

(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3月5日(05.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/045274 A1

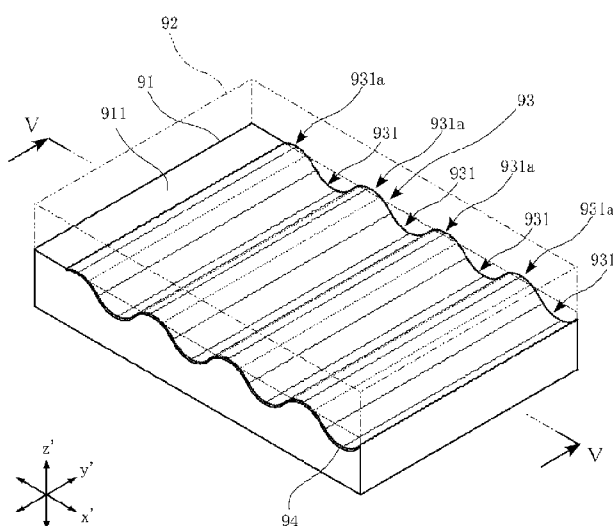
- (51) 国際特許分類:
H01L 23/28 (2006.01) H01L 23/50 (2006.01)
H01L 21/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/033015
- (22) 国際出願日: 2019年8月23日(23.08.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-160370 2018年8月29日(29.08.2018) JP
- (71) 出願人: ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒6158585 京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: 吉田 稔, 外 (YOSHIDA Minoru et al.);
〒5430014 大阪府大阪市天王寺区玉造元町
2番32-1301 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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: PACKAGE STRUCTURE, SEMICONDUCTOR DEVICE, AND FORMATION METHOD FOR PACKAGE STRUCTURE

(54) 発明の名称: パッケージ構造、半導体装置およびパッケージ構造の形成方法

FIG.4

A1



(57) Abstract: A package structure that comprises a metal member and a resin member. The metal member has a principal surface that faces one way in a first direction. The resin member is arranged to contact at least a portion of the principal surface. The principal surface includes a roughened area. A plurality of first linear grooves that are each recessed from the principal surface and that each have a greater surface roughness than the principal surface are formed in the roughened area. The plurality of first linear grooves each extend in a second direction that is orthogonal to the first direction and are

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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))

aligned in a third direction that is orthogonal to the first direction and the second direction. The resin member fills each of the plurality of first linear grooves.

(57) 要約: パッケージ構造は、金属部材と、樹脂部材とを備えている。前記金属部材は、第1方向の一方を向く主面を有する。前記樹脂部材は、前記主面の少なくとも一部に接して配置されている。前記主面は、粗化領域を含んでいる。前記粗化領域には、各々が、前記主面から窪み、かつ、表面が前記主面よりも粗面である複数の第1線状溝が形成されている。前記複数の第1線状溝は、各々が前記第1方向に直交する第2方向に延びており、かつ、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向に並んでいる。前記樹脂部材は、前記複数の第1線状溝の各々に充填されている。

明 細 書

発明の名称：

パッケージ構造、半導体装置およびパッケージ構造の形成方法

技術分野

[0001] 本開示は、金属部材および樹脂部材を備えたパッケージ構造、当該パッケージ構造を備えた半導体装置、および、パッケージ構造の形成方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、従来の半導体装置が記載されている。特許文献1に記載の半導体装置は、リードフレーム（金属部材）と、半導体素子と、モールド樹脂（樹脂部材）とを備えている。半導体素子は、リードフレームに搭載されている。モールド樹脂は、リードフレームの一部と半導体素子とを覆っている。モールド樹脂は、リードフレームとの接合によって、当該リードフレームに支持されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-310609号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の半導体装置において、モールド樹脂は、リードフレームの一部の腐食防止や半導体素子を保護するために、形成されている。したがって、モールド樹脂の剥離の防止が要求される。

[0005] 本開示は、上記課題に鑑みて考え出されたものであり、その目的は、金属部材から樹脂部材が剥離することを抑制できるパッケージ構造を提供することにある。また、そのパッケージ構造を備える半導体装置、および、パッケージ構造の形成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] 本開示の第1の側面によって提供されるパッケージ構造は、第1方向の一方を向く主面を有する金属部材と、前記主面の少なくとも一部に接して配置された樹脂部材と、を備えており、前記主面は、粗化領域を含んでおり、前記粗化領域には、各々が、前記主面から窪み、かつ、表面が前記主面よりも粗面である複数の第1線状溝が形成されており、前記複数の第1線状溝は、各々が前記第1方向に直交する第2方向に延びており、かつ、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向に並んでおり、前記樹脂部材は、前記複数の第1線状溝の各々に充填されている。
- [0007] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記複数の第1線状溝の各々は、前記第1方向に見て、前記粗化領域の前記第2方向の一方の端縁から他方の端縁まで一続きに繋がっている。
- [0008] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記複数の第1線状溝の各々は、前記第1方向に見て、前記第2方向に延びる直線状である。
- [0009] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記主面は、前記粗化領域において、前記第3方向に隣り合う2つの第1線状溝に挟まれた隆起部を備えており、前記隆起部は、前記第1方向に見て、前記粗化領域の前記第2方向の一方の端縁から他方の端縁まで一続きに繋がっている。
- [0010] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記粗化領域には、各々の表面が前記主面よりも粗面である複数の第2線状溝が、さらに形成されており、前記複数の第2線状溝は、各々が前記第3方向に延びており、かつ、前記第2方向に並んでおり、前記複数の第1線状溝の各々と前記複数の第2線状溝の各々とは、前記第1方向に見て、交差している。
- [0011] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記粗化領域は、交差底面と、非交差底面とを含んでおり、前記交差底面は、前記第1方向に見て、前記第1線状溝および前記第2線状溝の両方に重なり、前記非交差底面は、前記第1方向に見て、前記第1線状溝あるいは前記第2線状溝のいずれか一方にのみ重なり、前記交差底面は、前記非交差底面よりも前記第1方

向において前記主面から離間している。

[0012] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記複数の第2線状溝の各々は、前記第1方向に見て直線状である。

[0013] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、隣り合う2つの前記第1線状溝の間隔と、隣り合う2つの前記第2線状溝の間隔とは、略同じである。

[0014] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記複数の第1線状溝の各々は、前記第2方向に直交する断面における端縁が湾曲している。

[0015] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、各前記第1線状溝の表面には、前記粗化領域において前記複数の第1線状溝によって形成される凹凸よりも、微細な凹凸が形成されている。

[0016] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記複数の第1線状溝の表層は、前記金属部材の素材の酸化物で構成された酸化物層である。

[0017] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記複数の第1線状溝は、所定のピッチ寸法で並んでいる。

[0018] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記第1線状溝の幅は、 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ である。

[0019] 前記パッケージ構造の好ましい実施の形態においては、前記第1線状溝の幅に対する、前記第1線状溝の深さの割合は、 $0.2 \sim 1.2$ である。

[0020] 本開示の第2の側面によって提供される半導体装置は、前記第1の側面によって提供されるパッケージ構造を備える半導体装置であって、第1スイッチング素子と、各々が前記第1スイッチング素子に導通する第1端子および第2端子と、を備えており、前記樹脂部材は、前記第1スイッチング素子、前記第1端子の一部および前記第2端子の一部を覆っており、前記粗化領域は、前記第1端子に設けられている。

[0021] 前記半導体装置の好ましい実施の形態においては、前記第1端子は、前記樹脂部材に覆われた第1パッド部と、前記樹脂部材から露出した第1端子部とを含んでおり、前記粗化領域は、前記第1パッド部のうち前記第1端子部

に繋がる側の端縁部分に形成されている。

[0022] 前記半導体装置の好ましい実施の形態においては、前記粗化領域は、さらに前記第2端子に設けられている。

[0023] 前記半導体装置の好ましい実施の形態においては、前記第2端子は、前記樹脂部材に覆われた第2パッド部と、前記樹脂部材から露出した第2端子部とを含んでおり、前記粗化領域は、前記第2パッド部のうち前記第2端子部に繋がる側の端縁部分に形成されている。

[0024] 前記半導体装置の好ましい実施の形態においては、前記第1方向の前記一方を向く基板主面を有する絶縁基板と、前記基板主面に配置され、前記第1スイッチング素子が導通接合された第1導電部材と、をさらに備えており、前記第1端子は、前記第1導電部材に導通接合されている。

[0025] 前記半導体装置の好ましい実施の形態においては、前記粗化領域は、前記第1導電部材の前記第1スイッチング素子が接合された側の面の少なくとも一部に設けられている。

[0026] 前記半導体装置の好ましい実施の形態においては、前記基板主面に配置され、前記第1導電部材と離間する第2導電部材と、前記第2導電部材に導通接合され、前記第1スイッチング素子とは異なる第2スイッチング素子と、前記第2導電部材に導通接合された第3端子と、をさらに備えており、前記第3端子は、前記樹脂部材に覆われた第3パッド部および前記樹脂部材から露出した第3端子部を含んでおり、前記第2スイッチング素子は、前記第1導電部材に導通している。

[0027] 前記半導体装置の好ましい実施の形態においては、前記粗化領域は、前記第2導電部材の前記第2スイッチング素子が接合された側の面の少なくとも一部に設けられている。

[0028] 前記半導体装置の好ましい実施の形態においては、前記第1方向において、前記第2端子部と前記第3端子部との間に挟まれた絶縁部材をさらに備えており、前記絶縁部材の一部は、前記第1方向にみて、前記第2端子部および前記第3端子部に重なる。

[0029] 本開示の第3の側面によって提供されるパッケージ構造の形成方法は、第1方向の一方を向く主面を有する金属部材を準備する工程と、前記主面の少なくとも一部を粗化处理して、粗化領域を形成する粗化处理工程と、少なくとも前記粗化領域に接するように樹脂部材を形成する樹脂部材形成工程と、を含んでおり、前記粗化領域には、各々が、前記主面から窪み、かつ、表面が前記主面よりも粗面である複数の第1線状溝が形成されており、前記複数の第1線状溝は、各々が前記第1方向に直交する第2方向に延びており、かつ、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向に並んでおり、前記樹脂部材は、前記複数の第1線状溝の各々に充填されている。

[0030] 前記パッケージ構造の形成方法の好ましい実施の形態においては、前記粗化处理工程では、前記金属部材にレーザ光を照射することにより前記複数の第1線状溝を形成する。

発明の効果

[0031] 本開示のパッケージ構造によれば、金属部材から樹脂部材が剥離することを抑制できる。また、本開示の半導体装置によれば、金属部材から樹脂部材が剥離することを抑制し、半導体素子が外気に曝されることを抑制できる。さらに、本開示のパッケージ構造の形成方法によれば、上記パッケージ構造を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]第1実施形態にかかるパッケージ構造を示す平面図である。

[図2]図1のⅠ－Ⅰ線に沿う断面図である。

[図3]図1の領域ⅠⅠⅠを拡大した部分拡大平面図であって、特に、第1実施形態にかかる粗化領域を示す図である。

[図4]図3に示した部分の斜視図である。

[図5]図4のV－V線に沿う断面図である。

[図6]レーザ照射装置の一例を示す模式図である。

[図7]第1実施形態にかかるレーザ光の照射パターンを示す図である。

[図8]第1実施形態の変形例にかかる粗化領域を示す平面図である。

- [図9]第1実施形態の変形例にかかる粗化領域を示す平面図である。
- [図10]第2実施形態にかかるパッケージ構造を示す部分拡大平面図であって、特に、第2実施形態にかかる粗化領域を示す図である。
- [図11]図10に示す部分の斜視図である。
- [図12]図11のXⅠⅠ-XⅠⅠ線に沿う断面図である。
- [図13]第3実施形態にかかるパッケージ構造を示す部分拡大平面図であって、特に、第3実施形態にかかる粗化領域を示す図である。
- [図14]図13に示す部分の斜視図である。
- [図15]図14のXⅤ-XⅤ線に沿う断面図である。
- [図16]図14のXⅤⅠ-XⅤⅠ線に沿う断面図である。
- [図17]第3実施形態にかかるレーザ光の照射パターンを示す図である。
- [図18]半導体装置を示す斜視図である。
- [図19]図18に示す斜視図において封止樹脂を省略した図である。
- [図20]半導体装置を示す平面図である。
- [図21]図20に示す平面図において、封止樹脂を想像線で示した図である。
- [図22]図21の一部を拡大した部分拡大図である。
- [図23]半導体装置を示す正面図である。
- [図24]半導体装置を示す底面図である。
- [図25]半導体装置を示す左側面図である。
- [図26]半導体装置を示す右側面図である。
- [図27]図21のXⅩⅤⅠⅠ-XⅩⅤⅠⅠ線に沿う断面図である。
- [図28]図21のXⅩⅤⅠⅠⅠ-XⅩⅤⅠⅠⅠ線に沿う断面図である。
- [図29]図28の一部を拡大した要部拡大断面図である。
- [図30]平面視における溶接痕の一例を示す図である。
- [図31]変形例にかかる半導体装置を示す斜視図である。
- [図32]変形例にかかる半導体装置を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0033] 本開示のパッケージ構造、半導体装置およびパッケージ構造の形成方法の

好ましい実施の形態について、図面を参照して、以下に説明する。以下の説明において、同一あるいは類似の構成要素については、同一の符号を付して、その説明を省略する。

[0034] まず、本開示の第1実施形態にかかるパッケージ構造について、図1～図5を参照して、説明する。第1実施形態のパッケージ構造A1は、金属部材91と樹脂部材92とを備えている。図1は、パッケージ構造A1を示す平面図である。図2は、図1のI-I線に沿う断面図である。図3は、図1の領域IIIを拡大した部分拡大平面図である。図4は、図3に示した部分の斜視図である。図5は、図4のV-V線に沿う断面図である。図1、図3および図4においては、樹脂部材92を想像線（二点鎖線）で示している。

[0035] 説明の便宜上、図1～図5において、互いに直交する3つの方向を、 x' 方向、 y' 方向、 z' 方向と定義する。 z' 方向は、パッケージ構造A1の厚さ方向である。 x' 方向は、パッケージ構造A1の平面図（図1参照）における左右方向である。 y' 方向は、パッケージ構造A1の平面図（図1参照）における上下方向である。

[0036] 金属部材91は、たとえば金属板である。当該金属板の構成材料は、たとえば、Cu（銅）あるいはCu合金である。金属部材91の厚さは、特に限定されないが、一例では0.8mmあるいは3.0mmである。金属部材91は、主面911を有している。主面911は、 z' 方向の一方（本実施形態においては図2の上方）を向く面である。

[0037] 樹脂部材92は、金属部材91の主面911上に配置され、主面911に接している。樹脂部材92の構成材料は、たとえばエポキシ樹脂である。樹脂部材92の構成材料は、エポキシ樹脂に限定されない。また、樹脂部材92には、フィラーが含有されている。

[0038] パッケージ構造A1において、金属部材91の主面911は、粗化領域93を含んでいる。粗化領域93は、樹脂部材92によって覆われている。粗化領域93は、金属部材91の主面911のうち、粗化处理された領域であ

る。粗化領域 93 は、たとえばレーザ光を照射することで、形成されるが、これに限定されない。たとえば、粗化領域 93 をエッチングによって形成してもよい。粗化領域 93 には、複数の第 1 線状溝 931 および複数の隆起部 931a が形成されている。

[0039] 複数の第 1 線状溝 931 の各々は、主面 911 から窪んだ部分である。各第 1 線状溝 931 は、 y' 方向に延びている。各第 1 線状溝 931 は、 z' 方向に見て、粗化領域 93 の y' 方向の一方の端縁から他方の端縁まで一続きに繋がっている。各第 1 線状溝 931 は、 z' 方向に見て、直線状である。複数の第 1 線状溝 931 は、所定のパターンに従って、規則的に配置されている。複数の第 1 線状溝 931 は、 z' 方向に見て、 x' 方向に並んでいる。複数の第 1 線状溝 931 は、 x' 方向に等間隔に配置されている。各第 1 線状溝 931 の表面は、 y' 方向に直交する平面 ($x' - z'$ 平面) による断面が湾曲している。当該断面は、 z' 方向の一方 (図 5 の下方) に向けて凹んでいる。

[0040] 各第 1 線状溝 931 は、 x' 方向寸法 W (図 5 参照) がたとえば $10 \sim 200 \mu\text{m}$ 程度 (本実施形態においては $15 \sim 25 \mu\text{m}$ 程度) である。また、各第 1 線状溝 931 は、深さ d (図 5 参照) がたとえば $10 \sim 40 \mu\text{m}$ 程度 (本実施形態においては $10 \sim 20 \mu\text{m}$ 程度) である。また、深さ d に対する x' 方向寸法 W の割合 (d/W) は、 $0.2 \sim 1.2$ 程度 (本実施形態においては $0.6 \sim 0.7$ 程度) である。各第 1 線状溝 931 の x' 方向寸法 W は、樹脂部材 92 のフィラーよりも小さい。

[0041] 複数の隆起部 931a の各々は、図 3～図 5 に示すように、 x' 方向に隣り合う 2 つの第 1 線状溝 931 に挟まれている。各隆起部 931a は、図 4 および図 5 に示すように、主面 911 よりも z' 方向上方に突き出ているが、突き出ていなくてもよい。各隆起部 931a は、 x' 方向の隣に配置された第 1 線状溝 931 に繋がっており、特に、当該第 1 線状溝 931 の x' 方向に位置する端縁に繋がっている。各隆起部 931a は、各第 1 線状溝 931 と同様に、 y' 方向に延びている。各隆起部 931a は、 z' 方向に見て

、粗化領域 9 3 の y' 方向の一方の端縁から他方の端縁まで一続きに繋がっている。各隆起部 9 3 1 a は、 z' 方向に見て、直線状である。複数の隆起部 9 3 1 a は、 z' 方向に見て、 x' 方向に並んで配置されている。

[0042] 粗化領域 9 3 において、各第 1 線状溝 9 3 1 の表層および各隆起部 9 3 1 a の表層は、図 4 および図 5 で示すように、酸化物層 9 4 である。酸化物層 9 4 は、金属部材 9 1 の素材の酸化物から構成される。本願発明者が金属部材 9 1 の表面分析を行った結果、主面 9 1 1 のうち粗化領域 9 3 でない領域においては、防錆剤（たとえばベンゾトリアゾール）の成分が検出され、主面 9 1 1 のうち粗化領域 9 3 である領域においては、その防錆剤の成分が検出されなかった。酸化物層 9 4 の厚さは、特に限定されないが、たとえばおよそ 20 nm である。

[0043] 粗化領域 9 3 において、複数の第 1 線状溝 9 3 1 の表面および複数の隆起部 9 3 1 a の表面は、微細な凹凸を有している。この微細な凹凸により、主面 9 1 1 よりも粗面である。当該凹凸は、複数の第 1 線状溝 9 3 1 および複数の隆起部 9 3 1 a によって構成される凹凸よりも微細である。各第 1 線状溝 9 3 1 の表面粗さ（算術平均粗さ） R_a は、たとえば $2.51 \mu\text{m}$ 程度であり、各隆起部 9 3 1 a の表面粗さ R_a は、たとえば $2.46 \mu\text{m}$ 程度である。なお、複数の第 1 線状溝 9 3 1 および複数の隆起部 9 3 1 a は、上記するようにレーザ光の照射によって形成されているため、これらの表面にはレーザ溶接による溶接痕（たとえば溶接ビードなど）が形成されているが、図 1 ～図 5 においてはその図示を省略する。上記微細な凹凸の少なくとも一部は、当該溶接痕による凹凸である。

[0044] 次に、本開示の第 1 実施形態にかかるパッケージ構造 A 1 の形成方法について、図 6 および図 7 を参照して説明する。

[0045] まず、主面 9 1 1 を有する金属部材 9 1 を準備する。たとえば、金属部材 9 1 として、金属板を準備する。金属板の厚みは、特に限定されない。

[0046] 次いで、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 の少なくとも一部を粗化処理し、主面 9 1 1 に粗化領域 9 3 を形成する。主面 9 1 1 を粗化する工程（粗化処理工

程)においては、たとえば、レーザ光を主面 9 1 1 に照射する。これにより、レーザ光を照射した部分に窪みができる。このとき、レーザ光が照射された部分は、レーザ光のエネルギーによって発熱し、この熱によって、昇華、溶融する。その後、溶融した分が再凝固し、再凝固した部分の表面において上記微細な凹凸が形成される。レーザ光の照射には、たとえば、次に示すレーザ照射装置 L D (図 6 参照)を用いる。

[0047] 図 6 は、レーザ照射装置 L D の一例を示している。レーザ照射装置 L D は、図 6 に示すように、レーザ発振器 8 1、光ファイバ 8 2 およびレーザヘッド 8 3 を備えている。レーザ発振器 8 1 は、レーザ光を発振するものである。本実施形態においては、レーザ発振器 8 1 は、レーザ光として Y A G レーザ光を発振する。光ファイバ 8 2 は、レーザ発振器 8 1 から発振されたレーザ光を伝送するものである。レーザヘッド 8 3 は、光ファイバ 8 2 から出射されたレーザ光を金属部材 9 1 に導くものである。

[0048] レーザヘッド 8 3 は、コリメートレンズ 8 3 1、ミラー 8 3 2、ガルバノスキャナ 8 3 3 および集光レンズ 8 3 4 を備えている。コリメートレンズ 8 3 1 は、光ファイバ 8 2 から出射されたレーザ光をコリメートする(平行光にする)レンズである。ミラー 8 3 2 は、コリメートレンズ 8 3 1 によって平行にされたレーザ光を金属部材 9 1 に向けて反射するものである。ガルバノスキャナ 8 3 3 は、金属部材 9 1 におけるレーザ光の照射位置を変更するためのものである。ガルバノスキャナ 8 3 3 は、たとえば、直交する 2 方向に首振り運動が可能な図示しない一対の可動ミラーを含む周知のスキャナが用いられる。集光レンズ 8 3 4 は、ガルバノスキャナ 8 3 3 から導かれたレーザ光を金属部材 9 1 に集光する。

[0049] 本実施形態の粗化処理工程においては、上記レーザ照射装置 L D を用いて、レーザ光を金属部材 9 1 に照射する。このとき、レーザ光の照射位置を、所定の照射パターンに従って移動させる。図 7 は、本実施形態における、レーザ光の照射パターンを、説明するための図である。レーザ光の照射位置の変更は、上記するように、ガルバノスキャナ 8 3 3 による。金属部材 9 1 の

主面 911 に照射されるレーザ光のスポット径 D_s はたとえば $20\ \mu\text{m}$ 程度である。スポット径 D_s とは、レーザ照射装置 LD から照射され、金属部材 91 の主面 911 の照射されたレーザ光のビーム径（直径）を指す。また、レーザ光の移動速度は、 200 mm/s 程度である。

[0050] 本実施形態における照射パターンは、図 7 に示すように、ライン状のパターン（太い矢印参照）である。具体的には、各々が y' 方向に延びる複数の走査軌道 SO1 が x' 方向に等間隔で並んでいる。複数の走査軌道 SO1 の各々は、直線状であり、かつ、互いに平行である。図 7 に示す走査軌道 SO1 はレーザ光の中心位置が通る位置を示している。

[0051] 粗化処理工程においては、まず、図 7 に示す点 P1 を開始位置とし、当該点 P1 を通る走査軌道 SO1 に沿って、レーザ光を、 y' 方向に距離 $L_{y'}$ 分、移動させる。続いて、点 P2 を開始位置とし、当該点 P2 を通る走査軌道 SO1 に沿って、レーザ光を y' 方向に距離 $L_{y'}$ 分、移動させる。各走査軌道 SO1 の間隔、すなわち、各走査軌道 SO1 のピッチ寸法 $D_{x'}$ （図 7 参照）は、たとえば $33\ \mu\text{m}$ 程度である。本実施形態においては、図 7 に示すように、 y' 方向において、図 7 の下方から上方に向けてレーザ光を走査する場合と、図 7 の上方から下方に向けてレーザ光を走査する場合とを交互に行っている。なお、交互ではなく、全ての走査軌道 SO1 に対して、図の下方から上方（あるいは上方から下方）に向かってレーザ光を走査するようにしてもよい。本実施形態の粗化処理工程では、以上のように、複数の走査軌道 SO1 に沿って、レーザ光を照射する。レーザ光の、 y' 方向の移動量（距離 $L_{y'}$ ）および x' 方向の移動量（距離 $L_{x'}$ ）は、粗化領域 93 の形成範囲に応じて、適宜設定される。

[0052] 粗化処理工程では、図 7 に示す照射パターンに従って、レーザ光を照射する。これにより、レーザ光が照射された部分の金属部材 91 が発熱する。この発熱により、金属部材 91 が昇華、溶融する。このとき、発生した熱が金属部材 91 を拡散するため、溶融する範囲は上記スポット径 D_s より大きくなる。そのため、形成される粗化領域 93 において、図 7 に示すように、隣

り合う軌道によって溶融した金属部材 9 1 が重なり合い、各隆起部 9 3 1 a が形成される。また、本実施形態においては、直線状の各走査軌道 S O 1 に沿って、レーザ光を移動させるため、当該各走査軌道 S O 1 に基づいて複数の第 1 線状溝 9 3 1 の各々が形成される。よって、各第 1 線状溝 9 3 1 は、 y' 方向に直線状に延び、かつ、互いに x' 方向に平行に並んでいる。

[0053] 続いて、形成した粗化領域 9 3 を覆うように、樹脂部材 9 2 を形成する。樹脂部材 9 2 を形成する工程（樹脂部材形成工程）では、たとえばトランスファモールディングによる。

[0054] 以上の工程を経ることによって、表面に粗化領域 9 3 を含む金属部材 9 1 と、粗化領域 9 3 を覆う樹脂部材 9 2 とを備えるパッケージ構造 A 1 が形成される。

[0055] 次に、第 1 実施形態にかかるパッケージ構造 A 1 およびその形成方法の作用効果について説明する。

[0056] パッケージ構造 A 1 では、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 は、粗化領域 9 3 を含んでいる。粗化領域 9 3 には、複数の第 1 線状溝 9 3 1 が形成されている。複数の第 1 線状溝 9 3 1 は、各々が主面 9 1 1 から窪み、かつ、表面が主面 9 1 1 よりも粗面である。また、複数の第 1 線状溝 9 3 1 の各々には、樹脂部材 9 2 が充填されている。この構成をとることで、樹脂部材 9 2 は、アンカー効果によって、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 との接合強度が向上する。したがって、パッケージ構造 A 1 は、金属部材 9 1 から樹脂部材 9 2 が剥離することを抑制できる。これにより、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 の腐食を抑制することが可能となる。

[0057] 本願発明者は、パッケージ構造 A 1 において、金属部材 9 1 と樹脂部材 9 2 との接合強度の評価を行った。この接合強度の評価においては、プリンカップ成形によるシェア試験を行い、シェア強度を測定した。シェア試験では、粗化領域 9 3 上にプリンカップ型の樹脂部材 9 2 を成形する。そして、成形したプリンカップ型の樹脂部材 9 2 に対して、シェアツールを用いて、金属部材 9 1 と樹脂部材 9 2 との接合界面が剥離するときの荷重を測定した。

比較のため、粗化領域 93 を含まない金属部材 91 に対しても、同様のシェア試験を行った。シェア試験における各条件は、次の通りである。それは、形成したプリンカップ型の樹脂部材 92 は、円錐台形状であって、その高さが 3.0 mm であり、底部の直径が 3.6 mm である。また、シェアツールのツール幅が 9 mm、高さが 100 μ m、速度が 50 μ /s である。そして、測定時の環境温度は、25℃である。

[0058] 上記シェア試験の結果、粗化領域 93 を含む金属部材 91 におけるシェア強度は、各第 1 線状溝 931 に直交する方向（以下、「直交方向」という。）で 30.41 kgf であり、第 1 線状溝 931 の並行する方向（以下、「並行方向」という。）で 31.09 kgf であった。これらの平均値は 30.75 kgf である。一方、粗化領域 93 を含まない金属部材 91 におけるシェア強度は、直交方向に相当する方向で 5.47 kgf であり、並行方向に相当する方向で 5.81 kgf であった。これらの平均値は 5.64 kgf である。よって、金属部材 91 の主面 911 に粗化領域 93 を形成した場合、粗化領域 93 を形成しなかった場合よりも、シェア強度が上記平均値でおよそ 5.5 倍程度高い値となった。つまり、粗化領域 93 によって、金属部材 91 と樹脂部材 92 との接合強度が向上していることが分かった。したがって、パッケージ構造 A1 は、金属部材 91 に粗化領域 93 を形成することで、金属部材 91 と樹脂部材 92 との接合強度を向上させることができる。また、上記したシェア試験の結果から、各第 1 線状溝 931 に直交する方向だけでなく、並行する方向に対してもシェア強度を向上していることが分かった。

[0059] パッケージ構造 A1 では、各第 1 線状溝 931 の x' 方向寸法は、樹脂部材 92 に含まれるフィラーの粒径よりも小さい。そのため、フィラーが各第 1 線状溝 931 に入り込まない。したがって、金属部材 91 と樹脂部材 92 との界面部分にフィラーが配置されることを抑制することができる。これにより、金属部材 91 と樹脂部材 92 との界面破壊を抑制することができる。

[0060] パッケージ構造 A1 の形成方法では、粗化処理工程において、レーザ光を

照射して、粗化領域 93 を形成した。このとき、レーザ光を直線状の走査軌道 S O 1 に沿って移動させた。この構成をとることで、粗化領域 93 に、複数の第 1 線状溝 931 を形成することができる。また、レーザ光を照射することで、金属部材 91 が昇華したり、溶融した部分が凝固したりすることで、各第 1 線状溝 931 の表面に微細な凹凸が形成される。したがって、粗化処理工程において、レーザ光を照射して粗化領域 93 を形成することで、複数の第 1 線状溝 931 を形成するとともに、各第 1 線状溝 931 の表面を粗面にすることができる。

[0061] 第 1 実施形態では、第 1 線状溝 931 の表面粗さ R a が 2.51 μm 程度であり、隆起部 931 a の表面粗さ R a が 2.46 μm 程度である場合を示したが、これに限定されない。たとえば、これらの表面粗さ R a が例示した値よりも低い値であってもよい。本願発明者は、第 1 線状溝 931 の表面粗さ R a が 1.59 μm 程度であり、隆起部 931 a の表面粗さ R a が 0.98 μm 程度である場合について、同様にシェア試験を行い、表面粗さ R a とシェア強度との関係についての研究を行った。この結果、表面粗さ R a を低下させた場合のシェア強度は、直交方向においては 31.26 kgf、並行方向においては 26.21 kgf であった。なお、第 1 実施形態においては、上記するように、直交方向のシェア強度は 30.41 kgf であり、並行方向のシェア強度は 31.09 kgf である。したがって、表面粗さ R a を低くしても、粗化領域 93 を形成しなかった場合と比較して、定量的には上記第 1 実施形態よりもシェア強度が向上しなかったものの、定性的にはシェア強度が向上していることが判明した。以上のことから、複数の第 1 線状溝 931 を形成することで、接合強度を向上させることができ、さらに、粗化領域 93 の表面粗さ R a を調整することで、シェア強度を定量的に調整することができる。たとえば、粗化領域 93 の表面粗さ R a を高くすることで、シェア強度を定量的に向上させることができる。

[0062] 第 1 実施形態では、各第 1 線状溝 931 が、直線状である場合を説明したが、これに限定されない。たとえば、各第 1 線状溝 931 が、波状あるいは

クランク状であってもよい。たとえば、粗化処理工程におけるレーザ光の照射パターン（図7参照）において、レーザ光を直線状に移動させるのではなく、波状あるいはクランク状に移動させることで、 z' 方向に見て、波状あるいはクランク状の第1線状溝931が形成されうる。図8は、波状の第1線状溝931が形成されている場合の、パッケージ構造A1の平面図を示している。図9は、クランク状の第1線状溝931が形成されている場合の、パッケージ構造A1の平面図を示している。本開示において、クランク状とは、屈曲した部分の屈曲角度が、直角であるものに限定されず、その角度が鋭角であるものも鈍角であるものも含む概念としている。図9に示す例示においては、第1線状溝931は、鈍角に屈曲している。これら図8および図9に示すパッケージ構造A1であっても、直線状の第1線状溝931が形成されている場合と同様に、シェア強度を高めることができる。したがって、パッケージ構造A1において、金属部材91と樹脂部材92との接合強度を向上させることができる。

[0063] 次に、第2実施形態にかかるパッケージ構造について、図10～図12を参照して、説明する。第2実施形態にかかるパッケージ構造A2は、金属部材91の主面911に、粗化領域93とは異なる粗化領域93'が形成されている。パッケージ構造A2の全体構造は、図1および図2に示すパッケージ構造A1の全体構造と同じである。

[0064] 図10～図12は、粗化領域93'を示している。図10は、粗化領域93'を示す部分拡大平面図であり、第1実施形態の図3に対応する。図11は、図10に示した部分の斜視図である。図12は、図11のX11-X11線に沿う断面図である。

[0065] 粗化領域93'は、図10～図12に示すように、複数の第1線状溝931、複数の隆起部931aおよび複数の介在部931bを有している。粗化領域93'は、粗化領域93と比較して、複数の介在部931bを有しており、かつ、複数の隆起部931aの配置が異なっている。粗化領域93'においては、図10～図12に示すように、 x' 方向において、第1線状溝9

31、隆起部931a、介在部931b、隆起部931aの順に、繰り返し配置されている。

[0066] 介在部931bは、図10～図12に示すように、 x' 方向において、隆起部931aを介して、2つの第1線状溝931に挟まれている。介在部931bは、主面911と同じ表面粗さである。すなわち、介在部931bは、金属部材91の素地の表面粗さである。介在部931bの x' 方向寸法 $D \times 2$ （図11参照）は、各走査軌道S01のピッチ寸法 Dx' に依存する。介在部931bは、主面911と面一である。

[0067] 粗化領域93'において、隆起部931aは、図10～図12に示すように、1つの第1線状溝931の x' 方向の各端縁にそれぞれ1つずつ繋がっている。隆起部931aは、 x' 方向の2つの端縁のうち、一方が第1線状溝931に繋がり、他方が介在部931bに繋がっている。

[0068] 次に、第2実施形態にかかるパッケージ構造A2の成形方法について、説明する。

[0069] 本実施形態にかかる形成方法は、上記粗化処理工程での照射パターンにおいて、各走査軌道S01のピッチ寸法 Dx' が異なっている。具体的には、第1実施形態においては、各走査軌道S01のピッチ寸法 Dx' が、 $33\mu\text{m}$ 程度であったが、本実施形態においては、それよりも大きい、たとえば $66\mu\text{m}$ 程度や $99\mu\text{m}$ 程度にしている。このように、各走査軌道S01のピッチ寸法 Dx' を大きくすることで、隣り合う走査軌道S01によって昇華あるいは溶融した金属部材91が重なり合わなくなり、2つの第1線状溝931に挟まれた介在部931bが形成される。

[0070] 次に、第2実施形態にかかるパッケージ構造A2およびその形成方法の作用効果について説明する。

[0071] パッケージ構造A2では、金属部材91の主面911は、粗化領域93'を含んでいる。粗化領域93'には、複数の第1線状溝931が形成されている。複数の第1線状溝931は、各々が主面911から窪み、かつ、表面が主面911よりも粗面である。また、複数の第1線状溝931の各々には

、樹脂部材 9 2 が充填されている。この構成をとることで、第 1 実施形態と同様に、樹脂部材 9 2 は、アンカー効果によって、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 との接合強度が向上する。したがって、パッケージ構造 A 2 は、金属部材 9 1 から樹脂部材 9 2 が剥離することを抑制できる。これにより、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 の腐食を抑制することが可能となる。

[0072] 本願発明者は、パッケージ構造 A 2 においても、パッケージ構造 A 1 と同様に、シエア試験を行った。当該シエア試験においては、各走査軌道 S O 1 のピッチ寸法 $D \times'$ を $66 \mu m$ 程度にし、これによって形成された粗化領域 9 3' に対して、シエア強度を測定した。シエア試験の各条件は、第 1 実施形態と同じである。

[0073] 上記シエア試験の結果、粗化領域 9 3' に対するシエア強度は、直交方向が $21.68 kgf$ 、並行方向が $22.34 kgf$ であり、これらの平均値は $22.01 kgf$ であった。上記するように、粗化領域 9 3 を含まない金属部材 9 1 におけるシエア強度は、平均値が $5.64 kgf$ （直交方向 $5.47 kgf$ 、並行方向 $5.81 kgf$ ）であることから、パッケージ構造 A 2 においても、複数の第 1 線状溝 9 3 1 を含んだ粗化領域 9 3' を形成することで、金属部材 9 1 と樹脂部材 9 2 との接合強度を向上させることができる。

[0074] さらに、本願発明者は、各走査軌道 S O 1 のピッチ寸法 $D \times'$ とシエア強度との相関関係を調べるために、各走査軌道 S O 1 のピッチ寸法 $D \times'$ を $99 \mu m$ 程度にし、これによって形成された粗化領域 9 3' に対しても、シエア強度を測定した。当該シエア試験の結果、この粗化領域 9 3' に対するシエア強度は、直交方向が $17.29 kgf$ 、並行方向が $15.10 kgf$ であり、これらの平均値は $16.20 kgf$ であった。したがって、ピッチ寸法 $D \times'$ を $99 \mu m$ 程度にさらに大きくした場合であっても、粗化領域 9 3 を含まない金属部材 9 1 におけるシエア強度よりも向上することがわかった。したがって、第 1 線状溝 9 3 1 が形成された粗化領域 9 3' によって、定性的にシエア強度を向上させることができる。

[0075] また、本願発明者は、各走査軌道S O 1のピッチ寸法 $D \times'$ が $33 \mu m$ 程度（第1実施形態）、 $66 \mu m$ 程度、 $99 \mu m$ 程度であるそれぞれの場合のシエア試験の結果を比較した結果、次の傾向があることがわかった。それは、ピッチ寸法 $D \times'$ が小さいほど、定量的にシエア強度が向上する傾向があるということである。ピッチ寸法 $D \times'$ が小さいほど、形成される粗化領域93'における複数の第1線状溝931の占有面積が大きくなる。そして、この第1線状溝931の占有面積の増大が、定量的にシエア強度を向上させているからである。したがって、照射パターン（ライン状の照射パターン）のピッチ寸法 $D \times'$ を調整することで、パッケージ構造A2の接合強度を調整することができる。ただし、ピッチ寸法 $D \times'$ が小さいほど、レーザ光を照射する時間が長くなる。このため、パッケージ構造の生産性が低くなる。したがって、接合強度があまり求められない場合には、ピッチ寸法 $D \times'$ を大きくすることで、適度な接合強度を確保しつつ、生産性を高めることが可能となる。

[0076] 次に、第3実施形態にかかるパッケージ構造について、図13～図17を参照して、説明する。第3実施形態のパッケージ構造A3は、金属部材91の主面911に粗化領域93、93'とは異なる粗化領域93''が形成されている。パッケージ構造A3の全体構造は、図1および図2に示すパッケージ構造A1の全体構造と同じである。

[0077] 図13～図16は、本実施形態にかかる粗化領域93''を示している。図13は、粗化領域93''を示す部分拡大平面図であり、第1実施形態の図3に対応する。図14は、図13に示した部分の斜視図である。図15は、図14のX V - X V線に沿う断面図である。図16は、図14のX V I - X V I線に沿う断面図である。

[0078] 粗化領域93''は、図13～図16に示すように、複数の第1線状溝931および複数の第2線状溝932を有している。よって、粗化領域93''は、粗化領域93、93''と比較して、複数の第2線状溝932がさらに形成されている。複数の第1線状溝931の表層および複数の第2線状溝932

の表層はそれぞれ、酸化物層 94 である。当該酸化物層 94 の図示を省略する。また、 z' 方向に見たときの、各第 1 線状溝 931 および各第 2 線状溝 932 の各端縁部分は、 z' 方向に隆起していてもよいし、していなくてもよい。

[0079] 複数の第 2 線状溝 932 の各々は、主面 911 から窪んだ部分である。各第 2 線状溝 932 は、 x' 方向に延びている。各第 2 線状溝 932 は、 z' 方向に見て、粗化領域 93'' の x' 方向の一方の端縁から他方の端縁まで一続きに繋がっている。各第 2 線状溝 932 は、図 13 および図 14 に示すように、 z' 方向に見て、直線状である。複数の第 2 線状溝 932 は、所定のパターンに従って、規則的に配置されている。複数の第 2 線状溝 932 は、図 13 および図 14 に示すように、 z' 方向に見て、 y' 方向に並んでおり、等間隔に配置されている。各第 2 線状溝 932 は、図 13 および図 14 に示すように、 z' 方向に見て、各第 1 線状溝 931 に直交する。

[0080] 粗化領域 93'' においては、各第 1 線状溝 931 は、 y' 方向に直交する平面 ($x' - z'$ 平面) における断面が、略台形状である。具体的には、 z' 方向下方の辺が z' 方向上方の辺よりも短い台形状である。そして、各第 1 線状溝 931 の x' 方向寸法 (各第 1 線状溝 931 の幅) は、たとえば 10 ~ 200 μm 程度 (本実施形態においては 80 μm 程度) であり、 x' 方向に隣り合う 2 つの第 1 線状溝 931 の離間距離は、たとえば 80 μm 程度である。また、各第 2 線状溝 932 は、 x' 方向に直交する平面 ($y' - z'$ 平面) における断面が、略台形状である。具体的には、 z' 方向下方の辺が z' 方向上方の辺よりも短い台形状である。そして、各第 2 線状溝 932 の y' 方向寸法 (各第 2 線状溝 932 の幅) は、たとえば 10 ~ 200 μm 程度 (本実施形態においては 80 μm 程度) であり、 y' 方向に隣り合う 2 つの第 2 線状溝 932 の離間距離は、たとえば 80 μm 程度である。 x' 方向に隣り合う 2 つの第 1 線状溝 931 の離間距離および y' 方向に隣り合う 2 つの第 2 線状溝 932 の離間距離は、略同じであってもよいし、異なってもよい。また、各第 1 線状溝 931 の幅と各第 2 線状溝 932 の幅とは

、略同じであってもよいし、異なってもよい。

[0081] 粗化領域 93” は、図 13～図 16 に示すように、複数の第 1 底面 951、複数の第 2 底面 952、複数の第 3 底面 953 および複数の平坦面 954 を含んでいる。各第 1 底面 951、各第 2 底面 952 および各第 3 底面 953 は、微細な凹凸があり、粗面である。

[0082] 複数の第 1 底面 951 は、 z' 方向に見て、各第 1 線状溝 931 に重なり、かつ、各第 2 線状溝 932 には重ならない。複数の第 2 底面 952 は、 z' 方向に見て、各第 1 線状溝 931 には重ならず、かつ、各第 2 線状溝 932 に重なる。複数の第 3 底面 953 は、 z' 方向に見て、各第 1 線状溝 931 および各第 2 線状溝 932 の両方に重なる。つまり、複数の第 3 底面 953 は、 z' 方向に見て、各第 1 線状溝 931 と各第 2 線状溝 932 とが交差する部分に重なる。複数の平坦面 954 は、 z' 方向に見て、各第 1 線状溝 931 および各第 2 線状溝 932 のいずれにも重ならない部分である。

[0083] 各平坦面 954 は、 z' 方向において、主面 911 と同じ位置に配置されている。各平坦面 954 は、粗化処理工程において、粗化領域 93” のうちレーザ光が照射されなかった部分である。各第 3 底面 953 は、 z' 方向において、各平坦面 954 よりも下方に配置されている。各第 1 底面 951 および各第 2 底面 952 はそれぞれ、 z' 方向において、各第 3 底面 953 と各平坦面 954 との間に配置されている。本実施形態においては、各第 1 底面 951 と各第 2 底面 952 とが、 z' 方向において、同じ位置に配置されている場合を示すが、異なってもよい。

[0084] 次に、第 3 実施形態にかかるパッケージ構造 A3 の形成方法について、説明する。

[0085] 本実施形態にかかる形成方法は、上記粗化処理工程での照射パターンが、第 1 実施形態および第 2 実施形態と異なる。具体的には、第 1 実施形態および第 2 実施形態においては、その照射パターンがライン状のパターンであったが、本実施形態においては、格子メッシュ状のパターンである。

[0086] 図 17 は、本実施形態における照射パターンを示している。図 17 に示す

ように、当該照射パターンは、複数の走査軌道 S O 1 と複数の走査軌道 S O 2 とを含んでいる。複数の走査軌道 S O 1 は、各々が y' 方向に延び、かつ、x' 方向に等間隔に並んでいる。複数の走査軌道 S O 2 は、各々が x' 方向に延び、かつ、y' 方向に等間隔に並んでいる。各走査軌道 S O 1 および各走査軌道 S O 2 はそれぞれ、直線状である。よって、本実施形態における照射パターンは、上記するように格子メッシュ状のパターンである。x' 方向に隣り合う 2 つの走査軌道 S O 1 の離間距離と、y' 方向に隣り合う 2 つの走査軌道 S O 2 の離間距離とは、たとえば同じである。複数の走査軌道 S O 1 のピッチ寸法、複数の走査軌道 S O 2 のピッチ寸法、レーザ光のスポット径 D s などは、形成する粗化領域 9 3'' に応じて適宜変更されうる。

[0087] 次に、第 3 実施形態にかかるパッケージ構造 A 3 およびその形成方法の作用効果について説明する。

[0088] パッケージ構造 A 3 では、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 は、粗化領域 9 3'' を含んでいる。粗化領域 9 3'' には、複数の第 1 線状溝 9 3 1 が形成されている。複数の第 1 線状溝 9 3 1 は、各々が主面 9 1 1 から窪み、かつ、表面が主面 9 1 1 よりも粗面である。また、複数の第 1 線状溝 9 3 1 の各々には、樹脂部材 9 2 が充填されている。この構成をとることで、第 1 実施形態と同様に、樹脂部材 9 2 は、アンカー効果によって、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 との接合強度が向上する。したがって、パッケージ構造 A 3 は、金属部材 9 1 から樹脂部材 9 2 が剥離することを抑制できる。これにより、金属部材 9 1 の主面 9 1 1 の腐食を抑制することが可能となる。

[0089] 本願発明者は、パッケージ構造 A 3 においても、パッケージ構造 A 1, A 2 と同様に、シェア試験を行った。その結果、シェア強度は、直交方向が 24.43 kgf、並行方向が 23.43 kgf であり、これらの平均値は 23.93 kgf であった。したがって、パッケージ構造 A 3 においても、粗化領域 9 3'' を形成しなかった場合よりも、シェア強度を向上させることができる。すなわち、パッケージ構造 A 3 においても、金属部材 9 1 と樹脂部材 9 2 との接合強度を向上させることができる。

- [0090] パッケージ構造 A 3 では、複数の第 1 線状溝 9 3 1 と複数の第 2 線状溝 9 3 2 とが交差している。これにより、粗化領域 9 3” において、主面 9 1 1 から窪んだ部分が全面にわたって連続している。この構成をとることで、樹脂部材形成工程時に、液体状の樹脂部材 9 2 が、毛細管現象と同様のメカニズムによって濡れ広がる。すなわち、液体状の樹脂部材 9 2 を、効率的に複数の第 1 線状溝 9 3 1 および複数の第 2 線状溝 9 3 2 に充填させることができる。
- [0091] パッケージ構造 A 3 においては、粗化領域 9 3” が平坦面 9 5 4 を含んでいる場合を示したが、これに限定されない。たとえば、図 1 7 に示す照射パターンにおいて、各走査軌道 S O 1, S O 2 の間隔を小さくした場合、粗化領域 9 3” に、当該平坦面 9 5 4 の代わりに、山のような隆起部分が形成されうる。
- [0092] 第 1 実施形態ないし第 3 実施形態においては、環境温度を 2 5℃にしてシェア試験を行った。本願発明者は、当該環境温度を 1 5 0℃にして同様にシェア試験を行った。その結果、パッケージ構造 A 1～A 3 のいずれにおいても、上記したシェア強度よりもおよそ 5 0～7 0%に低下した。しかしながら、樹脂部材 9 2 の剥離状態を観察すると、粗化領域 9 3, 9 3', 9 3” 上にプリンカップ型の樹脂部材 9 2 の一部（テストピース）が残っていた。したがって、高温の環境下において、樹脂部材 9 2 の機械強度が低下し、樹脂部材 9 2 自体の破壊が発生したことがわかった。よって、金属部材 9 1 と樹脂部材 9 2 との接合部分の破壊ではなかった。以上のことから、パッケージ構造 A 1～A 3 によれば、金属部材 9 1 と樹脂部材 9 2 との接合において温度変化に対する耐性が向上している。
- [0093] 本願発明者は、上記した粗化領域 9 3, 9 3', 9 3” 以外の構造について、検討を行った。この検討においては、粗化処理工程での、レーザ光の照射パターンや照射条件を変えていき、照射パターンや照射条件を変えるごとに上記シェア試験を行った。当該シェア試験の結果を表 1 に示す。表 1 は、9 つのサンプルについての、照射パターンおよび各照射条件と、シェア試験

によって測定したシェア強度との関係を示している。表 1 には、比較対象として、レーザ光を照射しないサンプル、すなわち、粗化領域を形成しなかったサンプルについての結果を、サンプル番号 S 0 に示している。

[0094] [表1]

サンプル 番号	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
照射 パターン	未 粗化	ドット					格子 メッシュ		ライン	
ピッチ [μm]	—	80			160	240	80		44	33
深さ [μm]	—	4	7	10	7	7	4	10	—	
シェア強度 [N/mm^2]	21.9	9.6	21.9	25.8	14.3	12.9	30.0	33.2	22.3	37.9
強度比率	—	0.44	1.00	1.18	0.65	0.59	1.37	1.51	1.02	1.73

[0095] サンプル番号 S 1 ～ S 5 においては、照射パターンとして、ドット状のパターンに従って、レーザ光を照射した。これにより形成される粗化領域には複数のディンプルが形成される。また、サンプル番号 S 1 ～ S 3 はそれぞれ、各ドットの間隔を $80\mu\text{m}$ とした。さらに、レーザ光を照射した後に形成されるディンプルの深さが、サンプル番号 S 1 では $4\mu\text{m}$ 、サンプル番号 S 2 では $7\mu\text{m}$ 、そして、サンプル番号 S 3 では $10\mu\text{m}$ となるように、レーザ光の照射強度を調整した。サンプル番号 S 6, S 7 は、照射パターンとして、格子メッシュ状のパターンに従って、レーザ光を照射した。また、サンプル番号 S 6, S 7 はそれぞれ、ピッチが $80\mu\text{m}$ である。さらに、レーザ光を照射した後に形成される溝の深さが、サンプル番号 S 6 では $4\mu\text{m}$ 、サンプル番号 S 7 では $10\mu\text{m}$ となるように、レーザ光の照射強度を調整した。そして、サンプル番号 S 8, S 9 は、照射パターンとして、ライン状のパターンに従って、レーザ光を照射した。サンプル番号 S 8 は、ピッチが $44\mu\text{m}$ であり、サンプル番号 S 9 は、ピッチが $33\mu\text{m}$ である。サンプル番号 S 9 は、上記パッケージ構造 A 1 の粗化領域 9 3 を形成する際の、粗化処理

工程の条件と略同じである。

[0096] 本願発明者は、9つのサンプルごとにシア強度を測定することで、次に示す傾向があることが分かった。それは、ドット状のパターンに従ってレーザ光を照射することで形成される粗化領域においては、比較的シア強度が低下する傾向があることが分かった（ただし、その照射条件にもよる）。一方、格子メッシュ状のパターンおよびライン状のパターンに従ってレーザ光を照射することで形成される粗化領域においては、比較的シア強度が向上する傾向があることが分かった。この傾向から、粗化領域に形成された線状の溝によって、接合強度（シア強度）を向上させていることが分かる。したがって、上記粗化領域93、93'、93"に、第1線状溝931を形成したことで、各パッケージ構造A1～A3の接合強度を向上させることが可能となる。また、第1線状溝931を形成した場合、ディンプルを形成した場合よりも、接合強度を確実に向上させることができる。

[0097] 次に、本開示の半導体装置について、図18～図30を参照して、説明する。本開示の半導体装置B1は、絶縁基板10、複数の導電部材11、複数のスイッチング素子20、2つの入力端子31、32、出力端子33、一对のゲート端子34A、34B、一对の検出端子35A、35B、複数のダミー端子36、一对の側方端子37A、37B、一对の絶縁層41A、41B、一对のゲート層42A、42B、一对の検出層43A、43B、複数の土台部44、複数の線状接続部材51、複数の板状接続部材52および封止樹脂60を備えている。複数のスイッチング素子20は、複数のスイッチング素子20Aおよび複数のスイッチング素子20Bを含む。また、半導体装置B1は、複数の導電部材11、入力端子32、出力端子33および一对の側方端子37A、37Bのそれぞれに、上記した粗化領域93を含んでいる。半導体装置B1は、上記したパッケージ構造A1を備えている。

[0098] 図18は、半導体装置B1を示す斜視図である。図19は、図18に示す斜視図において、封止樹脂60を省略した図である。図20は、半導体装置B1を示す平面図である。図21は、図20に示す平面図において、封止樹脂

脂60を想像線（二点鎖線）で示した図である。図22は、図21に示す平面図の一部を拡大した部分拡大図である。図23は、半導体装置B1を示す正面図である。図24は、半導体装置B1を示す底面図である。図25は、半導体装置B1を示す側面図（左側面図）である。図26は、半導体装置B1を示す側面図（右側面図）である。図27は、図21のXXV11ーXXV11線に沿う断面図である。図28は、図21のXXV111ーXXV111線に沿う断面図である。図29は、図28の一部を拡大した要部拡大断面図であって、スイッチング素子20の断面構造を示している。

[0099] 説明の便宜上、図18～図29において、互いに直交する3つの方向を、x方向、y方向、z方向と定義する。z方向は、半導体装置B1の厚さ方向であって、パッケージ構造A1のz'方向に対応する。x方向は、半導体装置B1の平面図（図20および図21参照）における左右方向である。y方向は、半導体装置B1の平面図（図20および図21参照）における上下方向である。必要に応じて、x方向の一方をx1方向、x方向の他方をx2方向とする。同様に、y方向の一方をy1方向、y方向の他方をy2方向とし、z方向の一方をz1方向、z方向の他方をz2方向とする。本実施形態においては、x方向は、パッケージ構造A1のx'方向に相当し、y方向は、パッケージ構造A1のy'方向に相当している。なお、z方向とz'方向とを対応させれば、x方向とx'方向と、および、y方向とy'方向とを、対応させなくてもよい。

[0100] 絶縁基板10は、図19、図21、図27および図28に示すように、複数の導電部材11が配置されている。絶縁基板10は、複数の導電部材11および複数のスイッチング素子20の支持部材をなす。絶縁基板10は、電気絶縁性を有する。絶縁基板10の構成材料は、たとえば熱伝導性に優れたセラミックスである。このようなセラミックスとしては、たとえばAlN（窒化アルミニウム）が挙げられる。本実施形態においては、絶縁基板10は、平面視矩形状である。絶縁基板10は、図27および図28に示すように、主面101および裏面102を有する。

[0101] 主面101と裏面102とは、z方向において、離間し、かつ、互いに反対側を向く。主面101は、z方向のうち複数の導電部材11が配置される側、すなわち、z2方向を向く。主面101は、複数の導電部材11および複数のスイッチング素子20とともに、封止樹脂60に覆われている。裏面102は、z1方向を向く。裏面102は、図24、図27および図28に示すように、封止樹脂60から露出している。裏面102には、たとえば図示しないヒートシンクなどが接続される。絶縁基板10の構成は、上記した例示に限定されず、たとえば複数の導電部材11ごとに個別に設けてもよい。

[0102] 複数の導電部材11の各々は、金属板である。当該金属板の構成材料は、たとえばCuまたはCu合金である。複数の導電部材11は、2つの入力端子31、32および出力端子33とともに、複数のスイッチング素子20との導通経路を構成している。複数の導電部材11は、絶縁基板10の主面101に配置され、互いに離間している。各導電部材11は、たとえばAg（銀）ペーストのような接合材により主面101に接合されている。本実施形態において、導電部材11のz方向寸法は、たとえば3.0mmであるが、これに限定されない。複数の導電部材11は、Agめっきで覆われていてもよい。

[0103] 複数の導電部材11は、2つの導電部材11A、11Bを含んでいる。導電部材11Aは、図19および図21に示すように、導電部材11Bよりもx2方向に位置する。導電部材11Aは、複数のスイッチング素子20Aが搭載される。導電部材11Bは、複数のスイッチング素子20Bが搭載される。導電部材11A、11Bはそれぞれ、たとえば平面視矩形状である。各導電部材11A、11Bにおいて、z2方向を向く面の一部に溝が形成されていてもよい。たとえば、導電部材11Aに、平面視において複数のスイッチング素子20Aと絶縁層41A（後述）との間にy方向に延びる溝が形成されていてもよい。同様に、導電部材11Bに、平面視において複数のスイッチング素子20Bと絶縁層41B（後述）との間にy方向に延びる溝が形

成されていてもよい。

[0104] 各導電部材 11A, 11B は、図 19 および図 21 に示すように、その表面（z 2 方向を向く面）の一部に粗化領域 93A, 93B をそれぞれ含んでいる。粗化領域 93A, 93B はそれぞれ、たとえば上記粗化領域 93 と同じ構造である場合を示すが、粗化領域 93' あるいは粗化領域 93'' と同じ構造であってもよい。本実施形態においては、粗化領域 93A は、導電部材 11A の上面のうち、平面視において封止樹脂 60 の周縁部分に重なる領域、すなわち、導電部材 11A の上面のうち、y 方向における各端縁部分に形成されている。また、粗化領域 93B は、導電部材 11B の上面のうち、平面視において封止樹脂 60 の周縁部分に重なる領域、すなわち、導電部材 11B の上面のうち、y 方向における各端縁部分に形成されている。粗化領域 93A, 93B の形成範囲は、上記した例示に限定されず、たとえば、導電部材 11A, 11B の各上面のすべてに形成されていてもよい。

[0105] 複数の導電部材 11 の構成は、上記した例示に限定されず、半導体装置 B1 に要求される性能に応じて適宜変更されうる。たとえば、複数のスイッチング素子 20 の個数および配置などに基づき、各導電部材 11 の形状、大きさおよび配置などが、変更されうる。

[0106] 複数のスイッチング素子 20 の各々は、SiC（炭化ケイ素）を主とする半導体材料を用いて構成された MOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）である。複数のスイッチング素子 20 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や、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。本実施形態においては、各スイッチング素子 20 は、いずれも同一素子であり、かつ、n チャネル型の MOSFET である場合を示す。各スイッチング素子 20 は、たとえば平面視矩形状であるが、これに限定されない。

[0107] 複数のスイッチング素子 20 の各々は、図 29 に示すように、素子主面 2

01 および素子裏面 202 を有する。図 29 においては、スイッチング素子 20A が示されている。素子主面 201 および素子裏面 202 は、z 方向において離間し、かつ、互いに反対側を向く。各素子主面 201 は、絶縁基板 10 の主面 101 と同じ方向を向く。各素子裏面 202 は、絶縁基板 10 の主面 101 に対向している。

[0108] 複数のスイッチング素子 20 の各々は、図 29 に示すように、主面電極 21、裏面電極 22 および絶縁膜 23 を有する。

[0109] 主面電極 21 は、素子主面 201 に設けられている。主面電極 21 は、図 22 に示すように、第 1 電極 211 および第 2 電極 212 を含む。第 1 電極 211 は、たとえばソース電極であって、ソース電流が流れる。第 2 電極 212 は、たとえばゲート電極であって、各スイッチング素子 20 を駆動させるためのゲート電圧が印加される。第 1 電極 211 は、第 2 電極 212 よりも大きい。図 22 に示す例示では、第 1 電極 211 は、1 つの領域で構成されているが、これに限定されず、複数の領域に分割されていてもよい。

[0110] 裏面電極 22 は、素子裏面 202 に設けられている。裏面電極 22 は、たとえば、素子裏面 202 の全体にわたって形成されている。裏面電極 22 は、たとえばドレイン電極であって、ドレイン電流が流れる。

[0111] 絶縁膜 23 は、素子主面 201 に設けられている。絶縁膜 23 は、電気絶縁性を有する。絶縁膜 23 は、平面視において主面電極 21 を囲んでいる。絶縁膜 23 は、たとえば SiO_2 (二酸化ケイ素) 層、 SiN_4 (窒化ケイ素) 層、ポリベンゾオキサゾール層が、素子主面 201 からこの順番で積層されたものである。絶縁膜 23 においては、ポリベンゾオキサゾール層に代えてポリイミド層でもよい。

[0112] 複数のスイッチング素子 20 は、上記するように、複数のスイッチング素子 20A および複数のスイッチング素子 20B を含んでいる。半導体装置 B1 は、図 19 および図 21 に示すように、4 つのスイッチング素子 20A および 4 つのスイッチング素子 20B を含んでいる。複数のスイッチング素子 20 の数は、本構成に限定されず、半導体装置 B1 に要求される性能に応じ

て適宜変更されうる。たとえば、半導体装置 B 1 がハーフブリッジ型のスイッチング回路である場合、複数のスイッチング素子 20 A は、半導体装置 B 1 の上アーム回路を構成し、複数のスイッチング素子 20 B は、半導体装置 B 1 の下アーム回路を構成する。

[0113] 複数のスイッチング素子 20 A の各々は、図 21 に示すように、導電部材 11 A に搭載されている。複数のスイッチング素子 20 A は、y 方向に離間して並んでいる。各スイッチング素子 20 A は、図 29 に示すように、導電性接合層 29 を介して、導電部材 11 A に導通接合されている。導電性接合層 29 の構成材料は、たとえば Sn（スズ）を主成分とする鉛フリーはんだとするが、これに限定されず、Ag ペーストであってもよい。各スイッチング素子 20 A は、素子裏面 202 が導電部材 11 A の上面（z 2 方向を向く面）に対向している。各スイッチング素子 20 A の裏面電極 22 は、導電性接合層 29 を介して、導電部材 11 A に導通している。

[0114] 複数のスイッチング素子 20 B の各々は、図 21 に示すように、導電部材 11 B に搭載されている。複数のスイッチング素子 20 B は、y 方向に離間して並んでいる。各スイッチング素子 20 B は、導電性接合層 29 を介して、導電部材 11 B に導通接合されている。各スイッチング素子 20 B は、素子裏面 202 が導電部材 11 B の上面（z 2 方向を向く面）に対向している。各スイッチング素子 20 B の裏面電極 22 は、導電性接合層 29 を介して、導電部材 11 B に導通している。

[0115] 2つの入力端子 31, 32 はそれぞれ、金属板である。当該金属板の構成材料は、たとえば Cu または Cu 合金である。2つの入力端子 31, 32 はそれぞれ、z 方向寸法がたとえば 0.8 mm であるが、これに限定されない。2つの入力端子 31, 32 はそれぞれ、図 6 に示すように、半導体装置 B 1 において x 2 方向寄りに位置する。2つの入力端子 31, 32 の間には、たとえば電源電圧が印加される。入力端子 31, 32 には、図示しない電源（図示略）から直接電源電圧が印加されてもよいし、入力端子 31, 32 を挟み込むようにバスバー（図示略）を接続し、当該バスバーを介して、印加

されてもよい。また、スナバ回路などを並列に接続してもよい。入力端子 3 1 は、正極（P 端子）であり、入力端子 3 2 は、負極（N 端子）である。入力端子 3 2 は、z 方向において、入力端子 3 1 および導電部材 1 1 A の双方に対して離間して配置されている。

[0116] 入力端子 3 1 は、図 2 1 および図 2 7 に示すように、パッド部 3 1 1 および端子部 3 1 2 を有する。

[0117] パッド部 3 1 1 は、入力端子 3 1 のうち、封止樹脂 6 0 に覆われた部分である。パッド部 3 1 1 の x 1 方向側の端部は、櫛歯状となっており、複数の櫛歯部 3 1 1 a を含んでいる。複数の櫛歯部 3 1 1 a の各々は、導電部材 1 1 A の表面に導通接合されている。当該接合方法は、レーザ光を用いたレーザ溶接による接合であってもよいし、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。各櫛歯部 3 1 1 a は、レーザ溶接によって、導電部材 1 1 A に接合されており、平面視において、溶接痕 M 1（図 3 0 参照）が視認される。

[0118] 図 3 0 は、溶接痕 M 1 の一例を示している。溶接痕 M 1 は、レーザ溶接によって形成される溶接痕であれば、その形状や特徴は図示したものに限定されない。溶接痕 M 1 は、図 3 0 に示すように、外周縁 7 1 1、複数の線状痕 7 1 2 およびクレータ部 7 1 3 を有している。

[0119] 外周縁 7 1 1 は、溶接痕 M 1 の境界である。本実施形態においては、外周縁 7 1 1 は、平面視において、基準点 P 3 を中心とする円環状である。図 3 0 においては、外周縁 7 1 1 が、真円環状である場合を示しているが、レーザ溶接によるゆがみやジグザグが生じていてもよい。

[0120] 複数の線状痕 7 1 2 は、図 3 0 に示すように、平面視において円弧状である。具体的には、各線状痕 7 1 2 は、平面視において、外周縁 7 1 1 の中心を基準点 P 3 として、当該基準点 P 3 から外周縁 7 1 1 に向かって延びており、かつ、外周縁 7 1 1 に沿う環状方向の一方に向かって膨らむように湾曲している。本実施形態においては、外周縁 7 1 1 が平面視円環状であるので、上記環状方向はその周方向である。図 3 0 に示す例示においては、各線状

痕 7 1 2 は、外周縁 7 1 1 の周方向の反時計回り方向に膨らむように湾曲している。

[0121] クレータ部 7 1 3 は、平面視円形状である。平面視において、クレータ部 7 1 3 の半径は、外周縁 7 1 1 の半径よりも小さい。平面視におけるクレータ部 7 1 3 の中央位置 P 4 は、外周縁 7 1 1 の中心位置（基準点 P 3 に相当）と外周縁 7 1 1 とを結ぶ線分の中央部分に位置する。図 3 0 において、この線分の中央を結んだ線を補助線 L 1 で示している。

[0122] 端子部 3 1 2 は、入力端子 3 1 のうち、封止樹脂 6 0 から露出した部分である。端子部 3 1 2 は、図 2 1 および図 2 7 に示すように、平面視において、封止樹脂 6 0 から x 2 方向に延びている。

[0123] 入力端子 3 2 は、図 2 1 および図 2 8 に示すように、パッド部 3 2 1 および端子部 3 2 2 を有する。

[0124] パッド部 3 2 1 は、入力端子 3 2 のうち、封止樹脂 6 0 に覆われた部分である。パッド部 3 2 1 は、連結部 3 2 1 a および複数の延出部 3 2 1 b を含んでいる。連結部 3 2 1 a は、y 方向に延びる帯状である。連結部 3 2 1 a は、端子部 3 2 2 に繋がっている。複数の延出部 3 2 1 b は、連結部 3 2 1 a から x 1 方向に向けて延びる帯状である。複数の延出部 3 2 1 b は、平面視において、y 方向に並んでおり、かつ、互いに離間している。各延出部 3 2 1 b は、z 1 方向を向く面が各土台部 4 4 に接しており、当該各土台部 4 4 を介して、導電部材 1 1 A に支持されている。

[0125] パッド部 3 2 1 は、その表面の一部に粗化領域 9 3 C を含んでいる。本実施形態においては、粗化領域 9 3 C は、粗化領域 9 3 と同じ構造であるが、粗化領域 9 3' あるいは粗化領域 9 3'' と同じ構造であってもよい。本実施形態においては、粗化領域 9 3 C は、入力端子 3 2 のうち、平面視において封止樹脂 6 0 の周縁部分に重なる領域、すなわち、パッド部 3 2 1 のうち、端子部 3 2 2 に繋がる側の端縁部分に形成されている。粗化領域 9 3 C の形成範囲は、上記した例示に限定されず、たとえば、パッド部 3 2 1 の全面に形成されていてもよい。

- [0126] 端子部322は、入力端子32のうち、封止樹脂60から露出した部分である。端子部322は、図21および図27に示すように、平面視において、封止樹脂60からx2方向に延びている。端子部322は、平面視矩形形状である。端子部322は、図21および図27に示すように、平面視において、入力端子31の端子部312に重なっている。端子部322は、端子部312に対して、z2方向に離間している。端子部322の形状は、たとえば端子部312の形状と同一である。
- [0127] 出力端子33は、金属板である。当該金属板の構成材料は、たとえばCuまたはCu合金である。出力端子33は、図23に示すように、半導体装置B1においてx1方向寄りに位置する。出力端子33から複数のスイッチング素子20により電力変換された交流電力（電圧）が出力される。
- [0128] 出力端子33は、図21および図27に示すように、パッド部331および端子部332を含んでいる。
- [0129] パッド部331は、出力端子33のうち、封止樹脂60に覆われた部分である。パッド部331のx2方向側の部分は、櫛歯状となっており、複数の櫛歯部331aを含んでいる。複数の櫛歯部331aの各々は、導電部材11Bの表面に導通接合されている。当該接合方法は、レーザ光を用いたレーザ溶接による接合であってもよいし、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。本実施形態においては、各櫛歯部331aは、レーザ溶接によって、導電部材11Bに接合されており、平面視において、溶接痕M1（図30参照）が視認される。
- [0130] パッド部331は、その表面の一部に粗化領域93Dを含んでいる。本実施形態においては、粗化領域93Dは、上記粗化領域93と同じ構造であるが、粗化領域93'あるいは粗化領域93''と同じ構造であってもよい。本実施形態においては、粗化領域93Dは、出力端子33のうち、平面視において封止樹脂60の周縁部分に重なる領域、すなわち、パッド部331のうち、端子部332に繋がる側の端縁部分に形成されている。粗化領域93Dの形成範囲は、上記した例示に限定されず、たとえば、パッド部331の全

面に形成されていてもよい。

- [0131] 端子部 332 は、出力端子 33 のうち、封止樹脂 60 から露出した部分である。端子部 332 は、図 21 および図 27 に示すように、封止樹脂 60 から x 1 方向の延び出ている。
- [0132] 一对のゲート端子 34 A, 34 B は、図 20～図 22 および図 24 に示すように、y 方向において、各導電部材 11 A, 11 B の隣に位置する。ゲート端子 34 A には、複数のスイッチング素子 20 A を駆動させるためのゲート電圧が印加される。ゲート端子 34 B には、複数のスイッチング素子 20 B を駆動させるためのゲート電圧が印加される。
- [0133] 一对のゲート端子 34 A, 34 B はそれぞれ、図 21 および図 22 に示すように、パッド部 341 および端子部 342 を有する。各ゲート端子 34 A, 34 B において、パッド部 341 は、封止樹脂 60 に覆われている。これにより、各ゲート端子 34 A, 34 B は、封止樹脂 60 に支持されている。各パッド部 341 の表面には、たとえば Ag めっきが施されていてもよい。各端子部 342 は、各パッド部 341 につながり、かつ、封止樹脂 60 から露出している。各端子部 342 は、x 方向に見て、L 字状をなしている。
- [0134] 一对の検出端子 35 A, 35 B は、図 20～図 23 および図 24 に示すように、x 方向において一对のゲート端子 34 A, 34 B の隣に位置する。検出端子 35 A から、複数のスイッチング素子 20 A の各主面電極 21（第 1 電極 211）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。検出端子 35 B から、複数のスイッチング素子 20 B の各主面電極 21（第 1 電極 211）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。
- [0135] 一对の検出端子 35 A, 35 B はそれぞれ、図 21 および図 22 に示すように、パッド部 351 および端子部 352 を有する。各検出端子 35 A, 35 B において、パッド部 351 は、封止樹脂 60 に覆われている。これにより、各検出端子 35 A, 35 B は、封止樹脂 60 に支持されている。各パッド部 351 の表面には、たとえば Ag めっきが施されていてもよい。各端子

部 3 5 2 は、パッド部 3 5 1 につながり、かつ、封止樹脂 6 0 から露出している。各端子部 3 5 2 は、x 方向に見て、L 字状をなしている。

[0136] 複数のダミー端子 3 6 は、図 2 0 ～図 2 2 および図 2 4 に示すように、x 方向において一对の検出端子 3 5 A, 3 5 B に対して一对のゲート端子 3 4 A, 3 4 B の反対側に位置する。本実施形態においては、6 つのダミー端子 3 6 がある。このうち 3 つのダミー端子 3 6 は、x 方向の一方側 (x 2 方向) に位置する。残り 3 つのダミー端子 3 6 は、x 方向の他方側 (x 1 方向) に位置する。複数のダミー端子 3 6 の数は、本構成に限定されない。また、複数のダミー端子 3 6 を備えない構成としてもよい。

[0137] 複数のダミー端子 3 6 はそれぞれ、図 2 1 および図 2 2 に示すように、パッド部 3 6 1 および端子部 3 6 2 を有する。各ダミー端子 3 6 において、パッド部 3 6 1 は、封止樹脂 6 0 に覆われている。これにより、複数のダミー端子 3 6 は、封止樹脂 6 0 に支持されている。各パッド部 3 6 1 の表面には、たとえば Ag めっきが施されていてもよい。各端子部 3 6 2 は、各パッド部 3 6 1 につながり、かつ、封止樹脂 6 0 から露出している。各端子部 3 6 2 は、x 方向に見て、L 字状をなしている。図 1 8 ～図 2 6 に示す例示においては、各端子部 3 6 2 の形状は、一对のゲート端子 3 4 A, 3 4 B の各端子部 3 4 2 の形状、および、一对の検出端子 3 5 A, 3 5 B の各端子部 3 5 2 の形状と同一である。

[0138] 一对の側方端子 3 7 A, 3 7 B は、図 1 9、図 2 1 および図 2 8 に示すように、平面視において、封止樹脂 6 0 の y 1 方向側の端縁部分であり、かつ、封止樹脂 6 0 の x 方向の各端縁部分に配置されている。一对の側方端子 3 7 A, 3 7 B はそれぞれ、図 1 9 および図 2 1 に示すように、パッド部 3 7 1 および端面 3 7 2 を有する。

[0139] 各側方端子 3 7 A, 3 7 B において、パッド部 3 7 1 は、封止樹脂 6 0 に覆われている。各側方端子 3 7 A, 3 7 B において、各パッド部 3 7 1 は、図 2 1 に示すように一部が平面視において屈曲している。また、各パッド部 3 7 1 は、図 2 8 に示すように他の一部が z 方向に屈曲している。側方端子

３７Ａのパッド部３７１は、導電部材１１Ａに導通接合され、側方端子３７Ｂのパッド部３７１は、導電部材１１Ｂに導通接合されている。これにより、側方端子３７Ａは、導電部材１１Ａに支持され、側方端子３７Ｂは、導電部材１１Ｂに支持されている。各パッド部３７１の接合方法は、レーザ光を用いたレーザ溶接による接合であってもよいし、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。本実施形態においては、側方端子３７Ａのパッド部３７１および側方端子３７Ｂのパッド部３７１はそれぞれ、レーザ溶接によって、導電部材１１Ａ、１１Ｂに接合されており、平面視において、溶接痕Ｍ１（図３０参照）が形成されている。

[0140] 各パッド部３７１は、その表面の一部に粗化領域９３Ｅを含んでいる。粗化領域９３Ｅは、たとえば粗化領域９３と同じ構成であるが、粗化領域９３’あるいは粗化領域９３”と同じ構造であってもよい。粗化領域９３Ｅは、各側方端子３７Ａ、３７Ｂのうち、平面視において封止樹脂６０の周縁部分に重なる領域、すなわち、各パッド部３７１のうち、端面３７２に繋がる側の端縁部分に形成されている。粗化領域９３Ｅの形成範囲は、これに限定されず、たとえば、各側方端子３７Ａ、３７Ｂの上面のすべてに形成されていてもよい。

[0141] 各側方端子３７Ａ、３７Ｂにおいて、端面３７２は、封止樹脂６０から露出している。側方端子３７Ａの端面３７２は、×２方向を向いており、たとえば樹脂側面６３１と略面一である。なお、面一でなくてもよい。側方端子３７Ｂの端面３７２は、×１方向を向いており、たとえば樹脂側面６３２と略面一である。なお、面一でなくてもよい。各側方端子３７Ａ、３７Ｂは、平面視において、そのすべてが封止樹脂６０に重なる。

[0142] 各側方端子３７Ａ、３７Ｂの構成は、上記した例示に限定されない。たとえば、平面視において、樹脂側面６３１、６３２からそれぞれ突き出るまで延びていてもよい。また、半導体装置Ｂ１が各側方端子３７Ａ、３７Ｂを備えていなくてもよい。

[0143] 一对のゲート端子３４Ａ、３４Ｂ、一对の検出端子３５Ａ、３５Ｂおよび

複数のダミー端子 36 は、図 20～図 22 に示すように、平面視において、 x 方向に沿って配列されている。半導体装置 B1 において、一对のゲート端子 34A、34B、一对の検出端子 35A、35B、複数のダミー端子 36 および一对の側方端子 37A、37B は、いずれも同一のリードフレームから形成される。

[0144] 絶縁部材 39 は、電気絶縁性を有しており、その構成材料は、たとえば絶縁紙などである。絶縁部材 39 の一部は、平板であって、図 28 に示すように、 z 方向において入力端子 31 の端子部 312 と、入力端子 32 の端子部 322 とに挟まれている。平面視において、入力端子 31 は、その全部が絶縁部材 39 に重なっている。また、平面視において、入力端子 32 は、パッド部 321 の一部と端子部 322 の全部とが絶縁部材 39 に重なっている。絶縁部材 39 により、2つの入力端子 31、32 が互いに絶縁されている。絶縁部材 39 の一部 (x 1 方向側の部分) は、封止樹脂 60 に覆われている。

[0145] 絶縁部材 39 は、図 28 に示すように、介在部 391 および延出部 392 を有する。介在部 391 は、 z 方向において、入力端子 31 の端子部 312 と、入力端子 32 の端子部 322 との間に介在する。介在部 391 は、その全部が端子部 312 と端子部 322 とに挟まれている。延出部 392 は、介在部 391 から端子部 312 および端子部 322 よりもさらに、 x 2 方向に向けて延びている。

[0146] 一对の絶縁層 41A、41B は、電気絶縁性を有しており、その構成材料は、たとえばガラスエポキシ樹脂である。一对の絶縁層 41A、41B はそれぞれ、図 19 および図 21 に示すように、 y 方向の延びる帯状である。絶縁層 41A は、図 21、図 22、図 27 および図 28 に示すように、導電部材 11A の上面 (z 2 方向を向く面) に接合されている。絶縁層 41A は、複数のスイッチング素子 20A よりも x 2 方向に位置する。絶縁層 41B は、図 21、図 22、図 27 および図 28 に示すように、導電部材 11B の上面 (z 2 方向を向く面) に接合されている。絶縁層 41B は、複数のスイッ

チング素子20Bよりもx1方向に位置する。

[0147] 一对のゲート層42A, 42Bは、導電性を有しており、その構成材料は、たとえばCuである。一对のゲート層42A, 42Bは、図21に示すように、y方向に延びる帯状である。ゲート層42Aは、図21、図22、図27および図28に示すように、絶縁層41A上に配置されている。ゲート層42Aは、線状接続部材51（具体的には後述するゲートワイヤ511）を介して、各スイッチング素子20Aの第2電極212（ゲート電極）に導通する。ゲート層42Bは、図21、図22、図27および図28に示すように、絶縁層41B上に配置されている。ゲート層42Bは、線状接続部材51（具体的には後述するゲートワイヤ511）を介して、各スイッチング素子20Bの第2電極212（ゲート電極）に導通する。

[0148] 一对の検出層43A, 43Bは、導電性を有しており、その構成材料は、たとえばCuである。一对の検出層43A, 43Bはそれぞれ、図9に示すように、y方向に延びる帯状である。検出層43Aは、図21、図22、図27および図28に示すように、ゲート層42Aとともに絶縁層41A上に配置されている。検出層43Aは、絶縁層41A上において、ゲート層42Aの隣に位置し、ゲート層42Aに離間している。検出層43Aは、たとえばゲート層42Aよりも複数のスイッチング素子20Aが配置されている側（x2方向）に位置するが、反対側に位置していてもよい。検出層43Aは、線状接続部材51（具体的には後述する検出ワイヤ512）を介して、各スイッチング素子20Aの第1電極211（ソース電極）に導通する。検出層43Bは、図21、図22、図27および図28に示すように、ゲート層42Bとともに絶縁層41B上に配置されている。検出層43Bは、絶縁層41B上において、ゲート層42Bの隣に位置し、ゲート層42Bに離間している。検出層43Bは、たとえば、ゲート層42Bよりも複数のスイッチング素子20Bが配置されている側（x1方向）に位置するが、反対側に位置していてもよい。検出層43Bは、線状接続部材51（具体的には後述する検出ワイヤ512）を介して、各スイッチング素子20Bの第1電極21

1（ソース電極）に導通する。

[0149] 複数の土台部44の各々は、電気絶縁性を有しており、その構成材料は、たとえばセラミックである。各土台部44は、図19および図27に示すように、導電部材11Aの表面に接合されている。各土台部44は、たとえば、平面視矩形状である。複数の土台部44は、y方向に並んでおり、互いに離間している。各土台部44のz方向寸法は、入力端子31のz方向寸法と絶縁部材39のz方向寸法との合計と略同じである。各土台部44には、入力端子32のパッド部321の各延出部321bが接合されている。各土台部44は、入力端子32を支持している。

[0150] 複数の線状接続部材51は、いわゆるボンディングワイヤである。複数の線状接続部材51の各々は、導電性を有しており、その構成材料は、たとえばAl（アルミニウム）、Au（金）、Cuのいずれかである。複数の線状接続部材51は、図4および図5に示すように、複数のゲートワイヤ511、複数の検出ワイヤ512、一对の第1接続ワイヤ513および一对の第2接続ワイヤ514を含んでいる。

[0151] 複数のゲートワイヤ511の各々は、図21および図22に示すように、その一端がスイッチング素子20の第2電極212（ゲート電極）に接合され、その他端が一对のゲート層42A、42Bのいずれかに接合されている。複数のゲートワイヤ511には、スイッチング素子20Aの第2電極212とゲート層42Aとを導通させるものと、スイッチング素子20Bの第2電極212とゲート層42Bとを導通させるものがある。

[0152] 複数の検出ワイヤ512の各々は、図21および図22に示すように、その一端がスイッチング素子20の第1電極211（ソース電極）に接合され、その他端が一对の検出層43A、43Bのいずれかに接合されている。複数の検出ワイヤ512には、スイッチング素子20Aの第1電極211と検出層43Aとを導通させるものと、スイッチング素子20Bの第1電極211と検出層43Bとを導通させるものがある。

[0153] 一对の第1接続ワイヤ513は、図21および図22に示すように、その

一方がゲート層 4 2 A とゲート端子 3 4 A とを接続し、その他方がゲート層 4 2 B とゲート端子 3 4 B とを接続する。一方の第 1 接続ワイヤ 5 1 3 は、一端がゲート層 4 2 A に接合され、他端がゲート端子 3 4 A のパッド部 3 4 1 に接合されており、これらを導通している。他方の第 1 接続ワイヤ 5 1 3 は、一端がゲート層 4 2 B に接合され、他端がゲート端子 3 4 B のパッド部 3 4 1 に接合されており、これらを導通している。

[0154] 一对の第 2 接続ワイヤ 5 1 4 は、図 2 1 および図 2 2 に示すように、その一方が検出層 4 3 A と検出端子 3 5 A とを接続し、その他方が検出層 4 3 B と検出端子 3 5 B とを接続する。一方の第 2 接続ワイヤ 5 1 4 は、一端が検出層 4 3 A に接合され、他端が検出端子 3 5 A のパッド部 3 5 1 に接合されており、これらを導通している。他方の第 2 接続ワイヤ 5 1 4 は、一端が検出層 4 3 B に接合され、他端が検出端子 3 5 B のパッド部 3 5 1 に接合されており、これらを導通している。

[0155] 複数の板状接続部材 5 2 の各々は、導電性を有しており、その構成材料は、たとえば A l、A u、C u のいずれかである。各板状接続部材 5 2 は、板状の金属板が折り曲げられて形成されうる。複数の板状接続部材 5 2 は、図 1 9、図 2 1 および図 2 2 に示すように、複数の第 1 リード 5 2 1 および複数の第 2 リード 5 2 2 を含んでいる。半導体装置 B 1 では、複数の板状接続部材 5 2 の代わりに、上記線状接続部材 5 1 と同等のボンディングワイヤを用いてもよい。

[0156] 複数の第 1 リード 5 2 1 の各々は、図 1 9、図 2 1 および図 2 2 に示すように、スイッチング素子 2 0 A と導電部材 1 1 B とを接続する。各第 1 リード 5 2 1 は、一端がスイッチング素子 2 0 A の第 1 電極 2 1 1（ソース電極）に接合され、他端が導電部材 1 1 B の表面に接合されている。

[0157] 複数の第 2 リード 5 2 2 の各々は、図 1 9、図 2 1 および図 2 2 に示すように、各スイッチング素子 2 0 B と入力端子 3 2 とを接続する。各第 2 リード 5 2 2 は、一端が各スイッチング素子 2 0 B の第 1 電極 2 1 1（ソース電極）に接合され、他端が入力端子 3 2 のパッド部 3 2 1 の各延出部 3 2 1 b

に接合されている。各第2リード522は、たとえばAgペーストやはんだによって接合されている。本実施形態において、各第2リード522は、z方向に屈曲している。

[0158] 封止樹脂60は、図22および図23に示すように、絶縁基板10（ただし、裏面102を除く）、複数の導電部材11、複数のスイッチング素子20、複数の線状接続部材51および複数の板状接続部材52を覆っている。封止樹脂60の構成材料は、たとえばエポキシ樹脂である。封止樹脂60は、図18、図20、図21および図23～図26に示すように、樹脂主面61、樹脂裏面62および複数の樹脂側面63を有している。

[0159] 樹脂主面61および樹脂裏面62は、z方向において、離間し、かつ、互いに反対側を向く。樹脂主面61は、z2方向を向き、樹脂裏面62は、z1方向を向く。樹脂裏面62は、図24に示すように、平面視において、絶縁基板10の裏面102を囲む枠状である。複数の樹脂側面63の各々は、樹脂主面61および樹脂裏面62の双方に繋がり、かつ、これらに挟まれている。複数の樹脂側面63には、x方向において離間する一対の樹脂側面631、632と、y方向において離間する一対の樹脂側面633、634がある。樹脂側面631は、x2方向を向き、樹脂側面632は、x1方向を向く。樹脂側面633は、y2方向を向き、樹脂側面634は、y1方向を向く。

[0160] 封止樹脂60は、図18、図23および図24に示すように、各々が樹脂裏面62からz方向に窪んだ複数の凹部65を含んでいる。複数の凹部65の各々は、y方向に延びており、平面視において、樹脂裏面62のy1方向の端縁からy2方向の端縁まで繋がっている。複数の凹部65は、平面視において、x方向に絶縁基板10の裏面102を挟んで、それぞれ3つずつ形成されている。封止樹脂60に複数の凹部65が形成されていなくてもよい。

[0161] 次に、本開示の半導体装置B1の作用効果について説明する。

[0162] 半導体装置B1では、導電部材11Aの表面に粗化領域93Aが形成され

ている。粗化領域 93 A は、封止樹脂 60 によって覆われている。したがって、半導体装置 B 1 は、金属部材 91 としての導電部材 11 A と、樹脂部材 92 としての封止樹脂 60 とで構成されたパッケージ構造 A 1 を含んでいる。これにより、導電部材 11 A と封止樹脂 60 との接合強度を高くすることができる。したがって、半導体装置 B 1 は、封止樹脂 60 が剥離することを抑制できるため、複数のスイッチング素子 20 が外気に曝されることを抑制できる。

[0163] 半導体装置 B 1 では、導電部材 11 B の表面に粗化領域 93 B が形成されている。粗化領域 93 B は、封止樹脂 60 によって覆われている。したがって、半導体装置 B 1 は、金属部材 91 としての導電部材 11 B と、樹脂部材 92 としての封止樹脂 60 とで構成されたパッケージ構造 A 1 を含んでいる。これにより、導電部材 11 B と封止樹脂 60 との接合強度を高くすることができる。したがって、半導体装置 B 1 は、封止樹脂 60 が剥離することを抑制できるため、複数のスイッチング素子 20 が外気に曝されることを抑制できる。

[0164] 半導体装置 B 1 では、入力端子 32 の表面に粗化領域 93 C が形成されている。粗化領域 93 C は、封止樹脂 60 によって覆われている。したがって、半導体装置 B 1 は、金属部材 91 としての入力端子 32 と、樹脂部材 92 としての封止樹脂 60 とで構成されたパッケージ構造 A 1 を含んでいる。これにより、入力端子 32 と封止樹脂 60 との接合強度を高くすることができる。したがって、半導体装置 B 1 は、封止樹脂 60 が剥離することを抑制できるため、複数のスイッチング素子 20 が外気に曝されることを抑制できる。

[0165] 半導体装置 B 1 では、出力端子 33 の表面に粗化領域 93 D が形成されている。粗化領域 93 D は、封止樹脂 60 によって覆われている。したがって、半導体装置 B 1 は、金属部材 91 としての出力端子 33 と、樹脂部材 92 としての封止樹脂 60 とで構成されたパッケージ構造 A 1 を含んでいる。これにより、出力端子 33 と封止樹脂 60 との接合強度を高くすることができる。

る。したがって、半導体装置 B 1 は、封止樹脂 6 0 が剥離することを抑制できるため、複数のスイッチング素子 2 0 が外気に曝されることを抑制できる。

[0166] 半導体装置 B 1 では、一对の側方端子 3 7 A, 3 7 B の各表面に粗化領域 9 3 E が形成されている。粗化領域 9 3 E は、封止樹脂 6 0 によって覆われている。したがって、半導体装置 B 1 は、金属部材 9 1 としての各側方端子 3 7 A, 3 7 B と、樹脂部材 9 2 としての封止樹脂 6 0 とで構成されたパッケージ構造 A 1 を含んでいる。これにより、各側方端子 3 7 A, 3 7 B と封止樹脂 6 0 との接合強度を高くすることができる。したがって、半導体装置 B 1 は、封止樹脂 6 0 が剥離することを抑制できるため、複数のスイッチング素子 2 0 が外気に曝されることを抑制できる。

[0167] 半導体装置 B 1 では、粗化領域 9 3 A ~ 9 3 E はそれぞれ、平面視において、封止樹脂 6 0 の周縁部分に重なっている。封止樹脂 6 0 の周縁部分においては、熱応力の影響により、封止樹脂 6 0 が、入力端子 3 1, 3 2、出力端子 3 3 などの金属部材から剥離しやすくなる。そのため、封止樹脂 6 0 の周縁部分に重なる部分に、粗化領域 9 3 A ~ 9 3 E を形成することで、熱応力による負荷を受けやすい箇所の接合強度を向上させることができる。したがって、封止樹脂 6 0 の接合強度を高めるとともに、半導体装置 B 1 の生産性を向上することができる。特に、入力端子 3 1, 3 2 および出力端子 3 3 には、上記熱応力による負荷を比較的受けやすいので、これらに設けられた粗化領域（たとえば粗化領域 9 3 C, 9 3 D）によって、封止樹脂 6 0 の剥離を効果的に抑制できる。

[0168] 半導体装置 B 1 においては、粗化領域 9 3 A ~ 9 3 E が、パッケージ構造 A 1 の粗化領域 9 3 と同じ構造である場合、すなわち、半導体装置 B 1 がパッケージ構造 A 1 を備えている場合について説明したが、これに限定されない。粗化領域 9 3 A ~ 9 3 E の少なくともいずれかを、パッケージ構造 A 2 の粗化領域 9 3' と同じ構造にしてもよいし、パッケージ構造 A 3 の粗化領域 9 3'' と同じ構造にしてもよい。すなわち、半導体装置 B 1 が、パッケー

ジ構造 A 2 を備えていてもよいし、パッケージ構造 A 3 を備えていてもよい。

[0169] 次に、本開示の半導体装置 B 1 の各変形例について、図 3 1 および図 3 2 を参照して、説明する。

[0170] 図 3 1 に示す半導体装置 B 2 は、半導体装置 B 1 と比較して、封止樹脂 6 0 の形状が異なっている。それ以外については、上記半導体装置 B 1 と同じである。図 3 1 は、半導体装置 B 3 を示す斜視図である。図 3 1 には表れていないが、半導体装置 B 2 においても、半導体装置 B 1 と略同じ位置に粗化領域 9 3 が形成されている。

[0171] 本実施形態の封止樹脂 6 0 は、平面視において、y 方向の各端縁部分が、x 方向に延び出ている。封止樹脂 6 0 のうち、x 2 方向に延び出た部分によって、2 つの入力端子 3 1, 3 2 および絶縁部材 3 9 の各々の一部が覆われている。また、封止樹脂 6 0 のうち、x 1 方向に延び出た部分によって、出力端子 3 3 の一部が覆われている。

[0172] 半導体装置 B 2 においても、パッケージ構造 A 1 ~ A 3 の少なくともいずれかを備えることで、樹脂部材 9 2 としての封止樹脂 6 0 が剥離することを抑制できる。

[0173] 半導体装置 B 2 は、半導体装置 B 1 と比較して、封止樹脂 6 0 が、大きく、2 つの入力端子 3 1, 3 2、出力端子 3 3 および絶縁部材 3 9 の一部ずつをさらに覆っている。これにより、半導体装置 B 2 は、半導体装置 B 1 よりも、2 つの入力端子 3 1, 3 2、出力端子 3 3 および絶縁部材 3 9 を、劣化や折れ曲がりなどから、保護することができる。半導体装置 B 2 において、各粗化領域 9 3 の配置や大きさは、適宜変更してもよい。

[0174] 図 3 2 に示す半導体装置 B 3 は、半導体装置 B 1 と異なり、1 つのスイッチング素子 2 0 を備えたディスクリート半導体である。なお、スイッチング素子 2 0 の代わりに、ダイオードあるいは IC などの半導体素子を用いてもよい。

[0175] 半導体装置 B 3 は、いわゆるリードフレーム構造である。半導体装置 B 3

は、リードフレーム 7 2 を備えている。リードフレーム 7 2 の構成材料は、特に限定されないが、たとえば Cu あるいは Cu 合金である。また、リードフレーム 7 2 の形状は、図 3 2 に示す例示に限定されない。リードフレーム 7 2 には、スイッチング素子 2 0 が搭載されている。リードフレーム 7 2 の一部、および、スイッチング素子 2 0 は、封止樹脂 6 0 によって覆われている。

[0176] 半導体装置 B 3 において、図 3 2 に示すように、リードフレーム 7 2 の表面のうち、封止樹脂 6 0 に接する部分の一部には、粗化領域 9 3 が形成されている。よって、半導体装置 B 3 は、金属部材 9 1 としてのリードフレーム 7 2 と、樹脂部材 9 2 としての封止樹脂 6 0 とで構成されたパッケージ構造 A 1 を備えている。

[0177] 半導体装置 B 3 においても、パッケージ構造 A 1 ~ A 3 の少なくともいずれかを備えることで、樹脂部材 9 2 としての封止樹脂 6 0 が剥離することを抑制できる。

[0178] 半導体装置 B 2, B 3 においては、パッケージ構造 A 1 を備えている場合を示したが、これに限定されない。たとえば、粗化領域 9 3 の代わりに、粗化領域 9 3' あるいは粗化領域 9 3'' が形成されていてもよい。この場合、半導体装置 B 2, B 3 は、パッケージ構造 A 1 の代わりに、パッケージ構造 A 2 あるいはパッケージ構造 A 3 を備えている。また、半導体装置 B 1, B 2, B 3 において、粗化領域 9 3, 9 3', 9 3'' のいずれかのみが形成されているものに限定されず、これらを複合的に形成されていてもよい。

[0179] 本開示にかかるパッケージ構造、半導体装置およびパッケージ構造の形成方法は、上記した実施形態に限定されるものではない。本開示のパッケージ構造および半導体装置の各部の具体的な構成、および、本開示のパッケージ構造の形成方法の各工程の具体的な処理は、種々に設計変更自在である。

請求の範囲

- [請求項1] 第1方向の一方を向く主面を有する金属部材と、
 前記主面の少なくとも一部に接して配置された樹脂部材と、を備えており、
 前記主面は、粗化領域を含んでおり、
 前記粗化領域には、各々が、前記主面から窪み、かつ、表面が前記主面よりも粗面である複数の第1線状溝が形成されており、
 前記複数の第1線状溝は、各々が前記第1方向に直交する第2方向に延びており、かつ、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向に並んでおり、
 前記樹脂部材は、前記複数の第1線状溝の各々に充填されている、パッケージ構造。
- [請求項2] 前記複数の第1線状溝の各々は、前記第1方向に見て、前記粗化領域の前記第2方向の一方の端縁から他方の端縁まで一続きに繋がっている、
請求項1に記載のパッケージ構造。
- [請求項3] 前記複数の第1線状溝の各々は、前記第1方向に見て、前記第2方向に延びる直線状である、
請求項2に記載のパッケージ構造。
- [請求項4] 前記主面は、前記粗化領域において、前記第3方向に隣り合う2つの第1線状溝に挟まれた隆起部を備えており、
 前記隆起部は、前記第1方向に見て、前記粗化領域の前記第2方向の一方の端縁から他方の端縁まで一続きに繋がっている、
請求項3に記載のパッケージ構造。
- [請求項5] 前記粗化領域には、各々の表面が前記主面よりも粗面である複数の第2線状溝が、さらに形成されており、
 前記複数の第2線状溝は、各々が前記第3方向に延びており、かつ、前記第2方向に並んでおり、

前記複数の第1線状溝の各々と前記複数の第2線状溝の各々とは、
前記第1方向に見て、交差している、
請求項3に記載のパッケージ構造。

[請求項6] 前記粗化領域は、交差底面と、非交差底面とを含んでおり、
前記交差底面は、前記第1方向に見て、前記第1線状溝および前記
第2線状溝の両方に重なり、
前記非交差底面は、前記第1方向に見て、前記第1線状溝あるいは
前記第2線状溝のいずれか一方にのみ重なり、
前記交差底面は、前記非交差底面よりも前記第1方向において前記
主面から離間している、
請求項5に記載のパッケージ構造。

[請求項7] 前記複数の第2線状溝の各々は、前記第1方向に見て直線状である
、
請求項5または請求項6に記載のパッケージ構造。

[請求項8] 隣り合う2つの前記第1線状溝の間隔と、隣り合う2つの前記第2
線状溝の間隔とは、略同じである、
請求項7に記載のパッケージ構造。

[請求項9] 前記複数の第1線状溝の各々は、前記第2方向に直交する断面にお
ける端縁が湾曲している、
請求項1ないし請求項8のいずれか一項に記載のパッケージ構造。

[請求項10] 各前記第1線状溝の表面には、前記粗化領域において前記複数の第
1線状溝によって形成される凹凸よりも、微細な凹凸が形成されてい
る、
請求項1ないし請求項9のいずれか一項に記載のパッケージ構造。

[請求項11] 前記複数の第1線状溝の表層は、前記金属部材の素材の酸化物で構
成された酸化物層である、
請求項1ないし請求項10のいずれか一項に記載のパッケージ構造。

[請求項12] 前記複数の第1線状溝は、所定のピッチ寸法で並んでいる、

請求項 1 ないし請求項 1 1 のいずれか一項に記載のパッケージ構造。

[請求項13] 前記第 1 線状溝の幅は、 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ である、

請求項 1 ないし請求項 1 2 のいずれか一項に記載のパッケージ構造。

[請求項14] 前記第 1 線状溝の幅に対する、前記第 1 線状溝の深さの割合は、 $0.2 \sim 1.2$ である、

請求項 1 ないし請求項 1 3 のいずれか一項に記載のパッケージ構造。

[請求項15] 請求項 1 ないし請求項 1 4 のいずれか一項に記載のパッケージ構造を備える半導体装置であって、

第 1 スイッチング素子と、

各々が前記第 1 スイッチング素子に導通する第 1 端子および第 2 端子と、を備えており、

前記樹脂部材は、前記第 1 スイッチング素子、前記第 1 端子の一部および前記第 2 端子の一部を覆っており、

前記粗化領域は、前記第 1 端子に設けられている、
半導体装置。

[請求項16] 前記第 1 端子は、前記樹脂部材に覆われた第 1 パッド部と、前記樹脂部材から露出した第 1 端子部とを含んでおり、

前記粗化領域は、前記第 1 パッド部のうち前記第 1 端子部に繋がる側の端縁部分に形成されている、
請求項 1 5 に記載の半導体装置。

[請求項17] 前記粗化領域は、さらに前記第 2 端子に設けられている、
請求項 1 6 に記載の半導体装置。

[請求項18] 前記第 2 端子は、前記樹脂部材に覆われた第 2 パッド部と、前記樹脂部材から露出した第 2 端子部とを含んでおり、

前記粗化領域は、前記第 2 パッド部のうち前記第 2 端子部に繋がる側の端縁部分に形成されている、
請求項 1 7 に記載の半導体装置。

[請求項19] 前記第 1 方向の前記一方を向く基板主面を有する絶縁基板と、

前記基板主面に配置され、前記第1スイッチング素子が導通接合された第1導電部材と、をさらに備えており、

前記第1端子は、前記第1導電部材に導通接合されている、
請求項18に記載の半導体装置。

[請求項20] 前記粗化領域は、前記第1導電部材の前記第1スイッチング素子が接合された側の面の少なくとも一部に設けられている、
請求項19に記載の半導体装置。

[請求項21] 前記基板主面に配置され、前記第1導電部材と離間する第2導電部材と、

前記第2導電部材に導通接合され、前記第1スイッチング素子とは異なる第2スイッチング素子と、

前記第2導電部材に導通接合された第3端子と、をさらに備えており、

前記第3端子は、前記樹脂部材に覆われた第3パッド部および前記樹脂部材から露出した第3端子部を含んでおり、

前記第2スイッチング素子は、前記第1導電部材に導通している、
請求項19または請求項20に記載の半導体装置。

[請求項22] 前記粗化領域は、前記第2導電部材の前記第2スイッチング素子が接合された側の面の少なくとも一部に設けられている、
請求項21に記載の半導体装置。

[請求項23] 前記第1方向において、前記第2端子部と前記第3端子部との間に挟まれた絶縁部材をさらに備えており、

前記絶縁部材の一部は、前記第1方向にみて、前記第2端子部および前記第3端子部に重なる、

請求項21または請求項22に記載の半導体装置。

[請求項24] 第1方向の一方を向く主面を有する金属部材を準備する工程と、
前記主面の少なくとも一部を粗化处理して、粗化領域を形成する粗化处理工程と、

少なくとも前記粗化領域に接するように樹脂部材を形成する樹脂部材形成工程と、を含んでおり、

前記粗化領域には、各々が、前記主面から窪み、かつ、表面が前記主面よりも粗面である複数の第1線状溝が形成されており、

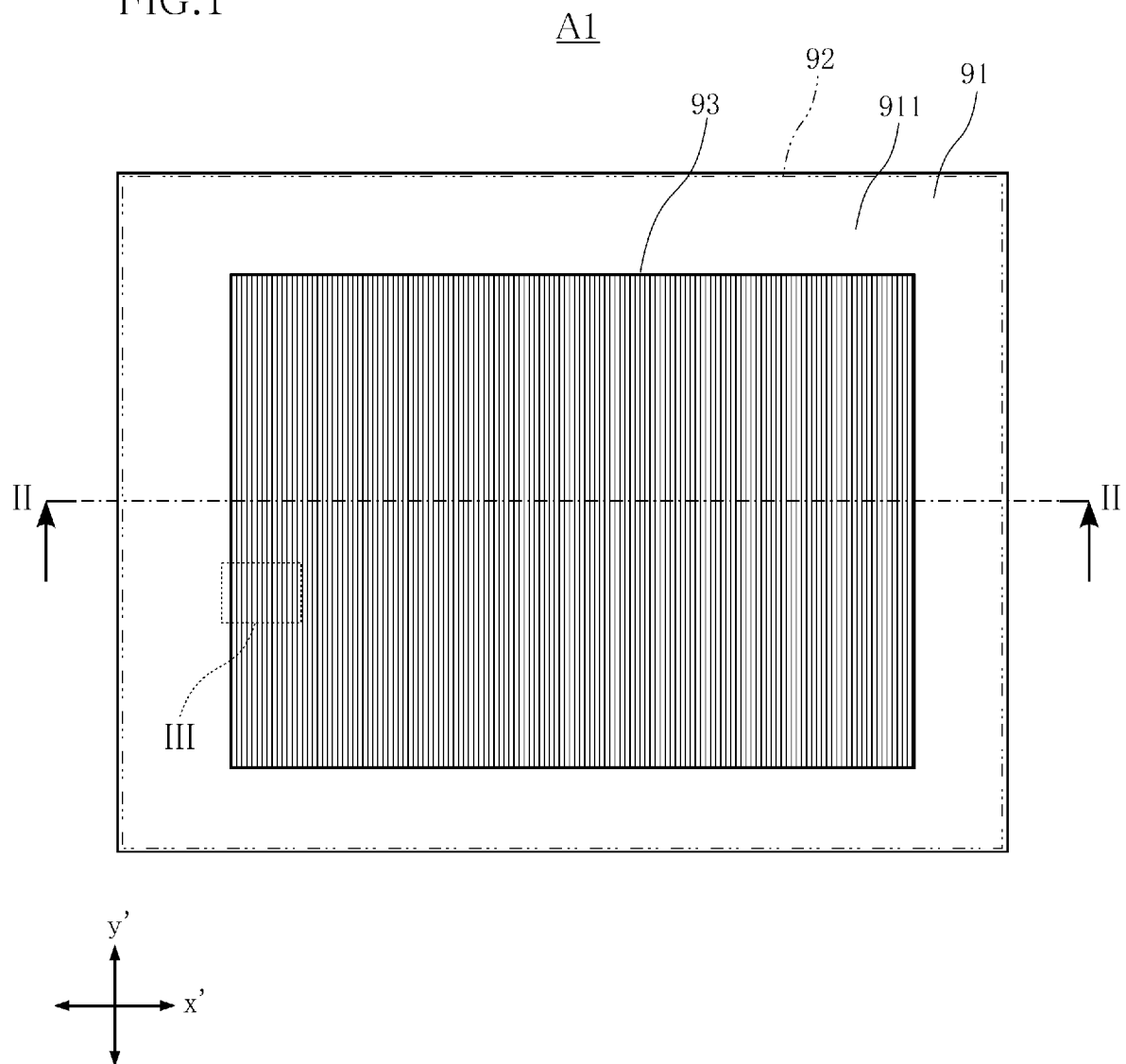
前記複数の第1線状溝は、各々が前記第1方向に直交する第2方向に延びており、かつ、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向に並んでおり、

前記樹脂部材は、前記複数の第1線状溝の各々に充填されている、パッケージ構造の形成方法。

[請求項25] 前記粗化処理工程では、前記金属部材にレーザ光を照射することにより前記複数の第1線状溝を形成する、
請求項24に記載のパッケージ構造の形成方法。

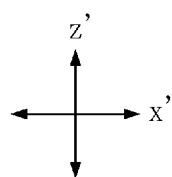
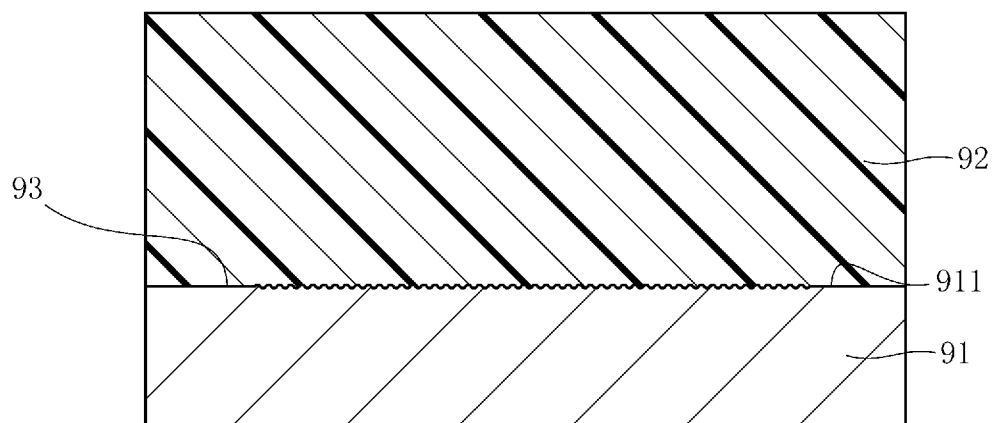
[図1]

FIG.1



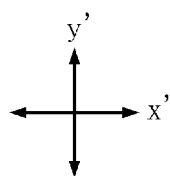
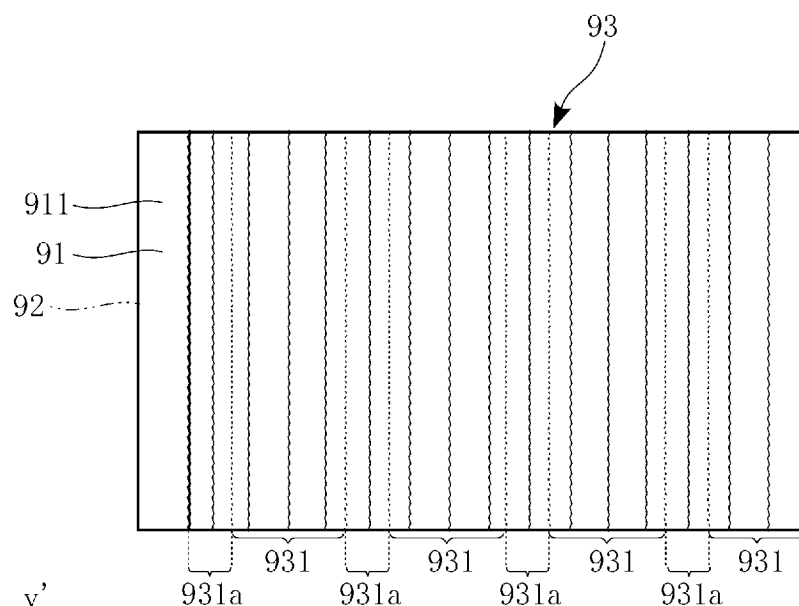
[図2]

FIG.2

A1

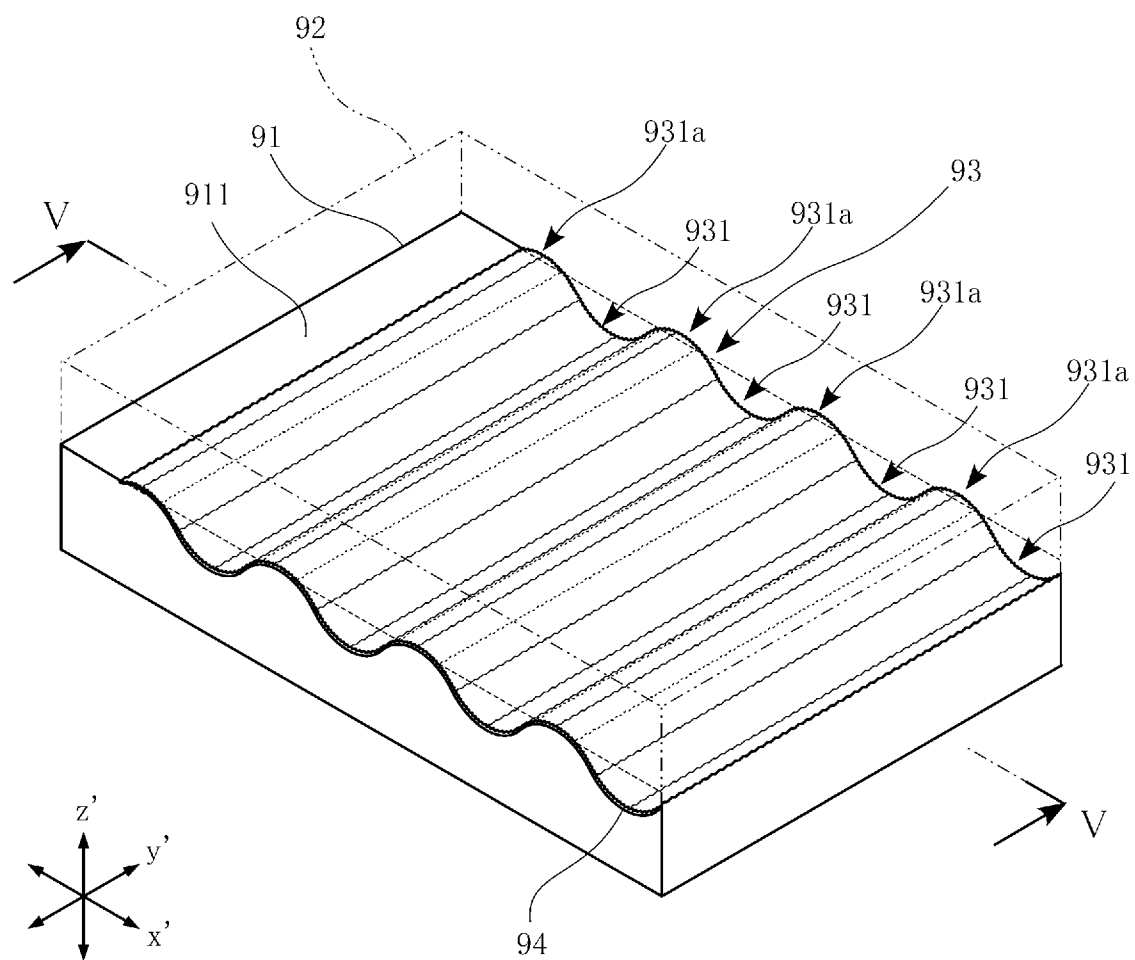
[図3]

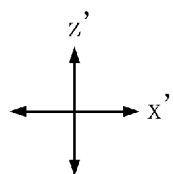
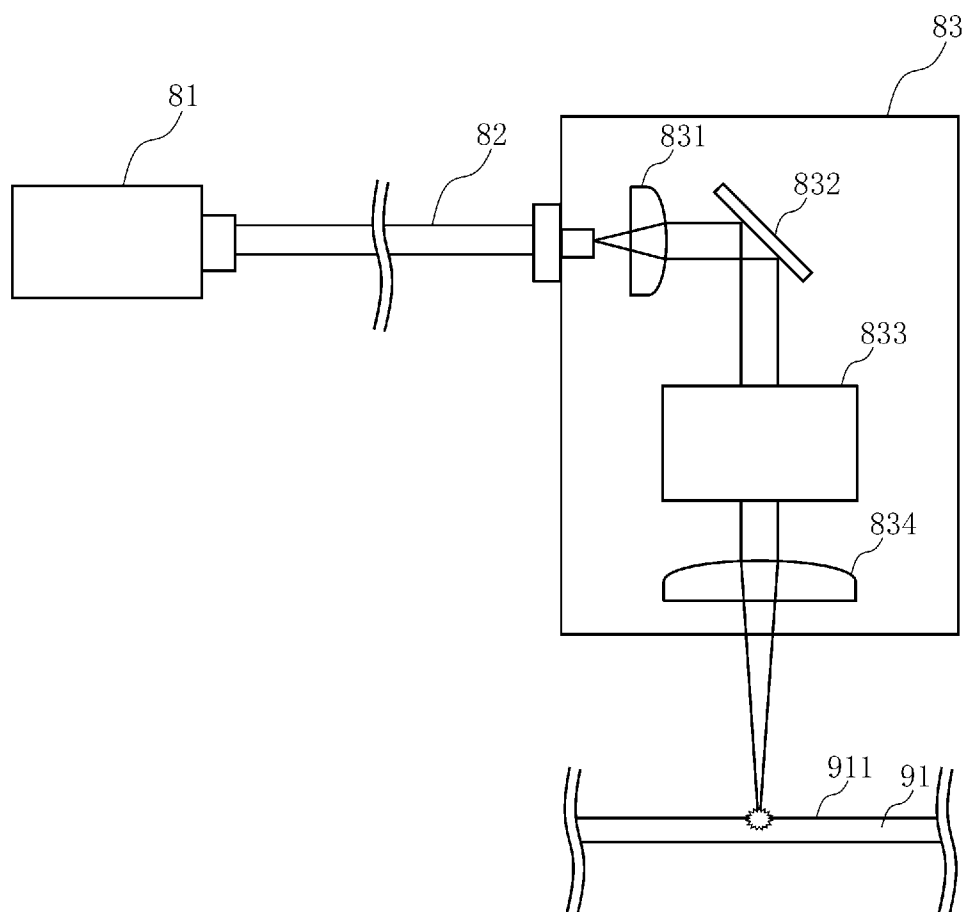
FIG.3

A1

[図4]

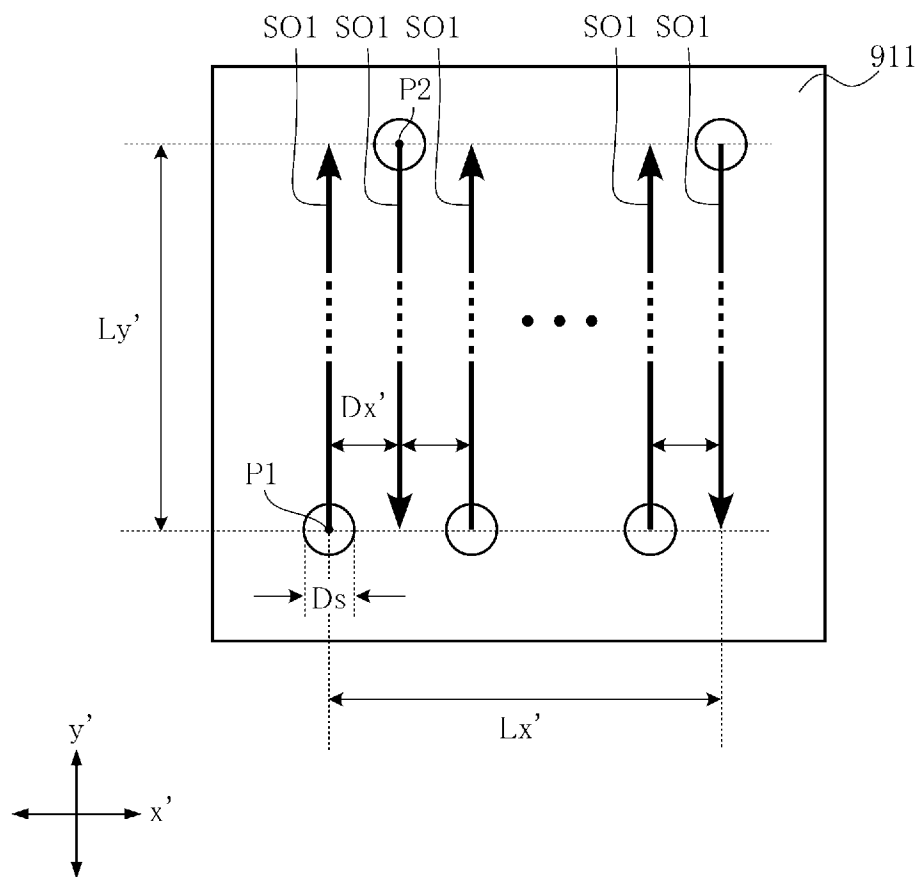
FIG.4

A1

A1LD

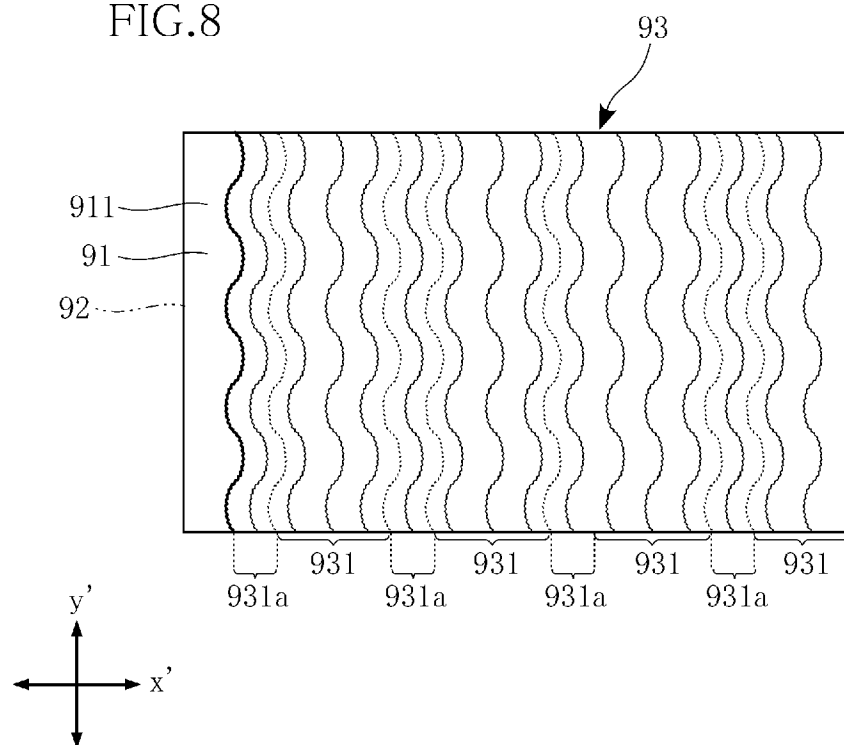
[図7]

FIG.7



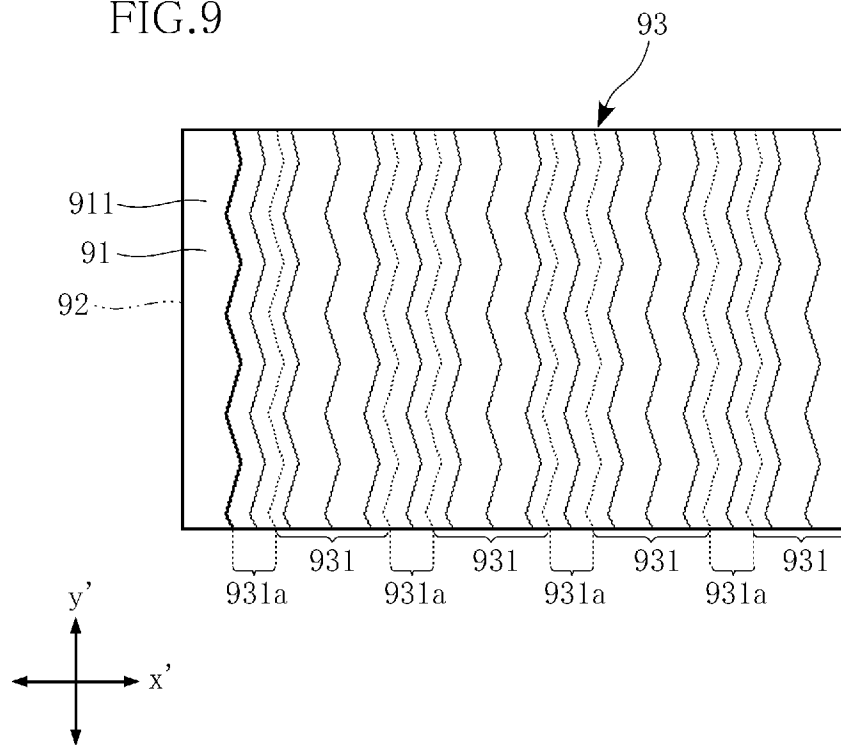
[図8]

FIG.8



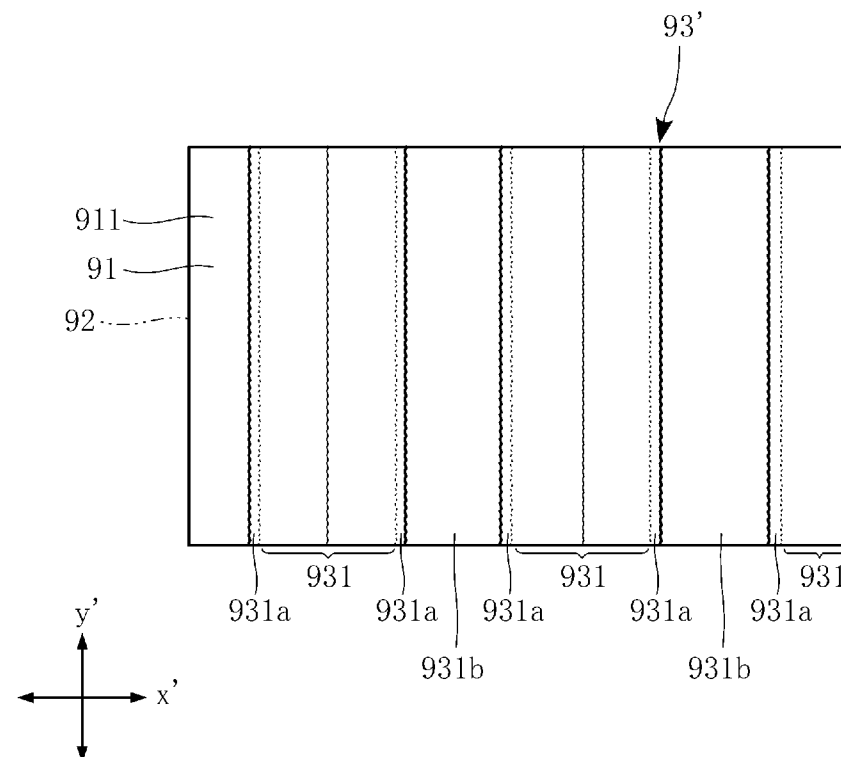
[図9]

FIG.9



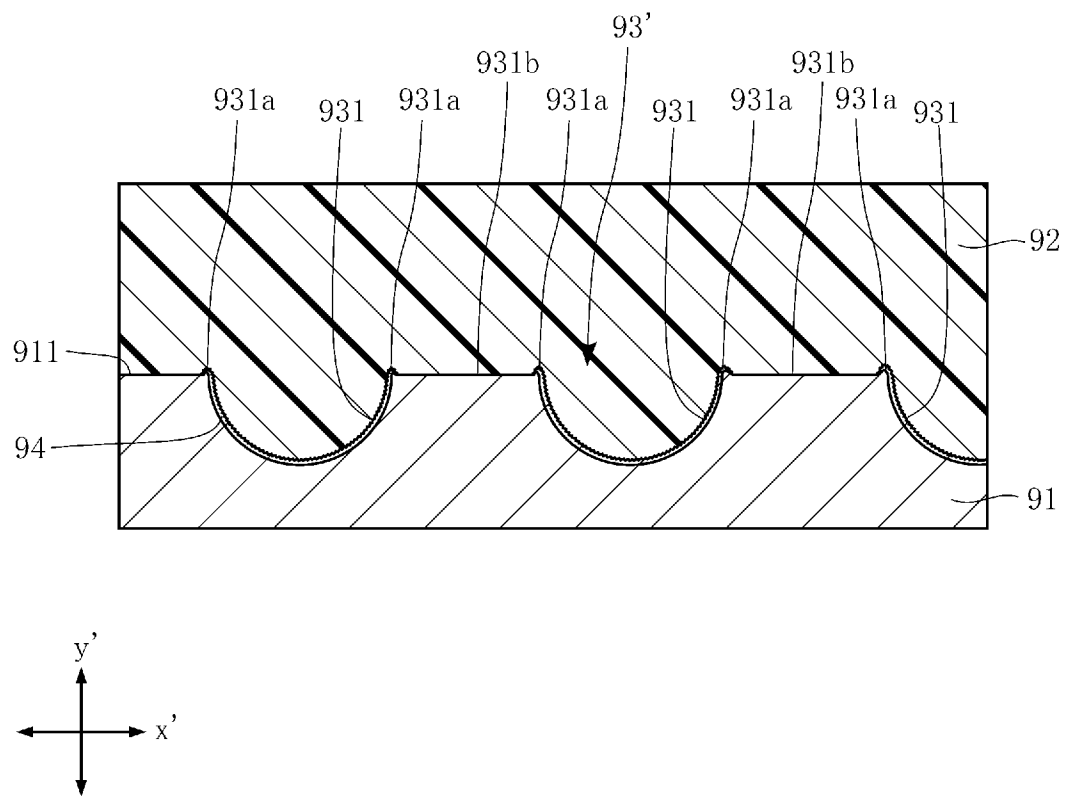
[図10]

FIG.10

A2

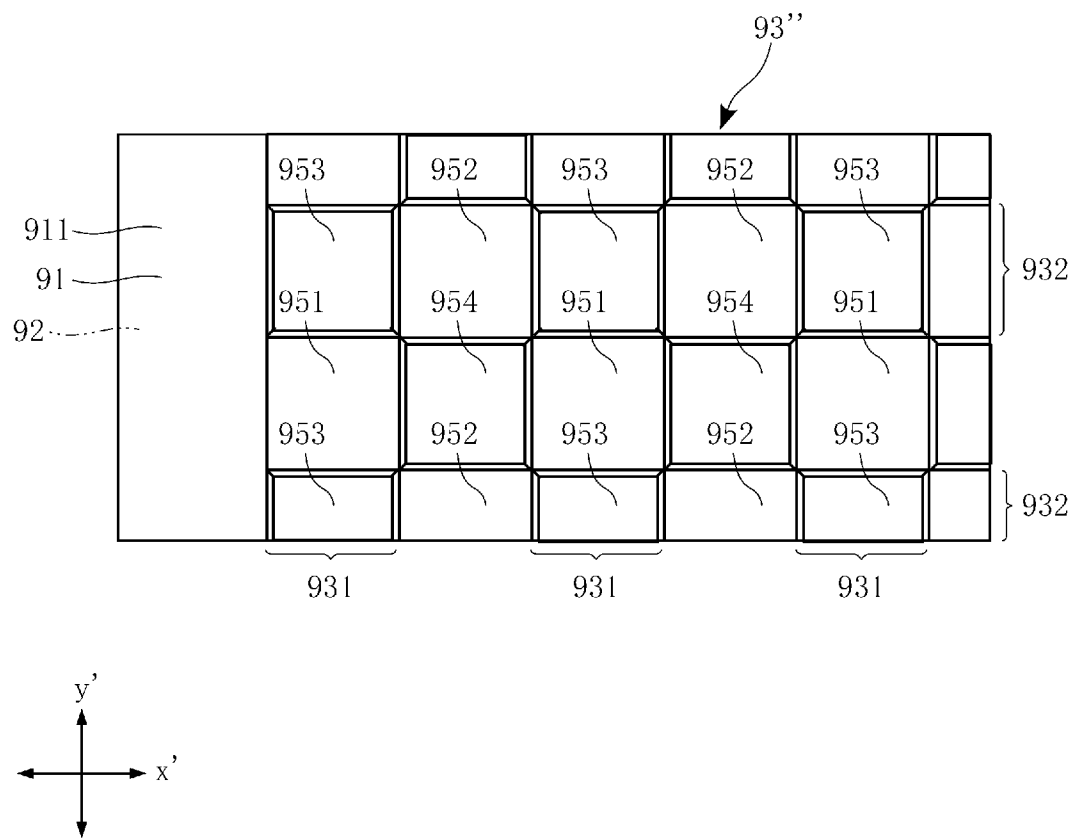
[図12]

FIG.12

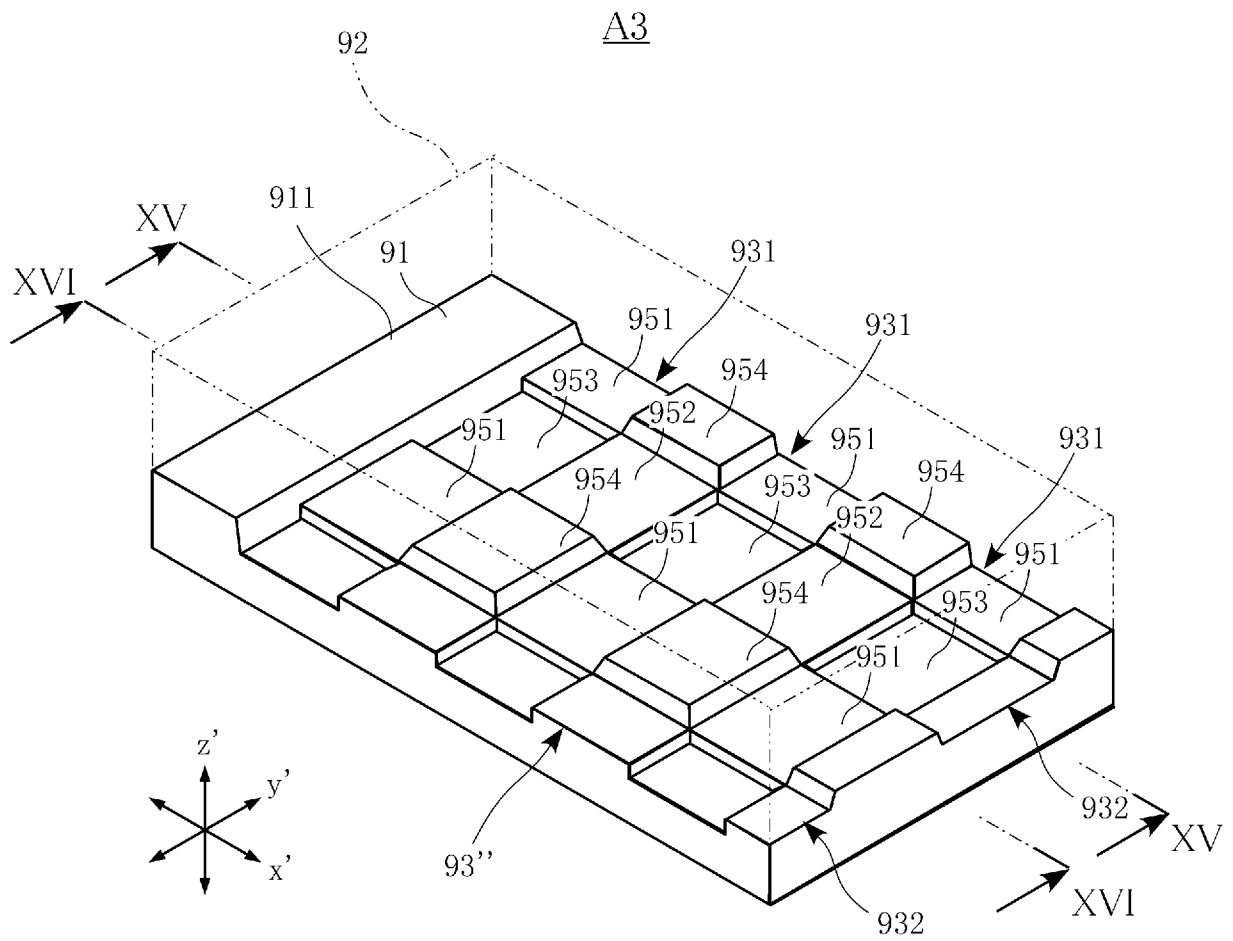
A2

[図13]

FIG.13

A3

[図14]
FIG.14



[図15]
FIG.15

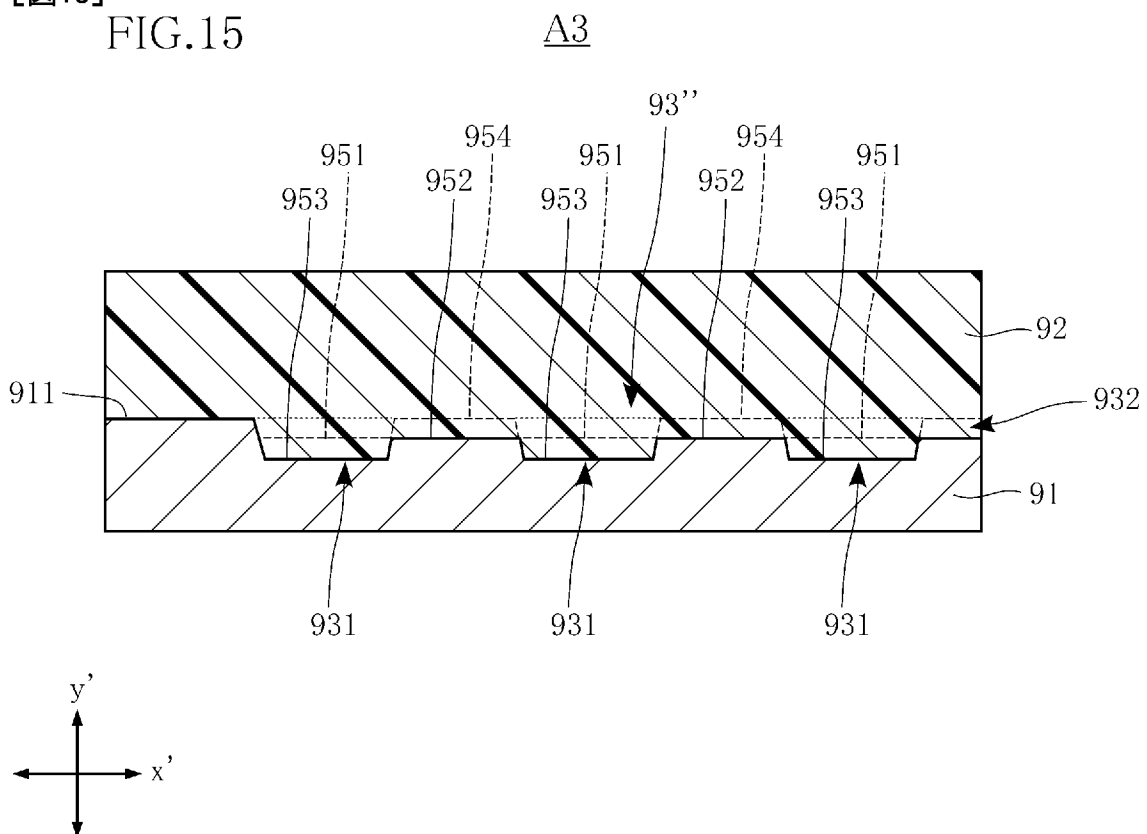
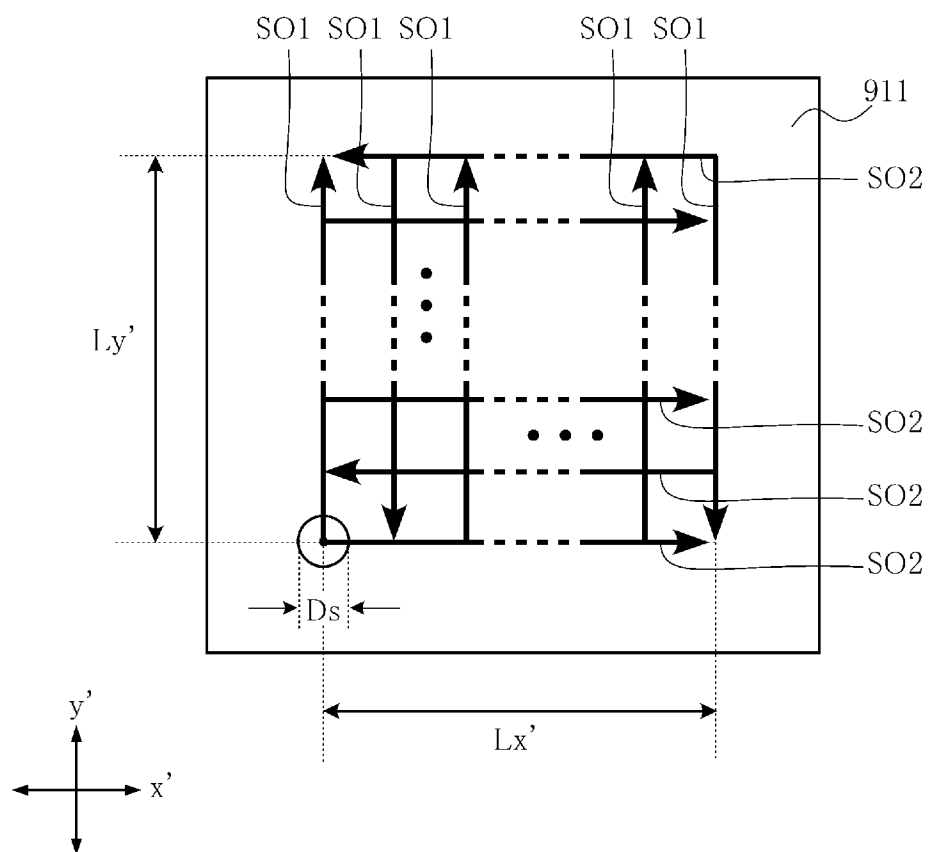


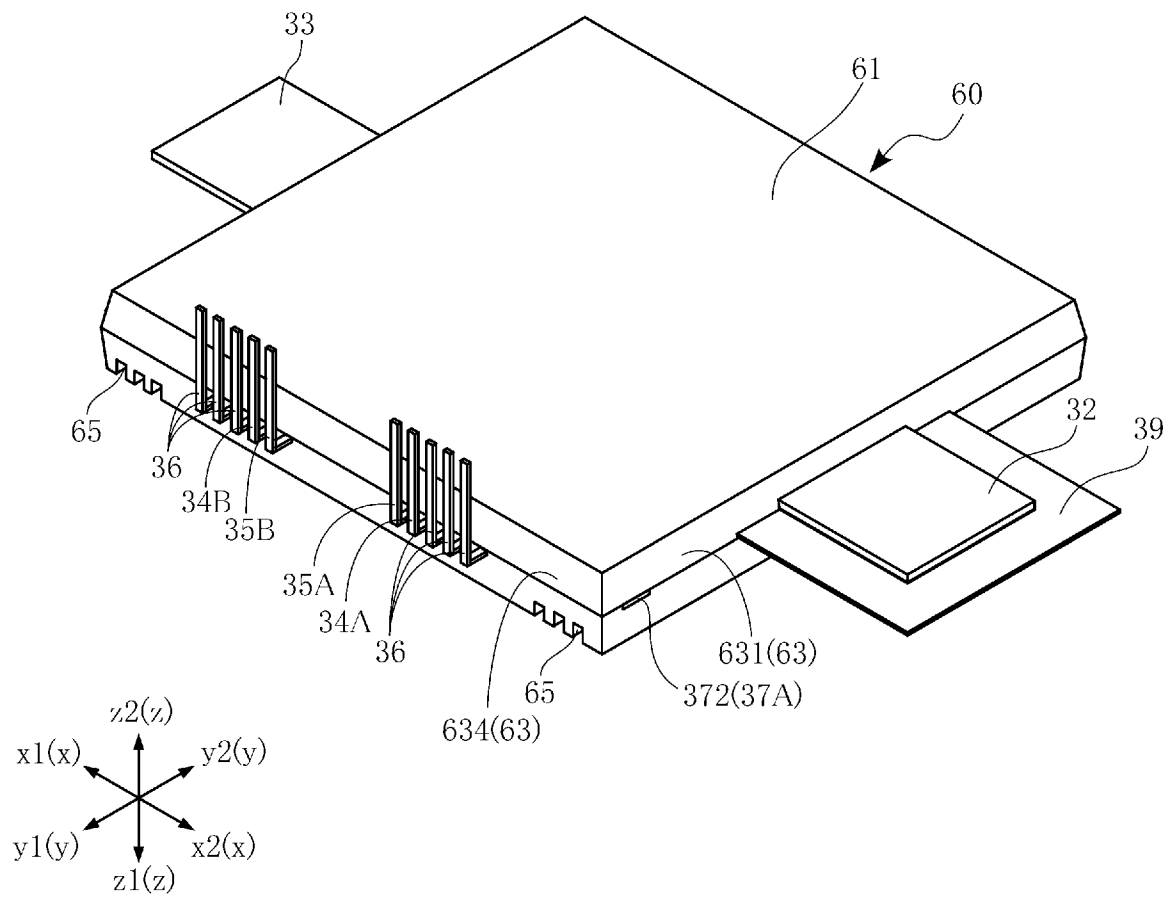
FIG.16

FIG.17



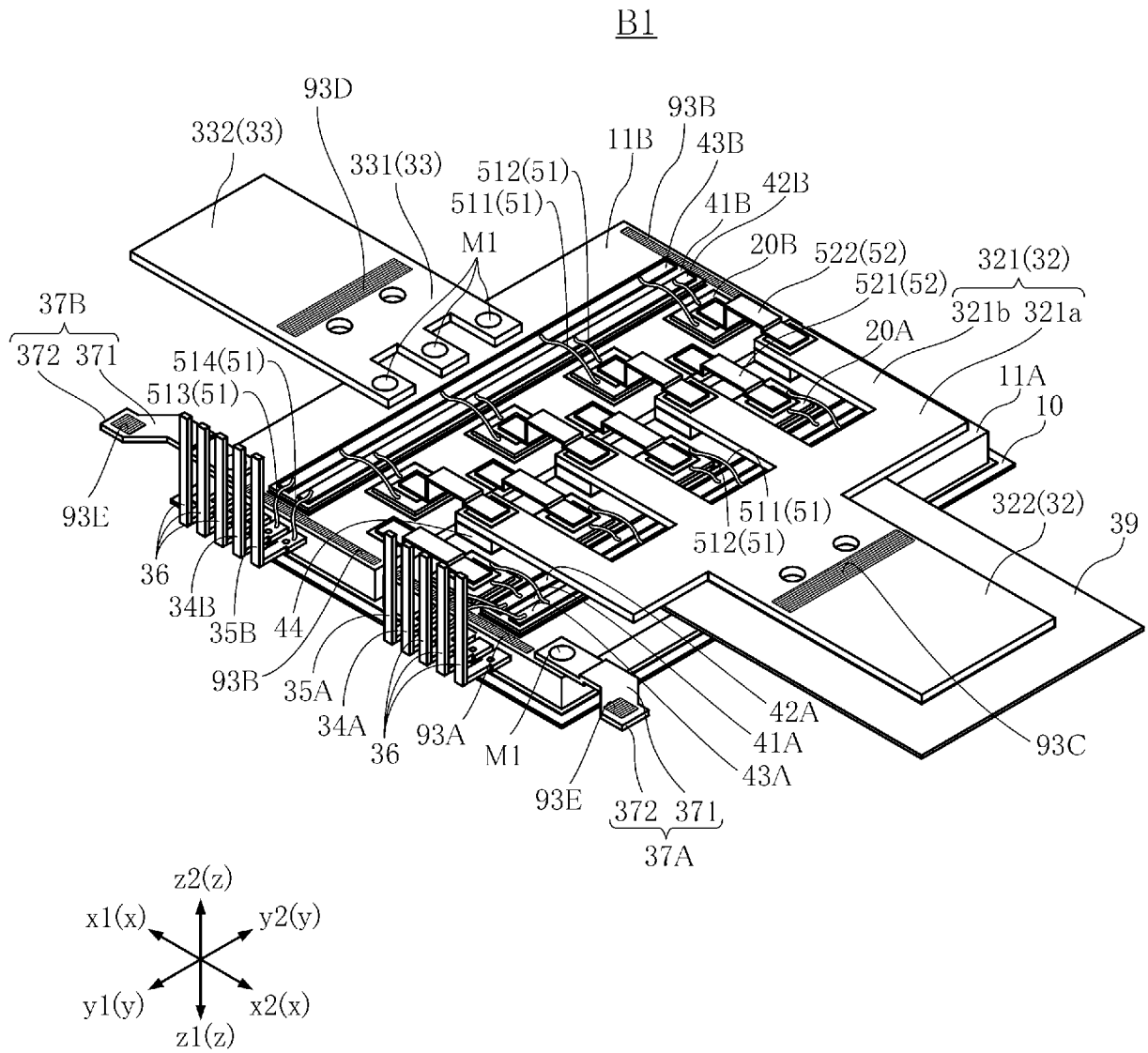
[図18]

FIG.18

B1

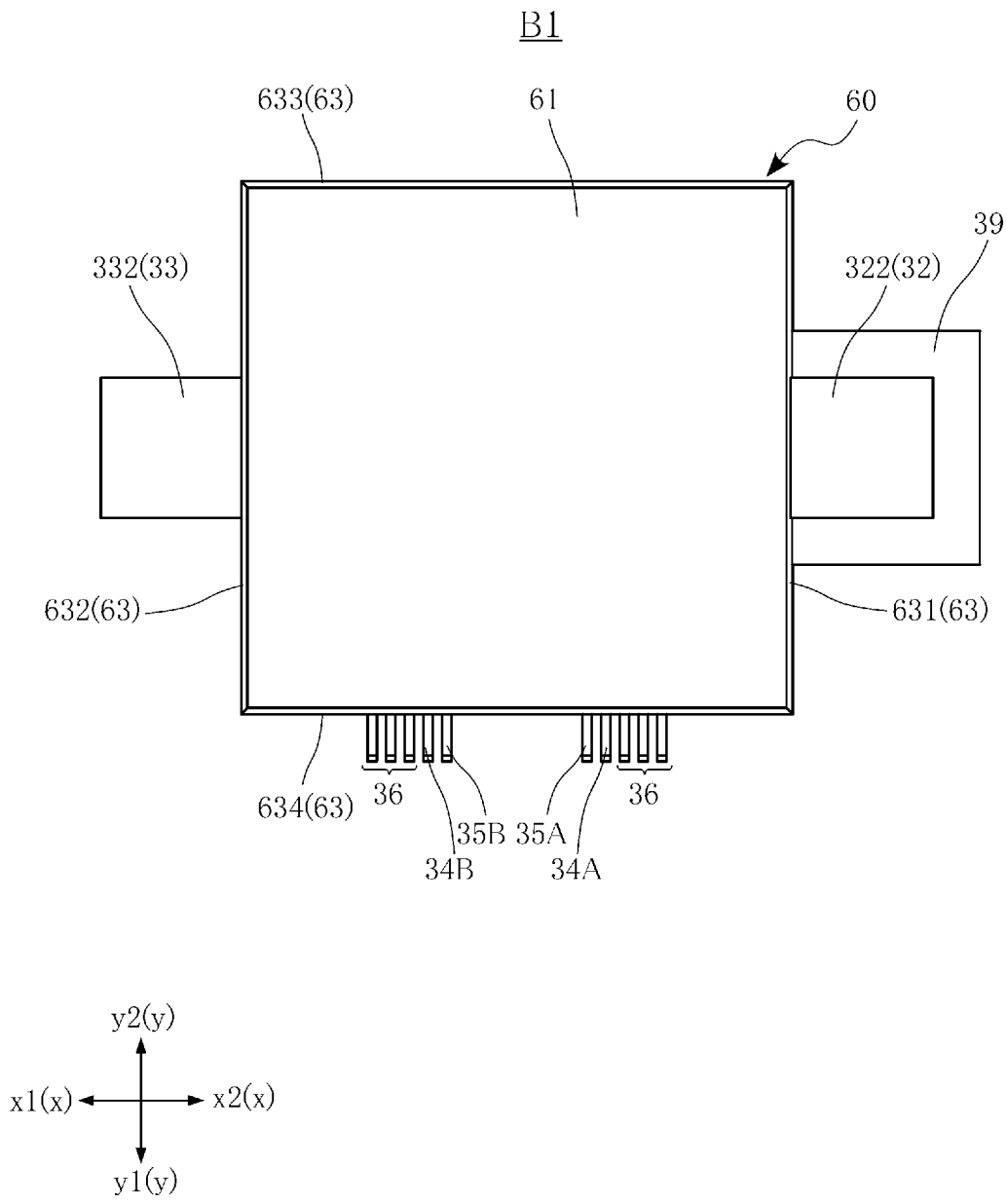
[図19]

FIG.19



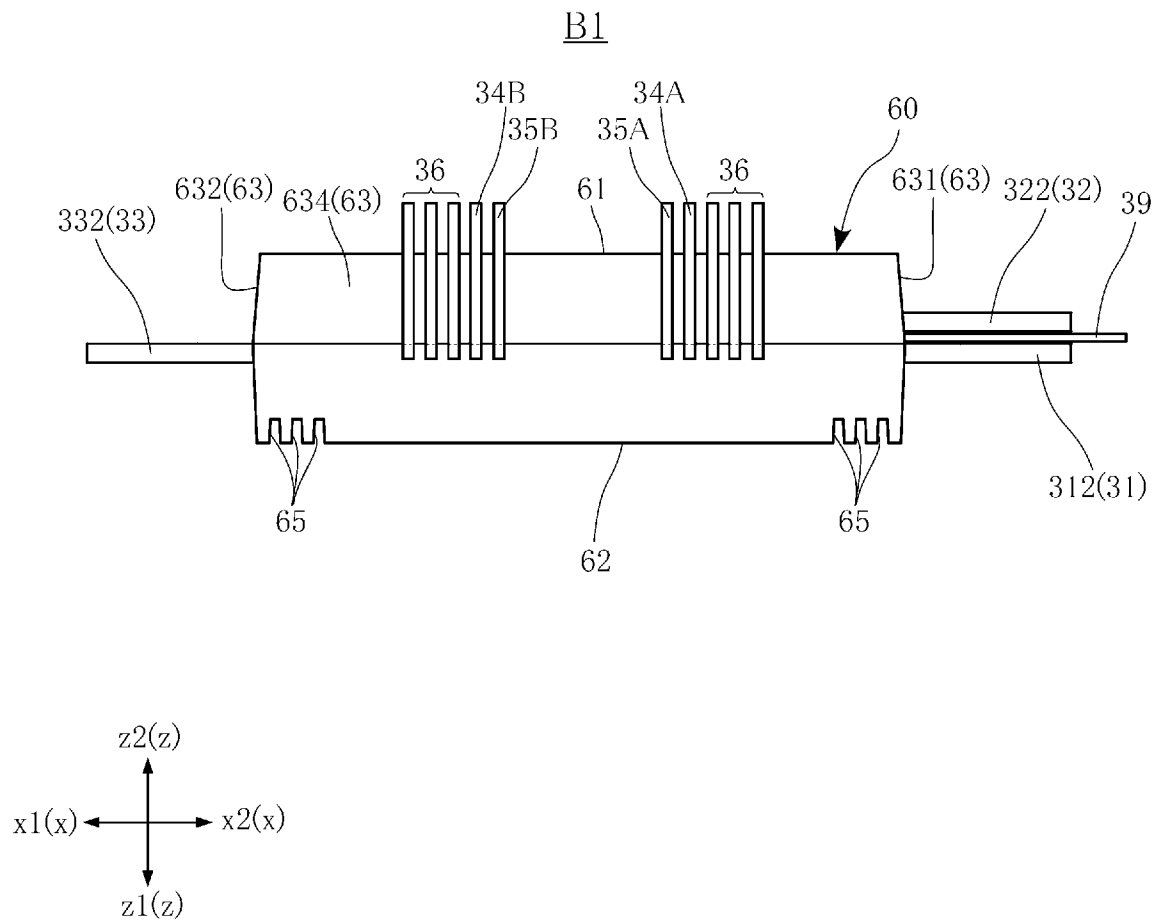
[図20]

FIG.20



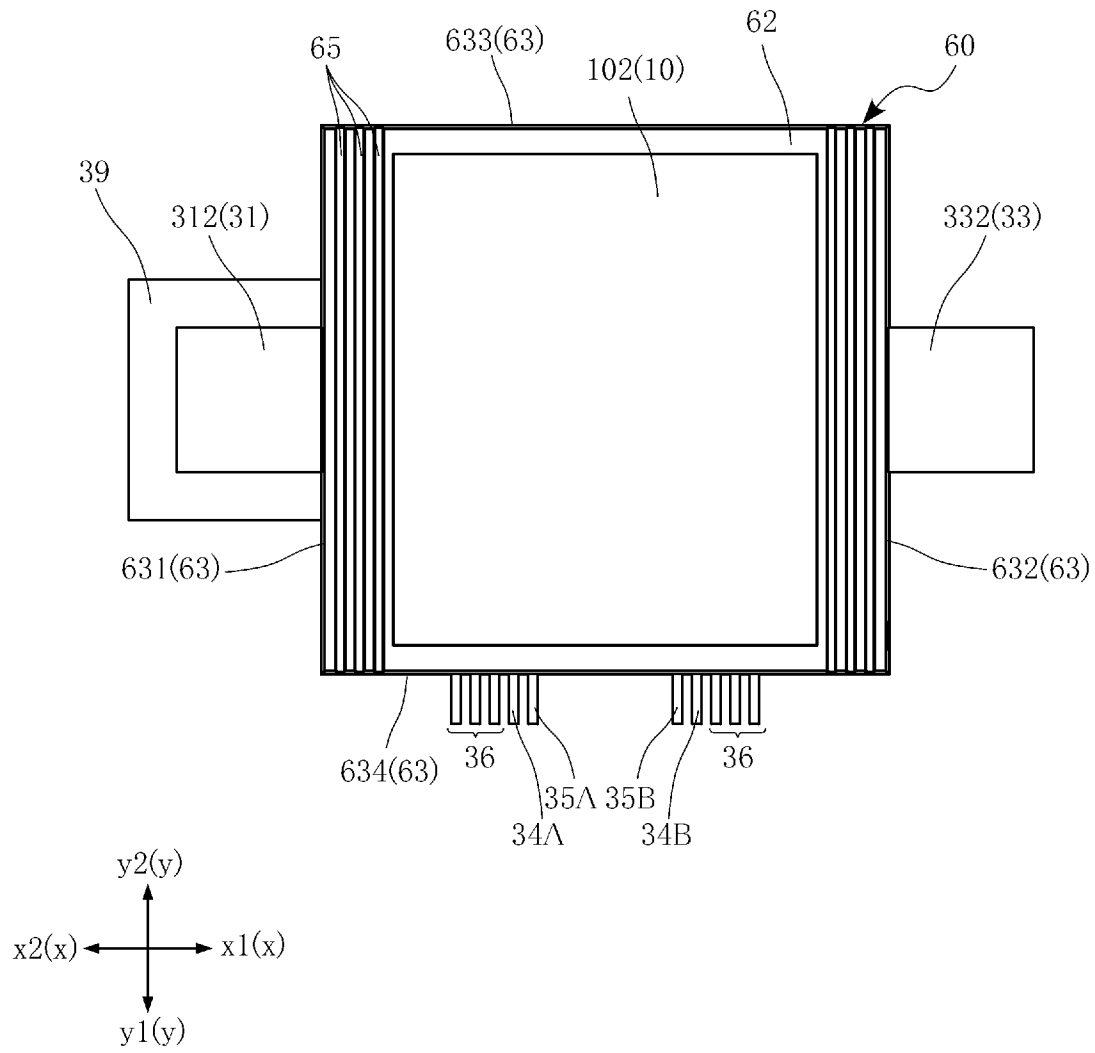
[図23]

FIG.23



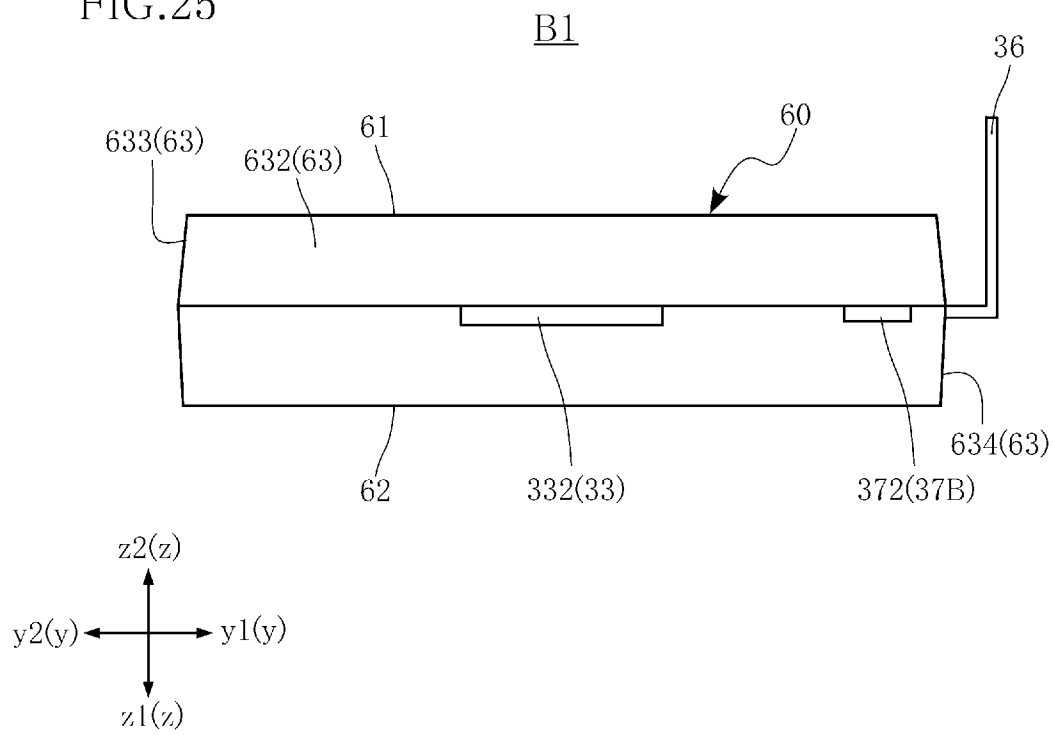
[図24]

FIG.24

B1

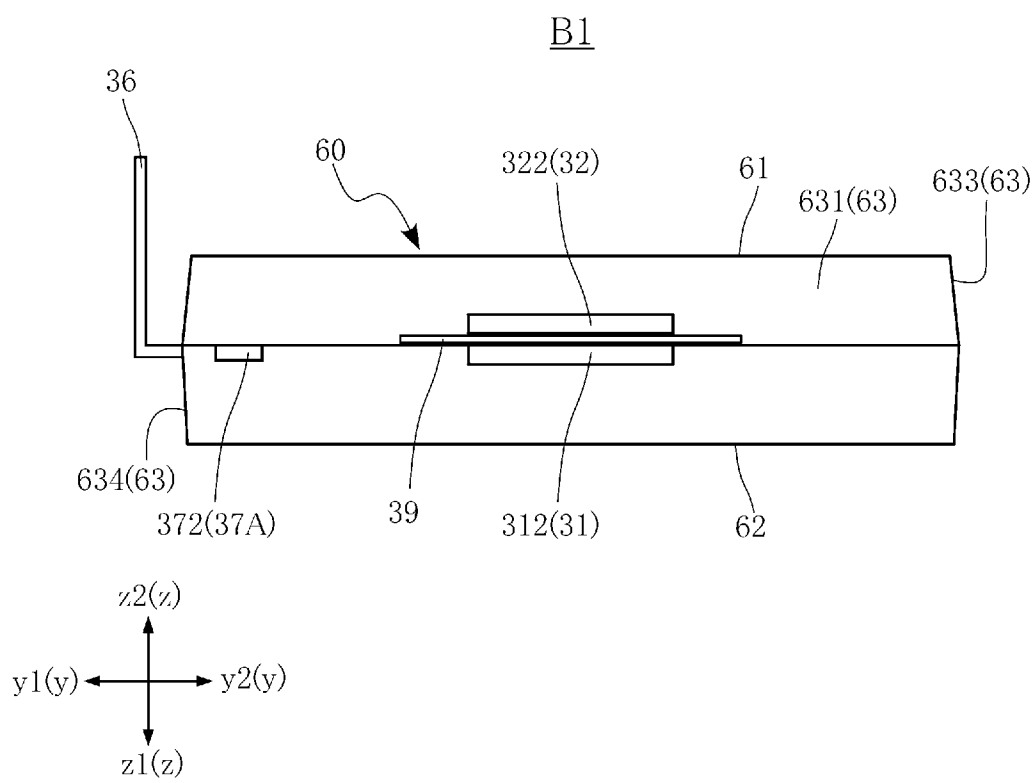
[図25]

FIG.25

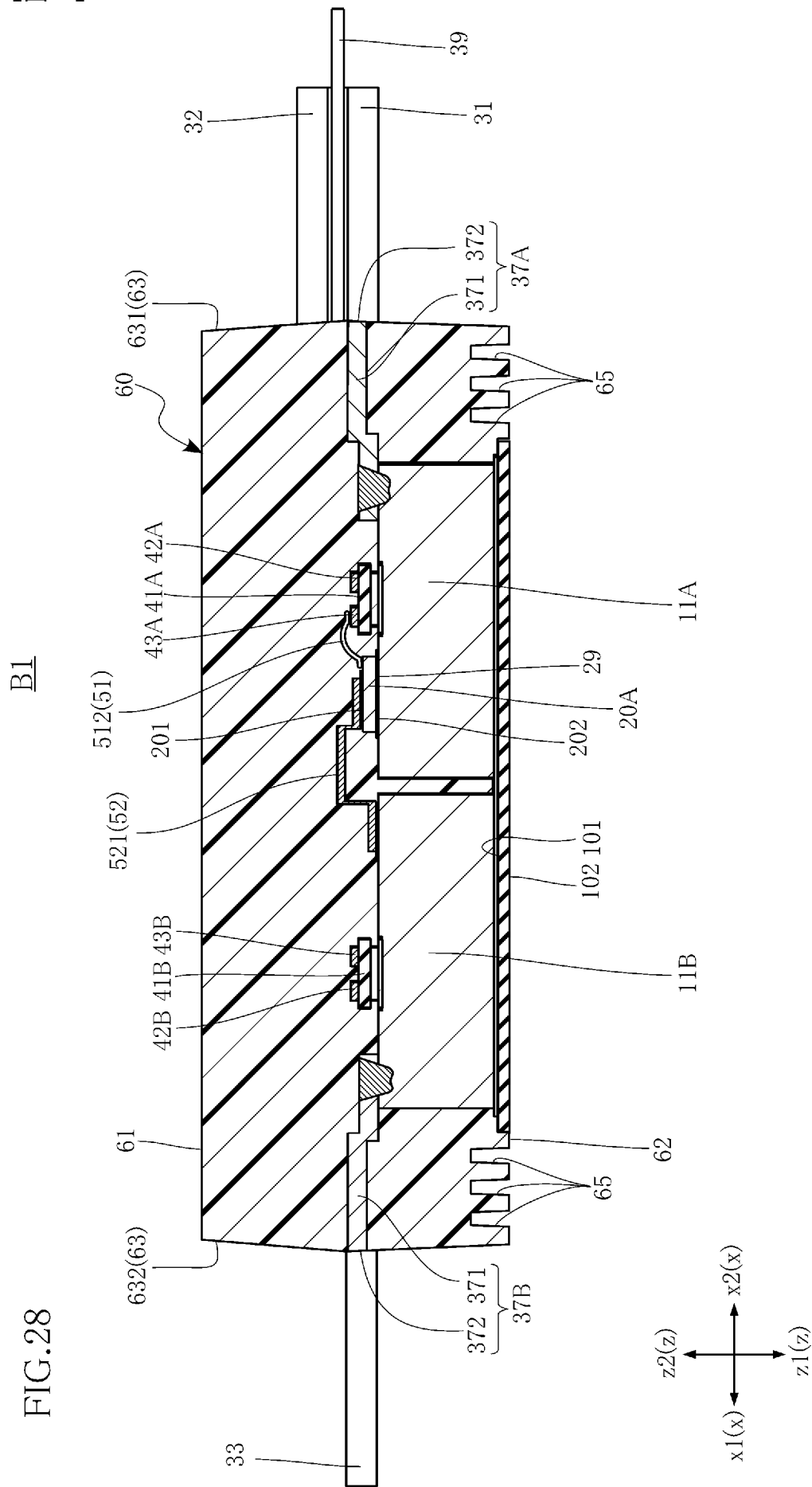


[図26]

FIG.26

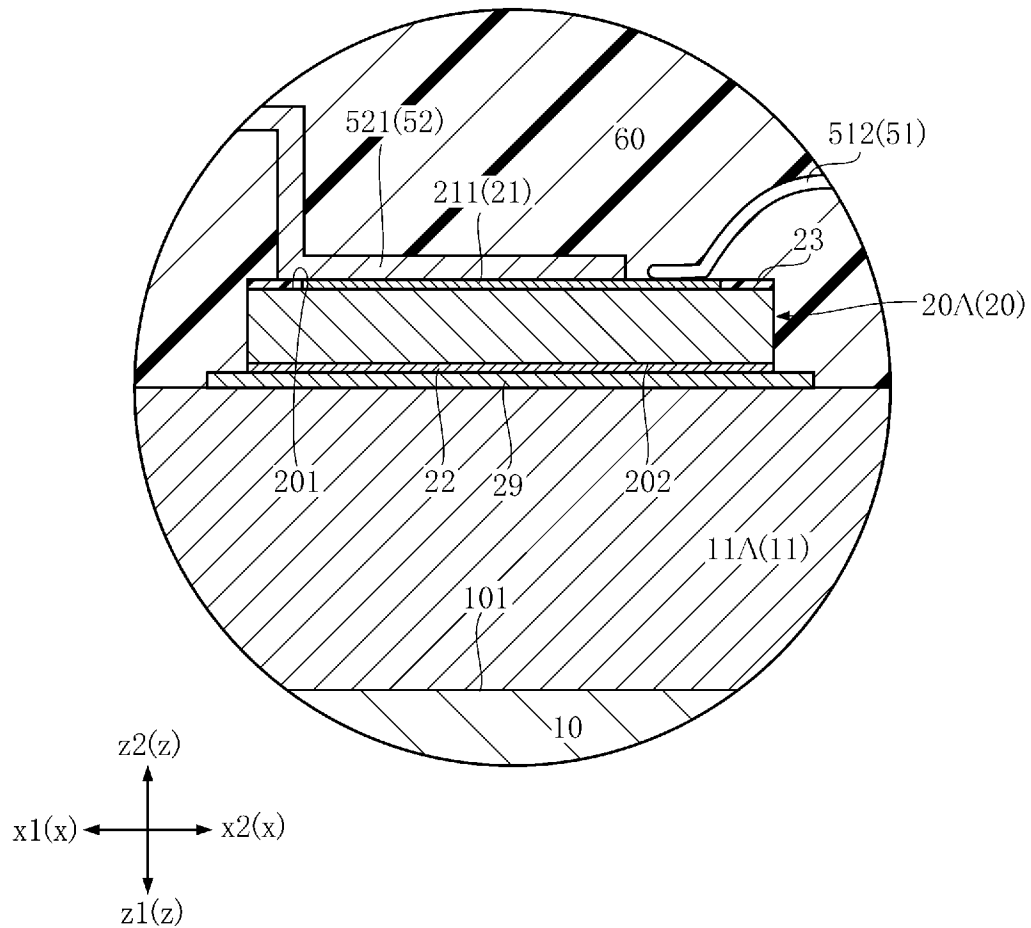


[図28]



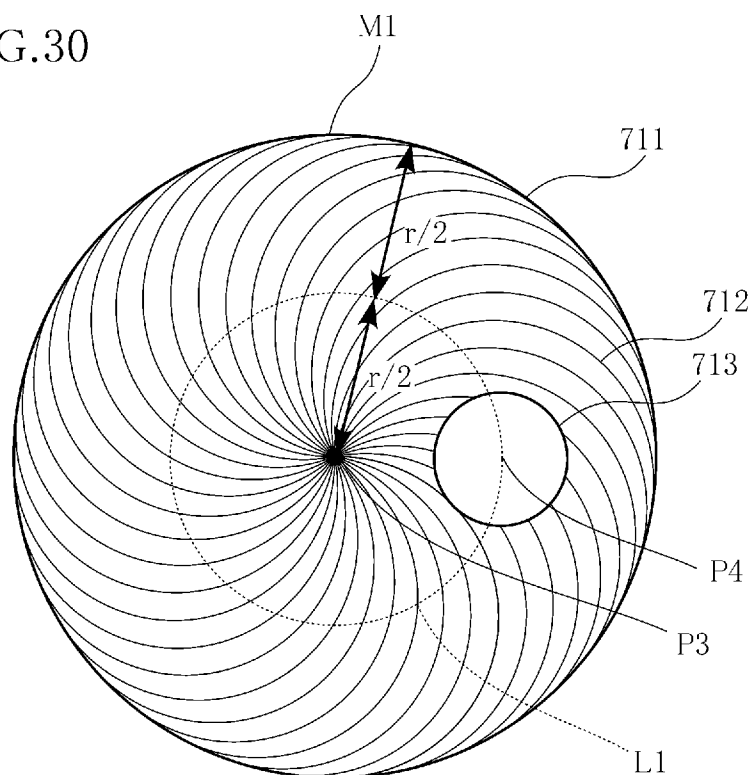
[図29]

FIG.29

B1

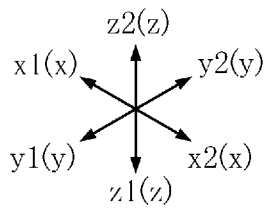
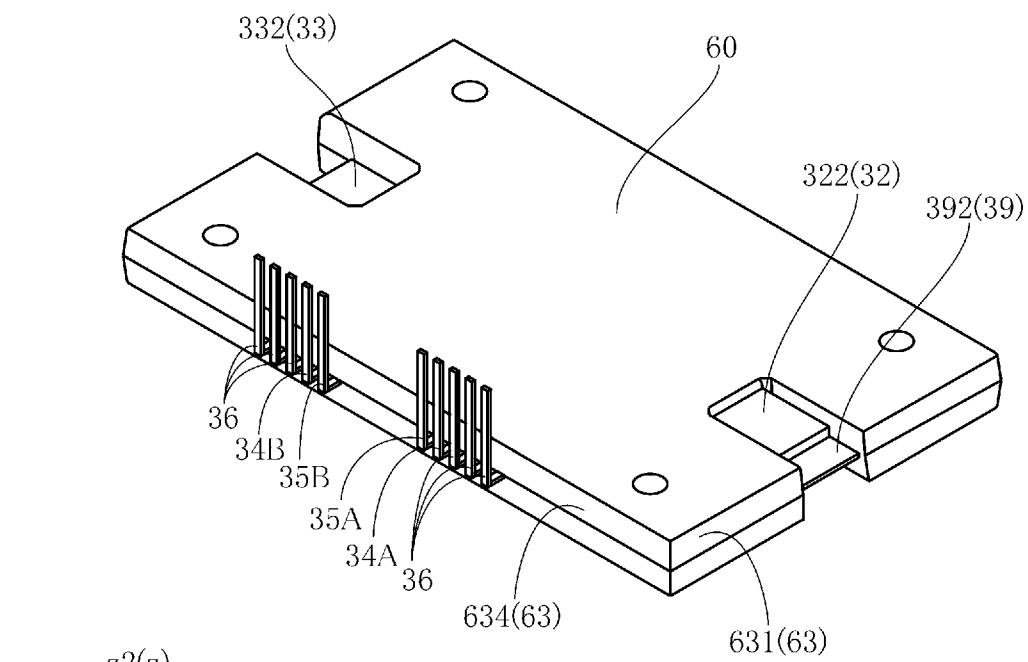
[図30]

FIG.30



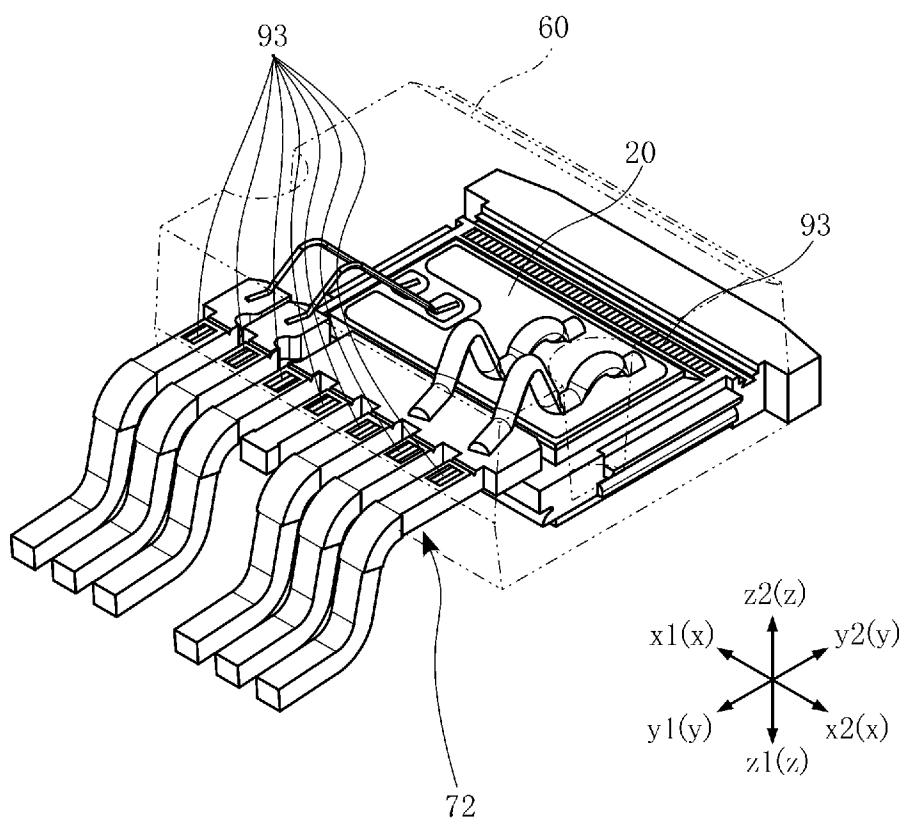
[図31]

FIG.31

B2

[図32]

FIG.32

B3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/033015

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L23/28 (2006.01) i, H01L21/56 (2006.01) i, H01L23/50 (2006.01) i

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)

Int.Cl. H01L23/28, H01L21/56, H01L23/50

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2018-67600 A (DENSO CORP.) 26 April 2018, paragraphs [0017]-[0072], fig. 1-18 & US 2019/0237378 A1, paragraphs [0034]-[0151], fig. 1-28 & CN 109891575 A	1-14, 24-25
Y		15-23
Y	JP 2013-71312 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 22 April 2013, paragraph [0042], fig. 6 & US 2013/0078423 A1, paragraph [0067], fig. 6 & EP 2574441 A1 & CN 103036086 A	15-23

☒ 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 November 2019 (07.11.2019)

Date of mailing of the international search report
19 November 2019 (19.11.2019)

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/JP2019/033015

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 2016/117711 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 28 July 2016, entire text & US 2017/0320247 A1 & CN 107135650 A	1-25
A	JP 2014-166693 A (DAICEL POLYMER LTD.) 11 September 2014, paragraph [0038], fig. 8 (Family: none)	1-25

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L23/28(2006.01)i, H01L21/56(2006.01)i, H01L23/50(2006.01)i

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））

Int.Cl. H01L23/28, H01L21/56, H01L23/50

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2018-67600 A（株式会社デンソー）2018.04.26, [0017]-[0072], [図1]-[図18] & US 2019/0237378 A1, [0034]-[0151], FIGS. 1-28 & CN 109891575 A	1-14, 24-25 15-23
Y	JP 2013-71312 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2013.04.22, [0042], [図6] & US 2013/0078423 A1, [0067], FIG. 6 & EP 2574441 A1 & CN 103036086 A	15-23

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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矛盾するものではなく、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

07.11.2019

国際調査報告の発送日

19.11.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

河合 俊英

5 F

3238

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C (続き) . 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 2016/117711 A1 (古河電気工業株式会社) 2016. 07. 28, 全文 & US 2017/0320247 A1 & CN 107135650 A	1-25
A	JP 2014-166693 A (ダイセルポリマー株式会社) 2014. 09. 11, [0038], [図 8] (ファミリーなし)	1-25