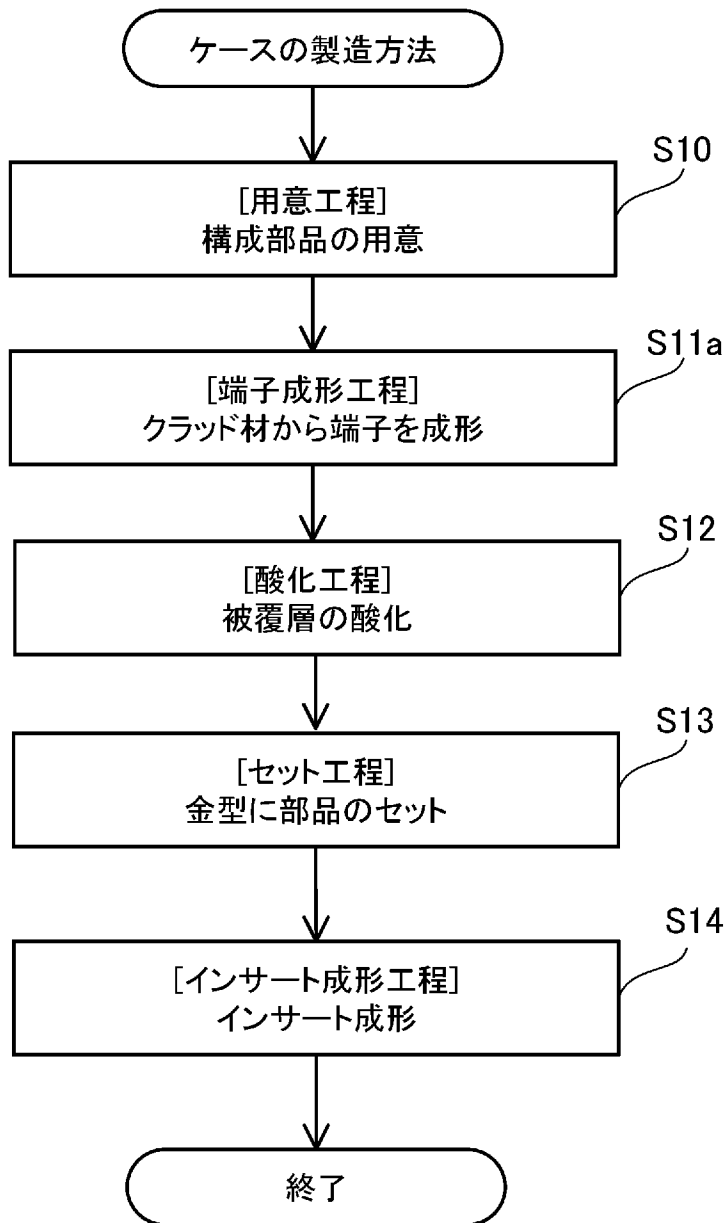


(ステップS11)

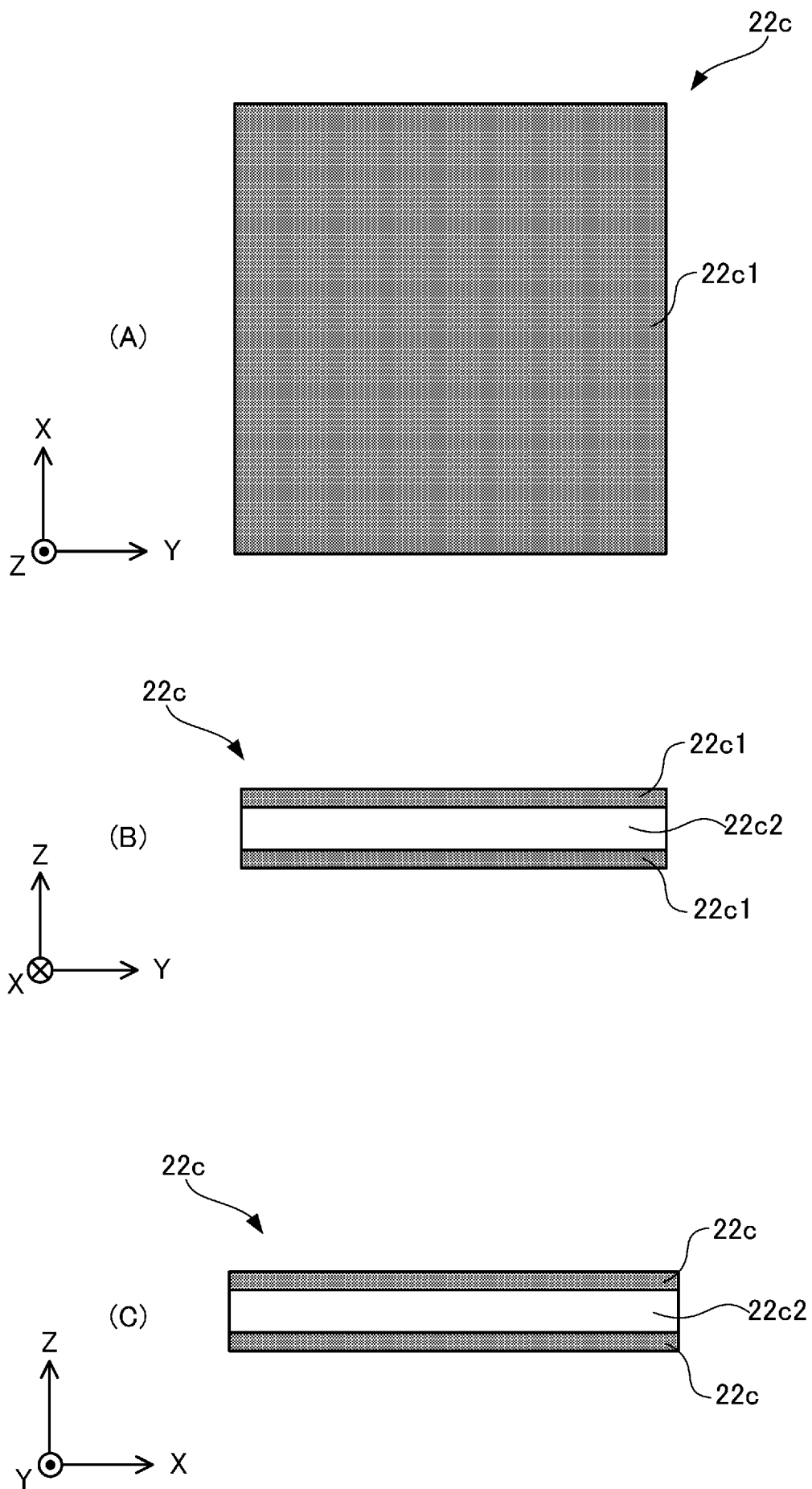
[図11]



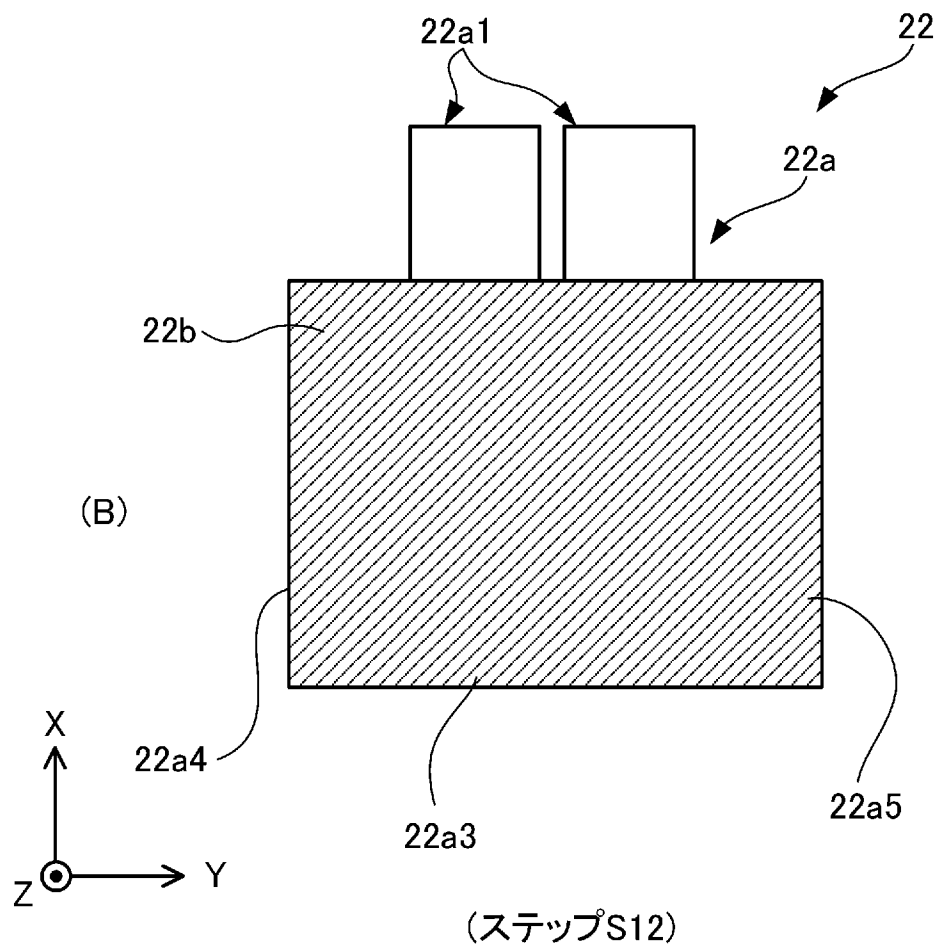
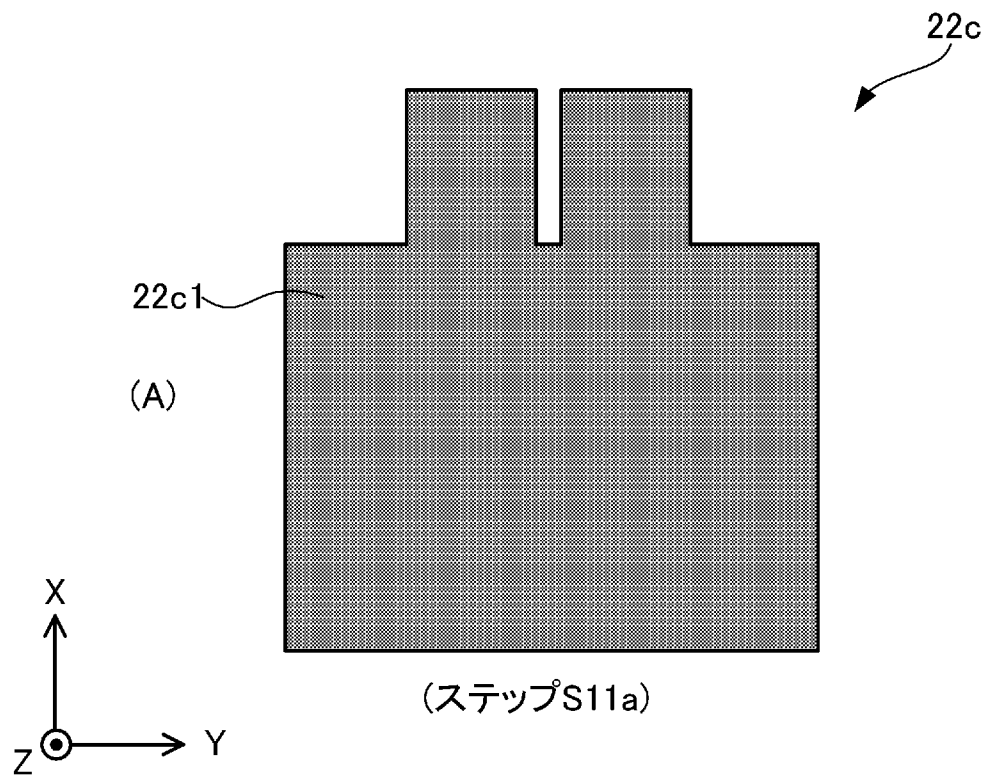
[図12]



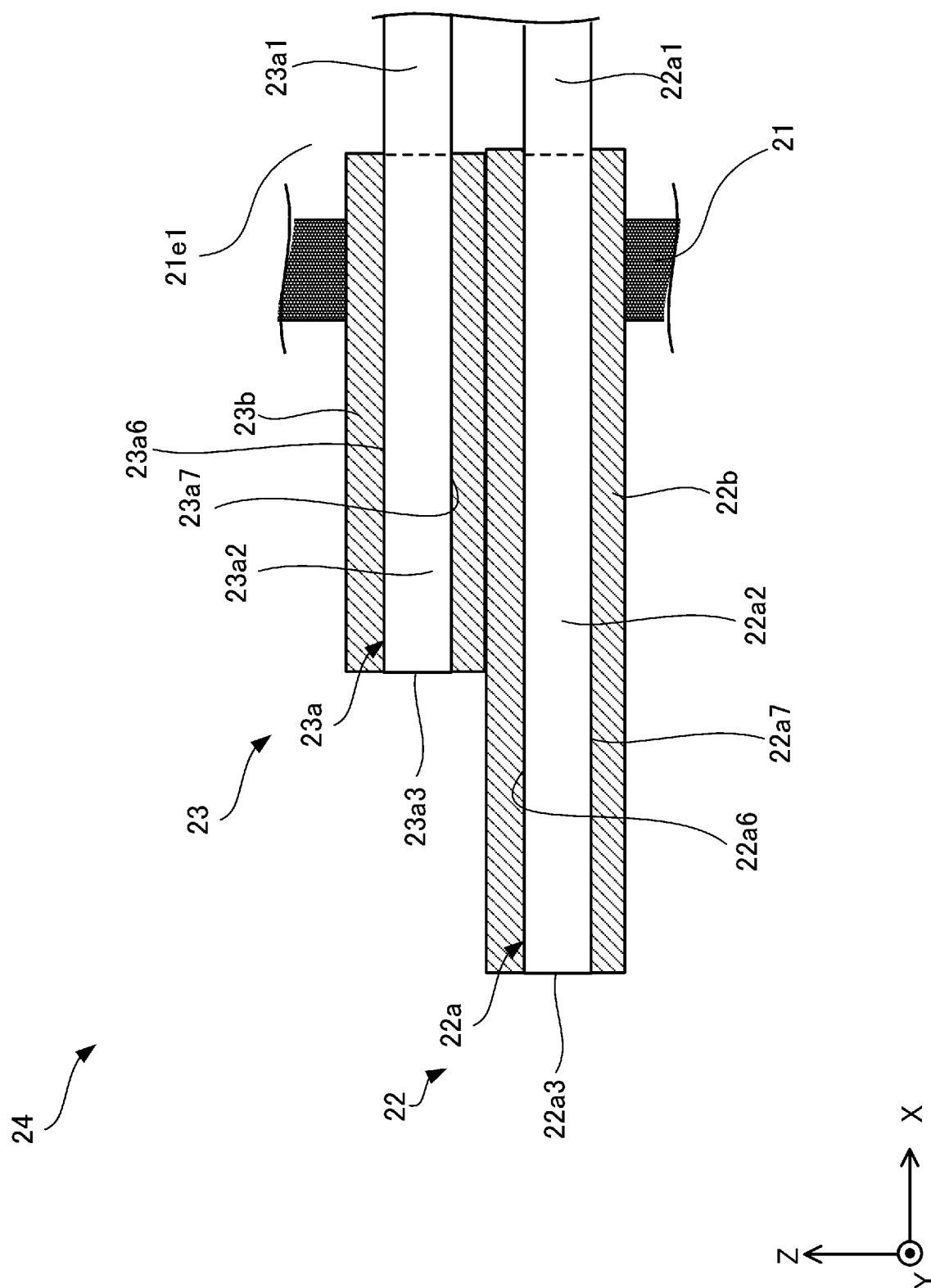
[図13]



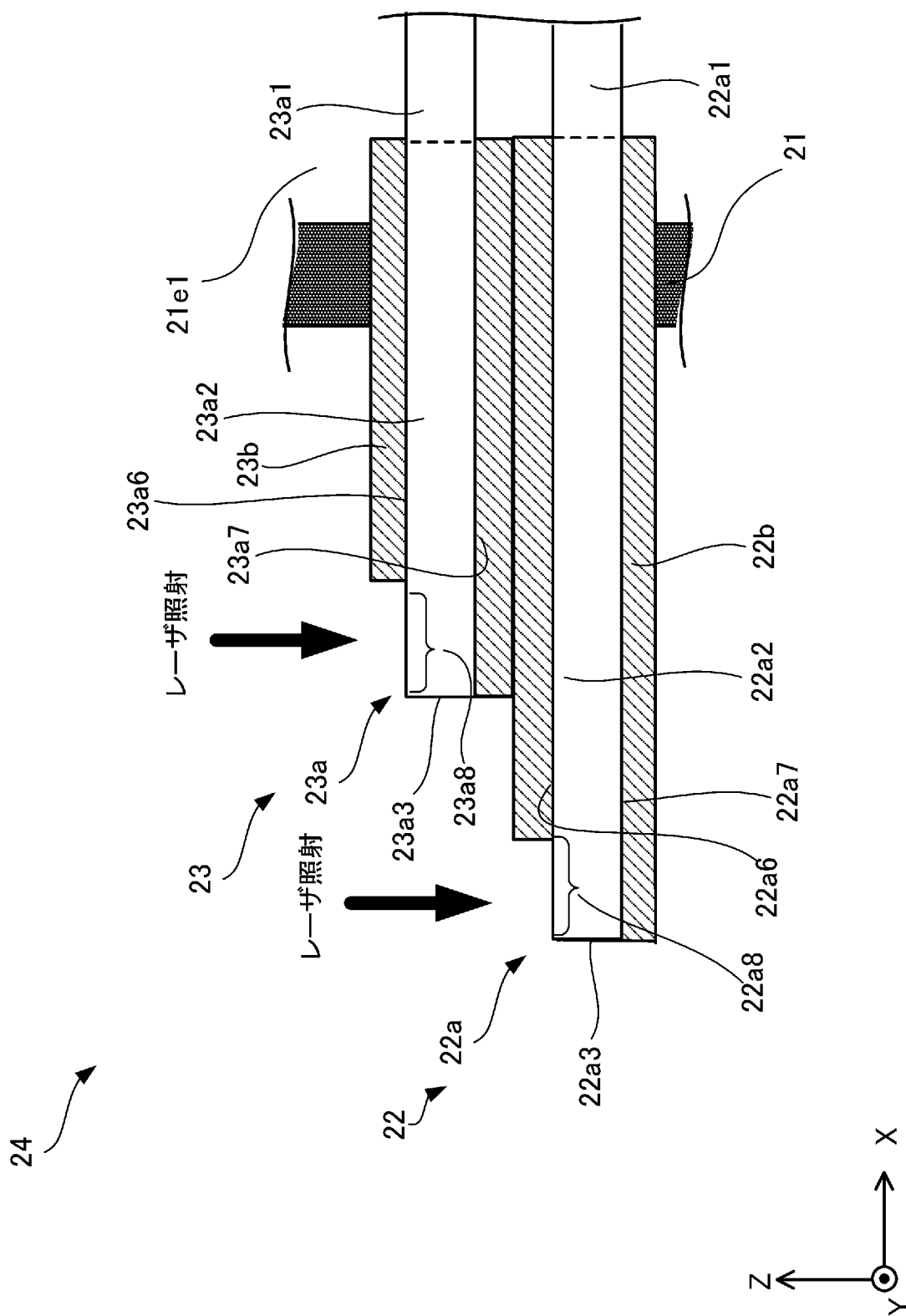
[図14]



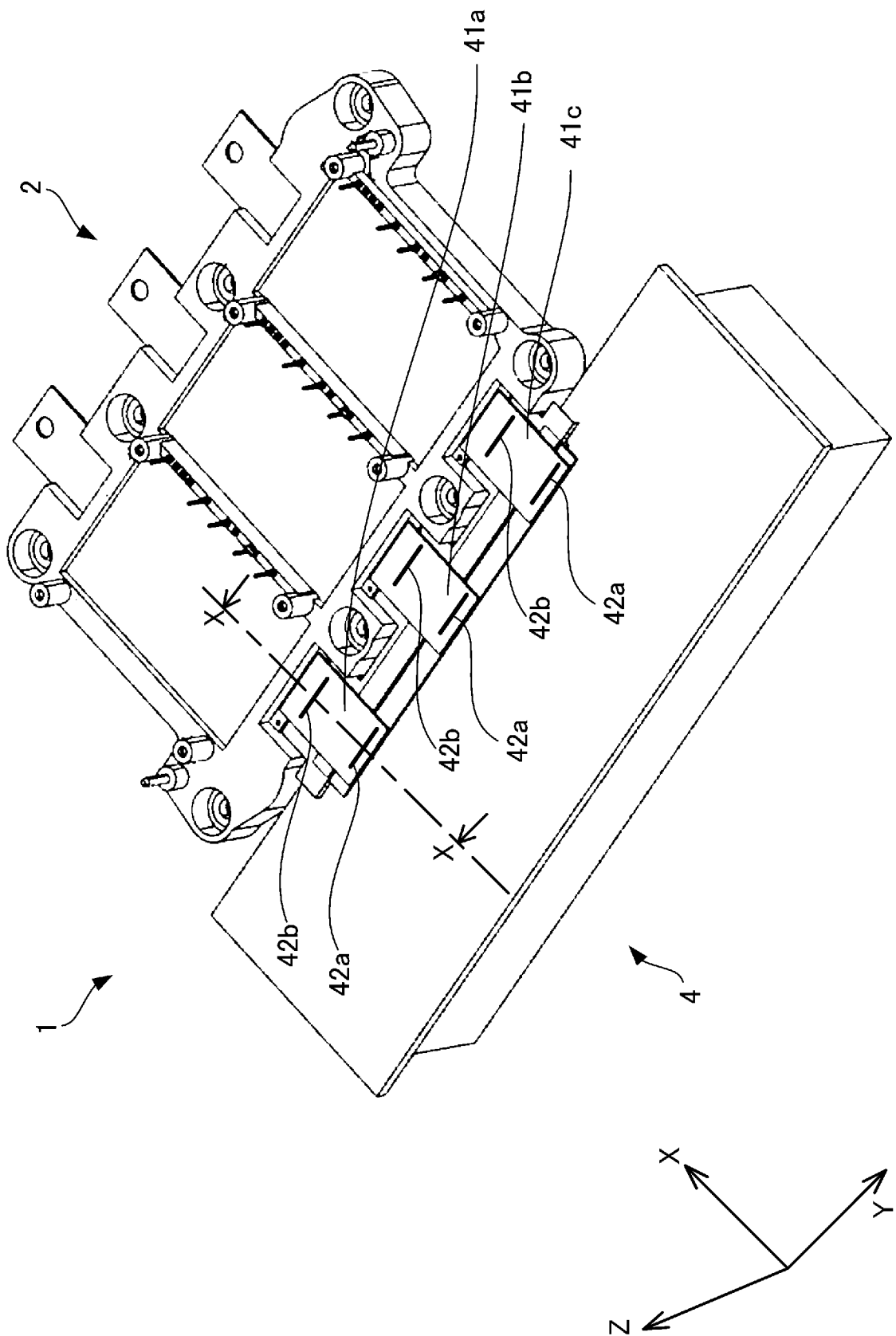
[図15]



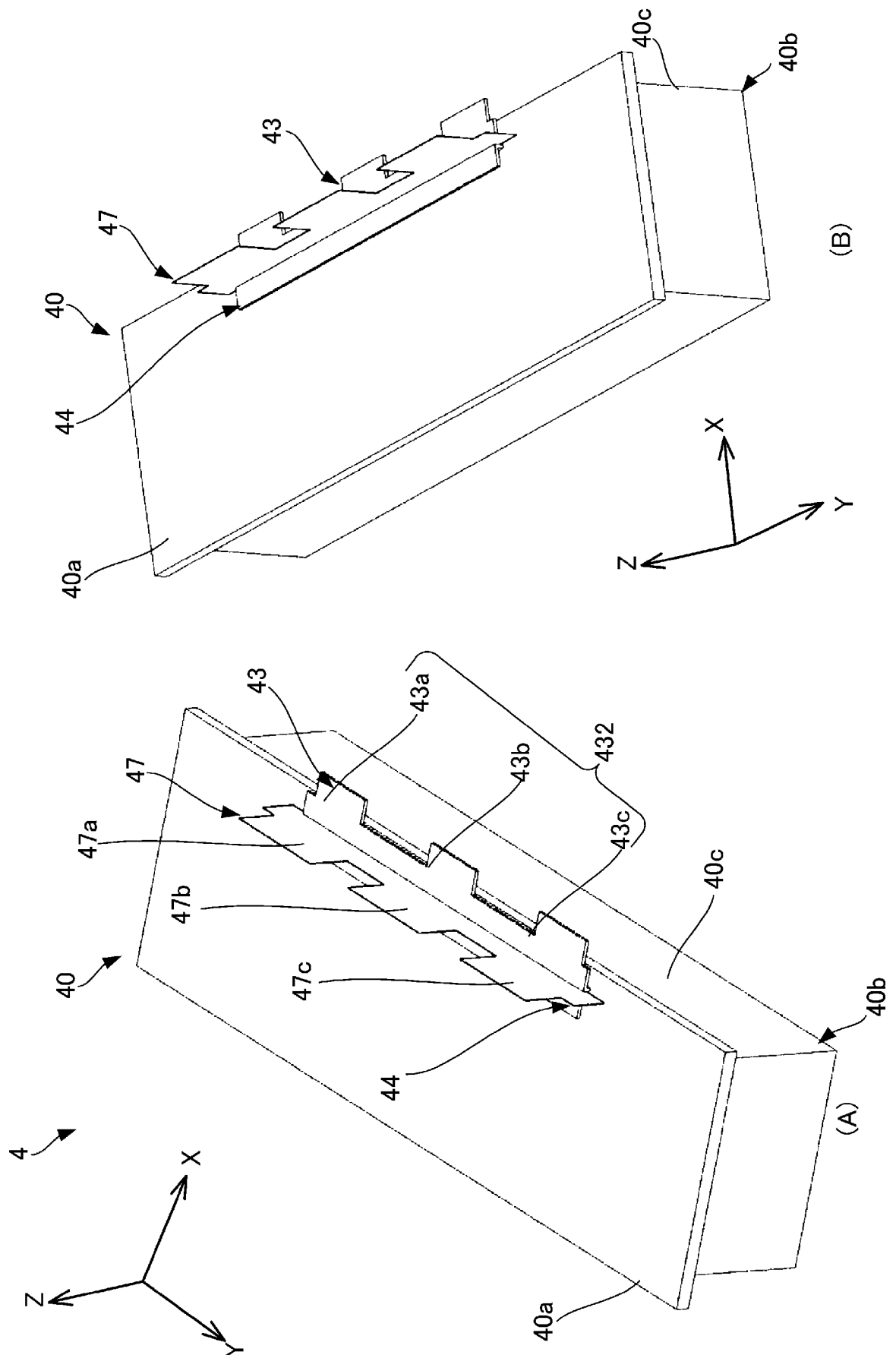
[図16]



[図17]

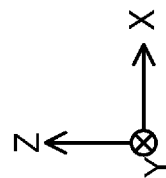
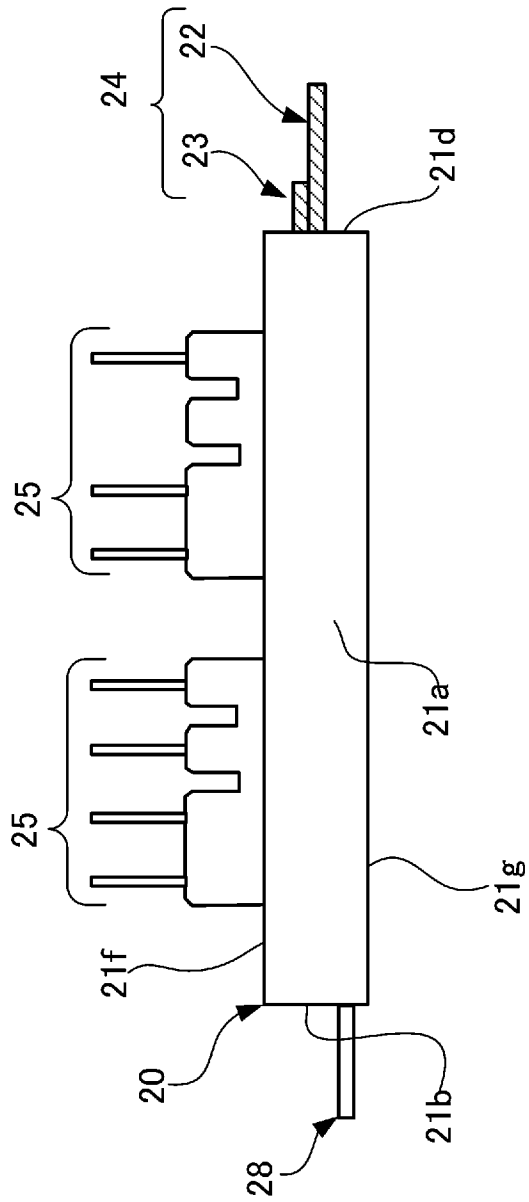


[図18]

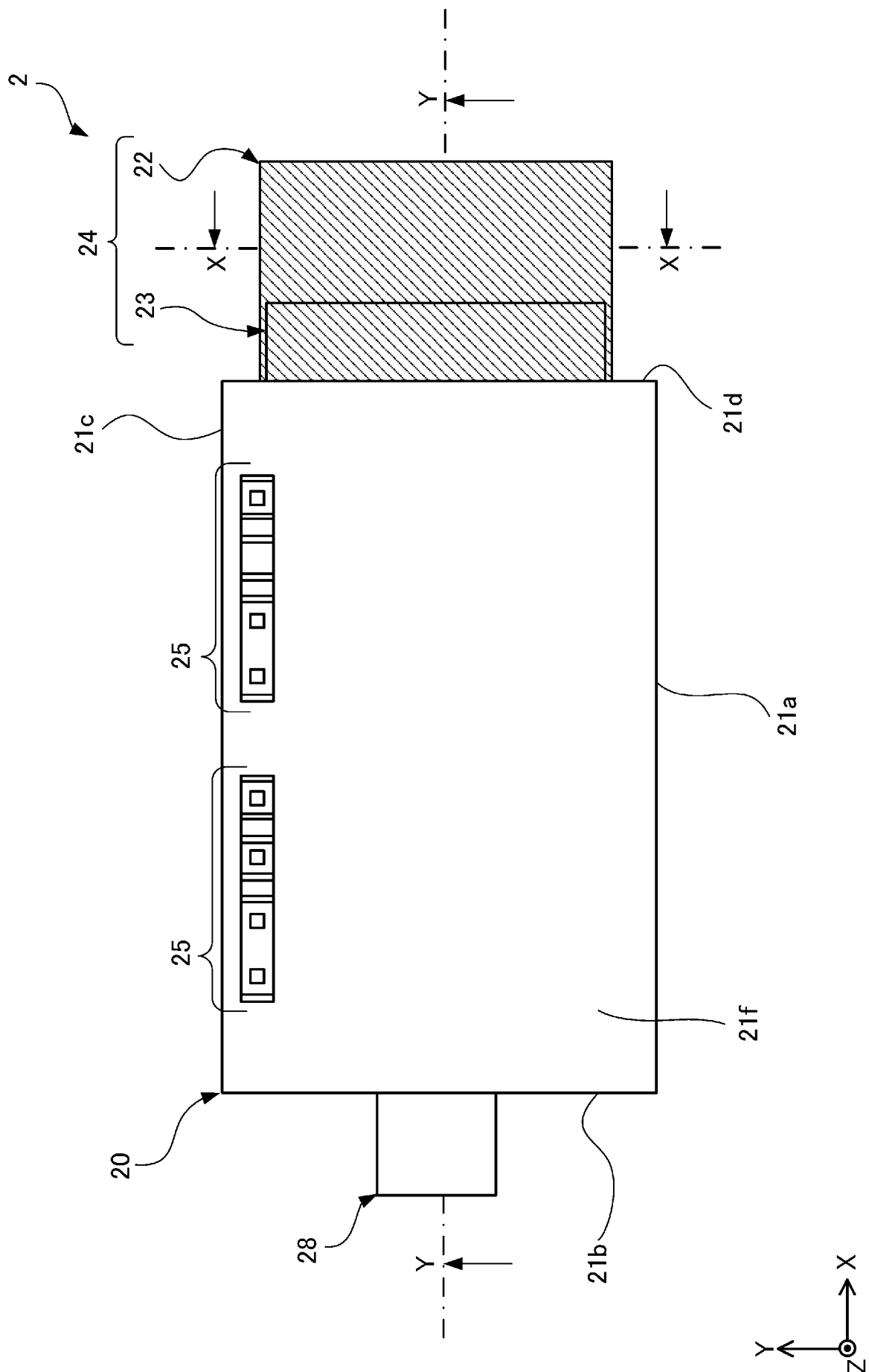


[図21]

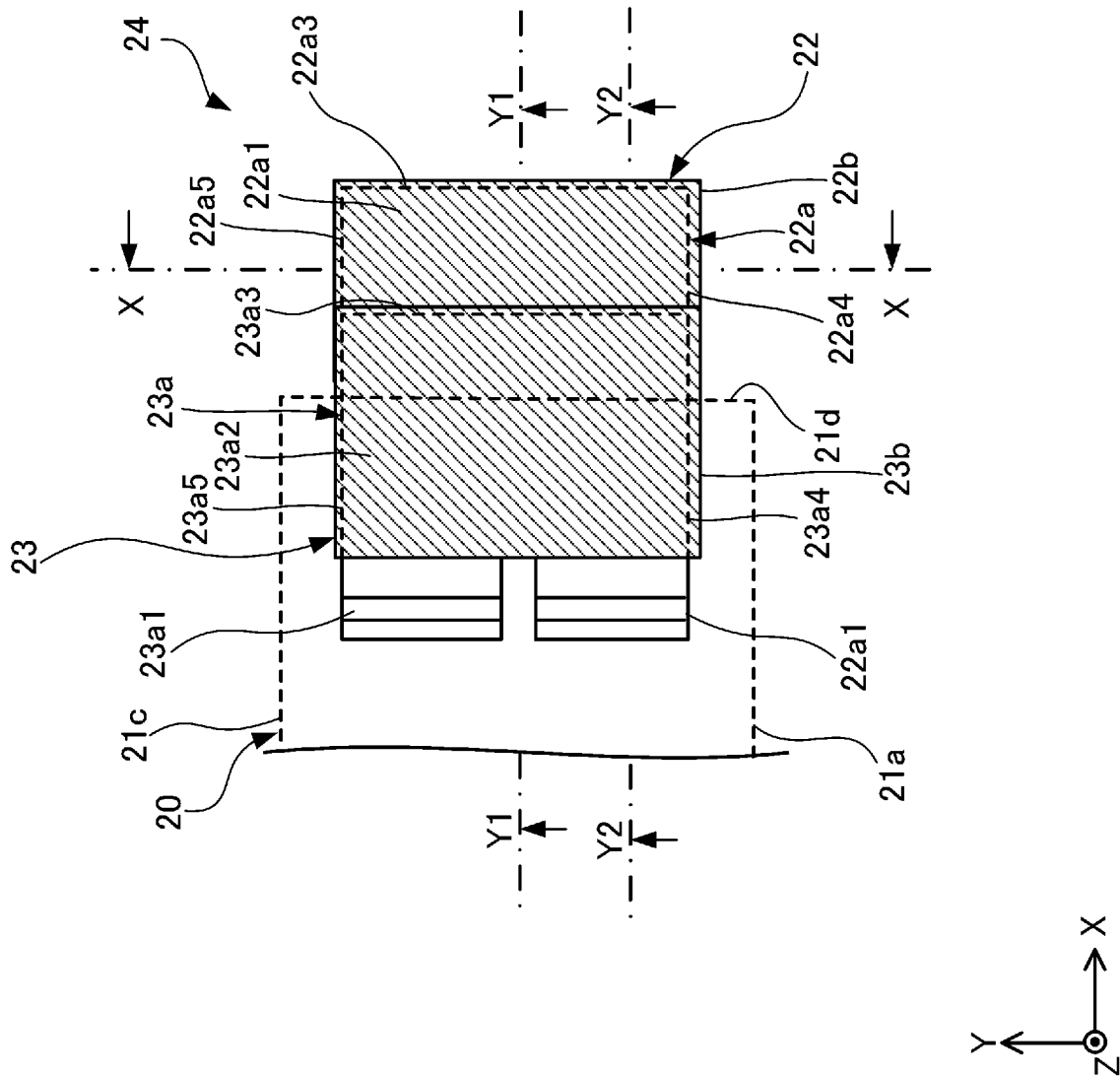
2



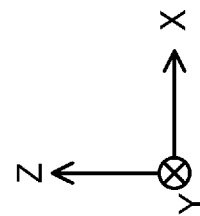
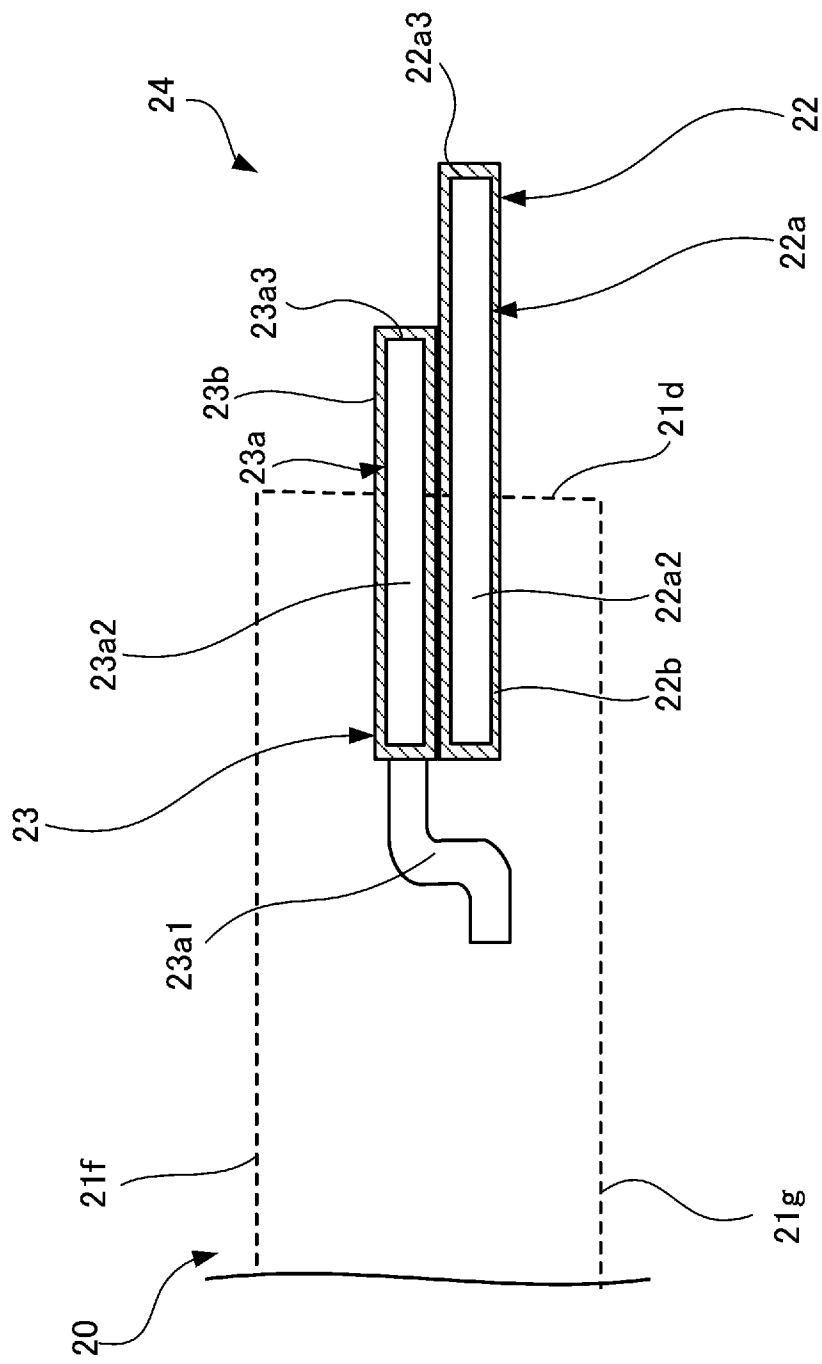
[図22]



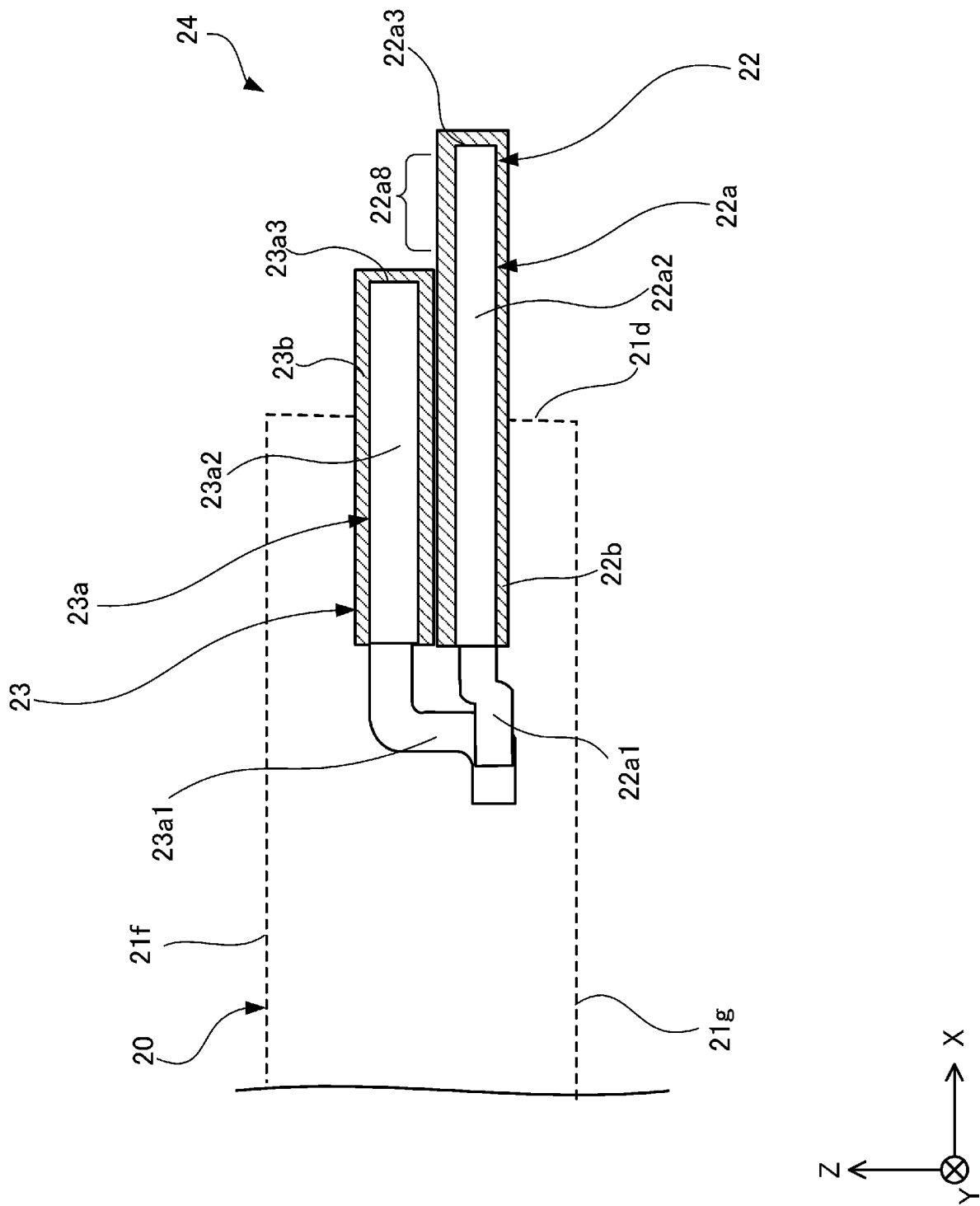
[図23]



[図24]

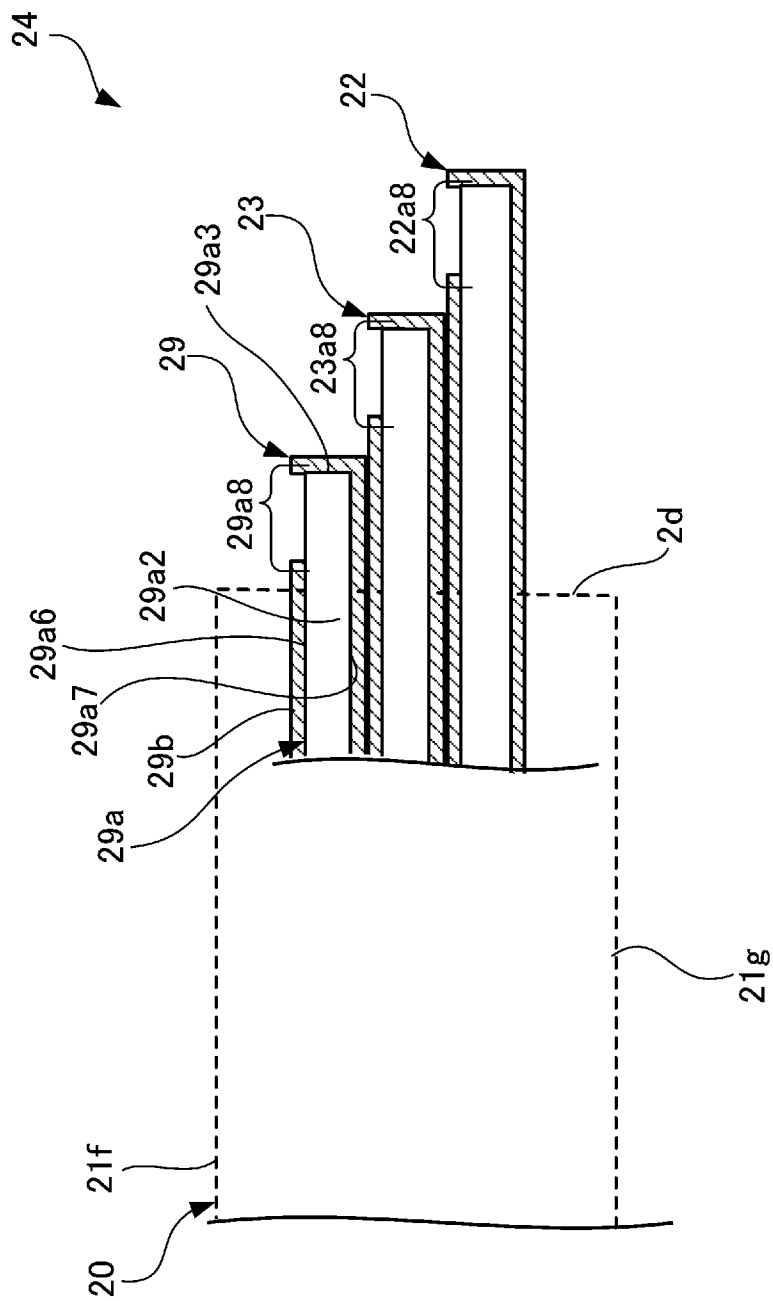


[図25]

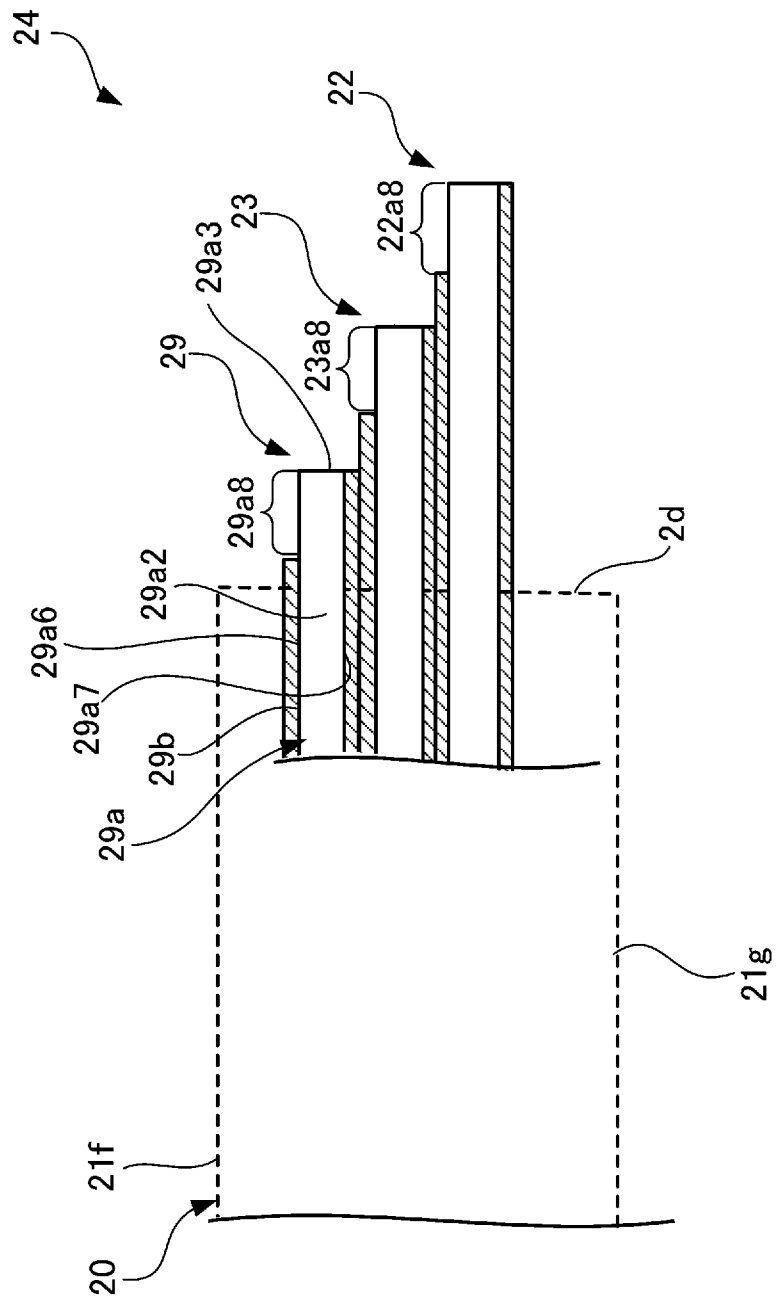


[illegible]

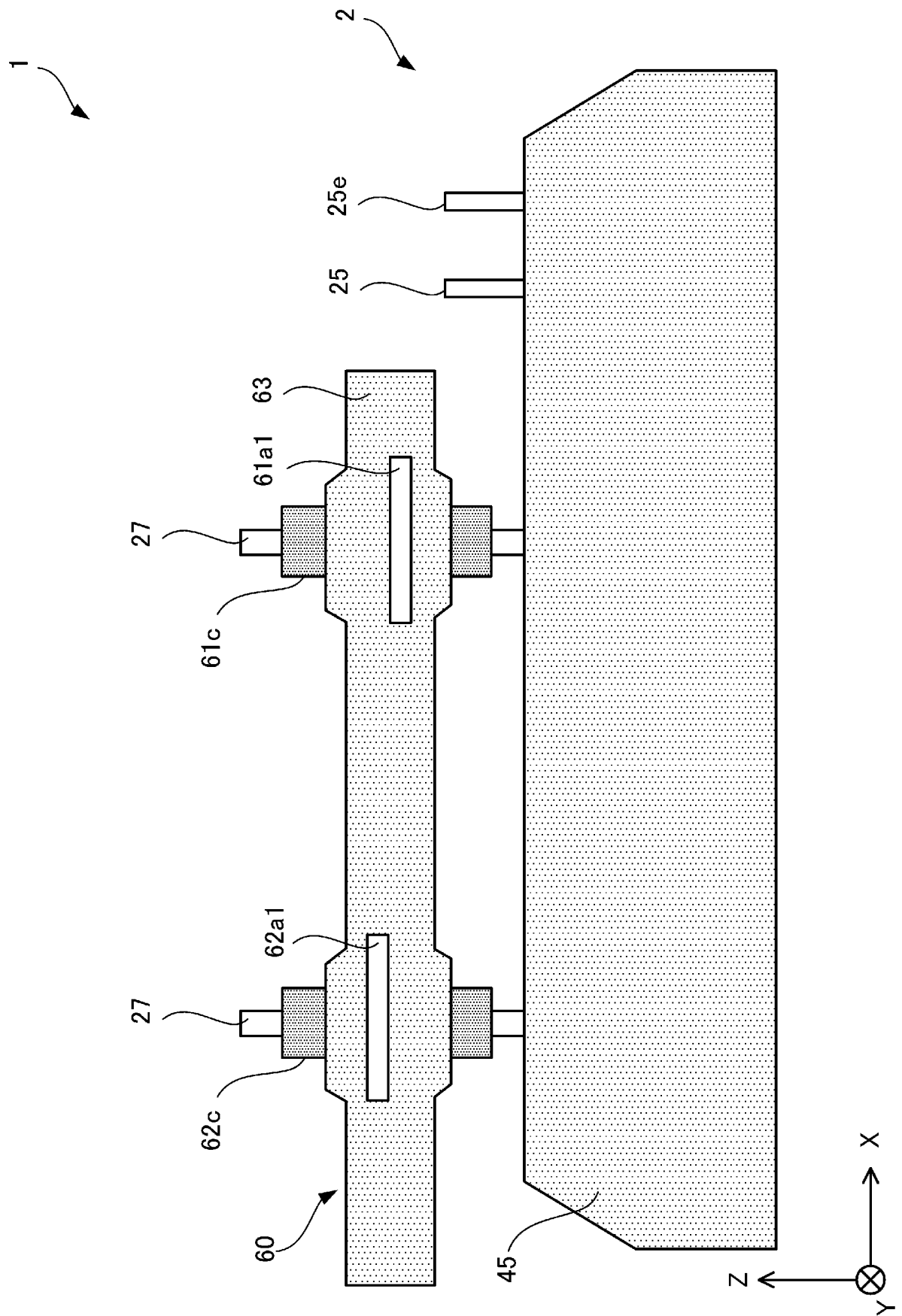
[図27]



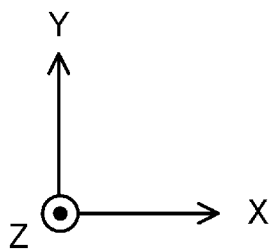
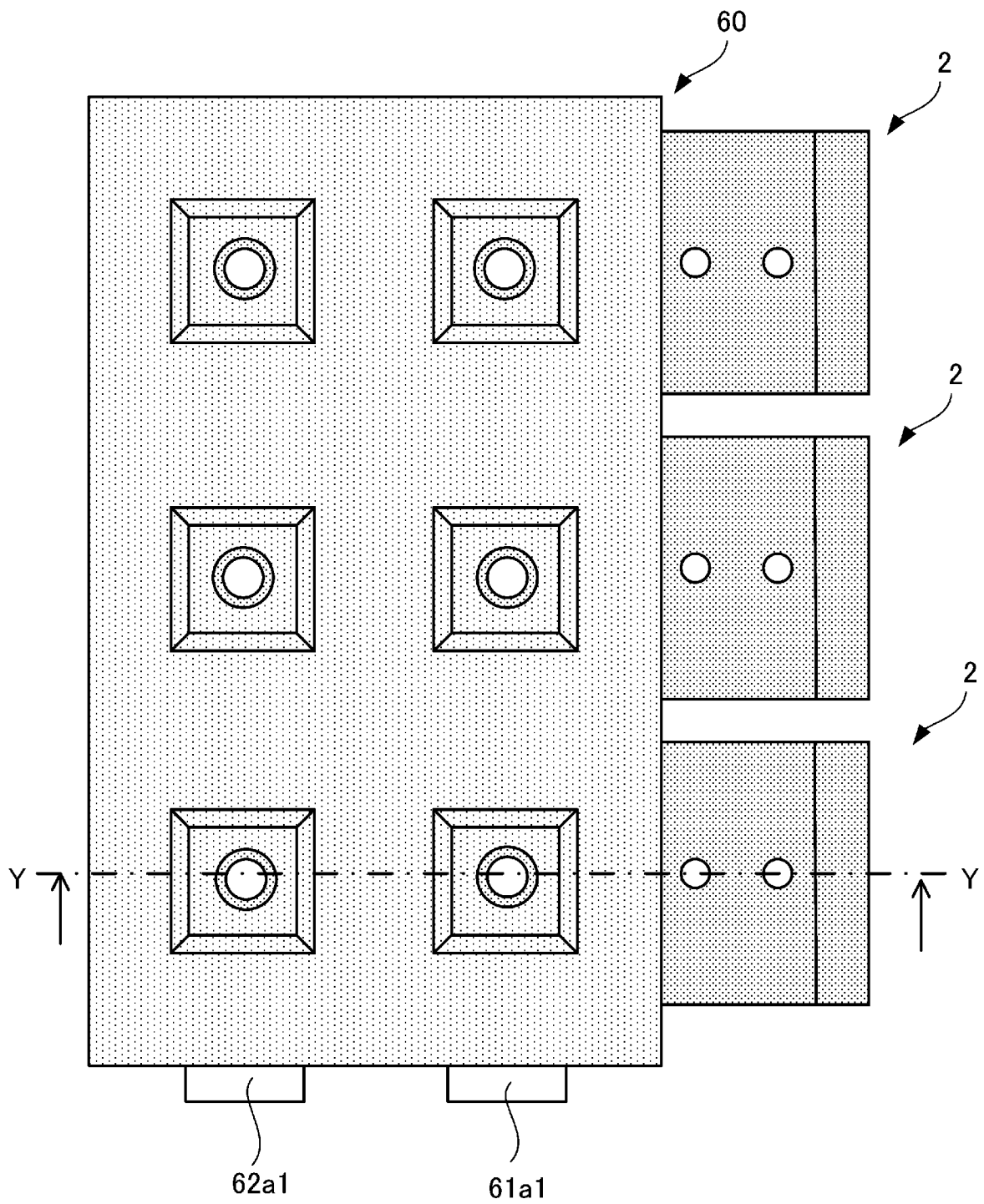
[図28]



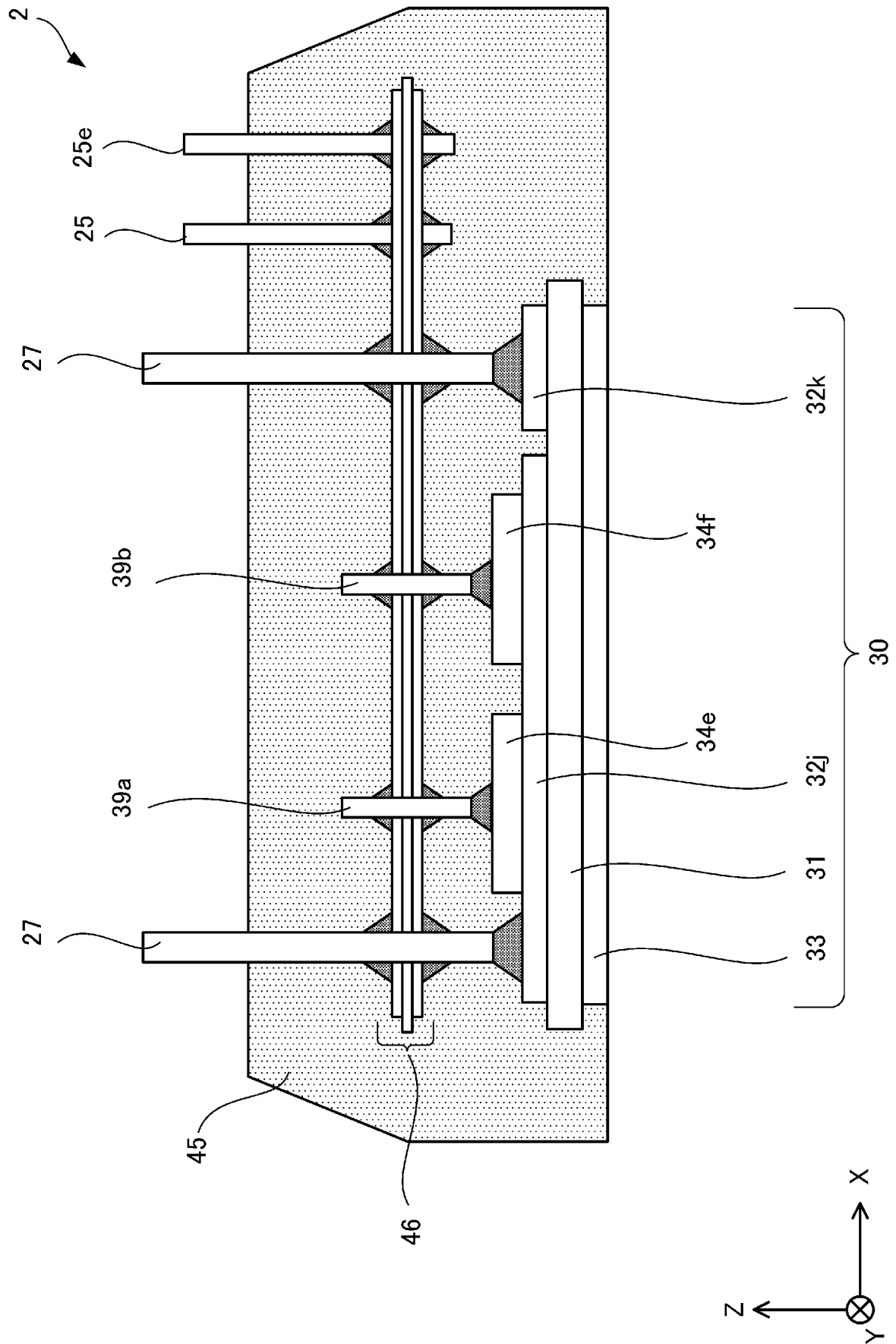
[図29]



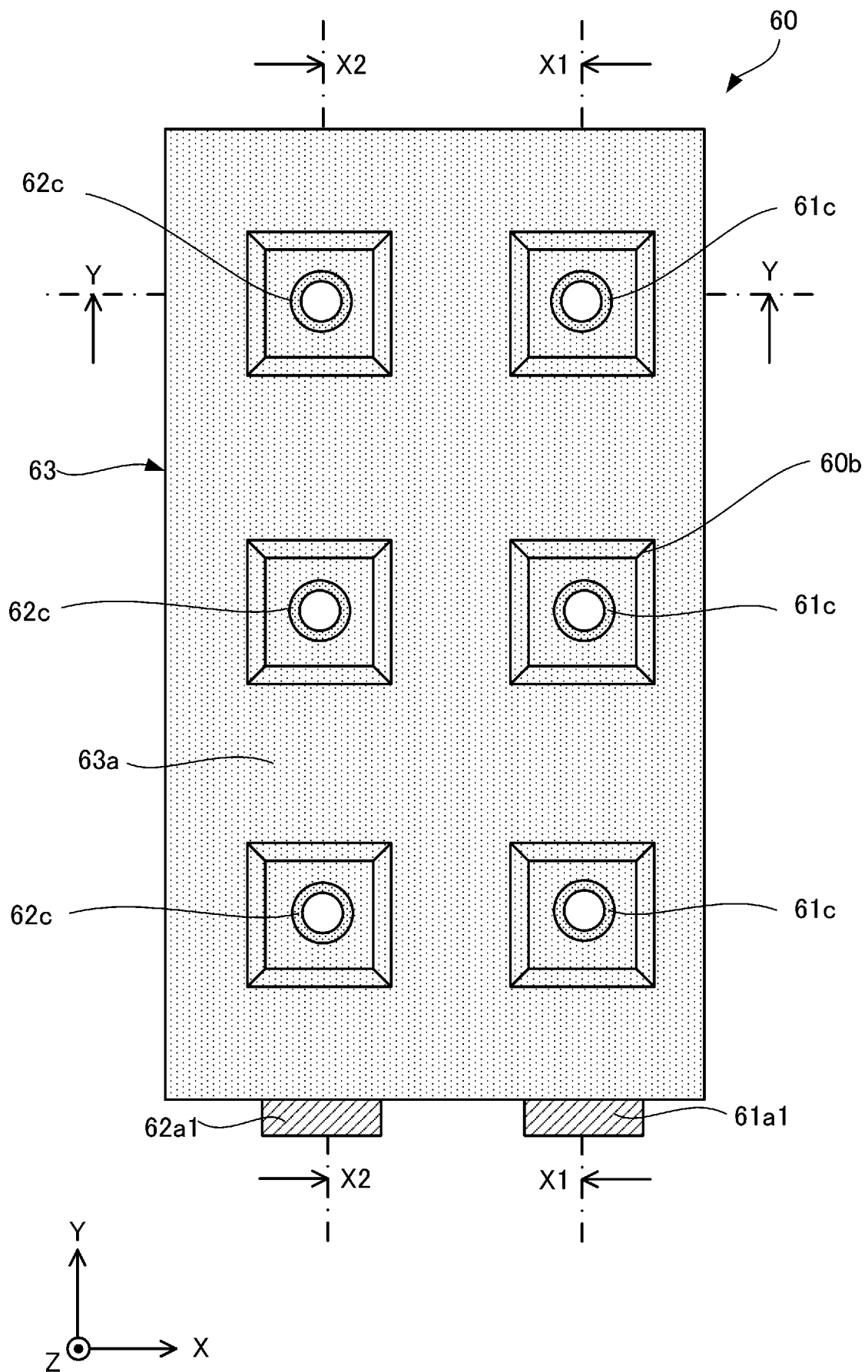
[図30]



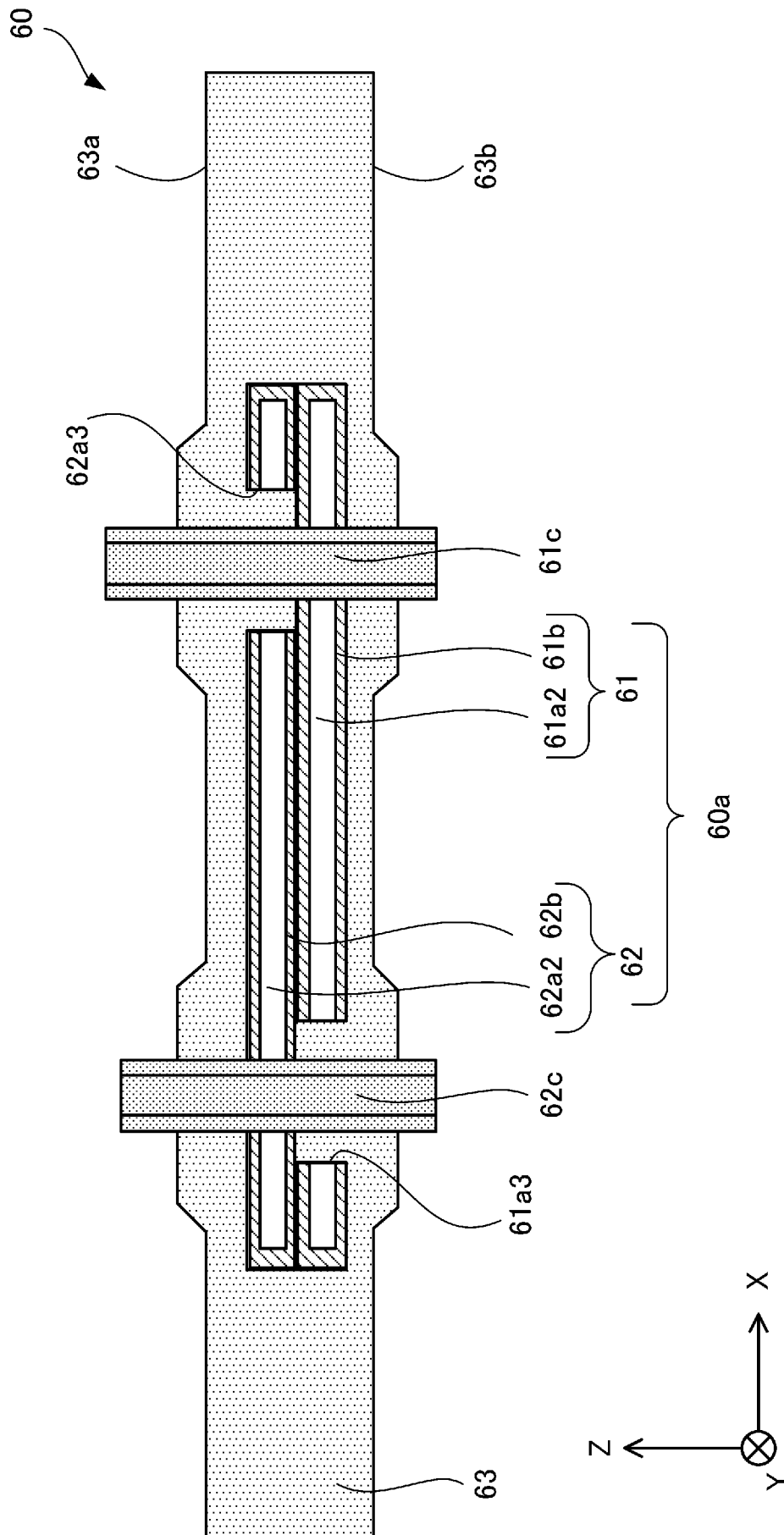
[図31]



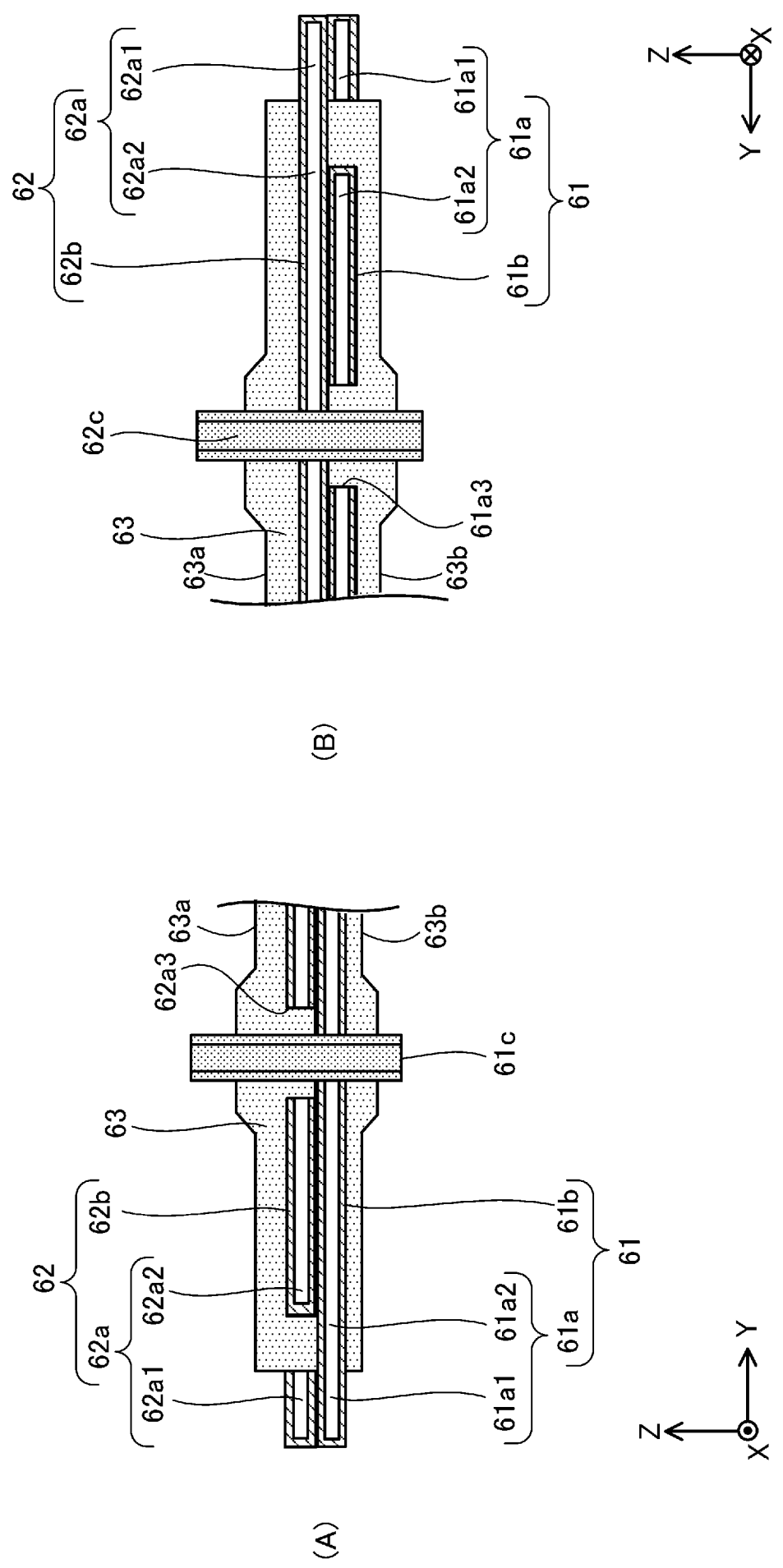
[図32]



[図33]



[図34]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/024211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 23/48 (2006.01)i; H01L 25/07 (2006.01)i; H01L 25/18 (2023.01)i FI: H01L23/48 G; H01L25/04 C According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L23/48; H01L25/07; H01L25/18 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-301908 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 14 December 1990 (1990-12-14) p. 2, upper right column, line 13 to lower left column, line 9, p. 3, lower left column, lines 7-15, fig. 2	1-21
Y	JP 3-202475 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 04 September 1991 (1991-09-04) p. 2, lower right column, line 16 to p. 3, lower left column, line 4, fig. 2	1-21
Y	JP 8-213511 A (DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 20 August 1996 (1996-08-20) paragraph [0012], fig. 1	1-21
Y	US 2008/0179074 A1 (FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC) 31 July 2008 (2008-07-31) paragraphs [0008], [0022], fig. 1	1-21
Y	JP 2006-210500 A (NIPPON INTER ELECTRONICS CORP.) 10 August 2006 (2006-08-10) paragraph [0052], fig. 1-8	1-21
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 09 September 2024		Date of mailing of the international search report 17 September 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-5512 A (HITACHI, LTD.) 08 January 2009 (2009-01-08) paragraphs [0009], [0053]-[0058], fig. 1	1-21
Y	WO 2017/209191 A1 (ROHM CO., LTD.) 07 December 2017 (2017-12-07) paragraphs [0039]-[0041], fig. 2-3	1-21
Y	WO 2022/270038 A1 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 29 December 2022 (2022-12-29) paragraphs [0041]-[0045], fig. 1-2	1-21
Y	JP 2023-86171 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 22 June 2023 (2023-06-22) paragraph [0015], fig. 1-3	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/024211

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2-301908	A	14 December 1990	(Family: none)	
JP	3-202475	A	04 September 1991	US 5296260 A column 3, lines 21-53, fig. 2 WO 1991/010239 A1 EP 461267 A1	
JP	8-213511	A	20 August 1996	(Family: none)	
US	2008/0179074	A1	31 July 2008	(Family: none)	
JP	2006-210500	A	10 August 2006	(Family: none)	
JP	2009-5512	A	08 January 2009	US 2009/0002956 A1 paragraphs [0009], [0067]- [0072], fig. 1 EP 2015626 A2	
WO	2017/209191	A1	07 December 2017	US 2019/0295990 A1 paragraphs [0048]-[0050], fig. 2-3 CN 109417067 A	
WO	2022/270038	A1	29 December 2022	US 2023/0326816 A1 paragraphs [0058]-[0062], fig. 1-2 CN 116529871 A	
JP	2023-86171	A	22 June 2023	US 2023/0187323 A1 paragraph [0026], fig. 1-3 CN 116259583 A	

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(2023.01)i

FI: H01L23/48 G; H01L25/04 C

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

H01L23/48; H01L25/07; H01L25/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報1922 - 1996年

日本国公開実用新案公報1971 - 2024年

日本国実用新案登録公報1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報1994 - 2024年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2-301908 A（住友電気工業株式会社）14.12.1990（1990 - 12 - 14） 第2ページ右上欄第13行-同ページ左下欄第9行，第3ページ左下欄第7行-同欄第15 行，第2図	1-21
Y	JP 3-202475 A（住友電気工業株式会社）04.09.1991（1991 - 09 - 04） 第2ページ右下欄第16行-第3ページ左下欄第4行，第2図	1-21
Y	JP 8-213511 A（電気化学工業株式会社）20.08.1996（1996 - 08 - 20） 段落[0012]，図1	1-21
Y	US 2008/0179074 A1（FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC）31.07.2008（2008 - 07 - 31） 段落[0008]，[0022]，図1	1-21
Y	JP 2006-210500 A（日本インター株式会社）10.08.2006（2006 - 08 - 10） 段落[0052]，図1-8	1-21
Y	JP 2009-5512 A（株式会社日立製作所）08.01.2009（2009 - 01 - 08） 段落[0009]，[0053]-[0058]，図1	1-21

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に
公表されたもの

“I” 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09.09.2024

国際調査報告の発送日17.09.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

鹿野 博司 5D 8392

電話番号 03-3581-1101 内線 3549

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
Y	WO 2017/209191 A1 (ローム株式会社) 07.12.2017 (2017 - 12 - 07) 段落[0039]-[0041], 図2-3	1-21
Y	WO 2022/270038 A1 (富士電機株式会社) 29.12.2022 (2022 - 12 - 29) 段落[0041]-[0045], 図1-2	1-21
Y	JP 2023-86171 A (富士電機株式会社) 22.06.2023 (2023 - 06 - 22) 段落[0015], 図1-3	1-21

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/JP2024/024211

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2-301908	A	14.12.1990	(ファミリーなし)	
JP	3-202475	A	04.09.1991	US 5296260 A	
				第3欄第21行-同欄第53行, 第2図	
				WO 1991/010239 A1	
				EP 461267 A1	
JP	8-213511	A	20.08.1996	(ファミリーなし)	
US	2008/0179074	A1	31.07.2008	(ファミリーなし)	
JP	2006-210500	A	10.08.2006	(ファミリーなし)	
JP	2009-5512	A	08.01.2009	US 2009/0002956 A1	
				段落[0009], [0067]- [0072], 図1	
				EP 2015626 A2	
WO	2017/209191	A1	07.12.2017	US 2019/0295990 A1	
				段落[0048]-[0050], 図2-3	
				CN 109417067 A	
WO	2022/270038	A1	29.12.2022	US 2023/0326816 A1	
				段落[0058]-[0062], 図1-2	
				CN 116529871 A	
JP	2023-86171	A	22.06.2023	US 2023/0187323 A1	
				段落[0026], 図1-3	
				CN 116259583 A	