

(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
2022年10月6日(06.10.2022)



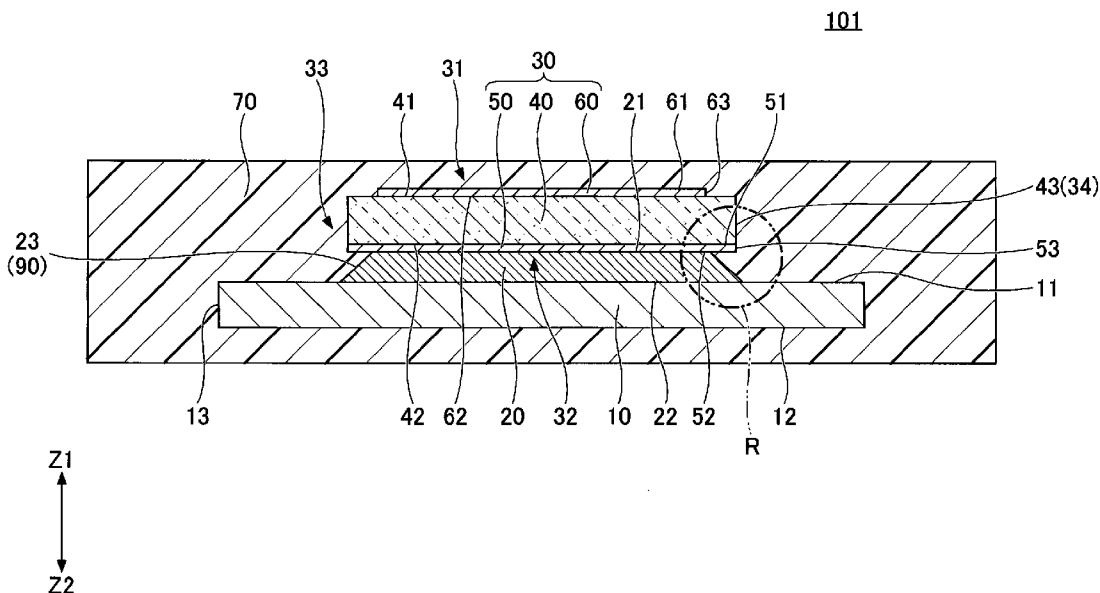
(10) 国際公開番号

WO 2022/209609 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/29 (2006.01) H01L 23/31 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/009762
- (22) 国際出願日: 2022年3月7日(07.03.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-059334 2021年3月31日(31.03.2021) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 野津 浩史(NOTSU, Hiroshi); 〒5410041
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1
番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安
田生命ビル) 16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, 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, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置



(57) Abstract: This semiconductor device comprises: an electrode plate having a first main surface; a bonding material provided on the first main surface; a semiconductor element provided on the bonding material; and a sealing resin that seals the electrode plate, the bonding material, and the semiconductor element. At least a portion of the boundary between the sealing resin and the bonding material is located inside at least a portion of the outer periphery of the semiconductor element in a plan view in a first direction perpendicular to the first main surface.

WO 2022/209609 A1

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)）

(57) 要約：半導体装置は、第1主面を有する電極板と、前記第1主面上に設けられた接合材と、前記接合材上に設けられた半導体素子と、前記電極板、前記接合材及び前記半導体素子を封止する封止樹脂と、を有し、前記第1主面に垂直な第1方向からの平面視で、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に、前記封止樹脂と前記接合材との境界の少なくとも一部が位置する。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置に関する。

[0002] 本出願は、2021年3月31日出願の日本出願第2021-059334号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0003] 半導体素子を封止樹脂により封止した半導体装置に関し、封止樹脂の剥離を抑制することを目的とした構造が提案されている（例えば特許文献1及び2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2013/118478号

特許文献2：日本国特開2000-150720号公報

発明の概要

[0005] 本開示の半導体装置は、第1主面を有する電極板と、前記第1主面上に設けられた接合材と、前記接合材上に設けられた半導体素子と、前記電極板、前記接合材及び前記半導体素子を封止する封止樹脂と、を有し、前記第1主面に垂直な第1方向からの平面視で、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に、前記封止樹脂と前記接合材との境界の少なくとも一部が位置する。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は、第1実施形態に係る半導体装置を示す上面図である。

[図2]図2は、第1実施形態に係る半導体装置を、封止樹脂及び一方の電極を除いて示す上面図である。

[図3]図3は、第1実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その1）である

。

[図4]図4は、第1実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その2）である

。

[図5]図5は、第1実施形態に係る半導体装置における応力の関係を示す断面図である。

[図6]図6は、第2実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。

[図7]図7は、第2実施形態に係る半導体装置における半導体素子を示す下面図である。

[図8]図8は、第3実施形態に係る半導体装置を、封止樹脂及び一方の電極を除いて示す上面図である。

[図9]図9は、第3実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その1）である

。

[図10]図10は、第3実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その2）である。

[図11]図11は、第4実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その1）である。

[図12]図12は、第4実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その2）である。

[図13]図13は、第4実施形態に係る半導体装置における半導体素子を示す下面図である。

[図14]図14は、第5実施形態に係る半導体装置を、封止樹脂及び一方の電極を除いて示す上面図である。

[図15]図15は、第5実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その1）である。

[図16]図16は、第5実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その2）である。

[図17]図17は、第6実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。

[図18]図18は、第7実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。

[図19]図19は、第8実施形態に係る半導体装置を、封止樹脂及び一方の電極を除いて示す上面図である。

[図20]図20は、第8実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その1）である。

[図21]図21は、第8実施形態に係る半導体装置を示す断面図（その2）である。

[図22]図22は、第9実施形態に係る半導体装置における電極板を示す上面図である。

[図23]図23は、第9実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。

[図24]図24は、炭化珪素基板の変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0007] [本開示が解決しようとする課題]

従来の半導体装置では、剥離を十分に抑制できない。また、従来の半導体装置を製造するためには、基板の加工等の処理が必要となる。

[0008] 本開示は、封止樹脂の剥離をより低減できる半導体装置を提供することを目的とする。

[0009] [本開示の効果]

本開示によれば、封止樹脂の剥離をより低減できる。

[0010] 実施するための形態について、以下に説明する。

[0011] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。以下の説明では、同一または対応する要素には同一の符号を付し、それらについて同じ説明は繰り返さない。

[0012] [1] 本開示の一態様に係る半導体装置は、第1主面を有する電極板と、前記第1主面上に設けられた接合材と、前記接合材上に設けられた半導体素子と、前記電極板、前記接合材及び前記半導体素子を封止する封止樹脂と、を有し、前記第1主面に垂直な第1方向からの平面視で、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に、前記封止樹脂と前記接合材との境界の少

なくとも一部が位置する。

[0013] 封止樹脂に剥離する方向の応力が作用した場合でも、封止樹脂と接合材との境界の少なくとも一部が平面視で半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に位置するため、反作用により、この応力とは反対方向を向く応力が封止樹脂に作用する。また、封止樹脂と接合材との境界が平面視で半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に位置していない場合と比較すると、封止樹脂と半導体素子、接合材又は電極板との間の接触面積が大きく、アンカー効果が得られる。これらにより、封止樹脂の剥離をより抑制できる。

[0014] [2] [1]において、前記第1方向からの平面視で、前記半導体素子は、第1対角線及び第2対角線を備えた矩形状の平面形状を有し、前記境界は、前記第1対角線又は前記第2対角線の一方又は両方の両端の内側に位置してもよい。封止樹脂を剥離する方向の応力は、半導体素子の角の近傍に集中しやすいが、境界が第1対角線又は第2対角線の一方又は両方の両端の内側に位置していれば、半導体素子の角の近傍からの剥離を抑制しやすい。

[0015] [3] [1]において、前記第1方向からの平面視で、前記境界は、前記半導体素子の外縁の全体の内側に位置してもよい。この場合、剥離方向とは反対方向の応力が広範囲で封止樹脂に作用するとともに、封止樹脂と半導体素子、接合材又は電極板との間の接触面積が大きい。従って、封止樹脂の剥がれをより抑制しやすい。

[0016] [4] [1]～[3]において、前記半導体素子は、前記第1主面に対向する第2主面を有し、前記封止樹脂は、前記第2主面に接してもよい。この場合、第2主面から封止樹脂に剥離方向とは反対方向の応力が作用し、封止樹脂の剥がれを抑制できる。

[0017] [5] [1]～[3]において、前記第1方向からの平面視で、前記封止樹脂は、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側にあつて、前記第1主面に接する部分を有してもよい。この場合、接合材の側面から封止樹脂に剥離方向とは反対方向の応力が作用し、封止樹脂の剥がれを抑制できる。

[0018] [6] [1]～[3]において、前記接合材は、前記第1方向からの平

面視で、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に位置するくびれ部を有し、断面視で、前記くびれ部は前記電極板と前記半導体素子との間にあり、前記封止樹脂は、前記接合材の側面に接していてもよい。この場合、くびれ部において封止樹脂に剥離方向とは反対方向の応力が作用し、封止樹脂の剥がれを抑制できる。

[0019] [7] [1] ~ [6] において、前記半導体素子は、前記第1主面に対向する第2主面と、前記第2主面の一部を構成する第3主面を備える電極と、を有し、前記第1方向からの平面視で、前記電極は、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に設けられており、前記接合材は、前記第3主面に接していてもよい。この場合、接合材の形状を制御しやすい。

[0020] [8] [7] において、前記半導体素子は、第4主面を備える半導体基板を有し、前記電極は、前記第4主面に備えられており、前記第4主面の外周部の少なくとも一部が前記電極から露出しているもよい。この場合、第4主面の電極から露出した部分に封止樹脂が接し、封止樹脂の剥離を抑制できる。

[0021] [9] [1] ~ [8] において、前記接合材は、はんだであり、前記第1主面は、前記接合材が接する第1領域と、前記第1領域に隣接する第2領域と、を有し、前記第2領域のはんだ濡れ性は、前記第1領域のはんだ濡れ性よりも低く、前記接合材は、前記第1領域と前記第2領域との境界と重なる部分を含んでもよい。この場合、第1主面上での接合材の範囲を制御しやすい。

[0022] [10] [9] において、前記第2領域は、ソルダレジスト膜を含んでもよい。この場合、ソルダレジスト膜により、溶融したはんだの濡れ広がりを抑制できる。

[0023] [11] [9] において、前記第2領域は、ニッケル膜を含んでもよい。この場合、ニッケル膜により、溶融したはんだの濡れ広がりを抑制できる。

[0024] [12] [9] において、前記第2領域の表面粗さは、前記第1領域の

表面粗さよりも大きくてもよい。この場合、第1領域と第2領域との間の表面粗さの相違により、はんだは第1領域に濡れ広がるものの、第2領域には濡れ広がりにくい。

[0025] [13] [1] ~ [12] において、前記接合材は、スペーサを含んでもよい。この場合、電極板と半導体素子との間の距離を制御し、接合材の形状を制御できる。

[0026] [14] [13] において、前記スペーサは、導電性粒子を含んでもよい。この場合、導電性粒子のサイズにより電極板と半導体素子との間の距離を制御できる。

[0027] [15] [13] において、前記スペーサは、ワイヤバンプを含んでもよい。この場合、ワイヤバンプの高さにより電極板と半導体素子との間の距離を制御できる。

[0028] [16] [1] ~ [15] において、前記半導体素子は、側面の表面粗さ R_a が $0.15 \mu\text{m}$ 以上であってもよい。この場合、半導体素子と封止樹脂との間の接触面積の増大により封止樹脂の剥離を抑制しやすい。

[0029] [17] [1] ~ [16] において、前記半導体素子は、第5主面と複数の側面とを備えた炭化珪素基板を有し、前記第5主面は、 $\{0001\}$ 面がオフ方向に傾斜した面であり、前記複数の側面の少なくとも1つは、 $\{0001\}$ 面に垂直な面であってもよい。この場合、少なくとも1つの側面が、主面に垂直な面から傾斜した面となる。従って、主面に垂直な側面と比べて、封止樹脂との接触面積が大きくなり、封止樹脂の剥離を抑制しやすい。

[0030] [18] [1] ~ [17] において、前記半導体素子は、厚さが $200 \mu\text{m}$ 以下の炭化珪素系半導体素子であってもよい。封止樹脂の剥離の抑制によって水分の侵入が抑制されるため、半導体素子の厚さが $200 \mu\text{m}$ 以下であっても、水分の侵入に伴う故障が抑制され、良好な信頼性が得られる。

[0031] [本開示の実施形態の詳細]

以下、本開示の実施形態について詳細に説明するが、本実施形態はこれらに限定されるものではない。なお、本明細書及び図面において、実質的に同

一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複した説明を省くことがある。本明細書及び図面において、X1-X2方向、Y1-Y2方向、Z1-Z2方向を相互に直交する方向とする。X1-X2方向及びY1-Y2方向を含む面をXY面とし、Y1-Y2方向及びZ1-Z2方向を含む面をYZ面とし、Z1-Z2方向及びX1-X2方向を含む面をZX面とする。便宜上、Z1方向を上方向、Z2方向を下方向とする。また、本開示において平面視とは、Z1側から対象物を視ることをいう。

[0032] (第1実施形態)

まず、第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る半導体装置を示す上面図である。図2は、第1実施形態に係る半導体装置を、封止樹脂及び一方の電極を除いて示す上面図である。図3及び図4は、第1実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図3は、図1中のIII-III線に沿った断面図に相当し、図4は、図1中のIV-IV線に沿った断面図に相当する。

[0033] 図1～図4に示すように、第1実施形態に係る半導体装置101は、主として、電極板10と、接合材20と、半導体素子30と、封止樹脂70とを有する。

[0034] 電極板10は、Z1側の主面11と、Z2側の主面12と、主面11及び主面12に繋がる側面13とを有する。電極板10は、例えば銅(Cu)板等の金属板である。銅板にめっき膜が形成されていてもよい。電極板10の厚さは、例えば0.3mm以上3.0mm以下である。主面11は第1主面の一例である。

[0035] 半導体素子30は、例えば、炭化珪素基板40と、電極50と、電極60とを有する。半導体素子30は、例えばMOS型電界効果トランジスタ(MOSFET)、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ(IGBT)又はショットキーバリアダイオードである。半導体素子30の厚さは、例えば100μm以上200μm以下である。

- [0036] 炭化珪素基板40は不純物含有領域（図示せず）を含む。炭化珪素基板40は、Z1側の主面41と、Z2側の主面42と、主面41及び主面42に繋がる側面43とを有する。電極60は主面41に設けられ、電極50は主面42に設けられている。炭化珪素基板40は半導体基板の一例である。主面42は第4主面の一例であり、主面41は第5主面の一例である。
- [0037] 電極50は、Z1側の主面51と、Z2側の主面52と、主面51及び主面52に繋がる側面53とを有し、電極50の主面51が炭化珪素基板40の主面42に接している。例えば、平面視で主面42の外縁と主面51の外縁とが互いに重なり、主面42の全体と主面51の全体とが互いに接している。主面52は第3主面の一例である。
- [0038] 電極60は、Z1側の主面61と、Z2側の主面62と、主面61及び主面62に繋がる側面63とを有し、電極60の主面62が炭化珪素基板40の主面41に接している。例えば、平面視で主面62の外縁が主面41の外縁の内側にあり、主面62の全体が主面41の一部に接している。
- [0039] 主面61の全体と、主面41の主面61から露出した部分とが半導体素子30のZ1側の主面31を構成し、主面52の全体が半導体素子30のZ2側の主面32を構成する。側面43と、側面53と、側面63とが半導体素子30の側面33を構成する。主面32は第2主面の一例である。
- [0040] 接合材20は、電極板10と半導体素子30との間に設けられており、電極板10と半導体素子30とを接合する。接合材20が主面11の上に設けられており、半導体素子30が接合材20の上に設けられている。接合材20は、Z1側の主面21と、Z2側の主面22と、主面21及び主面22に繋がる側面23とを有する。主面21は半導体素子30の主面32に接し、主面22は電極板10の主面11に接している。接合材20は、例えば、スズ（Sn）－銀（Ag）－銅（Cu）系はんだ、スズ（Sn）－アンチモン（Sb）系はんだ等のはんだである。
- [0041] 接合材20の主面21は角丸矩形状の平面形状を有する。半導体素子30は、第1対角線71及び第2対角線72を備えた矩形状の平面形状を有する

。平面視で、主面21の4辺が主面32の4辺に重なっている。また、平面視で、主面21の外縁は第1対角線71と2か所で交差し、第2対角線72と2か所で交差する。つまり、主面21は、平面視で半導体素子30の外縁34の少なくとも一部の内側にある。一方、接合材20の主面22の外縁は、平面視で半導体素子30の外縁34の外側にある。図4は、第1対角線71を含む断面図に相当する。

[0042] 封止樹脂70は、電極板10、接合材20及び半導体素子30を封止する。封止樹脂70は、例えばエポキシ等の熱硬化性樹脂である。封止樹脂70は、電極板10の主面11の一部と、主面12と、側面13とに接する。封止樹脂70は、接合材20の側面23に接する。封止樹脂70は、半導体素子30の主面31と、側面33とに接する。封止樹脂70は、平面視で、第1対角線71の両端の内側と、第2対角線72の両端の内側とに入り込んでいる。すなわち、封止樹脂70は、平面視で、半導体素子30の外縁34の少なくとも一部の内側に入り込んでいる。つまり、平面視で、封止樹脂70と接合材20との境界90の少なくとも一部が半導体素子30の外縁34の少なくとも一部の内側に位置する。そして、封止樹脂70は、半導体素子30の主面32の一部にも接している。

[0043] 第1実施形態に係る半導体装置101では、半導体装置101の動作による発熱等により、封止樹脂70に電極板10の主面11から剥離する方向の応力が作用することがある。ここで、半導体装置101における応力の関係について説明する。図5は、第1実施形態に係る半導体装置101における応力の関係を示す断面図である。図5は、図4中の領域Rを拡大して示す。

[0044] 図5に示すように、封止樹脂70にZ1方向を向く応力F1が作用しているとす。本実施形態では、封止樹脂70が平面視で半導体素子30の外縁34の少なくとも一部の内側に入り込んでいるため、応力F1の一部が半導体素子30の主面32の一部に作用する。この結果、反作用として、半導体素子30の主面32から封止樹脂70にZ2方向を向く応力F2が作用する。従って、第1実施形態によれば、封止樹脂70の剥離を抑制できる。また

、封止樹脂70が電極板10と半導体素子30との間に入り込んでいない場合、つまり、平面視で境界90の全体が外縁34の内側に位置していない場合と比較すると、封止樹脂70と半導体素子30との間の接触面積が大きい。この点によっても、封止樹脂70の剥離を抑制しやすい。なお、封止樹脂70が電極板10と半導体素子30との間に入り込んでいない場合には、応力F2のような反作用の応力が生じない。

[0045] また、本実施形態は、発熱源である半導体素子30の近傍にて封止樹脂70の剥離を抑制できる。従って、電極板10と封止樹脂70との間の接触面積の増加による封止樹脂70の剥離の抑制に比べて、封止樹脂70の剥離を抑制しやすい。

[0046] また、封止樹脂70を剥離する方向の応力は、半導体素子30の角の近傍に集中しやすい。これに対し、本実施形態では、封止樹脂70が半導体素子30の角の近傍において、平面視で、半導体素子30の外縁34の内側に入り込んでいる。つまり、半導体素子30の角の近傍において、平面視で、境界90の少なくとも一部が外縁34の内側に位置する。このため、本実施形態によれば、封止樹脂70の剥離を抑制しやすい。

[0047] ここで、半導体装置101の製造方法について説明する。

[0048] 半導体装置101を製造する際には、まず、電極板10を準備し、電極板10の主面11の上に接合材20となるはんだ材を配置する。はんだ材は、例えば平面形状が矩形の板はんだである。板はんだとしては、平面視で、4辺の長さが半導体素子30の4辺の長さよりも0.1mm以上0.2mm以下程度小さいものを用いることが好ましい。また、矩形の4角にC面取り加工又はR面取り加工が施された板はんだを用いることが好ましい。

[0049] はんだ材を配置した後、はんだ材の上に半導体素子30を配置し、リフローを行う。この結果、接合材20により電極板10に半導体素子30が接合された構造物が得られる。その後、この構造物を封止樹脂70により封止する。

[0050] このようにして、第1実施形態に係る半導体装置101が製造される。

[0051] この方法では、電極板 10 及び半導体素子 30 に対して封止樹脂 70 との接触面積を増加させるための処理は必要とされない。従って、電極板 10 又は半導体素子 30 の粗化处理等を行う場合と比較して、少ない工数で製造できる。

[0052] なお、各図では省略しているが、電極板 10 の一部は封止樹脂 70 の外部に延びる。また、電極 60 に接続される電極板（図示せず）が設けられており、この電極板の一部が封止樹脂 70 に封止され、他の一部は封止樹脂 70 の外部に延びる。電極 60 の数は限定されない。

[0053] （第 2 実施形態）

次に、第 2 実施形態について説明する。図 6 は、第 2 実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図 7 は、第 2 実施形態に係る半導体装置における半導体素子を示す下面図である。図 6 は、図 4 と同様に、図 1 中の IV-IV 線に沿った断面図に相当し、第 1 対角線 71 を含む。

[0054] 図 6～図 7 に示すように、第 2 実施形態に係る半導体装置 102 では、電極 50 が角丸矩形状の平面形状を有する。平面視で、主面 51 及び主面 52 の 4 辺が主面 32 の 4 辺に重なっている。また、平面視で、主面 51 及び主面 52 の外縁が第 1 対角線 71 と 2 か所で交差し、第 2 対角線 72 と 2 か所で交差する。すなわち、電極 50 は、平面視で半導体素子 30 の外縁 34 の少なくとも一部の内側に設けられている。

[0055] 接合材 20 の主面 21 は、半導体素子 30 の主面 32 のうち、電極 50 の主面 52 に接するが、炭化珪素基板 40 の主面 42 には接しない。すなわち、主面 42 の外周部の一部が電極 50 から露出している。

[0056] 他の構成は第 1 実施形態と同様である。

[0057] 第 2 実施形態によっても第 1 実施形態と同様の効果が得られる。また、半導体装置 102 の製造工程中のリフローの際に、溶融したはんだ（接合材 20 の原料）が主面 52 上に濡れ広がるが、主面 42 には濡れ広がりにくい。従って、第 2 実施形態では、接合材 20 の形状を制御しやすい。

[0058] （第 3 実施形態）

次に、第3実施形態について説明する。図8は、第3実施形態に係る半導体装置を、封止樹脂及び一方の電極を除いて示す上面図である。図9及び図10は、第3実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図9は、図3と同様に、図1中のIII-III線に沿った断面図に相当する。図10は、図4と同様に、図1中のIV-IV線に沿った断面図に相当し、第1対角線71を含む。

[0059] 図8～図10に示すように、第3実施形態に係る半導体装置103では、平面視で、接合材20の主面21の全体が半導体素子30の外縁34の内側にある。接合材20の主面22の外縁は、第1実施形態と同様に、平面視で半導体素子30の外縁34の外側にある。

[0060] 封止樹脂70は、平面視で、半導体素子30の外縁34の全体の内側に入り込み、半導体素子30の主面32に環状に接している。つまり、平面視で、封止樹脂70と接合材20との境界90の少なくとも一部が半導体素子30の外縁34の全体の内側に位置する。

[0061] 他の構成は第1実施形態と同様である。

[0062] 第3実施形態によっても第2実施形態と同様の効果が得られる。また、半導体素子30の外形及び寸法が共通であれば、第3実施形態では、第1実施形態よりも、剥離方向とは反対方向の応力が広範囲で封止樹脂70に作用するとともに、封止樹脂70と主面32との接触面積が大きい。従って、封止樹脂70の剥がれをより抑制しやすい。

[0063] (第4実施形態)

次に、第4実施形態について説明する。図11及び図12は、第4実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図13は、第4実施形態に係る半導体装置における半導体素子を示す下面図である。図11は、図3と同様に、図1中のIII-III線に沿った断面図に相当する。図12は、図4と同様に、図1中のIV-IV線に沿った断面図に相当し、第1対角線71を含む。

[0064] 図11～図13に示すように、第4実施形態に係る半導体装置104では、平面視で、電極50の全体が半導体素子30の外縁34の内側にある。また、接合材20の主面21は、半導体素子30の主面32のうち、電極50

の主面52に接するが、炭化珪素基板40の主面42には接しない。すなわち、主面42の外周部が環状に電極50から露出している。

[0065] 他の構成は第3実施形態と同様である。

[0066] 第4実施形態によっても第3実施形態と同様の効果が得られる。また、第2実施形態と同様に、半導体装置104の製造工程中のリフローの際に、溶融したはんだが主面52上に濡れ広がるが、主面42には濡れ広がりにくい。従って、第4実施形態では、接合材20の形状を制御しやすい。

[0067] (第5実施形態)

次に、第5実施形態について説明する。図14は、第5実施形態に係る半導体装置を、封止樹脂及び一方の電極を除いて示す上面図である。図15及び図16は、第5実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図15は、図3と同様に、図1中のIII-III線に沿った断面図に相当する。図16は、図4と同様に、図1中のIV-IV線に沿った断面図に相当し、第1対角線71を含む。

[0068] 図14～図16に示すように、第5実施形態に係る半導体装置105では、接合材20の主面21が矩形状の平面形状を有する。平面視で、接合材20の主面21の4辺が半導体素子30の主面32の4辺に重なっている。例えば、平面視で主面21の外縁と主面32の外縁とが互いに重なり、主面21の全体と主面32の全体とが互いに接している。また、接合材20の主面22の外縁は、第1実施形態と同様に、平面視で半導体素子30の外縁34の外側にある。

[0069] 接合材20は、平面視で半導体素子30の外縁34の内側に位置するくびれ部(ヒケ)24を有する。くびれ部24において、側面23が内側に向かって湾曲している。断面視で、くびれ部24は、電極板10及び半導体素子30から離れている。すなわち、くびれ部24は電極板10と半導体素子30との間にある。

[0070] 封止樹脂70は、電極板10の主面11の一部と、主面12と、側面13とに接する。封止樹脂70は、接合材20の側面23に接する。封止樹脂7

0は、半導体素子30の主面31と、側面33とに接する。封止樹脂70は、平面視で、半導体素子30の外縁34の内側に入り込んでいる。つまり、平面視で、封止樹脂70と接合材20との境界90の少なくとも一部が半導体素子30の外縁34の少なくとも一部の内側に位置する。

[0071] 他の構成は第1実施形態と同様である。

[0072] 第5実施形態に係る半導体装置105でも、半導体装置105の動作による発熱等により、封止樹脂70に電極板10の主面11から剥離する方向の応力が作用することがある。このような場合、本実施形態では、くびれ部24において、剥離する方向とは反対方向の応力が封止樹脂70に作用する。また、第1実施形態と同様に、封止樹脂70が電極板10と半導体素子30との間に入り込んでいない場合と比較すると、封止樹脂70と半導体素子30との間の接触面積が大きい。従って、第5実施形態によっても、封止樹脂70の剥離を抑制できる。

[0073] (第6実施形態)

次に、第6実施形態について説明する。図17は、第6実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図17は、図4と同様に、図1中のIV-IV線に沿った断面図に相当し、第1対角線71を含む。

[0074] 図17に示すように、第6実施形態に係る半導体装置106では、接合材20が導電性粒子25を含む。導電性粒子25は、例えばニッケル(Ni)等の高融点金属の粒子又は炭素(C)の粒子である。導電性粒子25はスペーサの一例である。

[0075] 他の構成は第5実施形態と同様である。

[0076] 第6実施形態によっても第5実施形態と同様の効果が得られる。また、半導体装置106の製造工程中のリフローの際に、導電性粒子25により半導体素子30の電極板10側への移動が妨げられる。このため、溶融したはんだが主面11及び主面32の上に濡れ広がる一方で、はんだの表面張力により主面11と主面32の間ではんだが細る。この結果、くびれ部24が容易に形成される。従って、導電性粒子25のサイズに応じてくびれ部24の

形状を制御できる。

[0077] (第7実施形態)

次に、第7実施形態について説明する。図18は、第7実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図18は、図4と同様に、図1中のIV-IV線に沿った断面図に相当し、第1対角線71を含む。

[0078] 図18に示すように、第7実施形態に係る半導体装置107では、接合材20がワイヤバンプ26を含む。ワイヤバンプ26の材料は、例えばアルミニウム(A1)、銅(Cu)等の金属である。ワイヤバンプ26はスペーサの一例である。

[0079] 他の構成は第5実施形態と同様である。

[0080] 第7実施形態によっても第5実施形態と同様の効果が得られる。また、半導体装置106の製造工程中のリフローの際に、ワイヤバンプ26により半導体素子30の電極板10側への移動が妨げられる。このため、溶融したはんだが主面11及び主面32の上に濡れ広がる一方で、はんだの表面張力により主面11と主面32との間ではんだが細る。この結果、くびれ部24が容易に形成される。従って、ワイヤバンプ26の高さに応じてくびれ部24の形状を制御できる。

[0081] なお、第5～第7実施形態では、くびれ部24が側面23の全周にわたって形成されているが、くびれ部24が側面23の一部のみに形成されていてもよい。この場合、くびれ部24は、平面視で第1対角線71の両端よりも内側にあり、第2対角線72の両端よりも内側にあることが好ましい。上記のように、封止樹脂70を剥離する方向の応力は、半導体素子30の角の近傍に集中しやすいためである。

[0082] (第8実施形態)

次に、第8実施形態について説明する。図19は、第8実施形態に係る半導体装置を、封止樹脂及び一方の電極を除いて示す上面図である。図20及び図21は、第8実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図20は、図3と同様に、図1中のIII-III線に沿った断面図に相当する。図21は、

図4と同様に、図1中のIV-IV線に沿った断面図に相当し、第1対角線71を含む。

[0083] 図19～図21に示すように、第8実施形態に係る半導体装置108では、接合材20の主面21が矩形状の平面形状を有する。平面視で、接合材20の主面21の4辺が半導体素子30の主面32の4辺に重なっている。例えば、平面視で主面21の外縁と主面32の外縁とが互いに重なり、主面21の全体と主面32の全体とが互いに接している。一方、接合材20の主面22の外縁は、平面視で半導体素子30の外縁34の内側にある。

[0084] 封止樹脂70は、電極板10の主面11の一部と、主面12と、側面13とに接する。封止樹脂70は、接合材20の側面23に接する。封止樹脂70は、半導体素子30の主面31と、側面33とに接する。封止樹脂70は、平面視で、半導体素子30の外縁34の内側に入り込んでいる。つまり、平面視で、封止樹脂70と接合材20との境界90の少なくとも一部が半導体素子30の外縁34の少なくとも一部の内側に位置する。

[0085] 他の構成は第1実施形態と同様である。

[0086] 第8実施形態に係る半導体装置108でも、半導体装置108の動作による発熱等により、封止樹脂70に電極板10の主面11から剥離する方向の応力が作用することがある。このような場合、本実施形態では、剥離する方向とは反対方向の応力が、接合材20の側面23から封止樹脂70に作用する。また、第1実施形態と同様に、封止樹脂70が電極板10と半導体素子30との間に入り込んでいない場合と比較すると、封止樹脂70と半導体素子30との間の接触面積が大きい。従って、第8実施形態によっても、封止樹脂70の剥離を抑制できる。

[0087] (第9実施形態)

次に、第9実施形態について説明する。図22は、第9実施形態に係る半導体装置における電極板を示す上面図である。図23は、第9実施形態に係る半導体装置を示す断面図である。図23は、図4と同様に、図1中のIV-IV線に沿った断面図に相当し、第1対角線71を含む。

- [0088] 図22～図23に示すように、第9実施形態に係る半導体装置109では、電極板10の主面11が、接合材20が接する第1領域81と、第1領域81に隣接する第2領域82とを有する。第2領域82は、例えば環状の領域である。第2領域82に、電極板10よりもはんだ濡れ性が低い第1膜83が設けられている。第1膜83は、例えばソルダレジスト膜又はニッケル膜を含む。第1領域81では、電極板10が第1膜83から露出している。このように、第2領域82のはんだ濡れ性は、第1領域81のはんだ濡れ性よりも低い。
- [0089] 接合材20は、主面11のうちで第1領域81に接しており、第1領域81と第2領域82との境界と重なる部分を含む。
- [0090] 他の構成は第8実施形態と同様である。
- [0091] 第9実施形態によっても第8実施形態と同様の効果が得られる。また、第2領域82が設けられているため、接合材20の主面22及び側面23の形状を制御しやすい。
- [0092] なお、第2領域82に第1膜83が設けられていなくてもよい。例えば、第2領域82の表面粗さが第1領域81の表面粗さよりも大きい場合、第2領域82のはんだ濡れ性が第1領域81のはんだ濡れ性よりも低くなる。
- [0093] はんだ濡れ性の評価は以下のような手法がある。例えば、はんだと接合したい部材（例えば銅）を20mm×20mmで切り出した第1試料と、Crめっき等はんだを弾くと想定される材料を前記部材に成膜した第2試料とを用意する。そして、溶融前のサイズが0.76mmφのはんだボールを、第1試料、第2試料のそれぞれに載せ、ホットプレート上で加熱し、十分溶融させる。例えば、はんだ溶融温度が185℃の場合、基板の実温度が220℃、もしくはそれ以上になるまで加熱して十分溶融させる。その後、ホットプレートから取り出し、室温まで冷却する。
- [0094] その形状を確認するため、濡れ広がり試験法に従い、下記の式(1)で定義されるはんだ濡れ広がり率Sを算出し、はんだ濡れ広がり率Sの値が大きい方が、はんだ濡れ性が大きいものと規定する。なお、はんだボールのサイ

ズや部材の大きさは一例であって、それ以外でもよい。

[0095] $S = ((D - h) / D) \times 100 (\%)$. . . 式 (1)

[S : はんだ濡れ広がり率、D : 溶融前のはんだの直径、h : 溶融後のはんだの高さ]

[0096] あるいは、より簡便には、部材上ではんだを溶融させ、その後、凝固させた後の、はんだと部材の接触角を確認する方法によりはんだ濡れ性を評価してもよい。はんだ濡れ性の大小の確認であれば、上記のように、溶融して硬化した後の、はんだと部材の接触角を確認する方法であってもよい。接触角は、例えば、 $\theta / 2$ 法により測定できる。濡れ性が良い領域は90度以下、悪い領域が90度以上などとなると、所望の効果が得られる。そして、その角度差が大きいほど、より望ましい結果が得られる。

[0097] なお、第1～第4実施形態のいずれかと、第5～第7実施形態とのいずれかと、第8～第9実施形態とのいずれかとのうち、2つ又は3つが組み合わされてもよい。この場合、封止樹脂70の剥離をより抑制できる。

[0098] 半導体素子30は炭化珪素系半導体素子であることが好ましい。封止樹脂70に作用する応力によっては半導体素子30に大きな応力が作用することがある。炭化珪素はシリコンよりも強靱であるため、炭化珪素系半導体素子はシリコン系半導体素子よりも高い強度を有し、大きな応力が作用しても破壊されにくい。また、炭化珪素の熱伝導率はシリコンの熱伝導率よりも高い。このため、半導体素子30が炭化珪素系半導体装置であれば、半導体素子30で発生した熱を接合材20及び電極板10を通じて外部に放出しやすい。

[0099] 炭化珪素基板40の主面41は{0001}面がオフ方向に8°以下のオフ角だけ傾斜した面であり、炭化珪素基板40の側面43の少なくとも1つは{0001}面に垂直な面であることが好ましい。図24は、炭化珪素基板40の変形例を示す断面図である。図24には、炭化珪素基板40の変形例を適用した第1実施形態を示す。図24は、図3と同様に、図1中のIII-I II線に沿った断面図に相当する。

- [0100] 炭化珪素基板40の側面43の少なくとも1つ(側面43A)が{0001}面に垂直な面である場合、側面43Aは、主面41及び主面42に対して垂直な面(垂直面)から傾斜した面(傾斜面)となる。主面41と主面42との間の距離が共通であれば、傾斜面の面積は垂直面の面積よりも大きくなる。例えば、垂直面からの傾斜角度が θ であれば、傾斜面の面積は垂直面の面積の $1/\cos\theta$ 倍となる。従って、すべての側面43が主面41及び主面42に対して垂直な面である場合と比較して、側面43の総面積が大きくなる。このため、封止樹脂70と側面43との接触面積が増加し、封止樹脂70の剥離をより抑制できる。
- [0101] このような炭化珪素基板40は、次のようにして形成できる。まず、{0001}面がオフ方向に 8° 以下のオフ角だけ傾斜した主面を有するウェハを準備する。次に、ダイシングライン上にレーザ光の照射等によりダメージを与える。次に、ウェハにストレスを印加することで、ダイシングラインに沿ってウェハをへき開する。へき開面は{0001}面に垂直な面となるため、{0001}面に垂直な側面43Aを備えた炭化珪素基板40が得られる。
- [0102] 炭化珪素基板40の側面43の表面粗さRaは、好ましくは $0.15\mu\text{m}$ 以上であり、より好ましくは $0.17\mu\text{m}$ 以上であり、更に好ましくは $0.19\mu\text{m}$ 以上である。表面粗さRaが大きいことで、炭化珪素基板40と封止樹脂70との間の接触面積が大きく、封止樹脂70の剥離を抑制しやすい。表面粗さRaは「JIS B 0601:2013」により測定される。
- [0103] 半導体素子30の厚さは、 $200\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $180\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $160\mu\text{m}$ 以下であってもよい。電極板10の主面11と封止樹脂70との界面に沿って水分が半導体装置の内部に侵入した場合、半導体素子30が薄いほど、半導体素子30の主面31まで水分が到達しやすい。水分の侵入は信頼性の低下につながる。一方、各実施形態によれば、封止樹脂70の剥離を抑制できるため、半導体装置の内部への水分の侵入を抑制できる。このため、半導体素子30が薄い場合であっても、優れた信頼

性が得られる。

[0104] なお、炭化珪素基板40の側面43と主面41又は主面42とが交わる角部にチップングがあってもよい。チップングがある場合、封止樹脂70が炭化珪素基板40に引っ掛かりやすいため、剥離を抑制しやすい。

[0105] 以上、実施形態について詳述したが、特定の実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。

符号の説明

- [0106] 10 : 電極板
11 : 主面 (第1主面)
12 : 主面
13 : 側面
20 : 接合材
21 : 主面
22 : 主面
23 : 側面
24 : くびれ部
25 : 導電性粒子
26 : ワイヤバンプ
30 : 半導体素子
31 : 主面
32 : 主面 (第2主面)
33 : 側面
34 : 外縁
40 : 炭化珪素基板 (半導体基板)
41 : 主面 (第5主面)
42 : 主面 (第4主面)
43、43A : 側面

5 0 : 電極

5 1 : 主面

5 2 : 主面 (第 3 主面)

5 3 : 側面

6 0 : 電極

6 1 : 主面

6 2 : 主面

6 3 : 側面

7 0 : 封止樹脂

7 1 : 第 1 対角線

7 2 : 第 2 対角線

8 1 : 第 1 領域

8 2 : 第 2 領域

8 3 : 第 1 膜

9 0 : 境界

1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4、1 0 5、1 0 6、1 0 7、1 0 8、1 0

9 : 半導体装置

請求の範囲

- [請求項1] 第1主面を有する電極板と、
前記第1主面上に設けられた接合材と、
前記接合材上に設けられた半導体素子と、
前記電極板、前記接合材及び前記半導体素子を封止する封止樹脂と、
を有し、
前記第1主面に垂直な第1方向からの平面視で、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に、前記封止樹脂と前記接合材との境界の少なくとも一部が位置する半導体装置。
- [請求項2] 前記第1方向からの平面視で、
前記半導体素子は、第1対角線及び第2対角線を備えた矩形の平面形状を有し、
前記境界は、前記第1対角線又は前記第2対角線の一方又は両方の両端の内側に位置する請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記第1方向からの平面視で、
前記境界は、前記半導体素子の外縁の全体の内側に位置する請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記半導体素子は、前記第1主面に対向する第2主面を有し、
前記封止樹脂は、前記第2主面に接する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記第1方向からの平面視で、
前記封止樹脂は、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側にあって、前記第1主面に接する部分を有する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項6] 前記接合材は、前記第1方向からの平面視で、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に位置するくびれ部を有し、
断面視で、前記くびれ部は前記電極板と前記半導体素子との間にあ

り、

前記封止樹脂は、前記接合材の側面に接している請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

[請求項7]

前記半導体素子は、

前記第 1 主面に対向する第 2 主面と、

前記第 2 主面の一部を構成する第 3 主面を備える電極と、

を有し、

前記第 1 方向からの平面視で、前記電極は、前記半導体素子の外縁の少なくとも一部の内側に設けられており、

前記接合材は、前記第 3 主面に接する請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

[請求項8]

前記半導体素子は、第 4 主面を備える半導体基板を有し、

前記電極は、前記第 4 主面に備えられており、

前記第 4 主面の外周部の少なくとも一部が前記電極から露出している請求項 7 に記載の半導体装置。

[請求項9]

前記接合材は、はんだであり、

前記第 1 主面は、

前記接合材が接する第 1 領域と、

前記第 1 領域に隣接する第 2 領域と、

を有し、

前記第 2 領域のはんだ濡れ性は、前記第 1 領域のはんだ濡れ性よりも低く、

前記接合材は、前記第 1 領域と前記第 2 領域との境界と重なる部分を含む請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

[請求項10]

前記第 2 領域は、ソルダレジスト膜を含む請求項 9 に記載の半導体装置。

[請求項11]

前記第 2 領域は、ニッケル膜を含む請求項 9 に記載の半導体装置。

[請求項12]

前記第 2 領域の表面粗さは、前記第 1 領域の表面粗さよりも大きい

請求項 9 に記載の半導体装置。

[請求項13] 前記接合材は、スペーサを含む請求項 1 から請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

[請求項14] 前記スペーサは、導電性粒子を含む請求項 1 3 に記載の半導体装置。

[請求項15] 前記スペーサは、ワイヤバンプを含む請求項 1 3 に記載の半導体装置。

[請求項16] 前記半導体素子は、側面の表面粗さ R_a が $0.15 \mu\text{m}$ 以上である半導体基板を有する請求項 1 から請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

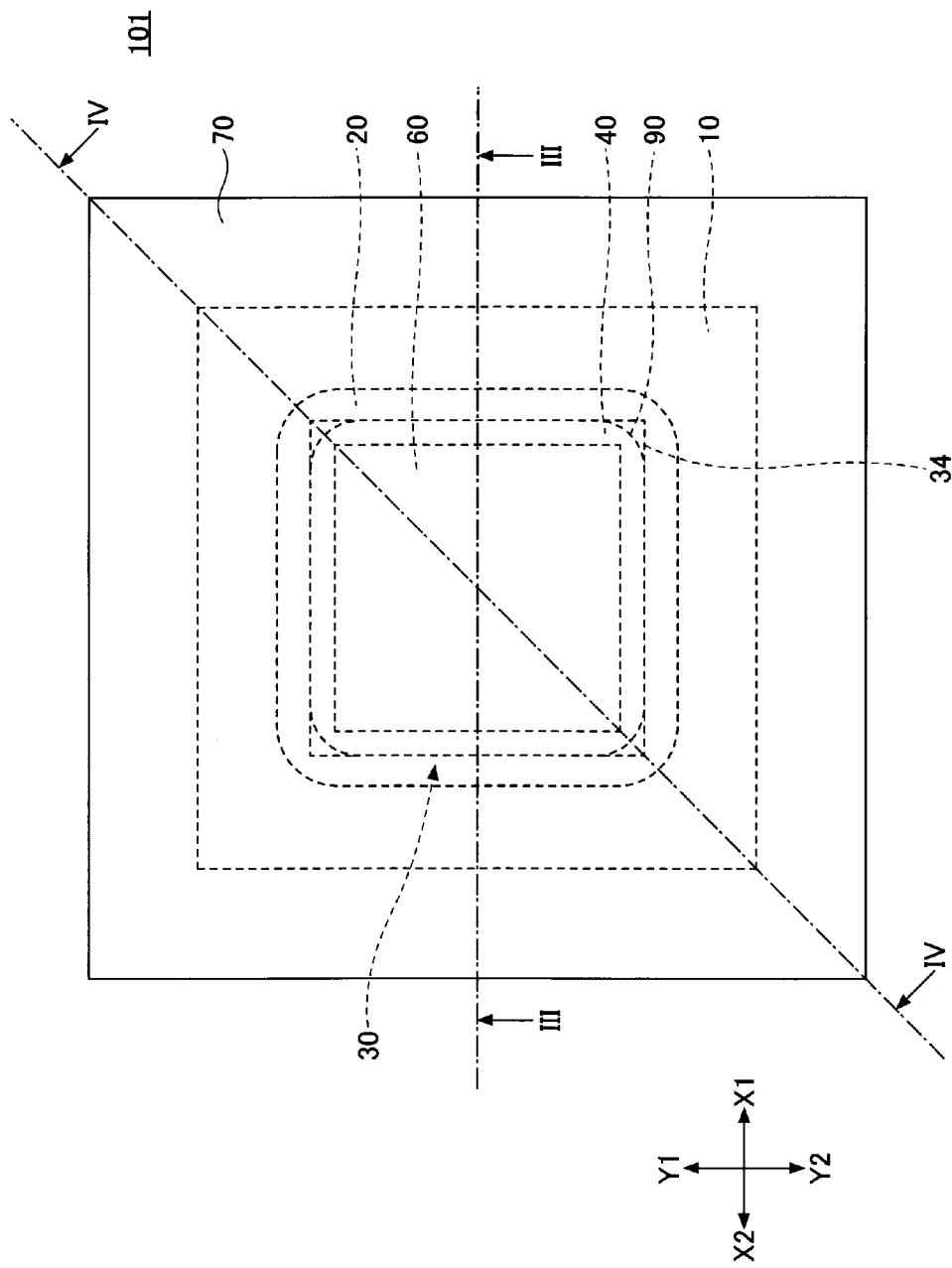
[請求項17] 前記半導体素子は、第 5 主面と複数の側面とを備えた炭化珪素基板を有し、

前記第 5 主面は、 $\{0001\}$ 面がオフ方向に傾斜した面であり、

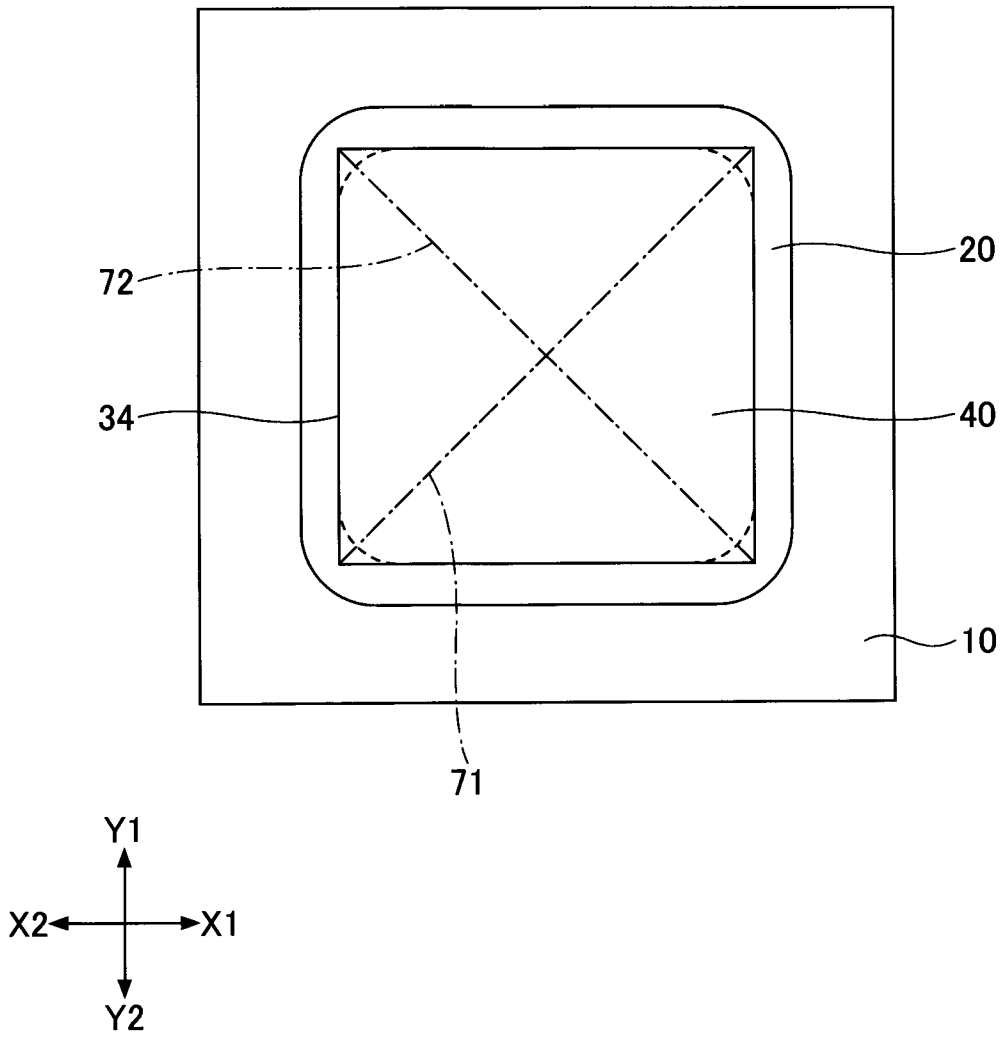
前記複数の側面の少なくとも 1 つは、 $\{0001\}$ 面に垂直な面である請求項 1 から請求項 1 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

[請求項18] 前記半導体素子は、厚さが $200 \mu\text{m}$ 以下の炭化珪素系半導体素子である請求項 1 から請求項 1 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

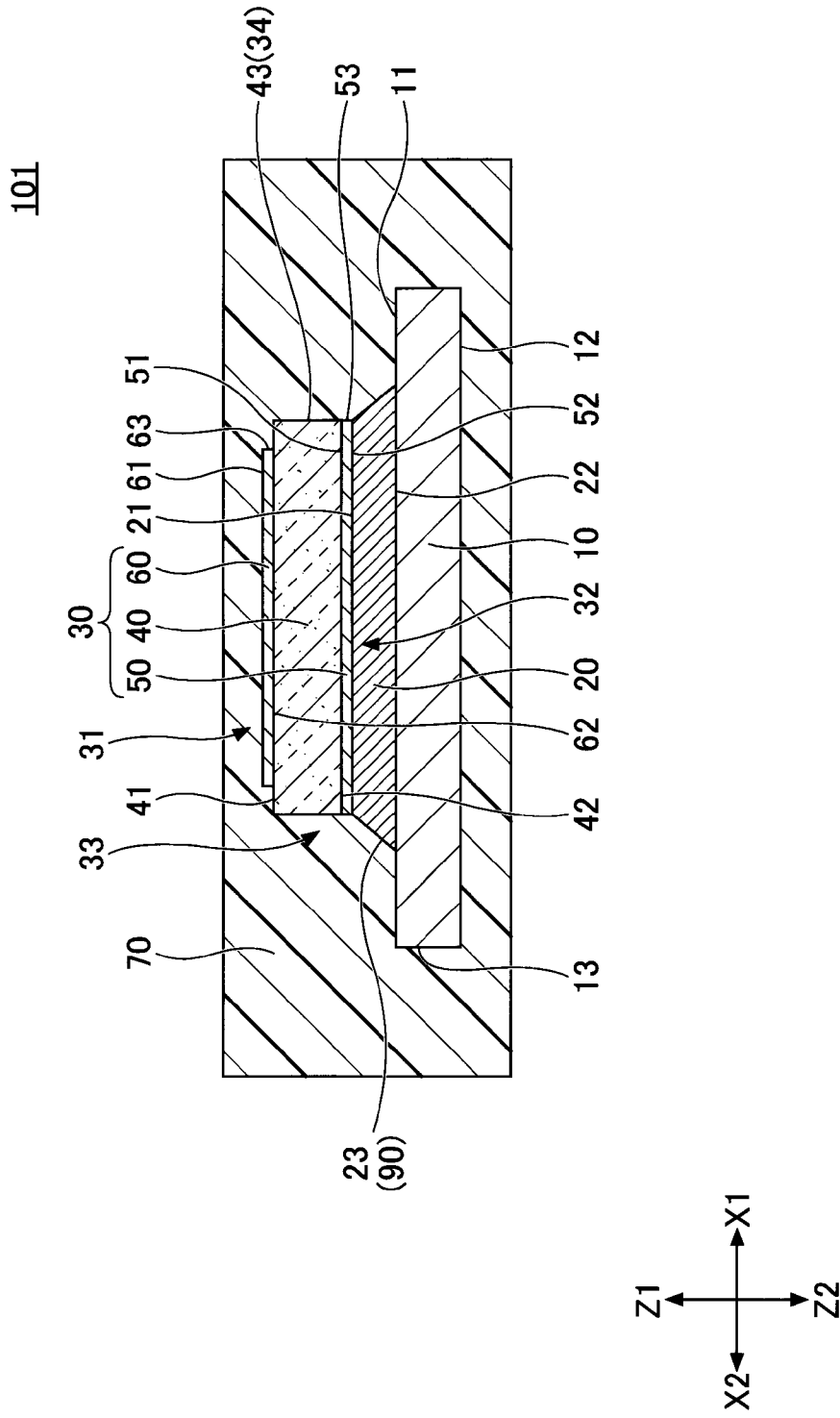
[図1]



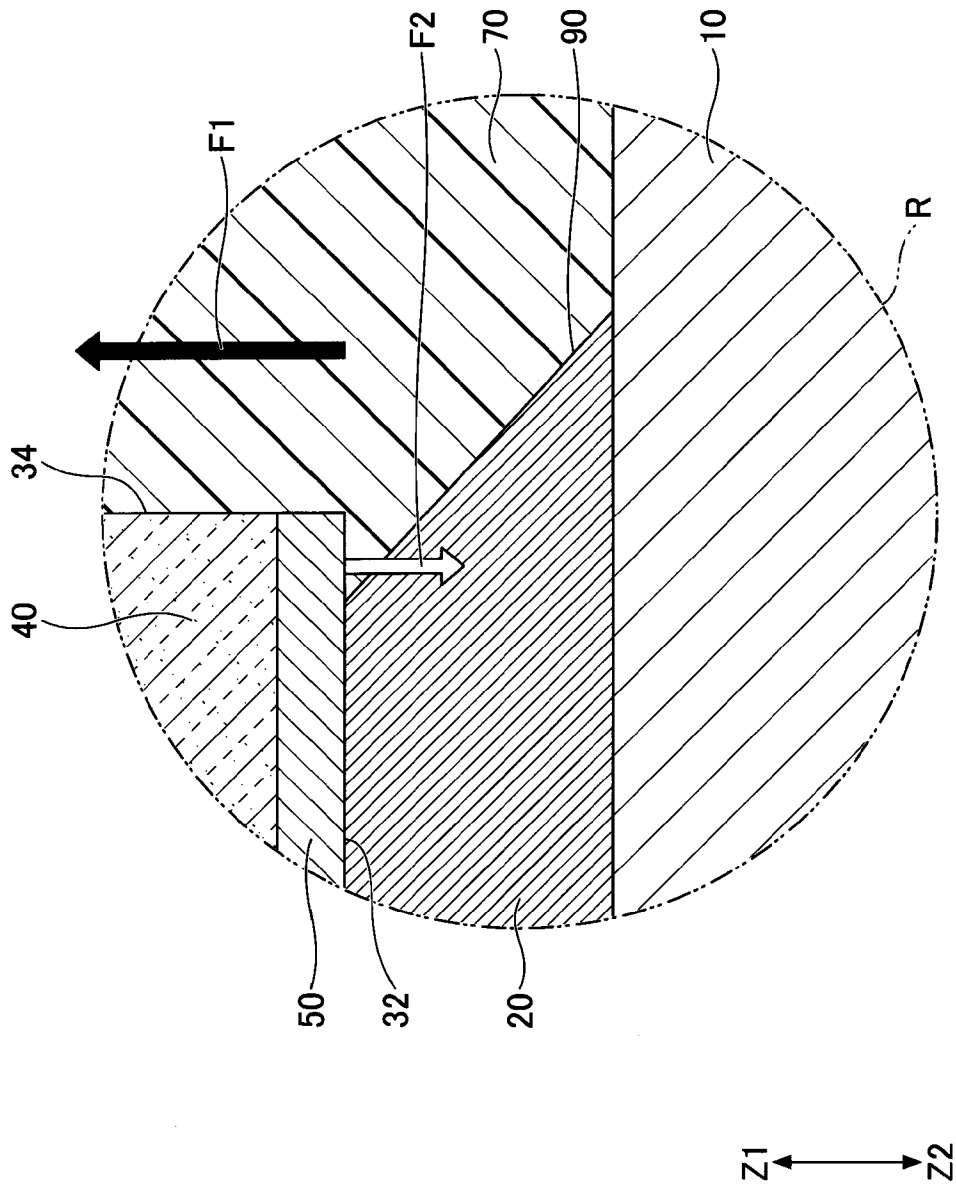
[図2]



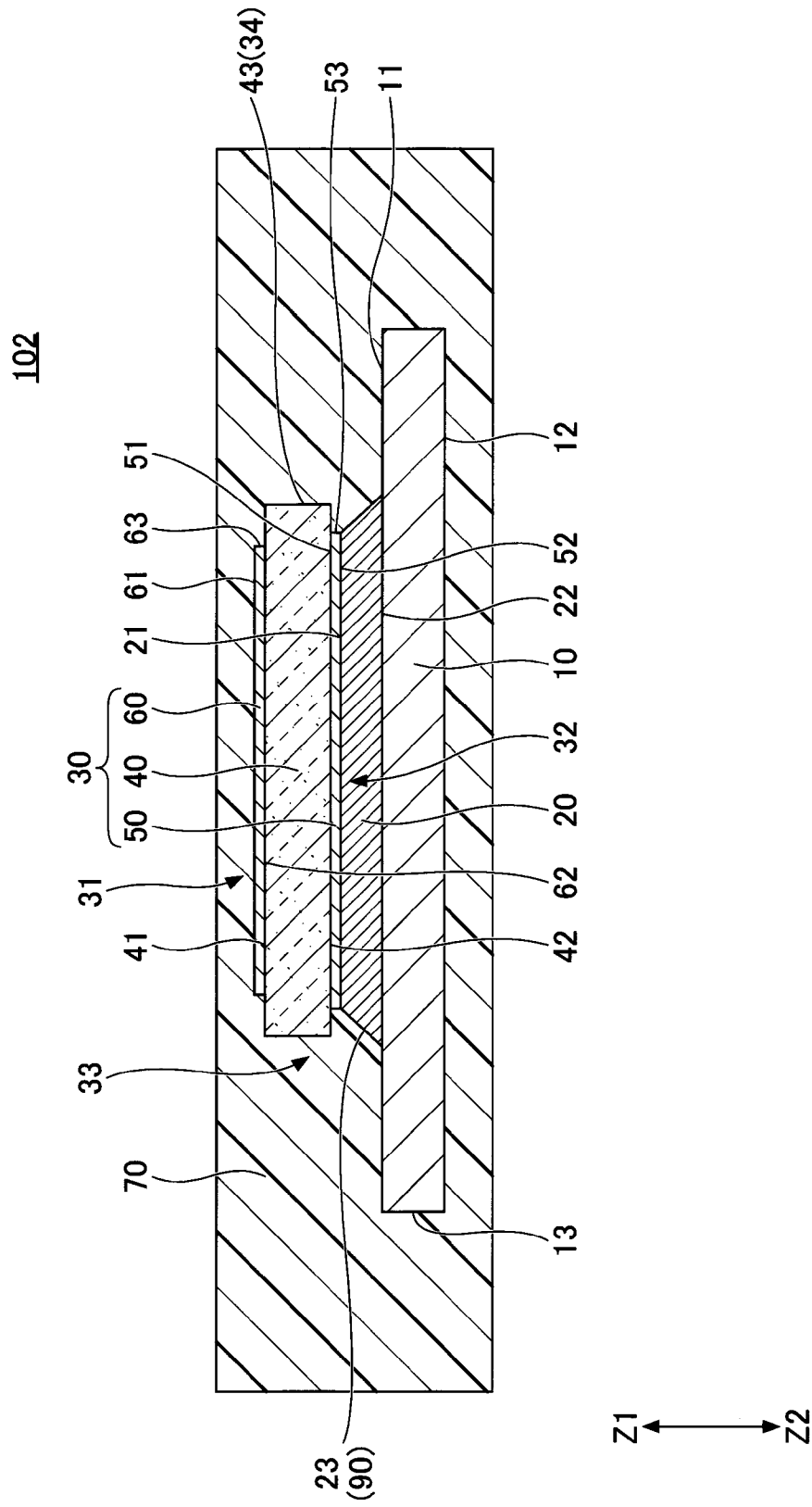
[図3]



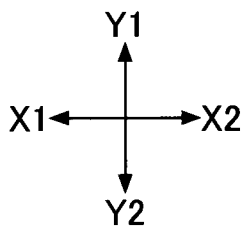
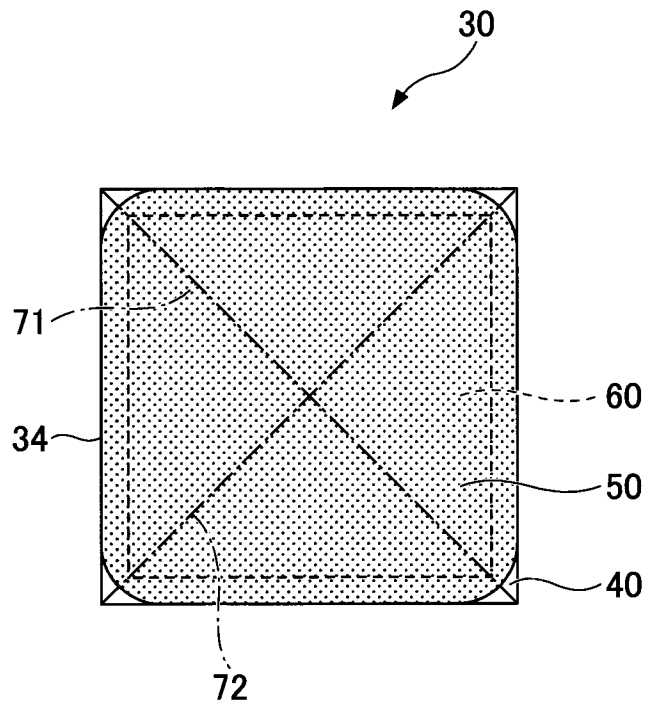
[図5]



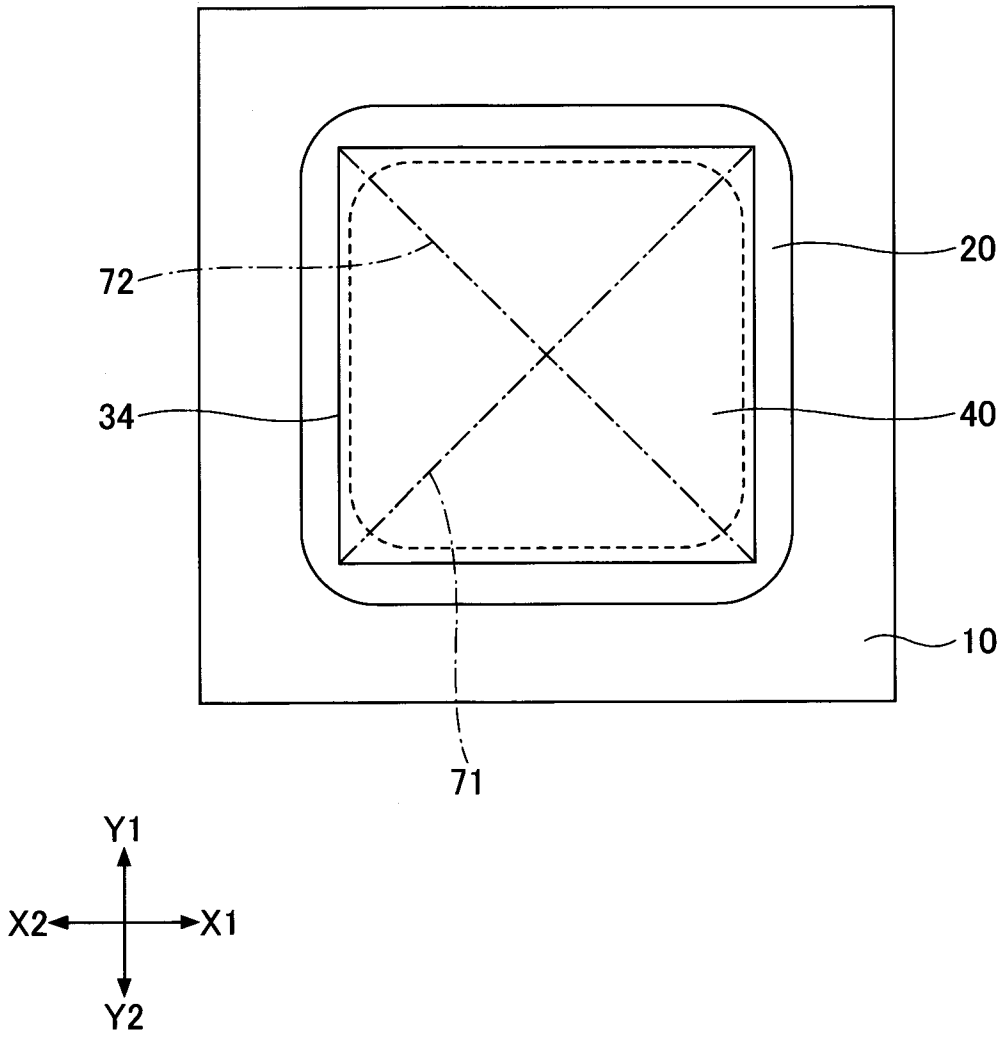
[図6]



[図7]

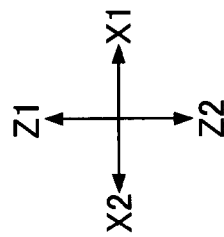
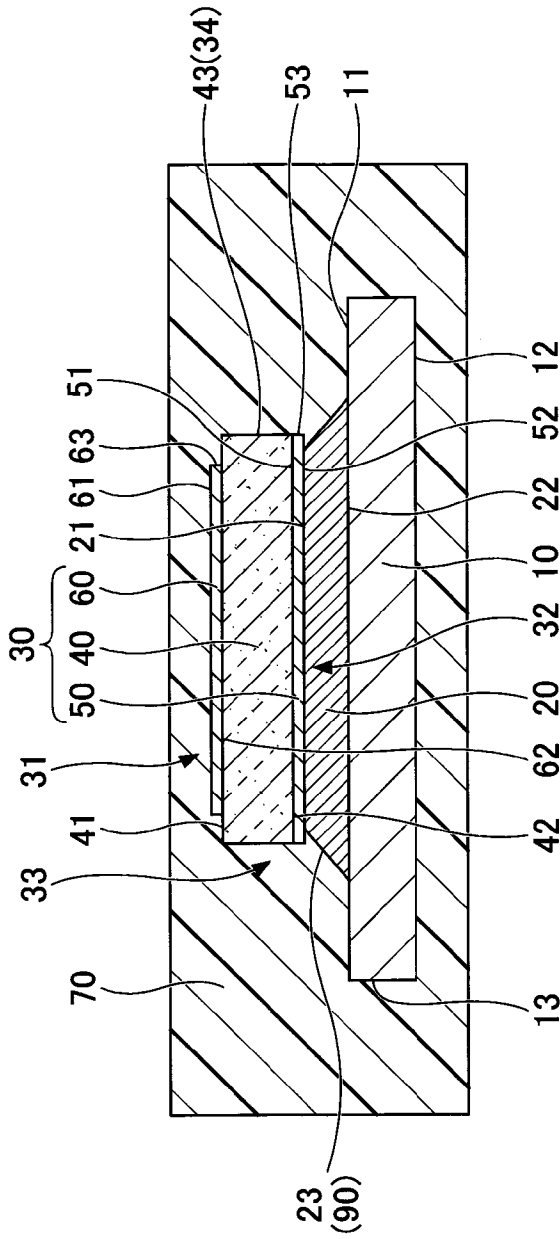


[図8]



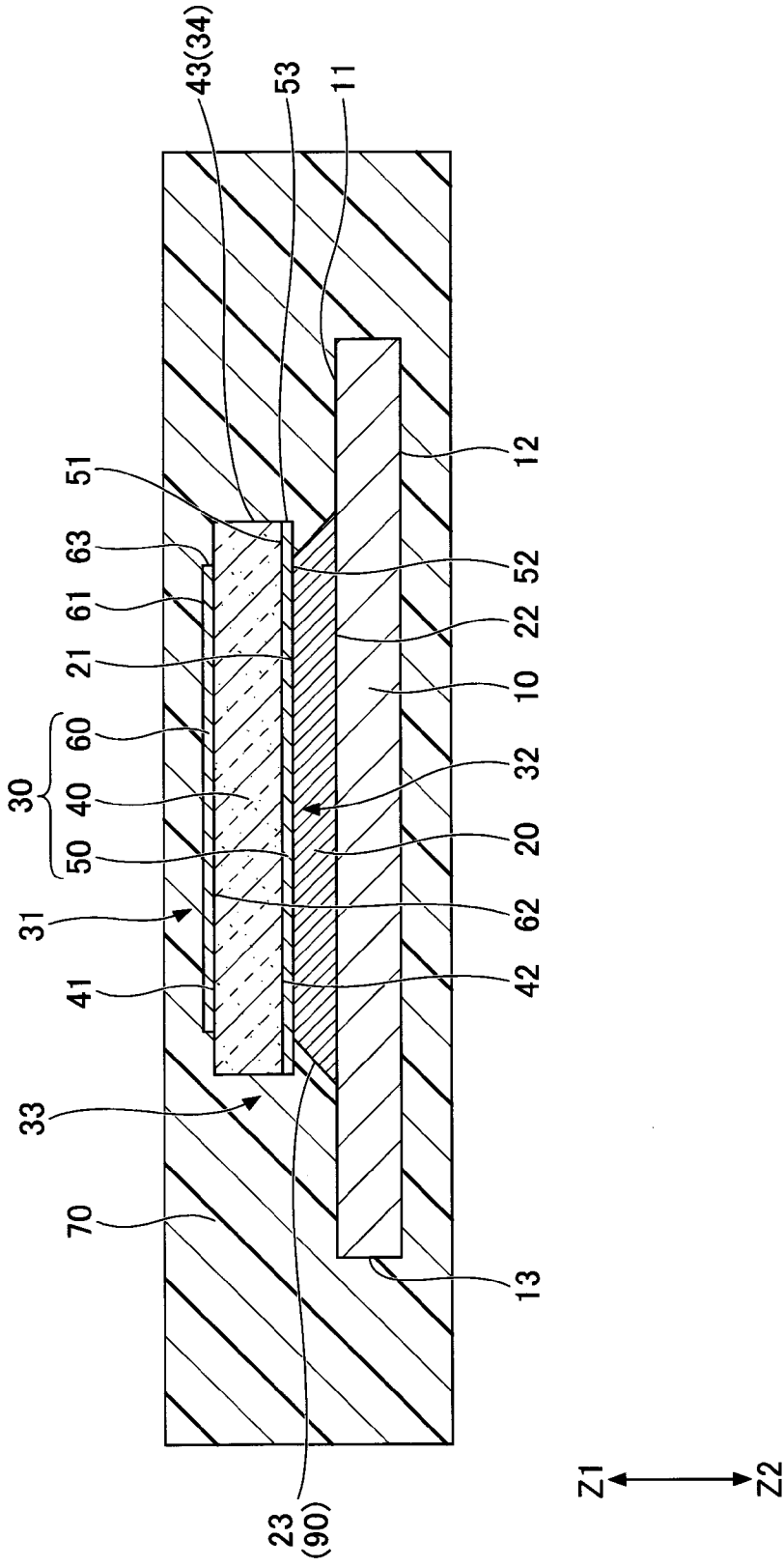
[9]

103



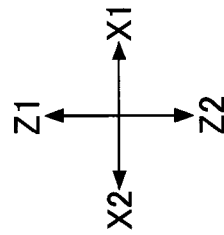
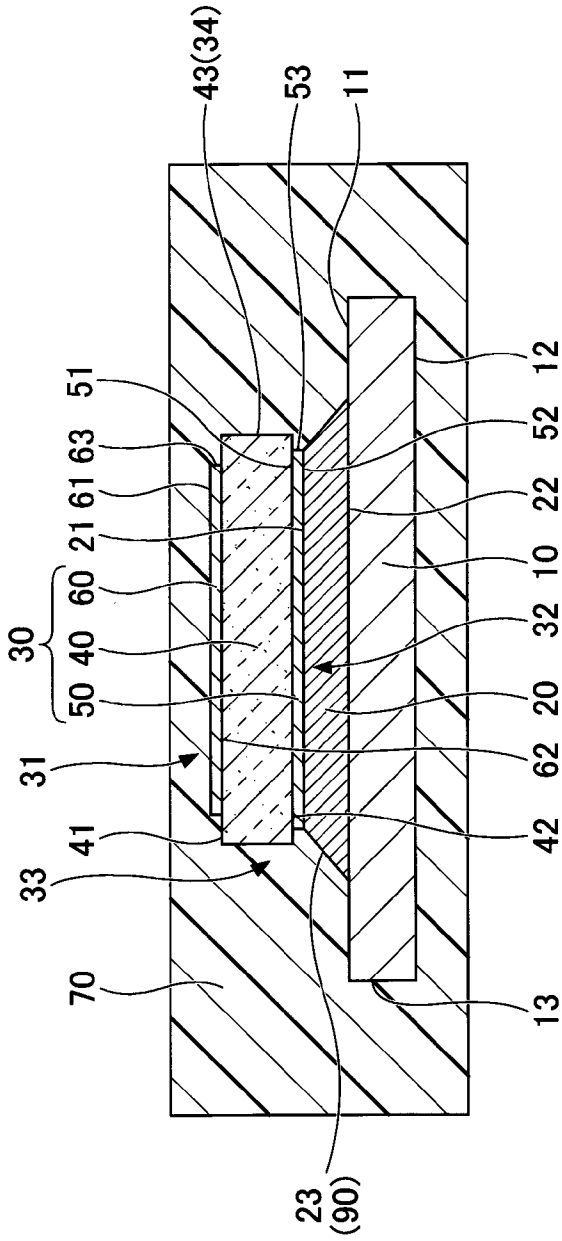
[図10]

103

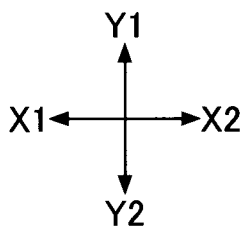
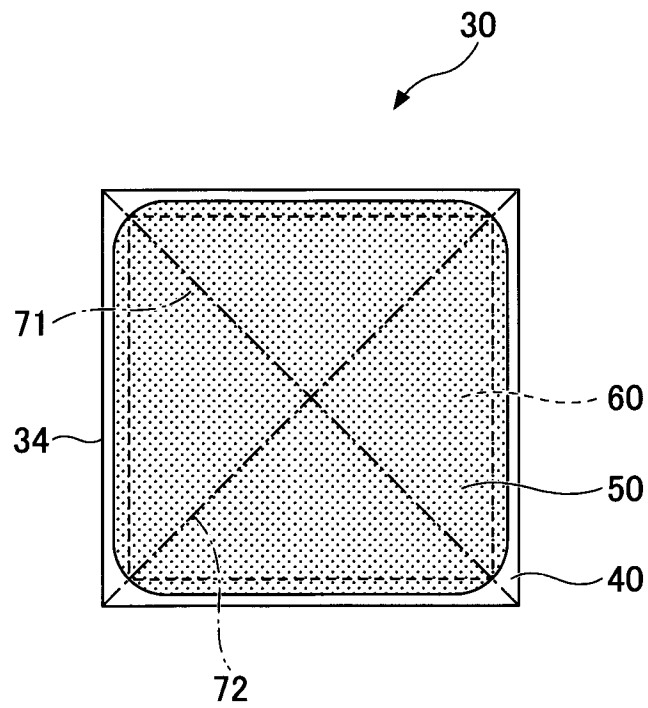


[図11]

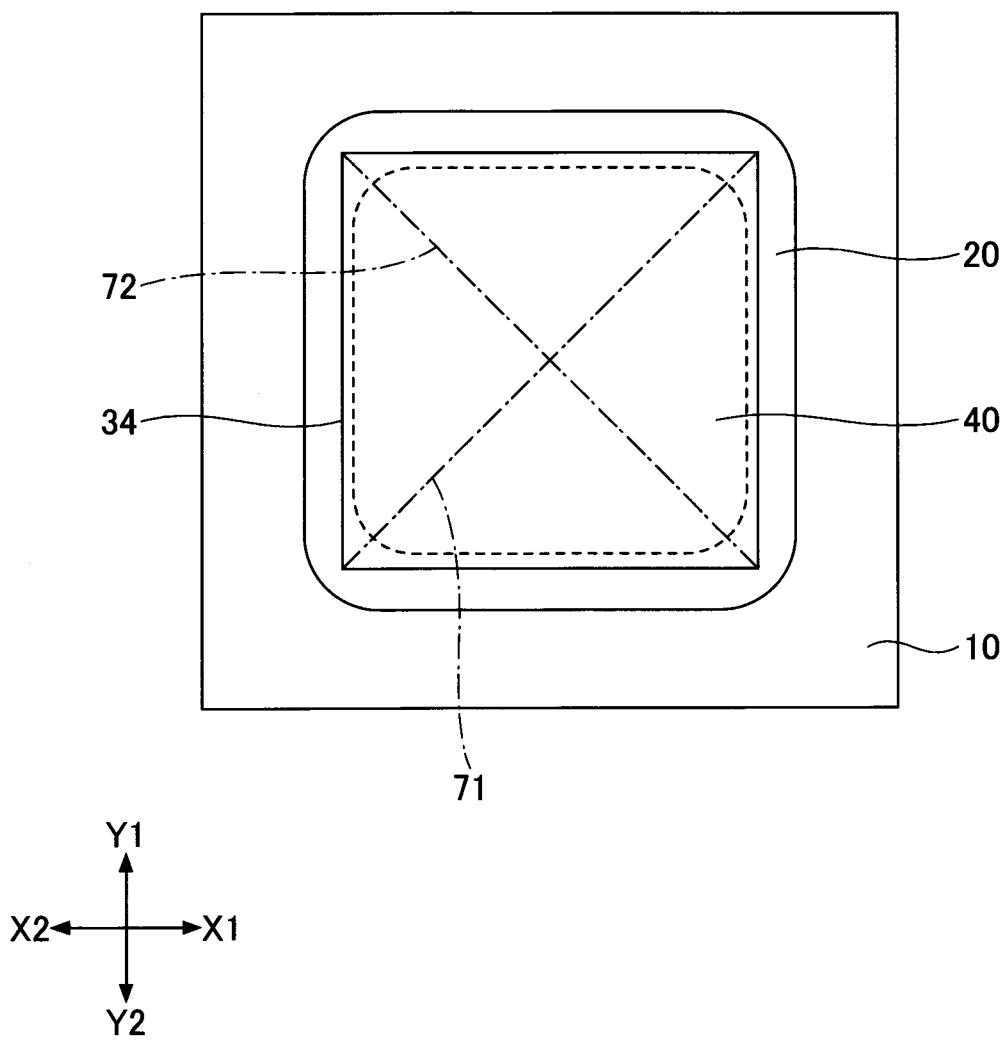
104



[図13]

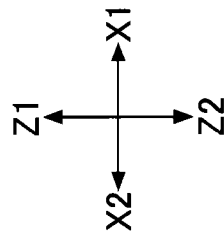
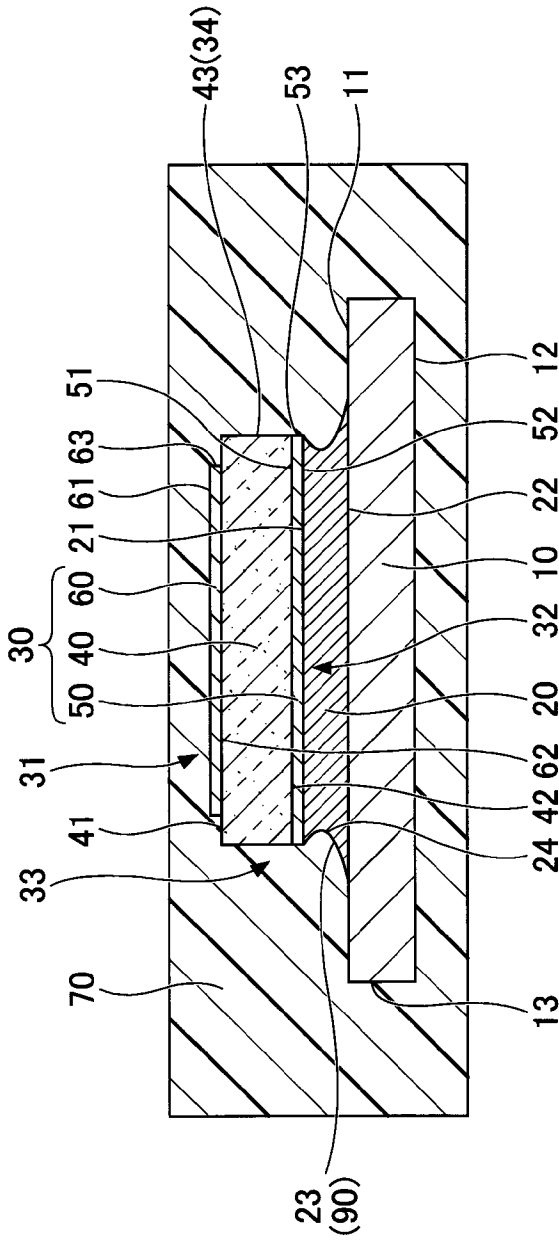


[図14]



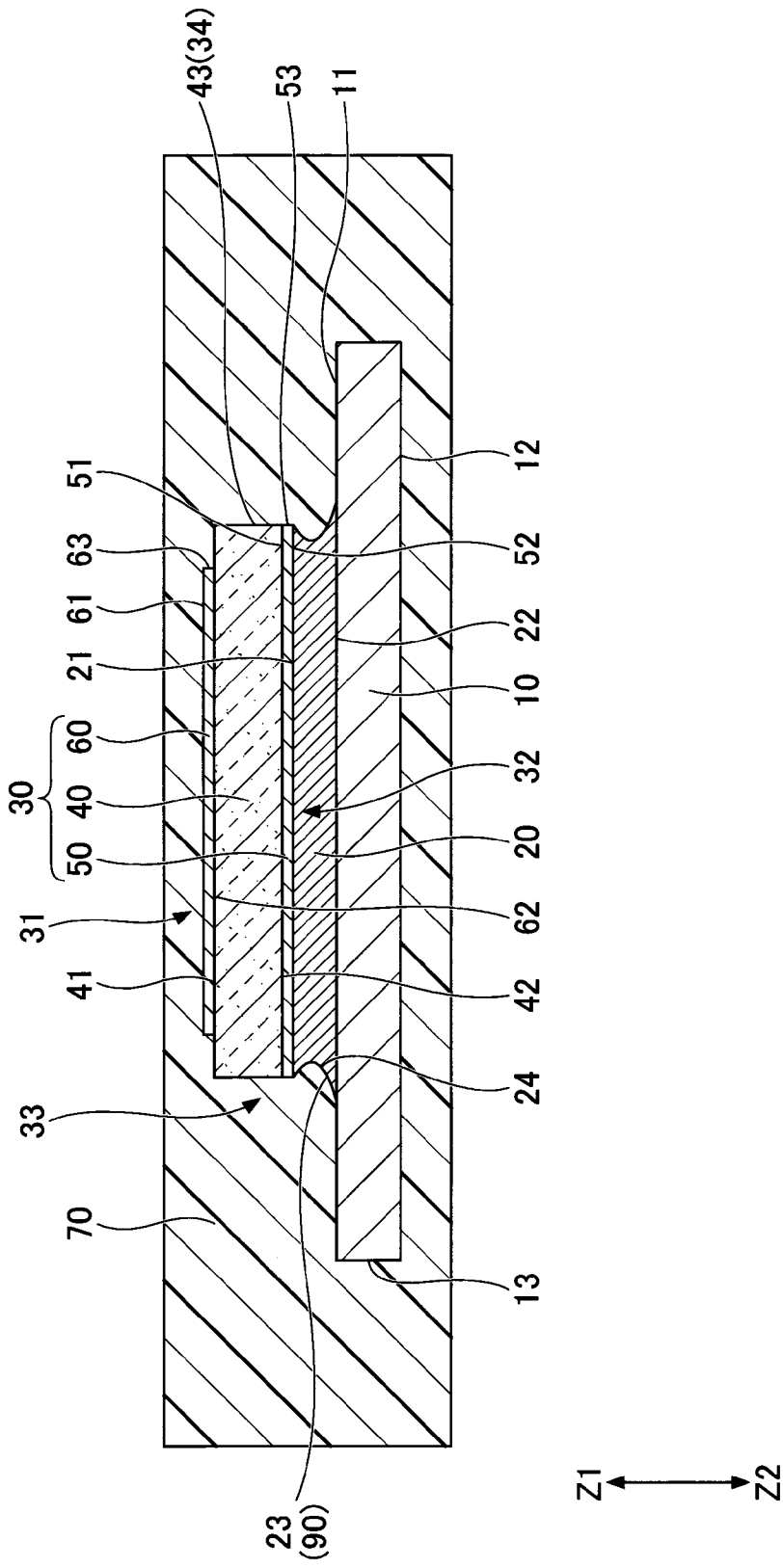
[15]

105

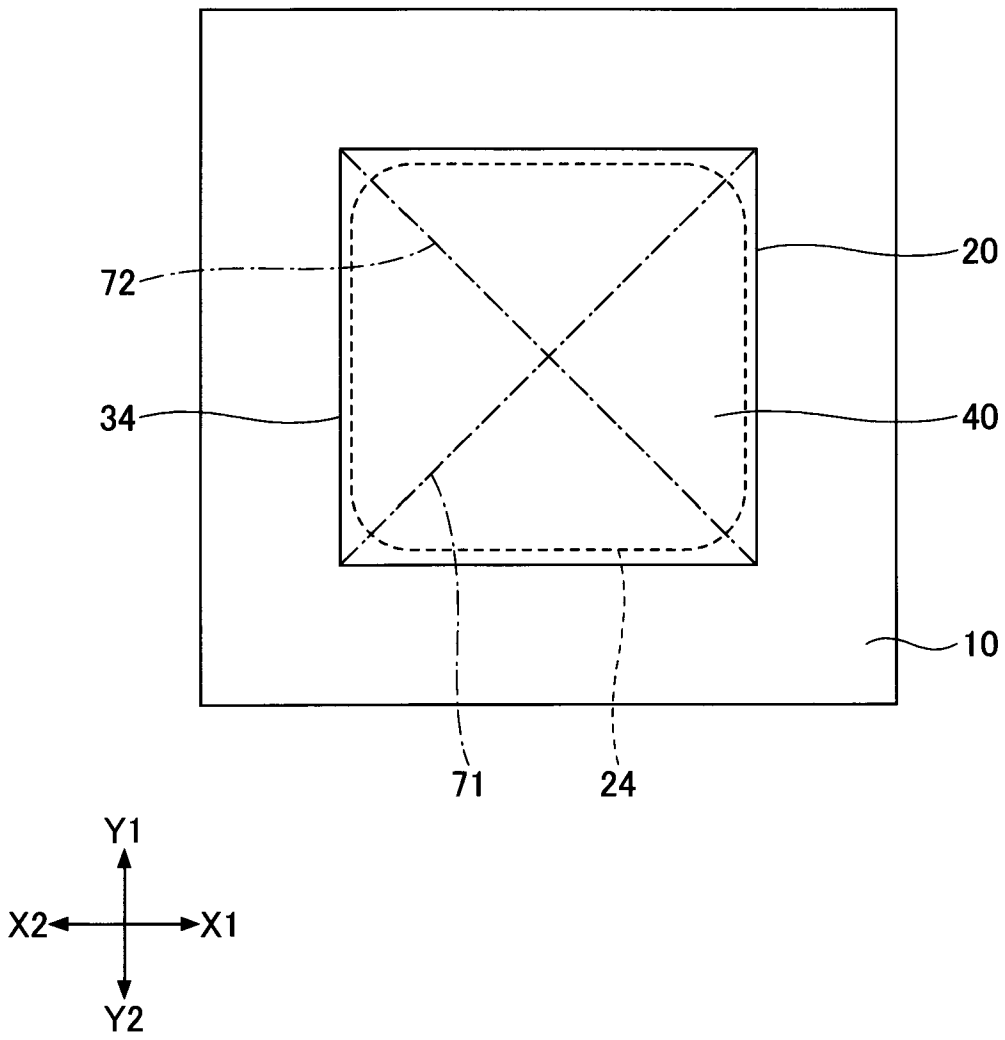


[] 16

105

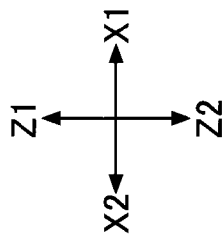
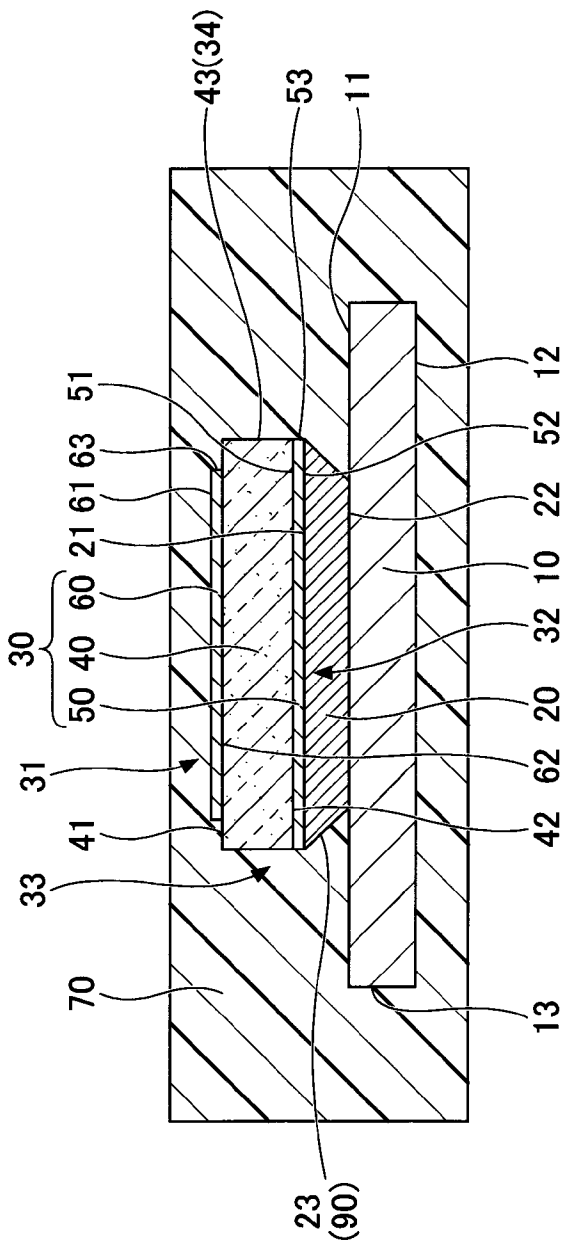


[図19]

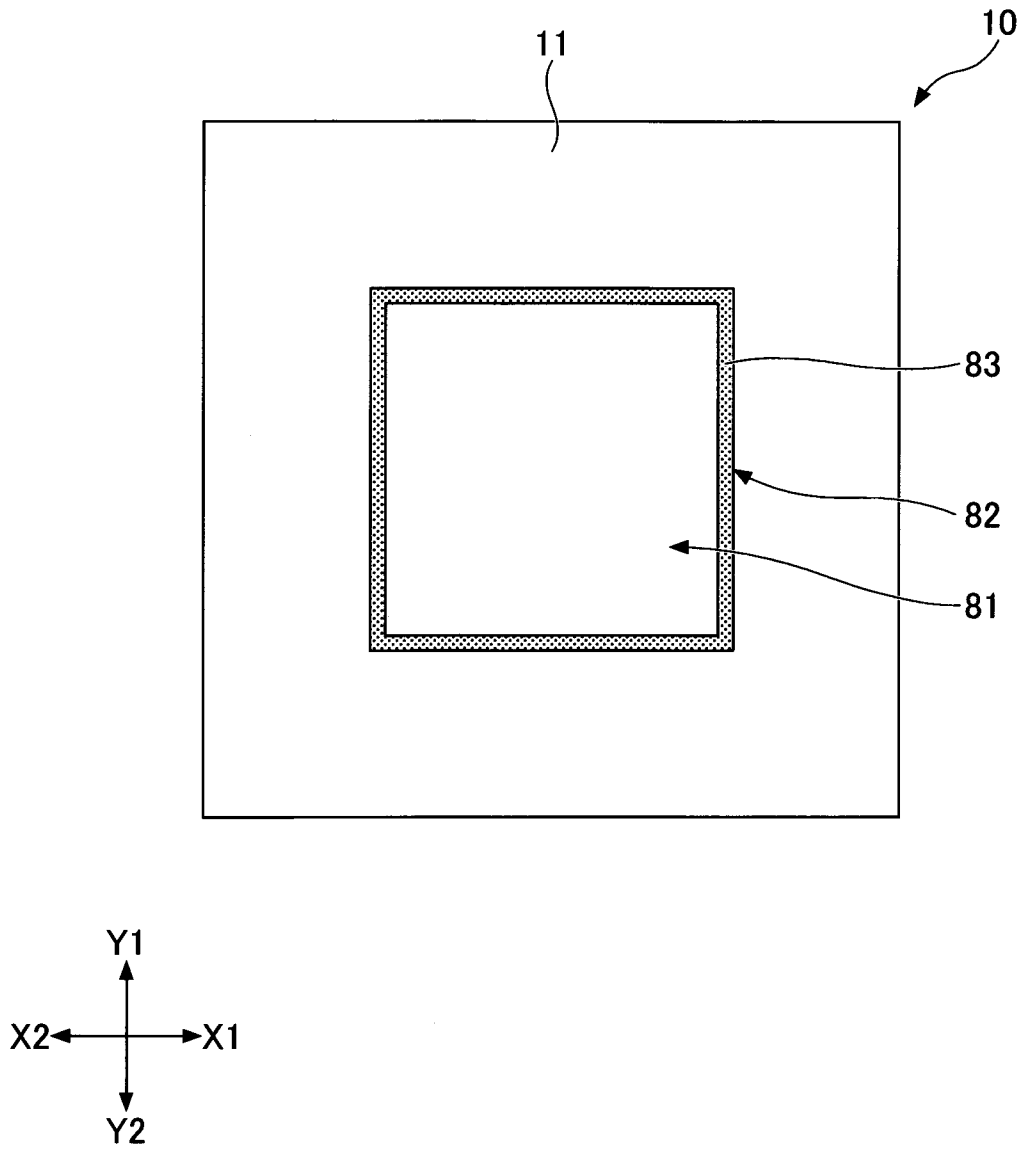


[図20]

108

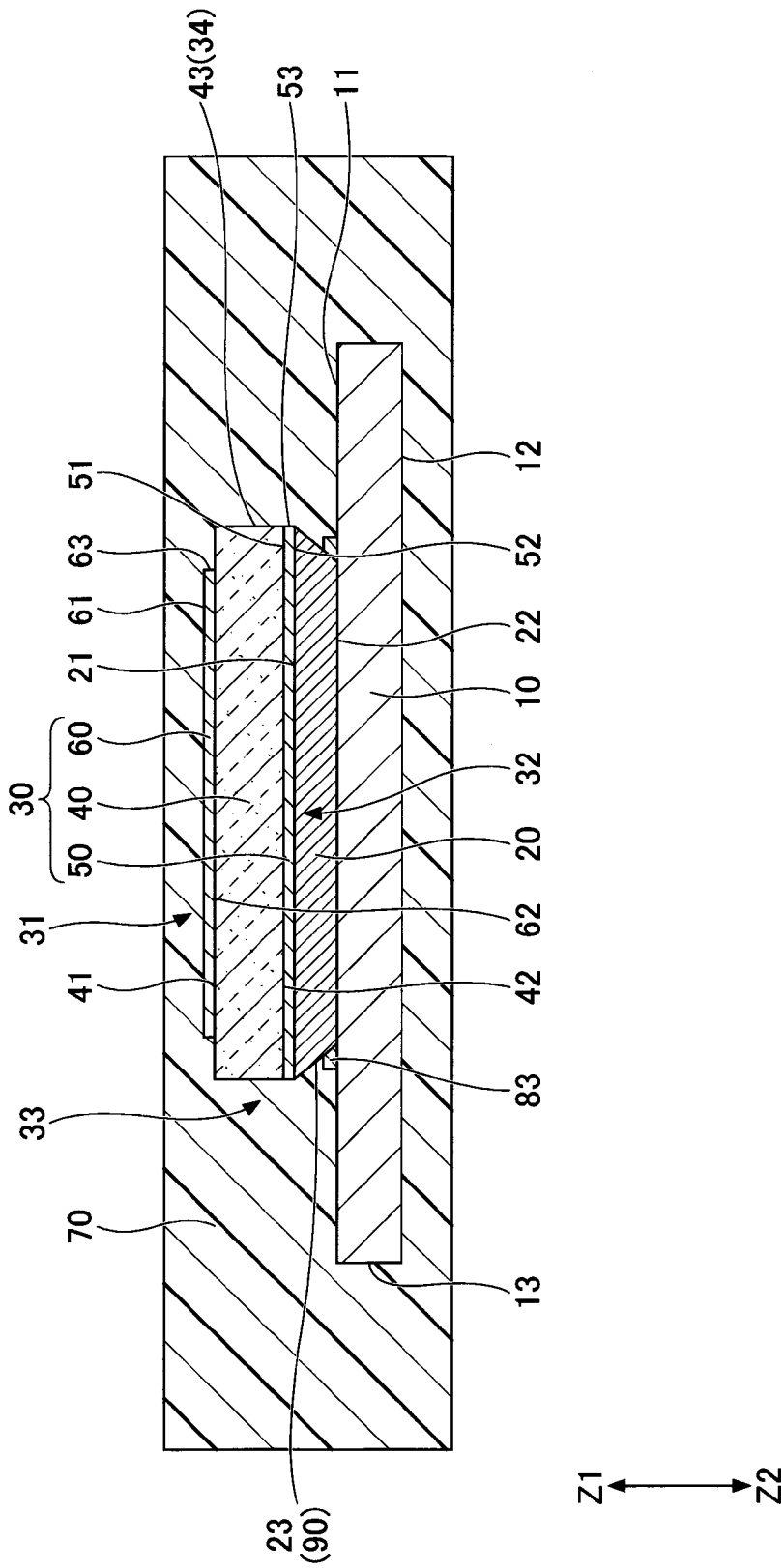


[図22]

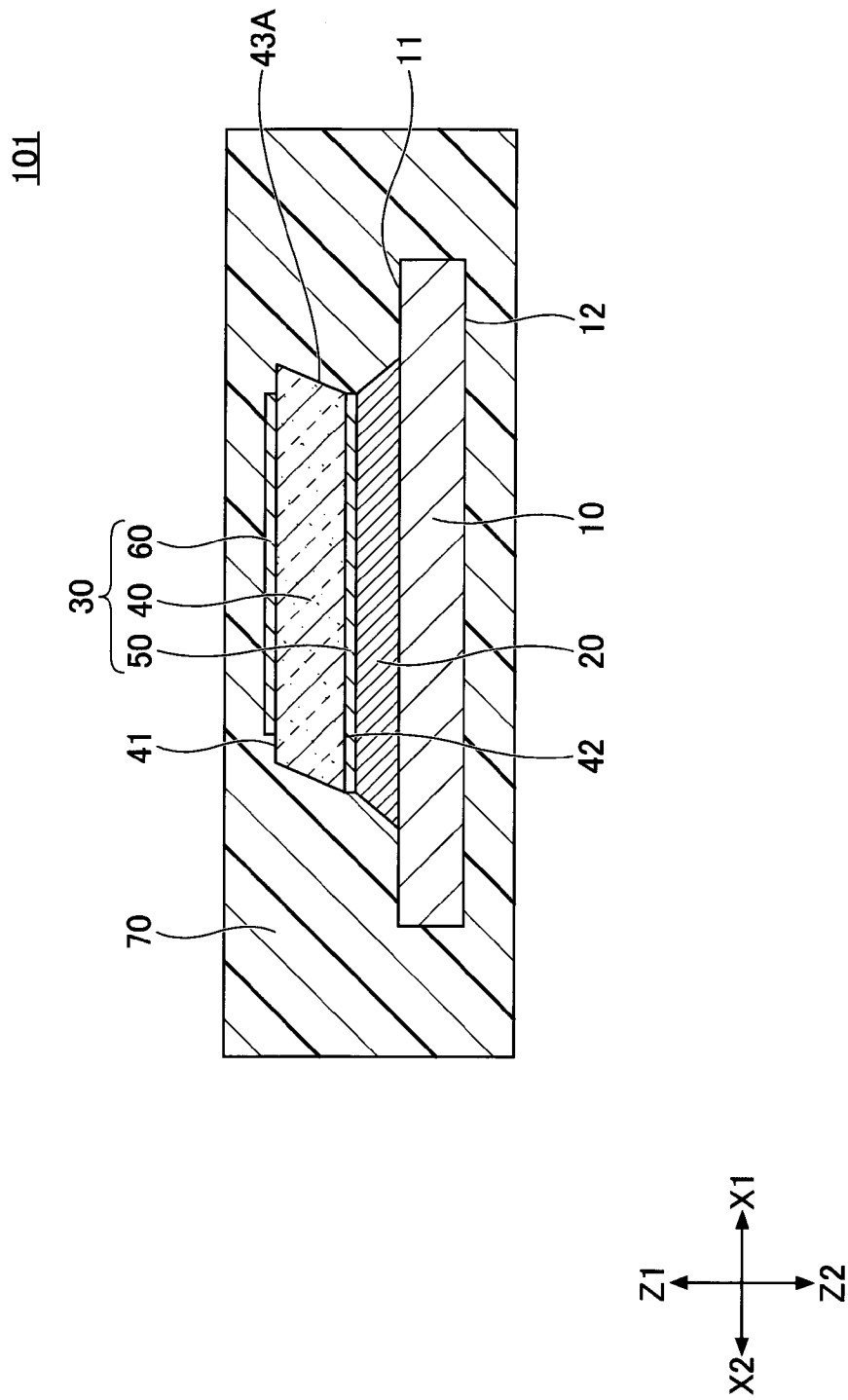


[図23]

109



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/009762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 23/29</i> (2006.01)i; <i>H01L 23/31</i> (2006.01)i FI: H01L23/30 Z; H01L23/30 R		
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) H01L23/29; H01L23/31		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2010-219211 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraphs [0014]-[0051], fig. 1-6	1-4, 7, 8
Y		5, 6, 9-18
Y	DE 102015200980 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 28 July 2016 (2016-07-28) paragraphs [0016], [0027]-[0030], fig. 3, 4	5, 6
Y	JP 2013-201289 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 03 October 2013 (2013-10-03) paragraphs [0012]-[0017], fig. 1-3	9, 10
Y	WO 2018/173511 A1 (DENSO CORP.) 27 September 2018 (2018-09-27) paragraphs [0034]-[0036], [0046], fig. 4	9, 11, 12
Y	JP 10-50927 A (HITACHI CHEM. CO., LTD.) 20 February 1998 (1998-02-20) paragraph [0009], fig. 3	13, 14
Y	WO 2017/217369 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21 December 2017 (2017-12-21) paragraphs [0010]-[0021], fig. 1-3B	13, 15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 May 2022		Date of mailing of the international search report 31 May 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/009762

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013/099050 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 July 2013 (2013-07-04) paragraphs [0060], [0061]	16
Y	WO 2020/012810 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 16 January 2020 (2020-01-16) paragraphs [0025]-[0028], [0086], fig. 2	17, 18
A	JP 6143687 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 June 2017 (2017-06-07) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2003-17658 A (TOSHIBA CORP.) 17 January 2003 (2003-01-17) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2013-187494 A (HITACHI, LTD.) 19 September 2013 (2013-09-19) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2008-98584 A (FUJI ELECTRIC DEVICE TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 April 2008 (2008-04-24) entire text, all drawings	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/009762

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2010-219211 A	30 September 2010	(Family: none)	
DE 102015200980 A1	28 July 2016	(Family: none)	
JP 2013-201289 A	03 October 2013	(Family: none)	
WO 2018/173511 A1	27 September 2018	US 2019/0355656 A1 paragraphs [0055]-[0057], [0067], fig. 4 CN 110383464 A	
JP 10-50927 A	20 February 1998	(Family: none)	
WO 2017/217369 A1	21 December 2017	DE 112017002961 T5 paragraphs [0009]-[0021], fig. 1-3B JP 2019-110317 A CN 109314063 A	
WO 2013/099050 A1	04 July 2013	(Family: none)	
WO 2020/012810 A1	16 January 2020	(Family: none)	
JP 6143687 B2	07 June 2017	JP 2015-153966 A	
JP 2003-17658 A	17 January 2003	(Family: none)	
JP 2013-187494 A	19 September 2013	(Family: none)	
JP 2008-98584 A	24 April 2008	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/29(2006.01)i; H01L 23/31(2006.01)i FI: H01L23/30 Z; H01L23/30 R		
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）） H01L23/29; H01L23/31 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2010-219211 A (三菱電機株式会社) 30.09.2010 (2010 - 09 - 30) 段落[0014]-[0051], 図1-6	1-4, 7, 8
Y		5, 6, 9-18
Y	DE 102015200980 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 28.07.2016 (2016 - 07 - 28) 段落[0016], [0027]-[0030], 図3, 4	5, 6
Y	JP 2013-201289 A (三菱電機株式会社) 03.10.2013 (2013 - 10 - 03) 段落[0012]-[0017], 図1-3	9, 10
Y	WO 2018/173511 A1 (株式会社デンソー) 27.09.2018 (2018 - 09 - 27) 段落[0034]-[0036], [0046], 図4	9, 11, 12
Y	JP 10-50927 A (日立化成工業株式会社) 20.02.1998 (1998 - 02 - 20) 段落[0009], 図3	13, 14
Y	WO 2017/217369 A1 (三菱電機株式会社) 21.12.2017 (2017 - 12 - 21) 段落[0010]-[0021], 図1-3B	13, 15
Y	WO 2013/099050 A1 (三菱電機株式会社) 04.07.2013 (2013 - 07 - 04) 段落[0060], [0061]	16
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 19.05.2022		国際調査報告の発送日 31.05.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 正山 旭 5F 9276 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2020/012810 A1 (住友電気工業株式会社) 16.01.2020 (2020 - 01 - 16) 段落[0025]-[0028], [0086], 図2	17, 18
A	JP 6143687 B2 (三菱電機株式会社) 07.06.2017 (2017 - 06 - 07) 全文、全図	1-18
A	JP 2003-17658 A (株式会社東芝) 17.01.2003 (2003 - 01 - 17) 全文、全図	1-18
A	JP 2013-187494 A (株式会社日立製作所) 19.09.2013 (2013 - 09 - 19) 全文、全図	1-18
A	JP 2008-98584 A (富士電機デバイステクノロジー株式会社) 24.04.2008 (2008 - 04 - 24) 全文、全図	1-18

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/009762

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2010-219211 A	30.09.2010	(ファミリーなし)	
DE 102015200980 A1	28.07.2016	(ファミリーなし)	
JP 2013-201289 A	03.10.2013	(ファミリーなし)	
WO 2018/173511 A1	27.09.2018	US 2019/0355656 A1 段落[0055]-[0057], [0067], 図4 CN 110383464 A	
JP 10-50927 A	20.02.1998	(ファミリーなし)	
WO 2017/217369 A1	21.12.2017	DE 112017002961 T5 段落[0009]-[0021], 図1-3B JP 2019-110317 A CN 109314063 A	
WO 2013/099050 A1	04.07.2013	(ファミリーなし)	
WO 2020/012810 A1	16.01.2020	(ファミリーなし)	
JP 6143687 B2	07.06.2017	JP 2015-153966 A	
JP 2003-17658 A	17.01.2003	(ファミリーなし)	
JP 2013-187494 A	19.09.2013	(ファミリーなし)	
JP 2008-98584 A	24.04.2008	(ファミリーなし)	