

(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
2024年4月11日(11.04.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/075445 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 23/28 (2006.01) H01L 23/48 (2006.01)
H01L 23/29 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/031780

(22) 国際出願日: 2023年8月31日(31.08.2023)

(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 2022-161588 2022年10月6日(06.10.2022) JP

(71) 出願人: 富士電機株式会社 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 渡 壁 翼 (WATAKABE Tsubasa); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 岩谷 昭彦 (IWAYA Akihiko); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 中村 瑤子 (NAKAMURA

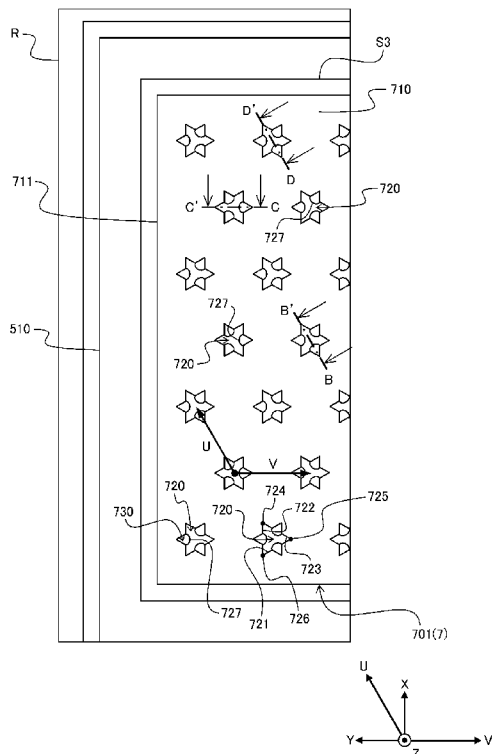
Yoko); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 玉井 雄大 (TAMAI Yuta); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 齊藤 まい (SAITO Mai); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: インフォート弁理士法人 (INFORT PATENT FIRM); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町 3 - 1 2 紀尾井町ビル 14 F Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: SEMICONDUCTOR MODULE, SEMICONDUCTOR DEVICE, AND VEHICLE

(54) 発明の名称: 半導体モジュール、半導体装置、及び車両



(57) Abstract: The present invention prevents progress of peeling on an interface between a lead bonded to an electrode on a semiconductor element by a bonding material and a sealing material. A semiconductor module (2) includes: a circuit board (5) on which a semiconductor element (510) is mounted; a lead (7) that is bonded to an electrode on an upper surface of the semiconductor element by a bonding material; and a sealing material (9) that seals the semiconductor element and the lead. The lead has a plurality of recessed sections (720) on an upper surface (710) that is the opposite side from a lower surface facing the electrode, on a bonding section (701) bonded to the electrode, the recessed sections each having a polygonal shape in which a bottom surface in a plan view has a side extending in a direction that is not orthogonal to any of the sides of the bonding section. Each of the plurality of recessed sections has return parts (727) protruding from wall surfaces (721, 722, 723).



PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 半導体素子の電極に接合材により接合されたリードと封止材との界面での剥離の進展を防ぐ。半導体モジュール(2)は、半導体素子(510)が搭載された回路板(5)と、半導体素子の上面の電極に接合材により接合されたリード(7)と、半導体素子及びリードを封止する封止材(9)と、を備え、リードは、電極に接合される接合部(701)における電極と向かい合う下面とは反対側の上面(710)に、平面視での底面が接合部の辺のいずれとも直交しない方向に延伸する辺を有する多角形状である複数の凹部(720)を有し、複数の凹部の各々は、壁面(721、722、723)から突出する返し部(727)を有する。

明 細 書

発明の名称：半導体モジュール、半導体装置、及び車両

技術分野

[0001] 本発明は、半導体モジュール、半導体装置、及び車両に関する。

背景技術

[0002] インバータ装置等の電力変換装置には、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor)、パワーM O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)、F W D (Free Wheeling Diode)等の半導体素子を搭載した回路板を有する半導体装置を備えるものがある。回路板は、絶縁基板の表面に導体パターンが設けられた配線板と、配線板上に配置される半導体素子等の回路部品とを含む。

[0003] この種の半導体装置では、半導体素子の電極のうちの配線板側を向いた面とは反対側の面（上面）に設けられた電極と、配線板の導体パターンとを電氣的に接続する導電部材として、リード等と呼ばれる導体板を用いることがある。

[0004] リードを用いて半導体素子の電極と配線板の導体パターンとを電氣的に接続する半導体装置では、リードと封止材との界面における剥離を防ぐために種々の対策が提案されている。

[0005] 例えば、特許文献1には、リードフレームに形成されたディンプルの側壁が内方に突き出した返し部を有し、ディンプル間が溝部で連通された半導体装置が記載されている。

[0006] また、例えば、特許文献2には、リードフレームに形成された複数のディンプルのそれぞれに、内周壁の一部を内方に突出させた少なくとも4つの返し部が形成されている半導体装置が記載されている。また、例えば、特許文献3には、リードフレームに形成された複数のディンプルのそれぞれに内周壁の一部を内方に突出させた返し部が形成されており、複数のディンプルが、返し部の向きが異なる2通りのディンプルを含む半導体装置が記載されて

いる。

[0007] また、例えば、特許文献4には、リードフレームにおけるダイパッドの少なくとも一方の主面に、その主面を開口する大ディンプルと、大ディンプルの内面に開口する小ディンプルが形成された半導体装置が記載されている。

[0008] また、例えば、特許文献5には、半導体素子が固着された金属板の表面における半導体素子搭載領域以外の部分に複数の方形凹部が略等間隔で縦横に配置された半導体装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特許第4086774号公報

特許文献2：特許第6408431号公報

特許文献3：特開2017-005124号公報

特許文献4：特開2015-060889号公報

特許文献5：特開2004-186622号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 上述した半導体装置におけるリードと封止材との界面での剥離を防ぐ構成では、リードの表面に形成するディンプル等と呼ばれる凹部が、平面視でリードの辺と平行な壁面を有する形状であるか、リードの辺と直交する方向に配列されている。このため、平面視でリードの辺となる位置で封止材に剥離が発生すると、その辺から直交する方向に剥離が進展してしまうことが多い。

[0011] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、半導体素子の電極に接合材により接合されたリードと封止材との界面での剥離の進展を防ぐことを目的の1つとする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の一態様の半導体モジュールは、半導体素子が搭載された回路板と

、前記半導体素子の上面の電極に接合材により接合されたリードと、前記半導体素子及び前記リードを封止する封止材と、を備え、前記リードは、前記電極に接合される接合部における前記電極と向かい合う下面とは反対側の上面に、平面視での底面が前記接合部の辺のいずれとも直交しない方向に延伸する辺を有する多角形状である複数の凹部を有し、前記複数の凹部の各々は、壁面から突出する返し部を有する。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、半導体素子の電極に接合材により接合されたリードと封止材との界面での剥離の進展を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]一実施の形態に係る半導体装置の構成例を示す上面図である。

[図2]図1の半導体装置のA－A'線断面図である。

[図3]図1の領域Rを拡大した部分上面図である。

[図4]図3に示した部分のB－B'線断面図、C－C'線断面図、及びD－D'線断面図である。

[図5]凹部を形成する方法の一例における第1の工程を説明する上面図である。

[図6]図5のB－B'線断面図、C－C'線断面図、及びD－D'線断面図である。

[図7]凹部を形成する方法の一例における第2の工程を説明する上面図である。

[図8]図7のB－B'線断面図、C－C'線断面図、及びD－D'線断面図である。

[図9]第1の工程及び第2の工程により形成された凹部を説明する上面図である。

[図10]凹部を形成する方法の一例における第3の工程を説明する上面図である。

[図11]図10のB－B'線断面図、C－C'線断面図、及びD－D'線断面

図である。

[図12]リードの第1の接合部と封止材との界面における剥離を防ぐための凹部の従来例を説明する上面図である。

[図13]図12に示した部分のE-E'線断面図である。

[図14]凹部の壁面に返し部を形成する方法の第2の例を説明する上面図である。

[図15]凹部の壁面に返し部を形成する方法の第3の例を説明する斜視図である。

[図16]図15に例示したパンチを用いて形成される凹部及び付加凹部の例を示す断面図である。

[図17]本発明に係る半導体装置を適用した車両の一例を示す平面模式図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、参照する各図におけるX、Y、Zの各軸は、例示する半導体装置等における平面や方向を定義する目的で示されており、X、Y、Zの各軸は互いに直交し、右手系を成している。以下の説明では、X方向を左右方向、Y方向を前後方向、Z方向を上下方向と呼ぶことがある。また、X軸及びY軸を含む面をXY面と呼び、Y軸及びZ軸を含む面をYZ面と呼び、Z軸及びX軸を含む面をZX面と呼ぶことがある。これらの方向（前後左右上下方向）や面は、説明の便宜上用いる文言であり、半導体装置の取付姿勢によっては、XYZ方向のそれぞれとの対応関係が変わることがある。例えば、半導体装置の放熱面側（冷却器側）を下面側とし、その反対側を上面側と呼ぶことにする。また、本明細書において、平面視は、半導体装置等の上面又は下面（XY面）をZ方向からみた場合を意味する。また、各図における縦横比や各部材同士の大小関係は、あくまで模式的に表されており、実際に製造される半導体装置等における関係とは必ずしも一致しない。説明の便宜上、各部材同士の大小関係を誇張して表現している場合も想定される。

[0016] また、以下の説明で例示する半導体装置は、例えば、産業用又は車載用モータのインバータ等の電力変換装置に適用されるものである。このため、以下の説明では、既知の半導体装置と同一の、又は類似した構成、機能、及び動作等についての詳細な説明を省略する。

[0017] 図1は、一実施の形態に係る半導体装置の構成例を示す上面図である。図2は、図1の半導体装置のA-A'線断面図である。図1では、ケース内に充填される封止材を省略している。また、図2では、ケース内に充填される封止材の断面を示すハッチングを省略している。

[0018] 図1及び図2に例示したように、本実施の形態に係る半導体装置1は、冷却器3の上面に半導体モジュール2を配置して構成される。なお、半導体モジュール2に対して、冷却器3は任意の構成である。

[0019] 冷却器3は、半導体モジュール2の熱を外部に放出するものであり、全体として直方体形状を有している。特に図示はしないが、冷却器3は、平板状の基部の下面側に複数のフィンを設け、これらのフィンをウォータジャケットに収容して構成される。なお、冷却器3は、これに限らず適宜変更が可能である。

[0020] 半導体モジュール2は、ベース4、回路板5、ケース6、リード7、接合材S1～S4、ボンディングワイヤ8、並びに封止材9を含む。

[0021] ベース4は、回路板5を搭載する基板であり、回路板5を搭載したベース4は、回路板5が搭載された面を上向きにしてケース6の下面に取り付けられる。ケース6は、上面及び下面が開口した四角環状の絶縁部材601と、絶縁部材601と一体化された主端子602及び603と、複数の制御端子604とを含む。ベース4に搭載された回路板5は、ケース6の絶縁部材601の中空部に収容される。ベース4は、例えば、銅板等の金属板であり、回路板5で発生する熱を冷却器3に伝導させる。この種のベース4は、放熱板、放熱層と呼ばれてもよい。放熱板であるベース4は、例えば、サーマルグリスやサーマルコンパウンドなどの熱伝導材を介して冷却器3の上面に配置されてもよい。また、ベース4は省略されてもよい。

- [0022] 回路板 5 は、配線板 500 と、配線板 500 の上面に搭載された半導体素子 510 とを含む。配線板 500 は、絶縁基板 501 と、絶縁基板 501 の上面に設けられた導体パターン 502 及び 503 と、絶縁基板 501 の下面に設けられた導体パターン 504 とを含む。配線板 500 は、例えば、DCB (Direct Copper Bonding) 基板やAMB (Active Metal Brazing) 基板であり得る。配線板 500 は、積層基板と呼ばれてもよい。
- [0023] 絶縁基板 501 は、特定の基板に限定されない。絶縁基板 501 は、例えば、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、窒化アルミニウム (AlN)、窒化珪素 (Si_3N_4)、酸化アルミニウム (Al_2O_3) と酸化ジルコニウム (ZrO_2) 等のセラミックス材料によって形成されたセラミックス基板であってよい。絶縁基板 501 は、例えば、エポキシ樹脂等の絶縁樹脂を成形した基板、ガラス繊維等の基材に絶縁樹脂を含浸させた基板、平板状の金属コアの表面を絶縁樹脂でコーティングした基板であってもよい。
- [0024] 絶縁基板 501 の上面に設けられた導体パターン 502 及び 503 は、回路板 5 における配線部材として用いられる導電部材であり、絶縁基板 501 の下面に設けられた導体パターン 504 は、回路板 5 で発生した熱をベース 4 に伝導させる放熱部材として用いられる導電部材である。これらの導体パターン 502 ~ 504 は、例えば、銅やアルミニウム等の金属板によって形成される。絶縁基板 501 の下面に設けられた導体パターン 504 は、はんだ等の接合材 S1 によりベース 4 の上面に接合される。絶縁基板 501 の上面に設けられた導体パターン 502 及び 503 は、導体層、導体板、又は配線パターンと呼ばれてもよい。絶縁基板 501 の下面に設けられた導体パターン 504 は、放熱層、放熱板、又は放熱パターンと呼ばれてもよい。
- [0025] 絶縁基板 501 の上面に設けられた導体パターン 502 及び 503 は、上述のように、回路板 5 における配線部材として用いられる導電部材である。図 1 ~ 図 4 に例示した半導体モジュール 2 では、第 1 の導体パターン 502 の上面に半導体素子 510 が搭載されている。半導体素子 510 は、下面に設けられた第 1 の主電極 (図示せず) が接合材 S2 により第 1 の導体パター

ン 5 0 2 と接合されている。

[0026] 半導体素子 5 1 0 の上面には、第 2 の主電極（図示せず）と、制御電極 5 1 2 とが設けられている。これらの電極は、半導体素子 5 1 0 の上面に形成された絶縁層（図示せず）により電氣的に絶縁されている。絶縁層は、半導体素子 5 1 0 の上面に形成されたパッシベーション膜等の表面保護膜であり得る。第 2 の主電極は、リード 7 を介して絶縁基板 5 0 1 の上面に設けられた第 2 の導体パターン 5 0 3 と電氣的に接続される。リード 7 は、第 1 の接合部 7 0 1 と、第 2 の接合部 7 0 2 と、第 1 の接合部 7 0 1 と第 2 の接合部 7 0 2 とを接続する配線部 7 0 3 とを含む。第 1 の接合部 7 0 1 は、接合材 S 3 により、半導体素子 5 1 0 の第 2 の主電極と電氣的に接続される。第 2 の接合部 7 0 2 は、接合材 S 4 により、配線板 5 0 0 の第 2 の導体パターン 5 0 3 と接合される。半導体素子 5 1 0 の上面の制御電極 5 1 2 は、ボンディングワイヤ 8 により、ケース 6 に設けられた制御端子 6 0 4 と電氣的に接続される。

[0027] 図 1 及び図 2 に例示した半導体モジュール 2 では、第 1 の導体パターン 5 0 2 が、ケース 6 に設けられた第 1 の主端子 6 0 2 と電氣的に接続され、第 2 の導体パターン 5 0 3 が、ケース 6 に設けられた第 2 の主端子 6 0 3 と電氣的に接続されている。第 1 の導体パターン 5 0 2 と第 1 の主端子 6 0 2 とを電氣的に接続し、第 2 の導体パターン 5 0 3 と第 2 の主端子 6 0 3 とを電氣的に接続する方法は、既知の接続方法のいずれかであればよく、特定の方法に限定されない。また、ケース 6 における主端子 6 0 2 及び 6 0 3 の形状や位置、制御端子 6 0 4 の数や位置等は、図示したものに限らず、適宜変更可能である。更に、本実施の形態の半導体モジュール 2 のケース 6 には、不図示の第 3 の主端子等が設けられていてもよい。

[0028] 本実施の形態では、半導体素子 5 1 0 は、例えば、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) 素子と F W D (Free Wheeling Diode) 素子の機能を一体化した R C (Reverse Conducting) - I G B T 素子で構成される。

[0029] なお、配線板 500 の上面に搭載される半導体素子は、特定のものに限定されない。配線板 500 の上面には、I G B T、パワー M O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等のスイッチング素子としての半導体素子と、F W D 等のダイオード素子としての半導体素子とが搭載されてもよい。また、半導体素子として逆バイアスに対して十分な耐圧を有する R B (Reverse Blocking) - I G B T 等を用いてもよい。半導体素子は、例えば、シリコン (S i)、炭化けい素 (S i C) 等の半導体基板によって平面視矩形状に形成される。なお、半導体素子の形状、配置数、配置箇所等は適宜変更が可能である。配線板 500 の上面側に設けられる配線部材としての導体パターンのレイアウトは、搭載される半導体素子の種類、形状、配置する数、配置箇所等に応じて変更される。

[0030] 半導体素子 510 におけるスイッチング素子が I G B T 素子の場合、上面側の第 2 の主電極はエミッタ電極と呼ばれてもよく、下面側の第 1 の主電極はコレクタ電極と呼ばれてもよい。半導体素子 510 におけるスイッチング素子が M O S F E T 素子の場合、上面側の第 2 の主電極はソース電極と呼ばれてもよく、下面側の第 1 の主電極はドレイン電極と呼ばれてもよい。また、半導体素子 510 の上面に設けられる制御電極 512 は、ゲート電極と、補助電極とを含んでもよい。例えば、補助電極は、第 2 の主電極と電氣的に接続され、ゲート電位に対する基準電位となる補助エミッタ電極あるいは補助ソース電極であってよい。また、補助電極は、温度センス部と電氣的に接続され、半導体素子 510 の温度を測定する温度センス電極であってよい。このような、半導体素子 510 の上面に形成された電極（第 2 の主電極、ゲート電極及び補助電極を含む制御電極 512）は、総じて上面電極と呼ばれてもよい。

[0031] 上述したリード 7 は、銅板等の金属板を折り曲げて形成したものであり、リードフレーム、金属配線板と呼ばれてもよい。半導体素子 510 の上面には、リード 7 における第 1 の接合部 701 と電氣的に接続される第 2 の主電極を囲むように絶縁層が形成されている。第 2 の主電極とリード 7 の第 1 の

接合部 701 とを接合する接合材 S3 は、第 2 の主電極を囲む絶縁層により、溶融時の平面（XY 面）内での広がり規制される。

[0032] リード 7 の配線部 703 における第 1 の接合部 701 側の端部は、第 1 の接合部 701 における 1 つの側面に接続しており、当該側面から、第 1 の接合部 701 の下面（言い換えると第 1 の接合部 701 における半導体素子 510 の第 2 の主電極と向かい合う面）とは反対の方向に折り曲げられている。同様に、リード 7 の配線部 703 における第 2 の接合部 702 側の端部は、第 2 の接合部 702 における 1 つの側面に接続しており、当該側面から、第 2 の接合部 702 の下面（言い換えると第 2 の接合部 702 における導体パターン 503 と向かい合う面）とは反対の方向に折り曲げられている。

[0033] ケース 6 内に收容された半導体素子 510、リード 7、ボンディングワイヤ 8 等は、封止材 9 により封止される。封止材 9 は、単一の絶縁材料であってもよいし、組成（特性）が異なる複数種類の絶縁材料の組み合わせであってもよい。

[0034] 図 1 では図示を省略しているが、本実施の形態の半導体装置 1 では、例えば、リード 7 の第 1 の接合部 701 における上面（半導体素子 510 と向かい合う面とは反対側の面）に、第 1 の接合部 701 と封止材 9 との界面の剥離を防止するための複数の凹部が設けられている。図 3 及び図 4 を参照して、以下に、第 1 の接合部 701 の上面に設けられる複数の凹部の第 1 の例を説明する。

[0035] 図 3 は、図 1 の領域 R を拡大した部分上面図である。図 4 は、図 3 に示した部分の B-B' 線断面図、C-C' 線断面図、及び D-D' 線断面図である。図 3 では、ケース 6 内に充填される封止材 9 を省略している。また、図 4 の各断面図は、第 1 の接合部 701 の上面側の一部分及び封止材 9 の一部分のみを示しており、ケース 6 内に充填される封止材 9 の断面を示すハッチングを省略している。

[0036] 図 3 に例示した第 1 の接合部 701 の上面 710 には、底面が正三角形である複数の凹部 720 が、U 方向及び V 方向に基本並進ベクトルが設定され

る六方格子状（三角格子状とも呼ばれる）に配置されている。図3では、X方向に対して−30度回転させた方向（反時計方向に30度回転させた方向）をU方向とし、Y方向とは反対の方向をV方向としているが、U方向及びV方向は、特定の方向に限定されない。また、図3では、各凹部720の底面を正三角形で示しているが、底面の平面形状は、これに限らず、角部に丸みがある略正三角形であってもよい。

[0037] 複数の凹部720は、1つの壁面（図3では壁面722）が、第1の接合部701の上面710における、配線部703が接続している辺（及びその反対側の辺711）と略平行になる向きで配置されている。また、複数の凹部720には、U方向に直交する壁面721に対向する角724が、壁面721から見て+U方向側に位置する第1の向きと、壁面721から見て−U方向側に位置する第2の向きとがある。

[0038] 凹部720は、3つの壁面721、722、及び723のそれぞれに、対向する角724、725、及び726の方向に張り出した返し部727が形成されている（図4参照）。返し部727は、リード7（第1の接合部701）における凹部720の壁面721、722、及び723を構成する部位のそれぞれに、凹部720の深さよりも浅い付加的な凹部（以下「付加凹部」と記載する）730を形成することにより設けられる。すなわち、凹部720は、壁面721、722、723のそれぞれに形成される付加凹部730により平面視で外方に拡張され、返し部727は付加凹部730が形成された位置で各壁面と対向する角に向けて突出している。図3に例示した付加凹部730は、後述するように、凹部720の形成に用いる金型を利用して形成することができる。

[0039] 更に、複数の凹部720の第1の例では、例えば、図4に示したように、凹部720の深さと、付加凹部730の深さ（言い換えると、返し部727の深さ方向の位置）との組み合わせが3通りに大別される。第1の組み合わせでは、図4のB−B'線断面図のように、凹部720が深さD1であり、付加凹部730が深さD2（ $< D1$ ）である。第2の組み合わせでは、図4

のC-C'線断面図のように、凹部720が深さD1であり、付加凹部730が深さD3($< D2$)である。第3の組み合わせでは、図4のD-D'線断面図のように、凹部720が深さD2であり、付加凹部730が深さD3である。深さD1、D2、及びD3は、特定の深さに限定されない。深さD1、D2、及びD3は、例えば、それぞれ100 μm 、50 μm 、及び25 μm であってよい。

[0040] 凹部720の壁面721、722、及び723に形成される返し部727の各壁面からの突出量は、付加凹部730の深さに依存する。例えば、深さD2の付加凹部730により形成される返し部727の突出量L1は、深さD3($< D2$)の付加凹部730により形成される返し部727の突出量L2よりも大きくなる。

[0041] リード7の第1の接合部701の上面710に上述した複数の凹部720が設けられている場合、第1の接合部701上の封止材9が凹部720内に充填されることで、第1の接合部701の上面710と封止材9との接触面積が増大する。また、凹部720の各壁面から返し部727が突出していることにより、封止材9における凹部720内の部位が凹部720から抜けにくくなる。そのため、図12及び図13を参照して後述する従来例と比べて、リード7の第1の接合部701と封止材9との界面での剥離が生じにくくなる。このような封止材9の剥離を防ぐことを目的としてリード7に形成される凹部720は粗化穴と呼ばれてもよい。また、リード7に凹部720を形成する処理は、粗化処理と呼ばれてもよい。

[0042] 次に、図3及び図4を参照して上述した返し部727を有する凹部720をリード7の第1の接合部701の上面710に形成する方法の一例を、図5～図11を参照して説明する。

[0043] 図5は、凹部を形成する方法の一例における第1の工程を説明する上面図である。図6は、図5のB-B'線断面図、C-C'線断面図、及びD-D'線断面図である。図7は、凹部を形成する方法の一例における第2の工程を説明する上面図である。図8は、図7のB-B'線断面図、C-C'線断

面図、及びD-D'線断面図である。図9は、第1の工程及び第2の工程により形成された凹部を説明する上面図である。図10は、凹部を形成する方法の一例における第3の工程を説明する上面図である。図11は、図10のB-B'線断面図、C-C'線断面図、及びD-D'線断面図である。図5、図7、及び図10の上面図は、対応する工程で凹部720又は付加凹部730を形成する金型（後述のパンチ10）をリード7の第1の接合部701に押し当てた状態を示し、点線で示した三角形は、パンチ10の形状を示している。

[0044] 方法の一例では、まず、リード7の第1の接合部701の上面710に三角柱状の複数の凹部720のうちのいくつかを形成する第1の工程が行われる。第1の工程では、図5及び図6に例示するように、六方格子状に配置される凹部720のうちの、基本並進ベクトルで表される位置関係で隣接し、かつ隣接する2つの正三角形が、互いに平行な辺同士の距離がその辺と対向する角同士の距離よりも短くなる向きになる凹部720のみを形成する。言い換えると、第1の工程では、基本並進ベクトルで表される位置関係で環状に配置される6個の凹部720が、その6個の凹部720の形成位置を結んだ正六角形の中心側に凸になる向きで形成され、かつ当該正六角形の中心には凹部720が形成されないようにする。

[0045] なお、第1の工程では、図6に例示したように、パンチ10により深さD1の凹部720を形成する。深さD1は、例えば、 $100\mu\text{m}$ である。

[0046] 第1の工程の後、三角柱状の複数の凹部720のうちの残りの凹部720と、第1の工程で形成した凹部720のうちのいくつかに対する付加凹部730とを形成する第2の工程が行われる。第2の工程は、図7に例示したように、平面視における、第1の工程で使用したパンチ10とリード7の第1の接合部701との相対位置を、U方向の基本並進ベクトルと対応した方向及び距離だけずらして行われる。このとき、第1の工程で形成する凹部720を、図5を参照して上述した配置にしておくことで、パンチ10のうちのいくつかは、第1の工程で凹部720が形成されなかった位置に移動する。

また、第1の工程で形成する凹部720の底面（正三角形）の向きを、図5を参照して上述した向きにしておくことで、第1の工程で凹部720が形成された位置に移動したパンチ10の底面（正三角形）の向きが、凹部720の底面（正三角形）の向きとは反対になる。すなわち、第1の工程で凹部720が形成された位置に移動したパンチ10の底面における角部は、凹部720の外側に位置する状態になる。したがって、第1の工程で使用したパンチ10により、図9に例示したように、第1の工程で形成されなかった三角柱状の凹部720と、第1の工程で形成された三角柱状の凹部720のいくつかに対する付加凹部730とを形成することができる。このとき、付加凹部730の底面は三角形状になる。

[0047] なお、第2の工程では、図8に例示したように、パンチ10により、深さD1よりも浅い深さD2の凹部720及び付加凹部730を形成する。深さD2は、例えば、 $50\mu\text{m}$ である。

[0048] 第2の工程が終了すると、図9に例示したように、付加凹部730が形成されていない三角柱状の凹部720と、付加凹部730が形成され返し部727を有する凹部720とが六方格子状に配置された状態になる。このとき、返し部727を有する凹部720は、図4及び図8のB-B'線断面図のように、深さD1であり、付加凹部730の深さD2と対応する位置に突出量L1の返し部727を有する。また、返し部727を有していない凹部720のうち第1の工程で形成された凹部720は、図4及び図8のC-C'線断面図のように深さD1である。また、第2の工程で形成された凹部720は、図4及び図8のD-D'線断面図のように深さD2（ $<D1$ ）である。更に、付加凹部730の底面は三角形状となっている。

[0049] 第2の工程の後、第2の工程で付加凹部730が形成されなかった三角柱状の複数の凹部720に対して付加凹部730を形成する第3の工程が行われる。第3の工程は、図10に例示したように、平面視における、第1の工程及び第2の工程で使用したパンチ10とリード7の第1の接合部701との相対位置を、U方向の基本並進ベクトルと対応した方向及び距離だけ更に

ずらして行われる。このとき、第1の工程で形成する凹部720を、図5を参照して上述した配置にしておくことで、パンチ10が、第2の工程で付加凹部730が形成されなかった凹部720の位置に移動する。また、第1の工程で形成する凹部720の底面（正三角形）の向きを、図5を参照して上述した向きにしておくことで、第3の工程で付加凹部730が形成されていない凹部720の位置に移動したパンチ10の底面（正三角形）の向きが、凹部720の底面（正三角形）の向きとは反対になる。すなわち、第1の工程又は第2の工程で凹部720が形成された位置に移動したパンチ10の底面における角部は、凹部720の外側に位置する状態になる。したがって、第1の工程及び第2の工程で使用したパンチ10により、付加凹部730が形成されていない三角柱状の凹部720のすべてに対して付加凹部730を形成することができる。

[0050] なお、第3の工程では、図11に例示したように、パンチ10により、深さD2よりも浅い深さD3の付加凹部730を形成する。深さD3は、例えば、25 μ mである。

[0051] 図5～図11を参照して上述した方法は、リード7の第1の接合部701の上面710に、3つの壁面721、722、723を有し、かつその3つの壁面721、722、723のそれぞれに返し部727を有する凹部720を形成する方法の一例に過ぎない。

[0052] 図12は、リードの第1の接合部と封止材との界面における剥離を防ぐための凹部の従来例を説明する上面図である。図13は、図12に示した部分のE-E'線断面図である。図12には、図1の領域Rと対応する領域を示している。図13には、リードの第1の接合部と封止材との界面における剥離と関係する部分のみを示しており、封止材9としてのコーティング剤及び封止樹脂の断面を示すハッチングを省略している。

[0053] 図12及び図13に例示したリード7の第1の接合部701の上面710には、封止材9との界面における剥離を防ぐための凹部として、底面が矩形である凹部740が正方格子状に設けられている。凹部740の壁面は、第

1の接合部701の上面710における配線部703が接続している辺（及びその反対側の辺711）と略平行な壁面と、辺711に対して略直角な壁面とにより構成されている。また、凹部740の壁面には、図3～図11を参照して上述した返し部727が形成されていない。

[0054] 図12及び図13に例示したリード7を用いた半導体装置の従来例では、例えば、図13に例示したように、封止材9として、半導体素子510及びリード7（第1の接合部701）をコーティングするコーティング剤901と、コーティング剤901によりコーティングされた半導体素子510及びリード7等を封止する封止樹脂902とが用いられる。コーティング剤901は、例えば、PA（polyamide）等の絶縁材料であり得る。封止樹脂902は、例えば、エポキシ樹脂、シリコーンゲル等であり得る。

[0055] 半導体素子510の上面の第2の主電極（図示せず）とリード7の第1の接合部701とをはんだ等の接合材S3で接合した場合、図13に例示したように、接合材S3の一部分（余剰分）が第1の接合部701の側面（図13の側面712等）を這い上がってフィレットが生じる。このため、コーティング剤901における半導体素子510と接する区間と、リード7の第1の接合部701の上面710と接する区間との間には、接合材S3と接する区間がある。そして、コーティング剤901と接合材S3との界面では、コーティング剤901と接合材S3との熱膨張係数の差が大きいこと等により、半導体装置の熱履歴による応力の変化が大きく、剥離が生じることがある。コーティング剤901と接合材S3との界面で生じた剥離は、コーティング剤901とリード7の第1の接合部701の上面710との界面に進展する。コーティング剤901とリード7の第1の接合部701の上面710との界面において、熱膨張係数の差等に起因する応力は、第1の接合部701の上面710における辺と直交する方向で大きくなり、この方向に剥離が進展する（図13の例では、辺711の位置から-Y方向に進展する）。このため、図12に例示したように、第1の接合部701の上面710に設けた凹部740の壁面のすべてが上面710の辺のいずれかと直交する壁面であ

る場合、凹部 740 の壁面とコーティング剤 901 との界面で剥離が生じやすく、剥離の進展を阻止できないことがある。そして、コーティング剤 901 とリード 7 の第 1 の接合部 701 の上面 710 との界面における剥離が進展すると、封止材 9（コーティング剤 901 及び封止樹脂 902）に割れが発生し、半導体装置が故障してしまうことがあった。

[0056] これに対し、図 3～図 11 を参照して上述した本実施の形態の凹部 720 は、三角柱状であるため、リード 7 の第 1 の接合部 701 の上面 710 における辺と直交しない壁面が必ず存在する。このため、図 12 に例示したような上面 710 における辺のいずれかと直交する壁面のみを有する凹部 740 と比べて、凹部 720 の壁面と封止材 9 との界面における剥離が起こりにくく、剥離の進展を阻止する効果が高い。更に、本実施の形態の凹部 720 は、壁面から対向する角に向けて突出する返し部 727 を有するため、封止材 9（コーティング剤 901 等）のうちの凹部 720 内に進入した部分が凹部 720 から抜けにくい。このため、本実施の形態に係る半導体装置 1 では、リード 7 の第 1 の接合部 701 の上面 710 と封止材 9 との界面での剥離の進展を阻止する効果が高く、封止材 9 の割れ等による故障の発生を防ぐことができる。

[0057] 更に、図 3 を参照して上述したように、底面（正三角形）の向きが第 1 の向きである凹部 720 と第 2 の向きである凹部 720 とを六方格子状に配置することで、リード 7 の第 1 の接合部 701 の上面 710 における辺と直交する方向における、封止材 9 と凹部 720 の壁面との界面の変化をより複雑にすることができ、界面での剥離の進展を阻止する効果がより一層高くなる。

[0058] なお、凹部 720 の壁面 721、722、723 に返し部 727 を形成する方法は、図 5～図 11 を参照して上述した方法に限らず、他の方法であってもよい。例えば、第 1 の工程で三角柱状の凹部 720 の形成に用いるパンチ（押し型）と、第 2 の工程で凹部 720 及び付加凹部 730 の形成に用いるパンチと、第 3 の工程で付加凹部 730 の形成に用いるパンチとは、互い

に異なるパンチであってもよい。また、例えば、返し部 727 を有する凹部 720 は、例えば、第 1 のパンチ（押し型）を用いてリード 7 の第 1 の接合部 701 の上面 710 に第 1 の深さの凹部 720 を形成した後、第 2 のパンチ（押し型）を用いて凹部 720 のすべてに対して第 1 の深さよりも浅い第 2 の深さの付加凹部 730 を形成してもよい。このような形成方法は、例えば、第 1 の接合部 701 の上面 710 に形成する三角柱状の凹部 720 の数が少ない場合等に有効である。凹部 720 を形成する工程と付加凹部 730 を形成する工程とを一度ずつ行う場合、凹部 720 の底面（正三角形）の向きは、単一の向きであってもよいし、上述したように第 1 の向きと第 2 の向きとがあってもよい。

[0059] 図 14 は、凹部の壁面に返し部を形成する方法の第 2 の例を説明する上面図である。図 15 は、凹部の壁面に返し部を形成する方法の第 3 の例を説明する斜視図である。図 16 は、図 15 に例示したパンチを用いて形成される凹部及び付加凹部の例を示す断面図である。

[0060] 三角柱状の凹部 720 における壁面 721、722、723 のそれぞれに対向する角に向けて突出する返し部 727 を形成する方法は、上述した、三角柱状のパンチ 10 を用いたプレス加工に限定されない。例えば、返し部 727 を形成するための付加凹部 730 は、図 14 に点線で示したような平面視で Y 字型の底面 11 を有するパンチを用いたプレス加工で形成してもよい。この種のパンチを用いる場合、パンチ 10 で形成する三角柱状の凹部 720 における平面視での辺の長さ $W1$ と、形成する付加凹部 730 における凹部 720 の辺方向の寸法 $W2$ との比 $W2/W1$ を任意の値に設定することができる。そのため、例えば、比 $W2/W1$ と、付加凹部 730 の深さとを調整することにより、所望の突出量 $L3$ の返し部 727 を形成することができる。比 $W2/W1$ と、付加凹部 730 の深さとを調整することにより、平面視における返し部 727 の形状を調整することもできる。このため、例えば、平面視における返し部 727 の面積が広くなり（すなわち、凹部 720 の開口端側から底面への封止材の流入経路が狭くなり）、凹部 720 における

返し部 727 と底面との間への封止材 9 の充填が不十分になることを防げる。

[0061] また、凹部 720 及び付加凹部 730 の形成に用いるパンチ 10 は、例えば、図 15 に例示するように、パンチ 10 の底面が三角錐状の凸形状になっていてもよい。このようなパンチ 10 を用いた場合、図 16 に例示したように、凹部 720 の底面が三角錐状の凹形状になるため、封止材 9 と凹部 720 の底面との接触面積が増大する。同様に、封止材 9 と付加凹部 730 の底面との接触面積が増大する。更に、底面が三角錐状の凸形状であるパンチ 10 を用いて付加凹部 730 を形成することにより、例えば、返し部 727 の突出方向が壁面 721、722、723 に垂直な方向から底面側に角度 θ だけ傾き、返し部 727 による凹部 720 内の封止材 9 の抜けを防止する効果がより一層高くなる。

[0062] なお、上述した凹部 720 は、平面視での底面の形状が正三角形であるものとして説明している。しかしながら、凹部 720 の平面視での底面の形状は、正三角形に限らず、他の三角形状であってもよい。また、凹部 720 の平面視での底面の形状は、三角形状に限らず、リード 7 の第 1 の接合部 701 におけるいずれの辺とも直交しない方向に延伸する辺を有する多角形状であってもよい。また、図 15 及び図 16 を参照して上述した底面が凸状のパンチ 10 を用いて凹部 720 や付加凹部 730 を形成する場合、パンチ 10 の底面の形状は、上述した三角錐状の凸形状に限らず、他の凸形状であってもよい。

[0063] なお、上述の実施の形態で説明した壁面に返し部 727 を有する凹部 720 は、リード 7 の第 1 の接合部 701 の上面 710 の全体に六方格子状に配置してもよいし、上面 710 のうちの特定の領域には配置されないようにしてもよい。更に、凹部 720 は、リード 7 の第 1 の接合部 701 の上面 710 に限らず、例えば、第 2 の接合部 702 の上面にも形成してもよい。

[0064] 本実施の形態の半導体モジュール 2 を含む半導体装置 1 は、上述したように、車載用モータのインバータ等の電力変換装置に適用され得る。図 17 を

参照して、本発明の半導体装置 1 が適用された車両について説明する。

[0065] 図 17 は、本発明に係る半導体装置を適用した車両の一例を示す平面模式図である。図 17 に示す車両 2001 は、例えば、4 つの車輪 2002 を備えた四輪車で構成される。車両 2001 は、例えば、モータ等によって車輪を駆動させる電気自動車、モータの他に内燃機関の動力を用いたハイブリッド車であってもよい。

[0066] 車両 2001 は、車輪 2002 に動力を付与する駆動部 2003 と、駆動部 2003 を制御する制御装置 2004 と、を備える。駆動部 2003 は、例えば、エンジン、モータ、エンジンとモータのハイブリッドの少なくとも 1 つで構成されてよい。

[0067] 制御装置 2004 は、上記した駆動部 2003 の制御（例えば電力制御）を実施する。制御装置 2004 は、上記した半導体装置 1 を備えている。半導体装置 1 は、駆動部 2003 に対する電力制御を実施するように構成されてよい。

[0068] この種の車両 2001 に用いる半導体装置 1 の半導体モジュール 2 において、半導体素子の上面の電極（例えば、半導体素子 510 の第 2 の主電極）に、上述したリード 7 の第 1 の接合部 701 が接合材 S3 により接合されていると、封止材 9 と第 1 の接合部 701 の上面 710 との界面での剥離の進展を防ぐことができる。このため、車両 2001 に用いる半導体装置 1 の点検や交換の頻度を低減することができる。

[0069] なお、半導体装置 1 が適用される車両は、図 17 に例示したような四輪車に限定されない。半導体装置 1 が適用される車両は、鉄道の車両等を含む。

[0070] 以上、本実施の形態及び変形例を説明したが、他の実施の形態として、上記実施の形態及び変形例を全体的又は部分的に組み合わせたものでもよい。

[0071] また、本実施の形態は上記の実施の形態及び変形例に限定されるものではなく、技術的思想の趣旨を逸脱しない範囲において様々に変更、置換、変形されてもよい。さらに、技術の進歩又は派生する別技術によって、技術的思想を別の仕方で実現することができれば、その方法を用いて実施されてもよ

い。したがって、請求の範囲は、技術的思想の範囲内に含まれ得る全ての実施態様をカバーしている。

[0072] 以下、上記の実施の形態における特徴点を整理する。

[0073] 上記実施の形態に係る半導体モジュールは、半導体素子が搭載された回路板と、前記半導体素子の上面の電極に接合材により接合されたリードと、前記半導体素子及び前記リードを封止する封止材と、を備え、前記リードは、前記電極に接合される接合部における前記電極と向かい合う下面とは反対側の上面に、平面視での底面が前記接合部の辺のいずれとも直交しない方向に延伸する辺を有する多角形状である複数の凹部を有し、前記複数の凹部の各々は、壁面から突出する返し部を有する。

[0074] 上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記凹部は、平面視での底面が三角形状であり、前記壁面から前記凹部の外方に拡張され前記凹部の前記底面までの深さよりも浅い付加凹部を有し、前記返し部が、前記付加凹部の底面の位置で前記壁面から突出している。

[0075] 上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記凹部は、平面視で六方格子状に配置されており、平面視で三角形状の底面が第1の向きである凹部と、前記第1の向きとは反対の第2の向きである凹部とを含む。

[0076] 上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、平面視での前記付加凹部の底面が三角形状である。

[0077] 上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記複数の凹部は、前記底面までの深さと前記付加凹部の底面までの深さとの組み合わせが異なる複数種類の凹部を含む。

[0078] 上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、平面視での前記付加凹部の底面が矩形状である。

[0079] 上記実施の態様に係る半導体モジュールにおいて、前記凹部の底面及び前記付加凹部の底面の少なくとも一方が凹形状である。

[0080] 上記実施の態様に係る半導体装置は、上記の半導体モジュールと、前記半導体モジュールの前記回路板における前記半導体素子が搭載された面とは反

対側の面に配置された冷却器と、を備える。

[0081] 上記実施の態様に係る車両は、上記の半導体モジュール、又は半導体装置を備える。

産業上の利用可能性

[0082] 以上説明したように、本発明は、半導体素子の電極と接合されるリードの接合部の上面と封止材との界面での剥離の進展を阻止することができるという効果を有し、特に、産業用又は電装用の半導体モジュール、半導体装置、及び車両に有用である。

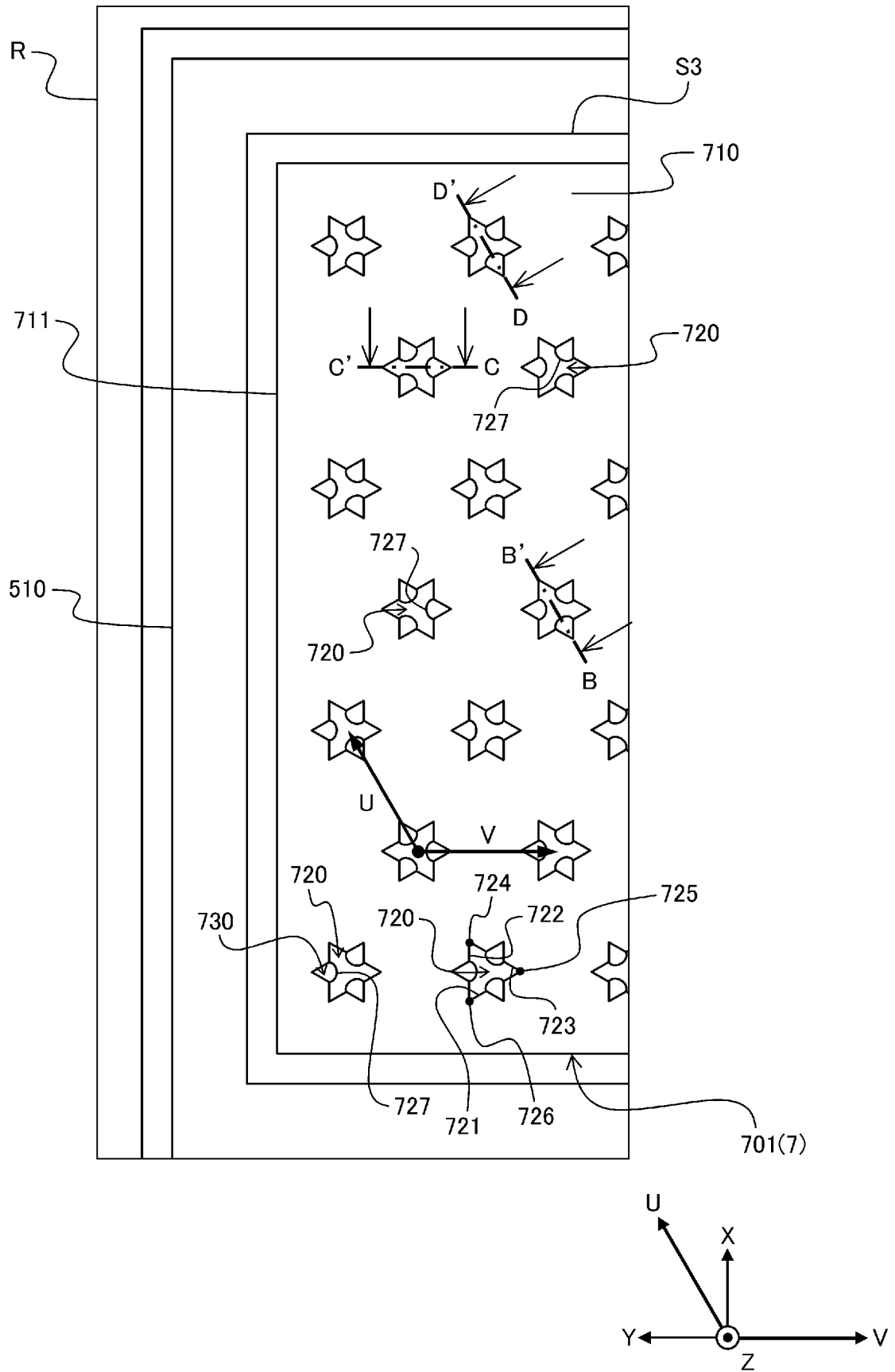
[0083] 本出願は、2022年10月6日出願の特願2022-161588に基づく。この内容は、すべてここに含めておく。

請求の範囲

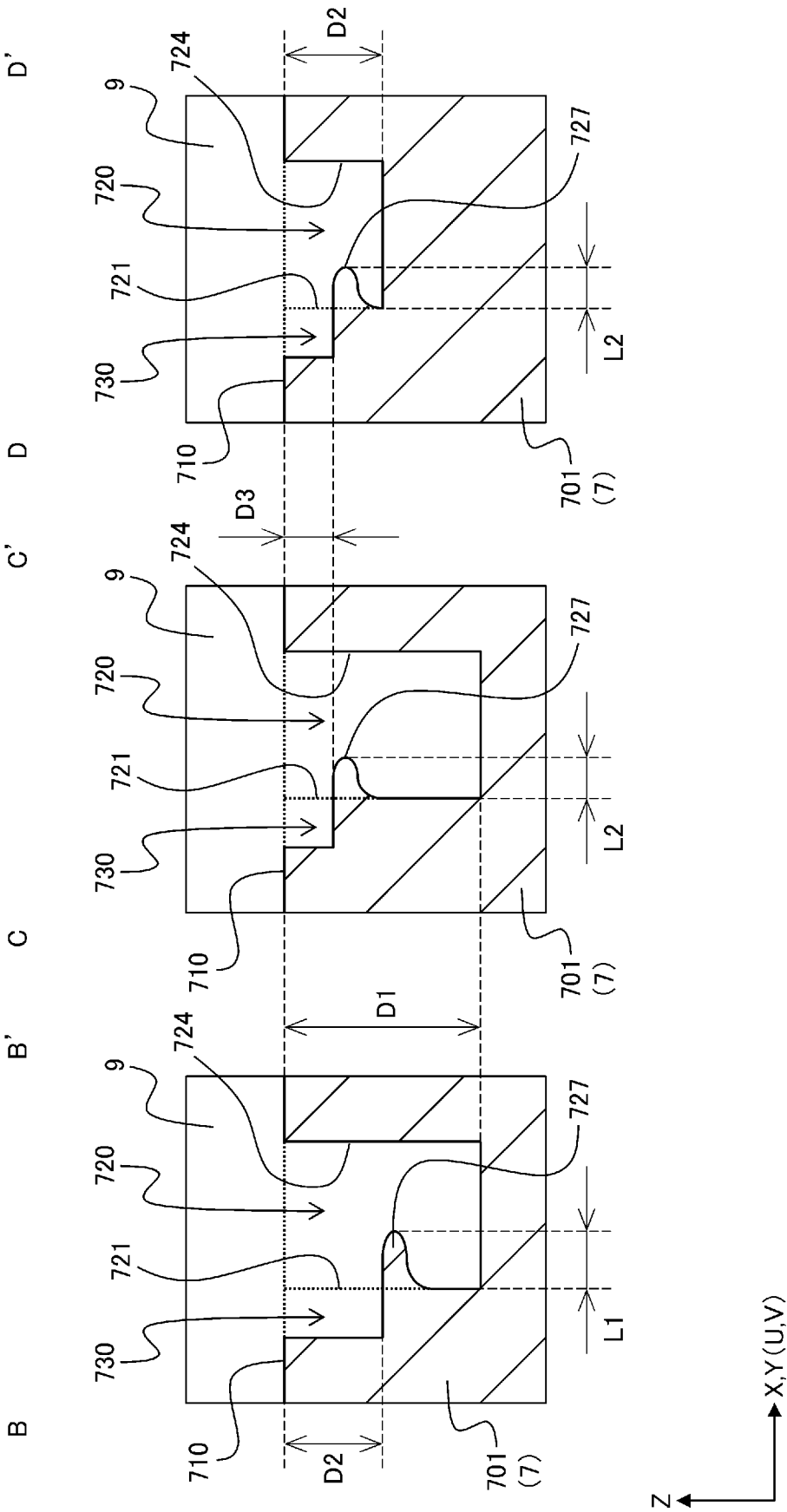
- [請求項1] 半導体素子が搭載された回路板と、
 前記半導体素子の上面の電極に接合材により接合されたリードと、
 前記半導体素子及び前記リードを封止する封止材と、
 を備え、
 前記リードは、前記電極に接合される接合部における前記電極と向かい合う下面とは反対側の上面に、平面視での底面が前記接合部の辺のいずれとも直交しない方向に延伸する辺を有する多角形状である複数の凹部を有し、
 前記複数の凹部の各々は、壁面から突出する返し部を有する半導体モジュール。
- [請求項2] 前記凹部は、平面視での底面が三角形状であり、前記壁面から前記凹部の外方に拡張され前記凹部の前記底面までの深さよりも浅い付加凹部を有し、
 前記返し部が、前記付加凹部の底面の位置で前記壁面から突出している
 請求項 1 に記載の半導体モジュール。
- [請求項3] 前記凹部は、平面視で六方格子状に配置されており、平面視で三角形状の底面が第 1 の向きである凹部と、前記第 1 の向きとは反対の第 2 の向きである凹部とを含む
 請求項 2 に記載の半導体モジュール。
- [請求項4] 平面視での前記付加凹部の底面が三角形状である
 請求項 2 に記載の半導体モジュール。
- [請求項5] 前記複数の凹部は、前記底面までの深さと前記付加凹部の底面までの深さとの組み合わせが異なる複数種類の凹部を含む
 請求項 4 に記載の半導体モジュール。
- [請求項6] 平面視での前記付加凹部の底面が矩形状である
 請求項 2 に記載の半導体モジュール。

- [請求項7] 前記凹部の底面及び前記付加凹部の底面の少なくとも一方が凹形状である
- 請求項2に記載の半導体モジュール。
- [請求項8] 請求項1～7のいずれか一項に記載の半導体モジュールと、
- 前記半導体モジュールの前記回路板における前記半導体素子が搭載された面とは反対側の面に配置された冷却器と、
- を備える半導体装置。
- [請求項9] 請求項1～7のいずれか一項に記載の半導体モジュール、又は請求項8に記載の半導体装置を備える車両。

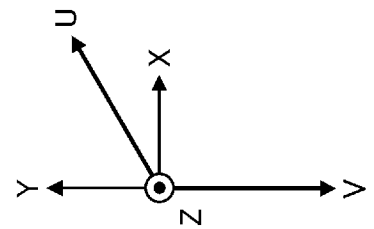
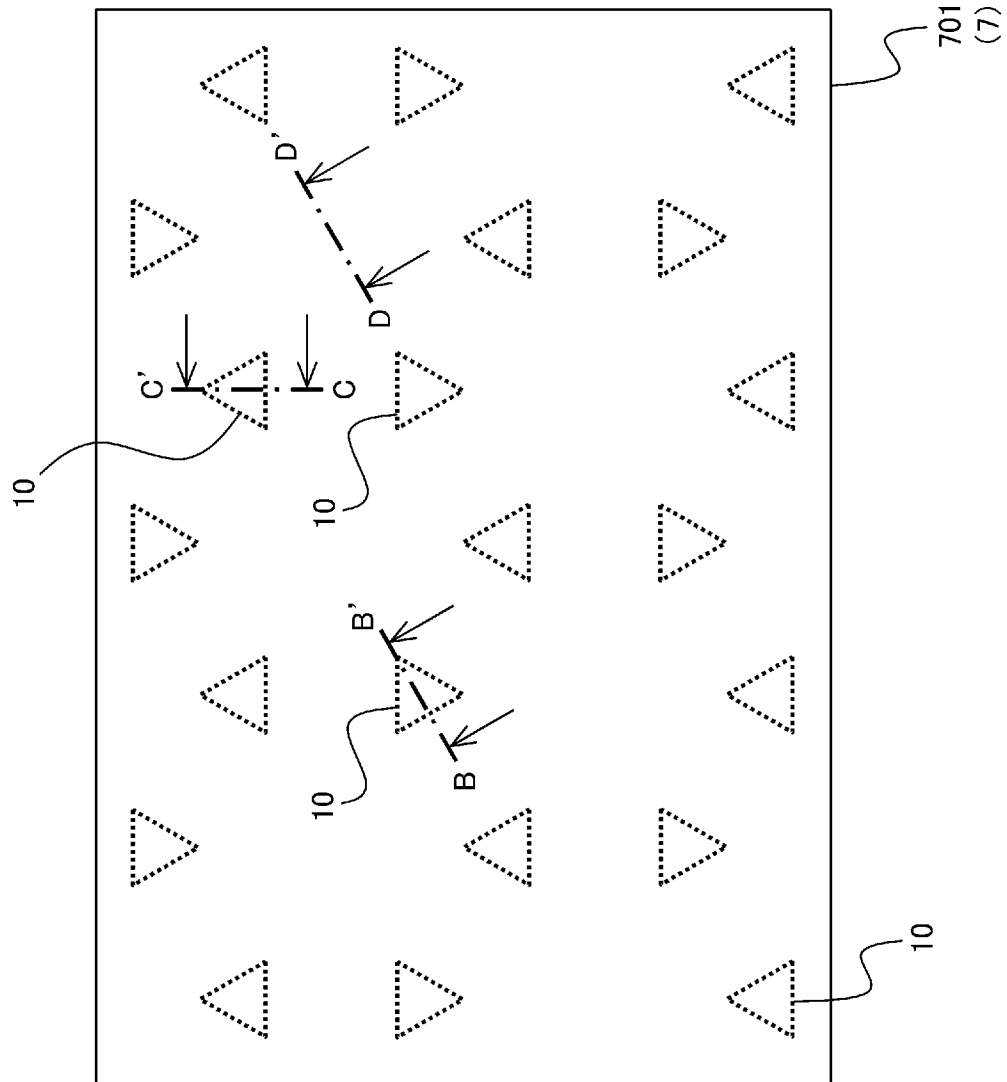
[図3]



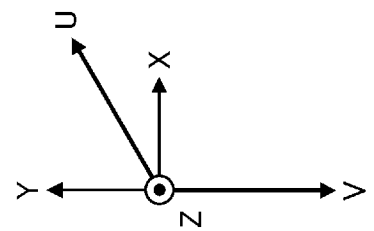
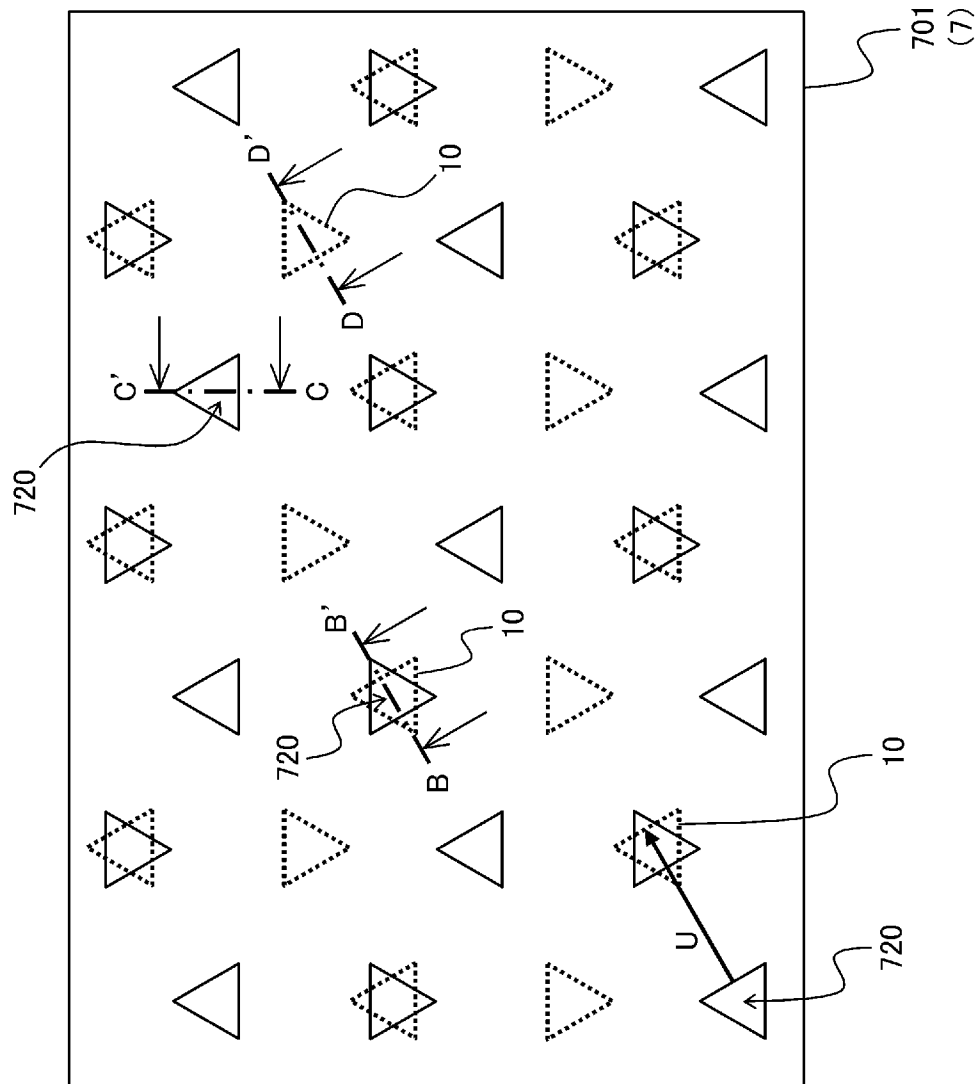
[図4]



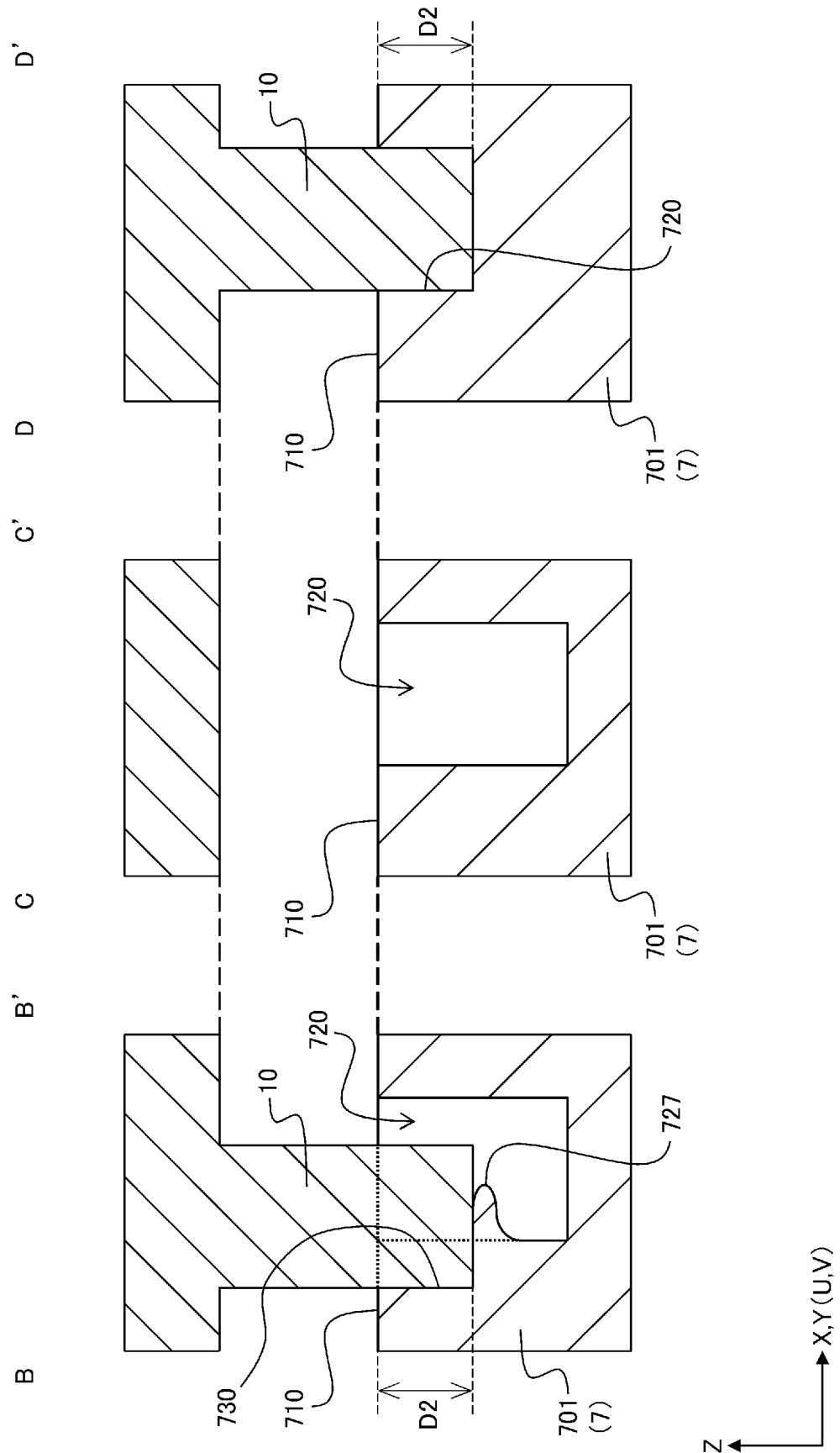
[図5]



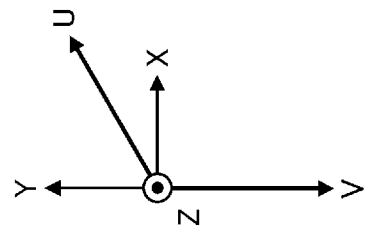
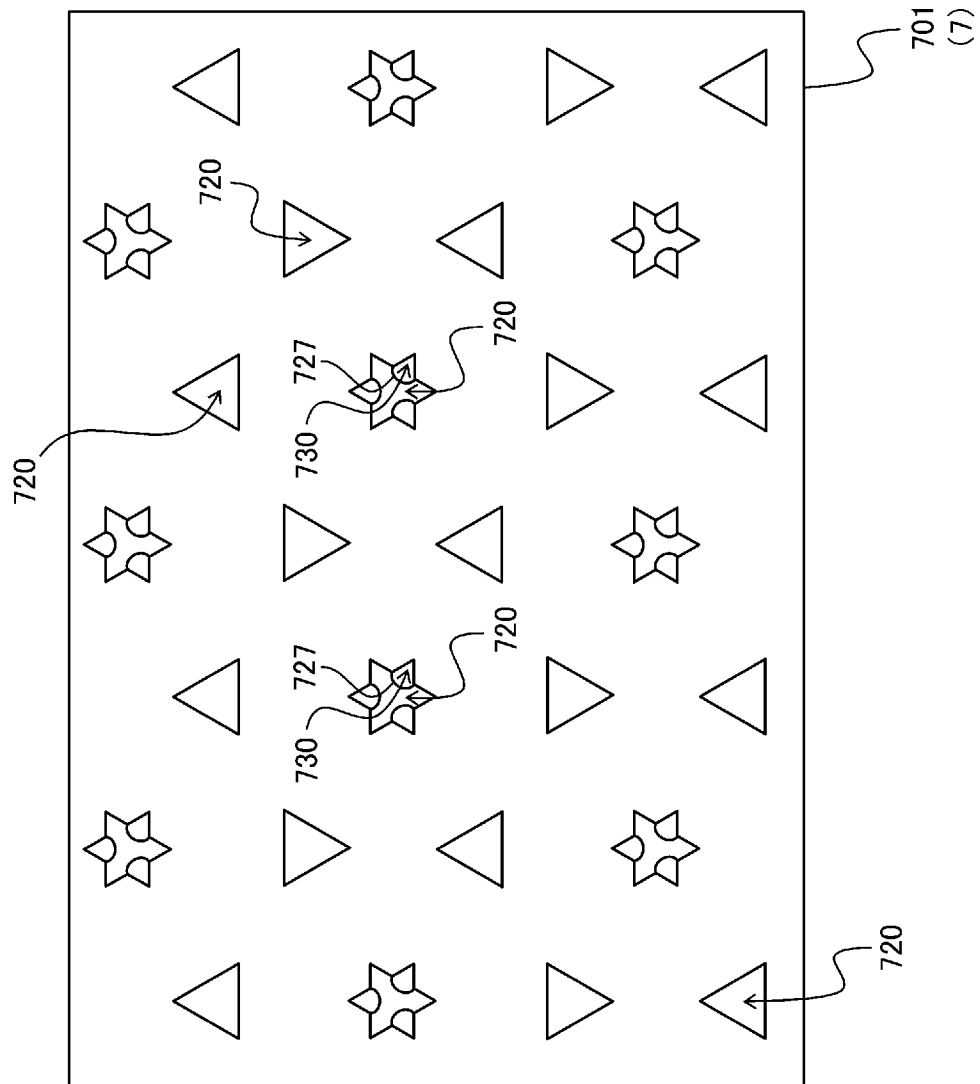
[図7]



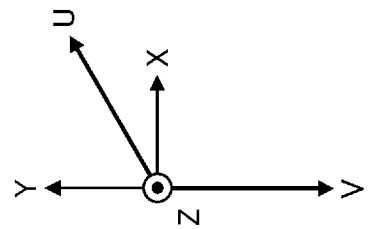
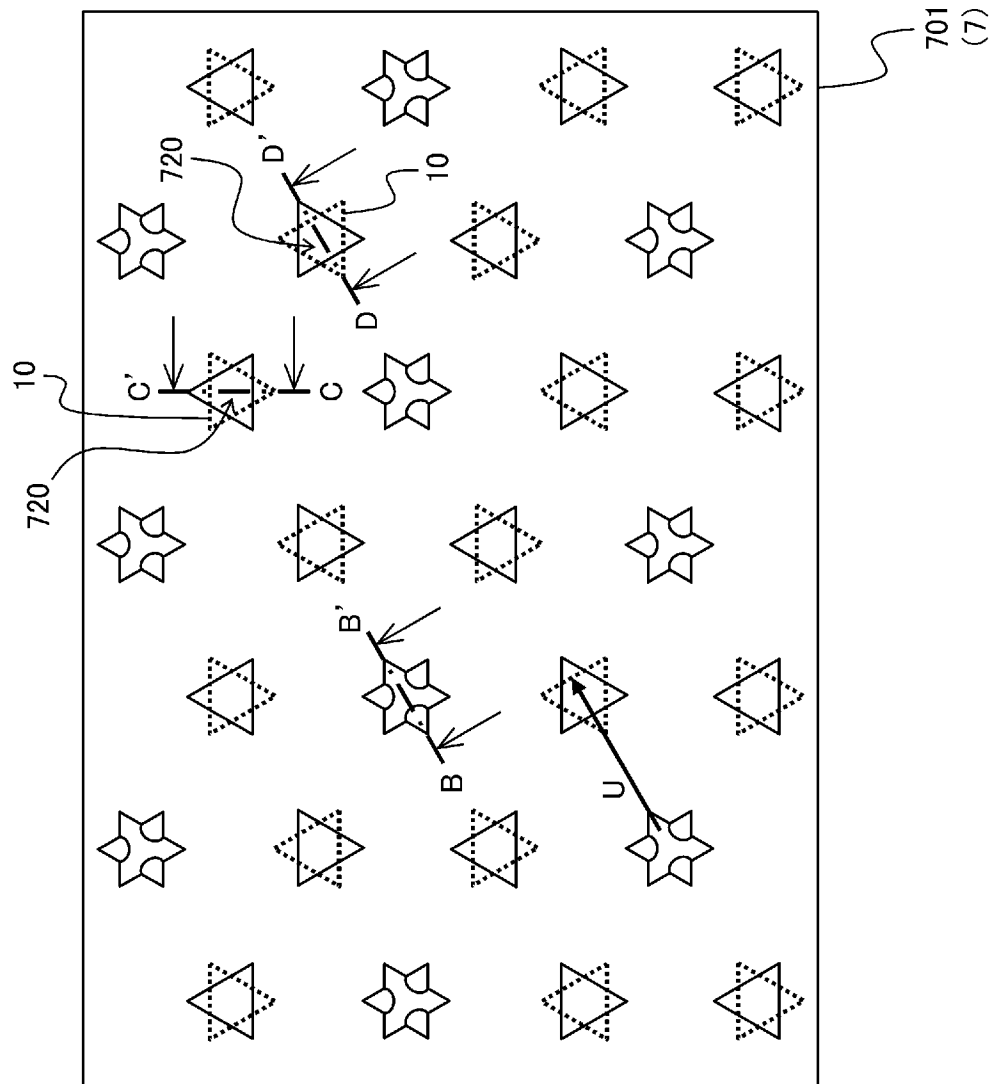
[図8]



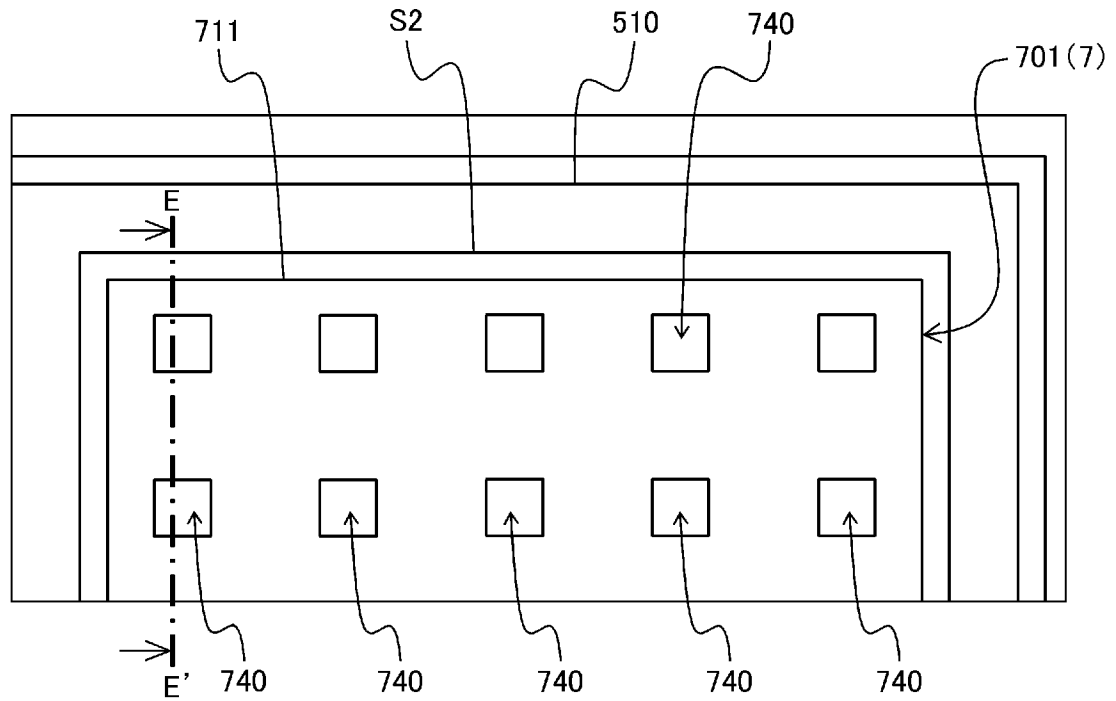
[図9]



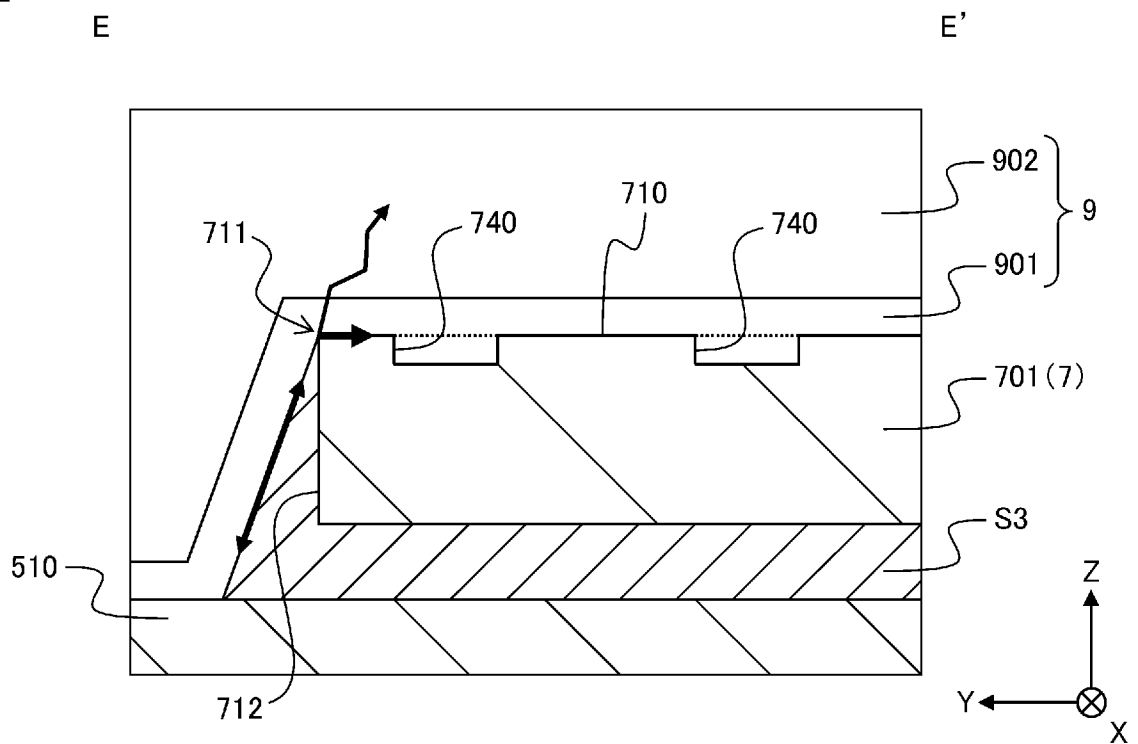
[図10]



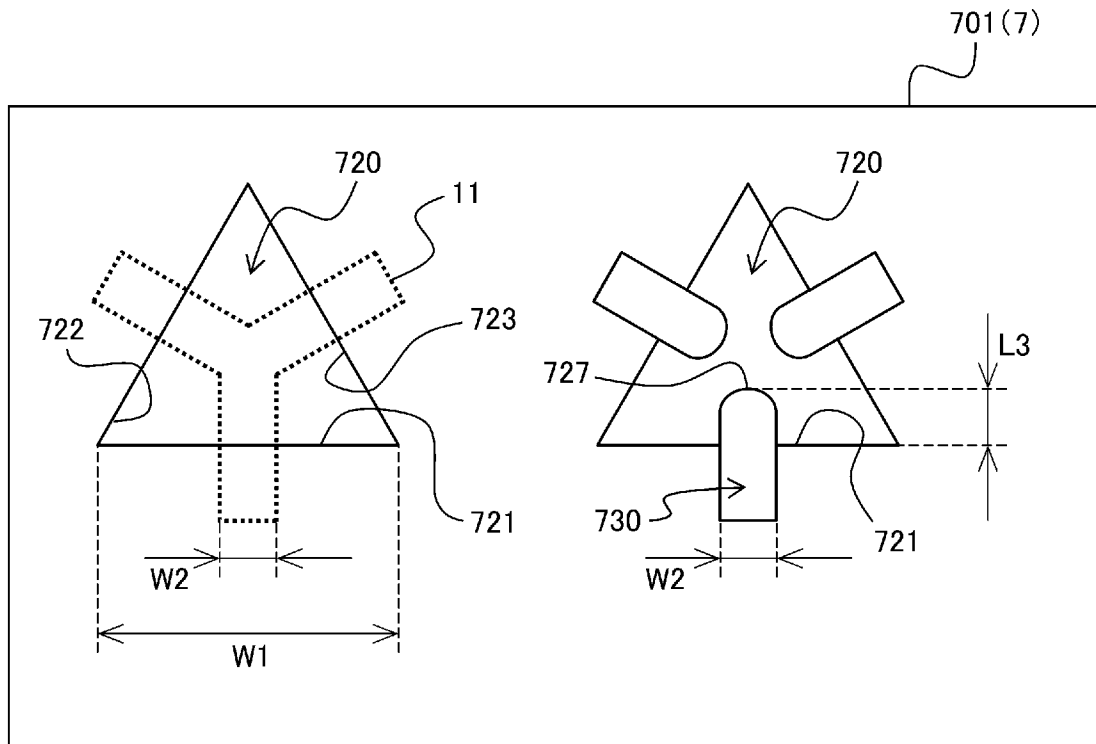
[図12]



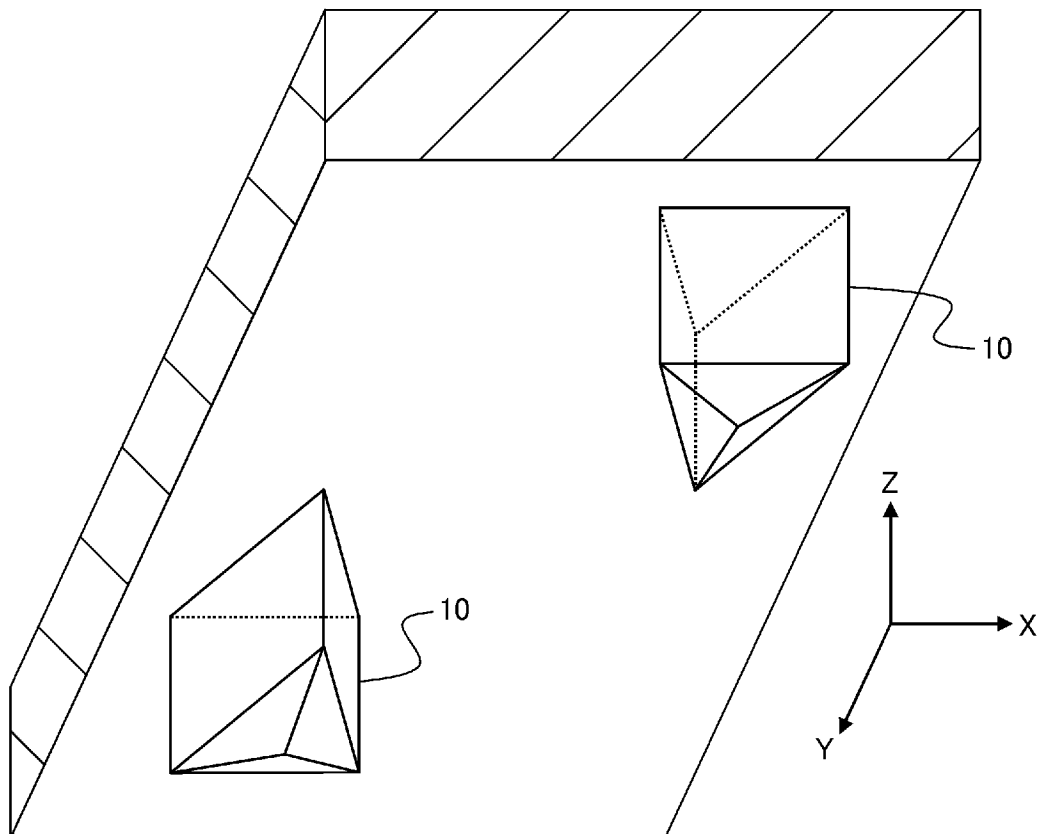
[図13]



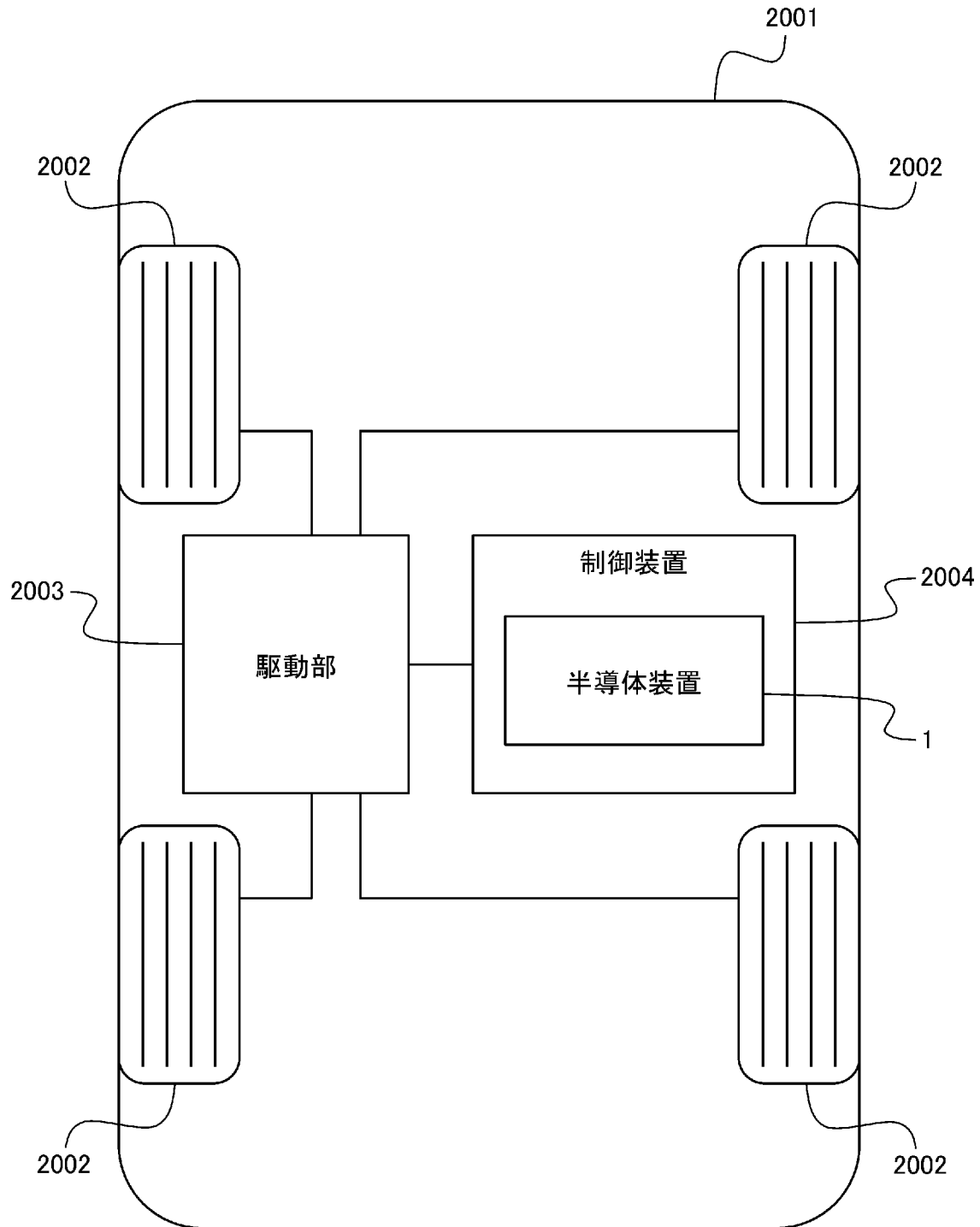
[図14]



[図15]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/031780

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 23/28**(2006.01)i; **H01L 23/29**(2006.01)i; **H01L 23/48**(2006.01)i

FI: H01L23/28 A; H01L23/48 P; H01L23/48 G; H01L23/36 A

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)

H01L23/28; H01L23/29; H01L23/48

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	WO 2022/004758 A1 (FUJI ELECTRIC CO LTD) 06 January 2022 (2022-01-06) entire text	1-9
A	JP 2008-211168 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 11 September 2008 (2008-09-11) entire text	1-9
A	JP 2017-5124 A (SH MATERIALS CO LTD) 05 January 2017 (2017-01-05) entire text	1-9
A	JP 2005-327767 A (DOWA MINING CO LTD) 24 November 2005 (2005-11-24) entire text	1-9
A	JP 2017-208486 A (MISUZU KOGYOKK) 24 November 2017 (2017-11-24) entire text	1-9
A	JP 2006-510221 A (FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC) 23 March 2006 (2006-03-23) entire text	1-9
A	JP 2007-305916 A (ROHM CO LTD) 22 November 2007 (2007-11-22) entire text	1-9

☒ 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

“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

03 October 2023

Date of mailing of the international search report

17 October 2023

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/JP2023/031780

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-258587 A (ROHM CO LTD) 04 October 2007 (2007-10-04) entire text	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/031780

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2022/004758	A1	06 January 2022	US	2022/0278039	A1	
				CN	114787991	A	
JP	2008-211168	A	11 September 2008	(Family: none)			
JP	2017-5124	A	05 January 2017	(Family: none)			
JP	2005-327767	A	24 November 2005	(Family: none)			
JP	2017-208486	A	24 November 2017	(Family: none)			
JP	2006-510221	A	23 March 2006	US	2004/0113262	A1	
				CN	1714445	A	
				AU	2003277127	A	
				KR	10-2005-0089825	A	
				TW	200419739	A	
JP	2007-305916	A	22 November 2007	(Family: none)			
JP	2007-258587	A	04 October 2007	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/28(2006.01)i; H01L 23/29(2006.01)i; H01L 23/48(2006.01)i FI: H01L23/28 A; H01L23/48 P; H01L23/48 G; H01L23/36 A										
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）） H01L23/28; H01L23/29; H01L23/48										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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								
A	WO 2022/004758 A1（富士電機株式会社）06.01.2022（2022 - 01 - 06） 全文	1-9								
A	JP 2008-211168 A（三菱電機株式会社）11.09.2008（2008 - 09 - 11） 全文	1-9								
A	JP 2017-5124 A（SHマテリアル株式会社）05.01.2017（2017 - 01 - 05） 全文	1-9								
A	JP 2005-327767 A（同和鉱業株式会社）24.11.2005（2005 - 11 - 24） 全文	1-9								
A	JP 2017-208486 A（株式会社ミスズ工業）24.11.2017（2017 - 11 - 24） 全文	1-9								
A	JP 2006-510221 A（フリースケール セミコンダクター インコーポレイテッド） 23.03.2006（2006 - 03 - 23） 全文	1-9								
A	JP 2007-305916 A（ローム株式会社）22.11.2007（2007 - 11 - 22） 全文	1-9								
☒ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 03.10.2023		国際調査報告の発送日 17.10.2023								
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） 河合 俊英 5F 3238 電話番号 03-3581-1101 内線 3516								

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-258587 A (ローム株式会社) 04.10.2007 (2007 - 10 - 04) 全文	1-9

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/JP2023/031780

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/004758	A1	06.01.2022	US	2022/0278039	A1	
				CN	114787991	A	
JP	2008-211168	A	11.09.2008	(ファミリーなし)			
JP	2017-5124	A	05.01.2017	(ファミリーなし)			
JP	2005-327767	A	24.11.2005	(ファミリーなし)			
JP	2017-208486	A	24.11.2017	(ファミリーなし)			
JP	2006-510221	A	23.03.2006	US	2004/0113262	A1	
				CN	1714445	A	
				AU	2003277127	A	
				KR	10-2005-0089825	A	
				TW	200419739	A	
JP	2007-305916	A	22.11.2007	(ファミリーなし)			
JP	2007-258587	A	04.10.2007	(ファミリーなし)			